  
Biblioteka przyrodnicza „Wszechświata”.

---

Prof. Dr. G. T S C H E R M A K.

---

PODRĘCZNIK  
MINERALOGII

DZIEŁO, ZAWIERAJĄCE 840 DRZEWORYTÓW I III TABLICE KOLOROWE.

Służmy pocziwéy sławie, á iáko kto móże,  
Niech ku pożytku dobrá spółného pomoże.  
J. Kochanowski (1586).

Z piątego wydania niemieckiego przełożył, uzupełnił i przedmową historyczną  
opatrzył

JÓZEF MOROZEWICZ.

---

(Wydanie Kasy pomocy dla osób, pracujących na polu naukowem, imienia  
d-ra Józefa Mianowskiego).

---

WARSZAWA.

SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNI E. WENDEGO i SPÓŁKI

Krakowskie - Przedmieście Nr. 9.

---

1900.

*Druk Rubieszewskiego i Wrotnowskiego, Nowy-Świat 34.*

4885/  
60

936

188527

III

Дозволено Цензурою. Варшава, 3 Мая 1900 г.

Dart  
prof. Zarembka  
K-se 3 Mejs  
2.5.60. [31.] m





K u u c z c z e n i u

**500-lecia**

W ś z e c h n i c y J a g i e l l o ŋ ś k i e j

1400 — 1900

TEŁOMACZ.



## Przedmowa Tłómacza.

(Przegląd historyczny podręczników mineralogii w Polsce).

---

Literatura każdej umiejętności ściśle rozpada się na dwa działy odrębne: jeden z nich obejmuje prace samodzielne, wyniki badań oryginalnych, z bogacających skarbnicę wiedzy ogólnoludzkiej — jest to literatura ściśle naukowa, badawcza; dział drugi poprzestaje najczęściej tylko na zdawaniu sprawy z postępów danej nauki, przedstawia w sposób umiejętny i krytyczny cały zasób faktów i poglądów ustalonych lub uwzględnia tylko pewną ich grupę — jest to dział literatury informującej, podręcznikowej. Ta nie istnieje bez pierwszej. Literatura badawcza stwarza wiedzę, piśmiennictwo podręcznikowe rozpowszechnia ją i popularyzuje.

Stosując pogląd ten do mineralogii i do Polski, wyznać zaraz na wstępie musimy, że literatura pierwszego rodzaju leżała u nas przez czas bardzo długi odłogiem przygnębiająco pustym. Jest to rzecz nie tylko smutna, ale i dziwna. Nie ulega bowiem wątpliwości, że na początku w. XV w Polsce istniało już górnictwo dość rozległe, jak na owe czasy; dokumenty z r. 1415 mówią o kopalniach kruszcu srebrzystego w Olkuszu, Sławkowie, Trzebini, Chrzanowie, Nowej Górze i in. Pierwsze wiadomości o kopalniach siarki w Swożowicach nie są bynajmniej późniejsze, a początki żup solnych w Wieliczce i Bochni giną w pomroku dziejowym... Pomimo to jednak popęd do samodzielnego badania świata mineralnego lub korzystania z doświadczeń, nabytych przez gwarków i żupników, nigdy się u nas nie rozwinął, a przynajmniej w literaturze naukowej nie utrwalił. Byli wprawdzie ludzie, którzy, jak Staszyci i Kollataj, doniosłość podobnego traktowania rzeczy dobrze rozumieli, atoli nie zdołali oni wśród swego otoczenia wyrobić pracowników, którzyby ze znajomością i zamiłowaniem tę dziedzinę wiedzy uprawiać mogli lub chcieli. Do-

piero w drugiej połowie w. XIX postrzegamy na tem polu pewne objawy życia. Literatury naukowej mineralogicznej, z któraby się wiedza ogólna rachować musiała, jeszcze dotychczas nie mamy, ale ją stworzyć musimy. Już ją nawet tworzyć poczynamy.

Przeciwnie z literaturą podręcznikową. Ta ma już swoją historję kilkuwiekową, w której są karty, chlubnie świadczące o interesowaniu się przodków naszych rozwojem nauk przyrodniczych w Europie zachodniej. Z kart tych czerpiemy otuchę na przyszłość i wierzymy, że byle tylko warunki zewnętrzne nie stawały na przeszkodzie, a wszelki posiew wiedzy czystej znajdzie u nas glebę żyzną i wnet się bujnym okryje kłosem.

Szkic niniejszy jest próbą, mającą na celu wyznaczenie punktów wytycznych w rozwoju naszej literatury podręcznikowej z zakresu mineralogii. Ponieważ literatura ta jest, jak się rzekło, przeważnie podręcznikowo-sprawozdawczą, przeto w następującym jej przeglądzie uważać będziemy na to, o ile dzieła, u nas wychodzące, odpowiadały poziomowi wiedzy ogólnej i jak się urabiało słownictwo polskie, którem się dziś w mineralogii posługujemy.

#### I. HERBARZE, CZYLI ZIELNIKI W. XVI.

*Stefan Falimierz* \*. O ziołach y o mocy gich. W Krakowie r. p. 1534.

Na listach 46—59 mieści się rozdział: O kamieniach drogich, na wiele rzeczy potrzebnych.

*Hieronim Spyczyński R. C.* \* O roślinach, zwierzętach i rodzeniu człowieka. W Krakowie r. p. 1542. O kamieniach drogich na wiele rzeczy potrzebnych, list 164—166.

*Tenże.* O ziołach tutecznych y zamorskich y o mocy ich etc. W Krakowie r. p. 1556. O kamieniach drogich, list 164—189.

*Marcin Siennik* \*. Herbarz to iest ziół tutecznych, postronnych y zamorskich opisanie etc. W Krakowie r. p. 1568.

Księgi pierwsze. O kruszczach, list 256—268.

Księgi trzecie. O kámieniach drogich ná wiele rzeczy potrzebnych, list 340.

*Marcin Ursędow.* Herbarz Polski. W Krakowie r. p. 1595. Wtóra część. O kruszczach.

Wiadomości najdawniejsze o minerałach znajdujemy w t. zw. herbarzach, czyli zielnikach. Są to ówczesne encyklopedye medyczne, rozpatrujące świat

---

\* Tytuły zielników, oznaczone \*, podaję według egzemplarzy, znajdujących się w Bibl. Ord. hr. Krasieńskich, a łaskawie mi przez zarząd tejże Biblioteki do przejrzenia udzielonych.



roślinny, zwierzęcy i kopalny z punktu widzenia lekarskiego, a więc użyteczność rozmaitych tworów przyrody w sprawie leczenia ludzi i zwierząt domowych. Herbarze Falimierza i Spyczyńskiego osobne rozdziały poświęcają kamieniom drogim, Urzędowa — kruszczom, herbarz zaś Siennika opisuje zarówno kruszcze (ks. I), jak i kamienie drogic (ks. III).

Szereg kruszczów i kruszczyn (t. j. metali) składają u Siennika ciała następujące: 1. złoto, 2. srebro, 3. srebro żywe albo trtęć, 4. hałun, 5. ormieńska glinká, 6. bláywás (biały ołow), 7. wapno, 8. sékło, 9. szimowiná srebrna (litargirum), 10. lázur (lapis Lazuli), 11. siarka, 12. sol, 13. winny kámiień, 14. spisgłas, 15. miedziany sok (koperwas), 16. miedziana rdza (grynszpan), 17. złotołusk (operment), 18. sáletrá, 19. sol ormieńska (sálmiak), 20. dymowa żużel, 21. krochmal, 22. otręby.

W rzędzie kamieni drogich Siennik kładzie: 1. diáment, 2. gagátek, (u Falimierza agatek), 3. alband, 4. alábáster, 5. kápłuni kámiień, 6. amátist (u Falim. ametist), 7. orli kámiień, 8. mosiádz, 9. bálánitek, 10. truty kámiień (u Falim. i Spycz. strotka), 11. zábi kámiień (u Falim. i Spycz. borax), 12. iskrzyk (carbunculus), 13. jaskółczy kámiień, 14. żółwie oko, 15. bursztyn (crisolectrus), 16. kryzolit, 17. kryształ, 18. cinober, 19. korał, 20. miedź, 21. popiół, 22. krwáwny kámiień, 23. żelazo, 24. gágátek, 25. gránátek, 26. lodowiec (gelacies), 27. jácynek, 28. jáspisz, 29. burstin, 30. lázur (lapis Lazuli), 31. magnet, 32. kámienne węgle (u Falim. i Spycz. magnesia, t. j. mangan czarny), 33. mármur, 34. perły, 35. kámienna żużel (u Falim. i Spycz. pumex), 36. rubin, 37. szafier, 38. szmárąg, 39. gład (u Falim. i Spycz. krzemień), 40. dachowka, 41. topázik, 42. człowieczy kámiień, młyński kámiień, 43. gębka morska, 44. zygniczek.

Z tych spisów, które u wszystkich zielnikarzy naszych powtarzają się w tym samym porządku (abecedowym nazw łać.) i teźże liczbie, widzimy, w jak dziwaczny sposób poplątane są rzeczy istotnie kopalne z substancjami organicznymi lub wytworami rąk ludzkich: wśród kruszczów znajdujemy u Siennika szkło, krochmal, a nawet otręby! W poczet kamieni drogich wszystkie herbarze zaliczają kámiień moczowy kápłoni i człowieczy, a także dachówkę! Ta gmatwanina pojęć jest tem dziwniejsza, że Siennik w pięknej przedmowie do ksiąg I „O kruszczach“ wyraźnie tłómaczy, co rozumie pod kruszczami, metalami (kruszczykami) a kamieniami. Na liście 256 czytamy, mianowicie, co następuje:

„Ale teź są y ine Lekárstwá z zemie / Po ktore sie Gornicy głębokó w zemie kopáią / A gárdłá swe ná głębiá w niebiespieczność wazá / dobywáiąc K r u s z c z ó w rozmaitych, z ktorych potym wypaláią K r u s z c z y n y R o z m á i t e (A ty Láćinnicy Metállá rzekaia).“



A dalej, na liście 257:

„Przeto tu będziem mieć nietyło o złocie / w którym ná<sup>o</sup> poważniejsze lekárstwá są. Ale o Miedzi / o Cenie / y o Ołowie / aż y do inszych Kruszcżyn / z których niektóre sámy w sobie są / iáko želázo s ktorego Stal czynią / Miedź s ktorey mosiądz bywa / Cená s ktorey Kunterfał odganiáią / Też y Cenober / który z Trtęci palą / iáko y Bláiwás / bláýgel / y miniją palą. Bo to wszystko Kruszcżynámi zowiemy / Przeto iż od kruszczu swoy początek máią / Boć y Hałun / Koperwás Acz podobne są kámieniowi / Wszakże od Kruszcza swoy początek biorą /.”

Tę samą różnicę Siennik zaznacza i w nagłówku, który następuje po przedmowie: „O Kruszcżynách A o Rzeczách Kopánych z ziemie. A naprzód o nazacnieyszey kruszczynie / To iest o złocie.”

Każdy kamień opisany jest w rozdziale (capitulum) osobnym, ozdobionym ilustracją. Na opis składają się przeważnie rozmaite, zazwyczaj domniemane, własności minerału lecznicze, tudzież związane z nimi przesady i zabobony najdziwaczniejsze, wśród których giną wspomniane też niekiedy cechy istotne i przyrodzone. Oto np., co pisze Falimierz o bursztynie:

„Burztyn iest żywicza z drzewa: iakoby drogi kamień *Avic*. burztyn ma mocz serce uweselać y kordijkę (t. j. niemoc) oddalać / y duchy posilać.” (List 54, strona odwrotna, cap. 29).

Na odwrotnej stronie listu 55, w capitulum 31, czytamy dalej u tegoż Falimierza opis magnetytu znamienny:

„Magnes iest kamień ktori w gorach nad Morzem roscie / á zwłaszcza w Indijey u wielkiego morza Oceana. Barwy ten kamień iest na podobieństwo żelazney.

Okreth y gdy przychodzą nad onę górę w ktorey iest then kamień Magnes / thedy czokolwiek żelaza będzie miał w sobie on okręt, zwłaszcza gwoździe żelazne: kthoremi okreth zbijaia: wyskakuią z niego / á iakoby z kusze (machina do ciskania kamieni) do oney gori leczą: w ktorey iest ten kamień Magnes. Abowiem ma dziwná j niesłychaną mocz: żelazo k sobie ciągnąć.

Ale ludzie wiedząc o thakich rzeczach, A zwłaszcza ktorzy tam po morzu ieżdżą: Drewnianemi gwoźdzmi okręty zbijaia.”

Do legendy tej dodany jest obrazek, przedstawiający okręt na morzu, w pobliżu onej góry magnesowej: gwoździe szybują, jak ptactwo, ku górze, okręt rozpada się, ludzie toną.

Opisy rozmaitych zielników różnią się niewiele, a nawet bywają niekiedy wprost identyczne. Wśród autorów, na których się nasi zielnikarze najczęściej powołują, znajdujemy Arystotelesa, Galenusa, Avicene, Wojciecha (Albertus Magnus?) i t. d. Nie spotykamy tu jednak nazwiska Agricoli, samodzielnego

badacza minerałów, który współcześnie żył i działał w sąsiedniej Saksonii (1490—1555), a epokowe swe dzieło, *De natura fossilium*, ogłosił w r. 1546.

Zielniki nasze mają więc znaczenie tylko językowe i kulturalno-historyczne, będąc ciekawymi przyczynkami do historii oświaty w w. XVI. Słownictwu mineralicznemu przekazały one kilka wyrazów pięknych, po dziś dzień używanych, jakkolwiek po części w znaczeniu odmiennem: kruszec, złotołusk, iskrzyk, gładz, krzemień.

## II. DOBA PRZEDWERNEROWSKA.

*Gabryel Rzęczyński S. J.* Historia naturalis curiosa Regni Poloniae, Magni Ducatus Lituaniae, annexarumq. provinciarum, in tractatus XX divisa. Sandomierz 1721.

Tractatus I obejmuje wiadomości z mineralogii, str. 1—60.

*Tenże.* Auctuarium historiae naturalis Regni Poloniae Magnique Ducatus Lituaniae annexarumque Provinciarum in puncta XII desumptum. Opus posthumum. Gdańsk 1742.

Rzeczy mineraliczne: Punctum I—III, str. 1—117.

Przedruk tegoż dzieła z małemi zmianami w tytule. Gdańsk 1745.

*X. Ładowski S. P.* Historya Naturalna Krolestwa Polskiego czyli zbior krotki przez Alfabet ułożony, Zwierząt, Roślin, y Minerałów znajdujących się w Polsce, Litwie, y Prowincyach odpadłych, zebrana z Pisarzow godnych wiary, rękopismow, y świadkow oczywistych. W Krakowie Roku 1783.

*Tenże.* Przedruk dwutomowy tegoż dzieła, w Krakowie 1804.

*X. Krzysztof Kluk*, Kanonik kruswicki, dziekan drobiecki, proboszcz ciechanowiecki. Rzeczy kopalnych osobliwie zdatniejszych szukanie, poznanie, i zażycie.

Tom I. O rzeczach kopalnych w powszechności, o wodach, solach, tustościach ziemnych, i ziemiach. Z figurami. W Warszawie, Roku 1781. W Drukarni J. K. M. i Rpl. Str. 351.

Tom II. O kamieniach w powszechności, o kleynotach, kruszczach, ich kopaniu i o gornictwie. Z figurami. Tamże, Roku 1782. Str. 342.

To samo dzieło, o ile wiemy, przedrukowano z małemi zmianami pisowni jeszcze dwa razy: w r. 1790—1791, tudzież w r. 1797 (t. I), w r. 1802 (t. II).

Po epoce świetnego rozwoju umysłowego i politycznego, w której pisane były zielniki, nastąpiła reakcyja antyhumanistyczna, zakończona „dobą mroku i zastoju“<sup>1)</sup>. Usiłowania działaczy tej doby były skierowane wprost ku za-

<sup>1)</sup> P. Chmielowski. *Historya Literatury Polskiej*. Warszawa 1899, t. II, str. 113.

ćmieniu światła wieku złotego Zygmuntów. Całe stulecie XVII jest u nas dla rozwoju nauk przyrodniczych niepowrotnie stracone. Zapoczątkowanie tych umiejętności, dokonane przez zielnikarzy, utknęło na miejscu. Poziom książek, mających jakąkolwiek styczność z nauką, w ciągu całego wieku zgoła się nie podniósł, raczej obniżył, utraciwszy jedyną ozdobę herbarzy w. XVI, piękną polszczyznę, która ustąpić musiała miejsca niesmacznemu makaronizmowi lub wątpliwej wartości łacinie. Cała wiedza ówczesna skupiała się w Kalendarzach i Ekonomikach albo dziełach takich, jak osławiona encyklopedia Benedykta Chmielowskiego: *Nowe Ateny* albo *Akademia* wszelkiej scyencyey pełna etc. (r. 1745), w których barbarzyńskie przesady walczą o lepsze z płaskością stylu.

Prócz takich piśmideł, które miały czynić zadość całokształtowi potrzeb umysłowych ówczesnego społeczeństwa zgnuśniałego, ukazując się jednak w w. XVIII także pierwsze książki, poświęcone wyłącznie historii naturalnej krajów polskich. Są to dzieła jezuity Rzączyńskiego, pisane po łacinie, i pijara Ładowskiego, skreślone po polsku. Ponieważ Ładowski obfitą ręką czerpał z historii Rzączyńskiego, przeto wypada tu książkom tego ostatniego poświęcić słów kilka, a to tem bardziej, że znajdujemy w nich, obok terminów łacińskich, wyrazy polskie (i niemieckie). Historia i *Auctuarium* różnią się nie tyle treścią samą, co jej układem i podziałem.

Dzieła Rzączyńskiego podzielone są na sekeye lub punkty, rozpatrujące przedmioty w porządku alfabetycznym. Mineralogii poświęcony jest traktat I (w *Auctuarium* punkty I—III), zawierający sekeye: 1. De fossilibus (węgle, torf, drzewo kopalne etc.). 2. De gemmis, lapidibus insignioribus et rarioribus (dyament, agat, piorunek, kryształ, krwawnik i t. d.). 3. De lapidibus (marmur, alabaster, kamienie zwyczajne: wapienne, gips, krzemienie). 4. De salibus mineralibus (hałun, saletra, siarka, koperwas, kley ognisty). 5. De metallis perfectis, imperfectis etc. (złoto, srebro i t. d., glejta, ruda żelazna, merkuryusz, iskrzyk, kley złotniczy etc.). 6. De salis fodinis Vieliscensibus et Bochnensibus (o żupach solnych Wieliczki i Bochni).

Z podziału tego widać już wpływy Agricoli, którego nasz autor łaciński, obok pisarzy starożytnych, często cytuje i po raz pierwszy przytacza jego terminy: spatum, quarzum etc. Pisma lekarza Jachimowskiego i Kamienieckiego zawitały zatem do nas w 150 lat przeszło po wyjściu na widok publiczny. Nie przeto dziwnego, że poziom opisów Rzączyńskiego, jakkolwiek niższy od współczesnego stanu wiedzy mineralogicznej w sąsiedniej Szwecyi, gdzie już działali Linneusz (1707—1778) i Cronstedt (1722—1765), to jednak przewyższa stanowczo relacye zielnikarskie z w. XVI. Widomości o „mocy y skutkach“



rozmaitych kamieni zeszyły tu na plan drugi, a nawet ostatni, ustępując miejsca opisowi własności przyrodzonych.

Historya naturalna X. Ładowskiego, napisana sposobem już czysto encyklopedycznym, stoi, jak się rzekło, na jednym poziomie z dziełami Rzączyńskiego, ale pisana jest czystym językiem polskim. U obu tych księży-przyrodników, a zwłaszcza u późniejszego znacznie pijara, uderza nas dzisiaj zupełny brak krytycyzmu, wcale nie licujący z pojęciami „wieku oświeconego.“ W książce Ładowskiego znajdujemy np. dziwną mieszaninę artykułów, skreślonych wcale poprawnie i naukowo (np. bursztyn), z kompilacyami, pozabawionemi wszelkiego zmysłu badawczego, jak np. ustęp o urnach, który, jako wielce charakterystyczny, przytaczamy tu w całości:

„Garki ziemne są dziełem Natury. Niedaleko Szremu w W. Polsce, tudzież na polach wsi *Nochowa* pod Lesznem wykopują z ziemi naczynia, które są ze wszystkim podobne do robionych z gliny; tamże nietylko Garki, ale też dzbanki, miski, tygle, y inne naczynia gliniane rodzą się w ziemi, które z ziemi dobyte są miękkie, a potym twardnieją. *Kromer* wspomina że widział takowe naczynia, ale były bez kształtu y bardzo proste. Wielu przedtym z Naszych y Postronnych wierzyć temu niechcieli, sądząc iż te naczynia są raczey pamiątką Grobow Pogańskich, w których chowano kości y popioły zmarłych, ale *Długosz* zapewnia, że dla doświadczenia, Jagiełło z wielo Godnych Osob, umyślnie zjechał ze Wschowy do wsi *Nochowa*, y doznał, że te naczynia były od natury uformowane, y służyć mogły do różnych potrzeb.“ (Wydanie z r. 1783, str. 38).

Zasługą niewątpliwą Rzączyńskiego i Ładowskiego jest zebranie po raz pierwszy wiadomości, dotyczących historyi naturalnej ziem polskich. Wprawdzie wiadomości te zasadzają się po największej części na opowieściach dawnych i niesprawdzonych, ale są też u Ładowskiego opisy oryginalne (np. Wieliczki i Bochni), oparte „na własnym doświadczeniu y oglądaniu“, ale w samem już przedsięwzięciu tkwi zasada rozumna i wielce społeczna — poznawania rzeczy swojskich i otoczenia najbliższego. Znamienne jest wysokie mniemanie o bogactwach kopalnych Polski (a zwłaszcza Karpat), w których istnienie autorowie nasi wierzyli mocno, jakkolwiek dowieść swego przekonania nie umieli, a nawet nie usiłowali. Ładowski przytacza np. szczegółowo miejscowości, w których mają występować dyamenty. „U nas w Polsce znajdują się dyamenty podobne Czeskim y Szląskim, ale lustru dobrego nie mają. Rzączyński przywodzi, że na Rusi wykopano kilka dyamentów nieposłednich; w Podgorzu znajdują dyamenty drobne, w Kiiowskim pod Suszczanami są większe, twardsze, y podobno lepsze od Czeskich. Na Tatrach także znajdują się dyamenty przednie; w Krakowie raz Owczarz przedał ieden za

60. talerow.“ (Wyd. z r. 1783, str. 33). Oczywiście dyamenty te — to najprawdopodobniej przezroczyste gładziki kryształu górnego, którego znalazcy nie umieli odróżnić od klejnotów, poszukiwanych zawsze i wszędzie.

Pod względem językowym Rzączyński i Ładowski przysporzyli naszemu słownictwu mineralicznemu szereg wyrazów już to szczerze polskich, już tylko udatnie spolszczonych, jako to: krwawnik (hematyt), piorunek, klej ognisty (nafta), glejta, ruda żelazna, ugier, margiel, skały, opoki, cios, kamień łupny, martwica, minia, galman i t. p.

Dzieło ks. Kluka ukazało się za działalności Komisji Edukacyjnej, w dobie moralnego i politycznego odradzania się narodu. Nacechowane jest ono przedewszystkiem podniosłą ideą użyteczności społecznej, dobrem rozumieniem potrzeb ekonomicznych kraju, nawoływaniem do stworzenia górnictwa, jako jednej z podstaw bogactwa narodowego. „Musimy się przyznać do tego, że Kray nasz iest ubogi. Bez Kopalni Srebra, Złota, Miedzi, nie wiele Mennica przysporzyć może rozchodzących się w Kraiu pieniędzy. Dopoki więcej wychodzić będzie za granicę, na różne potrzeby: dopoki nie poszukamy w Kraiu, abyśmy zkađ inąd nie potrzebowali: dopoki obficiey cudzym przedawać, iak od nich potrzebować, nie będziemy: dopoty zawsze być ubogiem i nie przestaniemy.“ (T. I, str. 66, § 178, wyd. z r. 1781).

Kluk, jako mineralog, stoi na stanowisku czysto praktycznem, mając głównie na widoku „pożytecznie ciekawego gospodarza,“ dając mu rady niekiedy dość naiwne, domowe, sposobem popularnym wyłożone. „Moy bowiem zamysł w tym dziele tylko iest, abym każdemu nieznaiącemu ieszcze Rzeczy Kopalnych, osobliwie pożytecznieyszych, dał pochoip do onych poznania, wynalezienia i doświadczenia: a tym samym wyiawienia w kraiu, gdzie się co ukrywać może: doświadczenia więc tylko Probierskie do mego należą Dzieła. Doskonali, w tym piśmie nic nie naydą dla siebie, ale gdy mniey wiadomi przez zażycie tu wypisanych doświadczeń tam i owdzie co wynaydą: będą mieli doskonalsi koło czego doświadczać doskonaley: i ieżeli się pożytek pokaze, wynaydą się i sposoby na wszystkie dalsze sposoby, osobliwie, kiedy w początkach nieznaiomych kraiovi robot, musicliby się zażywać Cudzoziemcy.“ (T. I, str. 16, § 36, wyd. z r. 1781).

Obrawszy takie stanowisko utylitarne, ks. kanonik Kruszwicki nie wdał się bynajmniej w rozbiór systematów, rozstrząsanych przez współczesnych „mineralogistów,“ jakkolwiek zna i korzysta z dzieł mineralogicznych Walleriusa, Lehmannna, Linneusza, Cronstedta, z chemii Stahla, metalurgii Gellerta i t. d. We wstępie podnosi on znaczenie dla górnictwa nauk teorytycznych



pomocniczych, chemię oddziela z naciskiem od alchemii, ma określone pojęcie o solach, wśród których odróżnia sole kwaśne (dziś kwasy), ługowe (dziś alkalia) i pośrednie (dziś sole właściwe), sprawiedliwie ocenia znaczenie krystalizacyi, jako cechy ciał zasadniczej, używa już niekiedy wyrażen takich, jak „sól kuchenna krystalizuje się w kostkę“, „kąty zaostrome i przytępione“ it. d.

Całokształt świata mineralnego dzieli Kluk samoistnie na gromady następujące: 1) wody, 2) sole, 3) tłuściości ziemne, 4) ziemie, 5) kamienie, 6) kruszce i półkruszce. W rozdziale o wodach znajdujemy opis wód mineralnych i pospolitych, których słownictwo utrzymało się częściowo aż do naszych czasów. Kluk odróżnia wody ługowe (alkaliczne) i kwaśnice, cieplice i zimnice, wreszcie wody siarkowe. Opisując sole (sól kuchenna, saletra, alun, koperwasy, salamoniak, boraks), podaje wszędzie postać krystalizacyi, zachowanie się w ogniu, rozpuszczalność, smak, kolor i t. p. własności. Dla gromady, którą nazwał tłuściościami ziemnymi, wyrabia po większej części słownictwo własne: olej ziemny (nafta), smoła ziemna (asfalt), ziemny balsam (bitumen), gagatek, bursztyn (ambra, kopal), siarka samorodna, ziemia siarczysta, kamienie siarczyste (kizy = dziś. piryty), węgle ziemne i kamienne, torf poziemy i podziemny. Ziemiami nazywa wszystkie minerały i skały sypkie lub rozcieralne, a więc należą tu: ziemia pospolita i błotna, kreda pisalna, górna mąka, margiel, szpik kamienny (litomarga), gliny, ił, piasek płynny (ulatujący), ziemie sukiennicze (folarskie), ż. farbierskie (kreda, rubryka, umbra, ugier), ż. żelazne t. j. rudy i t. p.

Tom drugi Rzeczy kopalnych zawiera opis dwu gromad najliczniejszych: kamieni i kruszców. Zasada podziału kamieni jest najmniej jednolita i naukowa; ciała te rozpadają się u Kluka na 1) kleynoty przezroczyste: dyament, rubin, szafir, topaz, szmaragd, ametyst, hiacynt, beryl, chryzoberil, opal, kocie oko, krwawnik t. j. carneolus i t. p.; 2) kleynoty ciemne: turmalin, chalcedon, onix, oko świata, turkus; 3) kleynoty fałszywe: kryształ górny, szpat przezroczysty: kryształ islandski, kwarc przezroczysty, porfir, granit, malachit, amiant, kamień wapienny, gips (alabaster, selenit), kamienie ciosowe, łupki tablicowe i dachowe, bazalt, ołówek, pumeks, krzemień, serpentyn, talek, szkło moskiewskie, braunsztyn i t. d.; 4) różne kamienie pojedyncze: kamień śmierdzący, tof (tuf), sopleniec, ikrzyca, łyszczak (łac. mica), kocie złoto i srebro, łupek gliniasty; 5) kamienie szklane: kwarc pospolity, rogowiec, zeolit, skora gorna, mięso gorne, papier gorny, korek g., blenda (łac. pseudogalena), orli kamień; 6) kamienie składowe: opoki i skały. Widzimy więc tu pstrą mieszaninę rzeczy najrozmaitszego składu i pochodzenia, w której dopiero dowcip Hauyego i systematyczna badawczość Wernera ład zaprowadzić miały. Tych jednak twórców nowszej wiedzy mineralogicznej, jakkolwiek sobie

współczesnych, ks. dziekan Drohicki, jeszcze nie znał, lub może, jako zdecydowanych teoretyków, nie uznawał.

Najobszerniej traktuje Kluk o kruszczach, którym poświęca większą część tomu II-go. Naprzód, co są kruszce? „Pod imieniem Kruszców rozumieją wprawdzie Mineralogistowie te wszystkie Rzeczy Kopalne, które inne iakie Rzeczy w sobie mają ukryte, i tak zawarte, że aż chyba przez sztukę oddzielone być mogą: tak u nich iest kruszec siarczany, ałunowy, etc. Ja przecięż imię *Kruszec* w ścisłym tylko biorę rozumieniu, i rozumiem te Rzeczy kopalne, ktore w sobie ukrywaią albo *Metale*: iak Złoto, Srebro...; albo Półmetale: iako żywe Srebro, Wismut, etc.” (T. II, str. 133, wyd. z r. 1782). A w innym miejscu: „I taką to tedy Rzeczą kopalną, która ma ukryty, albo pomieszany z sobą Metal, nazywam *Kruszczem*. Takowy zaś kruszec zawsze nadpospolicie iest ciężki”. (Tamże str. 137, § 12). Z tych cytacyi widać, że Kluk wyraz kruszec pojmuje tak samo, jak go rozumiał dwieście lat temu Siennik, i że piękny ten termin uważa za zupełnie utarty i przyjęty. Tylko przy jednym żelazie podaje Kluk tytuł: Kruszcze albo Rudy żelazne. Kładziemy tu nacisk na tę rzecz drobną dlatego, że w dalszym ciągu jeszcze o niej wypadnie pomówić.

Kluk odróżnia metale: złoto, platynę, srebro, miedź, cynę, ołów, żelazo, i półmetale: żywe srebro, wismut, zynek, spiżgłas (atimonium), arszenik, kobalt i nikiel. Kruszcze, będące związkami tych metali z siarką, tlenem i t. p., stanowią u Kluka gromadę najbardziej naturalną i najbardziej, że tak powiem, dzisiejszą. Autor Rzeczy kopalnych opisuje znaczną liczbę tych związków, tworząc dla nich nazwy najczęściej złożone, dwuwyrazowe, urobione na wzór niemieckich. Niemieckie *Erz* oddaje one przez *krusz*, wiążąc tę końcówkę z przymiotnikiem lub rzeczownikiem, wyrażającym pewną właściwość kruszczu, np.: *Fahlerz*=płowokrusz, *Federerz*=piorokrusz, podobnież czerwokrusz, kostkokrusz i t. p. Pomysłu tego nie możemy pod żadnym względem uważać za udatny: naprzód nie zgadza się on z duchem naszego języka, który w ogóle nie znosi aglomeracyi wielowyrazowych, a powtóre terminy Kluka nie są określone, albowiem taki np. czerwokrusz lub kostkokrusz może być zastosowany do kilku minerałów całkiem odmiennych.

Opisy minerałów poszczególnych polegają na wymienianiu własności fizycznych, jak twardość, kolor, krystalizacya, na podawaniu sposobów chemicznych, któremi najłatwiej „doświadczyć,” t. j. dowieść, z czego się dany kamień lub kruszec składa, dalej na wskazaniu, gdzie się opisywany kamień znajduje; miejscowości polskie są także przytaczane, ale najczęściej w sposób niepewny i ogólny, np. „ma się naydować i ku Karpackim gorom, a osobliwie około Nowegotargu”. Użytki i cena każdej rzeczy kopalnej wymieniane

są bardzo skrzętnie, tudzież sposoby „wyprowadzania“ metali z kruszców. Zwraca też autor uwagę na sposób występowania minerałów, odróżniając żyły, warstwy, gniazda i gruzy.

Kluk jest pierwszym u nas mineralogiem, który stanowczo zerwał z legiendami i przesadami, przywiązaniem do rozmaitych ciał kopalnych. Mówiąc „o kleynotach w powszechności“, zaznacza to wyraźnie: „Nakoniec naczytamy się w dawniejszych pismach dosyć o nadprzyrodzonych prawie cnotach Kleynotów: że człowieka czyniły niewidomym, odważnym, ubogim, bogatym, zdrowym, etc. Dyament naprzykład blisko serca noszony, miał miękczyć nieprzyjacioły, oddalać boiaźń, czynić odwagę. Ale takie baśnie zostawmy tym, którzy się nie chcą na tem poznać, że to są zmyślane bayki, i rzeczy niepodobne“. (Str. 24, § 47, wyd. z r. 1782). To też Rzeczy Kopalne ks. proboszcza Ciechanowieckiego mają ważne znaczenie historyczne: są one pierwszą u nas pracą krytyczną, pomyślaną samodzielnie i przeprowadzoną konsekwentnie. I jakkolwiek Kluk pisał swe dzieło w celu tylko praktycznym, to jednak zdołał w niem utrzymać poziom wiedzy z połowy w. XVIII w sposób całkiem przyzwoity, tak, że jego pisma, w braku dzieł specjalnych, były zaliczone przez Komisję Edukacyjną w poczet podręczników szkolnych, co uważamy za niemały dla autora zaszczyt.

### III. DOBA WERNERA. PODRĘCZNIKI WILEŃSKIE I IN.

*Roman Symonowicz*, filozofii i medycyny doktor, adiunkt Imperatorskiego Wileńskiego Uniwersytetu. O stanie dzisiejszym Mineralogii. W Wilnie, 1806. (Str. 1—188).

\* *X. Roman Puławski*. Wiadomości mineralogiczne z różnych autorów zebrane. Warszawa, 1811. (Str. 132).

*Felix Drzewiński*, filozofii doktor, uczący publicznie Mineralogii w Imperatorskim Wileńskim Uniwersytecie. Początki Mineralogii podług Wernera, ułożone dla słuchaczów akademickich. W Wilnie, 1816. Cena rs. 3. (Str. 1—611).

*Makary Bogatko*, filozofii magister. Nomenklatura minerałów pojedynczych czyli Oryktognostyczno-Mineralogiczna przez ś. p. R. Symonowicza w największej części wypracowana, a przez iego ucznia, M. B., wedle tegorocznego Wernera układu dokończona i dla użytku akademickiej młodzieży drukiem ogłoszona. W Wilnie, 1815. (Str. VIII+28).

*Seweryn Zdzitowiecki*, uczeń klasy VI. Szkół Woiewódzkich Lubelskich. Zasady Oryktognozyi i Geognozyi podług najnowszego układu Wer-

---

\*) Dzieł, oznaczonych \*, tłumacz nie miał w ręku i zna je tylko z tytułu.



nera. Tom pierwszy. W Lublinie, 1817. Tomik ten obejmuje wstęp i „Wykład nauki wyrazów“. (Str. 1—92).

*Funke.* Historia Naturalna, przełożona podług czwartego wydania Lippolda, przez *Alexandra Kuszańskiego*. Z 17 Rycinami 176 przedmiotów wyrażającemi. W Wrocławiu, R. 1820. (III. Wydział Rzeczy Kopalnych. Str. 498—529).

*J. A. C. Löhr.* Historia Naturalna dla młodzieży, do użycia szkolnego i domowego ćwiczenia, przełożona podług ostatniéj edycyi przez *Alexandra Kuszańskiego*. Z załączeniem 98 Wyobrażeń. W Wrocławiu, 1822. (Państwo Mineralne. Str. 298—331).

*Norbert Alfons Kumelski.* Krótki Wykład Mineralogii podług zasad Wernera. Część pierwsza. Z trzema tablicami. W Wilnie, 1825. (Str. 250 i obszerny spis alfabetyczny w kilku językach).

*Brard.* Mineralogia popularna, albo Przestrogi dla Rolników i Rzemieśników, przełożone z francuzkiego i zastosowane do krajowych okoliczności, przez *N. A. Kumelskiego*. W Wilnie, 1827. (Str. 92).

*Ignacy Jakowicki,* filozofii kandydat, dający kurs Mineralogii w Cesarskim Uniwersytecie Wileńskim. Wykład Oryktognozyi i początków Geognozyi. Wydanie drugie poprawione i znacznie powiększone. Z tablicą na miedzi rżniętą. Wilno, 1827. (Oryktognozya, str. 1—368. Geognozya, str. 369—390. Dodatek o kształtach i cenie drogich kamieni, str. 390—396).

Pierwsze wydanie tej książki wyszło też w Wilnie, r. 1825, p. t. Krótki wykład Oryktognozyi podług ostatniego nkladu Wernera.

*Tenże.* Mineralogia zastosowana do sztuk, rzemiosł, fabryk i rolnictwa, ułożona dla klasy III szkół powiatowych. Wydanie drugie przyczerpane i poprawione. (Cena z figurami kop. sr. 15). Wilno, 1829. (Str. 114). Pierwsze wydanie tej książeczki (str. 107) wyszło w Wilnie r. 1827.

\* *Felix Jarocki,* Historia Naturalna, Warszawa, 1826 i n.

Rzeczy kopalne ks. Kluka stanowią przejście do doby wszechwładnego wpływu Wernera, który u nas zapanował z początkiem w. XIX, kiedy zreformowane Szkoły Główne, Krakowska i Wileńska, stały się krzewicielkami oświaty nowożytnej. W dzieje uniwersytetu Wileńskiego wplata się najświetniejsza karta historii mineralogii w Polsce. Z katedry Wileńskiej spływały na młodzież polską po raz pierwszy słowa czystej wiedzy mineralogicznej, czerpanej obficie ze źródła pierwszorzędnego. Pomiedzy r. 1815 a 1827 wydano u nas przeszło 10 dzieł i podręczników mineralogicznych, opartych na zasadach nowej nauki Wernera. Wszystkie te książki nacechowane są prze-

dewszystkiem uwielbieniem dla mistrza frajberskiego, lecz także szczerą gorliwością, a nawet zapaleń do studyowania przyrody nieożywionej.

Werner (1750—1817) stanowi dziwne i jedyne w swoim rodzaju zjawisko w dziejach nauk przyrodniczych. Nie zostawił on po sobie żadnego większego dzieła drukowanego, a jego jedyna rozprawa: *Teorya żył Kruszcowych*, była na swój czas nawet zbyt jednostronna i nie uwzględniała postrzeżeń geologów angielskich i francuskich. Wielkie znaczenie historyczne Wernera polega więc nie tyle na badaniach samodzielnych, co na świetnej działalności profesorskiej i pedagogicznej. W bezładnym dotychczas chaosie wiadomości o świecie kamieni zaprowadził on porządek i system, wypracował metody proste i dostępne, oparte po większej części na własnościach zewnętrznych, pozwalające wszakże w wielu razach na wyraźne odróżnienie takich ciał, które dawniej skupiano bezmyślnie pod jedną nazwę zbiorową. Wzorem Linneusza, Werner wprowadził do mineralogii pojęcia rodzaju i gatunku, nasuwając tym sposobem myśl o pokrewieństwie genetycznem minerałów oddzielnych. Nadewszystko jednak swym talentem krasomówczym i rzetelnem umiłowaniem przedmiotu suggestyował on wprost swoich słuchaczy, zaszczipiając w ich młode umysły miłość wiedzy w ogóle, lecz jednocześnie stwarzając dla swej doktryny neptunicznej obrońców żarliwych. „Tłumy jego uczniów, przejętych uwielbieniem ku swojemu mistrzowi i nauce, rozeszły się po starym i nowym świecie, tak, iż słusznie do niego stosuje się to, co niegdyś powiedziano o Linneuszu: „Ziemia okrytą została jego uczniami, a od bieguna do bieguna natura była badana, w imieniu jednego człowieka“<sup>1)</sup>. Działalność profesorska Wernera różni się zasadniczo od zasług naukowych współczesnego mu opata francuskiego Haüy (1743—1822), którego głęboki umysł stworzył pierwsze podstawy dzisiejszej krytalografii i mineralogii, oparte na znajomości matematyki, fizyki i chemii.

W Polsce do najpierwszych krzewicieli nauki Wernera należał Roman Symonowicz, o którym Jakowicki powiada, że „był celującym uczniem i poufałym przyjacielem“ profesora frajberskiego. Rozprawa jego „O stanie dzisiejszym mineralogii“ jest właściwie treściwym wykładem oryktognozyi (mineralogii) i geognozyi (geologii) Wernera, tudzież krytycznym rozbiorem systematu Haüyego. Jest to rzecz zupełnie już naukowa i na poziomie wiedzy zachodniej stojąca. Symonowicz, jako b. słuchacz Wernera, wyraża się o swym mistrzu z uwielbieniem i entuzjazmem, a naukę jego zna doskonale i broni jej gorąco przeciw zarzutom chemików. Nie jest on jednak chwałę bezkrytycznym i go-

<sup>1)</sup> N. A. Kumelski, *Zasady Geognozyi wedle nauki Wernera*. W Wilnie, 1827. (Str. 14).



łosłownym. Z rozprawy jego widać, że był obeznany z chemią Lavoisiera, z rozbiorami Klaprotha, Vauquelina i t. d.

Wyłożywszy i przyjąwszy bez wszelkich zastrzeżeń poglądy Wenera, Symonowicz podaje treść „systematu mineraloga francuzkiego Haüy“, zaopatrując go w sporą dozę uwag krytycznych. Atoli uwagi te nie są słuszne. Haüy, jak wiadomo, pierwszy podniósł i wykazał znaczenie postaci krystalicznej i kształtu odłupków foremnych (bryłki pierwiastkowej) w sprawie określania i odróżniania minerałów. Symonowicz zarzuca mu, iż jest to cecha w wielu razach niewystarczająca, np. co do minerałów zbitych. Zarzut byłby słuszny, gdyby Haüy w określaniu minerałów poprzestawał na jednej tylko krystalizacyi i gdyby nie kładł nacisku na znaczenie dla sprawy tej własności fizycznych i chemicznych, jak ciężar właściwy, twardość, wł. optyczne, magnetyczne, elektryczne, dalej na próby chemiczne w ogniu, za pomocą kwasów i t. d. Według Symonowicza, oznaczanie tych cech zajmuje zbyt wiele czasu, a nadto wymaga przyrządów chemicznych i fizycznych, i stąd dla mineralogii jest nieprzydatne. „Gdyby kto chciał, powiada, nauczyć kogo Mineralogii podług charakterów Haüyego, pokazując na każdym minerale wszystkie jego własności fizyczne, geometryczne i chemiczne, uczący i uczący się, na kursie iednym musieliby wiek swój strawić... (Str. 185). Układ Haüyego może podobać się matematykóm, fizykóm, i innego rodzaju uczonym, Mineralogii nie znającym; ale nigdy nie będzie przyiętym od doskonałych Mineralogów“. (Str. 187). Symonowicz sądził, że mineralogia poprzestawać powinna na oznaczaniu „charakterów zewnętrznych“, przez które rozumie „pewne znaki powierzchowne i własności minerałów fizyczne, łącno i prędko pod zmysły nasze podpadające, i które postrzegamy nie niszcząc spoienia czyli aggregacyi minerału i nie czyniąc z nim doświadczeń fizycznych“. (Str. 20). Te niebaczne słowa, wyrzeczone w zapale polemicznym, nie przynoszą bynajmniej zaszczytu ani Symonowiczowi, ani bronionemu przezeń Wenerowi, albowiem przyszłość ideom Haüyego miała niebawem oddać pierwszeństwo stanowcze.

Pozatem wszakże niewielka książeczka Symonowicza sprawia na czytelniku wrażenie przyjemne: w jej autorze poznajemy pierwszego mineraloga polskiego, wybornie w specyalności swej wyćwiczonego, władającego językiem naukowym swobodnie i umiejętnie. Spotykamy u niego po raz pierwszy nazwy takie, jak: feldspat, mika, hornblend, galena, spat wapien-ny, spat ciężki, gips ziemisty i t. d. Na oznaczenie minerałów, metale ciężkie zawierających, używa Symonowicz terminów nieco przydługich, ale poprawnie utworzonych i pięknie brzmiących, jak: kruszec srebra biały, kruszec srebra czarny i t. p. Jest on również autorem kilku wyrażeń specyalnych, przyję-

tych przez mineralogów późniejszych, jak odłam i postać ułamków, bieg blaszek (dziś. kierunki łupliwości), blaszkowatość (dziś. łupliwość) i t. d.

W r. 1816 ukazały się „Początki mineralogii“ F. Drzewińskiego, prof. uniwersytetu w Wilnie, ułożone dla słuchaczy akademickich. Jest to więc pierwszy podręcznik uniwersytecki w istotnem słowa tego znaczeniu. Ponieważ książka Drzewińskiego przez czas bardzo długi była najobszerniejszym u nas wykładem mineralogii, z którego późniejsi autorowie korzystali obficie, musimy się przeto przypatrzeć jej układowi i treści nieco szczegółowiej. Przedewszystkiem jednak zaznaczyć wypada, że jakkolwiek ogólny charakter dzieła i sposób traktowania ciał mineralnych wzorowany jest całkowicie na wykładach Wernera, to jednak faktyczny materiał opisowy autor nasz czerpał z wielu innych współczesnych mu badaczy, jak Hauy, Brognart, Blumenbach, Karsten i t. d.—stał więc na wysokości zadania, które przedsięwziął.

W układzie książki Drzewińskiego razi nas dzisiaj nieproporcjonalność części ogólnej, zawierającej wiadomości wstępne i charakterystykę własności wspólnych wszystkim lub wielu minerałom, oraz części szczegółowej, poświęconej opisowi rodzajów poszczególnych. Z 598 stronic dzieła na część pierwszą przypada tylko 65, gdy część druga zajmuje resztę książki. W części znów ogólnej „charaktery zewnętrzne“ opisane są szczegółowo na 35 stronicach, pozostałe zaś charakterystyki chemiczne i fizyczne mieszczą się tylko na 3 stronicach! Jakież to są owe charakterystyki zewnętrzne, tak wielce przez Wernera i jego wyznawców cenione? Jest ich aż 19, a mianowicie: 1) kolor, 2) postać zewnętrzna, 3) blask, 4) odłam i postać ułamków, 5) części oddzielne (u Symonowicza skład masy = dziś. budowa, złożenie), 6) przezroczystość, 7) rysa (u Symon. skrobina), 8) farbowanie, 9) twardość, 10) ciągłość, 11) moc spojenia, 12) giętkość, 13) lgnienie do języka, 14) dźwięk, 15) tłustość w dotknięciu, 16) chłód, 17) ciężkość, 18) zapach, 19) smak. Z tych siedm, t. j. kolor, moc spojenia, tłustość w dotknięciu, chłód, ciężkość, zapach i smak, są właściwe wszystkim minerałom i nazywają się powszechnymi, pozostałe zaś — szczegółowymi.

Kolor minerałów, jako najłatwiej podpadający pod zmysły, miał w mineralogii Wernerowskiej znaczenie bardzo ważne, kładziono go bowiem w opisach na pierwszym miejscu. Prócz 8 kolorów głównych: białego, szarego, czarnego, błękitnego, zielonego, żółtego, czerwonego i brunatnego, odróżniano jeszcze bardzo wiele najrozmaitszych odcieni, ponazywanych przymiotnikami, uformowaniami z nazw metali, kwiatów, owoców i t. p.

Co się tyczy kształtu minerałów, to prócz brył nieforemnych lub mających jakiegokolwiek podobieństwo przypadkowe do przedmiotów, znanych z życia codziennego („postać naśladowcza“), i skamieniałości, odróżniano jeszcze



„postać foremna“, czyli krystalizację minerału. Wiadomości o kryształach są bardzo szczupłe i dadzą się opowiedzieć słowami Drzewińskiego w sposób następujący: „Kryształy dzielą się na prawdziwe i na fałszywe, czyli pseudokryształy. Każdy kryształ oznacza się przez ściany, krawędzie, kąty bryłowe albo rogi. Postaci krystaliczne dzielą się na pierwotne albo proste i pochodne. Kształtów pierwotnych jest siedm: 1) 20-ścian trójkątny, 2) 12-ścian pięciokątny, 3) sześcian, 4) graniastosłup, 5) ostrosłup, 6) tablica, 7) soczewka. Kąty bryłowe w jednym kryształe nie są zawsze sobie równe, kryształy więc mogą być albo równokątne, albo różnokątne. W kryształach różnokątnych zawsze się znajduje parzysta liczba kątów bryłowych równych i symetrycznie sobie odpowiadających. Kryształy pochodne formują się z pierwotnych przez trzy następne w nich zachodzące odmiany: ścięcie, sklinowanie i zaostrenie“. Kryształy zrastają się w „gromady foremne“, zwane bliźniakami.

Blask minerałów dzielono, podobnie jak dzisiaj, na metaliczny i pospolity, a ten ostatni na półmetaliczny, dyamentowy, perłowej macy, tłusty, szklisty, jedwabny. Odmian odróżniano za pomocą przymiotników: zadziorowy, muszlowy, ziemisty, haczykowy i t. p. Innym charakterom zewnętrznym poświęcano mniej miejsca.

Co do charakterów chemicznych, to Drzewiński wspomina pokrótce o próbie w ogniu i o próbie „przez kwasy“. Z charakterów fizycznych wymienienia elektryczność, magnetyzm i fosforescencję.

Systematyka minerałów Wernera zawiera te same cztery klasy, które już był odróżnił Avicena: 1) ziemie i kamienie, 2) sole, 3) ciała palne i 4) metale. Werner jednak podzielił te klasy na rodzaje, gatunki i odmiany przeważnie według zasad chemicznych, wypracowanych przez Cronstedta i in. mineralogów szwedzkich. Pojęcie rodzaju było obszerniejsze od pojęcia rodziny. „Rodzaj krzemieny“ obejmował np. familie chryzolit, granatu, kwarcu, zeolitu i t. d. Niektóre familie były zbliżone do dzisiejszych rodzin, up. familia miki zawierała lepidolit, mikę wł., pinit, chloryt i t. d.; familia zeolitu składała się z prenit, zeolitu wł., kubicytu, kam. krzyżowego, lomonitu, natrolitu i in. Do rodziny „węglanu wapna“, obok spat, kredy, dolomitu, aragonitu i t. d., zaliczał się także warstowiec (dziś. wollastonit). Wszystkich gatunków Drzewiński opisuje 292, a z tych 29 takich, „które w układzie dawniejszym Wernera nie są umieszczone“.

Słownictwo Drzewińskiego, zależnie od klasy, bywa odmienne. Ziemie i kamienie oznacza on nazwami, ogólnie we wszystkich literaturach przyjętymi, nadając im tylko polską pisownię fonetyczną (pisze więc: cyrkon, wezuwian, leucyt i t. p.), z wyjątkiem kilku udatnych spolszczeń, jak rogowiec, smołowiec, obrazkowiec i t. d. Sole nazywa chemicznie: węglan sody, siarczan

magnezyi i t. d. Ciała palne mają po większej części nazwy rdzennie polskie, jak u Kluka. W słownictwie kruszców autor nie poszedł ani za Klukiem, ani też za Symonowiczem, lecz rodzajom nadał nazwy metali, gatunki zaś i podgatunki odróżnił za pomocą przymiotników, np. rodzaj srebro rozpada się na gatunki: srebro rodzime, antymonialne, arsenikalne, rogowe, czarne i t. d. Każdy gatunek może jeszcze podlegać podziałowi dalszemu na podgatunki, np. srebro rodzime pospolite, sr. r. złociste i t. d. Terminologia ta, jakkolwiek poprawna językowo, grzeszy jednak rozwlekłością.

Na opis każdego gatunku składają się: cechy zewnętrzne, krystalizacya, występowanie i rozpowszechnienie, wreszcie „ciężkość gatunkowa“ i skład chemiczny procentowy, najczęściej według Klaprotha. W nagłówku, prócz nazwy polskiej, przytoczona jest synonimika łacińska, niemiecka, francuska i rosyjska, a przy końcu dzieła dodany dokładny spis użytych w niem nazw gatunkowych i synonimów.

Prawie równocześnie z książką Drzewińskiego ukazały się broszury Bogatki i Zdzitowieckiego, będące jakby jej dopełnieniem. Są to próby, usiłujące spolszczyć nazwy minerałów, utworzone z wyrazów najczęściej starożytnych i ogólnie przez mineralogów przyjęte. Obiedwie te próby musimy uznać za niepomyślne, gdyż proponowane wyrazy nie odznaczają się w większości przypadków ani dźwięcznością, ani dobrem oddaniem pojęcia, ani wreszcie są zrozumialsze od terminów greckich lub łacińskich.

Broszura Bogatki, który korzystał z notatek rękopiśmiennych Symonowicza, zawiera 295 nazw gatunkowych polskich, zestawionych równolegle z niemieckimi w porządku, przyjętym przez Wernera. Najwięcej spolszczeń widzimy w klasie ziem i kamieni. Nazwy, utworzone przez Symonowicza, są na ogół udatniejsze, np. prętowiec (skapolit), obrazkowiec (Bildstein), nerkowiec (nefryt), lecz mamy wśród nich i takie, którym niepodobna przyznać wdzięku, np. splaminiec (chryzoberyl), sklistyn (augit), wławiec (leucyt), czarnib (melanit), złamiec (euklaz), kropkanik (heliotrop). Niektóre spolszczenia Bogatki są wprost niesmaczne, np. spiialec (automolit), wodmoryn (beryl), ostrylec (żupek szliflerski) i t. p., z drugiej jednak strony tenże Bogatko jest autorem przyjętego przez wielu mineralogów późniejszych wapniaka, obłoczniaka (nefelinu) i in.

Bardziej jeszcze niefortunnym terminologiem był Zdzitowiecki, 16-letni autor „Zasad Oryktognozyi“, późniejszy chemik, który, wzorując się na lekcjach swojego nauczyciela, Kuberskiego, przedsięwziął napisanie dzieła obszerniejszego, wszakże, o ile wiemy, ogłosił tylko tomik pierwszy, zawierający „wykład nauki wyrazów“. Treścią odpowiada on części ogólnej podręcznika Drzewińskiego, ale słownictwo posiada odmienne o tyle,



że kryształy nazywają się tu „ścinami“, rysa — „narysem lub ociernością“ i t. p. Za jedną z pobudek swej pracy Zdzitowiecki podaje brak w książce Drzewińskiego spolszczonych nazw minerałów. Dodany na końcu tomiku spis 297 gatunków wernerowskich ma temu brakowi zaradzić. Przepolszczenia Zdzitowieckiego interesują nas z tego względu, że ujęte są w pewien system, stworzony przez Kuberskiego. Wszystkie kamienie (w znaczeniu Wernera) mają tu końcówkę *eń*, „wziętą z natury języka“, obecną w wyrazach takich, jak kamień, krzemień, więc np. kryolit (κρύος lód, λίθος kamień) przepolszcza się na lodeń, kokkolit na jądrzeń, leucyt na białeń, melanit na czarnień i t. p. Nazwy ziem i minerałów sypkich kończą się na *ka*, na wzór glinki, krzemionki (więc np. nie magnezyna, tylko łojka). „Kruszce wszystkie mają zakończenie na *ina*, wzięte z dawnego polskiego rudnina“, kruszce sypkie przybierają końcówkę *anka*, na podobieństwo ołowianki, żelazianki. Od niklu mamy więc niklinę i niklankę, od kobaltu — kobalcinę i kobalciankę! Oto wymowny przykład tego, jak łatwo zaprowadzić może do absurdu i śmieszności system, usiłujący nagiąć język żywy do powziętych z góry końcówek, przystawek i t. p. Ażeby wyrobić słownictwo, odpowiadające duchowi języka, należy wprzód spopularyzować samą naukę, udostępnić ją dla szerokiego ogółu, a gdy ten pozna praktycznie własności przedmiotów, geniusz narodowy stworzy dla nich nazwy odpowiednie. Wyrazy, wedle jednego schematu ukute, nigdy nie mogą się przyjąć, bo wprowadzają do języka nieprzyjemną jednostajność i martwość. Książeczka szóstoklasisty Zdzitowieckiego zasługuje jednak na uwagę z innego całkiem powodu: oto świadczy ona bardzo wymownie o wysokim stanie nauk przyrodniczych w szkołach wojewódzkich, z których wyszli ludzie tej miary, co Taczanowski, Wałecki i in.

W r. 1825 wydano w Wilnie dwa nowe „krótkie wykłady mineralogii podług zasad Wernera“. Autorami ich są: Kumelski i Jakowicki. W obu książkach znajdujemy jednakowy mniej więcej poziom wiadomości i układ, zupełnie przypominający Drzewińskiego. Są tu jednak dodatki i dopełnienia, świadczące, że autorowie pilnie śledzili postępy wiedzy mineralogicznej i że znali dzieła współczesnych im autorów zachodnio-europejskich.

Kumelski w wykładzie swym jest treściwy i jasny. Część ogólną podaje w postaci katechtycznej pytań i odpowiedzi — celem jasnego sformułowania i określenia przedmiotu. Słownictwo tej części (jak i wogóle całej książki) nie różni się zasadniczo od tego, jakie stworzyli Symonowicz i Drzewiński. W przypisku na str. 12 autor objaśnia znaczenie wyrazu „krystallografja“ i wymienia badaczy, którzy się nią zajmowali, począwszy od Linneusza aż do Hauyego, „owego sławnego patryarchy szkoły mineralogicznej francuskiej, co gruntowną i filozoficzną nadał iey postać“. Odróżnia kąty jedno-



stronne i naprzemianległe, postaci pierwotne i pochodne, po raz pierwszy wskazuje za pomocą 34 rysunków zależność wzajemną tych postaci i tworzenie się połączeń przez ścięcie, sklinowanie i zaostrenie, podaje rysunki i opisuje sposób użycia goniometru ręcznego oraz dmuchawki. Trzy kolorowe tablice ilustrują barwy ciał kopalnych według schematu Wernera. Inne własności chemiczne i fizyczne traktowane są bardzo pobieżnie, jakkolwiek mówi się tu już pokrótce o drodze „suchej i wilgotnej“, o „podwójnej refrakcyi albo załamaniu“, o elektryczności odjemnej i dodatniej, o elektroskopie Wolty. W części szczegółowej Kumelski korzysta z „jedyne go w naszym języku i szacownego dzieła o mineralogii Profesora Drzewińskiego“, tudzież z dzieł Breythaupta, Hoffmanna, Hauyego, Fischera, Leonharda, Brarda i in. Gatunków opisuje 316. Nazwy minerałów, wzięte z języków starożytnych, pozostawia najczęściej bez zmiany, nadając im tylko polską pisownię, z wyjątkiem nazw Wernera niemieckich, które za Symonowiczem i Drzewińskim tłumaczy na polskie. Takich wyrazów, zakończonych najczęściej na *owiec*, jest jednak niewiele: smołowiec (Pechstein), perłowiec (Perlstein), ikrowiec (Rogenstein), grochowiec (Erbsenstein), miodowiec (Honigstein) i n. in. Kumelski jest wrogiem ryczałtowego przepolszczania utartych już imion grecko-łacińskich. „Słusznie jest bowiem, powiada, zatrzymać pierwiastkowe nazwanie: aniżeli silić się na błahe tłumaczenie i hańbić naukę nietrafnymi nazwiskami“. W słowach tych domyślamy się słusznej nagany, wymierzonej przeciw zapędom terminologicznym Bogatki i Zdzitowieckiego. Nazwy minerałów o pierwiastku niepolskim zaopatrzone są wszędzie w objaśnienia etymologiczne. Kumelski wydał też Mineralogię popularną, przeznaczoną dla rzemieślników i rolników. Jest to tłumaczenie dziełka Brarda, napisanego przystępnie i z wielką znajomością rzeczy. Są tu opisane własności, sposób próbowania i użycia tych tylko minerałów, które mają zastosowanie praktyczne.

O książce Jakowickiego niewiele mamy do nadmienienia. Co do układu i treści nie różni się ona istotnie od dzieła Kumelskiego. Autor opracował jednak niektóre jej rozdziały samodzielnie i wprowadził wiadomości nowe, zaczerpnięte z pism Beudanta (1824), Breithaupta (1823), Hauyego (wyd. 2-gie z r. 1822) i t. d. — korzystał więc ze współczesnej literatury mineralogicznej. W części ogólnej podaje np. po raz pierwszy 12-stopniową skalę twardości Breithaupta, wspomina o dychroizmie i trychroizmie, opisuje nieco dokładniej sposób użycia dmuchawki i odczynników, któremi były „węglan sody, boran sody albo borax, fosforan sody albo sól fosforyczna, i węgiel utarty na proszek“. Słownictwo i układ części szczegółowej, zawierającej opis 317 gatunków, są te same, jakie poznaliśmy w dziełach Drzewińskiego i Kumelskiego. Na końcu książki Jakowickiego znajdujemy charakterystyczny spis „minera-

łów, odkrytych po śmierci Wernera a nie opisanych w tém dziele“. Było ich aż 77. Dodatek do kształtów i cenie drogich kamieni jest wyciągiem z Mineralogii Beudanta (r. 1824).

Jakowicki napisał również „Mineralogię, zastosowaną do sztuk, rzemiosł, fabryk i rolnictwa“. Książeczka ta jest tylko skróceniem Wykładu Oryktognozji tegoż autora, przeznaczonem dla klasy III szkół powiatowych. Zawiera zwięzły opis 121 minerałów użytecznych.

Na zakończenie doby wernerowskiej, wspomnimy tu jeszcze o Aleksandrze Kuszańskim, tłumaczu dwu Historii naturalnych: Funkego i Löhra. Obiedwie te książki, ozdobione kolorowemi rycinami, w dziale mineralogii, traktowanym pobieżnie, nie zawierają nic takiego, coby tu na podkreślenie zasługiwało, oprócz chyba samego miejsca wydania, którem był Wrocław.

Czterej mineralogowie wileńscy (Symonowicz, Drzewiński, Kumelski i Jakowicki) zapisali najciekawszą kartę historii mineralogii w Polsce. Jakkolwiek nie byli oni badaczami samodzielnymi, to jednak, jako autorowie pierwszych podręczników polskich, stojących na poziomie nauki europejskiej, przygotowali uczniów i stworzyli tło, na którem w przyjaznych okolicznościach politycznych badania samodzielne rozwinałyby się musiały wkrótce. Los jednak zrządził inaczej. Przez zniszczenie Uniwersytetu Wileńskiego zabiegi pierwszych u nas siewców nowoczesnej wiedzy mineralogicznej zostały obrócone w niwecz. Historia nauki naszej zachowa jednak dla nich po wsze czasy miejsce poczesne, a sami oni żyją wciąż w tych wyrazach mineralogicznych, które urobili, a które my dzisiaj powtarzamy codziennie.

Jeżeli uczeni wileńscy pismami swemi spopularyzowali mineralogię wernerowską i stworzyli początki słownictwa polskiego, to w Warszawie miłośnicy nauk geologicznych pracowali jednocześnie w odmiennym nieco kierunku. Starano się tu mianowicie podnieść i należyście urządzić praktyczną stronę nauczania mineralogii. W r. 1820 Komisya Rządowa Spraw Wewu., Duchown. i Ośw. Publ. nabyła dla ówczesnego uniwersytetu piękny zbiór minerałów, zawierający 5594 okazy, od głównego kierownika górnictwa krajowego, Beckera (za 3000 dukatów holend.). W trzynastcie lat później taż Komisya zakupiła (za 6000 złp.) znakomity zbiór radcy górniczego, J. B. Pusch, składający się z 3699 okazów skał, minerałów i skamieniałości, zebranych wyłącznie na ziemiach polskich. Ufundowano więc tym sposobem podstawy nietylko racjonalnego nauczania mineralogii, lecz i samodzielnych świata mineralnego badań. Duszą tego ruchu był sędziwy Staszic, twórca górnictwa krajowego, założyciel Szkoły Górniczej w Kielcach, której profesorem był Pusch, pierwszy i najznakomitszy dotychczas badacz geologii ziem polskich. Wprawdzie ani sam Staszic, ani ówcześni profesorowie mine-

ralogii w Warszawie (Hoffmann, Pawłowicz, Kitajewski) nie zostawili nam dzieł z zakresu mineralogii właściwej <sup>1)</sup>, ale byli oni wiedzy tej gorliwymi pionierami, a jeden z nich, mianowicie Pawłowicz, zastanawia nas dziś jeszcze swem wysokiem wykształceniem specyjalnem, nowością i samodzielnością sądu, któremi jest nacechowana jego piękna rozprawa „O własnościach i początku bazaltów“ (Warszawa 1822). Zwalcza on w niej jednostronność doktryny Wernera i podnosi znaczenie doświadczeń w dziedzinie geologii. Pawłowicz, jako mineralog, był stanowczym zwolennikiem poglądów Hauyego. Jemu również zawdzięczamy urządzenie gabinetu mineralogicznego w Warszawie, na którym mieli się kształcić przyszli mineralogowie polscy. Ale i tutaj niepowodzenia polityczne położyły kres tym tak pomyślnie zapoczątkowanym usiłowaniom.... „Echo strzałów dobiegło z pola walki i do cichej świątyni wiedzy: minerały złożono w paki, a w salach gabinetu umieszczono rannych“ <sup>2)</sup>.

#### IV. KSIĄŻKI MINERALOGICZNE Z DAJSZYCH LAT 30 (OD R. 1830 DO 1860).

*Ludwik Zejszner*, dr. filozofii, prof. mineralogii w Uniw. Jagiellońskim etc.

Systemat minerałów według zasad J. J. Berzeliusza. Krakow, 1833.  
(Str. XVI + 116).

*Estrejcher* \*. Rzecz krótka o gabinecie mineralogicznym Uniw. Krak. Roczniki Wyd. Lekarskiego Krak. 1842, t. V, str. 42—76.

*F. S. Beudant*. Wykład początków mineralogji i geologii. Przełożył i pomnożył *Hieronim Łabęcki*. Tom I. Mineralogja. Warszawa 1848.  
(Str. XXVI + 297. Słowniczek do mineralogji, str. 16).

*Magistrowie b. Uniwersytetu Warszawskiego*. Treść Nauki Przyrodzenia, czyli wiadomości do ogólnego oświecienia potrzebne etc. Warszawa 1850. W tomiku pierwszym, poświęconym naukom przyrodniczym, znajdujemy: 1) Opis ciał kopalnych, czyli wiadomości z mineralogji (str. 287—306); 2) Wiadomość o aerolitach czyli kamieniach spadających z powietrza (str. 331—340).

*Wojciech Jastrzębowski*. Mineralogja czyli nauka o kamieniach, zastosowana do potrzeb ogólnych. Warszawa 1851. (Str. XVI + 420).

<sup>1)</sup> *Stanisław Staszic* w dziele swem „O ziemiorodztwie Karpatow, i innych gor i rownin Polski“ (W Warszawie Roku 1815) podaje spis terminów mineralogicznych, z których niektóre zostały następnie przyjęte: blyszcz (w znaczeniu miki), kłęby, buły, krzemionka, murzynka, strop, spąg, wapień i t. p. — *A. M. Kitajewski*, przetłómaczywszy z Pusza „Krótki rys geognostyczny Polski“ etc. (Warszawa 1830), przyczynił się do rozszerzenia i pogłębienia wiadomości o występowaniu minerałów w Polsce.

<sup>2)</sup> *Z. Weyberg*. Kartka z dziejów gab. mineralogicznego w Warszawie. Wszechświat, r. 1898, Nr. 19. Geolog polski z przed lat siedemdziesięciu. Tamże, Nr. 26.



*P. E. Leśniewski.* *Historia Naturalna systematycznie ułożona podług Milne-Edwardsa, Reichenbacha, Gistla, Richarda, Bromma.* Wydanie drugie, pomnożone. I—III tomy. Warszawa 1857—1858. (W tomie III Mineralogia, str. 531—568).

Zamknięcie dwóch najwyższych szkół w kraju musiało wpłynąć w sposób hamujący na dalszy rozwój nauk przyrodniczych, które wymagają kosztownych urządzeń pomocniczych i poparcia materalnego ze strony dbałego o postęp ich społeczeństwa. Brak szkół znosi także jedną z najistotniejszych pobudek do układania i wydawania książek szkolnych i podręczników, o które nam tutaj przedewszystkiem chodzi. Nie też dziwnego, że ruch na polu literatury podręcznikowo-mineralogicznej, tak obiecująco zapoczątkowany w Wilnie, po r. 1830 nagle „utyka“ <sup>1)</sup>. W ciągu całych lat 30 mamy właściwie do zanotowania dwie tylko prace, podnoszące stan wiedzy mineralogicznej, spopularyzowanej w wydawnictwach wileńskich. Jest to Systemat minerałów według zasad Berzeliusza, ułożony przez L. Zejsznera, oraz tłumaczenie Mineralogii Beudanta przez H. Łabęckiego.

Zejszner, wykładający od r. 1829 mineralogię w Uniwersytecie Jagiellońskim, słusznie w przedmowie do swego Systematu twierdzi, że mineralogia Wernera, oparta wyłącznie na rozpoznawaniu charakterów zewnętrznych, „daleką jest od dzisiejszego stanowiska“ tej wiedzy. Werner zadanie swe już spełnił: uczynił on z mineralogii umiejętność popularną, a nawet modną. Umysłów krytyczniejszych nauka jego zadowolnić jednak nie mogła. To też w krajach ościennych pracowano usilnie nad pogłębieniem metod i uczynieniem z mineralogii nauki fizyczno-chemicznej, doświadczalnej. We Francyi Haüy, wsparty na nowej chemii Lavoisiera, odkrył łączność pomiędzy składem chemicznym a kształtem krystalograficznym, przez co podniósł znaczenie swych poglądów geometryczno-fizycznych. W Szwecyi Berzeliusz zajął się gorliwie chemicznymi własnościami minerałów, których wielką ilość rozebrał według metod nowszych i doskonalszych. Stworzył on (1814—1828) nową zasadę systematyki mineralogicznej, opartą na elektrycznych własnościach pierwiastków chemicznych oraz na odkrytym przez Mitscherlicha izomorfizmie (równopostaciowości). Na czele szeregu stoi tlen, pierwiastek najbardziej elektroujemny, na końcu — potas, najbardziej elektrododatni. Każdy pierwiastek elektroujemny, występujący w stanie rodzimym, tworzy klasę, do której, prócz samego ciała prostego, zaliczają się jego związki z innemi ciałami elektrododatnemi. Tym sposobem powstało klas 19, jakkolwiek pierwiastków odkryto już wówczas 54. Zasadę tę przyjął Zejszner w swym systemacie minerałów, po-

<sup>1)</sup> Wyraz górniczy, oznaczający nagle przerwanie się pokładu kruszcowego.

czynił jednak pewne zmiany co do porządku i podzielił niektóre zbyt obszerne klasy (np. krzemionkany) na rzędy i familie, „zbliżając do siebie minerały, mające zasady izomorficzne“. W pierwszym rzędzie znalazły się więc obok siebie korund, hematyt, kwarc, braunit, piroluzyt, kasyteryt, anataz, kupryt i t. d. (dzisiejsze tlenki); drugi rząd stanowią „połączenia niedokwasów między sobą“ (np. spinele), dalej wodany, krzemiany i t. d., aż do metali. Niektóre z tych klas są zupełnie prawie do dzisiejszych zbliżone (np. tlenki), inne natomiast uderzają nas swoją sztucznością, np. kl. III, gdzie obok fluspatu i kryolitu znajduje się topaz, z powodu, iż zawiera fluor. Układ Berzeliusza, jakkolwiek wogóle jednostronny i sztuczny, wskazuje już wszakże pewne cechy skupień naturalnych, głównie dzięki temu, że uwzględnia Mitscherlichowski izomorfizm pierwiastków.

Co się tyczy własności minerałów fizycznych, to Zejszner poprzestaje tylko na suchem przytoczeniu cyfr, wyrażających ciężar właściwy i stopień twardości według Mohsa. Dalej zjawiają się tu po raz pierwszy wzory chemiczne Berzeliusza z kropkami i kreskami, mocno skażone z powodów techniczno-drukarskich, oraz skład minerałów procentowy. Również pierwszy raz spotykamy się u Zejsznera z pojęciem układów krystalograficznych, „przez Weissa wymyślonych“ (1815). Było ich wówczas tylko cztery: 1) równoosiowy, 2) jedno a dwuosiowy, 3) różnoosiowy, 4) jedno a trzyosiowy. W każdym z tych systematów występują postaci z całkowitą liczbą ścian albo tylko z połową, a nawet z czwartą ich częścią: pierwsze nazywa Zejszner „kształtami homoodrycznymi, drugie hemiedrycznymi, trzecie tetartoodrycznymi“.

Niewielka książeczka Zejsznera stanowi istotny postęp w historii naszego podręcznikarstwa mineralogicznego: zrywa ona stanowczo z tradycją Wernera, zapoznaje ogólnie z poglądami chemicznymi Berzeliusza na świat mineralny, tudzież z początkami krystalografii Weissa. Pod względem słownictwa Zejszner trzyma się terminów (Hauyego) ogólnie przyjętych, urobionych z greckiego, niekiedy używa nazw chemicznych, w niektórych jednak przypadkach zachowuje też nazwiska Drzewińskiego (mianowicie kruszców).

Dalsze informacye o rozwoju mineralogii zawitały do nas dopiero w 15 lat po wyjściu Systematu Zejsznera. Znajdujemy je w Wykładzie początków mineralogii Beudanta, przełożonych przez H. Łabęckiego w r. 1848 (oryginał z r. 1841). Wybór dzieła i autora uznać musimy za nader trafny. We Francyi wykład mineralogii najwcześniej oparto na racjonalnych podstawach matematyczno-fizycznych. Stąd podręczniki francuskie celują zawsze jasną, zwięzłą i elegancką interpretacją idei i pojęć ogólnych, o które w książkach szkolnych najbardziej chodzić powinno. Dział własności ogólnych traktowany jest przez Beudanta, jak na książkę początkową, bardzo obszernie:

poświęcono mu mianowicie str. 147, gdy opisanie minerałów najważniejszych zajmuje tu tylko str. 150, a więc obiedwie części ustosunkowane są należycie.

W części ogólnej spotykamy tu nasamprzód dobrze i racjonalnie wyłożone pojęcie o kryształach, o jego wzroście i powstawaniu z roztworów, stopów i stanu lotnego. Dalej podane są zasady mierzenia kątów i opisane goniometry: ręczny, Wollastona, Babineta (optyczny). W sposób bardzo prosty i dowcipny objaśnia autor stosunek, zachodzący pomiędzy rozmaitemi bryłami krystalicznymi, należącymi do jednej gromady naturalnej, nazywając ten stosunek przejściami (za pośrednictwem połączeń postaci prostych), a rozumowania swe ilustrując licznymi, acz bardzo drobnymi rysunkami. Metoda ta prowadzi go bezpośrednio do podziału kryształów na sześć gromad, czyli układów. Do pierwszej gromady zalicza Beudant ośmiościan regularny i wszystkie bryły pokrewne, mające te same, co oktaedr, przejścia. Postaciami charakterystycznymi drugiej gromady są ośmiościany i graniastosłupy o przekroju kwadratowym; 3-ej — ośmiościany i graniastosłupy prostokątne i rombowe (układ rombowy prosty); 4-ej — ośmiościany i słupy ukośne (układ rombów ukośny); 5-ej — równoległościany o wszystkich kątach ukośnych; wreszcie 6-ej — romboedry, słupy sześciograniaste regularne i t. p. (układ romboedryczny. Zapoznawszy w ten sposób ucznia z własnościami geometrycznymi kryształów, uogólnia następnie własności te w prawie symetrii, opiewającem, że w kryształach wszystkie elementy geometryczne (ściana, krawędź, kąt) jednorodne (jednoznaczne) zmieniają się jednakowo i równocześnie, części zaś niejednorodne — oddzielnie i rozmaicie. Dalej rozbiera pozorne od prawa tego wyjątki, czyli t. zw. postaci połówkowe i ćwiartkowe, które mają elementy geometrycznie jednoznaczne, lecz różne fizyczne; objaśnia pojęcia dymorfizmu i izomorfizmu, wreszcie kończy ten bardzo uniejętnie napisany rozdział na przeglądzie rozmaitych sposobów zrastania się prawidłowego osobników krystalicznych, nie pomijając ich kształtów skażonych i przypadkowych, tudzież budowy kryształów i minerałów wogóle.

Z własności fizycznych najobszerniej wyłożona jest optyka kryształów, a więc mamy tu podany sposób oznaczania współczynników załamania światła za pomocą goniometru Babineta, pojęcie o dwójłomności, osiach optycznych i ich kącie, o kryształach dodatnich i ujemnych, o kącie polaryzacji, polichroizmie (różnobarwności) i in. zjawiskach.

Część chemiczna jest traktowana również szczegółowo: prócz użycia dmuchawki, podane są sposoby poszukiwania ciał elektroujemnych i zasad, a także wyjaśnione są na kilku przykładach metody analizy chemicznej minerałów oraz konieczność krytycznego roztrząsania wyników rozbioru, zwłaszcza przy obliczaniu wzorów ciał izomorficznych.



Po tak doskonale obmyślonej i gruntownie wyłożonej części ogólnej, Beudant podaje treściwy opis minerałów najważniejszych, dzieląc je na gatunki i gromady chemiczne, wedle znanej nam już zasady Berzeliuszowskiej. W opisie minerałów pojedynczych położony jest nacisk główny na występowanie i rozpowszechnienie w przyrodzie, przez co uczący się nabiera należytego pojęcia o powstawaniu i udziale minerału w budowie skorupy ziemskiej. Tłumacz dodał od siebie przykłady występowania minerałów w Polsce, a w niektórych razach i ich produkcję.

Wogóle podręcznik, będący w mowie, jest na czas swój książką wprost znakomitą, obmyśloną oryginalnie, z talentem i wielką znajomością rzeczy. Atoli są to niewątpliwe zalety oryginału, jakież jest jego przekład?

Zasługą niemałą Łabęckiego było podjęcie pracy około przyswojenia naszemu językowi książki, o całe niebo wyższej od poprzedzających ją bezpośrednio podręczników wileńskich. Wykonanie tej pracy nie jest bez zarzutu. Styl miejscami bywa niejasny i zagmatwany, słownictwo części ogólnej dość nieudolne i niewyrobione, niewolniczo trzymające się terminów francuskich. Co zaś do nazw minerałów poszczególnych, to Łabęcki w przedmowie tłumacza rozbiera krytycznie „prawidła“, według których należałoby, zdaniem jego, urabiać polskie terminy mineralogiczne. Niektóre z tych zasad są bez wątpienia słuszne. Poglądy terminologiczne Łabęckiego streszczają się w ośmiu punktach.

1. Przedewszystkiem wprowadza on do słownictwa zasadę historyczną, uwzględniającą prace poprzedników. Proponuje więc zachowanie bez zmiany nazw swojskich, powszechnie znanych, „stanowiących istotne bogactwo językowe“, jak krzemień, kruszec, iskrzyk, złotołusk i in., napotykanych już w zielnikach w. XVI. (Nawiasowo mówiąc, Łabęcki niesłusznie twierdzi, jakoby trzy ostatnie wyrazy spotykały się po raz pierwszy u Rzączyńskiego, zna je bowiem już Siennik).

2. Zachowuje nazwy, jakkolwiek pochodzenia obcego, ale oddawna utarte i „nieledwie od ludu pospolitego przyswojone“, np. agat, beryl, bursztyn, cynober, gips, kwarc albo kwarzec, opal, topaz i t. p.

3. Nazwy, urobione z języków starożytnych lub nowożytnych, powszechnie przyjęte i znane, jak amfibol, augit, feldspat, pozostawia również bez zmiany.

4. „Tam, gdzie się da dopełnić nadanie nazwy minerałowi, bez uszczerbku ducha języka, gdzie utworzony tym sposobem wyraz jest łatwy, krótki i malujący, a zwykle i inne języki żyjące podobnego tłumaczenia dopuszczają, nie godzi się przy obcém wyrazie upierać, lecz również postarać się o równoznaczne przełożenie.“ Sądząc z prób dotychczasowych, nazwiska kamieni

przybierają głównie zakończenie na *eñ, ec, ik, yk* (wapień, grochowiec, krzemyk); minerałów zaś ziemistych na *ka* (glinka). Nazwy minerałów farbujących urabiają się przez skrócenie odpowiedniego czasownika, np. bielić—biel, czernić—czern, analogicznie zieleń, lecz błękit i t. d. Sam Łabęcki przepol-szczył wiele wyrazów takich, jak anhydryt na bezwodnik, cyanit na błękitciec, lignit na drzewniak, analcym na kostkowiec, staurolit na krzyżeń, mikę na łyszczyk, dyalag na mignik i t. d. Wszystkie te tłómaczenia pozostają jednak w rażącej sprzeczności z „prawidłem“ 3: nazwy pierwotne są bowiem wzięte z języków starożytnych i powszechnie przyjęte, a polskie ich przekłady by-wają nieraz tak niezgrabne, jak błękitciec, drzewiak, lub dwuznaczne, jak bez-wodnik.

5. Dalej pospolite nazwy niemieckie *Kies* i *Glanz* Łabęcki zastępuje polskimi: *krusz* i *błyszcz*, z których ostatni został następnie przez wielu naszych mineralogów przyjęty. Blendę pozostawia bez zmiany, upatrując w niej pewne jakby podobieństwo do błędu. *Blüthe* tłómaczy przez *kwiat*.

6. Nie zmienia również nazw, uformowanych od imion własnych i geograficznych.

7. Nazwy minerałów, wyłącznie chemiczne, uważa za niedostateczne, albowiem „mineralogia nie jest dodatkiem do chemji, chociaż znajomość che-mji jest niezbędną dla mineraloga.“

8. Wreszcie zastanawia się nad terminologią kruszców. Tu Łabęcki popełnia grubego błąd historyczno-językowy, utrzymując, że „wyraz kruszec w mowie wieku Zygmunckiego był równoznaczny z łacińskim *metallum*.“ Cytaty, przytoczone przez nas z Siennika (str. III) i Kluka (str. X) twierdzeniu takiemu stanowczo przeczą. Błąd to tem mniej zrozumiały, że autor cytuje nasze zielniki z w. XVI, których jednak widocznie uważniej nie przeglądał, co zresztą zaznaczyliśmy już pod punktem 1. Piękny wyraz kruszec zamienia więc na dość niesmaczną rudę a, co gorsza, znajduje w tem później wielu naśladowców. Wyraz ruda ma u nas znaczenie bardziej ograniczone, ściągające się do kruszców rdzawych, sypkich, i nigdy nie powinien być, zdaniem naszym, stosowany do minerałów o wygładzie metalicznym i wyraźnie krystalicznym, jak galena, blenda, piryt. Według zapewnienia samego Łabęckiego, lud w okolicy Sławkowa i Siewierza galenę nazywa „kruszcem ołowianym“ (Słown. Gór., str. 122). Na oznaczenie skał, zawierających i otaczających kruszec użyteczny, wprowadza Łabęcki wyraz *złoże*, przyjęty przez górników a znaczący tyle, co *łożysko*. Nazwy kruszców i rud, „idąc za duchem języka (?), i za przykładem sąsiednich słowiańskich plemion“ (sic!), tworzy Łabęcki od imienia odpowiedniego metalu, dodając końcówkę *ak*: srebrniak, cyniak, miedniak, ołowiak, żelaziak i t. d. Atoli tę samą końcówkę stosu-

je on i do nazw całych gromad mineralnych, jak gliniaki, chlorzaki, fluorzaki, jodaki, borzaki i t. p. Wogóle nie był Łabęcki ani zbyt głębokim znawcą języka, na którego ducha często się powołuje, ani też nie posiadał odpowiedniego talentu do urabiania nazw zupełnie udatnych. Ponieważ jednak tworzył ich dużo, udatniejsze z nich zostały przez autorów późniejszych przyjęte: do takich należą błyszcz, łyszczyk, skaień, łojek (talk). Nawet wprowadzony przezeń z czeskiego nierost (=minerał) znalazł zwolenników.

Pomimo tych zakusów terminologicznych, które stawiają Łabęckiego nie-raz na równi z Bogatką i VI-klasistą Zdzitowieckim, tłómacz Beudanta położył koło postępu wiedzy mineralogicznej u nas zasługi niemałe i niezaprzeczane. Przyswoiwszy językowi naszemu doskonały podręcznik z literatury francuskiej, która nigdy nie poddawała się wpływowi Wernera, podniósł poziom wiadomości mineralogicznych tak dalece, że książki wileńskie stały się nareszcie dla nas niewystarczającymi; wypowiedział kilka trafnych poglądów w kwestyi polskiego słownictwa mineralogicznego (punkty 1, 2, 3, 6 i 7); wreszcie zostawił słownictwu temu kilka wyrazów udatnych, z którymi imię jego wiązać się będzie, na długie bezwątpienia czasy, w pamięci tych, którzy wyrazy te powtarzać będą. Jako autor *Górnictwa w Polsce* (Warszawa 1841) i *Słownika Górniczego* (tamże, 1868), stojącego, co do mineralogii, na równi z książką Beudanta, Łabęcki ma bez porównania znaczenie większe, ale w rozbiór tych dzieł nie możemy się tutaj wdawać.

Po ukazaniu się książki Beudanta, aż do r. 1861 nie mamy do zaznaczenia nic takiego, coby mogło świadczyć o dalszym u nas rozwoju wiadomości mineralogicznych. Przeciwnie, dzieła, które w tym czasie zostały wydane, nacechowane są jakimś dyletantyzmem i zacofaniem, jakimś uganianiem się za tworzeniem wyrazów cudacznych, bez jednoczesnego pogłębiania treści i dbałości o istotny postęp wiedzy. Te gorzkie słowa stosują się przede wszystkim do „*Treści Nauki Przyrodzenia, dziełka 3-tomowego, wydanego przez b. magistrów Uniwersytetu Warszawskiego, nauczycieli nauk przyrodzonych w szkołach rządowych.*” Sądząc z tego dużo obiecującego tytułu, spodziewałyby się należało wykładu treściwego zasadniczych pojęć mineralogii, tymczasem wiadomości z tej nauki, podane na 20 str., sprowadzają się do wymienienia kilkunastu minerałów, poplątanych ze skałami i wytworami sztucznymi, używanymi w rolnictwie i w gospodarstwie domowym, w budownictwie, jubilerstwie i t. d. Ale za to znajdujemy tu (w przedmowie do t. 1-go) aż dwa nowe wyrazy: *rodę na* oznaczenie natury, czyli przyrody, i *kopalec* — na oznaczenie minerału! Przy końcu tomu 1-go dodany jest, po raz pierwszy u nas spis ważniejszych aerolitów, w którym znajdujemy ciekawą wiadomość



o meteorycie, spadłym w Lipnie w r. 1820, o czem jednak milczą najobszerniejsze nawet źródła zagraniczne.

Typową poniekąd książką jest Mineralogia Jastrzębowskiego. Pierwsza jej część, czyli „mineralogia ogólna“, to raczej traktat mistyczno-filozoficzny na temat natury martwej. Nie znajdujemy tu żadnych wiadomości ani z krystalografii, ani z kryształofizyki, ani z chemii mineralnej, ani wreszcie z geologii, potrzebnych nieodzownie do rozumienia świata nieożywionego, lecz jakieś dziwaczne czworodziały rzeczy martwych na zaczątki (elementy), głązy, porządki (kryształy) i wizerunki (skamieniałości), głązów zaś na żywce czyli kamienie o zasadzie lotnej i żywotnej, bodźce czyli kamienie o zasadzie rozpuszczalnej i pobudzającej, ziemce czyli kamienie o zasadzie spławialnej i podpierającej, wreszcie kruszce czyli kamienie o zasadzie ciężkiej i ochraniającej. Czworodział taki zastosowany jest do każdej prawie własności ciał mineralnych, np. składu, budowy i t. p. Autor zapytuje siebie: „jak się powinny nazywać właściwiej głązy“—i odpowiada, że „nazywać się mogą najwłaściwiej tworami samotrwałemi i potrzebnemi“; zajmuje się dużo antytezą „przyrodzenia i przeznaczenia“ kamieni; z sześciu własności kamieni: treści, składu, budowy, postaci, pochodzenia i wielkości — dwie ostatnie uważa za najważniejsze, „bo według nich dają się podzielić wszystkie głązy tak, jak je dzieli ogół ludzi, stosownie do swego zapatrywania się na nie i stosownie do swoich potrzeb, to jest na kamienie, skały, gruzy (np. szkło, fajans, porcelana...), zwałiska (np. uszkodzone przez czas lub przez ludzi dawne budowle i t. p.)“. Z takich i tym podobnych bredni, ujętych w formę rozwlekłą a pretensjonalną, składa się część Mineralogii ogólnej. Mineralogia szczegółowa, czyli, jak ją autor nazywa, szczególna, przedstawia się o wiele korzystniej. Wprawdzie szpeci ją również wyszukanie nienaturalny układ i podział minerałów, których autor nie odróżnia od skał, wprawdzie opisy minerałów pojedynczych są bardzo rozwlekłe i dalekie od jakiegokolwiek ładu, ale bądź co bądź czytelnik niewymagający znajdował w nich sporo wiadomości, świata minerałów dotyczących, wyłożonych popularnie i gładko. Zwłaszcza sposób występowania minerałów w przyrodzie podany jest wszędzie dość obszernie, a rozpowszechnienie minerałów w Polsce nawet szczegółowo— jest to jedyna strona dodatnia książki Jastrzębowskiego, napisanej pozatem, wprawdzie zupełnie samodzielnie, ale z bezwzględem ignorowaniem postępów wiedzy mineralogicznej na zachodzie Europy.

Przegląd literatury podręcznikowo-mineralogicznej przed r. 1861 zakończymy wzmianką o pięknie wydanej 3-tomowej Historii Naturalnej Leśniewskiego, której kącik szczupły, bo niecałe 40 stronice zawierający, autor poświęcił

in mineralogii. Rzecz ta jest suchem streszczeniem książki Beudanta, z zachowaniem terminologii Łabęckiego, lecz z pewną innowacją, polegającą na dodaniu nowych wzorów chemicznych, pisanych sposobem dualistycznym.

#### V. PODRĘCZNIKI ZEJSZNERA I ALTHA.

*Ludwik Zejszner.* Początki Mineralogii według układu Gustawa Rose, na krystalizacyi i składzie chemicznym opartego. Z 424 drzeworytami w tekście wydrukowanymi. Warszawa 1861. (Str. XXIII + 549).

*Dr. Józef Szafarkiewicz.* Historia Naturalna dla szkół. Kurs II. Wydanie drugie poprawione i pomnożone. Cena 20 srg. Poznań 1861. (Mineralogia, str. 139—159).

*Karol Kłesk,* nauczyciel gimnazjalny w Krakowie. Mineralogia dla niższych szkół gimnazjalnych i realnych. Kraków 1864. (Str. IV + 82).

*Roman Pacewicz,* b. nauczyciel szkół. Mineralogija treściwie zebrana dla użytku kształcącej się młodzieży. Wydanie drugie poprawne i pomnożone, z drzeworytami w tekście. Warszawa 1867. (Str. 254).

*Dr. Fryderyk Schoedler.* Księga Przyrody. Tom II. Mineralogija, str. 1—78. Warszawa 1867.

*Dr. Alois Alth,* c. k. profesor mineralogii przy Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie. Zasady Mineralogii. Kraków 1868. (Str. X + 776). Do tego atlas, obejmujący XII tablic z 303 drzeworytami.

*H. Wagner.* Historia Naturalna dla młodzieży. Przełożył z niemieckiego i uzupełnił *Karol Jurkiewicz,* professor Cesar. Warsz. Uniwersytetu. Z 15 tabl. kolor. i 20 drzeworytami. Warszawa 1873. Państwo ciał kopalnych albo minerałów, str. 354—375.

*P. Chmielewski,* magister nauk przyrodniczych Szkoły Głównej w Warszawie. Kurs przygotowawczy Mineralogii podług metody pogładowej. Warszawa 1879. Cena kop. 70. (Str. 111).

*Dr. A. Pokorný.* Mineralogija dla młodzieży niższych klas gimnazjalnych etc., ułożona przez *Ludwika Rzepeckiego,* d-ra fil., naucz. etat. Szkoły realnej w Poznaniu. Z 164 drzeworytami. Wydanie drugie. W Pradze Czeskiej 1880. (Str. VIII + 158).

*Karol F. Peters,* prof. min. i geol. uniw. w Gracu. Mineralogia. Z niemieckiego przełożył *Józef Morozewicz,* kand. nauk przyrod., kustosz Gab. Mineralog. Uniw. w Warszawie. Z 46 drzeworytami. Warszawa 1894. (Str. VIII + 208).

*A. M. Łomnicki.* Mineralogia i Geologia na piątą klasę gimnazjalną. Czwarte wydanie zmienione. Z 113 rycinami. Cena 80 ct. We Lwowie, 1897. Mineralogia. (Str. 1—75).

Ostatnią dobę historii naszego podręcznikarstwa mineralogicznego stanowią dzieła Zejsznera i Altha, profesorów Wszechnicy Jagiellońskiej. Obiedwie książki są napisane, a raczej ułożone, samodzielnie i ujawniają mniej więcej jednakowy poziom wiedzy. Po Drzewińskim są to pierwsze u nas podręczniki mineralogiczne w zakresie uniwersyteckim i w nowszym stylu. Ważne znaczenie historyczne tych dzieł polega na tem, że wypełniły one przerażającą lukę w naszej literaturze mineralogicznej, zapoznały ze współczesnym stanem mineralogii w Niemczech, stworzyły słownictwo krystalograficzne, wzorowane na Weissie i Naumannie. Pozatem jednak mają one jeszcze swe osobne zalety i braki.

U Zejsznera znajdujemy pierwszy dość wyczerpujący wykład krystalografii, a właściwie terminologii krystalograficznej według Weissa. Ten ostatni, jak wiadomo, wprowadził do krystalografii pojęcie osi celem ściślejszego oznaczenia ścian kryształu. Stąd powstały nazwy układów, wskazujące jakość i ilość tych osi: 1) równoosiowy, 2) jednodwuosiowy, 3) jednotrzyosiowy, 4) różnoosiowy, 5) dwuskośnoosiowy, 6) trójskośnoosiowy. Postaci pojedyncze zostały przez Zejsznera nazwane także po polsku, np. sześciian piramidalny, 12-ścian pięciokątny i t. p. Niektórych z tych nazw używamy po dziś dzień, inne są uformowane mniej szczęśliwie, jak sześćczworoscian, ukośnien (trapezodr) i t. p. W każdym układzie mamy wymienione i opisane postaci całkowite, połówkowe i ćwiartkowe. Przez wprowadzenie pojęcia o pasach oraz łatwego (jakkolwiek rozciągniętego) sposobu oznaczania ścian za pomocą odcinków osi (parametrów), Weiss przyczynił się wielce do spopularyzowania mało przedtem dostępnej dyscypliny krystalograficznej.

Własności fizyczne minerałów Zejszner wyklada znacznie pobieżnie. W porównaniu z książką Beudanta nie widzimy tu istotnego postępu ani w pojęciach, ani w wykładzie. Zwłaszcza optyka kryształów uwzględniona jest niedostatecznie i zawiera błędy rzeczowe. W dziale chemicznym panuje wciąż jeszcze niepodzielnie dmuchawka, jakkolwiek pojęcia polimorfizm i izomorfizm omówione są dość obszernie. Część chemiczną kończy rozdział o przeobrażaniu się minerałów, wyjęty z dzieła Bluma o pseudomorfozach państwa mineralnego. Zejszner używa wzorów Berzeliusza, a słownictwo chemiczne zapożycza od Czyrniańskiego.

Co do systematyki minerałów, to Zejszner trzyma się układu G. Rosego, opartego na składzie chemicznym i wł. postaciowych. Układ ten godzi niejako i łączy w sobie dwa skrajne kierunki klasyfikacji: fizyczno-morfologiczny, doprowadzony do przesady przez Mohsa, i wyłącznie chemiczny, którego znakomitym rzecznikiem był Berzeliusz. Postęp w tworzeniu grup naturalnych jest tu widoczny: pierwiastki metaliczne np. dzieli G. Rose na dwie gru-



py, związane podobieństwem cech krystalograficznych i fizycznych: regularne metale ciężkie (złoto, srebro, miedź, żelazo) i romboedryczne metale kruche (arsen, antymon, bizmut). Podobnie grupy naturalne wyłoniły się i z innych klas, jak siarczki, tlenki, sole. Zejszner opisuje około 580 minerałów, przytaczając zwięźle ich własności postaciowe, fizyczne, skład chemiczny, zachowanie się w ogniu i t. p., oraz przytaczając sucho miejscowości obcokrajowe i polskie, w których występują. Słownictwa trzyma się Zejszner ogólnie przyjętego i unika wyrazów polskich, nawet poniekąd już utartych, jak iskrzyk, żelaziak i t. p. Pisownia wyrazów pojedynczych często cudzoziemska (anatas, diaspor), a język, wogóle ciężki, zawiera dużo germanizmów. Książkę Zejsznera ilustrują dość liczne drzeworyty, wzięte częścią z podręcznika Naumanna, częścią zaś wykonane udatnie w Warszawie.

W Zasadach Mineralogii Altha część ogólna (terminologia) traktowana jest znacznie szerzej, niż część opisowa. Poziom wykładu tej części jest wogóle wyższy, niż w odpowiednim dziale książki Zejsznera, a słownictwo bardziej już wyrobione i poprawniejsze. Krystalografia Naumannowska, wsparta na zasadach geometrii analitycznej, wyłożona jest tu najobszerniej. Oprócz opisu układów poszczególnych i postaci z ich wzajemnymi przejściami, znajdujemy tu po raz pierwszy w literaturze polskiej zasady obliczania wskaźników ściany z rozwartości krawędzi we wszystkich układach. Słownictwo Altha wogóle zgadza się z terminologią Zejsznera; ma jednak pewne zmiany i skrócenia, np. układ jednoskośny i trójskośny, słup, dwuścian podstawowy, rombościan, trapezoscian i t. p. (dwa ostatnie są barbaryzmami). Niektóre wyrazy są aglomeratami zbyt złożonemi, np. pierwostrosłup, wtórostrosłup, dwudwunastoscian i t. p. Pomimo tych chropowatości, które z biegiem czasu po części się wyrównały, słownictwo krystalograficzne, wyrobione przez Altha (i Zejsznera) stanowi podstawę dziś (zwłaszcza w Galicyi) używanego. Pięknie wykonany atlas 281 figur, rżniętych na drzewie, ilustruje tę krystalograficzną część książki Altha, najlepiej bez wątpienia u nas dotąd opracowaną.

Własności elektryczne i optyczne wyłożone są znów obszerniej niż u Zejsznera, ale wykład ich ma tę samą wadę; pozbawiony jest mianowicie motywów i wyjaśnień teoretycznych, któreby zjawiska opisywane w sposób logiczny łączyły. Płyne stąd źródło nieścisłości, a nawet zgola błędnych wyobrażeń, jak np. co do polaryzacji światła, której stosunek do podwójnego załamania autor wystawia sobie w sposób niewłaściwy. Prócz szczypczyków turmalinowych, opisuje on przyrząd polaryzacyjny Nörremberga, a nawet wspomina o mikroskopie z polaryzacją Descloizeaux, lecz znać tu wszędzie tylko książkową opisywanych przyrządów i zjawisk znajomość.

W części chemicznej daje się zauważyć również pewien postęp. Opisano tu własności rozmaitych związków chemicznych, rozszerzono pojęcie różnorodności przez wprowadzenie teoretycznych rozstrząsań Schraufa i in. Wskazówki co do jakościowego badania pierwiastków drogą moką i suchą zajmują większą część tego działu.

W systematyce Alth trzyma się wogóle zasady Mohsa, który klasyfikował minerały głównie na zasadzie cech zewnętrznych. Ażeby połączyć świat mineralny z atmosferą i państwem roślin, Alth na pierwszym miejscu kładzie gromadę rozwodnieńców, a przez soleńce, kamieńce, kruszyńce, siarczeńce przechodzi do roślinców, t. j. minerałów pochodzenia organicznego. Idąc za Mohsem, wprowadza w części opisowej podwójną nomenklaturę: rodzajową i gatunkową, przyczem rodzajowi przypisuje znaczenie daleko obszerniejsze, niż my to dzisiaj czynimy; rodzaj kalcyn np. obejmuje gatunki: aragonit, wapień, dolomit; rodzaj miki mieści w sobie: biotit, flogopit, fengit, damurit <sup>1)</sup> i in., a więc całą dzisiejszą rodzinę; do rodzaju kwarzec należą kwarc, chalcedon, krzemień i t. p. Używanie nazw rodzajowych i gatunkowych spowodowało zagmatwanie słownictwa mineralogicznego, i tak już niezbyt jasnego i wyrobionego. Alth na oznaczenie swych gromad i rodzajów potworzył wiele nazw nowych, które, jak to widać z przykładów już przytoczonych i następujących, nie należą bynajmniej do najszcześliwiej pomyślanych: miedzioiskrzyk, srebrobłyszcz, czarnowęgiel, rudowęgiel i t. p.

Opis minerałów pojedynczych jest u Altha nadzwyczaj suchy i całkiem pozbawiony wiadomości o sposobie ich występowania w przyrodzie, o udziale, jaki biorą w budowie skorupy ziemi, o ich przemianach i życiu geologicznem. Część zatem szczegółowa jego książki jest po prostu tablicą synoptyczną i ma wogóle wartość bardzo niewielką. Przeciwnie część ogólna, pomimo wskazywanych braków, podnosi znacznie poziom wykładu fizyologii minerałów i ujawnia jeszcze jedną ważną zaletę, a mianowicie tę, że zawiera sporo szczegółów historycznych, znaczną liczbę cytat, odnoszących się do tych dzieł i prac źródłowych, na których podstawie podręcznik został ułożony.

Podręczniki Zejsznera i Altha posiadają nadto cechę znamionną: autorowie ich byli z zawodu geologami, którzy w dziedzinie mineralogii samodzielnie nie pracowali, lecz ją tylko wykładali; dzieła ich przeto nie są utworami jednolitymi, opartymi na sądach oryginalnych, lecz mają raczej charakter kompilacyi. Bądź co bądź potomność zachowa dla obu profesorów krakowskich wdzięczność długotrwałą za to mianowicie, że, zbierając sławę swoją na polu geologii ziem polskich, nie zapominali jednocześnie o dziedzinie pokrewnej

<sup>1)</sup> Pisownia błędna, po polsku powinno być: biotyt, damuryt.

i obdarowali literaturę ojczystą dziełami, niepozbawionemi wprawdzie usterek, ale użytecznemi, dziełami, które do ostatnich czasów były u nas jedynemi źródłami wiadomości mineralogicznych.

Powołana w r. 1861 do krótkiego życia Szkoła Główna Warszawska w literaturze mineralogicznej żadnych po sobie nie zostawiła śladów.

Na książce Altha kończy się właściwie nasza poważniejsza literatura podręcznikowa. W tej ostatniej dobie jej rozwoju ukazało się jeszcze kilka dziełek popularnych, ułożonych dla szkół średnich i początkowych. W Poznaniu wyszła podzielona na kursy *Historya naturalna Szafarkiewicza z króciutką, lecz poprawnie napisaną mineralogią (kurs II)*; w Warszawie wydano *Księgę przyrody Schoedlera*, w której na początku tomu II mieści się treściwie skreślony kurs mineralogii (z krystalografią Naumanna a wzorami chem. Berzeliusza), w tłómaczeniu Berdaua <sup>1)</sup>; dalej książeczki oryginalne, wyłącznie mineralogii poświęcone, *Pacewicza* i *Chmielewskiego*, tłómaczone zaś *Wagnera (Historya naturalna)* i *Petersa (Mineralogia)*; w Galicyi w szkołach średnich używano dawniej mineralogii *Kłęska*, dzisiaj zaś szkoły te korzystają z dobrze ułożonych i poprawnie napisanych książeczek *Łabęckiego*; wreszcie w Pradze Czeskiej wydano mineralogię *Pokornego*, przełożoną językiem zgermanizowanym (przez *Rzepeckiego*). Słownictwo tych dziełek jest po największej części zapożyczone od *Łabęckiego*, *Zejsznera* i *Altha* z małemi zmianami, wprowadzonymi przez autorów poszczególnych.

\*

\*

\*

Z powyższego przeglądu wypada, że od wydania książki Altha w r. 1868 aż do dnia dzisiejszego, a więc przez całe 32 lata, znów byliśmy pozbawieni dzieła, któreby w sposób należyty informowało czytelnika polskiego o postępach wiedzy mineralogicznej. Te trzydzieści lat w historyi mineralogii, to już nie doba, ale okres cały, w ciągu którego wiadomości o przyrodzie nieożywionej pogłębiły się bez porównania więcej, niż od *Aviceny* do *Wenera*. W tym bowiem okresie szukano przedewszystkiem nowych dróg badania, nowych metod, które są duszą każdej umiejętności ścisłej. Jakoż znaleziono je i opracowano tak misternie i oryginalnie a tak dokładnie, że dzisiejsza mineralogia zdaje się być umiejętnością jakby odmłodzoną i do nowego powołaną życia. Jakież to są metody i jakie drogi? Naprzód w okresie tym zastosowano do badania ciał mineralnych mikroskop i nauczono się przyrządzać odpowiadające temu celowi preparaty cienkie, przezroczyste. Cały świat

<sup>1)</sup> Jak zapewnia Alth; na książce nazwiska tłómacza nie podano.



nowy, przedtem nie znany, nie przeczuwany nawet, ukazał się zdumionemu oku badacza! Pojęcia o budowie, o rozpowszechnieniu, a nawet o powstawaniu i przeobrażaniu się minerałów uległy zmianom istotnym. Badania mikroskopowe nauczyły nas, co mamy rozumieć pod jednorodnością minerałów i jak oceniać znaczenie ciał obcych, w nich osadzonych, a dla oka nieuzbrojonego nieistniejących; stały się kryterium, kontrolującym wyniki analizy wagowej. W pojęcie nasze o minerale wlały one pierwiastek życia: gład, przedtem martwy, dziś dla nas żyje, albowiem widzimy, jak powstaje, rośnie, kształtuje się, potem rozkłada stopniowo, wreszcie obumiera, ustępując miejsca jestestwom nowym, do środowiska otaczającego lepiej przystosowanym. Wprowadzenie do badania ciał mineralnych mikroskopu powołało do życia dwie nowe umiejętności przyrodnicze: mineralogię mikroskopową i petrografię. Równocześnie powstał osobny przemysł mechaniczny, wytwarzający „mikroskopy mineralogiczne“, zaopatrzone w jaki tuzin dodatkowych przyrządów fizycznych tak precyzyjnych, że pozwalają na określenie wszystkich własności optycznych kryształu, bez nadwężania jego całości. Dziś w wielu razach możemy dokonać ścisłego oznaczenia minerału, nie skazując go na niszczące działanie ognia dmuchawki, nie drapiąc celem określenia twardości i nie wyczuwając jego zapachu, jaki wydaje „po chuchnięciu“.

Równolegle powstawały nowe lub doskonaliły się dawniejsze drogi poszukiwań chemicznych. Wyniki analizy chemicznej, sprawdzone za pomocą badań mikroskopowych, zyskały na pewności w tem znaczeniu, że obecnie wiemy, do jakiego się właściwie stosują minerału i jakie z nich możemy wyciągać wnioski. Zdobyte na polu syntezy minerałów są liczne i doniosłe. Wyrobiono cały szereg metod „sztucznego odtwarzania“ minerałów, które, społem wzięte, przyprowadziły do bardzo ważnej filozoficznie pewności: gatunki ciał mineralnych w przyrodzie powstają nie na jednej jakiegokolwiek bądź drodze, lecz tworzą się na drogach rozmaitych, zależnie od zewnętrznych warunków otoczenia. Po tej zdobyczy naukowej, osiągniętej przez mineralogię syntetyczną, kwestya ogólnego neptunizmu lub plutonizmu poszła wreszcie do kosza.

Ważna sprawa życia geologicznego minerału, jego ciągłych przemian i przeobrażeń weszła na tory nowe, odkąd wypracowano metodę, pozwalającą na badanie reakcyi chemicznych, właściwych krzemianom, tej wielkiej gromadzie minerałów, z których się przeważnie składała pierwotna skorupa ziemska i z których powstały wszystkie powierzchniowe warstwy skalne. Minerale te są ciałami bardzo trwałymi i opornymi, zmieniają się one jednak pod wpływem atmosfery, wody i wodnych roztworów. W przyrodzie przemiany ich odbywają się nader wolno. Nauka długotrwałość tę skraca, zamieniając czas na ciepło i ciśnienie. Metoda badania reakcyi chemicznych krzemianów po-

lega bowiem na działaniu wody lub roztworu wodnego na proszek minerału doskonale starty w temperaturze podniesionej i pod wysokiem ciśnieniem. Czynniki te zastępują poniekąd czas, którym przyroda rozporządza nieograniczenie. Tego rodzaju badania, trudne i długotrwałe, niewielu dotychczas liczyły pracowników. Atoli dalszy rozwój i przyszłość mineralogii chemicznej całkowicie, zdaniem naszym, od tych badań zawisła. To, co już dziś na tem polu poszukiwań zdobyto, jest wymownem zdania naszego potwierdzeniem. Wiemy już teraz, że krzemiany, te praminy, zdolne są do przemian stosunkowo łatwych a rozmaitych, że są związane łańcuchem pokrewieństw genetycznych z minerałami, zajmującemi w systematyce naszej odległe nieraz stanowiska. Przeobrażenia krzemianów są tem *primum movens*, które stwarza historię skorupy ziemskiej. Dzięki metodzie wymienionej, zaczyna nam się również wyjaśniać złożona budowa, czyli konstytucja chemiczna minerałów, będących w mowie.

Te i tym podobne metody, wprowadzone do naszej wiedzy w ciągu ostatnich lat trzydziestu, uczyniły z niej dyscyplinę nawskróś doświadczalną. Mineralogia współczesna nie tylko opisuje minerały, ale i bada je, a wyniki tych badań podaje w szeregu cyfr lub równań chemicznych i matematycznych.

Wszystkie te zdobycze najnowszej wiedzy mineralogicznej nie znalazły dotychczas oddźwięku w naszej literaturze podręcznikowej. Potrzeba książki, któraby w sposób odpowiedni przedstawiała dzisiejszy stan wiadomości o „świecie kamieni“, stawiała się coraz większą i bardziej nagłą. Piszący te słowa słyszał utyskiwania na ten temat ze stron różnych, a odczuwał całą ich słuszość jeszcze przed laty kilkunastu, na ławie szkolnej. Dziś staje on przed czytelnikiem z dziełem, które, zdaniem jego, powinno potrzebie owej zadość uczynić.... czyż znowu na lat trzydzieści?

Tłómacz książki niniejszej uważa za swój obowiązek usprawiedliwić się z wyboru dzieła przełożonego. Literatury zachodnio-europejskie posiadają znaczną liczbę podręczników uniwersyteckich, lecz nie jednakowej wartości. Podręczniki francuskie celują jasnym i konsekwentnym wykładem części ogólnej, niemieckie, przeciwnie, bardziej uwzględniają fizyografię minerałów. Przechyliliśmy się w wyborze na stronę podręczników niemieckich dlatego, że odpowiadają one bardziej przyjętemu u nas zwyczajowi i że na ogół odznaczają się wykładem bardziej popularnym. Z książek niemieckich znowu pragnęliśmy wybrać taką, któraby najdokładniej odzwierciedlała stan wiedzy współczesnej, któraby traktowała równomiernie wszystkie części mineralogii i mogła być nam użyteczną przez czas jak najdłuższy. Wymaganiom tym, zdaniem tłómacza, najlepiej odpowiada podręcznik mineralogii d-ra Gustawa Tschermaka (Czermaka), długoletniego profesora Uniwersytetu w Wiedniu. Dzieło

jego, które w r. 1897 doczekało się 5-go wydania, posiada zalety następujące:

1. Jest ono utworem oryginalnym, we wszystkich swych szczegółach obmyślonym przez autora samodzielnie, zawierającym wiele poglądów indywidualnych swojego twórcy. Napisać takie dzieło mógł tylko uczony tej miary, co Czermak, który w ciągu czterdziestu lat nie tylko uczył mineralogii, lecz równocześnie sam naukę tę rozwijał i wielce się do jej dzisiejszego rozkwitu przyczynił. On to bowiem jeden z pierwszych zapoczątkował na szerszą skalę badania optyczne minerałów w związku z ich własnościami chemicznymi, on stworzył wysoce w skutki płodną teorię izomorfizmu feldspatów, on opracował według nowych metod cały szereg najważniejszych grup mineralnych, jak augity, amfibole, skapolity, chloryty, granaty, turmaliny..., wyjaśniając ich wzajemne stosunki i prowadząc ład chemiczny.

2. Czermak pierwszy wprowadził do swojego podręcznika dwa nowe działy mineralogii: 1) naukę o sposobie występowania minerałów, 2) o ich powstawaniu i przeobrażaniu się w przyrodzie. Ta innowacja jest jedną z największych zalet Mineralogii profesora wiedeńskiego. Minerały traktowane są w niej bowiem już nie jako okazy zbiorów mineralogicznych, lecz jako ciała przyrodzone, mające swoją historię, związane pomiędzy sobą szeregiem przeobrażeń, a będące częściami składowymi skorupy ziemskiej. Na stosunek do tej ostatniej kładziony więc jest nacisk mocny nie tylko w części dzieła ogólnej, lecz i w opisie minerałów pojedynczych.

3. Układ dzieła, jakkolwiek w ogólnych zarysach zewnętrznych ma pewne podobieństwo do znanego podręcznika Naumanna, przejęty jest jednak bardziej zasadą historyczno-genetycznego traktowania przedmiotu i wiernie trzyma się metody myślenia indukcyjnej.

4. Systematykę minerałów Czermak opiera na zasadzie chemicznej, uwzględniającej poglądy współczesne na układ peryodyczny pierwiastków chemicznych.

5. Każdy ważniejszy rozdział książki zaopatrzony jest we wskazania literatury przedmiotu, a to w tym celu, aby czytelnik, pragnący zapoznać się z daną kwestyą bliżej, wiedział, gdzie się ma udać po informacje bardziej szczegółowe.

Te są pierwszorzędne i najważniejsze zalety dzieła Czermakowego. Czy ma ono jakiegokolwiek braki? Tłómacz daleki jest od wydawania sądów krytycznych o dziele badacza tak znakomitego i wiedzy naszej zasłużonego. To, co byśmy uważali za ujemną stronę książki, w mowie będącej, jest raczej ogólną cechą podręczników niemieckich. W dziale np. kryształografii i mineralogii fizycznej autorowie niemieccy unikają statecznie matematycznego traktowania



rzeczy, przez co w działy te wkrada się pewna niejasność i niepewność, a układ sam nie ma tej ciągłości i elegancji, jakie np. widzimy w dziełach współczesnych mineralogów francuskich. Z drugiej jednak strony podręcznik popularny, przeznaczony dla początkujących, musi się liczyć z ich przygotowaniem elementarnem i nie zrażać zbyt wygórowanymi wymaganiami z dziedziny nauk pomocniczych.

Mając na względzie jak najdłuższą użyteczność książki niniejszej i specyalne potrzeby czytelnika polskiego, tłumacz odważył się na wprowadzenie do oryginału pewnych uzupełnień, zarówno w części dzieła ogólnej, jak i szczegółowej. Uzupełnienia te dotyczą przeważnie punktów następujących.

1. W dziale krytalografii wskazano zasady słownictwa nowszego, dotyczącego klasyfikacji 32 grup wielościanów krystalicznych według ich symetrii.

2. W mineralogii fizycznej uwzględniono prace Moissana i Joly, odnoszące się do temperatur wyższych, a także podano wiadomości o zachowaniu się minerałów względem promieni X Röntgena.

3. Będąc przekonania, że dalszy rozwój chemii krzemianów stanowi nieodzowny warunek postępu mineralogii wogóle, tłumacz położył nacisk szczególny na prace doświadczalne Lemberga, Thugutta i in., zebrał je skrupulatnie i najważniejsze wyniki wcielił do książki niniejszej. Tłumacz pochlebia sobie, że w nowości tej polskie wydanie podręcznika prof. Czermaka pozyskuje zaletę istotną, której czytelnik próżnoby szukał w tego rodzaju dziełach obcych.

4. Część dzieła szczegółowa uległa pewnym zmianom w układzie materiału opisowego, mającym na celu łatwiejsze z niego korzystanie. Opis każdego minerału ważniejszego został podzielony na ustępy, a w nagłówku, na miejscu widocznym, podano obok nazwy wzór chemiczny minerału oraz klasę symetrii jego kryształów, a więc to wszystko, co stanowi pojęcie o jego odrębności rodzajowej. W samym opisie wprowadzono (pod osobnemi tytułikami „opt.” i „chem.”) w bardzo wielu razach uzupełnienia cyfrowe, dotyczące stałych optycznych i orientacji optycznej, tudzież reakcji chemicznych i mikrochemicznych.

5. Występowanie i rozpowszechnienie minerałów w Polsce tłumacz usiłował uwzględnić możliwie najszerszej, nie przekraczając wszakże zakresu, właściwego podręcznikowi popularnemu. Uzupełnienia opierają się tu przeważnie na nowszej literaturze polskiej, rozrzuconej bądź w broszurach oddzielnych, bądź też skupiającej się w wydawnictwach Akademii Umiejętności w Krakowie (Rozprawy, Sprawozdania Kom. Fizyogr.), w organie Towarzy-

stwa przyrodników polskich im. Kopernika we Lwowie (Kosmos), dalej w warszawskim Pamiętniku Fizyograficznym, wreszcie we Wszechświecie, Przeglądzie Technicznym, Bibliotece Warszawskiej (dawniej) i in. — Nazwy geograficzne miejscowości rdzennie słowiańskich podaliśmy w ich brzmieniu właściwym, posilkując się co do Śląska Słownikiem Geograficznym Sulimierskiego (Warszawa, 1880—1895), co zaś do Czech — spisem nazw, łaskawie mi nadesłanym przez d-ra Fr. Slávika z Pragi Czeskiej. Użyteczną w tym względzie była mi również książka S. Zarańskiego, Geograficzne imiona słowiańskie (Kraków, 1878).

6. Co do słownictwa, to tłómacz starał się być w wyborze wyrazów już istniejących jak najobjektywniejszym, a we wprowadzaniu nowych jak najwstrzemięźliwszym, wając się na to ostatnie tylko wtedy, kiedy tego wymagała nowość zupełna przedmiotu i pojęć, które w języku naszym nie znalazły jeszcze dotychczas formy konkretnej. Nie są to zresztą wyrazy nowe, lecz do nowych zastosowane wyobrażeń, np. uskok krystaliczny, spękania krystaliczne, wsiąki i t. p. — Nazwy minerałów poszczególnych, wspólne wszystkim językom, zachowały wszędzie postać oryginalną co do tematu, lecz polską co do pisowni, opartej na wymowie poprawnej. Piszemy więc diallag (franc. diallage), bulanżeryt (franc. boulangerite), predacyt (niem. Predazit) i t. d. Ażeby nazwy te uczynić zrozumialszemi, tłómacz zaprowadził pod każdym minerałem ważniejszym osobną rubrykę „Etym. i synonim.“, w której podaje oryginalną pisownię wyrazu i jego autora oraz objaśnia pochodzenie wyrazu tego etymologiczne. W tejsze rubryce czytelnik, interesujący się kwestyą słownictwa bliżej, znajdzie ważniejsze synonimy, tudzież szereg wyrazów polskich, któremi niektórzy nasi autorowie starali się zastąpić nazwy, ogólnie przez mineralogów przyjęte i we wszystkich językach podobnie brzmiące. Przepolszczenia, zdaniem tłómacza, udatniejsze zostały podkreślone przez zestawienie czcionek. Celem należytego korzystania z tej rubryki, radzilibyśmy czytelnikowi, by wpierw zapoznał się z treścią przedmowy niniejszej i rozwojem historycznym nauki, wyłożonym przez autora.

7. Dodane przy końcu książki spisy meteorytów, spadłych na ziemiach b. Rzeczypospolitej Polskiej, oraz minerałów, zebranych w Polsce przez Puschla, mają na celu rozszerzenie wiadomości, podanych w części dzieła szczegółowej, a także ułatwienie poszukiwań samodzielnych tym z czytelników, którzyby występowaniem minerałów naszych bliżej zająć się chcieli.

8. Dokładny skorowidz do obu części książki ułatwia i umożliwia korzystanie z zawartego w niej materiału faktycznego. Ułożenie tego skorowidza tłómacz zawdzięcza nadzwyczajnej uprzejmości koleżeńskiej p. Z. Weyberga, któremu składa na tem miejscu swoje najserdeczniejsze podziękowanie.

---

Niżej podpisany dołożył również wszelkich starań, aby stronę zewnętrzną wydawnictwa podnieść do poziomu, odpowiadającego najelementarniejszym wymaganiom estetyki i higieny. W ciężkich warunkach naszego życia społecznego nie jest to rzecz łatwa. Nie mamy ani dostatecznych funduszy na cele nauki czystej, ani odpowiednio ukształconych techników, którzyby wszystkim wymaganiom wydawnictwa naukowego uczynić zadość potrafili. Dlatego też czytelnicy, przyzwyczajeni do wydawnictw tego rodzaju angielskich, francuskich lub niemieckich, niejednen zarzut słuszny książce naszej postawić mogą. Tym odpowiemy jednak, że cała jej strona techniczna, poczynawszy od czcionek i papieru, a skończywszy na drzeworytach i litografiach, została wykonana siłami miejscowemi, bez uciekania się do pomocy zagranicznych. Tablice I i II, przedstawiające zjawiska świetlne kryształów, nastroczają bardzo wiele trudności technicznych, a w Warszawie nie były dotychczas wykonywane. Nic też dziwnego, że pomimo usilnych starań tak wytrawnego nawet litografa, jakim jest p. Głowczewski, są one dalekie od tej postaci, jakąby im sam wykonawca nadać pragnął. Drzeworyty, po większej części udatne, wyszły z pod rylca p. A. Wiśniewskiego. Druku całego dzieła dokonali pp. Rubieszewski i Wrotnowski, którym należą się słowa uznania za staranne i umiejętne traktowanie wydawnictw naukowych.

Warszawa, d. 10 czerwca 1900 r.

*Józef Morosiewicz.*





# Spis rzeczy.

	Stronica
Przedmowa tłómacza (Przegląd historyczny podręczników mineralogii w Polsce) .	I
Wstęp . . . . .	1
Mineralogia 1. Rozwój nauki 2. Podział 6. Studyowanie mineralogii 7. Literatura 7.	
Część ogólna . . . . .	11
I. Morfologia . . . . .	11
Kryształy i ciała krystaliczne 11. Minerale bezpostaciowe 11. Rozmiary osobników 12. Kryształ 12. Powstawanie kryształów 13. Wzrost 14. Stałość kątów 17. Pomiary kryształów 18. Położenie ścian 21. Osi 23. Parametry 24. Rodzaje ścian 25. Prawo parametrów 26. Wyjaśnienie 27. Symetria 33. Hemiedrya 36. Tetartoedrya i hemimorfizm 38. Wyjaśnienie 40. Znakowanie 41. Rzuty 43. Łączność pasów 46. Układy krystalograficzne 48. Układ trójskośny 48. Jednoskośny 50. Rombowy 53. Tetragonalny 56. Heksagonalny 60. Regularny 69. Pierwiastki symetrii 77. Klasyfikacja wielościannów krystalograficznych 79. Klasy i układy 82. Zrastanie się równoległe 85. Kryształy bliźniacze 86. Bliźniaki stopnia wyższego 97. Kryształy mimetyczne (naśladowcze) 98. Wyjaśnienie 101. Zrastanie się kryształów niejednorodnych 103. Wykształcenie kryształów 104. Mikrolity 108. Badania mikroskopowe 109. Powierzchnia kryształów 110. Wnętrze kryształów i osobników wogóle 113. Wrostki 116. Grupy kryształów 122. Szczotki kryształów 123. Kształty przypadkowe minerałów krystalicznych 124. Kształty minerałów bezpostaciowych 127. Pseudomorfozy (kryształy fałszywe) 128. Skamieniałości (skamieliny) 131.	
II. Mineralogia fizyczna . . . . .	133
Sprężystość, spójność 133. Łupliwość 137. Bliźniaki wtórne i sztuczne 140. Figury spękań krystalicznych 141. Przełam 143. Twardość 144. Wytrawianie 149. Rozpadanie się w proszek, wietszenie 154. Odbijanie światła 155. Blask, połysk 158. Przezroczystość 159. Załamywanie światła 159. Rozpraszanie barw (dyspersja) 165. Pochłanianie (absorbencya) 165. Barwy 166. Rysa 168. Interferencya 169. Polaryzacya 172. Ortoskop 178. Poznawanie dwójłomności 180. Kierunki zaćmienia 182. Własności płytek cienkich 184. Obrazy interferen-	

- cyjne 185. Dyspersya osi optycznych 189. Pomiary kąta osi optycznych 192. Staurosop 196. Oznaczanie charakteru dwójłomności 196. Oryentacya optyczna 198. Główne spólczynniki załamania 200. Wyjaśnienie teoretyczne 201.
- Różnobarwność (pleochroizm) 205. Polaryzacya obrotowa 208. Charakterystyka optyczna układów poszczególnych 209. Zjawiska optyczne w bliźniakach i kryształach naśladowczych 213. Zmiany własności optycznych pod wpływem ciśnienia i rozciągania 215. Kryształy anomalne 216. Wpływy budowy zewnętrznej 216. Fluorescencya i fosforescencya 216.
- Promieniowanie ciepła 218. Przewodnictwo ciepła 218. Działanie ciepła na kryształy 219. Topliwość i parowanie 222.
- Elektryczność 225. Galwanizm 227. Magnetyzm 229. Oznaczanie ciężaru właściwego 231.

### III. Mineralogia chemiczna . . . . . 234

- Analiza i synteza 234. Pierwiastki 235. Badanie drogą suchą 236. Badanie drogą moką 238. Rozpoznawanie części składowych w przypadkach prostszych 240. Analiza mikrochemiczna 243. Oznaczenia wagowe 244. Prawa stosunków wagowych 246. Wyjaśnienie 248.
- Ciężary cząsteczkowe i atomowe 249. Wzory 253. Reakcje 253. Związki wodoru 254. Związki chloru 255. Związki tlenu 256. Związki siarki 259.
- Sole 260. Konstytucya chemiczna 262. Woda krystalizacyi 265. Związki molekularne 267. Obliczanie wzorów 268.
- Wielopostaciowość 269. Równopostaciowość 271. Mieszaniny równopostaciowe 275. Odtwarzanie związków 280.

### IV. Pokładoznawstwo (topika minerałów) . . . . . 282

- Występowanie minerałów 282. Rozpowszechnienie 283. Wspólność występowania (parageneza) 284. Kolejność powstawania (sukcesya) 284. Rodzaje występowania 285. Skąły i pokłady 286. Części składowe 286.
- Kształty pokładów 287. Szczeliny i spękania ciosowe 288. Naskorupienia i masy wypełniające 289. Wsiąki 293. Utwory kontaktowe 294. Skąły masowe 295. Skąły uwarstwione 296. Woda 296.

### V. Nauka o powstawaniu minerałów (minerogenia). . . . . 299

- Metody 299. Powstawanie i przeobrażanie się 300. Wzmaganie się rozmaitości 301. Sposoby powstawania 301.
- Zastyganie 303. Ścinanie się pary 305. Roztwory 306. Powstawanie osadów 309. Osady źródeł 309. Utwory głębinowe 311. Działalność wód zaskórnych 313. Powstawanie minerałów w jeziorach 314. Powstawanie minerałów za sprawą organizmów 315.
- Przeobrażanie się minerałów 317. Rozkład 318. Pochłanianie i wydzielanie 319. Wymiana 320. Strącanie 321.
- Znaczenie pseudomorfoz 321. Podział 322. Powstawanie skamieniałości 324. Zmiana budowy 325. Przeobrażanie się minerałów w skałach 326. Wietrzenie 327. Zastąpienia 328. Krążenie ciał 329.

### VI. Systematyka . . . . . 330

- Porównywanie, odróżnianie 330. Układy sztuczne 331. Układ naturalny 331. Związek genetyczny 237.



Własności istotne 332. Rodzaj i gatunek 333. Podział mieszanin 334. Grupowanie rodzajów 335. Rzędy i gromady 336. Klasyfikacja chemiczna 336. Układ, przyjęty w części dzieła szczegółowej 337. Charakterystyka 339. Słownictwo 340.

Część szczegółowa . . . . . 342

I Pierwiastki . . . . . 344

Metaloidy 344. Metale kruche 350. Metale ciężkie 352.

II. Lampryty . . . . . 359

Pirytoidy (iskrzyki) 359. Błyszczce (galenoidy) 375. Siarkosole 383. Blendy (cy-nobrowce) 395.

III Tlenki . . . . . 401

Hydroity 401. Tlenki szkliste 404. Tlenki metaliczne 421 Ochry 428. Rudy 429.

IV. Spinelowce. . . . . 449

Gliniany 449. Borany 451. Borany bezwodne 452 Borany wodne 453.

V Sylikoidy . . . . . 455

Węglany 455. Węglany wodne i zasadowe 455. Węglany bezwodne 458. Krze-miany bezwodne 481. (Grupa oliwinu 482. Grupa piroksenu i amfibolu 485. Grupa leucytu 499. Grupa wernerytu 504. Grupa feldspatów 507. Grupa andalazytu 523. Grupa granatu 528 Grupa epidotu 538). Wodorokrze-miany 545. (Zeolity 545. Grupa galmanu 557. Grupa nontronitu 560. Gru-pa serpentynu 561. Grupa chlorytu 566. Grupa miki 571. Grupa gliny 579). Tytaniany 584.

VI Saletrowce . . . . . 586

Niobiany i tantalany 587. Arseniany, antymoniany, wanadyniany 587. (Antymo-niany 588. Arseniany wodne 588. Arseniany bezwodne 590. Arseniony 590. Wanadyniany 590). Fosforany 591. (Fosforany bezwodne 591. Fosforany wodne 597). Azotany 600.

VII. Gipsowce. . . . . 601

Siarczany 602. (Siarczany bezwodne 602. Siarczany wodne 610. Siarczany gli-nowe 618. Siarczany żelaza 620. Witryole 620 Zasadowe siarczany mie-dzi i ołowiu 622). Chromiany 622. Wolframiany i molibdeniany 623.

VIII. Solowce. . . . . 626

Chlorki metali ciężkich 627. Chlorki metali lekkich 628. Fluorki 634.

IX. Węglowce. . . . . 637

Sole organiczne 637. Żywice 638. Węgłe 639. Smoły ziemne 644.

Dodatek . . . . .	650
Części składowe meteorytów 650.	
Dopełnienie części szczegółowej . . . . .	660
Spis minerałów zebranych w Polsce przez J. B. Puscha 660.	
Skorowidz części ogólnej . . . . .	670
Skorowidz części szczegółowej . . . . .	674
Sprostowania i uzupełnienie . . . . .	701

---

# W S T Ę P.

---

**I. Mineralogia.** Skorupa zamieszkiwanej przez nas planety składa się z mas stałych i ciekłych, objętych powłoką powietrza. Masy te są albo nawskróś jednorodne, jak wapień, albo też utworzone z części niejednorodnych, jak granit. Wapień składa się z ziarn jednego tylko spatu wapiennego, gdy granit zawiera ziarna feldspatu, kwarcu i miki. Wszystkie te części składowe, które jesteśmy w stanie rozpoznawać i które w większej lub mniejszej mierze uczestniczą w budowie skorupy ziemskiej, nazywamy minerałami <sup>1)</sup>. Przeciwstawiamy je zwykle istotom ożywionym, czyli organizmom, i nazywamy ciałami naturalnymi nieorganicznymi; atoli nie zaliczamy do minerałów wszystkich ciał nieorganicznych, lecz te tylko, które powstają w łonie skorupy ziemskiej.

Naukę, traktującą o minerałach, nazywamy mineralogią. Jest ona częścią historii naturalnej, mającą na celu dokładne poznanie ciał naturalnych, bezpośrednio w przyrodzie powstających, — poznanie zarówno ich stanu obecnego, jak historii tworzenia się i przeobrażania; zadaniem mineralogii jest także systematyczne wiadomości zebranych przedstawienie.

Mineralogia zatem opisuje w pewnym określonym porządku przedewszystkiem własności minerałów, wszystkie istotne ich cechy oraz właściwe im zjawiska, a także bada wzajemne zjawisk tych stosunki; dalej poznaje występowanie i rozpowszechnienie minerałów w przyrodzie; wreszcie wyjaśnia nam ich historię, t. j. powstawanie i przeistaczanie się pod wpływem środowiska. Zadaniem mineralogii jest przeto poznanie minerałów każdego z osobna i w zespoleniu, zarówno w stanie trwałej niezmienności, jak i powolnego rozkładu, a więc całkowite odtworzenie dziejów tych ciał naturalnych, z których składa się skorupa ziemi. Pospołu z innymi naukami przyrodniczymi mineralogia po-

---

<sup>1)</sup> Łacińskie mineralis, e, pochodzi od mina, sztolnia, chodnik w ziemi wyrobiony; wyraz ten wiąże się też z czasownikiem minari, co znaczy przynaglic do pójścia, puścić w ruch, prowadzić, a także iść i odpowiada włoskiemu menare, a francuskiemu mener (według. prof. K. Schenkla).



przedzać winna geologię, gdyż ta rozpatruje ziemię jako całość i kreśli całokształtu tego historyę.

Ostatniemi czasy usiłowano zakres mineralogii rozszerzyć i uczynić z niej naukę o ciałach nieorganicznych wogóle, naukę, któraby obejmowała nie tylko minerały, lecz i wszystkie inne twory przyrody nieożywionej. W dziedzinie chemii odkryto bardzo wiele związków nowych, które w istocie są także ciałami naturalnemi, a których poznanie pod względem krystalograficznym i chemicznym jest równie ważne, jak znajomość minerałów. Sposób powstawania tych ciał różni się jednak zasadniczo od tworzenia się minerałów; stąd włączanie do historyi naturalnej przedmiotu, tak dla niej obcego i należącego raczej do chemii opisowej, zdaje się być rzeczą niewłaściwą.

**2. Rozwój nauki.** Już w najodleglejszych epokach życia kulturalnego początek ziemi i jej dzieje późniejsze stanowiły przedmiot roztrząsań i dociekań, a spekulacye geologiczne rozmaita przybierały postać. Ale wiadomości, dotyczące pojedynczych części składowych skorupy ziemskiej, były naówczas bardzo szczupłe. O jednym tylko złocie i minerałach, które w społeczeństwach pierwotnych cenione były, jako klejnoty ozdobne, znajdujemy wzmianki w zabytkach piśmiennictwa nawet najdawniejszych. Arystoteles i uczeń jego Teofrast zbierali i spisywali wiadomości o innych także minerałach. Pliniusz Starszy, który utracił żywot w r. 79 po Chr., podczas wybuchu Wezuwiusza, zgromadził wszystkie dostępne dlań wiadomości o kamieniach i pozostawił niedokładne ich opisy, — pomimo podanych nazw, niepodobna z nich najczęściej dociec, o jakim mineralu traktują. Po upadku kultury greckiej i rzymskiej, pielęgnowaniu nauk przyrodniczych poświęcili się arabowie. Lekarz arabski Avicenna (980 — 1036) odróżniał już kamienie, minerały palne, sole i metale.

Gdy, po długiem uśpieniu, umysł ludzki znów zaczął się dla nauki w Europie budzić, górnictwo niemieckie pierwsze dało pochop do poznawania świata mineralnego. Jerzy Agricola, lekarz jachimowski i kamienicki (1494—1555), w dziele swem: „De natura fossilium“ (r. 1546) opisał wszystko, czego się był z pism starożytnych i od górników okolicznych nauczył lub przez własne dociekił postrzeżenia. Spotykamy w nim nazwy minerałów wyjęte wprost z ust gwarków staroniemieckich, jak kwarc, spat i t. p., ale same opisy mają już charakter naukowy, gdyż zwracają uwagę na własności minerałów takie, jak twardość, łupliwość, postać zewnętrzna, połysk. Rozkwit sztuk pięknych i odrodzenie nauk w wieku XVI nie znalazły bynajmniej oddźwięku na polu mineralogii, albowiem popęd do studyów przyrodniczych zwrócił się, dla przyczyn zrozumiałych, naprzód ku ruchomemu państwu gwiazd niebieskich. Atoli już w wieku następnym ważnych dokonano odkryć. Erazm Bartholin w r. 1670 poznał zjawisko podwójnego załamania światła w kalcycie, a Steno, w tym samym prawie czasie — stałość kątów kryształu. Odkrycia te, łącznie z licznemi zdobyczami naukowemi, dokonanemi przez Boylea w zakresie chemii mineralnej, stworzyły podstawy nauki o świecie kamieni. Ale dopiero w wieku XVIII zdolano głębiej wniknąć w istotę tej dziedziny.

Jakkolwiek próba rozklasyfikowania minerałów, na podobieństwo zwierząt i roślin, według ich cech zewnętrznych, przedsięwzięta przez znakomitego przyrodnika szwedzkiego, Linneusza (1707—1778), nie była udatną, to jednak z pomiędzy jego współziomków powstałi gorliwi mineralogowie, jak np. Cronstedt (1722—1765) i in. Obeznani z procesami hutniczymi, tudzież własnymi wzbogaceni doświadczeniami, zajęli się oni głównie chemicznymi własnościami minerałów i grupowali je podług głównych części składowych. Prawidłowe kształty kryształów, traktowane przedtem dorywczo, zwróciły baczniejszą uwagę Romé de l'Isle'a, który w r. 1783 wydał opis i rysunki znanych mu postaci krystalicznych. Wszakże odkrycie ogólnego prawa, któremu podlegają wszystkie kryształy, należące do tego samego minerału, było dopiero dziełem opata Hauy w Paryżu (1743—1822). Wprawdzie przed nim jeszcze chemik Torbern Bergman dowiódł, że wszystkie bardzo rozmaite postaci kalcytu dadzą się otrzymać przez układanie jednego tylko romboedru, Hauy jednak, niezależnie od Bergmana, nietylko do podobnej doszedł idei, lecz także wypowiedział prawo ogólne, obejmujące zarówno kalcyt, jak wszystkie inne minerały. Prawo to opiewa, że kryształy jednego i tego samego minerału ukazują się w tych tylko postaciach, które dadzą się zbudować z cząstek jednakowej wielkości i kształtu. Forma tych cząsteczek otrzymała nazwę postaci zasadniczej. Od tej chwili, na zasadzie prawa Hauyego, można już było naprzód obliczać kąty kryształów. Hauy wykazał również i praktyczną stronę swojego odkrycia. Określając postaci zasadnicze, zdołał on odróżnić wiele takich minerałów, które przedtem były skupiane bezładnie w jednym gatunku. Rozbiory chemiczne Klaprotha, Vauquelina i in. stwierdziły jednocześnie tę odmienność minerałów o rozmaitych postaciach zasadniczych. Zależność kształtów krystalicznych od składu chemicznego zaczęła powoli występować na jaw, a systematyka minerałów nowe pozyskała podstawy. Od Hauyego datują się również pierwsze badania minerałów pod względem ich własności fizycznych.

W Niemczech, w tym samym czasie, lecz w innym kierunku, rozwinął swą działalność A. S. Werner (1750—1817); odróżnianie minerałów sprowadził on do określania ich najprostszych cech zewnętrznych; jego porywające wykłady w Szkole Górniczej we Freibergu ściągaly słuchaczów i uczniów ze wszystkich części świata i obudziły zainteresowanie się mineralogią w kołach obszernych. Klasyfikacja Wernera, uwzględniająca prace mineralogów szwedzkich, opiera się na podstawach chemicznych. Berlińczyk, Chrystyan Samuel Weiss (1780—1856), zjednał kierunkowi krystalograficznemu w Niemczech wielu zwolenników, — udoskonił on metodę Hauyego przez wprowadzenie pojęcia osi kryształu, stworzył zasady nauki o zonach, czyli pasach, i wskazał liczne jej zastosowania. F. Mohs (1773—1839, z początku we Freibergu, później w Wiedniu) dzieli z dwoma poprzedzającymi sławę reformatorów krystalografii geometrycznej. Był on pozatem żarliwym wyznawcą Wernera i usiłował oprzeć podział minerałów wyłącznie na ich cechach zewnętrznych. Metoda jego, którą sam nazwał przyrodniczą, różni się jednak od systematów Wernera i Hauyego głównie tem, że nie uznaje znaczenia składu chemicznego minerałów. Wywołała ona krytykę bardzo ostrą ze strony znakomitego



chemika szwedzkiego, Berzeliusa, który jednak popadł w drugą ostateczność, upatrując w mineralogii tylko pewną część chemii.

Odtąd kierunki badań mineralogicznych zaczęły się rozbiegać coraz to bardziej i bardziej; jedni badacze wkraczali w tę dziedzinę drogami geometrii i fizyki, inni zaś torami chemii do tegoż zdążali celu. Zresztą wraz z rozszerzeniem się widnokregu tych badań musiała powstać potrzeba podziału pracy. Kierunek chemiczny, znakomicie udoskonalony przez Berzeliusa, któremu zawdzięczamy rozbiory wielu ciał mineralnych podług metod nowszych i dokładniejszych, doprowadził do odkrycia izomorfizmu, kiedy Mitscherlich wykazał, że ciała o różnym składzie chemicznym posiadają częstokroć jednakowe lub podobne postaci krystaliczne. Metody analityczne, dzięki pracom chemicznym Henryka Rosego i R. Bunsena, wzniosły się do nieprzewidywanej ścisłości. Liczne badania Stromeyera, Plattnera, Damoura, v. Kobella, Scheerera, Rammelsberga i wielu innych dostarczyły nam dokładnych wiadomości o składzie chemicznym minerałów, zarówno już znanych, jak wielu nowych. Z poszukiwań tych okazało się, że znaczna liczba minerałów tworzy proste związki chemiczne, gdy inne, częstokroć bardzo rozpowszechnione, jak np. feldspaty, augity, powstały przez jednoczesną i wspólną krystalizację kilku naraz związków chemicznych. Ta wspólność krystalizacji skomplikowanej nieraz mieszaniny stała się następnie jedną z najważniejszych podstaw pojęcia o budowie kryształów wewnętrznej, czyli cząsteczkowej (molekularnej). Nowsza atomistyka, przyjęta przez chemię, wpłynęła także na ustalenie zasadniczych pojęć mineralogii, ona to bowiem wyjaśniła zależność od jednej wspólnej przyczyny wszystkich własności minerału, zarówno chemicznych i fizycznych, jak krystalograficznych.

Ow ustalony przez Hauyego pogląd, rozpatrujący budowę kryształów jednocześnie jako zjawisko mechaniczne, został następnie przyjęty przez Bravaisa w Paryżu i przez Frankenheima we Wrocławiu,—badacze ci kształtów zewnętrznych kryształu i jego łupliwości wnosili o regularności wewnętrzного układu cząsteczek, nie nieruchomych już jednak, lecz zawieszonych. Sohncke i Mallard rozwinęli dalej teorię budowy ciał krystalicznych — pierwszy z nich wyświecił zasadniczą własność kryształów, symetrię, jakkolwiek odkrycie rządzącego nią prawa zostało dokonane już w r. 1830 przez Hessela, a później, na drodze geometrycznej, przez Gadolina.

Tymczasem krystalografia stosowana kroczyła drogą, jaką jej uTORowały prace Naumanna, Millera i in. Pierwszy z nich przez zastosowanie geometrii analitycznej nadał metodom krystalograficznym wielką elegancję, a przez swe proste przedstawienie przedmiotu udostępnił zrozumienie powszechne tej trudnej dyscypliny, gdy Quenstedt rozwijał dalej metodę S. C. Weissa, a Liebisch, w czasach już najnowszych, wypracował konsekwentny wykład nauk krystalograficznych. Zastosowanie krystalografii rachunkowej, dokonane z wielkiem powodzeniem i umiejętnością przez G. Rosego i G. vom Ratha, doprowadziło do dokładnej znajomości postaci krystalicznych bardzo wielu minerałów. Ta abstrakcyjna umiejętność geometryczna stała się jednak nauką żywą, rzecz można obdarzoną ciałem i krwią, dopiero wtedy, gdy odkryto związek pomiędzy kształtami zewnętrznymi kryształu i jego własnościami fizyczne-



mi, a nadewszystko gdy prawa zjawisk świetlnych w kryształach zostały dokładniej poznane. Wykazali je naprzód na kilku minerałach oddzielnych Brewster, Biot, Sénarmont, lecz kiedy następnie metody badań optycznych w sprawnych rękach Haidingera, Kobella, Grailicha znacznej nabrały dokładności, mógł wreszcie Descloizeaux przystąpić do systematycznego badania minerałów przezroczystych. Po tych pracach przygotowawczych P. Groth podjął zadanie spopularyzowania zasadniczych metod badania, a następnie ujęcia w wykładzie ciągłym i konsekwentnym, zarówno postaci zewnętrznych ciał krystalicznych, jak i odpowiadających im własności fizycznych. Wkrótce metody optyczne stały się ogólną własnością mineralogów, — zastosowano je do odróżniania wszystkich minerałów przezroczystych, a przez dokładne w tym kierunku studia poznano najdrobniejsze szczegóły budowy kryształów, która w wielu przypadkach okazała się równie subtelną i zawiłą, jak ustrój organizmów.

Powołane w tym samym czasie do życia badania mikroskopowe, dzięki pracom D. Brewstera, Gustawa Rose, Sorbyego i Zirkela, zjednały sobie wkrótce licznych przyjaciół. Gorliwości tego ostatniego badacza mineralogii zawdzięcza niepospolity rozwój swych badań. Szczegóły budowy minerałów, ich wzajemne stosunki i pokrewieństwa zostały dokładnie poznane. Zwłaszcza wiadomości nasze o rozpowszechnieniu niektórych minerałów uległy zmianom zasadniczym, okazało się bowiem, że minerały, znane przedtem w kilku zaledwie punktach ziemi, są w istocie pospolitemi częściami składowymi jej skorupy. Rzecz zrozumiała, że kierunek ten, mający na celu subtelną anatomię minerałów oraz ich skupień, rozwija się coraz dalej, a metody jego, wypróbowane krytycznie przez badaczy tak biegłych, jak Rosenbusch i in., zyskują coraz to więcej na swej dokładności.

Nauka o skałach, której twórcą pierwotnym był Werner, doszła tym sposobem do rozmiarów imponujących, ale i wiadomości nasze o występowaniu, tudzież genetycznej łączności minerałów wogóle, a w pokładach kruszcowych w szczególności, rozszerzyły się znacznie dzięki pracom Breithaupta, B. Cotty, F. Sandbergera i wielu innych.

Systematyka w czasach nowszych mniejszą do pewnego stopnia budzi uwagę, gdyż ani jednostronny kierunek fizyczny, ani w drugą wpadający ostateczność kierunek chemiczny, nie doprowadziły do wyników zadawalniających. Breithaupt kroczył śladami Wernera i Mohsa; G. Rose grupował minerały według zasady chemicznej i fizycznej — jednocześnie; Naumann także usiłował stworzyć podział, któryby odpowiadał obu wymaganiom w sposób konsekwentny; J. Dana za podstawę swej klasyfikacji przyjął wyłącznie tylko skład chemiczny. Atoli większość mineralogów upatrywała swe zadanie nie w wystawianiu systematów, lecz w skrętuem gromadzeniu faktów i spostrzeżeń ścisłych, w poznawaniu istoty ciał mineralnych przez ich wszechstronne studia. Skarbnica wiedzy mineralogicznej znakomicie się zubożyła licznymi odkryciami, dokonanymi przez wielu gorliwych badaczy, tak, że łączność pomiędzy rozmaitemi gatunkami minerałów występuje coraz to wyraźniej, a z nią ustalają się podstawy układu naturalnego.

Historia naturalna minerałów w znaczeniu ściślejszem, czyli nauka o tworzeniu się i przeobrażaniu ciał przyrodzonych, będących częściami składowemi skorupy ziemskiej, nie mogła podążać z równą zawsze szybkością za postępem dziedzin pokrewnych, a to dla licznych trudności, z jakimi się spotykają odpowiednie spostrzeżenia i doświadczenia. Pierwszy G. Bischof (1792—1870) historię rozwoju minerałów podniósł do godności samoistnej i ważnej gałęzi przyrodoznawstwa, a zarówno pracami własnymi, jak zestawieniem postrzeżeń obcych dowiódł nieustannego tworzenia się i rozkładania ciał w obrębie skorupy ziemskiej, t. j. w świecie nieożywionym. Haidinger usiłował sprowadzić niektóre z tych procesów do zasad prostych, ogólnych, a J. R. Blum i J. Roth ułatwili ich pojmowanie przez zestawienie odpowiednich spostrzeżeń. Sénarmont i Daubrée z powodzeniem wkroczyli na drogę syntetyczną i otrzymali sztucznie szereg minerałów w warunkach, podobnych do panujących w przyrodzie. Tę ostatnią metodę Lemberg połączył z wcześniej do życia powołaną, analityczną, celem doświadczalnego odtworzenia przeobrażeń, jakim minerały podlegają. W dobie najnowszej badacze z jednej strony podążają w kierunku, tylko co wskazanym, z drugiej zaś w studyach mikroskopowych procesów rozkładu gromadzą obfity materiał, który łącznie ze spostrzeżeniami geologicznymi ma nam kiedyś wyświełlić zjawiska, będące życiem ziemi.

**3. Podział.** Mineralogia, jako doktryna, traktowana zwykle bywa w dwóch częściach: ogólnej i szczegółowej. Mineralogia ogólna obejmuje naukę o zjawiskach, właściwych wszystkim minerałom lub znaczniejszej ich liczbie, jak również rozpatruje ogólne stosunki świata mineralnego, mineralogia zaś szczegółowa opisuje oddzielne gatunki minerałów, każdy z osobna, lecz w porządku systematycznym.

Mineralogia ogólna składa się z kilku części, z których jedna zajmuje się kształtami minerałów, czyli ich morfologią, rozpadającą się na krytalografię, t. j. naukę o postaciach prawidłowych, tudzież na naukę o złożeniu minerałów, czyli sposobach skupiania się oddzielnych osobników. Część druga jest mineralogią fizyczną, rozpatrującą zjawiska fizyczne, trzecia — mineralogią chemiczną, której zadaniem jest poznanie składu i własności chemicznych minerałów, czwarta traktuje o występowaniu minerałów w przyrodzie, piąta, czyli historia rozwoju, wyjaśnia tworzenie się i przeistaczanie minerałów, szósta wreszcie — klasyfikacya — roztrząsa krytycznie zasady ich podziału systematycznego.

Wszystkie te odłamy mają na widoku tylko ogólne własności minerałów, ich wzajemne stosunki oraz zmiany, i z tego względu część ogólna jest poniekąd fizyologią minerałów. Równocześnie jednak podaje ona nazwy pospolicie używane, czyli terminy tych własności poszczególnych, które służą do odróżniania minerałów, — w części ogólnej mieści się zatem do pewnego stopnia i terminologia. Dawniej, kiedy zadanie historii naturalnej sprowadzało się tylko do tłumaczenia pojęć o ciałach przyrodzonych i do ich szeregowania, a więc do prostego ciał tych opisu wedle zasad sztuki, — część ogólna była poprostu



terminologią, w której fizyologia odgrywała rolę podrzędną. Dziś stosunek ten stał się odwrotnym.

Część mineralogii szczegółowa podaje charakterystykę oddzielnych gatunków mineralnych w porządku systematycznym. Część ta — fizyografia — opisuje zatem minerały i według pewnych zasad szykuje; prócz tego zajmuje się ona w szczególności stosunkami genetycznymi, sposobami powstawania i przeobrażania się, jak również występowaniem i rozpowszechnieniem oddzielnych minerałów w przyrodzie. Co się tyczy zastosowań technicznych, będących przedmiotem liturgiki, tudzież znaczenia komercyjnego rozmaitych ciał mineralnych, to wykład naukowy mineralogii poprzestaje zwykle na wiadomościach tylko najważniejszych.

**4. Studyowanie mineralogii.** Nauka mineralogii wymaga dziś pewnych elementarnych wiadomości przygotowawczych. Wyrobinienie pojęcia o stosunkach postaci zewnętrznych dostępne jest tylko dla tego, komu nie są obce elementarne zasady geometryi. Samodzielne postrzeżenia i obliczania w dziedzinie krystalografii polegają na zastosowaniu najprostszych twierdzeń geometryi analitycznej i trygonometrii kulistej. Dokładne poznanie i zrozumienie zjawisk fizycznych, stosunków substancjonalnych, tworzenia się i przeobrażania minerałów nie jest możliwe bez znajomości zasadniczych praw fizyki i chemii, a zwłaszcza optyki i chemii mineralnej. Do studyów ściślejszych konieczną jest nadto biegła znajomość chemii analitycznej, którą tylko przez dłuższą praktykę nabyć można. Okoliczność to często pomijana, i dlatego musimy tu na nią położyć nacisk szczególniejszy. Ze, obok studyowania zbiorów i badań laboratoryjnych, spostrzeżenia w przyrodzie powinny być prowadzone jak najgorliwiej, rzecz ta, będąc sama przez się zrozumiałą, wyjaśnień bliższych nie wymaga.

Dla tych niezbędnych przygotowań przedwstępnych, które muszą być zaczerpnięte z umiejętności pomocniczych, zdobycie poważniejszej wiedzy mineralogicznej wydawać się może dość utrudnionem, wszakże dwie okoliczności działają dziś pospół, aby naukę tę ułatwić, a drogę badań samoistnych wygładzić. Po pierwsze metoda nauczania, kładąca nieustannie nacisk na łączność zjawisk, staje się coraz prostszą, a po wtóre instytuty mineralogiczne i pracownie, zakładane w latach ostatnich, starają się prowadzić ucznia drogą jak najkrótszą do postrzeżeń samodzielnych i doświadczeń odpowiednio dobranych. Skutki pomyślne takiego postępowania widoczne są już dzisiaj. Zainteresowanie się umiejętnością mineralogiczną wzmogło się znacznie, a koła gorliwych badaczy — z radością to postrzegamy — rozszerzają się nieustannie.

**5. Literatura.** Z dzieł ogólnych i czasopism, posiadających dla mineralogii znaczenie ważniejsze, możemy tu przytoczyć następujące:

Podręczniki i dzieła wyczerpujące:

Handbuch der Mineralogie przez C. A. S. Hoffmanna, ciąg dalszy przez A. Breithaupt. 4 tomy. Freiberg 1811 — 1817.



- Haüy. *Traité de minéralogie*, wyd. drugie, 4 tomy z atlasem. Paryż 1822.  
 Beudant. *Traité de minéralogie*, wyd. 2. Paryż 1830—1832.  
 Mohs. *Leichtfassliche Anfangsgründe der Naturgeschichte des Mineralreichs*, wyd. 2. Wiedeń 1836—1839.  
 Breithaupt. *Vollständiges Handbuch der Mineralogie*. Drezno 1836—1847.  
 Hausmann. *Handbuch der Mineralogie*, w 3-ch częściach. Getynga 1828—1847.  
 Haidinger. *Handbuch der bestimmenden Mineralogie*, wyd. 2. Wiedeń 1851.  
 Phillips. *Elementary introduction in Mineralogy*. Wyd. nowe Brookea i Millera. Londyn 1852.  
 Dufrénoy. *Traité de minéralogie*, wyd. 2. Paryż 1856—1859.  
 Naumann. *Elemente der Mineralogie*, wyd. 13, opracowane przez Zirkela. Lipsk 1898.  
 Quenstedt. *Handbuch der Mineralogie*, wyd. 3. Tubinga 1877.  
 Descloizeaux. *Manuel de Minéralogie*. Tom I, Paryż 1862. Tom II, 1. 1874.  
 Dana J. *System of Mineralogy*, wyd. 6 przez E. S. Dana. Nowy Jork 1898.  
 Dana E. *Textbook of Mineralogy*, wyd. 2. Nowy Jork 1883.  
 Bauer M. *Lehrbuch der Mineralogie*. Berlin 1886.  
 Hintze C. *Handbuch der Mineralogie*. Tom II. Lipsk 1897. (Tom I wychodzi obecnie).

### Dzieła z zakresu krystalografii i kryształofizyki:

- Naumann. *Lehrbuch der reinen und angewandten Krystallographie*. 2 tomy. Lipsk 1829—1830.  
 Kupffer. *Handbuch der rechnenden Krystallonomie*. Petersburg 1831.  
 Miller. *Treatise on Crystallography*. Cambridge 1839.  
 Rammelsberg. *Lehrbuch der Krystallkunde*. Berlin 1852.  
 Naumann. *Elemente der theoretischen Krystallographie*. Lipsk 1856.  
 Miller. *Lehrbuch der Krystallographie*, przekład niemiecki, uzupełniony przez J. Grai-  
 licha. Wiedeń 1856.  
 Karsten H. *Lehrbuch der Krystallographie*, Lipsk 1861.  
 Kopp. *Einleitung in die Krystallographie*, wyd. 2. Brunświk 1862.  
 v. Lang. *Lehrbuch der Krystallographie*, Wiedeń 1866.  
 Schrauf. *Lehrbuch der physikalischen Mineralogie*. 2 tomy. Wiedeń 1866 i 1869.  
 Bravais. *Études cristallographiques*. Paryż 1866.  
 Quenstedt. *Grundriss der bestimmenden und rechnenden Krystallographie*. Tubinga 1873.  
 Rose G. *Elemente der Krystallographie*, wyd. 3. Berlin 1873. Tom drugi przez Sade-  
 becka 1876, trzeci przez Webskiego 1887.  
 Groth. *Physikalische Krystallographie*, wyd. 3. Lipsk 1895.  
 Klein C. *Einleitung in die Krystallberechnung*. Sztutgard 1876.  
 Mallard. *Traité de Cristallographie*. Tom I. Paryż 1879. T. II. 1884.  
 Sohncke. *Entwicklung einer Theorie der Krystallstructur*. Lipsk 1879.  
 Liebisch. *Geometrische Krystallographie*. Lipsk 1881.  
 „ *Physikalische Krystallographie*. Lipsk 1891.  
 Schönflies. *Krystallsysteme und Krystallstructur*. Lipsk 1891.  
 Hecht. *Anleitung zur Krystallberechnung*. Lipsk 1893.

### O własnościach mikroskopowych minerałów traktują:

- Rosenbusch. *Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigsten Mineralien*, wyd. 3. Sztutgard 1892.  
 Zirkel. *Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine*. Lipsk 1873  
 „ *Lehrbuch der Petrographie*. 3 tomy. Lipsk 1893—1894.  
 Fouqué et Michel Lévy. *Minéralogie micrographique*. Paryż 1879.  
 Cohen. *Sammlung von Mikrophotographien zur Veranschaulichung der mikroskopi-  
 schen Structur von Mineralien und Gesteinen*. 80 tablic. Wyd. 2. Sztutgard 1884.  
 Lévy A. Michel et A. Lacroix. *Les minéraux des roches*. Paryż 1888.

Skład chemiczny minerałów oraz metody badań analitycznych podają dzieła następujące:

- Rose H. Handbuch der analytischen Chemie. Wydanie R. Finkenera. 2 tomy. 1867—1871.  
 Wöhler. Die Mineralanalyse, wyd. 2. Getynga 1862.  
 Plattner. Die Probirkunst mit dem Löthrohre, wyd. 5 T. Richtera. Lipsk 1877.  
 Fresenius. Anleitung zur qualitativen Analyse, wyd. 16. 1894.  
 „ Anleitung zur quantitativen Analyse, wyd. 6. Tomów 2. Brunświk 1873—1887.  
 Rammelsberg. Handbuch der Mineralchemie, wyd. 2. Lipsk 1875. Dodatki: I, 1886 i II, 1895.

Do określania minerałów możemy polecić:

- v. Kobell. Tafeln zur Bestimmung der Mineralien, wyd. 13 Oebbekego. Monachium 1894.  
 Fuchs. Anleitung zum Bestimmen der Mineralien, wyd. 3 A. Strenga. Giessen 1890.  
 Hirschwald. Anleitung zur systematischen Löthrohranalyse. Lipsk 1891.  
 Brush. Manuel of determinative Mineralogy. Nowy Jork 1875.  
 Weisbach. Tabellen zur Bestimmung der Mineralien nach äusseren Kennzeichen, wyd. 3. Lipsk 1892.

Powstawanie, przeobrażanie się i sztuczne odtwarzanie minerałów są przedmiotem dzieł następujących:

- Bischof G. Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie, wyd. 2. Bonn 1863—1866.  
 Volger. Studien zur Entwicklungsgeschichte der Mineralien. Zurych 1854.  
 Blum. Die Pseudomorphosen des Mineralreiches. Sztutgard 1843, tudzież dodatki: 1847, 1852, 1863, 1879.  
 Roth. Allgemeine und chemische Geologie. 3 tomy. Berlin 1879—1890.  
 Fuchs Ueber die künstlich dargestellten Mineralien. Harlem 1872.  
 Daubrée. Etudes synthétiques de Géologie experimentale. Paryż 1879. Tłumaczenie niemieckie Gurlta. Brunświk 1880.  
 Fouqué et M. Lévy. Synthèse des minéraux et des roches. Paryż 1882.  
 Bourgeois. Reproduction artificielle de minéraux. W Encyclopédie chimique Frémyego. 1884.  
 Dölter C. Allgemeine chemische Mineralogie. Lipsk 1890.  
 Meunier S. Les methodes de synthèse en minéralogie. Paryż 1891.  
 Brauns R. Chemische Mineralogie. Sztutgard 1896.

O wspólnem występowaniu, czyli paragenecie minerałów traktują:

- Breithaupt. Die Paragenesis der Mineralien. Freiberg 1849.  
 v. Cotta. Die Lehre von den Erzlagertstätten. Fryburg 1859—1861.  
 v. Groddeck. Die Lehre von den Lagerstätten der Erze. Lipsk 1879.

Prócz tego podręczniki petrografii i dzieła zbiorowe, przytoczone na początku części szczegółowej.

Zestawienia, sprawozdania i t. p.:

- Groth. Tabellarische Uebersicht der Mineralien, geordnet nach ihren krystallographischen chemischen Beziehungen, wyd. 4. Brunświk 1898  
 „ Die Mineraliensammlung der Universität Strassburg. Sztrasburg 1878  
 Hessenberg. Mineralogische Notizen, 11 zeszytów. 1856—1873.  
 v. Kokscharow. Materialien zur Mineralogie Russlands. Tomy 1—10.

Kenngott. Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen. 13 tomów. 1844—1865.

Jahresberichte der Chemie und verwandter Wissenschaften. 1849—1886.

Czasopisma, zawierające przeważnie lub między innemi rozprawy mineralogiczne:

Annalen der Physik und Chemie, wydawane w Lipsku przez Pogendorffa od r. 1824 do 1877, później — przez Wiedemanna.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Petæontologie, wydawany przez Leonarda i Geinitza od r. 1833 w Sztutgardzie. Od r. 1879 — przez Beneckiego, Kleina i Rosenbuscha, ostatnio — przez Bauera, Damesa († 1899) i Liebicha.

Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. Berlin, od r. 1849.

Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe der kais. Akademie der Wissenschaften. Wiedeń, od r. 1848.

Mineralogische Mittheilungen, gesammelt von G. Tschermak. Wiedeń 1871—1877.

Nowa serya p. t.: Tschermaks Mineralog. und petrographische Mittheilungen, od roku 1878. Obecnie pod redakcją F. Beckego.

The mineralogical Magazine and Journal of the Mineralogical Society. Londyn, od r. 1876.

Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie, wyd. przez P. Grotha. Lipsk, od roku 1877.

Bulletin de la société minéralogique de France. Paryż, od r. 1878.

Sanconi F. Giornale di Mineralogia, Cristallografia e Petrografia. Medyolan, od r. 1890.

Historyę mineralogii podają:

Whewell. Geschichte der inductiven Wissenschaften. Tłómaczenie niemieckie przez J. Littrowa. Sztutgard 1839.

Marx. Geschichte der Krystallkunde. Karlsruhe i Baden 1825.

Lenz. Mineralogie der alten Griechen und Römer. Gota 1861.

v. Kobell. Geschichte der Mineralogie von 1650—1865. Monachium 1865.



# CZĘŚĆ OGÓLNA.

## I. Morfologia.

**6. Kryształy i ciała krystaliczne.** Minerale w ogromnej większości przypadków są ciałami stałymi, składającymi się z jednego lub wielu jednakowych, jak się to często mówi, osobników (indywiduów). Te ostatnie są jednorodne (homogeniczne) i we wszystkich swych częściach jednakowe posiadają własności, tak, że tylko ciała obce, osadzone w nich przypadkowo, jednorodność tę przerwać mogą. Osobniki miewają pewną określoną budowę wewnętrzną i odpowiadające jej prawidłowe kształty zewnętrzne, — wtedy nazywamy je kryształami, albo też, posiadając pewien określony ustrój wewnętrzny, ukazują się jednak w nieprawidłowych i przypadkowych formach zewnętrznych, — wtedy nie nazywamy już ich kryształami, lecz tylko ciałami krystalicznymi. Ogromna większość minerałów występuje zatem bądź w kryształach wykształconych, bądź też w przypadkowej postaci ciał krystalicznych. Pospolicie znane kryształy kwarcu, kalcytu, pirytu są przykładami indywiduów, rozwiniętych należycie, natomiast ziarnisty wapień lub gips włóknisty składają się z oddzielnych ziarn i włókien, czyli z osobników, które, nie mogąc się swobodnie rozwijać, przybrać musiały postaci nieprawidłowej, przypadkowej. Kryształ od osobnika krystalicznego tego samego minerału różni się zatem tylko zewnętrznie, albowiem budowa wewnętrzna obu jest jednakowa.

Skorupa ziemską składa się po największej części z krystalicznych mas skalnych lub ich okruchów. Niektóre z tych mas kryją w sobie niezliczoną mnogość kryształów drobnych, a także większych; pierwsze z nich, występujące daleko obficie, dają się jednak dostrzegać tylko przy zastosowaniu mikroskopu. Kryształy, ładnie wykształcone i dla oka gołego widzialne, trafiają się natomiast w próżniach i szczelinach skał, gdzie są osadzone na ścianach. Oko nieuzbrojone napotyka zatem w przyrodzie najczęściej nie kryształy, lecz tylko minerały krystaliczne.

**7. Minerale bezpostaciowe.** Są jednak minerały stałe, nie posiadające indywidualności morfologicznej i, jak to z własności ich wnosić należy, prawi-

dłowej budowy wewnętrznej. Są one z tego względu podobne do minerałów ciekłych i dlatego też nazywamy je minerałami bezpostaciowymi, czyli amorficznymi. Przykładem bezpostaciowego ciała stałego jest opał, gdy woda jest uosobieniem stanu ciekłego. Pomiędzy właściwym stanem ciekłym a stałym istnieją stany skupienia przejściowe, jak półciekły, właściwy smołom mineralnym, kłajstrowaty lub brejowaty, z którego powstaje magnezyt bezpostaciowy, szlamisty i galaretowaty, od którego się poczyną tworzenie opalu. Znamy pewną liczbę ciał takich, których cząsteczki w cieczy pierwotnej nie były rozpuszczone, lecz tylko nakształt kłajstru zawieszone. Ciała te, za przykładem Grahama, nazwiemy *koloidami*, dla odróżnienia od *krystaloidów*, które rozpuszczają się całkowicie w cieczach, a przez parowanie tych ostatnich wydzielają się napowrót w postaciach krystalicznych. Minerały bezpostaciowe, powstające ze stanu galaretowego, zostały przez Breithaupta nazwane *porodynowymi*. Inne zaś, które, jak szkło, tworzą się przez zastyganie stopów ognisto-ciekłych, wzięły nazwę minerałów *hyalinowych*. Przykładem tych ostatnich jest obsydian.

**8. Rozmiary osobników.** Wielkość osobników tego samego minerału podlega wahaniom nader rozległym. Kryształki lub ziarnka kwarcu bywają tak drobne, że możemy je rozpoznać tylko przy pomocy dobrego mikroskopu; z drugiej strony, ten sam kwarc tworzy kryształy długie na metr i więcej. Indywidua feldspatów, których wymiary są bardzo często mikroskopijne, dochodzą jednak niekiedy kilku metrów średnicy. Rozmiary indywiduów nie stanowią zatem cechy istotnej, jakkolwiek zaznaczyć należy, że w ogólności tylko minerały najpospolitsze napotykanne są w osobnikach wielkich lub nawet ogromnych, inne zaś tworzą zazwyczaj tylko drobne kryształki i wogóle osobniki.

**9. Kryształ.** Kryształy są to ciała stałe, równomiernie objęte ścianami, powstające z roztworu płynnego przez prawidłowe narastanie. Kształty ich zewnętrzne są zatem bezpośrednim wynikiem prawidłowej budowy wewnętrznej, pozostającej z postacią kryształu w związku koniecznym, przyczynowym. Kryształy skończone związek ten ujawniają we właściwej im wielu łupliwości. Własność ta polega na tem, że kryształy dają się rozłupywać w pewnych, ściśle określonych kierunkach, a powstające przytem płaszczyzny są równe, błyszczące i mają to samo położenie stosunkowe, co i właściwe ściany kryształu. Zewnętrzna, graniasto-bryłowa postać kryształu jest zatem tylko odbiciem i jakby powtórzeniem jego ustroju wewnętrznego.

Kryształy nie stanowią jednak wyłącznej właściwości minerałów, lecz wogóle są bardzo ważną cechą wszystkich innych ciał przyrody nieożywionej. Przekonywają nas o tem kryształy cukru, kamienia winnego. Nauka o kryształach nie jest zatem częścią mineralogii, lecz umiejętnością samodzielną, obejmującą wszystkie ciała krystaliczne, bez względu na to, czy są one wytworem łona ziemi, czy też produktami pracowni naukowych i przemysłowych, czy wreszcie dziełem przypadku w obrębie działalności ludzkiej lub życia organizmów zwierzęcych i roślinnych.

Całokształt wiadomości naszych o kryształach może być nazwany kryształoznawstwem, gdy naukę o postaciach zewnętrznych tych utworów zwykle oznaczamy mianem krystalografii, a do godności krystalonomii podnosimy tę tylko część nauki, która się zajmuje prawami powstawania kryształów. Kryształoznawstwo mieściłoby zatem w sobie, oprócz krystalografii właściwej, jeszcze naukę o własnościach fizycznych oraz ich stosunku do składu chemicznego kryształów.

Ściany kryształów odznaczają się prawie zawsze rysunkiem grubszym lub subtelniejszym, który również zależy od budowy wewnętrznej, a zarazem jest istotnym dowodem ścian tych prawdziwości. Przez umiejętne odłupywanie kryształów lub wogóle indywiduów krystalicznych możemy z łatwością otrzymać bryły foremne o ścianach gładkich, posiadające wszystkie inne własności kryształów, okrom przyrodzonego, t. j. pierwotnego, ich ograniczenia. Z osobników np. kalcytu lub soli kamiennej z łatwością dadzą się odłupać bryły równograniaste, łudząco podobne do kryształów naturalnych. Oko wprawne zdoła jednak po charakterze ścian odróżnić kryształy prawdziwe od brył, otrzymanych przez odłupywanie. Jeszcze łatwiej poznać można imitacje kryształów, np. ze szkła, albo minerały o ścianach sztucznie wyszlifowanych i zupełnie gładkich.

Częstokroć zdarzają się kryształy naturalne, które jednak nie są bezpośrednim wynikiem ich wzrostu. Przykładów tego zjawiska dostarczają nam kryształy, które doznały zmian wtórnych bądź drogą przekształcenia ustroju wewnętrznego, bądź też jednocześnie drogą przeobrażenia samej ich substancji. Tego rodzaju ciała wtórne, których substancja, budowa wewnętrzna albo też jedna i druga nie odpowiadają zewnętrznym kształtom pierwotnym, nazywamy zwykle kryształami fałszywymi, czyli pseudomorfozami, i, co zatem idzie, nie możemy ich zaliczać do kryształów właściwych.

**10. Powstawanie kryształów.** Kryształy powstają w tych przypadkach, kiedy ciała ze stanu płynnego przechodzą do stanu stałego. Stan ciał płynnych może być dwojaki: gazowy i ciekły. Z pary wodnej przez jej ochłodzenie powstaje śnieg, będący skupieniem drobnych kryształków lodu. Stop bizmutowy, stygnąc, ścina się w kryształy bizmutu. Najpospoliej kryształy powstają z roztworów, w których ciało ciekłe, czyli t. zw. rozpuszczalnik, rozpuszcza w sobie, przy zachowaniu pewnych warunków, jedno lub kilka ciał stałych. Każdy rozpuszczalnik w temperaturze określonej może zatrzymać w sobie tylko pewną ilość ciała stałego. Nazywamy go wtedy roztworem nasyconym tego ciała. Przeważna ilość rozpuszczalników zdolna jest w temperaturach wyższych rozpuszczać większe ilości ciał stałych, niż w niższych, a powstawanie kryształów w tym przypadku jest związane z opadaniem temperatury. Roztwór saletry w wodzie, nasycony w temperaturze 30° C., wydzieli z siebie kryształy, skoro się ochłodzi do 20°. Zmniejszenie ilości rozpuszczalnika musi także wywołać krystalizację tejże soli. Roztwór nasycony alunu w wodzie, tracąc ją przez parowanie, wydaje kryształy. Te ostatnie powstają często z roztworów, skoro



zmieszamy dwie rozpuszczone substancje, które, wzięte z osobna, w tych samych warunkach wcale nie są skłonne do krystalizacji. Nienasycony roztwór soli gorzkiej, zmieszany z takimże roztworem chlorku wapnia, wydziela kryształ gipsu. Atoli przyczyną tworzenia się kryształów w tym przypadku jest przemiana chemiczna, powołująca do życia ciało nowe, którego rozpuszczalność jest znacznie mniejsza. Na tej drodze otrzymać możemy wiele kryształów, które bywają znajdowane zwykle w szczelinach i próżniach skalnych tylko jako minerały, np. baryt lub cerusyt.

W przyrodzie kryształy tworzyć się mogą albo w stanie zawieszonym, kiedy unoszą się w środowisku płynnym, dostarczając im jednocześnie materii, do ich wzrostu niezbędnej, albo też w stanie osiadłym, kiedy jedna ich ściana wspiera się na stałej podstawie, inne zaś są zwrócone ku otaczającej je przestrzeni, wypełnionej ciałem płynnym.

Przykładem kryształów, powstałych w zawieszeniu, jest śnieg, krystalizujący się w powietrzu, lub kryształy pirytu, osadzone w glinie. Kryształy tego rodzaju, narastając stopniowo, niekiedy stykają się z sobą albo też opadają na podłoże, w którym najczęściej tracą postać pierwotną. Przykładem kryształów, które podczas wzrostu spoczywały na jednej ze ścian nieruchomo, są kryształy kwarcu i adularu, wypełniające szczeliny w gnejsie, kryształy kalcytu, często napotykanne na ścianach próżni w wapieniu lub piaskowcu. Kryształy narosłe są zatem właściwością próżni skalnych, gdy kryształy wrosłe, czyli powstałe w stanie swobodnego zawieszenia, są osadzone wewnątrz samychże skał.

Kryształy narosłe otrzymać możemy z łatwością, skoro roztwór nasycony pozostawimy w spokoju na wyparowanie. Celem otrzymania kryształów zawieszonych, dodajemy do roztworu ciała galaretowatego, np. kleju, w takiej ilości, by powstające kryształy nie mogły opadać na dno. Kryształy, rozwinięte prawidłowo ze wszystkich stron, możemy też hodować sztucznie, zawieszając je w roztworze na włosku albo cienkim druciku. Przy pewnej wprawie, na drodze tej dają się otrzymywać kryształy niezwykle piękne i doskonale wykształcone; są one godne umieszczania w zbiorach, obok kryształów naturalnych, które muszą im nawet często ustępować pierwszeństwa. Taka hodowla kryształów udaje się jednak pomyślnie tylko w tych razach, kiedy badane ciała rozpuszczają się w wodzie w ilościach większych, tak, że cała czynność polega tu na manipulacjach z roztworami wodnymi, nasyconymi. Sztuczne otrzymanie kryształów wielu ciał mineralnych, napotykanych w przyrodzie, jest natomiast rzeczą bardzo trudną, a niektóre usiłowania w tym względzie całkiem się nawet nie powiodły. Powtarza się tu zatem to samo, co widzimy u ogrodnika, który jest w stanie hodować na powietrzu tylko pewną liczbę roślin, zależnie od klimatu, a w przestrzeniach zabezpieczonych również tylko ograniczoną ich ilość pielęgnowaniem skutecznem otoczyć może. W tych jednak granicach dochodzi on częstokroć do rezultatów, które przewyższają efekty wzrostu wolnego na łonie przyrody.

**II. Wzrost.** Kryształy już w pierwszej chwili swego istnienia, odkąd je tylko zaczyna dostrzegać oko badacza, są często tak samo ukształtowane, jak

i później, kiedy rozmiary swoje znacznie powiększą. Wzrost ich polega poprostu na jednostajnem układaniu się materyi, przechodzącej ze stanu ciekłego w stan stały. Ta jednostajność sprowadza układanie się warstw zupełnie jednorodnych, albowiem ściany kryształu dużego są równoległe do tych, jakimi był otoczony kryształ mały, a ich krawędzie i kąty są jednakowo wyraźne i ostre, fig. 1. Jeśli jakikolwiek ułamek kryształu, zanurzając w roztwór przesycony, zmusimy do wzrostu, to powstanie zeń wkrótce kryształ nowy i całkowity, w którym ów ułamek zajmie to samo położenie, jakie miał w kryształcie pierwotnym, starym, fig. 2.

A zatem każda cząsteczka kryształu ma własność przyciągania innych, sobie podobnych, i układania ich w sposób prawidłowy. Każda cząsteczka posiada tę samą siłę kształtującą, i pod tym względem wszystkie cząsteczki kryształu są sobie równe. Muszą więc one mieć postać jednakową, jeśli ta wogóle jest ich właściwością; muszą mieć zarazem i wielkość jednakową, gdyż, jeśliby ta była różna, nie mogłyby wytwarzać warstw jednostajnych; muszą nadto podczas wzrostu szykować się równoległe, albowiem w razie przeciwnym narastający ułamek nie przybierałby pierwotnej postaci kryształu, którego był częścią, lecz jakiegokolwiek bądź kształty przypadkowe.

Podczas wzrostu kryształu pierwotna jego postać podlega często zmianom, łatwo rzucającym się w oczy. Zmiany te polegają, po pierwsze, na tem, że warstwy cząsteczek na jednej ścianie układają się prędzej, niż na innej. Jeśli kryształy alunu o postaci fig. 3 zmusimy do dalszego wzrostu, to często się przytrafia, że przybierają one później kształty fig. 4. Ilość i położenie ścian na

Fig. 1.

Fig. 2.

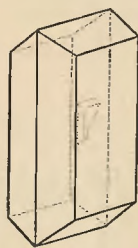
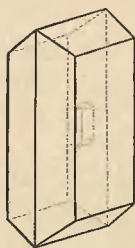
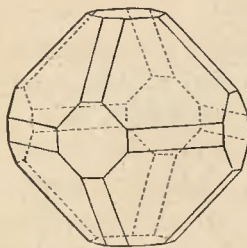
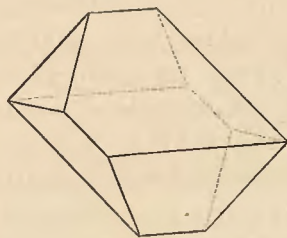
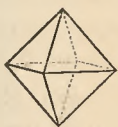


Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.



tych większych kryształach są wprawdzie te same, ale, przez niejednakową prędkość układania się warstw, jedne z nich straciły, drugie zyskały na swym obszarze, a same kryształy wydłużyły się od przodu ku tyłowi i ku górze. Te nowe ich kształty są zatem zeszepecone.

Drugiego rodzaju zmiany, często dostrzegane podczas wzrostu kryształów, polegają na tem, że albo zjawiają się na nich ściany, których przedtem nie było, albo też odwrotnie ściany, które przedtem istniały, powoli zarastają

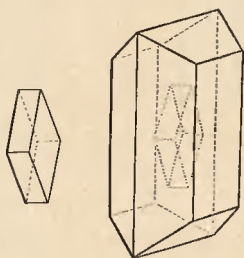


Zmiany takie prowadzą niekiedy do powstania postaci zupełnie nowej. Tak np. na kryształach alunu, które pierwotnie miały formę ośmiościanów regularnych, fig. 3, mogą w pewnych warunkach, podczas dalszego ich wzrostu, powstać ściany nowe na miejscu dawnych krawędzi i kątów, fig. 5.

Kryształy barytu mają z początku postać tabliczek rombów, fig. 6, które później zamieniają się na graniastosłupy. Wewnątrz większych kryształów barytu zachowują się niekiedy zupełnie wyraźne zarysy owej postaci pierwotnej, czyli zaczątkowej, fig. 7. Ze ścian kryształu mniejszego tylko dwie pozostały bez zmiany na kryształ większym, inne znikły, ustępując miejsca ścianom nowym. Spostrzeżenia tego rodzaju pouczają, że kryształ, prócz ścian na nim obecnych, może mieć inne jeszcze ściany.

Fig. 6.

Fig. 7.



Gdy podczas wzrostu kryształu powstają nowe ściany, zjawisko to wogóle odbywa się w taki sposób, że ściany nowopowstające z już istniejącymi łączą się za pomocą krawędzi równoległych. Płaszczyzny ośmiościanu na fig. 5 tworzą krawędzie równoległe z nowopowstałymi ścianami, zarówno ośmiobocznymi jak i prostokątnymi, a te znów wiążą się ze sobą równoległością krawędzi. Byłoby to widoczne i na kryształach barytu, gdyby nowe ściany wystąpiły na nich w ilości większej, niż na fig. 7. Ponieważ każdy kryształ, obfitujący w ściany, możemy rozpatrywać jako utwór, powstały z kryształu prostszego, wypływa stąd, że ściany takiego kryształu muszą być połączone równoległością krawędzi więcej lub mniej widoczną. Prócz tego, zjawiska, towarzyszące wzrostowi kryształów, pouczają, że krawędzie i kąty pierwotne, identyczne co do swego położenia i rodzaju, pod wpływem zjawiających się ścian nowych podlegają zmianom tym samym, a dalej, że jednakowe ściany pierwotne znikają, czyli zarastają jednocześnie. To powtarzające się w sposób prawidłowy zjawisko nazywamy prawem zachowania symetrii. Na kryształach alunu, fig. 3, podczas dalszego wzrostu na miejscu dawniejszych 6 kątów, które były sobie równe, powstało 6 jednakowych ścian, a wzajemian 12 jednakowych krawędzi wystąpiło 12 ścian nowych, zupełnie do siebie podobnych, fig. 5. Kryształ barytu, fig. 6, zmienił swą postać dlatego, że cztery jednakowe węższe jego ściany znikły, a zamiast nich powstały ściany nowe, ułożone w sposób jednakowy naprzeciw jednakowych kątów, fig. 7.

Zjawiska, towarzyszące krystalizacji, dowodzą zatem, że podczas wzrostu kryształu ściany jego bądź przesuwają się równoległe od środka na zewnątrz, bądź też zwiększają się lub zmniejszają co do swej liczby, przyczem jednak kryształ zachowuje pierwotną regularność swych kształtów. Poznanie tych zjawisk doprowadziło również do wniosku, że położenia ścian nowych i dawniejszych pozostają ze sobą w związku prawidłowym.

Literatura: Frankenheim, Pogg. Ann., t. 111, str. 1. C. v. Hauer, Verhandl. d. geol. Reichsanstalt 1877, str. 45, 57, 75, 90, 162, 269; 1878, str. 185, 315; 1880, str. 20, 181. Scacchi, Pogg. Ann., t. 109, str. 365. Knop, Molecularconst. u. Wachsthum d. Krystalle 1867. O. Lehmann, Die Krystallanalyse, Lipsk 1891.



Porówn. też prace G. Wulfa, Organ Uniwer. Warszaw. 1895, oraz Z. Weyberga, Wiadom. matem., t. III, Warszawa 1899.

**12. Stałość kątów.** Spostrzeżenia nad powstawaniem i wzrostem kryształów dowodzą, że ściany, powiększając się, mogą przybierać rozmaite kształty, ale ich położenie wzajemne pozostaje niezmiennie. Stąd zdarza się często, że kryształy tego samego minerału mają wygląd całkiem odmienny; wszakże na tych niepodobnych na pierwszy rzut oka postaciach można zwykle odnaleźć ściany i krawędzie, mające położenie jednakowe. Na figurach 8 i 9, wyobrażających kryształy kwarcu, ściany o położeniu jednakowem oznaczone są temi samemi głoskami.

Położenie wzajemne dwóch ścian, przecinających się w jednej krawędzi, określamy, przeprowadzając z jakiegokolwiek punktu tej ostatniej dwie prostopadłe  $s$  i  $s'$ , z których każda leży na innej ścianie, fig. 10 i 11. Linie te tworzą kąt kryształu dwuścienny czyli krawędziowy, a mianowicie kąt wewnętrzny  $w$ . Przedłużając jedną z tych linii, otrzymamy kąt zewnętrzny  $v$ . Ten dodany do poprzedniego czyni  $180^\circ$ , obydwa więc kąty  $w$  i  $v$  dopełniają się nawzajem. Kąt zewnętrzny  $v$  jest miarą nachylenia dwu ścian — jest on mały, jeśli ściany nachylone są nieznacznie a krawędź ich jest tępą, staje się zaś równym zeru, skoro ściany te zleją się w jedną płaszczyznę.

Fig. 8.

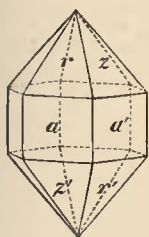


Fig. 9.

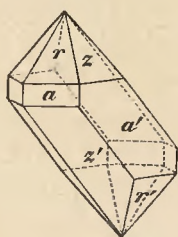
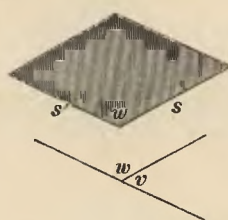


Fig. 10.



Fig. 11.



Jednakowo położone ściany kryształów jednego i tegoż samego minerału tworzą zawsze jednakowe kąty. Na wszystkich kryształach kwarcu kąt zewnętrzny  $r : z = 46^\circ 16'$ ,  $r : a = 38^\circ 13'$ . Jak nieznaczne bywają od stałości tej odstępstwa, przekonamy się poniżej.

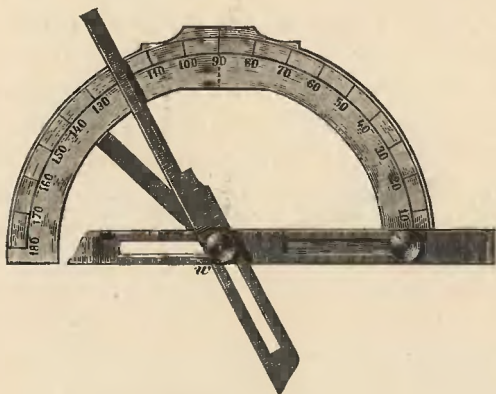
Prawo stałości kątów, o którym tu mowa, po raz pierwszy, jak już wiemy, wypowiedział Steno, a to na podstawie spostrzeżeń, poczynionych nad wzrostem kryształów rozmaitych soli, tudzież nad postaciami kryształu górnego (kwarcu).

Postaci rozwinięte w ten sposób, że ściany ich są prawie jednakowo odległe od środka kryształu, nazywamy postaciami równomiernie czyli prawidłowo wykształconemi. Widzimy na nich często wiele ścian o jednakowej formie i wielkości, a wtedy regularność całej postaci staje się oczywistą. Przeciwnie, jeżeli ściany kryształu są oddalone od jego środka bardzo niejednostajnie, wówczas podobieństwo ich i foremność znika, a sama postać kryształu przybiera wygląd potworny lub zeszpecony. Fig. 8 przedstawia postać kwarcu rozwiniętą prawidłowo, fig 9 — kryształ zeszpecony. Ażeby się jednak przekonać, że

i te pozornie tylko zeszcpane postaci są w istocie rzeczy utworami prawidłowo ukształtowanymi, wypadnie nam tylko przesunąć w myśli odpowiednie ich ściany równolegle do siebie tak daleko, aż wymaganiu równomierności stanie się zadość. W ten sposób idealizujemy zwykle postaci kryształów, napotykane w przyrodzie. Nauczanie zaczyna się zawsze od takich postaci idealnych. Rysunki, wyobrażające kryształy, tudzież modele kryształów są także zazwyczaj postaciami idealnymi.

**13. Pomiary kryształów.** Nachylenie wzajemne dwu ścian kryształu określany za pomocą przyrządów, zwanych goniometrami (kątomierzami). Do po-

Fig. 12.



miarów niezbyt dokładnych, lecz dających się na prędce wykonać na dużych kryształach, służy goniometr kontaktowy, zwany także kątomierzem ręcznym, fig. 12. Składa się on z dwóch metalowych linii czyli szyn, połączonych w jednym punkcie nakształt nożyc, oraz z półkola, podzielonego na stopnie. Przy pomiarze należy pamiętać, że płaszczyzna szyn powinna być prostopadłą do krawędzi. Półkole jest spojone z szynami stale, albo też tylko luźno z nie-

mi złączone. Dokładność tego rodzaju pomiarów nie przekracza połowy stopnia.

Większą dokładnością odznacza się goniometr refleksyjny (odbijający), w najprostszej swej postaci zbudowany po raz pierwszy w r. 1809 przez Wollastona. Zastosowanie jego zasada się na własności odbijania światła przez

Fig. 13.

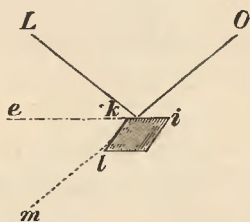
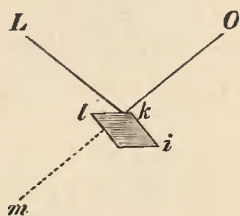
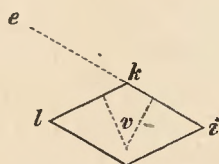


Fig. 14.



gładkie ściany kryształu, przyczem jedno i toż samo odbicie otrzymujemy na-przód na jednej, później na drugiej ścianie, a wielkość wykonanego w tym celu obrotu kryształu odczytujemy na kole całkowitem, zaopatrzonem w podziałki. Jeśli promień światła, wychodzący z  $L$ , fig. 13, padnie naprzód na ścianę kryształu  $kl$ , to zostanie przez nią odrzucony w kierunku oka badacza  $O$ . Jeżeli następnie obrócimy kryształ koło krawędzi  $k$  tak, ażeby ten sam promień został odbity przez ścianę  $ki$  w tym samym kierunku  $kO$ , to kryształ wykona obrót równy kątowi  $ekl$ , który odczytamy na kole.

Gdy jednak  $i k l$  jest kątem wewnętrznym, który otrzymujemy zawsze przy zastosowaniu goniometru ręcznego, kąt tutaj zmierzony  $e k l$  jest kątem zewnętrznym. Goniometr refleksyjny mierzy zatem zawsze kąty zewnętrzne.

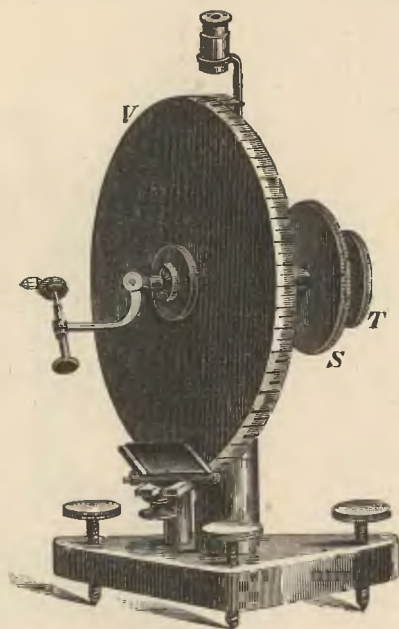
Jeżeli z wewnątrz kryształu przeprowadzimy prostopadłe do obu ścian  $l k$  i  $i k$ , to linie te zawrą kąt  $v$ , równy kątowi  $e k l$ , fig. 14. Wypada stąd, że kąt otrzymany przez odbicie jest jednocześnie kątem normalnych zmierzonej krawędzi.

Ażeby promień światła w obu razach nie zbaczał ze swej drogi, należy zatrzymać w tem samym położeniu nie tylko odbity przedmiot lub płomień  $L$ , lecz także i oko badacza  $O$ . W tym ostatnim celu umieszczamy opodal w kierunku promienia odbitego stałą markę  $m$  tak, iżby zarówno podczas pierwszego pomiaru, jak i podczas drugiego, owa marka i odbicie nawzajem się pokrywały. Zamiast płomienia można obrać jakikolwiek inny odpowiedni przedmiot, czyli zamiast w ciemności pracować w pełnem oświetleniu dziennem. W każdym jednak razie należy pamiętać o tem, ażeby użyty w tym celu obiekt nie znajdował się zbyt blisko, albowiem kierunek promienia, padającego na ścianę kryształu w pierwszym i drugim pomiarze, nie jest ściśle ten sam, co powoduje znaczną niedokładność pomiaru. Jeśli ściany kryształu są doskonale gładkie, za sygnał obrać można przedmiot odległy, jak np. wierzchołek wieży, w przeciwnym razie należy się kontentować przedmiotami bliższymi, jak ramy okien i t. p.

Goniometr Wollastona, fig. 15, zaopatrzony jest w bardzo proste ruchome urządzenie, za pomocą którego naklejone na niem kryształowi możemy dowolnie nadawać położenie takie, by przeznaczona do pomiaru krawędź stanowiła możliwie dokładne przedłużenie osi obrotowej instrumentu, czyli by się z nią zlewała. Jako marka służy najczęściej niewielkie lustro, zrysowane liniami, które jednocześnie ułatwia nastawienie kryształu. W instrumentach dziś używanych i ulepszonych, fig. 16 i 17, prośnienie światła padającego wchodzi przez rurę teleskopową (kolimator), zaopatrzoną w szparę albo krzyżyk nacięty, a światło odbite również przechodzi przez lunetę czyli rurę okularową z naciągniętymi na krzyż nitczkami, tak, że obie te rury wyznaczają drogę światła, a marka staje się zbyteczną. Goniometry, zaopatrzone w kolimator i lunetę, były po raz pierwszy zastosowane przez Mitscherlicha i Babineta.

Mają one koło  $V$  nieco większe, zaopatrzone w dokładne podziałki i połączone z kręgiem  $S$ , za pomocą którego koło to może być obracane. Podczas

Fig. 15.

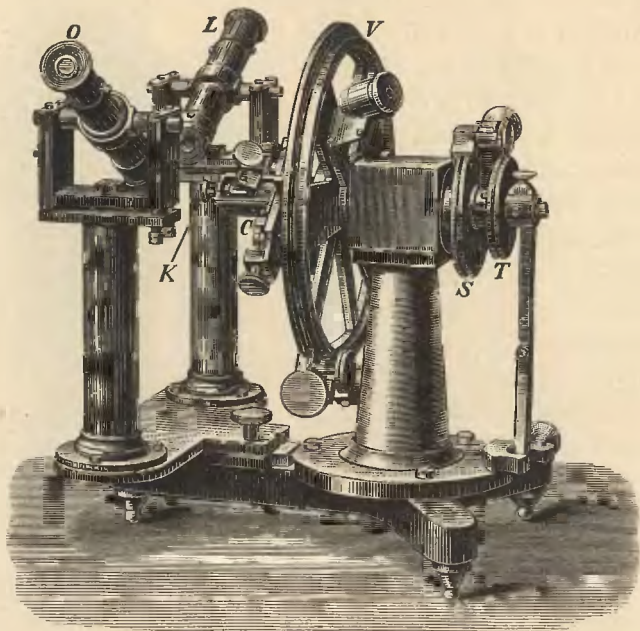




obrotu koła obraca się jednocześnie oś w niem osadzona. Ta ostatnia może się jednak obracać samodzielnie i niezależnie od koła, a to za pośrednictwem krążka *T*.

Jak to już widać z poprzedniego, płaszczyzna, w której przechodzą promienie światła padającego i odbitego, musi być równoległa do koła, czyli inaczej płaszczyzna, przeprowadzona przez obie rury teleskopowe *L* i *O*, musi być równoległa z płaszczyzną koła. Krawędź kryształu, przeznaczona do pomiaru, powinna być prostopadła do płaszczyzny koła. Uskutecznić się to daje za pomocą przyrządu pomocniczego *J*, który kryształowi przyklejonemu do *K* nada-

Fig. 16.



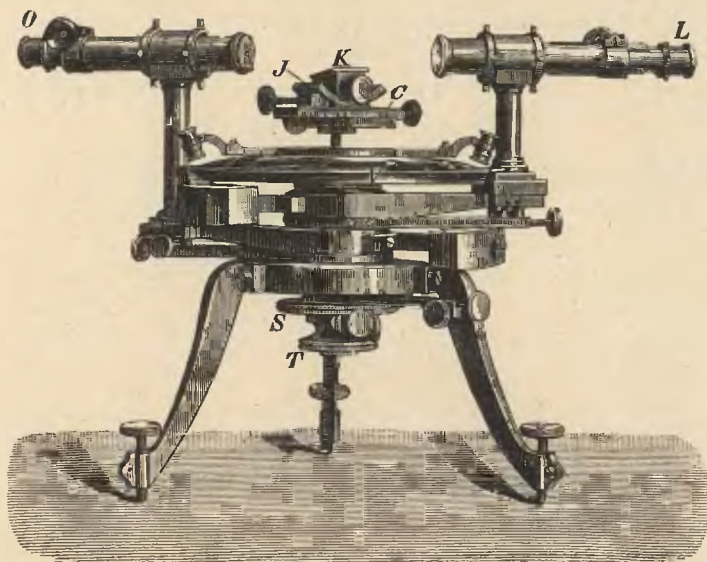
je położenie prostopadle, czyli go justuje. Krawędź musi być dalej przedłużeniem osi obrotowej; służący do tego celu przyrząd saneczkowy *C* umożliwia dowolne przesuwanie kryształu równoległe do samego siebie, czyli centrowanie.

Obecnie używane są dwojakiego rodzaju goniometry refleksyjne, jedno, jak wskazuje fig. 16, mają koła pionowe, drugie — poziome, fig. 17. Dokładność pomiarów może być doprowadzona do kilku sekund, o ile przyrząd jest przed użyciem starannie sprawdzony i wypróbowany. Ściany kryształu i odrzucane przez nie odbicia rzadko jednak są tak doskonałe, byśmy do takich granic ścisłości dojść mogli, poprzestajemy zatem chętnie na dokładności, nie przekraczającej jednej minuty. Do pomiarów wybieramy zwykle kryształy małe, gdyż mają one wogóle ściany równiejsze, niż osobniki większe, a nadto manipulacja z nimi jest łatwiejsza. Każdy pomiar należy kilkakrotnie powtórzyć, a za rezultat ostateczny przyjąć średnią arytmetyczną kilku postrzeżeń, z jednakową wykonanych starannością.

W ostatnich czasach zostały do celów krystalograficznych zastosowane goniometry teodolitowe o dwóch kołach względem siebie prostopadłych. Oznaczenie bieguna ściany (punktu przecięcia się jej z normalną) dokonywamy tutaj tak, jak określamy geograficzne położenie miejsca na kuli ziemskiej przez wskazanie punktu przecięcia się południka z równoleżnikiem. Metoda ta, wprowadzona przez Fedorowa, Czapskiego i Goldschmidta, w połączeniu z graficznym przedstawieniem dokonanych pomiarów, odznacza się wielu udogodnieniami zarówno w samej czynności pomiaru, jak w obliczaniu jego rezultatów.

Życzący zapoznać się z teorią instrumentu dokładnie muszą się zwrócić do podręczników krystalografii lub cytowanych na początku dzieł Kupffera i Naumana, co się zaś tyczy goniometrów najczęściej używanych, to o tych

Fig. 17.



patrz rozprawę Webskiego, drukowaną w Zeitschrift f. Krystalogr., t. IV, str. 545. O goniometrach teodolitowych: Czapski, Zeitschrift f. Instrumentenk. 1893. Goldschmidt, Zeitschrift f. Krystalogr., t. 21. E. von Fedorow, tamże, t. 21, str. 574.

Mierzenie kąta dwuściennego można też zastąpić określeniem kątów płaskich krawędzi. Zaleca się to szczególnie przy mikroskopijnych rozmiarach kryształów, jakkolwiek otrzymywane tą drogą rezultaty posiadać mogą zaledwie niewielki stopień dokładności. Nachylenie ścian daje się też wyprowadzać z długości krawędzi, ale do tego sposobu uciekamy się rzadko.

**14. Położenie ścian.** Ściany kryształu przecinają się w krawędziach, czyli graniach, i kątach, przychem krawędzie są dwuścienne, kąty zaś czyli naroża mogą być trójścienne lub wielościenne. Stosunek pomiędzy liczbą ścian  $S$ , na-



roży  $N$  i krawędzi  $K$  kryształu zupełnie i równomiernie wykształconego znany jest ze stereometrii i wyraża się za pomocą równania  $S + N = K + 2$ .

Ogół ścian kryształu, zespolonych równoległością krawędzi, nazywa się pasem czyli zoną. Wszystkie ściany, należące do tego samego pasa, czyli ściany lautozonalne (jednopasowe), są równoległe do jednej linii, która, pomyślana wewnątrz kryształu, stanowi oś pasa. Równoległość krawędzi pozwala nam zatem odróżniać pasy bezpośrednio, albo też wykrywać je za pomocą goniometru refleksyjnego. Skoro bowiem ustawimy należycie tylko dwie ściany, wszystkie inne, do tegoż należące pasa, będą dawać kolejno odbicia podczas obrotu koło osi.

Ponieważ dwie przecinające się ściany określają położenie krawędzi, przeto położenie pasa będzie nam znane, skoro będą dane dwie jego ściany nierównoległe. Na fig. 18 ściany  $a, a', a''$  tworzą jeden pas, ściany zaś  $a, p, c$  — pas drugi. Powiadamy, że ściana  $p$  leży w pasie  $ac$ , albo ściana  $a$  wiąże się z pasem  $pc$ , lub też ściana  $c$  należy do pasa  $ap$ .

Fig. 18.

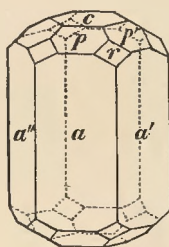


Fig. 19.

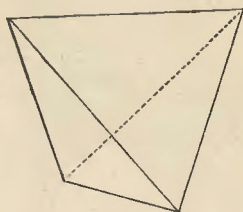
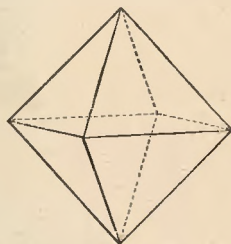


Fig. 20.



Jeśli ściana, należąca jednocześnie do dwóch znanych pasów, leży na ich skrzyżowaniu, to takie jej położenie będzie przez to dokładnie określone. Ściana  $r$  na fig. 18 leży jednocześnie w pasie  $pa'$  i  $p'a$ . W położeniu tem może się znaleźć tylko jedna jedyna ściana. Jeśli przeto stosunkowe położenie ścian  $a, a'$  oraz  $p, p'$  jest znane, to i położenie ściany  $r$  jest ściśle określone.

Ściana  $r$  pozostaje z innymi ścianami w łączności pasowej (zonalnej), a te również się wiążą ze sobą za pomocą pasów. Już ze spostrzeżeń nad wzrostem kryształów [III] wypada, że ściany kryształów są związane ze sobą łącznością pasów, bez względu na to, czy jest ona widoczna bezpośrednio, czy też tylko ukryta.

Z pośród brył stereometrycznych, pomyślanych dowolnie, kryształy wyróżniają się przede wszystkim jedną ważną własnością, a mianowicie równoległością ścian. Na większości wielościanów krystalograficznych dostrzegamy ściany równoległe, występujące na przeciwległych końcach lub bokach kryształu. Takie dwie równoległe, a zarazem przeciwległe ściany tworzą t. zw. „parę” ścian. Stąd przeważną ilość postaci krystalicznych stanowią bryły o ścianach parzystych. Fig. 18 i wszystkie wyżej przytoczone są przykładami takich postaci.



Są wprowadzić postaci o ścianach nieparzystych, jak np. wyobrażona na fig. 19, ale i te pozostają z formami równoległościami w pewnym związku. Jeśli wystawimy, że postać taka przybierze do każdej ze ścian istniejących po jednej ścianie równoległej i przeciwległej, to powstanie z niej bryła nowa, nie tylko wogóle możliwa, lecz istotnie występująca w przyrodzie. Jeżeli byśmy postać, wyobrażoną na fig. 19, uzupełnili ścianami równoległymi, otrzymalibyśmy bryłę, fig. 20, która w przyrodzie jest pospolitszą, niż pierwsza.

**15. Osi.** Położenie wzajemne ścian kryształu możemy sobie wystawić w sposób najprostszy, skoro do postaci krystalicznych zastosujemy metodę, zapożyczoną z geometrii analitycznej. Zgodnie z tą ostatnią wybieramy trzy ściany kryształu, przecinające się w jednym kącie bezpośrednio lub po przedłużeniu, i z położeniem tych ścian porównujemy położenie wszystkich ścian pozostałych, a to w sposób następujący. Równoległe do ścian wybranych przez

Fig. 21.

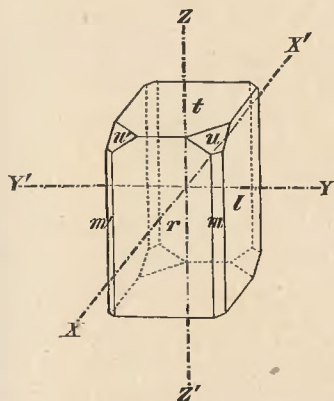


Fig. 22.

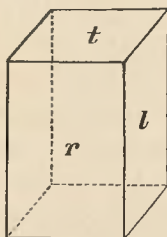
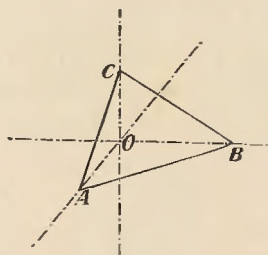


Fig. 23.



środek kryształu przeprowadzamy trzy (idealne) płaszczyzny, które się przetną w trzech liniach czyli osiach. Te ostatnie krzyżują się we wspólnym punkcie środkowym. Dla każdej ze ścian należy teraz wyznaczyć odległości, w jakich przetną one osi, skoro je odpowiednio powiększymy. Otrzymane tym sposobem odcinki osi nazywamy parametrami.

Aby otrzymać osi kryształu augitu, wyobrażonego na fig. 21, wybieramy trzy pary ścian  $r$ ,  $l$  i  $t$ . Gdyby kryształ był otoczony tylko temi ścianami, miałby on postać fig. 22.

Jeżeli teraz przeprowadzimy równoległe do ścian wybranych trzy płaszczyzny tak, by wszystkie one przechodziły przez środkowy punkt kryształu, to otrzymamy trzy linie przecięć, czyli trzy osi, a mianowicie  $XX'$ ,  $YY'$  i  $ZZ'$ . Jeżeli dalej wyobrazimy sobie wszystkie trzy osi osobno tak, jak to podaje fig. 23, a ścianę  $u$  powiększoną, wówczas przetnie ona osi w punktach  $A$ ,  $B$ ,  $C$ . Otrzymane w ten sposób odcinki  $OA$ ,  $OB$  i  $OC$  są parametrami ściany  $u$ .

Widoczne jest, że krawędzie postaci, wyobrażonej na fig. 22, są równoległe do osi. Możemy zatem wypowiedzieć zdanie, że osi kryształu dadzą się

otrzymać z trzech utworzonych przez wybrane ściany krawędzi, skoro je równolegle przesuniemy wewnątrz kryształu. Zamiast trzech ścian kryształu i ich przecięć, możemy więc wybrać poprostu trzy nierównoległe jego krawędzie, a określa one tak samo kierunki osi. W danym przykładzie, fig. 21, kierunek krawędzi, leżącej pomiędzy  $t$  i  $l$ , przyjmujemy za kierunek osi  $X$ , krawędź między  $t$  i  $r$  bierzemy za oś  $Y$ , wreszcie krawędź między  $r$  i  $l$  wskaże kierunek osi  $Z$ .

Płaszczyzny, które przeprowadzamy przez środek kryształu dla otrzymania osi, nazywają się płaszczyznami osiowymi. Są one, jak wiemy, równoległe do ścian kryształu. Nie jest atoli rzeczą konieczną, ażeby ściany te były zawsze widoczne i obecne, muszą one jednak należeć do możliwych ścian badanego kryształu. Na przykładzie alunu widzieliśmy, że kryształy jego mogą się pokrywać nie tylko ścianami ośmiościanu, jak na fig. 3, ale także ścianami, które ścinają jego kąty, fig. 5. Te ścinające ściany, wzięte oddzielnie, utworzą sześciąt, którego krawędzie możemy zatem przyjąć za osi dla wszystkich postaci alunu.

**16. Parametry.** Parametry o kierunkach  $OX$ ,  $OY$  i  $OZ$  uważamy zwykle za dodatnie, o kierunkach zaś  $OX'$ ,  $OY'$  i  $OZ'$  — za ujemne. Jeżeli parametry  $OA$ ,  $OB$  i  $OC$ , gwoli skróceniu, oznaczymy przez  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , to położenie ściany  $u$  na fig. 21 określa parametry  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , położenie zaś ściany  $u'$  — parametry  $a$ ,  $-b$ ,  $c$ , ponieważ ta ostatnia ściana, jakkolwiek odcina te same długości, co i  $u$ , to jednak odcinek osi  $YY'$  leży na jej ramieniu ujemnem.

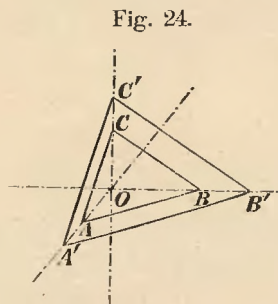


Fig. 24.

Jeżeli parametry ściany pomnożymy przez tę samą liczbę, to otrzymamy parametry ściany równoległej. Dajmy na to, że ściana  $ABC$ , fig. 24, odpowiada trzy parametry  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , wówczas parametry ściany z nią równoległej  $A'B'C'$  wyrażą się przez  $ra$ ,  $rb$ ,  $rc$ . Liczba  $r$  jest tu większą od 1, skutkiem czego ściana została odsunięta od punktu przecięcia się osi  $O$ ; gdyby  $r$  było mniejsze od 1, gdyby się np. równało  $\frac{1}{2}$ , ściana musiałaby być również przesunięta równoległe, ale bliżej ku punktowi  $O$ ; gdyby  $r$  miało znaczenie ujemne, ściana nie leżałaby

z przodu kryształu, lecz z tyłu.

Skoro stosunek parametrów ściany  $ABC$  porównamy ze stosunkiem, odpowiadającym ścianie równoległej  $A'B'C'$ , to się okaże, że są one identyczne, ponieważ

$$a : b : c = ra : rb : rc.$$

Podobnie jak ściany, przesunięte równoległe, nie zmieniają swojego położenia wzajemnego, tak również stosunek parametrów żadnej nie ulegnie zmianie, skoro go podzielimy lub pomnożymy przez tę samą liczbę.

Ściana, nie będąca równoległą do  $ABC$ , musi mieć inny stosunek parametryczny, niż  $a : b : c$ . Stosunek ten zmieni się w sposób zasadniczy, skoro każdy z trzech parametrów pomnożymy przez inną liczbę, np.  $ma : nb : pc$ .

**17. Rodzaje ścian.** Każda ściana kryształu może być albo równoległa do jednej z osi, albo też do niej nachylona. Stąd wypływa pierwsza zasada klasyfikacji ścian, wedle której odróżniamy trzy ich rodzaje.

1. Ściany piramidalne są te, które przecinają wszystkie osi, czyli nie są do żadnej z nich równoległe i, co zatem idzie, posiadają trzy rzeczywiste parametry. Stosunek parametryczny, wyrażony ogólnie, jest  $ma : nb : pc$ . Na fig. 21  $u$  jest ścianą piramidalną.

2. Ścianami pryzmatycznymi nazywamy te, które są do jednej osi równoległe, inne zaś osi przecinają w odległościach skończonych. Przykładem ścian tego rodzaju jest  $m$  na fig. 21. Każda ściana pryzmatyczna ma tylko dwa parametry rzeczywiste, trzeci zaś nazywamy zwykle nieskończenie wielkim. Zgodnie z tem wszystkie ściany pryzmatyczne, równoległe do osi pionowej, będziemy oznaczać przez  $ma : nb : \infty c$ , nazywać zaś je będziemy graniastosłupami lub poprostu słupami pionowymi, te zaś, które są równoległe do osi  $Y$  — słupami poprzecznymi, wreszcie równoległe do osi  $Z$  zwać się będą słupami podłużnymi.

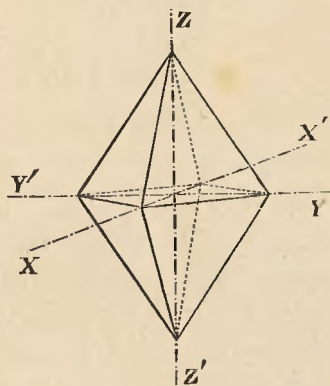
3. Ścianami podstawowymi nazywamy zwykle te, które są równocześnie do dwóch osi równoległe i mają przeto zawsze dwa parametry o wielkości  $\infty$ . Do tego typu ścian należą pary:  $r, l, t$ , fig. 21, z których  $r$  nazywamy dwuścianem poprzecznym,  $l$  — podłużnym,  $t$  — wierzchołkowym lub podstawowym.

Związek pomiędzy wszystkimi typami ścian stanie się widocznym, skoro sobie uprzątniemy, że w znaku ogólnym, wyrażającym stosunek parametryczny ściany piramidalnej,  $ma : nb : pc$ , mieszczą się znaki wszystkich ścian innych. Wprawdzie znak ten odnosi się tymczasowo tylko do jednej ściany, ale jeśli skombinujemy wszystkie parametry dodatnie i ujemne, to otrzymamy 8 znaków, sięgających się do 8-iu ścian jednego typu, które w zespoleniu tworzą piramidę podwójną, nakształt fig. 25. Jeśli wszystkie osi ścian są jednakowe, to pod  $(ma : nb : pc)$  możemy nadal rozumieć taką właśnie postać piramidalną. Powiększając w tym znaku wartość  $p$  stopniowo, otrzymamy piramidy o coraz dłuższej osi  $Z$ , a więc piramidy coraz ostrzejsze, aż wreszcie, gdy znaczenie  $p$  wzrośnie do  $\infty$ , otrzymamy słup pionowy ( $ma : nb : \infty c$ ).

Jeżeli natomiast w znaku pierwotnym  $(ma : nb : pc)$  wartości  $n$  nadawać będziemy znaczenia coraz większe, otrzymamy piramidy coraz bardziej w kierunku osi  $Y$  wydłużone, a w końcu słup poprzeczny  $ma : \infty b : pc$ . Gdy wreszcie zwiększać wciąż będziemy wielkość  $m$  w znaku pierwotnym, stworzymy szereg piramid wydłużonych w kierunku osi  $X$  z końcowym wyrazem w postaci słupa podłużnego ( $\infty a : nb : pc$ ).

Powracając teraz do ogólnego znaku słupa pionowego ( $ma : nb : \infty c$ ) i zwiększając w nim stale wartość  $n$ , dojdziemy do słupów pionowych, których

Fig. 25.





ściany wciąż rozrastać się będą w kierunku osi  $Y$ , a kąt przedni będzie się stopniowo zmniejszać. Kąt ten zniknie całkiem, skoro  $n$  powiększy się do  $\infty$ , a ze słupa pionowego powstanie dwuścian poprzeczny ( $ma : \infty b : \infty c$ ) lub, co na jedno wynosi, ( $a : \infty b : \infty c$ ). W podobny sposób wykryć możemy związek pomiędzy słupami a dwuścianem podłużnym i podstawowym.

**18. Prawo parametrów.** Prawo zasadnicze, rządzące pospołu z symetrią wszystkimi postaciami krystalicznymi, a jeszcze przez Hauyego, lubo w formie odmiennej, wypowiedziane, opiewa:

Ściany, występujące lub mogące występować na jednym i tym samym kryształcie, odpowiadają zawsze tylko takim stosunkom parametrów, w których współczynniki  $m, n, p$  mają znaczenie liczb całkowitych i zwykle prostych, jak 1, 2, 3, 4, 5, 6. Prawo to da się także wyrazić w taki sposób: stosunek współczynników  $m:n:p$  jest wymierny. Jeśli jednej ścianie kryształu odpowiada stosunek parametrów:

				$a : b : c$
to drugiej może odpowiadać				$a : b : 2c$
trzeciej	"	"	"	$a : 2b : c$
czwartej	"	"	"	$6a : 4b : 3c$
jeszcze innej	"	"	"	$a : b : \infty c$
"	"	"	"	$2a : 3b : \infty c$
"	"	"	"	$a : \infty b : 2c$ i t. d.

Do liczb całkowitych zaliczamy tu także wielkość  $\infty$ .

Jeżeli przeto jedna ściana kryształu wykaże stosunek parametrów  $a : b : c$ , to inna na tym samym kryształcie możliwa, lub istniejąca, nie może odpowiadać stosunkowi  $ua : vb : wc$ , w którymby  $u, v, w$  miały wartości niewymierne, np.  $\sqrt{2}$  albo  $\sin 20^\circ$ , lecz tylko takim stosunkom parametrycznym, któreby posiadały współczynniki wymierne  $m, n, p$ .

Parametry  $OA, OB$  i t. d. są to długości, które mogą być wyrażone w jednostkach dowolnych np. milimetrach. Stosunek zaś parametrów jest stosunkiem tych długości, a więc tylko stosunkiem liczbowym. Stosunek parametrów tej ściany, od której zaczynamy badanie kryształu (ściana jednostkowa), a więc  $a : b : c$ , nazywa się zwykle stosunkiem osi. Piszemy go zazwyczaj w ten sposób, że przynajmniej jedną z trzech liczb obieramy za 1. Stosunek  $a : b : c$ , obliczony ze ściany  $u$  dla kryształów augitu, fig. 21 i 26, wynosi: 1704 : 1563 : 921. Jeśli jednak podzielimy te liczby przez znaczenie otrzymane dla  $b$ , to wypadnie stosunek 1.0902 : 1 : 0.5893, w którym jedna z wartości = 1.

Niech ściana  $u$  na kryształcie augitu, fig. 26, odpowiada stosunek parametrów  $a : b : c$ . Ściana  $v$  wykaże wtedy zupełnie inny stosunek; skoro ją jednak przesuwając będziemy równolegle do samej siebie, to w pewnej chwili odejnie ona na osiach  $XX'$  i  $YY'$  te same długości, co i ściana poprzednia, fig. 27. Atoli oś  $ZZ'$  spotka ona w  $D$ , czyli w odległości od punktu  $O$  dwa razy większej, niż poprzednia. A więc dla ściany  $v$  wypada stosunek  $a : b : 2c$ .

Ściana  $s$  odcina parametry  $OA$ ,  $OB$ ,  $OC'$ , odpowiada jej zatem stosunek  $a : b : -c$ .

Przesuwajmy równolegle ścianę  $\xi$  tak długo, aż spotka oś  $XX'$  w tym samym punkcie, co ściana  $u$ ; wtedy na obu pozostałych osiach odcinie ona długości  $OE = \frac{1}{2} b$  i  $OF = -\frac{4}{3} c$ , fig. 28, skąd otrzymujemy stosunek parametrów  $a : \frac{1}{2} b : -\frac{4}{3} c$ , czyli mnożąc przez sześć,  $6a : 3b : -8c$ .

[Fig. 26.

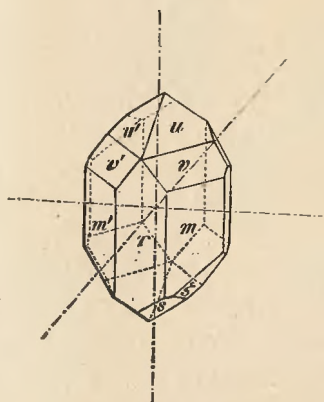


Fig. 27.

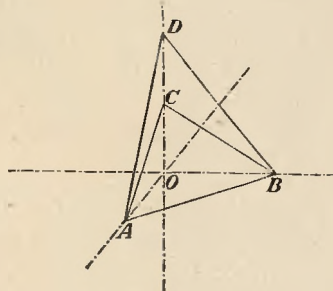
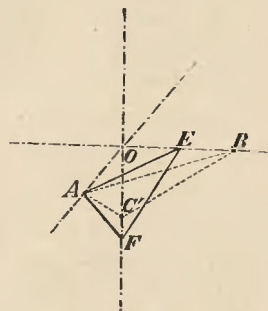


Fig. 28.



Ściana  $m$  przecina obie osi  $XX'$  i  $YY'$  w stosunku tym samym, co  $u$ , skąd znak tej ściany drugiego typu jest  $a : b : \infty c$ . W przytoczonym przykładzie otrzymaliśmy dla współczynników wartości 1, 2, 3, 6, 8 i  $\infty$ , a więc i stosunki parametryczne najzupełniej wymierne.

**19. Wyjaśnienie.** Prawo parametryczne, wyprowadzone z wielu bardzo postrzeżeń, stosuje się przede wszystkim do przypadków poznanych. Jakkolwiek jest ono prawem empirycznym, będzie jednak miało dla nas znaczenie ogólne, stanie się prawem przyrodzonym, skoro dowiedzimy, że jest skutkiem koniecznym i oczywistym wyobrażeń nader prostych i że może być wysnute z jednej zasady naturalnej. Dokonamy tego, wyjaśniając zjawiska pod prawo to podpadające.

Haüy, wystawiając prawo parametrów, dał nam jednocześnie jego wyjaśnienie, oparte na prostym wyobrażeniu, według którego kryształy składają się z cząsteczek foremnych i jednakowych, ułożonych prawidłowo nakszałt cegieł muru. Jeśli zatem wyobrazimy, że kryształy zbudowane są w ten sposób z niezmiernie drobnych i jednakowych cząsteczek, ułożonych warstwami, to wypadnie stąd, że powstające z nich postaci muszą mieć równe ściany i stałe kąty i że położenie tych ścian musi koniecznie odpowiadać wymaganiom prawa parametrycznego.

Prostego w tym względzie przykładu dostarcza galena. Mineral ten kryształizuje się często w sześciach. Jednak według wspomnianego powyżej prawa możliwe są i inne jego postaci, a mianowicie ośmiościan i dwunastościan rombowy, które istotnie występują na niektórych kryształach galeny. Ponieważ

lupliwość tych kryształów jest równoległa do płaszczyzn sześciannu, a każda kostka galeny może być podzielona na niezmiernie wielką ilość cząstek sześciennych, Hauy przyjął przeto, że wszystkie kryształy błyszczy ołowianego zbudowane są z drobnych niezmiernie sześcianków, a to w sposób wskazany na fig. 29, 30, 31.

Fig. 29.

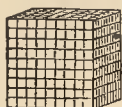


Fig. 30.

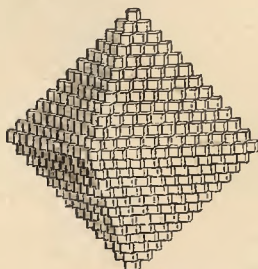
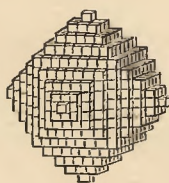


Fig. 31.



Ponieważ dalej owe cząsteczki sześciennie są znikomo drobne, więc i ściany kryształu, wyobrażone na rysunku schodkowato lub chropowato, wydają się nam w rzeczywistości gładkimi i równymi.

Jeżeli w przypadku rozpatrywanym przyjmiemy, że naprzód tworzy się z jednakowych cząsteczek sześciannu, jak na fig. 29, i że następnie układają się na nim będą te same cząsteczki tak, ażeby się z nich utworzył dwunastościan rombowy, fig. 31, to łatwo sobie wystawimy, że na każdej ścianie rosnącego dalej kryształu ułożyć się naprzód musi warstwa, posiadająca ze wszystkich czterech stron o jeden szereg cząsteczek mniej, niż ściana pierwotna, będąca jej podstawą. Tak samo każda następująca warstwa będzie mieć z każdego boku o jeden szereg cząsteczek mniej, niż warstwa poprzedzająca i t. d., aż w końcu na każdej pierwotnej płaszczyźnie sześciannu utworzy się piramida czterościenna, której wysokość będzie o połowę mniejszą od wysokości pierwotnie pomyślanego sześciannu.

Zmniejszanie się długości i szerokości warstw przy powstawaniu postaci, posiadających ściany odmienne od ścian postaci zasadniczej, nazwał Hauy dekrescencyą. Podczas tworzenia się ośmiościanu dekrescencya taka odbywa się na jego kątach, dlatego, że każda nowo powstająca warstwa ma o jeden szereg cząsteczek mniej, niż poprzedzająca. Dekrescencya zarówno na krawędziach, jak i na kątach może wynosić jeden, dwa, trzy, cztery i t. d. szeregi cząsteczek, lub też naprzemian dwa i trzy, dwa i pięć i t. d. Liczby te, podobnie jak współczynniki  $m$ ,  $n$ ,  $p$ , są zawsze liczbami wymiernymi.

**20.** Pojęcie o tem, że kryształy są zbudowane z cząstek foremnych, stykających się ze sobą bezpośrednio nakształt cegieł muru, zostało z biegiem czasu zaniechane, okazało się bowiem, że nie da się ono konsekwentnie przeprowadzić i pogodzić z innemi zjawiskami. Pojęcia zasadnicze fizyki wymagają dla każdej cząsteczki ciała pewnej przestrzeni, w którejby ona mogła wykonywać owe drgania, jakie się zmysłom naszym przedstawiają w postaci światła, ciepła i t. p.; pochłanianie przez kryształy gazów każe również domyślać się istnienia przestrzeni międzycząsteczkowych, tak samo jak zjawiska sprężystości i t. d. Stąd koniecznem jest przypuszczenie, że cząsteczki krystaliczne nie stykają się z sobą bezpośrednio.



Zgodnie z takim założeniem wystawiamy sobie każdy kryształ, jako utwór złożony z ciałek drobnych, nie stykających się, lecz zawieszonych swobodnie; ciała te jednak pozatem ugrupowane są podobnie, jak owe cząsteczki foremne Hauyego. Te zawieszone drobinki są więc ułożone względem siebie tak, że każda z nich w jednym i tymże samym kierunku jest odległa od następnej o tyle, o ile ta ostatnia od trzeciej, trzecia od czwartej i t. d. Ciała takie nazywamy cząsteczkami czyli molekułami <sup>1)</sup> kryształicznymi.

Z początku wydawać się może rzeczą dziwną, że cząsteczki ciała stałego wyobrażamy w zawieszeniu, sam przez się bowiem nasuwa się wniosek o przeświecaniu próżni międzycząsteczkowych, gdy tymczasem znamy bardzo wiele ciał stałych nieprzezroczystych. Ponieważ jednak oddalenie naszego oka od tych cząsteczek w porównaniu z rozdzielającymi je odległościami jest w każdym razie niezmiernie wielkiem, mamy tu przeto do czynienia jakby z lasem, rozpatrywanym z bardzo daleka i wyglądającym, jak masa jednolita, jakkolwiek składające ją drzewa pojedyncze stoją od siebie w mniejszej lub większej odległości. Cząsteczki i rozdzielające je przestrzenie są tak drobne, że ich zespolenie wydaje się oku nieuzbrojonomu masą jednolitą, a nawet rozpatrywane pod mikroskopem, którego działanie polega jakby na niezwykłym zbliżaniu przedmiotu do oka, w niczem nie ujawniają tej nieciągłości.

Cząsteczkom kryształicznym nie przypisujemy żadnego kształtu określonego, albowiem ten niema obecnie żadnego znaczenia. Jeżeli jednak w dalszym ciągu będziemy im nadawać na rysunkach formę kulek lub kropek, to tylko dla tego, by wskazać miejsce i położenie cząsteczek, nie określając wszakże ich własności.

Pojęcie o budowie molekularnej kryształów zostało mianowicie wyrobione przez Bravaisa i Frankenheima, którzy wykazali wpływające zeń wnioski i ujęli je w pewien system.

Ażeby od dawnych wyobrażeń Hauyego przejść do pojęć nowszych, pomyślny w środku każdej cząsteczki foremnej molekułę, pozbawioną jakichkolwiek bądź kształtów. Otrzymamy wtedy budowę prawidłową, złożoną z molekuł zawieszonych. Każda z nich ma własność przyciągania cząsteczek sąsiednich i zatrzymywania ich w pewnych kierunkach i odległościach. Odległości te na jednej i tej samej prostej muszą się powtarzać od jednej cząsteczki do drugiej. Za przykład niech nam posłuży fig. 32, która daje wyobrażenie o układzie cząsteczek w bardzo drobnym kryształku barytu.

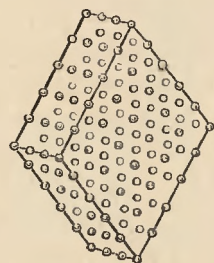


Fig. 32.

Ściany kryształu tak zbudowanego są płaszczyznami, dotykającymi jednocześnie całego tłumu cząsteczek, czyli są one płaszczyznami stycznymi prawidłowego układu molekularnego. Płaszczyzny łupliwości tudzież wszystkie możliwe ściany kryształu są płaszczyznami, które dadzą się przeprowadzić przez

<sup>1)</sup> Molecula, drobna masa, cząstka masy. Hypotezy, wystawione po Hauym, przypisujące molekułę kryształicznej postać kulistą lub elipsoidalną, pomijamy, przechodząc wprost do rozwinięcia poglądów dzisiejszych.

wielką liczbę cząsteczek, są to t. zw. płaszczyzny cząsteczkowe (molekularne). Proste zaś, które łączą liczne bardzo cząsteczki, nazywamy liniami cząsteczkowymi (molekularnymi). Krawędzie kryształu i, co idzie zatem, jego osi, są oczywiście liniami molekularnymi.

Cząsteczki, leżące w jednej płaszczyźnie, tworzą skupienie, przypominające sieć swoim układem. Każda warstwa kryształu tak cienka, że grubość jej stanowi jedna tylko cząsteczka, przedstawia taką właśnie sieć molekularną. Cała budowa kryształu może zatem być przyrównana do sieci trójwymiarowej czyli przestrzennej.

Za pomocą prawidłowego układu cząsteczek, składających kryształ, możemy sobie wytlómaczyć: 1) zjawiska, towarzyszące wzrostowi kryształów, 2) istotę prawa parametrycznego, 3) łupliwość. Pojęcie to pozostaje nadto w zgodzie z wszystkimi innymi własnościami kryształów, z którymi się zapoznaliśmy w następstwie.

**21.** Przez wzrost kryształów rozumiemy prawidłowe, równoległe układanie się cząsteczek, przechodzących ze stanu płynnego w stan stały. Ażeby sprawę tę uzmysłować, wyobraźmy sobie plac, zajęty przez tłum żołnierzy, którzy znajdują się w ciągłym, lecz nieprawidłowym ruchu, tłocząc się bezładnie. Obraz taki przypomina ruch ciała płynnego, żołnierze zaś — jego oddzielne cząsteczki. Nagle jeden z żołnierzy zatrzymał się, najbliżsi jego sąsiedzi uczynili to samo, dalsi poszli za ich przykładem, stając obok i równoległe z poprzednimi. Oto już utworzyli niewielki prostokąt lub kwadrat; rośnie on nieustannie, a po pewnym czasie zajmuje znaczną przestrzeń. Prostokąt ten wyobraża kryształ, którego cząsteczki układają się równoległe i w równym od siebie oddaleniu, tworząc skupienie równomiernie narastające. Nie jest to jednak obraz zupełny, albowiem kryształ rośnie nie tylko w dwóch kierunkach, nie tylko w jednej płaszczyźnie, lecz powiększa jednocześnie swoją grubość, czyli rośnie w trzech kierunkach. To jednoczesne narastanie kryształu we wszystkich kierunkach przestrzeni nie daje się już tak łatwo przedstawić, a zwłaszcza narysować. Musimy się zatem zatrzymać na pierwszych początkach wzrostu, wyjaśniając je na kilku przykładach.

Wyobraźmy sobie cząsteczkę, która przyciąga swe sąsiadki z siłą jednakową od dołu i góry, lecz różną od tej, którą wywiera ze strony prawej i lewej, tudzież z przodu i z tyłu. Wyobraźmy dalej, że w każdym z oznaczonych sześciu kierunków do cząsteczki tej przyłącza się inna, do niej podobna, a zrozumieśmy, że w pierwszej już chwili wzrostu kryształu powstanie niewielki układ molekularny, przedstawiony na fig. 33.

Jeżeli wzrost postępuje dalej według tej samej zasady, t. j. jeżeli na każdej z oznaczonych na fig. 33 cząsteczek osiadać będą coraz inne i to w każdym ze wskazanych sześciu kierunków, to powstanie kryształ o kształcie piramidy podwójnej, podobnej do tej, jaką otrzymamy, łącząc liniami prostymi cząsteczki fig. 33. Możemy przeto utrzymywać, że przez wzrost równomierny powstanie zwiększona postać tego samego układu, gdyż osiadają na nim ciągle te same warstwy molekularne.

Narastanie odbywa się w wielu przypadkach nie tylko we wskazanych przedtem kierunkach, lecz także i w kierunkach pośrednich, o ile te są liniami molekularnymi. Fig. 35 przedstawia przypadek równomiernego wzrostu zarówno w sześciu pierwszych kierunkach, jak i ośmiu innych, pomiędzy nimi leżących. Przez tego rodzaju prawidłowe narastanie powstanie postać, przedstawiona w zwiększeniu na fig. 35.

Fig. 33.



Fig. 34.

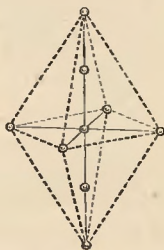


Fig. 35.

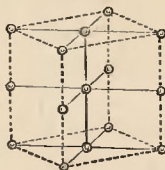
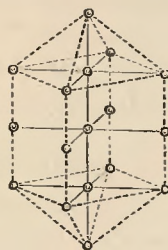


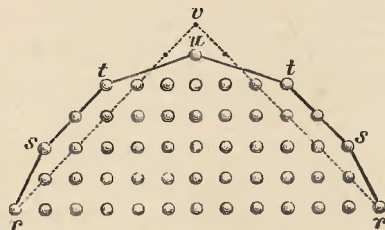
Fig. 36.



W ten sposób powstawałyby zawsze tylko postaci pierwotne. Wzrost kryształu jest jednak zjawiskiem zawikłanem i złożonem; kryształ bowiem powstaje w środowisku płynnem, a więc ruchliwem, które dostarcza mu wprawdzie materiału do wzrostu, lecz jednocześnie usiłuje rozpuścić w sobie napowrót cząsteczki słabiej osadzone. Cząsteczka, przechodząca w stan spoczynku, stacza zatem z otaczającym środowiskiem pewnego rodzaju walkę o byt, a wynik tych zapasów świadczy o tem, że wychodzą z nich zwyciężko te tylko ściany, które dla większej spójności cząsteczek, czy też na skutek gęstszego ich skupienia się, przedstawiają największą oporność. Stąd zdarza się często, że wzrost kryształu w pewnych kierunkach zanika, gdy w drugich otrzymuje przewagę. Fig. 34 wyobraża przypadek, w którym przewagę otrzymały kierunki pionowe, ponieważ u dołu i góry osiadły już nowe molekuly, których brak w kierunkach poziomych. Fig. 36 przedstawia wzrost podobny, jak na fig. 35, lubo i tu jest widoczna przewaga kierunków pionowych.

Przedstawić na rysunku wzrost kryształu, bogatego w ściany, nie jest rzeczą łatwą, i dlatego musimy tu poprzeżać na fig. 37, która wyobraża przekrój kryształu przez środek. Przypuśćmy, że cząsteczki jego posiadały tendencję do wytworzenia ścian, których profile wskazują linie  $r v r$ , kryształ zaś przybrał postać, której zarysy podaje kontur  $r s t u t s r$ . Taki a nie inny wynik wzrostu możemy sobie tłómaczyć, jak następuje: podczas wzrostu kryształu otaczające go środowisko znosiło cząsteczki, które usiłowały osiadać w kierunku pionowym  $u v$ , podczas gdy na ścianie  $r v$  osiadły molekuly  $t s$ , jednak z pominięciem kątów  $r$ .

Fig. 37.





**22.** Jeżeli na linii molekularnej, zwróconej ku badaczowi, równe odległości międzycząsteczkowe oznaczmy przez  $a$ , na linii molekularnej poprzecznej — przez  $b$ , a na takiejże linii pionowej — przez  $c$ , to otrzymamy długości, co, wyrażone nawet w milimetrach, będą tak drobne, że nie potrafimy ich sobie przedstawić. Ale stosunek wzajemny tych trzech wielkości możemy wyrazić w liczbach; oznaczając je przez  $a, b, c$ , otrzymamy

$$a : b : c = a : b : c.$$

Jeżeli tedy znanem jest położenie owych trzech linii molekularnych, to i położenie każdej ze ścian kryształu da się oznaczyć w sposób prosty, kryształy bowiem są tylko zwiększonymi kształtami tych układów molekularnych, o których była mowa powyżej. Dla ścian

figury 33 otrzymamy stosunek  $a : b : c$ ,

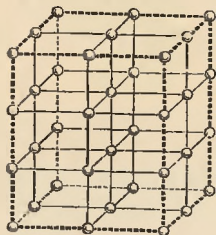
"	34	"	"	$a : b : 2c$ , dla postaci zaś
"	35	"	"	$a : b : \infty c$ i $\infty a : \infty b : c$ ,
"	36	"	"	$a : b : \infty c$ i $a : b : c$ .

Na fig. 37  $rs$  odpowiada ścianie  $\infty a : b : 2c$ , dalej  $st$  — ścianie  $\infty a : b : c$ , wreszcie  $tu$  — ścianie  $\infty a : 3b : c$ .

Przykłady te wyjaśniają dostatecznie prawo parametryczne oraz wykazują, że jest ono następstwem prawidłowego układu cząsteczek. Wyjaśnienie to da się w krótkości wyrazić w sposób następujący: ponieważ cząsteczki podczas wzrostu kryształu w rozmaitych jego kierunkach mogą osiadać lub znikać w liczbie pojedynczej, podwójnej, potrójnej... wogóle w liczbach całkowitych, przeto i ściany kryształu mogą mieć tylko takie parametry, których stosunek może być wyrażony w liczbach całkowitych.

Całokształt budowy kryształicznej możemy sobie wystawić, jako sieć trójwymiarową, składającą się z niezmiernie wielkiej liczby cząsteczek. Nici tej sieci nie są niczem materyalnym, lecz tylko liniami, łączącymi środki ciężkości cząsteczek sąsiednich, węzły zaś jej są materyalne, są to same molekuly. Część drobną takiej sieci wyobraża fig. 38. Przez sieć molekularną możemy przeprowadzić wiele płaszczyzn, z których każda przechodzi przynajmniej przez trzy cząsteczki. Każda taka płaszczyzna jest możliwą ścianą kryształu. Płaszczyzny łupliwości wyróżniają się z pomiędzy nich tem, że są usadzone cząsteczkami najgęściej. Na fig. 38, a także na fig 32 są to płaszczyzny równoległe do ścian ograniczenia zewnętrznego. Wnosić stąd możemy, że płaszczyznami

Fig. 38.



mi łupliwości będą często ściany podstawowe i pryzmatyczne.

Oprócz prac Bravaisa (p. wyżej) i Frankenheima (Pogg. Ann. t. 97, str. 337) o teorii budowy molekularnej kryształów traktują: Sohncke, Entwicklung einer Theorie der Krystallstruktur 1879, a także w Ann. der Phys., t. 16, str. 489, oraz w Zeitschr. für Kryst., t. 13, str. 214; t. 14, str. 426. Wulff, tamże, t. 13,

str. 503; Blasius, Sitzungsber. d. bayer. Akad. 1889, str. 40; Fedorow, Zeitschrift f. Kryst., t. 23, str. 99.

**23. Symetria.** Na kryształach równomiernie rozwiniętym dostrzegamy ściany, które są jednakowe czyli jednoznaczne, t. j. posiadają jednakowy kształt i wielkość. Postaci równoległościennie otoczone są zawsze parami ścian jednakowych, a mianowicie naprzeciwległych. Często zdarza się, że dwie lub więcej ścian przy powierzchownem rozpatrywaniu wydają się zupełnie jednakowymi, i tylko ściślejsze badanie może wykazać ich różnorodność. W przypadkach wątpliwych nie zadawaliśmy się przeto postrzeganiem samego tylko kształtu ścian, lecz badamy ich nachylenie wzajemne przez dokładne pomiary kątów; a skoro i te nie wystarczają, uciekamy się do rozpoznawania ich własności fizycznych.

Postaci krystaliczne, składające się ze ścian tylko jednakowych, nazywamy prostemi, te zaś, które mają ściany niejednakowe, nazywamy postaciami złożonemi czyli kombinacyami. Fig. 19 i 20 są postaciami prostemi, fig. zaś 8 i 18 — złożonemi.

Prawidłowość w ugrupowaniu jednakowych ścian kryształu nazywamy jego symetrią. Znamy wiele sposobów takiego prawidłowego ścian rozkładu; prowadzą one przeto do bardzo rozmaitych rodzajów symetrii. Prawo, rządzące symetrią, brzmi jak następuje: Kryształom właściwe są wszystkie te rodzaje symetrii, które pozostają w zgodzie z prawem parametrycznem. Najoczywistszym jest rodzaj, polegający na jednakowym rozkładzie ścian jednoznacznych po obu stronach płaszczyzny, którą nazywamy płaszczyzną symetrii, czyli przekrojem głównym kryształu. Ten dzieli bryłę symetryczną na dwie równe części, pozostające względem siebie w takim stosunku, jak przedmiot i jego odbicie w zwierciadle, skoro je przyjmiemy za przekrój główny. Ponieważ prawidłowość kryształu zasadza się nie na oddaleniu jego ścian od środka, lecz na ich wzajemnym rozkładzie, przeto i symetria kryształu polega nie na jednakowem oddaleniu ścian od przekroju głównego, lecz na jednakowem położeniu tych ścian względem płaszczyzny symetrii. Po obu stronach tej ostatniej widzimy więc krawędzie i kąty, posiadające jednakową wielkość, tudzież ściany, mające to samo położenie i kolejne następstwo.

Fig. 39.

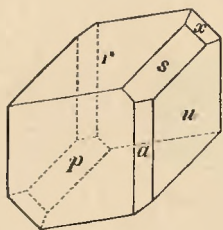
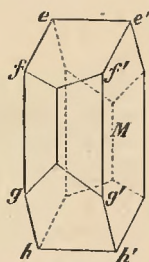


Fig. 40.



Celem podzielenia kryształów na grupy, odróżniny naprzód sześć stopni symetrii:

1. Są kryształy, nie posiadające wcale płaszczyzny symetrii; równoległość ścian jest jedyną widoczną cechą ich prawidłowości. Fig. 39, aksynit.

2. Inne wykazują pierwszy stopień symetrii tutaj rozpatrywanej i odznaczają się jedną tylko płaszczyzną symetrii. Przykładem ich jest kryształ orto-

klazu na fig. 40; równolegle do ściany  $M$  możemy przeprowadzić przezeń płaszczyznę, która będzie posiadać własności przekroju głównego. Jeśli wyobrażamy, że biegnie ona ku widzowi, to, rachując od góry do dołu, widzimy kąt bryłowy  $e$  z lewej jej strony i odpowiadający mu zupełnie jednakowy kąt  $e'$  z prawej strony, dalej kąt  $f$  z lewej i odpowiadający mu  $f'$  — z prawej, krawędź  $fg$  — z lewej,  $f'g'$  — z prawej i t. d. Gdybyśmy koło środka kryształu opisali powierzchnię kulistą, to płaszczyzna symetrii rozdzieliłaby jej wnętrze na dwie równe części, czyli na dwa jednakowe pola (obszary) krystaliczne.

3. Inne znów kryształy są tak zbudowane, że możemy przez nie przeprowadzić trzy przekroje główne, względem siebie prostopadłe. W kryształach siarki, przedstawionym na fig. 41, jeden z tych przekrojów przechodzi przez pun-

Fig. 41.

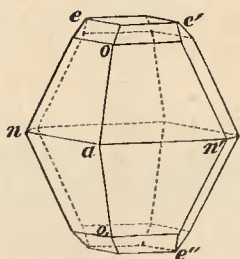


Fig. 44.



Fig. 42.

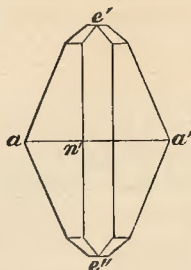


Fig. 45.

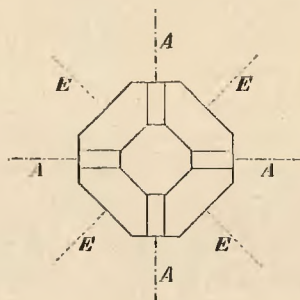


Fig. 43.

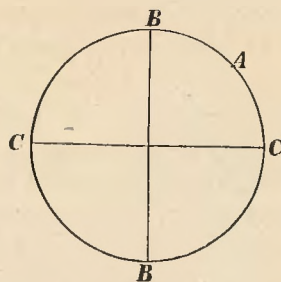
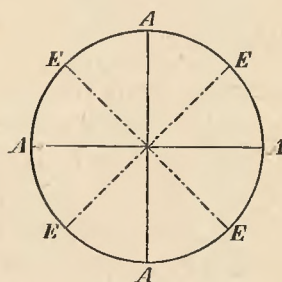


Fig. 46.



ktę  $nan'$ , jest to płaszczyzna symetrii pozioma, drugi — przez punkty  $oao'$ . Jeśli wreszcie kryształ obrócimy tak, że przybierze on wygląd fig. 42, to staje się widocznym, że możemy przezeń przeprowadzić jeszcze trzecią płaszczyznę symetrii, która przejdzie przez punkty  $ee'e''$ . Przestrzeń wewnętrzna powierzchni kulistej, opisanej koło środka kryształu, zostanie podzielona przez trzy przekroje główne  $A, B, C$  na osiem równych geometrycznie części, czyli na osiem pól krystalicznych, fig. 43.

4. W dalszej gromadzie kryształów odróżniamy pięć płaszczyzn symetrii, z których cztery są prostopadłe do piątej. Na kryształach wezuwianu, fig. 44, odróżniamy naprzód, jak na wspomnianym powyżej kryształach siarki, trzy przekroje główne: poziomy, czyli t. zw. główną płaszczyznę symetrii, i dwa pionowe



we, z których jeden zwraca się ku widzowi, drugi zaś biegnie wpoprzek. Jeśli jednak będziemy rozpatrywali kryształ z góry, to otrzymamy obraz, jak na fig. 45, w którym płaszczyzna główna zlewa się z płaszczyzną papieru, a oprócz dwóch poprzednich przekrojów głównych, oznaczonych w skróceniu liniami  $AA$ , dostrzeżemy tu jeszcze dwa inne przekroje  $EE$ , które dzielą na połowy kąty proste, zawarte pomiędzy przekrojami  $AA$ . Płaszczyzna główna oraz przekroje  $A$  i  $E$  wytwarzają pospołu 16 jednakowych pól krystalicznych, fig. 46.

5. Jeszcze wyższym stopniem symetrii odznaczają się kryształy regularne, w których dostrzegamy dziewięć płaszczyzn symetrii. Za przykład niech nam posłużą kryształy galeny na fig. 47 i 48. Naprzód z łatwością znajdujemy trzy

Fig. 47.

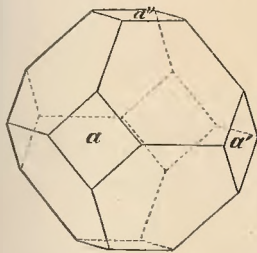


Fig. 48.

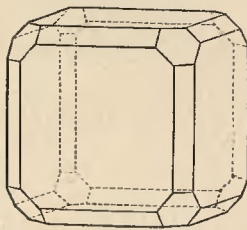


Fig. 49.

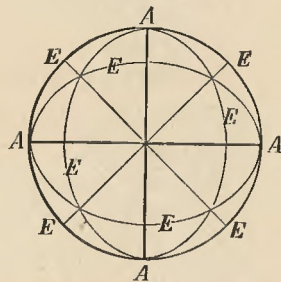


Fig. 50.

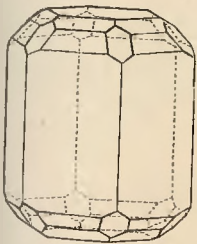


Fig. 51.

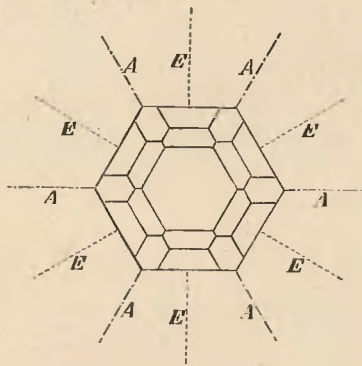
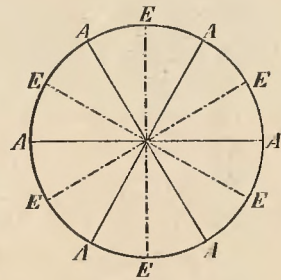


Fig. 52.



jednakowe przekroje główne, względem siebie prostopadłe, o położeniu tem samem, co na kryształach siarki. Inne przekroje główne odpowiadają przekrojom  $E$  na kryształach wezuwianu, gdyż dzielą one kąty przekrojów poprzedzających na połowy. Ponieważ przez każdą z trzech ścian  $a$ ,  $a'$ ,  $a''$  możemy przeprowadzić po dwa takie przekroje, przeto wogóle przekrojów głównych tego drugiego rodzaju mamy sześć. Jak to widać z fig. 49, przekroje główne  $A$  dzielą przestrzeń kulistą, pomyślaną naokoło kryształu, na ośm pól krystalicznych; każde z nich przekroje główne  $E$  podziela jeszcze na sześć części tak, że wogóle wytwarzają 48 pól krystalicznych, fig. 49.

6. Wreszcie pozostają jeszcze kryształy z siedmioma płaszczyznami symetrii. Na kryształach berylu, fig. 50, odróżniamy naprzód przekrój główny po-

ziomy, czyli płaszczyznę główną, a dalej, gdy kryształ rozpatrywać będziemy z góry, fig 51, jeszcze sześć innych przekrojów, z których trzy  $AA$  są równoległe do boków figury, trzy zaś inne  $EE$ , do nich prostopadłe, dzielą na połowy kąty poprzedzających przekrojów głównych. Płaszczyzna główna i przekroje  $A$  wytwarzają 12 pól krystalicznych, gdy jednak przekroje  $E$  dzielą każde z nich na połowy, mamy więc wogóle wszystkich pól krystalicznych 24, jak to widać z fig. 52.

Kryształy, rozpatrywane dotychczas, nazywamy zwykle kryształami holodrycznymi (całościennymi, całkowymi). Ze względu na liczbę płaszczyzn symetrii, możemy je podzielić na klasy następujące:

a) Bez płaszczyzny symetrii:

Kryształy trójskośne czyli trykliniczne.

Przykłady: albit, oligoklaz, siarczan miedzi.

b) Jedna pł. s.:

Kryształy jednoskośne czyli monokliniczne.

Przykłady: augit, gips, ortoklaz.

c) Trzy pł. s. =  $1 + 1 + 1$ , t. j. trzy niejednakowe, względem siebie prostopadłe płaszczyzny symetrii.

Kryształy rombowe.

Przykłady: aragonit, baryt, saletra potasowa, siarka.

d) Pięć pł. s. =  $1 + 2 + 2$ , t. j. płaszczyzny te są trojakiiego rodzaju. Jedna główna, dwie do niej prostopadłe przecinają się pod kątem  $90^\circ$ , drugie zaś dwie przecinają się z poprzednimi pod kątem  $45^\circ$ .

Kryształy tetragonalne.

Przykłady: anataz, kasyteryt, wezuwian.

e) Siedm pł. s. =  $1 + 3 + 3$ , t. j. płaszczyzny te są także trojakiiego rodzaju. Jedna główna, trzy do niej prostopadłe, przecinające się pod kątem  $60^\circ$ , i znów trzy inne, które dzielą na połowy kąty między poprzedzającymi.

Kryształy heksagonalne.

Przykłady: beryl, śnieg.

f) Dziewięć pł. s. =  $3 + 6$ , t. j. płaszczyzny te są dwojakie. Trzy jednakowe, względem siebie prostopadłe, i sześć innych, dzielących na połowy kąty między poprzednimi.

Kryształy regularne.

Przykłady: galena, złoto, sól kamienna.

**24. Hemiedrya.** Pozostałe rodzaje symetrii kryształów mogą być wyprowadzone z klas holodrycznych przy pomocy pewnego rozumowania. Zgodnie z tem ostatniem przyjmujemy, że pola krystaliczne jednakowe w kryształach holodrycznych, w innych przypadkach mogą być sobie równe tylko naprzemian, przez co powstają postaci, zwane hemiedrycznymi (półściennymi, półówkowymi). Stosunek tych postaci do kryształów holodrycznych nazywamy hemiedryą. Aby sprawę tę wyjaśnić na przykładzie, zwróćmy się do symetrii klasy holodryczno-regularnej. Fig. 53 przedstawia jedną z postaci tej klasy, mianowicie ośmiościan, bardzo często występujący na magnetycie. Przez

jego krawędzie możemy przeprowadzić trzy przekroje główne pierwszego rodzaju, które na fig. 54 wyobrażone są za pomocą kół i tworzą ośm jednakowych pól krystalicznych. W ośmiościanie magnetytu wszystkie ściany są jednakowe, a zatem i wszystkie pola krystaliczne są w nim jednakowe i sobie równe. Przeciwnie rzecz się przedstawia z ośmiościanem blendy, fig. 55; pola krysta-

Fig. 53.

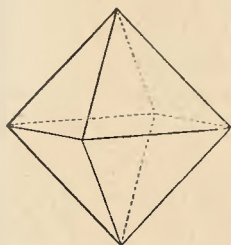


Fig. 54.

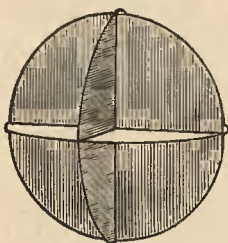
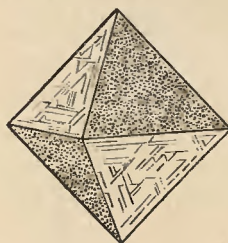


Fig. 55.



liczne są w nim jednakowe tylko naprzemian, jak to wnosimy z własności ścian, z których cztery odznaczają się połyskiem, gdy cztery inne naprzemianległe są matowe. Kryształy blendy należą zatem do klasy hemiedryczno-regularnej. Oprócz odmiennych własności ścian, może wystąpić jednocześnie różnica ich wielkości, jak to przedstawia fig. 57, na której ściany, oznaczone poprzednio matowo, są większe od pozostałych. Na fig. 56 zachowane są jedynie ściany matowe, tworzące hemiedryczny czworościan. Powracając jeszcze raz do fig. 57, wyobraźmy sobie, że ściany błyszczące zwiększyły się tak dalece, że zasłoniły sobą matowe, a otrzymamy postać, fig. 58, która również jest czworościanem. Przez hemiedryę możemy zatem z jednej postaci holodrycznej wyprowadzić dwie hemiedryczne, których kształty pozostają względem siebie w stosunku przedmiotu i jego odbicia w zwierciadle. Postaci te zostały nazwane nawzajem się dopełniającemi, czyli odpowiadającemi.

Fig. 56.

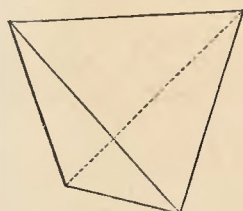


Fig. 57.

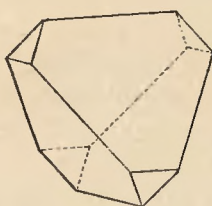
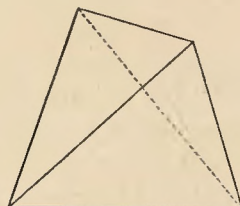


Fig. 58.



W klasyfikacji kryształów postaci holodryczne i wyprowadzone z nich hemiedryczne są zaliczane do jednego szeregu. Obok postaci holodryczno-regularnych, jak ośmiościan, kładziemy zatem postaci hemiedryczne, których przykładem jest czworościan. Ponieważ jednak jeden i ten sam kryształ nie może jednocześnie być holodrycznym i hemiedrycznym, przeto kryształy hemiedryczne tworzą klasy samoistne.



**25. Tetartoedrya, hemimorfizm.** Nie są wcale rzadkimi i takie postaci krystaliczne, które się dadzą wyprowadzić z form holodrycznych przez hemiedryę powtórą. Z owych pól krystalicznych, które w postaciach holodrycznych wszystkie są jednakowe, tu zachowują się identycznie tylko pierwsze, piąte, dziewiąte.... tak, że z pierwotnej ich liczby w kryształ holodrycznym tylko czwarta część nie utraci jednoznaczności. Ponieważ według tej zasady mogą być utworzone postaci, posiadające tylko jedną czwartą tych ścian, które w komplecie ukazują się na kryształach holodrycznych, przeto kryształy tego rodzaju nazwano tetartoedrycznymi czyli ćwiartkowymi, a samo zjawisko tetartoedryi. Postaci tetartoedryczne (ćwiartkowe), podobnie jak hemiedryczne (połówkowe), tworzą samoistne klasy kryształów, rozpatrywane obok holodrycznych czyli całkowych. Kryształy kwarcu i dolomitu są postaciami tetartoedryczno-heksagonalnymi.

Osobny rodzaj hemiedryi stanowią kryształy hemimorficzne (półpostaciowe), które na dwóch przeciwległych końcach odznaczają się rozmaitemi ścian własnościami, a częstokroć i rozmaitem ścian tych wykształceniem. Przykładami takich kryształów są: turmalin, fig. 59, i galman, fig. 60.

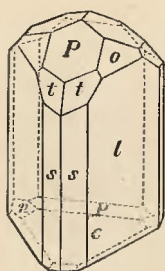
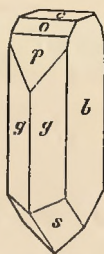


Fig. 60.



Wszystkie postaci krystaliczne ukształtowane tak, że jedna ich oś różni się od innych, dadzą się wyprowadzić na zasadzie hemimorfizmu, wedle której oś ta na obu swych końcach posiada własności niejednakowe. Do tego rodzaju postaci symetrycznych należą kryształy holodryczno-rombowe, kryształy tetragonalne i heksagonalne, zarówno holodryczne, jak i hemiedryczne. Przy pionowym położeniu owej osi ściany górne i dolne są różnorodne, a kryształy hemimorficzne wykazują tylko połowę ścian tych postaci, z których się wyprowadzają. Oś hemimorficzna posiada na obu swych końcach własności rozmaite, jest zatem osią różnobiegunową. Stąd kryształy hemimorficzne, odpowiednio pobudzone, wykazują elektryczność różnobienną. Klasy kryształów hemimorficznych są również grupami samoistnymi.

**26.** Rozważając własności morfologiczne kryształów, bierzemy częstokroć pod uwagę także i symetrię ścian pojedynczych.

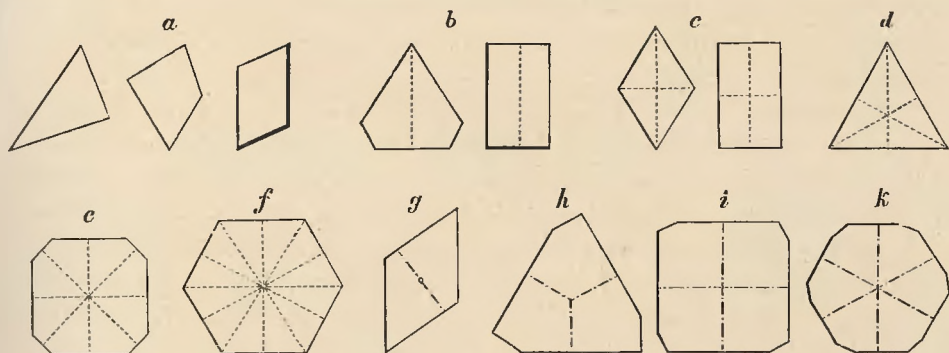
1. Wiele ścian nazwać musimy niesymetrycznymi, ponieważ są one albo trójkątami różnobocznymi, albo cztero lub pięciokątami nieprawidłowymi, albo wreszcie romboidami o bokach różnorodnych, należących do rozmaitych krawędzi. Porównaj fig. 61, *a*. Tego rodzaju ścianami odznaczają się przede wszystkim kryształy trójskośne.

2. Na innych ścianach widzimy już symetrię po obu stronach linii, względem której boki ściany ułożone są tak, jak przedmioty i ich zwierciadlane odbicia. Tego rodzaju symetrię posiadają ściany, które jedyną płaszczyzną symetrii przecina prostopadle, są to ściany jednosymetryczne, jak podane na

fig. 61 pod *b*. Ściany kryształów jednoskośnych, prostopadłe do płaszczyzny symetrii, są jednosymetryczne, jak  $ef'e'f'$  i  $ghg'h'$  na fig. 40. Inne ściany tych kryształów są niesymetryczne.

3. Niektóre ściany są dwusymetryczne, gdyż mogą być podzielone dwiema liniami symetrii, jak to widzimy na podanych obok figurach *c*. Ściany kryształów rombowych, prostopadłe do dwóch płaszczyzn symetrii, są ścianami dwusymetrycznymi, jak np. ściana wierzchołkowa na fig. 41. Są one właściwe i innym kryształom, np. tetragonalnym, jak to widać z fig. 44 (ściana przednia).

Fig. 61.



4. Ściany trójsymetryczne, *d* na fig. 61, dadzą się podzielić trzema liniami symetrii. Ściana prostopadła jednocześnie do trzech płaszczyzn symetrii jest trójsymetryczna, np. ściana ośmiościanu na fig. 47 i 53.

5. Ściany czterosymetryczne, *e* na fig. 61, znajdujemy na kryształach tetragonalnych i regularnych. Przykłady: ściana środkowa na fig. 45 i przednia na fig. 47.

6. Ściany sześćsymetryczne, fig. 61, *f*, odróżniamy na kryształach holodrycznych heksagonalnych; należy do nich ściana środkowa na fig. 51.

7. Inne rodzaje symetrii ścian możemy otrzymać, przeprowadzając z ich środka promienie prostopadłe do boków jednoznacznych. Ściany, które przy takim postępowaniu wykażą dwa promienie, rozchodzące się pod kątem  $180^\circ$ , możemy nazwać dwumiernymi (dymetrycznymi). Romboid, którego równoległe boki należą do krawędzi jednakowych, jest ścianą tego właśnie rodzaju. Porównaj fig. *g*.

8. Ściany, posiadające trzy promienie, rozchodzące się pod kątami  $120^\circ$ , są trójmierne (trymetryczne), fig. *h*. Dostrzegamy je na kryształach hemiedrycznych, zarówno heksagonalnych, jak regularnych.

9. Ściany, wykazujące cztery promienie, rozchodzące się pod kątem  $90^\circ$ , są czteromierne (tetrametryczne), fig. *i*. Są one właściwe kryształom hemiedryczno-tetragonalnym i hemiedryczno-regularnym.

10. Niekiedy zdarzają się ściany, mające po sześć promieni, rozchodzących się pod kątem  $30^\circ$ . Są to ściany sześciomierne (heksametryczne), fig. *k*.

Przykładów ścian tego rodzaju dostarcza klasa kryształów hemiedrycznych heksagonalnych.

**27. Wyjaśnienie.** Klasy kryształów holodryczne, tudzież te, które się z nich wyprowadzają, tworzą pewną liczbę rozmaitych rodzajów symetrii. Z początku znano zaledwie klas kilka, ale w miarę postępu badań liczba ich stopniowo wzrastała. Tak np., przez czas dłuższy z klas heksagonalnych wiadzano tylko o jednej holodrycznej i o jednej hemiedrycznej, bardziej rozpowszechnionych w państwie minerałów, następnie jednak poznano jeszcze jedną hemiedryczną, dwie tetartodryczne i dwie hemimorficzne. Co się tycze pytania, czy liczba klas już poznanych oraz tych, które z czasem mogą być jeszcze odkryte, a więc czy całkowita liczba możliwych rodzajów symetrii jest stała i określona, to zagadnienie to zostało już rozwiązane przez geometryę w sposób dodatni.

Ponieważ kryształy występują w tych tylko postaciach, które się zgadzają z prawem parametrycznem [18], spotykamy więc na nich tylko pewne rodzaje symetrii. Możemy np. wyobrazić, a nawet wykreślić postaci o ścianach równych z czterema lub pięcioma jednakowymi płaszczyznami symetrii, atoli nachylenie ścian na tych postaciach sprzeciwiałoby się prawu parametrów, i dlatego kształty tego rodzaju w państwie kryształów są niemożliwe. Na tej drodze Hessel jeszcze w r. 1829 doszedł do wniosku, że liczba wszystkich możliwych rodzajów symetrii, właściwej kryształom, wynosi 31. Jeżeli do nich dodamy jeszcze postaci całkiem niesymetryczne, to otrzymamy 32 klasy możliwe.

Fakt występowania rozmaitych rodzajów symetrii Bravais i Frankenheim usiłowali objaśnić za pomocą układu cząsteczek w kryształach, który, jak wiemy, przedstawia prawidłową sieć trójwymiarową [20, 22].

W kryształach regularnym układ ten jest regularny. Jeśli wewnątrz takiego kryształu koło jakiegokolwiek cząsteczki wyobrazimy powierzchnię kulistą, przecinającą inną jeszcze cząsteczkę, to powierzchnia ta spotka pewną liczbę molekuł, które na niej będą rozmieszczone równomiernie. W kryształach heksagonalnym lub tetragonalnym układ cząsteczek jest regularny tylko równolegle do płaszczyzny głównej. Jeżeli na tej płaszczyźnie nakreślimy okrąg, biorąc za jego środek jedną z cząsteczek, i jeśli okrąg ten przetnie drugą cząsteczkę, to jednocześnie musi on przeciąć jeszcze bardzo wiele innych molekuł, wszystkie jednak w odległościach jednakowych. Zarówno jak ściany tych kryształów, tak i cząsteczki ich grupują się koło osi głównej w sposób wrzecionowaty.

W kryształach rombowych, jednoskośnych i trójskośnych nie znajdujemy w żadnej z płaszczyzn regularnego układu cząsteczek.

Tego rodzaju pogląd przypisuje przyczynę układania się cząsteczek, zgodnie z tym lub owym rodzajem symetrii, samym cząsteczkom, nie może on przeto wytłómaczyć zjawiska hemiedryi.

Sohncke przyjmuje układ bardziej złożony, w którym oddzielne cząsteczki owej prostej sieci trójwymiarowej zastępuje prawidłowo ukształtowanymi grupami molekuł; wyprowadza on w ten sposób budowy molekularne, odpowiadające wszystkim 32 rodzajom symetrii. Zgodnie z takim rzeczy przed-



stawieniem, oddzielne cząsteczki nie posiadają żadnej symetrii, lecz tylko tendencję do układania się pod pewnemi kątami.

Liter. Hessel, *Physikalisches Wörterbuch* Gehlera, artykuł Kryształ, t. V (1830). Gadolin, *Acta soc. fennicae*, t. 9. (1871). Dzieło Schönfliessa, patrz wyżej. Minnigerode, N. Jahrb. f. Min., V tom dodatkowy. Fedorow, *Zeitschr. f. Kryst.*, t. 20, str. 25. Sohncke, tamże, str. 445. Porównaj także prace, przytoczone na str. 32, 33.

**28. Znakowanie.** Wyjaśnione powyżej dwa prawa zasadnicze, a mianowicie prawo symetrii i parametrów, dają możność w krótkich wyrażeniach opisać każdy kryształ. W tym celu przytaczamy przedewszystkiem rodzaj symetrii kryształu, t. j. wymieniamy jego klasę. Powtóre w razach, kiedy sama symetria nie daje na to odpowiedzi, przytaczamy kąty, pod jakimi się przecinają osi kryształu.

Po trzecie wyrażamy, jeśli tego zachodzi potrzeba, stosunek parametrów  $a : b : c$ . Następnie możemy w krótki sposób oznaczyć każdą ścianę kryształu, skoro poznamy wartość współczynników  $m, n, p$ .

Jako przykład weźmy kryształ augitu, fig. 62, rozpatrywany już powyżej. Jest on jednoskośny. Osi  $XX'$  i  $ZZ'$ , leżące w płaszczyźnie symetrii, tworzą z przodu kąt  $105^{\circ} 50'$ , a już z symetrii samej wypływa, że oś  $YY'$  przecina się z nimi pod kątem  $90^{\circ}$ . Ściana  $u$  daje stosunek parametrów:

$$a : b : c = 1.0902 : 1 : 0.5893.$$

Teraz możemy już oznaczyć każdą oddzielną ścianę kryształu, wypisując jej współczynniki, przyczem głoski, oznaczające stosunek osi, będą się ciągle powtarzały, a więc:

$$\begin{aligned} u &= a : b : c & u' &= a : -b : c & t &= \infty a : \infty b : c \\ m &= a : b : \infty c & m' &= a : -b : \infty c & l &= \infty a : b : \infty c \\ r &= a : \infty b : \infty c \end{aligned}$$

Na drugim kryształcie augitu, fig. 63, mamy prócz tego ściany:

$$v = a : b : 2c, \quad v' = a : -b : 2c, \quad s = a : b : -c, \quad \zeta = 6a : 3b : -8c.$$

Jeżeli chcemy oznaczyć nie ścianę pojedynczą, lecz jednocześnie wszystkie ściany jednakowe, to kładziemy znak ściany pojedynczej w nawiasie. Więc  $(a : b : c)$  oznacza ściany  $u, u'$ , tudzież obie dolne i tylne ściany  $u$ .

Fig. 62.

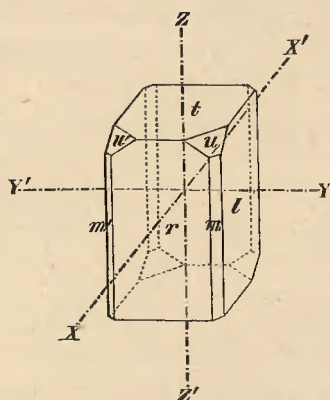
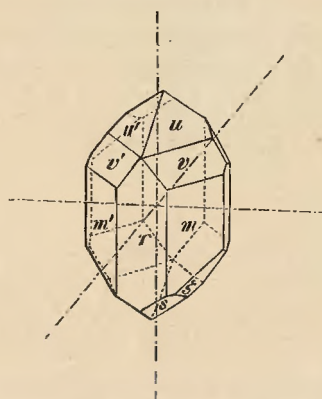


Fig. 63.



$(\infty a : \infty b : c)$  oznacza ścianę  $t$  i równoległą z nią ścianę dolną i t. d. Zamiast znaku mniejszości (—) kładziemy z prawej strony parametru kreskę, np.:

$$a : — b : 2c = a : b' : 2c \text{ lub } a : b : — \frac{1}{3}c = a : b : \frac{1}{3}c'.$$

Ten rodzaj znakowania, wyrażający ściany za pomocą symbolów, w których współczynniki występują obok głosek, oznaczające stosunek osi, został wprowadzony przez Weissa. W następstwie często będziemy się posługiwali symbolami Weissa dla oznaczenia stosunku parametrów.

Drugi rodzaj znakowania wprowadził Naumann. Ten również pisze współczynniki, ale w połączeniu z jedną tylko głoską, np.  $P$ , która oznacza całą postać o współczynnikach zawsze równych 1. Tak np., w układzie rombowym:

$$\begin{array}{lll} \text{znak Weissa } (a : b : c) = P & \text{według Naumanna,} & \\ „ \quad (a : b : 3c) = 3P & „ & \text{i t. d.} \end{array}$$

Trzeci rodzaj znakowania pochodzi od Grassmanna, bywa jednak zwykle nazywany sposobem Millera. Stosunek osi nie jest w nim wyrażany, a zamiast współczynników podawane są ich znaczenia odwrócone. Oznaczamy je zwykle w sposób ogólny głoskami  $h, k, l$  i nazywamy wskaźnikami. Ponieważ każdej liczbie możemy nadać postać  $\frac{1}{x}$ , przeto

$$\begin{aligned} m : n : p &= \frac{1}{h} : \frac{1}{k} : \frac{1}{l}, \text{ skąd} \\ h : k : l &= \frac{1}{m} : \frac{1}{n} : \frac{1}{p}. \end{aligned}$$

Ażeby otrzymać wskaźniki, nadajemy współczynnikom postać  $\frac{1}{x}$ , a otrzymamy w ten sposób trzy mianowniki będą wskaźnikami, albo też zamiast współczynników bierzemy ich znaczenia odwrócone i, zamieniając je na liczby całkowite, znów te same otrzymujemy wskaźniki. Stosunek parametrów  $2a : 2b : 3c$  sprowadzamy zatem, dzieląc przez 6, do postaci  $\frac{1}{3}a : \frac{1}{3}b : \frac{1}{2}c$ , skąd otrzymujemy wskaźniki 332, albo też, zamiast współczynników 2, 2, 3, bierzemy ich wartości odwrócone  $\frac{1}{2} : \frac{1}{2} : \frac{1}{3}$ , które pomnożone przez 6, dają wskaźniki 332. Ze stosunku parametrów  $a : b : c$  otrzymujemy wskaźniki 111, z  $a : b : \infty c$  — według drugiej metody — stosunek  $\frac{1}{1} : \frac{1}{1} : \frac{1}{\infty}$ , skąd wskaźniki 110. Zgodnie z powyższym, stosunek parametrów  $a : b : —c$  zmieni się na wskaźniki 11 $\bar{1}$ , przyczem znak mniejszości kładziemy nad odpowiednim wskaźnikiem. Jeżeli chcemy oznaczyć nie pojedynczą ścianę, lecz jednocześnie wszystkie ściany jednakowe, t. j. jeśli chcemy całkowitą postać prostą wyrazić za pomocą jednego tylko wspólnego symbolu, natenczas umieszczamy wskaźniki w nawiasie, a więc  $(a : b : c) = (111)$ . Ściany, których wskaźniki składają się tylko z 1 i 0, nadal nazywać będziemy pierwotnemi.

W dziełach niemieckich używane są wszystkie trzy sposoby znakowania, chociaż Naumannowski częściej od Weissowskiego. Pierwszy ma za sobą pewną dogodność, wszakże nie podaje sposobu odróżniania ścian jednoznacznych, nadto jest dość skomplikowany przez rozmaitego rodzaju dodatki, które pozna-

my w następstwie. Znakowanie Millera jest dla początkujących mniej może dostępne, niż dwa poprzedzające, ale jest bardzo dogodne przy obliczaniu, gdyż mamy tu do czynienia nie ze współczynnikami, lecz wskaźnikami; prócz tego ma ono tę nad innemi przewagę, że jest krótkie i proste i najlepiej się nadaje do wyrażania związku pomiędzy postacią zewnętrzną a własnościami fizycznymi.

**29. Rzuty.** Własności postaci krystalicznych najlepiej dają się poznawać na modelach, które naśladują położenie ścian z dostateczną dokładnością. Początkujący najprędzej zrozumieją istotę postaci krystalicznych, jeżeli naprzód uwagę swoją zwrócą na modele. Zwłaszcza dobrze wykonane modele drewniane mogą im oddać znaczne usługi. Najusilniej również radzimy początek studyów zaczynać od ćwiczenia się w odtwarzaniu postaci kryształów, przyczem nie należy się zrażać tem, że pierwsze próby wypadną być może niepomyślnie. Wlewając ciasto gipsowe do formy, z czegokolwiek przygotowanej, otrzymać naprzód należy bryły o kształcie sześciannu, a skoro one zastygną, można z nich następnie płaskim nożem wystrugiwać postaci kryształów coraz bardziej złożonych i bogatszych w ściany. Tym sposobem pilny uczeń z łatwością zapozna się z pokrewieństwem rozmaitych postaci, z ich symetrią, z hemiedryą, z pasami oraz ich łącznością i t. d. i wkrótce będzie dostatecznie przygotowany do tego, by mógł przejść od odtwarzania wielościanów krystalicznych do ich rysowania.

Bieglejsi mogą poprzestawać na dobrych rysunkach. Te przedstawiają zwykle kryształy w ich wykształceniu doskonałym, z pominięciem rozmaitych skażeń i niedokładności. Często-kroć rysujemy kryształy tak, że i krawędzie tylnej ich połowy są oznaczone. Są to zatem właściwie sieci, utworzone z krawędzi.

Rysunki kryształów, które znajdujemy w dziełach naukowych, nie są jednak wykonywane tak, jak wyglądają w rzeczywistości bryły krystaliczne. Nie są one wykonane według zasad perspektywy zwyczajnej, gdyż w takim razie linie równoległe, np. krawędzie sześciannu, zwrócone ku badaczowi w miarę oddalania się od niego, musiałyby się stopniowo ku sobie zbliżać. Tym sposobem byłaby zniesiona równoległość krawędzi, tak ważna przy wnioskowaniu o łączności pasów. Z tego to powodu rysunki kryształów wykonywane są według zasad perspektywy równoległoliniowej. Zgodnie z temi ostatniemi wystawiamy sobie, że kryształ umieszczony jest przed płaszczyzną rysunku, i że z każdego kąta kryształu zostały rzucone na nią linie prostopadłe. Jeśli punkty przecięcia się tych prostopadłych z płaszczyzną połączymy liniami, odpowiadającemi krawędziom kryształu, to otrzymamy rzut równoległo-perspektywiczny, czyli inaczej obraz kryształu, widzianego z odległości nieskończonej. Nasze figury kryształów są zatem rzutami równoległo-perspektywicznymi.

Ten rodzaj rzutu nie uwidocznia jednak dostatecznie łączności pasów kryształu, ani też nie wyjaśnia dokładnie stosunków pomiędzy kątami. Do celów tych służą rzuty schematyczne, z których obecnie dwa są używane.

Według jednego z nich ściany kryształu rzucane są w postaci linii. Kryształ wyobrażamy sobie ustawiony tak, że jedna z jego ścian rzeczywistych, czy



też tylko możliwych, którą to ścianę wybieramy w tym celu naprzód, jest równoległa do płaszczyzny rzutu, t. j. do powierzchni papieru. Następnie przesuwamy w myśli wszystkie ściany kryształu równoległe tak, by wszystkie one przeszły przez jeden punkt leżący nazewnątrz płaszczyzny rzutowej. Każda para ścian zleje się tym sposobem w jedną ścianę, a ta przetnie płaszczyznę papieru w linii, którą kreślimy. Ściana równoległa do płaszczyzny rzutu nie będzie wcale oznaczona.

Jeżeli wyobrazimy sześcián, rzucony na płaszczyznę równoległą do jednej z otaczających go par, to rzut składać się będzie z dwóch linii prostopadłych, gdy ściany ośmiościanu  $o$  dadzą cztery linie przecinające się w postaci kwadratu. Porówn. fig. 64 i 64 *a*. Skoro kryształ barytu, fig. 65, rzucimy tym samym sposobem na płaszczyznę równoległą do ściany  $k$ , para ścian  $P$  da nam jedną linię poziomą, ściany zaś  $d$  — dwie linie, przecinające się w punkcie rysunku środkowym. Fig. 65 *a*. Ściany piramidalne  $z$  dadzą cztery linie, które przetną się

Fig. 64.

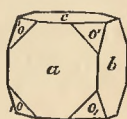


Fig. 64a.

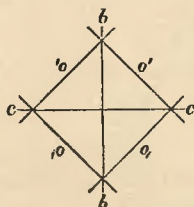


Fig. 65.

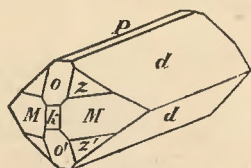
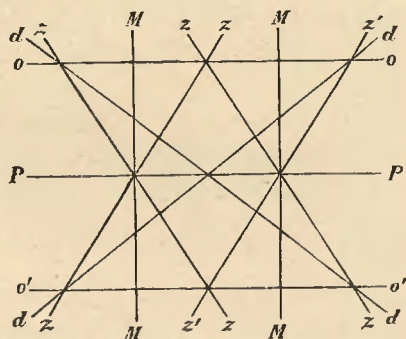


Fig. 65a.



w czterech punktach. Ponieważ ściana  $M$  leży w pasie  $zz'$ , przeto jej linia rzutowa przejdzie przez jeden z tych punktów. To samo powtórzy się z liniami rzutowymi ścian  $o$  i  $o'$ . Stąd wyprowadzić możemy prawo, że w tego rodzaju rzucie pasy występują w postaci przecięć dwu albo kilku linii.

Według drugiej metody, którą nazywamy rzutem kulistym, ściany kryształu rzucane są, jako punkty. Wyobrażamy mianowicie, że kryształ znajduje się w kuli i że środek tej ostatniej leży wewnątrz kryształu. Jeżeli następnie ze środka kuli przeprowadzimy prostopadłe do ścian kryształu i przedłużymy je, to zetkną się one z powierzchnią kuli w punktach, z których każdy oznaczy położenie jednej ściany. Fig. 66 podaje rysunek kuli rzutowej z pomyślanym wewnątrz niej ośmiościanem. Łuki, łączące punkty rzutowe, odpowiadają kątom normalnych [13].

W figurze rzutowej sam kryształ nie jest rysowany, lecz poprostu oznaczane są tylko punkty, które zjawiają się na powierzchni kuli po wykonaniu czyn-

ności wyżej wskazanej. Jeżeli mamy do czynienia z pasem, jak na fig. 67, to by uczynić go widoczniejszym, łączymy odnośne punkty rzutowe za pomocą linii najczęściej nie prostych. Kreśląc te linie pasowe, pamiętać należy o tem, że prostopadłe, padające ze środka kuli na ściany, należące do jednego pasa, leżą wszystkie w tej samej płaszczyźnie, przechodzącej przez środek kuli. Płaszczy-

Fig. 66.

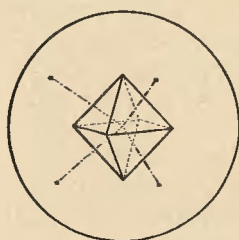


Fig. 67.

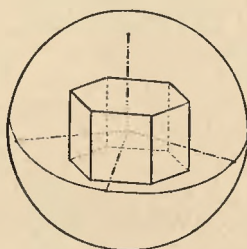
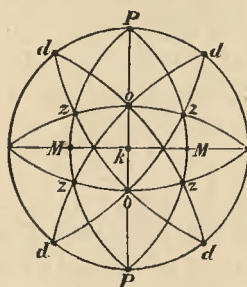


Fig. 68.

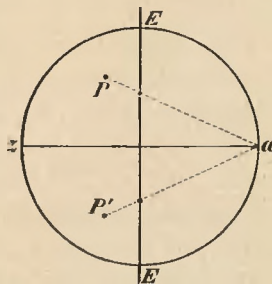


zna ta przecina kulę w kole wielkim, a stąd każda linia pasowa jest na kuli rzutowej kołem wielkim. Przy wykonaniu rysunków rzutowych linie pasowe, z wyjątkiem prostych, wyrażane są w postaci łuków, a więc kreśli się je za pomocą cyrkla <sup>1)</sup>.

Przykładem rzutów kulistych tego rodzaju jest fig. 68, która również odnosi się do ścian kryształu barytu na fig. 65 wyobrażonego. Kryształ ten należy wystawić sobie tak, że ściany  $P$ ,  $d$ ,  $d$  skróciły się w linie, a  $k$  zajmuje środek figury. Wtedy punkty rzutowe ścian  $P$  i  $d$  padną na brzeg rysunku, t. j. na okrąg

<sup>1)</sup> Pochodzi to stąd, że rzut nie przedstawia obrazu kuli z dalszej odległości, lecz że jest on jakby stroną wewnętrzną kuli, jakoby się ta przedstawiała oku, umieszczonemu na jej powierzchni. Zasada kreślenia jest następująca: Na powierzchni kuli, posiadającej punkty rzutowe ścian, wybieramy punkt  $z$ , który niech będzie punktem środkowym rysunku. Linia, przeprowadzona z  $z$  przez środek kuli, spotka drugą jej stronę w punkcie  $a$ , który jest punktem widzenia rzutu, Fig. 69. Jeżeli dalej wyobrazimy, że z  $a$  przeprowadzone są promienie do punktów rzutowych ścian  $P$  na powierzchni kuli, to płaszczyzna  $EE$ , przechodząca przez środek kuli i prostopadła do  $az$ , będzie przecięta przez te promienie w tylnych punktach, co i kula. Otóż obraz, powstający na  $EE$ , jest właściwie naszym rzutem, który zwykle zawieramy w okręgu, powstającym przez przecięcie się kuli z ową płaszczyzną  $EE$  i nazywanym okręgiem podstawowym.

Fig. 69.



Dowody tego, że linie pasowe w tym rzucie ukazują się w postaci łuków, znaleźć można w Krystalografii Grailich-Millera (str. 188); porówn. także Krystalografię Lauga, str. 291.

Jakkolwiek dokładne wykonanie rysunku rzutowego polega na konstrukcyi wyżej podanej, to jednak początkujący mogą ją pominąć i postępować tak, jakgdyby rysowali kulę widzianą z zewnątrz, a kreślenie linii pasowych w postaci łuków niech będzie uważane za ułatwienie pracy.

podstawowy, pasy *Pok* i *MkM* wyrażą się w liniach prostych, inne zaś — w łukach. Symetria kryształu jest uwidoczniiona bardzo wyraźnie.

Ponieważ ta metoda rzutów odznacza się wielką dogodnością i wyrazistością, oraz jest niezwykle użyteczną w wyjaśnianiu stosunków pasowych i związku pomiędzy postacią kryształu a jego własnościami fizycznymi, używaną jest zatem powszechnie.

**30. Łączność pasów.** Ściany pierwotne kryształów związane są pasami trojakiiego rodzaju. Na figurach 70 i 71 mamy dwa rombowe kryształy jednego i tego samego minerału, na fig. zaś 72 wskazane są ich pasy. Głoskami *a*, *b*, *c* oznaczone są ściany podstawowe, *o* ściągą się do ścian piramidalnych, *m*, *p*, *r* — do pryzmatycznych. Pasy łączą w sobie albo ściany podstawowe i pryzmatyczne, mianowicie *bc*, *ac*, *ab*, albo wszystkie trzy rodzaje ścian, mianowicie *ao'*, *bo'*, *co'*, a dalej *ao*, *bo*, *co*, lub wreszcie obejmują tylko ściany pryzmatyczne, mianowicie *pm*, *p'm*, a także *p,m*, *p',m*. Ponieważ każda ze ścian pierwotnych należy jednocześnie do kilku pasów, przeto, znając położenie niektórych ścian, możemy pozostałe określić ze związku pasów. Wychodząc z niezmiennego położenia trzech ścian podstawowych  $a = a : \infty b : \infty c = 100$ ,  $b = \infty a : b : \infty c = 010$ ,  $c = \infty a : \infty b : c = 001$ , a następnie ze ściany jednostkowej  $o' = a : b : c = 111$ , otrzymujemy położenie ściany *m*, ponieważ leży ona w pasie *ab*, a więc jest równoległa do osi pionowej, a powtórę — w pasie *o'c*, a więc obie osi poziome odcina w tym samym stosunku, co i ściana *o'*. Stąd widocznem jest, że  $m = a : b : \infty c = 110$ . Podobnie określamy z łączności

pasów *ac* i *bo* położenie ściany  $p = a : \infty b : c = 101$

" *bc* " *ao'* " "  $r = \infty a : b : c = 011$

" *ab* " *pr* " "  $'m = a : b' : \infty c = 110$

" *o'b* " *c'm* " "  $'o = a : b' : c = 111$  i t. d.

Łatwo pojąć, że przyjmując za punkt wyjścia ściany dwu słupów, np. *p* i *p'*, *m* i *'m*, moglibyśmy również określić położenie ścian pozostałych.

Za pomocą rozumowania, opartego na łączności pasów, wyjaśnia się również położenie innych ścian, na kryształach tych dostrzeżonych, np. ściany *v* z pasów *ao'* i *pm*, fig. 73. Ponieważ ściana ta należy do pasa *ao'*, musi ona przeto przecinać oś pionową i poprzeczną w tym samym stosunku, co i ściana *o'*. Ponieważ dalej ściana *v* objęta jest również pasem *pm*, będzie ona w kombinacyi ze ścianami *p* i *m*, fig. 74, dotykać krawędzi *p : m*, i dlatego otrzyma na pierwszej osi parametr *a*, na dwóch zaś innych dwa razy większy, niż ściany *p* i *m*, skąd  $v = a : 2b : 2c = 211$ ,  $v = a : 2b : 2c' = 21\bar{1}$ .

Gdybyśmy dalej dostrzegli ścianę *w*, leżącą w pasie *vc* i *ab*, fig. 75, otrzymalibyśmy  $w = a : 2b : \infty c = 210$ , dla ściany zaś *z*, należącej do pasów *wo'* i *pm*,  $z = 2a : 3b : 6c = 321$  i t. d.

Wychodząc z czterech ścian pierwotnych, możemy zatem poznawać położenie ścian coraz nowych, pozostających z tamtymi w łączności pasowej, i dla każdej z nich znaleźć stosunek parametrów, który wyprowadzamy w liczbach całkowitych ze stosunku parametrów ścian pierwotnych. Ponieważ jednak



wszystkie ściany kryształu wiążą się z sobą za pomocą pasów [14], to i stosunki parametrów wszystkich możliwych ścian jego dadzą się wyprowadzić z jednego stosunku zasadniczego. Ogólna łączność pasów i wymierność stosunków para-

Fig. 70.

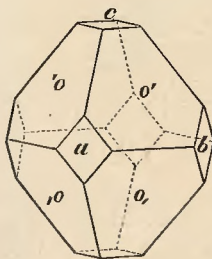


Fig. 71.

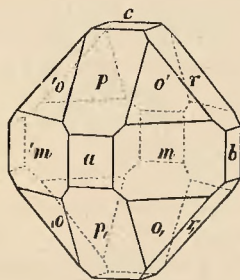


Fig. 72.

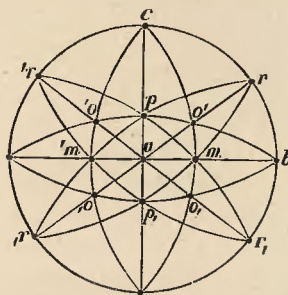


Fig. 73.

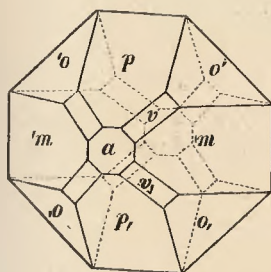


Fig. 74.

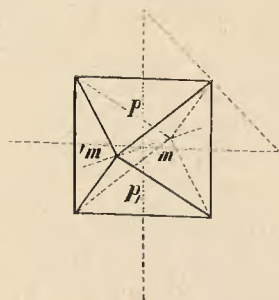
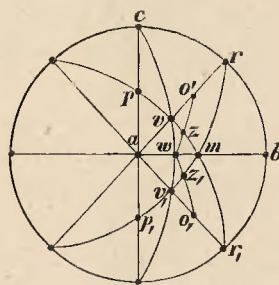


Fig. 75.



metrycznych są zatem tylko różnemi wyrażeniami jednego i tego samego prawa.

Określenie położenia ścian z łączności pasów uskutecznia się najkrócej sposobem rachunkowym za pomocą wskaźników.

Jeżeli są znane wskaźniki dwóch ścian, np.  $111$  i  $123$ , to znak pasa, w którym ściany te leżą, otrzymujemy w sposób prosty, pisząc je dwukrotnie w dwu szeregach jedno pod drugim:

$$\begin{array}{ccccccc} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 1 & 2 & 3 & 1 \end{array}$$

Pomijając pierwsze i ostatnie liczby obu szeregów, pozostałe mnożymy na krzyż, t. j. drugą górną przez trzecią dolną, trzecią górną przez drugą dolną i t. d. Otrzymane tym sposobem iloczyny odejmujemy po kolei, a pozostałe stąd różnice będą wskaźnikami pasa. W przykładzie powyższym mamy:  $1 \cdot 3 - 1 \cdot 2 = 1$ ,  $1 \cdot 1 - 1 \cdot 3 = -2$  i  $1 \cdot 2 - 1 \cdot 1 = 1$ , a więc znak pasa  $[1\bar{2}1]$ . Ze znaków dwu ścian  $201$  i  $110$  wyprowadzamy znak pasa  $[112]$ . Do znaków pasowych dadzą się zastosować prawa następujące:

**Prawidło 1.** Ściana  $hkl$ , należąca do pasa  $[uvw]$ , czyni zadość warunkowi  $hu + kv + lw = 0$ . Aby się zatem przekonać, czy ściana  $432$  leży w pasie  $[121]$ , otrzymujemy sumę trzech iloczynów, mianowicie  $4 \cdot 1 - 3 \cdot 2 + 2 \cdot 1$ , która  $= 0$ , a więc daje odpowiedź potwierdzającą. Ta byłaby przeczącą, gdybyśmy się chcieli przekonać, czy ściana  $112$  do tegoż pasa należy, albowiem suma iloczynów nie byłaby równą 0, lecz 1.

To samo prawidło ma zastosowanie i w tym przypadku, kiedy znany jest znak pasa, do którego należy ściana, lecz wskaźniki tej ostatniej nie są dokładnie wiadome. Np. jeżeli wiemy, że ściana należy do pasa  $[121]$  i że jest równoległą do osi  $X$ , a więc

ma ogólny wskaźnik  $0kl$ , to stosując warunek powyższy  $0 - 2k + l = 0$ , otrzymujemy  $l = 2k$ , a stąd wskaźniki  $0, k, 2k$ , czyli poprostu  $012$ .

**Prawidło 2.** Wskaźniki punktu przecięcia się dwu pasów otrzymujemy tym samym sposobem. w jaki wyprowadzamy znak pasa ze wskaźników ścian. Jeżeli zatem wiemy, że ściana leży zarówno w pasie  $[1\bar{2}1]$ , jak i w pasie  $[11\bar{2}]$ , to mnożąc na krzyż te wskaźniki sposobem wyżej wskazanym i odejmując iloczyny, otrzymamy wskaźnik ściany  $531$ . Ponieważ zatem dla ściany, należącej do dwóch pasów, otrzymamy zawsze wskaźniki wymierne, przeto ściana ta jest zawsze możliwą ścianą kryształu.

**Prawidło 3.** Jeżeli dodamy wskaźniki dwóch ścian, zachowując porządek osi, otrzymamy wskaźniki ściany, ścinającej krawędź dwu ścian poprzedzających. Jeżeli przytem obie te ściany są jednoznaczne, to będziemy mieli wskaźniki stopienia prostego, t. j. tej ściany, która względem obu poprzedzających jest jednakowo nachylona. A zatem ściana, ścinająca prosto krawędź dwu ścian,  $211$  i  $1\bar{2}1$ , należących do jednej postaci, ma wskaźniki  $332$ .

Teoretyczne uzasadnienie prawideł, dotyczących pasów, oraz postępowania, powyżej przytoczonego, znajdujemy w podręcznikach krystalografii v. Karstena, v. Langa, Grotha, Liebisch; co się tyczy obliczania wskaźników z kątów kryształu, patrz: C. Klein, Einleitg. i. d. Krystalberechnung.

**31. Układy krystalograficzne.** Każda z wymienionych powyżej klas kryształów holodrycznych, łącznie z klasami hemiedrycznymi (tetartodrycznymi, hemimorficznymi), które dadzą się z niej wyprowadzić, tworzy osobny układ krystalograficzny. Układów tych mamy zatem sześć. Ze względu na budowę wewnętrzną kryształów, o której sądzimy z ich kształtów zewnętrznych i właściwości fizycznych, układy krystalograficzne podzielić możemy na trzy grupy:

A. Kryształy o budowie prostszej:

I. Układ trójskośny. Klasa holodryczna.

II. Układ jednoskośny. Klasa holodryczna.

III. Układ rombowy. Klasa holodryczna, hemiedryczna i hemimorficzna.

B. Kryształy o budowie wrzecionowatej:

IV. Układ tetragonalny. Klasa holodryczna, dwie klasy hemiedryczne i jedna tetartodryczna.

V. Układ heksagonalny. Klasa holodryczna, dwie klasy hemiedryczne, dwie tetartodryczne i dwie hemimorficzne.

C. Kryształy o budowie regularnej:

VI. Układ regularny. Klasa holodryczna, trzy klasy hemiedryczne i jedna tetartodryczna.

**32. Układ trójskośny <sup>1)</sup>.** Klasa holodryczna. Kryształy tej grupy nie posiadają żadnej płaszczyzny symetrii. Każda ściana kryształu ma tylko jedną sobie podobną i równoległą. Kryształ otaczają zatem pary ścian, występujące zupełnie od siebie niezależnie. Tylko ściany naprzeciwległe ukazują się razem.

Jeżeli ze ścian na kryształ trójskośnym obecnych lub wogóle teoretycznie możebnych wybierzemy trzy za podstawowe, to linie ich przecięć wskażą nam kierunki trzech osi, które zawsze tworzą ze sobą kąty ukośne. Zazwyczaj ozna-

<sup>1)</sup> Inaczej: trójskośnoosiowy (Zejszner), trykliniczny (Naumann), anortyczny (Haidinger) i t. p.



czamy kąt między osią pionową i poprzeczną głośką  $\alpha$ , pomiędzy pionową i podłużną — głośką  $\beta$ , wreszcie pomiędzy poprzeczną i podłużną — głośką  $\gamma$ , fig. 78.

Osi te nie są równe. Stosunek ich  $a : b : c$  podawany jest zwykle tak, że  $b = 1$ .

Na kryształach albitu, fig. 76, możemy przyjąć ściany  $P$  i  $M$  za podstawowe, jak również trzecią ścianę  $k$ , która leży w pasach  $Px$  i  $TlM$ , a więc jest ścianą teoretycznie możliwą. Fig. 77, będąca kombinacją tych trzech ścian, wskazuje ten sam kierunek osi. Na fig. 78 widzimy same tylko osi. Zamiast ścian podstawowych, moglibyśmy poprostu wybrać trzy krawędzie: kierunek pierwszej osi

Fig. 76.

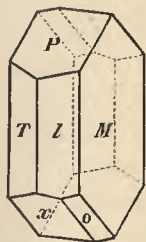


Fig. 77.

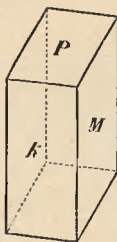
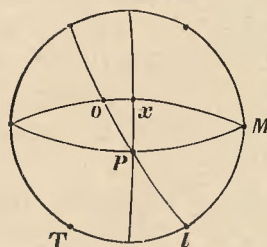


Fig. 78.



Fig. 79.



wskazywały nam krawędź pomiędzy  $P$  i  $M$ , czyli przez skrócenie  $P : M$ , kierunkiem drugiej osi byłyby krawędź  $P : x$ , wreszcie kierunek trzeciej osi wyraziłaby krawędź  $l : M$ . Zwyczajem ogólnie przyjętym, a wprowadzonym przez Naumanna, kryształy, należące do tego układu, ustawiamy tak, by oś poprzeczna odpowiadała dłuższemu parametrowi, a więc by  $b > a$ .

Po za terminologią ogólną [17] ściany nie wymagają żadnych nazw osobnych, albowiem parametry i wskaźniki oznaczają ich położenie całkiem dokładnie. Atoli Naumann, idąc za historycznym rozwojem krytalografii, wprowadził dość złożoną nomenklaturę, w której za typ kryształów o symetrii niższej przyjął kryształy rombów, a postaci jednoskośne i trójskośne opatrzył takimi nazwami, jakgdyby one stanowiły tylko hemiedryę i tetartoedryę kryształów rombów.

Zgodnie z takim założeniem, nazwał on pary ścian piramidalnych tetartopiramidami (ćwierćpiramidami), a położenie ich odróżniał za pomocą znaczków i kresek, dodawanych do symbolu, którym jest głośka  $P$ . Przytem ściany piramidalne, odpowiadające piramidzie wydłużonej w kierunku osi  $a$  (krótszej, podłużnej), otrzymały nazwę brachypiramid (piramid podłużnych), a ich symbole — znak krótkości  $\smile$ , oznaczający, że położony po  $P$  współczynnik odnosi się do osi  $a$ . Te zaś ściany piramidalne, które odpowiadają piramidzie wydłużonej w kierunku osi  $b$  (dłuższej, poprzecznej), zostały nazwane makropiramidami (piramidami poprzecznymi), a ich symbole zaopatrzone w znak długości  $\text{—}$ . Pary ścian pryzmatycznych otrzymały nazwę hemipryzmy (półsłupa) i hemidomy (półdaszka), a mieszczące się w ich symbolach znaki  $\smile$  i  $\text{—}$  oznaczają, że współczynnik  $\infty$  po  $P$  położony ściąga się do osi  $a$ , względnie do osi  $b$ . Tę samą terminologię stosował Naumann i do ścian podstawowych.



Następujące przykłady wyjaśnia ten sposób znakowania i słownictwa; podane tu głoski odnoszą się do ścian kryształów, przedstawionych na fig 70 i 71, które to kryształy weźmiemy tymczasowo za trójskośne. Znakowanie Millera poprzedza symbole Naumanna.

Cwierćpiramida (tetartopiramida) prawa górna . . . .	$o' = (111) = P'$
" " " dolna . . . .	$o, = (1\bar{1}\bar{1}) = P,$
" " " lewa górna . . . .	$'o = (\bar{1}11) = 'P$
" " " dolna . . . .	$,o = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = ,P$
Cwierćpiramida podłużna (brachypiramida) prawa górna	$(133) = \bar{P}'3$
" " " poprzeczna (makropiramida) lewa górna .	$(2\bar{1}2) = 'P\bar{2}$
Półsłup (hemipryzma) prawy . . . . .	$m = (110) = \infty P'$
" " " lewy . . . . .	$'m = (1\bar{1}0) = \infty 'P$
Półdaszek poprzeczny (makrodoma) górny . . . . .	$p = (101) = 'P'\infty$
" " " " dolny . . . . .	$p, = (10\bar{1}) = ,P,\infty$
Półdaszek podłużny (brachydoma) prawy . . . . .	$r = (011) = ,P'\infty$
" " " " lewy . . . . .	$r, = (0\bar{1}\bar{1}) = 'P,\infty$
Dwuścian poprzeczny (makropinakoid) . . . . .	$a = (100) = \infty \bar{P}\infty$
" " " " podłużny (brachypinakoid) . . . . .	$b = (010) = \infty \bar{P}\infty$
" " " " podstawowy (bazopinakoid) . . . . .	$c = (001) = 0 P$

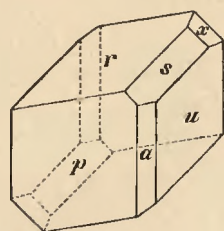
Na kryształach albitu, fig. 76, ściany  $P$  i  $M$ , będące ścianami łupliwości, przyjmujemy zwykle za podstawowe, ściany zaś  $l$  i  $T$  za pierwotne pryzmatyczne. Jeżeli prócz tego weźmiemy  $x$  za pierwotną ścianę pryzmatyczną, to z łączności pasów  $Mo x$  i  $Plo$  wypada, że  $o$  jest pierwotną ścianą piramidalną, a więc:

$$P = \infty a : \infty b : c = 001, \quad M = \infty a : b : \infty c = 010, \quad l = a : b : \infty c = 110, \\ T = a : b' : \infty c = 1\bar{1}0, \quad x = a : \infty b : c' = 10\bar{1}, \quad o = a : b : c' = 11\bar{1}.$$

Fig. 79 jest rzutem kulistym tegoż kryształu albitu, rozpatrywanego z góry, skutkiem czego ściany  $T$ ,  $l$ ,  $M$  znalazły się na kole podstawowym.

Na kryształach aksynitu, fig. 80, możemy przyjąć, że  $p = a : b' : \infty c = 1\bar{1}0$ ,  $u = a : b : \infty c = 110$ , a zatem, że obie te ściany są pierwotnymi pryzmatycznymi ścianami pionowymi, a dalej przyjąwszy, że  $r = a : b' : c = 1\bar{1}1$ , a  $x = a : b : c = 111$ , przekonamy się, że  $s = a : \infty b : 2c = 201$ , podobnie  $a = a : \infty b : \infty c = 100$ .

Fig. 80.



**33. Układ jednoskośny.** <sup>1)</sup> Klasa holodryczna. Kryształy holodryczne (całkowe) tego układu posiadają tylko jedną płaszczyznę symetrii. W każdym z nich możemy wyobrazić płaszczyznę, względem której ściany kryształu będą ułożone

<sup>1)</sup> Inaczej: jednoskośnoosiowy (Zejszner), monokliniczny (Naumann), monosymetryczny (Groth), augitowy (Haidinger) i t. p.

jednakowo, jakgdyby jedna połowa postaci była zwierciadlanem odbiciem drugiej. Ponieważ kryształy jednoskośne mają tylko tę jedną płaszczyznę symetrii, przeto spotykamy na nich zarówno pary ścian jednakowych, jak i kompleksy czterościenne.

A) Dwuściany podstawowe. Dwuścian poprzeczny i podstawowy tworzą z płaszczyzną symetrii po obu jej stronach jednakowe kąty, czyli są do niej prostopadłe. Ściana, równoległa do płaszczyzny symetrii, łącznie ze ścianą przeciwną, również odpowiadają wymaganiom symetrii: tworzą one dwuścian podłużny. Ściany prostopadłe do płaszczyzny symetrii są jednosymetryczne, inne ściany są niesymetryczne, ściany zaś podłużne są dwumierne (dymetryczne).

B) Ściany pryzmatyczne. Ściany słupów poprzecznych są do płaszczyzny symetrii prostopadłe i dlatego występują tylko oddzielnymi parami.

Słup pionowy, i podłużny mają natomiast po cztery ściany, gdyż każdej ścianie, leżącej ukośnie względem płaszczyzny symetrii, musi towarzyszyć inna, znajdująca się po drugiej stronie płaszczyzny symetrii i mająca położenie analogiczne. Każda z tych dwu ścian ma jednak swoją ścianę przeciwną.

C) Ściany piramidalne. Każda ściana piramidalna powtarza się czterokrotnie, albowiem leży również ukośnie względem płaszczyzny symetrii.

Trzy ściany podstawowe określają tu znów położenie i kierunek osi. Jeżeli ściany te skombinujemy, to powstanie postać, jak na fig. 81. Płaszczyzna symetrii biegnie równolegle do  $b$ . Kąty płaskie, zaznaczone kropkami, muszą być proste, ponieważ krawędź, leżąca między niemi, jest prostopadła do płaszczyzny symetrii. Przeciwnie kąt  $\beta$  jest ukośny, podobnie jak w układzie poprzedzającym. Stąd wypada, że z pomiędzy trzech osi, fig. 82, pionowa ze zwróconą ku badaczowi tworzy kąt ukośny  $\beta$ , gdy kąty pozostałe, mianowicie  $\alpha$  i  $\gamma$  są proste. Zwykle ustawiamy kryształy tak, ażeby oś, zwrócona ku postrzegaczowi, była doń nachylona, czyli ażeby górny kąt  $\beta$  był rozwartły. Oś poprzeczną nazywamy także osią symetrii albo jeszcze przekątnią prostą (ortodyagonałą), oś pochyloną — przekątnią ukośną (klinodyagonałą). Długość tych trzech osi jest niejednakowa, a ich stosunek  $a : b : c$  obliczany jest zwykle tak, że  $b = 1$ .

Fig. 81.

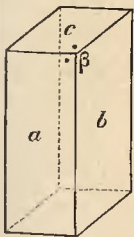


Fig. 82.

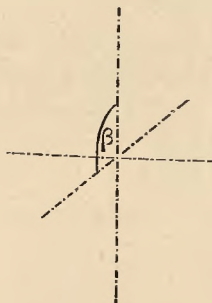


Fig. 83.

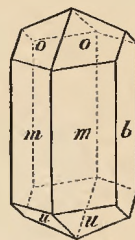


Fig. 84.



Na kryształach gipsu, fig. 83,  $b$  jest ścianą podłużną, a więc równoległą do płaszczyzny symetrii. Jeżeli ściany  $m$  przyjmujemy za słup pionowy, ściany zaś  $o$  za pierwotne piramidalne, to z pasa  $om u$  wypada, że i ściany  $u$



musimy przyjąć za piramidalne pierwotne, a więc  $b = (\infty a : b : \infty c) = (010)$ ,  $m = (a : b : \infty c) = (110)$ ,  $o = (a : b : c) = (111)$ ,  $u = (a : b : c') = (11\bar{1})$ .

Ażeby otrzymać kierunki osi, wybieramy ścianę  $b$ , możliwą ścianę  $a$ , która zetnie równomiernie krawędź  $m : m$ , wreszcie możliwą ścianę  $c$ , która  $b$  przetnie pod kątem prostym,  $a$  zaś — pod rozwartym  $\beta$ . Porówn. fig. 81.

Kryształ gipsu na fig. 84 ma tylko górne ściany piramidalne  $o$ , a prócz tych nie posiada żadnych innych ścian piramidalnych.

Na kryształach ortoklazu, fig. 85, ściana  $M$  biegnie równolegle z płaszczyzną

Fig. 85.

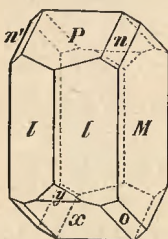
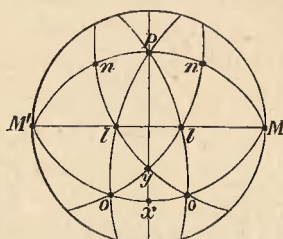


Fig. 86.



należąca do słupa poprzecznego, gdy ściana  $y$ , również przyrząteczna, należy już do innego słupa poprzecznego,  $n$  zaś jest słupem podłużnym. Znaki tych ścian wyprowadzić możemy na podstawie łączności pasów, jak następuje:

$$M = (010), l = (110), o = (11\bar{1}), x = (10\bar{1}), y = (20\bar{1}), n = (021).$$

Fig. 86 przedstawia rzut kulisty ścian tego samego kryształu. Płaszczyzna symetrii, zwrócona ku widzowi, przecina kulę w linii  $Px$ , która jednocześnie jest rzutem pasa, obejmującego ścianę podstawową i ściany słupów poprzecznych. Z obu stron tej linii na figurze rzutu panuje zatem symetria. Jeżeli wykreślimy pasy, zawierające więcej nad dwie pary ścian, to otrzymamy pasy  $MnP$ ,  $Ml$  i  $Mo'x$ , wszystkie do płaszczyzny symetrii prostopadłe, dalej dwa jednakowe pasy  $Plo$ , wreszcie  $nl$  i  $t$ . d.

Zgodnie z Naumannem kompleksy czterościenne, złożone ze ścian piramidalnych, nazywamy półpiramidami (hemipiramidami), przyczem cztery ściany, leżące w kącie rozwartym osi ukośnej, a mianowicie  $(a : b : c) = (111)$ , tworzą półpiramidę ujemną, ściany zaś  $(a : b : c') = (11\bar{1})$ , leżące w kącie ostrym — piramidę dodatnią. Na kryształach gipsu, fig. 83,  $u$  jest zatem półpiramidą dodatnią,  $o$  — ujemną. Słup podłużny zwie się tu daszkiem ukośnym (klinodoma), gdy pary ścian słupa poprzecznego wyróżniane bywają pod nazwą daszków prostych (ortodoma), których jest dwa: półdaszek ujemny, np.  $(101)$ , i dodatni, np.  $(10\bar{1})$ . Dwaścian poprzeczny nazwał Naumann ortopinakoidem, dwaścian podłużny — klinopinakoidem, dwaścian zaś podstawowy — pinakoidem podstawowym. Prócz tego piramidy, rozwinięte w kierunku przekątnej prostej, czyli osi poprzecznej, odróżniane są jako piramidy poprzeczne (ortopiramidy) od piramid, wydłużonych w kierunku osi pochyłonej, czyli od piramid podłużnych (klinopiramid). W znakowaniu różnice te wyrażają się w sposób na-



stępujący: jeżeli liczba, położona po  $P$ , ściąga się do osi poprzecznej, to głoska ta przekreślona jest poziomo, jeżeli zaś do osi ukośnej (podłużnej) — to ukośnie.

Przykłady:

Półpiramida (hemipiramida) dodatnia . . .	$(a : b : c') = (11\bar{1}) = P$
„ „ ujemna . . .	$(a : b : c) = (\bar{1}11) = -P$
„ „ dodatnia . . .	$(a : b : 3c') = (33\bar{1}) = 3P$
Półpiramida (ortopiramida) poprzeczna dodatnia	$(a : 2b : c') = (21\bar{2}) = P2$
Półpiramida (klinopiramida) podłużna ujemna	$(2a : b : c) = (122) = -P2$
Ślup pionowy . . . . .	$(a : b : \infty c) = (110) = \infty P$
Daszek ukośny czyli podłużny (klinodoma).	$(\infty a : b : c) = (011) = P\infty$
Półdaszek prosty czyli poprzeczny dodatni (ortodoma) . . . . .	$(a : \infty b : c') = (10\bar{1}) = P\infty$
Półdaszek poprzeczny ujemny . . . . .	$(a : \infty b : c) = (101) = -P\infty$
„ „ „ . . . . .	$(a : \infty b : 2c) = (201) = -2P\infty$
Dwuścian poprzeczny (ortopinakoid) . . .	$(a : \infty b : \infty c) = (100) = \infty P\infty$
„ podłużny (klinopinakoid) . . .	$(\infty a : b : \infty c) = (010) = \infty P\infty$
„ podstawowy (bazopinakoid) . . .	$(\infty a : \infty b : c) = (001) = 0P$

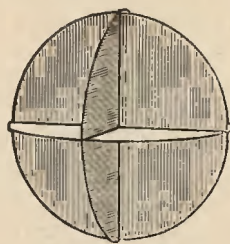
**34. Układ rombowy.** <sup>1)</sup> Klasa holodryczna. Postaci, należące do tego układu, odpowiadają obecności trzech niejednakowych i względem siebie prostopadłych płaszczyzn symetrii, które dzielą przestrzeń na ośm części, czyli oktantów, różniących się tylko swem położeniem. Fig. 87 przedstawia trzy główne przekroje w postaci trzech kół niejednakowych. Odpowiednio do symetrii układu, spotykamy w nim zarówno skupienia ośmiościenne, jak czterościenne, a także dwuściany.

A) Dwuściany. Ściana, równoległa do jednego z trzech przekrojów głównych, jest jednocześnie prostopadłą względem dwóch innych przekrojów i tworzy z obu ich stron kąty jednakowe. Czyni ona zatem, łącznie ze ścianą przeciwną, zadość wymaganiom symetrii. Ponieważ przekroje główne posiadają charakter odmienny, mamy tu zatem trzy rozmaite rodzaje dwuścianów, które znów nazwiemy dwuścianem poprzecznym, podłużnym i podstawowym.

B) Ściany pryzmatyczne. Każda ściana, która do jednego z przekrojów głównych biegnie prostopadle, do dwóch zaś pozostałych — ukośnie, leży wprawdzie symetrycznie względem pierwszej płaszczyzny, lecz dwie inne płaszczyzny wymagają czterokrotnego ukazania się tejże ściany. Należą tu ślupy: pionowy, podłużny i poprzeczny.

C) Ściany piramidalne. Trzy prostopadłe płaszczyzny symetrii dzielą przestrzeń dokoła wspólnego punktu przecięcia na ośm części jednakowych, różniących się tylko swem położeniem. Ściana, nachylona do trzech płaszczyzn

Fig. 87.



<sup>1)</sup> Układ różnoosiowy (Zejszner), pryzmatyczny (Mohs), anizometryczny (Hansmann) i t. p.

symetrii, leży w obrębie jednego z oktantów, a ponieważ te są jednakowe, więc musi ona w każdym z nich powtórzyć się, czyli wystąpić ośm razy. Ta ośmiościenna postać, zwana piramidą, jest przeto pierwszą bryłą, która, składając się ze ścian jednakowych, zamyka całkowicie przestrzeń. Jest to, jak się zwykle wyrażamy, postać zamknięta, fig. 88.

Dwuściany podstawowy, poprzeczny i podłużny wskazują położenie osi. Skombinowane z sobą jednocześnie, wytworzą one postać, przedstawioną na fig. 89. Symetria wymaga, ażeby wszystkie kąty krawędziowe tej postaci były sobie równe, a więc proste. Stąd  $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ , czyli, jak się zwykło mówić,

Fig. 88.

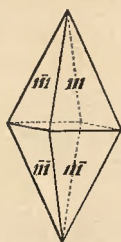


Fig. 89.

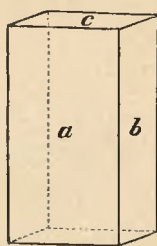


Fig. 90.

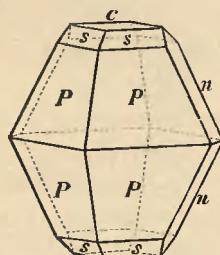


Fig. 91.

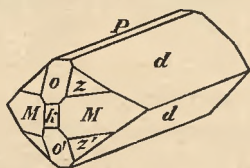
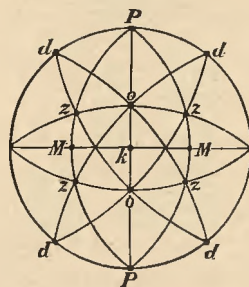


Fig. 92.



układ osi jest prostokątny. Długości osi nie są równe, stosunek ich  $a : b : c$  oblicza się zwykle tak, że  $b = 1$ .

Jeżeli na kryształ siarki, fig. 90,  $P$  wybierzemy za pierwotną ścianę piramidalną, zatem  $P = (a : b : c) = (111) = P$ , to  $n = (\infty a : b : c) = (011) = \bar{P}\infty$ ,  $c = (\infty a : \infty b : c) = (001) = 0P$ , z pomiarów zaś wypada, że  $s = (a : b : \frac{1}{2}c) = (11\bar{3}) = \frac{1}{2}P$ , czyli że  $s$  jest piramidą tępszą od  $P$ .

Na kryształ barytu, fig. 91, przyjąć możemy, że  $M = (a : b : \infty c) = (110) = \infty P$ , dalej  $o = (a : \infty b : c) = (101) = \bar{P}\infty$ , skąd wypada, że  $k$  jest ścianą poprzeczną,  $P$  — podstawową,  $z$  — piramidą pierwotną, a więc  $z = (a : b : c) = (111) = P$ , ze związku zaś pasów widać, że  $d = (\infty a : 2b : c) = (012) = \frac{1}{2}\bar{P}\infty$ . Rzut tych postaci jest przedstawiony na fig. 92.

Przy ustawianiu kryształów postępujemy, zgodnie z Naumannem, tak, że jednej osi poziomej, mianowicie odpowiadającej dłuższemu parametrowi

zasadniczemu (czyli, jak zwykle przez skrócenie mówimy, osi dłuższej) nadajemy położenie poprzeczne. Terminologia zatem pozostaje ta sama, co w układzie trójskośnym, więc oprócz daszka <sup>1)</sup> poprzecznego (makrodoma) i podłużnego (brachydoma), mamy tu znów nazwy piramidy poprzecznej (makropiramidy) i podłużnej (brachypiramidy), jak to widać z przykładów następujących:

Piramida pierwotna . . . . .	$(a : b : c) = (111) = P$
„ tępsza . . . . .	$(a : b : \frac{1}{2}c) = (112) = \frac{1}{2}P$
„ podłużna (brachypiramida) . . . . .	$(2a : b : c) = (122) = \bar{P}2$
„ poprzeczna (makropiramida) . . . . .	$(a : 2b : 2c) = (211) = 2\bar{P}2$
Daszek podłużny (brachydoma) . . . . .	$(\infty a : b : 2c) = (021) = 2\bar{P}\infty$
„ poprzeczny (makrodoma) . . . . .	$(a : \infty b : c) = (101) = \bar{P}\infty$
Słup pionowy . . . . .	$(a : b : \infty c) = (110) = \infty P$
Dwuścian podłużny (brachypinakoid) . . . . .	$(\infty a : b : \infty c) = (010) = \infty\bar{P}\infty$
„ poprzeczny (makropinakoid) . . . . .	$(a : \infty b : \infty c) = (100) = \infty\bar{P}\infty$
„ podstawowy (bazopinakoid) . . . . .	$(\infty a : \infty b : c) = (001) = 0 P$

**35. Klasa hemiedryczna.** Wymienimy tu również i postaci klasy hemiedrycznej [24], gdyż występują one na niektórych minerałach. W kryształach, do niej należących, oktanty są sobie równe tylko naprzemian. Jeżeli jedno z nich nazwiemy dodatniemi, to pozostałe cztery będą ujemne. Ażeby się przekonać, jakie stąd powstaną postaci, zwróćmy tylko uwagę na położenie normalnych. Normalne, padające w środek oktantu, mianowicie normalne ścian piramidalnych, mogą mieć charakter albo dodatni, albo ujemny. Jeżeli charakter ujemny oznaczać będzie prosto brak ścian przeciwnych, to w piramidzie cztery ściany będą nieobecne, pozostałe zaś cztery, skoro wystąpią samoistnie, utworzą postać czworościenną, zwaną dodatnim czworościanem rombowym (sfenoid Naumanna). Gdy braknie innych ścian naprzemianległych, to powstaje czworościan rombowy ujemny.

Normalne, padające na granicy przestrzeni oktantowych, a mianowicie normalne ścian pryzmatycznych i podstawowych, posiadają jednocześnie charakter dodatni i ujemny. Wobec tych ścian wpływ hemiedryi znosi się sam przez się, słupy więc pozostają postaciami czterościennymi, dwuściany zaś — parzystościennymi, jak na kryształach holodrycznych. Kryształy hemiedryczne nie mają jednak żadnej płaszczyzny symetrii.

Przykładu dostarczają kryształy soli gorzkiej, fig. 93, 94, 95, które, oprócz słupa pionowego, wykazują jeszcze czworościan ujemny *l* i dodatni *z*.

Na niektórych z nich cztery ściany *z* są małe, jak na figurze pierwszej, lub niema ich całkiem. Na innych znów cztery ściany *l* są małe, jak na figurze trzeciej, lub też wcale są nieobecne. Zdarzają się jednak i kryształy pozor-

<sup>1)</sup> Daszek, równoznacznik Naumannowskiej „domy“, nazywany jest także kałencem (Alth).



nie holodryczne, jak na figurze drugiej. Pierwsza postać kryształu ma się tak do trzeciej, jak lewa ręka do prawej; tego rodzaju postaci Naumann nazwał enancyomorficznymi.

Fig. 93.

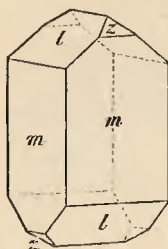


Fig. 94.

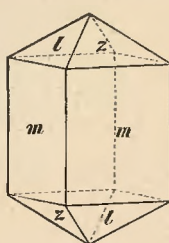


Fig. 95.

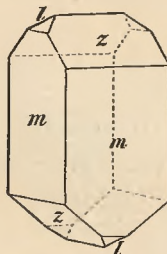
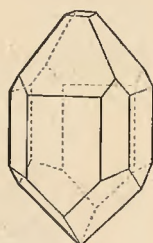


Fig. 96.

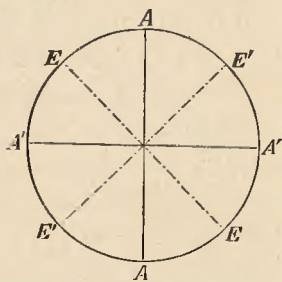


Klasa hemimorficzna. Niektóre kryształy rombowe są wykształcone hemimorficznie, t. j. na jednym końcu osi ograniczone są ścianami innymi, niż na przeciwnym. Stąd jedna z trzech płaszczyzn symetrii odpada, a oś do niej prostopadła jest osią różnobiegunową. Przykładem kryształów hemimorficznych jest galman, fig. 96, otoczony u góry ścianą podstawową, daszkiem poprzecznym i podłużnym, u dołu zaś — ścianami piramidy.

**36. Układ tetragonalny.** <sup>1)</sup> Klasa holodryczna. Prawidłowość budowy tych kryształów wyraża się w obecności pięciu płaszczyzn symetrii. Z tych cztery składa się z dwóch par płaszczyzn jednakowych, piąta zaś, zwana płaszczyzną symetrii głównej, różni się od nich. Jeżeli tę ostatnią umieścimy w płaszczyźnie papieru i zakreslimy na niej koło, jak na fig. 97, to rzut pozostałych czterech płaszczyzn wyrazi się w postaci czterech linii. Płaszczyzna  $AA$  i prostopadła do niej płaszczyzna  $A'A'$  są jednoznaczne, tak samo, jak płaszczyzna  $EE$  i prostopadła do niej  $E'E'$ . W porównaniu z układem poprzedzającym różnica, jak widzimy, polega na tem, że po pierwsze mamy tu dwa jednakowe przekroje główne, a powtóre na tem, że w położeniu przekątnym występują dwa inne jednoznaczne przekroje główne. Wszystkie one razem dzielą przestrzeń na szesnaście równych części.

Dwie pary płaszczyzn jednoznacznych przecinają się w linii, prostopadłej do płaszczyzny symetrii głównej i zwanej osią główną. Kryształom nadajemy zwykle takie położenie, ażeby oś główna była pionem. Dwie inne osi otrzymamy z przecięcia płaszczyzn  $AA$  i  $A'A'$  z płaszczyzną symetrii głównej. Osi są zatem do siebie prostopadłe, jak w układzie rombo-

Fig. 97.



<sup>1)</sup> Układ jednodwosiowy (Weiss, a za nim Zejszner), piramidalny (Mohs), tetragonalny (Naumann), kwadratowy i t. p.

wym, ale obie osi poziomo są równej długości. Stosunek osi jest  $a : a : c$ , czyli inaczej  $1 : 1 : \frac{c}{a}$ .

Odrębne skupienia ścian, jakie tu napotykamy, są albo dwuścianem, albo też składają się z czterech, ośmiu, lub szesnastu ścian jednakowych.

A) Ściany podstawowe. Ściana, równoległa do płaszczyzny głównej, łącznie ze ścianą przeciwległą, czyni zadość wymaganiom symetrii. Jestto dwuścian podstawowy ( $\infty a : \infty a : c$ ) =  $(001) = 0P$ , oś główną przecinający prostopadle, a zwany jeszcze pinakoidem.

Ściany poprzeczna i podłużna są równoległe do przekrojów głównych  $AA$  i  $A'A'$ , a ponieważ te są jednoznaczne, więc występują one jednocześnie i tworzą słup czworograniasty, który zwykle nazywamy słupem wtórnym, a którego znak jest  $(a : \infty a : \infty c) = (100) = \infty P\infty$ .

Kombinację tego słupa z dwuścianem podstawowym widzimy na fig. 98.

Fig. 98.

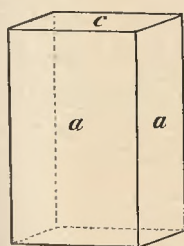
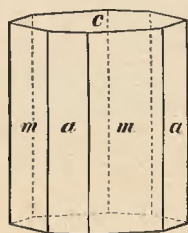


Fig. 99.



B) Ściany pryzmatyczne. Ściany słupa pionowego mogą być równoległe do jednego z przekrojów głównych  $F'$ , a wtedy powstaje skupienie czterościenne, zwane słupem właściwym lub poprosto słupem, którego ściany przecinają osi poziome w odległościach równych, a więc  $(a : a : \infty c) = (110) = \infty P$ . Fig. 99 przedstawia kombinację słupa  $m$  ze słupem wtórnym  $a$  i dwuścianem podstawowym  $c$ .

Przekroje słupa właściwego i słupa wtórego mają się, jak kwadrat do kwadratu opisanego, który względem pierwszego jest obrócony o  $45^\circ$ .

Jeżeli ściana słupa pionowego nie jest do  $E$  równoległą, musi się ona powtórzyć ośm razy, albowiem wynika tego każda z ośmiu jednakowych przestrzeni pomiędzy przekrojami głównymi  $A$  i  $E$ . Powstaje stąd słup ośmio-graniasty, którego ściany przecinają osi poziome w odległościach niejednakowych:  $(a : na : \infty c) = (hk0) = \infty Pn$ .

Ściany słupa poprzecznego i podłużnego są prostopadle do jednoznacznych przekrojów głównych  $AA$  i  $A'A'$ , a więc wszystkie te ściany występować muszą razem i tworzyć postać ośmiościenną zamkniętą, która zwie się piramidą wtórą. Przykład takiej postaci mamy na fig. 100. Znak postaci pierwotnej jest  $(a : \infty a : c) = (101) = P\infty$ , ale mogą jeszcze istnieć inne piramidy wtóre, których ściany przecinają jedną oś poziomą i oś pionową w innym stosunku niż  $a : c$ . Stąd ogólny znak wszystkich piramid wtórych jest  $(a : \infty a : mc) = (h0l) = mP\infty$ .

C) Ściany piramidalne. Ściana piramidalna, nachylona równomiernie do przekrojów głównych  $AA$  i  $A'A'$ , powtórzy się w każdym okłancie raz tylko, gdyż jest ona jednocześnie prostopadłą do przekroju głównego  $E$ . Każda ze ścian tego rodzaju przetnie obydwie osi poziome w odległościach równych.



Postać zamknięta, z ośmiu takich ścian złożona, nazywa się piramidą właściwą. Znak piramidy pierwotnej jest  $(a : a : c) = (111) = P$ , ogólny zaś znak wszystkich piramid tępszych i ostrzejszych jest  $(a : a : mc) = (hhl) = mP$ . Fig. 101 wystawia piramidę właściwą, gdy fig. 102 jest napotykaną na kasyterycie kombinacją piramidy  $s = (111)$  z piramidą wtórą  $e = (101)$ , słupem  $m = (110)$  i słupem wtórnym  $a = (100)$ .

Fig. 100.

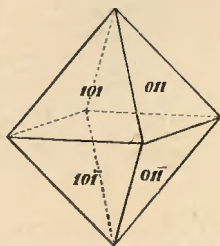


Fig. 101.

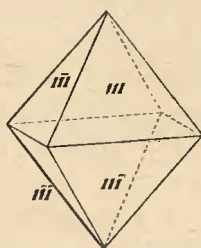


Fig. 102.

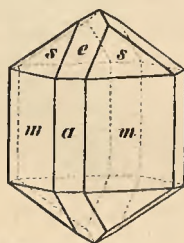
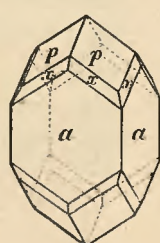


Fig. 103.



Ściany piramidalne, nachylone nierównomiernie do przekrojów głównych  $AA$  i  $A'A'$ , są jednocześnie niejednakowo nachylone i względem dwóch innych przekrojów głównych  $E$ , zatem każda z nich musi wystąpić w każdym oktancie po dwakroć, czyli na ogół szesnaście razy. Powstają tym sposobem postaci zamknięte piramid ośmiobocznych, których znak ogólny jest  $(a : na : mc) = (hkl) = mPn$ , albowiem ściany ich przecinają osi poziome w odległościach niejednakowych.

Na fig. 103 mamy kombinację, dostrzeganą na kryształach cyrkonu, a utworzoną z piramidy  $p = (111)$ , piramidy wtórej  $a = (100)$ , a dalej z piramidy ośmiobocznej  $x = (a : 3a : 3c) = (311) = 3P3$ .

Kombinacja postaci, napotykanych na kasyterycie, fig. 104, wykazuje oprócz słupa  $m = (110)$ , piramidy  $s = (111)$  i piramidy wtórej  $e = (101)$ , jeszcze piramidę ośmioboczną  $z = (a : \frac{3}{2}a : 3c) = (321) = 3P\frac{3}{2}$  i słup ośmiograniasty  $r = (a : 2a : \infty c) = (210) = \infty P2$ . Fig. 105 jest rzutem kulistym tegoż kryształu.

Fig. 104.

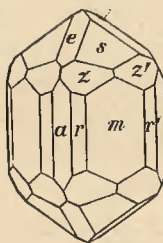
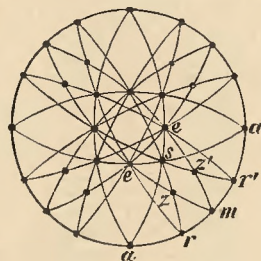


Fig. 105.



Słownictwo, oparte na zasadach Naumanna, wyjaśnia dostatecznie przykłady następujące:

Piramida ośmioboczna (dytetragonalna) . . . . .	$(a : \frac{3}{2}a : 3c) = (321) = 3P\frac{3}{2}$
Słup ośmiograniasty (dytetragonalny) . . . . .	$(a : \frac{3}{2}a : \infty c) = (320) = \infty P\frac{3}{2}$
Piramida właściwa (1-go rodzaju) . . . . .	$(a : a : \frac{1}{2}c) = (112) = \frac{1}{2}P$
Piramida właściwa (1-go rodzaju), pierwotna . . . . .	$(a : a : c) = (111) = P$
Słup właściwy (1-go rodzaju) . . . . .	$(a : a : \infty c) = (110) = \infty P$
Piramida wtóra (2-go rodzaju) . . . . .	$(a : \infty a : c) = (101) = P\infty$
Słup wtóry (2-go rodzaju) . . . . .	$(a : \infty a : \infty c) = (100) = \infty P\infty$
Dwuścian podstawowy (pinakoid) . . . . .	$(\infty a : \infty a : c) = (001) = 0P$



**37. Klasy hemiedryczne.** Do układu tetragonalnego zaliczają się jeszcze dwie grupy kryształów połówkowych, z których jedną nazwano sfenoidalną, drugą zaś — piramidalną.

Hemiedrya sfenoidalna najzupełniej odpowiada klasie połówkowej układu rombowego, albowiem i tu oktanty jednoznaczne są naprzemianległe. Z pomiędzy ośmiu przestrzeni, utworzonych przez obie płaszczyzny  $A$  i płaszczyznę główną, fig. 97, tylko cztery są jednakowe; leżą one naprzemian z drugimi czterema, również jednoznacznie. Jeśli pierwsze cztery nazwiemy dodatnimi, to drugie cztery będą ujemne. Ażeby się przekonać, jakie postaci mogą występować w tej klasie, musimy znów powrócić do położenia normalnych. Jeżeli normalne leżą na granicy przestrzeni oktantowych, postać ma jednocześnie charakter dodatni i ujemny, a działanie hemiedryi przez to się znosi. Dwuścian podstawowy pozostanie zatem postacią parzysto-ścienną, słup właściwy i wtóry — będą postaciami czterościnnymi, słup zaś ośmiograniasty i piramida wtóra — ośmiościnnymi.

Jeżeli normalne leżą nie w płaszczyznach trzech przekrojów głównych, lecz w przestrzeniach oktantowych, to niejednoznaczność naprzemianległych oktantów ujawnia się. Ze ścian piramidy 1-go rodzaju są teraz tylko cztery jednakowe, i te tworzą czworościan tetragonalny dodatni czyli sfenoid dodatni <sup>1)</sup>, gdy drugie cztery składają odpowiednią postać ujemną, fig. 106. Z pomiędzy ścian piramidy ośmiobocznej jednoznaczne są tylko te, które leżą w oktantach dodatnich. Tworzą one pospółu skalenoedr <sup>2)</sup> tetragonalny dodatni, fig. 107. Pozostałe ośm łączą się w skalenoedr tetragonalny ujemny. Postaci sfenoidalno-hemiedryczne posiadają tylko dwie płaszczyzny symetrii  $E$ .

Fig. 106.

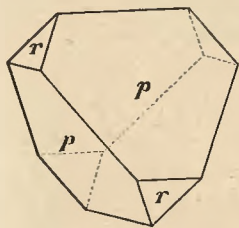


Fig. 107.

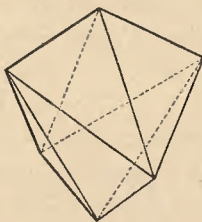
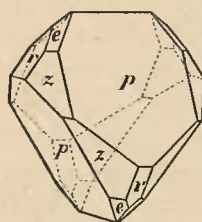


Fig. 108.



Miller oznacza postaci połówkowe tej klasy, dodając głoskę  $z$  do odpowiedniego symbolu postaci całkowitych.  $z(111)$  jest zatem sfenoidem dodatnim,  $z(1\bar{1}\bar{3})$  — sfenoidem ujemnym i t. d. Naumann pisze  $\frac{P}{2}$  i  $-\frac{1}{2}P$  i t. d. To  $z$  powtarzać będziemy we wszystkich znakach postaci hemiedrycznych, jakkolwiek Miller tego nie czyni.  $z(110)$  będzie przeto oznaczać słup połówkowy, równy słupowi  $(110)$  geometrycznie, ale bynajmniej nie fizycznie.

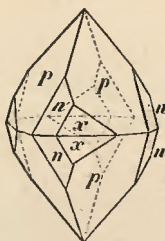
<sup>1)</sup> Kliniec jednodwuosiowy (Łomnicki).

<sup>2)</sup> Według Zejsznera: różnokliniec.

Na kryształach chalkopinytu, fig. 106, mamy kombinację  $\kappa(111)$  i  $\kappa(1\bar{1}\bar{1})$ , a więc obydwa sfenoidy pierwotne  $p$  i  $r$ , gdy na innym kryształach tegoż minerału, fig. 108, prócz nich występują jeszcze piramidy wtóre  $e = \kappa(101)$  i  $z = \kappa(201)$ .

**38.** Hemiedrya piramidalna obejmuje takie kryształy, w których przecięcie, zawarte w liczbie ośmiu pomiędzy przekrojami głównymi  $A$  i  $E$ , są tylko naprzemian jednoznaczne (porów. fig. 97). Jeżeli i tutaj ucieknijmy się do normalnych, przekonamy się, że w tych wszystkich postaciach, w których normalne leżą w przekrojach głównych  $A$  i  $E$ , nie dostrzeżemy różnicy w ścianach naprzemianległych. Następujące zatem postaci pozostaną w tej klasie bez zmiany: dwuscian podstawowy, piramida pierwszego i drugiego rodzaju, tudzież słup pierwszego i drugiego rodzaju.

Fig. 109.



Normalne ścian każdej piramidy ośmiobocznego i każdego słupa ośmiograniastego padają w przestrzenie, leżące pomiędzy przekrojami głównymi  $A$  i  $E$ , a więc działanie hemiedryi uwidoczni się tutaj w postaciach ujemnej i dodatniej piramidy trzeciego rodzaju, oraz dodatniego i ujemnego słupa trzeciego rodzaju. Znaki tych postaci odróżniamy za Millerem głoską  $\pi$ , położoną przed symbolem. W tej klasie kryształów utrzymujemy się tylko płaszczyzna symetrii głównej.

Przykładem ich są kryształy szelitu, z których jeden przedstawia fig. 109. Ściany  $x$  należą do piramidy trzeciego rodzaju  $\pi(421)$ . Ukazują się one tylko po jednej stronie ścian  $n$ , które odpowiadają piramidzie wtórej  $\pi(201)$ , gdy  $p$  jest piramidą pierwotną  $\pi(111)$ .

**39. Układ heksagonalny.** <sup>1)</sup> Klasa holodryczna. Postaci, należące do tej grupy, cechują się siedmioma płaszczyznami symetrii, z których wszakże sześć rozpada się na dwie troiste grupy płaszczyzn jednoznacznych, gdy siódma, czyli płaszczyzna symetrii głównej, jest od nich odmienna. Jeśli tę ostatnią wyobrazimy sobie leżącą w płaszczyźnie papieru i zakreslimy na niej koło, to płaszczyzny pozostałe ukażą się w postaci linii, z których jedne  $A$  przecinają się pod  $60^\circ$ , drugie zaś  $E$ , rozmieszczone analogicznie, dzielą na połowy kąty między poprzednimi, fig. 110. W porównaniu z układem poprzedzającym podobieństwo polega na tem, że i tutaj jeden z przekrojów głównych jest prostopadły względem wszystkich innych, które jednak przecinają się nie pod kątami prostymi, lecz pod  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  i t. d. Przekroje główne dzielą przestrzeń na 24 jednakowych części.

Płaszczyzny symetrii w liczbie sześciu, w których odróżniamy dwie jednokowe grupy troiste, wszystkie razem przecinają się w jednej linii, czyli osi głównej, stojącej prostopadle względem płaszczyzny symetrii głównej. I tu oś główną ustawiamy pionowo. Osi pozostałe otrzymujemy z przecięcia się trzech płaszczyzn pobocznych z płaszczyzną główną. Symetria tej klasy kry-

<sup>1)</sup> Układ jednokosiowy (Weiss, Zejsner), romboedryczny (Mohs), heksagonalny (Naumann) i t. p.



ształów uwydatnia się najlepiej, skoro nie będziemy poprzestawać na trzech osiach, jak to czyni Miller, lecz przyjmiemy cztery osi zgodnie z Weissem i Bravaisem. Oś główna jest prostopadła do trzech osi poziomych, równych i jednoznacznych. Ażeby symetrię tę uwidocznić także w znakowaniu ścian, ramiona osi poziomych, odległe od siebie o  $120^\circ$ , uważamy za dodatnie, pozostałe zaś za ujemne. Jeżeli zatem na fig. 111  $A_1$  jest ramieniem dodatniem osi pierwszej, to następne  $A'_3$  będzie ramieniem ujemnem osi trzeciej, dalej idzie ramię dodatnie osi drugiej  $A_2$  i t. d.

Stosunek osi jest  $a : a : a : c$ , czyli inaczej  $1 : 1 : 1 : \frac{c}{a}$ .

Fig. 110.

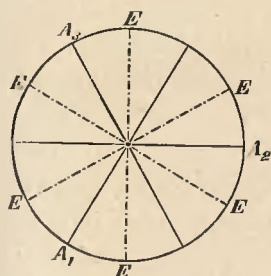


Fig. 111.

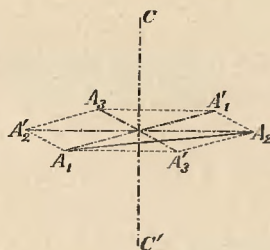
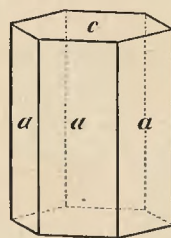


Fig. 112.



Skupienia ścian, właściwe temu układowi, składają się albo z jednej tylko pary ścian, albo mają ich po sześć, po dwanaście lub po dwadzieścia cztery. Wypływa to z symetrii tak samo, jak w układzie tetragonalnym. Tylko przy znakowaniu należy pamiętać o tem, że ściana, przecinająca dwie osi w równej odległości  $a$ , przecina leżące pomiędzy nimi ramię osi trzeciej w odległości  $\frac{1}{2}a$ , jak to widać z fig. 111.

A) Ściany podstawowe. Para ścian równoległych do płaszczyzny głównej, wzięta sama w sobie, odpowiada symetrii tego układu. Znak  $(\infty a : \infty a \infty a : c) = (0001) = 0P$ . Dwuścian podstawowy (pinakoid).

Pary ścian, równoległe do trzech jednoznacznych przekrojów głównych  $A$ , muszą występować jednocześnie. Tworzą one słup sześcioboczny, zwany po prostu słupem heksagonalnym. Ściany jego są równoległe zarówno do osi pionowej, jak do jednej z poziomych, a zatem są jednakowo nachylone do dwóch pozostałych, czyli przecinają je w odległościach jednakowych. Stąd znak  $(a : \infty a : a' : \infty c) = (10\bar{1}0) = \infty P$ . Fig. 112 jest połączeniem tej postaci z dwuścianem podstawowym.

B) Ściany pryzmatyczne <sup>1)</sup>. Pary ścian równoległych do osi głównej mogą prócz tego biec równoległe z trzema jednoznaczniemi przekrojami głównymi  $E$ . Te trzy pary ścian występują jednocześnie i, rozpatrywane osobno, tworzą również słup sześcioboczny, który jednak położeniem swoim różni się od poprzedniego i zwie się słupem wtórnym (2-go rodzaju). Każda jego ściana prze-

<sup>1)</sup> Klasyfikacja ścian analogiczna do układu tetragonalnego. Analogii tej w dawnem, czysto geometrycznem traktowaniu krystalografii nie brano pod uwagę, skutkiem czego słownictwo obu tych układów nie było zgodne.



tnie dwie osi poziome w odległości jednakowej  $a$ , trzecią zaś w odległości o połowę krótszej  $\frac{1}{2}a$ , skąd znak  $(a : a : \frac{1}{2}a' : \infty c) = (11\bar{2}0) = \infty P2$ . Dla zrozumienia symbolu Naumanna, w którym pierwszy współczynnik leży z prawej strony  $P$ , ostatni zaś z lewej, pamiętać należy, że  $a : a : \frac{1}{2}a' : \infty c = 2a : 2a : a' : \infty c$ .

Fig. 113 przedstawia kombinację słupa 1-go rodzaju ze słupem wtórnym i dwuścianem podstawowym. Przekrój jednego słupa tak się ma do przekroju słupa drugiego, jak sześciokąt prawidłowy do sześciokąta prawidłowego opisanego.

Ściana słupa pionowego, która nie jest równoległa ani z przekrojem głównym  $A$ , ani z przekrojem  $E$ , powtórzyć się musi dwanaście razy, gdyż każda z dwunastu jednakowych przestrzeni, leżących pomiędzy owymi przekrojami, wymaga ukazania się takiej samej ściany. Stąd powstaje słup dwunastograniasty, którego ściany przecinają trzy osi poziome w odległościach niejednakowych. Ogólny znak tej postaci jest  $(na : pa : a' : \infty c) = (h\bar{i}\bar{k}0) = \infty Pn$ .

Ściana, równoległa do jednej osi poziomej, inne zaś osi przecinająca, położeniem swoim odpowiada słupom poziomym układów poprzedzających. Dwie osi poziome przetnie ona w odległościach jednakowych, oś zaś pionową w odległości od tamtych odmiennie i powtórzy się sześciokrotnie nad główną płaszczyzną, oraz sześciokrotnie pod tą ostatnią, skąd powstanie podwójna piramida sześcioboczna, fig. 114. Ta z dwunastu ścian składająca się postać zamknięta zwana jest poprostu piramidą heksagonalną, a oznaczana przez  $(a : \infty a : a' : c) = (10\bar{1}1) = P$ , o ile jest postacią pierwotną, gdyż wszystkie inne tepsze i ostrzejsze piramidy zawrze ogólny znak  $(a : \infty a : a' : mc) = (h0\bar{h}l) = mP$ . Piramida ustawiana jest tak samo, jak słup, gdyż ściany jej ze ścianami tego ostatniego tworzą trzy pasy pionowe. Fig. 115 przedstawia kombinację piramidy ze słupem i dwuścianem podstawowym, która to kombinacja zdarza się na kryształach piromorfitu.

Fig. 113.

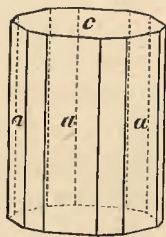


Fig. 114.

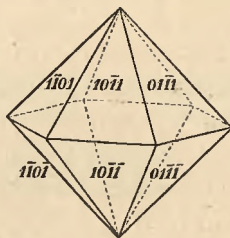
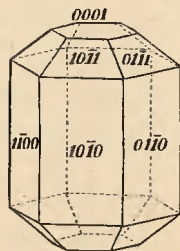


Fig. 115.



C) Ściany piramidalne. Ściana piramidalna może mieć takie położenie, że przetnie dwie z pomiędzy osi poziomych w odległości jednakowej. Spotka ona zatem trzecią oś poziomą w odległości dwa razy mniejszej. Ściana taka powtórzy się sześciokrotnie nad i pod płaszczyzną główną, skutkiem czego powstanie postać zamknięta o dwunastu ścianach, będąca również podwójną piramidą sześcioboczną. Jest to piramida wtóra, albowiem jej przekrój poziomy tak się ma do takiegoż przekroju piramidy właściwej, jak sześciobok opisany do sześcioboku wpisanego, a więc jest obrócony względem tego ostatniego o  $30^\circ$ . Ustawiamy ją podobnie, jak słup wtóry, ponieważ ściany jej ze ścianami tego ostatniego tworzą trzy pasy pionowe. O ile jest postacią pierwotną, ma ona

znak  $(2a : 2a : a' : 2c) = (11\bar{2}1) = 2P2$ , wogóle zaś  $(2a : 2a : a' : mc) = (h, h, 2\bar{h}, l) = mP2$ . Piramida wtóra  $(11\bar{2}2) = P2$ , posiadająca połowę wysokości piramidy pierwotnej  $(10\bar{1}1)$ , ścina prosto jej krawędzie. Na fig. 116 mamy kombinację, występującą na berylu, a składającą się ze słupa  $(10\bar{1}0) = \infty P$ , piramidy wtórej  $(11\bar{2}1) = 2P2$  i dwuscianu podstawowego, gdy kombinacja na fig. 117 podana, prócz postaci wymienionych, zawiera jeszcze piramidę  $p = (10\bar{1}1)$ .

Fig. 116.

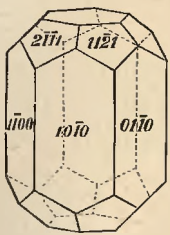


Fig. 117.

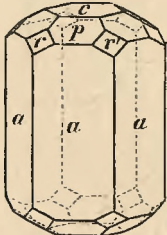


Fig. 118.

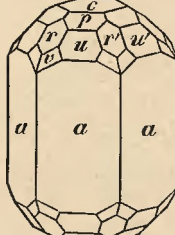
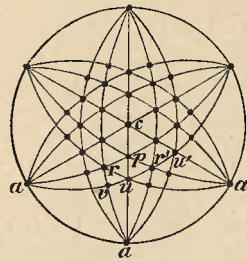


Fig. 119.



Ściana piramidalna, nachylona niejednakowo do jednoznacznych przekrojów głównych i, co zatem idzie, przecinająca trzy osi poziome w trzech niejednakowych odległościach, musi się powtórzyć dwanaście razy z każdej strony płaszczyzny głównej, czyli utworzyć podwójną piramidę dwunastoboczną o znaku ogólnym  $(na : pa : a' : mc) = (h\bar{i}kl) = mPn$ . W znaku tym  $p$  jest większe od  $n$ , a odpowiednio do tego  $h > i$ .

Na fig. 118 widzimy kryształ berylu, posiadający, prócz ścian wskazanych na figurze poprzedzającej, jeszcze piramidę ostrzejszą  $u$ , tudzież piramidę dwunastoboczną  $v$ . Z łączności pasowej wypada, że  $u = (a : \infty a : a' : 2c) = (20\bar{2}1) = 2P$ , a  $v = (\frac{2}{3}a : 3a : a' : 3c) = (21\bar{3}1) = 3P\frac{3}{2}$ . Fig. 119 jest rzutem kulistym postaci tego ostatniego kryształu.

Co się tyczy znakowania, to widzimy w tym układzie większą komplikację, niż w poprzedzającym, a to z powodu przyjętych w nim czterech osi. Atoli krótkie rozumowanie wykazuje, że położenie ścian względem osi poziomych jest zupełnie określone, skoro są znane odcinki dwu z pomiędzy tych osi. Odcinek osi trzeciej będzie nam wtedy znany, gdyż, jak to z prostego wypada rachunku,

$p = \frac{n}{n-1} i$ , co zatem idzie,  $h + i = -k$ . Skoro więc mamy dane dwa wskaźniki, ściągające się do osi poziomych, znamy tem samem i trzeci, gdyż jest on zawsze sumą ujemną dwóch pierwszych. Przy obliczaniu znaków pasowych i przy wyprowadzaniu z tych ostatnich wskaźników ścian, używamy zatem i w tym układzie trzech tylko wskaźników, konsekwentnie pomijając wskaźnik, odnoszący się do trzeciej osi poziomej. A więc w obliczeniach dla ścian, wskazanych na fig. 117 i 118, używamy znaków  $c = 001$ ,  $p = 101$ ,  $r = 111$ ,  $a = 100$ ,  $u = 201$ ,  $v = 211$ .

Znakowanie Naumanna jest prostsze przez to, że zawsze uwzględnia tylko dwa parametry poziome, pomijając trzeci, sam przez się zrozumiały. Powyżej znaki Weissa podawano w takiej postaci, że, jak to widać z zestawienia



$(na : pa : a' : mc) = mPn$ , zawierają one jednocześnie wielkości  $m$  i  $n$  symbolów Naumannowskich, nie uwzględniających osi drugiej, np.  $(\frac{1}{3}a : 4a : a' : 4c) = 4P\frac{1}{3}$ .

Zasadę używanego pospolicie słownictwa wyjaśnia przykłady następujące:

Piramida dwunastoboczna (dyheksagonalna) . . . . .	$(na : pa : a' : mc) = (hik\bar{k}l) = mPn$
Słup dwunastograniasty (dyheksagonalny) . . . . .	$(na : pa : a' : \infty c) = (hik\bar{k}0) = \infty Pn$
Piramidy wtóre (2-go rodzaju) . . . . .	$\left\{ \begin{array}{l} (2a : 2a : a' : 2c) = (11\bar{2}1) = 2P2 \\ (2a : 2a : a' : c) = (11\bar{2}2) = P2 \end{array} \right.$
Słup wtóry (2-go rodzaju) . . . . .	$(2a : 2a : a' : \infty c) = (11\bar{2}0) = \infty P2$
Piramidy 1-go rodzaju $\left\{ \begin{array}{l} \text{pierwotna} \\ \text{tępsza} \end{array} \right.$ . . . . .	$\left\{ \begin{array}{l} (a : \infty a : a' : c) = (10\bar{1}1) = P \\ (a : \infty a : a' : \frac{1}{3}c) = (10\bar{1}3) = \frac{1}{3}P \end{array} \right.$
Słup 1-go rodzaju (pierwotny) . . . . .	$(a : \infty a : a' : \infty c) = (10\bar{1}0) = \infty P$
Dwuścian podstawowy (pinakoid) . . . . .	$(\infty a : \infty a : \infty a' : c) = (0001) = 0P$

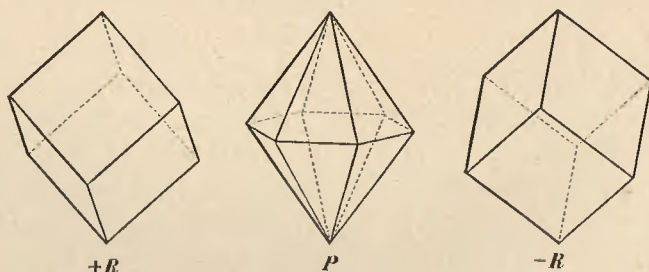
**40.** Klasa romboedryczno-hemiedryczna. W tej grupie kryształów z dwunastu przestrzeni (duodekantów), utworzonych przez główne przekroje  $A$  i płaszczyznę główną, jednoznacznie pozostają tylko naprzemianległe. Jeżeli znów uciekniemy się do normalnych, to okaże się, że normalne dwuścianu, piramidy wtórej i wszystkich słupów leżą w zaznaczonych powyżej przekrojach głównych, a więc należą w równej mierze do duodekantów jednakowych i niejednakowych. Postaci te występują tu zatem z taką samą liczbą ścian, jak i w grupie holodrycznej. Nie na granicy, lecz wewnątrz duodekantów leżą normalne piramidy 1-go rodzaju oraz piramidy dwunastobocznej, a więc postaci te muszą ulegać działaniu hemiedryi romboedrycznej.

Z pomiędzy dwunastu ścian piramidy tylko sześć naprzemianległych zachowa swoją jednoznaczność; będą się one różnić od sześciu ścian pozostałych, także jednakowych. Stąd jedne z tych ścian mogą być na kryształach obecne, drugich zaś może nie być wcale. Postać, objęta sześcioma jednakowymi ścianami, nazywa się romboedrem <sup>1)</sup>. Ściany każdego romboedru są do siebie równoległe parami. Krawędzie są dwojakiego rodzaju. Trzy, biegnące od wierzchołka górnego nadół, a od dolnego w górę, zwane krawędziami biegunowymi, są jednakowe, gdy granie, tworzące dokoła postaci gzygzak, są od nich różne, lecz pomiędzy sobą jednoznaczne.

Z każdej pira-

midy dadzą się wyprowadzić dwa romboedry, np. z piramidy, wyobrażonej na fig. 120, wywodzą się dwa obok położone romboedry, różniące się pod względem

Fig. 120.



<sup>1)</sup> Spolszczenie na rombościan (Łomnicki) wydaje mi się niezupełnie udatnem.



geometrycznym tylko swem stosunkowem położeniem. W pierwszym przypadku występują ściany: pierwsza, trzecia, piąta wraz ze ścianami przeciwległymi, w drugim zaś — ściany druga, czwarta, szоста pospołu ze ścianami naprzeciwległymi. Gdy romboedr pierwszy w górnej swej części zwrócony jest ku widzowi ścianą, to drugi ukazuje mu krawędź. Dla odróżnienia pierwszy nazywany romboedrem dodatnim, drugi — ujemnym. Ponieważ romboedr odpowiada osobnemu rodzajowi hemiedryi równoległościennej, przed wskaźnikiem jego kładziemy przeto głoskę  $\rho$ . Mamy więc dwa romboedry, posiadające to samo nachylenie ścian, co piramida  $(10\bar{1}1) = P$ , a mianowicie: romboedr dodatni  $\rho(10\bar{1}1) = +R$  i ujemny  $\rho(01\bar{1}1) = -R$ .

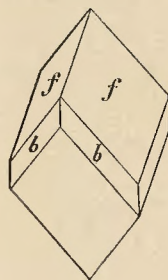
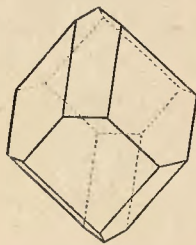
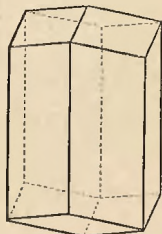
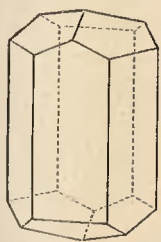
Na jednym i tym samym mineralu mogą występować romboedry ostrzejsze i tępsze, odpowiednio do ostrzejszej lub tępszej piramidy, z której się wyprowadzają. Romboedr  $\rho(01\bar{1}1)$  jest ostrzejszy od romboedru  $\rho(01\bar{1}4)$ .

Fig. 121.

Fig. 122.

Fig. 123.

Fig. 124.



Wszystkie postaci romboedryczne, a więc i wszystkie romboedry, zarówno ujemne, jak dodatnie, posiadają trzy płaszczyzny symetrii, odpowiadające przekrojom głównym  $E$ . Każda ściana romboedryczna jest prostopadła do jednego z owych przekrojów, a więc ściany romboedru są jednosymetryczne, jakkolwiek same przez się są one rombami.

W znakowaniu Naumanna widzimy tu odstępstwo od ogólnej zasady, wedle której romboedr powinienby mieć znak  $\frac{P}{2}$ , nie zaś pierwszą głoskę romboedru  $R$ , przyjętego za postać zasadniczą; więc  $\rho(10\bar{1}1) = R$ ,  $\rho(01\bar{1}1) = -R$ ,  $\rho(10\bar{1}4) = \frac{1}{4}R$ ,  $\rho(02\bar{2}1) = -2R$  i t. p.; i słupowi Naumann nadał znak analogiczny; symbole  $\infty P$  i  $\infty R$  oznaczają zatem jedną i tę samą postać.

Jako przykłady kombinacji romboedrycznych, przytoczymy kilka występujących na kalcycie. Na fig. 121 mamy słup  $(10\bar{1}0) = \infty R$  i romboedr tępy  $\rho(01\bar{1}2) = -\frac{1}{2}R$ , na fig. 122 — tenże sam romboedr ze słupem wtórnym  $(11\bar{2}0) = \infty P2$ , dalej na fig. 123 — romboedr  $\rho(02\bar{2}1) = -2R$  z romboedrem zasadniczym  $\rho(10\bar{1}1) = R$ . Z tej ostatniej kombinacji —  $2R$  i  $+R$  możemy wyprowadzić prawo, na mocy którego postacią, ścinającą krawędzie biegunowe romboedru dodatniego, jest romboedr ujemny o dwa razy krótszej osi głównej. Fig. 124 przedstawia kombinację romboedru  $-2R$  ze słupem wtórnym  $\infty P2$ .

Z 24 ścian piramidy dwunastobocznej na zasadzie tej hemiedryi pozostanie tylko ścian dwanaście, gdy dwanaście drugich zniknie. Ponieważ tedy piramida

dwunastoboczna posiada dwie ściany na tej przestrzeni, w której piramida sześcioboczna mieści tylko jedną ścianę, postać jej hemiedryczna będzie przeto miała ścian wdwójnasób więcej, niż romboedr, albowiem zamiast jednej ściany tego ostatniego wystąpią dwie. Taką postać połówkową dwunastościenną nazywamy skalenoedrem <sup>1)</sup> heksagonalnym, fig. 125. Krawędzie biegunowe są tylko naprzemian sobie równe, gdy granie boczne, tworzące, jak w romboedrze, linię gzygawkową, wszystkie są jednakowe. Ogólny znak tej postaci jest  $\frac{1}{2} (na : pa : a' : mc) = \rho (h\bar{i}k\bar{l})$ , przyczem odróżniamy tu znów dwa odmienne położenia w przestrzeni.

Fig. 125.

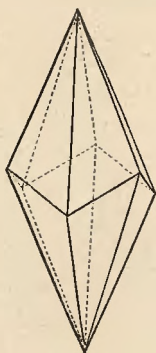


Fig. 126.

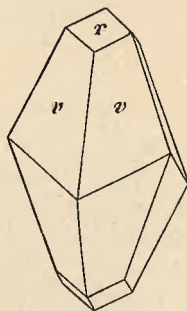


Fig. 127.

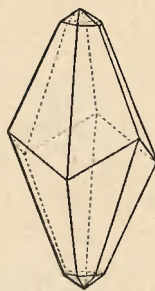
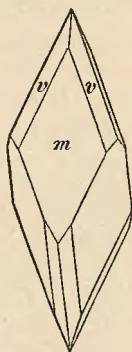


Fig. 128.



Ponieważ krawędzie boczne skalenoedru biegną zgodnie z graniami romboedru o tem samym położeniu, na tej przeto okoliczności Naumann opiera swoje znakowanie, nadając skalenoedrom znaki wpisanych w nie romboedrów  $uR$  za dołączeniem z prawej strony głoski  $v$ , która wskazuje, ilekroć oś główna skalenoedru jest dłuższą od takiejże osi romboedru. Znak ogólny skalenoedru jest zatem  $uRv$ . Względem skalenoedru, przedstawionego na fig. 125, romboedr wpisany jest romboedrem pierwotnym  $R$ , oś główna tego skalenoedru jest jednak trzy razy dłuższa od osi pionowej romboedru  $R$ , skąd znak pierwszego jest  $R3$ . Na fig. 126 mamy kombinację  $R3$  i  $R$ . Fig. 127 przedstawia połączenie postaci  $R3$  i  $\frac{1}{4} R3$ , gdy fig. 128 jest zespoleniem romboedru  $4R$  z  $R3$ .

Ażeby od parametrów przejść do symbolów Naumanna, wybierzmy te ściany, których dwa pierwsze parametry mają charakter dodatni, a otrzymamy, co następuje:

Romboedry dodatnie	$\frac{1}{2} (a : \infty a : a' : mc) = \rho (h0\bar{h}l) = mR$
Skalenoedry „	$\frac{1}{2} (na : pa : a' : mc) = \rho (h\bar{i}k\bar{l}) = uRv$
Romboedry ujemne	$\frac{1}{2} (\infty a : a : a' : mc) = \rho (0h\bar{h}l) = -mR$
Skalenoedry „	$\frac{1}{2} (pa : na : a' : mc) = \rho (i\bar{h}k\bar{l}) = -uRv$

gdzie  $h > i$ ,  $u = \frac{h-i}{l} = m \frac{2-n}{n}$ ,  $v = \frac{h+i}{h-i} = \frac{n}{2-n}$

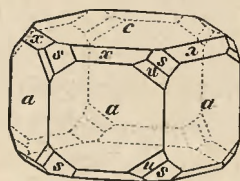
<sup>1)</sup> Według terminologii Zejsznera i Łomnickiego — różnokliniec.



Miller zgoła inaczej traktuje zarówno postaci heksagonalne, jak i romboedryczne. Zasadniczą postacią obu tych klas jest, według niego, romboedr rozpatrywany, jako kombinacja trzech dwuścianów podstawowych; równoległe do jego krawędzi biegną trzy osi, przecinające się pod równymi kątami. Zgodnie z takim założeniem romboedr staje się  $(100)$ , dwuścian podstawowy  $(111)$ , słup  $(2\bar{1}\bar{1})$ , słup wtóry  $(10\bar{1})$ , romboedr zaś —  $\frac{1}{2}R$  zmienia się na  $(011)$ ; dalej piramidę heksagonalną bierze Miller za kombinację dwu romboedrów, co wszakże jest rzeczą nienaturalną.

**41. Klasa piramidalno-hemiedryczna.** Rodzaj hemiedryi układu heksagonalnego, nazwany piramidalnym, polega na tem, że przestrzenie, zawarte w liczbie dwunastu pomiędzy przekrojami głównymi  $A$  i  $E$ , są jednoznaczne tylko naprzemian. W obrębie tych przestrzeni leżą normalne ściany, otaczających piramidę dwunastoboczną i słup dwunastograniasty. Te ostatnie na mocy hemiedryi przeistaczają się zatem w nowe postaci, a mianowicie piramidę sześcioboczną, tudzież słup sześciograniasty, które to postaci zajmują w przestrzeni położenie pośrednie pomiędzy piramidą właściwą a wtórną. Rodzaj ten hemiedryi został dostrzeżony przez Haidingera na apatycie. Fig. 129 przedstawia kryształ tego minerału, na którym prócz słupa  $a$ , piramidy  $x$ , dwuścianu podstawowego  $c$ , mamy jeszcze piramidę wtórą  $s$  i piramidę hemiedryczną  $u$ . Tej ostatniej odpowiada znak  $\pi$  ( $12\bar{3}1$ ).

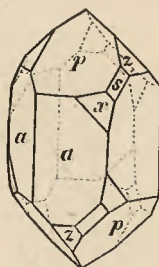
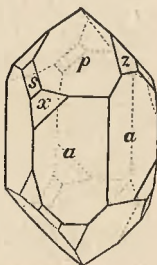
Fig. 129.



**42. Klasa trapezoedryczno-tetartodryczna.** Zasada, na jakiej utworzone są postaci, należące do tej tetartodryi, możemy wyprowadzić z kryształów romboedrycznych, jeśli w nich przyjmniemy za jednoznaczne tylko naprzemianległe przestrzenie z ogółu tych, które leżą pomiędzy płaszczyznami  $E$ . Romboedr, słup  $\infty R$  i dwuścian podstawowy nie ulegną przez to żadnej zmianie geometrycznej, gdy inne postaci zmieniają się pod wpływem tej hemiedryi powtórnej.

Fig. 130.

Fig. 131.



Przykładem jej jest kryształ górny, wykazujący niekiedy kombinacje przedstawione na fig. 130 i 131. Widzimy tu romboedr  $p = R$ , słup  $a = \infty R$  i romboedr  $z = -R$  w graniastości całkowitej, gdy ściany skalenoedru  $x = 4R\frac{3}{2}$  występują tylko sześć razy, tak, że, pomyślane w oderwaniu od innych, utworzyłyby postać otoczoną sześcią trapezów czyli trapezoedr<sup>1)</sup>; dalej spostrzegamy tu jeszcze ściany piramidy

<sup>1)</sup> Według Zejsznera, ukośniec.



wtórej  $x$ , powtarzające się również sześciokrotnie, tak, że wzięte same w sobie, dałyby piramidę trójkątną (trygonalną).

Postaci, w których ujawnia się ten rodzaj tetartoedryi, a więc w przypadku obecnym ściany  $x$  i  $s$ , mogą oczywiście zajmować w przestrzeni położenia bądź ujemne, bądź dodatnie. Atoli postać ze ścianami ujemnymi nie może przez żaden obrót znaleźć się w takiej pozycji, w którejby była podobną do postaci o ścianach ujemnych; nie doprowadzi również do tego i postępowanie odwrotne. Dwie takie odpowiadające sobie nawzajem postaci mają się do siebie tak, jak ręka prawa do lewej. Spotykamy się tu zatem powtórnie ze zjawiskiem enancjomorfizmu. Obie przedstawione powyżej postaci kwarcu są bryłami enancjomorficznymi, pierwsza jest kryształem lewym, druga — prawym.

**43.** Klasa romboedryczno-tetartoedryczna. Zasada, wedle której są uformowane należące tutaj kryształy, da się wyprowadzić z postaci romboedrycznych, jeżeli z 12 przestrzeni, objętych przekrojami głównymi  $A$  i  $E$ , jednoznaczność swą i tożsamość zachowają tylko naprzemianległe. A więc działaniu hemiedryi powtórnej ulegną skalenoedr, piramida wtóra i słup dwunastograniasty, gdy inne postaci pozostaną geometrycznie niezmiennymi.

Przykład mamy na fig. 132, przedstawiającej kryształ dyoptazu; występuje tu romboedr  $r$ , który musimy przyjąć za  $-2R$ , gdyż ściany romboedru  $R$ , odpowiadającego płaszczyznom łupliwości, ścinają jego krawędzie, dalej słup  $m = \infty P2$ , a prócz tego jeszcze ściany  $s$ . Te mają położenie takie samo, jak ściany skalenoedru  $-2R\frac{1}{6}$ , ale powtarzają się tylko sześciokrotnie, tak, że wzięte w oderwaniu od ścian innych, utworzyłyby romboedr, który jednak zająłby w przestrzeni stanowisko pośrednie i różne od stanowisk innych romboedrów.

Fig. 132.

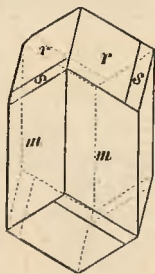
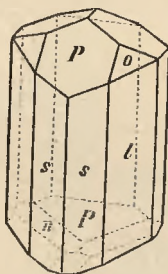


Fig. 133.



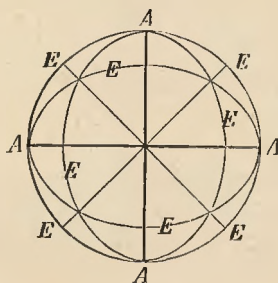
**44.** Klasa romboedryczno-hemimorficzna. Wybitnym przykładem tej grupy kryształów jest turmalin, na którym występuje niekiedy połączenie postaci, wyobrażone na fig. 133. Na górnym końcu kryształu widzimy ściany romboedru  $R$  i ujemnego romboedru  $-2R$ , gdy na końcu dolnym  $R$  łącznie z  $-\frac{1}{2}R$ . Pas pryzmatyczny tworzą sześć ścian słupa włocego  $s$  oraz trzy ściany  $l$ , zajmujące położenie słupa  $\infty R$ , zredukowanego tu jednak na mocy hemiedryi w postać trójkątną.

Hemimorfizm, polegający na tem, że oś główna na obu swych końcach jest różnoznaczna, czyli różnobiegunkowa, oddziaływa zatem na wszystkie ściany nachylone albo prostopadłe do osi pionowej, a to w ten sposób, że znosi jednoznaczność postaci, okalających wierzchołek kryształu oraz jego podstawę. Wpływa on również i na słup, jak o tem z łatwością przekonać się możemy z porównania fig. 121, przedstawiającej kombinację romboedryczną. Wi-

dziwny tu, że z sześciu ścian słupa  $\infty R$  trzy naprzemianległe zwrócone są ku górze kątami, gdy inne trzy — bokami, że zatem ściany te względem górnego bieguna osi głównej są tylko naprzemian jednoznaczne. Skoro biegun ten stanie się różnym od bieguna dolnego, słup rozpaść się musi na dwie połowy niejednoznaczne. Powtarzając to samo rozumowanie, dojdziemy do przekonania, że i słup dwunastoboczny podobnemuż ulegnie przepołowieniu, gdy słup wtóry pozostanie niezmieniony.

**45. Układ regularny.** <sup>1)</sup> Klasa holodryczna. Kryształy tej gromady zbudowane są najprawidłowiej, gdyż postaci ich wykazują dziewięć płaszczyzn symetrii. Te ostatnie rozpadają się na dwie grupy: na trzy jednoznaczne przekroje główne  $A$ , mające położenie przekrojów głównych w układzie rombowym, a więc względem siebie prostopadłe, oraz na sześć jednakowych przekrojów głównych  $E$ , dzielących na połowy kąty proste, zawarte między poprzedniami. Fig. 134 przedstawia rzut kuli, przez której środek przechodzą wszystkie przekroje główne. Linie, w których przekroje  $A$  przecinają się z kulą, zakreślone są mocniej, linie zaś, należące do przekrojów  $E$  — słabiej. Gdy w układzie tetragonalnym tylko dwa przekroje  $A$  były jednakowe, płaszczyzna zaś względem nich prostopadła była natury odmiennej (porówn. fig. 97), tu są jednoznaczne wszystkie trzy przekroje  $A$ ; gdy tam odróżnialiśmy tylko dwa przekroje  $E$  o kierunku przekątnym, tu mamy sześć takich płaszczyzn, które przepołowiają kąty między poprzedniami. Układ regularny jest zatem jakby uzupełnieniem tetragonalnego. Możemy jednak łatwo znaleźć w nim analogię i do układu heksagonalnego, zwłaszcza do kryształów romboedrycznych, skoro zwrócimy uwagę na to, że przekroje główne  $E$  przecinają się również pod kątami  $60^\circ$ .

Fig. 134.



Trzy główne przekroje  $A$  przecinają się w trzech nawzajem prostopadłych liniach, które przyjmujemy za osi. Trzy prostopadłe osi układu regularnego są zatem sobie równe, a stosunek ich długości jest  $a : a : a$ , czyli  $1 : 1 : 1$ .

Znaczna ilość płaszczyzn symetrii sprawia, że liczba postaci prostych zamkniętych jest tu większa, niż w innych układach. Mamy tu bowiem skupienia, złożone ze ścian sześciu, ośmiu, dwunastu, dwudziestu czterech i czterdziestu ośmiu. Dla łatwiejszego ich poznania, rozpatrzymy naprzód postaci, których ściany pozostają w stosunku najprostszym względem płaszczyzn symetrii głównej.

#### A) Ściany podstawowe.

Sześciian. Trzy pary ścian równoległych do trzech głównych płaszczyzn  $A$  tworzą sześciian czyli kostkę <sup>2)</sup>, fig. 135. Postać ta ma wszystkie krawędzie

<sup>1)</sup> Podług Weissa: równoosiowy (Zejszner, Łomn.), izometryczny (Haussmann), tesseralny (Naumann) i t. p.

<sup>2)</sup> Z grecka heksaedr.



prostokątne, a ściany jej na kryształach równomiernie rozwiniętych są kwadratami. Krawędzie sześcianu wskazują kierunek osi w układzie regularnym. Ponieważ każda ściana jest równoległa do dwóch osi, zatem znak sześcianu jest  $(a : \infty a : \infty a) = (100) = \infty O \infty$ . Stąd widzimy, że symbolem Naumannowskim jest tu  $O$  (początkowa głoska oktaedru, t. j. ośmiościanu) i że spółczynniki leżą po obu jej stronach, przyczem, jak się przekonamy w następstwie, większy z nich kładzie się z lewej strony, mniejszy — z prawej. Sześciang jest postacią krystaliczną bardzo pospolitą. Występuje on samoistnie na kryształach galeny, fluorytu, soli kamiennej.

*B) Ściany pryzmatyczne.*

Dwunastościan rombowy <sup>1)</sup>. Ściana, prostopadła do jednej płaszczyzny  $A$ , do dwóch zaś innych jednakowo nachylona, a więc równoległa do jednego z przekrojów głównych  $B'$ , będzie też równoległa do jednej osi, dwie zaś inne przecina w odległości jednakowej. Będzie się ona zatem wciąć powtarzać między ramionami osi i na ogół ukaże się dwanaście razy. Ściany te pospołu utworzą dwunastościan rombowy, fig. 136, którego ściany na kryształach równomier-

Fig. 135.

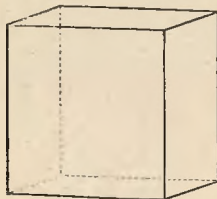


Fig. 136.

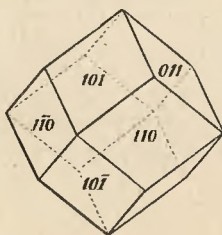
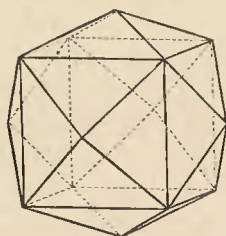


Fig. 137.



nie rozwiniętych są rombami o przekątniach, mających się do siebie, jak  $1 : \sqrt{2}$ . Znak tej postaci jest  $(a : a : \infty a) = (110) = \infty O$ . Jedne krawędzie mierzą po  $60^\circ$ , jak np. krawędź  $101 : 110$ , gdy ściany, stykające się kątami ostre, są do siebie prostopadłe, czyli nachylone pod kątem  $90^\circ$ , jak np. ściany  $101 : 10\bar{1}$ . Dwunastościan rombowy występuje samoistnie na granacie, kuprycie. Dla kryształów tego pierwszego minerału dwunastościan rombowy jest postacią tak dalece charakterystyczną, że nazywamy ją często granatoedrem.

Sześciang piramidalny <sup>2)</sup>. Ściana, prostopadła do jednej płaszczyzny  $A$ , do dwóch zaś innych nachylona niejednakowo, powtarzać się będzie dwa razy częściej, niż ściana postaci poprzedzającej. Powstanie stąd dwudziestoczterościan, fig. 137, wyglądający tak, jakgdyby na każdej ścianie kostki osadzoną była piramida czworoboczna. Ta ostatnia może być nieco tępsza i nieco ostrzejsza. Postać ta ma krawędzie dwojakiego rodzaju, jedne wspólne z sześciangiem, drugie schodzące się u wierzchołka owej piramidy. Każda jej ściana jest równoległa do jednej osi, dwie zaś inne przecina w odległościach niejednakowych,

<sup>1)</sup> Dodekaedr rombowy.

<sup>2)</sup> Inaczej tetrakisheksaedr, t. j. sześciang poczwórny.

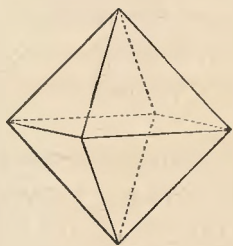


skąd znak  $(a : na : \infty a) = (hk0) = \infty On$ . Na kryształach fluorytu występuje często postać  $(a : 3a : \infty a) = (310) = \infty O3$  w kombinacji z sześcianiem, na złocie zaś  $(210) = \infty O2$  i t. d.

(C) Ściany piramidalne.

Ośmiościan. Ściana, jednakowo nachylona do trzech płaszczyzn głównych, powtórzyć się musi w każdym oktancie, czyli musi utworzyć ośmiościan (oktaedr), fig. 138. Na kryształach równomiernie wykształconych ściany są trójkątami równobocznymi. Ponieważ ściany są jednakowo nachylone do trzech osi i, co zatem idzie, przecinają je w równych odległościach, przeto znak ośmiościanu jest  $(a : a : a) = (111) = O$ . Wszystkie krawędzie są jednakowe, przyczem mierzą  $70^{\circ} 31' 44''$ , np. krawędź  $111 : 11\bar{1}$ . Ściany, stykające się na fig. 138 kątami, przecinają się pod  $109^{\circ} 28' 16''$ , np.  $111 : 1\bar{1}\bar{1}$ . Ośmiościan jest najprostszą postacią układu regularnego, złożoną ze ścian piramidalnych. Występuje samodziennie na magnetycie, spinelu, złocie, alunie.

Fig. 138.



Ośmiościan piramidalny. Ściana, nachylona do dwóch płaszczyzn głównych jednakowo, do trzeciej zaś inaczej, ukaże się w każdym oktancie po trzykroć, a więc utworzy znów postać dwudziestoczterościenną. Każda z tych ścian przecina osi w odległościach niejednakowych tak, że dwa parametry są równe, trzeci zaś jest odmienny. Atoli postaci, takimi ścianami objęte, są dwójki rodzaju.

Jedną z nich jest ośmiościan piramidalny<sup>1)</sup>, fig. 139, posiadający dwójki krawędzie, z których jedne położeniem swym nie różnią się od krawędzi ośmiościanu. Postać ta z wyglądu przypomina ośmiościan, na którego ścianach

Fig. 139.

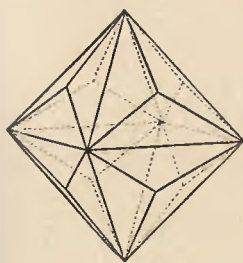


Fig. 140.

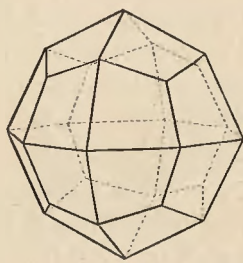
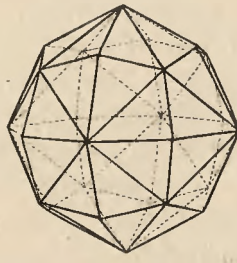


Fig. 141.



spoczywają piramidy trójboczne, skąd też pochodzi jej nazwa. Każda jej ściana przecina dwie osi w odległości mniejszej, trzecią zaś w oddaleniu większym; w przykładzie, na fig. 139 podanym, stosunek tych długości jest 1 : 2, skąd symbol  $(a : a : 2a) = (221) = 2O$ . Postać taka jest mianowicie właściwą dyamentowi, fluorytowi i galenie.

<sup>1)</sup> Inaczej tryakisoktaedr, t. j. ośmiościan potrójny.

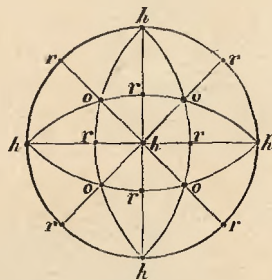
Dwudziestoczterościan deltoidowy <sup>1)</sup>. Druga należąca tutaj postać różni się od poprzedzającej już samem położeniem krawędzi, jak to widać z fig. 140. Jestto dwudziestoczterościan deltoidowy. Wykształcony prawidłowo, jest on objęty dwudziestoma czterema ścianami czworobocznymi, mającemi kształt deltoidów. Dwa sąsiadujące z sobą boki deltoidu są równe, lecz różne od dwóch innych naprzeciwległych. Każda ściana przecina jedną oś w odległości krótszej, dwie zaś pozostałe — w dłuższej. W bryle, wyobrażonej na fig. 140, stosunek tych odległości jest 1 : 2, skąd znak  $a : 2a : 2a$ , czyli  $(\frac{1}{2}a : a : a) = (211) = 202$ . Odróżniamy tu znów dwojakiego rodzaju krawędzie: zbiegające się po trzy w jednym kącie wywołują wrażenie, jak gdyby na każdej ścianie ośmiościanu była osadzona piramida trójboczna, ale o położeniu wtórem w porównaniu z postacią poprzedzającą. Na granacie i analcymie spotykamy samoistnie występującą postać (211).

Czterdziestoośmiościan <sup>2)</sup>. Ściana, nachylona rozmaicie względem trzech płaszczyzn głównych, jest także niejednakowo nachylona i względem pozostałych przekrojów głównych. Ukaże się ona zatem tyle razy, ile jest przestrzeni, objętych owymi przekrojami, a więc czterdzieści ośm razy (porówn. fig. 134). Przypadek taki dostrzegamy na czterdziestoośmiościanie, fig. 141.

Postać ta wygląda bez mała, jak ośmiościan, na którego ścianach umieścilibyśmy piramidy sześcioboczne. Te ostatnie mają tylko każdą drugą krawędź jednakową, a u podstawy ich biegną jeszcze inne jednoznaczne krawędzie, tak, że na ogół 48-ścian ma krawędzie trojakiego rodzaju. Wykazuje on dalej pewne podobieństwo do dwunastościanu rombowego, na którego ścianach są jakby osadzone piramidy czworoboczne. Równie łatwo moglibyśmy wykryć podobieństwo do 24-ścianu deltoidowego, ośmiościanu piramidalnego, zgoła do wszystkich postaci układu regularnego, któreśmy dotychczas poznali. I znak 48-ścianu  $(a : na : ma) = (hkl) = mOn$  przemawia za tym związkiem z innemi opisanymi powyżej postaciami. Dość jest w symbolu  $(hkl)$  jeden wskaźnik uczynić równym 0, albo dwa z nich zrównać i t. p., ażeby otrzymać symbole postaci pozostałych. Fig. 141 odpowiada znakowi  $(632) = 302$ . Na dyamencie i fluorycie występuje samoistnie postać  $(421)$ . Zresztą znane są jeszcze 48-ściany o innych wskaźnikach.

Obok położona fig. 142 jest rzutem kulistym ścian sześciianu  $h$ , dwunastościanu rombowego  $r$  i ośmiościanu  $o$ , czyli wszystkich postaci stałych, oraz łączących je pasów. Łatwo jest dociec, jak będą położone rzuty innych postaci. Ściany wszystkich możliwych sześciianów piramidalnych znajdują się pomiędzy  $r$  i  $h$ , ośmiościanów piramidalnych — pomiędzy  $r$  i  $o$ , 24-ścianów deltoidowych — pomiędzy  $h$  i  $o$ , wszystkich zaś 48-ścianów — w przestrzeniach pomiędzy sąsiednimi  $hro$ .

Fig. 142.



<sup>1)</sup> Inaczej: ikositetraedr, trapezoedr, leucytoedr.

<sup>2)</sup> Heksakisoktaedr, czyli ośmiościan poszóstynny.

**46.** Klasa hemiedryi pochyłościennej (tetraedrycznej). Hemiedrya tetraedryczna polega na tem, że z pomiędzy oktantów, utworzonych przez płaszczyzny główne, tylko naprzemianległe są jednakowe. Jestto zatem ta sama zasada, którą poznaliśmy już w układzie rombowym i tetragonalnym. Ponieważ normalne ścian ośmiościanu, ośmiościanu piramidального, 24-ścianu deltoidowego i 48-ścianu padają wewnątrz oktantów, postaci te zatem ulegają działaniu hemiedryi tego rodzaju. Postaci tetraedryczne mają tylko sześć płaszczyzn symetrii  $E$ , pozostałych zaś trzech są pozbawione.

Jeśli wyobrazimy ośmiościan, w którym występują tylko ściany naprzemianległe, to otrzymamy czworościan czyli tetraedr, fig. 143, postać, objętą

Fig. 143.

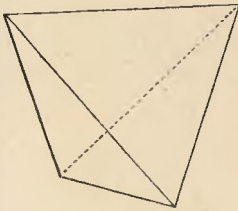
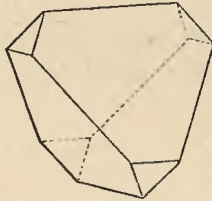


Fig. 144.



czterema trójkątami równobocznymi, przecinającymi się w sześciu krawędziach pod kątami  $109^{\circ} 28' 16''$ . Jestto jedyna postać krystaliczna, która nie ulega zeszcpeceniu podczas wzrostu. Odróżniamy, o ile to jest rzeczą konieczną, czworościan dodatni i ujemny, a więc  $\kappa (III)$

i  $\kappa (I\bar{I}I)$ , czyli  $\frac{O}{2}$  i  $-\frac{O}{2}$ . Fig. 144 jest połączeniem obu tych postaci. Czworościan występuje samoistnie na tetraedrycie i helwinie.

Jeżeli to samo postępowanie zastosujemy do ośmiościanu piramidального, t. j. jeśli wyobrazimy, że zachowały się na nim tylko ściany oktantów naprzemianległych, to otrzymamy dwunastościan deltoidowy, fig. 145, którego

Fig. 145.

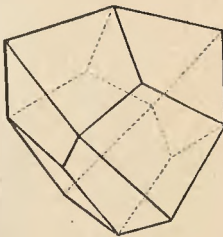


Fig. 146.

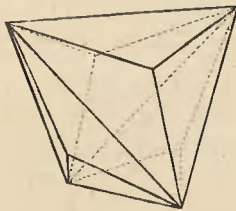
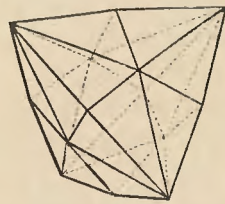


Fig. 147.



ściany są deltoidami o bokach dwójakiego rodzaju. Z położenia krawędzi, przecinających się po trzy, łatwo poznany pokrewieństwo z ośmiościanem piramidalnym. Postać to zmienna; bryła, na fig. 145 wyobrażona, odpowiada znakowi

$$\kappa (332) = \frac{\frac{3}{2}O}{2}.$$

Wystawimy sobie, że na 24-ścianie deltoidowym rozwinęły się tylko ściany, leżące w obrębie oktantów naprzemianległych; ściany te utworzą nową postać, przypominającą czworościan, a nazywaną zwykle czworościanem pira-



midalnym, albo jeszcze inaczej dwunastościanem trójkątowym (trygonalnym), fig. 146. Jedne jego krawędzie odpowiadają czworościanowi, gdy drugie położeniem swoim wskazują na związek z 24-ścianem deltoidowym. Podana obok figura przedstawia postać  $\kappa$  (211).

Wreszcie 48-ścian prowadzi do postaci połówkowej, zwanej heksakiste-traedrem<sup>1)</sup> czyli czworościanem poszóstnym, fig. 147, o trojakiego rodzaju krawędziach. Znak postaci, przedstawionej na figurze powyższej, jest  $\kappa$  (654). Wszystkie postaci połówkowe, powyżej wymienione, mogą zajmować w przestrzeni położenie bądź dodatnie, bądź ujemne; w przyrodzie ukazują się przeważnie na tetraedrycie.

**47.** Klasa hemiedryi równoległościennej (pirytoedrycznej). Drugi rodzaj hemiedryi zasadza się na tem, że przestrzenie, zawarte pomiędzy sześcioma przekrojami  $E$ , są tylko naprzemian jednakowe. W przestrzenie te padają normalne ścian sześciianu piramidального i 48-ścianu; postaci wymienione ulegną zatem działaniu hemiedryi drugiego rodzaju, pozostałe zaś geometrycznie się nie zmieniają.

Fig. 148.

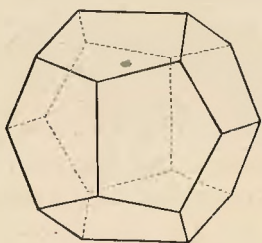


Fig. 149.

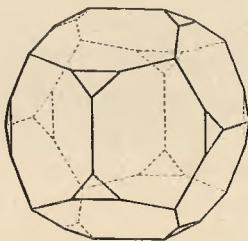
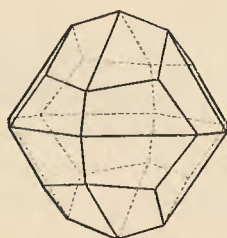


Fig. 150.



Uciekając się znów do wyobraźni, łatwo zrozumiemy, że z sześciianu piramidального powstanie postać połówkowa, skoro się na nim rozwiną ściany tylko w obrębie przestrzeni naprzemianległych. Postacią tą będzie dwunastościan pentagonalny (pięciokątowy), zwany jeszcze pirytoedrem, gdyż jest charakterystycznym kształtem pirytu, fig. 148. Jest on objęty dwunastoma pięciokątami symetrycznymi i ma krawędzie dwojakiego rodzaju, z których równoległe do jednej z osi różnią się od pozostałych. Możemy i tu odróżnić dwie postaci, jedną—dodatnią, drugą—ujemną. Znakowanie polega na tem, że przed symbolem sześciianu piramidального kładziemy  $\pi$  dla wskazania, iż postać jest równoległościenną. Fig. 148 odpowiada  $\pi(210) = \frac{\infty 02}{2}$ . Na fig. 149 mamy prócz tego  $\pi(201) = -\frac{\infty 02}{2}$ .

Czterdziestoośmiościan przeistacza się na mocy tego rodzaju hemiedryi w postać 24-ścienną o trojakich krawędziach, zwaną dwunastościanem po-

<sup>1)</sup> „Sześćczworościan“ — Zejsznera.

dwójnym <sup>1)</sup>, fig. 150. Dostrzegamy w niej pewne podobieństwo do pirytoedru, tudzież do 24-ścianu deltoidowego.

Znakowanie, jak w przypadku poprzednim; ale symbol Naumanna, dla odróżnienia od czworoszczanu poszóstnego, kładziemy w nawiasie. Fig. 150 przedstawia postać  $\pi(321) = \left[ \frac{30\frac{3}{2}}{2} \right]$ .

W postaciach hemiedryi równoległościemnej zachowały się tylko trzy płaszczyzny symetrii *A*, pozostałe sześć znikły.

Znany również i trzeci rodzaj hemiedryi, zwanej plagioedryczną lub giroedryczną, a polegającej na tem, że z 48 przestrzeni kryształu, ograniczonych płaszczyznami *A* i *E* (porówn. fig. 134), zachowują się jednakowo tylko na-przemiennie. Hemiedryę tę odkrył autor na sztucznie otrzymanych kryształach salmiaku. Możliwa w układzie regularnym tetartoedrya jest niejako skutkiem równoczesnego działania dwóch wyżej opisanych hemiedryi. Ukazuje się ona, według Miersa, na minerałach ulmanicie.

**48.** Podajemy tu zestawienie postaci układu regularnego łącznie z ich symbolami. Wszystkie one są bryłami zamkniętymi.

#### A) Holloedrya.

Czterdziestoośmiościan . . . .	$(a : na : ma) = (hkl) = mOn$
Dwudziestoczterościan deltoidowy . . . .	$(a : ma : ma) = (hkk) = mOm$
Ośmiościan piramidalny . . . .	$(a : a : ma) = (hkh) = mO$
Sześcian piramidalny . . . .	$(a : na : \infty a) = (hk0) = \infty On$
Ośmiościan . . . .	$(a : a : a) = (111) = O$
Dwunastościan rombowy . . . .	$(a : a : \infty a) = (110) = \infty O$
Sześcian . . . .	$(a : \infty a : \infty a) = (100) = \infty O\infty$

#### B) Hemiedrya pochyłościenna.

Czworościan poszóstny . . . .	$\frac{1}{2} (a : na : ma) = \pi(hkl) = \frac{mOn}{2}$
Czworościan piramidalny . . . .	$\frac{1}{2} (a : ma : ma) = \pi(hkk) = \frac{mOm}{2}$
Dwunastościan deltoidowy . . . .	$\frac{1}{2} (a : a : ma) = \pi(hkh) = \frac{mO}{2}$
Czworościan . . . .	$\frac{1}{2} (a : a : a) = \pi(111) = \frac{O}{2}$

Prócz tego sześcian piramidalny, dwunastościan rombowy i sześcian.

#### C) Hemiedrya równoległościenna.

Dwunastościan podwójny . . . .	$\frac{1}{2} [a : na : ma] = \pi(hkl) = \left[ \frac{mOn}{2} \right]$
Dwunastościan pentagonalny . . . .	$\frac{1}{2} (a : na : \infty a) = \pi(hk0) = \frac{\infty On}{2}$

Prócz tego 24-ścian deltoidowy, ośmiościan piramidalny, ośmiościan, 12-ścian rombowy i sześcian.

<sup>1)</sup> Inaczej: 24-ścian trapezoidowy (Zejszner), dyakisdodekaedr, diploedr.

**49. Kombinacje.** Jakkolwiek liczba kombinacji, występujących na minerałach układu regularnego, jest bardzo wielka, to jednak nie nastręczają one najczęściej trudności w rozpoznawaniu postaci połączonych. Przytoczymy tu kilka przykładów mniej złożonych.

Fig. 151.

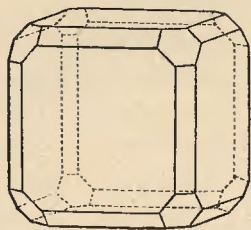


Fig. 152.

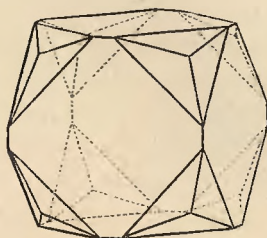
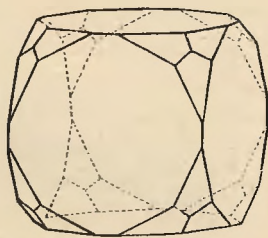


Fig. 153.



Na fig. 151 przeważającą postacią jest sześcián, którego krawędzie ścinają ściany dwunastościanu rombowego, kąty zaś — płaszczyzny ośmiościanu. Fig. 152 przedstawia zespolenie sześciánu z dwudziestoczterościanem deltoidowym ( $211$ ) =  $202$ , który stępia jego kąty od strony ścian i łatwo daje się poznać po przebiegu krawędzi. Na fig. 153 widzimy znów kombinację sześciánu z ośmiościanem piramidальnym ( $221$ ) =  $20$ , stępiającym jego kąty od strony krawędzi i dającym się najłatwiej poznać po rozmieszczeniu i kierunku swych grani. Na fig. 154 krawędzie ośmiościanu są zastąpione przez ściany dwunastościanu rombowego, gdy fig. 155 przedstawia połączenie przeważającego ośmiościanu z podrzędnym dwudziestoczterościanem deltoidowym, mianowicie najczęściej występującym ( $211$ ) =  $202$ .

Fig. 154.

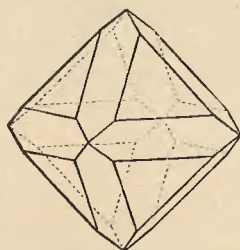


Fig. 155.

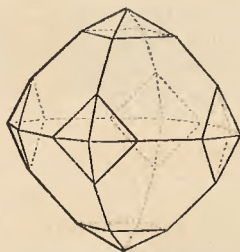


Fig. 156.

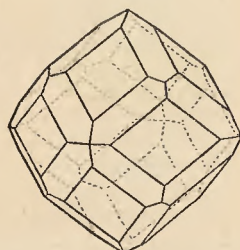


Fig. 156 jest kombinacją dwunastościanu rombowego ze ścinającym jego krawędzie 24-ścianem deltoidowym. Znak tego ostatniego, jak to z łączności pasowej łatwo dociec, jest znów ( $211$ ).

Na fig. 157 przedstawiono czworościan o krawędziach ściętych i zastąpionych przez ściany kostki, na sąsiedniej zaś fig. 158 — czworościan w połączeniu z podległym mu dwunastościanem rombowym. Że nie mamy tu do czynienia z kombinacją tetraedru i 24-ścianu deltoidowego, dowodzą pomiary kątów,



zawartych między trzema drobnymi ścianami, a identycznych z odpowiednimi kątami dwunastościanu rombowego. Na fig. 159 z łatwością rozpoznajemy ściany granatoedru i sześcianu, a nadto niewielkie trójkąty, należące do czworościanu.

Fig. 157.

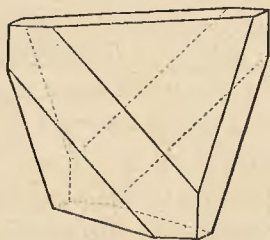


Fig. 158.

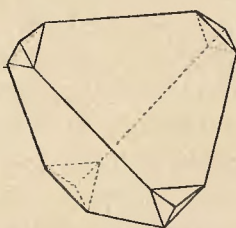
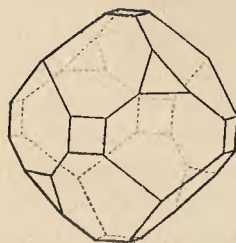


Fig. 159.



Połączenie sześcianu z dwunastościanem pentagonalnym podaje fig. 160, gdy sąsiednia fig. 161 przedstawia kombinację tegoż dwunastościanu  $\pi$  (210) z ośmiościanem. To ostatnie zespolenie dwu postaci krystalograficznych przypomina dwudziestościenną bryłę geometryczną (ikosaedr), podobnież obję-

Fig. 160.

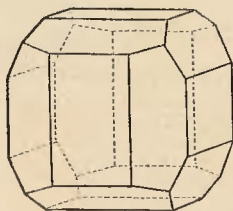


Fig. 161.

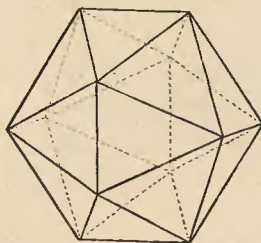
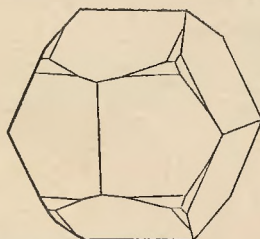


Fig. 162.



tą dwudziestoma trójkątami, ale podczas gdy na bryle geometrycznej wszystkie trójkąty są jednakowe, tu należą one do dwojakiego rodzaju. Wreszcie fig. 162 przedstawia połączenie tegoż dwunastościanu pentagonalnego z dwunastościanem podwójnym, którego symbol, wyprowadzony na podstawie pasów, jest  $\pi$  (421), czyli  $\left[ \frac{402}{2} \right]$ .

**50. Pierwiastki symetrii.** Przekonałismy się powyżej [23], że kryształy całkowite różnią się stopniem symetrii, czyli ilością płaszczyzn, które, przechodząc przez środek kryształu, dzielą go na dwie jednoznaczne połowy, mające się tak do siebie, jak przedmiot i jego odbicie w zwierciadle. Symetrię wielościanów holoedrycznych możemy zatem wystawić, jako skutek odbijania się ścian jednoznacznych w płaszczyznach zwierciadlanych, czyli w płaszczyznach symetrii.

Inaczej się rzecz przedstawia z kryształami połówkowymi i ćwiartkowymi, które często nie posiadają płaszczyzn symetrii, jakkolwiek są bryłami symetrycznymi. Atoli symetria ich ujawnia się nie przez odbicia zwierciadlane, lecz przez innego rodzaju „operacyę“, którą może być np. obrót koło osi, przechodzącej przez środek kryształu. Kryształ, zajmujący przez jakikolwiek obrót, różny od  $360^\circ$ , położenie identyczne z pierwotnem lub wogóle poprzedzającym, tak, że ściany i kierunki jednoznaczne zastępują się nawzajem, a cała bryła zlewa się sama z sobą, jest symetryczny względem osi obrotu, czyli osi symetrii. Do kryształów, których symetria polega na obecności tylko osi symetrii, należą np. postaci wspomnianej powyżej hemiedryi plagiodyrycznej i tetartoedryi w układzie regularnym. W kryształach holodrycznych i niektórych hemiedrycznych obok płaszczyzn występują również i osi symetrii.

Oś symetrii jest albo możliwa teoretycznie krawędź kryształu, albo też linia prostopadła do możliwej jego ściany. Na drodze matematycznej dowiedziono, że osi symetrii, któreby odpowiadały zasadniczemu prawu krystalografii geometrycznej — wymiarności współczynników — mogą być czworakiego rodzaju. Odróżniamy mianowicie osi symetrii dwukrotne, trzykrotne, czterokrotne i sześciokrotne. Oś symetrii dwukrotną posiadać będzie taki kryształ, który podczas całkowitego obrotu koło tej osi dwa razy znajdzie się w położeniach jednoznacznych, czyli dwukrotnie zleje się sam z sobą, a mianowicie po każdym  $180^\circ$  obrotu. Trzykrotna oś symetrii będzie właściwa kryształowi, który podczas całkowitego obrotu po trzykroć zajmie położenie identyczne z pierwotnem, t. j. co  $120^\circ$ . Tak samo oś czterokrotna odpowiada czterem takim położeniom jednoznacznym, co  $90^\circ$ , wreszcie oś sześciokrotna — sześciu położeniom, co  $60^\circ$ .

Fig. 163.

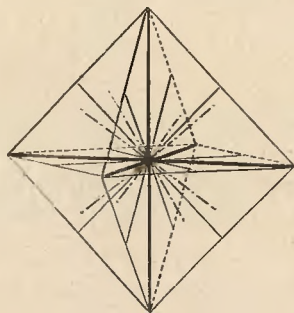
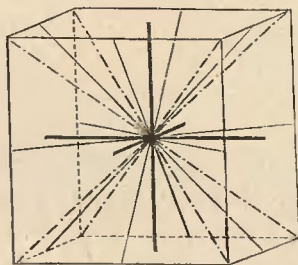


Fig. 164.



Dla przykładu weźmy osi symetrii regularnego sześcianu i ośmiościanu. W postaciach tych odróżniamy 13 osi symetrii trojakiego rodzaju. 1. Trzy jednoznaczne osi czterokrotne, względem siebie prostopadłe, biegną równolegle do krawędzi sześcianu, fig. 163, w ośmiościanie zaś łączą przeciwległe naroża, fig. 164. Osi te są prostopadłe do trzech płaszczyzn symetrii  $A$  (porów. fig. 134). 2. Cztery jednoznaczne osi trzykrotne łączą w sześcianie przeciwległe naroża, w ośmiościanie zaś biegną prostopadłe do ścian jego. 3. Sześć jednoznacznych osi dwukrotnych, zarówno w sześcianie, jak i w ośmiościanie łączą środki przeciwległych krawędzi. Osi te są prostopadłe do sześciu pla-



szczyzn symetrii  $E$ , fig. 134. Te same osi z łatwością odróżnimy w każdej innej postaci lub kombinacji układu regularnego.

Oprócz kryształów, posiadających płaszczyzny i osi symetrii, lub tylko te ostatnie, istnieją jeszcze takie wielościany krystalograficzne, których symetrii nie wykażą ani odbicia w płaszczyźnie zwierciadlanej, ani obrót koło osi, lecz tylko obie te operacje, zastosowane jednocześnie. Kryształy, ujawniające symetrię swoją przez obrót koło osi i równoczesne odbicie się zwierciadlane w prostopadłej do niej płaszczyźnie, odznaczają się, jak zwykle mówimy, symetrią złożoną, w przeciwstawieniu do dwu grup poprzednich o symetrii prostej. Ażeby zrozumieć działanie symetrii złożonej, wyobraźmy, że na kryształ, obdarzonym taką symetrią, zjawia się samoistnie ściana piramidalna, położona w oktancie prawym, górnym i przednim,  $111$ . Przez sam tylko obrót koło osi np. dwukrotnej ściana ta znalazłaby się w oktancie górnym, lewym, tylnym,  $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ , lecz przez jednoczesne odbicie się w prostopadłej do osi tej płaszczyźnie zwierciadlanej zajmie ona miejsce w oktancie dolnym, lewym, tylnym,  $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ , t. j. będzie miała położenie jednoznaczne z pierwotnem, czyli równoległe. Każda inna ściana kryształu również powtórzy się w ten sam sposób, tak, że w rezultacie powstanie postać otoczona parami ścian równoległych. Symetrię takiego kryształu możemy określić jeszcze inaczej: jest on symetryczny względem położonego wewnątrz punktu centralnego, zwanego centrum czyli środkiem symetrii. Proste, przeprowadzone przez ten środek, dzielą się w nim na połę, a na ścianach kryształu spotykają punkty jednoznaczne. Możemy zatem utrzymywać, że wszystkie postaci, objęte parami ścian równoległych i jednoznacznych, posiadają centrum symetrii. To ostatnie, podobnie jak osi symetrii, występuje albo samoistnie (np. w klasie holodrycznej kryształów trójskośnych), albo też pospołu z płaszczyznami i osiami symetrii.

Płaszczyzna zwierciadlana, oś obrotu oraz środek symetrii są jej elementami czyli pierwiastkami <sup>1)</sup>.

**51. Klasyfikacja wielościanów krystalograficznych.** Dokładniejsze zapoznanie się z pierwiastkami symetrii ułatwia zrozumienie systematycznego podziału wszystkich teoretycznie możliwych wielościanów krystalograficznych na grupy czyli klasy, których, jak już wiemy, jest 32. Wszystkie one różnią się od siebie stopniem symetrii, czyli ilością i jakością elementów symetrii. Ponieważ obecność jednych pierwiastków symetrii pociąga za sobą występowanie jednocześnie drugich, możliwe są przeto tylko pewne ich kombinacje, odpowiadające wielościanom o symetrii samoistnej. Odróżniamy mianowicie 10 klas kryształów, których symetria polega na obecności tylko jednej lub kilku osi symetrii, 11 klas, posiadających centrum symetrii oraz inne jej pierwiastki, albo jedno tylko centrum, dalej 10 klas, pozbawionych środka symetrii, wreszcie osobną jeszcze grupę stanowią kryształy, nie mające żadnego z pierwiastków

<sup>1)</sup> Niektórzy krystalografowie w środku symetrii nie uznają osobnego jej pierwiastku, lecz rozpatrują go, jako pośzczególny przypadek symetrii prostej lub złożonej.



symetrii, czyli całkiem niesymetryczne. Prawdopodobność tych ostatnich polega tylko na tem, że ściany ich czynią zadość prawu wymierności wskaźników.

Poniżej przytaczamy wszystkie możliwe kombinacye pierwiastków symetrii, które stanowią istotę odrębności klas pojedynczych.

Kryształy trójskośne: 2 klasy.

- Kl. 1. Zupełnie pozbawiona pierwiastków symetrii. Każda ściana fizycznie od innych różna. Pomiędzy minerałami przykład dotychczas nieznany. Należą tu tylko kryształy pewnych związków organicznych, jak np. prawego kwaśnego winianu strontu.
- Kl. 2. Tylko centrum symetrii, czyli inaczej jedna oś dwukrotna i prostopadła do niej płaszczyzna symetrii złożonej. Kryształy, objęte parami ścian jednoznacznych (dwuścianami), jak to widzimy na plagioklazach, akcynicie i in.

Kryształy jednoskośne: 3 klasy.

- Kl. 3. Tylko jedna oś dwukrotna, różnobiegunowa, t. j. na obu swych końcach skupiająca ściany niejednakowe. Taką symetrią odznaczają się kryształy niektórych związków organicznych, jak kwasów winnych (prawego i lewego), cukru trzcinowego i mlecznego, dalej siarczanu litynu i in.
- Kl. 4. Jedna tylko płaszczyzna symetrii. Skolecyt.
- Kl. 5. Kryształy równoległościenne z jedną płaszczyzną symetrii i prostopadłą do niej osią dwukrotną. Liczne i wybitne przykłady wśród minerałów: gips, mika, augit, amfibol, ortoklaz i in.

Kryształy rombowe: 3 klasy.

- Kl. 6. Trzy niejednakowe, prostopadłe, dwukrotne osi symetrii. Przykłady: sól gorzka, siarczan cynku, kamień winny.
- Kl. 7. Dwukrotna różnobiegunowa oś symetrii i dwie przecinające się w niej pod kątem prostym płaszczyzny symetrii. Galman.
- Kl. 8. Należą tu postaci równoległościenne o trzech prostopadłych, niejednakowych, dwukrotnych osiach symetrii, oraz trzech niejednakowych, prostopadłych płaszczyznach symetrii. Liczne przykłady z pośród minerałów: siarka, aragonit, baryt, chryzoberyl, topaz, staurolit.

Kryształy tetragonalne: 7 klas.

- Kl. 9. Jedna tylko oś symetrii dwukrotna, czyli inaczej oś symetrii czterokrotna z prostopadłą do niej płaszczyzną symetrii złożonej. Kryształy, odpowiadające takiej symetrii, nie są dotychczas znane ani w świecie minerałów, ani też nie zostały z pewnością wykryte wśród związków, otrzymywanych na drodze sztucznej.
- Kl. 10. Jedyna oś symetrii, czterokrotna, różnobiegunowa. Przykład: wulfenit.
- Kl. 11. Trzy prostopadłe dwukrotne osi symetrii, z których dwie jednoznaczne; w osi trzeciej (pionowej) przecinają się dwie płaszczyzny symetrii, przepoławiające kąty pomiędzy osiami jednakowymi. Chalkopiryt.

- Kl. 12. Kryształy tej klasy posiadają tylko osi symetrii trojakiemu rodzaju: jedną czterokrotną, dwie do niej prostopadłe dwukrotne i dwie również dwukrotne, dzielące na połowy kąty między poprzednimi. Przykłady: siarczan niklu, siarczan strychniny.
- Kl. 13. Kryształy równoległościenne o jednej osi czterokrotnej i prostopadłej do niej płaszczyźnie symetrii. Szelit.
- Kl. 14. Charakteryzuje ją różnobiegunowa czterokrotna oś symetrii oraz dwie + dwie przecinające się w niej płaszczyzny symetrii. Fluorek srebra.
- Kl. 15. Stanowią postaci równoległościenne o pięciu osiach symetrii i pięciu prostopadłych do nich płaszczyznach. Osi trojakiemu rodzaju: jedna czterokrotna i dwie + dwie dwukrotne, prostopadłe; płaszczyzny symetrii także trojakiemu rodzaju: 1 + 2 + 2. Przykłady: cyrkon, kasyteryl, rutyl, anataz, wezuwian, apofilit.

Kryształy heksagonalne: 12 klas.

- Kl. 16. Tylko jedna różnobiegunowa oś symetrii trzykrotna, jak to widzimy w nadjodanie sodu.
- Kl. 17. Obejmuje kryształy, posiadające centrum symetrii, a więc postaci równoległościenne, trzykrotną oś symetrii prostej, albo inaczej — sześciokrotną oś symetrii złożonej. Należą tu kryształy dolomitu, dyoptazu, fenakitu, wilemitu.
- Kl. 18. Jedna oś trzykrotna oraz trzy różnobiegunowe, jednoznaczne, dwukrotne osi symetrii. Taką symetrią odznaczają się kryształy kwarcu, cynobru.
- Kl. 19. Trzykrotna oś symetrii i prostopadła do niej płaszczyzna symetrii prostej stanowią pierwiastki tej klasy kryształów, której przykłady nie są jednak dotychczas znane.
- Kl. 20. Różnobiegunowa, trzykrotna oś symetrii i trzy jednoznaczne przecinające się w niej płaszczyzny symetrii. Wybitnym przykładem tego rodzaju symetrii są kryształy turmalinu, pirargirytu, prustytu.
- Kl. 21. Jedna oś trzykrotna, trzy dwukrotne, tudzież trzy płaszczyzny symetrii, prostopadłe do osi dwukrotnych. Kalcyt, korund, hematyt, lód, saletra sodowa, arsen, antymon, bizmut i in.
- Kl. 22. Pionowa oś trzykrotna, trzy różnobiegunowe osi dwukrotne oraz jedna + trzy płaszczyzny symetrii. Przykład dotychczas nieznan.
- Kl. 23. Tylko jedna oś symetrii sześciokrotna, różnobiegunowa, jak w kryształach nefelinu.
- Kl. 24. Kryształy tej grupy posiadają tylko osi symetrii w liczbie 7, a mianowicie: jedną sześciokrotną, tudzież trzy + trzy dwukrotne.
- Kl. 25. Kryształy o ścianach równoległych, o jednej osi sześciokrotnej i prostopadłej do niej płaszczyźnie symetrii. Apatyt, piromorfit, mimetezyt.
- Kl. 26. Różnobiegunowa oś sześciokrotna i trzy + trzy przecinające się w niej płaszczyzny symetrii. Przykłady: tlenek cynku, siarek cynku, jodek srebra i in.
- Kl. 27. Postaci równoległościenne z siedmioma osiami i siedmioma prostopadłymi do nich płaszczyznami symetrii. Jedna oś (pionowa) jest sześciokrotna.

krotna, trzy + trzy dwukrotne; płaszczyzny również trzech rodzajów:  $1 + 3 + 3$ . Beryl.

Kryształy regularne: 5 klas.

- Kl. 28. Kryształy tej klasy mają tylko osi symetrii w liczbie siedmiu: trzy względem siebie prostopadłe i jednoznaczne osi dwukrotne oraz cztery różnobiegunowe osi trzykrotne, dzielące na połowy kąty między poprzecznymi. Należą tu kryształy azotanu barytu i ołowiu, chloranu sodu.
- Kl. 29. Jako pierwiastki symetrii występują tu również tylko osi, ale w liczbie 13: trzy czterokrotne, cztery trzykrotne i sześć dwukrotnych. Zaliczamy tu kryształy soli kamiennej, salmiaku, sylwinu, kuprytu.
- Kl. 30. Wielościany z centrum symetrii, siedmioma osiami, jak w kl. 28, tudzież trzema prostopadłymi i jednoznacznymi płaszczyznami symetrii. Piryt.
- Kl. 31. ciał krystalicznych wyróżnia się 7 osiami symetrii i 6 płaszczyznami. Osi są dwu rodzajów: trzy prostopadłe dwukrotne i cztery różnobiegunowe trzykrotne. Należą tu: dyament, blenda, tetraedryt, boracyt.
- Kl. 32. posiada najwyższy stopień symetrii odpowiednio do największej liczby jej elementów, a mianowicie 13 osi i 9 płaszczyzn. Osi trojaki: trzy czterokrotne, cztery trzykrotne, sześć dwukrotnych; płaszczyzny zaś należą do dwu rodzajów:  $3 + 6$ . Kryształy tej klasy należą oczywiście do brył równoległościennych; z pomiędzy ich najwybitniejszych przedstawicieli wymienimy: galenę, fluoryt, magnetyt, granat, analcym, tudzież miedź, srebro, złoto.

**52. Klasy i układy.** Wyszczególnione powyżej klasy wielościanów krystalograficznych są zupełnie samodzielne i ściśle przez ich symetrię określone grupami kryształów. Ze względów praktycznych klasy te łączymy zwykle po kilka lub kilkanaście w gromady, zwane układami, tak, iżby do wszystkich klas, stanowiących układ, można było zastosować jedne i te same osi krystalograficzne i żeby wskaźniki wszystkich ścian jednoznacznych mogły być wyrażone w jednych i tych samych liczbach. O ile podział na klasy jest ściśle uzasadniony przez analizę matematyczną i zjawiska fizyczne, o tyle układy są dość dowolnymi i subiektywnymi klas tych skupieniami. W istocie kryształy np. heksagonalne dadzą się podzielić na dwa samoistne układy, heksagonalny i trygonalny, z których ten ostatni obejmuje 7 klas kryształów o trzykrotnej osi symetrii (klasy 16 — 22), pierwszy zaś składa się z 5-iu klas pozostałych o sześciokrotnej osi symetrii (klasy 23 — 27). Tak samo kryształy tetragonalne moglibyśmy podzielić na dwa układy: jeden objąłby wielościany o czterokrotnej osi symetrii, drugi — o dwukrotnej.

W podanej wyżej charakterystyce układów krystalograficznych [31 — 47] uwzględniliśmy te tylko ich klasy, które mają ważniejszych przedstawicieli w państwie mineralów. Klasy te nazywaliśmy jednakowymi terminami, jak np. klasa holodryczna, hemidryczna, hemimorficzna i t. p., które się w każdym układzie powtarzały. Nazwy powyższe mają tę niedogodność, że ściśle są związane z układami, stanowiącymi, jak już wiemy, dowolne do pewnego stopnia skupienia klas poszczególnych. Stąd czysto geometryczne pojęcie holo-



edryi, hemiedryi, tetartoedryi i t. p. mają znaczenie tylko środka dydaktycznego, ułatwiającego zrozumienie wzajemnej łączności pomiędzy oddzielnymi klasami, składającymi układ.

W ostatnich czasach wprowadzono terminologię klas, niezależną od podziału na układy. Zasada tego słownictwa polega na tem, że każda klasa bierze nazwę od najogólniejszej postaci prostej, do niej należącej. Tak np. w układzie regularnym dawna grupa holloedryczna otrzymała nazwę klasy czterdziesto-ośmiościanu, grupa hemiedryi tetraedrycznej — klasy czworościanu poszostnego (heksakistetraedru), grupa hemiedryi równoległościennej — klasy dwunastościanu podwójnego i t. p. W układzie heksagonalnym, zamiast holloedryi, odróżniamy klasę podwójnej piramidy 12-bocznej (bipiramidy dyheksagonalnej), zamiast holloedryi hemimorficznej — klasę piramidy dwunastobocznej, zamiast hemiedryi piramidalnej — klasę podwójnej piramidy sześciobocznej (bipiramidy heksagonalnej) i t. p.

Krystalografowie francuzcy na oznaczenie w krótkości stopnia symetrii kryształów używają t. zw. symboli, będących początkowemi głoskami nazwy pierwiastków symetrii:  $P$ ,  $L$ ,  $C$  (płaszczyzna, linia czyli oś i centrum), przed którymi kładą spółczynniki, oznaczające liczbę danego pierwiastku, a poza niemi u góry — wykładniki, oznaczające jakość tegoż pierwiastku symetrii.  $3L^4$  oznacza zatem trzy czterokrotne osi symetrii,  $L^6p$  — jedną oś sześciokrotną różnobiegunową (polarną),  $3P$  — trzy płaszczyzny symetrii i t. p. Płaszczyzny lub osi symetrii niejednoznaczne odróżniają się za pomocą kresek, kładzionych u góry, z prawej strony symbolu. Ogólny symbol symetrii wielościanów, należących do klasy czterdziestoośmiościanu (kl. 32) możemy więc wyrazić, jak następuje:

$$C, 3P, 6P', 3L^4, 4L^3, 6L^2.$$

Dla łatwiejszego oryentowania się w podwójnem słownictwie klas podajemy poniżej tablicę porównawczą, w której obok nazw racjonalnych, nowszych, położone są terminy dawniejsze z odpowiadającemi im symbolami symetrii.

Słownictwo nowsze	Słownictwo dawniejsze	Symbol symetrii
Układ trójskośny.		
1. Kl. niesymetryczna . . .	Hemiedrya . . . . .	—
2. Kl. dwuścianowa (piramidalna) . . . . .	Holloedrya . . . . .	$C$
Układ jednoskośny.		
3. Kl. sfenoidalna . . . . .	Hemimorfizm . . . . .	$L^2p$
4. Kl. daszkowa (domatyczna) . . . . .	Hemiedrya . . . . .	$P$
5. Kl. pryzmatyczna . . . . .	Holloedrya . . . . .	$C, L^2, P$
Układ rombowy.		
6. Kl. sfenoidu podwójnego (bisfenoidalna) . . . . .	Hemiedrya . . . . .	$L^2, L'^2, L''^2$

Słownictwo nowsze	Słownictwo dawniejsze	Symbol symetrii
7. Kl. piramidy rombowej .	Hemimorfizm . . . . .	$L^2p, P, P''$
8. Kl. podwójnej piramidy romb. (bipiramidalna) . .	Holoedrya . . . . .	$C, L^2, L'^2, L''^2, P, P', P''$
U k ł a d   t e t r a g o n a l n y .		
9. Kl. sfenoidu podwójnego (bisfenoidalna) . . . . .	Tetartoedrya sfenoidalna . .	$L^2$
10. Kl. piramidy tetrag. . .	Tetartoedrya hemimorficzna	$L^4p$
11. Kl. skalenoedru tetrag. .	Hemiedrya sfenoidalna . .	$L^2, 2L'^2, 2P$
12. Kl. trapezoedru tetrag. .	Hemiedrya trapezoedryczna .	$L^4, 2L^2, 2L'^2$
13. Kl. piramidy podwójnej (bipiramidalna) . . . . .	Hemiedrya piramidalna . .	$C, L^4, P$
14. Kl. piramidy ośmiobocz- nej (dytetragonalnej) . .	Holoedrya hemimorficzna . .	$L^4p, 2P, 2P'$
15. Kl. podwójnej piramidy 8-bocznej (bipiramidy dy- tetragonalnej) . . . . .	Holoedrya . . . . .	$C, L^4, 2L^2, 2L'^2, P, 2P', 2P''$
U k ł a d   h e k s a g o n a l n y .		
16. Kl. piramidy trygonalnej	Ogdoedrya . . . . .	$L^3p$
17. Kl. romboedryczna . . .	Tetartoedrya romboedryczna	$C, L^3$
18. Kl. trapezoedru trygonal- nego . . . . .	Tetartoedrya trapezoedrycz- na . . . . .	$L^3, 3L^2p$
19. Kl. podwójnej piramidy trygonalnej . . . . .	Tetartoedrya trygonalna . .	$L^3, P$
20. Kl. piramidy dytrygonal- nej . . . . .	Tetartoedrya hemimorficz- na 1-a . . . . .	$L^3p, 3P$
21. Kl. skalenoedru dytrygo- nalnego . . . . .	Hemiedrya romboedryczna .	$C, L^3, 3L^2, 3P$
22. Kl. podwójnej piramidy dytrygonalnej . . . . .	Hemiedrya trygonalna . .	$L^3, 3L^2p, P, 3P''$
23. Kl. piramidy heksagonal- nej . . . . .	Tetartoedrya hemimorficz- na 2-a . . . . .	$L^6p$
24. Kl. trapezoedru heksago- nalnego . . . . .	Hemiedrya trapezoedryczna .	$L^6, 3L^2, 3L'^2$
25. Kl. podwójnej piramidy heks. (6-bocznej) . . . . .	Hemiedrya piramidalna . .	$C, L^6, P$
26. Kl. piramidy 12-bocznej	Holoedrya hemimorficzna .	$L^6p, 3P, 3P''$
27. Kl. podwójnej piramidy 12-bocznej . . . . .	Holoedrya . . . . .	$C, L^6, 3L^2, 3L'^2, P, 3P', 3P''$
U k ł a d   r e g u l a r n y .		
28. Kl. 12-ścianu tetraedrycz- no-pentagonalnego . . .	Tetartoedrya . . . . .	$3L^2, 4L^3p$
29. Kl. 24-ścianu pentagonal- nego . . . . .	Hemiedrya plagioedryczna .	$3L^4, 4L^3, 6L^2$
30. Kl. 12-ścianu podwójnego	Hemiedrya pirytoedryczna .	$C, 3L^2, 4L^3p, 3P$
31. Kl. 4-ścianu poszóstnego	Hemiedrya tetraedryczna .	$3L^2, 4L^3p, 6P$
32. Kl. 48-ścianu . . . . .	Holoedrya . . . . .	$C, 3L^4, 4L^3, 6L^2, 3P, 6P''$

Porównaj: E. Mallard, *Traité de Cristallographie*, t. 1, 1879. Th. Liebisch, *Grundriss d. Krystallogr.* 1896. P. Groth, *Physikalische Krystallographie* 1895.

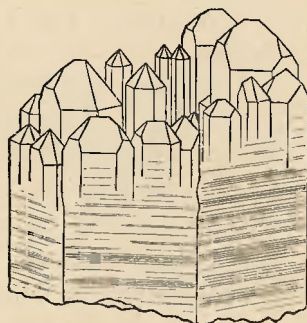
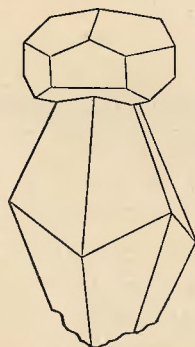
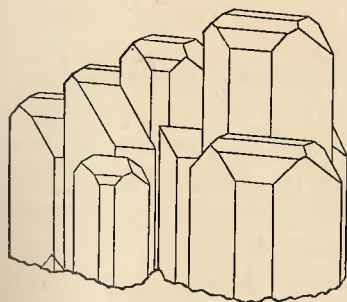
**53. Zrastanie się równoległe.** Dotychczas mieliśmy na uwadze wyłącznie tylko kryształy proste, przedstawiające osobniki pojedyncze. W przyrodzie zdarzają się jednak często prawidłowe skupienia kilku lub wielu kryształów, które mogą być dwojakiego rodzaju. Indywidua zespolone układają się względem siebie albo zupełnie równoległe — i wtedy zowiemy je równoległe zrosłemi — albo też kryształy łączą się z sobą w inny, lecz również prawidłowy sposób, tworząc pewną złożoną całość, którą nazywamy kryształem bliźniaczym.

Zrastanie się równoległe kryształów ujawnia się rozmaicie zależnie od tego, czy są one większe, czy mniejsze, czy są sobie równe, czy nie.

Fig. 165.

Fig. 166.

Fig. 167.



Jeżeli równoległe zrosłe kryształy różnią się swymi wymiarami i nie zlewają się zbyt ściśle z sobą, tworzą one wtedy skupienie, które nazwiemy pniem krystalicznym. W tego rodzaju skupieniach ukazują się często sześciany soli kamiennej, kryształy kwarcu, feldspatu, kalcytu. Fig. 165 przedstawia pień kryształów barytu.

Kryształy słupowe rozgałęziają się niekiedy na końcu i tworzą jakby koronę, złożoną z równoległe stojących kryształków, jak to np. widzimy na fig. 167, wyobrażającej wielki kryształ kwarcu, z którego, jakby z pnia macierzystego, wyrastają liczne odnogi pomniejszych.

Jeżeli na kryształach minerału osiadają nowe jego indywidua, to zdarza się niekiedy, że na każdym kryształcie już utworzonym formuje się inny doń równoległy, przedstawiający albo tę samą kombinację, albo też odmienną. Na wierzchołkach skalenoedrów kalcytu np. osadzone bywają, nakształt turbanów, nowe kryształy tegoż minerału, będące połączeniem romboedru i słupa: —  $\frac{1}{2} R$  i  $\infty R$ , fig. 166.

Częstokroć powierzchnie warstwy kryształu złożone są z wielu drobnych indywiduów równoległych. Utwory tego rodzaju robią wrażenie, jak gdyby cały kryształ większy składał się z wielu drobniejszych; atoli jest to tylko złudzenie, gdyż wewnątrz kryształ jest osobnikiem samoistnym, przechodzącym w pień krystaliczny tylko w warstwach powierzchniowych. Fluoryt np. tworzy dość często ośmiościany, których powierzchnie zdają się składać z mnóstwa drobnych sześcianów, na podobieństwo tych, jakie przedstawia fig. 30 na



str. 28, albo też formuje on kostki, które składają się na pozór z malutkich sześciątów piramidalnych. Kalcyt występuje często w romboedrach —  $\frac{1}{2} R$ , wyglądających tak, jak gdyby składały się z wielu drobnych romboedrów tego samego rodzaju; nie są również rzadkimi i skalenoedry  $R3$ , które powierzchownie zdają się składać z wielu drobnych kryształków o postaci —  $\frac{1}{2} R \propto R$  i t. d.

**54. Kryształy bliźniacze.** Pod nazwą tą rozumiemy prawidłowe, lecz nierównoległe zrastanie się dwóch lub więcej zupełnie jednakowych indywiduów krystalicznych, albo też dwóch kryształów enacyomorficzných, z zachowaniem właściwego im położenia w przestrzeni. Prawidłowość zrastania się polega na tem, że oba kryształy mają wspólną przynajmniej jedną ścianę jednoznaczną, a prócz tego na tem, że

a) jedna z krawędzi jednoznacznych tej ściany w obu kryształach ma jednakowe położenie, albo też, że

b) dwie krawędzie, leżące w tej ścianie, są naprzemian równoległe.

Ściana i krawędzie, o których mowa, są na pojedynczych kryształach obecne albo tylko możliwe. Na kryształach dwuistym, czyli dwojaku gipsu, fig. 169, widzimy dwa indywidua jednoskośne, zrosłe nierównoległe, tak, że ścianę poprzeczną  $a = 100$  mają wspólną, a leżące w tej ścianie krawędzie pionowe  $a : m$  albo  $m : b$  biegną na obu kryształach równoległe. W dwojaku hydrargilitu, fig. 177, mamy znowu dwa indywidua jednoskośne, zrosłe nierównoległe w ten sposób, że ścianę podstawową  $c$  mają wspólną, lecz jednocześnie krawędzie  $c : a$  i  $c : m$  są w nich naprzemian równoległe. Fig. 207 przedstawia przypadek zrośnięcia się dwóch indywiduów euancyomorficzných w ich położeniu właściwym.

Ażeby od położenia jednego osobnika przejść do położenia drugiego, musimy je sobie wyobrazić, jako ustawione równoległe, a następnie wykonać obrót jednego z nich o  $180^\circ$  w odpowiednim kierunku. Linia, będąca w tej operacji osią obrotu, nazywa się osią bliźniaczą. Dwojak gipsu na fig. 169 ma oś bliźniaczą poziomą i prostopadłą do ściany poprzecznej  $100$ . Do obrotu połowicznego (o  $180^\circ$ ) ściągą się wyraz hemitropia, wprowadzony przez Hauyego.

To pojęcie obrotu o  $180^\circ$  jest tylko środkiem dydaktycznym, o tyle użytecznym, że za pomocą niego możemy z łatwością odtworzyć bardzo wiele dwojaków. W dwojakach kryształów enacyomorficzných i, wogóle, nawzajem się dopełniających obrót taki nie ma zastosowania, obydwa zaś położenia kryształów zrosłych wyprowadzamy drogą rozumowania geometrycznego.

Płaszczyznę, względem której oś bliźniacza biegnie prostopadle, nazywamy płaszczyzną bliźniaczą. W dwojakach indywiduów równoległościenných osobniki zajmują położenia wyraźnie symetryczne względem płaszczyzny bliźniaczej, albo też symetria ta staje się widoczną dopiero wtedy, gdy jeden z kryształów zostanie przesunięty równoległe do samego siebie. W dwojaku gipsu, fig. 169, kryształy połowiczne leżą symetrycznie do płaszczyzny bliźniaczej  $100$ , natomiast w dwojaku anortytu, fig. 172, symetria nie jest widoczną, lecz staje się taką dopiero po równoległym przesunięciu kryształu górnego

i zetknięciu go z kryształem dolnym, jak to uczyniono na fig. 171. Z poprzedniego wypada, że płaszczyzną bliźniaczą nie może być przekrój główny kryształu pojedynczego, albowiem w takim razie zespolenie się dwóch kryształów nie byłoby dwojakiem, lecz tylko zrośnięciem się równoległym.

Płaszczyzna bliźniacza jest albo identyczna ze ścianą, wspólną dla obu widoków dwojaka, jak np. we wzmiarkowanym powyżej bliźniaku gipsu, albo też jest do niej prostopadła, nie będąc jednocześnie równoległą do jakiejkolwiek bądź innej ściany kryształu. W tym ostatnim przypadku może ona biec względem krawędzi wspólnej prostopadle albo równolegle.

Fig. 168.

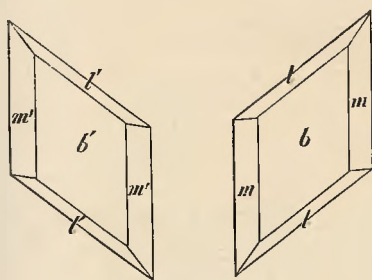


Fig. 169.

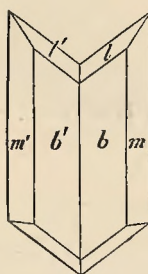
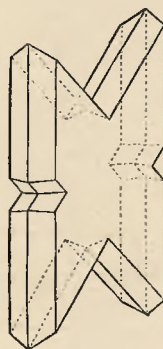


Fig. 170.



Zrastanie się osobników bliźniaczych może być zatem czworakiego rodzaju:

1. Płaszczyzna bliźniacza biegnie równolegle do możliwej ściany kryształu. Należą tutaj dwojaki gipsu, fig. 169. W tym więc przypadku oś bliźniacza jest prostopadła do możliwej ściany kryształu.

2. Płaszczyzna bliźniacza biegnie prostopadle do możliwej krawędzi. Oś bliźniacza jest wtedy równoległa do możliwej krawędzi, a więc i do możliwego pasa. W idealnie przedstawionym na fig. 171 dwojaku anortytu płaszczyzna bliźniacza przechodzi prostopadle do krawędzi  $Pt$ , oś zaś bliźniacza jest równoległa do pasa  $Pth y$ .

3. Płaszczyzna bliźniacza jest prostopadła do możliwej ściany kryształu, a jednocześnie równoległa do jednej z leżących w niej krawędzi. Na wyidealizowanym dwojaku miki, fig. 173, widzimy, że płaszczyzna bliźniacza należy do pasa  $com$  i jest prostopadła do ściany  $c$ . Tutaj zatem płaszczyzna bliźniacza leży w możliwym pasie, a oś bliźniacza jest prostopadła do możliwej krawędzi, leżącej w możliwej ścianie kryształu.

4. Płaszczyzna bliźniacza jest prostopadła do możliwej ściany kryształu i jednakowo nachylona do dwu leżących w tej ostatniej krawędzi. Fig. 175 przedstawia schematycznie dwojak hydrargilitu, a linia kropkowana oznacza płaszczyznę bliźniaczą, prostopadłą do  $c$ , i jednakowo nachyloną względem krawędzi  $a$  i  $m$ . Prosta, równoległa do linii kropkowanej, dzieli napół kąt między  $a$  i  $m$ . Stąd krawędź  $m$  pierwszego kryształu biegnie równolegle z krawę-

dział  $a$  drugiego, krawędź zaś  $a$  pierwszego równoległa z krawędzią  $m$  drugiego, t. j. krawędzie  $a$  i  $m$  są równoległe naprzemian.

Płaszczyzna bliźniacza bywa najczęściej równoległą lub prostopadłą do tych tylko ścian kryształu, które mają wskaźniki najprostsze, t. j. do ścian pierwotnych. To samo dotyczy i pasów, biorących udział w bliźniaczym zrastaniu się kryształów — mają one najczęściej znaki o wskaźnikach prostych.

Fig. 171.

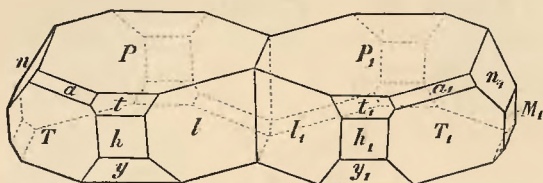


Fig. 172.

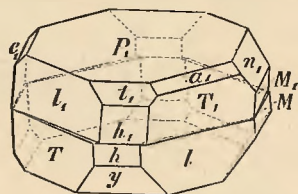


Fig. 173.

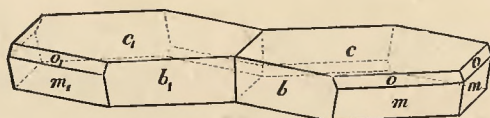


Fig. 174.

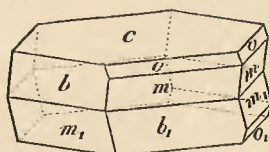


Fig. 175.

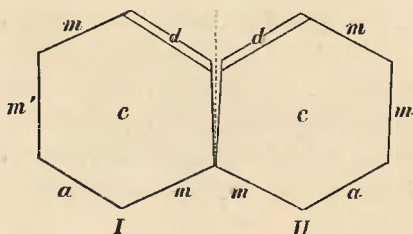


Fig. 176.

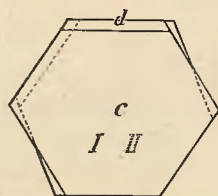
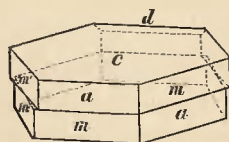


Fig. 177.



Granicę pomiędzy obu osobnikami dwojaka tworzy częstokroć płaszczyzna bliźniacza. Mówimy wtedy, że płaszczyzna bliźniacza jest jednocześnie płaszczyzną zrastania się, czyli płaszczyzną styczną lub graniczną. Niekiedy jednak indywidualnie zrósłe stykają się ścianą, do płaszczyzny bliźniaczej prostopadłą, jak to np. widzimy na fig. 172, wyobrażającej dwojak anortytu, dostrzegany w rzeczywistości. Osobniki stykają się tu nie płaszczyzną bliźniaczą, jak to podaje figura poprzedzająca, lecz ścianą, do niej prostopadłą. Tak samo rzecz się ma z dwojakiem miki, fig. 174, tudzież z dwojakiem hydralgilitu, przedstawionym na fig. 176 tak, jak go widzimy z góry, na fig. zaś 177 — z boku. W wielu bliźniakach osobniki stykają się inną jeszcze ścianą lub zrastają się płaszczyzną całkiem nierówną.



Jeżeli ściana styczna jest równa, na granicy obu indywiduów dostrzegamy często krawędzie wklęsłe i wypukłe, a granicę tę odróżniamy po kątach wklęsłych, fig. 169, 174. Jeżeli zaś ściany obydwu osobników zlewają się w jedną wspólną płaszczyznę, to w tych przypadkach, kiedy obie ściany są zupełnie gładkie, granicy odróżnić niepodobna; ponieważ jednak na ścianach tych często dają się dostrzegać prążki subtelne, zbiegające się na granicy, ta ostatnia występuje przeto w postaci t. zw. szwu bliźniaczego.

Bliźniaki powstają nie z dwu odosobnionych przedtem indywiduów, lecz od samego początku rosną razem, tak, że najdrobniejszy nawet zaczątek jest jakby osobnikiem podwójnym. Ukazuje się on w tym stanie już w chwili swojego powstawania, jak tego dowodzą badania mikroskopowe. Jeżeli dalsze narastanie jest tego rodzaju, że płaszczyzna bliźniacza pozostaje jednocześnie płaszczyzną graniczną, to każde indywiduum, wzięte oddzielnie, rozwijając się tylko z jednej strony granicy, wygląda jak kryształ przepołowiony lub skrócony, fig. 169. Jeżeli natomiast płaszczyzna bliźniacza przestaje być granicą dwojaka, a osobniki powiększają się z obu jej stron, czyli przerastają płaszczyznę styczną, natenczas powstają dwojaki przerosłe, których osobniki ukazują się w postaciach zupełnie rozwiniętych.

Odróżniamy zatem bliźniaki zrosłe i przerosłe (powstałe przez jukstapozycję i penetrację). Niektóre z tych ostatnich przerastają się nawskróś tak dalece, że powstaje postać napozór jakby pojedyncza. (Porównaj kwarc, fig. 205 i 206).

Kryształy bliźniacze, będące zespoleniem indywiduów hemiedrycznych, tetartoedrycznych lub hemimorficznych, mogą się składać z osobników albo jednakowych, albo enancyomorficznych. Bliźniak, składający się z dwóch czworościanów, może tedy zawierać dwa tetraedry dodatnie albo dwa ujemne. W obydwu tych przypadkach dwojaki będą symetryczne zarówno geometrycznie, jak i fizycznie. Atoli możliwym jest również dwojak, złożony z czworościanu dodatniego i ujemnego; posiadałby on wszakże symetrię tylko geometryczną. Inaczej zachowują się kryształy enancyomorficzne. Dwa jednoimienne kryształy, np. dwa lewe kwarcy, tworzą dwojak niesymetryczny, fig. 178, gdy przeciwnie kwarc prawy, zrastając się z lewym, tworzy dwojak symetryczny, fig. 207. We wszystkich należących tutaj bliźniakach symetrycznych płaszczyzna, obu indywiduom wspólna, jest równoległa do jednej ze ścian, które w odpowiednich kryształach holiedrycznych są przekrojami głównymi. Symetria, utracona przez hemiedryę, tu jakby znów powraca, gdyż kryształy zrastają się w położeniach sobie właściwych. Tego rodzaju dwojaki Haidinger nazwał bliźniakami nawzajem się dopełniającymi. Fig. 180 przedstawia dwa przerastające się czworościany, jakie dostrzegać się dają na dyamencie. Płaszczyzną bliźniaczą jest tu ściana kostki. Jakkolwiek obydwa czworościany są dodatnie, zajmują one jednak położenia odmienne, różniące się o  $90^\circ$ . Jądro dwojaka, wspólne im obu, tworzy ośmiościan, i dlatego mówimy, że obydwa kryształy dopełniają się do ośmiościanu. Z innych przykładów wymienimy dwojak kwarcu, fig. 207, oraz dwojak galmanu, fig. 197.

Niekiedy jeden i ten sam utwór bliźniaczy powtarza się kilkakrotnie, a ciągłość tego zjawiska ujawnia się w sposób dwojaki. W pierwszym przypadku na osobniku drugim osiada, według tego samego prawa bliźniaczego, osobnik trzeci, który jednak nie jest równoległy do pierwszego; powstaje tym sposobem trojak, jak to widzimy na fig. 179 (rutył). Przez połączenie się czterech osobników według jednej i tejże samej zasady bliźniaczej, wykluczającej ich równoległość, powstaje czworak i t. d. Tego rodzaju nierównoległe zrastanie się indywidualów, powtarzające się na mocy jednej zasady, moglibyśmy nazwać bliźniakami kolankowatemi. Zjawisko polega na tem, że płaszczyzną bliźniaczą nie pozostaje wciąż jedna ściana kryształu, lecz jest nią coraz inna, wszakże jednoznaczna z poprzedzającą, np.  $110$  i  $\bar{1}\bar{1}0$ . Jeżeli takie zespolenie powtórzy się kilka razy, powstać mogą utwory wachlarzowate lub koliste, jak to np. widzimy na fig. 195.

Fig. 178.

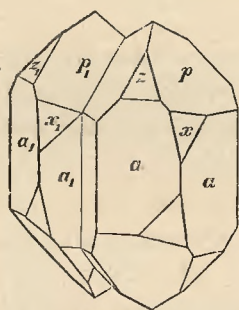


Fig. 179.

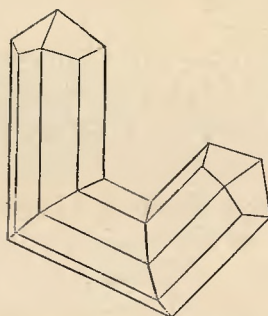
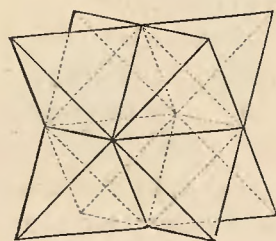


Fig. 180.



W przypadku drugim indywidualum trzecie, osiadając na dwojaku mocą tego samego prawa, przybiera położenie równoległe do osobnika pierwszego, czwarte jest równoległe do drugiego, piąte do pierwszego i trzeciego i t. d., fig. 183, albit. Jeżeli płaszczyzny styczne są do siebie równoległe, wówczas częste powtarzanie się osobników o stanowisku kolejno-zmiennem może mieć w skutku powstawanie bliźniaków wielokrotnych (polisyntetycznych), inaczej pni bliźniaczych, obficie zaopatrzonych w kąty wklęsłe i wypukłe. Jeżeli przytem oddzielne indywiduala są blaszkowate lub niezwykle cienkie, to krawędzie wklęsłe i wypukłe sprowadzają się w końcu do subtelnych żłobków, zwanych zwykle prążkami bliźniaczemi. Jak łatwo zauważyć, najważniejsza cecha bliźniaków wielokrotnych polega na tem, że płaszczyzną bliźniaczą jest tu stale jedna i taż sama ściana kryształu, czyli że osobniki powtarzają się równoległe.

**55. Przykłady.** W każdym układzie krystalograficznym spotykamy przykłady tworzenia się bliźniaków, złożonych zarówno z jednego tylko indywidualum dwoistego, jak i z dwojaków powtarzających się wielokrotnie.



Z pomiędzy minerałów, krystalizujących się w układzie trójskośnym, albit ma prawie zawsze budowę bliźniaczą, podlegającą prawu, które opiewa: płaszczyzną bliźniaczą jest ściana podłużna  $M = (010)$ . Osobniki zrastają się tą samą ścianą. Fig. 181 przedstawia kryształ pojedynczy, na którym dostrzegamy ścianę podstawową  $P$  i podłużną  $M$ , a także ściany przyzmatyczne  $T$ ,  $l$ ,  $x$ . Dwojak, fig. 182, wskutek skrócenia się, wykazuje z przodu tylko ściany  $T$  pierwszego i drugiego osobnika; u dołu ściany  $x$  i  $x_1$  przecinają się w krawędzi wypukłej, u góry zaś ściany  $P$  i  $P_1$  — w krawędzi wklęsłej; z tyłu ukazują się, znowu wskutek skrócenia się, tylko ściany  $l$  obu osobników.

Fig. 181.

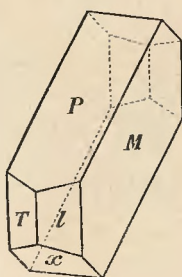


Fig. 182.

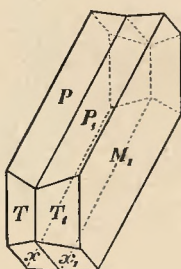
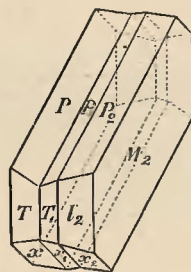


Fig. 183.



Tego rodzaju dwojaki zwykle powtarzają się wielokrotnie i tworzą pnie bliźniacze, składające się z bardzo wielu osobników, częstokroć nadzwyczaj cienkich, blaszkowatych, o stanowisku kolejno zmiennem. Na fig. 183 widzimy zrostek potrójny, w którym osobnik trzeci ma położenie to samo, co pierwszy; ponieważ jednak z prawej jego strony znajduje się przestrzeń wolna, sprzyjająca dalszemu wzrostowi, powstaje więc na nim ściana  $l$ , gdy na pierwszym ukazują się tylko  $T$ . U góry i dołu widzimy teraz kąty wklęsłe i wypukłe, powstałe przez przecięcie się ścian  $P$  i  $x$ , które należą do oddzielnych indywiduów. Wyobraźmy, że tego rodzaju zespolenie powtórzy się wielokrotnie, a otrzymamy zrostek bliźniaczy o powierzchni pomarszczonej nakszałt harmoniki albo miecha kowalskiego. Gdy jednak pojedyncze indywidua mają wymiary nadzwyczaj drobne, na pniach bliźniaczych albitu widzimy tylko subtelne żłobki, równoległe do krawędzi  $P:M$  i  $M:x$ . Ponieważ w układzie jednoskośnym ściana  $M$  jest płaszczyzną symetrii, przeto zrastanie się takie nie prowadzi tu do powstawania bliźniaków. Powyższe prawo bliźniacze jest więc możliwe tylko w układzie trójskośnym, i dlatego to tylko feldspaty trójskośne tworzyć mogą pnie bliźniacze, wykazujące na  $P$  prążkowatość, równoległą do krawędzi  $P:M$ . Na tem polega bardzo ważna cecha rozpoznawcza tych feldspatów. Ponieważ bliźniaki ich zrastają się wedle prawa, wyżej wskazanego, możemy więc z kolejno zmieniającego się ułożenia indywiduów równoległe do  $M$ , lub z owej prążkowatości, wnosić o tem, że mamy do czynienia z feldspatami trójskośnymi.

Inne jeszcze prawo bliźniacze stosuje się do wielu feldspatów trójskośnych. Polega ono na tem, że płaszczyzna bliźniacza jest prostopadła do pasa



100:001. Prawu temu podlega między innymi wiele bliźniaków anortytu. Fig. 184 przedstawia dwa kryształy anortytu, objęte ścianami  $P$ ,  $M$ ,  $T$ ,  $l$ , dalej ścianami daszków  $t = (201)$ ,  $y = (20\bar{1})$  i ścianą poprzeczną  $h = (100)$ , wreszcie ścianą pryzmatyczną  $n = (02\bar{1})$ , w położeniu symetrycznym względem płaszczyzny prostopadłej do pasa  $Pth y$ . Odpowiednio do tego ściany  $T$  obu indywiduów leżą z przodu dalej od płaszczyzny bliźniaczej, niż ściany  $l$ , lecz zarówno te, jak i te są względem niej ugrupowane symetrycznie. Dwojaki anortytu, prawu temu podlegające, zrastają się jednak w taki sposób, że składające je osobniki ukazują się nie z obu stron płaszczyzny bliźniaczej, lecz, zachowując swe stosunkowe położenia, układają się jeden na drugim, jak to wskazuje fig. 185. Tu zatem płaszczyzna bliźniacza nie jest równocześnie płaszczyzną

Fig. 184.

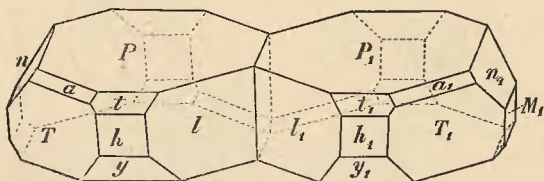
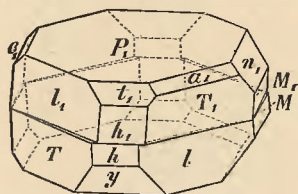


Fig. 185.



styczną, lecz jest do niej prostopadłą, a obydwa kryształy odgraniczają się od siebie tak, jak tego wymaga ich wzrost. Ściany obu indywiduów zlewają się mianowicie we wspólne krawędzie o kierunku, odpowiadającym ścianom  $T$  i  $l_1$ ,  $T_1$  i  $l$  i t. d., gdy na figurze są one przedstawione idealnie, t. j. są względem siebie nieco przesunięte. Dwojak opisany, jak łatwo zauważyć, należy do tych, których zrozumienie prawdziwe nie było zadaniem łatwym. Dopiero Gerhard vom Rath zdołał wyprowadzić odpowiednie prawo, a tem samem wyjaśnić ten wielce szczególny przypadek zrastania się bliźniaczego.

W układzie jednoskośnym spotykamy się z bardzo pospolitem prawem, na mocy którego płaszczyzną bliźniaczą jest ściana prostopadła do płaszczyzny symetrii. Na kryształach gipsu, fig. 169, jest nią ściana poprzeczna 100, będąca jednocześnie płaszczyzną bliźniaczą i styczną. Ściany podłużne  $b$  obu kryształów zlewają się na dwojaku w jedną płaszczyznę, jakkolwiek granica ich często daje się odróżnić po szwie bliźniaczym. Pas  $b m$  jest wspólny dla całego dwojaka. Ściany piramidalne  $l$  tworzą kąty wklęsłe i wypukłe. Dwojaki przerosłe, jak na fig. 170, nie są też rzadkością.

Ortoklaz, czyli feldspat jednoskośny, tworzy bardzo często dwojaki, należące do bliźniaków przerosłych. Fig. 187 wyobraża jeden z takich dwojaków, zwanych pospolicie dwojakami karlsbadzkimi od jednej z miejscowości, w których są znajdowane. Odpowiada on dwojakom gipsu, tylko co wspomnianym. Obydwa kryształy zdają się być niejako nawzajem w siebie wciśnięte, a granicę ich wskazuje linia, ukośnie biegnąca. Ściany jednego indywiduum zostały odróżnione od ścian drugiego za pomocą głosek kreskowanych. Na podobieństwo dwojaków gipsu, możemy tu za płaszczyznę bliźniaczą wziąć ścianę poprzeczną

100, ale jest rzeczą oczywistą, że moglibyśmy uważać za nią i płaszczyznę prostopadłą do pasa  $lM$ , a odpowiednio do tego oś wymienionego pasa przyjąć za oś bliźniaczą. Istnieje tu zatem dowolność w wyrażeniu prawa bliźniaczego tym lub innym sposobem.

Inne bliźniaki ortoklazu odpowiadają zasadzie, według której płaszczyzną bliźniaczą jest ściana podstawowa  $P = 001$ . Tego rodzaju dwojak widzimy na fig. 186. Kryształy pojedyncze zrosły się tu ścianą, będącą jednocześnie

Fig. 186.

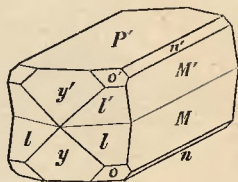


Fig. 187.

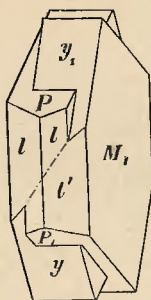


Fig. 189.

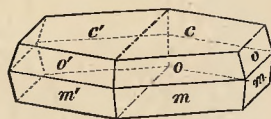


Fig. 188.

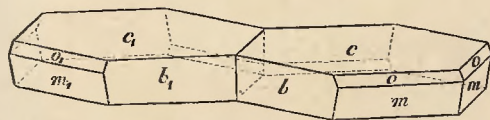
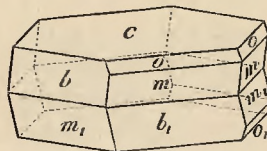


Fig. 190.



płaszczyzną bliźniaczą. Wskaźniki ścian są następujące:  $P = (001)$ ,  $M = (010)$ ,  $l = (110)$ ,  $y = (20\bar{1})$ ,  $n = (021)$ ,  $o = (1\bar{1}\bar{1})$ .

Kryształy miki często tworzą bliźniaki, występujące w dwóch postaciach odmiennych. Płaszczyzna bliźniacza przechodzi prostopadle do ściany podstawowej, lecz równolegle do krawędzi  $c:m$ . Fig. 189 przedstawia dwojak, utworzony według tego prawa. Obydwa indywidua leżą względem siebie tak, jak to podano na fig. 188. Szew bliźniaczy wskazuje płaszczyznę bliźniaczą, będącą jednocześnie płaszczyzną styczną. Na załączonym obok rysunku granicę tę oznaczono linią kropkowaną. Obydwa kryształy w dwojaku skróciły się zupełnie jednakowo. W większości przypadków bliźniaki miki zbudowane są jednak inaczej, a mianowicie tak, że oba kryształy leżą jeden na drugim, nie zaś obok, jak powyżej. Fig. 190 daje wyobrażenie o takim dwojaku. Obydwa osobniki, z których poprzednio położony z prawej strony obecnie leży u góry, stykają się ścianą  $c$  i tworzą z boków kąty wklęsłe i wypukłe. Jeden obrócony jest względem drugiego o  $120^\circ$ . Często zdarza się, że wiele indywiduów układa się na sobie sposobem bliźniaczym, kolejno zmiennym, i tworzy słupy, zaopatrzone w liczne brzońki poziome. Opisany rodzaj bliźniaków także sprowadza się do



wspólności ściany podstawowej  $c$  i naprzemian zmiennej równoległości krawędzi  $c : b$  i  $c : m$ .

W układzie rombowym płaszczyznami bliźniaczemi bywają po największej części ściany pryzmatyczne, ponieważ wszystkie ściany podstawowe są tu równoległe do przekrojów głównych, ściany zaś piramidalne  $111$  w układach o symetrii niższej rzadko występują w roli płaszczyzn bliźniaczych. Przykład bliźniaków rombowych widzimy na aragonicie, fig. 191, którego kryształy zrastają się ścianą pryzmatyczną  $110$ , będącą jednocześnie płaszczyzną bliźniaczą.

Fig. 191.

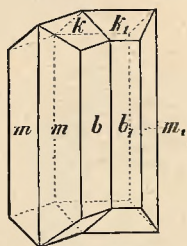


Fig. 192.

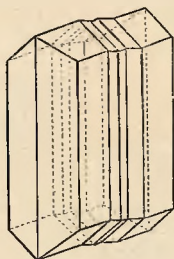


Fig. 193.

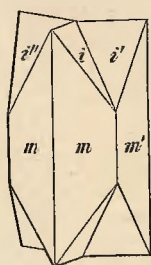
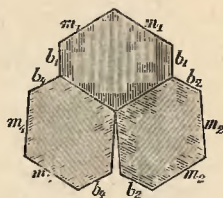


Fig. 194.



Jeżeli tego rodzaju zrostek powtórzy się kilkakrotnie, co jest rzeczą dość zwykłą, to mogą tu mieć miejsce dwa przypadki: wszystkie kryształy zrastają się jedną i tą samą ścianą, np. ścianą  $\bar{1}10$ , jak na fig. 192; wtedy osobniki naprzemianległe, np. nieparzyste, 1, 3, 5 są do siebie równoległe i tworzą pospołu z parzystymi pięć bliźniaczy; albo też kryształy zrastają się coraz inną ścianą słupa, tak, że osobnik pierwszy styka się z drugim ścianą  $\bar{1}10$ , z trzecim zaś — ścianą  $110$ . Jakkolwiek przeto prawo bliźniacze nie zmienia się zasadniczo, to jednak powstają tu zrosty odmienne, a mianowicie trojaki i czworaki, jak to np. widzimy na fig. 193, przedstawiającej troisty kryształ aragonitu.

Fig. 194 wyobraża trojak aragonitu, widziany z góry; ściany podstawowe wszystkich trzech indywiduów są zrysowane równoległe do osi  $b$ ; ponieważ słup aragonitu mierzy nie  $120^\circ$ , lecz tylko  $116^\circ 10'$ , pozostaje więc między kryształami pewna luka, którą zwykle jeden z nich, rozrastając się, zapełnia.

W trojakach przerosłych ukazuje się często chryzoberyl, fig. 195, mający za płaszczyznę bliźniaczą ścianę słupa podłużnego ( $031$ ).

Minerałem, który tworzy kryształy rombowe, przerastające się nawzajem nakształt krzyża, jest staurolit, t. j. kamień krzyżowy. Dwojak jego widzimy na fig. 196. Płaszczyzną bliźniaczą jest ściana daszkowa ( $032$ ), nachylona do osi pionowej pod kątem  $44^\circ 12'$ , skąd ramiona krzyża są prawie prostopadłe.

Godnym uwagi jest również dwojak, wyobrażony na fig. 197, a należący do galmanu. Jestto dwojak dopełniający się, złożony z dwóch indywiduów hemimorficznych, zrosłych ścianą podstawową  $001$ , która w kryształach pojedynczych nie jest bynajmniej płaszczyzną symetrii (porówn. fig. 60).

Kryształy układu tetragonalnego często zrastają się bliźniaczo na mocy prawa, panującego zwykle w układzie poprzedzającym, wedle którego płasz-



czyzną bliźniaczą jest ściana piramidy wtórej ( $10\bar{1}$ ). Według tej zasady zbudowane są dwojaki kasyterytu, fig. 198; krótko-pryzmatyczne jego osobniki przy zbiegu ścian piramidalnych tworzą kąt wklęsły, przypominający podniesioną przyłbicę. Podobną bliźnięcością odznaczają się też kryształy rutyłu, zazwyczaj wydłużone. Tworzą one dwojaki kolankowate, fig. 199, ale i trojaki o kształcie

Fig. 195.

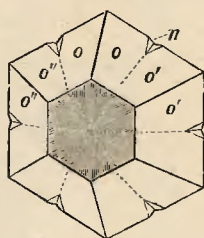


Fig. 196.

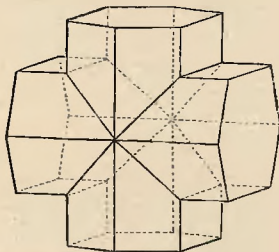


Fig. 197.

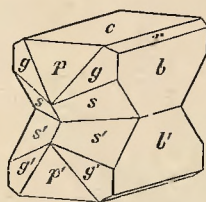


Fig. 198.

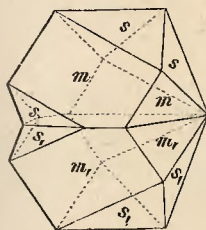


Fig. 199.

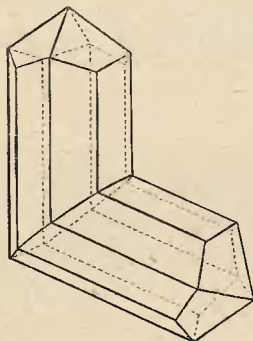


Fig. 200.

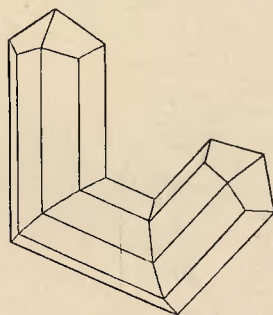


fig. 200 nie są wcale rzadkością; przez dalsze zrastanie się tego rodzaju powstają czworaki i t. d. aż do zupełnego zamknięcia koła.

Kryształy holodryczne układu heksagonalnego rzadko zrastają się sposobem bliźniaczym; tem częściej napotykamy bliźniaki w gromadzie romboedrycznej.

Kalcyt tworzy często bliźniaki, zrastające się ścianą podstawową, która jest jednocześnie płaszczyzną bliźniaczą, nie będąc dla kryształów romboedrycznych płaszczyzną symetrii. Dwojak, złożony z dwóch skalenoedrów  $R3$ , ma wygląd fig. 201. Granica dwojaka biegnie poziomo, widzimy na niej krawędzie wklęsłe i wypukłe.

Osobniki ze ścianami słupa i romboedru  $\infty R$ . —  $\frac{1}{2}R$  tworzą na mocy tego samego prawa dwojak, wyobrażony na fig. 202, pozbawiony zwykle szwu bliźniaczego; atoli proste porównanie z kryształem pojedynczym, fig. 121, wykazuje natychmiast jego naturę bliźniącą.

Inne prawo, niezwykle często dostrzegane na kalcycie, polega na tem, że płaszczyzną bliźniaczą jest ściana romboedru —  $\frac{1}{2}R$ . Na fig. 203 mamy dwa romboedry zasadnicze, zrosłe wedle tego właśnie prawa, które zazwyczaj działa w sposób wielokrotny.

Wybitnym przykładem zrastania się bliźnięcego indywiduów tetartoedrycznych są kryształy kwarcu. Niekiedy dwa jego osobniki łączą się w sposób, wskazany na fig. 204. Dwojak taki możemy otrzymać przez hemitropię,

Fig. 201.

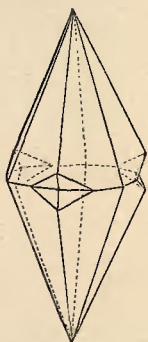


Fig. 202.

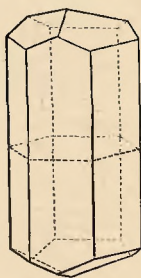


Fig. 203.

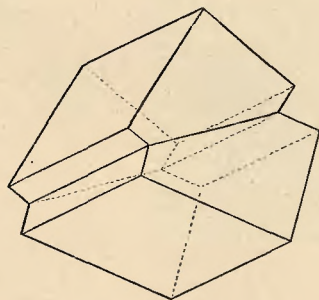


Fig. 204.

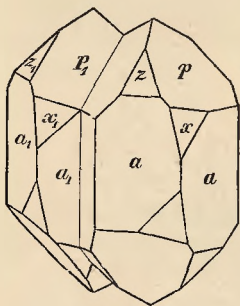


Fig. 205.

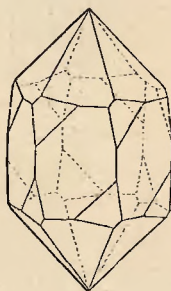


Fig. 206.

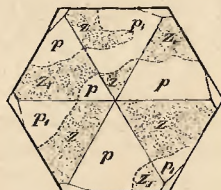
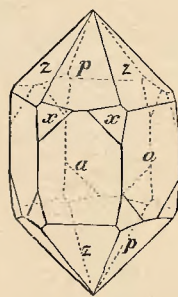


Fig. 207.



w której osi ą obrotu będzie linia prostopadła do  $a$ . Pomimo to jednak dwojak ten odznacza się niesymetrycznością. Ściana  $p = +R$  jednego osobnika jest równoległa nie do ściany  $p_1$ , lecz do ściany  $z = -R$  drugiego, ściany zaś pryzmatyczne są równoległe na obu kryształach. Atoli takie zrastanie się dwóch kwarców zdarza się rzadko, daleko częściej przerastają się one nawzajem, tworząc z pozoru kryształ pojedynczy. Jeżeli na dwojaku przerosłym występują ściany trapezoedru  $x$ , charakteryzujące tetartoedryę kwarcu, to przybiera on kształt fig. 205. Gdy na kryształach pojedynczym (porówn. fig. 130) ściany trapezoedru ukazują się tylko na kątach naprzemianległych, tutaj widzimy je na każdym kącie dwojaka. Obydwa osobniki odgraniczają się niekiedy płaszczyzną równą, najczęściej jednak granica ich jest nieprawidłową krzywizną, jak to podaje fig. 206, wyobrażająca dwojak, widziany z góry. Granice obu osobników są tu oznaczone liniami kropkowanymi, ściany zaś  $z$  — ciemniejszymi plamami. Każdy osobnik ukazuje się zatem na powierzchni kryształu podwakość. Ponie-



waż ściany z obu indywiduów bywają niekiedy matowe, ściany zaś  $p$  — błyszczące, w przypadkach takich dostrzedz przeto możemy, że części matowe i błyszczące stykają się z sobą w krawędziach, jak to zaznaczono i na figurze. Wyjaśnienia tej szczególnej naprzemianległości dokonał po raz pierwszy G. Rose na podstawie wyłożonego powyżej prawa bliźniaczego.

Kwarc tworzy też często dwojaki, dopełniające się nawzajem, przyczem kryształ lewy zrasta się z kryształem prawym. Dwojak taki, skoro jest równomiernie rozwinięty, ma postać fig. 207. Porównanie z fig. 130 i 131 wykazuje, że obydwaj indywidua tetartoedryczne ustawione są symetrycznie do ściany słupa wtórego, będącej w kryształach holloedrycznych przekrojem głównym  $E$ . Dwojak wygląda, jak kryształ romboedryczny, na którym ściany  $x$  oznaczałyby skalenoeedr.

Fig. 208.

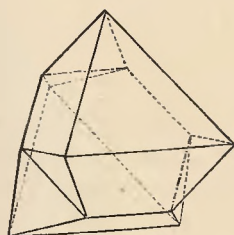


Fig. 209.

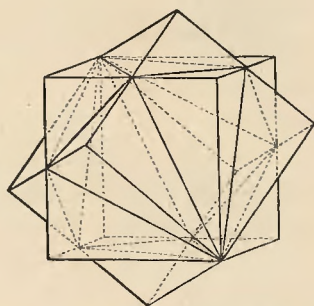
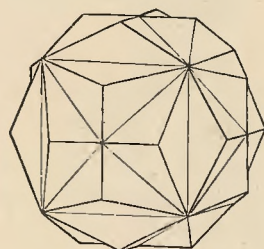


Fig. 210.



Kryształy holloedryczne układu regularnego tworzą dość często dwojaki według zasady, w której płaszczyzna bliźniacza jest równoległa do ściany oktaedru. Jeżeli przytem zrastające się indywidua same mają postaci ośmiościanów, to dwojaki przybierają kształty fig. 208, występujące na spinelu, magnetycie i t. d. Na mocy tejże zasady przerastają się nawzajem dwa sześciany, tworzące pospolite dwojaki fluspatu, fig. 209. Oś bliźniacza przechodzi tu z góry, od strony lewej, na dół i na prawo, przez kąty, w których zbiega się po sześć krawędzi sześcianu.

Kryształy klas hemiedrycznych ukazują się częściej w dwojakach, dopełniających się nawzajem, jak to np. widzimy na fig. 180, str. 90, gdzie przedstawiono dwa przerastające się czworosciany dodatnie. Podobnie przerastają się niekiedy kryształy dyamentu. Płaszczyzną bliźniaczą jest tu jedna ze ścian kostki. Innego przykładu dostarcza piryt, którego dwojak, zdarzający się najpospoliej i zwany krzyżem żelaznym, wyobraża fig. 210. Są to dwa dodatnie dwunastościany pentagonalne, przerosłe we właściwych im położeniach. Płaszczyzną bliźniaczą jest tu ściana dwunastościanu rombowego.

**56. Bliźniaki stopnia wyższego.** Utwory bliźniące, składające się z liczby indywiduów, większej od dwóch, zgodnie z wyłożonem powyżej, należą albo do bliźniaków kolankowatych, albo też do pni bliźniaczych. W obu przypadkach są one skutkiem ciągłego powtarzania się jednego i tego samego prawa bliźniaczego. Istnieją jednak takie zespolenia bliźniące, które składają się



z kilku indywiduów, ale przedstawiają utwory, podległe dwum rozmaitym prawom bliźniaczym, a nawet zdarzają się takie zrosty, na których można wykazać trzy, cztery lub pięć odrębnych zasad bliźniaczych. Zespożenia tego rodzaju, częstokroć bardzo zawikłane i z wielkiej liczby osobników złożone, nazywać będziemy bliźniakami stopnia wyższego. Pouczającym ich przykładem jest filipsyt. Jednoskośne kryształy tego minerału tworzą bliźniaki przerosłe na krzyż, fig. 211, w których  $001$  jest płaszczyzną bliźniaczą. Bliźniaki te zwy-

Fig. 211.

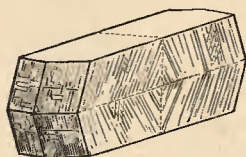


Fig. 212.

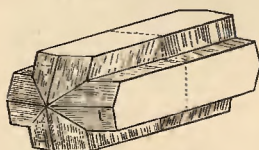
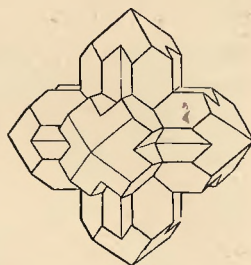


Fig. 213.



kle łączą się dalej po dwa, według innej zasady, która za płaszczyznę bliźniaczą ma  $011$ , fig. 212. Niekiedy jednak trzy kompleksy tego ostatniego rodzaju zrastają się znów według odmiennego prawa, gdyż płaszczyzną bliźniaczą jest w nich  $110$ , fig. 213. Utwory te posiadają 9 płaszczyzn symetrii, a indywidua zajmują w nich 12 odmiennych położeń. Innym bardzo wybitnym przykładem są feldspaty trójskośne, zwane plagioklazami, które ukazują się często w zrostach zawikłanych, powstałych na mocy kilku naraz praw bliźniaczych.

**57. Kryształy mimetyczne (naśladowcze).** Niektóre kryształy o niższym stopniu symetrii, lecz kątach, które są zbliżone do kątów, właściwych postaciom symetrii wyższej, przez równoczesne rozwinięcie się ścian niejednakowych, tworzą często kombinacje, zdające się na pozór odpowiadać symetrii wyższej. Minerały jednoskośne, jak biotyt, klinochlor, których ściany pryzmatyczne przecinają się pod kątem bliskim  $60^\circ$ , dają niekiedy przekroje poprzeczne, bardzo podobne do sześcioboku prawidłowego. Kombinacje ich mają nieraz wygląd romboedryczny. Minerały rombowe, jak kordyeryt, karnalit, o kącie słupa, wynoszącym około  $60^\circ$ , tworzą często kryształy, należące jakby do symetrii heksagonalnej. Minerały rombowe, np. autunit, których słup mierzy około  $90^\circ$ , mają wygląd tetragonalny. Tego rodzaju kryształy, przedstawiające postaci niejako przejściowe, wykazują przeto symetrię stopnia wyższego. To wyprzedzanie symetrii przez kryształy pojedyncze możemy nazwać pseudosymetrią, czyli symetrią fałszywą.

Osobniki pseudosymetryczne tworzą jednak często pnie bliźniacze, bliźniaki kolankowate oraz bliźniaki stopnia wyższego, których postaci zewnętrzne nie tylko odpowiadają całkowicie symetrii wyższej, ale nawet wielkością swych kątów najzupełniej prawie symetrii tej czynią zadość. Takie utwory bliźniące, zbudowane zawsze w sposób skomplikowany z wielu indywiduów, są więc

postaciami, naśladowającymi symetrię stopnia wyższego. Nazwać je zatem możemy kryształami naśladowczymi (mimetycznymi), a samo zjawisko — naśladownictwem czyli mimizezą. Ta ostatnia zasługuje na szczególniejszą uwagę wtedy, gdy występuje nie przypadkowo, lecz stale, t. j. gdy jest właściwością wszystkich kryształów tego samego minerału, jak to zobaczymy na przykładach niżej podanych.

Kryształy o tak zawikłanej budowie, dawniej uważane za osobniki pojedyncze, podniesienie stopnia swej symetrii zawdzięczają tej okoliczności, że postaci przejściowe zrastają się sposobem bliźniaczym równocześnie wszystkimi ścianami jednakowo położonemi. Każda zaś płaszczyzna bliźniacza jest zarazem płaszczyzną symetrii całego utworu.

Najpospolitszym przykładem kryształów naśladowczych jest feldspat potasowy, zwany mikroklinem, a składający się z indywiduów trójskośnych. Kry-

Fig. 214.



ształy wyglądają, jak jednoskośne, ale składają się z niezwykle wielkiej ilości osobników, zrosłych równolegle do płaszczyzny bliźniaczej, którą jest ściana podłużna, fig. 214. Jestto ten sam rodzaj bliźniaków wielokrotnych, które poznaliśmy na albicie, fig. 183, z tą jednak różnicą, że osobniki, albit składające, są grubsze, gdy w mikroklinie są one tak cienkie, iż kreskowanie na figurze obok położonej dalekiem jest jeszcze od oddania właściwej im subtelności. Ponieważ kąt, zawarty pomiędzy ścianą podstawową  $001$  i ścianą podłużną  $010$ , wynosi  $89^{\circ} 40'$ , a więc zbliża się bardzo do ką-

ta prostego, przeto na pniu bliźniaczym mikroklinu niepodobna prawie dostrzedz krawędzi wklęsłych.

Osobniki mikroklinu zbiorowe posiadają na zewnątrz symetrię o stopień wyższą, są jednoskośne, stąd miano je dawniej za ortoklaz; dopiero Descloizeaux wyjaśnił, że mamy tu do czynienia z postaciami mimetycznymi. Znane są również pospolicie dwojaki mikroklinu, zrosłe nakszałt kryształów karlsbadzkich, fig. 187. Jestto zatem bliźniak, składający się z dwóch osobników zbiorowych, zrosłych na mocy innego prawa, niż to, które jest wyrazem ich własnej budowy.

Dość prostym przykładem kryształów, naśladowujących symetrię romboedryczną, jest penin. Tworzy on kryształy, brane dawniej za kombinację ostrego bardzo romboedru z parą ścian podstawowych, fig. 217. Ściany boczne ujawniają prążkowanie poziome. Badania Mallarda i autora wykazały jednak, że mamy tu do czynienia z utworem bliźniaczym wielokrotnym, w którym mnogie a cienkie blaszki jednoskośne układają się na sobie kolejno w trzech odmiennych położeniach, różniących się o  $120^{\circ}$ . Fig. 215 wyjaśnia zasadę tej bliźnięcości. Kryształy pojedyncze objęte są ścianami podstawowymi  $c = (001)$ , daszkowymi  $i = (\bar{1}01)$  i piramidalnemi  $v = (132)$ . Płaszczyzna bliźniacza jest prostopadła do  $c$  i równoległa do krawędzi  $001:110$ , jak na mice, str. 93. Blaszki układają się nie obok siebie lecz na sobie, jak to wskazuje schematyczna fig. 216. Ponieważ  $i$  i  $v$  są nachylone do ściany podstawowej prawie jednako-



wo i ponieważ blaszki, układające się w sposób powyżej wskazany, są nadzwyczaj subtelne, postać zbiorowa ma wskutek tego kształt romboedryczny.

Postacią naśladowczą o symetrii regularnej odznacza się leucyt, występujący najczęściej w kryształach, ze wszystkich stron rozwiniętych. Te są 24-ścianem deltoidowym (211), na którym bardzo rzadko dostrzedz się dają niewyraźnie rozwinięte, drobne ściany dwunastościanu rombowego. Ponieważ postać ta

Fig. 215.

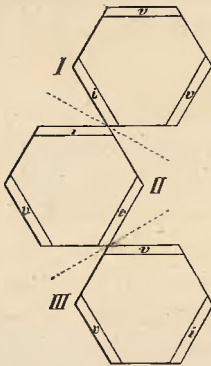


Fig. 216.

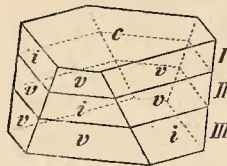


Fig. 217.

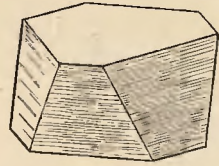


Fig. 218.

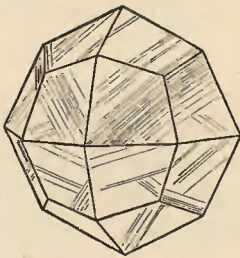


Fig. 219.



Fig. 220.



jest dla leucytu wielce charakterystyczną, nazwano ją przeto leucytoedrem, leucyt zaś sam przez czas długi uważano za wybitny przykład kryształów układu regularnego. Dopiero Gerhard vom Rath dostrzegł na błyszczących kryształach prążki bliźniacze, odpowiadające zrastaniu się płaszczyznami 12-ścianu rombowego, które wszakże nie mogą być płaszczyznami bliźniaczemi w klasie całkowicie-regularnej, a to tem bardziej, że jednocześnie tenże sam badacz pomiarami kryształów dowiódł, iż kąty leucytu nie odpowiadają układowi regularnemu. Kryształy leucytu nigdy nie są pojedyncze, lecz zawsze składają się z nieskończenie wielkiej liczby cieniutkich blaszek w zespoleniu bliźniaczem, o jakim daje wyobrażenie fig. 218. Obecność tych blaszek dostrzedz jednak można tylko na ścianach gładkich i połyskujących. Płaszczyzna bliźniacza odpowiada ścianie 12-ścianu rombowego w układzie regularnym. Mallard na podstawie badań optycznych uznał blaszkowate indywidua leucytu za jednoskośne, Klein zaś —



za rombowe. Kryształy leucytu tworzą też niekiedy wyraźne bliźniaki według prawa wymienionego.

Do kryształów regularnych naśladowczych należy również perowskit. Na niektórych jego kryształach dostrzedz można budowę wielokrotnie bliźniaczą, ujawniającą się już na samej powierzchni sześcianów, jak o tem daje pewne wyobrażenie fig. 219. Delikatne wypukłości mają niekiedy postać słupa czworobocznego, którego jedna para ścian jest równoległa do powierzchni pozornego sześcianu. Słupy te krzyżują się często pod kątem  $45^\circ$ . Ściany, któreby na sześcianie odpowiadały (100) i (110), pełnią tu funkcję płaszczyzn bliźniaczych. Zachowanie się kryształów wobec środowisk wytrawiających zdaje się dowodzić, że osobniki perowskitu są jednoskośne.

Przykładem mimezyi jest także boracyt. Postaci jego są pozornie tetraedryczne. Na ścianach widzimy zwykle subtelne prążki, wyobrażone na fig. 220 z wyrazistością przesadną. Płaszczyzny bliźniacze miałyby na sześcianie położenia (110). Osobniki, poczytywane za hemimorficzno - rombowe lub jednoskośne, są wydłużone w kierunku (110) albo (111).

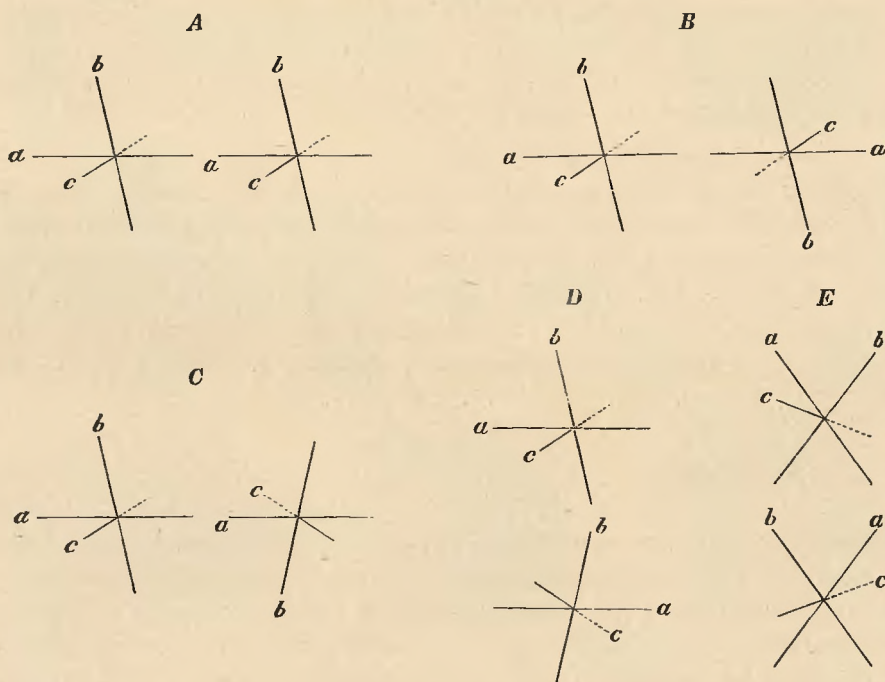
O postaciach naśladowczych wogóle traktują: Mallard, *Annales de mines*, t. 10 (1876); autor, *Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges.*, t. 31, str. 637 (1879); Brauns, *Die optischen Anomalien der Krystalle*, Lipsk 1891; o mikroklinie: Descloizeaux, *Comptes rend.*, t. 82, str. 16 (1876); o peninie: autor, *Sitzungsber. der Wiener Akad.*, t. 99, str. 174 (1890); o leucycie: G. vom Rath, *Jahrb. f. Mineralogie*, 1873, str. 111; Klein, *Nachrichten der Ges. d. Wissensch. zu Göttingen* 1884, Nr. 11; o perowskicie: Baumhauer, *Zeitschr. f. Kryst.*, t. 4, str. 187; o boracycie: Mallard, *Bull. soc. min.*, t. 5, str. 144.

**58. Wyjaśnienie.** Powstawanie kryształów bliźniaczych da się objaśnić za pomocą teorii molekularnej, jako zjawisko zależne od pewnych okoliczności, towarzyszących powstawaniu kryształów, które rozpatrywać będziemy, jako proste sieci trójwymiarowe (przestrzenne). Częsteczki, przechodzące podczas kryształizacji z ruchliwego stanu płynnego do stanu stałego, tracą stopniowo prędkość ruchu postępowego, a gdy ten stanie się równym zeru, osiadają jedne na drugich. Zanim to jednak nastąpi, oddziałują one na siebie w sposób oryentujący, usiłują wytworzyć szysk taki, by jednoznaczne linie molekularne bieging równolegle. Obydwa te momenty następują albo jeden po drugim, t. j. częsteczki utrwalają się, skoro się już zupełnie uszykowały, albo też oba momenty są sobie współczesne, t. j. częsteczki przechodzą w stan spoczynku, zanim się całkowicie uszykowały.

Jakkolwiek to szykowanie się częstecek zaczyna się jednocześnie na wszystkich liniach molekularnych, to jednak w pewnych warunkach wzrostu niektóre z tych linii mają pewną przewagę. Trzy z nich, a mianowicie te trzy, które nie należą do wspólnego pasa, możemy rozpatrywać, jako wypadkowe wszystkich działających jednocześnie sił szykujących, i oznaczyć je głoskami *a*, *b*, *c*, tak, by *a* wyrażało kierunek i wielkość działania najsilniejszego, *c* zaś — najsłabszego.

Jeżeli orientacja dwu cząsteczek jest faktem dokonanym, zajmują one wtedy położenie równoległe, jak to podano na fig. 221 *A*. Gdy jednak szykowanie się cząsteczek nie zostało całkowicie ukończonem, gdy niezbędny ku temu obrót został wykonany tylko częściowo, wówczas i równoległość cząsteczek może być tylko częściowa. Przedewszystkiem równoległość w obu molekułach zapewni sobie płaszczyzna sił, najenergiczniej orientujących, a mianowicie płaszczyzna  $ab$ . Prócz tego pierwsza oś szykująca  $a$  może zająć w obu molekułach to samo położenie, albo też osi  $a$  i  $b$ , gdy siły ich szykujące są prawie jednakowe, mogą zająć położenia naprzemian równoległe. Zachowując warunki powyższe, wyprowadzić możemy cztery następujące przypadki szyku, czyli orientacji niezupełnej:

Fig. 221.



1. Obie cząsteczki mają linie  $a$  i  $b$  równoległe, linie zaś  $c$  nierównoległe, fig. *B*. Jeśli wyobrazimy, że druga cząsteczka wykonała obrót o  $180^\circ$  koło osi, prostopadłej do płaszczyzny papieru, to otrzymamy szyk równoległy, jak na *A*.

2. W obu cząsteczkach tylko  $a$  i płaszczyzna  $ab$  są równoległe,  $b$  i  $c$  nierównoległe. Osi  $a$  obu molekuł biegną w kierunku jednakowym, fig. *C*. Pół obrotu drugiej cząsteczki koło osi  $a$  sprowadzi równoległość całkowitą, jak w *A*.

3. W obu cząsteczkach tylko  $a$  i płaszczyzna  $ab$  są równoległe,  $b$  i  $c$  nierównoległe, osi  $a$  biegną w kierunkach przeciwnych, fig. *D*. Tutaj przez pół obrotu drugiej cząsteczki koło linii, prostopadłej do  $a$  i leżącej w płaszczyźnie  $ab$ , możemy sprowadzić równoległość obu cząsteczek, jak w *A*.

4. Obie cząsteczki mają równoległe płaszczyzny  $a$   $b$ , a prócz tego kierunki  $a$  i  $b$  są naprzemian równoległe,  $c$  zaś—nierównoległe, fig.  $E$ . Równoległość cząsteczek otrzymamy tutaj, skoro drugą z nich obrócimy o  $180^\circ$  koło linii, dzielącej na dwie równe części kąt między  $a$  i  $b$ .

Jeżeli na cząsteczkach, które mieliśmy dotychczas na uwadze, osiadać będą w wielkiej ilości inne, zupełnie do tamtych równoległe, to z zarodka, wyobrażonego pod  $A$ , wyrośnie kryształ pojedynczy, z zarodków zaś, wystawionych na figurach  $B$  do  $E$ , powstaną kryształy bliźniacze, podlegające, jak to widać z rysunków, ogólnemu prawu, które brzmi, jak następuje. Obydwa osobniki mają równoległą przynajmniej jedną płaszczyznę molekularną (ścianę kryształu) i jedną leżącą w niej linię molekularną (krawędź), albo też dwie jednakowe krawędzie, leżące w porządku kolejno-zmiennym. Zdanie to wypowiada ogólną definicyę utworów bliźniaczych, które prócz tego zależne są od czterech podanych tylko co zasad poszczególnych, wyjaśniających cztery znane nam już prawa empiryczne (porówn. str. 87).

Literatura: Przytoczone poprzednio prace Frankenheima i Bravaisa, tudzież Knopa, Molecularconstitution und Wachsthum der Krystalle. Pogląd, wyżej podany, opiera się na rozprawach autora, Tschermak's Mineralog. u. petrogr. Mittheil. II, str. 499 (1879), i Bröggera, Zeitschrift f. Kryst., t. 16, str. 24 (1890).

**59. Zrastanie się kryształów niejednorodnych.** Zjawiskiem wielce szczególnem jest prawidłowe jednoczenie się kryształów, należących do mineralów różnorodnych. W przypadku tym kryształy dwóch różnych gatunków mineralnych łączą się z sobą w taki sposób, że mają przynajmniej po jednej ścianie równoległej, która wszakże na obydwu kryształach najczęściej posiada różne znaczenie krystalograficzne, a dalej, że obydwu wykazują równoległość przynajmniej jednej krawędzi, leżącej w owych ścianach. Kryształy zajmują zatem względem siebie stanowiska nie dowolne, lecz określone. Istnieje tu pewne podobieństwo do pni bliźniaczych, które jednak, ze względu na to, że zrastające się kryształy należą najczęściej do rozmaitych układów, jest zwykle bardzo odległe.

Do przykładów oddawna znanych należy zrastanie się prawidłowe cyanitu (trójskośnego) ze staurolitem (rombowym), opisane jeszcze przez Germara w r. 1817. Sciana  $M$  na cyanicie i  $b$  na staurolicie są równoległe, a prócz tego obydwu kryształy posiadają krawędzie równoległe, należące do jednego pasa, fig. 222. Pospolitem jest opisane po raz pierwszy przez Breithaupta zrastanie się błyszczu żelaznego (romboedrycznego) z rutylem (tetragonalnym), fig. 223. Kryształy rutylu układają się krawędziami pasa pryzmatycznego równoległe do krawędzi  $0R:\infty P2$  tabliczkowatych kryształów błyszczu żelaznego, a ściana podstawowa tego ostatniego biegnie równoległe ze ścianą słupa wtórego na rutylu. Bardzo pospolitem jest zrastanie się ortoklazu (jednoskośnego) z albitem (trójskośnym), opisane przez L. v. Bucha. Na obydwu kryształach ściana podłużna  $010$  i krawędzie pionowego pasa pryzmatycznego są równoległe. W pasie tym kąty także są podobne. Fig. 224 wyobraża kryształy pojedyncze i bliźniaki albitu, osadzone na ścianach  $l$  ortoklazu. Augit i amfibol (obydwa jednoskośne) zrastają się, według Haidingera, niekiedy równoległe, po-



dobnież augit i oliwin (rombowy). Kryształy amfibolu bywają nieraz usadzone ośmiościanami magnetytu, przyczem ściany tego ostatniego są równoległe do  $001$  amfibolu, a krawędź  $001:100$  amfibolu równoległa z krawędzią ośmiościanu. Kryształy tetraedrytu mają częstokroć powłokę chropowatą, składającą się z równolegle ułożonych kryształów chalkopiryty. Znanem jest również prawidłowe zrastanie się markasytu z pirytem, kalcytu z kwarcem, galeny z blendą i in.

Prawidłowe zrastanie się minerałów niejednakowych dowodzi, że nawet cząsteczki różnorodne działają na siebie przyciągająco. W warunkach sprzyjających mogą się one tak uszykować, jak gdyby były jednorodne.

Fig. 222.



Fig. 223.

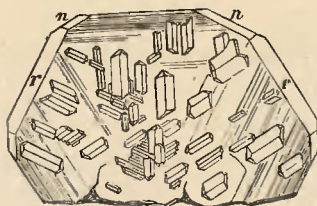
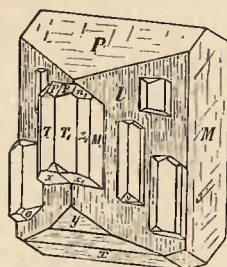


Fig. 224.



Tego rodzaju zrastanie się możemy wywołać sztucznie. Interesującym jest zwłaszcza zachowanie się świeżo odlupanych kawałków kalcytu, skoro je pogrążymy w nasycony roztwór salety sodowej. Na krawędziach i ścianach kalcytu układają się w szyku równoległym romboedry salety sodowej, wyłaniające się z roztworu.

Lit. Frankenheim, *Lehre von der Cohäsion*, 1835. Haidinger, *Handb. d. bestimm. Mineralogie*, 1845, str. 279. Breithaupt, *Berg- und hüttenmänn. Zeitung*, 1861, str. 153. G. v. Rath, *Pogg. Ann.*, t. 155, str. 24. Sadebeck, *Angew. Krystallographie*, 1876. Becke, *Tschermack's Min. u. petr. Mitth.*, t. 5, str. 331.

**60. Wykształcenie kryształów.** Kryształy rozwijają się niekiedy dość równomiernie we wszystkich kierunkach, przybierając wygląd orzechokształtny, tak pospolity w układzie regularnym. W innych układach rozrastają się one przeważnie w jednej płaszczyźnie, tworząc postaci tabliczkowate, lub też przeważnie w jednym tylko kierunku, a wtedy mają wygląd pryzmatyczny. Gdy w tym ostatnim przypadku rozmiary kryształów są drobne, nazywamy je igielowatemi albo włosowatemi.

Kryształy, utrzymujące się podczas wzrostu w stanie zawieszonym, są wykształcone ze wszystkich stron jednakowo. Jeżeli substancja macierzysta, w której powstały, zostanie usunięta, pozostaną wtedy kryształy całkiem wolne czyli, jak je zwykle nazywamy, luźne. Przeciwnie kryształy, narastające na jakiegokolwiek podstawie, jedną stroną przyrastają do podłoża i tę mają niewykształconą. Gdy je usuniemy z miejsca powstania, otrzymamy kryształy odłamane.

Niekiedy zdarzają się kryształy odłamane, najczęściej kwarcu, które przez powtórne układanie się substancji na powierzchni odłamu otrzymały ściany nowe i gładkie. Miejsce odłamu zarosło, a rana kryształu niejako wygoiła się.

Podczas wzrostu kryształów powstają nadzwyczaj często postaci zeszpcone, na których ściany, jednakowe ze względu na prawo symetrii, rozwijają się w istocie rzeczy nierównomiernie [12]. Ta nierówność wzrostu bywa częstokroć przyczyną zupełnego zanikania ścian, które przedtem istniały, gdy inne ściany jednoznaczne pozostają. Niektóre kryształy odznaczają się zatem niedoborem ścian jednakowych (meroedryą); atoli zjawisko to jest zupełnie nieprawidłowe i nic nie ma wspólnego ani z hemiedryą, ani też z hemimorfizmem, jak się o tem łatwo przekonać możemy przez porównanie kilku kryształów, obok siebie powstałych.

Innego rodzaju zjawiskiem, mogącym zupełnie zmienić wygląd kryształów, jest przyspieszony wzrost w jednych kierunkach albo płaszczyznach, opóźniony zaś w drugich. Jeżeli kryształ rośnie przeważnie w płaszczyznach, przechodzących przez jego środek i jednakowe krawędzie, to ściany, między temi ostatniemi leżące, opóźniają się we wzroście. Zamiast ścian gładkich i równych powstają zagłębienia, schodkowato wklęsłe, a sam kryształ przybiera wygląd jak gdyby wychudzony, lub suchotniczy. Tego rodzaju utwory nazywamy zwykle skieletami krystalicznymi. Przykład ich mamy w niektórych krysztalach kuprytu, ukazujących zamiast ścian ośmiościanu schodkowate wgłębienia, fig. 225. Figura sąsiednia, dodatkowa, przedstawia przekrój równoległy do ściany sześcianu. Innym przykładem jest sól kuchenna. Wskutek parowania jej roztworu wodnego powstają ciała wklęsłe nakszaft talerzyków, utrzymujące się przez pewien czas na powierzchni cieczy, gdy na dnie naczynia tworzą się kostki o ścianach jakby zapadłych.

Skutkiem pędzszego narastania kątów i krawędzi powstają często szczególne utwory o kształtach bardzo ozdobnych i rozmaitych, składające się z gałązek, pręcików lub listków, skupionych na podobieństwo gwiazdek, krzewów, liści paproci, siatek, kiści i t. p. Oddzielne gałązki, sęczki i t. p. składają się z drobnych indywiduów, uszykowanych równolegle. Przykładem takich utworów są gwiazdkowate kryształki śniegu, drzewiaste kryształy złota, siatkowate — kuprytu. Niektóre z nich nie są pojedynczymi osobnikami, lecz bliźniakami, jak np. krzewiaste postaci miedzi, siatkowate rutylu, którego gatunek, zwany sagenitem, tworzy jak gdyby tkaninę, złożoną z drobnych igielek. Kryształy, w tak szczególny sposób rozwinięte, nazywać będziemy za Bréonem krysztalami siatkowemi, inaczej postaciami wiązanemi. Wszystkie te postaci odznaczają się prawidłowymi przerwami swej budowy i, narastając powoli w dalszym ciągu, mogą przeistaczać się w kryształy całkowite i gładkościenne; możemy je zatem rozpatrywać jako kryształy niezupełnie wykształcone. Fig. 226 przedstawia siatkowy kryształ argentytu w wielkości naturalnej, przekrojony równoległe do ściany sześcianu. Na fig. 227 podano tylko część tego utworu powiększoną, z której łatwo wywnioskować, że mamy tu do czynienia z drobnymi ośmiościanami, uszykowanymi równoległe do trzech osi sześcianu.



Utwory siatkowe powstają wszędzie tam, gdzie krystalizacja odbywa się pośpiesznie, i dlatego są bardzo rozpowszechnione. Lehmann, na zasadzie swoich spostrzeżeń mikroskopowych, powstawanie ich objaśnia w sposób następujący: każdy kryształ powiększać się może tylko wtedy, gdy otaczający go roztwór jest nieco przesycony; przyciąga on substancję z najbliższego swojego sąsiedztwa, przez co dookoła rosnącego kryształu powstaje pole roztworu rzadszego. Atoli dyfuzja przywraca zakłóconą równowagę, sprowadzając w obręb pola krystalizacyjnego nowe ilości substancji. Z fig. 228 *a* widać, że kąty i krawędzie zasilane są przez daleko większą przestrzeń pola krystalizacyjnego, niż

Fig. 225.

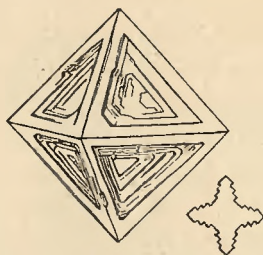


Fig. 226.



Fig. 227.

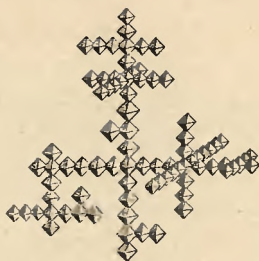


Fig. 228



równe im co do powierzchni części ścian tego samego osobnika. Otrzymują one przeto znaczny nadmiar krystalizującej się substancji. Gdy krawędź, na fig. *a* przedstawiona, użytkuje z przestrzeni dyfuzyjnej *c d e f*, równa jej działka ściany *f g* korzysta ze znacznie mniejszej przestrzeni *e f g h*. Stąd na równej ścianie, złożonej z jednakowych działek *f g*, w ciągu określonej jednostki czasu narośnie zaledwie cienka warstewka krystaliczna, gdy na złamanej w kolano działce *c f* powstanie w tymże czasie warstwa daleko grubsza, fig. *b*. Ta ostatnia tworzy na krawędzi osobny wyrostek, objęty ścianami krystalicznymi. Podczas dalszego wzrostu krawędzi wyrostka dla tej samej przyczyny rozrastają się prędkiej, tak, że po pewnym czasie powstaje utwór, wyobrażony na fig. *c*, a wreszcie kryształ siatkowy. Szybkiemu narastaniu, odbywającemu się w roztworach silnie przesyconych, towarzyszą silne prądy dyfuzyjne i obszerne pole krystalizacji, z których przeważnie korzystają kąty i krawędzie. Podczas krystalizacji



powolnej z roztworów słabo przesyconych wytwarza się pole niewielkie, prądy koncentracyjne są słabe, a przyrost równomierny.

Możliwym jest również przypadek, w którym wewnętrzne części kryształu mają budowę siatkową, zewnętrzne zaś przedstawiają postać zupełnie zamkniętą. Jeżeli oka sieci wypełnione są ciałami obcymi, to całość wygląda tak, jak gdyby kryształ składał się z cienkiej powłoki i obcego jądra. Tak Knop objaśnia utwory, nazwane przez Scheerera perymorfozami, np. kryształy granatu i wezuwianu, składające się z cienkiej powłoki zewnętrznej i jądra, przejętego substancją kalcytową.

O kryształach zeszepeconych traktują: A. Weisbach, „Ueber die Monstrositäten tesseral-krySTALLISIRENDER Minerale“. G. Werner, Jahrb. f. Min., 1867, str. 129. Klein, „Ueber Zwillingsverbindungen und Verzerrungen“. Heidelberg, 1869. O kryształach siatkowych: Knop, „Molecularconstitution und Wachstum der Krystalle“. Hirschwald, Jahrb. für Min., str. 129. Lehmann, Zeitschr. für Krystallographie, t. I, str. 458.

**61.** W kryształach siatkowych widzieliśmy próżnie, w sposób prawidłowy przerywające substancję kryształu; zdarza się jednak, że przerwy te są zupełnie przypadkowe i nieregularne. Przyczyną tego są ciała stałe, tworzące się wcześniej lub jednocześnie z kryształem; są one mianowicie rzeczą zwykłą u kryształów, powstałych w zawieszeniu. Tak np. drobne tafelki ilmenitu, osadzonego w bazalcie, wyglądają niekiedy tak, jak gdyby były pocięte na strzępy i płatki. Zarówno jak ciała stałe, mogą też jednorodność kryształu przerywać ciecze i gazy, znajdujące się w roztworze podczas krystalizacyi.

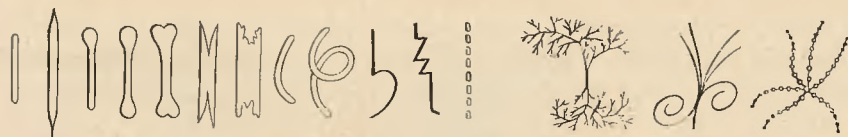
Jedne z kryształów, powstających w zawieszeniu, doznają uszkodzeń pod wpływem otaczającego je środowiska — postaci ich są często nadwyrężone lub zgoła zburzone — inne przeciwnie, ukazują się prawie zawsze w kształtach ostrych i dobrze wykształconych, skąd wnosić należy, iż są one w stanie odsuwać od siebie cząstki obce. Kryształom, które prawie zawsze są dokładnie wykształcone, przypisujemy więc większą siłę krystalizacyjną w porównaniu z innymi. Przykładami w tym względzie są: magnetyt, spinel, apatyt, kwarc. Zresztą przesuwanie i podnoszenie ciał obcych podczas krystalizacyi dostrzeżono i bezpośrednio. Bunsen, Ann. der Chemie, 1847, t. 62, str. 1 i 59. Pękanie kamieni, w których porach odbywała się krystalizacya, zauważył Volger: Pogg. Ann., t. 93, str. 214.

Podobnie jak w wypełnianiu przestrzeni kryształ napotyka na przeszkody zewnętrzne, tak również wpływy postronne mogą powodować niewielkie zmiany w położeniu ścian i sprowadzać odstępstwa od stałości kątów krawędziowych. Dauber licznymi pomiarami dowiódł, że takie drobne odstępstwa są bardzo pospolite. Wszystkie zresztą pomiary, dokonywane na kryształach, pochodzących raz z jednej, drugi raz z miejscowości różnych, wykazują, że pierwsze z nich różnią się w kątach swych w stopniu mniejszym, drugie — w większym. Wahania dochodzą niekiedy do kilku lub kilkunastu minut. Spostrzeżenia Brzeziny nad krystalizacją podsiarkonu ołowiu świadczą o wpływie ciśnienia na powstawanie owych anomalii.

Zupełnie innego pochodzenia są różnice w kątach kryształów mimetycznych. Ponieważ kryształy te są zwykle pniami bliźniaczemi wyższego stopnia, mogą one zatem wykazywać raz jedne kąty, to znów inne, zależnie od tego, czy są zbudowane głównie według jednego prawa, czy też przeważnie na mocy drugiego.

**62. Mikrolity.** Kryształy bywają często tak drobne, że możemy je odróżnić tylko pod mikroskopem. Otaczają się one ścianami gładkimi i mają najczęściej kształty właściwe kryształom większym, dającym się dostrzegać bez pomocy szkła. Pomiedzy temi utworami mikroskopowemi zdarzają się jednak postaci o ścianach krzywych, których zgoła nie dostrzegamy na kryształach dużych i wykształconych; są to więc postaci zarodkowe, młodociane. Wobec tak odmiennych nieraz kształtów, nadanie tym drobnoutworom osobnej nazwy jest rzeczą pożądaną. Jeżeli one posiadają kształty prawidłowe, określające ich naturę krystalograficzną, stosujemy zwykle wprowadzoną przez Vogel-sanga nazwę mikrolitów, jakkolwiek rozumiemy pod nią przeważnie osobniki wydłużone, pręcikowate lub igielkowate. Te dają się dostrzegać najłatwiej, gdy mikrolity blaszkowate ze strony szerokiej nie występują dość ostro albo też mają nieokreślone kontury, ze strony zaś wąskiej wyglądają znów jak igielki; mikrolity o wymiarach jednakowych również nie posiadają najczęściej kształtów charakterystycznych lub wyglądają jak ziarnka pyłu. Proste pręciki są postacią mikrolitów najpospolitszą, lubo niekiedy mają końce zaostrome nakształt żądła, inne znów — zgrubiałe nakształt łebka szpilki lub biskoptu. Obok położona fig. 229 przedstawia niektóre z tych postaci; pierwsze z nich są proste,

Fig. 229.



trzy ostatnie — złożone. Niektóre mikrolity mają zakończenia, przypominające ogony jaskółcze lub zbliżają się postacią do klepsydry; są to jednak indywidua pojedyncze, tylko w tak szczególny sposób rozwinięte. Bliźniaki właściwe nie są też rzadkością. Godnem i uwagi są postaci skrzywione, naśladujące bądź pręcik zgięty, bądź pętelkę, a zwłaszcza te utwory włosiaste i nieprzezroczyste, które Zirkel nazwał trychitami; zakończone zwykle cienkimi ostreimi włoskami, kiedyndziej są one sztywne, jak szczecina, a jednocześnie zgięte lub zygzakowato złamane. Wielce szczególnem zjawiskiem są mikrolity podzielone na grupy i ułożone w rozetki.

Niektóre z tych mikrolitów dadzą się zaliczyć do pewnych minerałów; znany np. mikrolity apatyty, feldspatu, augitu i t. p. Rozwój innych nie jest natomiast tak dokładnie poznany, iżbyśmy mogli przewidzieć, jakie z nich powstałyby kryształy w razie dalszego wzrostu.

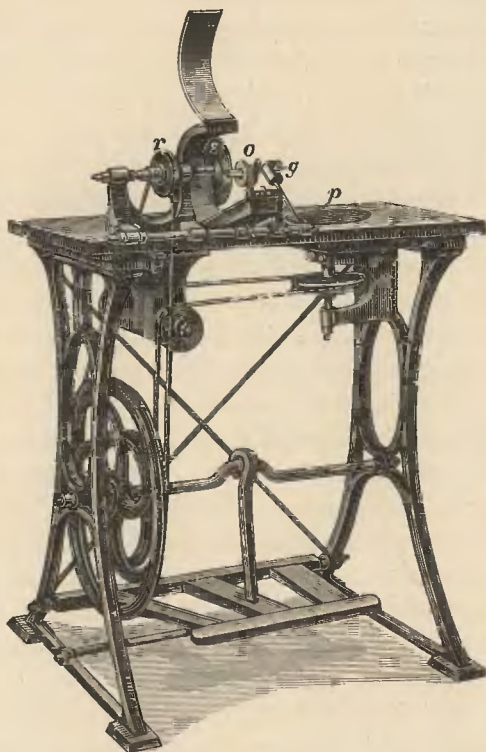


Mikrolity występują bardzo licznie i wyraźnie w obsydyanach, perłowcach i smołowcach. Równie pospolitemi są te utwory i w stopach sztucznych. Dodając do krystalizujących się substancji ciał gęstych, półciekłych, możemy sztucznie wywołać tworzenie się mikrolitów i dalszy ich wzrost studyować, albowiem ciała dodane wpływają na krystalizację w sposób hamujący. Vogel-sang w swych studyach mikroskopowych nad krystalizacją siarki w balsamie kanadyjskim badał takie właśnie początki powstawania kryształów, które nie mają wprawdzie jeszcze konturów wielościennych, ale wykazują już pewien sztyk prawidłowy w układzie. Ciała te nazwał on krystalitami. Tego rodzaju zarodki mikrolitów tworzą się często i w skałach.

Lit. Zirkel, Die mikroskop. Beschaffenheit der Minerale und Gesteine, gdzie przytoczono odnoszącą się do przedmiotu literaturę. Lehmann, praca cytowana poprzednio.

**63. Badania mikroskopowe.** Studyowanie szczegółów morfologicznych, ukrytych dla oka nieuzbrojonego, rozwinęło się z powodzeniem w czasach ostatnich, jakkolwiek próby zastosowania w tym celu mikroskopu były robione i przedtem. Ale dopiero z chwilą, gdy Sorby wynalazł praktyczną metodę przyrządzania z minerałów warstewek cienkich i zupełnie przezroczystych, mikroskop pozyskał i w tej dziedzinie prawa bardzo rozległe.

Fig. 230.



Minerałom twardszym nadaje się w tym celu przez rozbicie lub przepilowanie kształt tabliczek, ażeby następnie drogą szlifowania zamienić je w blaszki bardzo cienkie i przezroczyste. Pilowanie skutecznia się za pomocą osobnej maszyny, przypominającej tokarnię, a wprowadzającej w ruch obrotowy cienki krążek żelazny. Obecnie do pilowania minerałów używane są maszyny w rodzaju tej, jaką podaje fig. 230. Krążek żelazny s polewa się wodą, krawędź jego starannie posypuje piaskiem szmirglowym, albo też krawędź tę nacina się dłotem i w nacięcia wprowadza naoliwiony proszek dyamentowy; podczas szybkiego obrotu krążka ziarnka szmirglu lub dyamentu wrzynają się w naciskany mineral i pilują go w pożądanym kierunku. Szlifowanie odbywa się z początku na płycie piaskowca, szmirglu lub



też płycie metalowej, najlepiej z surowca żelaznego przygotowanej, którą się polewa wodą i posypuje szmirgłem. Blaszki cieńsze szlifuje się na taflí szzyfrowej albo, jeszcze lepiej, na taflí ze szkła matowego i posypuje się je drobnym proszkiem szmirglowym. Każdy skrawek, tabliczka lub wprost odbity kawałek szlifujemy naprzód dokładnie z jednej strony, następnie przyklejamy tą stroną na balsamie kanadyjskim do niewielkiego, lecz grubego szkła przedmiotowego, wreszcie szlifujemy w podobnyż sposób z drugiej strony aż do zupełnej przezroczystości. Nie jest rzeczą konieczną dalsze polerowanie cienkiej blaszki, czyli szlifu; musi on być o tyle tylko cienki i przezroczysty, ażeby można było przezeń czytać drobne pismo; zwykle poprzestajemy na dokładnem wyszlifowaniu obu stron, poczem zaraz ogrzewamy balsam, uwalniamy blaszkę od jej podkładu, umieszczamy na czystem szkiełku przedmiotowym i, dodając jeszcze trochę balsamu, przykrywamy ją cieńszem i mniejszem szkiełkiem pokrywkowym; w ten sposób otrzymujemy preparat przydatny już do badań mikroskopowych.

Badania te uskuteczniają się przy pomocy mikroskopu bądź prostego, bądź też zaopatrzonego w rozmaite przyrządy pomocnicze. Do mierzenia wielkości przedmiotów używamy mikrometru szklanego lub śruby mikrometrycznej; pomiary kątów na kryształach mikroskopowych wymagają oznaczenia w instrumencie stałych kierunków, w postaci dwóch krzyżujących się włosków lub linii, dalej podziałek stopniowych, które wykreśla się na stoliku mikroskopu albo też oznacza na okularze; do badań w świetle spolaryzowanym, o którym poniżej mówić będziemy, wprowadza się do instrumentu pryzmaty Nicola, jeden przy okularze, drugi pod stolikiem. Spostrzeżenia, prowadzone w temperaturach wyższych, wymagają znów innych urządzeń. Do badań nad zjawiskami krystalizacji roztworów budowa mikroskopu musi być także odpowiednio zastosowana. To samo dotyczy rysowania obrazów mikroskopowych oraz ich fotografowania, które to czynności wymagają pewnych urządzeń dodatkowych. Na szlifach, pozbawionych szkiełka pokrywkowego i wolnych z tej strony od balsamu, możemy w małych rozmiarach wywoływać reakcje chemiczne, których rezultaty dają się kontrolować również za pomocą mikroskopu. Dokładniej o tem wszystkiem patrz w cytowanym już dziele Zirkela; dalej porównaj: Rosenbusch, *Mikroskopische Physiographie*. Groth, *Physikalische Krystallographie*. Fuess, *Jahrb. f. Min.*, t. dodatk. 7, str. 406. Wülfing, *Zeitschr. f. Kryst.* t. 17, str. 445.

**64. Powierzchnia kryształów.** Ściany, obejmujące kryształ, są albo zupełnie gładkie i równe, albo też są pokryte bróздkami, delikatnie zrysowane, matowe, chropowate i t. p. Ściany matowe i chropowate mogą być wytworem samego kryształu, albo też własność tę zawdzięczają osiadłym na nich lub wystającym z nich ciałom obcym.

Bróздkowatość ścian polega na wielokrotnem powtarzaniu się drobnych krawędzi; brózdki te mogą być zatem bądź prążkami kombinacyjnymi, bądź też bliźniaczami, zależnie od tego, czy powtarzające się i układające schodkowato dwie ściany należą do jednego osobnika, czy też do wielu zrósłych bliźniaczo. Na kryształach arsenopirytu, fig. 231, i kwarcu, fig. 232, widzimy brózdki kom-

binacyjne równoległe do krawędzi. Sześcián hemiedryczny pirytu, fig. 233, wykazuje również prążkowatość, pochodzącą od bardzo wąskich ścian dwunastościanu pentagonalnego. Kryształ korundu, fig. 234, jest przykładem brózd-kowatości bliźniaczej, wywołanej przez bardzo cienkie blaszki, ułożone równoległe do ścian romboedru.

Fig. 231.



Fig. 232.



Fig. 233.

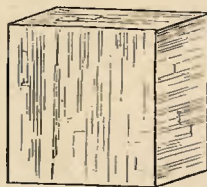
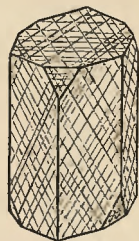


Fig. 234.



Dostrzegany na niektórych ścianach kryształu rysunek subtelny pochodzi od foremnie uszykowanych wypukłości i wklęsłości, nadających tym ścianom często wygląd nawpół matowy, który jednak w pewnem oświetleniu zmienia się w połysk, właściwy adamaszkowi (fluspat, kwarc). Gdy rysunek ten jest nieco grubszy, ściana ma wygląd ziarnisty, kropkowany, jest niejako pokryta drobną łuską, podzielona na tafelki, kratki i t. p. Można wtedy nawet gołym okiem odróżniać kształt oddzielnych wypukłości i wklęsłości, ułożonych równoległe. Rozmiary tych wypukłości zwiększają się niekiedy na tyle, że odróżniamy w nich wystające części kryształu, ujęte w ściany krystaliczne, które nie zlewają się już w jedną płaszczyznę i tworzą raczej pień krystaliczny, niż kryształ pojedynczy. Prawidłowe wypukłości, dostrzegane na ścianach kryształów bądź pod mikroskopem, bądź przez lupe, bądź wreszcie okiem nieuzbrojonym, są zatem ograniczone ścianami foremnymi. Stąd rozpatrywać je musimy jako drobne osobniki krystaliczne, wyłaniające się mniej lub więcej ze ściany większego kryształu w szyku równoległym. Scharff wykonał w tym przedmiocie szereg badań, a Sadebeck, który również pilnie się nim zajmował, nazwał te drobne osobniki subindywiduami. Fig. 235 przedstawia subtelny rysunek na ścianach kryształu bledny, przyczem ściany czworościanu dodatniego i ujemnego odznaczają się własnościami odmiennymi. Na fig. 236 mamy, według rysunku Rumpfa, ścianę apofilitu 001, pokrytą brózdami i subindywiduami, figura zaś 237 daje porównanie dwóch ścian podstawowych, do dwóch kryształów apofilitu należących i obficie w owe subindywidua zaopatrzonych.

Zjawiska, przytoczone powyżej a właściwe ścianom krystalicznym, zależą po największej części od rozmaitych okoliczności, towarzyszących ich powstawaniu. Okoliczności te sprawiają, że nowo powstający kryształ otacza się ścianami gładkimi, lub że na jego ścianach powstają drobne subindywidua, będące



dowodem przyspieszonego wzrostu w pewnych punktach, lub wreszcie, że przez to przyspieszenie powstaje utwór siatkowy albo też pień krystaliczny. Atoli te drobne nierówności powierzchni kryształów bywają często wynikiem zmian

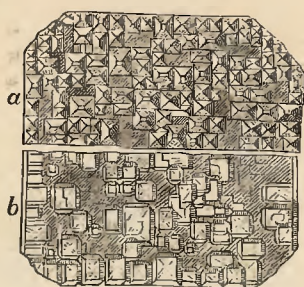
Fig. 235.



Fig. 236.



Fig. 237.



późniejszych, gdy kryształy gładkościennne zostaną wystawione na działanie substancji nagryzających i rozpuszczających.

Scharff, Jahrb. f. Min. 1861, str. 32, 385; 1862, str. 684. Rose-Sadebeck, Elemente der Krystallographie, t. 2, str. 156.

**65.** Niekiedy na kryształach ściany obszerniejsze są jak gdyby przełamane, t. j. złożone z dwóch albo większej ilości ścian gładkich, nader słabo względem siebie pochylonych. Ściany te należą najczęściej do pasów dobrze rozwiniętych i posiadają wysokie wskaźniki, pozostające względem ścian prostszych, jak to wykazał Schuster na danburycie, w stosunku prawidłowym. Tego rodzaju ściany, zbliżające się swoim położeniem do pewnych ścian zasadniczych, zostały przez Webskiego nazwane ścianami wicynalnemi.

Na utworach bliźniaczych występują często ściany, różniące się między sobą bardzo nieznacznie, lecz należące do rozmaitych indywiduów. W tym przypadku daje się mianowicie zastosować wyraz poliedrya, użyty na oznaczenie tego zjawiska przez Scacchiego. Jeżeli pojęcie poliedryi ograniczymy tylko do zjawisk bliźniaczych i mimetycznych, to tak się ono będzie miało do ścian wicynalnych, jak brózdkowatość bliźniacza do brózdkowatości kombinacyjnej. Ściany wicynalne dostrzeżono na dyamencie, aragonicie, adularze, danburycie, granacie i wielu innych minerałach.

Rozprawa Scacchiego o poliedryi w tłómaczeniu niemieckiem Rammelsberga, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., t. 15, str. 19. Webskiego traktat, tamże, str. 677. Zepharovich o aragonicie, Sitzungsber. d. k. Akad. zu Wien, t. 71 (1875). Schuster o danburycie, Tschermaks Min. u. petrogr. Mitth., t. 5 i 6.

**66.** Niekiedy zdarzają się na kryształach ściany fałszywe. Są one dwójakiego rodzaju. Nieraz dostrzegamy mianowicie ściany matowe albo prawie matowe, które jednak przy dokładniejszym postrzeganiu zgoła nie są powierzchniami gładkimi, lecz raczej skupieniami wielokrotnie powtarzających się drobnych krawędzi albo też drobnych kątów, w jednej zakończonych płaszczy-



źnie. Tego rodzaju ściany fałszywe mają często, jakkolwiek nie zawsze, położenie ścian prawdziwych, co może stać się przyczyną pomyłki. Drugim rodzajem ścian pozornych są odciski. Gdy kryształ, dopiero narastający, zetknie się z innym, całkowicie już wykształconym, formować się dalej musi w zależności od tego ostatniego, przez co powstają niekiedy ściany gładkie o położeniu zupełnie przypadkowym. Ponieważ jednak przy takim odciskaniu się ścian występują również na ich powierzchni i owe subtelne rysunki z zadziwiającą dokładnością, przeto powstałe tą drogą płaszczyzny są nieraz uderzająco podobne do ścian kryształu prawdziwych.

**67.** Jakkolwiek wogóle kryształy objęte są ścianami równymi, to jednak zdarzają się na nich niekiedy i ściany krzywe. Powstają one albo przez złanie się wielu ścian drobnych i równych, jak to widać niekiedy na kwarcu, desminie, lub prenicie, albo też krzywizna ich jest ciągła, jak na kryształach gipsu i dyamentu. Jeżeli wszystkie krawędzie i kąty są zaokrąglone, kryształ wygląda, jak gdyby na powierzchni był stopiony lub jak gdyby się rozplwiał, co zdarza się, na przykład, u niektórych kryształów galeny. Kryształy augitu, amfibolu i apatytu, osadzone w wapieniu ziarnistym, odznaczają się również takimi rozplwającymi się ścianami, pokrzywionymi w sposób bardzo nieprawidłowy.

**68. Wnętrze kryształów i osobników wogóle.** Sposób powstawania sprawia, że w wielu większych kryształach bardzo wyraźnie uwidocznia się budowa warstwowa. W najprostszym przypadku zjawisko to polega na tem, że kryształ składa się poprostu z jednej warstwy powierzchniowej, tudzież jądra wewnętrznego, przyczem zarówno powłoka zewnętrzna, jak jądro należą do tegoż samego gatunku mineralnego. Tego rodzaju utwory Kopp nazywa kryształami o dwóch okresach powstawania. Przykładem ich są kalcyt i fluoryt. Kryształy kalcytu miewają jądro ciemne o postaci — 2  $R$ , gdy powłoka jest romboedrem zasadniczym  $R$ , fig. 238; w kryształach fluorytu jądro ma postać ośmiościanu, powłoka zaś zewnętrzna rozwija się w postaci sześcianu. Fig. 239 przedstawia kryształ dwuokresowy barytu.

Częściej jednak zdarza się, że skorupa zewnętrzna i jądro ujawniają tę samą ścian kombinację, tak, że pierwsza jest dokładnem powtórzeniem postaci drugiego. Przykładów znów dostarczają kalcyt, fluoryt, a prócz nich także turmalin, epidot i w. i. We wszystkich tych przypadkach, gdzie wyodrębnia się jądro kryształu, bywa ono zazwyczaj zabarwione inaczej, niż skorupa. Gdy np. jądro jest brązowe lub żółte, skorupa bywa bezbarwną (kalcyt), albo też odwrotnie, na jądrze bezbarwnem osiada powłoka fioletowa (fluspat), dalej jądro niebieskie okrywa skorupa brązowa (turmalin), na jądrze ciemno-zielonem spoczywa powłoka jasno-zielona (epidot) i t. p.

Kryształy większe składają się często z kilkun lub nawet wielu warstw tego samego minerału, które różnią się bądź rozmaitym czystością i przezroczystością, bądź też rozmaitem zabarwieniem. Przykładami są znów kwarc, baryt, fluoryt, turmalin. Czasami uwarstwienie staje się widocznem tylko z początkiem rozkładu, jak np. w niektórych feldspatach. Kiedy indziej znowu warstewki po-

Łączone są z sobą luźno i rozdzielone częściowo nadzwyczaj cienkimi blaszkami minerału obcego. W takich razach udaje się niekiedy kryształ większy rozebrać na części, a mianowicie na jądro oraz liczne pokrywające je skorupy spółśrodkowe, jak to np. ma miejsce z pewnym gatunkiem kwarcu (kapturowego), którego warstewki poprzekładane są listkami miki. Taka budowa skorupowa bywa również niekiedy właściwością kryształów wolframitu, wezuwianu, epidotu. Niektóre minerały, jak bronzyt i dyalag, wykazują budowę blaszkową równoległą do jednej tylko ściany.

Fig. 238.

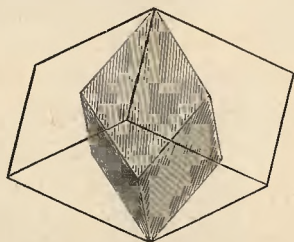


Fig. 239.

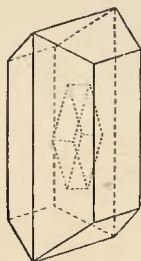


Fig. 240.

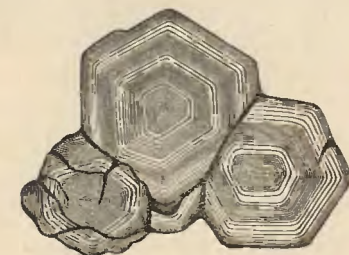
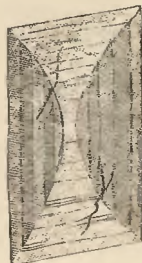


Fig. 241.



Fig. 242.



W równomiernie rozwiniętych kryształach warstewki mają wogóle grubość jednostajną. Przekrój grupy kryształów (regularnych) melanitu, fig. 240, wykazuje kolejno zmieniające się warstewki brunatne i żółte, z których każda ma grubość wszędzie jednakową. Kryształy, wydłużone w słupy, rozwijają się tak daleko, że każda warstewka, o ile pokrywa ścianę pryzmatyczną, jest bardzo cienka, na ścianach zaś wierzchołkowych kryształu staje się bardzo grubą. Na przekroju kryształu turmalinu (romboedryczno-hemimorficznego), fig. 241, warstewki boczne są bardzo cienkie, warstwy, pokrywające ściany romboedru, są przeciwnie o wiele grubsze. Niekiedy jedna warstwa, obejmująca kryształ dokoła, na ścianach jednoznacznych krystalograficznie posiada barwę jednakową, na niejednoznacznych zaś — inną. Jądro tylko co wzmiankowanego przekroju turmalinu jest bezbarwne; wielce subtelne warstewki, otaczające ściany słupa, są koloru jasno-zielonego, natomiast warstwy wierzchołkowe są ciemno-brunatne. W promieniach światła odbitego zakoń-



czenie takich kryształów jest czarne (t. zw. murzyńskie główki). Na przekroju augitu (jednoskośnego), fig. 242, warstwy spółśrodkowe, odpowiadające ścianom poprzecznym (100) z lewej i prawej strony rysunku, są fioletowe, gdy jednak biegną równolegle do zakończenia, zmieniają swą barwę na żółtawą (augit klepsydrowy).

Jeżeli kąty warstewek, składających kryształ w sposób prawidłowy, połączymy liniami, to biedz one będą od środka kryształu do jego naroży zewnętrznych i utworzą krawędzie brył piramidalnych, których liczba równać się będzie ilości ścian kryształu. Becke bryły te nazwał stożkami albo piramidami przyrostu. Podstawą każdej piramidy jest ściana kryształu, wierzchołek zaś jej leży w środku kryształu. Każda taka piramida składa się z szeregu warstw równoległych. Na przekroju, poprowadzonym przez środek kryształu, tworzy ona trójkąt, złożony ze smug równoległych. Tak np. na przekrojach melanitu, fig. 240, mamy sześć jednakowych trójkątów uwarstwionych, na przekroju zaś augitu, fig. 242 — cztery równe sobie naprzemian. Pogląd ten tłómaczy postrzeżenia, wedle których przekroje i płaszczyzny lupliwości, przechodzące przez kryształ, nie zawsze odznaczają się własnościami tak jednostajnymi, jak jego ściany, lecz zachowują się w różnych miejscach i kierunkach niejednakowo. Przekrój, wyobrażony na fig. 242, jest tego dowodem bardzo wyraźnym.

Kryształy, zaopatrzone w jądro, jako też kryształy o budowie warstwowej i skorupowej, utworzone z jednego minerału, przedstawiają poniekąd przypadek zrastania się równoległego osobników jednorodnych. Niektóre z nich jednak są równoległymi zrostkami minerałów niejednorodnych, co uwidocznia się niekiedy w różnicy zabarwienia.

Jądro czarnego biotyту, ujęte w powłokę białego muskowitu, lub jądro turmalinu żelaznego z powłoką turmalinu szlachetnego są przykładami obrastania się wzajemnego rozmaitych minerałów, należących wszakże do jednego rodzaju. Kryształy granatu, turmalinu, wykazujące wielokrotną zmianę warstw rozmaicie zabarwionych, są powtarzającymi się zrostami rozmaitych gatunków mineralnych o jednakowej postaci.

Tego rodzaju utwory dają się naśladować sztucznie w sposób rozmaity. Tak np., zawieszając na czas dłuższy ośmiościan alunu chromowego w roztworze zwyczajnego alunu potasowego, otrzymamy ładny kryształ z ciemno zabarwionem jądrem i bezbarwną powłoką tego samego kształtu. Warstwy kolejnozmienne o jednakowych postaciach, lecz odmiennych własnościach, otrzymać możemy również, skoro kryształy soli gorzkiej kolejno zanurzać będziemy w roztworze siarczanu magnezu i w roztworze, zawierającym, prócz soli gorzkiej, jeszcze siarczan manganu.

Zspolenie w jednym osobniku kilku gatunków lub odmian minerału, obdarzonych jednakowymi albo podobnymi postaciami krystalicznymi, nazywamy uwarstwieniem izomorficznym (równopostaciowym). Badania chemiczne ciał tak zbudowanych wykazują, jak się łatwo domyślić, rezultaty natury złożonej, dowodząc, że ciała te są mieszaniną kilku minerałów prostych. Naprzemianległość warstw grubszych, dostrzegana gołym okiem, może jednak przechodzić stopniowo w uwarstwienie drobne, dające się rozpoznać tylko pod



mikroskopem, a to ostatnie znów może przejść w mieszaninę zupełnie jednorodną, w której nie podobna wykryć ani jakichkolwiekby warstw, ani też innych różnic. Takie mieszaniny izomorficzne są bardziej pospolite, niż uwarstwienie równopostaciowe, lecz poznać je możemy tylko na podstawie wyników rozbioru chemicznego.

Lit. O kryształach jądrowych: Kopp, Ann. d. Chemie, t. 94, str. 111. Autor, Sitzb. d. Wiener Akad., t. 40, str. 109. Uwarstwienie równopostaciowe: C. v. Hauer, Verhandl. d. geol. Reichsanst. 1880, str. 20, 181. Stożki przyrostu: Becke, Lotos z 26 listop. 1892. Blumrich, Tschermak's Min. u. petr. Mitth., t. 13, str. 239.

**69.** Podczas wzrostu utworów siatkowatych lub też wskutek pewnych przerw w narastaniu skorupowym, wewnątrz kryształu i wogóle wewnątrz indywiduów powstawać mogą luki o kształcie wielościanów, czyli prawidłowe pory i próżnie. Jeżeli te ostatnie ujęte są w ściany krystaliczne, zwiemy je także kryształami ujemnymi. W soli kamiennej pospolitemi są bardzo próżnie, podobne z postaci do sześcianu; w kwarcu dostrzedz można niekiedy kryształy ujemne, mające kształty właściwe całemu kryształowi; w lodzie i gipsie zjawisko to również nie jest rzadkiem. Atoli daleko częściej próżnie i pory mają ściany krzywe, a zatem wygląd kulisty, jajowaty, lub wogóle zaokrąglony, często wydłużony i rozgałęziony, jak w kwarcu i topazie.

Badania mikroskopowe wykazały, że tego rodzaju pory są w kryształach zjawiskiem wielce rozpowszechnionem. Są one w masie kryształu rozrzucone nieprawidłowo albo ułożone szeregami, zebrane w pewnych warstwach lub skupione w gromady. Niektóre minerały, jak np. hauyny Melfijskie, odznaczają się szczególną obfitością tych porów.

**70. Wrostki.** Obecność ciał obcych w kryształach i osobnikach mineralnych jest zjawiskiem bardzo pospolitem, ponieważ podczas wzrostu do wnętrza ich dostać się mogą zarówno drobne ciała stałe, w pobliżu się znajdujące, jak krople ługu macierzystego, a nawet pęcherzyki gazów i par, pochłoniętych w cieczy. Wszystkie te ciała, skoro się na powierzchnię kryształów dostaną, z biegiem czasu zarastają i nikną pod układającymi się wciąż warstwami krystalicznymi, które pozbawiają je komunikacyi z ciekłem środowiskiem.

Te inkluzye, czyli wrostki dadzą się porównać z gośćmi, którym schronienia udzielił gospodarz, t. j. kryształ. Wyraz gospodarz, używany w biologii w zestawieniu z pasorzytem, został wprowadzony przez Rosenbuscha. Ciała wewnątrz zamknięte mogą być tak znaczne, że dostrzegamy je gołym okiem, czyli, jak się teraz wyrażać zwykło, makroskopijne, albo też mogą być tak drobne, iż odróżniamy je zaledwie przy pomocy mikroskopu, lub wreszcie nie są dokładnie widzialne nawet w bardzo silnych powiększeniach. Wrostkom właściwe są wszystkie stany skupienia, albowiem znamy inkluzye gazowe, ciekłe i stałe. Rozkład ich wewnątrz kryształu bywa najczęściej pozbawiony wyraźnego szyku, lubo niekiedy wrostki krystaliczne układają się w sposób prawidłowy,

będący niejako powtórzeniem znanego już nam zjawiska, a mianowicie równoległego zrastania się kryształów niejednorodnych.

Niektóre kryształy, jak już wspomniano, zawierają próżnie widoczne nawet dla oka nieuzbrojonego o formie prawidłowej lub częściej zupełnie dowolnej i przypadkowej, które to próżnie nie mogą być wszakże bezwzględnie próżniami, gdyż są wypełnione parą lub gazem (pory gazowe). Tak np. w kryształach soli kamiennej dostrzegamy niekiedy pory kostkowe, napozór zupełnie próżne, gdy w istocie zawierają one gazy, będące, według badań Bunsena, przeważnie metanem i azotem. Ponieważ te ostatnie znajdują się tam pod zwiększonym ciśnieniem, przeto z rozpuszczanej soli wyrrywają się z pewnym hałasem (sól trzaskająca z Wieliczki).

W niektórych minerałach zawartość porów składa się niekiedy po części z cieczy, po części zaś z pary, skupiającej się w postaci ruchomego pęcherzyka. Kryształy soli kamiennej i kwarcu zawierają często takie poruszające się pęcherzyki. W kryształach obracanych pęcherzyk wpływa zawsze ku górze, usiłując zająć najwyższą część próżni, gdy ciecz równocześnie opada na dno.

Najpospolitszymi inkluzjami kryształów są jednak ciała stałe. Występują one często również w postaci krystalicznej słupków, igieł, nici, listków lub łusk, albo też jako pył grubszy lub drobniejszy. Zdarza się nieraz, że wrostki jednym końcem tkwią w kryształach, drugi zaś mają zeń wystający, albo też są na jego powierzchni jakby rozprószone. Gdzieindziej znów widzimy je skupione wewnątrz kryształu warstwami, jak np. w kwarcu, przejętym chlorytem lub miką. Niekiedy wrostki nagromadzają się w ilości tak wielkiej, że przeważają nad kryształem, który zaledwie jest w stanie utrzymać własną spójność, jak to zdarza się czasami w kwarcu, wypełnionym prawie całkowicie chlorytem. Wogóle kwarc w odmianach przezroczystych, zwanych kryształem górnym, jest minerałem, obfitującym w rozmaitego rodzaju inkluzye. Amfibol w subtelnych włoskach, rutyl i getyt w cienkich igłach, mika lub błyszcz żelazny w drobnych listkach, chloryt lub pirit w postaci drobnego pyłu są częstymi gośćmi kryształu górnego. Dawniej amatorowie-zbieracze wysoce sobie cenili kryształ górny z tego rodzaju wrostkami. I kalcyt obfituje nieraz w inkluzye, że wspomniemy tu o tak zwanym piaskowcu krystalicznym, składającym się z kryształów kalcytu, przepełnionych ziarnami piasku kwarcowego. Gips również tworzy podobne kryształy. Rozmaite gatunki feldspatów niemniej są bogate we wrostki, dające się wyraźnie dostrzec. Gdy kryształy osadzone są w masie szklistej, np. w obsydianie albo smołowcu, znajdujemy też niekiedy wewnątrz nich wrostki szkliste.

Prawidłowe rozmieszczenie wrostków widzimy w feldspacie z Tvedestrand, czyli tak zwanym kamieniu słonecznym, w którym blaszki o połysku metalicznym lśnią jednocześnie, podobnie w karnalicy, dalej w dolomicie z Greiner, zawierającym włoski tremolitu ułożone równolegle do krawędzi romboedru, tudzież w wielu innych przypadkach.

O wrostkach makroskopijnych traktują: Blum, G. Leonhard, Seyfert i Söchting: *Einschlüsse von Mineralen in kryst. Mineralen*. Harlem, 1854; Söchting: *Die Einschlüsse in kryst. Mineral*. Freiberg, 1860; Kenngott: *Mineralog.*



Notizen. Sitzungsber. d. Akad. zu Wien, 1852 — 1855. O soli trzaskającej: Bunsen, Pogg. Ann., t. 83, str. 251.

71. Z pomocą mikroskopu badania swoje możemy rozszerzyć dalej i przekonać się, że wrostki są zjawiskiem właściwem prawie wszystkim kryształom. Nadspodziewaną jest przytem okoliczność, że inkluzye gazowe i ciekłe ukazują się w ilości daleko większej, niżby oczekiwać należało, poprzestając na badaniu makroskopijnem.

Inkluzye te przybierają oczywiście postać wypełnianych przez się próżni, a więc bądź kryształów ujemnych, bądź porów kulistych, jajowatych i wogóle zaokrąglonych, lub też rozgałęzionych i workowato wydłużonych, jak to przed-

Fig. 243.



Fig. 244.

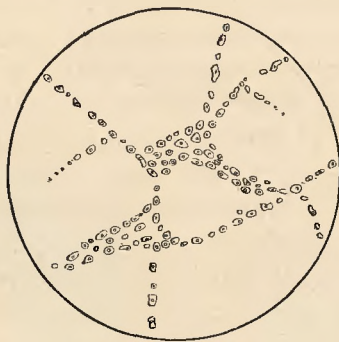


Fig. 245.



Inkluzye mikroskopijne kwarcu, według Zirkla.

Inkluzye feldspatu.

stawia fig. 243. Wielkość ich jest rozmaita i zniża się tak dalece, że nawet w naj-silniejszym powiększeniu pory wydają się drobnymi punkcikami. Występując nader gromadnie, mogą tego rodzaju inkluzye nadać kryształowi wygląd mętny lub mleczny. Minerale mętne, w których nawet przy użyciu silnych powiększeń inkluzyi dostrzedz nie zdołamy, wygląd swój zawdzięczają owym drobnym próżniom, których rozmiary leżą po za granicami naszej spostrzegawczości. Drobne pory rozmieszczone są albo zupełnie nieprawidłowo, albo też są skupione w gromadki, rozgałęziające się niekiedy, fig. 244, albo znów układają się smugami, lub wreszcie tworzą warstwy, fig. 245. Te ostatnie odpowiadają wtedy warstwom przyrostu kryształu i nasuwają domniemanie, że podczas jego wzrostu pęcherzyki wydzielaly się z ługu macierzystego peryodycznie. Obfitość inkluzyi ciekłych i gazowych jest różną w różnych minerałach, z których jedne w tych samych warunkach zdolne są wchłonać ich więcej, niż drugie. Dowiódł tego Sorby, krystalizując ze wspólnego roztworu sól kuchenną i ałun, przyczem kryształy pierwszej zaopatrzyły się w inkluzye ciekłe bardzo obficie, kryształy zaś drugiego — bardzo skąpo. Zrozumiemy to łatwo, skoro sobie uprzytomnimy, że sól kuchenna tworzy szczególne kryształy schodkowate, a więc niepo-



zbawione pewnych luk, gdy przeciwnie w kryształach ałunu przestrzeń jest wypełniona całkowicie.

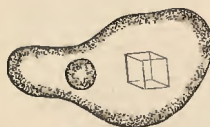
Pory mają kontury bądź szerokie i ciemne — w takim razie zawierają ciała gazowe — bądź też kontury ich są wąskie i delikatne — wtedy wypełnione są cieczą — bądź wreszcie odróżnić w nich można drobny pęcherzyk, czyli libelkę, co jest dowodem równoczesnej obecności obojga ciał wymienionych. Nachylając preparat lub potrząsając nim na stoliku mikroskopu, można niekiedy wywołać ruch libelki, częściej jednak pozostaje ona w spokoju, i tylko ogrzanie preparatu w ruch ją wprowadzić może.

Zjawiskiem w świecie minerałów wielce szczególnem są ożywione ruchy i płasy pęcherzyków, dostrzegane niekiedy w kwarcu skał głębinowych. W przypadkach tych płasanie libelki trwa bez ustanku, nawet w preparacie zupełnie nieporuszonym i w niezmienniejącej się temperaturze. Tu zatem para i ciecz w ciągłym pozostają krążeniu; robi to wrażenie wiecznego ruchu automatycznego, odbywającego się w nieskończenie wielkiej ilości drobnych próżni, rozsianych w kryształach skał szeroko rozpowszechnionych. Zjawisko wymienione sprowadza się do ruchów molekularnych Browna, których przyczynę upatrujemy w cieple.

O wrostkach oraz ich określaniu traktują: Brewster, prace ogłoszone w *Edinburgh philos. journ.*, tudzież w *Transactions of roy. soc. Edinb.* z lat 1813 — 45. Sorby, *Quarterly journ. of. the geol. soc.* 14, str. 473 (1858). Zirkel, *Die mikroskop. Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine*, 1873.

**72.** Badania dotychczasowe wykazały, że inkluzye gazowe składają się najczęściej z pary wodnej, dwutlenku węgla, azotu, tlenu i węglowodorów, gdy wrostki ciekłe zawierają po największej części wodę lub wodne roztwory. Wypełniające pory ciecz, będąc ogrzewane, nie wykazują żadnych szczególnych własności. Atoli Zirkel dostrzegł w kwarcu wrostki, które obok libelek zawierały jeszcze drobny sześcianek soli kamiennej, fig. 246. Tego rodzaju inkluzye zachowują się szczególnie: ogrzane, rozpuszczają w sobie kryształek soli, wydzielając napowrót ten sam sześcian lub kilka drobniejszych po ostudzeniu. Że mamy tu do czynienia z solą kamienną, dowiodły jeszcze tego z jednej strony badania kwarcu widmowe, które wykazały reakcyę sodu, a z drugiej — analityczne, które w skruszonym pod wodą kwarcu wykryły obecność chloru w roztworze.

Fig. 246.



Pomiędzy inkluzjami ciekłymi już Brewster zauważył takie, które się różniły od innych słabszym załamywaniem światła i silną rozprężliwością podczas ogrzewania. Te spostrzeżenia naprowadziły później Simmlera na domysł, że zawartością takich porów jest ciekły kwas węglany. W r. 1869 Vogelsangowi i Geisslerowi udało się, na drodze bardzo pomysłowych doświadczeń, dowieść, że te szczególne inkluzye istotnie zawierają ciekły dwutlenek węgla. Przekonanie to oparto nie tylko na tem, że ujawniają one te same zjawiska rozprężliwości, które Thilorier i Andrews obserwowali na ciekłym kwasie węglanym, lecz także

na tem, że przez ogrzewanie kawałków kwarcu i topazu, zawierających owe inkluzye, otrzymano gaz, zachowujący się w badaniu widmowem, jak dwutlenek węgla, a w wodzie wapiennej wywołujący mętnienie i tworzenie się węglanu wapnia. Prócz tego, dwutlenek węgla ciekły Sorby wykrył w szafirze, Zirkel zaś i in. — w augicie, oliwinie i feldspatach skał rozmaitych, nie wyłączając także bazaltu. Bardzo charakterystyczną jest następująca właściwość tej cieczy: skoro preparat zwolna ogrzejemy, rozszerza się ona tak silnie, że libelka nagle znikną, a próżnia zdaje się być całkowicie wypełnioną. Podczas następnego ostygnięcia libelka znów zjawia się nagle albo też zamiast jednego pęcherzyka powstaje odrazu wiele mniejszych, co powoduje wrzenie cieczy. Gdy wrostki wodne wskazują na obecność wody w ługu macierzystym, inkluzye ciekłego dwutlenku węgla każą przypuszczać, iż zawierające je skały tworzyły się pod wysokim ciśnieniem.

Zirkel: Jahrb. f. Min. 1870, str. 802, Vogelsang i Geissler: Pogg. Ann., t. 137, str. 56 i 265.

**73.** Minerale stałe, występujące w postaci wrostków, są już to kryształami, już to ciałami krystalicznymi lub bezpostaciowymi. Te ostatnie w badaniu mikroskopowem zachowują się podobnie, jak ciecze. Wypełniają one kryształy ujemne, drobne pory i zaokrąglone próżnie, w części lub całkowicie, czyli ukazują się z libelką lub bez niej. Libelka, jak się łatwo domyślić, nigdy się nie porusza ani zmienia, nawet ogrzana. Ponieważ jednak niektóre inkluzye ciekłe zachowują się w sposób podobny, trudno bywa niekiedy rozstrzygnąć, czy mamy do czynienia z zawartością poru ciekłego, czy też — stałą bezpostaciową; atoli natura otaczającego środowiska daje dostateczną podstawę do przechylenia się w sądzie na tę lub ową stronę.

Fig. 247.

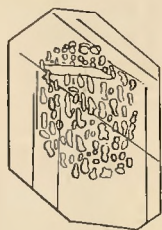


Fig. 248.

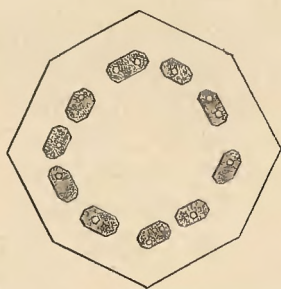
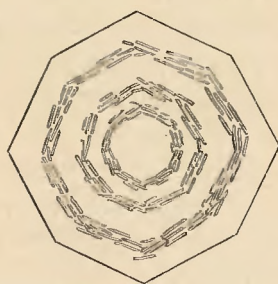


Fig. 249.



Sposób rozmieszczenia wrostków bezpostaciowych stałych jest ten sam, co — cieczy. Są one bądź nieprawidłowo rozrzucone, bądź też skupiają się w pewnych warstwach. Częstokroć zbierają się przeważnie w środku kryształu, jak w augicie, fig. 247. Przykładem prawidłowego rozmieszczenia bywa niekiedy leucyt (fig. 248, według Zirkla), zawierający w swej przezroczystej masie wrostki szkła brunatnego z libelkami. Wypełniają tu one kryształy ujemne, ułożone warstwą kulistą, tak, że w przekroju tworzą wieniec.



Bezpostaciowe stałe wrostki kryształów, występujących w skałach wulkanicznych świeżych, jak obsydyan, perlit, bazalt, rozpatrujemy zwykle jako cząstki szkliste (hyalinowe) i uważamy za dowód powstania ich z masy ognisto-ciekłej.

Wrostki krystaliczne ukazują się w postaci bądź całkowitych kryształów, bądź też jako ziarna, igły, listki, łuski, wreszcie jako pył drobny. Częstokroć posiadają one te same kształty, jakie poznaliśmy w opisie mikrolitów. Rozrzucone najczęściej bez wszelkiego porządku, posiadają one jednak niekiedy ugrupowanie bardziej prawidłowe, równoległe lub warstwowe. Równoległe ułożenie blaszek kalcytu widzimy niekiedy w dyalagu, który skutkiem tego ujawnia pewien połysk białawy. Kryształ leucytu, fig. 249, wykazuje układ mikrolitów warstwowy.

Ta równoległość wrostków krystalicznych nie zawsze jednak bywa rzeczą przypadku; owszem, zajmują one niekiedy względem gospodarza położenia określone krystalograficznie, jakie poznaliśmy w prawidłowym przerastaniu się kryształów [59]. Przykładem tego jest rozniesczenie wrostków w bronzycie, fig. 250. Są to zarówno kryształki igielkowate, jak cienkie blaszki

Fig. 250.

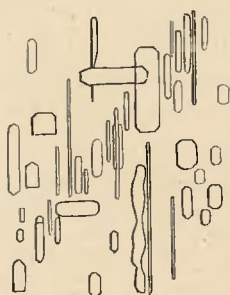


Fig. 251.

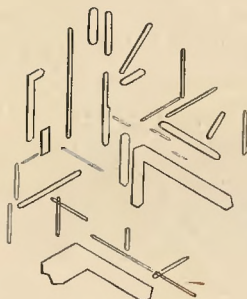
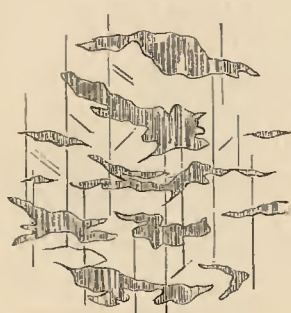


Fig. 252.



o postaciach, zdających się należeć do układu rombowego. Wrostki obu gatunków mają krawędzie jednego pasa równoległe do osi  $c$  bronzytu (rombowego), a prócz tego jedną ze ścian tego pasa równoległą do ściany  $100$  gospodarza. Blaszki są przyczyną metalicznego połysku bronzytu, dostrzeganego na ścianie  $100$ . Drugim przykładem jest mika (flogopit) z Burgess w Kanadzie; tu równoległe do ściany podstawowej  $001$  układają się niezliczone, najczęściej bardzo wąskie indywidua innego minerału, a to w taki sposób, że ich boki wydłużone biegną równoległe do ścian  $(110)$ , niekiedy zaś i do ścian podłużnych  $(010)$ , co powoduje przecinanie się wrostków pod kątem  $60^\circ$ ,  $120^\circ$ , rzadziej  $90^\circ$ , fig. 251. Gdy przez tafelkę takiej miki spoglądamy na płomień, widzimy wspólną gwiazdę sześciopromienną (asteryzm). Wrostkami, uszykowanymi krystalograficznie, odznacza się też eleolit, niekiedy labradoryt i n. i.

Szczególnie a należącym tutaj zjawiskiem jest równoległe przerastanie się rozmaitych feldspatów. Wzmiankowaliśmy już powyżej, że kryształy ortoklazu bywają niekiedy usadzone i pokryte kryształkami albitu w szyku równoległym,



Atoli albit występuje w tem samem uszykowaniu krystalograficznem i wewnątrz kryształów ortoklazu, a mianowicie w formie wstęg i płatków, wydłużonych w kierunku osi pionowej. Jeżeli od takiego ortoklazu odłupiemy cienką blaszkę równolegle do ściany podstawowej, to nawet w niewielkiem powiększeniu dostrzeżemy wtrącenia albitu wydłużone i wyróżniające się drobną prążkowatością bliźniaczą, fig. 252.

**74.** Wszystkie te wrostki stałe występują niekiedy w tak wielkiej ilości, że nadają swojemu gospodarzowi zabarwienie całkiem niewłaściwe. Tak np. stylbit od wielu listków i ziarenek hematytu przybiera zabarwienie czerwone, kryształy feldspatów skalnych zabarwione są przez wrostki augitu lub magnetytu na kolor zielony lub czernawy i t. d. Niektóre minerały zawierają zawsze tak wielką ilość wrostków, że w stanie czystym, pozbawionym tych obcych domieszek, nie są zgoła znane, jak np. staurolit. W przypadkach takich rzeczą jest prawie niemożliwą otrzymać minerał w stanie czystym, do badania chemicznego przydatnym; wrostki stanowią zatem niekiedy przeszkodę w dociekanii składu chemicznego minerałów, lub też, skoro są obecne w ilości mniejszej, wpływają tylko w większej lub mniejszej mierze na wyniki rozbioru, czyniąc je niezrozumiałymi dla tych, którzy nie podejrzewają ich obecności w minerałach. H. Fischer słusznie okoliczność tę podniósł i na kilku przykładach wykazał, o ile wrostki wpływają na wyniki rozbioru chemicznego <sup>1)</sup>.

Większą część minerałów możemy jednak przez szlifowanie doprowadzić do stanu blaszek cienkich i przezroczystych, a tym sposobem zbadać ich wnętrze pod mikroskopem w świetle przechodzącem. Przeciwnie budowa i rozpowszechnienie wrostków w minerałach całkowicie nieprzezroczystych są mało poznane, i dlatego przy ich rozbiorze chemicznym należy zachować ostrożność podwójną. Szlifowanie i polerowanie powierzchni, oraz odpowiednie badanie mikroskopowe w świetle odbitem może być jednak i w tym przypadku wielce pomocnem. Badania podobne dowodzą, że minerały nieprzezroczyste kryją w sobie wrostki obce tego samego rodzaju i rozmieszczenia, jakie są właściwe minerałom światło przepuszczającym, lubo nie dają się tu poznać tak drobniawo, jak przy pomocy badań w świetle przechodzącem.

**75. Grupy kryształów.** Kryształy, do jednego należące gatunku, występują albo oddzielnie, albo też w prawidłowych zespoleniach, jakie poznaliśmy w zrostach równoległych i bliźniakach, lub wreszcie w skupieniach nieprawidłowych, pozbawionych wszelkiej orientacji krystalograficznej, jakkolwiek przybierających niekiedy kształty, które w życiu codziennem mogłyby być nazwane foremnymi. Wśród takich nieprawidłowych skupień odróżniać będziemy grupy i druzy, czyli szczotki kryształów.

Grupa kryształów jestto skupienie kilku lub wielu kryształów, wspierających się wzajem na sobie. Grupy, nieprzyrosłe do podłoża, nazywamy grupami wolnymi, przyrosłe zaś doń częściowo — półwolnymi.

<sup>1)</sup> Kritische mikroskopisch-mineralogische Studien, Freiburg (B.) 1869, oraz dwa dodatki z r. 1871 i 1874.

Grupy wolne utworzyły się w zawieszeniu, np. grupy kryształków śniegu — w powietrzu, grupy kryształów gipsu — w glinie. Grupy półwolne tworzyły się początkowo na podłożu, które stanowiło dla pierwszych kryształów płaszczyznę oparcia, gdy kryształy późniejsze osiadały już na barkach swych poprzedników. Niektóre z grup zaopatrzone są skutkiem tego jakby w podstawki, np. grupy kalcytu, piromorfitu.

Ogólne kształty grup bywają niekiedy tak charakterystyczne, że możemy je dosadnie oznaczać jednym wyrazem. Kuliste grupy gipsu przypominają zwiniętego w kłębek jeża, grupy zaś pirytu podobne są do kul, niekiedy do nerek lub grzybów. Kryształy tabliczkowate tworzą nieraz grupy koliste, jak niektóre miki, albo wachlarzowate lub klinowate, jak prenit, rozetkowate, jak błyszcz żelazny. Kryształy słupowate łączą się często w grupy gwiazdkształtne, właściwe gipsowi i niektórym mikrolitom, lub też tworzą grupy cylindryczne, jak aragonit, snopkowate, jak malachit, przypominające wiązanekę, jak de-smin i t. d.

**76. Szczotki kryształów.** <sup>1)</sup> Pod nazwą tą rozumiemy nieprawidłowe skupienia kryształów, osadzonych jeden obok drugiego na wspólnej podstawie, czyli podłożu. Częstokroć szczotki są tylko dalszym ciągiem, a raczej zakończeniem podłoża. Spół wapienny przeciekowaty lub ziarnisty przechodzi w szczotkę kryształów kalcytu, galena ziarnista — w szczotkę kryształów błyszczu ołowianego. Skały złożone, jak granit, kryją wewnątrz próżnie i szczeliny, w których części ich składowe rozwijają się w prawidłowe zakończenia krystaliczne, tworzące szczotkę, złożoną z kwarcu i feldspatu. We wszystkich tych przypadkach kryształy, składające szczotkę, zapuszczają niejako swe korzenie w podłoże (szczotki właściwe). Częściej jednak się zdarza, że podłoże różni się substancjonalnie od szczotki. Kryształy tkwią wtedy bezpośrednio w podstawie obcej (szczotka naciekowa). Przykłady: szczotki pirytu na podłożu kwarcowym, szczotki gipsu — na podstawie gliniastej.

Zewnętrzne kształty szczotek, zależnie od powierzchni podłoża, mają wygląd bardzo rozmaity. Pospolicie napotykamy postaci szczotek półkuliste, nerkowate, kręgowce, maczugowate, cylindryczne. Szczotki, powstałe z roztworu ściekającego, mają kształty soplowate. Gdy szczotki wyściełają próżnię kulistą, nazywamy je geodami. Najpospolitszym przykładem tych ostatnich są geody kwarcu, natrolitu, chabazytu, kalcytu. Utwory tego rodzaju występują w melafrach i bazaltach nieraz w znacznej ilości, skąd skały obfitujące w geody otrzymały nazwę migdałowców. Szczotki o kryształkach drobnych i nieróżniących się znacznie wymiarami tworzą naskorupienia i cieńsze od nich powłoki. Te ostatnie na szczególną zasługują uwagę, gdy pokrywają kryształy większe i wcześniejsze co do powstania, zachowujące jednak widoczne i właściwe sobie kształty.

Znane są powłoki kwarcu na galenie, pirytu na barycie. Jeżeli takie naskorupienie oddzielimy od znajdującego się pod nim kryształu, lub gdy uczyni to sama przyroda, na wewnętrznej jego stronie ujrzymy wtedy odcisk usuniętego

<sup>1)</sup> Nazywane też z niemiecka druzami.



kryształu. Tego rodzaju powłoki, bez względu na to, czy są krystaliczne, czy bezpostaciowe, nazywamy epimorfozami.

**77. Kształty przypadkowe minerałów krystalicznych.** Gdy osobniki mineralne natrafiają podczas krystalizacji na przeszkody w wykształceniu właściwych im postaci prawidłowych, powstają wtedy minerały krystaliczne o kształtach przypadkowych. Przeszkody te tkwią albo w otoczeniu, niesprzyjającym rozwojowi kryształu, albo w tem, że jednocześnie powstaje kilka lub więcej osobników. Jeżeli np. osobnik kalcytu, osadzony w skale, kształtów swych swobodnie rozwinąć nie może, zamiast kryształu powstaje tylko indywiduum krystaliczne; w innym znowu przypadku tworzy się obok siebie kilka naraz osobników kalcytu, rosnących jeden przy drugim, tak, że na żadnym z nich nie mogą się wykształcić ściany krystaliczne, albo tylko osobniki zewnętrzne wytworzyć zdolają ścianę jedną lub drugą. Tym sposobem powstaje spāt wapienny krystaliczny, z którego budowy wnosimy, że składa się z wielu indywiduów.

Minerały, pozbawione postaci prawidłowych, powstawać mogą niekiedy i bez widocznych przeszkód mechanicznych. Gdy jednak do prawidłowego rozwinięcia się kryształu, prócz dostatecznej przestrzeni, koniecznymi są jeszcze spokój i czas odpowiedni, zdarzyć się przeto może, że przyczyną niedokształcenia kryształu są ruchy i zaburzenia środowiska lub też szczupłość czasu. Atoli znamy minerały, które nawet w warunkach sprzyjających nie są zdolne wytworzyć kryształów prawidłowych, jak np. żelaziak brunatny.

Jeżeli minerał krystaliczny składa się z wielu indywiduów, wówczas nie mają one postaci, właściwych kryształom, lecz objęte są ścianami nieprawidłowymi, najczęściej krzywymi, które nazywamy płaszczyznami stycznymi.

Zależnie od tego, czy osobniki ujawniają skłonność do tworzenia kryształów rozwiniętych równomiernie, czy też tabliczkowatych lub słupowatych, kształty ich będą miały, nawet w niepomysłnych warunkach wzrostu, bądź jednakowe mniej więcej wymiary we wszystkich kierunkach, bądź też rozwinięte będą bardziej w dwóch kierunkach, lub wreszcie w jednym tylko. Od kształtu indywiduów, czyli części składowych skupienia zależy budowa (złożenie) minerałów krystalicznych. Zgodnie z powyższem, może być ona trojakiego rodzaju: 1. budowa ziarnista, w szczególności wielkoziarnista, gruboziarnista, drobnoziarnista; 2. budowa blaszkowa z podziałem na gruboblaszkową, cienkoblaszkową, gruboskorupową, cienkoskorupową, grubołuskową i drobnołuskową, ziarnistoblaszkową, blaszkowo-łupkową i t. p.; 3. budowa pręcikowa z odmianami: grubopręcikową, drobnopręcikową, grubowłóknistą, cienkowłóknistą, promienisto-pręcikową, promienisto-włóknistą, równoległo-pręcikową, równoległo-włóknistą, zagmatwano-pręcikową, zagmatwano-włóknistą i t. p.

Jeżeli granice osobników wskutek drobnych rozmiarów dla oka nieuzbrojonego znikają, minerał nazywany zbitym. Budowy: drobnoziarnista, cienkoblaszkowa i cienkopręcikowa tworzą zatem przejścia do złożenia zbitego. Może się jednak okazać, że minerał zbity dla oka gołego, rozpatrywany pod mi-



kroskopem, będzie znów ziarnisty, blaszkowy albo zawikłanie włóknisty. Przymiotnik „zbity“ ściąga się więc tylko do stosunków makroskopijnych.

Minerały krystaliczne mają po największej części wygląd ścisły (kompaktny); zdarzają się jednak niekiedy utwory dziurkowane lub porowate, jak to np. widzimy na spacie wapiennym, kwarcu i dolomicie. Dalej, w przeciwstawieniu do budowy ścisłej i stałej, odróżnić możemy jeszcze złożenie sypkie, właściwe minerałom luźno spojonym, tudzież dającym się łatwo kruszyć i rozcierać, jak kaolin i kreda.

Minerały krystaliczne składają się niekiedy z wielu warstw, wskazujących na ich stopniowe powstawanie. Przerwy w narastaniu sprowadzają skorupowatość, właściwą agatowi, aragonitowi i limonitowi. Jeżeli skorupy mają budowę promienisto-pręcikową lub promienisto-włóknistą, pręciki te i włókna biegną przez wszystkie skorupy, ułożone spółśrodkowo, nie zmieniając kierunku. Mamy tu zatem zjawisko, przypominające kryształy warstwowe. Występują w niem jednocześnie dwa rodzaje układu: promienisto-włóknisty i skorupowy, które pospołu wytwarzają budowę dwoistą, wielce charakterystyczną dla żelaziaków brunatnych i czerwonych.

**78.** Pierwotne kształty zewnętrzne, jakie posiadać może minerał krystaliczny, są trojakiemu rodzaju. Jeżeli minerał powstaje w przestrzeni wolnej albo w środowisku, nie stawiającem przeszkód ku narastaniu swobodnemu, rozwinię on kształty wolne, czyli sobie właściwe; jeżeli natomiast minerał pozbawiony jest owej przestrzeni wolnej, otrzyma on kształty, zapożyczone od otoczenia; wreszcie jeżeli minerały krystaliczne, po swem utworzeniu się, ulegną odkształcającym wpływom zewnętrznym, przybrać muszą postaci przypadkowe.

Postaci wolne, nazwane przez Mohsa kształtami naśladowczemi, pozostają w związku z grupami i szczotkami kryształów. Grupom odpowiadają utwory kuliste, właściwe grochowcom. Posiadają one budowę dwoistą, gdyż są jednocześnie promienisto-włókniste i spółśrodkowo-skorupowe. Należą tu t. zw. oolity, grochowce, sferolity. Minerały, odznaczające się skłonnością ku przybieraniu podobnych kształtów kulistych, tworzą często skupienia odosobnione o rozmaitym wyglądzie. Mianowicie spat wapienny występuje często w skupieniach, zwanych konkrecjami, a napotykanych pospolicie w glinie i marglu. Kształtami swemi naśladują one często rozmaite przedmioty, zwłaszcza organizmy; stąd w czasach, kiedy jeszcze nie umiano uzasadnić naukowo postaci minerału, upatrywano w nich „grę natury“, a wielce w zbiorach szacowano. Inne utwory wolne odpowiadają najczęściej szczotkom. Utwory półkuliste proste, ujawniające się niekiedy w natrolicie i niektórych minerałach włóknistych, nie są tak pospolite, jak skupienia bardziej złożone, których pojedyncze części usiłują niejako wytworzyć osobne półkule. Są to skupienia nerkowate i gronowate, najładniej rozwijające się na chalcedonie, na żelaziku brunatnym i czerwonym, na malachicie. Te ostatnie wykazują bardzo wyraźnie budowę dwoistą, gdy na chalcedonie jest ona najczęściej prawie niewidoczną. Utwory nerkowate składają się z wycinków kul większych, gronowate — z wycinków kul mniejszych. Skoro je rozbijemy, możemy często otrzy-

mać na granicy oddzielnych wycinków równe płaszczyzny styczne, niekiedy całkiem prawidłowe, zwłaszcza u żelaziaków. Inne utwory wolne mają kształty cylindryczne albo maczugowate, jakie często przybiera spat wapienny, dalej żębiaste lub drutowe, pospolicie dostrzegane na srebrze i miedzi rodzimej, wreszcie włosiaste i mszyste, właściwe srebru i złotu. W tych ostatnich postaciach pospolicie też ukazują się wykwyty koperwasu żelaznego na zwietrzałym pirycie albo wykwyty saletry potasowej, tworzące się w gruncie lub skałach porowatych.

Bardzo szczególnymi są utwory drzewiaste (dendryty), kształtem przypominające drzewa, krzewy i paprocie. Tworzą się one w szczelinach jako powłoki, swobodnie we wszystkich rozwinęte kierunkach. Zbliżają się one bardzo istotnie do postaci siatkowych, będących w części pniami krystalicznymi, w części zaś bliźniakami wielokrotnymi. W bardzo ozdobnych dendrytach ukazują się miedź rodzima oraz rudy manganowe.

Do utworów wolnych należą także naskorupienia, skorupy i powłoki minerałów krystalicznych. Jeżeli tego rodzaju powłoki utworzyły się na kryształach wcześniej powstałych (epimorfozy), wykazują one po usunięciu tych ostatnich odciski, o których wspominaliśmy już przy szczotkach. Przykłady: powłoki limonitu na kryształach kalcytu, powłoki pirytu na kryształach barytu.

Największą różnorodnością kształtów wolnych odznaczają się utwory naciekowe (stalaktyty). Szczególne warunki ich powstawania, polegające na ciągłym ściekaniu coraz to świeżych i nowych ilości roztworu, sprzyjają nie tyle tworzeniu się wyraźnych kryształów, ile raczej utworów, przypominających kształtami czopy i cylindry, bańki, a niekiedy rurki. Utwory te pozostają często w ścisłym związku z postaciami nerkowymi i gronowymi, co jest dowodem wspólności pochodzenia. Zamiast prostych postaci cylindrycznych powstają niekiedy kształty pęczkowate lub krzewiaste, a także rogate, jakto widzimy na pewnym gatunku aragonitu, zwanym „kwiatem żelaznym“.

Kształty zapożyczone pochodzą w części stąd, że minerały krystaliczne wypełniają w skałach próżnie i szczeliny. Tworzą się one zatem w przestrzeniach ograniczonych i skutkiem tego nie mogą wytworzyć ani kryształów, ani też przybrać kształtów wolnych. Postaci ich są przeto tylko odbiciem kształtów otoczenia, które wogóle są nieprawidłowe. Przez wypełnienie szczeliny powstają płyty, których przekroje poprzeczne, nazywamy zwykle żyłami. W szczelinach bardzo wąskich powstają blaszki cieniutkie, zwane powłokami naleciałymi (nalotami).

Wypełnienie próżni zaokrąglonych prowadzi do kształtów kulistych lub przypominających guzy i buły. Przykładem są buły agatu. Niekiedy całą próżnię wypełnia jeden osobnik, np. kalcytu, co poznajemy po jednostajnej łupliwości. I inne próżnie skalne bywają niekiedy wypełniane przez jedno tylko indywiduum, należące zwykle do minerałów najpospolitszych. Wielkość i kształty tych utworów mogą być zresztą bardzo rozmaite. Występują one bądź w skałach sobie obcych, np. piryt i kwarc w łupku gliniastym, bądź też pokrewnych, jak np. wapień ziarnisty w wapniaku zbitym.



Do utworów o kształtach zapożyczonych należą także pseudomorfozy (kryształy fałszywe) i skaunienialości, których poznaniem zajmniemy się niżej.

Minerały krystaliczne, zarówno jak bezpostaciowe, występują często w kształtach przypadkowych, powstałych pod wpływami mechanicznymi, a więc w postaci okruchów, głazów, ziarn, piasku i pyłu. Z tych luźnych ułamków, ziarn i t. p. mogą znów powstawać masy spojone, które jednak już to na świeżym odlamie, już badane w szlifach, ujawnią swe pochodzenie okruchowe.

**79. Kształty minerałów bezpostaciowych.** O minerałach ciekłych powiemy tu tylko tyle, że wszystkie one w pewnych warunkach tworzyć mogą krople, woda zaś — mgłę jeszcze. Minerały bezpostaciowe stałe przybierają kształty zewnętrzne wolne lub zapożyczone w tych samych warunkach, jak minerały krystaliczne. Opal np. ukazuje się w kształtach półkulistych, cylindrycznych, czopowych lub bulastych, dalej w powłokach i naskorupieniach często falistych, wreszcie w połączeniach tych rozmaitych postaci. Wolna ich powierzchnia odznacza się często ładną rzeźbą gronowatą lub nerkowatą, na przełomie zaś występuje niekiedy wyraźna budowa warstwowa, dowodząca przerwy w narastaniu, lub też zawikłany splot włóknisty. Szkła naturalne, jak obsydyan i perlit, wykazują pod mikroskopem bardzo często budowę potokową (fluidalną), t. j. taki układ cząstek, który dowodzi ich ruchu postępowego przed zastygnięciem. Atoli o budowie prawidłowej nie może tu być nawet mowy. Stąd minerały bezpostaciowe łatwo dają się rozpoznać po ich powierzchniach przełamowych, które są nierówne, błyszczące, jak szkło lub smoła, gdy minerały krystaliczne zbite, o budowie dla oka nieuchwytniej, zwykle bywają na przełomie mniej lub więcej matowe. Jeżeli bezpostaciowość minerału wzbudza wątpliwości, wyjaśnić je można najłatwiej za pomocą wytrawiania lub badań mikroskopowo-optycznych.

Minerały bezpostaciowe, skoro powstają w przestrzeniach ograniczonych, przybierają kształty płyt i żył lub tworzą buły, masy jajowate i t. p. Często opale i minerały im podobne (porodynowe) przejmują nawskróś utwory krystaliczne, nadając im wygląd minerałów zupełnie bezpostaciowych (półopali).

Ciała bezpostaciowe szkliste łatwo przechodzić mogą w stan krystaliczny. Znany przykładem, lubo nie należącym do mineralogii, jest stopiony cukier, który przechodzi powoli w ciało krystaliczne z biegiem samego tylko czasu. Cukierki wykazują niekiedy stan przejściowy, skorupy ich bowiem składają się z cukru krystalicznego, włóknistego, gdy wewnątrz pozostaje jeszcze w stanie bezpostaciowym. Zwyczajne szkło, ogrzewane przez czas dłuższy na wolnym ogniu, przechodzi niekiedy w ciało porcelanowate (t. zw. porcelaną Réaumura), czyli podlega odszkleniu, staje się krystalicznym.

Szkła naturalne, występujące w obsydyanach, pumeksach, ryolitach i t. p., odznaczają się często zmętnieniem i innymi objawami krystalizacji, wskazującymi na powolny proces odszklenia. Wniosek ten opiera się na mikroskopowych badaniach tego zjawiska oraz na porównaniu z objawami, towarzyszącymi odszkleniu wywoływanemu sztucznie. Tego rodzaju minerały bezpostaciowe są, jak przypuszcza Lagorio, dokładnymi bardzo mieszaninami, czyli stopami fel-



spatu, kwarcu, augitu i t. d., których drobne indywidua powoli wyłaniają się z masy szklistej, podlegającej odszkleniu. Lagorio, *Tschermak's Min. u. petr. Mitth.*, t. 8, str. 421; Rutley, *Proceedings of the Royal soc.*, 1895, str. 87, i 1886, str. 430.

Niektóre minerały występują w postaci proszku bezpostaciowego albo też mas gliniastych lub galaretowatych. Rozpatrywane pod mikroskopem, składają się one z kłaczków, ziarenek i kulek, częstokroć zlewających się z sobą. Przykładami minerałów podobnych są: mleko skalne, kaolin, krzemionka galaretowata.

**80. Pseudomorfozy (kryształy fałszywe).** Do bardzo szczególnych i uwagi godnych przypadków występowania minerałów w kształtach zapożyczonych należą te interesujące utwory, które już były znane Wernerowi i zostały przez niego nazwane kryształami fałszywymi. Posiadają one postać zewnętrzną kryształów niekiedy doskonale zachowaną, ale ich własności wewnętrzne zgola nie odpowiadają istocie kryształu, nie są to bowiem ciała jednolite, lecz tylko skupienia krystaliczne, obdarzone określoną budową, lub też bezpostaciowe. Bardzo liczne postrzeżenia dowodzą, że kształty tych utworów, zwanych zwykle pseudomorfozami, pochodzą w samej rzeczy od kryształów. Mineral lub mieszanina minerałów, składająca pseudomorfozę, postać swoją zewnętrzną mają zatem niejako przekazaną przez kryształ, który istniał poprzednio. Stąd Naumann określa pseudomorfozy, jako minerały krystaliczne lub bezpostaciowe, które, nie będąc same kryształami, występują w kształtach, od innych minerałów zapożyczonych.

Pseudomorfozy, ze względu na ich pochodzenie, dzielimy na powstałe przez wypełnienie i przez przeistoczenie; w tych ostatnich odróżniamy jeszcze dalej kryształy fałszywe, powstałe przez zastąpienie częściowe i całkowite.

Jeżeli odcisk kryształu, wewnątrz próżny, zostanie wypełniony przez jakikolwiek mineral inny, to powstaje odlew, naśladowujący postać owego kryształu. Tego rodzaju utwory, rzadko napotymane, nazywamy kryształami fałszywymi, powstałymi przez wypełnienie. Kennigott nazywa je pleromorfozami. Należą do tej kategorii np. odlewy gliniaste, przypominające sześciany soli kamiennej. Pochodzenie ich jest łatwo zrozumiałe: naprzód w glinie powstać musiały kryształy soli, a te, wylugowane następnie przez wodę, pozostały po sobie próżnie, które wypełniły się powoli delikatną masą gliniastą.

Wypełnienia tego rodzaju nie mają jednak szerszego znaczenia i nie są nawet zaliczone do pseudomorfoz właściwych. Natomiast drugi rodzaj kryształów fałszywych, powstających przez przeistoczenie, stanowi dziedzinę rozległą i nadzwyczaj interesującą, dziedzinę, która porusza najważniejsze zagadnienia fizjologii minerałów.

Utwory, o których mowa, powstają skutkiem przeobrażeń, jakim kryształ podlega z biegiem czasu. Przeobrażenia te dotyczą bądź tylko budowy molekularnej (paramorfoza), bądź też, jak to najczęściej bywa, sięgają głębiej i powodują zmiany chemiczne samej substancji kryształu. O tych zmianach chemicznych mówić będziemy po zapoznaniu się z własnościami minerałów substancjonalnymi; tu nadmienimy tylko, że mogą one być częściowe, gdy część

substancji pierwotnej pozostaje w kryształach, i całkowite, gdy cała jej masa ulegnie przeobrażeniu i zastąpieniu przez inną.

Postać krystaliczna minerału pierwotnego bywa niekiedy w pseudomorfozach doskonale zachowana, tak, że w kątach dostrzedz się dają zaledwie nieznaczne tylko zmiany. Kryształy fałszywe serpentynu, według pomiarów Haidingera, mają kąty bardzo zbliżone do kątów oliwinu. Pseudomorfozy zielone, złożone z malachitu i przypominające postaci krystaliczne atakamitu, były mierzone przez Koksarowa i autora, którzy wykazali zupełną prawie zgodność kątów tych kryształów fałszywych z kątami prawdziwych kryształów atakamitu. Nawet subtelny rysunek i prążkowatość ścian są niekiedy pięknie zachowane, jak to widzimy na żelaziaku brunatnym o postaci pirytu albo na pseudomorfozach, składających się ze steatytu a oddających wiernie postaci kwarcu aż do najdrobniejszych kresek na ścianach słupa. Kształty kryształów zawieszonych przechowuje w postaci odcisków otaczająca je substancja macierzysta, kształty zaś kryształów narosłych zachować się mogą dobrze dzięki temu, że naprzód tworzy się na nich obca powłoka, poczem dopiero następują przemiany wewnętrzne. Według spostrzeżeń Bischofa, postać narosłych kryształów kuprytu zachowuje się czasami dzięki temu, że przemiana ich w malachit odbywa się pod powłoką żelaziaka brunatnego.

Budowa kryształów fałszywych jest zazwyczaj zbita lub drobnoziarnista, niekiedy zawikłano-blaszkowata lub zawikłano-włóknista. Rzadziej napotykamy budowę bardziej gruboziarnistą, równoległo-blaszkowatą lub równoległo-włóknistą. Równoległy szysk blaszek lub włókien sprawia, że tego rodzaju pseudomorfozy zachowują się we względzie optycznym na podobieństwo kryształów właściwych. Przykładem ich jest blaszkowaty bastyt, powstający z bronzytu, uralitu, mający postać augitu, wewnątrz zaś składający się z równoległych włókien amfibolu.

Niektóre kryształy fałszywe składają się z jednego tylko minerału, inne prócz minerału głównego zawierają jeszcze nieznaczłą domieszkę drugiego, jeszcze inne tworzą mieszaninę dwóch lub kilku minerałów. Pseudomorfozy klasyfikujemy zazwyczaj według minerału przeważającego, tak, że składające się wyłącznie lub przeważnie z kalcytu zbieramy w jedną gromadę, składające się z kwarcu łączymy w dział drugi. Można atoli przeprowadzić podział i na innej zasadzie, a mianowicie na zasadzie minerałów pierwotnych, czyli kryształy fałszywe, mające postać augitu, połączyć w jedną grupę, powstałe z pirytu zestawić w drugą i t. d. Przy wymienianiu pseudomorfoz, zwyczajem zapoczątkowanym przez Bluma, kładziemy na pierwszym miejscu nazwę minerału, z którego się one składają, na drugim zaś nazwę minerału pierwotnego i łączymy oba te imiona za pomocą przedimka „po“. A więc z pomiędzy przykładów wyżej przytoczonych jeden będzie „kryształem fałszywym serpentynu po oliwinie“, drugi — „pseudomorfozą steatytu po kwarcu“, trzeci — „bastytu po bronzycie“ i t. d. Kryształy fałszywe, składające się z mieszaniny minerałów, otrzymują nazwę odpowiednią, np. „kaolin i kwarc po feldspacie“.

Przeobrażanie się kryształów, czyli powstawanie pseudomorfozy, daje się częstokroć poznać bardzo dokładnie. Że badania mikroskopowe odgrywają



w tym względzie rolę pierwszorzędną, rzecz to zupełnie zrozumiała. W wielu przypadkach substancja przeobrażona tworzy tylko powierzchnią warstwę, gdy wewnątrz widzimy jeszcze jądro nienaruszone. Przeobrażanie się postępuje wgłąb kryształu bądź zupełnie nieprawidłowo, bądź też równoległe do pewnych płaszczyzn. Tego rodzaju przeistoczeniami odznaczają się kryształy romboedryczne syderytu, zamieniające się na zwyczajny limonit, lub kryształy pirytu, przechodzące w inną rudę żelazną, getyt. Fig. 253 przedstawia przekrój poprzeczny sześcianu pirytu, mającego wewnątrz jądro jeszcze świeże, pozatem jednak przeobrażonego w getyt zbity.

Niekiedy jądro i nowopowstająca skorupa nie przystają ściśle do siebie, lecz są rozdzielone pewną przestrzenią, a nawet jądro może zniknąć wcześniej, zanim pseudomorfizacja, postępująca z zewnątrz, dotrze do samego środka; powstają wtedy t. zw. pseudomorfozy puste, które były często brane za skutek prostego obrastania. Dzieje się to pospolicie przy powstawaniu kryształów fałszywych kwarcu po kalcyecie.

Fig. 253.



Fig. 254.



Fig. 255.



Fig. 256.



Przeobrażanie się postępuje niekiedy w taki sposób, że substancja nowotworu przenika do środka kryształu wązkimi szczelinami, które zwykły biedz równoległe z łupliwością. Nowopowstający minerał tworzy się zatem w szczelinach i na ich ścianach. Jeżeli objętość jego jest większa od objętości minerału pierwotnego, to rozsadza go na części, wypełnia powstałe stąd szpary, które, krzyżując się z sobą, tworzą rodzaj sieci; w okach jej tkwi jeszcze substancja niezmienniona, lecz z biegiem czasu i ta ustąpić musi miejsca nowotworowi. Tak odbywa się przejście oliwinu w serpentyn (autor, Sitzungsber. d. W. Akad., t. 56). Fig. 254 daje nam powiększony przekrój kryształu oliwinu, w którym nie tylko skorupa zewnętrzna składa się z serpentynu, lecz i środek przejęty już jest siecią substancji serpentynowej. Ponieważ przeistaczaniu się temu towarzyszy zwykle powstawanie drobnych ziarenek magnetytu, przeto widzimy je często uszykowane wzdłuż szczelin i szpar, które powstały wcześniej. Następująca fig. 255 jest przekrojem pseudomorfozy już dokonanej, której historię powstania dokładnie ilustruje uwidoczniiony na niej rysunek sieciowy.

Czasami pseudomorfizacja kryształu zaczyna się od środka, jak np. w niektórych feldspatach, mających warstwy zewnętrzne zupełnie świeże, gdy wną-



trze wypełnia masa ziemista, zbliżona do kaolinu. O procesie tym daje wyobrażenie fig. 256. Przyczyna tak szczególnego początku zjawiska może polegać na tem, że kryształ pierwotny składał się z warstw niejednakowych, mając w swem jądrze substancję łatwiej rozkładowi ulegającą, albo też na tem, że wewnątrz kryształu pierwotnego były osadzone liczne inkluzye cieczy i gazów, które, zwiększając powierzchnię zetknięcia się z substancją nagryzającą a przenikającą szczelinami z zewnątrz, czyniły tem samem sprawę rozkładu jądra szybszą, niż części zewnętrznych.

Ponieważ nietylko kryształy, ale i masy krystaliczne mogą podlegać przeistoczeniu, zdarza się przeto często, że nowopowstający minerał zgoła nie posiada kształtów kryształu. O sposobie jego powstania świadczy tylko budowa wewnętrzna. Żelaziak czerwony, odznaczający się powierzchnią gronowatą lub nerkowatą i opisaną powyżej budową dwoistą, powstaje z żelaziaka brunatnego, pewnej odmiany limonitu, zachowując pierwotną powierzchnię i budowę. Haidinger był zatem zdania, że żelaziak czerwony jest pseudomorfozą po żelaziaku brunatnym. Masy blaszkowate aragonitu z widocznymi jeszcze szczelinami łupliwości, właściwej gipsowi, uznać tedy należy za pseudomorfozy aragonitu po gipsie i t. d. Uwzględniając tego rodzaju przeobrażenia, definicyę pseudomorfozy Naumanna rozszerzyć musimy w sposób następujący: pseudomorfozy są to minerały krystaliczne lub bezpostaciowe, mające bądź kształty minerału obcego, bądź też jego budowę, bądź wreszcie pierwsze i drugą równocześnie.

Z dawniejszych prac, traktujących o pseudomorfozach, zaznaczamy: Breithaupt, Ueber die Echtheit der Krystalle. Freiberg 1815. Haidinger, Pogg. Annalen, t. 11. str. 173 i 366; t. 62, str. 161. Rozprawy nowsze: Scheerer, Ueber Afterkrystalle. Handvörterbuch der reinen und angewandten Chemie, 2 wyd. 1837. L. Bischof, Lehrbuch der chemischen Geologie, wyd. 1, 1847, wyd 2, 1863 — 66. Uwagi o pseudomorfozach Delessea, Annales de mines [5], t. 16, str. 317. E. Geinitz, N. Jahrbuch f. Mineralogie, 1876, str. 449. Zestawienie spostrzeżeń własnych i cudzych, tudzież wskazanie literatury znajdujemy w cennem dziele R. Bluma o pseudomorfozach w państwie mineralnem, Stuttgart, 1843, z czterema dodatkami z lat 1847, 1852, 1863, 1879. Porównaj także J. Rotha, Allgemeine und Chemische Geologie, Berlin 1879.

**81. Skamieniałości (skamieliny).** Tak nazywamy wogóle kształty minerałów pojedynczych i mieszanin, pochodzące od organizmów i wykazujące bądź tylko postać zewnętrzną jestestwa organicznego, bądź jego budowę, bądź wreszcie tę i tamtą jednocześnie. Ponieważ skamieniałości są minerałami o kształtach zapożyczonych, wynika stąd ich istotne podobieństwo do pseudomorfoz i podział na odciski i produkty przeistoczenia.

Odciski, wewnątrz próżne, są bardzo pospolite zwłaszcza w wapieniu, także w dolomie, piaskowcu i t. p. Powstają one przez odcisnięcie się na podłożu mineralnem kształtów organizmu, którego substancja została następnie wydalona w postaci rozpuszczalnej. W procesie tym często bardzo powstają odlewki strony odcisków wewnętrznej, jak np. odlewki wewnętrzne skorupy ślimaków i muszli, nazywane jądrami kamiennymi. Skamieniałości właściwe po-

wstają przez przeobrażanie się substancji, składających organizm. Skorupy i szkielety wapienne zwierząt niższych są najpospolitszymi skamieniałościami, gdyż do ich powstania prowadzą nieznaczne tylko zmiany, polegające na przeobrażeniu się w kalcyt lub rzadziej aragonit. Rośliny i ciała zwierzęce pozostawiają często odciski płaskie, jak np. odciski liści roślinnych i ryb, składające się zazwyczaj z cienkiej warstewki węgla. Szczątki roślin, nagromadzone w większych ilościach, znajdujemy wreszcie w rozmaitych węglach brunatnych i czarnych, których budowę roślinną odróżniamy nieraz wprost gołym okiem albo dopiero w przyrządzonym odpowiednio preparacie.

Drzewo skamieniałe składa się po największej części z opalu i kwarcu. W pierwszym przypadku budowa pierwotna zachowała się w stopniu tak doskonałym, że szlif drzewa skamieniałego, rozpatrywany pod mikroskopem, robi wrażenie udatnego przekroju świeżej tkanki drzewnej, jakkolwiek jej substancja całkowicie przeistoczyła się w opal.

Odróżniamy zwykle skamieniałości współczesne i kopalne, stosując pierwszą nazwę do szczątków mniej zmienionych i należących do organizmów dziś jeszcze żyjących, drugą zaś — do pozostałości bardziej zmienionych i należących do organizmów zaginionych.

Minerał, tworzący skamieniałość, w wielu przypadkach posiada budowę nieokreślenie ziarnistą, łuskowatą, zbitą i t. p. Niekiedy jednak przybiera on przytem osobne kształty, jak np. t. zw. „pięście krzemienne“ chalcedonu i opalu, znajduwane w niektórych utworach skamieniałych. Pospoliciej minerał skamielinowy ujawnia budowę, zapożyczoną od organizmu. Należy tu np. budowa skorupowa wielu skamieniałych muszli, budowa promienistowłóknista belemnitów, a przede wszystkim prawidłowa orientacja indywiduów kalcytu w skamieniałościach jeżów morskich, gwiazd i lili morskich. Każdy kolec jeża morskiego, każde ogniwo łodygi lili morskiej, każda płytka jej kielicha i t. d. jest osobnikiem kalcytu, którego oś główna biegnie równolegle do osi podłużnej kolca, łodygi i t. d., albo też wogóle zajmuje określone położenie względem osi ciała zwierzęcego. Porówn. Hessel, Einfluss des organischen Körpers auf den unorganischen. Marburg 1826. Ebner, Sitzungsber. Ak. Wien, t. 95 (I), str. 55.

Wspominaliśmy już poprzednio, że niektóre samoistne utwory krystaliczne wykazują podobieństwo do skamieniałości. Dendryty i utwory mchowate dawniej były nieraz brane za szczątki roślin.

Minerały, powyżej wymienione, kalcyt, aragonit, opal, kwarc, węgiel, stanowią najważniejszy materiał skamielinowy, jakkolwiek zamiast nich występuje niekiedy gips, baryt, celestyn i in. Jeżeli w postaci skamieniałości ukazują się minerały, zawierające metal ciężki, jak piryty, żelaziak brunatny, spat cynkowy, żelaziak czerwony, syderyt, mówimy wtedy o skruszczeniu i o skamieniałościach kruszcowych. Zarówno szczątki zwierząt, jak roślin przechowują się często w skamieniałościach pirytu. Literaturę, odnoszącą się do minerałów, napotykaných w postaci skamieniałości, przytacza Blum w dziele powyżej cytowanym o pseudomorfozach państwa mineralnego.



## II. Mineralogia fizyczna.

**82. Sprężystość. Spójność.** Czynniki zewnętrzne są w stanie wywołać zmiany przemijające w kształtach ciał stałych. Te ostatnie stawiały przytem pewien opór, którego wielkość jest miarą ich sprężystości.

Jeżeli ciałom stałym nadamy postać prętów, możemy je wyciągać lub ścisnąć, zawieszając lub nakładając ciężary, oraz mierzyć spowodowane tym sposobem wydłużenie czy skrócenie. Sztabki, umocowane w położeniu poziomem jednym końcem, a obciążone na końcu wolnym ciężarem, działającym prostopadle do osi wydłużenia, podlegają zginaniu, podobnie jak pręty, wspierające się na obu końcach, a obciążone pośrodku, albo jak krążki, wsparte na końcach jednej średnicy, a obciążone na końcach średnicy prostopadlej. Miarą zgięcia będzie tu obniżenie się środka pręta lub krążka. Skręcenie pręta, jednym końcem przymocowanego, da się również wywołać za pomocą ciężarów. Im większe jest obciążenie, niezbędne do wywołania pewnego przemijającego wydłużenia, zgięcia lub skrócenia, tem większą jest sprężystość badanego ciała.

Odpowiednie obciążenia nazywane są współczynnikami sprężystości, jakkolwiek mianem tem oznaczane często bywają i wartości odwrócone tych obciążeń.

Ażeby pręt o przekroju, równym 1 milimetrowi kwadratowemu, wyciągnąć o 0·001 jego długości, należy obciążyć:

ołów . . . . .	1·727 kilograma
złoto . . . . .	5·585 „
srebro . . . . .	7·141 „
szkło szybowe . . . . .	7·917 „
drut stalowy . . . . .	18·809 „

Jeżeli podobne pręty wytniemy z minerałów krystalicznych, a mianowicie z kryształów regularnych w kierunku krawędzi sześciangu, z innych zaś—w kierunku osi pionowej, to takie samo ich wydłużenie spowodują obciążenia następujące:

ałun . . . . .	1·793 kilograma
sól kamienna . . . . .	4·199 „
baryt . . . . .	5·385 „
kalcyt . . . . .	5·838 „
kwarc . . . . .	10·300 „
fluoryt . . . . .	14·700 „
piryt . . . . .	35·310 „

Sprężystość minerałów bezpostaciowych jest we wszystkich kierunkach jednakowa, co zaś się tyczy kryształów, to jest ona jednakowa w kierunkach krystalograficznie równoznacznych, w kierunkach zaś nierównoznacznych—zwykle różna.

Wszystkie pręty, wycięte z fluorytu równolegle do krawędzi sześciangu, wykazują sprężystość tę samą. Jeśli podstawa tych prętów równa się 1 milime-



trowi kwadratowemu, a długość 4 centymetrom, to wszystkie one zegną się o 0.1 milimetra, skoro obciążenie ich środka wynosić będzie 92 gramy. Sztabki tych samych wymiarów, wykrojone w kierunku przekątnej ścian kostki, również zachowują się jednakowo, ale doznają owego zgięcia o 0.1 milimetra już pod obciążeniem 63 gramów. Sprężystość w kierunku krawędzi sześciangu jest zatem 1.46 raza większa, niż w kierunku przekątnych. W kierunkach pośrednich otrzymalibyśmy i wartości pośrednie.

Jeżeli obciążenia wyrazimy za pomocą długości, a te nakreślimy na badanej ścianie kryształu w postaci linii, wychodzących z jej środka i biegnących w kierunkach wskazanych, to otrzymamy rysunek, jak na fig. 257. Jeżeli byśmy dalej w ten sam sposób nakreślili linie, odpowiadające kierunkom pośrednim a końce tych linii połączyli, otrzymalibyśmy krzywą sprężystości <sup>1)</sup>, czyli inaczej figurę sprężystości badanej ściany kryształu, np. ściany kostkowej fluorytu, fig. 261.

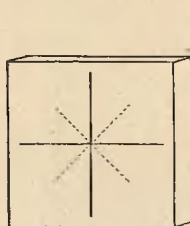
Własności tej figury ściśle się wiążą z symetrią uważanej ściany. Należy przytem pamiętać o tem, że sprężystość w kierunku, przeciwnym mierzonemu, jest ta sama. Wynika to już z doświadczeń nad wyciąganiem, które dowodzą, że wydłużenie bynajmniej nie zmienia się od tego, czy obciążenie działa na jeden koniec sztabki, czy na drugi. Stąd niema wcale figur sprężystości zupełnie niesymetrycznych lub jednosymetrycznych.

Fig. 257.

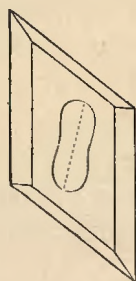
Fig. 258.

Fig. 259.

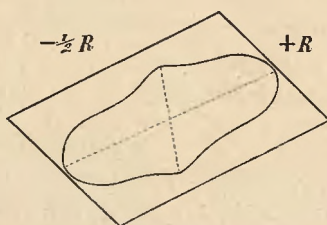
Fig. 260.



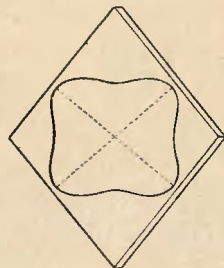
Fluoryt 100.



Gips 010.



Kalcyt 1210.



Baryt 100.

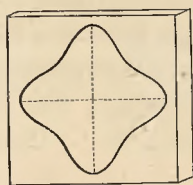
Na ścianach niesymetrycznych krzywa sprężystości jest dwumierna, jak na fig. 258, albowiem każdy jej promień jest równoznaczny z promieniem odległym o 180°. Największe średnice figur oznaczone są liniami kropkowanymi. Kryształy trójskośne na wszystkich swych ścianach wykazują zatem figury dwumiernie, podobnie jak kryształy jednoskośne na ścianach, nieprostokątnych do płaszczyzny symetrii.

<sup>1)</sup> Krzywą sprężystości otrzymać też możemy w inny sposób, a mianowicie, wyrażając zgięcia pod jednakowem obciążeniem przez odpowiednie długości. Metoda, użyta powyżej, może być zastosowana jednocześnie do analogicznego wyjaśnienia sprężystości i twardości kryształów.

Ścianom jednosymetrycznym i dwusymetrycznym odpowiadają krzywe sprężystości dwusymetryczne, jak na fig. 260. Kryształy jednoskośne na ścianach prostopadłych do płaszczyzny symetrii, kryształy zaś rombowe na wszystkich ścianach podstawowych i pryzmatycznych mają figury dwusymetryczne. Krzywe sprężystości kryształów tetragonalnych i heksagonalnych na wszystkich ścianach, równoległych do osi głównej, są dwusymetryczne, zarówno jak krzywe kryształów romboedrycznych na ścianach wszystkich romboedrów i słupa właściwego, gdy na ścianach słupa wtórego są one tylko dwumierne, fig. 259.

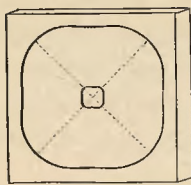
Ścianom czterosymetrycznym odpowiadają krzywe o charakterze czterosymetrycznym, jak na fig. 261 (fluoryt), oraz na fig. 262 (alun). Tę ostatnią, z powodu bardzo niewielkiej sprężystości alunu, odpowiadającej krzywej mniejszej, wewnętrznej, podano dla wyrazistości rysunku jeszcze w powiększeniu ośmiokrotnem (krzywa zewnętrzna).

Fig. 261.



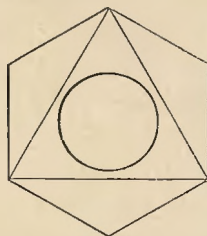
Fluoryt 100.

Fig. 262.



Alun 100.

Fig. 263.



Fluoryt 111.

Ściany trójsymetryczne i sześćiosymetryczne zachowują się jednakowo. Należałoby dla nich przewidywać krzywych sześćiosymetrycznych. Gdy jednak z teorii sprężystości wynika, że figury sprężystości mieć mogą najwyżej dwie średnice największe i dwie najmniejsze, jedna dla ścian tych pozostaje krzywa, mianowicie okrąg. Ścianom podstawowym kryształów heksagonalnych i romboedrycznych, tudzież ścianom ośmiościanów regularnych odpowiada zatem krzywa sprężystości w postaci okręgu, fig. 263.

Co się tyczy kryształów połówkowych, to zdarza się tu niekiedy, że figura sprężystości jednej ściany łączy się z figurą ściany przeciwległej, jak to wypływa z doświadczeń, przeprowadzonych nad zginaniem. Ścianie sześcianu na kryształach tetraedrycznym (porówn. fig. 157 na str. 77) odpowiada zatem krzywa nie dwusymetryczna, lecz czterosymetryczna.

W innych przypadkach należy mieć na względzie, że sprężystość kryształu we wszystkich równoległych kierunkach musi być jednakowa, chociażby te kierunki na rozmaitych ścianach nie były krytalograficznie równoznaczne.

Na kryształach pirytoedrycznych (porówn. fig. 160 na str. 77) ściany kostki są dwusymetryczne. Jeżeli jednak ścianę przednią 100 porównamy z boczną 010, to się okaże, że kierunek pionowy pierwszej jest krytalograficznie jednoznaczny z kierunkiem poziomym ściany drugiej i odwrotnie. Ponieważ atoli



kierunki pionowe na obu ścianach pod względem sprężystości są jednakowe, wynika stąd, że na każdej z tych ścian kierunki pionowe i poziome pod względem sprężystości są równoznaczne, co prowadzi do krzywej czterosymetrycznej. Istotnie doświadczenia, przeprowadzone na pirycie, dają na ścianie kostki figurę, podobną do krzywej fluorytu.

Kryształy hemimorficzne zachowują się, jak kryształy wykształcone z obu stron jednakowo. Świadczą o tem pomiary, dokonane na turmalinie.

Savart określił sprężystość kilku kryształów za pomocą wysokości tonów i figur dźwiękowych płytek, wykrojonych w rozmaitych kierunkach. Płytki kryształu górnego wydawały tony różne, zależnie od tego, czy były wykrojone równoległe do  $R$ , —  $R$ , czy też do ścian pryzmatycznych. Różnice dochodziły do całej kwinty. Z pomiędzy płytek, wykrojonych równoległe do osi głównej, każde trzy, odległe od siebie o  $120^\circ$ , zachowywały się zawsze jednakowo. Płytki kalcytowe dawały rezultaty podobne, i tu bowiem zachowywały się jednakowo te z nich, które odpowiadały, zgodnie z symetrią romboedru, ścianom kryształograficznie równoznacznym. Płytki gipsowe wykazały symetrię jednoskośną, gdy płytki ciał bezpostaciowych, bez względu na ich kierunek, wcale się między sobą nie różniły. Na drzewie, posiadajacem budowę odmienną w trzech kierunkach, skonstatowano sprężystość rozmaitą w różnych kierunkach. Pomiedzy płytkami drewnianymi a kryształowemi istnieje zatem analogia. Podobnie Reusch usiłował określić sprężystość lodu i soli kamiennej z wysokości tonu drgających sztabek, Groth zaś — z rozmieszczenia węzłów na drgających prętach soli kamiennej.

Lit. Liebisch, Physikal. Krystallographie, str. 558. Savart, Pogg. Ann. t. 16, str. 206. Angström, tamże, t. 86, str. 206. Neumann, tamże, t. 31, str. 177. Groth, tamże, t. 157, str. 115. Reusch, tamże, nowa serya, t. 9, str. 329. Beckenkamp, Zeitschr. f. Kryst., t. 10, str. 41, oraz t. 12, str. 419.

**83.** Minerały, wystawione na działanie czynników mechanicznych, sprowadzających w ich kształtach zmiany stałe, zachowują się zazwyczaj niejednakowo, czyli, jak się zwykle wyrażamy, wykazują spójność rozmaitą.

Jeżeli spróbujemy zginać cienkie blaszki lub sztabki, to niektóre z nich, np. mika, azbest, po chwilowem odkształceniu, powracają znów do położenia pierwotnego, czyli odznaczają się sprężystością doskonałą, gdy inne, jak chloryt, gips albo talk, pozostają trwale w tem nowem położeniu, a więc są giętkie.

Podczas skrobania, drapania lub odłupywania minerałów zauważamy odskakiwanie drobnych okruchów i proszku, czyli rozpryskiwanie się cząstek z towarzyszącem mu zwykle trzaskaniem, dalej częste pękanie przekrojów oraz niezależne od badacza powiększanie się powstałych szczelin. Zachowujące się tak minerały są rozpryskliwe lub kruche, np. fluspat, feldspat, gdy łagodnie zachowującemi się nazywamy te, których proszek podczas skrobania nie rozpryskuje się, lecz raczej przystaje do ostrza, jak np. steatyt, grafit i in. Jeżeli przytem nie powstają ani szczeliny, ani okruchy, ani też proszek, mineral zaś ustępuje z łatwością wrzynającemu się weń nożowi lub wogóle ostrzu,



daje się on wtedy strugać na wióry, jak złoto, srebro, argentyt. Należące tu minerały są zazwyczaj kowalne i rozciągliwe, gdyż można je kuć na cienkie blachy lub wyciągać w druty. Minerały, nie dające się zgoła rozbić lub tylko z wielkim trudem dzielące się na części, nazywamy spoistemi, jak np. żelazo i wszystkie metale rozciągliwe, a w stopniu nieznacznym także nefryt, chalcedon i wogóle minerały o budowie zawikłanie włóknistej.

**84.** Wytrzymałość ciał, t. j. opór stawiany przy ich rozdzielaniu, uwiidocznia się najprościej przez zastosowanie ciężarów, które je z początku rozciągają, wreszcie rozrywają. Sohneke badał wytrzymałość soli kamiennej na rozciąganie i znalazł, że gdy pręt, wycięty równolegle do krawędzi sześcianu, pęka pod obciążeniem 1 kilograma, taki sam pręt, wycięty prostopadłe do ścian sześcianu, wymagał ciężaru dwa razy większego, sztabka zaś, prostopadła do ścian dwunastościanu rombowego, uległa rozerwaniu tylko pod ciężarem 2·6 raza większym; pękanie następowało zawsze równolegle do ścian kostki, które są płaszczyznami łupliwości. (Pogg. Ann., t. 137, str. 177).

Wytrzymałość minerałów na ciśnienie ma określoną wielkość tylko w kryształach i ciałach bezpostaciowych, co zaś się tyczy skupień krystalicznych, to zależy ona od sposobu połączenia osobników, czyli od budowy skupienia. Ten sam minerał okazuje większą odporność, gdy jest zbity, niż gdy ma budowę ziarnistą. Sześciany, wyciosane z rozmaitych gatunków wapienia, składającego się z jednego i tego samego minerału, a mianowicie spatu wapiennego, kruszą się pod rozmaitem ciśnieniem, wynoszącym na 1 milimetr kwadratowy następujące liczby kilogramów:

Wapień zbity, ciemny . . . . .	14·03
„ ziarnisty, biały . . . . .	10·41
„ twardy o wyglądzie ziemistym	3·06
„ miękki „ „	1·05

Podobnie zachowują się mieszaniny minerałów krystalicznych (skały). Tak np., gdy zbity porfir kruszy się pod obciążeniem 24·78 kilogramów (na 1 milimetr kwadratowy), składający się z tych samych minerałów ziarnisty granit wymaga 17·31, a inny granit jeszcze mniej, bo tylko 10·1 kilogramów. Odporność na ciśnienie brana jest w rachubę przy ocenianiu wytrzymałości materiałów budowlanych.

**85. Łupliwość.** Przy zapoznawaniu się z postaciami kryształów mieliśmy niejednokrotnie sposobność zwrócenia uwagi na zdolność rozłupywania się w płaszczyznach gładkich, właściwą wielu kryształom. Płaszczyzny łupliwości możemy otrzymywać dowolnie za pomocą dłota lub noża; mogą one jednak powstawać i przypadkowo przez uderzenie lub nacisk kryształu. Niekiedy rąk naszych dochodzą minerały już po części nadłupane, jak np. mika, gips, galena; składają się one wtedy jakby z oddzielnych blaszek lub kostek, dających się z łatwością odosobnić. Osobniki i kryształy nieskazitelne nie ujawniają by-

najmniej blaszkowatości i są wolne od spękań. Płaszczyzny łupliwości powstają zatem na osobniku nieuszkodzonym tylko w chwili nacisku mechanicznego, i skoro raz otrzymany jedną taką płaszczyznę, odlupywanie równoległe powtórzyć możemy wielokrotnie. Jeżeli minerał rozłupuje się łatwo, robi to wraz z nim, jakgdybyśmy mogli czynność tę powtarzać nieskończenie, ku czemu jedyną przeszkodą zdaje się być tylko niedostateczność naszych środków mechanicznych. Wszakże teoria głosi, że kresem tej czynności byłoby otrzymanie blaszki tak cienkiej, iż zawierałaby ona jedną tylko warstwę molekuł, lub też kresem tym byłoby odosobnienie molekuł pojedynczych.

Płaszczyznom łupliwości odpowiada spójność największa, prostopadle zaś do nich spójność jest najmniejsza, co stwierdzają wspomniane powyżej zjawiska, towarzyszące rozciąganiu prętów.

Płaszczyzny łupliwości są zawsze równoległe do ścian kryształu bądź na nim obecnych rzeczywiście, bądź tylko możliwych. Sześciiany galeny rozłupują się równoległe do ścian ograniczenia zewnętrznego, ośmiościany zaś równoległe do płaszczyzn, ścinających ich kąty, które to płaszczyzny są możliwe na tym samym kryształ, jako ściany kostki.

Na osobnikach krystalicznych, pozbawionych ścian prawidłowych, możemy określić za pomocą łupliwości położenie możliwych ścian kryształu, a nawet jego symetrię i układ, tudzież prostą ścian tych kombinację. Ścianom jednakowym krystalograficznie odpowiadają jednakowe i równoległe do nich płaszczyzny łupliwości, przeciwnie, jeśli te ostatnie różnią się stopniem gładkości, jest to dowodem tego, że i odpowiadające im ściany kryształu nie są jednoznaczne. Łupliwość moglibyśmy zatem spożytkować, jako zasadę klasyfikacji ścian, lub też przy jej pomocy kontrolować określanie postaci krystalicznych.

Przez umiejętne odlupywanie można niekiedy otrzymać postać zamkniętą, czyli kształt łupliwości. Ten podobny jest ze swych własności do kryształu, jakkolwiek zwykle bywa mniej lub więcej zeszcpeczony. Galena łatwo rozpada się na kostki nieforemne, chociaż przy pewnej wprawie i staranności można odlupać sześciiany dość prawidłowe. Kalcyt, skruszony, rozsypuje się na kawałki romboedryczne lub nawet prawidłowe romboedry. Z fluspatu dają się otrzymać ośmiościany, a także pozorne czworościany. Z blendy, łupiącej się równoległe do ścian dwunastościanu rombowego, tylko przy wielkiej wprawie udaje się otrzymać postać granatoedryczną, zazwyczaj zaś tylko bryły, posiadające ścian mniej, niż dwanaście. Mika, łupiąca się w jednej tylko płaszczyźnie, nie posiada zgoła kształtu łupliwości. Jednoskośny amfibol, obdarzony łupliwością równoległą do ścian słupa pionowego, który jest postacią otwartą, nie posiada również właściwych kształtów łupliwości.

Gdy płaszczyzny łupliwości są tak gładkie i równe, że odbijają światło doskonale lub dokładnie, łupliwość nazywamy wtedy doskonałą, jaką ma gips lub mika, albo bardzo dokładną, jaką wykazuje baryt lub kalcyt, albo poprostu dokładną, jaką odznacza się augit, fluoryt; niedokładną zaś będzie łupliwość, której płaszczyzny nie są gładkie, jak na granacie i wezuwianie. Niekiedy dają się odróżniać jeszcze ślady łupliwości, jak na turmalinie; taką łupliwość nazy-



wamy bardzo niedokładną. Płaszczyzny, sztucznie w ten sposób otrzymane, ujawniają niekiedy subtelną prążkowatość, pochodzącą od przecinania się wąziutkich ścian w kątach wklęsłych i wypukłych. Przyczyną tego zjawiska jest wielokrotne zrastanie się bliźniacze, bardzo wyraźnie występujące na plagioklazach (felspatach trójskośnych). Minerale kruche dają się rozłupywać łatwiej, spoiste — trudniej. Kowalność i giętkość również umniejszają często stopień łupliwości, jak to widzimy na krystalicznym żelazie i chlorycie.

**86.** Płaszczyzny łupliwości w układzie regularnym biegną równoległe do ścian pierwotnych. Najczęściej występuje łupliwość równoległa do sześcianu ( $100$ ), jak na soli kamiennnej i galenie, rzadziej jest ona równoległa do dwunastościanu rombowego ( $110$ ), jak na blendzie, lub do ośmiościanu ( $111$ ), jak na fluspacie i kuprycie.

Przez analogię zwykliśmy i w innych układach, zwłaszcza w razach wątpliwych, nadawać płaszczyznom łupliwości znaczenie ścian pierwotnych. Zgadza się to jednocześnie z wymaganiami teorii, która już Hauyemu kazała upatrywać w kształcie łupliwości postać zasadniczą, w dzisiejszych zaś pierwotnych płaszczyznach molekularnych, zwłaszcza w ścianach podstawowych, widzi płaszczyzny największej spójności [22].

W układzie tetragonalnym łupliwość bywa dość często równoległa do ściany podstawowej ( $001$ ), jak w uranie, dalej do słupa pionowego, którym może być ( $100$ ) lub ( $110$ ), jak w kasyterycie, rutilu, skapolicie. Rzadziej napotykamy łupliwość równoległą do ( $101$ ), np. w szelicie.

Kryształy układu heksagonalnego ujawniają najczęściej łupliwość podstawową ( $0001$ ), jak beryl, lub pryzmatyczną ( $10\bar{1}0$ ), jak apatyt, nefelin. Łupliwość piramidalna występuje tu rzadko (piromorfit). Hemiedryi romboedrycznej właściwą jest łupliwość równoległa do ścian romboedru (kalcyt, dolomit).

W układzie rombowym najpospolitszą jest łupliwość równoległa do jednej z trzech ścian podstawowych, np. w topazie, dyasporze, rzadziej do wszystkich trzech ścian podstawowych, jak w anhydrycie. Znaczna liczba minerałów ma łupliwość pryzmatyczną, zarówno ( $110$ ), jak ( $101$ ) i ( $011$ ): bronzyt, cerusyt, baryt. Natomiast rzadszą jest łupliwość piramidalna ( $111$ ), dostrzegana na siarce.

Z pomiędzy kryształów jednoskośnych wiele odznacza się łupliwością równoległą do płaszczyzny symetrii ( $010$ ), jak gips, ortoklaz, jakkolwiek łupliwość, prostopadła do tej płaszczyzny, nie jest rzadka. Kierunek jej rozpatrujemy jako ( $100$ ) albo ( $001$ ); w gipsie nadajemy jej znaczenie pierwszej ściany, w ortoklazie — drugiej. Kształt łupliwości pryzmatyczny, wydłużony równoległe do płaszczyzny symetrii, możemy rozpatrywać bądź jako słup pionowy ( $110$ ), np. w amfibolu i augicie, bądź jako słup podłużny ( $011$ ) lub piramidę zasadniczą ( $111$ ), np. w gipsie, w którym ta ostatnia łupliwość odznacza się włókniistością.

Płaszczyzny łupliwości w układzie trójskośnym przyjmujemy zwykle za ściany podstawowe, jak np. w plagioklazach, które są podobne do ortoklazu z postaci i odpowiedniej łupliwości. Obydwie płaszczyzny łupliwości dokład-



niejszej określamy tu jako  $(010)$  i  $(001)$ , trzecią zaś mniej wyraźną jako ścianę pryzmatyczną  $(110)$ , albowiem ta położeniem swoim odpowiada ścianie słupa pionowego w ortoklazie.

Hauy ściany, odpowiadające łupliwości dokładnej, oznaczał na swoich rysunkach głoskami  $P$ ,  $M$ ,  $T$  (pry-mi-tywne), które jednocześnie ściągały się do przyjmowanej przezeń postaci zasadniczej. Przykład, fig. 76 na str. 49.

Minerały, należące do jednego gatunku, mają łupliwość jednakową. Ta zdumiewająca z początku stałość, którą w stopniu nader wysokim odznacza się szczególnie kalcyt, była już dla mineralogów dawniejszych podstawą wyobrażeń o budowie molekularnej kryształów, a Hauyemu dała pochoch do stworzenia zasad krystalografii umiejętnej. Najrozmaitsze romboedry i skalenoedry, słupy i tablice sześcioboczne, tudzież wszystkie możliwe kombinacje kryształów kalcytu, dają się w sposób zupełnie jednakowy rozłupywać na romboedry o kącie  $105^\circ$  i osi głównej, równoległej z osią pionową całej postaci. Co więcej, tę samą łupliwość romboedryczną wykazują osobniki kalcytu ziarnistego i pręcikowatego, a nawet dostrzegamy ją na wielu skamieniałościach. Równą statecznością odznaczają się i wszystkie inne gatunki minerałów. Stąd łupliwość jest cechą pierwszorzędnego znaczenia nie tylko dla kryształów, lecz i dla wszystkich wogóle ciał krystalicznych aż do utworów zbitych włącznie, które jednak ujawnić ją mogą tylko pod mikroskopem.

Jakkolwiek w bardzo licznych przypadkach łupliwość jest stałą własnością gatunku mineralnego, przecież w pewnych razach to ogólne prawo zdaje się mieć wyjątki. Są to jednak odstępstwa pozorne tylko, spowodowane skorupowatością, której przyczyną jest znów albo zrastanie się bliźniacze, albo też wrostki warstwowe minerału obcego. Magnetyt, pozbawiony wogóle łupliwości, w pewnych swych odmianach odznacza się skorupowatością równoległą do ośmiościanu. Do rodzaju piroksenu należy pewny gatunek (dyalag), wyróżniający się doskonale rozwiniętą skorupowatością równoległą do ściany poprzecznej, inne zaś gatunki, jak salit, tę samą własność ujawniają w innym kierunku, a mianowicie równoległą do ściany podstawowej. Rozkładanie się minerału czyni tę skorupowatość zwykle jeszcze wyraźniejszą, jak w dyalagu i bronzycie, przez co podobieństwo jej do łupliwości zwiększa się bardzo. Gdy jednak skorupowatość znika przy pewnej grubości, łupliwość zaś ograniczeniu temu nie podlega, możemy więc w większości przypadków rozstrzygać wątpliwości, wynikające z onego podobieństwa.

**87. Bliźniaki wtórne i sztuczne.** Kryształy niektórych minerałów giętkich, jak chloryt, gips, odznaczają się niekiedy nieprawidłowymi wygięciami, powstałymi pod wpływem ciśnienia. Nawet kruche kryształy kwarcu i epidotu występują nieraz w postaciach spaczonych przez ciśnienie górotwórcze. Jeśli się jednak przypatrzymy im uważniej, to się okaże, że są one przejęte drobnymi spekaniami i że te spekania wygoiły się następnie. Odkształcenia tego rodzaju są nieprawidłowe.

W niektórych krysztalach ciśnienie wywołać może zmiany w układzie cząsteczek, które, wytwarzając nową ich równowagę, prowadzą do powstawania

dwojaków wtórnych. Tym razem odkształcenie jest prawidłowe. Płaszczyzny, w których nastąpiło przesunięcie się cząsteczek, nazwiemy uskokowemi, a samo zjawisko uskokami krystalicznemi.

Uskoki, wraz z towarzyszącymi im zmianami szyku cząsteczek, dostrzeżono najpierw na kalcyecie. Według badań Pfaffa i Reuscha, pod wpływem ciśnienia powstają w kalcyecie cienkie blaszki, równoległe do ściany —  $\frac{1}{2}R$  ułożone, a względem głównej masy osobnika zajmujące położenie bliźniacze, określone przez prawo, w którym —  $\frac{1}{2}R$  jest płaszczyzną bliźniaczą. Patrz fig. 264.

Podobnie jak w przypadku powyższym pojedyncze warstewki przybierają położenie bliźniacze, tak wskutek przesunięcia się wielu warstw, na sobie leżących, może powstać bliźniak zupełny. Dowiódł tego H. Baumhauer. Jeżeli kawałek romboedryczny przezroczystego kalcytu jedną z krawędzi tępych oprzemy na trwałej podstawie, na drugą zaś krawędź, do pierwszej równoległą a zwróconą do góry, położymy prostopadłe ostrze noża i będziemy je naciskali, ostrze to wrzynać się będzie w kalcyt, jak w ciało ciągliwe lub kowalne. Kruchość spatu wapiennego pozornie znika. Wrzynające się ostrze noża przesuwa

Fig. 264.

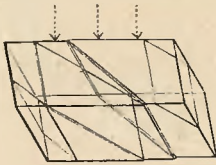


Fig. 265.

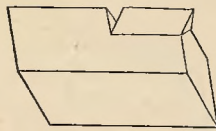
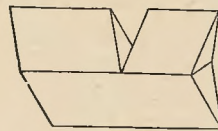


Fig. 266.



wciąż nowe warstwy molekuł ku stronie romboedru prawej, fig. 265, skutkiem czego tworzy się tam wkrótce kąt wklęsły. Kiedy w taki sposób znaczna część romboedru kalcytowego zostanie przesunięta, na prawym jego końcu ukaże się dwojak prawdziwy, fig. 266. Usuwając część kryształu, leżącą z lewej strony wycięcia, możemy tą drogą otrzymać całkowite dwojaki sztuczne. Podobnie jak kalcyt zachowuje się, według spostrzeżeń autora, romboedryczna saletra sodowa. Z drugiej strony Mügge zauważył, że pod wpływem ciśnienia powstawać mogą uskoki, a z niemi blaszki bliźniacze i w innych mineralach, jak anhydryt (rombowy), dyopsyd (jednoskośny). Kryształy, zaopatrzone w blaszki bliźniacze, powstałe pod wpływem ciśnienia, występują również w przyrodzie. Odnaczają się one skorupowatością, jak dyalag, salit.

W dalszym ciągu przekonamy się, że powstawanie i znikanie blaszek bliźniaczych może być niekiedy wywołane przez ogrzewanie.

**88. Figury spękań krystalicznych.** W wielu mineralach krystalicznych ciśnienie lub uderzenie wywołuje spękania prawidłowe, różniące się kierunkiem od płaszczyzn łupliwości. Jeżeli sprasujemy kryształ lub odłupany kawałek soli kamiennnej, otrzymać łatwo możemy spękania równoległe do jednej ze ścian dwunastościanu rombowego, gdy łupliwość jest, jak wiemy, równoległa do sześciannu. Uderzenie sprowadzić może podobnież szczeliny. Mika wprowadzie pod



wpływem nacisku lub uderzenia łupie się zawsze równoległe do ściany podstawowej, wszakże większe jej osobniki, które swą falistą powierzchnią dowodzą doznanego ciśnienia, odznaczają się często spękaniami, ukośnie do łupliwości biegnącymi i branami niekiedy za ściany kryształu właściwe.

Tego rodzaju prawidłowe spękania wywołać możemy na małą skalę przez rozsadzanie, działające od środka na zewnątrz, skoro, idąc za przykładem Reusch'a, ustawimy na badanej ścianie kryształu lub płaszczyźnie łupliwości ostrze drutu stalowego (dłótka cyzelerskiego lub igły grawerskiej) i, uderzając w nią lekko z góry, wbijemy to ostrze w substancję kryształu. Powstające przy tem szczeliny ukazują się zwykle w liczbie mnogiej i, krzyżując się w punkcie uderzenia, tworzą gwiazdkę. Są to figury spękań powstałych pod uderzeniem.

Na soli kamiennej figury spękań ukazują się w postaci gwiazdy czteropromiennej, utworzonej z dwu szczelin, przecinających się w kierunku przekątnych jednej ze ścian kwadratowych sześcianu, fig. 267*a*. Ponieważ nadto szczeliny te biegą prostopadłe do badanej ściany, muszą one zatem być równoległe do ścian dwunastościanu rombowego, o czem już zresztą wspominaliśmy, mówiąc o uskokach. Na ścianie oktaedrycznej figura spękania jest trójpromienista, a szczeliny są prostopadłe do krawędzi  $(111) : (100)$ , a więc i tu biegą równoległe do ścian  $(110)$ , fig. 267*b*.

Fig. 267.

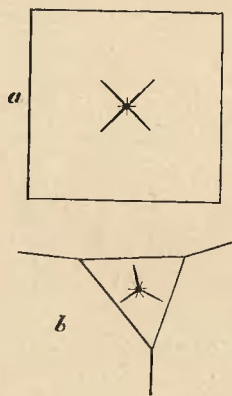


Fig. 268.

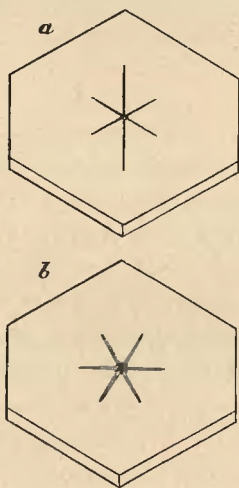
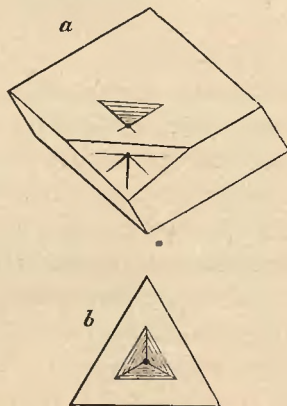


Fig. 269.



Blaszki miki pękają pod uderzeniem w gwiazdę sześciopromienistą, składającą się z trzech przecinających się szczelin, z których jedna, pojedyncza, biegnie równoległe z płaszczyzną symetrii minerału jednoskośnego, gdy dwie pozostałe, schodkowate i do ściany podstawowej nachylone ukośnie, odpowiadają ścianom, należącym do pasa dwuścianu podstawowego  $(001)$  i słupa pionowego  $(110)$ , fig. 268*a*. M. Bauer spostrzegł dalej, że przez naciskania blaszek miki drutem stępionym powstaje również gwiazda sześciopromienista, której promienie różnią się jednak swym kierunkiem od poprzednich o  $30^\circ$ . Pro-



mienie tej t. zw. figury nacisku są równoległe do ściany słupa poprzecznego (102) i do dwóch ścian piramidalnych (133), czyli leżą zupełnie tak samo, jak to widzimy na spękaniach miki, powstających w przyrodzie, fig. 268*b*.

Na płaszczyznach łupliwości kalcytu otrzymujemy pod uderzeniem figurę o symetrii jednoskośnej, składającej się z dwu szczelin równoległych z krawędziami romboedru oraz z szeregu leżących między nimi drobnych blaszek bliźniaczych według  $-\frac{1}{2}R$ , fig. 269*a*. Mamy tu zatem jednocześnie zburzenie spójności cząsteczek łącznie z ich przesunięciem się w przestrzeni, t. j. zmianę szyku zwykłego na bliźniaczy. Na ścianie słupa figura spękań jest inna, pięciopromienna, a szczeliny równoległe do  $0R$ ,  $R$  i  $\infty P2$ . Na ścianie podstawowej figura ta ma tylko trzy promienie, równoległe do ścian słupa wtórego, a między nimi cienkie blaszki bliźniacze, fig. 269*b*. Jak widzimy, figury wszędzie odpowiadają charakterowi ścian, z których romboedryczne i pryzmatyczne są jednosymetryczne, podstawowa zaś — trójsymetryczna.

Reusch oznaczył na gipsie pewne płaszczyzny spękań zarówno przy pomocy uderzeń, jak zjawisk uskokowych.

Doświadczenia, dotyczące spękań krystalicznych, mają zakres ograniczony, gdyż mogą być z powodzeniem stosowane tylko do minerałów niezbyt twardych.

Literatura zjawisk, towarzyszących naciskaniu i uderzaniu: Reusch, Pogendorff's Ann., t. 132, str. 441; t. 136, str. 130. M. Bauer, Jahrb. für Min. 1882, t. I, str. 138. H. Baumhauer, Zeitschr. für Krystallogr., t. 3, str. 588. Autor, tamże, t. 2, str. 14, oraz Mineralog. Mitth., t. 4, str. 99. Mügge, Jahrb. für Min. 1882, t. I, str. 32, tudzież tomy nast. Liebisch, Nachrichten d. Ges. der Wissensch. zu Göttingen. 1887, str. 435. Cesàro, Bull. soc. Min., t. 13, str. 192.

**89. Przełam.** Rozłamując lub rozbijając minerały, otrzymujemy płaszczyzny bądź równe, które poznaliśmy powyżej jako płaszczyzny łupliwości, bądź też powierzchnie nierówne, które zwiemy przełame. Im doskonalszą jest łupliwość, tem trudniej daje się dostrzegać przełam, i odwrotnie osobniki o łupliwości niewyraźnej, rozbijane, ukazują przeważnie powierzchnie przełamowe, płaszczyzny zaś łupliwości odróżnić na nich możemy tylko w badaniu uważniejszym.

Jeżeli będziemy rozważać krzywiznę powierzchni przełamowych, łatwo postrzeżemy, że w większości przypadków powierzchnie te odznaczają się wgłębieniami i wypukłościami, przypominającemi muszle, i stąd nazwane zostały przełame muszlowym, który może być płaskomuszlowy lub głębokomuszlowy, wielkomuszlowy lub drobnomuszlowy, tudzież wyraźny lub niewyraźny. Wyrażenia „przełam równy i nierówny“ są zrozumiałe bez dalszych wyjaśnień. Co się tyczy innych własności powierzchni przełamowych, to okrom przełamu gładkiego, odróżniamy jeszcze zadziorowy, gdy na jego powierzchni trzymają się napółoderwane drzażdżki, jak na rogowcu, dalej haczykowaty, gdy powierzchnia przełamu usadzona jest wielu zagiętymi haczykowato drucikami, jak to postrzegamy tylko na minerałach rozciągliwych, wreszcie przełam ziemisty o powierzchni matowej, zapyłonej, jak na glinie i kredzie.

**90. Twardość.** Stopień spójności ciał stałych ujawnia się w sposób bardzo wyraźny przez rysowanie lub skrobanie ich ścian równych. Opór, stawiany przez ciało czynnikom, usiłującym rozdzielić jego cząsteczki, nazywamy twardością. Prób rysowania w przypadkach, niewymagających wielkiej ścisłości, dokonywamy ręką, pociągając ostrzem stalowem lub ostrem narożem minerału znanego po równej ścianie minerału badanego.

Przekonywamy się następnie, czy na powierzchni minerału uważanego powstała rysa i czy przykrywający ją czasami proszek nie jest raczej pozostałością ostrza, gdyby to okazało się miększem od badanej ściany. Jeżeli ta ostatnia nie jest dostatecznie gładka, łatwo jest przytem popełnić omyłkę; naciskając ostrze, możemy od powierzchni ściany odrywać drobne cząsteczki, pomimo że jest ona twardszą od ostrza, użytego do jej zrysowania. Minerale ziarniste, blaszkowate i włókniste nie nadają się do badania twardości, gdyż ostrze wrzyna się pomiędzy pojedyncze osobniki i rozdziela je, zamiast rysować. Minerale ziemiste zgoła nie mogą być badane tym sposobem. W takich razach, chcąc poznać ich twardość, uciekamy się do rozcierania badanego proszku na ścianie gładkiej, której twardość znamy; skoro ta zostanie zrysowana, będzie to pewna wskazówka, że proszek minerału ziarnistego jest od niej twardszy.

O twardości przybliżonej minerału przekonać się także możemy, skrobiąc go nożem. Dokładniejszy otrzymamy rezultat, skoro, jak to po raz pierwszy uczynił Werner, będziemy trzeć mineral o pilnik; rzecz jasna, że okazy twardsze dadzą mniej proszku od miękkich. Jeżeli pilnik umocujemy na stole lub próżnej skrzynce, piłowany mineral wydawać będzie pewien ton, tem jaśniejszy i wyraźniejszy, im większa jest jego twardość. Celem porównywania tonów używać należy kawałków równej mniej więcej wielkości i jednakowej postaci. Do ciał twardszych od pilnika metoda ta oczywiście zastosować się nie da.

Ażeby w sposób określony oznaczyć twardość jednego minerału, musimy znaleźć mineral drugi, któryby posiadał twardość tę samą, co pierwszy. Wyrażenia takie, jak twardość kalcytu lub twardość kwarcu, oznaczają tę odnalezioną równość dwu minerałów co do ich twardości. Przy jej oznaczaniu uważać należy na to, ażeby ostrze lub ostre naroże czyniło na ścianie tej samej twardości tylko bardzo delikatną rysę. Skoro następnie wykonamy doświadczenie w porządku odwrotnym, pociągając ostrym kantem minerału zrysowanego po równej ścianie drugiego minerału, otrzymać musimy tę samą rysę delikatną.

Moglibyśmy do porównywania twardości minerałów wybrać dłuższy szereg minerałów i uszykować je w taki sposób, ażeby każdy poprzedzający mógł być zawsze zrysowany przez mineral po nim następujący, t. j. ażeby twardość wzrastała z każdym wyrazem szeregu. Z pomocą takiego szeregu, czyli skali moglibyśmy określać twardość minerałów przez porównywanie z twardością składających je stopni poszczególnych. Atoli skala wielostopniowa w doświadczeniach zwykłych, nieodznaczających się wielką ścisłością, byłaby niepraktyczna. Dlatego też Mohs, oceniając odpowiednio cel wskazany, ułożył skalę tylko dziesięciostopniową, będącą do dzisiaj w powszechnem użyciu:



Stopień twardości 1 = talk	Stopień twardości 6 = ortoklaz
" " 2 = sól kamienna	" " 7 = kwarc
" " 3 = kalcyt	" " 8 = topaz
" " 4 = fluspat	" " 9 = korund
" " 5 = apatyt	" " 10 = dyament.

Do oznaczania twardości za pomocą tej skali i rysowania należy naprzód wybrać kryształy lub kawałki minerałów wyżej wymienionych tak, ażeby miały na sobie zarówno gładkie ściany, jak ostre naroża. Próba polegać winna na tem, że, celem zaoszczędzenia stopni miękkich, minerałem badanym rysować naprzód należy te stopnie skali, które przypuszczalnie są odeń twardsze, a następnie próbę tę powtórzyć w porządku skali odwrotnym. Do doświadczeń z pilnikiem trzeba mieć pod ręką kawałki minerałów drobniejsze. Skoro znajdziemy, że

Fig. 270.

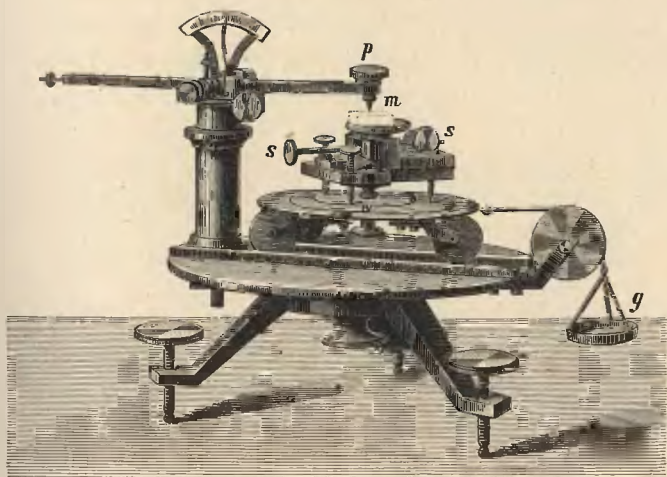
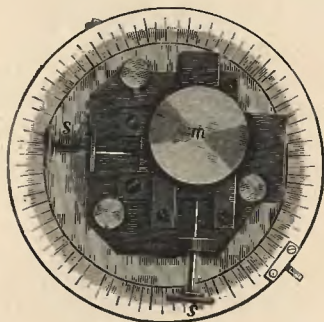


Fig. 271.



twardość minerału równa się twardości jednego ze stopni skali, możemy ją oznaczyć numerem tego stopnia, np.  $Tw. = 4$ , zamiast twardości fluspatu. Jeżeli się okaże, że znaleziona twardość nie odpowiada w zupełności żadnemu wyrazowi szeregu, lecz mieści się pomiędzy dwoma stopniami, do liczby stopnia dolnego dodajemy wtedy połowę. Stopień twardości 3.5 leży zatem pomiędzy twardością kalcytu a fluspatu. Wszystkie te liczby, które kładziemy przy stopniach twardości, mają znaczenie tylko prostych numerów. Wyrażają one wprowadzenie wzrastanie twardości, ale różnice pomiędzy oddzielnymi stopniami nie są jednakowe. Breithaupt chciał przeto wprowadzić do skali Mohsa jeszcze dwa dalsze stopnie; propozycja ta jednak nie znalazła uznania, albowiem dziesięciostopniowa skala Mohsa do celów praktycznych najzupełniej wystarcza.

**91.** Celem dokładniejszego określania twardości używa się przyrząd, zwany sklerometrem, a po raz pierwszy zbudowany przez Seebecka, fig. 270 i 271. Na jednym końcu drążka równoramiennego mamy przymocowany talerzyk do nakładania ciężarków, a pod nim zwrócone ku dołowi ostrze stalowe lub dya-



mentowe. Płytkę minerału, przyklejona poziomo do podstawki *m*, a pociągana przez wózek *w*, obciążony stałym ciężarem *g*, przesunąć się musi pod ostrzem. Doświadczenie to, powtarzać należy, zwiększając za każdym razem obciążenie *p*, dopóty, dopóki na płytce nie powstanie rysa. Tym sposobem określić możemy obciążenie, niezbędne do wywołania rysy, a więc twardość wyrazić w jednostkach wagi. Badając twardość płytek krystalicznych, ustawiamy je naprzód tak, ażeby rysa biegła równolegle do jednej z krawędzi kryształu. Za pomocą zaopatrzonego w podziałki koła, umieszczonego pod podstawką *m*, możemy po doświadczeniu pierwszym obrócić płytkę o pewien kąt, a tём samem oznaczyć kierunek rysy w doświadczeniu następnem. Do równoległego przesuwania płytki oraz powtarzania tego samego doświadczenia w kilku różnych miejscach służy urządzenie saneczkowe, poruszane za pomocą dwóch śrubek *s*.

Zastosowanie sklerometru pozwala przedewszystkiem na określenie wielkości stopni, przyjętych w skali Mohsa. W tym względzie godne są zaznaczenia rezultaty, otrzymane przez Calverta i Johnsona. Dostrzegane przez siebie twardości porównywali oni z twardością surowca żelaznego, przyjętą za = 1000. Liczby tą drogą otrzymane, w zestawieniu ze stopniami twardości Mohsa, są następujące:

	sklerometr	stopień twardości		sklerometr	stopień twardości
żelazo sztabowe	948	5	złoto . .	167	między 3 i 2·5
platyna . . .	375	między 4·5 i 4	bismut . .	52	2·5
miedź . . . .	301	" 3 i 2·5	cyna . . .	27	2
srebro . . . .	208	" 3 i 2·5	ołów . . .	16	1·5

Widzimy stąd, że różnice twardości pomiędzy początkowymi stopniami skali Mohsa są znacznie mniejsze, aniżeli pomiędzy stopniami wyższymi, największą zaś różnicę wykazują stopnie najwyższe. Szlifierze kamieni drogich, oceniający twardość podług czasu, zużywanego na wypolerowanie, wiedzą doskonale, że różnica pomiędzy twardością dyamentu i korundu jest o wiele większa, aniżeli różnice wszystkich stopni poprzedzających.

Jeszcze na długo przed zastosowaniem sklerometru znanym był fakt, że na niektórych kryształach i kształtach odłupanych ściany krystalograficznie różne mają twardość rozmałą. Dawniejszym mineralogom była już znana szczególna własność cyantitu, którego ściany, odpowiadające łupliwości doskonałej, dają się rysować daleko łatwiej, niż inne, tak, że twardość pierwszych = 5, gdy na ostatnich wzrasta do 7. Wiadomem było również, że gips i mika na ścianach doskonałej łupliwości wykazują twardość niższą, niż na ścianach pozostałych. Frankenheim posunął sprawę tę dalej, rysując ściany kryształu ręką, uzbrojoną w cienkie igły, których ostrza były zrobione z miedzi, stali, szafiru i t. d. Okazało się przytem, co zresztą dostrzegł już był Huyghens na kalcycie, że jedna i taż sama ściana kryształu wykazuje często rozmaite stopnie twardości, zależnie od kierunku rysy.

Od tego czasu zostały w tym kierunku dokonane liczne postrzeżenia przez Seebecka, wynalazcę sklerometru, przez Fraunza, Grailicha i Pekarkę, wreszcie przez F. Exnera. Postrzeżenia te wyjaśniają związek, zachodzący pomię-

dzy rozmaitemi twardościami ścian kryształu a jego łupliwością. Ogólne ich wyniki są następujące:

1. Różnice twardości wykazują te tylko kryształy, które posiadają łupliwość. Ściany, do płaszczyzny łupliwości równoległe, mają twardość najmniejszą, prostopadłe zaś — największą.

2. Ściana, prostopadła do płaszczyzny łupliwości, ma twardość najmniejszą w kierunku równoległym do blaszkowatości, największą zaś — w prostopadłym. Obydwa te zdania zgadzają się doskonale z tem, że równoległe do płaszczyzny łupliwości istnieje spójność największa, prostopadłe zaś — najmniejsza [85].

3. Jeżeli ściana biegnie ukośnie względem płaszczyzny łupliwości, różnice twardości występują nawet na tej samej linii. Pociągając ostrzem od kąta łupliwości rozwartego ku ostremu (w kierunku  $ac$  na fig. 273), otrzymamy twardość większą, przesuwając zaś ostrze w kierunku odwrotnym, t. j. od kąta łupliwości ostrego ku rozwartemu (w kierunku  $ab$ ), skonstruujemy twardość mniejszą.

4. Jeżeli ostrze napotyka kilka naraz kierunków łupliwości, to stawiany jemu opór jest wypadkową twardości, kierunkom tym odpowiadających.

5. Ściana, równoległa do płaszczyzny łupliwości i nie krzyżująca się z żadnym innym kierunkiem łupliwości, nie wykazuje najmniejszych różnic twardości.

Ażeby na badanej ścianie kryształu wyrazić obrazowo natężenie twardości i odpowiadający jej kierunek, Franz zastępuje ciężar długością, tak, że w kierunku, wymagającym dla ukazania się rysy 3 gramów obciążenia, przeprowadza linię trzy razy dłuższą niż w kierunku, w którym rysa powstaje już pod obciążeniem 1 grama.

Jeżeli wszystkie te linie nakerślimy w postaci promieni, wychodzących z jednego punktu, a końce ich połączymy linią ciągłą, to otrzymamy krzywą twardości. Będzie ona okręgiem, jeśli różnic twardości nie ma, elipsą, jeżeli istnieje łupliwość jednego tylko rodzaju, a mianowicie prostopadła do ściany badanej, wreszcie figurą rozmaicie uwypukloną, skoro zrysowana ściana krzyżuje się z kilkoma kierunkami łupliwości. W tym ostatnim przypadku symetria figury twardości odpowiada symetrii samej ściany.

Kryształ jednoskośny miki, fig. 272, odznaczający się doskonałą łupliwością tylko równoległą do ściany  $001$ , na ścianie podłużnej  $010$  ma odpowiednią krzywą twardości — elipsę, której oś dłuższa wskazuje, że twardość jest największa w kierunku do łupliwości prostopadłym. Na ścianie podstawowej  $001$  krzywą twardości jest okrąg.

Fig. 272.

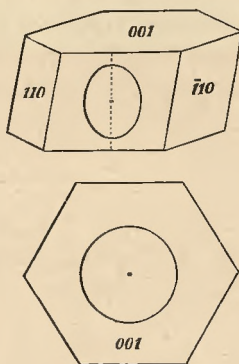


Fig. 273.

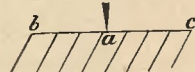
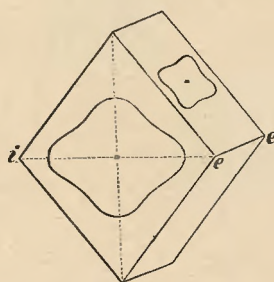


Fig. 274.





Na kryształach barytu, fig. 274, odróżniamy dokładną łupliwość równoległą do słupa poziomego, tudzież do ściany poprzecznej, która tu ukazuje się w formie romba. Odpowiednio do tego figura twardości na tej ostatniej ma cztery wypukłości, ponieważ równoległe ze ścianą słupa biegną dwa kierunki o twardości najmniejszej. Na przekątnej pionowej mamy dwa maxima, lubo i tu twardość jest mniejsza, niż na przekątnej poziomej. Na ścianach słupa figura twardości ma również cztery uwypuklenia, fig. 274, z których zwrócone ku krawędziom *ee* powinny być krótsze, gdyż w tym kierunku ostrze rysujące porusza się od kąta łupliwości ostrego ku rozwartemu. Atoli spostrzeżenia nie wykazują tu różnic wyraźnych.

Kalcyt, fig. 275, odznacza się najmniejszą twardością na ścianach romboedrycznych, będących dlań ścianami łupliwości. Krzywa twardości ma tu cztery wygięcia, z których najmniejsze zwraca się ku biegunowi romboedru. Na ścianie podstawowej, dającej się otrzymać przez ścięcie naroża biegunowego, figura twardości jest trójkwupukłą.

Fig. 275.

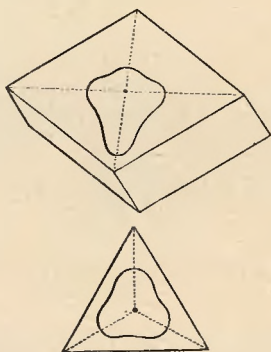


Fig. 276.

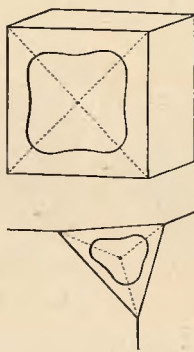
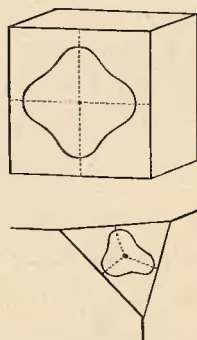


Fig. 277.



W soli kamiennej płaszczyzny doskonałej łupliwości biegną równoległe ze ścianami kostki. Stąd figura twardości na tych ścianach ma cztery uwypuklenia w kierunku przekątnych, odpowiadających największej twardości, fig. 276. Wyszlifowana płaszczyzna trójkątna ośmiościanu wykaże największą twardość w kierunkach, biegnących ku krawędzi sześcienu, w kierunkach zaś odwrotnych — najmniejszą.

Stosunki twardości fluspatu, fig. 277, mającego łupliwość odmienną, a mianowicie równoległą do ścian ośmiościanu, są inne. Na 100 twardość jest największa prostopadle do krawędzi, gdy na ścianach  $\{111\}$  znajdujemy twardość najwyższą w kierunku prostopadłym do krawędzi kombinacyjnej ośmiościanu z sześcianiem.

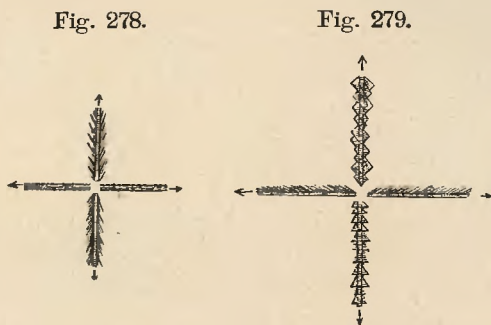
Różnice twardości ujawniają się często i w mikroskopowych własnościach rys, otrzymanych sztucznie. Na ścianie poprzecznej barytu (porównaj fig. 274) rysy o kierunkach poziomych mają wygląd prostych bródek, rysom zaś w kierunkach prostopadłych towarzyszą nadto drobne spękania, fig. 278. Na ścianach łupliwości kalcytu rysy dwu poziomych kierunków są podobne i zaopatrzone na jednej stronie w subtelne szczelinki, fig. 279. Największej twardości



w kierunku dolnym odpowiada brózdka ozdobiona delikatnym rysunkiem jedno-symetrycznym, gdy rysa o kierunku odwrotnym (ku górze) ma kształt brózdki, wyłożonej luźnie leżącymi tafelkami.

Pfaff, zamiast zwykłego rysowania, użył innej metody, polegającej na obliczaniu głębokości brózdki z ilości proszku, otrzymanego przez kilkakrotne zrysowanie, którą to głębokość brał za miarę twardości.

Znaczne różnice twardości, dostrzegane na jednym i tym samym kryształ, stanowią niemałą przeszkodę w określaniu stopnia jego twardości, gdyż ta powinna być wyrażona w sposób prosty, jeśli ma być cechą rozpoznawczą minerałów. Na minerałach z doskonałą łupliwością określamy w tym celu twardość średnią, którą najłatwiej otrzymać, używając do prób odmian zbitych. Pfaff i w tym przypadku zastosował osobny przyrząd świdrujący, nazwany przezeń mezoskopierem, a z liczby obrotów, potrzebnych do wywiercenia dziur jednakowo głębokich, wnioskował o średniej twardości.



W czasach nowszych proponowano za miarę twardości uważać ciśnienie, niezbędne do wywołania na gładkiej ścianie kryształu odkształceń za pomocą obciążonej a twardej kulki. Na oznaczenie oporu w ten sposób mierzonego nie należałoby jednak używać wyrazu twardość, lecz byłoby rzeczą konieczną wprowadzić nazwę odmienną i nową.

Literatura: Frankenheim, De crystallorum cohaesione. Vratislaviae, 1829; prócz tego w Zeitschr. f. Physik Baumgartnera, t. 9, str. 94 i 194. Seebeck, Programm des Cöln. Realgymnasiums, Berlin 1833. Franz, Pogg. Ann., t. 80, str. 37. Grailich i Pekarek, Sitzungsber. der Wiener Akad., t. 13, str. 410 (1854). Exner, Unters. über die Härte an Krystallflächen. Wiedeń 1873. Pfaff, Sitzungsber. der bayr. Akad., 1883, str. 55, i 1884, str. 255. Hertz, Verhandl. der Berliner phys. Ges. 1882, str. 67.

**92. Wytrawianie.** Rodzaj spójności minerałów krystalicznych ujawnia się w sposób szczególny, skoro ich gładkie ściany wystawimy na powolne działanie cieczy gryzącej lub pary. Powstają wtedy t. zw. figury wytrawione, t. j. wklęsłości, które, w razie ostrożnego postępowania, przybierają określone i wyraźne kontury oraz objęte są ścianami gładkimi, nazwanymi przez Beckego ścianami wytrawionymi. Postać i położenie figur odpowiadają symetrii ścian wytrawionych, stąd są one doskonałym środkiem określania układu krystalograficznego oraz klasy (holoedrycznej, hemiedrycznej, tetartoedrycznej lub hemimorficznej), do której kryształ powinien być zaliczony. Metoda ta nabiera szczególnego znaczenia w tych przypadkach, kiedy naturalna

postać kryształu nie odznacza się ścianami charakterystycznymi, któreby wskazać mogły właściwe jego miejsce w systematyce kryształów.

Prawidłowość figur wytrawionych zależy do pewnego stopnia od spójności, jakkolwiek ich postaci i występowanie nie pozostają w związku bezpośrednim z łupliwością. Minerale, nie posiadające zgoła wyraźnej łupliwości, odznaczają się częstokroć najładniejszymi wytrawieniami.

Figury wytrawień otrzymujemy przez zwilżenie cieczą nagryzającą ściany, do trawienia przeznaczonej, lub przez jej zanurzenie w tejże cieczy, przez wydychanie na nią pary wodnej i t. p. Figury te bywają często bardzo drobne, tak, że dopiero pod mikroskopem rozpoznać je możemy, niekiedy jednak są one widzialne i dla oka nieuzbrojonego. Na tej samej ścianie kryształu leżą one w szyku równoległym. Na ścianach kryształu mocno wytrawionych powstaje wskutek tego pewna, zależna od kierunku, migotliwość, którą Haidinger nazwał „adamaszkim kryształowym.“ Jeżeli dwa osobniki zlewają się w jednej ścianie wspólnej, co jest rzeczą zwykłą w utworach bliźniaczych, położenie figur wytrawionych na obu indywiduach jest zwykle odmienne, a owa migotliwość daje możność odróżniania obu kryształów. Środki nagryzające sprowadzają rozmaite figury w zależności od ich składu chemicznego, a nawet jeden i ten sam odczynnik działa także rozmaicie, zależnie od swej koncentracji. Badania figur wytrawionych dokonywamy za pomocą mikroskopu bądź bezpośrednio na ścianie nadtrawionej, bądź też na odciskach, otrzymanych na kleju ryhim (karuku) lub żelatynie.

Fig. 280.

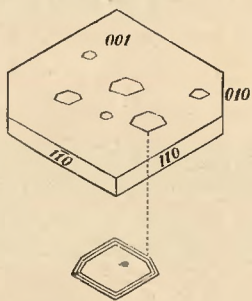


Fig. 281.

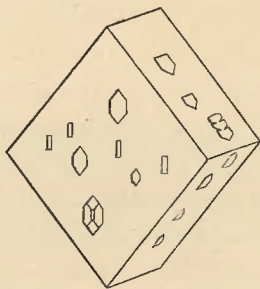
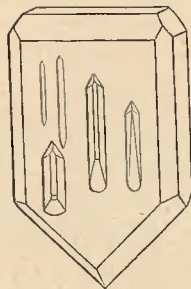


Fig. 282.



Z pomiędzy licznych badań nad figurami wytrawionymi wybieramy przykłady następujące. Muskowit (inika potasowa), uważany dawniej za minerał rombowy, po wytrawieniu ściany doskonałej łupliwości 001 kwasem fluorowodorowym, wykazuje figury jednosymetryczne, objęte zazwyczaj liniami krzywymi, fig. 280; atoli powstają tu także figury o konturach prostoliniowych, z których jedna przedstawiona jest pod fig. 280 w powiększeniu. Spostrzeżenie to dowodzi przynależności minerału do układu jednoskośnego, co potwierdzają i inne jego własności. Kryształy barytu, potraktowane naprzód gorącym roztworem sody, a następnie kwasem solnym, otrzymują na ścianach rombowych, fig. 281, figury cztero- lub sześćoboczne dwusymetryczne, na ścianach zaś słupa poziomego figury, odpowiednio do charakteru jednosymetrycznego tych ścian, są również



jednosymetryczne. Kryształy hemimorficzne galmanu, fig. 282, na ścianach poprzecznej i podłużnej dają figury rozmaicie zakończone, co znów odpowiada symetrii ścian, które wskutek półpostaciowości są jednosymetryczne. Ostre zakończenia figur zwrócone są przytem w stronę przeciwną śpiczastemu końcowi kryształu. Kawalek kalcytu, trawiony kwasem solnym, daje na ścianach romboedrycznych figury, które mogą być objęte liniami krzywymi, fig. 283, ale zawsze mają postać jednosymetryczną. Powstające równie często figury o konturach prostoliniowych mają postać *b*, której ściany odpowiadają ścianom trzech rozmaitych skalenoedrów, tudzież jednego romboedru, oprócz romboedru podstawowego. Gdybyśmy do trawienia użyli rozcieńczonego kwasu siarczanego, figury miałyby postać nieco odmienną, mianowicie postać *e*, któraby jednakowoż zachowała typ jednosymetryczny. Skoro na romboedrze kalcytu wyszlifujemy ścianę podstawową i tę wytrawimy, otrzymamy figury, jak to widać na *c* i *d*, trójsymetryczne, odpowiednio do charakteru ściany trawionej. Inaczej zachowuje się dolomit; trawiony na *R* kwasem solnym, pokrywa się on wgłębieniami całkiem symetrii pozbawionemi, fig. 286, co odpowiada tetartoedry

Fig. 284.

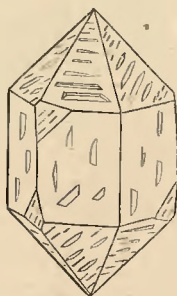


Fig. 283.

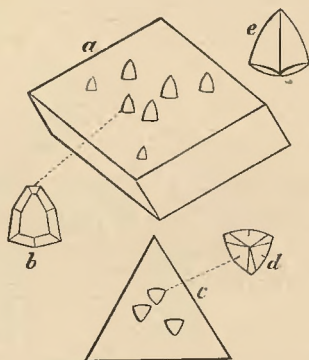


Fig. 285.



romboedrycznej. Kryształy kwarcu, wystawione na działanie kwasu fluorowodorowego, pokrywają się drobnymi figurami, które bądź swoją postacią, bądź też położeniem dowodzą niesymetryczności wszystkich ścian, a jednocześnie uwydatniają różnicę romboedrów  $+R$  i  $-R$ . Fig. 284 przedstawia kształt i rozmieszczenie wytrawień na kryształ lewym. Na kryształ prawym, fig. 285 występują one w tych samych postaciach, ale w odmiennym położeniu. Trawienie gorącym roztworem węglanu potasu albo węglanu sodu sprowadza figury podobne, odpowiadające, według Molengraaffa, naturalnym figurom wytrawionym, napotykanym na kryształach kwarcu. Sześciiany soli kamiennej, wystawione na wilgotne powietrze, dostają często wgłębień czterobocznych, których kontury biegną równolegle z krawędziami sześcianu, ściany zaś odpowiadają sześciannowi piramidalnemu. Zjawisko to było już znane Mohsowi. Podobne figury ukazują się na odłupanych sześciinach żelaza rodzimego, skoro je potraktujemy kwasem.



Powstające przez wytrawianie wgłębienia, czyli dolki stykają się niekiedy w taki sposób, że leżące pomiędzy nimi wypukłości przybierają samoistne, charakterystyczne postaci; nazwijmy je stożkami wytrawionemi, przypominającemi subindywidua. Becke, który po raz pierwszy dostrzegł owe stożki, zauważył jednocześnie, że na sześcianie galeny, trawionej kwasem solnym, powstają naprzód dolki, a po dłuższem działaniu kwasu—piramidki ośmio-boczne, wyobrażone w powiększeniu na fig. 287 i pokrywające całkowicie ścianę 001. Tenże badacz, traktując w podobny sposób blendę, otrzymał na czworościanie dodatnim trójboczne i trójsymetryczne dolki, fig. 288, na dwunastościanie zaś rombowym — jednosymetryczne stożki. Ściany tych i tamtych, jak to widać z umieszczonych na nich cyfr, mają położenie jednakowe, odpowiadające czworościanowi piramidalnemu.

Fig. 286.

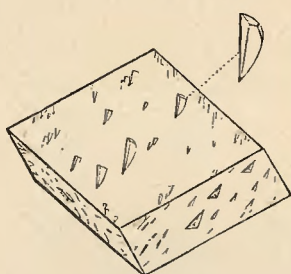


Fig. 287.

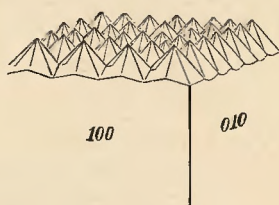
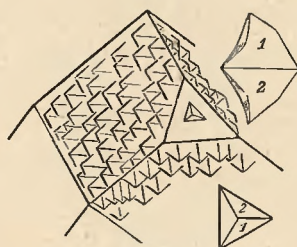


Fig. 288.



Bardzo ważne zastosowanie znajduje metoda wytrawiania w badaniach budowy kryształów naśladowczych, np. boracytu i perowskitu.

Jeżeli na działanie środków trawiących wystawimy sztuczne przekroje kryształów albo indywiduów, powstają na nich figury wytrawione, symetrią swoją odpowiadające kierunkowi przekroju. Atoli zachodzą tu niekiedy anomalie, z tej mianowicie przyczyny, że figury normalne tworzą się na tych tylko przekrojach i płaszczyznach łupliwości, które przecinają piramidę przyrostu [68] ściany do nich równoległej, gdy odwrotnie tam, gdzie spotykają one inne stożki przyrostu, powstają figury zeszcpane. Jeżeli przez sześcian fluorytu poprowadzimy przekrój równoległy do jego ściany przedniej, środkową częścią swego pola przetnie on przednią piramidę przyrostu 100, gdy po bokach napotka piramidę przyrostu ścian sąsiednich. Tylko na środkowem polu przekroju zjawiają się figury normalne, gdy na polach bocznych wydłużają się one nakształt romba i ułożą rzędami. Przemawia to za tem, że przyczyną powstawania figur wytrawionych mogą być częstokroć nieskończenie drobne przerwy w budowie kryształu.

Wytrawianie przekrojów ujawnia w sposób bardzo wyraźny budowę bliźniaczą i siatkową, tudzież zrastanie się równoległe i uwarstwienie. Przykładem w tym względzie jest żelazo meteoryczne. Przekroje wypolerowane, a następnie wytrawione kwasami, wykazują nadzwyczaj dobitnie budowę krystaliczną, polegającą na ułożeniu blaszek równoległe do ścian ośmiościanu. (Porównaj o żelazie meteorycznem w dodatku).

**93.** Rozmaite ściany i krawędzie kryształu ulegają działaniu środków nagryzających w stopniu niejednakowym. Ściany romboedryczne  $R$  kalcytu dają się np. wytrawić prędzej, niż podstawowe  $OR$ . Kryształ aragonitu, zanurzony w kwasie rozcieńczonym, wytrawia się prędzej na ścianach słupa, niż na ścianie podłużnej  $010$ . To samo postrzegamy i na kryształach kwarcu o zakończeniach sześciograniastych; krawędzie biegunowe naprzemianległe nagryzane są bardzo mocno, pozostałe—słabo i t. d. Niekiedy na krawędziach kryształów, pograżonych całkowicie w ciecz wytrawiającą, powstają także stępienia, których miejsce w doświadczeniu ostrożnie przeprowadzonym zająć mogą ściany gładkie, nazwane przez Hamberga ścianami prerozyjnymi. Położenie tych ostatnich, zgodnie z pomiarami dotychczas wykonanymi, odpowiada prawu parameków, jakkolwiek wskaźniki są tu zazwyczaj liczbami większymi. Na kwarcu ściany te po raz pierwszy były otrzymane przez Leydolta po wytrawieniu w kwasie fluorowodorowym. Są to stępienia, oznaczone na fig. 289 cyframi 1, 2, 3. Romboedr kalcytu  $R$ , wytrawiony w mocnym kwasie solnym lub azotnym, przeistacza się w kombinację skalenoedru i romboedru, przedstawioną na fig. 290.

Fig. 289.

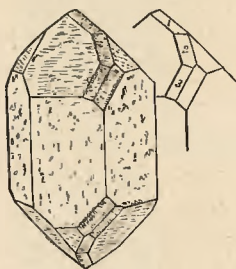


Fig. 290.

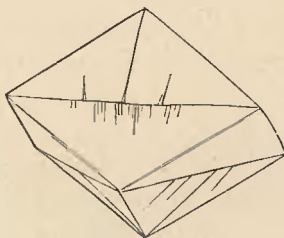
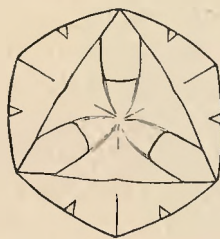


Fig. 291.



Ciekawymi są bardzo doświadczenia, dokonane na kulach, wytoczonych z osobników krystalicznych; w tym bowiem razie wynik badania staje się niezależnym od jakiegokolwiek bądź pierwiastku, na kryształach już istniejącego. Na kuli trawionej zjawiają się jednocześnie wszystkie ściany, mogące wogóle powstać w danym środowisku. Kula kalcytowa, silnie trawiona, zamienia się w kombinację, której część górną przedstawia fig. 291. Możemy tu odróżnić kilka skalenoedrów, romboedrów wtórych, tudzież jedną piramidę wtórą, chociaż ściany te są po większej części spazzone.

Na kryształach naturalnych dostrzegamy często ściany, mające bardzo wielkie podobieństwo do ścian prerozyjnych. Ścianami takimi odznaczają się zarówno kryształy kwarcu z Palombaja na Elbie, opisane przez G. vom Rath, jak ametysty brazylijskie, zbadane przez Grotha. Ściany kryształów bywają nagryzane często w sposób bardzo rozmaity, jak to np. widzimy na adularze, rozpatrywanym z góry, fig. 292. Inne znów wykazują jednocześnie figury wytrawione i ściany prerozyjne, jak np. kryształ barytu, fig. 293, mający na ścianie podstawowej głębokie dołki, na kątach zaś i krawędziach — ściany prerozyjne,



Niektóre kryształy są jakby nawskróś przegryzione. To znów, obok ścian prozycznych równych, występują ściany krzywe, tudzież nieprawidłowe wgłębienia, jak na wytrawionym kryształe kwarcu, fig. 294.

Fig. 292.



Fig. 293.

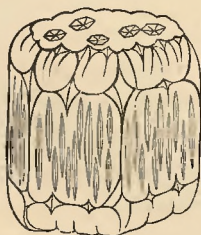
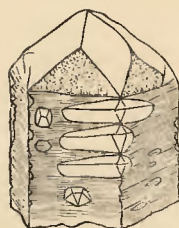


Fig. 294.



Literatura: Znane powszechnie trawionki żelaza meteorycznego skorupowego odkrył w r. 1808 Widmannstätten w Wiedniu. Schreibers, Beitr. zur Gesch. meteorischer Stein- und Metallmassen. Wiedeń, 1820, str. 70. Następnie Daniell ogłosił swe postrzeżenia, dotyczące wytrawiania żelaza, kalcytu i in. Schweigger's Jour., t. 19, str. 38. W r. 1855 Leydolt opisał zjawiska, towarzyszące wytrawianiu agatów, a później — aragonitu i kwarcu. Sitzungsber. d. Wiener Akad., t. 15, str. 59, oraz t. 19, str. 10. Od r. 1874 H. Baumhauer zaczął ogłaszać swe odnoszące się tutaj prace, zawarte w dziele: Die Resultate der Aetzmethode in der krystallographischen Forschung, Lipsk 1894. Autor, Tschermak's Min. und petrogr. Mith., t. 4, str. 99. Becke, tamże, t. 5, str. 457, oraz tomy następne. Ebner, Sitzungsber. d. Wiener Akad., dział II, t. 87, str. 368, tudzież t. 91, str. 760. Hamburg, Molengraaff i in., Zeitschr. f. Kryst. i Ber. der Berliner Akad. O figurach, powstających podczas rozpuszczania: F. Exner, Sitzungsber. d. Wiener Akad., dział II, t. 69, str. 6; o ścianach wytrawionych i t. p. porówn. także: Lavizzari, Nouveaux phénomènes des corps cristallisés, Lugano 1865.

**94. Rozpadanie się w proszek — wietszenie.** <sup>1)</sup> Niektóre minerały, zawierające wodę, tracą tę ostatnią częściowo lub całkowicie, pozostając przez czas dłuższy na suchym powietrzu; pokrywają się one naprzód powłoką mętną i nieprzezroczystą, a następnie przeistaczają w masę luźnie spójną lub wreszcie rozsypują w proszek. Początek tego zjawiska polega zwykle na tem, że na kryształach zjawiają się pojedyncze mętne punkciki albo plamki, które następnie stopniowo się zwiększają. Kontury tych plamek są najczęściej zaokrąglone kolisto lub elipsoidalnie, ale w istocie rzeczy odpowiadają zaokrąglonej figurze wytrawionej; usuwając z powierzchni kryształu proszek, znajdziemy pod nim wgłębienia zupełnie do dołków wytrawionych podobne. Położenie tych dołków oraz ich postać zawsze są ściśle zależne od symetrii ściany kryształu, na której

<sup>1)</sup> Wietszenia — od wietszeć, wiotchy. Podobnie brzmiąca nazwa — wietrze — od wiatr, powietrze, utarła się w mineralogii chemicznej i oznacza zmiany minerałów, zachodzące pod wpływem atmosferyliów.



powstają. Przykładów opisywanego zjawiska dostarczają kryształy boraksu, siarczanu cynku i t. p. Sposobność oglądania figur, powstających przez rozpadanie się w proszek, zdarza się rzadko, albowiem zdolne je wykazać minerały w kryształach wykształconych ukazują się nie często.

Pape, Pogg. Ann., t. 124, str. 329; t. 125, str. 513. Sohneke, Zeitschr. f. Kryst., t. 4, str. 225. Blasius, tamże, t. 10, str. 221.

**95. Odbijanie światła.** Ściany równe i gładkie odbijają światło według dwóch praw zasadniczych: 1. promienie, padający i odbity, leżą w jednej płaszczyźnie (pl. padania), prostopadłej do ściany odbijającej, 2. obydwa promienie tworzą jednakowe kąty z linią, prostopadłą do ściany odrzucającej a przeprowadzoną z punktu odbicia. Prawa odbijania światła mają zastosowanie przy pomiarach kryształów na goniometrze refleksyjnym, o którym mówiliśmy wyżej.

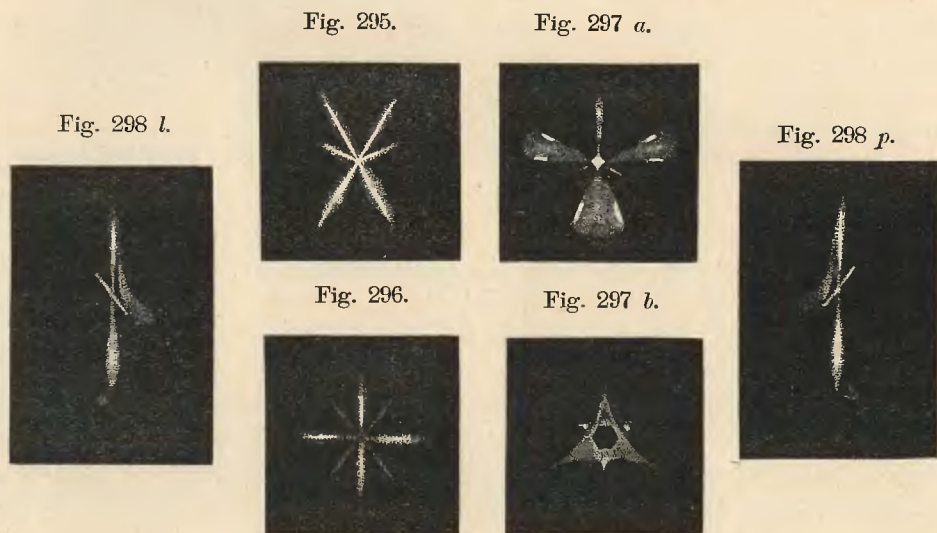
Ściany gładkie, lecz zaopatrzone w drobne żłobki lub prążki, prowadzą w odbijaniu rozmaite zmiany. Jeżeli ściana posiada tylko jeden szereg żłobków, czyli wydłużonych wklęsłości, i jeśli te biegną równolegle z płaszczyzną padania, ściana taka odbijać będzie płomień dobrze t. j. normalnie, jeżeli zaś ona leży inaczej, to otrzymamy obraz płomienia zeszpecony, a mianowicie wydłużony w kierunku prostopadłym do długości żłobków. Okoliczność ta stanowi niekiedy niemalą przeszkodę w pomiarach goniometrycznych. Jeszcze większe zmiany w odbijaniu światła sprowadza żłobkowatość, biegnąca w dwóch kierunkach. Jeżeli ścianę z taką podwójną żłobkowatością zatrzymamy w pobliżu oka i będziemy badać obraz płomienia, unieszczonego w pewnem oddaleniu, ujrzymy na niej gwiazdę czteropromienną, składającą się z dwu krzyżujących się smug świetlnych, których kierunek jest prostopadły do biegu żłobków. O ile pierwsze zjawisko na kryształach naturalnych jest pospolitem, o tyle występowanie gwiazdy dostrzegać się daje rzadko, a to z powodu, że i żłobkowatość podwójna nie jest zjawiskiem częstym.

Naturalne ściany kryształów, pokryte drobnymi wypukłościami (subindywiduami), dają odbicia, jak to zauważył po raz pierwszy Brewster, bardzo urozmaicone co do swej formy, jednak zawsze odpowiadające symetrii odbijającej je ściany.

Podobneż zjawisko świetlne, niekiedy nader piękne, dostrzegać możemy i na wytrawionych ścianach kryształów. Brewster zastosował figury świetlne, powstające z uszykowanych prawidłowo odbić, do badania zmian, wywoływanych na ścianie kryształu przez środowisko nagryzające. Ponieważ wklęsłości wytrawione (dolki) ujęte są w ściany drobne, lecz równe, odpowiadające swem położeniem symetrii ściany trawionej, ponieważ dalej są one na całej ścianie równoległe, więc, przypatrując się zbliska refleksom przez nie rzucanym, ujrzymy figury świetlne, których postaci tę samą wykazać muszą symetrię. Każda ściana dolka rzuca osobny refleks, skąd figura świetlna ma tyle ramion, ile ścian posiadają wklęsłości, powstałe przez wytrawianie. Drobne ściany wytrawione, przecinające się pod kątami rozwartemi, zwykle zlewają się w jedną krzywiznę, a stąd i figury świetlne mają niekiedy postaci zaokrąglone, oko zaś dostrzega łuki świetlne lub wogóle figury, złożone z pierwiastków łukowatych. Badanie figur

światlnych odbywa się bądź bezpośrednio na ścianie kryształu nagryzionej, bądź też na odciskach otrzymanych na karuku, żelatynie i t. p. Te ostatnie, podobnie jak przezroczyste blaszki kryształu wytrawionego, dają odpowiednie figury także w promieniach światła przechodzącego.

Niżej podane przykłady figur świetlnych ściągają się do ścian kryształów, przytoczonych przy wytrawianiu, a swem położeniem odpowiadają w zupełności wyobrażonym tamże figurom wytrawień.



Muskowit ukazuje na  $001$  sześciopromienną figurę świetlną o charakterze jednosymetrycznym, fig. 295; każdy promień biegnie prostopadle do jednej ze ścian dołka. Baryt od ściany podstawowej, będącej zarazem płaszczyzną lupliwości, odbija po wytrawieniu ośmiopromienną figurę świetlną, fig. 296, której związek z odpowiednim dołkiem łatwo daje się odnaleźć. Na ścianie  $R$  kalcytu, wytrawionej kwasem solnym, ukazuje się jednosymetryczna figura świetlna, przypominająca koronę niektórych kwiatów, fig. 297a. Każda tępsza krawędź dołka rzuca dwa obrazy płomienia, złączone łukiem. Ściana podstawowa kalcytu odrzuca znów figurę świetlną trójsymetryczną, fig. 297b, odpowiadającą dołkowi, przedstawionemu na fig. 283d. Kwarc od ścian  $R$ , wytrawionych w kwasie fluorowodorowym, odbija figurę świetlną niesymetryczną, przytem kryształowi lewemu odpowiada fig. 298l, prawemu zaś — fig. 298p. Figura świetlna soli kamiennej, wytrawionej na sześcianie, jest gwiazdą czteropromienną o promieniach jednakowych.

96. Zjawiskiem pokrewnem figurom świetlnym jest asteryzm (gwiazdkowatość). Niektóre szafiry ukazują gwiazdę sześciopromienną, skoro przez płytkę tego romboedrycznego minerału, wyciętą prostopadle do osi głównej, spoglądać będziemy na płomień świecy lub gazu. Spoglądając z góry na szafir, gwiazdę ową też ujrzyć możemy, zwłaszcza jeśli kamień wyszlifowany jest w półkulę ponad osią główną. Efekt ten, już w r. 1768 przez A. Quista opisany, zależy najprawdopodobniej od niezwykle drobnych próżni rurkowatych,



uszykowanych równolegle do ścian słupa sześciobocznego. Według G. Rosego, niektóre gatunki miki również ukazują gwiazdę sześciopromienistą, jeśli przez nie patrzeć będziemy na płomień. Tu wszakże badanie mikroskopowe przekonuje, że w takich mikach występują wielkie ilości drobnych igielkowatych wrostków, prawdopodobnie rutylu; te są uszykowane w trzech kierunkach, przecinających się pod  $60^{\circ}$ . Porówn. fig. 251. Prostopadle do tych ostatnich widzimy owesmugi świetlne, inienia żadnej wątpliwości, że fenomen ten wywołują inkluzje.

Każdy szereg wrostków igielkowatych sprawia, że w kierunku doń prostopadłym obraz płomienia wydłuża się i rozciąga. Stąd minerały, zaopatrzone w jeden tylko szereg drobnych wrostków igielkowatych, odbijają jedną tylko smugę światła. Tak samo się rzecz przedstawia z minerałami równoległowłóknistymi. Jeśli mamy płytkę, wyciętą prostopadle do włóknistości, to patrząc przez nią na płomień, ujrzymy jedno tylko pole światła, czyli aureolę. Minerały włókniste, wyszlifowane w kształt półkuli ponad osią włóknistości, ujawniają odbłask falisty, dostrzegany na gipsie włóknistym, na kocim oku i na chryzoberylu brazylijskim.

Migotliwość, właściwa niektórym kryształom, jest również zjawiskiem odbijania się światła. W kamieniu słonecznym i czerwonym karnalacie sprowadzają je równolegle ułożone płatki hematytu albo getytu, w bronzycie i dyalagu — drobne blaszki mineralne lub też zawartości kryształów ujemnych; w adularze, kamieniu księżycowym i apatycie migotanie wywołują próżnie blaszkowate lub pryzmatyczne, uszykowane równolegle. Tak więc pod migotliwością rozumiemy odbijanie się światła od drobnych ścian, osadzonych wewnątrz ciał krystalicznych w szyku równoległym.

Literatura figur świetlnych: Brewster, *Edinburgh Transactions*, t. 14 (1837), oraz *Philosophical Magazin* 1853. F. v. Kobell, *Sitzungsber. d. bayr. Akademie*, 1863, str. 60. Haushofer, *Asterismus und Lichtfiguren des Calcits*, Monachium 1865. — O asteryzmie: Haüy, *Traité de Minéralogie*, wyd. 2, 1822, t. II, str. 90. Babinet, *Comptes rend.* 1837, str. 762, tudzież Pogg. Ann., t. 41. Volger, *Sitzungsber. d. Wiener. Akad.* 1856, t. 19, str. 103. G. Rose, *Monatsberichte der Berliner Akad.* 1862, str. 614; 1869, str. 344. Grüel, Pogg. Ann. t. 120, str. 511. Autor, *Zeitschr für Krystallogr.*, t. II, str. 36. — O migotliwości: Scheerer, 1845. Pogg. Ann., t. 64, str. 153. Reusch, tamże, 1862, t. 116, str. 392, oraz t. 118, str. 256; t. 120, str. 95. Judd, *Quarterly Journ. of the geol. Soc.*, t. 41, str. 354.

**97.** Dość często dostrzegać się daje osobny rodzaj odbijania światła, którego promień, przebiegający środowisko gęstsze, dosięgnie granicy środowiska rzadszego. Trzymając naczynie szklane, napełnione wodą, tak, by powierzchnia graniczna wody i powietrza mogła być widziana od dołu, łatwo znaleźć możemy w odpowiedniem oświetleniu taki kierunek, w którym powierzchnia owa lśni, jak srebro.

Zjawisko polega na tem, że promienie światła, przechodzące przez wodę, odbijają się całkowicie od powierzchni granicznej, a do powietrza wcale się nie dostają. Przekonać się o tem łatwo, pozostawiając naczynie w położeniu



wskazaniem i spoglądając na nie z góry w kierunku światła padającego. Powierzchnia wody wyda się teraz czarną i nieprzezroczystą.

Całkowite odbijanie się światła wywołuje owe jaskrawe, błyskotliwe efekty świetlne, jakie są właściwe kamieniom drogim szlifowanym, zwłaszcza brylantowi. W instrumentach optycznych miewa ono niekiedy znaczenie ważne, a znajomość jego w badaniach mikroskopowych jest niezbędna. Owe ciemne pierścienie, okalające pęcherzyki gazów i par pod mikroskopem [71], są następstwem całkowitego odbijania się światła. Prócz tego zjawisko, w mowie będące, sprawia jeszcze inne skutki, które niekiedy mylnie mogą być tłumaczone. Ponieważ wąziutkie szczeliny, często ukazujące się w szlifach skał i kryształów, w pewnym położeniu wydają się czarnymi, badacz początkujący może więc je nieraz wziąć za ciała nieprzezroczyste. Szczeliny pokrzywione wydać się mu mogą wrostkami włosowatymi, szczeliny uskokowe, równoległe uszykowane — czarnymi prążkami, mającemi pozory wrostków krystalicznych. Przykładem w tym względzie są ściany uskokowe miki, dostrzegane w preparatach mikroskopowych.

**98. Blask, połysk.** Im gładszą i równiejszą jest powierzchnia, na którą pada światło, tem dokładniej odrzuca ona jego promienie w tym samym kierunku. Minerale o powierzchni gładkiej odznaczają się zatem pewnym blaskiem, którego rozmaite stopnie natężenia oddajemy za pomocą przymiotników lśniący, błyszczący i połyskujący. Połysk w stopniu najsłabszym sprowadza zaledwie migotanie powierzchni w punktach pojedynczych, jakie daje się dostrzegać na powierzchniach przelamowych wapienia zbitego lub alabastru. Całkowity brak połysku oznaczamy przymiotnikiem matowy. Minerale ziemiste, jak kreda albo kaolin, mają powierzchnie matowe.

Światło padające doznaje przez odbicie pewnych zmian, zwłaszcza, że miesza się z tem, które weszło wewnątrz mineralu i stamtąd zostało odrzucone napowrót. Wspólne działanie tych gatunków światła sprowadza rozmaite rodzaje blasku, pomiędzy którymi odróżniamy następujące:

Blask metaliczny, najsilniejszy, dostrzegamy na gładkich lśniących powierzchniach metalowych. Jako jego stopnie odróżniamy blask metaliczny doskonały i niedoskonały.

Blask dyamentowy, bardzo żywy, właściwy dyamentowi i blendzie cynkowej. Zbliża się on niekiedy do blasku metalicznego, a wtedy nazywamy go blaskiem metaliczno-dyamentowym.

Połysk szklisty jest najpospolitszym rodzajem blasku, dostrzegany na szkle, kwarcu, barycie.

Połysk tłusty właściwy ciałom pociągniętym olejem; widzimy go na świeżym przełamie siarki. Odznaczają się nim również minerale, obfitujące we wrostki krystaliczne albo też będące mieszaninami cząstek bezpostaciowych i krystalicznych. Przykłady: eleolit, smołowiec.

Połysk perłowo-maciezny, tak nazwany od połysku, właściwego perłowej macy. Połysk ten wykazują minerale, składające się z blaszek przezroczystych, nie przystających do siebie ściśle, jak np. w talku. Płytki miki,

zwykle mająca połysk szklisty, zmienia go jednak na perlowo-macieczny, skoro ją poddamy ciśnieniu i zginaniu, wogóle odkształceniom, prowadzącym podział na cienkie blaszki. Stąd połysk ten dostrzegamy często na ścianach równoległych do łupliwości doskonałej, o ile już nastąpiło spękanie na blaszki, tak często dostrzegane na micie i gipsie. Jeżeli minerał o połysku perlowo-maciecznym ma prócz tego barwę, powstaje wtedy połysk perlowo-metaliczny, jak na pewnych odmianach miki brunatnej.

Połysk jedwabisty, właściwy minerałom drobno-włóknistym, np. włóknistemu gipsowi, azbestowi; zależy, jak i poprzedni, od budowy minerału.

Lit. Haidinger, Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1848, Listopad 9, str. 137. Brücke, tamże, t. 43 (1861). Wundt, Heidelberger Jahrb., t. 54 (1861). Dove, Pogg. Ann., t. 83, str. 169.

**99. Przezroczystość.** Mineral nazywamy przezroczystym, skoro przez grubą jego warstwę możemy dokładnie odróżnić pismo. Przeciwnie, gdy zabarwienie minerału jest tak mocne, że przez grubszą jego warstwę liter dostrzedz nie zdołamy, nazwiemy go nieprzezroczystym. Tak np. cienka płytka augitu lub epidotu jest zielona i przezroczysta, nieco grubsza staje się ciemnozieloną, cały zaś kryształ, nawet niezbyt duży, jest czarnozielony i nieprzezroczysty. Od nieprzezroczystych odróżnić należy minerały mętne. Jeżeli masa, sama przez się przezroczysta, własność tę utraci wskutek pewnej budowy lub zawartych w niej cząstek obcych, albo też skutkiem drobnych próżni, powodujących odbijanie się światła od ich powierzchni, wówczas pozostaje ona mętną nawet w warstwach cienkich lub zaledwie tylko prześwieca, jak np. chalcedon, kwarc mleczny, rogowiec. Mineral, którego tylko najostrejsze krawędzie przepuszczają nieco światła, nazywamy przeświecającym w krawędziach. W tych razach, kiedy przyczyną zmętnienia minerału są drobne spękania, możemy go uczynić przezroczystym przez zanurzenie w cieczach, jak np. hydrofan, który w wodzie staje się prawie napół przezroczystym.

Minerały, posiadające wyraźny blask metaliczny, zgoła nie przepuszczają światła nawet w blaszkach tak cienkich, jakie tylko możemy otrzymać przez szlifowanie. Ciała takie nazywamy całkowicie nieprzezroczystymi. Prawdziwy blask metaliczny oraz całkowita nieprzezroczystość są z sobą ściśle związane.

Atoli w warstewkach nadzwyczajnie cienkich stają się napół przeświecającymi nawet metale, jak się o tem przekonywamy na nader subtelnych listkach złota, platyny i srebra, które jednak dają się otrzymywać tylko drogą pewnych czynności chemicznych.

**100. Załamywanie światła.** Od powierzchni, rozdzielającej dwa środowiska, odbija się wogóle tylko pewna część światła. Druga jego część przechodzi do środowiska nowego, o ile ono jest przezroczystem. Jeżeli promień pada ukośnie na powierzchnię graniczną, ulega on, jak wiadomo, pewnemu zboczeniu od kierunku pierwotnego, czyli załamuje się. Kąt, zawarty pomiędzy promieniem padającym a pionem, nazywany kątem padania  $e$ , kąt zaś pomiędzy



pionem i promieniem załamany — kątem załamania  $r$ . Najpierw poznano zostało zachowanie się cieczy przezroczystych i szkła względem promieni, przez nie przechodzących. Dla ciał tych Snell odkrył prawa następujące:

1. Promień załamany leży w płaszczyźnie padania. 2. Stosunek wstaw kąta padania i załamania jest wielkością dla każdego ciała stałą i nazywa się współczynnikiem załamania światła  $n$ .

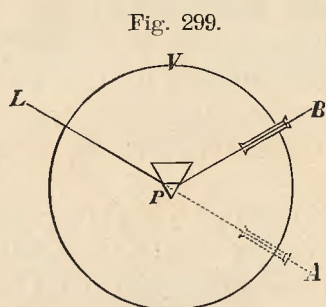
$$\frac{\sin e}{\sin r} = n$$

Spółczynnik załamania należy zawsze rozumieć tak, jak gdyby był wyprowadzony dla światła, które do ciała badanego przechodzi z próżni. Przejściu promienia z próżni do powietrza towarzyszy tylko bardzo nieznaczne załamanie. Spółczynnik załamania światła w powietrzu jest 1·000294. We wszystkich cieczach i ciałach stałych jest on znacznie większy od 1, jak to widać z liczb, poniżej przytoczonych a odpowiadających temperaturze 19° C.:

woda	= 1·3336	sól kamienna	= 1·5448
siarek węgla	= 1·6272	dyament	= 2·4195

To zbaczanie promienia światła, wchodzącego do środowiska gęstszego, teoria czyni zależnym od stawianego mu oporu, który powstrzymuje prędkość światła. W istocie doświadczenia Foucaulta dowiodły, że prędkość światła w wodzie wynosi tylko  $\frac{3}{4}$  jego prędkości w powietrzu. Ponieważ współczynnik załamania wody równa się prawie dokładnie  $\frac{4}{3}$ , poznajemy tu zatem przykład prawa ogólnego, które brzmi, jak następuje: prędkości światła pozostają w stosunku odwrotnym do współczynników załamania.

101. Spółczynnik załamania ciał stałych określamy w sposób następujący. Ciałom tym nadajemy naprzód postać pryzmatu, a ten ustawiamy kra-



wędzią ostrą prostopadle do koła, zaopatrzonego w podziałki, poczem mierzymy kąt najmniejszego odchylenia, którego doznał promień padający, przechodząc przez pryzmat. W tym celu posługujemy się jednym z goniometrów, wyobrażonych na fig. 16 i 17. Jeżeli  $V$  jest kołem, podzielonem na stopnie, fig. 299, pryzmat, umieszczony na niem pionowo, mieć będzie postać trójkąta  $P$ . Kierunek promienia padającego  $LA$  określamy za pomocą lunety, a następnie odnajdujemy położenie, w którym pryzmat sprawia odchylenie najmniejsze. Wtedy znów określamy kierunek promienia załamane  $PB$  i tym sposobem znajdujemy kąt najmniejszego odchylenia  $a = AB$ . Jeżeli dalej znany nam jest kąt załamujący pryzmatu  $w$ , to współczynnik załamania obliczyć możemy podług wzoru:

$$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (a + w)}{\sin \frac{1}{2} w}$$



Tą samą metodą określić możemy współczynnik załamania cieczy, skoro nią napelnimy pusty wewnątrz pryzmat, sklejony z płytek szklanych o ścianach doskonale równoległych.

Na wielu minerałach współczynnik załamania światła daje się określić za pomocą metody całkowitego odbicia.

Promień światła  $D$ , przechodzący przez ciecz ku jej powierzchni i padający na tę ostatnią pod kątem  $r$ , przejdzie do powietrza pod kątem większym  $e$ , fig. 300, gdy jednocześnie część jego światła odbije się w kierunku  $T$ . Wyobraźmy, że kąty  $r$  i  $e$  powiększyły się o tyle, iż  $e = 90^\circ$ ; promień, wychodzący z cieczy, będzie się wtedy ślizgać po jej powierzchni, a  $r$  posiędzie pewną stałą wartość  $t$ , która stanowi granicę, czyli początek zupełnego odbicia. Jak skoro  $r$  stanie się większem od liczby  $t$ , światło zgoła do powietrza nie przejdzie, lecz odbije się całkowicie od powierzchni cieczy, powracając do jej wnętrza.

Fig. 300.

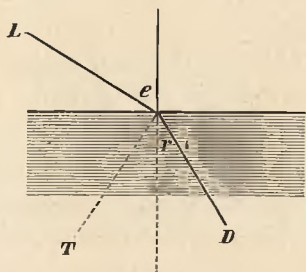


Fig. 301 a.

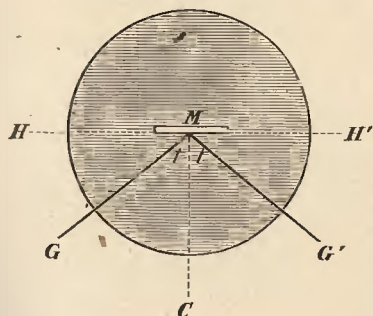
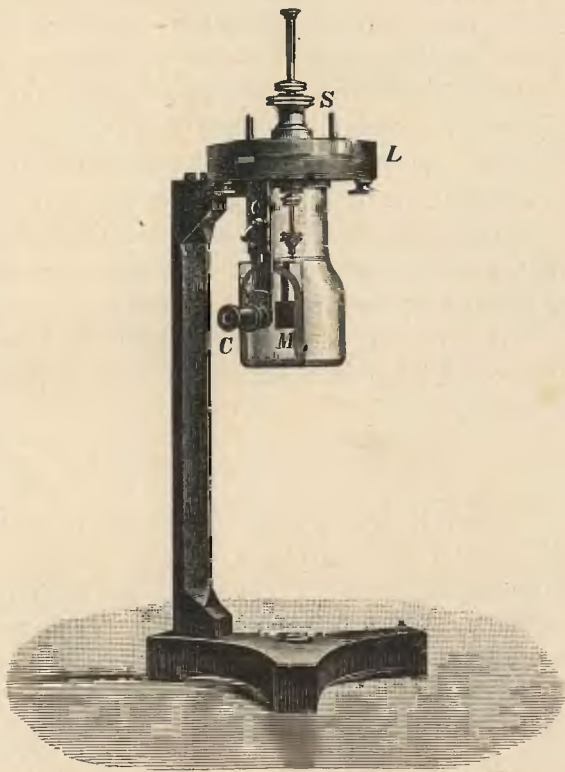


Fig. 301 b.



Jeżeli zastosujemy ciecz, silnie załamującą, zanurzony w niej minerał, o gładkiej powierzchni i niskim współczynniku załamania, działać będzie na podobieństwo powietrza i spowoduje całkowite odbicie światła. Naczynie cylindryczne z przeświecającego szkła matowego (widzimy je na fig. 301a w rzucie poziomym) napelnia się siarkiem węgla, jodkiem metylenu lub wogóle cieczą, mocno załamującą, a wewnątrz, w jego środku, ustawia się pionowo

gładka ściana minerału  $M$ . Na ścianę tę pada dokoła światło, przechodzące przez ściany naczynia. Poczynając od  $G$  i  $G'$ , a więc w przestrzeniach  $G M H$  i  $G' M H'$ , dostrzegamy całkowite jego odbicie. Połowa kąta  $G M G'$  równa się zatem  $t$ . Znając współczynnik załamania użytej cieczy, np. siarku węgla  $s$ , możemy obliczyć współczynnik załamania badanego minerału  $n$  z równania:

$$n = s \sin t$$

Zamiast wyszukiwać kierunki  $G$  i  $G'$ , można też uważać ścianę  $M$  w jednym stałym kierunku, np.  $C M$ , minerał zaś  $M$ , przytwierdzony pionowo do pręta, połączonego z kołem poziomem  $L$ , obracać w tę i tamtą stronę, celem określenia położenia, w których ukazuje się granica całkowitego odbicia na pionowej nitce lunety. Na takiej zasadzie zbudowany jest przyrząd, zwany reflektometrem Kohlrauscha, fig. 301 b. Inne reflektometry zostały skonstruowane przez Liebicha, Pulfricha, Abbego, Czapskiego.

O znaczeniu całkowitego odbijania się światła w badaniach mikroskopowych wspominaliśmy już wyżej [71]. Drobne, okrągłe pęcherzyki, dostrzegane często jako inkluzje minerałów przezroczystych, ukazują się pod mikroskopem w postaci ciemnych pierścieni, szerszych lub węższych. Pochodzi to stąd, że promienie światła, przebiegające przez minerał, którego współczynnik załamania jest  $n$ , i wstępujące do pęcherzyka, którego zawartość ma współczynnik załamania  $b$ , podlegają na jego granicy całkowitemu odbiciu.

Współczynnik załamania płytek przezroczystych może też być określony z dokładnością przybliżoną za pomocą metody księcia de Chaulnes. Mikroskop nastawiamy możliwie ostro na jakikolwiek drobny punkcik, nakładamy nań płytkę o wiadomej grubości  $E$ , poczem, by punkcik ów z równą ujrzeć wyraziłością, podnosimy rurę mikroskopu do wysokości  $h$ , która się mierzy śrubą mikrometryczną. Po dokonaniu tych manipulacji i pomiarów, otrzymamy w przybliżeniu:

$$\frac{1}{n} = 1 - \frac{h}{E}$$

Przybliżony współczynnik załamania otrzymać również możemy, pogrążając kryształ lub jakikolwiek okruch minerału przezroczystego w ciecz, mocno załamującą. Przez stopniowe rozcieńczanie cieczy obniżamy jej zdolność załamywania dotąd, aż wreszcie kontury minerału znikną. Jest to oznaką, że współczynniki załamania cieczy i minerału stają się wtedy sobie równymi. Określając współczynnik cieczy w pryzmacie, znajdziemy tem samem poszukiwany współczynnik minerału.

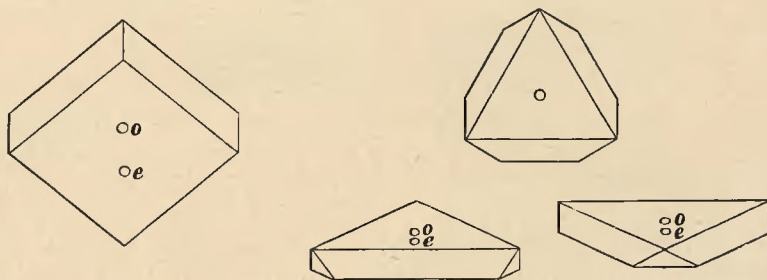
Lit. Wüllner, Lehrb. d. Experimentalphysik, t. 2. Kohlrausch, Zeitschr. f. Kryst., t. 4, str. 451 i 621. Groth, Physikalische Krystallographie, str. 654 i n.

**102.** Gdy minerały bezpostaciowe i regularne odznaczają się powyżej wyjaśnionem pojedynczym załamywaniem światła, wszystkie inne minerały krystaliczne powodują wogóle rozszczepienie się wchodzącego w nie promienia świetlnego na dwie części, czyli załamują go podwójnie. Zjawisko to dostrzegł

po raz pierwszy, jak wiadomo, Erazm Bartholin <sup>1)</sup> na kalcycie, który odznacza się bardzo mocnem załamywaniem podwójnem, czyli dwójłomnością. Ciała, załamujące pojedynczo, nazywamy izotropowemi (równokierunkowemi), załamujące zaś podwójnie — anizotropowemi (różnokierunkowemi).

Kawałek przezroczystego kalcytu (spatu islandzkiego, dwójłomnego), położony na papierze, zaopatrzonym w czarną kropkę, ukaże nam ją w liczbie podwójnej. Otwór, przekłóty igłą w arkuszu papieru i widziany przez tenże kawałek kalcytu, da również obraz podwójny. A więc światło, wchodzące w kryształ, rozkłada się na dwa promienie, fig. 302. Jeżeli tedy załamującą podwójnie płytkę kalcytową obracać będziemy na papierze tak, ażeby czarny

Fig. 302.



punkt nie wychodził po za jej pole, przekonamy się, że obydwa te promienie zachowują się odmiennie. Gdy jeden z nich pozostaje nieruchomo na tem samem miejscu tak, jakbyśmy go widzieli przez płytkę szklaną, drugi wykonywa ruch obrotowy koło pierwszego. Stąd wnosimy, że jeden z promieni, zwany zwyczajnym  $o$ , podlega zwykłemu prawu załamania, drugi zaś, zwany promieniem nadzwyczajnym  $e$ , zależy od prawa innego. Poznając bliżej drogi obu promieni lub określając współczynniki ich załamania,  $\omega$  i  $\epsilon$ , przekonamy się, że promień zwyczajny ma współczynnik załamania znacznie większy od nadzwyczajnego, że zatem  $\omega > \epsilon$ , a dalej, że ten ostatni współczynnik nie jest wielkością stałą, lecz zmienia się w zależności od kierunku światła padającego. W świetle żółtem  $\omega = 1.6585$ , gdy współczynnik załamania promienia nadzwyczajnego, poczynając od tej wielkości, spaść może do  $\epsilon = 1.4864$ . Wreszcie promień nadzwyczajny wychyla się często po za płaszczyznę padania.

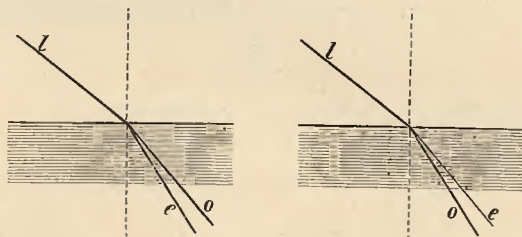
Zeszlifujmy oba naroża biegunowe romboedru kalcytowego tak, aby płaszczyzny otrzymane przecinały prostopadle oś główną, i przez taką płytkę podstawową spojrzmy prosto na otwór w papierze, a ujrzymy tylko jeden obraz otworu, spojrzmy nań ukośnie, a znów się nam ukaże obraz podwójny. A więc kalcyt ma jeden kierunek, czyli oś załamania pojedynczego, która biegnie równolegle z główną osią krystalograficzną, we wszystkich zaś innych kierunkach jest on ciałem dwójłomnem.

<sup>1)</sup> Experimenta crystalli islandici disdiaclastici quibus mira et insolita refractio detegitur. Havniae 1669.



Tak samo, jak kalcyt, zachowują się wszystkie minerały przezroczyste, których osobniki krystaliczne należą do układów tetragonalnego i heksagonalnego. Są one optycznie jednoosiowe. Przytem zachodzi między nimi ta tylko różnica, że gdy jedne wspólnie z kalcytem mają  $\omega > \epsilon$ , to inne, jak np. kwarc, mają  $\omega < \epsilon$ . Dwójłomność pierwszego rodzaju  $\omega > \epsilon$  nazywa się dodatnią, czyli przyciągającą (attrakcyjną), dwójłomność zaś drugiego rodzaju  $\omega < \epsilon$  — ujemną, czyli odpychającą (repulsyjną), fig. 303.

Fig. 303.



Dwójłomność dodatnia.

Dwójłomność ujemna.

Minerały, których postaci krystaliczne odpowiadają budowie prostszej, a więc trójskośne, jednoskośne i rombowe, również załamują światło podwójnie, ale mają one dwa kierunki, czyli dwie osi załamania pojedynczego, są zatem optycznie dwuosiowe. Ciała te nie wytwarzają promienia zwyczajnego, albowiem obydwa promienie mają tu współczynniki załamania zmienne, a więc obydwa są nadzwyczajne. Atoli przez pewną analogię, którą poznamy później [126], odróżniamy i tutaj kryształy optycznie dodatnie i ujemne.

Szczupła tylko liczba minerałów dwójłomnych pozwala na przeprowadzenie doświadczeń z płytkami równoległościennymi, jakich dokonaliśmy na kalcyście, gdyż tylko nieliczne z nich zdolne są rozszczepiać oba promienie tak dalece, jak to czyni minerał wymieniony. Jeżeli wszakże wyszlifujemy z nich pryzmaty i będziemy przez nie uważać szparę oświetloną, jak to zwykle czynimy, określając współczynniki załamania, wykryjemy dwójłomność we wszystkich ciałach, z wyjątkiem regularnych i bezpostaciowych, a to na podstawie zdwojonych obrazów owej szpary; możemy przytem oznaczyć współczynniki załamania obu promieni dla określonych kierunków lub też dowieść załamania pojedynczego w kierunku osi optycznych. To ostatnie jednak daje się prościej sprawdzić w świetle spolaryzowanym, przy pomocy postępowania, o którym mowa będzie poniżej.

Dwójłomność, już w kryształach powstałą, możemy znieść napowrót. Położymy na odłupanej płytce kalcytu drugą, równie grubą, ale obróconą względem pierwszej o  $180^\circ$ , czyli utwórzmy z nich dwojak sztuczny według prawa: płaszczyznę bliźniaczą—ściana  $R$ , a punkt, rozpatrywany przez taką płytkę w kierunku prostopadłym, zdwojeniu nie ulegnie. Jeżeli grubość płytek jest niejednakowa, dwójłomność conajmniej osłabia się. Widzimy wprawdzie dwa punkty, ale zbliżone do siebie.

Spółczynniki załamania ciał dwójłomnych, podobnie jak załamujących pojedynczo (jednołomnych), określają się na pryzmatach za pomocą goniometru, lubo, jak to wykazał Kohlrausch, i inna metoda daje się tu zastosować z powodzeniem. Ponieważ każdemu spółczynnikowi załamania odpowiada oddzielna granica zupełnego odbicia, przeto płytki minerałów dwójłomnych ujawniają podwójną granicę całkowitego odbicia, o ile promień pada tak, że, załamując się, ulega jednocześnie rozszczepieniu. Tą więc drogą możemy za pomocą reflektometru określić spółczynniki załamania światła na wielu minerałach, nawet nieprzezroczystych.

**103. Rozpraszanie barw (dyspersja).** Wiązka promieni światła białego, słonecznego, przechodząc przez pryzmat szklany, ulega nie tylko zboczeniu z kierunku pierwotnego, lecz nadto podziałowi na barwy. Rzucona na ekran, daje ona widmo, którego promienie czerwone załamane są najslabiej, fioletowe zaś—najmocniej. Skoro zaś poszczególne promienie widma badać dalej będziemy za pomocą innego pryzmatu, to się okaże, iż mają one rozmaitą łamliwość, tak, że promieniowi czerwonemu odpowiada spółczynnik załamania najmniejszy, a dalej idą promienie pomarańczowy, żółty, zielony, niebieski, indygowy, fioletowy, z których ostatni ma spółczynnik załamania największy.

Zbierzmy promienie widma za pomocą soczewki, a otrzymamy znów światło białe; lecz jeżeli pewne części widma przed ichłączeniem powtórnie usuniemy, światło barwności swej nie utraci. Usuwając promienie czerwone, otrzymamy światło zielone; niszcząc promienie fioletowe i niebieskie, zachowamy światło żółte, wreszcie znosząc promienie zielone, ujrzymy światło czerwone. Barwy usunięte i pozostałe, dopełniające się nawzajem, dają w połączeniu światło białe.

To rozpraszanie się światła na barwy, czyli dyspersja, ma ważne znaczenie i w podwójnem załamywaniu się promieni świetlnych. Pryzmat kalcytu o krawędzi równoległej do osi głównej rzuca dwa widma z jednakowem barw następstwem, a podobnie zachowują się wszystkie inne ciała dwójłomne. Wielkość dyspersyi określamy za pomocą goniometru odbijającego; według Soveta, daje się zastosować w tym celu i reflektometr.

Przypatrując się rozleglejszemu widmu słonecznemu, zauważymy w niem pewną liczbę linii czarnych (zwanych liniami Fraunhofera). W widmie słonecznem brakuje zatem niektórych rodzajów światła. Widmo ciał rozżarzonych, np. platyny rozpalonej, jest od tych linii wolne, ma wszystkie światła rodzaje. Światło płomienia alkoholu, którego knot napojony jest solą kuchenną, daje widmo, składające się z jednej tylko linii żółtej podwójnej, tudzież z kilku linii, pochodzących od spalającego się alkoholu. Para soli kuchennej, rozżarzona, wydaje zatem światło żółte jednobarwne, czyli monochromatyczne. Sole litynu wydają światło czerwone, prawie jednobarwne, sole zaś talu — światło jednorodne zielone.

**104. Pochłanianie (absorbacja).** Światło białe, przechodząc przez ciała, zmienia się częstokroć w taki sposób, że jedna lub kilka z jego części składo-

wych ulega zniszczeniu, czyli zaćmieniu, gdy części pozostałe przechodzą w postaci światła barwnego. Różne środowiska mogą zatem zataić w sobie pewne rodzaje światła, czyli pochłoniąć je, inne zaś przepuścić. Światło słoneczne, badane za pomocą pryzmatu, po przejściu przez szkło kobaltowe, daje widmo, w którym są przyćmione wszystkie barwy, oprócz czerwonej i niebieskiej. Przy większej grubości szkła kobaltowego pozostają tylko części widma czerwone i niebieskie. Szkło czerwone, zabarwione tlenkiem miedzi, daje widmo, w którym brakuje wszystkich barw, oprócz czerwonej. Światło przez nie przechodzące jest więc prawie jednorodne. Płytki, wycięte z pewnych odmian granatu lub cyrkonu, w tem samym doświadczeniu rzucają widma, przerwane wielu ciemnymi smugami. Pewna liczba rozmaitych rodzajów światła, przechodząc przez te płytki, została zatem całkowicie przez nie pochłonięta. Większa część minerałów barwnych, badana w ten sposób, daje widma, których rozmaite części są nader rozmaicie osłabione lub przyćmione. Wszakże we wszystkich tych przypadkach pewne rodzaje światła przechodzą przez minerał i nadają mu barwę mieszaną.

Literatura: roztrząsania teoretyczne: M. Voigt, *Wiedem. Annalen*, t. 23, str. 577; porównaj niżej: wielobarwność.

**105. Barwy.** Rozpatrując minerał w świetle odbitem, widzimy, o ile temu blask nie staje na przeszkodzie, promienie, które weń weszły i zostały odrzucone napowrót; stąd w świetle odbitem ukazują się wogóle te same kolory, co i w świetle przechodzącem. Nie możemy ich jednak klasyfikować wedle barw widma, gdyż są one najczęściej barwami złożonemi. Przez równomierne pochłonięcie wszystkich rodzajów światła powstaje kolor szary, wreszcie czarny, które, podobnie jak białe, zaliczane są tutaj do barw narówni z kolorami właściwemi.

Wśród barw właściwych odróżniamy trzy zasadnicze gromady, zależnie od tego, czy występują one na ciałach zupełnie nieprzezroczystych, a więc są barwami metali, czy też przywiązane są do środowisk mętnych lub wreszcie przezroczystych (farby malarskie przezroczyste i nieprzezroczyste). Tak np. kolor złocisto-żółty jest barwą metaliczną, gdy ochrowo-żółty odnosi się do ciał zmętniałych, winno-żółty zaś — do przezroczystych. Zwykle atoli ściślej odróżniamy od innych tylko barwy metaliczne.

Pomiędzy barwami metalicznymi dadzą się wyodrębnić następujące:

Czerwone: miedziano-czerwona; żółte: brązowo-żółta, mosiężno-żółta, złocista, szpizowo-żółta; brunatne: tombakowo-brunatna; białe: srebrzysta, cynowo-biała; szare: ołowiana z odcieniami czysto-ołowianym, białawo-ołowianym, czerwono-ołowianym, czarniawo-ołowianym; czarne: żelazista.

Barwy niemetaliczne zostały podzielone przez Wernera na osiem gromad: biała, szara, czarna, niebieska, zielona, żółta, czerwona i brunatna; w każdej gromadzie barwa najczystsza została przyjęta za charakterystyczną.

Biała: śnieżno-biała, czerwono-biała, żółtawo-biała, zielonawo-biała, niebieskawo-biała, szarawo-biała.



Szara: popielata, zielonawo-szara, niebieskawo-szara, czerwono-szara, żółtawo-szara, brunatno-szara, ciemno-szara.

Czarna: szarawo-czarna, aksamitno-czarna, brunatno-czarna, czyli smolista, czerwono-czarna, zielonawo-czarna, czyli krucza, niebieskawo-czarna.

Niebieska: czarniawo-niebieska, lazurowa, fioletowa, lawendowa, śliwkowa, błękitna, smaltowa, indygowa, niebieska.

Zielona: grynspanowa, seledynowa, niebieskawo-zielona, brunatno-zielona, szmaragdowa, jabłkowa, pistacyowa, czarniawo-zielona, oliwkowa, trawiasta, szparagowa, oliwna, czyżowa.

Żółta: siarkowa, słomiana, woskowa, miodowa, cytrynowa, ochrowa, winna, izabelowa, grochowa, pomarańczowa.

Czerwona: jutrzenna, hyacynutowa, ceglasta, szkarłatna, krwista, cielistą, karminowa, koszenilowa, różowa, karmazynowa, brzoskwiniowa, kolombinowa, wiśniowa, brunatno-czerwona.

Brunatna: czerwono-brunatna, gwoździkowa, rudawa, kasztanowata, żółtawo-brunatna, drzewiasto-brunatna, wątrobową, czarniawo-brunatna.

Różne stopniowania i odcienie barw wyrażamy za pomocą przysłówków: mocno, intensywnie, jasno, ciemno, blado, które kładziemy przed nazwą barwy. Ażeby zapoznać się z barwami specjalnemi, jak oliwną, izabelową, kolombinową, należy koniecznie przypatrzeć się skali barw, ułożonej najlepiej z dobranych w tym celu minerałów. Osoby, cierpiące na daltonizm (ślepotę barw), powinny zachować przy ich określaniu ostrożność szczególną, posługiwać się skalą i uciekać się do pomocy oczu na barwy wrażliwych.

O barwach: Haidinger, Sitzungsber. d. Wiener. Akad., t. 8. Brücke, Physiologie der Farben, Lipsk 1866.

**106.** Ponieważ środowiska barwne pochłaniane przez się rodzaje światła znoszą w sposób niejednakowy, zdarzyć się przeto może, że jedno i toż samo ciało w warstwach cieńszych ma barwę inną, niż w grubszych, jak np. niektóre granaty.

Na jednym osobniku krystalicznym dostrzegamy niekiedy dwie lub kilka barw rozmaitych, będących skutkiem uwarstwienia izomorficznego [68]. Przykładem tego zjawiska są niektóre kryształy fluspatu, składające się bądź z warstw różnobarwnych, bądź też mające zabarwione odmiennie tylko naroża sześciątów. Niejednolite ukladanie się warstw równopostaciowych na kryształach przyrównanych, rosnących przeważnie w jednym tylko kierunku, sprawia, że zakończenia ich są niekiedy jaśniejsze lub ciemniejsze od części środkowych, jak to się zdarza na berylu, dyopsydzie z Zillerthal, turmalinie z Elby (nurzyńskie łebki).

Minerały krystaliczne odznaczają się niekiedy rysunkami barwnymi, pozostającymi w związku już to ze sposobem ich powstawania, już to z przeobrażeniami późniejszymi. Te rysunki i desenie odróżniamy za pomocą rozmaitych przymiotników, jak kropkowany, plamisty, obłoczny, płomienisty, żyłkowaty, prążkowany, pasiasty, falisty, kolisty, forteczny, brekecowaty i t. p.

**107.** Niektóre minerały występują zawsze w jednej, właściwej im barwie, której nigdy nie tracą. Nazywamy je barwnymi, czyli idyochromatycznymi. Przykłady: złoto, galena, azuryt. Inne znów, zachowując stałe charaktery niezienne, ukazują się w barwach rozmaitych lub mogą być całkiem bezbarwne. Minerały takie nie mają zatem barw sobie właściwych; zmienna ich barwa nie jest nierozzerwalnie połączona z samą ich substancją, lecz pochodzi od domieszek obcych, stanowiących barwnik. Są to więc tylko minerały zabarwione, czyli allochromatyczne, których przykłady mamy we fluspacie, ukazującym się w barwach bardzo rozmaitych, w barycie, kwarcu. Barwnik (pigment) daje się niekiedy odróżnić pod mikroskopem, jak np. w heulandycie, gdzie jest nim hematyt, niekiedy jednak bywa tak bardzo subtelny, że najsilniejsze powiększenia nie są go w stanie wyodrębnić, jak we fluspacie.

Stan przejściowy pomiędzy barwnością i zabarwieniem przedstawiają pewne mieszaniny izomorficzne [68], w których gatunki minerałów barwne i bezbarwne krystalizują się w osobniki o wyglądzie jednorodnym a barwie przejściowej; tak np. bezbarwny spinel, zmieszany z czarnym, nieprzezroczystym magnetytem, daje pleonast, który w warstwach cienkich ma kolor brunatny.

Barwnik niektórych minerałów zabarwionych jest tak delikatny, że, wystawiony na działanie światła słonecznego, znika, a minerał blaknie. Jak wiadomo, niektóre topazy, różowy kwarc i chryzopraz tracą powoli swe zabarwienia. Nawet minerały barwne, jak realgar i prustyt, wystawione na światło, zmieniają barwę powierzchni wskutek zmian chemicznych, sięgających coraz głębiej. Wreszcie zdarzają się i takie przypadki, w których minerały bezbarwne lub o barwach bladych, pod wpływem powietrza i wilgoci, przeobrażają się na powierzchni i przybierają barwę ciemniejszą, przebarwiają się, jak syderyt, dyalogit, dolomit (spat brunatny).

**108. Rysa.** Minerały bezbarwne, roztarte, dają proszek biały, zabarwione zaś — biały albo brudno-biały, gdyż białosc minerału sproszkowanego znosi całkowicie lub częściowo barwę pigmentu. Sól kamienna niebieska daje proszek biały, tak samo jak bezbarwna. Minerały, posiadające barwy mocne i sobie tylko właściwe, wykazują nawet w stanie sproszkowanym wyraźny ton barwny, przytem minerały przezroczyste mają proszek jaśniejszy od barwy pierwotnej, w minerałach zaś mętnych obie barwy nie różnią się wcale lub różnią się niewiele. Tak np. realgar, sam przez się przezroczysty i koszenilowy, w proszku staje się szkarłatnym, przezroczysty lazurowy azuryt ma proszek barwy smaltowej, gdy mętna jabłkowo-zielona odmiana malachitu i w proszku barwy swej nie zmienia. Minerały nieprzezroczyste po sproszkowaniu stają się zwykle czarnymi lub ciemnymi, gdyż znika wtedy blask metaliczny, a zdolność pochłaniająca się zwiększa. Śpiżowo-żółty piryt daje proszek brunatno-czarny, cynowo-biały smaltyn ma proszek szarawo-czarny.

Barwa proszku została nazwana przez mineralogów rysą, albowiem przez zrysowanie minerałem powierzchni białej a szorstkiej, np. płytki porcela-



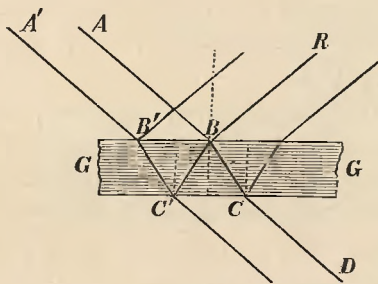
nowej niepolewanej, najłatwiej jest otrzymać niewielką ilość proszku na odpowiednim podkładzie. Ponieważ minerały barwne mają rysę określonego koloru, należącą do ich właściwości gatunkowych, rysa ta przeto jest ważnem znakiem rozpoznawczem.

Rysując powierzchnię minerału ostrzem stępionem, otrzymujemy rysę mniej wyraźną, na niektórych jednak minerałach czynność ta sprowadza bródkę połyskującą, a wtedy powiadamy, że minerał ma rysę połyskującą.

**109. Interferencya.** Nadzwyczaj cienie blaszki miki w świetle odbitem wydają wspaniałe barwy, podobne do tych, jakie widzimy na subtelnym bańkach mydlanych. Podobne barwy ukazują się często na wąskich szczelinach łupliwości kalcytu, ortoklazu i innych minerałów. W postaci różnokolorowych pierścieni występują one na delikatnych spękaniach kryształu górnego oraz innych minerałów doskonale przezroczystych. Zjawisko to nazywamy tęczowaniem, czyli iryzją.

Ażeby zrozumieć naprzód powstawanie barw w cienkich blaszkach, rozpatrzmy drogę, przebieganą przez światło odbite. Jeden z promieni równoległych, padających na płytkę  $GG$ , fig. 304, wskutek odbicia się od jej powierzchni przechodzi drogę  $ABR$ , gdy jednocześnie inny wskutek odrzucenia wewnętrznego przebiega drogę  $A'B'C'BR$ , a więc przy jej końcu zlewa się z promieniem poprzedzającym. Różnica drogi  $B'C'B$ , przebytej przez jeden z promieni w środowisku, odmiennie załamującym, sprowadza oddziaływanie wzajemne promieni o jednakowym przebiegu, czyli sprowadza ich interferencję.

Fig. 304.



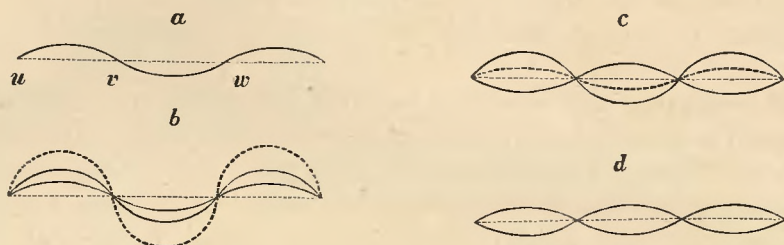
O tem oddziaływaniu wyrobić sobie możemy konkretne wyobrażenie, skoro ucieknijemy się do pomocy teorii falowej (undulacyjnej), wedle której światło jest ruchem drgającym materii nieważkiej, zwanej eterem. Czasteczki tego ostatniego drgają prostopadle do kierunku promienia świetlnego, i ten ich ruch rozchodzi się nakształt fal w tym właśnie kierunku. Gdyby drgające czasteczki eteru znalazły się na chwilę w stanie spoczynku na linii promienia, to łącząca je krzywa byłaby krzywą falistą. Odległość  $uw$ , fig. 305 *a*, będąca dla każdego rodzaju światła wielkością stałą, nazywa się długością fali. Odległość  $uv$  jest więc tylko połową długości fali.

Promień światła jednorodnego o przebiegu jednakowym działają na siebie w ten sposób, że ruchy ich dodają się (interferują). Gdy drgania dwóch takich promieni odbywają się w jednym kierunku, jak na fig. *b*, powstaje ruch wzmożony, jasność promienia wzrasta; skoro zaś drgania ich mają kierunki odwrotne, jak na fig. *c*, następuje osłabienie ruchu i jasności. Wreszcie w przypadku, w którymby obydwa promienie posiadały to samo natężenie, lecz jeden względem drugiego spóźniałby się o pół fali, jak na fig. *d*, drgania ich



byłyby zupełnie sobie przeciwne, czyli znosiłyby się nawzajem. Dwa takie promienie, zlewając się razem, wytworzą ciemność. To samo jednak musi nastąpić, jeżeli opóźnienie jednego promienia wynosi trzy, pięć, wogóle nieparzystą liczbę połów fali.

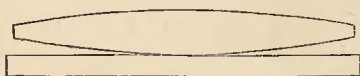
Fig. 305.



Opóźnienie to pochodzi bądź stąd, że jeden z promieni ma do przebycia dłuższą drogę, bądź też stąd, że ruch jego odbywa się w środowisku, większy stawiającem opór. Zarówno w bardzo cienkiej blaszce miki, jak w cienkiej warstewce bańki mydlanej, obydwie te względy działają pospołu. Przeciwnie, gdybyśmy sobie wyobrazili zamiast blaszki  $GG$ , cieniutką warstewkę powietrza w szczelinie lupliwości lub spękaniu, to w przypadku tym działałaby głównie przyczyna pierwsza. Jeżeli płytka lub warstwa powietrza ma kształt klina, promień przechodzący w pobliżu ostrego jej końca, spóźnia się o połowę długości fali, inny promień, przebiegający grubsza część klina, opóźni się już o dwie połowy fali, następny o trzy, jeszcze inny spóźni się o cztery połowy długości fali i t. d. Miejsca, odpowiadające liczbom nieparzystym, będą zawsze zaćmione, skutkiem czego powstaną smugi interferencyjne. Skoro warstwa powietrza posiada taką postać, że grubość jej wzrasta stopniowo dokoła jednego punktu, wówczas ten ostatni będzie otoczony spólsrodkowemi pierścieniami interferencyjnymi.

Jeżeli do zjawisk opisanych zastosujemy światło dzienne, w owych określonych punktach ulegnie zaćmieniu tylko pewien rodzaj światła, pewna jego barwa, gdy inne barwy pozostaną i dla każdego z punktów wytworzą barwę mieszaną. Stąd równoległościennie blaszki i warstwy powietrza mają w odbitem świetle dziennem jednostajną barwę mieszaną, blaszki zaś i warstwy o grubości zmiennej wykazują smugi barwne lub rozmaite desenie barwne. W świetle przechodzącem znów ujrzymy barwy, ale będą to barwy o wiele bledsze i dopełniające względem poprzednich. Powstawanie ich objaśniamy sobie w taki sposób, że, gdy jeden promień przebiega drogę  $ABCD$  (fig. 304), drugi

Fig. 306.



kieruje się zawsze drogą  $A'B'C'D$ , mają więc one ostatecznie bieg jednakowy, ale drugi z nich spóźnia się względem pierwszego o podwójną odległość  $BC$ .

Pierścienie barwne, jak to wykazał Newton, dają się najłatwiej otrzymać, skoro na równą płytę szklaną położymy dwuwypukłą soczewkę szklaną tak, by warstwa powietrza, leżąca dokoła punktu

stycznego, grubość swoją stopniowo zwiększała na zewnątrz, fig. 306. W świetle odbitem otrzymamy zatem następującą kolejność barw, licząc od czarnego punktu stycznego:

Barwy rzędu 1: czarna, niebieskawo-szara, biała, słomiano-żółta, brunatno-żółta, pomarańczowa, czerwona.

Barwy rzędu 2: purpurowa, fioletowa, indygowa, błękitna, jasno-zielona, żółta, pomarańczowa, czerwona.

Barwy rzędu 3: purpurowa, fioletowa, indygowa, niebieska, akwamaryna, zielona, żółtawo-zielona, izabelowo-żółta, blada cielisto-różowa.

Barwy rzędu 4: karmazynowa, niebieskawo-zielona, zielona, szaro-zielona blada cielisto-czerwona.

Barwy rzędu 5: blado-zielona, biała, blado-czerwona.

Pierścienie następujące mają barwy blade, niebieskawo-zielone i cielisto-czerwone, blednące coraz to bardziej. Warstwa klinowa powietrza nie wytwarza oczywiście pierścieni, lecz smugi kolorowe o tem samym barw następstwie. (Porówn. fig. A na tablicy I).

**110.** Barwy cienkich blaszek ukazują się na minerałach w rozmaitych postaciach. Prócz tęczowania, dostrzeganego na spękaniach minerałów przezroczystych, należy tu przedewszystkiem wspaniała gra barw, właściwa opalowi szlachetnemu. Dostrzegamy ją zawsze, bez względu na kierunek, w którym spoglądamy na kamień. Brewster przypuszczał, że zjawisko to zależy od nadzwyczajnie drobnych porów, równomiernie w masie opalu rozsianych, atoli badania mikroskopowe Behrensa nie zdołały porów tych wykryć, co skłoniło go do mniemania, że grę barw opalu sprowadzają cieniutkie blaszki o łamliwości światła nieco odmiennej, niż w otaczającym je środowisku. Barwy te jednak mogłyby pochodzić tylko od blaszek rozrzuconych nieprawidłowo i posiadających współczynnik załamania różniący się wybitnie od otoczenia. Najprawdopodobniej więc gra barw zależną jest od bardzo drobnych szczelin i spękań, które w opalu są zjawiskiem zwykłym.

Innem ze zjawisk, tutaj należących, jest t. zw. mienienie się barw, zależne od pewnych kierunków krystalograficznych. Ściany niektórych labratorytów i ortoklazów mienia się bądź ładnemi, wyraźnie świecącemi barwami, bądź tylko niebieskawemi połyskującymi odbłaskami; te ostatnie są wyłączną właściwością niektórych chryzoberyli. Gdy Brewster zjawisko to objaśniał obecnością drobnych próżni czterokątnych w minerałach wzmiankowanych, Bonsdorff i Vogelsang starali się je wytłómaczyć za pomocą wrostków. W tym przypadku objaśnienie Brewstera zdaje się być najbliższem prawdy, barwy zaś owe zdają się pozostawać w związku z bardzo drobnymi próżniami, o ścianach prawidłowych, a więc z kryształami ujemnemi.

Barwy naleciałe są również barwami blaszek cienkich, a mianowicie tych bardzo cienkich warstewek, które pokrywają powierzchnię niektórych minerałów. Bismut, błyszcz żelazny z Elby, niekiedy magnetyt, odznaczają się takimi właśnie ładnemi barwami naleciałemi. Zędra barwna stali jest także odnoszącem się tutaj zjawiskiem. We wszystkich tych przypadkach mam do

czynienia z początkiem zmian chemicznych, które wywołały powstanie nader cienkiej warstewki wtórnej na powierzchni minerału pierwotnego. Delikatna naleciałość, jaka daje się niekiedy dostrzegać na syderycie, kalcycie, jest cienką warstewką limonitu. Barwy naleciałe kryształów na ścianach równoznaczących są zwykle jednakowe, na niejednoznacznych zaś — różne. Kryształy galeny mają np. na ośmiościanie nalot niebieski, którego wcale nie wykazują na sześciacie.

Barwy środowisk mętnych objaśniano dawniej przez interferencję, później zaś przez szczególnego rodzaju odbijanie wyborcze. Drobne cząstki, sprowadzające zmętnienie ciała przezroczystego, odrzucają światło o falach krótszych (czerwone, żółte), gdy fale dłuższe (fioletowe) przechodzą przez nie, odbiciu nie ulegając. Podobnież pale, na dnie stawu sterczące, mogą w części odrzucać fale niewielkie, gdy bałwany dłuższe biegną przez nie nieuszkodzone. Środowiska tego rodzaju w świetle odbitem wyglądają niebieskawo, najwyraźniej na tle ciemnem, w świetle zaś przechodzącem — żółtawo lub brunatno. Niebieskawy dym cygar, w świetle przechodzącem zmienia się na brunatny, promienie zachodzącego słońca, przebiegające wielkie przestrzenie atmosfery lekko zmaconej, mają barwę czerwoną. Błękit nieba jest barwą zmaconego nieco powietrza na ciemnem tle przestrzeni wszechświatowych; znosi ją obecność większych kropelek i pęcherzyków wody, sprawiających zmętnienie wyraźniejsze. Barwy środowisk zmaconych występują często na minerałach. Niebieskawy opal lub chalcedon staje się w świetle przechodzącem żółtawym lub czerwawym, mętne kryształy feldspatu, nefelinu i t. p., badane w szlifach pod mikroskopem, przepuszczają barwę brunatną. W minerałach barwnych odcienie blade, pochodzące ze zmętnienia, mieszają się z barwami właściwymi.

O grze barw: Brewster, Optics. Behrens, Sitzungsber. d. Wiener Akad., t. 64, grudzień 1871. Mienienie się barw: Brewster, Optics. Hessel, Kastner's Archiv f. ges. Naturlehre, t. 10, str. 273. Vogelsang, Archives Néerlandaises, t. III (1868). Reusch, Poggendorff's Ann., t. 116, str. 392; t. 118, str. 256; t. 120, str. 95. Barwy naleciałe: Hausmann, Neues Jahrb. f. Min., 1848, str. 326. Barwy środowisk mętnych: Brücke, Sitzungsber. d. Wiener Akad., t. 9, str. 530 (1852). Tyndall, Światło, tł. polskie W. Biernackiego, Warszawa 1899. Lampa, Sitzungsber. d. Wiener Akad., t. 100, Dział IIa, str. 730 (1891).

**III. Polaryzacja.** Światło, w pewien sposób odbite, nabiera szczególnych własności. Promienie jego nie zachowują się już wtedy jednakowo dokoła swego kierunku, jak w stanie pierwotnym, lecz w pewnej płaszczyźnie inaczej, niż w płaszczyźnie do niej prostopadłej, czyli są one wtedy spolaryzowane.

Weźmy płytkę turmalinu barwnego, wyciętą równolegle do osi głównej kryształu, fig. 307, i spoglądajmy przez nią na biały obłok, światło lampy i t. p., a obracając płytkę przed oczyma w stronę prawą lub lewą, żadnej w niej nie dostrzeżemy zmiany. Gdy jednak tak samo badać będziemy światło, odbite od poziomo leżącej tafli szklanej albo też od powierzchni stołu, zauważymy szczególną zmienność jasności płytki turmalinowej, obracanej przed samem



okiem. Tafla szkła lub powierzchnia stołu wyda się jasną i połyskującą, jeśli oś główna turmalinu będzie poziomo, przeciwnie zaś—zaciemnioną, skoro płytkę turmalinu tak obrócimy, że oś główna stać będzie pionowo. A więc światło odbite, zmieniające swe własności co  $90^\circ$ , jest światłem spolaryzowanym.

Płaszczyzna padania, w doświadczeniach powyższych pionowa, nazywa się płaszczyzną polaryzacji. Powiadamy tedy: jeżeli płytkę turmalinową ustawimy tak, że jej oś główna jest do płaszczyzny polaryzacji prostopadła, przepuszcza ona światło spolaryzowane, gdy zaś oś główna leży w płaszczyźnie polaryzacji, płytka turmalinowa znosi promień spolaryzowany, fig. 308.

Ażeby zjawisko to bardziej uzmysłowić, wyobraźmy, że płytka turmalinowa jest jakby kratą o prętach równoległych do osi głównej. Dalej wystawmy, że promień spolaryzowany składa się z cząsteczek, drgających równolegle do płaszczyzny, odbijającej światło. W przytoczonym doświadczeniu drgania promienia spolaryzowanego odbywają się w płaszczyźnie poziomej, cząsteczki drgające mogą zatem swobodnie przejść przez kratę, skoro jej pręty są również poziome, nie mogą zaś tego uczynić w przypadku przeciwnym, gdy pręty stoją pionowo.

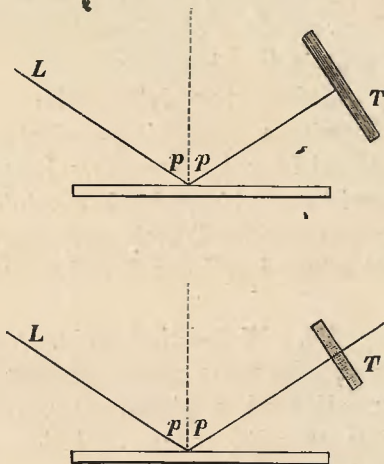
Gdybyśmy w podobnym doświadczeniu odbijającą taflę szklaną ustawili pionowo i badali promień odbity, dostrzegliśmy jasność, kiedy oś główna turmalinu stoi pionowo, ciemność zaś, gdy biegnie poziomo. Stosunek płaszczyzny polaryzacji do położenia turmalinu podczas zaćmienia jest zawsze jednakowy.

Liczne badania tego rodzaju dowiodły, że odpowiednio ustawiona płytka turmalinowa jest w stanie nie tylko przyćmić promień odbity, lecz nawet znieść go całkowicie, o ile promień ten pada na płaszczyznę odbijającą pod pewnym, ściśle określonym kątem. W tym ostatnim przypadku promień odbity jest spolaryzowany całkowicie, a odpowiedni kąt padania otrzymuje nazwę kąta polaryzacji. Dla szkła zwyczajnego wynosi on  $56^\circ$ , wody  $53^\circ$ , fluorytu  $55^\circ$ , blendy  $67^\circ$ . Według prawa, odkrytego przez Brewstera, kąt ten  $p$  oblicza się z równania  $\tan p = n$ , jeżeli znany jest współczynnik załamania  $n$  środowiska odbijającego. Wypada stąd, że całkowita polaryzacja ma miejsce wtedy, gdy promień odbity i załamany są względem siebie prostopadłe. Środowiska, załamujące podwójnie, mają oczywiście dwa kąty polaryzacji.

Fig. 307.



Fig. 308.



Badając za pomocą turmalinu światło, odbite od powierzchni lśniących metalicznie, znajdujemy zaledwie ślady ściemnienia. Ciała o blasku metalicznym zachowują się zatem inaczej, niż ciała niemetaliczne.

**112.** Światło polaryzuje się nie tylko przez pewnego rodzaju odbicie, lecz także przez pewien rodzaj załamania. Jeżeli tafłę szklaną ustawimy względem światła padającego tak, ażeby promienie odbite całkowitej uległy polaryzacji, to i promienie załamane, przechodzące przez tafłę, badane za pomocą turmalinu, wykażą prawidłową zmienność, a mianowicie jasność, skoro oś główna turmalinu będzie równoległa do płaszczyzny padania, ciemność zaś, gdy do niej będzie prostopadła. Polaryzacja promienia przez odbicie różni się zatem od polaryzacji przez załamanie o  $90^\circ$ . W przekładzie na język dawniejszy brzmi to, jak następuje: gdy promień światła pada pod pewnym kątem na ciało gładkie i przezroczyste, drgania jego dzielą się na takie, które są do płaszczyzny odbijającej równoległe i tworzą promień odbity, oraz na takie, które odbywają się w płaszczyźnie do poprzedniej prostopadłej i przechodzą w postaci promienia załamane.

Jedna tylko płytka szklana nie sprowadza jeszcze w tem doświadczeniu całkowitego zaćmienia promienia przechodzącego, albowiem nie jest on jeszcze całkowicie spolaryzowany. Rezultat pożądaný daje się jednak otrzymać, skoro zjawisko powtórzy się kilkakrotnie, t. j. skoro światło przejdzie przez większą liczbę płytek szklanych, równoległe na sobie ułożonych. Stos płytek szklanych jest zatem dogodnym środkiem otrzymywania światła spolaryzowanego.

**113.** W doświadczeniu, powyżej opisanem, światło całkowicie spolaryzowane, odrzucane przez poziomą tafłę szklaną, ulegało zniszczeniu w płytce turmalinowej o pionowem położeniu osi głównej. Jeżeli jednak obrócimy nieco turmalin w tej samej płaszczyźnie tak, ażeby oś jego główna mijała się z pionem, to zaczyna się on nieco rozjaśniać, czyli przepuszczać światło. Jasność wzrasta w miarę obrotu, aż wreszcie, gdy turmalin przybierze położenie poziome, jasność ta dosięgnie mocy najwyższej, fig. 309.

Przyczyna, dla której turmalin, przepuszczający tylko drgania równoległe do osi jego głównej, nie jest jednak całkowicie nieprzepuszczalny i dla światła, drgającego ukośnie względem tejże osi, da się wyjaśnić w sposób następujący.

Przypuśćmy, że  $TT''$  na fig. 310 jest kierunkiem osi głównej i że drgania promienia spolaryzowanego odbywają się poziomo, mianowicie pomiędzy  $A$  i  $A'$ , i przechodzą przez  $O$ . Drgania te jednak nie przejdą przez turmalin w takiej postaci, lecz muszą się w pewien sposób przystosować do wskazanego położenia płytki turmalinowej. Jak każdy ruch, drgania pomiędzy  $O$  i  $A$  mogą być rozłożone na dwie składowe. Przeprowadźmy z  $A$  prostopadłą do  $TT''$ , i niechaj  $U$  będzie punktem przecięcia się tych prostych.  $OA$  jest teraz przekątną równoległoboku sił,  $OU$  jedną składową, odpowiadającą drganiom równoległym do  $TT''$ , a więc przechodzącym przez turmalin,  $AU$  zaś drugą składową, odpowiadającą drganiom do  $TT''$  prostopadłym, a więc ulegającym znie-



sieniu przez pochłonięcie. Nowopowstałe drgania  $OU$  są krótsze od drgań pierwotnych  $OA$ , stąd jasność mniejsza. Stosunek  $OU$  do  $OA$  równa się  $\sin \alpha : 1$ .

Światło, przechodzące przez płytkę turmalinu, ustawioną ukośnie, nie drga już w kierunku pierwotnym, albowiem płaszczyzna jego polaryzacji została zmieniona; światło to zostało spolaryzowane powtórnie. Stąd wnioskujemy, że światło spolaryzowane, rozkładając się, może zmieniać płaszczyznę drgań swoich, jeżeli tylko nowe środowisko zezwala na drgania określone.

Fig. 309.

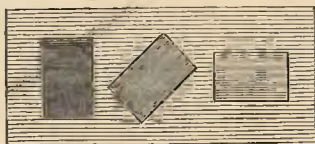


Fig. 311.



Fig. 310.

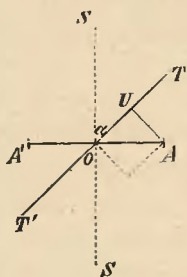


Fig. 313.

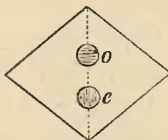
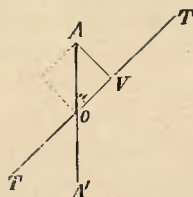


Fig. 312.



Jeżeli do doświadczenia użyjemy światła całkowicie spolaryzowanego, odbitego od pionowej płyty szklanej, turmalin, którego oś główna zlewa się z pionem, wykaże jasność. Obracajmy teraz turmalin powoli, a jasność jego będzie się stopniowo zmniejszać, aż wreszcie nastąpi zaćmienie, skoro oś główna przybierze położenie poziome, fig. 311. Wyjaśnienie zjawiska jest takie samo, jak poprzednio. Składowymi są teraz  $OU$ , odpowiadająca drganiom przechodzącym, i  $AV$ , wyrażająca drganie zniesione.  $OV$  tak się ma do  $OA$ , jak  $\cos \alpha : 1$ , fig. 312.

**114.** Obydwa promienie, powstające w środowisku dwójłomnym, są spolaryzowane całkowicie, a w przypadku najprostszym, względem siebie prostopadłe. Wprowadźmy, jak w doświadczeniu poprzedzającym [102], spał dwójłomny pomiędzy oko i przedziurawiony arkusz papieru, a ujrzymy dwie wiązki promieni,  $o$  i  $e$ , leżące w jednej płaszczyźnie, która jest równoległa do głównego przekroju romboedru, czyli zlewa się z nim; na fig. 313 główny przekrój geometryczny oznaczono linią kropkowaną. Jeżeli teraz obie wiązki promieni badać będziemy za pomocą turmalinu, promień zwyczajny  $o$  będzie jasny, skoro oś główna turmalinu będzie prostopadła do przekroju głównego spat



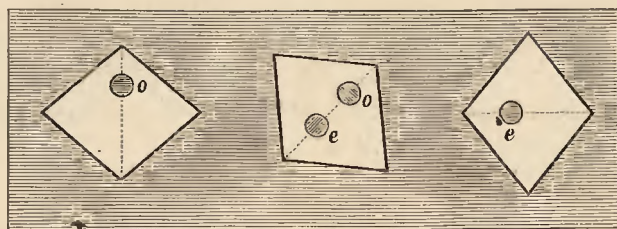
dwójłomnego, promień zaś nadzwyczajny zostanie w tym razie zniesiony. Jeżeli następnie turmalin obrócimy tak, ażeby oś główna przechodziła równolegle do owego przekroju, promień nadzwyczajny będzie tym razem jasny, zwyczajny zaś zostanie zaćmiony. Wyrażając się sposobem dawniejszym, powiemy, że promień zwyczajny drga swa wykonywa prostopadle do przekroju głównego, nadzwyczajny zaś — równolegle.

Używając do podobnych doświadczeń płytki kalcytowej, wyciętej prostopadle do osi głównej, przekonamy się, że promień, przechodzący prostopadle, nie jest spolaryzowany, obydwie zaś promienie, dostrzegane przy spoglądaniu ukośnem (porówn. fig. 302), są znów spolaryzowane i to tak, iż moglibyśmy powiedzieć: promień zwyczajny drga prostopadle, nadzwyczajny zaś równolegle do płaszczyzny, przeprowadzonej przez promień i oś główną. Każdą płaszczyznę tego rodzaju nazywamy głównym przekrojem optycznym.

Podobnie, jak obydwie promienie kalcytu, są spolaryzowane promienie, przechodzące ukośnie przez wszystkie inne kryształy o budowie wrzecionowatej. Płytki, wykrojone z kryształu o budowie prostszej, dają wogóle dwa nadzwyczajne promienie, które również są spolaryzowane, przytem w warunkach analogicznych, znów jeden prostopadle do drugiego. I w tych zatem płytkach, o ile światło pada na nie prostopadle, przyjmujemy dwa określone, nawzajem prostopadłe kierunki drgań.

**III5.** Światło spolaryzowane, przechodzące przez spat dwójłomny, zachowuje się po części inaczej, niż światło zwyczajne. Jeżeli światło całkowicie spolaryzowane, odbite od poziomej płyty szklanej, przepuścimy przez otwór arkusza papieru, a pomiędzy tym ostatnim i okiem umieścimy odłupany kawałek spatu dwójłomnego, tak mianowicie, ażeby przekrój główny nie zbaczał od pionu, wówczas ujrzymy jeden tylko promień, a będzie nim promień zwyczajny, fig. 314.

Fig. 314.



Światło, wchodzące do spatu dwójłomnego, drga poziomo, a więc rozchodzić się może tylko w postaci promienia zwyczajnego, gdy drugi rodzaj drgań, mianowicie pionowy, wcale w nim nie powstaje. Światło spolaryzowane załamuje się w tym kierunku pojedynczo. Jeżeli je następnie obrócimy spat dwójłomny o kąt  $\alpha$ , ukaże się wtedy i promień nadzwyczajny, którego jasność wzmacniać się będzie. w ciągu dalszego obrotu, podczas gdy promień zwyczajny będzie się stopniowo ściemniać. Skoro obrót osiągnie  $45^\circ$ , oba promienie mają jasność jednakową. Podczas dalszego obrotu, promień nadzwyczajny staje się

coraz jasniejszym, wreszcie pod kątem  $90^\circ$  jest on jeden tylko widoczny, zwyczajny zaś niknie zupełnie.

Kiedy światło spolaryzowane przechodzi przez kalcyt w jego położeniu ukośnem, ulega tu znów podziałowi i podwójnemu załamaniu. Spat dwójłomny przepuszcza tylko drgania równoległe lub prostopadłe do przekroju głównego, drgania zaś skierowane ukośnie, by przejść mogły, muszą być wpierw przezeń rozłożone na dwie składowe o drganiach obu rodzajów. Powracając do fig. 310, przekonamy się, że promieniowi zwyczajnemu, skoro spat dwójłomny zostanie obrócony o kąt  $\alpha$ , odpowiada składowa  $AU$ , nadzwyczajnemu zaś — składowa  $OU$ , które tak mają się do siebie, jak  $\cos \alpha : \sin \alpha$ . Gdy  $\alpha = 45^\circ$ , obie one są równe, gdy zaś  $\alpha = 90^\circ$ , pierwsza z nich znika. Jeżeli zatem przekrój główny ma położenie poziome, światło spolaryzowane przechodzi tylko w postaci promienia nadzwyczajnego, czyli w postaci drgań poziomych, a załamanie światła jest wtedy znów pojedyncze.

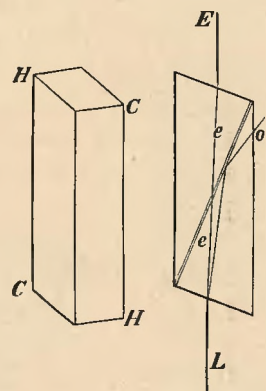
Widzimy więc, że w pionowym i poziomem położeniu przekroju głównego załamanie światła jest pojedyncze, we wszystkich zaś położeniach pośrednich — podwójne. Podobnyż rezultat otrzymamy, używając światła spolaryzowanego, odbitego od płyty szklanej pionowej.

Jeżeli więc kierunki drgań w płytce mineralnej są ukośne względem drgań padającego na nie światła spolaryzowanego, dostrzeżemy podwójne załamanie światła, w przeciwnym zaś razie — pojedyncze. Prawu temu podlegają wszystkie ciała dwójłomne.

**116.** Płytką turmalinu zabarwionego, za której pomocą zapoznano się pierwotnie ze światłem spolaryzowanym, jest środowiskiem, przepuszczającym tylko drgania do osi głównej równoległe, a więc tylko promień nadzwyczajny. Turmalin jest zatem ciałem dwójłomnem, znosząc promień zwyczajny, przepuszczającym zaś tylko promień nadzwyczajny, spolaryzowany. Jak widzimy, płytka turmalinowa jest bardzo prostym przyrządem, dostarczającym światła spolaryzowanego. Atoli w doświadczeniach, wywołujących zjawiska barwne, nie jest bynajmniej rzeczą pożądaną, ażeby promień spolaryzowany był już sam przez się zabarwiony. Do takich doświadczeń używamy przeto światła spolaryzowanego bezbarwnego, które łatwo otrzymać możemy, skoro tylko w bezbarwnym spacie dwójłomnym usuniemy jeden z dwóch wytwarzanych przezeń promieni.

Narzędziem, dostarczającym takiego światła, jest pryzmat Nicola. Przyrządza się on z kawałka spatu dwójłomnego, odłupanego w postaci wydłużonego pryzmatu, na którym zamiast dwóch najmniejszych ścian  $CH$ , fig. 315, szlifuje się w pasie  $R : OR$  parę ścian innych, względem osi głównej o  $3^\circ$  mniej nachylnych. Pryzmat w ten sposób zeszlifowany piliuje się następnie na dwie części w płaszczyźnie, należącej do wspólnego z nim pasa, a prostopadłej do pierw-

Fig. 315. Fig. 316.





tnej podstawy słupa, poczem obiedwie przepiłowane części znów się skleja za pomocą balsamu kanadyjskiego. Dzięki takiemu urządzeniu, promień  $L$ , wchodzący w pryzmat, fig. 316, rozkłada się na dwa promienie, z których jeden, mianowicie zwyczajny  $o$ , spotyka powierzchnię balsamu pod kątem zupełnego odbicia, zostaje więc odrzucany na bok, na pochłaniającą go ścianę zaczernioną, gdy promień nadzwyczajny  $e$  przechodzi przez pryzmat w kierunku  $LE$ .

Pryzmat Nicola, podobnie jak turmalin, przepuszcza więc tylko promień nadzwyczajny, czyli dostarcza światła spolaryzowanego, którego drgania odbywają się równolegle do krótszej przekątnej słupa. Ta zaś ostatnia jest przekrojem głównym użytego osobnika kalcytu  $CHCH$ . Ile więc razy zachodzi mowa o głównym przekroju nikola <sup>1)</sup>, zawsze pod nim rozumieć należy płaszczyznę, przechodzącą wzdłuż przekątnej krótszej. Obecnie używamy najczęściej pryzmatu, udoskonalonego przez Prażmowskiego. Różni się on od wyżej opisanego tem tylko, że zamiast balsamu kanadyjskiego sklejoną jest olejem lnianym, a ściany podstawowe ma ścięte poziomo.

Literatura. Bliższych i dokładniejszych wiadomości o zastosowaniu światła spolaryzowanego do badania kryształów, i wogóle o optyce kryształów, zasięgnąć można w dziełach następujących: Brewster, Treatise on optics, Londyn 1832, wydanie niemieckie Hartmanna, Quedlinburg 1835. Beer, Einleitung in die höhere Optik, wyd. 2, opracowane przez V. v. Langa, Brunświk 1882. Dove, Darstellung der Farbenlehre und optische Studien, Berlin 1853. Grailich, Krystallographisch-optische Untersuchungen, Wiedeń 1858. Descloizeaux, Mémoire sur l'emploi du microscope polarisant etc., Paryż 1864. Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigsten Mineralien, Sztutgard 1892. Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik, t. 2, Lipsk 1875. Groth, Physikalische Krystallographie, Lipsk 1895. Mallard, Traité de Cristallographie, Paryż 1884, t. 2.

Prócz tego, o przyrządach i metodach badania patrz: V. v. Lang, Sitzungsber. d. W. Akad., t. 55 (1867). Carl, Repertorium f. physikal. Technik, t. 3, str. 201. Groth, Pogg. Ann., t. 154, str. 34 (1871). O pryzmatach Nicola: Feussner, Zeitschr. f. Instrumentenkunde, t. 4, str. 42. O mikroskopie z refraktometrem, przyrządzie do mierzenia osi optycznych i t. p.: Bertrand, Comptes rend., t. 99, str. 538. Stolik uniwersalny: Fedorow, Zeitschr. f. Kryst., t. 22, str. 229. Uniwersalny przyrząd obrotowy: Klein, Sitzungsber. d. Berliner Akad. 1895, str. 91.

**117. Ortoskop.** Do badań w świetle spolaryzowanym mogą służyć przyrządy z dwiema płytkami turmalinowymi lub z dwoma pryzmatami Nicola. Przyrząd pierwszego rodzaju, składający się poprostu z dwóch równoległych płytek turmalinowych i oprawy, otrzymał nazwę szczypczyków turmalinowych. Dla przyczyny, wymienionej powyżej, nadają się one tylko do doświadczeń najprostszych i są skutkiem tego rzadko stosowane. Natomiast przyrządy, składające się w istocie z dwóch nikolów, są dziś w rozmaitych postaciach pospolicie do badań optycznych przez mineralogów używane.

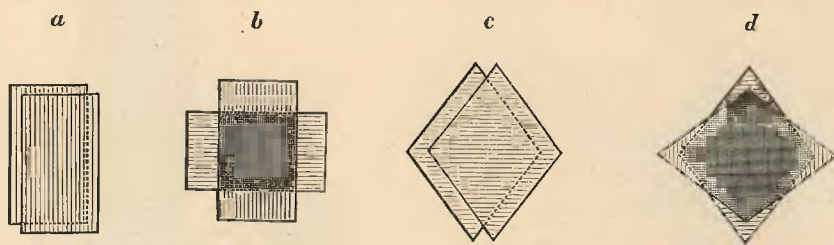
---

Skrócenie, którego używamy pospolicie, zamiast: pryzmat Nicola.



Skoro obiedwie płytki szczypczyków turmalinowych ustawimy równolegle do osi głównych, fig. 317*a*, i będziemy przez nie uważali źródło światła, dostrzeżemy wtedy jasność, albowiem drgania promienia, opuszczającego pierwszą płytkę, są równoległe do osi głównej, a więc mogą przejść bez przeszkody i przez płytkę drugą. Jeżeli następnie jedną płytkę zaczniemy stopniowo obracać, pole widzenia, w obrębie wzajemnego pokrywania się blaszek turmalinowych, stawać się będzie coraz ciemniejszym, aż wreszcie płytki, skrzyżowane pod kątem  $90^\circ$ , wytworzą ciemność zupełną, fig. *b*. Światło spolaryzowane, wychodzące z płytki pierwszej, wykonywa teraz drgania prostopadłe do osi głównej w płytce drugiej, a więc zostaje przez nią pochłaniane.

Fig. 317.

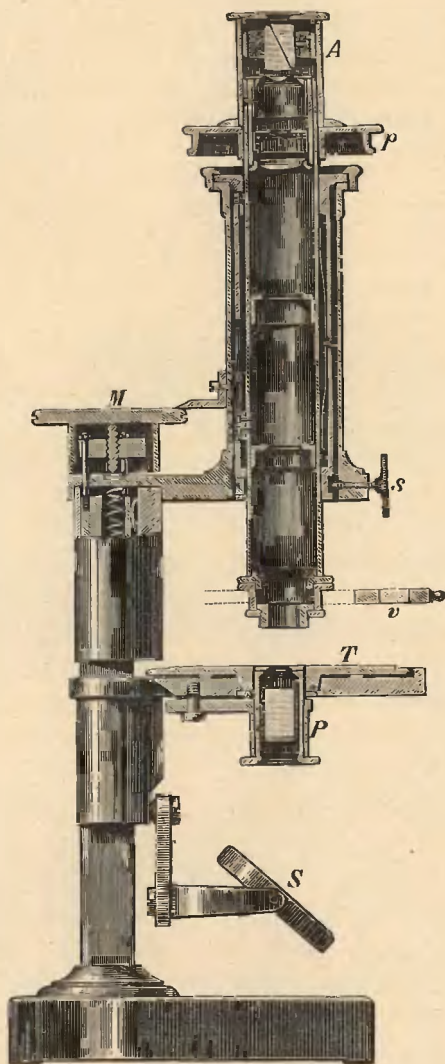


Analogicznie zachowują się nikole równoległe, fig. *c*, i skrzyżowane, fig. *d*. Te ostatnie dają pole widzenia ciemne, albowiem promień spolaryzowany, przechodzący z nikola pierwszego do drugiego, wykazuje drgania, odpowiadające promieniowi zwyczajnemu nikola drugiego, a więc ulega całkowitemu odbiciu i zniesieniu. Ponieważ skrzyżowane turmaliny i skrzyżowane nikole w istocie rzeczy zachowują się jednakowo, wystarczy przeto, skoro nadal mówić będziemy tylko o tych ostatnich.

Nikol, zamieniający światło zwyczajne na spolaryzowane, nazywamy polaryzatorem, drugi zaś, służący do dalszego badania zjawisk, odbywających się w świetle spolaryzowanym, analizatorem. Ażeby badaniom tym podlegać mogły najdrobniejsze nawet płytki, nikole łączone bywają zazwyczaj z mikroskopem. Polaryzator osadza się pod stolikiem mikroskopu, analizator zaś nad okulem, zaopatrzonym w ciekłą nitkę, przeciągniętą przez środek pola widzenia. W takim przyrządzie, fig. 318 (model Fuessa), zwykłe światło dzienne, odbite od lusterka *S*, przechodzi w promieniach równoległych przez polaryzator *P* oraz płytkę mineralną, następnie przebiega rurę mikroskopu i wchodzi do analizatora *A*. Stolik mikroskopowy *T* ma postać koła, jest ruchomy, a brzeg ma zaopatrzony w podziałki na stopnie. Nazewnątrz stolika, w bezpośrednim zetknięciu z podziałkami, znajduje się stała i nieruchoma marka. Płytkę badanego minerału, położoną na samym otworze stolika, możemy razem z tym ostatnim dowolnie obracać, a skutkiem tego nadawać jej rozmaite położenia względem przekrojów głównych nikoli, a kąt obrotu, o ile tego zachodzi potrzeba, mierzyć i odczytywać. Celem ustawiania obu nikoli w położeniach określonych, zarówno oprawa polaryzatora, jak odchylona krawędź *p*

analizatora, zaopatrzone są w podziałki na stopnie i leżącą nazewnątrz nich markę. Do centrowania mikroskopu, t. j. do zgodnego ustawienia osi rur mikroskopowych z osią obrotową stolika, służą dwie prostopadłe względem siebie śrubki (na fig. 318 widzimy z nich tylko jedną *s*), za których pomocą możemy mianowicie ustawić dokładnie rurę mikroskopu. Dowodem dobrze dokonanego centrowania jest to, że najdrobniejsza nawet płytka, obracana na stoliku, pozostaje wciąż w środku pola widzenia. Dodatkowo, o którym później mówić będziemy, jest płytka kwarcowa *v*, dająca się wsuwać poziomo w rurę mikroskopu, powyżej układu soczewek, na rysunku pominiętego. O śrubie mikrometrycznej *M*, za której pośrednictwem możemy dokładnie określać podnoszenie się i opadanie rury mikroskopu, była już mowa powyżej na str. 162. Ponieważ w przyrządzie tym światło spolaryzowane równoległe przechodzi przez badaną płytkę w kierunku prostopadłym, przeto nazywamy go tutaj ortoskopem a, odpowiednio do tego, badania w świetle równoległe spolaryzowanym — ortoskopowemi <sup>1)</sup>.

Fig. 318.



**II.8. Poznawanie dwójłomności.** Pierwszem ważnem zastosowaniem ortoskopu jest odróżnianie minerałów, załamujących pojedynczo, od dwójłomnych.

Jeżeli przyrząd nastawimy tak, ażeby pole widzenia było ciemne, na stolik zaś jego położymy płytkę minerału, to znajdzie się ona pomiędzy nikolami 'skrzyżowanymi'. Płytką, załamującą pojedynczo, a więc należącą do minerału regularnego lub bezpostaciowego, nie wywoła żadnych zmian w promieniu spolaryzowanym, podobnie jak

<sup>1)</sup> Dawniej mikroskop, zaopatrzony w nikole, nazywano „mikroskopem z polaryzującą“, nazwę zaś mikroskopu polaryzacyjnego stosowano do instrumentu, o którym będzie mowa dalej. Gdy jednak z wielu względów posiadanie dwóch nazw, dosadniej się różniących i krótszych, było rzeczą nader pożądaną, przeto autor zaproponował używanie wyrazów: ortoskop i konoskop.



powietrze; pole widzenia pozostanie zatem ciemnem, a ciemności tej nie rozjaśni też obracanie płytki. Inaczej zachowa się płytka minerału dwójłomnego: obracana na stoliku, stawać się ona będzie naprzemian jasną i ciemną. Wyjatek w tym względzie stanowią tylko płytki, wycięte prostopadłe do osi optycznej. Pozostają one ciemnymi, gdyż przechodzący przez nie promień doznaje pojedynczego tylko załamania.

Płytką dwójłomną zawsze się będzie rozjaśniać, skoro tylko płaszczyzny drgań obu promieni biedz będą ukośnie względem głównych przekrojów nikoli. Przypadek ten wyjaśniają w sposób schematyczny podane niżej rysunki: na fig. 319 mamy położone obok siebie polaryzator, płytkę dwójłomną i analizator,

Fig. 319.

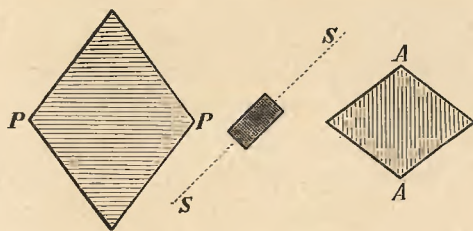
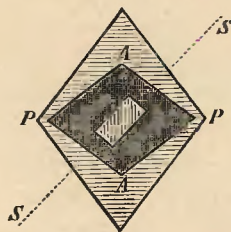


Fig. 320.



gdy na fig. 320 widzimy je z góry ułożone na sobie w tym samym porządku. Wnioskujemy stąd, że promień, opuszczający polaryzator, t. j. promień, którego drgania są równoległe do  $PP$ , rozkłada się w płytce minerału na dwa promienie, o drganiach prostopadłych i równoległych do  $SS$ . Obydwa te promienie wchodzi następnie w analizator, który jednak drgań ukośnych względem przekroju głównego  $AA$ , w ich postaci pierwotnej, przepuścić nie może, przepuszcza natomiast ich składowe, równoległe do  $AA$ , gdy inne znosi. Stąd powstaje jasność.

Zaćmienie płytki obracanej nastąpi wtedy, gdy płaszczyzny drgań w mineralu zleją się z przekrojami głównymi obu nikoli. Światło, wychodzące z polaryzatora, a więc drgające równoległe do  $PP$ , spotyka teraz płytkę w takim położeniu, w którym ona drgania te przepuszcza bez zmiany, i dopiero analizator znosi je ostatecznie.

W tych przypadkach, kiedy przyrządzenie płytki z minerału przezroczystego jest niemożliwe lub nazbyt kłopotliwe, poznanie dwójłomności może być uskutecznione wprost na kawałku lub okruchu minerału, pogrążonego w ciecz o tym samym współczynniku załamania  $n$ . Do tego celu służą i wystarczają najczęściej jodek metylenu ( $n = 1.74$ ), dający się rozcieńczać benzolem, lub jodek potasu i jodnik rtęci ( $n = 1.72$ ), doskonale mieszający się z wodą. Naczynie przezroczyste z cieczą umieszcza się na stoliku ortoskopu, a minerał może być obracany w cieczy dowolnie za pomocą osobnego urządzenia (Klein, Sitzungsber. d. Berl. Akad. 1890, str. 709; 1891, str. 435).



**119. Kierunki zaćmienia.** Płytką dwójłomną, zaćmioną pomiędzy nikolami skrzyżowanymi, położeniem swem wskazuje właściwe jej kierunki drgań świetlnych, albowiem w tem położeniu zlewają się na chwilę płaszczyzny drgań w płytce z przekrojami głównymi nikoli. Stąd kierunki drgań nazywamy także kierunkami zaćmienia, czyli inaczej kierunkami znikania światła.

Zadaniem bardzo pospolitem jest określenie kąta pomiędzy kierunkami znikania światła a krawędziami ściany kryształu lub przekroju. Zadanie to da się wykonać w sposób następujący: weźmy naprzód jakikolwiek kryształ znany, którego dłuższa krawędź wskazuje jeden z kierunków zaćmienia, np. pryzmaczek barytu lub wydłużony odłupany kawałek anhydrytu, i umieśmy go na środku ruchomego stolika. Obiekt nasz, niech będzie nim anhydryt, znajdzie się tedy między nikolami skrzyżowanymi; obracając stolik, łatwo dlań znajdziemy położenie całkowitego zaćmienia. Dłuższa krawędź anhydrytu biegnie teraz równolegle z kierunkiem drgań w jednym z nikolów, dajmy na to, w górnym. Skoro ten ostatni usuniemy, a okularowi przez obrót nadamy takie położenie, ażeby naciągnięta w nim nitka złąła się z dłuższą krawędzią anhydrytu, skoro następnie okular ten przytwierdzimy nieruchomo, a nikol górny znów nałożymy, zachowując mu położenie pierwotne, ortoskop zostanie do pomiarów przygotowany, nitka okularowa wskaże bowiem teraz kierunek drgań w nikolu górnym, fig. 321*a*. Po dokonaniu tych przygotowań anhydryt usuwamy.

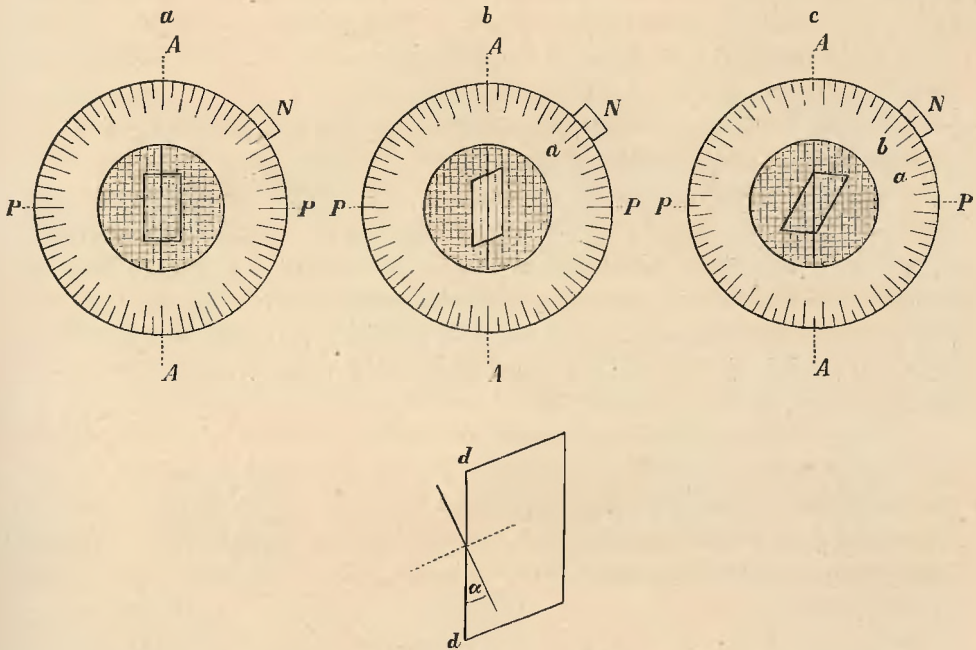
Jeżeli następnie na płytce kryształu lub kawałku odłupanym zechcemy określić kąt pomiędzy jedną z dostrzeganych na nich krawędzi a kierunkiem zaćmienia, musimy położyć ową płytkę na środek stolika, a ten obracać dopóty, dopóki krawędź uważana nie zleje się z nitką okularu lub nie będzie z nią równoległa, fig. 321*b*. Położenie stolika określimy, odczytując cyfrę, odpowiadającą stopniowi  $\alpha$ , leżącemu nawprost nieruchomej marki  $N$ . W przypadku, w którym kierunek owej krawędzi różni się od kierunku zaćmienia płytki, ta ostatnia będzie jasna. Obracając stolik dalej, znajdziemy położenie, w którym płytka utraci jasność, w którym przeto kierunek zaćmienia zleje się z głównym przekrojem nikola, fig. 321*c*; wtedy określamy nowe położenie stolika, t. j. odczytujemy cyfrę  $b$  wprost marki  $N$ . Miarą wykonanego obrotu jest łuk  $ab$ , odpowiadający kątowi  $\alpha$ , który wyraża poszukiwaną różnicę kierunków krawędzi i zaćmienia, fig. 321*d*. Postępowanie, opisane powyżej, może ulegać rozmaitym modyfikacyom, z którymi zapoznamy się w następstwie.

Jeżeli krawędź  $dd$  odpowiada równoległej z nią osi kryształu, wówczas kąt ostry  $\alpha$  jest miarą ukośnego zaćmienia, czyli ukośnego znikania światła — na danej ścianie kryształu. Skoro zaś światło znika równolegle i prostopadle do krawędzi, względnie osi kryształu, jak na anhydrycie, wtedy zaćmienie nazywamy prostem.

Kierunki zaćmienia podlegają prawu zasadniczemu, wedle którego położenie ich odpowiada ściśle symetrii danej ściany. Stąd linia, będąca przecięciem się ściany kryształu z prostopadłym do niej przekrojem głównym, a więc linia symetrii tej ściany [26], zlewa się zawsze z kierunkiem zaćmienia.

Więc wszystkie ściany pryzmatyczne w układzie heksagonalnym i tetragonalnym ujawniają zaćmienie proste, na ścianach piramidy tetragonalnej i heksagonalnej jeden z kierunków zaćmienia zlewa się z krawędzią poziomą, na ścianach romboedru kierunki zaćmienia są równoległe do przekątnych. W układzie rombowym prostem zanikaniem światła odznaczają się słupy i ściany podstawowe, w układzie jednoskośnym tylko słupy poprzeczne, tudzież dwuściany poprzeczny i podstawowy, gdy dwuścian podłużny wykazuje zaćmienie ukośne. W układzie trójskośnym nie ma żadnej ściany o zaćmieniu prostym.

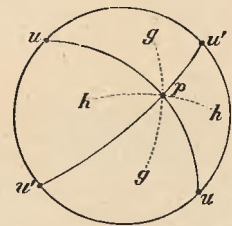
Fig. 321.



Gdy chodzi o wskazanie kierunków zaćmienia specjalnie na jakiejkolwiek bądź ścianie kryształu lub na przekroju, uciekamy się do zasady następującej: przez normalną tej ściany i obie osi optyczne przeprowadzamy dwie płaszczyzny, a kąt przez nie utworzony, dzielimy na połowy płaszczyzną trzecią. Ta będzie jedną z poszukiwanych płaszczyzn drgania. Jeżeli więc  $p$  jest punktem przecięcia się normalnej ściany z powierzchnią kuli, fig. 322,  $u$  i  $u'$  są punktami przecięcia się osi optycznych z tą samą powierzchnią kulistą, wówczas płaszczyzny, przeprowadzone przez  $u$  i  $p$ , tudzież  $u'$  i  $p$ , przetną kulę w dwóch wielkich kołach. Przepołówmy następnie kąt  $upu'$ , oraz przyległy doń kąt rozwarty, a otrzymamy dwie główne płaszczyzny drgań  $gg$  i  $hh$ , które na ścianie  $p$  wskażą obydwa kierunki zaćmienia.

Co się tyczy kryształów jednoosiowych (kąt osi optycznych = 0), to podlegają one, jak już wiemy, zasadzie analogicznej, opiewającej, co następuje: kierunek zaćmienia leży zawsze w płaszczyźnie, przechodzącej przez oś główną i normalną danej ściany.

Fig. 322.





W kryształach jednoskośnych i trójskośnych kierunki zaćmienia są dla rozmaitych barw nieco odmienne. Badania dokładniejsze wymagają zatem osobnych określeń zaćmienia dla każdej barwy.

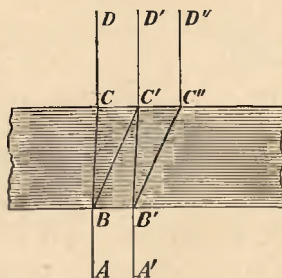
**120. Własności płytek cienkich.** Płytki cienkie ciał, podwójnie załamujących, uważane w ortoskopie, wykazują w odpowiednich położeniach bądź ciemność, bądź też jasność, a w tym ostatnim przypadku, prócz tego, piękne barwy, zupełnie podobne do tych, które poznaliśmy, zajmując się zjawiskami interferencji. Płytką jednostajnie grubą daje jedną tylko barwę, gdy zaś jest klinowata, wytwarza barwy rozmaite, przechodzące kolejno jedna w drugą, w miarę zwiększania się grubości. Na płytkach o grubości niejednostajnej lub schodkowatych barwy te występują bezpośrednio, jedna obok drugiej. Płytką, ażeby mogła ujawniać barwy, musi być tem cieńsza, im większą jest jej dwójłomność w kierunku światła przechodzącego, a więc im bardziej różnią się od siebie obydwa współczynniki załamania.

Barwami bardzo pięknymi odznaczają się cienkie blaszki gipsu i miki, grubsze — kwarcu. Częstokroć płytki tego rodzaju wprowadzane są do ortoskopu, celem wyznaczenia kierunków znikania światła nie za pomocą kolejnej jasności i ciemności, lecz przez otrzymywanie pewnych tonów barw, wskazujących kierunki zupełnego zaćmienia. Tego rodzaju płytkę kwarcową widzimy na fig. 318, gdzie jest oznaczona głoską *v*; wprowadzamy ją w otwór rury mikroskopowej, powyżej obiektywu.

Barwy cienkich płytek są wielce pomocne w badaniu utworów bliźniaczych dwójłomnych, albowiem jednakowe barwy przekroju dowodzą symetrycznego ułożenia oddzielnych części bliźniaka. Niemniej ułatwionem jest przez to odróżnianie minerałów dwójłomnych, obok siebie występujących. Minerale słabiej dwójłomne, jak kwarc i feldspat, wykazują mianowicie barwy, gdy płytka silnie dwójłomnego kalcytu o tej samej grubości wcale barw nie wytwarza.

Barwy, będące w mowie, są zjawiskiem interferencyjnym. Każdy promień światła, opuszczający polaryzator, w płytce mineralnej zostaje rozszczepiony na dwa promienie rozmaitej łamliwości. Promień *AB*, fig. 323, rozkłada się na promienie *BCD* i *BC'D'*, inny promień *A'B'* rozdziela się znów na dwa *B'C'D'* i *B'C''D''*. Po między promieniami *AB* i *A'B'* zachodzi taki stosunek, że silniej załamana gałąź pierwszego i słabiej załamana gałąź drugiego, po wyjściu z płytki, mają przebieg jednakowy co do kierunku, jakkolwiek różny co do faz, gdyż ich współczynniki załamania, a więc i prędkości, są odmienne. Nadto drgania, obu tym promieniom odpowiadające, odbywają się w płaszczyznach prostopadłych, nie mogą przeto interferować zaraz po wyjściu z płytki, lecz dodają się dopiero wtedy, gdy zostaną sprowadzone w analizatorze do wspólnej płaszczyzny. Wynikiem interferencji jest powstawanie barw, skoro w doświadczeniu tem użyjemy światła białego. Jeżeli różnica pomiędzy współczyn-

Fig. 323.





nikami załamania jest znaczna, jeżeli, innemi słowy, dwójłomność płytki jest silna, to już niewielka jej grubość zdoła wywołać różnicę faz, wynoszącą pół długości fali. I odwrotnie, płytka o dwójłomności słabszej musi być grubsza, ażeby sprowadzić tę samą faz różnicę, a więc tę samą barwę. Grubość płytki wywiera zatem na barwę wpływ istotny. Ponieważ dalej obydwie promienie wykazują niewielką tylko różnicę współczynników załamania, gdy ich kierunek niewiele się różni od kierunku osi optycznej, większą zaś, gdy różnica kierunków jest wybitniejsza, wypada stąd przeto, że różnica faz, a więc i barwa, zależy także od kierunku promieni względem osi optycznych, czyli od kierunku, w jakim płytka z kryształu dwójłomnego została wycięta. Wreszcie, ponieważ różnica faz nie zmieni się, skoro płytkę obracać będziemy na stoliku ortoskopu, płytka ta podczas całkowitego obrotu ujawniać będzie barwę zawsze tę samą, z wyjątkiem dwóch kierunków zupełnego zaćmienia.

Odcień barwy, występującej na płytce cienkiej, jest najczystszy w położeniu największego jej rozjaśnienia, czyli w tem położeniu, kiedy kierunki znikania światła z głównymi przekrojami nikoli tworzą  $45^\circ$ . Wprowadzając pomiędzy nikole drugą blaszkę tego samego minerału i nadając jej położenie analogiczne do pierwszego, przekonamy się, że działa ona tak samo, jak zgrubienie płytki pierwszej; ujrzymy tedy barwę interferencyjną rzędu wyższego i mówimy, że ton barwy wzrasta. Podobnyż skutek sprawia płytka jakiegokolwiek innego minerału dwójłomnego, jeżeli rodzaj podwójnego załamania jest w nim ten sam, t. j. jeżeli obydwie płytki są np. optycznie ujemne. W przypadku odwrotnym otrzymamy barwę rzędu niższego i powiadamy, że ton barwy spada.

Jeżeli z minerału dwójłomnego wyszlifujemy klin o nachyleniu ścian bardzo niewielkiem, wyda on szereg barw, odpowiadających rozmaitym grubościom. Najpospoliciej używane są kliny kwarcowe, których krawędź dłuższa biegnie równolegle do osi głównej, krótsze zaś ostrze jest do niej prostopadłe. Klin taki w położeniu największego rozjaśnienia ukazuje barwy Newtona [109] w postaci smug, zwykle poczynając od rzędu pierwszego aż do piątego, jak to widzimy na fig. A, tabl. I. Służy on do określania stopnia barw interferencyjnych w płytkach dwójłomnych, tudzież do rozpoznawania rodzaju dwójłomności (charakteru optycznego) ze wzrastania i opadania tonu barwy, powodowanego wyżej wspomnianem nakładaniem blaszek.

O badaniu kryształów w szlifach: Autor, Sitzungsber. d. Wiener Akad., t. 59, maj 1869. Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie der petrogr. wichtigen Minerale, 1892. Liebisch, Physikal. Krystallographie, 1891. Lévy i Lacroix, Les minéraux des roches, Paryż 1888. Groth, Physikal. Krystallographie, 1895.

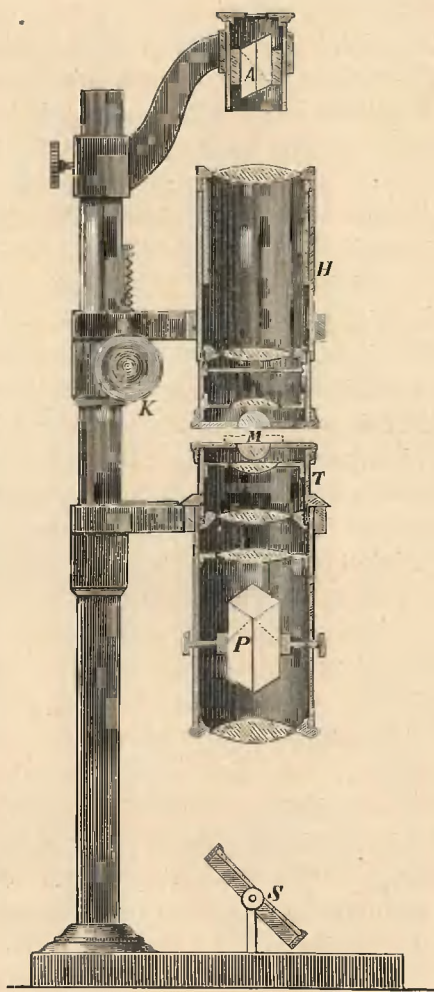
**121. Obrazy interferencyjne.** Zjawiska, dostrzegane w świetle spolaryzowanym, możemy zmienić znacznie, przepuszczając przez płytkę badaną, zamiast promieni równoległych, promienie zbieżne. W szczypczykach turmalinowych te ostatnie powstają, skoro po wprowadzeniu płytki zbliżymy je do samego oka, które wskutek tego odbiera promienie, padające ukośnie, czyli zbiegające się w postaci świetlnego stożka,

Nörremberg zbudował po raz pierwszy przyrząd praktyczny, w którym stożek promieni zbieżnych powstaje za sprawą soczewek, silnie zbierających. Przyrząd ten został następnie zmodyfikowany przez zastosowanie pryzmatów Nicola, a dzisiaj, rozmaicie przekształcany, służy do badania większych płytek krystalicznych. Nazwiemy go tutaj konoskopem, fig. 324. Badanie w świetle spolaryzowanym zbieżnym możemy zatem nazywać badaniem konoskopowym<sup>1)</sup>.

Promienie, odbite od lusterka *S*, biegną przez soczewkę do polaryzatora *P*, a z tego przechodzą przez szereg soczewek dalszych, które czynią je zbieżnymi, a zwłaszcza ostatnia z nich, półkulista; następnie, po przejściu przez badaną płytkę, wstępują znów w drugą soczewkę półkulistą, przechodzą przez soczewki następne, wreszcie dosięgają analizatora *A*. Część rury *T* jest ruchoma, a brzeg ma zaopatrzony w podziałki na stopnie. Rura górna *H* za pomocą śruby i koła zębatego *K* może być podnoszona i obniżana. Płytkę *M* nastawiamy naprzód ręką, poczem, gdy część rury *H* zostanie spuszczone, płytka znajdzie się w bezpośrednim zetknięciu z dwiema soczewkami półkulistemi. Jeżeli mamy płytkę minerału jednoosiowego, wyciętą prostopadłe do osi optycznej, to, zbliżając rury przyrządu, ujrzymy na niej obraz interferencyjny, składający się z czarnego krzyża, tudzież barwnych pierścieni spółśrodkowych, tabl. I, fig. *B*. Ramiona krzyża są równoległe do przekrojów głównych nikoli, a więc względem siebie prostopadłe. Skoro zaś nikole ustawimy równoległe, zjawisko zmieni się, powstanie fig. *C*, w stosunku do pierwszej — dopełniająca. Zamiast krzyża czarnego, ujrzymy krzyż jasny; pierścień zaś zmienia swe barwy i położenia pierwotne na dopełniające.

Gdy do przyrządu z nikolami skrzyżowanymi wprowadzimy płytkę, wyciętą z ciała dwuosiowego, np. kryształu aragonitu, tak, ażeby płaszczyzna prze-

Fig. 324.



<sup>1)</sup> Przyrząd ten nazywano dawniej mikroskopem polaryzacyjnym lub instrumentem polaryzacyjnym.

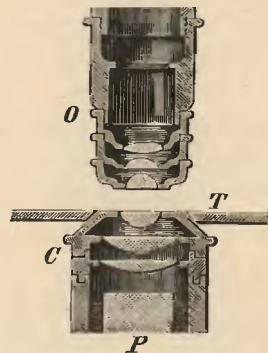


roku przechodziła prostopadłe do linii, dzielącej na dwie połowy ostry kąt osi optycznych, powstanie wtedy fig. *F*, o ile tylko płaszczyzna osi optycznych zleje się z którymkolwiek głównym przekrojem nikoli. Widzimy tu znów krzyż czarny o ramionach równoległych do głównych przekrojów nikoli, atoli jedno z nich jest tu znacznie szersze od drugiego. Na ramieniu węższem leżą, symetrycznie względem ramienia szerszego, dwa układy pierścieni barwnych, których punkty środkowe odpowiadają osiom optycznym. Skoro przez obrót stolika *T* płytkę wyprowadzimy z położenia poprzedniego, ramiona krzyża rozejdą się i utworzą dwa wygięte ogony. Jeżeli jednak płaszczyzna osi optycznych, przez dalszy obrót płytki, utworzy z głównymi przekrojami nikoli kąt  $45^\circ$ , a więc zajmie położenie przekątne, powstanie fig. *G*, w której pierścienie przecięte są dwiema ciemnymi hyperbolami, przyczem przez częściowe zlewanie się pierścieni w środku obrazu powstają krzywe, zwane lemniskatami. Nadając płytce aragonitu znów położenie normalne (pierwotne), a nikolowi górnemu położenie równoległe z nikolem dolnym, otrzymamy, zamiast fig. *F*, obraz dopełniający.

W tych przypadkach, kiedy kąt osi optycznych jest bardzo wielki, pole widzenia nie obejmuje obu układów pierścieni, lecz mieści w sobie zaledwie środkowe części figury *F* lub *G*. Jeżeli zaś kąt osi optycznych jest niewielki, jak w glauberycie, na otrzymanym obrazie interferencyjnym pierścieni nie zobaczymy, gdyż obydwa ich układy zlewają się w ciągle smugi eliptyczne. Glauberyt w położeniu normalnem da zatem figurę *D*, zbliżającą się do obrazów interferencyjnych, właściwych ciałom jednoosiowym. Atoli w położeniu przekątnem ujrzymy figurę *E*, która zamianą krzyża na dwie hyperbole dowodzi niezbieżności dwuosowości glauberytu. Z osobników o wielkim kącie osi optycznych mogą być również wycinane płytki prostopadłe do jednej z osi optycznych, które wykażą jeden tylko układ pierścieni, przecięty ciemnem ramieniem, a z postaci swej zupełnie podobny do figury *F* lub *G*.

Do badania drobnych płytek mineralnych i kryształków bądź luźnych, bądź też zawartych w szlifie, używany jest ten sam mikroskop, fig. 318, którym posługujemy się w postrzeżeniach ortoskopowych. Należy w nim tylko dokonać pewnych, łatwo dających się uskuteczyć zmian, ażeby wywołać zbieżność promieni światła spolaryzowanego, padającego na blaszkę. W tym celu w otwór stolika *T*, fig. 325, wkładamy od dołu szereg soczewek zbierających, czyli kondensator *C*, połączony z polaryzatorem *P*, usuwamy zaś okular, znajdujący się pod analizatorem. Teraz przyrząd wykaże nam zjawiska te same, które poprzednio oglądaliśmy przez konoskop, albowiem płytka minerału znów znajdzie się pomiędzy dwiema półkulistymi soczewkami i nikolami skrzyżowanymi. Ortoskop zamieniliśmy tym sposobem na konoskop. Dogodną tę manipulację wykonał po raz pierwszy A. von Lasaulx (N. Jahrb. f. Min., 1878, str. 377). Przy wyszukiwaniu osi optycznych w kryształach, kawałku odlupanym, okrucu i t. p., pożytecznem jest w wielu

Fig. 325.





razach wspomniane wyżej postępowanie [118], zalecone przez Kleina, a polegające na zanurzeniu minerału w cieczach o jednakowym współczynniku załamania. Używane w tym celu naczynko szklane, a więc przezroczyste, ustawia się na stoliku konoskopu lub wprowadza do przyrządu, służącego, jak się niżej przekonamy, do mierzenia kąta osi optycznych.

Ażeby wyjaśnić powstawanie obrazów interferencyjnych, weźmy naprzód pod uwagę pierścienie barwne płytki jednoosiowej. Światło spolaryzowane, wychodzące z dolnej soczewki półkulistej, w płycie minerału tworzy stożek promieni podwójny, fig. 327, w przypadku zaś prostszym, np. w szczypczykach turmalinowych, powstaje stożek pojedynczy, fig. 326, ponieważ część większa pro-

Fig. 326.

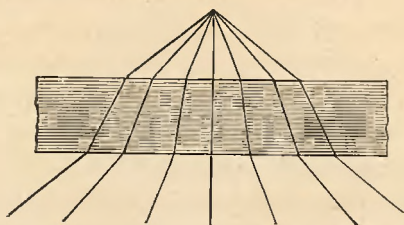
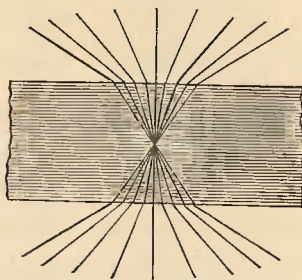


Fig. 327.



mieni pada ukośnie, ulega w płycie załamaniu podwójnemu i przepolaryzowaniu. Stąd oczekiwać tu należy zjawisk barwnych, powstających przez interferencję, podobnie jak przy zastosowaniu światła równoległego [120]. Padający stożek światła możemy sobie wyobrazić jako zespolenie wielu stożków spółśrodkowych, które mają jednakową wysokość, ale różne średnice podstawy. Promienie, do jednego należące stożka, są jednakowo nachylone ku osi optycznej minerału, a więc, interferując, dają barwę jednostajną. Promienie następującego stożka wewnętrznego padają na płytkę pod kątem tępszym, przebywają zatem drogę krótszą i wytwarzają barwę inną i t. d. W płycie optycznie jednoosiowej muszą więc powstawać barwy interferencyjne, grupujące się w postaci pierścieni dokoła osi głównej i należące do barw tego samego rodzaju, jakie powstają za sprawą soczewki Newtona [109]. Płytkę optycznie dwuosiową, wyciętą prostopadłe do jednej osi, wykaże na tej samej zasadzie układ pierścieni barwnych. Co zaś się tyczy płytki, jednakowo do osi optycznych nachylonej, jak rozważane powyżej płytki aragonitu i glauberyty, to stosuje się do nich rozumowanie nieco odmienne. Pomiędzy promieniami stożka świetlnego, padającymi na płytkę pod kątami rozmaitemi, znajdują się takie, które do obu osi biegną równolegle, zarówno jak i takie, które dokoła jednej z osi są jednakowo nachylone. Te w sposób, powyżej wyjaśniony, utworzą pierścień o barwie jednostajnej, który jednak uleść tu musi pewnemu zeszcpeceniu; podobnie powstają i inne spółśrodkowe pierścienie barwne.

Ażeby następnie uzasadnić znikanie światła na płycie jednoosiowej, weźmy znów pod uwagę jeden tylko stożek światła padającego. Gdyby się on skła-

dał ze światła zwyczajnego, wszystkie jego promienie, wstępując w płytkę, uległyby podwójnemu załamaniu, tak, że powstałyby zeń dwa stożki, któreby utworzyły dwa pierścienie spółśrodkowe. W mineralu optycznie ujemnym, jak kalcyt, pierścień zewnętrzny składałby się wyłącznie z promieni zwyczajnych, o drganiach w płaszczyznach stycznych, wewnętrzny zaś — z nadzwyczajnych o drganiach w płaszczyznach promieniowych. Ponieważ jednak światło padające jest światłem spolaryzowanym, przeto promień wchodzący do płytki w punkcie *A* i mający drgania równoległe do *PP*, fig. 328, przejdzie niepodzielony, jako promień zwyczajny, gdy następujące promienie stożka zosta-

Fig. 328.

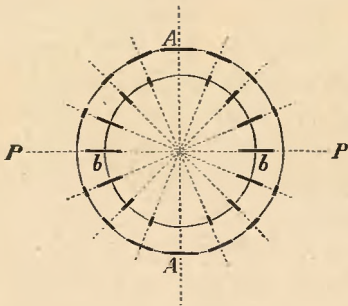
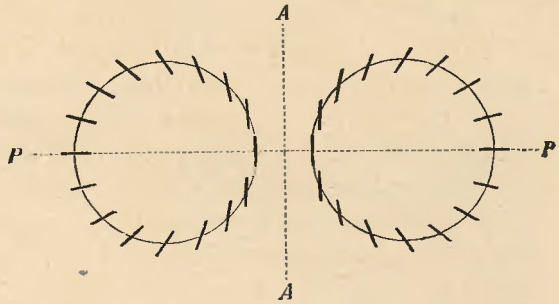


Fig. 329.



na rozszczipione i przepolaryzowane, tak, że każdy z nich utworzy dwa promienie: zwyczajny i nadzwyczajny. Promień, wchodzący do płytki w punkcie *b*, znów podziałowi podlegać nie będzie i przejdzie, jako promień nadzwyczajny. Promienie rozłożone interferują w analizatorze i dają pierścienie, promienie zaś niepodzielone *A* i *b* zostaną zniesione. Tak powstają w każdym stożku cztery miejsca ciemne, które w zespoleniu stożków pojedynczych zlewają się w czarne ramiona krzyża.

Przechodząc do płytki dwuosiowej, rozważmy znowuż promienie, nachylone jednakowo do każdej z osi optycznych, a więc wytwarzające na płytce dwa pierścienie owalne, fig. 329. Jeżeli w oddzielnych punktach każdego pierścienia określimy jeden z kierunków drgania, przeprowadzając linie w kierunku osi i dzieląc powstałe stąd kąty na połowy [119], otrzymamy kreski, mocniej na figurze zaznaczone; do każdej z nich w myśli dodać jeszcze należy kierunek drgań drugi, prostopadły. Przypuśćmy teraz, że drgania padającego światła spolaryzowanego odbywają się równoległe do *PP*, a zrozumiemy, że miejsca przecięć pierścieni z linią *PP* będą ciemne, inne zaś ich punkty będą barwne. Podobnież wszystkie pierścienie spółśrodkowe, otaczające osi, mieć będą dwa miejsca zaćmione, które, zlewając się, tworzą ramiona poziome figur *D* i *F* na tablicy I. Z fig. 329 łatwo się domyslić, że wszystkie punkty linii *A.A* będą ciemne i utworzą ramiona pionowe na figurach *D* i *F*. Po tem wyjaśnieniu nie będzie już rzeczą trudną wyprowadzenie postaci hyperbol, powstających w przekątnem położeniu płytki, tudzież innych związanych z niemi zjawisk.

**122. Dyspersja osi optycznych.** Na obrazach interferencyjnych ciał dwuosiowych, jakie oglądamy w konoskopie, daje się często zauważyć rozkład



barw, różniący się od równomiernego i symetrycznego barw tych ugrupowania dokoła osi optycznych, a zależny od dyspersyi tych ostatnich. Zjawisko to występuje najwidoczniej na wierzchołkach ciemnych hyperbol i na pierwszych pierścieniach barwnych. Tak np. na figurze  $G$ , tabl. I, przedstawiającej obraz dwuosiowy aragonitu, ciemne hyperbole w częściach środkowych mają obwódki wewnątrz niebieskie, nazewnątrz zaś czerwone. Błękit został zatem przesunięty ku środkowi pola widzenia i obrazu osiowego, czerwień zaś odsunięta nazewnątrz. Odpowiednio do tego zostały przesunięte barwy na wewnętrznej stronie pierścienia pierwszego, zarówno w położeniu obrazu normalnem  $F$ , jak i przekątnem  $G$ ; mianowicie w obu przypadkach barwa czerwona jest mocniej rozwinięta w częściach pierścienia, zwróconych ku środkowi figury.

Dla wyjaśnienia przyczyny tego przesunięcia barw, uprzytomnić sobie na-przód musimy, że zjawisko to ukazuje się w zwyczajnem świetle białem, zawierającym wszystkie rodzaje światła. Stosując światło jednorodne, np. pomarańczowe albo czerwone, otrzymamy czarne hyperbole i tylko czarne pierścienie (linie kropkowane na fig. 330). W innem świetle monochromatycznym, np. niebieskiem, znów otrzymamy czarne hyperbole i pierścienie, ale już nie na tem samym miejscu, na którym widzieliśmy je w świetle czerwonym (linie ciągłe na figurze obok podanej). Punkty osiowe dla światła czerwonego  $r$  i niebieskiego  $b$  leżą więc na miejscach rozmaitych.

Fig. 330.



Skoro zastosujemy światło dzienne, w miejscach wskazanych przez linie kropkowane barwa czerwona zostanie zniesioną, inne zaś rodzaje światła pozostaną i dadzą błękit dopełniający. Na miejscu linii ciągłych promienie niebieskie znikną, inne zaś ich rodzaje dadzą barwę czerwoną, dopełniającą. Barwy przesunięte, występujące na hyperbolach i pierwszym pierścieniu, należy zatem brać jakby w znaczeniu odwrotnem. Miejsc, w których występuje barwa czerwona, odpowiadają właściwie hyperboli i pierścieniowi, ukazującym się w jednorodnem świetle niebieskiem, i odwrotnie, miejsca zabarwione na niebiesko odpowiadają właściwie hyperboli i pierścieniowi w świetle czerwonym.

Tam, gdzie hyperbole są szare w świetle dziennem, zostały oczywiście zniesione wszystkie rodzaje promieni.

Ściśle rzecz biorąc, każdy rodzaj światła ma swoje hyperbole i swój osobny pierścień, a więc swoją osobną figurę osiową. Ponieważ jednak niektóre hyperbole są nieco szersze, przeto częściowo pokrywają się nawzajem. Z powodu, że obraz osi dla każdej barwy inne zajmuje położenie, odległość pomiędzy punktami środkowymi obu figur, a stąd i wielkość kąta osiowego dla każdej barwy jest wogóle inna, fig. 331. W przykładzie, wyżej przytoczonym, kąt osi w świetle czerwonym jest mniejszy niż w fioletowym, co zwykle wyrażamy przez  $\rho < \nu$ . Poznajemy to po tem, że hyperbole od strony zewnętrznej mają obwódki czerwone, części zaś pierwszych pierścieni, zwrócone ku środkowi figury, są również zabarwione czerwono. Jeżeli przeciwnie, pierścienie z tej strony są barwy niebieskiej, a hyperbole mają zewnętrzne obrzeżenia niebieskie,



jak na fig. *A* i *B* tabl. II (adular), wnosząc stąd możemy, że kąt osi w świetle czerwonym jest większy niż w niebieskim, co wyrażamy przez  $\rho > \nu$ .

Co zaś się tyczy dalszego rozkładu barw na całym obrazie, to ten może być semetryczny albo niesymetryczny, a to w zależności od ogólnego prawa, opiewającego, że rozmieszczenie barw odpowiada symetrii tej ściany, do której badana płytką jest równoległa. Ponieważ w układach: rombowym, jednoskośnym i trójskośnym, możliwe są tylko ściany dwusymetryczne, jednosymetryczne i niesymetryczne, przeto dyspersja w całym obrazie będzie też albo dwusymetryczna, albo jednosymetryczna, albo wreszcie niesymetryczna.

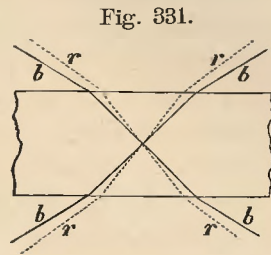


Fig. 331.

Płytką aragonitu (rombowego), dająca obrazy *F* i *G* na tabl. I, została wycięta równolegle do ściany podstawowej, a więc musi być dwusymetryczna. Jeżeli na obrazach tych przeprowadzimy jedną prostą przez punkty osiowe, drugą zaś prostopadłą do niej przez środki figur, proste te będą liniami symetrii. A więc obydwa obrazy są dwusymetryczne.

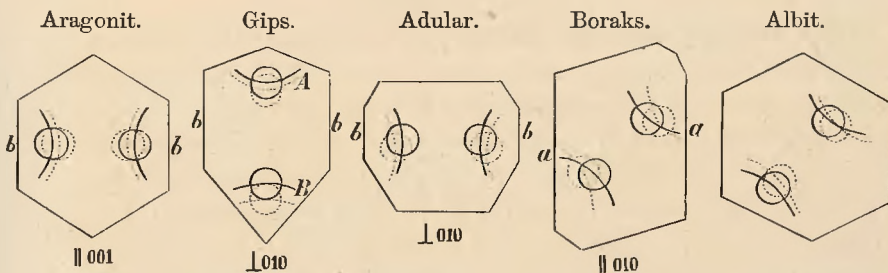
Płytką gipsu (jednoskośnego), której obrazy interferencyjne przedstawiają fig. *C* i *D* na tabl. II, jest wycięta prostopadłe do płaszczyzny symetrii. Odpowiednio do tego rozkład barw jest jednosymetryczny, a linia symetrii przechodzi przez oba punkty osiowe. Dyspersję tego rodzaju Neumann nazywa pochyloną.

Obrazy adularu (jednoskośnego) widzimy na figurze *A* i *B*, tabl. II. Płytką została wycięta prostopadłe do płaszczyzny symetrii, a dyspersja jest znów dwusymetryczna. Atoli linia symetrii biegnie tu prostopadłe do prostej, łączącej punkty osiowe. Jest to tak zwana dyspersja pozioma.

Dyspersja niesymetryczna może być również dwójakiego rodzaju. Płytką boraksu (jednoskośnego), równoległa do płaszczyzny symetrii, posiada charakter dwumierny [26]. Rozkład barw na obrazach *E* i *F*, tabl. II, jest także dwumierny. Ten rodzaj dyspersji Descloizeaux nazwał dyspersją skrzyżowaną.

Oligoklaz (trójskośny) daje obrazy *G* i *H*, tabl. II, wykazujące dyspersję niesymetryczną.

Fig. 332.



Zrozumienie rozmaitych rodzajów dyspersji ułatwiają rysunki schematyczne, zamieszczone na fig. 332; wskazują one w sposób przybliżony położenie

obrazów osi dla barw rozmaitych. Różnice te są jednak umyślnie przesadzone. Linie i okręgi kropkowane ściągają się znów do światła czerwonego, ciągle zaś — do niebieskiego.

W aragonicie osi optyczne dla wszystkich barw leżą równolegle do ściany poprzecznej i jednocześnie symetrycznie względem ściany podłużnej *b*, wskutek czego zarówno rysunek, jak rozmieszczenie barw na zdwojonym obrazie jest dwusymetryczne. Co się tyczy gipsu, to wszystkie osi leżą tu w płaszczyźnie symetrii, ale w *B* osi czerwieni i błękitu rozchodzą się mocniej, niż w *A*, co sprowadza różnicę obrazów osiowych. Linie, dzielące na połowy kąty osi optycznych dla barwy czerwonej i niebieskiej, leżą zatem w płaszczyźnie symetrii, nie zlewają się jednak z sobą, lecz są rozproszone. W adularze osi tworzą jednakowe kąty z płaszczyzną symetrii, pozatem jednak dla rozmaitych barw przybierają rozmaite położenia, ogólny więc ich rozkład jest znów jednosymetryczny. Ażeby otrzymać osi optyczne na płytce boraksu, musimy ją wyciąć równolegle do płaszczyzny symetrii. Zarówno osi, ukazujące się w świetle czerwonym, jak powstające w promieniach niebieskich, tworzą z linią prostopadłą do *b* kąty jednakie, ale pozatem różnią się swem położeniem, ujawniając rozkład barw dwumierny. W adularze mieliśmy rozproszone wszystkie linie, przepołowiające ostre kąty osi dla rozmaitych rodzajów światła, w boraksie zlewają się one razem, ale za to płaszczyzny osi optycznych dla rozmaitych światel są różne, a więc płaszczyzny te są rozproszone. Albit, jako minerał trójskośny, w każdym świetle ujawnia odmienne położenie osi optycznych, żadnej nie podlegające prawidłowości. Stąd rozkład osi niesymetryczny, a ich obrazy rozmaite; zarówno linie, dzielące na połowy kąty osiowe, jak same płaszczyzny osi optycznych w rozmaitych światła rodzajach są zawsze rozproszone.

Osobny rodzaj dyspersyi powstaje przez to, że różnica położenia płaszczyzn osiowych wynosi dla niektórych barw  $90^\circ$ . Fig. *D* i *E* na tabl. I podaje to zjawisko tak, jak się ono przedstawia w glaukerycie, w którym osi dla promieni czerwonych leżą w płaszczyźnie poziomej, osi zaś dla promieni niebieskich — w płaszczyźnie do poprzedniej prostopadłej. Podobne zjawisko wykazuje także brukit.

O figurach interferencyjnych i t. p., patrz: v. Lang. Einleitung in die theoret. Physik.

**123. Pomiary kąta osi optycznych.** Obrazy interferencyjne są nie tylko doskonałym środkiem odróżniania minerałów optycznie jednoosiowych od dwuosiowych oraz poznawania dyspersyi, ale nadto umożliwiają mierzenie kąta osi optycznych. W tym celu należy tylko wyciąć lub odłupać płytkę prostopadłą do linii, dzielącej na połowy ostry kąt osi optycznych, fig. 333. W takiej płytce każda oś optyczna tworzy z ową linią jednakowy kąt  $V$ , a więc  $2V$  jest kątem, zawartym istotnie pomiędzy obiema osiami i nazywanym rzeczywistym kątem osi optycznych. Atoli promień światła, przechodzący przez płytkę *MM* w kierunku jednej z osi optycznych, na granicy z powietrzem odchylić się musi od pionu i utworzyć z nim kąt większy *E*. To samo dzieje się

z promieniem, który biegnie w kierunku drugiej osi. Stąd  $2E$  jest kątem, dostrzeganym podczas badania płytek w powietrzu. Jest to pozorny kąt osi optycznych w powietrzu, zawsze większy od kąta rzeczywistego. Idąc za przykładem Descloizeaux, będziemy nadal oznaczać połowę ostrego rzeczywistego kąta osi optycznych przez  $V_a$ , połowę rzeczywistego rozwartego — przez  $V_o$ , wreszcie połowę pozornego kąta w powietrzu przez  $E_a$  i  $E_o$ .

Fig. 333.

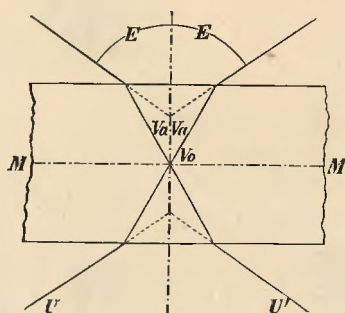


Fig. 334.

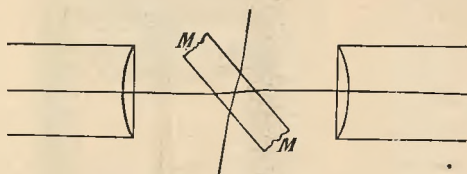
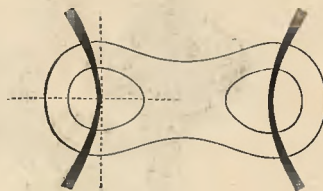


Fig. 335.



Ażeby dokonać pomiaru kąta pozornego, wprowadzamy płytkę do przyrządu, zbudowanego podobnie jak konoskop, lecz mającego krzyżujące się nitki w okularze, i nastawiamy na punkt przecięcia się nitek naprzód jeden obraz osiowy, następnie — drugi. Obrót, dokonany pomiędzy jednym nastawieniem a drugim, odczytujemy na podzielonem na stopnie kole  $V$ , z którym badana płytka jest połączona.

Fig. 334 wyobraża położenie płytki podczas nastawiania na jedną oś, fig. 335 ilustruje czynność już dokonaną, kiedy krzyż nitek okularowych zlał się z punktem środkowym obrazu osiowego. Fig. 336 przedstawia przyrząd do mierzenia kąta osi optycznych, zbudowany przez v. Langa. Oś jego pionowa, ruchoma, po nad kołem  $V$  zaopatrzona jest w skalówkę, a poniżej — w urządzenie  $C$  do centrowania, tudzież w urządzenie  $J$  do justowania płytki, osadzonej w szczypczykach <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Do mierzenia kąta osi optycznych może być zastosowany każdy konoskop, skoro go zaopatrzymy w koło podzielone na stopnie i oś ruchomą. W przyrządzie G. Adamsa i E. Schneidera obie soczewki półkuliste obracają się razem z płytką mineralu. Mierzmy tu zatem kąt osi w szkłe. Przyrząd ten umożliwia pomiary kątów silnie rozwartych i jest bardzo przydatny do pierwszego zorientowania się (Becke, Tschermak's Mineral. u. petr. Mitth., t. 2, str. 430). Przybliżonego określenia kąta osi optycznych możemy dokonać w każdym konoskopie, zaopatrzonym w wytrawioną na szkłe skalę, którą umieszczamy odpowiednio w polu widzenia, a jej podziałki oceniamy empirycznie.



Do pomiarów w temperaturze podniesionej na podstawce  $T$  ustawiamy przezroczystą skrzynkę powietrzną, w której umieszczamy płytkę minerału, fig. 338. Dwa termometry wskazują temperaturę, do której płomienie  $FF'$  ogrzały powietrze, otaczające płytkę.

Fig. 336.

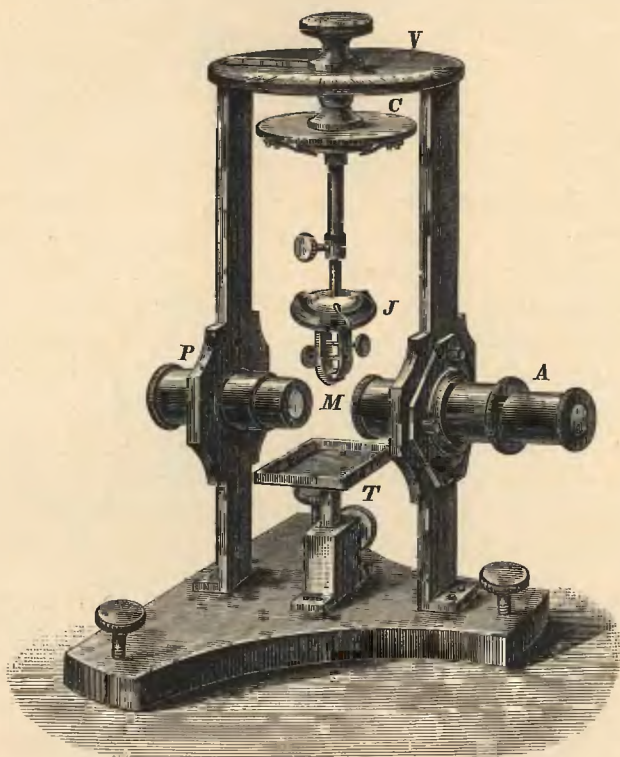


Fig. 337.

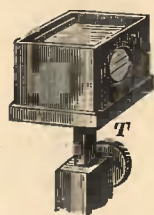
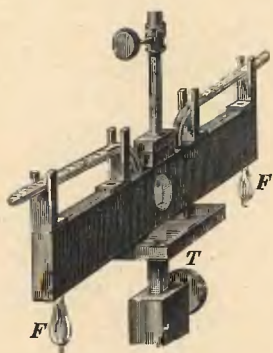


Fig. 338.



Kiedy kąt osi optycznych jest tak wielki, że  $V_a$  dosięga lub nawet przenosi kąt całkowitego odbicia, wtedy w powietrzu zgola nie ujrzymy obrazu osiowego. W przypadkach podobnych radzimy sobie w taki sposób, że pogrążamy płytkę w oleju, zawartym w naczynku przezroczystym, który to olej znosi całkowite odbicie promieni na granicy minerału i powietrza, fig. 337. Kąty, otrzymane w cieczach oleistych, oznaczamy przez  $H_a$  i  $H_o$ .

Pomiarów kąta osi optycznych na płytkach bardzo drobnych dokonać możemy za pomocą mikroskopu, fig. 318, na którego stoliku, po wprowadzeniu uprzedniem kondensora, ustawiamy niewielki przyrządek, składający się z ruchomej osi poziomej, do której przytwierdza się płytkę, oraz z półkola pionowego, podzielonego na stopnie.

Światło, przechodzące w kierunku osi optycznych, podlega zwykłemu tylko załamaniu pojedynczemu. Odnoszący się do tego kierunku współczynnik załamania oznaczamy przez  $\beta$ . Istotny kąt osi optycznych może być obliczony z pozornego według równania:

$$\sin V_a = \frac{1}{\beta} \sin E_a$$

Skoro kąt pozorny został zmierzony w oleju o współczynniku załamania  $n$ , rachunek może być dokonany podług formuły:

$$\sin V_a = \frac{n}{\beta} \sin H_a$$

Na dwóch płytkach, wyciętych z jednego i tego samego osobnika krystalicznego, możemy określić zarówno  $H_a$ , jak  $H_o$ , a z tych wielkości, pomijając  $\beta$ , obliczyć istotny kąt osi optycznych, albowiem:

$$\operatorname{tg} V_a = \frac{\sin H_a}{\sin H_o}$$

Kąt osi optycznych w minerałach dwuosiowych jest wielkością stałą, podlegającą niewielkim tylko wahaniom. Kąt ten jest zatem bardzo ważnym znakiem rozpoznawczym dla większej części prostych gatunków mineralnych. Gdy w uwarstwieniu izomorficznym występuje kilka gatunków naraz, każda warstwa odmienna odznaczać się będzie kątem osi jej tylko właściwym. Przeciwnie w mieszaninach równopostaciowych wielkość kąta osiowego zależy od gatunku i ilości minerałów, mieszaninę składających. Kryształy tego rodzaju nie mają zatem kąta osi stałego, lecz — zmienny.

Sénarmont wykonał w tym względzie liczne doświadczenia, z których najważniejsze dotyczą mieszanin izomorficznych winianu sodu i potasu oraz winianu sodu i amonu, znanych również pod nazwą soli Seignettea. Obie sole mają prawie jednakowy kąt osi optycznych, tudzież  $\rho > 0$ , atoli płaszczyzny osi optycznych leżą w tych solach względem siebie prostopadle. W kryształach mieszanych kąt osi optycznych zmniejsza się w miarę wzrastania ilości soli amonowej, aż wreszcie przy pewnej jej zawartości staje się równym zeru, najprzód w świetle czerwonym, później w fioletowym, poczem osi zaczynają się znów rozchodzić, lecz już w płaszczyźnie, do poprzedniej prostopadłej (Pogg. Ann., t. 86, str. 35 i 70).

Zjawiska dyspersyi, dostrzegane na obrazach osiowych, dowodzą, że rozwarłość kąta osi optycznych w rozmaitych światłach rodzajach ulega pewnym zmianom, jakkolwiek zwykle niewielkim; stąd w badaniach dokładniejszych mierzyć go należy osobno dla każdej barwy. W tym celu staramy się prowadzić obserwacje w świetle możliwie jednorodnym, przepuszczając np. światło białe przez pewne gatunki szkielec zabarwionych. Z tych jednak nieliczne tylko celowi wskazanemu odpowiadają. Szkło, zabarwione tlenkiem miedzi, daje prawie jednorodne światło czerwone, szkło zielone jest już mniej odpowiednie, jeszcze mniej szkło niebieskie, żółte zaś zgoła się do badań takich nie nadaje. Światła całkowicie lub prawie całkowicie jednorodnego dostarczają nam natomiast zabarwione płomienie. Płomień Bunsenowskiego palnika gazowego, zabarwiony solami litynu, daje prawie czyste światło czerwone, sole sodowe, np. sól kuchenna, a jeszcze lepiej bromek sodu, wydają czyste światło żółte, sole zaś talu — jednorodną zielen.

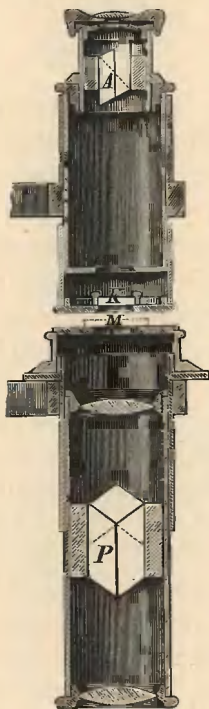
Kąty osi optycznych, w ten sposób mierzone, pozwalają na wyrażanie dyspersyi tych osi w liczbach, tudzież na kontrolowanie poznanego wyżej rozkładu barw na obrazach osiowych.



**124. Stauroskop.** Innego rodzaju zastosowanie figury interferencyjne znalazły w stauroskopie, zbudowanym po raz pierwszy przez Kobella. Przyrząd ten, prócz istotnych części składowych ortoskopu, a mianowicie obu nikolów i kilku soczewek, ma jeszcze płytkę kalcytową *K*, wyciętą prostopadłe do osi optycznej i umieszczoną w nim tam właśnie, gdzie powstaje stożek promieni, fig. 339. Jeżeli tedy poniżej *K* wprowadzimy do przyrządu płytkę minerału dwójłomnego w położeniu, odpowiadającem jej zupełnemu zaćmieniu, to ujrzymy obraz interferencyjny (kalcytu). Obraz ten zostanie jednak zburzony, skoro minerał wyprowadzimy z położenia pierwotnego. Za pomocą stauroskopu możemy zatem określać kierunki zaćmień, przytem nieco dokładniej, niż w ortoskopie. Atoli metodzie tej należy oddawać pierwszeństwo tylko wtedy, gdy płytka badana jest zupełnie przezroczysta. Zamiast pojedynczej płytki kalcytowej, Brzezina zaleca używanie dwu takich płytek, względem siebie nieco nachylonych, a to dlatego, że dają one obrazy interferencyjne, daleko czulsze na zmiany położenia płytki mineralnej, niż obraz kalcytu pojedynczy.

Do badania minerałów zabarwionych L. Calderon stosuje płytkę kalcytową, wyciętą ze sztucznego dwojaka według *R*, tak, iżby płaszczyzna bliźniacza przechodziła pionowo; prócz tego usuwa on z przyrządu soczewkę zbierającą, zamieniając go tym sposobem na ortoskop. Płytkę nadaje się takie położenie, by obie jej połowy wykazywały zaćmienie zupełnie jednakowe (Zeitschr. f. Kryst., t. 2, str. 69). Dokładność pomiarów jest tutaj większa, niż w ortoskopie zwyčajnym i opisanym powyżej stauroskopie. Bertrand w tym samym celu używa układu, składającego się z dwóch jednakowej grubości płytek kwarcowych, skręcających w prawo, i dwóch takichże płytek, skręcających w lewo; granice ich wskazuje krzyż prostokątny.

Fig. 339.



**125. Oznaczanie charakteru dwójłomności.** Ażeby się przekonać o rodzaju dwójłomności [102] minerałów jednoosiowych, płytkę, wypilowaną prostopadłe do osi optycznej, wprowadzamy do konoskopu, w którym, jak wiemy, powstanie obraz interferencyjny *B*, tabl. I. Następnie w szparę, znajdującą się pod analizatorem, wsuwamy płytkę mikową (ćwierćfalową), odłupaną z miki potasowej (muskowitu), a tak cienką, że różnica faz przechodzących przez nią promieni wynosi jedną czwartą długości fali. Płaszczyznę osi optycznych na płytce muskowitu wskazuje narysowana umyślnie strzałka. Płytkę ćwierćfalowa ma w przyrządzie położenie poziome, a przytem takie, że strzałka owa biegnie w kierunku przekątnej obrazu osiowego. Wprowadzenie jej do przyrządu wywołuje w obrazie interferencyjnym zaburzenia charakterystyczne: ra-



miona krzyża rozchodzą się, a powstają natomiast dwie hyperbole, mające u swych wierzchołków szare zgrubienia, fig. 340. Pierścienie wewnątrz hyperbol rozsuwają się, gdy części ich, pomiędzy hyperbolami leżące, przeciwnie, zwężają się i ku środkowi zsuwają.

Gdy linia, łącząca owe szare wierzchołkowe punkty hyperbol, przecina strzałkę prostopadle, płytka badana jest optycznie dodatnia, gdy zaś linia ta zlewa się ze strzałką, natenczas płytka jest optycznie ujemna.

Fig. 340.



Płytką dodatnia.



Płytką ujemna.

Fig. 341.



Płytką dodatnia.



Płytką ujemna.

Jeszcze łatwiej i wyraźniej określenie to daje się wykonać za pomocą płytki gipsowej, ujawniającej barwę polaryzacyjną czerwoną I-go rzędu i wykrojonej tak, że krawędź dłuższa i krótsza odpowiadają kierunkom zaćmień. Po wprowadzeniu płytki gipsowej w położeniu przekątnym, ukazują się dokoła punktu środkowego obrazu cztery kwadranty zabarwione naprzemian żółto i niebiesko. Jeżeli w kwadrancie górnym i prawym ukaże się barwa niebieska, płytka badana jest optycznie dodatnia, jeżeli zaś w tem samym miejscu powstanie barwa żółta — płytka jest optycznie ujemna. Jak widzimy, różnica zachowania się płytek dodatnich i ujemnych wynosi tu również  $90^\circ$ .

Środowiska optycznie dwuosiowe dadzą się też podzielić na dodatnie i ujemne, albowiem promienie, przechodzące wzdłuż linii, dzielących na połowy kąt osi ostry i rozwarty, tak mają się do siebie, jak promień zwyczajny do nadzwyczajnego.

Ażeby określić charakter optyczny płytki dwuosiowej, otrzymujemy naprzód obraz interferencyjny w położeniu normalnym, fig. *F* na tabl. I, a następnie w kierunku przekątnej wprowadzamy wyżej wspomnianą płytkę mikową. I tutaj figura interferencyjna zostanie naruszona. W dwóch kwadrantach pierścienie rozszerzą się, w dwóch zaś innych, naprzemianległych—zwężą się, fig. 341.

Jeżeli strzałka przechodzi przez kwadranty o pierścieniach zwężonych, płytka badana jest optycznie dodatnia, jeżeli zaś przez kwadranty o pierścieniach rozszerzonych — płytka badana jest optycznie ujemna.

Płytki optycznie dwuosiowe mogą być też odróżniane za pomocą klinów kwarcowych i płytek kwarcowych. W tym celu należy mieć płytki kwarcowe rozmaitej grubości, wycięte prostopadłe do osi optycznej, ażeby w każdym poszczególnym przypadku zastosować tę z nich, która wywołuje najwyraźniej zjawisko następujące. Po otrzymaniu figury interferencyjnej, tym razem w położeniu przekątnem, fig. *G* na tabl. I, wprowadzamy płytkę kwarcową w szparę poziomą, znajdującą się poniżej analizatora. Obraz interferencyjny zostanie zmieniony. Następnie ręką obracamy zwolna płytkę kwarcową koło osi poziomej tak, ażeby promienie światła przechodziły przez coraz to grubszą warstwę kwarcu. Doświadczenie to wykonać należy dwa razy: raz tak, by oś obrotu była prostopadła do płaszczyzny osi optycznych, drugi raz tak, by oś obrotu do płaszczyzny tej była równoległa. W jednym z tych doświadczeń pierścienie figury interferencyjnej powiększą się tak dalece, iż w środku pola widzenia zleją się z sobą. To powiększenie się pierścieni rozstrzyga zadanie. Skoro ono ma miejsce, gdy oś obrotu biegnie prostopadłe do płaszczyzny osi optycznych, płytka badana jest optycznie dodatnia, skoro zaś ukazuje się, gdy oś obrotu jest do płaszczyzny osi optycznych równoległa, płytka badana jest optycznie ujemna.

Używając do prób powyższych klina kwarcowego, zwracać musimy uwagę na położenie jego krawędzi ostrej, krótszej. Jak poprzednio, otrzymujemy obraz w położeniu przekątnem, poczem wprowadzamy klin kwarcowy, raz tak, by jego krawędź dłuższa biegła równoległe z płaszczyzną osi optycznych, drugi raz tak, by krótsza krawędź zajęła miejsce pierwszej. Jeżeli pierścienie powiększają się w pierwszym przypadku, płytka jest optycznie dodatnia, gdy zaś powiększają się w przypadku drugim, płytka jest optycznie ujemna.

Charakter optyczny w szlifach daje się łatwo oznaczyć za pomocą opisanego powyżej [120] nakładania cienkich blaszek miki lub gipsu i uważania, czy przy takim postępowaniu barwa interferencyjna płytki badanej wzrasta, czy też opada. Płytki bardzo drobne i luźne najlepiej próbować za pomocą kwarcowego klina, którego smugi przesuwają się przytem bądź w kierunku wzrastania barw interferencyjnych, bądź też w kierunku ich opadania.

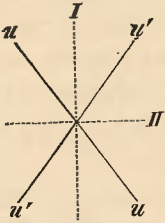
Czasami charakter optyczny minerału możemy określić zarówno w kącie ostrym, jak i rozwartym. W pierwszym przypadku otrzymujemy oczywiście wynik inny, niż w drugim; jeżeli w pierwszym jest on dodatni, to w drugim będzie ujemny i odwrotnie. Mówiąc jednak o charakterze dodatnim lub ujemnym, zawsze mamy na myśli kąt osi ostry.

**126. Oryentacya optyczna.** Celem określenia w ciałach dwuosiowych położenia osi optycznych względem zewnętrznej postaci kryształu, tudzież oznaczenia charakteru optycznego, posługujemy się środkami pomocniczymi i wyrażeniami, używanymi w optyce teoretycznej. Linie, dzielącą na połowy ostry kąt osi optycznych, nazywać zatem będziemy pierwszą dwusieczną, czyli pośre-



dnia, linię zaś, przepołowiającą kąt rozwarty osi optycznych,—drugą dwusieczną, czyli pośrodkową. Obie te linie leżą w płaszczyźnie osi optycznych i są względem siebie prostopadłe, fig. 342. Prosta, prostopadła do obu linii dwusiecznych, a więc i do płaszczyzny osi optycznych, nazywa się normalną optyczną. Ta nie jest na rysunku widoczna. Trzy płaszczyzny, przeprowadzone przez trzy wymienione linie, nazywamy głównymi przekrojami optycznymi. Jednym z nich jest więc płaszczyzna osi optycznych, drugi przechodzi przez pierwszą dwusieczną i normalną,—trzeci przez drugą dwusieczną i normalną.

Fig. 342.

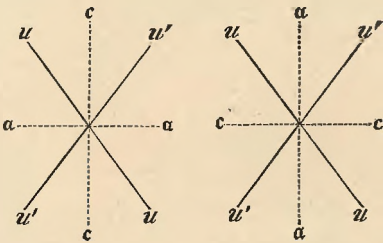


Trzy określone powyżej linie zwane są również osiami sprężystości optycznej, tudzież głównymi drgań kierunkami. Odróżniamy oś sprężystości największej  $\alpha$ , średniej  $\beta$ , i najmniejszej  $\gamma$ . Normalna jest zawsze jednocześnie osią sprężystości średniej. Obie dwie linie dwusieczne zlewają się z dwiema pozostałymi osiami sprężystości, zależnie od charakteru dwójłomności, fig. 343.

1. W kryształach optycznie dodatnich pierwsza dwusieczna jest jednocześnie osią sprężystości najmniejszej, a więc I dwusieczna =  $\gamma$ , II dwusieczna =  $\alpha$ , normalna =  $\beta$ .

2. W kryształach optycznie ujemnych pierwsza dwusieczna jest zarazem osią sprężystości największej, a zatem I dwusieczna =  $\alpha$ , II dwusieczna =  $\gamma$ , normalna =  $\beta$ .

Fig. 343.



Kryształ dodatni. Kryształ ujemny.

Płaszczyzna osi optycznych, jak widzimy, zawsze mieści w sobie osi sprężystości  $\alpha$  i  $\gamma$ . Pierwsza z nich bywa często nazywana dwusieczną ujemną ( $\alpha$ ), druga — dwusieczną dodatnią ( $\gamma$ ).

Położenie osi sprężystości w kryształach dwuosiowych stosuje się do ich symetrii, przyczem w kryształach holodrycznych jest takie samo, jak w odpowiadających im kryształach hemiedrycznych. A więc w każdym kryształe rombowym, bez względu na to, czy on należy do klas całkowych, czy do połówkowych, osi sprężystości będą zawsze równoległe do osi krytalograficznych; w kryształach jednoskośnych jedna z trzech osi sprężystości zlewa się z osią symetrii, gdy dwie inne leżą w płaszczyźnie symetrii. W kryształach trójskośnych położenie osi sprężystości jest zupełnie dowolne.

Wyobraźmy, że w kryształe optycznie dodatnim dwuosiowym kąt osi optycznych, zmniejszając się stopniowo, wreszcie dosięgnie zera, a dojdziemy do pojęcia o środowisku jednoosiowym optycznie dodatnim. Wtem ostatniem oś główna jest jednocześnie osią sprężystości mniejszej  $\gamma$ , gdy dwie pozostałe osi sprężystości nie różnią się między sobą, czyli są równe. Tą samą drogą od kryształu dwuosiowego i optycznie ujemnego przejdziemy do schematu kryształu jednoosiowego ujemnego, w którym zatem oś główna jest osią sprężystości większej  $\alpha$ ,



gdy w kierunkach do niej prostopadłych wszędzie mamy sprężystość jedną, ale mniejszą.

Położenie osi optycznych, ich rozwartość, dyspersja oraz charakter optyczny są wielkościami stałymi dla każdego minerału jednorodnego, nie będącego mieszaniną izomorficzną; stąd własności wymienione są ściśle określonymi cechami tych minerałów. Każdy kryształ gipsu, każdy jego ułamek, wykaże to samo położenie osi optycznych, a więc te same kierunki zaćmień, ten sam kąt osi optycznych, tę samą dyspersję i jednakowy charakter optyczny. Najdrobniejsze zatem blaszki i okruchy gipsu, skoro są przezroczyste, mogą być tą drogą określone, jako należące do tego, a nie innego gatunku mineralnego.

Minerały, będące mieszaninami izomorficznymi, odznaczają się wogóle zmiennymi własnościami optycznymi, jakkolwiek i tutaj stosunki optyczne pozostają często mniej więcej jednakowymi. Gdy atoli wielkość kąta osi optycznych  $u$  i  $u'$  podlega wahaniom silnym, zdarzyć się może, że w jednej mieszaninie kąt ten jest mniejszy od  $90^\circ$ , w drugiej zaś, mającej tę samą postać i łupliwość, kąt osi optycznych w tem samym położeniu krystalograficznem jest większy od  $90^\circ$ , fig. 344 *a* i *b*. Wtedy jedna mieszanina w ostrym kącie osi optycznych może ujawniać charakter optycznie dodatni, druga zaś — ujemny, lubo

Fig. 344.

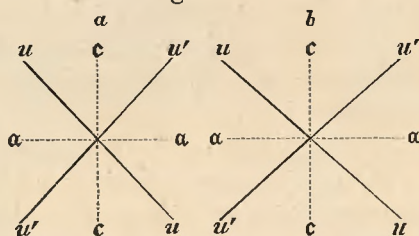
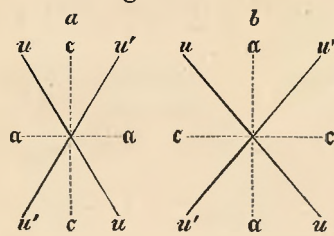


Fig. 345.



osi sprężystości leżą w obu jednakowo. Kąt  $90^\circ$  jest właśnie granicą, oddzielającą charakter dodatni od ujemnego. Przykładem tego jest bronzyt (rombowy), którego jedne okazy są dodatnie, gdy osi optyczne tworzą koło osi pionowej kąt ostry, inne zaś, ciemno zabarwione i w żelazo bogatsze, są ujemne, albowiem ów kąt osi optycznych jest rozwarty.

Minerały o zmiennym charakterze optycznym odznaczają się niekiedy uwarstwieniem izomorficznem albo też niejednorodnością mieszaniny izomorficznej. Kryształy ich ujawniają niekiedy w jednym miejscu charakter optycznie dodatni, w drugim — ujemny, fig. 345 *a* i *b*. W przypadku mieszanin jednorodnych często jedne kryształy bywają dodatnie, inne — ujemne, zależnie od przewagi tej lub innej części składowej mieszaniny. Przykładem takich mieszanin dwuosowych są chloryty, jednoosiowych — apofilit.

**127. Główne spółczynniki załamania.** Kierunki znikania światła [119] na płytkach, odpowiednio wyciętych, są jednocześnie kierunkami osi sprężystości.

Płytkę kryształu dwuosowego, wyciętą równolegle do płaszczyzny osi optycznych, daje kierunki zaćmień równoległe do osi sprężystości największej i najmniejszej. Płytkę do poprzedniej prostopadłą wykaże również dwa kie-

runki zaćmień, z których jeden—równoległy do osi sprężystości średniej. Płytką ciała optycznie jednoosiowego, wyszlifowana równolegle do osi głównej, ujawni kierunki zaćmień równoległe do sprężystości największej i najmniejszej. Kierunki zaś tych zaćmień są jednocześnie kierunkami drgań promieni, opuszczających płytkę.

Jeżeli z kryształu dwuosiowego wypilujemy pryzmaty tak, ażeby ich krawędzie załamujące biegły równoległe z kierunkami zaćmień, możemy wtedy określić współczynniki załamania promieni, których drgania odbywają się równoległe do osi sprężystości. Liczby, tą drogą otrzymane, są głównymi współczynnikami załamania. Każdy z takich pryzmatów rzuca dwa widma; próbując nikolem, wybieramy to z nich, które odpowiada drganiom równoległym do krawędzi załamującej. Więc za pomocą pryzmatu, którego krawędź załamująca jest równoległa do osi sprężystości  $a$ , określamy najmniejszy współczynnik załamania  $\alpha$ ; za pomocą pryzmatu o krawędzi załamującej, równoległej do osi sprężystości  $b$ , otrzymujemy średni współczynnik załamania  $\beta$ , wreszcie pryzmat, którego krawędź załamująca biegnie równoległe z osią sprężystości  $c$ , da nam największy współczynnik załamania  $\gamma$ , albowiem im większa jest sprężystość w pewnym kierunku, tem większa jest prędkość promienia, w tymże kierunku drgającego, a tem mniejszy jego współczynnik załamania.

Do określenia współczynników załamania w kryształach jednoosiowych wystarcza jeden tylko pryzmat o krawędzi załamującej, równoległej do osi głównej. Dwa otrzymane obrazy świetlne dają współczynnik załamania  $\epsilon$  dla drgań równoległych do osi głównej, tudzież współczynnik  $\omega$  dla drgań do niej prostopadłych.

Różnica  $\gamma - \alpha$  wyraża wielkość podwójnego załamania ciał optycznie dwuosiowych. W ciałach optycznie jednoosiowych  $\epsilon - \omega$  jest miarą dwójłomności kryształów optycznie dodatnich,  $\omega - \epsilon$  miarą dwójłomności kryształów optycznie ujemnych. Na płytkach cienkich i szlifach różnice te możemy określać za pomocą kompensatora Babinet'a, gdy dla otrzymania bezwzględnej wielkości współczynników załamania uciec się znów możemy do metody księcia de Chaulnes [101] z zastosowaniem nikola.

**128. Wyjaśnienie teoretyczne.** Ażeby zrozumieć związek pomiędzy łamliwością światła a budową kryształów, uprzytomnić należy teorię Fresnel'a, wedle której rozmieszczenie eteru w kryształach odpowiada uszykowaniu wewnętrznemu molekuł krystalicznych, oraz pamiętać o tem, że światło rozchodzi się w postaci fal.

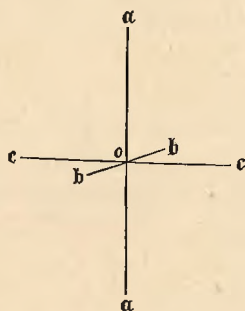
W kryształach regularnych, posiadających budowę w najwyższym stopniu prawidłową, rozmieszczenie eteru jest równomierne; stąd światło, pomyślane w ich wnętrzu, rozchodzić się będzie w postaci kuli. Fala świetlna jest w tym przypadku pojedyncza, gdyż i załamanie światła jest pojedyncze, podobnie jak w ciałach bezpostaciowych, w których, lubo rozmieszczenie eteru nie jest zupełnie prawidłowe, to jednak, ogólnie rzeczy biorąc, żaden z kierunków nie ma pod tym względem przewagi nad innym.

Kryształy o budowie wrzecionowatej, we wszystkich płaszczyznach do ścian podstawowej równoległych, mają układ cząsteczek regularny, w prostopadłych zaś inny. W płaszczyznach pierwszego rodzaju eter rozmieszczony jest równomiernie, a światło rozchodzi się w nich tak, jak w kryształach regularnym. Wyobraźmy teraz wewnątrz takiego kryształu punkt świetlny, a łatwo zrozumiemy, że promień jego, równoległy z osią główną, rozchodzić się będą jako promień zwyczajny, albowiem odpowiadające im drgania odbywać się będą pospołu w płaszczyźnie podstawowej. Wszystkie zaś inne promienie, posiadające prędkość odmienną, ulegną muszą rozkładowi i spolaryzowaniu. Jedne z nich (zwyczajne) rozchodzić się będą w postaci fal kulistych. Przez bieguny kuli przechodzi oś główna, a wszystkie drgania odbywają się równoległe do płaszczyzn równoleżników. Inne promienie (nadzwyczajne) mają postać fali elipsoidalną. Oś elipsoidy zlewa się z osią główną, a wszystkie drgania odbywają się równoległe do płaszczyzn południkowych.

W kryształach o budowie prostszej rozmieszczenie eteru jest odmienne we wszystkich trzech kierunkach przestrzeni. Promień zwyczajny, wstępujący do takiego środowiska, rozkłada się nieodzwornie, ponieważ drgania jego odpowiadają niejednoznacznym kierunkom kryształu. Stąd światło, wewnątrz kryształu wzniecone, rozchodzić się będzie w postaci fali podwójnej. Ta, przecięta płaszczyzną, dawać będzie dwie linie krzywe, zwane krzywymi fali.

Ażeby sobie wystawić kształty tych fal, zwróćmy uwagę na to, że eter w takich kryształach, zgodnie z zasadami mechaniki, musi zachowywać się inaczej w każdym z trzech prostopadłych do siebie kierunków, czyli osi sprężystości optycznej. W pewnym kierunku  $aa$  sprężystość ta jest największa, w kierunku  $bb$  — najmniejsza, kierunkowi zaś prostopadłemu do obu poprzedzających odpowiada sprężystość pośrednia, leżąca pomiędzy owymi granicami krańcowymi. Te trzy osi sprężystości  $aa$ ,  $bb$  i  $cc$  mają tedy położenie takie, jak trzy osi krytalograficzne w układzie rombowym, fig. 346. Do dokładniejszego oznaczenia osi sprężystości niech nam dopomogą następujące rysunki.

Fig. 346.



Wyobraźmy, że promień światła biegnie wewnątrz kryształu w kierunku  $oa$ , fig. 347; drgania jego odbywałyby się we wszystkich azymutach prostopadle do linii  $oa$ , gdyby wogóle promień ten mógł się rozchodzić w postaci światła zwyczajnego. Ponieważ jednak spotyka się on tutaj z dwiema rozmaitemi sprężystościami, przeto drgania jego odbywać się muszą zależnie od obu tych sprężystości, a więc po pierwsze równoległe do  $cc$ , wtedy w jednostkę czasu promień przebiega od  $o$  do  $c$ , a po wtóre, równoległe do  $bb$ , wtedy w tym samym czasie dobiega on do  $b$ . Tak więc promień uważany składa się właściwie z dwóch promieni spolaryzowanych o prędkości niejednakowej. Dalej, promień, postępujący w kierunku  $ob$ , również składać się będzie z dwóch części,



z których jedna drga równolegle do  $\mathbf{rr}$ , dostając się w jednostkę czasu do  $c$ , gdy druga, drgająca równolegle do  $\mathbf{aa}$ , posiada prędkość  $oa$ . Każdy z promieni, rozchodzących się z punktu  $o$ , pomiędzy liniami  $oa$  i  $ob$ , rozpada się na dwie części; jedna z nich drgania swe odbywa znowuż równolegle do  $\mathbf{rr}$  i w ciągu jednostki czasu przebiega drogę równą  $oc$ , gdy druga, drgająca w kierunku pośrednim pomiędzy  $\mathbf{aa}$  i  $\mathbf{bb}$ , ma odpowiednią prędkość, leżącą pomiędzy  $oa$  i  $ob$ . A więc promienie, rozchodzące się z  $o$  we wszystkich kierunkach płaszczyzny  $\mathbf{ab}$ , tworzą swojemi punktami końcowemi dwie krzywe fali, jedną wewnętrzną, będącą okręgiem o promieniu  $oc$ , drugą zewnętrzną, eliptyczną o półosiach  $oa$  i  $ob$ .

Fig. 347.

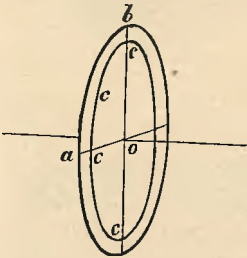


Fig. 348.

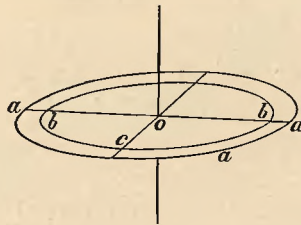
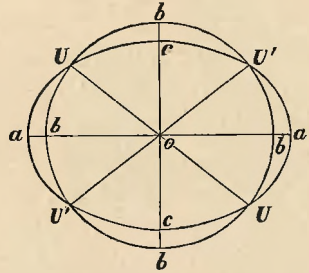


Fig. 349.



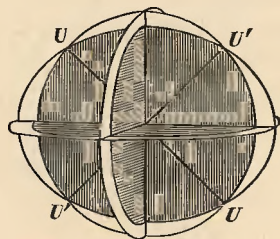
Każdy promień, wychodzący z  $o$  i podążający w kierunku, leżącym pomiędzy  $ob$  i  $oc$ , fig. 348, rozpaść się musi na dwie części, z których jedna drgania swe wykonywa równolegle do  $\mathbf{aa}$  i posiada prędkość  $oa$ , druga zaś kierunek drgań ma pośredni pomiędzy  $\mathbf{bb}$  i  $\mathbf{rr}$ , a stąd i prędkość, leżącą pomiędzy granicami  $ob$  i  $oc$ . Przeciwnie promień, biegnący w kierunku  $or$ , rozkłada się znow na część, drgającą równolegle do  $\mathbf{aa}$  i posiadającą prędkość  $oa$ , tudzież na część, drgającą równolegle do  $\mathbf{bb}$  i mającą prędkość  $ob$ . Widzimy więc, że promienie, wychodzące z  $o$  i rozchodzące się w płaszczyźnie  $\mathbf{bor}$ , tworzą podwójną linię falową, z których zewnętrzna jest okręgiem o promieniu  $oa$ , wewnętrzna zaś elipsą o półosiach  $ob$  i  $oc$ .

Każdy promień, wychodzący z  $o$  i poruszający się pomiędzy liniami  $oa$  i  $or$ , fig. 349, rozkłada się na dwie części; jedna z nich drga równolegle z  $\mathbf{bb}$ , a więc w jednostkę czasu przebiega drogę  $ob$ , druga zaś w kierunku, leżącym pomiędzy  $\mathbf{aa}$  i  $\mathbf{rr}$ , i ma odpowiednią prędkość. Jeżeli teraz dodamy jeszcze to, co było powiedziane o kierunku  $oa$  i  $or$ , to przyjdziemy znow do przekonania, że promienie, wychodzące z punktu  $o$  i rozchodzące się w płaszczyźnie  $\mathbf{aor}$ , tworzą dwie linie falowe, z których jedna, jak powyżej, jest okręgiem o promieniu  $ob$ , druga — elipsą o półosiach  $oa$  i  $oc$ . Obie te fale przecinają się jednak tym razem w czterech punktach  $U$ , które leżą na dwóch prostych, przechodzących przez  $o$ .

Pomienie, przechodzące w jakimkolwiek bądź innym kierunku, nie objętym rozpatrzonemi powyżej trzema płaszczyznami, zachowywać się wogóle będą podobnie, jak tamte. Każdy z nich rozpadnie się na dwie części, odpowiadające fali wewnętrznej i zewnętrznej.

Skoro tedy wyobrazimy sobie wewnątrz kryształu punkt  $o$ , wysyłający światło we wszystkich kierunkach przestrzeni, światło to rozchodzić się będzie w postaci fali podwójnej, wewnętrznej i zewnętrznej, przecinających się w czterech punktach. Oba tych fal niepodobna wykreślić na rysunku, atoli fig. 350, przedstawiająca trzy przekroje fali podwójnej, daje o niej wyobrażenie dostateczne. Linie  $UU$  i  $U'U'$  wskazują kierunki tak zwanych wtórnych osi optycznych. Położeniem swem odpowiadają one prawie osiom optycznym właściwym, w których kierunku światło rozchodzi się w postaci fal pojedynczych <sup>1)</sup>.

Fig. 350.



Z wyjaśnień, przytoczonych powyżej, wypływa, że kryształy o budowie prostszej posiadają dwa kierunki, odznaczające się pojedynczym załamaniem światła; dalej wyjaśnienia te pouczają, jak należy rozumieć różnicę pomiędzy kryształami optycznie dodatnimi i ujemnymi, wreszcie doprowadzają do przekonania, że z trzech prędkości  $oa$ ,  $ob$  i  $oc$  można obliczyć kąt osi optycznych. Ponieważ jednak prędkości światła są odwrotnie proporcjonalne do współczynników załamania, poznanie tych ostatnich jest tu przeto niezbędnem; jak już wiadomo, główne współczynniki załamania określamy, badając promienie światła spolaryzowanego o drganiach równoległych do osi sprężystości  $aa$ ,  $bb$  i  $cc$ . Jeżeli, jak poprzednio, główne współczynniki załamania oznaczmy przez  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , to kąt pomiędzy jedną z osi optycznych a osią sprężystości  $cc$  oblicza się według wzoru:

$$\cos V = \sqrt{\frac{\frac{1}{\beta^2} - \frac{1}{\gamma^2}}{\frac{1}{\alpha^2} - \frac{1}{\gamma^2}}}$$

Dogodniejszą w rachunku jest jednak formuła Bertoliniego:

$$\cos V = \frac{\tan \varphi}{\tan \psi}, \text{ gdzie } \cos \varphi = \frac{\beta}{\gamma}, \cos \psi = \frac{\alpha}{\gamma}$$

Atoli współczynniki załamania rzadko dają się oznaczyć tak dokładnie, ażeby kąt osi obliczony zgadzał się zupełnie z otrzymanym przez pomiary. Zwykle kontrola tego rodzaju wykazuje zgodność tylko przybliżoną.

Z kształtu fali ciał dwuosowych daje się zarazem wyprowadzić postać fali kryształów jednoosowych, posiadających tylko dwie sprężystości  $a$  i  $c$ , gdyż  $b$  odpada. Jeżeli zatem  $ob$  uczynimy równem  $oc$ , otrzymamy po-

<sup>1)</sup> Ażeby wykreślić kierunki właściwych osi optycznych, należy na fig. 349, gdzie  $oa = \frac{1}{\alpha}$ ,  $ob = \frac{1}{\beta}$  i  $oc = \frac{1}{\gamma}$ , przeprowadzić linie styczne, któreby jednocześnie dotykały koła i elipsy. Otrzymamy wtedy dwie pary stycznych. Prostopadłe, poprowadzone do nich przez  $o$ , wskażą kierunki osi właściwych.

wierzchnię fali kryształu jednoosiowego ujemnego, a mianowicie wewnątrz powierzchnię kulistą, zewnątrz zaś elipsoidę spłaszczoną, stykające się na osi  $a$ ,

Fig. 351.

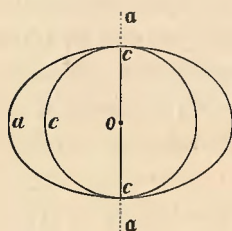


Fig. 352.

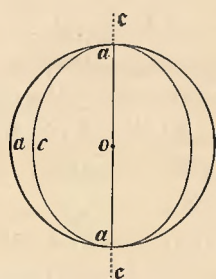


fig. 351. Gdy zaś przyjmiemy, że  $ob = oa$ , otrzymamy powierzchnie fal kryształu jednoosiowego dodatniego, a mianowicie wewnątrz elipsoidę wydłużoną, zewnątrz zaś kulę, które to powierzchnie stykają się na osi  $c$ , fig. 352.

**129. Różnobarwność (Pleochroizm).** Kryształy dwójłomne, zarówno barwne, jak zabarwione, w świetle przechodzącem ujawnia-

ją zwykle nie jedną i tę samą barwę, lecz barwy różne, zależne od kierunku. Minerale jednoosiowe, o ile tylko zjawisko to występuje w nich wyraźnie, we wszystkich kierunkach, prostopadłych do osi głównej, mają barwę jednakową, lecz odmienną od tej, która daje się dostrzegać równoległe do osi głównej. Minerale te są zatem dwubarwne. Ciała optycznie dwuosiowe w trzech prostopadłych kierunkach przepuszczają trzy rozmaite rodzaje światła barwnego, czyli są trójbarwne. Pomiedzy kryształami (heksagonalnymi) berylu zdarzają się niekiedy osobniki zielone, które równoległe do osi głównej przepuszczają barwę niebieską, we wszystkich zaś kierunkach, do osi tej prostopadłych, mają barwę zieloną. Kordyeryt z Bodenmais występuje często w kryształach (rombowych) ciemno-niebieskich. Skoro z takiego kryształu wyszlifujemy kostkę, której ściany biegą równoległe ze ścianami podstawowymi, i rozpatrywać ją będziemy w świetle przechodzącem, to przez dwuścian poprzeczny ( $100$ ) ujrzymy barwę niebiesko-szarą, przez dwuścian podłużny ( $010$ )—żółtą, wreszcie przez dwuścian podstawowy ( $001$ )—indygowo-niebieską. Jeżeli beryl lub kordyeryt badać będziemy w kierunkach, leżących pomiędzy wyżej wskazanymi, ujrzymy odpowiednie barwy pośrednie, czyli mieszane. Barwy, które dostrzegamy na kryształach gołym okiem, patrząc pod światło przez rozmaite jego ściany, Haidinger nazwał barwami ścian.

Już zjawiska, dostrzegane w świetle zwyczajnem, pouczają, że pochłanianie światła (absorbeyca) w kierunkach różnych krystalograficznie jest różne, albowiem barwność zależy tu od częściowego zniesienia światła białego [104]. Stąd przewidywać należy, że, stosując światło spolaryzowane, dla rozmaitych kierunków drgania otrzymamy rozmaitego rodzaju pochłonięcia, czyli rozmaite barwy. W rzeczy samej doświadczenia dowodzą, że w owym berylu drgania, równoległe do osi głównej, dają barwę zieloną, prostopadłe zaś do osi głównej — niebieską, jak to schematycznie przedstawia fig.  $a$  na tabl. III. Barwy, odpowiadające pewnym kierunkom drgania, otrzymać możemy w ortoskopie (fig. 318), jeżeli usuniemy zeń nikol górny (analyzer), a płytkę badaną umieścimy na stoliku. Badania tego rodzaju przeprowadzamy zatem przy pomocy jednego tylko nikola. Płytkę berylu, wyszlifowaną równoległe do osi głów-



nej, będzie niebieska, jeżeli przekrój główny nikola, a więc i płaszczyzna drgań światła spolaryzowanego, jest prostopadła do osi głównej minerału, przeciwnie zaś będzie zielona, skoro główny przekrój nikola stanie się równoległym do osi pionowej. Fig. *c* i *d* na tabl. III.

Inaczej zjawisko to się przedstawia, jeżeli do przyrządu wprowadzimy płytkę, wyciętą prostopadłe do osi głównej. Możemy wtedy dowolnie obracać nikol, a więc zmieniać położenie jego przekroju głównego, mimo to jednak barwa płytki pozostanie wciąż niebieską, fig. *e* na tabl. III. Stąd wnosimy, że we wszystkich kierunkach, do osi głównej prostopadłych, pochłanianie światła jest jednakowe.

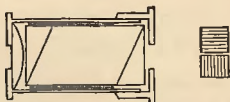
Badając w ten sam sposób wspomniany powyżej kordyeryt, otrzymamy dla każdej z trzech płytek, wyciętych równolegle do ścian podstawowych, po dwie barwy. Rzut oka na fig. *A*, tabl. III, która przedstawia kryształ kordyerytu, tudzież wskazuje barwy, odpowiadające trzem głównym kierunkom drgania, uczyni zjawisko to łatwo zrozumiałem. Z figur następnych tejże tabl. III widzimy również, że płytka wycięta

$\parallel(100)$  daje barwę . . . . ciemno-niebieską  $\parallel b$  i blado-żółtą  $\parallel c$ , fig. *D, E*,  
 $\parallel(010)$  „ „ szaro-niebieską  $\parallel a$  . . . . i blado-żółtą  $\parallel c$ , „ *F, G*,  
 $\parallel(001)$  „ „ szaro-niebieską  $\parallel a$  i ciemno-niebieską  $\parallel b$  . . . „ *H, J*.

Do zupełnego określenia różnobarwności wystarczają dwie tylko płytki, gdyż dają one, jak widzimy, wszystkie trzy barwy. Barwy, odpowiadające głównym kierunkom drgania, Haidinger nazwał barwami osiowymi. Barwy ścian składają się zatem z barw osiowych.

Barwy, odpowiadające jednej płytce, możemy otrzymać obok siebie, jeżeli zamiast nikola użyjemy kawałka kalcytu, który, jak wiemy, daje dwie wiązki światła o drganiach do siebie prostopadłych. Będziemy wtedy mieli przed sobą równocześnie barwy, odpowiadające jednemu i drugiemu kierunkowi drgania. Tę własność kalcytu Haidinger spożytkował w prostym przyrządzie, zwanym dychroskopem. Składa się on z wydłużonego romboedru kalcytowego, osadzonego w rurze. Ta ostatnia na jednym końcu ma otwór kwadratowy, na drugim zaś, zwracany do oka, słabą soczewkę i otwór okrągły. Patrząc przez, taki przyrząd, widzimy otwór kwadratowy zdwojony fig. 353. Według ulepszenia, dokonanego przez v. Langę, część rury, zaopatrzona w otwór kwadratowy, jest ruchoma, przez co płytce, do niej przymocowanej, możemy nadawać rozmaite położenia względem płaszczyzn drgania w kalcycie.

Fig. 353.



Przed użyciem dychroskopu należy określić kierunki drgania, odpowiadające obu obrazom kwadratowym. Dokonywamy tego najłatwiej przez uważanie powierzchni poziomej a lśniącej, np. powierzchni stołu. Skoro dychroskop tak ustawimy, że oba obrazy zajmą położenia, wskazane na fig. 353, wówczas jaśniejszy z nich składać się będzie z promieni zwyczajnych, drgających poziomo. Jeżeli następnie do otworu kwadratowego zbliżymy płytkę minerału barwnego, światło, przeszedłszy przez nią, zostanie rozłożone w kalcycie

na drgania dwojakiego rodzaju, t. j. na drgania do siebie prostopadłe. Płytkę badaną obracamy dopóty, dopóki różnica barw otrzymanych nie dosięgnie swojego maximum. Płytką berylu, wykrojona równolegle do osi głównej, wykaże wtedy barwę niebieską i zieloną, fig. *b*, tabl. III. Płytką berylu, do osi głównej prostopadłą, da więc obrazy o jednakowej barwie niebieskiej. Kostka kordyerytu, której ściany biegną równolegle z trzema dwuścianami podstawowymi, ujawni obrazy barwne, podane na fig. *C*, tabl. III.

Badając za pomocą pryzmatu szklanego barwy, odpowiadające głównym kierunkom drgania, H. Bequerel dowiódł, że w przypadkach wyraźnych minerały jednoosiowe rzucają dwa różne widma absorbcyjne, minerały zaś dwuosio-we — trzy takie widma. Badania te uprawomocniają zatem nazwę dwubarwności i trójbarwności (dychroizmu i trychroizmu).

Barwy absorbcyjne, jakkolwiek różne, mogą przecież mieć jednakową przybliżoną jasność, czyli innemi słowy, pochłanianie w rozmaitych kierunkach drgania może być rozmaitego rodzaju, lecz natężenie jego może pozostawać mniej więcej jednakowem. Częściej jednakże stopnie pochłaniania w rozmaitych kierunkach różnią się widocznie lub znacznie, jakśmy to już widzieli na ciemno-barwnym turmalinie [116]. Cienkie blaszki tego minerału pochłaniają promień zwyczajny, drgający prostopadłe do osi głównej, daleko mocniej, niż promień nadzwyczajny, a płytki nieco grubsze znoszą go nawet doszczętnie. Możemy więc, jako schemat, wyrażający pochłanianie turmalinu, napisać nierówność  $\omega > \epsilon$ . Barwy absorbcyjne kordyerytu, którego osi sprężystości wyobraża figura *B* na tabl. III, oznaczyć możemy, jak następuje:  $\alpha$  żółta,  $\beta$  szaro-niebieska,  $\gamma$  ciemno-niebieska; ponieważ zaś barwy te różnią się wybitnie co do swych tonów, przeto schemat, wyrażający natężenie absorbcyi w kordyerycie, jest następujący:  $\epsilon > \beta > \alpha$ .

W ciałach optycznie jednoosiowych minimum lub maximum pochłaniania zlewa się zawsze z osią główną, w rombowych zaś — z jakąkolwiek osią sprężystości. W kryształach jednoskośnych często miewa miejsce też sama zgodność kierunkowa osi absorbcyi i sprężystości, jakkolwiek Laspeyres i Ramsay dowiedli, że u dwu gatunków epidotu zachodzi znaczna różnica co do położenia obu rodzajów osi w płaszczyźnie symetrii. Kryształy trójskośne różnicę tę mogą wykazywać we wszystkich trzech osiach sprężystości.

W badaniach mikroskopowych różnobarwność wypróbować możemy przez nakładanie dychroskopu na okular. Atoli zamiast takiego postępowania używamy zazwyczaj innego, polegającego, jak już wiemy, na obracaniu jednego tylko nikola, a mianowicie znajdującego się nad stolikiem mikroskopu, albo też na obracaniu stolika, na którym spoczywa płytka, przy stałym położeniu polaryzatora. Na tej drodze badania, wprowadzonej przez autora, otrzymujemy kolejno te same tony barw, które w dychroskopie występują obok siebie. Fig. *LiM* na tabl. III ilustrują zjawiska barwne, dostrzegane pod mikroskopem na dwu przykładach, mianowicie na przekrojach niektórych kryształów turmalinu i amfibolu. Położenie głównego przekroju nikola wskazują na każdym obrazie strzałki.

Różnobarwność minerałów zabarwionych zależy od prawidłowego ułożenia w nich cząsteczek barwnika, lubo zjawisko to nie jest łatwem do odtwo-



zenia sztucznego. Jednakowoż Sénarmont zdołał wywołać różnobarwność w kryształach azotanu strontu, dzięki domieszcze barwnika, w drzewie fernambukowym zawartego.

O różnobarwności, patrz: Haidinger, Pogg. Ann., t. 65, str. 1, tudzież Sitzungsber. d. Wiener Akad., t. 13, str. 3 i 306; Sénarmont, Pogg. Ann., t. 91, str. 491. Autor, Sitzungsber. d. Wiener Akad., t. 59, maj. Lang, tamże, t. 82, str. 174; Laspeyres, Zeitschr. f. Kryst., t. 4, str. 444; Pulfrich, tamże, t. 6, str. 142; Ramsay, tamże, t. 13, str. 97; Voigt, Jahrb. f. Min. 1885, t. I, str. 117; Mallard, Bull. soc. min., t. 6, str. 45; H. Bequerel, tamże, t. 10, str. 120, oraz Comptes rendus, t. 108, str. 282.

**130.** Do zjawisk, w których bierze udział prawidłowe pochłanianie światła, należą także owe ciemne snopy i pierścienie, dające się w pewnych kryształach dostrzegać gołym okiem, a będące obrazami osi w ich zmienionej postaci. Nazywamy je, za przykładem Haidingera, samoukazującemi się obrazami osi <sup>1)</sup>. Ciemne snopy dostrzegane bywają niekiedy na płytkach miki potasowej (muskowitu) albo też epidotu, andaluzytu lub kordyerytu, a mianowicie w kierunku osi optycznych. Zajmują one miejsce ciemnych hyperbol, otrzymywanych w konoskopie, przybierają nawet ich postać, lubo są od nich znacznie szersze, a w punktach osiowych przerwane. Innego rodzaju zjawisko Bertrand dostrzegł na jednoosiowych kryształach platyno-cyanku magnezu; była to mianowicie okrągła plama fioletowa na tle czerwonym. Tak więc na niektórych kryształach możemy już okiem nieuzbrojonym rozpoznać położenie osi optycznych. Wszystkie kryształy tego rodzaju mają dość silne zabarwienie; stąd główną przyczyną opisywanego zjawiska jest częściowe pochłanianie światła, przez nie przechodzącego.

Haidinger, który się dużo zjawiskiem tem zajmował, dostrzegł jeszcze bardzo szczególny jego przypadek na ametyście; w czasach nowszych kilka takich przypadków opisał Bertin.

Literatura: Haidinger, Handb. d. Mineralogie, str. 378. Bertin, Zeitschr. f. Kryst., t. 3, str. 449. Bertrand, tamże, str. 645. Mallard, tamże, str. 646.

**131. Polaryzacja obrotowa.** Niektóre kryształy odznaczają się własnością skręcania płaszczyzny polaryzacji. Z pomiędzy minerałów znamy dotychczas tylko dwa takie, które ujawniają odnoszące się tutaj zjawiska, a mianowicie kwarc i cynober. Ponieważ obydwie te ciała należą do układu heksagonalnego, wnosiliby przeto należało, że zachowują się podobnie, jak inne kryształy jednoosiowe. Tymczasem prostopadła do osi głównej płytka kwarcu, wprowadzona do ortoskopu pomiędzy nikole skrzyżowane, zamiast stać się ciemną, pozostaje jasną. W świetle jednorodnem, np. sodowem, płytka również jasności swej nie

<sup>1)</sup> Zjawisko to często bywa brane za jedno z opisanymi po raz pierwszy przez Brewstera figurami epooptycznymi, dającemi się dostrzegać okiem nieuzbrojonym na kalcyicie, aragonicie i t. p., jeżeli przez odbicie się od wewnętrznych blaszek bliźniaczych powstają w nich barwne obrazy osi. (Müller, Pogg, Ann., t. 41, str. 110).



utraci; jeżeli jednak zaczniemy obracać zwolna nikol górny, to po pewnym obrocie, wynoszącym np.  $22^\circ$ , otrzymamy ciemnię, o ile grubość płytki równa się 1 milimetrowi. Jeżeli do doświadczenia użyjemy płytki dwa razy grubszej, z tego samego wykrojonej kryształu, ciemność nastąpi dopiero po obrocie o  $44^\circ$ . Stąd wnosimy, że płaszczyzna polaryzacji promienia, przechodzącego równolegle do osi głównej, ulega w kwarcu skręceniu, którego wielkość pozostaje w prostym stosunku do grubości płytki. Wielkość ta jest również odmienna dla każdej barwy. Kryształy kwarcu prawego [42] skręcają płaszczyznę polaryzacji na prawo, kryształy zaś lewe skręcają w tym samym stopniu na lewo. Takie zachowanie się sprawia wrażenie, jakgdyby płaszczyzna polaryzacji w kwarcu była skręcona nakszałt śruby. Zarówno zjawisko wyżej opisanie, jak i następujące niżej, teoria optyczna objaśnia przypuszczeniem, że promienie światła spolaryzowanego, przechodzące równolegle do osi głównej lub niewiele od tego kierunku zbaczające, wykazują drgania koliste, skąd też wyprowadza się nazwa polaryzacji kolistej.

Płytką kwarcu, gruba na 1 mm, wprowadzona do konoskopu w świetle dziennem, daje figurę interferencyjną, jaką widzimy na tablicy I, fig. H. Jest ona podobna do normalnego obrazu jednoosiowego, tylko krzyż w środkowej jej części jest wyrażony nieco słabiej. W miarę zwiększania grubości płytki, krzyż w środku obrazu znika stopniowo, a gdy grubość osiągnie 4 mm, w polu środkowem figury widzimy tylko barwne koło, jak na fig. J, tabl. I; barwy jego zmieniają się zależnie od grubości płytki.

Jeżeli teraz górny nikol (analizator) obracać będziemy w prawo, barwa pola środkowego pocznie się zmieniać, a pierścienie — przesuwac. W płytkach, skręcających na prawo, barwa zmienia się w kierunku od żółtej, przez niebieską i fioletową, do czerwonej, pierścienie zaś rozszerzają się; w płytkach, skręcających na lewo, zjawisko odbywa się w kierunku odwrotnym: barwa pola środkowego z żółtej staje się kolejno czerwoną, fioletową i niebieską; pierścienie zwężają się.

Gdybyśmy wreszcie wprowadzili do konoskopu dwie leżące na sobie płytki kwarcowe jednakowej grubości, lecz skręcające w strony przeciwnie, ujrzelibyśmy tak zwane spiralne Airyego.

**132. Charakterystyka optyczna poszczególnych układów.** Zarówno osi optyczne, jak osi sprężystości, położeniem swem w kryształach zawsze odpowiadają jego budowie wewnętrznej. Stąd wypada, że orientacya optyczna w poszczególnych układach jest różna, lecz że w klasach holodrycznych jest ona zawsze taż sama, co i w klasach hemiedrycznych.

Układ trójskośny. Osi optyczne i linie dwusieczne nie mają położenia stałe określonego; w każdym gatunku minerału dostrzegamy zatem odmienną orientacyę wszystkich stałych optycznych. O położeniu płaszczyzny osi optycznych i linii pośrednich dowiadujemy się drogą prób dowolnych. Dyspersya osi optycznych jest zupełnie niesymetryczna. Ściśle rzeczy biorąc, osi optyczne dla każdej barwy zmieniają swoją płaszczyznę i mają inne linie dwu-

sieczne. Powiadamy zatem, że w układzie trójskośnym zarówno osi optyczne, jak ich płaszczyzny i linie dwusieczne, są rozproszone.

Przykładem niechaj będzie albit, którego kryształ pojedynczy widzimy na fig. 354. Sąsiadująca z nią fig. 355 jest rzutem kulistym ścian jego. Jeżeli przypuścimy, że osi optyczne krzyżują się w środku kuli, powierzchnię jej przetną one w punktach, które na rysunku są oznaczone małymi kółkami. Kółka kropkowane odpowiadają osiom w świetle czerwonym, ciągle zaś—osiom w świetle niebieskiem, przyczem różnica jest tu umyślnie nieco przesadzona. Płaszczyzna osi optycznych przecina kulę w kole wielkiem (linia ciągła). W albiecie pierwsza dwusieczna  $\epsilon$  niewiele się tylko różni od normalnej względem  $M$ .

Fig. 354.

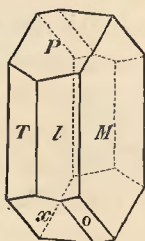
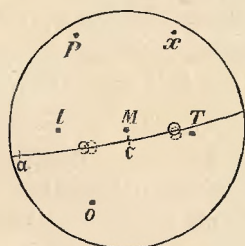


Fig. 355.



Osi rozproszone są rozmaicie, ich kąt istotny  $2V = 58^\circ$ . Charakter optyczny dodatni, gdyż  $\epsilon$  jest pierwszą dwusieczną.

Układ jednoskośny. Jedna oś sprężystości biegnie prostopadłe do płaszczyzny symetrii, a więc równoległe z osią kryształu  $b$ , dwie inne leżą w płaszczyźnie symetrii. Płaszczyzna osi optycznych przechodzi zatem albo równoległe do płaszczyzny symetrii, albo też jest do niej prostopadła, tak, że mamy tu właściwie tylko dwie różniące się zasadniczo orientacje optyczne.

Określając na płytce, wyciętej równoległe do ściany podłużnej, kierunki zaćmień, poznajemy tem samem położenie tych dwóch osi sprężystości, które biegną równoległe z płaszczyzną symetrii. Pozostanie nam jeszcze na płytkach, do osi sprężystości prostopadłych, oznaczyć płaszczyznę osi optycznych, tudzież charakter pierwszej dwusiecznej. Jeżeli ta ostatnia jest równoległa do osi symetrii  $b$ , to już płytka, do ściany podłużnej równoległa, ukaże nam obraz osiowy; w przeciwnym razie poszukiwane zjawisko wystąpić musi na jednej z dwóch płytek, wyciętych prostopadłe do płaszczyzny symetrii.

a) Skoro płaszczyzna osi optycznych zlewa się z płaszczyzną symetrii, wówczas normalna  $\epsilon$  biegnie równoległe z osią symetrii  $b$ , a  $\epsilon$  i  $\epsilon$  zaś leżą w płaszczyźnie symetrii, nie mają jednak żadnego stałego, z góry dającego się określić położenia. Odpowiednio do tego osi optyczne i linie dwusieczne są rozproszone w jednej płaszczyźnie: dyspersja pochylona.

Gips jest przykładem tego rodzaju orientacji. W kryształach tego minerału, fig. 356, oś sprężystości  $\epsilon$  tworzy z normalną do  $a$  kąt  $36^\circ 20'$ . Oś optyczna, leżąca w tym ostrym kącie  $\epsilon a$ , wykazuje dyspersję większą, niż oś druga <sup>1)</sup>. Charakter optyczny dodatni.  $2V = 57^\circ 18'$  dla promieni czerwonych,  $2V = 56^\circ 13'$  — dla fioletowych, a więc  $\rho > \sigma$ . Dyspersję pochyloną, występującą na płytkach do  $\epsilon$  prostopadłych, przedstawiają fig. C i D, tabl. II, na któ-

<sup>1)</sup> Oś, podlegająca dyspersji silniejszej, na fig. D, tabl. II, występuje z lewej strony. O nienormalności tej dyspersji, patrz: V. v. Lang, Sitzungsber. d. Wiener Akad., t. 86, grudzień 1877.

rych jednak odległość pomiędzy osiami została umyślnie zmniejszona celem zyskania miejsca.

b) Jeżeli płaszczyzna osi optycznych leży prostopadle do płaszczyzny symetrii, to jedna z dwusiecznych ma położenie stałe, równoległe do osi symetrii, druga zaś leży dowolnie w obrębie płaszczyzny symetrii, w której ulega rozproszeniu. Osi optyczne tworzą z płaszczyzną symetrii kąty równe i są rozproszone jednakowo. Jeżeli płytka, ukazująca obraz osi optycznych, jest do płaszczyzny symetrii prostopadła, dyspersja będzie jednosymetryczna i pozioma, jak na fig. 359; jeżeli natomiast płytka ta jest do płaszczyzny symetrii równoległa, dyspersja będzie dwumierna i skrzyżowana, jak na fig. 360.

Fig. 356.

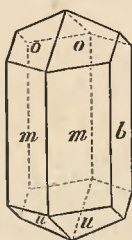


Fig. 357.

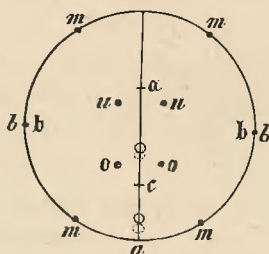


Fig. 358.

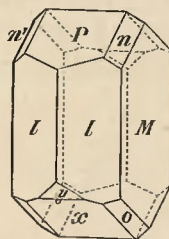


Fig. 359.

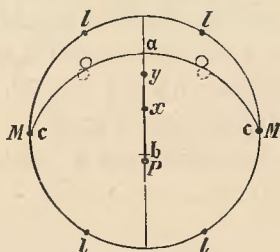
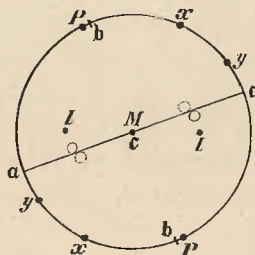


Fig. 360.



Jako przykład pierwszego przypadku, możemy przytoczyć adular, fig. 358. Druga dwusieczna  $\epsilon$  biegnie równoległe z osią symetrii, gdy pierwsza  $a$  tworzy z normalną ścianą  $100$  kąt, który, zmierzony nad  $P = 001$ , wynosi  $159^\circ 11'$  dla promieni czerwonych,  $159^\circ 37'$  — dla fioletowych. Charakter dwójłomności ujemny.  $2V = 69^\circ$ . Dyspersję poziomą koło dwusiecznej  $a$  przedstawiają fig. A i B na tabl. II. Uwidocznia ją również dokładnie rzut, podany na fig. 359. Płytkę adularu, odlupaną równoległe do  $M$  i badaną w odpowiednim przyrządzie, wykaże natomiast dyspersję skrzyżowaną, przedstawioną na fig. 360.

W boraksie pierwsza, ujemna dwusieczna  $a$  zlewa się z osią symetrii  $b$ , kąt zaś osi optycznych wynosi  $59^\circ 30'$ ; stąd płytki, do ścian podłużnej równoległe, dają w konoskopie odrazu obraz osiowy i odpowiednią dyspersję skrzyżowaną, fig. E i F na tabl. II.

Gwoli jednolitości, przytaczając orientację optyczną kryształów jednooskośnych, będziemy i w dalszym ciągu podawali naprzód położenie płaszczyzny



osi optycznych, a następnie kąt, jaki tworzy normalna ściany  $100$  z odpowiednią dwusieczną  $\alpha$  lub  $\epsilon$ , przyczem kąt ten mierzyć będziemy w kierunku od  $100$  ku  $001$ . A więc dla gipsu  $100 \cdot \epsilon = 36^\circ 30'$ , fig. 357; dla adularu zaś  $100 \cdot \alpha = 159^\circ 11'$ , fig. 359.

Układ rombowy. Osi sprężystości są równoległe do trzech osi krystalograficznych, płaszczyzna osi optycznych musi się zatem mieścić w jednej z trzech ścian podstawowych. Rozproszenie osi optycznych jest jednakowe; dyspersja barw dwusymetryczna. Jeżeli z kryształu rombowego wytniemy trzy płytki, równoległe do ścian podstawowych, to na jednej z nich ujrzyć musimy obraz osiowy. Jeżeli przytem wszystkie kryształy rombowe będziemy ustawiać tak, ażeby najdłuższa oś krystalograficzna biegła pionowo, jako oś  $c$ , najkrótsza zaś była zwrócona ku badaczowi, jako oś  $a$ , wówczas płaszczyzna osi optycznych może mieć trzy różne położenia.

W kryształach aragonitu, fig. 361, płaszczyzna osi optycznych jest równo-

Fig. 361.

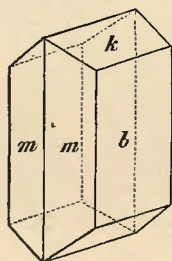
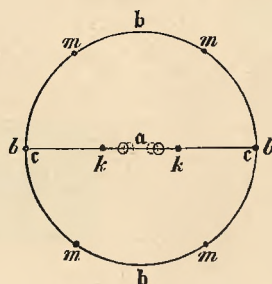


Fig. 362.



legła do ściany poprzecznej, czyli prostopadła do  $b$  i  $k$ . Pierwsza dwusieczna  $\alpha$  zlewa się z osią pionową, fig. 362. Charakter dwójłomności jest skutkiem tego ujemny.  $2V = 18^\circ 5'$  w świetle czerwonym,  $18^\circ 40'$  — w świetle fioletowym, a więc  $\rho < v$ , jak to zresztą wypływa z układu barw na obrazie osiowym, przedstawionym na fig.  $F$  i  $G$ , tabl. I.

Siarka, fig. 363 i 364, mieści płaszczyznę osi optycznych w ścianie podłużnej. Oś pionowa jest jednocześnie pierwszą dwusieczną  $\epsilon$ ; stąd charakter dwójłomności dodatni.  $2V = 69^\circ 40'$ .

Fig. 363.

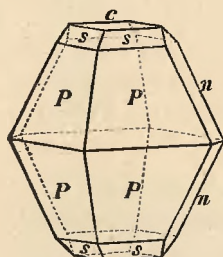


Fig. 364.

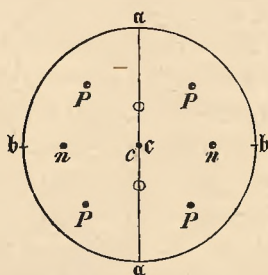


Fig. 365.

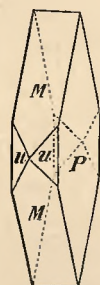
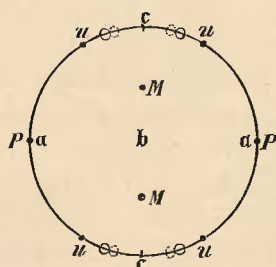


Fig. 366.



W kryształach barytu, fig. 365 i 366, płaszczyzna osi optycznych przechodzi równoległe do dwuścianu podstawowego, czyli prostopadłe do  $P$  i  $u$ . Pierwsza dwusieczna biegnie równoległe z osią podłużną. Jest nią  $\epsilon$ . Charakter dwójłomności jest przeto dodatni.  $2V = 37^\circ 2'$  w świetle czerwonym,  $38^\circ 30'$  w świetle niebieskim, a więc  $\rho < v$ .

Układy tetragonalny i heksagonalny. Symetria, układom tym właściwa, zezwala na istnienie jednej tylko osi optycznej, która biedz musi równoległe z osią główną. W kryształach o dwójłomności dodatniej oś główna jest jednocześnie osią sprężystości najmniejszej  $\epsilon$ , gdy prostopadłe do niej panuje dokoła sprężystość największa  $\alpha$ . W kryształach ujemnych stosunek ten jest odwrotny.

Układ regularny. Kryształy tego układu, jak to wiemy z poprzedniego, odznaczają się pojedynczym załamaniem światła.

### 133. Zjawiska optyczne w bliźniakach i kryształach naśladowczych.

Utwory bliźniacze dają się doskonale odróżniać w świetle spolaryzowanym równoległym, w którym wszystkie składające je indywidua otrzymują bądź odmiennie zabarwienie, bądź różnią się co do jasności. Granice osobników są zwykle wyraźne i proste linijne, rzadziej krzywe lub niewyraźne, jeżeli mianowicie styka się z sobą kilka indywiduów, leżących jeden na drugim. W przypadku, gdy płytka została wycięta prostopadłe do płaszczyzny bliźniaczej, kierunki zaćmień leżą względem niej symetrycznie, jak to podano na fig. *N*, tabl. III, przedstawiającej płytkę dwójaka amfibolu, równoległą do *010*. Płaszczyzną bliźniaczą jest tu *100*. Kierunki znikania światła wskazane są na obu indywiduach za pomocą kresek.

Płytki bliźniaków wielokrotnych w świetle spolaryzowanym rozpadają się na szereg smug i prążków, jak np. płytka albitu, fig. *O* na tabl. III, wyszlifowana prostopadłe do *M* (porówn. fig. 183). Gdy nikole położeniem swem odpowiadają kreskom białym, jedno indywidua naprzemianległe są ciemne, drugie zaś jasne. Gdy zaś położenie nikoli odpowiada kreskom czarnym, smugi otrzymują barwy dopełniające [120], o ile płytka nie jest zbyt gruba.

Bliźniaki kolankowate dają płytki, składające się z kilku części trójbocznych lub ugrupowanych kolisto wycinków. Fig. *Qa* na tabl. III, aragonit. Jeżeli wielka liczba osobników zrasta się jednocześnie rozmaitemi płaszczyznami bliźniaczemi, powstają wtedy rysunki kratkowane. Przykładem ich jest kryształ trójskośnego labratorytu, przekrojony równoległe do *100*, fig. *P* na tabl. III. Na płytce tej widzimy, po pierwsze, bliżnięcość wielokrotną według prawa albitowego, jak na figurze poprzedzającej, a powtórę, bardzo liczne cieniutkie blaszki, przerastające kryształ według innego prawa bliźniaczego, a mianowicie tego, które zostało przedstawione na fig. 185, str. 92.

Celem poznawania oddzielnych indywiduów bliźniaczych nie tylko ze stopnia ich jasności, lecz i z zabarwienia, wprowadzamy pod analizator cienką płytkę gipsu lub kwarcu. Figury dolne *Na* — *Qa*, tabl. III, przedstawiają zjawiska barwne, wywołane na płytkach, podanych u góry, przy pewnem położeniu nikoli i określonej grubości płytki kwarcowej, w tym razie zastosowanej.

Co się tycze konoskopu, to bliźniaki tylko wtedy wykazują w nim zjawiska określone, kiedy pojedyncze indywidua są dostatecznie wielkie, ażeby każde z osobna mogło dać obraz osiowy, jak np. osobniki trojaka aragonitu na fig. *Q* tabl. III. Przy dostatecznej grubości płytki ukazują się tu figury interferencyjne w trzech położeniach, zgodnie z prawem, wyjaśnionem na str. 94, fig. 194.



Kryształy naśladowcze ujawniają wogóle zjawiska, właściwe bliźniakom, atoli budowa ich jest zwykle drobniejsza i napozór mniej prawidłowa. Płytką mikroklinu, równoległą do  $001$ , pomiędzy nikolami skrzyżowanymi daje obraz, przedstawiony na fig. 367. Prócz cienkich blaszek, zrosłych bliźniaczo równolegle do  $M$ , o których była już mowa wyżej, na str. 99, widzimy tu jeszcze smugi i prążki poprzeczne, wytwarzające łącznie z poprzednimi rysunek kratkowy.

Przekroje leucytu dowodzą przerastania się blaszek w kilku jednocześnie kierunkach, jak to widzimy na fig. 369, przedstawiającej przekrój równoległy do ściany kostki. Ułożenie blaszek bliźniaczych odpowiada szykowi, o którym wspominaliśmy na str. 100. Krzyżowanie się blaszek dwójłomnych leucytu Brewster zauważył jeszcze w r. 1821, a następnie Zirkel opisał zjawisko to dokładniej. Boracyt, którego naturę mimetyczną wyjaśnił Mallard, również dokładnie wykazuje w świetle spolaryzowanym budowę wielokrotnie zrosłą, a w konoskopie daje obrazy środowisk optycznie dwuosiowych.

Fig. 367.



Fig. 368.

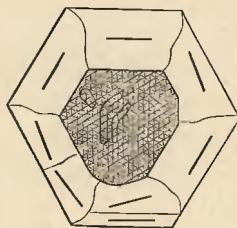
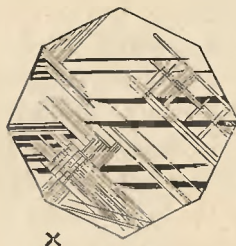


Fig. 369.



Kryształy naśladowcze o symetrii romboedrycznej lub heksagonalnej są zwykle bliźniakami kolankowatymi. Kryształy milarytu np., będące kombinacją słupa sześciobocznego, tudzież piramidy wtórej i dwuścianu podstawowego, naśladowują tylko symetrię heksagonalną, gdyż w świetle spolaryzowanym występuje budowa bliźniaka kolankowego, przypominająca aragonit, jakkolwiek bardziej złożona. Na fig. 368 mamy przekrój prostopadły do osi głównej, składający się z kilku części o kierunkach zaćmienia odmiennych, oznaczonych liniami prostymi; jądro zbudowane jest według innego prawa bliźniaczego, niż skorupa zewnętrzna.

To prawidłowe powtarzanie się blaszek w pewnych położeniach jest przyczyną zjawisk szczególnych. W pewnych kryształach naśladowczych dostrzegać się dają kierunki, w których załamanie światła jest pojedyncze, lub jeśli jest podwójne, to bardzo osłabione. Tak np., środkowe pole płytki milarytu pomiędzy nikolami skrzyżowanymi pozostaje wciąż ciemnym, jakkolwiek otaczające je części zewnętrzne są dwójłomne i optycznie dwuosiowe. Te i tym podobne zjawiska dadzą się objaśnić, skoro przyjmiemy, że dwójłomność jednej blaszki bliźniaczej może być zniesiona przez blaszkę drugą o tej samej grubości, lecz o położeniu odwrotnym [102].



Nörremberg wykazał, że cienkie blaszki miki, z których każda sama przez się jest dwuosiowa, ułożone kolejno na krzyż, tworzą pryzmacik, ujawniający w konoskopie dość wyraźnie czarny krzyż oraz barwne pierścienie ciał optycznie jednoosiowych. Ponieważ tedy taką zmienność układu blaszek możemy przypuścić i w kryształach mimetycznych, przeto zjawisko, wyżej wspomniane, zgadza się z budową wykazujących je kryształów.

Literatura. Oprócz prac, przytoczonych powyżej, na str. 101, porówn. jeszcze: Brewster, *Edinburgh Philos. Journ.*, t. 5, str. 218. Zirkel, *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, t. 20. Reusch, *Pogg. Ann.*, t. 148, str. 628. Autor, *Tschermak's Min. u. petr. Mitth.* 1877, str. 350. Brauns, *Die optischen Anomalien der Krystalle*, Lipsk 1891.

**134. Zmiany własności optycznych pod wpływem ciśnienia i rozciągania.** Brewster szeregiem licznych doświadczeń dowiódł, że kryształy regularne i ciała bezpostaciowe, mocno sprasowane, stają się dwójłomnymi. Kostka soli kamiennej lub płytka szklana wykazują po sprasowaniu zjawiska podwójnego załamania, a w świetle zbieżnym, między nikolami skrzyżowanymi, dają krzywe interferencyjne, różniące się jednak postacią od figur kryształów dwuosiowych. Jeżeli walec soli kamiennej opaszemy drutem mocno nawiniętym i poddamy go tym sposobem ciśnieniu, działającemu w kierunku dośrodkowym, nabierze on przez to własności, przypominających ciała optycznie jednoosiowe i ujemne.

We wszystkich tych przypadkach możemy jednak z łatwością dostrzedz różnicę w porównaniu z zachowaniem się kryształów nieodkształconych. Spróbujmy tylko ciało sprasowane przesuwac lub poruszać, a przekonamy się, że ruchy płytki, któreby w obrazie kryształu normalnego żadnej nie wywołały zmiany, tu powodują wędrówkę zarówno ciemnych smug, jak barwnych pierścieni, które oczywiście są przywiązane do pewnych tylko miejsc preparatu. Dwójłomność ta jest przemijająca i znika, skoro ciśnienie ustąpi.

Galareta krzemionkowa, klej, kauczuk oraz wszystkie smoly, t. j. wogóle wszystkie koloidy, czyli ciała niezdolne do krystalizacyi, lecz ścinające się w masy bezpostaciowe, ujawnić mogą dwójłomność już pod wpływem nieznacznego nacisku lub rozciągania.

Minerały, załamujące podwójnie, również zmieniają własności optyczne pod wpływem ciśnienia. Jednoosiowy i optycznie dodatni kwarc, sprasowany prostopadle do osi głównej, staje się dwuosiowym, przyczem płaszczyzna osi jest równoległa do kierunku ciśnienia. Optycznie ujemny turmalin staje się również dwuosiowym, płaszczyzna osi jest jednak tym razem do kierunku ciśnienia prostopadła. Kalcyt też ulega zmianom podobnym, ale łatwo w nim powstać mogą przeistoczenia przestrzenne, o których wspominaliśmy powyżej [87].

Kawałki szkła, naprzd silnie ogrzanego, a następnie prędko ostudzonego, rozpryskują się za uderzeniem lub zrysowaniem na niezliczoną ilość drobnych cząsteczek, co dowodzi silnego napięcia warstw powierzchniowych. Szkło, rapidamente oziębione, nabiera wyraźnej dwójłomności, podobnie jak poddane ciśnieniu ciało bezpostaciowe. Kryształy, załamujące pojedynczo, jak sól kamienna, fluoryt, stają się również dwójłomnymi przez ogrzanie i nagłe oziębienie, tak, że

płytki ich ujawniają wtedy podział na pola o różnej orientacji optycznej. Dwójłomność wielu koloidów jest zjawiskiem pierwotnem, zależnem od napięć, powstających podczas ich wysychania. Stąd smoły kopalne, opal i inne skrzepy krzemionki bezpostaciowej odznaczają się często energiczną dwójłomnością.

Lit. Brewster, *Optics*. Bücking, *Jahrb. f. Min.* 1881, t. I, str. 177 (referat). Brauns, *Jahrb. f. Min.* 1887, t. I, str. 47. Pockels, *Jahrb. f. Min.*, 8 t. dodat., str. 217.

**135. Kryształy anomalne.** Po za kryształami mimetycznymi istnieją jeszcze takie osobniki krystaliczne, które, jakkolwiek nie ujawniają na zewnątrz budowy bliźniaczej, pod względem optycznym jednak zachowują się anomalnie, t. j. nie tak, jakby tego wymagała symetria, właściwa ich kształtom. Z pomiędzy kryształów regularnych należą tutaj odznaczające się energiczną dwójłomnością grosular i senarmontyt, tudzież znacznie słabiej dwójłomne ałun i analcym. Z minerałów tetragonalnych wymienimy wezuwian, melit, z heksagonalnych zaś apatyt i beryl, które dość często wykazują dwuosiowość.

Płytki wielu z tych kryształów, badane w świetle spolaryzowanym, dzielą się na pola o rozmaitej orientacji optycznej. Pola te odpowiadają piramidom przyrostu [68] ścian, otaczających kryształ z zewnątrz.

Ażeby objaśnić te i tym podobne zjawiska, wielu badaczy przyjmuje obecnie, że w kryształach, podobnie jak w wysychających koloidach, powstają napięcia wewnętrzne. Przyczynę tych napięć w ałunie Brauns przypisuje mieszaninom izomorficznym rozmaitych jego gatunków, gdy Klein odnośnie do analcymu przypuszcza, że jest nią częściowa strata wody krystalizacyi.

Lit. R. Brauns, *Die optischen Anomalien der Krystalle*, Lipsk 1891.

**136. Wpływy budowy zewnętrznej.** Minerały równoległo-włókniste lub zawiklano-włókniste, o ile są przezroczyste i dwójłomne, w ortoskopie wykazują najczęściej zaćmienia proste albo przebiegające falisto. Minerały przezroczyste, występujące w kulach lub półkulach, na przekrojach przechodzących przez ich środek, wykazują budowę promienisto-włóknistą, złożoną z kryształów wąskich a długich. Przekroje te, zarówno w świetle równoległym, jak zbieżnym, dają ciemny krzyż, którego ramiona wychodzą ze środka włóknistości. Kulki całkowite również ujawniają krzyż ciemny, jak np. sferolity w obsydianie.

Wszystkie minerały, odznaczające się tego rodzaju złożeniem, są same przez się dwójłomne. Pomiedzy ułożonemi promienisto włóknami znajdują się zawsze cztery takie, które położeniem swem różnić się będą o  $90^\circ$ . Włókna te i najbliższe z nimi sąsiadujące muszą zawsze jednoczesnemu ulegać zaćmieniu, a więc razem tworzyć krzyż ciemny.

**137. Fluorescencya i fosforescencya.** Zjawisko fluorescencji, dostrzegane na nielicznych tylko minerałach, nazwę swoją otrzymało od fluorytu, czyli fluspatu. Badali je szczegółowiej: Brewster, Herschel i Stokes.



Niektóre fluoryty, mianowicie kornwalijskie, w świetle przechodzącem mają zieloną barwę wody morskiej, w świetle zaś odbitem ujawniają piękną barwę fioletowo-niebieską. Gdy w przestrzeni zaciemnionej rzucimy na taki fluoryt snop światła dziennego, pocznie ono przy wejściu do minerału świecić ładną barwą niebieską, w warstwach zaś głębszych tak świecenie jak i barwa znikają. Promienie światła, które, przeszedłszy przez jedną płytkę, wchodzi do drugiej płytki tego samego fluorytu, nie są już zdolne wywołać niebieskiego świecenia. Barwa fluorescencyjna fluorytu z Kornwalii jest zatem niebieska, czyli, według innego jeszcze wyrażenia, minerał ten fluoryzuje niebiesko. Zjawisko, będące w mowie, zależy jednak od barwnika, którego natura nie została jeszcze ostatecznie wyjaśnioną. Godnem jest wszakże uwagi, że zarówno iskry elektryczne jak promienie katodálne wywołują niebieskie zabarwienie soli kamiennej i fluorytu; przemawia to za nieorganiczmem pochodzeniem owego barwnika, którym, według Kreutza, są związki żelaza (F. Kreutz, Rozpr. Akad. Um. w Krakowie, t. XXIV, 1892; t. XXXIV, 1897, str. 117 — 119).

Bursztyn sycylijski fluoryzuje niebiesko, gdy niektóre odmiany wosku ziemnego i oleju skalnego fluoryzują zielono. Badania widmowe dowodzą, że światło fluorescencyjne załamuje się słabiej od tego, które je wzbudza.

Niektóre minerały, jak kalcyt, dolomit i w. in., fluoryzują pod wpływem promieni katodalnych oraz promieni X, odkrytych przez Röntgena.

O fluorescencji wogóle: Stokes, Pogg. Ann., t. 96, str. 523, oraz t. dodatkowy 4, str. 188. Pisko, Die Fluorescenz des Lichtes, Wiedeń 1861. Hagenbach, Pogg. Ann., t. 141, 146. F. Kreutz, Sól kamienna i fluoryt, ich barwa, fluorescencya i fosforescencya, Rozpr. Akad. Um. w Krakowie, t. XXXIV, 1897, str. 120 — 126.

Częściej dostrzeganiem zjawiskiem jest fosforescencya, dokładniej po raz pierwszy zbadana w r. 1811 przez Placyda Heinricha. Pod fosforescencyą rozumiemy samoistne świecenie w temperaturze stosunkowo niskiej, nie powodujące widocznych zmian ciała świecącego. Dokładne badania tego przedmiotu zawdzięczamy E. Becquerelowi.

Zjawiska świetlne tego rodzaju powstają pod wpływem uderzenia, tarcia lub rozłupania minerału. Na niektórych dolomitach i blendzie z Kapnik wywołać je można przez drapanie, na taflach miki — przez nagłe ich rozdzieranie w kierunku łupliwości, na kwarcu — przez tarcie dwóch jego kawałków.

Niektóre minerały, jak np. pewne dyamenty, wydają w przestrzeni zaciemnionej światło niebieskie, jeśli poprzednio były wystawione na promienie słońca lub poprostu tylko na światło dzienne. Zjawisko to wykazują także niektóre aragonity, apatyty, kalcyty. Baryt, wyprażony, fosforyzuje bardzo wyraźnie.

Wiele minerałów fosforyzuje pod wpływem ogrzania. Niektóre dyamenty, topazy, fluoryty poczynają świecić już w ciepłej ręce, niektóre fluoryty zielone dopiero w temperaturze 60°, apatyty zaś powyżej 100° i t. d. Wszystkie ciała, fosforyzujące po uprzednim wystawieniu na światło, własność tę otrzymują również i przez ogrzanie.



I wyładowania elektryczne powodują świecenie w ciemności takich minerałów, jak szafir, dyament. Światło, przez nie wysyłane, daje, według Crookesa, widmo przerywane.

Godnem uwagi jest również zjawisko świetlne, dostrzeżone przez H. Rosego podczas krystalizacyi bezwodnika arsenawego, a także świecenie mieszaniny siarczanu potasu i sodu w chwili ścinania się. Rose przypuszczał, że przyczyną tego świecenia jest przechodzenie odmiany bezpostaciowej ciał wymienionych w krystaliczną. Bandrowski, który doświadczenia Rosego powtórzył i uzupełnił wielu własnymi postrzeżeniami, wykazał jednak, że zjawisko, będące w mo-  
wie, nie ma nic wspólnego z morfologicznymi własnościami ciał uważanych, że przyczyną jego jest raczej reakcyja chemiczna i połączone z nią wyładowania elektryczne (łączenie się wolnych jonów roztworu).

Lit. E. Becquerel, *Annales de chim. et de physique*, serya 3, t. 55, oraz dzieło tegoż autora: *La lumière, sa cause et ses effets*, t. 1, Paryż 1867. H. Rose, *Pogg. Ann.*, t. 35. E. Bandrowski, O świeceniu podczas krystalizacyi. *Rozpr. Akad. Um. w Krakowie*, t. XXX, str. 1 — 10; t. XXXI, str. 337 — 344, r. 1896.

**138. Promieniowanie ciepła.** Z badań Melloniego i Knoblaucha wynika, że ciepło, rozchodzące się w postaci promieni, zachowuje się tak samo jak światło. Promienie ciepła podlegają zatem odbiciu, załamaniu pojedynczemu i podwójnemu, polaryzacyi, pochłanianiu na podobieństwo promieni świetlnych; różnice, jeśli jakie zachodzą, są tylko liczebne. Tę zgodność własności objaśniamy przypuszczeniem, że promienie cieplne są również drganiami eteru, odbywającymi się prostopadłe do kierunku ich biegu; drgania te nie wywierają jednak żadnego wrażenia na siatkówce oka.

Ażeby uwidocznic działanie promieni cieplnych, Meloni zbudował przyrząd, składający się ze stosu termicznego i galwanometru. Promienie ciepła, padające na stos, wzbudzają prąd galwaniczny, o którego istnieniu powiadamia nas ruch igły magnesowej w galwanometrze. Za pomocą tego przyrządu najłatwiej możemy wypróbować przepuszczalność ciał dla promieni ciepła, która odpowiada rozmaitym stopniom przezroczystości. Sól kamienna jest ciałem najbardziej przepuszczającym, czyli dyatermicznem, kalcyt posiada własność tę w stopniu mniejszym, gips jeszcze w mniejszym. Siarczan miedzi, ałun, woda są prawie nieprzepuszczalne, czyli adyatermiczne, metale — zupełnie adyatermiczne, czyli inaczej atermiczne. Przepuszczanie ciepła nie zależy bynajmniej od przezroczystości. Płytką czarnej miki jest dyatermiczna, gdy równie gruba warstwa wody zachowuje się adyatermicznie.

Lit. A. Wüllner, *Lehrb. d. Experimentalphysik*.

**139. Przewodnictwo ciepła.** Rozchodzenie się ciepła w ciałach stałych podlega, jak wiadomo, znacznym wahaniom, na których podstawie dzielimy minerały na dobre i złe przewodniki ciepła. Wiedemann i Franz mierzyli przewodnictwo prętów metalowych za pomocą stosu termicznego, przyczem dla srebra otrzymali wartość najwyższą, którą tu przyjmujemy za = 100, dla innych zaś metali — wartości mniejsze, jak następuje:

srebro . . . .	100·0	żelazo . . . .	11·9
miedź . . . .	73·6	ołów . . . .	8·5
złoto . . . .	53·2	platyna . . . .	8·4
cyna . . . .	14·5	bismut . . . .	1·8

Inni badacze dla marmuru i minerałów kamienistych otrzymali liczby jeszcze mniejsze, niż dla bizmutu.

Przewodnictwo ciepła często zależy od kierunku. Ażeby tego dowieść, Sénarmont pokrywał płytki ciał badanych cienką warstewką wosku, a do zrobionego w ich środku otworu wprowadzał drut, poprzednio ogrzany. Naokoło tego ostatniego wosk topił się, a po ukończeniu doświadczenia powstawało skutkiem tego koliste lub eliptyczne zgrubienie, wyobrażające krzywą izotermiczną. Średnice elipsy dawały stosunek przewodnictwa w odpowiednich kierunkach. Röntgen postępowanie to zmienił w sposób następujący: do płytki krystalicznej, zmatowionej oddechem, przykładał ogrzane ostrze metalowe, a gdy dokoła tego ostatniego para znikła, posypywał płytkę nasieniem widłaka (semen *Lycopodium*), ostrożnie ją następnie otrząsając. Wolna od pyłu powierzchnia kolista lub eliptyczna otrzymuje kontury daleko ostrzejsze, niż w postępowaniu poprzedzającym.

Kryształy regularne na wszystkich ścianach i przekrojach dają krzywe izotermiczne koliste, kryształy o budowie wrzecionowatej na ścianie podstawowej mają izotermie koliste, na ścianach zaś pryzmatycznych — eliptyczne; kryształy o budowie prostszej na wszystkich ścianach dają elipsy. Ciepło w ciałach regularnych rozchodzi się zatem w postaci kuli, czyli powierzchnia izotermiczna jest tutaj kulą, gdy w kryształach o budowie wrzecionowatej jest nią elipsoida obrotowa, w kryształach zaś o budowie prostszej — elipsoida trójosiowa.

Krzywe izotermiczne ciał bezpostaciowych są koliste. Atoli Sénarmont wykazał, że przez sprasowanie szkła lub porcelany przewodnictwo wzrasta się w kierunku ciśnienia, a więc na powierzchni szkła podczas ucisku powstaje krzywa eliptyczna.

Lit. Wiedemann i Franz, Pogg. Ann., t. 89. Sénarmont, Annales de chimie et de phys., ser. 3, t. 22, str. 179. v. Lang, Sitzungsber. d. Wiener Ak., t. 54. Röntgen, Pogg. Ann., t. 151, str. 603. Jamnietaz, Zeitschr. f. Kryst., t. 3, str. 637.

**140. Działanie ciepła na kryształy.** Rozszerzanie się kryształów pod wpływem ciepła jest znacznie mniejsze od rozszerzania się cieczy. Gdy woda, ogrzana od 0° do 100°C., rozszerza się o  $\frac{1}{23}$ , rtęć o  $\frac{1}{55}$ , rozszerzalność soli wynosi tylko  $\frac{1}{247}$ , dyamentu zaś  $\frac{1}{8480}$ . Niektóre ciała kurczą się przez ogrzewanie, ale tylko w pewnych okolicach skali termometrycznej, np. woda w temperaturze 4°, dyament zaś w temp. — 24°.

Minerały regularne i bezpostaciowe rozszerzają się jednakowo we wszystkich kierunkach, rozszerzalność zaś kryształów o symetrii niższej pozostaje w zależności od kierunku. Jeżeli z kryształów tych wytniemy pręty, długość ich przez ogrzanie do 100° zwiększy się o pewien ułamek  $\alpha$ , którego wielkość



odnosi się do jednego tylko kierunku. W rzadkim przypadku skrócenia znaczenie  $\alpha$  jest ujemne. Z doświadczeń Pfaffa i Fizeau, a zwłaszcza z dokładnych pomiarów tego ostatniego, wiemy, iż rozszerzalność kryształów w granicach temperatur, zwykle stosowanych, nie wpływa na zmianę stopnia ich symetrii.

Kryształy regularne objętość swoją zmieniają równomiernie. Nachylenie ścian pozostaje niezmiennem we wszystkich temperaturach. Kula, wytoczona z kryształu regularnego, pozostaje nią i po ogrzaniu. Przeciwnie, kryształy układów pozostałych pod wpływem ciepła kształty swe zmieniają.

Kryształy o budowie wrzecionowatej we wszystkich kierunkach, prostopadłych do osi głównej, mają rozszerzalność jednakową, równoległe zaś do niej — odmienną. Kwarc równoległe do osi głównej wykazał rozszerzalność  $\alpha = 0.000781$ , prostopadłe zaś do niej  $\alpha' = 0.001419$ . Dla kalcytu  $\alpha = 0.002621$ ,  $\alpha' = -0.000540$ . Ten ostatni kurczy się zatem przez ogrzewanie we wszystkich kierunkach, do osi głównej prostopadłych, jakkolwiek objętość jego wzrasta. Gdybyśmy z kryształu o budowie wrzecionowatej wytoczyli kulę i wystawili ją na działanie ciepła, kula ta przeistoczyłaby się w elipsoidę obrotową, spłaszczoną dla kwarcu np., wydłużoną — dla kalcytu. W kryształach tej grupy kąty, należące do pasa pryzmatycznego, tudzież kąty proste między ścianami pryzmatycznymi a ścianą podstawową żadnej nie ulegają zmianie, gdy kąty wszystkich postaci, do osi głównej nachylonych, a więc piramid, romboedrów i t. d., zmieniają się. Według Mitscherlicha, krawędzie biegunowe romboedru zasadniczego na kalcyecie stają się przez ogrzanie ostrzejszymi o  $8\frac{1}{2}$  minuty, krawędzie zaś syderytu tylko o  $2\frac{1}{2}$  minuty; romboedr staje się przeto ostrzejszym.

Kryształy o budowie prostszej rozszerzają się w jednym kierunku najsilniej, prostopadłe zaś do tego kierunku — najslabiej. Jeżeli do tych dwóch kierunków dodamy jeszcze trzeci, do nich prostopadły, o rozszerzalności pośredniej, to otrzymamy trzy osi termiczne. W kryształach rombowych osi te leżą równoległe z osiami krystalograficznymi, w kryształach jednoskośnych jedna z nich biegnie prostopadłe do płaszczyzny symetrii, czyli równoległe z osią poprzeczną, w układzie zaś trójskośnym położenie osi termicznych jest dowolne. W aragonicie wartości  $\alpha$  w kierunku osi termicznych są następujące: 0.001016, 0.001719, 0.003460. Kula, z kryształów tej kategorii wytoczona, zamienia się pod wpływem ogrzewania na elipsoidę trójosiową. W układzie trójskośnym zmieniają się wszystkie kąty dwuścienne; w układzie jednoskośnym pozostają bez zmiany tylko kąty proste, zawarte pomiędzy ścianą podłużną a ścianami do niej prostopadłymi, w układzie zaś rombowym wszystkie kąty proste, pomiędzy ścianami podstawowymi zawarte. Ze przytem symetria układu pozostaje niezmienną, dowiodły tego pomiary na wielu dokonane przykładach, jak na ortoklazie, augicie, gipsie (jednoskośnych), przez Beckenkampa jeszcze na anortycie i aksynicie (trójskośnych).

Ogrzewanie kryształów wywołuje niekiedy bardzo ciekawe zmiany w układzie przestrzennym cząsteczek, przybierających względem siebie położenie bliźniacze. Klein dostrzegł powstawanie blaszek bliźniaczych pod wpływem ciepła w boracycie, Mallard w glazerycie, Mügge zaś w anhydrycie. Przesuwanie się cząsteczek pod wpływem ciśnienia [87] może być zatem wywołane i przez ogrzewanie. Ale



i odwrotnie, ciepło znosi zjawiska bliźniacze w kalcytcie i leucycie. Rosenbusch dostrzegł nawet, że leucyt ogrzany traci prążkowanie na ścianach zewnętrznych.

Kryształy bliźnięce zachowują się jak osobniki pojedyncze, o ile zrosły się płaszczyzną bliźniaczą. Przeciwnie, jeśli kryształy te stykają się jakąkolwiek bądź inną ścianą, wówczas bliźniak ogrzany paczy się, podobnie jak gips w doświadczeniu Fresnela, który skleił na krzyż dwie płytki tego minerału i poddał je następnie ogrzewaniu.

W bliźniakach wielokrotnie zrosłych, tudzież w kryształach mimetycznych, których indywidua są nadzwyczaj drobne i rozmaicie z sobą skrzyżowane, skutkiem czego paczyć się nie mogą, powstawać muszą napięcia wewnętrzne, i to w każdej temperaturze, różnej od temperatury ich powstania. Napięcia te dają się wykazać optycznie [135].

**141.** Zmiany temperatury związane są także ze zmianami sprężystości optycznej, a stąd i łamanie się światła w kryształach zależnem jest od temperatury. Badania Rudberga, Fizeau, van der Willigena, Stefana, Arzruniego dowiodły zmniejszania się współczynników załamania w miarę wzrastania temperatury we wszystkich kryształach, z wyjątkiem kalcytu, który wykazuje zwiększanie się tychże współczynników. Atoli nie dostrzeżono żadnego zgoła związku pomiędzy rozszerzalnością kryształu a zmianą współczynników załamania.

Wpływ temperatury na stosunki świetlne kryształu wyraża się mianowicie w zmianach, jakich doznaje kąt osi optycznych, położenie płaszczyzny osi optycznych, tudzież położenie dwusiecznych.

Kryształy rombów wykazują zmiany kąta osiowego. Zwiększanie się jego w cerusycie pod wpływem podnoszącej się temperatury zostało dostrzeżone już przez Soleila. Z pomiędzy kryształów jednoskośnych nasamprzód był badany gips przez Mitscherlicha. Postrzeżenia były przeprowadzone za pomocą przyrządów, wyobrażonych na fig. 336 i 338, str. 194. Według Descloizeaux, badacza tyle zasłużonego w dziedzinie zjawisk termiczno-optycznych, obraz interferencyjny płytki gipsowej pod wpływem ogrzewania zmienia się, jak następuje. Oś optyczna, przedstawiona na fig. D, tabl. II, z lewej strony, przesuwa się ku środkowi obrazu prędzej, niż oś druga, czyli pierwsza dwusieczna przesuwa się podczas ogrzewania na prawo. W temperaturze 115° obie hyperbole zlewają się w ciemny krzyż, poczem, w temperaturze jeszcze wyższej, znów się rozchodzą, lecz już w płaszczyźnie prostopadłej do poprzedzającej. W tej nowej płaszczyźnie osi, odpowiadające światłu niebieskiemu, rozchodzą się prędzej, niż osi, właściwe promieniom czerwonym. W płytce stygnącej wszystkie te zjawiska powtarzają się w porządku odwrotnym. Podobnie jak gips zachowuje się glauberit. W adularze gotardzkim kąt osi optycznych pod wpływem ogrzewania zmniejsza się stopniowo, staje się wreszcie równym zeru, a gdy temperatura przeniesie 200°, obie osi przechodzą do płaszczyzny prostopadłej względem poprzedzającej, przyczem kąt ich zwiększa się. Osi promieni niebieskich kroczą naprzód. Z ostygnięciem płytki wszystkie te zmiany powracają do stanu pierwotnego w porządku odwrotnym; jeżeli jednak ogrzewanie doprowadzono do

stało do czerwoności, zaszłe zmiany utrwalają się, a osi optyczne leżeć już będą stale w nowcej płaszczyźnie, którą jest płaszczyzna symetrii.

Godnem uwagi jest również zachowanie się niektórych kryształów, postacią swoją naśladujących wyższy stopień symetrii. Przez ogrzewanie nabierają one własności optycznych, odpowiadających symetrii naśladowanej; stygnąc, znów do pierwotnego powracają stanu. Według Mallarda, boracyt (mimetycznie regularny) w temperaturze  $265^{\circ}$  staje się ciałem, załamującym pojedynczo, glazeryt (rombowy) staje się jednoosiowym w temp.  $650^{\circ}$ , saletra potasowa (rombowa), rozgrzana do miękkości, staje się także jednoosiową. Według Kleina, leucyt (naśladowczo regularny), ogrzany do  $500^{\circ}$ , traci dwójłomność, a trydymil (naśladowczo heksagonalny) staje się, według Meriana, optycznie jednoosiowym.

Wypływa stąd, że cząsteczki kryształu, posiadające już w temperaturze zwyczajnej układ zbliżony do układu stopnia wyższego, mogą przybierać ten ostatni chwilowo pod wpływem ogrzewania. Że podniesienie temperatury wpływa też na skręcanie płaszczyzny polaryzacji w kwarcu, dowiedli tego Fizeau, v. Lang i Sohneke.

Literatura. Arzruni, Zeitschr. f. Krystallogr., t. 1, str. 165. Fletcher tamże, t. 4, str. 337. Beckenkamp, tamże, t. 5, str. 436. Descloizeaux, Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux. Paryż 1867. Klein, Jahrb. f. Min. 1884, t. I, str. 182. Göttinger Nachrichten, 1884, str. 129. Mallard, Bull. soc. min., t. 5, str. 144 i 216. Mügge, Jahrb. f. Min. 1883, t. II, str. 258. Merian, tamże, 1884, t. I, str. 193. Sohneke, Wiedem. Ann., t. 3, str. 516. Rosenbusch, Jahrb. f. Min., 1885, t. II, str. 59. Przyrządy do ogrzewania: Brün-née, Jahrb. f. Min. 1890, II, str. 87. Fuess, tamże, 1891, I, str. 65.

**142. Topliwość i parowanie.** Wiele ciał stałych przez ogrzewanie możemy zamienić na ciecze. Przejście odbywa się najczęściej raptownie, tak, że z ciała stałego odrazu powstaje ciecz. Temperatura, w której się ta przemiana odbywa, zwana temperaturą topliwości, czyli punktem topliwości, bywa bardzo rozmaita, jak o tem wnosić możemy z następujących przykładów, w których temperatury wyższe zostały określone przez Pouilleta:

żelazo kute . . . .	1600 <sup>o</sup>	ołów . . . . .	334 <sup>o</sup>
złoto . . . . .	1200	bismut . . . . .	270
miedź . . . . .	1090	siarka . . . . .	115
srebro . . . . .	1000	lód . . . . .	0
antymon . . . . .	425	rtęć . . . . .	— 39

Temperatura topnienia i krzepnięcia w warunkach zwykłych jest jednakowa. Rtęć ścina się zatem w temperaturze —  $39^{\circ}$ , woda marznie w temp.  $0^{\circ}$ , siarka ciekła krzepnie w temp.  $115^{\circ}$ .

Minerały o wysokim punkcie topliwości w pewnym stałym płomieniu topią się trudno lub zgoła się nie topią, gdy minerały o niższym punkcie topliwości rozpływają się w nim. Używając jednego i tegoż samego płomienia, możemy tedy ustalić rozmaite stopnie topliwości, wielce przydatne w sprawie charakterystyki minerałów. Jako płomienia stałego używamy albo płomienia



świecy o grubym knocie, który to płomień podsycamy za pomocą dmuchawki, albo też, za przykładem Bunsena, używamy niebieskiej części płomienia gazowego, wydawanego przez lampkę tegoż Bunsena. Mineralom, do badania przeznaczonym, nadajemy formę drobnych okruchów tej samej możliwie wielkości i wprowadzamy do płomienia bądź za pomocą pincety o platynowych zakończeniach, bądź też na zgiętym w pętelkę cienkim drucie platynowym. Minerale o wyglądzie metalicznym umieszczamy na kawałku węgla drzewnego.

Kobell podał bardzo praktyczną skalę topliwości.

1. Antymonit topi się już w płomieniu świecy zwyczajnej.
2. Natrolit pręcikowaty topi się łatwo w płomieniu dmuchawki na kulkę.
3. Almandyn, granat czerwony, w płomieniu dmuchawki daje kulkę.
4. Aktynolit topi się w pł. dm., tworząc na końcach drobnych igieł okrągłe łebki.
5. Ortoklaz topi się w pł. dm. tylko w krawędziach i ostrych zakończeniach.
6. Bronzyt, nawet w drobnych trzaskach, wykazuje zaledwie ślady topliwości.
7. Kware wcale się nie topi.

Skalą tą posługujemy się zwykle przy opisie minerałów, gdy zachodzi mowa o ich topliwości. Rzecz naturalna, że w płomieniu mocniejszym otrzymalibyśmy wyniki zgoła odmienne. W płomieniu gazu piorunującego topi się platyna, której punkt topliwości leży około  $1800^{\circ}$ , topi się także kware i bronzyt z łatwością. H. Moissan zbudował piec elektryczny, którego temperatura przenosi  $3500^{\circ}$ . W takim piecu topią się z łatwością nawet t. zw. ciała ogniotrwałe, jak wapno, magnezja, glinka ( $2250^{\circ}$ ). Prąd o  $350^{\circ}$  amperach i 70 woltach w ciągu kilku minut topi okruchy kwarcu; masa stopiona poczyną wrzeć i zamienia się w parę, która w drobnych kulkach bezpostaciowych osiada na chłodniejszych częściach pieca. Zbierając tę parę pod kloszem, możemy w ten sposób kware dystylować. Pod wpływem prądu, wynoszącego 370 amperów i 80 wolt, ulatnia się również węgiel (Porównaj: H. Moissan, *Le four électrique*, Paryż 1897).

Dokładne określenie punktu topliwości minerałów, przechodzących do stanu ciekłego dopiero w temperaturach bardzo podniesionych, przedstawia znaczne trudności. W ostatnich tylko czasach R. Cussak dokonał licznych pomiarów temperatury topliwości ze ścisłością, sięgającą  $2^{\circ}$  C. Pomiary te zostały przeprowadzone za pomocą t. zw. meldometru Jolyego. Proszek minerału, doskonale roztartego, umieszcza się na blaszce platynowej, ogrzewanej prądem elektrycznym. Temperaturę topliwości proszku badanego oznacza się pod mikroskopem przez porównanie z topliwością ciał znanych. Oczywiście, na tej drodze daje się określić topliwość tych tylko minerałów, które przechodzą w stan ciekły poniżej punktu topliwości platyny. Na tablicy, niżej podanej, mieszczą się główne wyniki pomiarów R. Cussaka i C. Jolyego. Liczby, rozdzielone kreskami, oznaczają minima i maxima topliwości i odnoszą się do minerałów, pochodzących z rozmaitych miejscowości.

Antymonit . . .	$518^{\circ}$ — $523^{\circ}$	Spodumen . . .	$1173^{\circ}$
Galena . . .	$727^{\circ}$	Molibdenit . . .	$1185^{\circ}$
Epidot . . .	$954^{\circ}$ — $976^{\circ}$	Dyopsyd . . .	$1187^{\circ}$ — $1195^{\circ}$



Zoizyt . . .	995°	Augit . . .	1187°—1199°
Aksynit . . .	995°	Amfibol . . .	1187°—1200°
Turmalin . .	1012°—1018°	Wolastonit . .	1203°—1208°
Wezuwian . .	1024°—1034°	Andaluzyt . .	1209°
Blenda . . .	1049°	Tremolit . . .	1219°—1223°
Nefelin . . .	1059°—1070°	Oligoklaz . .	1220°
Rubelit . . .	1068°	Apatyt . . .	1221°—1227°
Cyanit . . .	1090°	Labratoryt . .	1223°—1235°
Turmalin zielony	1102°	Cynkit . . .	1260°
Wiwianit . .	1114°	Granat . . .	1263°—1268°
Staurolit . .	1115°	Dyalag . . .	1264°—1300°
Kasyteryt . .	1127°	Aktynolit . .	1272°—1288°
Sodalit . . .	1127°—1133°	Mejonit . . .	1281°
Tytanit . . .	1127°—1142°	Enstatyt . . .	1295°
Sanidyn . . .	1140°	Leucyt . . .	1298°
Kupryt . . .	1162°	Oliwin . . .	1363°—1378°
Adular . . .	1164°—1175°	Kwarc . . .	1425°
Mikroklin . .	1169°	Turkus, powyżej	1500°
Dyoptaz . . .	1171°	Rutyl, brukit .	1560°
Albit . . . .	1172°—1175°	Cyrkon, powyżej	1760°

Punkty topliwości wawelitu, topazu i korundu leżą znacznie powyżej temperatury topliwości platyny (1760°) i dla tego na tej drodze nie mogły być bliżej określone (C. Joly, *Proced. R. Irish Acad.* 1891, 2, str. 38. Ralph Cussak, tamże, 1896—1898, 4, str. 399—413).

Jakkolwiek ciała stałe wogóle zaczynają się topić z zewnątrz, to jednak niektóre minerały wykazują zjawisko odwrotne, czyli topią się naprzód wewnątrz, przyczem powstają w nich często kryształy ujemne. Tyndall postrzegał tworzenie się kryształów ujemnych, wypełnionych wodą, w lodzie tam, gdzie padały nań promienie słońca, zebrane soczewką. W mocno wypalonym kwarcu powstają, według Chrustschoffa, również kryształy ujemne.

Niektóre minerały topią się, nie zmieniając swej istoty wewnętrznej; stygnąc, powracają one do stanu pierwotnego, jak np. sól kamienna; w innych topienie wywołuje zmiany widoczne, jak np. w granatach, które w stanie krystalicznym opierają się działaniu kwasów zwykłych, gdy, stopione, rozkładają się w tych ostatnich. Wiele minerałów przez ogrzanie doznaje zmian bardzo istotnych, jak np. gips, który przytem mętnieje i wydziela parę wodną, albo jak piryt, bursztyn, które, prażone na powietrzu, zapalają się i spalają.

Minerały stałe, mogące ulatniać się bez zmiany swej substancji, tworzą pary, czyli dymy, które po ochłodzeniu osiadają w postaci proszku lub drobnych kryształków [10]. Zjawisko to zostało nazwane sublimacją. Siarka i arsenit sublimują się łatwo, w temperaturach wyższych także galena i inne.

Minerały ciekłe w temperaturze podniesionej wrą, zamieniając się przytem stopniowo na parę, która, zebrana i ochłodzona, daje znów ciecz pierwotną. Tego rodzaju postępowanie nazywa się dystylacją. Temperatura wrzenia pod

stałym ciśnieniem jest stała. Przy normalnym stanie barometru rtęć wrze w temperaturze  $350^{\circ}$ , siarka w temp.  $450^{\circ}$ , woda w temp.  $100^{\circ}$ . Roztwory soli wodne mają punkt wrzenia wyższy niż woda, np. punkt wrzenia nasyconego roztworu soli kuchennej jest  $108^{\circ}$ , nasyconego roztworu saletry  $115^{\circ}$ . Dystylując tego rodzaju roztwory, otrzymujemy czystą wodę. Olej skalny, będący mieszaniną wielu cieczy, posiada wiele punktów wrzenia. Jeżeli będziemy zbierać i oziębiać pary, tworzące się w każdym punkcie wrzenia, zdołamy ciecze owe rozdzielić (dystylacja frakcyonowana).

**143. Elektryczność.** Wszystkie minerały, i wogóle ciała stałe, przez tarcie nabierają własności przyciągania przedmiotów lekkich, czyli innemi słowy, przechodzenia w stan elektryczny. Niektóre minerały, jak bursztyn i kwarc, będące złemi przewodnikami elektryczności, tę ostatnią ujawniają po prostu przez dłuższe zatrzymanie ich w ręku, gdy minerały metaliczne, jako przewodniki dobre, muszą być naprzód ujęte w oprawę lub umieszczone na podstawie ze smoły, szkła i t. p., czyli muszą być odosobnione. Pierwsze dokładniejsze w tym względzie doświadczenia zostały wykonane przez Aepinusa, Hauyego, Brewstera. Stan elektryczny, jak wiadomo, może być dwojaki: dodatni, jak na potartym kwarcu i szkłe, albo ujemny, jak na potartym bursztynie lub siarce. Te dwie elektryczności są sobie przeciwne i znoszą się nawzajem.

Celem uwidocznienia słabych pobudzeń elektrycznych, uciekamy się razem z Hauym do wahadła elektrycznego, składającego się z izolowanej igły metalowej, obracającej się w płaszczyźnie poziomej, albo też do jednego z będących w powszechnem użyciu elektroskopów, z których przyrząd, zbudowany przez Behrensa a ulepszony przez Riessa, jest najczulszy i wskazuje jednocześnie rodzaj elektryczności, albo wreszcie do elektrometru Thomsona.

Stan elektryczny minerałów daje się wywołać nie tylko przez tarcie, lecz także przez drapanie, odlupywanie, rozłamywanie lub też rozrywanie. Błazki, odlupane od kryształu gipsu lub miki, mają jedną ścianę naelektryzowaną dodatnio, drugą zaś ujemnie. Ciśnienie też wzbudza elektryczność (piezoelektryczność), jak o tem łatwo się przekonać na aragonicie, fluspacie, kwarcu, a zwłaszcza na przezroczystym kalcyecie, który elektryzuje się, nawet ściskany w palcach. Kryształy turmalinu, sprasowane, wykazują, według doświadczeń J. i P. Curie, na obu końcach elektryczność różnoimienną.

**144.** Ogrzewanie lub oziębienie kryształów, źle przewodzących, wzbudza w nich również stan elektryczny. Odnoszące się tutaj zjawiska zostały objęte ogólną nazwą piroelektryczności. Najlepiej poznanem jest zachowywanie się kryształów turmalinu przezroczystego i półprzezroczystego. W temperaturze stałej są one elektryczności pozbawione, przez ogrzanie jednak każdy kryształ staje się na jednym końcu elektrycznie dodatnim, na drugim zaś elektrycznie ujemnym. Gdy temperatura się wyrówna, stan elektryczny mija, podczas stygnięcia jednak na obu końcach kryształu zjawiają się elektryczności wprost przeciwne tym, które zostały wywołane przez ogrzewanie. Biegun, wy-



kazujący przez ogrzanie elektryczność dodatnią w tym i jemu podobnych przypadkach, został nazwany przez G. Rosego analogicznym, biegun zaś przeciwny—antylogicznym.

Postrzeżenia Köhlera, G. Rosego, Riessa, a zwłaszcza bardzo szczegółowe i pracowite badania Hankela, wykazały, że zmiana temperatury sprowadza obydwie elektryczności, częstokroć bardzo rozmaicie na powierzchni kryształu rozmieszczone, lecz zawsze tak, że jednoznaczne ściany, krawędzie i kąty zachowują się jednakowo. Pobudliwość elektryczna stosuje się zatem ściśle do symetrii kryształu.

Kryształ jednoskośny gipsu, fig. 356 na str. 211, staje się elektrycznie ujemnym na ścianach podłużnych, na innych zaś — dodatnim. Dyopsyd jednoskośny z Ala (porówn. fig. 62 na str. 41) zachowuje się tak samo jak gips; dyopsyd z Zillerthal, odwrotnie, na dwuścianie podłużnym staje się dodatnim, na dwuścianie poprzecznym — ujemnym. Rombowy aragonit, fig. 361, na dwuścianie podłużnym wykazuje elektryczność ujemną, na przednich zaś krawędziach słupa pionowego — dodatnią. Kryształ topazu, wykształcony na obu końcach, staje się, według Hankela, dodatnim zarówno na jednym z nich, jak i na drugim, kryształ zaś rozłupany wykazuje na ścianie łupliwości 001 elektryczność ujemną. Tetragonalny wezuwian na dwuścianie podstawowym staje się dodatnim, na ścianach zaś słupa — ujemnym. Podobnie zachowuje się heksagonalny szmaragd. Kalcyt (romboedryczny) w większości przypadków na narożach biegunowych staje się dodatnim, na bocznych zaś krawędziach — ujemnym. Niektóre kryształy zachowują się jednak odwrotnie. Kryształy regularne klasy holodrycznej nie ujawniają zgoła piroelektryczności, gdy hemiedryczne odznaczają się tą własnością. Tetraedryczna blenda na narożach czworościanu wykazuje elektryczność inną niż na ścianach.

Że kryształy hemimorficzne, jak np. kryształy turmalinu i galmanu, ujawniają na swych końcach elektryczności różnoimienne, wypływa to już z ogólnej własności ich symetrii.

Za pomocą przyrządów elektroskopowych niepodobna uwidocznić rozkładu elektryczności na kryształach; możemy jednak tego dokonać, posługując się metodą, wprowadzoną przez Kundta. Kryształy lub płytki krystaliczne, poprzednio ogrzane, posypujemy proszkiem, będącym mieszaniną siarki i minii, który przesiewamy przez sito z muślinu bawełnianego. Siarka staje się przytem elektrycznie ujemną, minia—dodatnią. Na kryształach, posypanych tą mieszaniną, proszek układa się tak, że żółta siarka skupia się na miejscach elektrycznie dodatnich, czerwona zaś minia — na ujemnych. Za pomocą tej metody możemy również uwidocznić elektryczność, wywołaną przez ciśnienie.

Fig. 370 podaje wygląd stygnącego kryształu turmalinu, uprzednio posypanego proszkiem. Smuga elektrycznie obojętna jest proszku pozbawiona. Fig. 371 przedstawia zachowanie się pojedynczego kryształu kwarcu w tych samych warunkach. Krawędzie, zaopatrzone w ściany trapezowe i rombów, stygnąc, stają się elektrycznie ujemnymi, krawędzie, pomiędzy nimi leżące, są wtedy elektrycznie dodatnie. Ponieważ jednak kryształy kwarcu w większości przypadków składają się z kilku indywiduów, ściany ich przeto, posypane

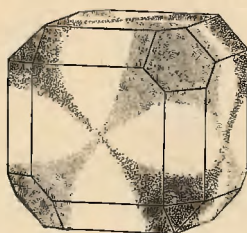


proszkiem, przedstawiają często wygląd pstry i nie tak prawidłowy. Fig. 372 jest obrazem posypanego proszkiem kryształu boracytu. Naroża o ścianach większych i gładziej stają się przez oziębianie dodatniemi, inne zaś cztery — ujemniemi. Ciekawem jest wszakże to, że mimetyczny boracyt, ogrzany powyżej  $265^{\circ}$ , gdy staje się regularnym i załamującym pojedynczo [141], traci jednocześnie wszelką pobudliwość elektryczną.

Fig. 370.

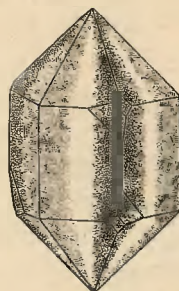


Fig. 371.



■ Minia    □ Siarka

Fig. 372.



Gangain zauważył, że silnie ogrzany turmalin traci elektryczność, albowiem staje się przewodnikiem, skutkiem czego obie elektryczności równoważą się. Hankel znalazł, że w niektórych fluspatach elektryczność (aktyniczna) może być też wzbudzona przez działanie światła, a dalej, że w kryształach górnych stan elektryczny może być wywołany nie tylko przez ciepło przewodzone, lecz i promieniujące.

Ażebym wypróbować przewodnictwo elektryczności w rozmaitych kierunkach kryształu, Wiedemann posypywał oddzielne jego ściany drobnym żelaznym proszkiem, np. nasieniem widłaka, a do ścian zapyłonej przykładł ostrze igły naelektryzowanej. W kierunku przewodnictwa lepszego proszek jest silniej odrzucany, przez co dokoła ostrza tworzy się pole, pozbawione pyłu, o postaci eliptycznej lub kolistej. Okazało się, że zachodzi tu ten sam związek z symetrią kryształu, jaki wykazały doświadczenia Sénarmonta nad przewodnictwem ciepła [139].

Literatura. Riess, *Die Lehre von der Reibungselektricität*, Berlin 1853. Köhler, *Pogg. Ann.*, t. 17. G. Rose i Riess, tamże, t. 59. Hankel, *Abhandlungen der math.-phys. Classe d. k. sächs. Gesellsch. d. Wiss.*, od r. 1857. Friedel, *Bulletin d. l. soc. minéralogique*, t. 2, str. 31 (1879). Gangain, *Annales de chim. et phys.* (3), t. 57, str. 5 (1859). Wiedemann, *Pogg. Ann.*, t. 76, str. 77. J. i P. Curie, *Comptes rend.*, t. 102, str. 350 (1881). Kundt, *Wiedem. Ann.*, t. 20, str. 592. Mack, *Zeitschr. f. Kryst.*, t. 8, str. 503 (boracyt). Kolenko, tamże, t. 9, str. 1 (kwarc).

**145. Galwanizm.** Mineraly, będące dobrymi przewodnikami elektryczności, mogą w pewnych warunkach wzbudzać prąd elektryczny. Obecność prądu galwanicznego poznajemy najłatwiej po odchyleniu igły magnesowej;

dla tego też w doświadczeniach następujących posługujemy się zwykle galwanometrem.

Jeżeli z pomiędzy minerałów, dobrze przewodzących, jak miedź, chalkopiryt, piryt, galena, wybierzemy dwa jakiegokolwiek, zetkniemy je z sobą, a końce wolne połączymy drutem metalowym, ogrzewając miejsce zetknięcia obu minerałów, otrzymamy wtedy prąd, o którego obecności przekonać się możemy za pomocą galwanometru, wprowadzonego do obwodu (elektryczność termiczna). Prądy, tym sposobem otrzymywane, nazwano prądami cieplnymi. Jeżeli miedź ogrzaną łączyć będziemy ścianami krystalograficznie różnymi, działanie będzie różne. Kryształy hematytu, stykające się ścianą podstawową, dają prąd słabszy, niż gdy się stykają ścianą do niej prostopadłą, arsenopiryt, stykający się 101, wytwarza prąd mocniejszy, niż gdy ścianą zetknięcia jest 110.

Jeżeli zetkniemy bezpośrednio lub połączymy drutem dwa z pośród minerałów wymienionych, wolne zaś ich końce pogrążymy w roztwór soli lub kwas słaby, wówczas powstanie prąd elektryczny, dający się sprawdzić tak samo, jak w przypadku poprzednim.

Ponieważ minerały, tworzące żyły kruszczowe i będące jednocześnie dobrymi przewodnikami, często mogą pozostawać w zetknięciu z sobą, tudzież z krążącymi w żyłach tych roztworami, stąd możliwą jest obecność prądów galwanicznych w pokładach, kruszce zawierających. Ma to pewne znaczenie geologiczne, gdyż prądy te, jak wiadomo, rozkładają roztwory i powodują zmiany natury chemicznej.

Zdolność przewodzenia prądu galwanicznego jest taka sama jak — elektryczności, pobudzanej przez tarcie. Liczby, otrzymane z badań prądu w dobrych przewodnikach, dowodzą, że zdolność przewodzenia elektryczności jest znów taka sama jak — ciepła. Jeżeli i tutaj przewodnictwo srebra przyjmujemy za = 100, to liczby, otrzymane przez Matthiessena dla elektryczności, tworzyć będą pierwszą kolumnę tabliczki, gdy w drugiej umieścimy liczby, już przytoczone poprzednio [139] a otrzymane przez Wiedemanna i Franza dla ciepła.

srebro . . . .	100·0	100·0	żelazo . . . .	14·4	11·9
miedź . . . .	77·4	73·6	ołów . . . .	7·8	8·5
złoto . . . .	55·9	53·2	platyna . . . .	10·5	8·4
cyna . . . .	14·5	11·5	bismut . . . .	1·2	1·8

Ażeby się przekonać, czy dany minerał jest dobrym przewodnikiem, świeżo odłupany jego kawałek umieszczamy, według Kobella, pomiędzy końcami zgiętego w podkowę drutu cynkowego i zanurzamy w roztworze siarczanu miedzi. Dobre przewodniki, jak piryt, galena, magnetyt, pokryją się przytem warstwą miedzi metalicznej.

Przewodnictwo prądu galwanicznego nie jest jednakowe w kierunkach różnych krystalograficznie; w kryształach hematytu np. jest słabsze w kierunku osi głównej niż w kierunkach do niej prostopadłych. Atoli stosunek ten zmienia się z temperaturą (Bäckström, Zeitschr. f. Kryst., t. 17, str. 421, 425).

**146.** W ostatnich czasach zwrócono też baczną uwagę na zachowanie się minerałów wobec promieni katodalnych i promieni X Röntgena.

Powyżej wspomnieliśmy już o tem, że niektóre minerały pod wpływem tych promieni przybierają zabarwienie właściwe odmianom, występującym w przyrodzie. Promienie te wywołują też w niektórych minerałach zjawisko fluorescencji. Najbardziej jednak interesującymi są doświadczenia, dotyczące przepuszczalności minerałów względem promieni X. Z poszukiwań Doeltera i in. wynika, że niektóre minerały, jak dyament, bursztyn, grafit, są dla promieni tych zupełnie przepuszczalne, gdy realgar, baryt, braunit zgoła ich nie przepuszczają. Przepuszczalność innych minerałów mieści się między temi granicami, obejmującymi szereg złożony, według Doeltera, z 8 wyrazów:

- |            |                 |
|------------|-----------------|
| 1. dyament | 5. sól kamienna |
| 2. korund  | 6. kalcyt       |
| 3. talk    | 7. cerusyt      |
| 4. kwarc   | 8. realgar.     |

Przepuszczalność dla promieni X nie pozostaje w bliższej zależności ani z przepuszczalnością dla światła (przezroczystością), ani też z ciężarem właściwym. Z dotychczasowych badań zdaje się jednak wypływać, że minerały o ciężarze wł., wyższym nad 5, są wogóle nieprzepuszczalne. Że zjawisko, będące w mowie, zależy od kierunku, w którym promienie X przechodzą przez kryształ i wogóle od symetrii, wypada to zarówno z ogólnych praw, rządzących zjawiskami fizycznymi w kryształach, jak z dokonanych już w tym względzie doświadczeń (Porówn. Röntgen, *Eine neue Art von Strahlen*, Würzburg 1896. Doelter, *Verhalten der Mineralien zu den Röntgen'schen X-Strahlen*. N. Jahrb. f. Min. 1896, II, str. 87—106).

**147. Magnetyzm.** Żelaziak magnetyczny (magnetyt), znajdujący się w stadium początkowym rozkładu, posiada niekiedy własność przyciągania i zatrzymywania opilków żelaza metalicznego. Skoro taki kawałek minerału zawiesimy na nitce, przybiera on położenie igły magnesowej. Ale nie uciekając się nawet do tego doświadczenia, z przyciągania i odpychania igły magnesowej wnosić już możemy, że posiada on dwa bieguny magnetyczne: północny i południowy, czyli że jest obdarzony magnetyzmem biegunowym. Żaden inny minerał nie wykazuje go w stopniu tak wybitnym. Platyna i piryt magnetyczny ujawniają niekiedy słaby magnetyzm biegunowy.

Niektóre minerały działają przyciągająco na obydwie bieguny igły magnesowej; silny magnes przyciąga je, jak żelazo; minerały te ujawniają zatem magnetyzm prosty. Najsilniej przyciąganem jest żelazo, łatwo dostrzegalnem jest przyciąganie zwykłego magnetytu i pirytu magnetycznego, trudniej — błyszczu żelaza lub żelaziaka czerwonego.

Do badania słabszych stopni magnetyzmu prostego Hauy zastosował igłę magnesową, której działanie łączy się z działaniem zbliżonego do niej innego magnesu (magnetyzm podwójny). Wzmoczona w ten sposób czułość igły pozwalała na rozpoznawanie ciał bardzo słabo magnetycznych.

Minerały o znacznej zawartości żelaza, jak np. czarny granat lub augit, po wypaleniu albo stopieniu, nabierają magnetyzmu prostego; stąd przy określaniu minerałów posługujemy się dość często igłą magnesową.



Skąły, zawierające znaczne ilości magnetytu, działają na igłę magnesową częstokroć z większej nawet odległości. Niekiedy magnetyzmem biegunowym odznaczają się wielkie głązy skalne lub całe góry, przyczem igła magnesowa wykazuje w nich dwa lub więcej biegunów magnetycznych.

Magnetyzm prosty, który dawniej przypisywano tylko szczupłej liczbie minerałów, jest wszakże, jak tego dowiódł Faraday, ogólną własnością ciał stałych. Jedne z nich są przyciągane przez magnes, czyli są paramagnetyczne, drugie — odpychane, czyli dyamagnetyczne. Dla odróżnienia ciał paramagnetycznych od dyamagnetycznych poddajemy je działaniu potężnych elektromagnesów już to w postaci kryształów, już to — kulek i prętów. Kulki są przyciągane lub odpychane przez pojedyncze bieguny, pręty zaś przybierają pomiędzy biegunami położenie dwojakie: jeśli są przez nie przyciągane, to dłuższą swą osią łączą oba bieguny (położenie osiowe, czyli południkowe), jeżeli zaś są odpychane, to dłuższa ich oś zajmuje położenie do poprzedniego prostopadłe (równikowe). Na jednym i tymże samym kryształach mogą występować rozmaite stopnie przyciągania lub odpychania, niekiedy nawet przyciąganie w jednym kierunku, odpychanie zaś — w drugim. Badania Faradaya, Plückera, Grailicha i v. Langa dowiodły, że rozkład działania magnetycznego w kryształach całkowicie odpowiada symetrii ich budowy wewnętrznej.

Kryształy regularne są w równej mierze przyciągane lub odpychane we wszystkich kierunkach. Tak np. zachowuje się regularny magnetyt: jest on we wszystkich kierunkach jednakowo paramagnetyczny. Kryształy o budowie wrzecionowatej zachowują się we wszystkich kierunkach, do osi głównej prostopadłych, jednakowo, w kierunku zaś tejże osi — inaczej. Romboedryczny syderyt i turmalin, tudzież tetragonalny wezuwian są ciałami paramagnetycznymi, atoli oś główna pierwszego przybiera położenie południkowe, obu zaś ostatnich — równikowe. Bizmut i kalcyt, lubo są ciałami romboedrycznymi i dyamagnetycznymi, posiadają przeciwieśną orientację magnetyczną — pierwszy południkową, drugi — równikową. Kryształy o budowie prostszej zawsze zachowują się inaczej w trzech prostopadłych do siebie kierunkach. W rombowym aragonicie, który jest ciałem dyamagnetycznym, największą różnicę odpychania zauważono w kierunkach, odpowiadających trzem osiom krystalograficznym. Oś pionowa  $c$  działa najsilniej, podłużna  $a$  — najsłabiej.

Płaszczyzna, w której leżą kierunki najsilniejszego i najsłabszego przyciągania, wykazuje pewną analogię do płaszczyzny osi optycznych. W kryształach rombowych, i wogóle optycznie dwuosiowych, leży ona jednak raz równolegle z tą ostatnią, drugi raz do niej prostopadłe.

Minerały bezpostaciowe zachowują się, jak regularne. Atoli ciśnienie wytwarza w nich pewną określoną orientację, podobnie jak wpływy cieplne i świetlne.

Magnetyzm znajduje bardzo ważne zastosowanie przy rozdzielaniu minerałów zmieszanych. Oddawna już posługiwano się zwyczajnym magnesem (podkową) celem wyciągania żelaza rodzimego ze sproszkowanego meteorytu, magnetytu zaś lub pirytu magnetycznego — ze sproszkowanej skały. W tym samym

celu Fouqué zastosował po raz pierwszy elektromagnes, ażeby mianowicie oddzielić minerały, zawierające żelazo, jak augit, amfibol, oliwin, od pozbawionych tego metalu, jakimi są feldspaty, kwarc i in.

Literatura. Plücker, Pogg. Ann. Ad. 72, 74. Philos. Transactions za r. 1858. Greiss, Pogg. Ann., t. 98. Faraday, Experimental researches, serya 22. Knoblauch i Tyndall, Pogg. Ann., t. 81. Grailich i v Lang, Sitzungsber. d. Wiener Akad., t. 32, str. 43. Fouqué, Mémoires d. l'Académie fr., t. 22, Nr. 11.

**148. Oznaczanie ciężaru właściwego.** Waga jednostki objętościowej, czyli ciężar właściwy, gatunkowy, objętościowy, jest wielkością stałą dla każdego minerału jednorodnego, o ile ważenie odbywa się za każdym razem w jednej i tejże samej temperaturze. Jeżeli za jednostkę objętości przyjmimy centymetr sześcienny, za jednostkę zaś wagi — gram, to liczby, jakie otrzymamy dla ciężarów właściwych, będą jednocześnie liczbami, wyrażającymi gęstość, jeśli pod tą ostatnią rozumieć będziemy stosunek pomiędzy wagą ciała a wagą równej objętości wody chemicznie czystej.

Liczne są dzisiaj w użyciu metody oznaczania ciężaru właściwego; polegają one na zastosowaniu wagi hydrostatycznej, piknometru oraz cieczy ciężkich.

Na wadze hydrostatycznej określamy naprzód bezwzględny ciężar  $M$  minerału badanego, następnie zawieszamy go na cienkiej nitce na jednym z talerzyków wagi, a przywróciwszy zachwianą równowagę, zanurzamy minerał w czystej wodzie. Ponieważ teraz talerzyk podnosi się ku górze, minerał bowiem wskutek doznawanego parcia zdaje się stawać lżejszym, musimy przeto, by znów przywrócić równowagę, na talerzyku z zawieszonym minerałem położyć obciążenie  $a$ . Poszukiwany ciężar właściwy jest zatem:

$$w = M : a$$

Stosując tę metodę, należy pamiętać o tem, by minerał badany odznaczał się jednorodnością, t. j. był pozbawiony obcych domieszek i próżni. Pograżone w cieczy kawałki nie powinny mieć na sobie pęcherzyków powietrza. Pozbyć się ich można, nacierając minerał wodą przed zanurzeniem. W razach, nie wymagających wielkiej ścisłości, A. Gadolin i autor proponują zastępować ciężarki konikami, jak w wadze rzymskiej, Jolly zaś wagę z ciężarkami rądzi zastąpić piórem sprężynowem, a to w celu zaoszczędzenia zarówno wagi hydrostatycznej, jak ciężarków.

Najbardziej rozpowszechnioną jest metoda piknometryczna. Piknometr jest to niski flakonik, zaopatrzony w doskonale przyszlifowaną i dopasowaną zatyczkę z cienkim kanalikiem wewnątrz. Waga piknometru, napełnionego wodą,  $P$  oznacza się raz nazawsze. Minerał wprowadza się do naczynia bądź w postaci grubszych okruszków, bądź też w postaci proszku. G. Rose dowiódł, że obawa otrzymania w ostatnim przypadku liczb za dużych nie jest uzasadnioną.

Skoro minerał o znanej wadze  $M$  wprowadzimy do próżnego piknometru, a pozostałą przestrzeń wypełnimy wodą, to oznaczając teraz wagę naczynia z wodą i minerałem przez  $G$ , otrzymamy:

$$w = \frac{M}{P + M - G}$$

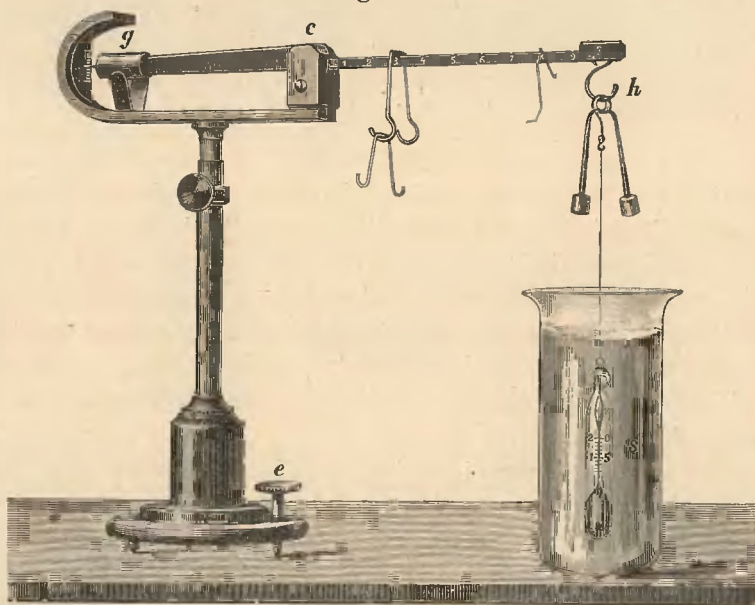


Przy tym sposobie oznaczania ciężaru właściwego należy również pamiętać o czystości minerału, wybierając okruchy i kawałki zupełnie jednorodne; próżnie i pory znoszą się w części lub całkowicie przez proszkowanie. Określania wielkości  $P$  i  $G$  dokonywa się z całą starannością, polegającą na zachowaniu tych samych szczegółów postępowania i napełnianiu piknometru wodą za każdym razem w jednakowej temperaturze. Celem wydalenia pęcherzyków powietrza, przystających do powierzchni okruchów i ukrytych wewnątrz drobniejszego proszku, piknometr wprowadzamy pod klosz pompy powietrznej lub trzymamy go na ogniu aż do zagotowania wody. Za pomocą piknometru możemy również badać minerały, których ciężar właściwy jest niższy od gęstości wody, a także możemy oznaczać ciężar właściwy cieczy. W tym ostatnim razie wypadnie tylko określić wagę piknometru, napełnionego minerałem ciekłym,  $F$ , tudzież wagę piknometru próżnego  $L$ ; wówczas

$$w = \frac{F - L}{P - L}$$

Metoda hydrostatyczna może też być zastosowana do określania gęstości cieczy, a przede wszystkim cieczy ciężkich, o których mówić będziemy w następstwie. W tym specjalnym przypadku posługujemy się zwykle wagą Westphala, fig. 373. Drażek jej na jednym końcu jest obciążony zgrubieniem  $g$ ,

Fig. 373.



które się równoważy z zawieszonym na drugim końcu klocek  $s$ , o ile ten wisi w powietrzu. Jeżeli klocek zanurzymy w czystej wodzie, to wskutek parcia tej ostatniej wzniesie się on nieco ku górze; dla przywrócenia równowagi drażka musimy na haczyku  $h$  zawiesić pewien ciężarek  $a$ . Gdybyśmy klocek zanurzyli w cieczy o gęstości 2, musielibyśmy haczyk  $h$  obciążyć dwoma takimi ciężarkami. Dla gęstości 3 musimy mieć w zapasie ciężarek  $3a$ . Oznaczania dzie-



siętnych dokonywamy za pomocą osobnych ciężarków, zwanych konikami (rajterami), nakładając je na prawe ramię drążka, podzielonego pomiędzy  $c$  i  $h$  na dziesięć równych części. Figura, wyżej zamieszczona, ilustruje doświadczenie z cieczą, której gęstość równa się 3·338. Wewnątrz klocka  $s$  osadzony jest termometr, mogący wskazywać temperaturę pokojową, nieco powyżej i poniżej 15° C.

Ciężar właściwy minerałów, rozpuszczających się w wodzie, określamy jednym ze sposobów, wyżej wymienionych, używając zamiast wody — alkoholu, benzolu lub oleju skalnego, a liczbę otrzymaną mnożąc przez ciężar właściwy cieczy, w doświadczeniu użytej.

Poniżej załączamy szereg minerałów ważniejszych, ułożony w porządku wzrastającego ciężaru właściwego.

0·6 . .	1·0	olej skalny, воск ziemny, woda.
1·0 . .	1·5	żywice, węgle, soda, sól glauberska.
1·5 . .	2·0	ałun, boraks, saletra, salmiak, koperwas żelaza.
2·0 . .	2·5	gips, sól kamienna, leucyt, zeolity, grafit, siarka.
2·5 . .	2·8	kwarc, feldspaty, nefelin, beryl, serpentyn, talk, kałcyt.
2·8 . .	3·0	aragonit, dolomit, anhydryt, tremolit, mika, boracyt.
3·0 . .	3·5	fluoryt, apatyt, amfibole, augity, oliwin, epidot, turmalin, topaz, dyament.
3·5 . .	4·0	syderyt, malachit, azuryt, limonit, korund.
4·0 . .	4·5	baryt, rutyl, chromit, chalkopiryt, blenda.
4·5 . .	5·5	hematyt, piryt, markasyt, antymonit, tetraedryt.
5·5 . .	6·5	magnetyt, kupryt, mispikiel, redrutyl, prустyt, pirargiryt.
6·5 . .	8·0	cerusyt, kasyteryt, galena, argentyt, żelazo.
8·0 . .	10·0	cynober, miedź, bizmut.
10·0 . .	14·0	srebro, ołów, rtęć.
15·0 . .	21·0	złoto, platyna.
21·0 . .	23·0	iryd.

**149.** Ciężar właściwy wielu minerałów możemy również oznaczyć przez zanurzanie i zawieszanie w cieczach ciężkich. Mineral w postaci drobnych kawałków lub proszku zanurza się w cieczy, która go z początku na sobie unosi. Przez rozcieńczanie roztworu i dokładne mieszanie nadajemy mu wkrótce taką gęstość, by mineral mógł pozostawać w każdym punkcie cieczy, nie tonąc i nie wpływając na wierzch. Gdy tym sposobem gęstość roztworu uczynimy równą gęstości mineralu, pozostanie nam tylko określić ciężar właściwy cieczy za pomocą wagi Westphala. Wążenie mineralu jest tu zbyteczne, a określenie jego gęstości może być dokonane na bardzo drobnym nawet okrucu.

Dla minerałów, których ciężar wł. nie przekracza 3·19, Thoulet, idąc śladami Sonnstadta i Churcha, zalecił roztwór jodku potasu i jodniku rtęci, którego gęstość najwyższa  $w = 3·196$ . D. Klein w tym samym celu zastosował roztwór borowolframianu kadmu, który w stanie najgęstszym ma  $w = 3·6$ , zwykle jednak nie przenosi 3·36. Ciecz Kleina nie jest tak trująca, jak ciecz Thouleta, ale rozpuszcza w sobie żelazo metaliczne i rozkłada węglany. Z innych cieczy ciężkich wspomnimy jeszcze o jodku barytu i jodniku rtęci ( $w = 3·57$ ), wypróbowanym

przez Rohrbacha, tudzież o jodku metylenu ( $w = 3.3$ ), zastosowanym po raz pierwszy przez Feussnera i Braunsa.

Metoda cieczy ciężkich doskonale się nadaje do rozdzielania mieszaniny minerałów, z jakimi mamy do czynienia w skałach złożonych. Proszek skały, należycie wypłukany i do jednostajności ziarna doprowadzony, zanurzamy w cieczy, którą stopniowo rozcieńczamy. Jeżeli gęstość roztworu doprowadzimy do 2.6, wówczas ortoklaz, którego  $w = 2.57$ , będzie pływać, gdy kwarc, którego  $w = 2.65$ , utonie. Goldschmidt do przybliżonego określenia gęstości roztworu używa t. zw. indykatorów, czyli drobnych okruchów mineralnych o znanym ciężarze właściwym, które zanurza w cieczy, zaczynając od najcięższych. Dölter metodę cieczy ciężkich łączy ze sposobem oddzielania za pomocą elektromagnesu, wskazanym przez Fouquégo.

Literatura. Kohlrausch, *Praktische Regeln zur genaueren Bestimmung des specifischen Gewichtes*, Marburg 1856. G. Rose, *Pogg. Ann.*, t. 73, str. 1. Schröder, tamże, t. 106, str. 226. Gadolin, tamże, str. 213. Autor, *Sitzb. d. Wiener Ak.*, t. 47. V. Thoulet, *Bull. soc. min.*, t. 2, str. 189. D. Klein, tamże, t. 4, str. 149. Goldschmidt, *Jahrb. f. Min.* 1881, t. d. I, str. 179. Dölter, *Sitzungsab. d. W. Ak.*, t. 85, str. 47. Zestawienie cięż. wł. minerałów podał Websky, *Mineralog. Studien*, I, Wrocław 1868.

### III. Mineralogia chemiczna.

**150. Analiza i synteza.** Zmiany, jakim minerały mogą podlegać, są dwojakiego rodzaju: w jednych razach zmieniają one tylko swoją postać zewnętrzną lub stan skupienia, w drugich zmiany te dotyczą samej substancji minerału pierwotnego i prowadzą do powstawania ciał nowych i odmiennymi właściwościami obdarzonych. Przeistoczenia tego ostatniego rodzaju polegają niekiedy na tem, że z jednego ciała powstają dwa lub kilka ciał nowych, które są poprostu częściami składowymi substancji pierwotnej. Kalcyt, mocno ogrzany, rozpada się na kwas węglany i wapno, woda pod wpływem prądu galwanicznego zamienia się na ciała lotne, wodór i tlen. Wyniki tych doświadczeń wyrażamy zwykle, jak następuje: kalcyt rozkłada się na dwie części składowe: kwas węglany i wapno, woda rozkłada się też na dwie części składowe: wodór i tlen. Pod kwasem węglanym, wapnem, wodorem rozumiemy tu przytem samą tylko ich substancję, bez względu na to, czy jest ona lotna, stała, czy ciekła. Rozkład odbywa się często w sposób pośredni. Tak np. z cynobru, zmieszanego i ogrzanego z dostateczną ilością żelaznych opiłków, otrzymujemy na dnie naczynia ciekłą rtęć, a nadto przekonujemy się, że opiłki żelazne zyskały na ciężarze i że zawierają teraz siarkę. Za pomocą ważenia postrzegamy, że ten przyrost na wadze łącznie z ciężarem otrzymanej rtęci wynosi tyle, ile ważył cynober, użyty w doświadczeniu. Stąd wnioskujemy, że cynober został rozłożony na rtęć i siarkę.

Postępowanie, mające na celu rozkładanie ciał, nazywamy wogóle rozbiorem chemicznym czyli analizą chemiczną. Odróżniamy analizę jakościową, wy-

krywającą tylko części składowe badanego ciała, tudzież analizę ilościową, określającą stosunek wagowy pomiędzy ciałem pierwotnem a otrzymanemi produktami, czyli częściami składowemi.

Postępowanie wprost przeciwne analizie nazywamy syntezą. Polega ona na zestawieniu warunków, w których ciała mogą się z sobą łączyć, z kilku skupiać się w jedno, będące jednostką stopnia wyższego.

Tak, łącząc wodór z tlenem, otrzymamy wodę, przepuszczając kwas węglany przez wapno, odtwarzamy znów kalcyt, ogrzewając rtęć z siarką, wywołujemy sublimację cynobru. Że i synteza odbywa się często drogą pośrednią, o tem przekonamy się niejednokrotnie w dalszym ciągu. Ponieważ stosunki wagowe są te same zarówno w postępowaniu analitycznem, jak syntetycznem, przeto analiza jest sprawdzeniem syntezy i odwrotnie. Tak pierwsza, jak druga, wspierając się nawzajem, prowadzą do poznania składu chemicznego ciał wogóle, a minerałów w szczególności. Stąd obiedwie te metody w operacjach chemicznych zastępują się i łączą nieustannie. Przytoczonej powyżej analizie cynobru towarzyszy jednocześnie synteza, albowiem siarka cynobru połączyła się z żelazem, dając nowe ciało, zwane siarkiem żelaza.

**151. Pierwiastki.** Rozkładanie ciał możemy doprowadzić tylko do pewnej granicy, która nie może być przekroczona ani na drodze postępowania bezpośredniego, ani pośredniego. Otrzymujemy w końcu ciała, nie dające się znanemi nam sposobami dalej rozkładać, a więc ciała proste, czyli pierwiastki. Ciała, które otrzymujemy przez rozkład wody, mianowicie wodór i tlen, dalszemu rozpadowi już ulegać nie mogą, przeto są pierwiastkami. Analiza kalcytu daje kwas węglany i wapno. Ciała te jednak możemy rozkładać dalej. Wiemy przecież, że paląc węgiel, łączymy go z tlenem i otrzymujemy kwas węglany, a dalej, że przez połączenie metalu wapnia z tlenem powstaje wapno. Tak więc kalcyt składa się z wapnia, węgla i tlenu, które są ciałami prostemi. Wymienione powyżej części składowe cynobru, mianowicie rtęć i siarka, są również pierwiastkami.

Dotychczas zdołano poznać około 70 ciał niezłożonych. Pomiędzy niemi wodór i tlen tworzą niejako miarę lub skalę dla wszystkich innych pierwiastków. Możemy je zatem klasyfikować ze względu na stosunek do wodoru i tlenu.

Ważniejsze pierwiastki możemy zebrać w gromady następujące:

1. Wodór (hydrogenium).
2. Lityn, sod, potas (metale alkaliczne).
3. Beryl, magnez, wapień, stront, bar, glin (metale ziem alkalicznych).
4. Miedź, srebro, złoto — rtęć, kadm, cynk — ołów, cyna, tytan.
5. Platyna, kobalt, nikiel, żelazo — mangan, chrom, molibden, wolfram.
6. Bizmut, antymon, arsen, wanad (metale kruche).
7. Bor, węgiel, krzem — fosfor, azot.
8. Telur, selen, siarka, tlen.
9. Jod, brom, chlor, fluor (chlorowce, haloidy).

Pierwiastki, przytoczone w szeregu 2 i 3, mogą też być nazwane metalami lekkimi, wymienione zaś w szeregu 4 i 5 — metalami ciężkimi. Srebro, złoto,



rtęć, platyna są metalami szlachetnymi; ciała proste szeregu 7 do 9 nazywamy metaloidami.

Wszystkie pierwiastki mają zdolność tworzenia z tlenem (oxygenium) związków, nazywanych tlenkami, jakkolwiek niektóre metale, mianowicie szlachetne, łączą się z tlenem trudno lub tylko na drodze pośredniej. Postępowanie, mające na celu połączenie z tlenem, nazywamy utlenianiem, dążące zaś do uwolnienia od tlenu — odtlenianiem, czyli redukcją. Siarka odgrywa rolę podobną tlenowi; związki jej otrzymały nazwę siarków.

Przyczynę łączenia się dwu ciał czy to prostych, czy złożonych nazywamy powinowactwem chemicznem. Stąd, gdy ciało, będące w zetknięciu z kilkoma innemi, łączy się przedewszystkiem z jednym tylko, powiadamy, że odznacza się ono względem tego ostatniego powinowactwem największem.

**152. Badanie drogą suchą.** Własności chemiczne minerałów są nadzwyczaj ważnemi znamionami rozpoznawczemi, albowiem doświadczenia chemiczne prowadzą zawsze do wyników określonych i dają się wykonywać nawet w tym przypadku, gdy minerał występuje w stanie zbitym lub nawet ziemistym, a więc gdy oznaczenie jego postaci krystalicznej i cech fizycznych jest niemożliwe. Stąd wykonanie prostej próby chemicznej staje się w wielu razach rzeczą nieodzowną, i dlatego też ci, którzy pragną określać minerały dokładniej, muszą koniecznie zapoznać się z metodami analizy jakościowej i nabrać w nich pewnej biegłości.

Jakościowe badanie minerału stałego przeprowadzamy albo na drobnych jego kawałkach, poddając je działaniu temperatury podniesionej (droga sucha), albo też badamy jego roztwór, dodając doń rozmaitych odczynników ciekłych (droga mokra).

Do badań ogniowych używamy zwykle bądź płomienia świecy, podniecanego za pomocą dmuchawki, bądź też płomienia gazu w lampce Bunsena. Spiczasty koniec niebieskiego płomienia dmuchawki posiada, skutkiem obfitego dopływu powietrza, nie tylko temperaturę wyższą od innych części płomienia, lecz prócz tego jeszcze nadmiar tlenu, działa więc utleniająco, gdy część płomienia świecąca, zawierająca cząstki rozżarzone węgla, dla braku dostatecznej ilości tlenu ma własności odtleniające. Podobnie i w płomieniu Bunsena odróżniamy wierzchołek i niebieskawą powłokę zewnętrzną, które działają utleniająco, od nieco świecącego stożka wewnętrznego, będącego środowiskiem odtleniającem.

Próbkę minerału badanego, której wielkość nie powinna zbyt różnić się od ziarenka prosa, umieszczamy na podkładzie z węgla drzewnego lub też wprowadzamy ją do ognia za pomocą pincety, zaopatrzonej w końce platynowe. W płomień Bunsena wprowadzamy próbkę zwykle na cienkim druciku platynowym, zginając go w pętelkę lub okręcając nim okruch, a raczej trzaskę; rzadziej używane są w tym celu pręciki węgla lub włókna azbestu.

Minerały, pękające i rozpryskujące się w ogniu, ogrzewamy naprzód w kolbce, a gdy rozpadną się na drobne cząstki, rozcieramy je na proszek, rozrabiamy go kroplą wody na ciasto, które przenosimy na węgiel i ogrzewa-

my powtórnie; masa tak przyrządzona zachowuje się nadal zupełnie spokojnie.

Do podobnegoż ogrzewania w kolbce uciekamy się często celem przekonania się, czy minerał badany nie wydziela jakiegokolwiek ciała lotnego i czy to ostatnie nie zbiera się na chłodniejszych częściach naczynia. Minerale, zawierające wodę, powodują przytem osiadanie subtelnej rosy lub nawet kropel wody, inne dają żółtą powłokę siarki lub czarny, metalicznie połyskujący nalot arsenu i t. d.

Niekiedy zamiast kolbki używamy rurki szklanej, na obu końcach otwartej, by umieszczona w niej próbka mogła być ogrzewana w strumieniu powietrza. Wydzielające się przytem ciała lotne, które sublimowały się w doświadczeniu poprzednim, tu ulegz muszą spaleni, pozostawiając charakterystyczne często produkty utleniania. Niektóre minerale siarkowe, w ten sposób ogrzewane, wydają zapach kwasu siarkawego (bezwodnika), minerale arsenowe wydzielają zwykle białe dymy, tworzące naloty krystaliczne i t. p.

Jeżeli ogrzewanie odbywa się na węglu, wydzielające się z minerału dymy tworzą niekiedy barwne osady, przybierające na brzegach, wskutek ciemnego tła, odcień niebieskawy lub zielonawy. Minerale antymonowe pozostawiają nalot biały, bizmutowe — żółty. Na węglu stapiamy również próbkę, zmieszana z innymi substancjami, a zwłaszcza z sodą. Ogrzewając taki stop przez czas dłuższy, możemy z minerałów, zawierających ołów, otrzymać kulkę ołowiu metalicznego, z minerałów miedzianych — kulkę miedzi, z cynowych — cyny i t. d.

Bardzo często uciekamy się do doświadczenia następującego. W oczku drutu platynowego topimy niewielką ilość sody, boraksu lub fosforanu sody i amonu, nazywanego przez skrócenie fosforanem; w otrzymaną tym sposobem perłę wprowadzamy przez topienie powtórne drobne ilości minerału sproszkowanego. Perły sodowa i fosforanowa używają się w badaniu krzemianów, boraksowa zaś i fosforanowa są bardzo pomocne w odróżnianiu wielu metali, których tlenki nadają stopom tym charakterystyczne zabarwienia.

Minerale, zawierające ciała lotne, jak siarkę, arsen, antymon, przed wykonaniem tego ostatniego doświadczenia, muszą być sproszkowane i przez pewien czas ogrzewane na węglu, czyli prażone.

W perle boraksowej oraz w kulce soli fosfornej, po stopieniu z próbką minerału badanego, tworzą się niekiedy kryształki o postaciach charakterystycznych, tak, że rozpatrując je pod mikroskopem, łatwo poznać możemy obecność niektórych pierwiastków. G. Rose a później Wunder i A. Knop wykazali użyteczność tej metody w wielu razach.

Próbki, ogrzewane w pincecie lub oczku drutu platynowego bez dodania ciał obcych, wykazują nie tylko stopień swej topliwości [142], lecz często także zjawiska, dowodzące zmian chemicznych. Wydzielanie się ciał lotnych prowadzi niekiedy do wzdymania się stopu, do tworzenia się i rozpryskiwania pęcherzyków. Stop może mieć zatem wygląd albo przezroczystego szkiełka, albo też masy emaliowej lub żuźlowatej. Zmiany, powstające podczas ogrzewania, dają się częstokroć wykazać przez to, że próbka zwilżona pozostawia na czerwonym papierze lakmusowym plamę niebieską, co jest dowodem reakcyi alkalicznej.



Zjawiskiem, które już oddawna zwracało uwagę badaczy, jest barwienie się płomienia dmuchawki za sprawą wprowadzonej doń próbki minerału. Minerale sodowe zabarwiają płomień dmuchawki na żółto, potasowe zaś nadają mu odcień białawo-fioletowy. Jeżeli jednak w mineralu zawarte są jednocześnie obydwa ciała barwiące, a mianowicie sod i potas, płomień będzie również żółty, albowiem zabarwienie fioletowe zostanie zamaskowane przez żółte. Ażeby jednak i w takich razach odróżnić oba te zabarwienia, uciekamy się, za przykładem Bunsena, do równoległościennego naczynia szklanego, wypełnionego wewnątrz roztworem tlenku miedzi w amoniaku, lub też do szkła kobaltowego, które pochłaniają i zatrzymują promienie żółte, przepuszczają zaś fioletowe, a więc filtrują niejako światło mieszane.

Celem dokładniejszego rozpoznania ciał, które, wydzielając się z ogrzewanej próbki minerału, zabarwiają płomień, musimy przedsięwziąć badanie płomienia zabarwionego za pomocą pryzmatu szklanego [103], według metody widmowo-analitycznej, wprowadzonej przez Bunsena.

Proszek minerału zwilża się na blasze platynowej trochę kwasu solnego lub siarczanego, w razie zaś większej oporności, zaprawia się fluorkiem amonu i kwasem siarczanym, bierze część tej mieszaniny w oczko drutu platynowego i wprowadza w brzezną część bunzenowskiego płomienia. Zabarwiony płomień badamy za pomocą niewielkiego spektroskopu, jaki się zwykle używa w pracowniach chemicznych. Początkujący powinni nasamprzód zapoznać się w szeregu osobnych doświadczeń z widmami ciał pojedynczych, tak, ażeby później mogli je rozpoznawać w mieszaninie.

Na tej drodze postępowania możemy wykryć w minerałach obecność litynu, sodu, potasu, wapnia, strontu, barytu, a także cezu, rubidu, indu.

Liter. Dzieła, przytoczone we wstępie; dalej, Wunder, Journ. f. prakt. Chemie, ser. 2, t. 1, str. 452; t. 2, str. 206. A. Knop, Ann. d. Chemie u. Pharm., t. 157, str. 363, tudzież t. 159, str. 36. Kennigott, Jahrb. f. Min., 1867, str. 77.

**153. Badanie drogą mokrą.** Metoda ta wymaga koniecznie, by minerał badany znajdował się w stanie roztworu wodnego. W niektórych przypadkach jest to zadanie łatwe, jeżeli mianowicie minerał rozpuszcza się lub rozkłada bezpośrednio w wodzie, jak sól kamienna, karnalit. Inne minerały są trudniej w wodzie rozpuszczalne, jak np. gips, inne znów rozpuszczają się w niej powoli, jak kizeryt.

Bardzo wiele minerałów nie rozpuszcza się w wodzie; te dają się przeprowadzić do roztworu za pomocą rozkładających je kwasów. Najpospoliciej używanymi w tym celu są kwasy: solny, azotny, rzadziej stosowany bywa kwas siarczany, częściej mieszanina kwasu solnego i azotnego (wódka królewska). Rozpuszczanie zazwyczaj przyspieszamy, ogrzewając roztwór; odbywa się ono bądź spokojnie, bądź też burzliwie, kiedy jest połączone z wydzielaniem się gazu. Pod wpływem kwasu solnego niektóre minerały wydzielają kwas węglany (dwutlenek węgla) w postaci pęcherzyków gazu, pozbawionego zapachu, już w temperaturze zwykłej, jak kalcyt, inne dopiero za ogrzaniem, jak dolomit, magnezyt. Kwas solny rozkłada też niektóre minerały siarkowe, rugując



z nich gaz, niemile rażący powonienie (siarkowódór), pod którego wpływie brunatnieje lub czarnieje papierek, zwilżony octanem ołowiu. Inne znów minerały, jak np. rudy manganowe, traktowane kwasem solnym, wydzielają chlor—gaz duszący o barwie żółto-zielonawej.

Kwas azotny rozkłada minerały, zawierające dwutlenek węgla, podobnie jak kwas poprzedzający. W zetknięciu z mogącymi się utleniać minerałami, jak np. metalami, kuprytem, magnetytem, siarkami, wydziela on gaz, zwany tlenikiem azotu, który na powietrzu, łącząc się dalej z tlenem, tworzy czerwono-brunatne dymy. Minerały siarkowe, poddane rozkładowi, wydzielają często—kroć ciało, pływające zwykle po powierzchni cieczy i łatwo dające się określić, jako siarka. Minerały antymonowe wydzielają osad biały, będący związkami tlenowymi antymonu.

Niektóre minerały, potraktowane kwasem solnym, rozkładają się, lecz również pozostawiają osad, składający się z kwasu tytanowego lub wolframowego. Inne znów, zawierające w składzie swoim krzem, wydzielają pod wpływem kwasów krzemionkę w postaci lekkiego i subtelnego proszku, jak np. apofilit, leucyt; jeszcze inne z kwasami niezbyt rozcieńczonymi dają krzemionkę galaretowatą, jak nefelin, galman.

Wiele minerałów, opierających się działaniu kwasów w postępowaniu zwykłym, ulega im i rozkłada się, skoro próbkę sproszkowaną umieścimy po—społu z kwasem w rurze szklanej której oba końce zalutujemy i ogrzejemy do 100° — 300°.

Za pomocą kwasów, powyżej wymienionych, nie zdołamy jednak zamie—nić na stan rozpuszczalny bardzo wielkiej liczby minerałów, których rozkład wymaga innych jeszcze metod. Najczęściej uciekamy się do stapiania z węglanem sodu i potasu oraz rozkładania otrzymanego stopu w kwasie solnym. Metoda ta stosuje się przede wszystkim do minerałów, zawierających krzemionkę. Te ostatnie możemy jednak rozkładać inną jeszcze drogą, a mianowicie działając na nie kwasem fluorowodornym lub fluorkiem amonu, a następnie ogrzewając i dodając kwasu siarczanego. Krzem ulatnia się przy takim postępowaniu w postaci kwasu fluorokrzmowodornego. Inne metody polegają na stapianiu z wodanem potasu lub kwaśnym siarczanem potasu. Stosujemy je wtedy, gdy minerał opiera się działaniu stopionych węglanów alkalicznych, tudzież kwasu fluorowodornego, jak np. korund, po części spinel.

**154.** Badanie drogą mokrą daje również możność zapoznania się z niektórymi zjawiskami natury ogólniejszej.

Kwasy i ich roztwory mają własność czerwienienia niebieskich ekstraktów roślinnych. Niebieski papierek lakmusowy, zanurzony w kwasie, zabarwia się na czerwono, co jest dowodem reakcji kwaśnej. Przeciwnie, ciała takie, jak np. tlenki metali alkalicznych, zwane alkaliami, mają własność przywracania szczerwienionemu przez kwas papierkowi lakmusowemu barwy pierwotnej. Czerwony papier lakmusowy, zanurzony w roztworze alkaliów, staje się niebieskim, co jest znów dowodem reakcji alkalicznej. Roztwór, nie wykazujący ani reakcji alkalicznej, ani też kwaśnej, nazywamy obojętnym. Mieszając

w odpowiednim stosunku roztwory alkaliczne z kwaśnemi, dojść możemy do ich całkowitego zubożenia.

Większa część metali ciężkich daje się strącać siarkowodorem w postaci siarków bądź z roztworów obojętnych, bądź też kwaśnych. Niektóre z otrzymanych tym sposobem osadów rozpuszczają się w siarku amonu.

**155. Rozpoznawanie części składowych w przypadkach prostszych.** Wskazówki, niżej podane, mogą być użyteczne przy badaniu minerałów, będących prostymi związkami chemicznymi, lub też przy wykrywaniu pojedynczych części składowych w związkach bardziej złożonych.

**Antymon.** Ogrzewanie na węglu z sodą lub bez niej sprowadza biały nalot, w pobliżu próbki często krystaliczny; pod wpływem płomienia osad ten ulatnia się i przenosi z jednego miejsca na drugie.

**Arsen.** Minerały arsenowe, ogrzewane na węglu, wydają w wielu razach zapach czosnku i pozostawiają białą powłokę, osiadającą w pewnym oddaleniu od próbki. Proszek minerału arsenowego, ogrzany w kolbce z cyankiem potasu i sodą, wydziela pary, które tworzą na szkle rodzaj zwierciadła metalicznego, żółknącego pod działaniem siarkowodoru.

**Azot.** W postaci amoniaku obecny jest w niewielu minerałach. Te, ogrzewane z ługiem potasowym, wydzielają gaz amoniakalny, który poznajemy po zapachu. W postaci kwasu azotowego występuje też w kilku minerałach, które na węglu rozżarzonym wybuchają.

**Baryt.** Daje się łatwo odkryć za pomocą spektroskopu. Roztwory barytowe za dodaniem kwasu fluorokrzmowodorowego wydzielają osad bezbarwny krystaliczny, roztwór zaś gipsu strąca z nich natychmiast osad biały, nie rozpuszczający się w kwasach.

**Beryl.** Za dodaniem do roztworu amoniaku powstaje osad biały, rozpuszczający się zarówno w ługu potasowym, jak w węglanie amonu.

**Bismut.** Próbką, ogrzaną na węglu, wydziela nalot tlenku bizmutu, który w stanie gorącym jest brunatny, oziębiając się zaś, zmienia barwę na jasno-żółtą. Z roztworu, obficie rozcieńczonego wodą, za dodaniem kropli roztworu soli kuchennej, wydziela się biały osad soli zasadowej.

**Bor.** Minerał sproszkowany ogrzewa się z kwasem siarczanym, poczem oblewa go się alkoholem, a ten ostatni zapala. W razie obecności boru płomień zabarwia się na zielono.

**Brom.** Próbką, umieszczoną w kolbce i oblaną stężonym kwasem siarczanym, wydziela pary bromu, które po kilku godzinach działania zabarwiają na żółto papier, przejęty krochmalem.

**Chlor.** Z roztworu w kwasie azotnym, za dodaniem azotanu srebra, wydziela się biały twarogowaty osad chlorku srebra, czerniejący na świetle i rozpuszczający się w amoniaku.

**Chrom.** Największa część związków daje perłę boraksową lub fosforanową, zabarwioną na piękny kolor zielono-szmaragdowy. Minerały chromowe z saletrą topią się na masę, która rozpuszcza się w wodzie i tworzy roztwór żółty; z tego ostatniego, za dodaniem octanu ołowiu, wydziela się osad żółty chromianu ołowiu.

**Cyna.** Przez ogrzewanie na węglu powstaje biały osad, nie znikający ani w płomieniu utleniającym, ani też w odtleniającym. Próbką, stopioną z sodą, daje kulkę cyny.

**Cynk.** Próbką, stopioną na węglu z sodą, wydziela nalot żółty w gorącu, biały po ostygnięciu; nalot ten, zwilżony roztworem kobaltu i wypalony, nabiera barwy zielonej, w płomieniu utleniającym nie ulatnia się. Wodan potasu i amoniak strącają z roztworu cynku osad biały galaretowaty, rozpuszczający się w nadmiarze odczynnika. Z roztworów tych pod wpływem siarkowodoru wydziela się biały siarek cynku.

**Fluor.** Proszek minerału ogrzewa się w tyglu platynowym ze stężonym kwasem siarczanym, przyczem tygiel pokrywa się płytką szklaną, oblaną stopionym woskiem, z wyjątkiem tych miejsc, które są pozbawione tej powłoki pociągnięciami ostrza drewnianego. Wydzielające się pary nagryzają miejsca obnażone. Dobrze jest wykonać próbę porównawczą w drugim tyglu, nie zawierającym minerału, lecz tylko kwas siarczany.

**Fosfor.** Obecność kwasu fosforowego w roztworze poznajemy, dodając doń salmiaku i amoniaku w ilości obfitej, a następnie rozczynu soli gorzkiej, poczem powstaje osad biały krystaliczny, rozpuszczający się w kwasach. Kwas fosforowy daje się również odkryć przez dodanie do badanego roztworu molibdenianu amonu w roztworze, mocno zaprawionym kwasem azotowym, i przez ogrzanie tej mieszaniny. Wydziela się z niej osad żółty, drobnziarnisty.

**Jod.** Próbką, oblaną w kolbce stężonym kwasem siarczanym, wydziela pary jodu, zabarwiające na niebiesko papier, nasycony krochmalem.

**Glin.** Minerały, zawierające glin, zwilżone roztworem kobaltu a następnie wypalone, w wieln razach zabarwiają się na niebiesko. Tlenek glinu, czyli glinka wydziela się z roztworu po dodaniu amoniaku w postaci osadu kłaczkowatego, białego, rozpuszczającego się w ługu potasowym, lecz opierającego się działaniu węglanu amonu.

**Kadm.** Płomień odtleniający powoduje osiadanie powłoki brunatnej lub pomarańczowo-żółtej. Z roztworów kwaśnych siarkowodor strąca osad cytrynowo-żółty, nie rozpuszczający się w siarku amonu.

**Kobalt.** Próbką, prażoną przez czas dłuższy w ogniu odtleniającym, tworzy z boraksem ładnie zabarwione szkiełko niebieskie.

**Krzem.** Krzemiany, stopione z fosforanem, rozkładają się, lecz pozostawiają w perle krzemionkę w postaci szkieletu lub proszku. Stopione z sodą, tworzą masę, z której kwas solny strąca galaretę krzemionkową. Ta, wysychając, zamienia się na proszek sam przez się biały, nie rozpuszczający się w zwykłych kwasach, ulatniający się całkowicie w mieszaninie kwasu fluorowodorowego i siarczanego.

**Lityn,** o ile sam tylko jest obecny, sprowadza karminowe zabarwienie płomienia; obecność sodu zabarwienie to maskuje, uciekać się więc wtedy należy do spektroskopu.

**Magnez.** Niektóre związki magnezu, pierwotnie białe, po zwilżeniu roztworem azotanu kobaltu i następnem wypaleniu, stają się różowymi. Obecność magnezu w roztworze poznajemy po białym krystalicznym osadzie, który powstaje, skoro doń dodamy rozczyntu salmiaku w nadmiarze oraz amoniaku i fosforanu sodu. Osad ten rozpuszcza się w kwasach (porówn. fosfor).

**Mangan.** Proszek, stopiony z sodą i trochą saletry, daje masę niebieskawo-zieloną. Najczęściej do otrzymania tego zabarwienia wystarczają drobne bardzo ilości minerału.

**Miedź.** Próbką wyprażoną daje z boraksem szkło niebieskie, zmieniające swoją barwę na brunatno-czerwoną w płomieniu odtleniającym. Proszek, stopiony z sodą na węglu, wydziela kulkę miedzi metalicznej.

**Molibden.** Próbką, stopioną z fosforanem w ogniu odtleniającym, daje szkiełko zielone, z boraksem zaś — brunatne.



- Nikiel.** Sproszkowaną próbkę minerału topi się z sodą na węglu, po ostudzeniu masę stopioną rozciera się powtórnie i rozpuszcza w wodzie celem oddzielenia nierozpuszczalnych cząstek magnetycznych niklu metalicznego. Te ostatnie, rozpuszczone w kropli kwasu azotowego, tworzą, za dodaniem amoniaku, roztwór ciemno-niebieski.
- Ołów.** Niektóre związki ołowiu dają na węglu nalot siarczano-żółty. Każda próbka minerału, zawierającego ołów, po stopieniu z sodą, wydziela kulkę ołowiu metalicznego. Kwas siarczany strąca z roztworów osad biały. chromian potasu — żółty.
- Platyna** występuje tylko w stanie rodzimym i z łatwością daje się poznać po własnościach fizycznych.
- Potas.** Nadaje płomieniowi barwę biało-fioletową, łatwo dającą się odróżnić za pomocą filtru świetlnego lub spektroskopu. Z roztworu chlorku potasu dodany chlor-nik platyny strąca osad krystaliczny, cytrynowo-żółty.
- Rtęć.** Próbką, ogrzana z sodą w kolbce, wydziela szary nalot, składający się z drobnych kropelek rtęci metalicznej.
- Selen.** Związki selenu dają w ogniu utleniającym ładną barwę niebieską i roztaczają zapach, przypominający rzodkiew. Na węglu pozostawiają szary nalot o wejżerzeniu metalicznym. W rurce szklanej tworzy się, za ogrzaniem, nalot czerwony.
- Siarka.** Próbką minerału topi się z sodą na węglu, otrzymany stop kładzie się na czystej monecie lub blasze srebrnej i zwilża wodą; powstająca przytem plama brunatna zdradza obecność siarki. Siarka w roztworach kwasu siarczanego daje się z łatwością wykryć za pomocą chlorku barytu, który strąca z nich osad biały, nie rozpuszczający się w kwasach.
- Sod.** Żółte zabarwienie płomienia; analiza widmowa.
- Srebro.** Kwas solny z roztworów azotanu srebra strąca osad biały, przypominający twaróg, czerniejący na świetle, rozpuszczalny w amoniaku.
- Stront.** Daje się łatwo wykryć na drodze badań spektroskopowych. Roztwór strontu z kwasem fluorokrzemowodornym osadu nie daje, z roztworem zaś gipsu tworzy po pewnym czasie osad biały.
- Telur.** Charakterystycznym jest biały, czerwono obrzeżony nalot, pozostawiany przez telur na węglu. Minerały, zawierające telur, nadają stężonemu kwasowi siarczannemu w pierwszej chwili ogrzewania barwę karminowo-czerwoną.
- Tlen.** Pierwiastek ten nie daje się wykryć bezpośrednio, o obecności jego przekonywamy się lub po prostu wnosimy na drodze pośredniej.
- Tytan.** Perła fosforanowa, wypalona w ogniu odtleniającym, ma barwę żółtą, póki jest gorąca, fioletową zaś, gdy ostygnie. W razie obecności żelaza, by zabarwienie fioletowe wywołać, dodać należy trochę sproszkowanego cynku. Prócz tego, kwas tytanowy w perlach płaskich odróżnić się daje pod mikroskopem z postaci krystalicznej. Masa, otrzymana po stopieniu z kwaśnym siarczanem potasu, rozpuszczona w słabym kwasie i pozostawiona przez pewien czas w zetknięciu z cynkiem lub cyną, daje roztwór fioletowy lub niebieski.
- Uran.** Perła fosforanowa w ogniu utleniającym ma kolor żółtego szkła uranowego, w odtleniającym zaś jest zielona.
- Wanad.** Kwas wanadowy tworzy z boraksem szkło żółte lub brunatne w płomieniu utleniającym, zielone w odtleniającym.
- Wapień.** Spektroskop wykrywa go z łatwością. Roztwór, nawet rozcieńczony, tworzy ze szczawianem amonu osad biały, rozpuszczalny w kwasach. Rozczyn gipsu osadu nie sprowadza.
- Węgiel.** W rzadkich tylko przypadkach zachodzi potrzeba osobnego określania węgla. Zetknięty z rozżarzoną saletrą, spala się z hukami. Gdy próbka jest w węgiel ubo-

ga, sałetra znosi jej czarne zabarwienie. Związki dwutlenku węgla (węglany) burzą się z kwasami, wydzielając gaz, pozbawiony zapachu.

Wodór w postaci wody. Przez ogrzewanie minerału w kolbce powstaje rosa, pokrywająca chłodniejsze części naczynia.

Wolfram. Proszek daje z sodą stop, który po wylugowaniu wodą tworzy ciecz, wydzielającą pod wpływem kwasu solnego biały osad kwasu wolframowego. Osad ten, wysuszony i ogrzany, ma barwę żółtą.

Żelazo. Niektóre związki żelaza, ogrzane na węglu, nabierają własności magnetycznych. Związki tlenikowe (bogatsze w tlen) dają perłę boraksową czerwoną, która, stygnąc, żółknie a w płomieniu odtleniającym staje się zieloną; związki tlenkowe (uboższe w tlen) dają odrazu tę ostatnią. Roztwór każdego minerału żelazistego, zagotowany z kwasem azotnym, wydziela za dodaniem amoniaku osad brunatny i kłaczkowaty, za dodaniem zaś żelazocyanku potasu — osad ciemno-błękitny.

Złoto. Próbką, ogrzaną na węglu, daje kulkę złota. Z tej ostatniej, dodając kwas azotnego, możemy wyciągnąć możliwą domieszkę srebra i wykryć je w otrzymanej cieczy sposobem znanym.

**156. Analiza mikrochemiczna.** Częstokroć zachodzi potrzeba rozpoznania części składowych minerału, który posiadamy tylko w nader ograniczonych ilościach. Jest to albo bardzo drobny kryształek, albo okruch nieznaczny, albo wreszcie jest to zaledwie widzialny gołym okiem punkcik szlif, składającego się z mieszaniny kilku minerałów. W podobnych razach musimy naprzód przekonać się pod mikroskopem o czystości owego kryształka, okruchu lub wyosobnionej cząstki szlif, a gdy czystość ta zostanie stwierdzoną, przeprowadzić próby na drodze mokrej. Jest to zatem analiza jakościowa na bardzo małą skalę. Do rozpuszczania i rozkładania używamy tych samych środków, jakie wymieniliśmy wyżej, mianowicie kwasu solnego, siarczanego, fluorowodorowego, a także fluorokrzemowodorowego. Często jedna kropla wystarcza, by otrzymać roztwór żądany. Czynność rozkładu prowadzimy zwykle na osobnem szkiełku przedmiotowem. Stosując kwas fluorowodorny albo fluorokrzemowodorny, musimy je wpierv pokryć warstewką balsamu kanadyjskiego a jeszcze lepiej, zamiast szkiełka, używać przezroczystej płytki barytovej. Bardzo często w tym samym celu używamy miseczki platynowej, w której też prowadzimy stapianie z sodą i rozkładanie otrzymanego stopu w kwasach. Ciecz, w ten sposób przygotowaną, traktujemy odczynnikami. Jeżeli następnie kroplę roztworu umieścimy na szkiełku przedmiotowem i pozwolimy jej wyschnąć, otrzymamy drobne kryształki nowopowstałych związków, które rozpatrujemy pod mikroskopem. Wnosimy tu zatem o obecności pierwiastku na podstawie postaci krystalicznej, właściwej pewnym jego związkom, np. obecność sodu poznajemy po szczególnych utworach krystalicznych fluorokrzemianu sodu, które powstają w opisanem powyżej postępowaniu, jeśli badana próbka sod zawiera. Analiza mikrochemiczna posługuje się zatem metodami, które przytoczyliśmy powyżej, poznając drogę badania mokrą. Kilka przykładów następujących wskaże sposoby rozpoznawania niektórych pierwiastków.

Wapień. Do rozłożonej próbki dodajemy kroplę kwasu siarczanego a otrzymany po odparowaniu cieczy osad rozpuszczamy w wodzie. Kropla roz-

tworu, wysychająca na szkiełku przedmiotowym, daje mikroskopijne kryształki gipsu, jak na fig. 374.

Magnez. Do roztworu dodajemy okruszynę fosforanu sodu i trochę amoniaku, odpowiednio do wskazówek, podanych w ustępie poprzedzającym. Tworzy się osad fosforanu amonu i magnezu o bardzo charakterystycznej postaci, fig. 375. Postępowanie odwrotne stosuje się do kwasu fosforowego.

Glin. Roztwór w kwasie siarczany, w zetknięciu z okruschem chlorku cezu, daje ładne kryształki ośmiościenne ałunu cezowego.

Fig. 374.

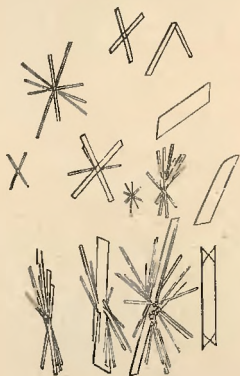


Fig. 375.

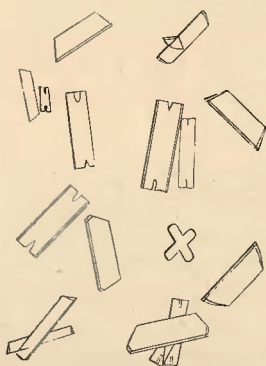
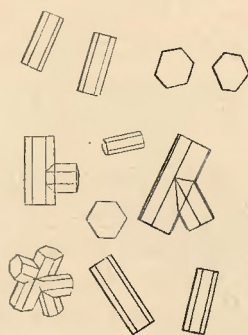


Fig. 376.



Sod. Minerale, zawierające sod, rozkładamy w kwasie fluorokrzemowodorowym, który, ulatniając się, pozostawia kryształki fluorokrzemianu sodu, fig. 376. Krzemiany sodowe dają te same kryształki z kwasem fluorowodorowym.

Liter. Bořický, Elemente einer neuen chemisch-mikroskop. Mineral- u. Gesteinsanalyse. Praga 1877. Lehmann, Ann. d. Physik. u. Chem., nowa seria, t. 13, str. 506. Streng, Jahrb. f. Min., 1883, t. II, str. 365, oraz t. n. Haushofer, Mikrochemische Reactionen, Brunświk 1885. Klement u. Renard, Reactions microchimiques, Bruksella 1886. Behrens, Ann. Ecole polit., Delft 1890.

**157. Oznaczenia wagowe.** Zrozumienie zjawisk chemicznych polega przede wszystkim na znajomości stosunków ilościowych, gdyż dopiero te ostatnie dają wyobrażenie o mechanizmie przemian chemicznych. Podobieństwo i różnice minerałów, jako związków chemicznych, występują wyraziście tylko wtedy, gdy poznamy ilości pierwiastków, składających ciała porównywane.

Oznaczanie stosunków wagowych polega na całym szeregu czynności, niekiedy skomplikowanych i wymagających wielkiej staranności, tudzież na bardzo dokładnem ważeniu. Wynikiem pracy są tutaj stosunki liczne, tem dokładniejsze, im czulsze są metody badania, im większą — uwaga i sprawność badacza. Najważniejszym jednak warunkiem dokładności analizy mineralnej jest zupełna czystość materiału. Ażeby ją osiągnąć, kruszymy minerał na drobne kawałki, z których wybieramy najczystsze, posługując się przytem mikroskopem lub mocno powiększającą lupą. W innych razach do pożądaney czystości prowadzi



metoda cieczy ciężkich [148]. Jeżeli pomimo to niepodobna usunąć domieszek obcych, rezultat rozbioru jest wtedy mniej dokładny.

Analiza ilościowa minerałów obejmuje obszerną dziedzinę metodyczną, którą należy posiadać praktycznie, która zatem nie może być przedmiotem niniejszego dzieła. Ażeby jednak dać przynajmniej przybliżone pojęcie o sposobach oznaczeń ilościowych, przytoczymy tutaj dwa następujące przykłady.

Oznaczenia wagowe opierają się oczywiście na tej zasadzie, że ciężar związku równa się sumie ciężarów jego części składowych, którą to zasadę nazywamy prawem zachowania materii. Metody rozbioru ilościowego są albo bardziej bezpośrednie, gdy minerał daje się rozłożyć na części składowe, które ważymy, albo też są one bardziej pośrednie, gdy minerał też rozkłada się na części pojedyncze, z których atoli każda musi być wprawdzie przeprowadzona w nowy związek, zanim zostanie zważona.

Przykładem oznaczeń bezpośrednich jest rozbiór getytu (rudy żelaznej iglastej). Próby jakościowe wykazują, że czysty minerał składa się z tlenku żelaza i wody. Dajmy na to, że odważyliśmy 0.734 grama, czyli 734 miligramy minerału sproszkowanego; ilość tę umieszczamy w rurce szklanej, którą mocno ogrzewamy, a wydzielającą się parę wodną zbieramy w połączonej z nią drugiej rurce, wypełnionej chlorkiem wapnia. Jeżeli rurka ta zyska przez to na wadze 75 miligr., czerwony zaś tlenek żelaza po wypaleniu waży 660 miligr., to wypadnie stąd, że

$$\begin{array}{rcl} 734 \text{ miligr. getytu zawierają: tlenku żelaza } & 660 & \\ \text{wody} & . & . & . & 75 \\ \hline & \text{razem} & 735. \end{array}$$

W doświadczeniu tem popełniliśmy zatem małą niedokładność, albowiem suma części składowych wynosi więcej, niż ciężar związku pierwotnego. Tego rodzaju błędy są jednak w doświadczeniach podobnych nieuniknione. Przez dłuższą wprawę poznajemy wielkość tego koniecznego błędu, pomimo którego analiza może być uważana za zupełnie dokładną.

Wyniki rozbioru zwykliśmy wyrażać w odsetkach, czyli procentach. W przypadku, wyżej przytoczonym, otrzymujemy je z proporcji: jeżeli 734 części minerału dały 660 jednostek wagowych tlenku żelaza, to 100 takichże jednostek da  $x$  części na wagę tlenku żelaza. Dalej, jeżeli 734 jednostki wagowe minerału dały 75 części wody, to 100 jednostek wagowych da  $y$  części wody.

$$\begin{array}{rcl} 734 : 660 = 100 : x & x = 89.92 \text{ proc. tlenku żelaza} \\ 734 : 75 = 100 : y & y = 10.22 \text{ „ } & \text{wody} \\ \hline & \text{razem} & 100.14 \end{array}$$

A więc i tutaj nadmiar 0.14 pochodzi z błędu doświadczenia.

Przykładem oznaczeń pośrednich jest analiza soli kamiennej. Częściami jej składowymi, jak to wykazuje próba jakościowa, są chlor i sod. Przypuśćmy, że odważyliśmy 345 miligr. minerału czystego i rozpuściliśmy go w wodzie; do otrzymanego roztworu dolewamy azotanu srebra dopóty, póki nie przestanie się tworzyć osad, będący chlorkiem srebra i zawierający w sobie wszystek chlor,

jaki przedtem był związany w soli. Po odfiltrowaniu, wypłukaniu i wysuszeniu niech osad ten waży 840 miligr. Ciecz, odsączona od osadu zawiera trochę azotanu srebra, ponieważ dodaliśmy go nieco więcej, niż to było niezbędnem. Strącamy go powtórnie kwasem solnym, a powstały osad chlorku srebra znów odciedzamy i usuwamy. W pozostałym roztworze mamy więc sod użytej do rozbioru soli kamiennej, tudzież pierwiastki kwasu azotnego i solnego. Jeżeli do mieszaniny tej dodamy jeszcze kwasu siarczanego i poczniemy ją ogrzewać, to kwas azotny, solny oraz nadmiar siarczanego stopniowo się ulotni, pozostanie zaś tylko stały siarczan sodu, który po wypaleniu waży, dajmy na to, 419 miligr.

Rozdzieliliśmy więc sól kamienną na dwie części składowe, z których każda została zważona w postaci osobnego związku, a mianowicie w postaci chlorku srebra i siarczanu sodu. W zestawieniach analitycznych znajdujemy, że w 100 częściach chlorku srebra zawiera się 24·74 części chloru, skąd obliczamy, że w 840 miligr. zważonego chlorku srebra jest chloru 207·8 miligr. Z tego samego źródła dowiadujemy się, że w 100 częściach siarczanu sodu mieści się 32·39 części sodu, skąd wypada, że w zważonych 419 miligr. tej soli powinno być 135·7 miligr. sodu. A więc

345 miligr. soli kamiennej zawiera:	chloru	207·8 miligr.,	czyli	60·23 proc.
	sodu	135·7    "    "    "		39·34    "
	razem	343·5 miligr.,	czyli	99·57 proc.

**158. Prawa stosunków wagowych.** Mineraly, zachowujące się w badaniu jakościowem zupełnie jednakowo, posiadające przeto własności identyczne, mineraly te, poddane rozbirowi chemicznemu, wykazują też same stosunki liczbowe pomiędzy częściami składowymi. Czysta sól kamienna bez względu na to, z jakiej pochodzi miejscowości, zawsze zawiera chlor i sod w jednakowym stosunku, wskazanym w przykładzie tylko co przytoczonym, a zmieniającym się nieznacznie tylko skutkiem nieuniknionych niedokładności badania. Czysty tremolit, pochodzący z tej lub owej miejscowości, statecznie wykazuje te same stosunki liczbowe pomiędzy magnezem, wapniem, krzemem i tlenem, które są jego częściami składowymi. Skoro zatem znajdziemy dla jakiegokolwiek minerału stosunki wagowe części składowych:

$$A : B : C : D : \text{i t. d.},$$

to wszystkie inne mineraly identyczne wykażą stosunki też same. Jest to prawo stałości stosunków wagowych, wyprowadzone na drodze empirycznej. Liczby *A, B, C, D* i t. d. nazywamy ciężarami związkowemi.

Przypuśćmy, że obok minerału, którego stosunki wagowe oznaczyliśmy w sposób powyższy, mamy drugi minerał, posiadający wprawdzie też same części składowe, ale swojemi własnościami różniący się od poprzedniego; minerał taki mieć będzie prawie zawsze odmienne stosunki wagowe lub tylko w bardzo rzadkich przypadkach—jednakowe; to samo da się powiedzieć o mineralu trzecim, który posiada części składowe związków poprzedzających, ale — odmienne własności. Pomiędzy stosunkami wagowymi tych minerałów zachodzi jednak

pewien związek, dający się wyjaśnić na przykładach, zaczerpniętych po części z ciał sztucznych, wytwarzanych w pracowniach.

Rozkładając czystą wodę, otrzymujemy 11·11 proc. wodoru i 88·89 proc. tlenu, a więc tlenu ośm razy więcej niż wodoru. Jeżeli jedną część na wagę wodoru oznaczmy przez  $H$ , 8 zaś części tlenu przez  $O$ , to stosunek ciężarów części składowych wody przybierze postać  $H : O$ . Dwutlenek wodoru również składa się z wodoru i tlenu, ale rozkładany, daje tylko 5·88 proc. wodoru na 94·14 proc. tlenu, czyli stosunek 1 : 16, a w znakowaniu powyższem  $H : 2 O$ , albowiem dwutlenek wodoru, zawierający tę samą ilość wodoru, co woda, tlenu ma od niej dwa razy więcej.

Całego szeregu przykładów dostarczają nam związki azotu z tlenem, wytwarzane przez chemików. Z tych tlenek azotu zawiera 63·64 proc. azotu na 36·36 proc. tlenu. Ażeby zachować powyższy sposób znakowania, wedle którego 8 części na wagę tlenu =  $O$ , obliczmy, ile części na w. azotu odpowiada 8 częściom na w. tlenu, a więc  $36·36 : 63·64 = 8 : x$ , skąd wypada  $x = 14$ . Oznaczając tedy 14 cz. na w. azotu przez  $N$ , możemy, zamiast stosunków procentowych, napisać 14 cz. na w. azotu : 8 cz. na w. tlenu, czyli  $N : O$ .

Dla dalszych związków podajemy obok składu procentowego wyniki obliczeń, jak następuje:

	azot	tlen	obliczenie	znaki
tlenek azotu . . . . .	63·64	: 36·36	= 14 : 8	= $N : O$
tlennik azotu . . . . .	46·67	: 53·33	= 14 : 16	= $N : 2 O$
bezwodnik kwasu azotawego. . . . .	36·84	: 63·16	= 14 : 24	= $N : 3 O$
„ „ azotnego . . . . .	25·93	: 74·07	= 14 : 40	= $N : 5 O$

Widzimy stąd, że stosunek ciężarów związkowych w tlenku azotu jest, jak  $N : O$ , w innych zaś związkach wymienionych, jak  $N : m O$ , gdzie  $m$  jest liczbą całkowitą.

Podobnej zasadzie ulegają też związki złożone z wielu pierwiastków, jak np. następujące minerały, dla których podajemy poprostu stosunki obliczone, pomijając ilości procentowe ich ciężarów:

	wapień	magnez	krzem	tlen	znaki
peryklaz . . . . .	—	: 12	: —	: 8 =	$Mg : O$
enstatyt . . . . .	—	: 12	: 14	: 24 =	$Mg : Si : 3 O$
forsteryt . . . . .	—	: 24	: 14	: 32 =	$2 Mg : Si : 4 O$
dyopsyd . . . . .	20	: 12	: 28	: 48 =	$Ca : Mg : 2 Si : 6 O$
tremolit . . . . .	20	: 36	: 56	: 96 =	$Ca : 3 Mg : 4 Si : 12 O$

W znakowaniu tem  $Mg$  oznacza 12 części na wagę magnezu,  $Ca$  — 20 cz. na w. wapnia,  $Si$  zaś — 14 cz. na w. krzemu.

Ogólne więc prawo, rządzące stosunkami wagowemi, opiewa: jeżeli dla jakiegokolwiek związku znaleźliśmy stosunek wagowy:

$$A : B : C : D : \text{i t. d.},$$

to stosunek ciężarów dla wszystkich innych związków, też same zawierających pierwiastki, będzie:

$$m A : n B : p C : q D : \text{i t. d.},$$



gdzie współczynniki  $m$ ,  $n$ ,  $p$ ,  $q$  są liczbami całkowitymi. W ostatnim przykładzie mamy liczbę 1, która się w pisaniu pomija, dalej 2, 3, 4, 6, 12. Stosunek współczynników jest więc zawsze wymierny. Prawo to, zwane dawniej prawem wielokrotności stosunków, dowodzi zarazem, że stosunki wagowe wszystkich związków, składających się z tych samych pierwiastków, mogą być wyprowadzone z jednego połączenia, jeżeli jego ciężary związkowe pomnożymy przez liczby całkowite. Ciężary części składowych tych związków, które zostały wybrane za podstawę porównywania, nazywamy ciężarami równoważników. W przykładach powyższych woda, tlenek azotu, perykraz i t. p. są właśnie takimi podstawami, z których wyprowadziliśmy ciężary równoważnikowe:  $H=1$ ,  $O=8$ ,  $N=14$ ,  $Mg=12$  i t. d. Znaki  $H$ ,  $O$ ,  $N$ ,  $Mg$  i t. d. nazywamy znakami równoważników. Oznaczają one, popierwsze, jakość części składowych, np. wodór, tlen, azot i t. d., a powtórę ich ilość, mianowicie 1, 8, 14 części na wagę i t. d.

Łatwo zauważyć, że prawo stałych stosunków wagowych posiada pewne podobieństwo do prawa stałości kątów dwuściennych na kryształach, a dalej, że prawo wymierności stosunków związkowych, co do swej formy, najzupełniej odpowiada prawu parametrów. Zgodność ta nie jest bynajmniej przypadkiem, albowiem polega na tem, że z jednej strony kryształy, z drugiej — materia w ogólności składają się, jak to sobie łatwo wystawić możemy, z cząsteczek, obdarzonych ciężarami statecznemi.

**159. Wyjaśnienie.** W części morfologicznej i fizycznej uciekaliśmy się często do wyobrażenia, wedle którego ciała składają się z cząsteczek, czyli molekuł zawieszonych. Minerale jednorodne, jak woda, sól kamienna, są zatem zbudowane z molekuł zupełnie jednakowych. Skoro tedy ciało tego rodzaju doznaje przeistoczeń substancjonalnych, molekuły jego muszą podlegać zmianom. Kiedy rozkładamy wodę na wodór i tlen, to zjawiska tego inaczej sobie wystawić nie możemy, jak że molekuły wody rozpadają się na części, z których powstają nowe molekuły, mianowicie tlenu i wodoru.

Ta podzielność molekuł i zdolność powstających stąd części do łączenia się w nowe molekuły da się doskonale wytłómaczyć za pomocą przypuszczenia, iż cząsteczki składają się z ciałek określonego ciężaru, które wszakże są już dalej niepodzielne. Te przypuszczalne ciałka zostały nazwane atomami. Cząsteczka zatem jest układem atomów swobodnie zawieszonych, lecz przyciągających się nawzajem, a więc jakby układem planetarnym na małą skalę. Ciało jednorodne jest zespoleniem nadzwyczaj wielkiej ilości takich układów. Możemy więc wyobrazić sobie cząsteczkę, posiadającą ciężar  $M'$  i składającą się z czterech jednakowych atomów. Założywszy, że każdy z tych atomów ma ciężar  $A$ , otrzymamy  $M' = 4A$ . Ciało, składające się z takich cząsteczek, jest ciałem chemicznie prostem. Jeżeli jednak wyobrazimy sobie inną molekułę, której waga jest  $M$  i która składa się z atomów różnorodnych, to może ona zawierać dwa atomy z rodzaju wyżej wymienionego, dalej trzy atomy innego rodzaju, z których każdy ma ciężar  $B$ , jeszcze jeden atom trzeciego rodzaju o ciężarze  $C$ ,

wreszcie cztery atomy czwartego rodzaju, z których każdy posiada ciężar  $D$ . Wówczas

$$M = 2A + 3B + C + 4D.$$

Gdybyśmy mogli rozkładać pojedyncze molekuly a powstające stąd ciała proste ważyć, otrzymalibyśmy stosunek wagowy

$$2A : 3B : C : 4D.$$

Ponieważ jednak ciało jednorodne jest skupieniem wielu jednakowych cząsteczek  $M$ , przeto rozkładanie większej jego masy również doprowadzić musi do wyżej przytoczonego stosunku wagowego.

Wyjaśnienie prawa ciężarów związkowych jest teraz rzeczą prostą. Jak to już Dalton wykazał, ciężary związkowe, a w szczególności wspomniane poprzednio ciężary równoważników, są poprostu ciężarami stosunkowymi pojedynczych atomów, współczynniki zaś  $m$ ,  $n$ ,  $p$ ,  $q$  i t. d. są liczbami, wyrażającymi ilości jednakowych atomów, zawartych w danej cząsteczce. Ze te współczynniki muszą być liczbami całkowitemi, jest to teraz zupełnie zrozumiałem.

Wyjaśnieniem tem, które powiada, że wymierność stosunku ciężarów związkowych jest niezbędnym skutkiem składania się cząsteczek z atomów, zadawalniano się przez czas dłuższy, albowiem wystarcza ono do zrozumienia wielu zjawisk chemicznych. Atoli doświadczenia, które sięgały głębiej i miały na celu oznaczenie stosunkowego ciężaru atomów, a więc wyrażenie, ile razy atom jednego rodzaju jest cięższy od atomu rodzaju drugiego, dowiodły wkrótce, że przytoczone powyżej tłómaczenie bez dalszych wyjaśnień nie jest w tym celu zupełnie wystarczającym. Wypływa to już z przykładu następującego. Stosunek wagowy części składowych wody, 1 cz. wodoru : 8 cz. tlenu, wyrażano poprzednio przez  $H : O$ . Można więc było utrzymywać, że cząsteczka wody składa się z jednego atomu wodoru i jednego atomu tlenu, że atom tlenu jest przeto 8 razy cięższy od atomu wodoru, że odpowiednio do tego ciężar cząsteczki wody  $W$  jest 9 razy większy od ciężaru atomowego wodoru, gdyż  $W = H + O$ . Ten sam stosunek wagowy daje się jednak wyrazić przez 2 cz. na w. wodoru: 16 cz. na w. tlenu, czyli przez  $2 \times 1 : 16$ , a zgodnie z tem można twierdzić, że w cząsteczce wody obecne są dwa atomy wodoru i tylko jeden atom tlenu  $O'$ , który jest wszakże 16 razy cięższy od jednego atomu wodoru. W tem ostatniem założeniu mielibyśmy zatem stosunek  $2H : O'$ , waga zaś cząsteczki wody  $W'$  byłaby 18 razy większą od wagi jednego atomu wodoru, albowiem  $W' = 2H + O' = 18$ . Prócz tego, możnaby jeszcze przytoczyć wiele innych rozumowań. Stąd rodzi się pytanie, czy liczby równoważników mogą być braue za jedno z ciężarami atomowymi.

**160. Ciężary cząsteczkowe i atomowe.** Metoda oznaczania względnych ciężarów atomowych polega na badaniu stosunków objętościowych ciał lotnych. Skoro weźmiemy równe objętości rozmaitych gazów lub par i zważymy je, to z porównania ciężarów otrzymamy liczby, które wyrażają tych ciał gęstości. Dajmy na to, że mamy do porównania litr wodoru, bromu i bromowodoru; drogą ważenia przekonamy się, że litr bromu jest 80 razy, litr zaś bromowodoru  $40\frac{1}{2}$  raza cięższy od litru wodoru. Gęstości ich pozostają zatem w stosun-

ku 1 : 80 : 40½. Wedle poglądu, wypowiedzianego po raz pierwszy przez Avo-  
gadra, a następnie potwierdzonego wielu doświadczeniami fizycznymi i chemi-  
cznymi, równe objętości ciał lotnych zawierają jednakową liczbę cząsteczek.  
Stąd w jednym litrze bromu mieści się tyleż cząsteczek, co w jednym litrze wo-  
doru. Ponieważ tedy litr bromu jest cięższy od litra wodoru 80 razy, przeto  
i każda oddzielna cząsteczka bromu musi być 80 razy cięższa w porównaniu  
z jedną cząsteczką wodoru, podobnież każda cząsteczka bromowodoru musi być  
od tej ostatniej 40½ raza cięższa. Gęstości gazów tak więc się mają do siebie,  
jak odpowiednie ciężary cząsteczkowe.

Porównanie składu chemicznego prowadzi o krok naprzód. Wodór i brom  
są ciałami prostymi, bromowodór zaś jest tych ciał związkiem, zawierającym  
w 40½ cz. na wagę tylko ½ cz. wodoru, pozostałe zaś 40 cz. bromu. Gdy-  
byśmy przeto ciężar molekularny bromowodoru przyjęli za równy 40½, ilość  
wodoru, zawartego w cząsteczce, wynosiłaby wówczas mniej niż 1 atom, a mia-  
nowicie ½, podczas gdy waga atomowa wodoru w samym założeniu została wy-  
brana za jednostkę  $H = 1$ .

Ażeby sprzeczność tę usunąć, musimy liczbę, wyrażającą ciężar cząsteczko-  
wy bromowodoru zdwoić, czyli uczynić równą 81. W ilości tej na 1 część wo-  
doru wypadłoby 80 cz. na wagę bromu, czyli molekula bromowodoru składa-  
łaby się wówczas z jednego atomu wodoru i jednego atomu bromu, a więc  
 $H + Br = 1 + 80 = 81$ . Tego zdwojenia musimy jednak dokonać na wszyst-  
kich liczbach, któremi powyżej oznaczyliśmy gęstości gazów, i wtedy dopiero  
otrzymamy ciężary cząsteczkowe. Skoro czynność tę zastosujemy do wszystkich  
innych przypadków, nigdzie więcej owej sprzeczności nie dostrzeżemy.

Ciężary cząsteczkowe wodoru, bromu i bromowodoru będą więc od-  
tąd 2, 160, 81, zamiast dotychczasowych 1, 80, 40½. Ciężar molekularny gazu wo-  
dornego jest przeto = 2, cząsteczka wodoru jest dwa razy cięższa od atomu  
wodoru, składa się ona z 2 atomów wodoru:  $H + H = 2$ . Cząsteczka bromu  
również składa się z dwóch atomów:  $Br + Br = 80 + 80 = 160$ .

Teraz możemy już odpowiedzieć na pytanie, które postawiliśmy w ustępie  
poprzedzającym a które dotyczyło wielkości cząsteczkowej wody. Para wody  
jest 9 razy gęstsza od wodoru, stąd ciężar cząsteczkowy wody = 18, a więc  
w istocie jest 18 razy większy od ciężaru atomowego wodoru.

Ciężar molekularny  $M$  gazu jednorodnego zostanie poznany, skoro określi-  
my, ile razy jest on gęstszy od wodoru, a liczbę otrzymaną  $D$  pomnożymy  
przez 2. Analizując gazy, możemy wnosić o składzie ich cząsteczek z atomów,  
jak to zresztą widać z przykładów następujących:

gazy	$D$	$M$	cząsteczka zawiera na wagę:	w ciężarach atomowych:
wodór . . . .	1	2	2 cz. wodoru . . . . .	2 H
woda . . . .	9	18	2 cz. wodoru, 16 tlenu . . . .	2 H + O
tlen . . . .	16	32	32 cz. tlenu . . . . .	2 O
chlorowodór .	18½	36½	1 cz. wodoru, 35½ chloru . . .	H + Cl
chlor . . . .	35½	71	71 cz. chloru . . . . .	2 Cl



gazy	D	M	cząsteczka zawiera na wagę:	w ciężarach atomowych:
amoniak . . .	8 $\frac{1}{2}$	17	3 cz. wodoru, 14 azotu . . .	3 H + N
tlenek azotu . .	22	44	28 cz. azotu, 16 tlenu . . .	2 N + O
tlennik azotu . .	15	30	14 cz. „ 16 „ . . .	N + O

Przykłady te wskazują, że, skoro znany jest ciężar cząsteczkowy, możemy za pomocą stosunków wagowych, otrzymanych z analizy, sądzić o ciężarze atomów, przyjmując za nie najmniejsze ilości na wagę ciała prostego, w jakich ono wchodzi do składu cząsteczek. Na tej drodze dokonano z wielkiem prawdopodobieństwem oznaczeń ciężaru atomowego pierwiastków, będących częściami składowymi gazów i par albo też ciał, które przez ogrzewanie mogą być w parę zamienione. Co zaś się tyczy tych ciał prostych, które związków lotnych nie tworzą, to wnioskowanie o ich ciężarze atomowym powinno polegać na dokładnem zestawieniu i porównaniu innych własności fizycznych, jak ciepło właściwe, równopostaciowość. Po bliższe w tym względzie szczegóły odsyłamy do „Zasad chemii teoretycznej“ Lotaryusza Meyera (w przekładzie polskim Br. Znatowicza, Warszawa 1899. Dodat. do tyg. „Wszechświat“).

Ciężary atomowe pierwiastków, używane obecnie w obliczaniach składu ciał złożonych, podajemy w liczbach okrągłych na tablicy następującej. Znaki atomów, czyli symbole są skrótami łacińskiej nazwy pierwiastku. W razach następujących imiona te więcej lub mniej różnią się od nazw polskich.

Antymon	=	stibium.	Potas	=	kalium.
Azot	=	nitrogenium.	Rtęć	=	hydrargyrum.
Cyna	=	stannum.	Siarka	=	sulphur.
Cynk	=	zincum.	Sod	=	natrium.
Cyrkon	=	zirconium.	Srebro	=	argentum.
Fosfor	=	phosphorus.	Tlen	=	oxygenium.
Glin	=	aluminium.	Wapń	=	calcium.
Kadm	=	cadmium.	Węgiel	=	carbo.
Krzem	=	silicium.	Wodór	=	hydrogenium.
Miedź	=	cuprum.	Złoto	=	aurum.
Ołów	=	plumbum.	Zelazo	=	ferrum.

Pozatem nazwy pierwiastków polskie, tak co do brzmienia, jak co do pi-sowni, są zbliżone do imion łacińskich lub wprost z niemi identyczne.

Nazwa	Znak	Ciężar atomu	Nazwa	Znak	Ciężar atomu
Antymon . . .	Sb . .	120	Cez . . . . .	Cs . .	133
Arsen . . . . .	As . .	75	Chlor . . . . .	Cl . .	35.4
Azot . . . . .	N . .	14	Chrom . . . . .	Cr . .	52
Bar (baryt) . . .	Ba . .	137	Cyna . . . . .	Sn . .	118.1
Beryl . . . . .	Be . .	9.1	Cynk . . . . .	Zn . .	65.3
Bizmut . . . . .	Bi . .	208	Cyrkon . . . . .	Zr . .	90.5
Bor . . . . .	B . .	11	Dydym . . . . .	Di . .	142.1
Brom . . . . .	Br . .	80	Erb . . . . .	Er . .	166
Cer . . . . .	Ce . .	140	Fluor . . . . .	F . .	19

Nazwa	Znak	CieŜar atomu	Nazwa	Znak	CieŜar atomu
Fosfor . . . . .	P . . . . .	31	Rod . . . . .	Rh . . . . .	103
Gal . . . . .	G . . . . .	69·9	Rtęć . . . . .	Hg . . . . .	200
Germ . . . . .	Ge . . . . .	72·3	Rubid . . . . .	Rb . . . . .	85·3
Glin . . . . .	Al . . . . .	27	Ruten (rut) . . . . .	Ru . . . . .	101·5
Ind . . . . .	In . . . . .	113·6	Samar . . . . .	Sa . . . . .	150·1
Iryd . . . . .	Ir . . . . .	193	Selen . . . . .	Se . . . . .	79
Iterb . . . . .	Yb . . . . .	173	Skand . . . . .	Sc . . . . .	44
Itr . . . . .	Y . . . . .	89	Siarka . . . . .	S . . . . .	32
Jod . . . . .	J . . . . .	126·7	Sod . . . . .	Na . . . . .	23
Kadm . . . . .	Cd . . . . .	112	Srebro . . . . .	Ag . . . . .	107·9
Kobalt . . . . .	Co . . . . .	59	Stront . . . . .	Sr . . . . .	87·5
Krzem . . . . .	Si . . . . .	28·3	Tal . . . . .	Tl . . . . .	204
Lantan . . . . .	La . . . . .	138·2	Tantal . . . . .	Ta . . . . .	182
Lityn (lit) . . . . .	Li . . . . .	7	Telur . . . . .	Te . . . . .	125
Magnez (magn) . . . . .	Mg . . . . .	24·3	Tlen . . . . .	O . . . . .	16
Mangan . . . . .	Mn . . . . .	55	Tor . . . . .	Th . . . . .	232
Miedź . . . . .	Cu . . . . .	63·4	Tytan . . . . .	Ti . . . . .	48
Molibden . . . . .	Mo . . . . .	96	Uran . . . . .	U . . . . .	239
Nikiel . . . . .	Ni . . . . .	58·5	Wanad . . . . .	V . . . . .	51·2
Niob . . . . .	Nb . . . . .	94	Wapń (wapien) . . . . .	Ca . . . . .	40
Ołów . . . . .	Pb . . . . .	206·7	Węgiel . . . . .	C . . . . .	12
Osm . . . . .	Os . . . . .	191	Wolfram . . . . .	W . . . . .	184
Palad . . . . .	Pd . . . . .	106·4	Wodór . . . . .	H . . . . .	1
Platyna . . . . .	Pt . . . . .	194·5	Złoto . . . . .	Au . . . . .	197
Potas . . . . .	K . . . . .	39·1	Żelazo . . . . .	Fe . . . . .	56

CieŜary atomowe pierwiastków niedawno odkrytych, jak argonu (Ar = 40?), helu (He = 4?) i in., nie zostały jeszcze dokładniej oznaczone.

W czasach najnowszych chemicy niemieccy z Landoltem, Ostwaldem i Seukerem na czele, podnosząc słusznie wielkie znaczenie tlenu i związków tlenowych, za odpowiedniejszą jednostkę cieŜarów atomowych uznali tlen (O = 16·00), skutkiem czego liczby, wyrażające cieŜary atomowe innych pierwiastków, uległy pewnym, aczkolwiek nieznacznym, zmianom. Ponieważ zgodzono się używać tych nowych wartości w obliczeniach rozbiórów chemicznych, przeto tłómacz uważa, że będzie to z pożytkiem czytelnika, jeśli tu jeszcze raz zamieści tabliczkę tych pierwiastków, których c. at. z przyjęciem tlenu za 1 uległ zmianie. Wprowadzenie odpowiednich zmian w dalszym ciągu dzieła nie było wszakże w jego mocy.

Azot . . . . .	14·04	Gal . . . . .	70	Miedź . . . . .	63·6
Bar . . . . .	137·4	Germ . . . . .	72	Ołów . . . . .	206·9
Bismut . . . . .	208·5	Glin . . . . .	27·1	Palad . . . . .	106
Brom . . . . .	79·96	Ind . . . . .	114	Platyna . . . . .	194·8
Chlor . . . . .	35·45	Jod . . . . .	126·85	Potas . . . . .	39·15
Chrom . . . . .	52·1	Krzem . . . . .	28·4	Rtęć . . . . .	200·3
Cyna . . . . .	118·5	Lantan . . . . .	138	Rubid . . . . .	85·4
Cynk . . . . .	65·4	Lityn . . . . .	7·03	Ruten . . . . .	101·7
Cyrkon . . . . .	90·6	Magnez . . . . .	24·36	Samar . . . . .	150

Selen . . . . .	79.1	Stront . . . . .	87.6	Tytan . . . . .	48.1
Skand . . . . .	44.1	Tal . . . . .	204.1	Uran . . . . .	239.5
Siarka . . . . .	32.06	Tantal . . . . .	183	Węgiel . . . . .	12.00
Sod . . . . .	23.05	Telur . . . . .	127	Wodór . . . . .	1.01
Srebro . . . . .	107.93	Tlen . . . . .	16.00	Złoto . . . . .	197.2

(Patrz: Berichte d. deutsch. Chem. Gesell., t. XXXI, 2761, r. 1898. Porównaj także referat p. S. Niemczyckiego, podany w Kosmosie, r. 1899, str. 344).

**161. Wzory.** Używane obecnie wzory chemiczne, ze względu na swoje znaczenie, są dwójakiego rodzaju. Związki, których ciężar cząsteczkowy został poznany przez oznaczenie gęstości pary, mogą być wyrażane za pomocą wzorów, wyszczególniających liczbę atomów, zawartych w cząsteczce, np.  $H + H + O$ , czyli  $H_2O$ . Dla związków zaś, których ciężar cząsteczkowy nie jest dotychczas znany, jak to ma miejsce ze wszystkimi prawie minerałami, możemy tylko podawać stosunki wagowe, wyrażone w ciężarach atomowych. Wzory, używane w mineralogii, są więc prawie wyłącznie wzorami stosunków atomowych, jak np. wzór pirargirytu  $3Ag : As : 3S$ . W obu rodzajach wzorów zarówno znak większości, jak stosunku zwykliśmy opuszczać, spółczynniki zaś — pisać po stronie prawej u dołu, zamiast z przodu, np.  $H_2O$  lub  $Ag_3 As S_3$ . Zewnętrznie więc nie masz różnicy pomiędzy obydwoima rodzajami wzorów. Nie należy się jednak tem zrażać. Powinniśmy przedewszystkiem pamiętać o tem, że wzór minerału, będącego tylko wyrazem stosunku atomów, możemy mnożyć i dzielić przez dowolne liczby, nie zmieniając tem bynajmniej jego istoty.

O ile jednak wzór nie ma lub nie może wyrażać więcej nad stosunki wagowe części składowych, piszemy go zwykle w postaci najprostszej, czyli skróconej, t. j. używamy spółczynników najmniejszych, a więc  $Ag_3 As S_3$ , zamiast np.  $Ag_6 As_2 S_6$  i t. p. Jeżeli atoli chcemy zachować analogię do pokrewnych związków sztucznych lub wyrazić przypuszczalny wzór cząsteczkowy, piszemy niekiedy liczby wyższe, nawet gdyby się one dały skrócić, np. w chalkopirycie  $Cu_2 Fe_2 S_4$ . W tych razach, kiedy pewne grupy atomów stale się powtarzają, piszemy spółczynniki przed ich znakami, po nich zaś kładziemy kropkę lub zawieramy je w nawias, np.  $2 NH_4 \cdot SO_4$ ,  $(NH_4)_2 SO_4$  lub  $2 (NH_4) SO_4$ , zamiast  $N_2 H_8 SO_4$ . Skład minerałów wyrażamy więc albo za pomocą wzorów empirycznych, jak w przykładach tylko co przytoczonych, albo też — wzorów rozczłonkowanych, o ile zachodzi potrzeba zaznaczenia grup atomowych, odpowiadających związkom prostszym, np. w chalkopirycie:  $Cu_2 S \cdot Fe_2 S_3$ .

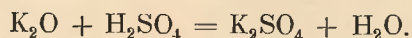
**162. Reakcy.** Każda przemiana chemiczna polega na tworzeniu się nowych cząsteczek z molekuł już istniejących. Jeżeli rezultatem tej przemiany jest cząsteczka bardziej złożona, to mówimy o połączeniu, jeżeli zaś ona prowadzi do powstania cząsteczki prostszej, to mamy do czynienia z rozkładem lub rozpadaaniem się, jeżeli wreszcie liczba cząsteczek jest też sama przed początkiem zjawiska i po jego zakończeniu, wtedy przemianę zowiemy zastąpieniem lub wzajemną wymianą. Przemianę chemiczną, czyli reakcję wyrażamy za pomocą równania, którego część lewa podaje stan ciał pierwotny, prawa zaś wyraża stan nowy.



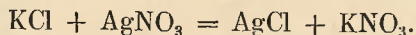
Połączenie jest niekiedy prostem zespoleniem się dwóch lub większej liczby ciał, np. węglan wapnia tworzy się przez zetknięcie wapna z dwutlenkiem węgla:  $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$ .

Rozkład ciał następuje częstokroć bezpośrednio, jak to np. widzimy na węglanie wapnia, który w mocnym ogniu rozpada się na wapno i dwutlenek węgla:  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ .

Zwykła reakcja chemiczna polega na wzajemnej wymianie, która jest niejako łączeniem się cząsteczek i bezpośrednio po niem następującym rozkładem. Rozpad ten odbywa się atoli w innym sensie, niż połączenie. Wyjaśnimy to na przykładzie, którym niech będzie działanie kwasu siarczanego na tlenek potasu, przyczem tworzy się siarczan potasu i woda:



Jak widzimy, przemiana zasadza się tu na tem, że  $\text{H}_2$  został niejako zastąpiony przez  $\text{K}_2$ , a  $\text{SO}_4$  przez—O. Inny przykład mamy w zetknięciu się roztworów wodnych chlorku potasu  $\text{KCl}$  i azotanu srebra  $\text{AgNO}_3$ , które prowadzi do utworzenia chlorku srebra i azotanu potasu.

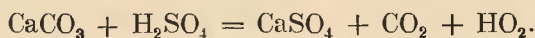


Tu zmieniają swe miejsca  $\text{K}$  i  $\text{Ag}$  z jednej,  $\text{Cl}$  i  $\text{NO}_3$  z drugiej strony. Analogicznym zjawiskiem jest działanie chlorku baru  $\text{BaCl}_2$  na roztwór siarczanu wapnia  $\text{CaSO}_4$ , mające w swym skutku powstanie siarczanu baru i chlorku wapnia:



Działanie to sprowadza się zatem do podstawienia  $\text{Ba}$  zamiast  $\text{Ca}$  albo  $\text{Cl}_2$  zamiast  $\text{SO}_4$ . Jeżeli tego rodzaju wymiana wzajemna odbywa się w roztworze wodnym, to za każdym razem związek nowo-powstający jest trudniej rozpuszczalny od poprzedniego. W trzech przykładach wymienionych ciałami trudniej rozpuszczalnymi są  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{AgCl}$ ,  $\text{BaSO}_4$ .

Zdarza się często, że przemiana chemiczna jest po części wzajemną wymianą, po części zaś rozkładem, jak w działaniu kwasu siarczanego  $\text{H}_2\text{SO}_4$  na węglan wapnia  $\text{CaCO}_3$ .



Prawa część równania wyraża zarówno wymianę  $\text{Ca}$  na  $\text{H}_2$ , jak rozkład, albowiem  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$  nie są tu z sobą związane.

Jeżeli atomy i grupy atomów, nawzajem się zastępujące, nazwiemy równoważnemi, a równoważność oznaczmy przez  $\sim$ , to w czterech przytoczonych powyżej przykładach równoważnikami są:  $\text{K}_2 \sim \text{H}_2$ ,  $\text{K} \sim \text{Ag}$ ,  $\text{Ba} \sim \text{Ca}$ ,  $\text{Ca} \sim \text{H}_2$ , z drugiej zaś strony:  $\text{O} \sim \text{SO}_4$ ,  $\text{Cl} \sim \text{NO}_3$ ,  $\text{Cl}_2 \sim \text{SO}_4$ ,  $\text{CO}_3 \sim \text{SO}_4$ . A więc ciałami względem siebie równoważnemi są:  $\text{H} \sim \text{K} \sim \text{Ag}$ , dalej  $\text{H}_2 \sim \text{K}_2 \sim \text{Ca} \sim \text{Ba}$ , dalej  $\text{Cl} \sim \text{NO}_3$  oraz  $\text{Cl}_2 \sim \text{O} \sim \text{SO}_4 \sim \text{CO}_3$ . Równoważnik  $\text{Ca}$  i  $\text{Ba}$  jest przeto dwa razy większy od równoważnika  $\text{H}$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Ag}$  i t. d.

**163. Związki wodoru.** Z gęstości pary wypada, że ciała proste są już po największej części związkami, gdyż zawierają w cząsteczce dwa lub kilka atomów, np. wodór  $\text{H}_2$ , chlor  $\text{Cl}_2$ , tlen  $\text{O}_2$ , para fosforu  $\text{P}_4$ . Do rzadkich należą

ciała o cząsteczce pojedynczej, t. j. składającej się z jednego tylko atomu, jak np. rtęć Hg, kadm Cd.

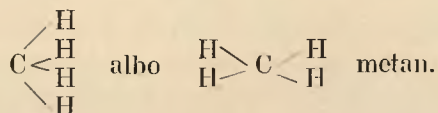
Następujące związki atomów różnorodnych mają ważne znaczenie ze względów teoretycznych:

HH	wodór	ClH	chlorowodór.
OH <sub>2</sub>	woda	SH <sub>2</sub>	siarkowodór.
NH <sub>3</sub>	amoniak	PH <sub>3</sub>	fosforowodór gazowy (fosforyk).
CH <sub>4</sub>	metan	SiH <sub>4</sub>	krzemowodór.

Związki wodoru służą za punkt wyjścia w klasyfikacji atomów. Przykłady wymienione dowodzą, że jedne atomy zdolne są przyciągać i zatrzymywać większą, inne mniejszą liczbę atomów wodoru; mają one, jak się zwykle wyrażamy, rozmaitą wartość chemiczną. Więc atom wodoru i atom chloru możemy nazwać jednowartościowym, atom tlenu dwuwartościowym, atom azotu trójwartościowym, atom węgla czterowartościowym. Dla ułatwienia pamięciowego zwykle wartościowość atomów oznaczamy cyframi rzymskimi, np. <sup>I</sup>H, <sup>I</sup>Cl, <sup>II</sup>O, <sup>II</sup>S, <sup>III</sup>N, <sup>IV</sup>C, <sup>IV</sup>Si.

Sposób łączenia się atomów wyrażamy za pomocą kresek, z których każda oznacza oddzielną jednostkę wartościowości, czyli powinowactwa chemicznego, a więc:

Cl—H chlorowodór, H—H wodór,  $O \begin{smallmatrix} \diagup H \\ \diagdown H \end{smallmatrix}$  lub H—O—H woda,



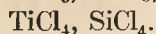
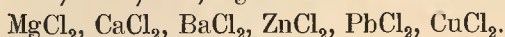
#### 164. Związki chloru.

HCl	chlorowodór.	SCl <sub>2</sub>	chlorek siarki.
OCl <sub>2</sub>	tlenek chloru.	AsCl <sub>3</sub>	trójchlorek arsenu.
PCl <sub>3</sub>	trójchlorek fosforu.	SiCl <sub>4</sub>	chlorek krzemu.
CCl <sub>4</sub>	chlorek węgla.	SbCl <sub>5</sub>	pięciochlorek antymonu.
PCl <sub>5</sub>	pięciochlorek fosforu.		

Ponieważ zarówno w przytoczonym zestawieniu, jak i w wielu innych razach, pomiędzy związkami wodoru i chloru zachodzi widoczna analogia, przeto związków chloru możemy używać do oznaczania wartościowości. Atoli już z PCl<sub>3</sub> i PCl<sub>5</sub> widać, że nie mamy tu do czynienia z liczbami stałymi. Niektórzy z pomiędzy chemików przypisują jednak wartościowości wielkość stałą, biorąc atom fosforu za pięciowartościowy, związki zaś tego rodzaju, jak PCl<sub>3</sub>, uważają za niezupełnie nasycone; tak samo wartościowość arsenu oznaczają liczbą pięć, a AsCl<sub>3</sub> zaliczają do związków nienasyconych całkowicie. Według tego poglądu pięciochlorek fosforu miałby wzór Cl<sub>2</sub> = P = Cl<sub>3</sub>, trójtlenek zaś = P = Cl<sub>3</sub>. Pódobnież atom azotu brany jest zwykle za pięciowartościowy, amoniak zaś uważany za związek nienasycony = N = H<sub>3</sub>. W takich razach powiadamy, że P i N są w istocie pierwiastkami pięciowartościowymi, wszakże

w niektórych związkach zachowują się, jak trójwartościowe. Stąd pod wartościowością rozumiemy zwykle wartościowość najwyższą.

Jako przykłady chlorków metalicznych, przytaczamy jeszcze następujące:



Tablica, niżej podana, wskazuje wartościowość pierwiastków, występujących pospolicie w minerałach. Przyjmowaną obecnie wartościowość najwyższą oznaczają cyfry rzymskie:

Jednowartościowe:	H, Li, Na, K, Ag . . . . .	I
"	Cu . . . . .	II
"	F, Cl, Br, J . . . . .	VII
Dwuwartościowe:	Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Hg . . . . .	II
"	Pb . . . . .	IV
"	O, S, Se, Te, Cr . . . . .	VI
"	Mn, także trójwart. i czterowart. . . . .	VII
"	Fe, Co, Ni, " " . . . . .	VIII
Trójwartościowe:	B, Al . . . . .	III
"	N, P, V, As, Sb, Bi . . . . .	V
Czterowartościowe:	C, Si, Ti, Sn . . . . .	IV

Związki metali, posiadających wartościowość zmienną, w słownictwie chemicznym oznaczamy nazwami, różniącemi się w końcówkach. Związek miedzi jednowartościowej z chlorem nazywamy chlorkiem miedzi  $\text{CuCl}$ , związek zaś miedzi dwuwartościowej z temże ciałem prostem — chlornikiem miedzi  $\text{CuCl}_2$ . Podobnież chlorek żelaza  $\text{FeCl}_2$  jest związkiem metalu dwuwartościowego, chlornik zaś żelaza  $\text{FeCl}_3$  jest związkiem metalu trójwartościowego i t. p. <sup>1)</sup>.

## 165. Związki tlenu.

### A. Tlenki.

Typ wody:  $\text{H}_2\text{O}$ , woda, alkalia:  $\text{K}_2\text{O}$  tlenek potasu,  $\text{Na}_2\text{O}$  tlenek sodu,  $\text{Li}_2\text{O}$  tlenek litynu,  $\text{Cu}_2\text{O}$  tlenek miedzi (jednowartościowej).

Jednotlenki: ziemie:  $\text{BeO}$  tlenek berylu,  $\text{MgO}$  magnezya,  $\text{CaO}$  wapno,  $\text{SrO}$ ,  $\text{BaO}$ , dalej tlenki metali ciężkich, jak  $\text{PbO}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{CuO}$  tlenik miedzi (dwuwartościowej),  $\text{FeO}$  tlenek żelaza (dwuwartościowego),  $\text{MnO}$  tlenek manganu (dwuwartościowego).

Półtoratlenki:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  glinka,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tlenik żelaza (trójwartościowego),  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  tlenik manganu (trójwartościowego),  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  tlenik chromu,  $\text{Ti}_2\text{O}_3$  tlenek tytanu,  $\text{As}_2\text{O}_3$  arszenik,  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ .

<sup>1)</sup> W słownictwie polskiem, używanem w Galicyi, te same różnice oddawane są przez zmianę końcówki przymiotnika:  $\text{CuCl}$  — chlorek miedziowy,  $\text{CaCl}_2$  — chlorek miedziawy,  $\text{FeCl}_2$  — chlorek żelazowy,  $\text{FeCl}_3$  — chlorek żelazawy i t. p.



Dwutlenki:  $\text{CO}_2$  dwutlenek węgla (bezwodnik kw. węglanego),  $\text{SiO}_2$  dwutlenek krzemu, krzemionka (bezw. kw. krzemienego),  $\text{TiO}_2$  dwutlenek tytanu (bezw. kw. tytanowego),  $\text{SnO}_2$  dwutlenek cyny.

Pięciotlenki:  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{As}_2\text{O}_5$ .

Trójtlenki:  $\text{SO}_3$ ,  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{MoO}_3$ ,  $\text{WO}_3$ .

Wiele z tych związków tlenu możemy wyprowadzić z chlorków, podstawiając zawsze zamiast dwóch atomów chloru atom tlenu.  $\text{CaCl}_2$  da więc  $\text{CaO}$ , z  $\text{CuCl}_2$  otrzymamy  $\text{CuO}$ ,  $\text{CCl}_4$  odpowiada  $\text{CO}_2$ . Ażeby analogię tę przeprowadzić na atomach o wartościowości nieparzystej, musimy brać pod uwagę parzystą liczbę cząsteczek. Wówczas z  $2\text{HCl}$  przejdziemy do  $\text{H}_2\text{O}$ , z  $2\text{AlCl}_3$  do  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , z  $2\text{PCl}_5$  do  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

### B. Wodany (wodorotlenki).

#### a) pierwotne:

typ wodoru potasu:	$\text{KHO}$ , $\text{NaHO}$ ,
" " magnezu:	$\text{MgH}_2\text{O}_2$ , $\text{CaH}_2\text{O}_2$ , $\text{ZnH}_2\text{O}_2$ ,
" " glinu:	$\text{AlH}_3\text{O}_3$ , $\text{FeH}_3\text{O}_3$ ,
" " krzemu:	$\text{SiH}_4\text{O}_4$ , $\text{SnH}_4\text{O}_4$ ;

#### b) wtórne:

typ kwasu bornego:	$\text{BHO}_2$ , $\text{AlHO}_2$ , $\text{FeHO}_2$ , $\text{MnHO}_2$ ,
" " węglanego:	$\text{CH}_2\text{O}_3$ , $\text{SiH}_2\text{O}_3$ , $\text{TiH}_2\text{O}_3$ ,
" " azotnego:	$\text{NHO}_3$ ,
" " fosforowego:	$\text{PH}_3\text{O}_4$ , $\text{AsH}_3\text{O}_4$ ,
" " siarczanego:	$\text{SH}_2\text{O}_4$ , $\text{WH}_2\text{O}_4$ .

Wodany pierwszego rodzaju (pierwotne) dadzą się wyprowadzić ze związków chloru w myśl zasady, że każdy atom chloru może być zastąpiony przez jednowartościową grupę hydroksylu  $\text{OH}$ , czyli  $\text{—O—H}$ . A więc chlorkowi potasu  $\text{K—Cl}$  odpowiada wodan potasu  $\text{K—O—H}$ , chlorkowi magnezu  $\text{Mg=Cl}_2$  wodan magnezu  $\text{Mg} < \begin{smallmatrix} \text{O—H} \\ \text{O—H} \end{smallmatrix}$  i t. d.

Wodany drugiego rodzaju (wtórne) dadzą się również wyprowadzić z chlorków, jeżeli chlor zastąpimy w części przez grupy hydroksylowe, w części zaś przez tlen.

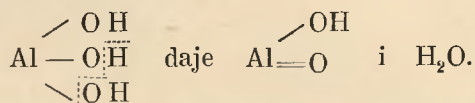
$\text{Cl} \overset{\text{III}}{\text{—B=}} \text{Cl}_2$	daje kw. borny	$\text{HO} \overset{\text{III}}{\text{—B=}} \text{O}$
$\text{Cl}_2 \overset{\text{IV}}{\text{=C=}} \text{Cl}_2$	" " węglany	$\text{HO} \overset{\text{IV}}{\text{>C=}} \text{O}$
$\text{Cl}_3 \overset{\text{V}}{\text{=P=}} \text{Cl}_2$	" " fosforny	$\text{HO} \overset{\text{V}}{\text{—P=}} \text{O}$
$\text{Cl} \overset{\text{V}}{\text{—N}\equiv} \text{Cl}_4$	" " azotny	$\text{HO} \overset{\text{V}}{\text{—N}\equiv} \text{O}_2$
$\text{Cl}_2 \overset{\text{VI}}{\text{=S}\equiv} \text{Cl}_4$	" " siarczany	$\text{HO} \overset{\text{VI}}{\text{>S}\equiv} \text{O}_2$

Obok chlorków, podanych wyżej, przytaczamy tu również hypotetyczne związki  $\text{NCl}_5$  i  $\text{SCl}_6$ , które jednak dotychczas nie zostały otrzymane. (Względem

tleny siarka zachowuje się jako pierwiastek sześciowartościowy, zwykle jednak—jako dwuwartościowy).

Wodany wtórne mogą też powstawać z wodorów pierwotnych przez utratę wody.

Wodan glinu (gibsyty)  $\text{AlH}_3\text{O}_3$ , tracąc jedną cząsteczkę wody, przechodzi w dyaspor  $\text{AlHO}_2$  wedle schematu:



Wodan krzemu, zwany kwasem ortokrzemiennym  $\text{SiH}_4\text{O}_4$ , pozbawiony  $\text{H}_2\text{O}$ , zamienia się na kwas metakrzemienny  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ :

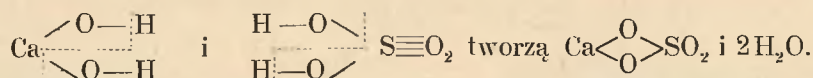


**166.** Wszystkie wodany wtórne, poczynając od kwasu węglanego aż do końca szeregu, zostały nazwane kwasami, a w szczególności kwasami tlenowymi. Te z nich, które się rozpuszczają w wodzie, wykazują reakcję kwaśną [154]. Co się tyczy kwasu węglanego  $\text{CH}_2\text{O}_3$ , to związek ten nie został wprawdzie otrzymany z pewnością w stanie czystym, ale ten jego wzór hypotetyczny posłuży nam w następstwie do wyprowadzenia węglanów.

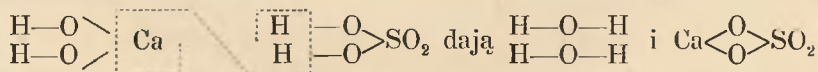
Wszystko to, co oprócz hydroksylu zawiera cząsteczka kwasu, nazywamy grupą kwasową, czyli rodnikiem kwasowym. Tak np.  $\text{CO}$ ,  $\text{PO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  są rodnikami kwasów: węglanego, fosforowego, azotowego i siarczanego.

Wodany pierwotne, z wyjątkiem typu ostatniego, nazywamy zasadami, w szczególności zasadami tlenowymi. Wykazują one reakcję alkaliczną, o ile rozpuszczają się w wodzie.

Kwasy i zasady działają na siebie bardzo energicznie. Działanie to polega po pierwsze na tem, że tworzą one bardzo łatwo związki, którym, jak każdemu wogóle połączeniu chemicznemu, towarzyszy wydzielanie się ciepła, a powtórnie na tem, że rezultatem tego połączenia jest powstanie soli i odosobnienie się wody. Łącząc np. wodan wapnia  $\text{CaH}_2\text{O}_2$  z kwasem siarczanym, otrzymamy siarczan wapnia i wodę.

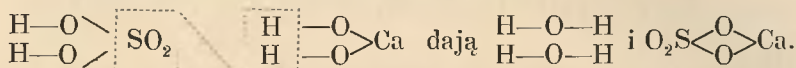


Reakcje tego rodzaju możemy też nazywać poprostu wzajemną wymianą, albowiem ze schematu:



wypada, że  $\text{Ca}$  przeszedł tu niejako na miejsce  $\text{H}_2$ , że zatem  $\text{H}_2$  w kwasie zostały zastąpione przez  $\text{Ca}$  [162]. Mówi się więc pospolicie, że w kwasach wodór może być zastąpiony przez metal.

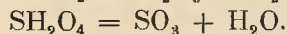
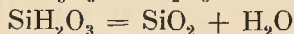
Toż samo zjawisko możemy jednak wyobrazić jeszcze inaczej:



Tu grupa kwasowa  $\text{SO}_2$  przechodzi na miejsce  $\text{H}_2$  albo też dwa atomy wodoru w zasadzie zostają zastąpione przez  $\text{SO}_2$ . Stąd mówimy również, że przy tworzeniu się soli miejsce wodoru w zasadzie zajmuje grupa kwasowa. Obydwa te skrócenia są równouprawnione.

**167.** Ze względu na liczbę grup hydroksylowych dzielimy kwasy na jednozasadowe, jak kwas azotny  $\text{HONO}_2$ , dwuzasadowe, jak kwas krzemieniny  $\text{H}_2\text{O}_2\text{SiO}$ , siarczany  $\text{H}_2\text{O}_2\text{SO}_2$ , trójasadowe, jak kwas fosforowy  $\text{H}_3\text{O}_3\text{PO}$ . Podobnie zasady możemy podzielić na jednokwasowe, jak wodań potasu  $\text{KOH}$ , na dwukwasowe, jak wodań cynku  $\text{ZnO}_2\text{H}_2$ , i t. p.

Wodany, wydzielając wszystek wodór w postaci wody, przechodzą w bezwodniki, np.:



Stąd wymienione powyżej tlenki nazywane są często bezwodnikami, więc  $\text{SO}_3$  jest bezwodnikiem kwasu siarczanego,  $\text{CO}_2$ —bezwodnikiem kwasu węglanego,  $\text{SiO}_2$ —bezwodnikiem kwasu krzemienowego (krzemionka).

Wodany wtórne są przeto jakby bezwodnikami częściowymi.

**168. Związki siarki.** Związki siarki odznaczają się bardzo często zupełną analogią do związków tlenowych, a mianowicie prostsze z nich, zwane siarkami. Znamy siarki, odpowiadające wszystkim niemal typom tlenków, jak to widać z przykładów następujących:

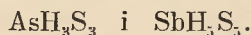
typowi wody odpowiadają:	$\text{H}_2\text{S}$ siarkowodór, $\text{Ag}_2\text{S}$ siarek srebra, $\text{Cu}_2\text{S}$ siarek miedzi (jednowartościowej);
jednotlenkom	„ $\text{PbS}$ , $\text{ZnS}$ , $\text{CuS}$ siarek miedzi dwuwartościowej;
półtlenkom	„ $\text{Fe}_2\text{S}_3$ , $\text{Ni}_2\text{S}_3$ , $\text{As}_2\text{S}_3$ , $\text{Sb}_2\text{S}_3$ , $\text{Bi}_2\text{S}_3$ ;
dwutlenkom	„ $\text{FeS}_2$ , $\text{MnS}_2$ .

Siarków, któreby zawierały wodór i odpowiadały wodorotlenkom, nie znamy wcale, atoli uciekamy się częstokroć do ich przypuszczalnych schematów, ażeby ułatwić klasyfikację związków, występujących w postaci minerałów. Jeżeli założymy, że w chlorkach takich, jak  $\text{AgCl}$ ,  $\text{PbCl}_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$  każdy atom chloru zostanie zastąpiony przez jednowartościową grupę hydrosulfidową  $\text{HS}$ , to otrzymamy wodorosiarki:



które to związki moglibyśmy nazwać zasadami siarkowymi (tionowymi).

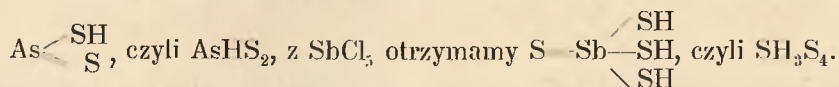
Odpowiednio do tego z  $\text{AsCl}_3$  i  $\text{SbCl}_3$  otrzymalibyśmy wodorosiarki:



Prócz związków, odpowiadających zasadom, dadzą się również wyprowadzić wodorosiarki (kwasy siarkowe, tionowe), odpowiadające kwasom tleno-

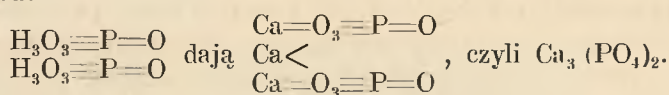


wym, jeżeli w chlorkach, przytoczonych ostatnio, zastąpimy chlor w części przez siarkę, w części zaś przez hydrosulfil. Z  $\text{AsCl}_3$  otrzymamy tedy



**169. Sole.** Z wodorów wtórnych przez zastąpienie lub wzajemną wymianę powstają związki, zwane solami. W tych wodór kwasu został zastąpiony przez równoważną ilość metalu. Sole odpowiadają zatem kwasom, z których je wyprowadzamy.

Jeżeli więc wodór kwasów tlenowych i siarkowych zastąpimy równoważnemi atomami metali, np. zamiast H napiszemy K, Na, Ag, lub zamiast  $\text{H}_2$  podstawimy  $\text{K}_2$ ,  $\text{Na}_2$  albo Ca, Mg, Zn, Pb i t. d., to otrzymamy wzory soli obojętnych. Tą drogą z kwasu azotnego wyprowadzamy sole  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{AgNO}_3$ , z kwasu siarczanego  $\text{H}_2\text{SO}_4$  — sole  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ . Skoro kwas jest parzysto-zasadowy, zasada zaś nieparzysto-kwasowa lub odwrotnie, musimy wtedy, chcąc otrzymać sól obojętną, brać pod uwagę dwie lub kilka cząsteczek. Ażeby np. od kwasu fosforowego  $\text{H}_3\text{O}_3\text{PO}$  przejść do soli obojętnej wapnia, musimy wziąć dwie cząsteczki kwasu:



Oto przykłady soli najważniejszych:

a) Sole tlenowe:

Gliniany, czyli pochodne wodoru, odpowiadającego dyasporowi  $\text{H}_2\text{Al}_2\text{O}_4$ , np.  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  spinel. Do tej grupy zaliczamy też analogiczne chromiany, np.  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$  żelaziak chromowy.

Węgłany, pochodne hypotetycznego kwasu  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , np.  $\text{CaCO}_3$  węgiel wapnia,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  węgiel sodu.

Krzemiany. Jedne z nich odpowiadają typowi kw. węglanego, te są solami kwasu metakrzemienego  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ , np.  $\text{MgSiO}_3$  enstatyt,  $\text{CaSiO}_3$  wolastonit. Krzemiany tego rodzaju nazywać będziemy metakrzemianami. Powtórzeniem tegoż typu są tytaniany i cyrkoniany. Niektóre krzemiany odpowiadają wodorowi  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ , czyli kwasowi ortokrzemienemu, np.  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  forsteryt albo  $\text{Mg}_3\text{CaSiO}_4$  monticzelit,  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$  wilemit. Związkom tym nadano nazwę ortokrzemianów.

Azotany, czyli pochodne kwasu azotnego  $\text{HNO}_3$ , np.  $\text{NaNO}_3$  saletra sodowa,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  azotan wapnia.

Fosforany, pochodne kwasu fosforowego  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , np.  $\text{K}_3\text{PO}_4$  fosforan potasu,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  fosforan wapnia. Analogicznie zbudowane są arseniany, np.  $\text{Pb}_3(\text{AsO}_4)_2$  arsenian ołowiu, dalej antymoniany i wanadyniany.

Siarczany, czyli sole kwasu siarczanego  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , np.  $\text{K}_2\text{SO}_4$  glazeryt,  $\text{CaSO}_4$  anhydryt. Siarczanom odpowiadają chromiany, np.  $\text{PbCrO}_4$  krokait, tudzież wolframiany, molibdeniany, seleniany, telurany (ziemiany).

## b) Sole siarkowe (siarkosole, sulfosole):

Wyprowadzamy je z kwasów siarkowych (wodorosiarków), jak to wypływa z przykładów następujących.

Typ pierwszy: hypotetycznemu kwasowi siarkoarsenawemu  $H_3AsS_3$  odpowiadają:  $Ag_3AsS_3$  prustyt, czyli siarkoarsenion srebra,  $Ag_3SbS_3$  pirargirył,  $Pb_3Sb_2S_6$  bulanżeryt.

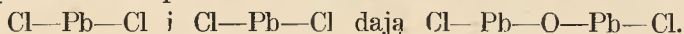
Typ drugi: z kwasu  $HSbS_2$  wyprowadzają się:  $AgSbS_2$  miargirył,  $PbSb_2S_4$  cynkenit.

Typ trzeci: kwasowi siarkoarsennemu  $H_3AsO_4$  odpowiada  $Cu_3AsS_4$  enargit.

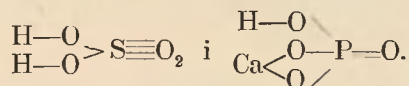
## c) Sole haloidowe (chlorowcowe).

Tak zowiemy niekiedy chlorki, bromki, jodki i fluorki, albowiem i one, na podobieństwo soli tlenowych, mogą powstawać drogą wymiany lub podstawienia z kwasu solnego  $HCl$ , fluowodorowego  $HF$  i t. p., np.:  $NaHO + HCl = NaCl + H_2O$  albo  $CaCO_3 + 2 HF = CaF_2 + H_2O + CO_2$ .

Istnieją również i związki pośrednie, będące po części chlorkami lub fluorami, po części zaś tlenkami lub wodanami, np.  $HOCuCl$  zasadowy chlorek miedzi, który wyprowadzamy z chlorniku miedzi  $CuCl_2$  przez częściowe podstawienie hydroksylu na miejsce chloru albo też tlenochlorek ołowiu  $Pb_2Cl_2O$ , który daje się wywieść z dwóch cząsteczek chlorku ołowiu  $PbCl_2$  drogą częściowego zastąpienia chloru przez tlen:



**170.** Sole dotychczas uważane są pochodniami kwasów, w których wodór został całkowicie zastąpiony przez metal. Są to więc sole obojętne. Istnieją atoli i takie sole, których wodór tylko częściowemu uległ wyrugowaniu, które zatem posiadają jeszcze wodór, dający się zastąpić przez metal. Sole te zwać będziemy solami kwaśnymi, np.  $KHSO_4$  kwaśny siarczan potasu,  $CaHPO_4$  kwaśny fosforan wapnia:

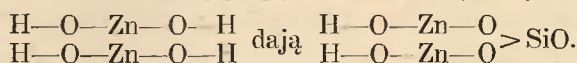


W roztworach, krążących w przyrodzie, węglany kwaśne (dwuwęglany) mają znaczenie pierwszorzędne, jak np. dwuwęglan sodu  $NaHCO_3$ , dwuwęglan wapnia  $CaH_2C_2O_6$ . Pomiedzy krzemianami sole kwaśne nie są też rzadkie. Przykładem ich jest natrolit  $Na_2Al_2H_4Si_3O_{12}$  (porówn. krzemiany wodne w części szczegółowej).

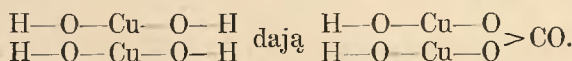
Związki tego rodzaju, tracąc wodę, przechodzą w sole bezwodnikowe kwaśne, jak pirosiarczan potasu  $K_2SO_4SO_3$ , dający się wyprowadzić z dwóch cząsteczek  $KHSO_4$ . Krzemiany, występujące w przyrodzie, musimy też rozpatrywać jako kwaśne sole bezwodnikowe (sole wielokrzemienne), np. ortoklaz  $KAlSi_3O_8$ , albit  $NaAlSi_3O_8$ , petalit  $LiAlSi_4O_{10}$ .

Solami zasadowymi nazywamy takie, w których wodór zasady pierwotnej nie został całkowicie zastąpiony przez grupy kwasowe, w których zatem obecny jest jeszcze wodór, dający się zamienić na grupy kwasowe. Należy tu galman  $H_2Zn_2SiO_5$ , który możemy rozpatrywać jako związek pochodny wodoru

cynku  $\text{ZnH}_2\text{O}_2$  i kwasu metakrzemianowego  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ . Jeżeli mianowicie weźmiemy pod uwagę dwie cząsteczki wodoru cynku, to podstawiając zamiast dwóch atomów wodoru dwuwartościową grupę kwasową  $\text{SiO}$ , otrzymamy galman:



Podobnie daje się wyprowadzić malachit  $\text{H}_2\text{Cu}_2\text{CO}_5$  z wodoru miedzi i kwasu węglanego:



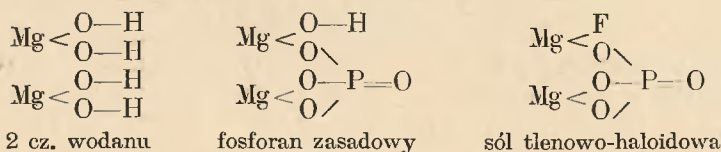
Wzorum soli zasadowych nadajemy zwykle taką postać, że atom metalu i związany z nim hydroksyl łączymy w jedną grupę, np.  $(\text{HOZn})_2\text{SiO}_3$  krzemian cynku,  $(\text{HOCu})_2\text{CO}_3$  malachit,  $(\text{HOCu})_3\text{AsO}_4$  abichit. Wzory te uwidoczniają wyraźnie analogię z solami obojętnymi, jak  $\text{K}_2\text{SiO}_3$ , dalej  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  i  $\text{Na}_3\text{AsO}_4$ . Jeszcze pospoliej, niż właściwe sole zasadowe, zdarzają się w przyrodzie związki, będące po części solami zasadowymi, po części zaś obojętnymi, jak azuryt  $(\text{HOCu})_2\text{Cu}_2\text{CO}_3$ , euklaz  $(\text{HOAl})\text{BeSiO}_4$ , oliwenit  $(\text{HOCu})\text{CuAsO}_4$ , alunit  $(\text{H}_2\text{O}_2\text{Al})_3\text{K}_2\text{SO}_4$ .

Przez stratę wody z soli zasadowych tworzyć się mogą sole zasadowe bezwodnikowe; tak np. powstaje wilemit  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$  z galmanu  $\text{H}_2\text{Zn}_2\text{SiO}_5$ :

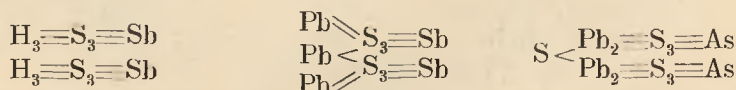


Zgodnie z takim założeniem możemy tak zwane ortokrzemiany, jak  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  i  $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$ , tworzące pospół oliwin, rozpatrywać też jako sole zasadowe bezwodnikowe.

Znany również sole, będące związkami przejściowymi pomiędzy solami tlenowymi a haloidowymi. Dadzą się one wyprowadzić z soli zasadowych, jeżeli grupy hydroksylowe zastąpimy w nich przez chlor lub fluor. Na tej drodze rozumowania przejść up. możemy od zasadowego pirofosforanu magnezu  $\text{HMg}_2\text{PO}_5$  do wagnerytu  $\text{FMg}_2\text{PO}_4$ .



W grupie soli siarkowych, prócz obojętnych, możemy też odróżniać związki, odpowiadające solom zasadowym bezwodnikowym. Gdy więc bulanżeryt  $\text{Pb}_3\text{Sb}_2\text{S}_6$  jest solą obojętną, jordanit  $\text{Pb}_4\text{As}_2\text{S}_7$  zaliczyć wypada do tej ostatniej kategorii.

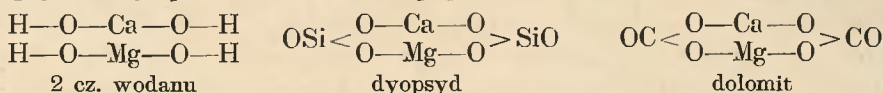


2 cz. kw siarko-antymonowego	bulanżeryt	jordanit
------------------------------	------------	----------

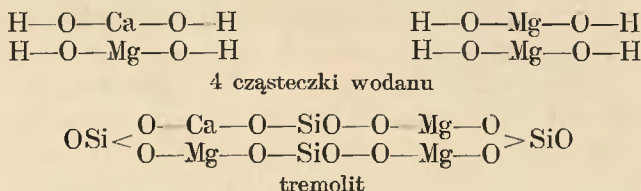
**171. Konstytucja chemiczna.** W przypadkach najprostszych metoda porównywania z połączeniami wodoru i chloru daje możność sądzenia o budowie



danego związku, czyli o tem, jak atomy cząsteczki związane są swoją wartością. Tę budowę, czyli konstytucję chemiczną, badamy za pomocą reakcji, odbywających się podczas powstawania związku i jego rozkładu, jak to już zostało wykazać na kilku solach. Konstytucję związków prostszych możemy więc zwykle wyobrazić dość łatwo. Budowa związków bardziej złożonych daje się też niekiedy odtworzyć w postaci łańcuchów, związanych za pomocą atomów i grup atomowych wielowartościowych. Przykładem takich łańcuchów są dyopsyd  $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$  i dolomit  $\text{CaMgC}_2\text{O}_6$ .



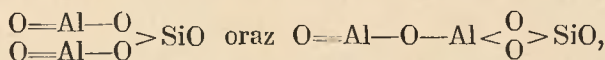
Łączenie się w łańcuchy polega tu na tem, że miejsca dwóch atomów H, należących do dwóch różnych cząsteczek, zajmuje rodnik kwasowy. Łańcuch jest tutaj ciągły, czyli zamknięty. W podobny sposób możemy sobie wystawić budowę tremolitu  $\text{CaMg}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$ .



Jeżeli we wzorach dyopsydu i tremolitu Ca zastąpimy przez Mg, otrzymamy  $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$  enstatyt i  $\text{Mg}_4\text{Si}_4\text{O}_{12}$  antofilit. Obydwa te minerały mają jednakowy skład procentowy. Możemy więc je rozpatrywać jako przykład polimeryzacji, na której mocy dwa związki różnią się pomiędzy sobą tylko wielkością ciężaru cząsteczkowego.

Sposobu łączenia się atomów w łańcuchy niepodobna przewidzieć z góry w tych przypadkach, kiedy są możliwe rozmaite rodzaje budowy. Tak się mianowicie rzecz ma z nadzwyczaj w przyrodzie rozpowszechnionymi glinokrzemianami.

Prostym w tym względzie przykładem jest krzemian glinu  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ , któremu możemy przypisać przynajmniej dwa rodzaje budowy, jeśli go zaliczymy do metakrzemianów:



a następnie dwa inne, skoro go rozpatrywać będziemy jako sól, odpowiadającą kwasowi ortokrzemienemu:



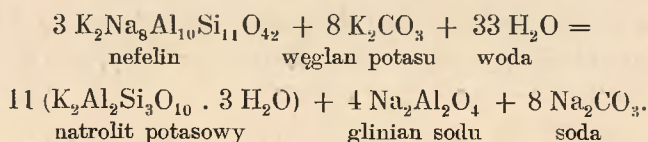
W przyrodzie istnieją trzy rozmaite minerały o jednakowym wzorze empirycznym  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ , mianowicie cyanit, andaluzyt i sylimanit. Dwa pierwsze z nich, poddane działaniu mocnego ognia, przechodzą w sylimanit. Skoro- byśmy więc pierwszemu rodzajowi domniemanej budowy przypisali trwałość

większą, wypadaloby odnieść ją do sylimanitu, inne zaś rodzaje do andaluzytu i dystenu. Są to atoli przypuszczenia najzupełniej dowolne, albowiem zgola nie jest rzeczą znaną, czy ciężar cząsteczkowy wszystkich trzech minerałów jest jednakowy, czy też różny i większy od wyżej podanego, np.  $\text{Al}_4\text{Si}_2\text{O}_{10}$ . Gdyby wszystkie trzy związki posiadały ciężar cząsteczki jednakowy, mielibyśmy tu do czynienia z izometrią, t. j. równością składu i ciężaru molekularnego przy odmiennej budowie chemicznej.

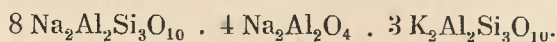
Te i tym podobne trudności napotykamy i w wielu innych krzemianach, a nawet wogóle w związkach solnych, występujących w postaci minerałów. Dopóki nie zostanie poznany istotny ciężar cząsteczkowy, o konstytucji tych związków mogą istnieć tylko przypuszczenia. Wyrobienie zaś odpowiadających celowi temu metod jest zadaniem chemii fizycznej — w przyszłości.

**172.** Atoli i dzisiaj już mineralogia chemiczna wkroczyła na drogę, bardzo wiele pod tym względem obiecującą. Dzięki metodzie, wypracowanej przez Lemberga, jesteśmy w stanie poznawać reakcje chemiczne krzemianów i stąd wnioskować o ich konstytucji, a nawet do pewnego stopnia o wielkości cząsteczki. Metoda Lemberga polega na działaniu roztworów rozcieńczonych soli i zasad na doskonale sproszkowane minerały w temperaturze podniesionej i pod zwiększonym ciśnieniem, a więc w naczyniach platynowych, szczelnie zamkniętych i ogrzewanych do  $200^\circ$  i więcej, czyli t. zw. digiestorach. Powstające w warunkach tych związki są produktami rozkładu i podstawienia i, jako takie, dają nam możliwość sądzenia o budowie tej cząsteczki pierwotnej, z której rozkładu powstały. Na tej drodze postępowania Thugutt zdobył pierwsze istotne wskazówki, dotyczące budowy chemicznej glinokrzemianów, jak o tem sądzić możemy z przykładów następujących.

Glinokrzemian sodu i potasu, zwany nefelinem  $\text{K}_2\text{Na}_8\text{Al}_{10}\text{Si}_{11}\text{O}_{42}$ , pod działaniem dwuprocentowego roztworu węglanu potasu przechodzi w tak zwany natrolit potasowy, wydzielając z siebie glinian sodu i dając, jako produkt podstawienia, sodę. Złożoną tę reakcję wyobrazić możemy za pomocą równania:

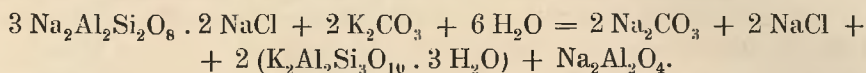


Mamy tu więc do czynienia jednocześnie z rozkładem nefelinu na natrolit potasowy, będący krzemianem wodnym, tudzież na glinian sodu, a oprócz tego z podstawieniem sodu zamiast potasu. Z przebiegu reakcji wnosimy, że w nefelinie pewna część glinu związana jest w sposób odmienny, niż część pozostała i że zarówno natrolit jak glinian sodu są skupieniami atomów, stanowiącymi integralne części jego molekuly. Konstytucję chemiczną nefelinu możemy przeto wyrazić, jak następuje:

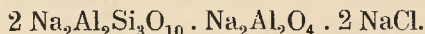


Z łatwością dostrzeżemy, że zgodnie z tym wzorem ciężar cząsteczki nefelinu musi być przynajmniej trzy razy większy od wyrażonego we wzorze empirycznym.

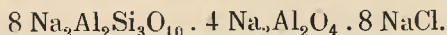
Sodalit, będący związkim, złożonym z glinokrzemianu sodu i chlorku sodu  $3 \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 2 \text{NaCl}$ , poddany działaniu tegoż odczynnika, rozpada się na natrolit potasowy, glinian sodu i chlorek sodu, jak wskazuje równanie:



Reakcyja ta poucza, że w sodalicie jedna trzecia część glinu jest związana inaczej, niż pozostałe dwie trzecie i że skutkiem tego budowę jego chemiczną moglibyśmy wyrazić, jak następuje:

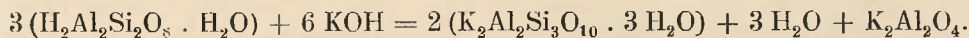


Ponieważ jednak sodalit jest związkim, pochodzącym z dającego się sztucznie otrzymać wodanu nefelinu  $8 \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 4 \text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4 \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$ , w którym woda została zastąpiona przez chlorek sodu, przeto ciężar jego cząsteczki musi być przynajmniej czterokrotnie powiększony, a współczynniki wzoru konstytucyjnego odpowiednio pomnożone:



Porównyując budowę sodalitu z wzorem konstytucyjnym nefelinu, widzimy, że ten ostatni jest jakby sodalitem, w którym chlorek sodu został zastąpiony przez natrolit potasowy.

Kaolin  $\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , ogrzewany z dwuprocentowym roztworem wodanu potasu do  $200^\circ$ , przechodzi w natrolit potasowy i glinian potasu, według równania:



I tutaj zatem trzecia część glinu posiada własność odmienną, niż dwie trzecie pozostałe, a ciężar cząsteczki kaolinu musi być skutkiem tego przynajmniej potrojony. Budowę chemiczną kaolinu wyraża wzór:



Ponieważ kaolin jest solą kwaśną lub wogóle związkim, posiadającym atomy wodoru, przez metal nie zastąpione, przeto ten sam charakter kwasowy mają jego składniki konstytucyjne.

We wszystkich przykładach, wyżej podanych, stale powtarzają się, jako produkty rozkładu, grupy atomowe natrolitu i glinianu, które zatem uważać możemy za bardzo stateczne rodniki minerałów glinowo-krzemowych. Obecności ich dowodzi Thugutt i w innych glinokrzemianach, jak sanidyn i mika potasowa (muskovit).

Reakcyje tego rodzaju pozwalają nie tylko wnioskować o konstytucyi chemicznej glinokrzemianów, które, jak się okazuje, są związkami bardzo złożonymi, lecz nadto oceniać minima ciężarów cząsteczkowych, które są wielokrotnościami ciężarów, podawanych zwykle we wzorach empirycznych. (Stanisław Thugutt, *Zur Chemie einiger Alumosilicate*, N. Jahrb. f. M., t. IX dodatek. 1895, str. 554—623).

**173. Woda krystalizacyi.** Bardzo wiele związków, krystalizujących się z roztworów wodnych, posiada własność łączenia się z jedną lub kilkoma czą-



steczkami wody. Tak np. w roztworze nasyconym chlorku sodu powstają jednoskośne kryształy o składzie  $\text{NaCl} + 2 \text{H}_2\text{O}$  (hydrohalit) w temperaturach niższych od  $0^\circ \text{C}$ ., gdy w temperaturze zwyczajnej krystalizuje się sól bezwodna  $\text{NaCl}$ . Siarczan magnezu występuje zwykle jako rombowa sól gorzka  $\text{MgSO}_4 + 7 \text{H}_2\text{O}$ , atoli przez wyparowanie gorącego roztworu możemy otrzymać sól jednoskośną, w wodę uboższą  $\text{MgSO}_4 + 6 \text{H}_2\text{O}$ . Siarczan wapnia znajduje się w przyrodzie w postaci bezwodnego anhydrytu  $\text{CaSO}_4$  (rombowego), tudzież w postaci zawierającego wodę gipsu  $\text{CaSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$  (jednoskośnego).

Sól gorzka, wystawiona na powietrze suche, traci znaczną część wody i rozsypuje się w proszek [94], który pod wpływem wilgoci znów przechodzi w sól gorzką. Gips, ogrzany do  $100\text{--}200^\circ \text{C}$ ., traci czwartą część wody, którą, zwilżony, pochłania napowrót. Ale jeśli go ogrzejemy mocniej, jeśli go wypalimy, traci on wodę całkowicie a zarazem zdolność powtórnego z nią łączenia się, gdyż, obłany wodą, zachowuje się już jak anhydryt.

Wodę, zawartą w związkach krystalicznych w określonych wprawdzie stosunkach, ale nie stanowiącą istotnej ich części składowej, nazywamy wodą krystalizacyi. Przypuszczamy mianowicie, że woda ta jest stosunkowo luźno związana i że nie należy do ogniw łańcucha, złączonych wartościowością. Molekuły kryształów tego rodzaju składają się zatem jakby z cząsteczki związku zasadniczej oraz z przyciąganych przez się cząsteczek wody. Pogląd ten dowodzi, że molekula krystaliczna może się składać z kilku cząsteczek chemicznych.

Dla odróżnienia wody krystalizacyi, która jest zawarta w kryształach, jako taka, od wody, która się dopiero tworzy podczas ogrzewania wodorów, tudzież soli kwaśnych i zasadowych przez ich rozkład, nazywamy tę ostatnią wodą konstytucyjną. Woda, wydzielająca się z brucytu, gipsytu, dyasporu oraz mala-chitu pod wpływem ognia, nie jest więc wodą krystalizacyjną, lecz konstytucyjną. W niektórych minerałach przyjmujemy obydwaj rodzaje wody, jak np. w bruzycie  $\text{CaHPO}_4 + 3 \text{H}_2\text{O}$ .

Jakkolwiek różnica ta pod względem teoretycznym jest zupełnie jasna, w wielu atoli przypadkach trudno jest dowieść doświadczalnie, czy wydzielająca się podczas ogrzewania para była zawarta w postaci wody krystalizacyi, czy też powstała przez połączenie wodoru z tlenem, które były obecne w związku. Na wątpliwości, nastroczające się w tym względzie, już v. Kobell zwracał uwagę. Nie ulega wszakże wątpliwości, że wodór, ułatniający się w postaci wody dopiero w ogniu silnie natężonym, jest związany chemicznie; z drugiej jednak strony nie jest bynajmniej rzeczą pewną, czy woda krystalizacyi ułatuje całkowicie w temperaturze  $100^\circ$  lub  $200^\circ \text{C}$ . Woda krystalizacyjna może być związana z siłą rozmaitą. Dowodzą tego już wspomniane powyżej przykłady hydrohalitu, soli gorzkiej i gipsu.

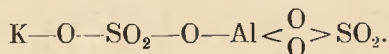
Będące w mowie różnice zostały wyjaśnione przez Damoura doświadczeniem na zeolitach. W jednym z nich, trójskośnym stylbicie, podczas ogrzewania, gdy się ułatnia woda krystalizacyi, zmienia się równocześnie kąt i położenie osi optycznych; po ostygnięciu płytki na powietrzu i pochłonięciu wody utraconej, pierwotna orientacja optyczna powraca, lecz jeżeli badaną płytkę

zanurzymy w oleju, przerywając tym sposobem dostęp powietrza wilgotnego, to zmienione pod wpływem gorąca własności optyczne możemy w niej utrwalić. Damour, *Annales de Chimie*, serya 3-ia, t. 53. Mallard, *Bull. soc. min.*, t. 5, str. 255. Rinne, *Sitzungsber. Ak. Berlin*, t. 46, str. 1163.

Tylko w przypadkach rzadkich wszystka woda krystalizacyi ulatnia się w jednej i tejże samej temperaturze, jak to np. ma miejsce podczas ogrzewania soli glauberskiej  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 10 \text{H}_2\text{O}$ . Zazwyczaj postrzegamy wydzielanie się stopniowe, rozdzielone pewnemi przerwami, jak np. w siarczanie żelaza  $\text{FeSO}_4 + 7 \text{H}_2\text{O}$ , który traci z początku trzy cząsteczki wody, podczas dalszego wzrostu temperatury nie traci jej wcale, aż dopiero w temperaturze bardziej podniesionej, kiedy się zeń wydzielają nowe trzy jej cząsteczki, poczem znów następuje pauza, pomimo zwiększającego się ciągle gorąca, tak, że ostatnia cząsteczka wody uchodzi dopiero w ogniu najtęższym. Możemy więc tu, jako prawdopodobne, przyjąć takie rozczłonkowanie związku:  $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + 3 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{H}_2\text{O}$ . Siarczan cynku:  $\text{ZnSO}_4 + 7 \text{H}_2\text{O}$  wykazuje ognia inne:  $\text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 5 \text{H}_2\text{O}$ , sól gorzka znów inne:  $\text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + 5 \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ . Müller-Erzbach, *Ann. Phys.*, t. dodat. 14, str. 448. Salzer, *Ann. d. Chem.*, t. 233, str. 1.

**174. Związki molekularne.** Podobnie jak w molekułach krystalicznych minerałów, zawierających wodę krystalizacyjną, widzimy zespolenie określonego związku z przyłączonemi doń cząsteczkami wody, tak też wyobrazić sobie możemy, że molekuły krystaliczne niektórych minerałów składają się z kilku cząsteczek różnorodnych, związanych z sobą w sposób nietrwały. Tego rodzaju związki molekularne, czyli cząsteczkowe składają się więc z oddzielnych części, które wcale nie posiadają wolnych jednostek powinowactwa. Przykładami są chlorek sodu i srebra  $\text{NaCl} + \text{AgCl}$ , chlorek potasu i cynku  $\text{KCl} + \text{ZnCl}_2$ , karnalit  $\text{KCl} + \text{MgCl}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$ . Przypuszczamy, że związki te nie tworzą zgola łańcuchów, połączonych wartościowością, lecz że są zespoleniami mniej trwałemi.

Alun  $\text{Al}_2\text{S}_3\text{O}_{12} + \text{K}_2\text{SO}_4 + 24 \text{H}_2\text{O}$  rozpatrywać możemy jako łańcuchowe połączenie dwóch siarczanów, a wzór jego empiryczny wyrazić prościej:  $\text{KAlS}_2\text{O}_8 + 12 \text{H}_2\text{O}$ . Wzór konstytucyjny wspólnego siarczanu miałby wtedy postać:



Atoli Thomsen wykazał, że przy spotkaniu się dwóch roztworów, z których jeden zawiera  $\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ , drugi zaś  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , nie wydziela się bynajmniej ciepła, co jednak ma miejsce przy każdym połączeniu chemicznem. Każdy z siarczanów istnieje zatem w roztworze osobno, kojarzą się zaś one tylko w chwili krystalizacyi, kiedy też przyłączają się do nich i cząsteczki wody. To samo dotyczy karnalitu.

Alun i karnalit są zatem solami podwójnemi; wiele innych minerałów możemy też rozpatrywać jako sole podwójne lub wogóle jako połączenia molekularne, jest bowiem rzeczą prawdopodobną, że zawarte w nich związki pojedyncze

łączą się z sobą dopiero w chwili krystalizacyi lub tworzenia się osadu nierozpuszczalnego. Dopóki atoli jeden z tych poglądów nie pozyska dostatecznych podstaw, możemy w minerałach podobnych upatrywać zarówno związki atomowe jak i molekularne, np.:

	jako związek atomowy		jako związek molekularny
matłokit . .	$\text{Pb}_2\text{Cl}_2\text{O}$ . . . .	=	$\text{PbCl}_2 + \text{PbO}$
dolomit . .	$\text{CaMg}_2\text{CO}_3$ . . . .	=	$\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$
dyopsyd . .	$\text{CaMg}_2\text{SiO}_3$ . . . .	=	$\text{CaSiO}_3 + \text{MgSiO}_3$
tremolit . .	$\text{CaMg}_3\text{4SiO}_3$ . . . .	=	$\text{CaSiO}_3 + 3 \text{MgSiO}_3$
glauberyt . .	$\text{Na}_2\text{Ca}_2\text{SO}_4$ . . . .	=	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CaSO}_4$
apatył . .	$\text{ClCa}_3\text{P}_3\text{O}_{12}$ . . . .	=	$\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8 + \text{ClCa}_2\text{PO}_4$
jordanit . .	$\text{Pb}_4\text{As}_2\text{S}_7$ . . . .	=	$\text{Pb}_3\text{As}_2\text{S}_6 + \text{PbS}$

**175. Obliczanie wzorów.** Jeżeli z rozbioru chemicznego wypada, że dany minerał składa się z e procentów jednej części składowej, z f odsetek drugiej, z g trzeciej i t. d., to stosunek tych liczb równa się stosunkowi wagowemu związku [158]:

$$e : f : g : \dots = m A : n B : p C : \dots$$

Ponieważ pod  $A, B, C$  rozumiemy ciężary związkowe, których obecnie nie odróżniamy od ciężarów atomowych, znaki te przeto ściągają się do ciężarów atomowych, podanych na str. 251. Równanie powyższe zawiera jednak, prócz znaków atomowych, jeszcze współczynniki  $m, n, p$  i t. d., które są liczbami całymi. Ponieważ

$$\frac{e}{A} : \frac{f}{B} : \frac{g}{C} : \dots = m : n : p \dots,$$

łatwo stąd dojdziemy, że aby otrzymać stosunek tych współczynników, należy ilości procentowe części składowych podzielić przez ciężary atomów, a otrzymane ilorazy między sobą porównać. Każdą część składową mierzymy przeto jej własną skalą, którą jest ciężar atomu.

Postępowanie to wyjaśnia przykłady następujące.

Dajmy na to, że rozbiór chemiczny soli kamiennej wykazał, jak to już wyżej podano, 39·34 proc. sodu oraz 60·23 proc. chloru. Ciężary atomowe obu tych ciał są:  $\text{Na} = 23$ ,  $\text{Cl} = 35\cdot4$ , skąd otrzymamy

$$\text{dla sodu} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 39\cdot34 : 23 = 1\cdot710$$

$$\text{„ chloru} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 60\cdot23 : 35\cdot4 = 1\cdot701$$

Te ostatnie dwie liczby 1·710 i 1·701 mają się jednak do siebie prawie tak, jak 1 : 1. Musimy przeto przyjąć, że obydwa współczynniki są równe i że wzór soli kamiennej jest  $\text{NaCl}$ .

Rozbiór chłapkopyrytu z Sayn, dokonany przez H. Rosego, dał następujące ilości procentowe na wagę, obok których przytaczamy jednocześnie ciężary atomowe, tudzież otrzymane ilorazy:

$$\text{żelaza} \quad . \quad . \quad 30\cdot47 : 56 = 0\cdot544$$

$$\text{miedzi} \quad . \quad . \quad 34\cdot40 : 63\cdot4 = 0\cdot534$$

$$\text{siarki} \quad . \quad . \quad 35\cdot87 : 32 = 1\cdot121$$



Liczby ostatniego szeregu pozostają w stosunku 1 : 1 : 2·06, który czyni prawie 1 : 1 : 2, a więc prowadzi do wzoru  $\text{FeCuS}_2$ .

W ten sposób otrzymujemy zawsze wzory najprostsze, gdy wzory racjonalne, wyrażające istotny skład minerału, są zwykle ich wielokrotnościami. Tak np. niektórzy mineralogowie uważają za bliższy prawdy wzór chalkopirytu zdwojony  $\text{Fe}_2\text{Cu}_2\text{S}_4$ , przytem z takim rozczłonkowaniem:  $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$ .

Jeżeli rozbiór podaje stosunek wagowy nie pierwiastków, lecz procentowe ilości związków poszczególnych, zwykle tlenków, wówczas rachunek zmieniamy o tyle, że liczby procentów dzielimy przez ciężary cząsteczkowe owych związków. Jako przykład weźmy rozbiór analcytu z doliny Fassa, również przez H. Rosego dokonany, który to rozbiór, jak wszystkie analizy tego rodzaju, podaje otrzymane ilości krzemionki  $\text{SiO}_2$ , glinki  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , tlenku sodu  $\text{Na}_2\text{O}$ , wody  $\text{H}_2\text{O}$ . Procentową ilość krzemionki dzielimy tu przez liczbę, odpowiadającą  $\text{SiO}_2$ , która wynosi 60·3, ponieważ  $\text{Si} = 28·3$ ,  $\text{O} = 16$  i t. d.

Krzemionki . . .	55·12 : 60·3 = 0·9141
Glinki . . . . .	22·99 : 102 = 0·2232
Tlenku sodu . . .	13·53 : 62 = 0·2182
Wody . . . . .	8·27 : 18 = 0·4594

Ostatnia kolumna cyfr, pozostających w stosunku równym prawie dokładnie 4 : 1 : 1 : 2, odpowiada wzorowi  $4\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , któremu, podzieliwszy współczynniki przez dwa, możemy też nadać postać  $\text{H}_2\text{NaAlSi}_2\text{O}_7$ .

**176. Wielopostaciowość.** Porównywając minerały pod względem ich składu chemicznego, spotykamy się dość często ze zjawiskiem, którego mocą dwa lub kilka minerałów, różniących się postacią kryształów, a więc i budową wewnętrzną, tudzież zależnemi od niej własnościami fizycznymi, posiada jednak też same własności chemiczne. Poddane rozbiorowi, ciała te dają jednakowe wyniki, wykazują w ogóle te same reakcje, słowem, zachowują się pod względem chemicznym jednakowo, pod względem zaś fizycznym rozmaicie. Zjawisko to daje się niekiedy odtworzyć syntetycznie, gdyż jedna i taż sama substancja krystalizuje się w pewnych warunkach inaczej, niż w warunkach odmiennych. Tego rodzaju ciała nazywamy zwykle dwupostaciowemi (dymorfniemi) lub wogóle wielopostaciowemi (polimorfniemi).

Klasycznym w tym względzie przykładem są romboedryczny kalcyt i aragonit rombowy. Klaproth dowiódł, że zarówno jeden jak drugi składają się z węglanu wapnia, jednak rozbiory Stromeyera zdawały się przemawiać za tem, że aragonit odmienną postać swoją zawdzięcza nieznacznym domieszkom węglanu strontu. Atoli trafiają się aragonity, które, pomimo że nie zawierają nawet śladów strontu, zachowują jednak postać sobie właściwą a tak od kalcytu różną. Tożsamość substancji w obu minerałach została ostatecznie stwierdzoną, kiedy Haidinger dostrzegł, że aragonit, którego ciężar właściwy = 2·94, pod wpływem ogrzewania przechodzi w kalcyt (c. wł. = 2·72), i kiedy G. Rose dowiódł, że węglan wapnia, rozpuszczony w wodzie, zawierającej kwas węglany, wydziela się z niej napowrót przeważnie w postaci aragonitu, jeżeli utrzy-

mujący go w roztworze dwutlenek węgla pocznie się ulatniać i jeżeli roztwór jest ciepły, przeciwnie zaś osiada on w postaci kalcytu, jeżeli roztwór trzymać będziemy w temperaturze zwykłej. Jeszcze wcześniej Mitscherlich zauważył, że siarka może być otrzymana w dwu różnych postaciach: w kryształach rombowych i żółtych (c. wł. = 2·1), podobnych do naturalnych, a to przez parowanie jej roztworu w siarku węgla, oraz w kryształach jednoskośnych brunatnych (c. wł. 1·97) przez ostudzenie siarki stopionej. Dwupostaciowość dwusiarku żelaza  $\text{FeS}_2$  została poznana przez Berzeliusa, który wykazał, że zarówno regularny piryt (c. wł. = 5·1) jak rombowy markasyt (c. wł. 4·86) odpowiadają jednemu wzorowi chemicznemu. Obie dwie postaci  $\text{FeS}_2$  dają się odtwarzać na drodze sztucznej, zwłaszcza piryt, którego regularne kryształki zostały otrzymane jeszcze przez Wöhlera.

Na dwutlenku tytanu  $\text{TiO}_2$  postrzeżono trójpostaciowość. Ciało to, jako brukit (c. wł. 4·15), ma postać kryształów rombowych, fig. 377. Krystalizuje się ono jeszcze jako tetragonalny rutyl (c. wł. 4·25) o stosunku osi  $a : c = 1 : 0·6442$ , fig. 378, a dalej jako również tetragonalny anataz (c. wł. 3·9) o stosunku osi  $a : c = 1 : 1·778$ , fig. 379. G. Rose i Hautefeuille substancję  $\text{TiO}_2$  zdolali otrzymać sztucznie we wszystkich trzech postaciach.

Fig. 377.

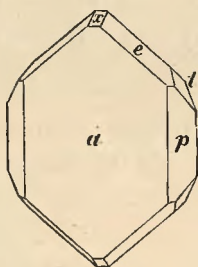


Fig. 378.

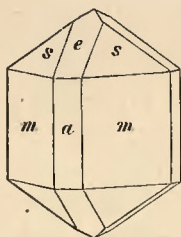
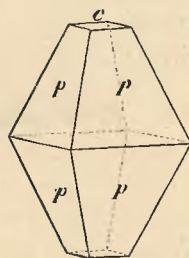


Fig. 379.



Dwutlenek krzemu  $\text{SiO}_2$  występuje jako kwarc (c. wł. 2·65) w postaciach ćwiartkowych trapezoedrycznych, o których wspominaliśmy wyżej, oraz jako trydymit (c. wł. 2·3) w postaci naśladowczo-heksagonalnej. Obydwa dają się też odtwarzać sztucznie.

Trójtlenek antymonu  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  jako walentynit (c. wł. 5·6) ma postać rombowa, jako zaś senarmontyt (c. wł. 5·3) ukazuje się w ośmiościanach regularnych. Obydwie postaci, jak to zauważył Fischer, tworzą się jednocześnie podczas spalania minerałów antymonowych w płomieniu dmuchawki, przyczem postać rombowa osiada w miejscach gorętszych, regularna zaś — w chłodniejszych.

Trójtlenek arsenu  $\text{As}_2\text{O}_3$ , siarek cynku  $\text{ZnS}$ , siarek miedzi  $\text{Cu}_2\text{S}$  są także ciałami dwupostaciowymi, jak zresztą wiele innych.

O dwupostaciowości, ukrytej w leucycie, boracycie i glazerycie, porówn. str. 222.

Podczas gdy wyrazy dwupostaciowy lub wielopostaciowy odnosimy do samej substancji, stosunek minerałów, przedstawiających substancję tę w postaciach rozmaitych, oznaczać będziemy przez różnopostaciowość (hetero-



morfizm). Mówimy więc: substancja węglanu wapnia jest dwupostaciowa, minerały zaś — kalcyt i aragonit — są różnopostaciowe.

Stosunek nieco odmienny, niż w minerałach różnopostaciowych, zachodzi pomiędzy grafitem a dyamentem. Obydwa te minerały spalają się w tlenie na dwutlenek węgla, a więc obydwie składają się z węgla, wszakże różnią się one między sobą nie tylko postacią krystaliczną i związanymi z nią własnościami fizycznymi, lecz wogóle są ciałami zgoła do siebie niepodobnymi. Grafit ma wygląd metaliczny i jest przewodnikiem elektryczności, gdy dyament nie z metalem nie ma wspólnego i nie jest przewodnikiem. Twardość grafitu odpowiada pierwszemu stopniowi skali Mohsa, tw. dyamentu — dziesiątemu. Według Brodiego i Moissana zachowują się one też różnie względem odczynników chemicznych. Tę całkowitą odmienność dwu lub kilku postaci jednego i tegoż samego pierwiastku nazwano alotropią. Najbardziej rozpowszechnioną odmianą węgla jest trzecia—bezpostaciowa. Dodać jednak należy, że Moissan, rozpuszczając tę ostatnią w stopionych metalach, zdołał otrzymać zarówno grafit jak dyament. Krystalizacja dyamentu wymaga jednak koniecznie zwiększonego ciśnienia.

Zjawisko wielopostaciowości daje się zadawalniająco wytłómaczyć za pomocą teorii molekularnej. Wystawiamy sobie mianowicie, że ciała w stanie lotnym, ciekłym i bezpostaciowym składają się z cząsteczek chemicznych, które, łącząc się po kilka, tworzą cząsteczki kryształu. Krystalizacja polega zatem na skupianiu się cząsteczek prostszych, chemicznych w jednostki rzędu wyższego, czyli w molekuly krystalograficzne. Atoli powstające tym sposobem układy, zależnie od liczebności cząsteczek, przyciągają z rozmaity siłą układy sąsiednie, powodując odmienną ich orientację, a co zatem idzie, całkiem odmienne postaci krystaliczne. Tak np. możemy objaśnić dwupostaciowość węglanu wapnia, przyjmując, że cząsteczką chemiczną jest  $\text{CaCO}_3$ , i założywszy, że skoro się ze sobą trzy takie cząsteczki w molekułę krystaliczną, to powstaje sieć romboedryczna, gdy zaś skupiać się będą po cztery, to utworzą sieć rombową. Cząsteczkę krystaliczną romboedrycznego kalcytu moglibyśmy przeto oznaczyć przez  $3\text{CaCO}_3$ , rombowego zaś aragonitu — przez  $4\text{CaCO}_3$ . Dwupostaciowość możemy więc sobie wystawiać jako polimeryzację cząsteczek w stanie stałym.

Co się tyczy alotropijnego węgla, to cząsteczkom jego musimy przypisać konstytucje wręcz odmienne. Założywszy, że cząsteczka chemiczna grafitu jest  $\text{C}_3$ , dyamentu zaś  $\text{C}_8$ , otrzymamy bardzo rozmaity rozkład jednostek powinowactwa chemicznego.

Liter. Arzruni, Physikalische Chemie der Krystalle, Brunświk 1893.

**177. Równopostaciowość.** Najważniejszym rezultatem porównywania postaci krystalicznej rozmaitych związków jest postrzeżenie, wedle którego związki chemicznie analogiczne odznaczają się częstokroć krystalizacją jednakową lub tylko podobną. Postrzeżenie to zostało dokonane po raz pierwszy przez Mitscherlicha na fosforanach i arsenianach, później zaś na wielu innych ciałach. Owo podobieństwo postaci nazwano równopostaciowością (izomorfizmem).



W dziedzinie mineralogii równopostaciowość posiada znaczenie nadzwyczaj ważne. Tłómaczy ona podobieństwa i wspólności, jakie zachodzą pomiędzy wielu minerałami. Ponieważ równopostaciowość jest wyrazem związku własności chemicznych z własnościami fizycznymi, przeto rzeczą jest zrozumiałą, że pod jednakową krystalizacją rozumiemy tutaj nie tylko równość lub podobieństwo kątów dwuściennych (izogonizm, równokątność), lecz wogóle jednakowość lub podobieństwo budowy wewnętrznej kryształu. Porównując między sobą postaci, bierzemy pod uwagę zarówno nachylenie ścian na nich obecnych jak stosunki spójności, a zwłaszcza łupliwość.

Że izogonizm jest tu bez znaczenia, widzimy to najlepiej na kryształach układu regularnego. Należą doń najrozmaitsze związki, których postaci krystaliczne mają kąty stałe. Wszystkie te związki są więc izogonalne (równokątne), ale bynajmniej nie wszystkie są równopostaciowe. Izomorfizm daje się tutaj stwierdzić tylko przez jednakowość ścian najpospolitszych, przez tożsamość łupliwości i bliźniaczości.

Przykładem równopostaciowości w układzie rombowym są następujące węglany, łupiące się w kierunku ścian słupa pionowego ( $110$ ) =  $m$  oraz ściany podłużnej ( $010$ ) =  $b$  po części wyraźnie ( $w$ ), po części zaś niewyraźnie ( $n$ ).

		$110:1\bar{1}0$	$011:0\bar{1}1$	łupl.: $m$	$b$
Aragonit . . . .	$\text{CaCO}_3$	$63^\circ 48'$	$71^\circ 33'$	$w$	$w$
Stroncyanit . . . .	$\text{SrCO}_3$	$62^\circ 41'$	$71^\circ 48'$	$w$	$n$
Cerusyit . . . . .	$\text{PbCO}_3$	$62^\circ 46'$	$71^\circ 44'$	$w$	$n$
Witeryt . . . . .	$\text{BaCO}_3$	$62^\circ 12'$	$72^\circ 16'$	$n$	$w$

Minerały wymienione są więc sobie podobne nie tylko z postaci i łupliwości, lecz i z własności optycznych, albowiem wszystkie są optycznie ujemne, a za pierwszą dwusieczną  $a$  mają oś pionową. Po za tem różnią się one położeniem płaszczyzny osi optycznych oraz charakterem dyspersyi: w pierwszych dwu pł. osi optycznych biegnie równoległe do  $100$ , a  $\rho < \nu$ , w dwóch zaś pozostałych pł. osi optycznych jest równoległa do  $b$ , a zarazem  $\rho > \nu$ .

Z pomiędzy minerałów romboedrycznych znów wymienimy kilka węglanów, tworzących szereg równopostaciowy:

spat wapienny	$\text{CaCO}_3$	kąt romboedru	$74^\circ 55'$	łupl. dosk.   R, opt. ujem. (—)					
„ manganowy	$\text{MnCO}_3$	„	$73^\circ 9'$	„	„	„	„	„	„
„ żelazny	$\text{FeCO}_3$	„	$73^\circ 0'$	„	„	„	„	„	„
magnezyt . .	$\text{MgCO}_3$	„	$72^\circ 40'$	„	„	„	„	„	„
spat cynkowy	$\text{ZnCO}_3$	„	$72^\circ 40'$	„	„	„	„	„	„

Obok nich stoi jeszcze:

dolomit . . . .	$\text{CaMg}_2\text{CO}_3$	kąt „	$73^\circ 45'$	„	„	„	„	„	„
-----------------	----------------------------	-------	----------------	---	---	---	---	---	---

który jednak należy do postaci romboedryczno-ćwiartkowych [43].

Z minerałów romboedrycznych równopostaciowością są jeszcze związane prustyt  $\text{Ag}_3\text{AsS}_3$  i pirargiryt  $\text{Ag}_3\text{SbS}_3$ , a dalej trzy metale kruche: arseu, antymon i bizmut oraz niektóre inne.

W układzie heksagonalnym mamy wybitny szereg równopostaciowy, obejmujący apatyt z jego obu rodzajami: apatylem chlorowym  $\text{Ca}_3\text{P}_3\text{O}_{12}\text{Cl}$  i fluoro-

wym  $\text{Ca}_3\text{P}_3\text{O}_{12}\text{F}$ , a dalej piromorfit  $\text{Pb}_3\text{P}_3\text{O}_{12}\text{Cl}$ , mimetyt  $\text{Pb}_3\text{As}_3\text{O}_{12}\text{Cl}$  i wanadynit  $\text{Pb}_3\text{V}_3\text{O}_{12}\text{Cl}$ . Wszystkie są piramidalno-hemiedryczne [41].

Znanym bardzo przykładem jest szereg izomorficzny spineli w układzie regularnym. Mineraly, do szeregu tego należące, ukazują się prawie wyłącznie w postaci ośmiościanu i tworzą pospolicie dwojaki według ściany oktaedrycznej (str. 97). Są to: spinel  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ , hercynit  $\text{FeAl}_2\text{O}_4$ , automolit  $\text{ZnAl}_2\text{O}_4$ , chromit  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ , magnetyt  $\text{FeFe}_2\text{O}_4$  i in.

**178.** Analogia chemiczna ciał równopostaciowych w wielu razach jest zupełnie zrozumiałą, jak w przykładach wyżej wymienionych, gdyż porównywane wzory zawierają jednakową liczbę atomów o równej wartości i podobnych własnościach chemicznych. W innych przypadkach, które dawniej były niezrozumiałe i wyjaśniły się dopiero po wprowadzeniu ciężarów atomowych dzisiaj używanych, analogia polega poprostu na podobieństwie atomistycznym, na jednakowej liczbie atomów, lecz bynajmniej nie na ich wartościowości. Znanym tego przykładem jest kalcyt  $\text{CaCO}_3$  i saletra sodowa  $\text{NaNO}_3$ ; są one ciałami zupełnie równopostaciowymi, albowiem ich postaci są prawie jednakowe, a własności optyczne, łupliwość, tudzież inne objawy spójności są zgoła identyczne. Wzory ich jednak wykazują tylko równą liczebność atomów oraz ich dość odległe podobieństwo chemiczne; metale Ca i Na mają bowiem wartość różną, pierwszy jest mianowicie dwuwartościowy, drugi zaś — jednowartościowy; tak samo atomy pierwiastków kwasowych C i N nie są wartości jednakiej, gdyż pierwszy rozporządza czterema jednostkami powinowactwa chemicznego, drugi zaś — pięcioma. Drugi przykład tego samego rodzaju mamy w feldspatach trójskośnych, gdzie albit  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  i anortyt  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  uważane są za związki równopostaciowe. Porównanie wzorów



wykazuje jednak podobieństwo tylko atomistyczne, zwłaszcza że tak Na i Ca, jak Si i Al posiadają różną wartość chemiczną.

O ile dotychczas wiadomo, w jednym tylko przypadku analogia składu chemicznego nie odpowiada jednocześnie równości liczebnej atomów. Dotyczy to mianowicie równopostaciowości związków potasowych i amonowych. Siarczany potasu i magnezu  $\text{K}_2\text{Mg} \cdot 2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$  i odpowiadająca mu sól amonowa  $2\text{NH}_4 \cdot \text{Mg} \cdot 2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$  mają postaci jednakowe. Zarówno w tej jak w innych tego rodzaju parach równopostaciowych, atom K i grupa amonowa  $\text{NH}_4$  mają wartość jednakową i blizkie pokrewieństwo chemiczne, ale atomistycznie nie są sobie równe.

W tym ostatnim przykładzie analogia chemiczna związków równopostaciowych polega więc po części na jednakowej wartości atomów, w przypadkach zaś wyżej podanych — po części na równej liczbie atomów, najpospoliciej jednak równowartościowość i równoliczebność atomów zbiegają się razem.

Co się tycze podobieństwa kształtów, to już poprzednio, przy dolomicie i kalcyecie, poznaliśmy izomorfizm postaci połówkowych i ćwiartkowych. Podobny stosunek zachodzi pomiędzy ilmenitem  $\text{FeTiO}_3$  i równopostaciowym

hematyt  $\text{FeFeO}_3$ , jakkolwiek pierwszy ukazuje się w postaciach ćwiartkowo-trapezodrycznych [42], drugi zaś tworzy kryształy półówkowo-romboedryczne. Rozwartość krawędzi biegunowych romboedru mierzy  $94^\circ 29'$  i  $94^\circ 0'$ .

Różnice kątowe minerałów, uważanych przez niektórych badaczy za równopostaciowe, bywają niekiedy bardzo znaczne, jak o tem świadczą przykłady następujące:

getyt  $\text{H}_2\text{Fe}_2\text{O}_4$   $110 : 1\bar{1}0 = 85^\circ 8'$   $011 : 0\bar{1}1 = 62^\circ 30'$ , łupliw. (010)  
 manganit  $\text{H}_2\text{Mn}_2\text{O}_4$  „ „  $80^\circ 20'$  „ „  $57^\circ 10'$  „ (010), (110)

Tego rodzaju minerały, różniące się wybitnie kątami, lecz posiadające analogiczny skład chemiczny, bywają niekiedy nazywane homeomorficznymi.

**179.** Porównyując związki równopostaciowe, postrzegamy, że pierwiastki, stanowiące ich różnicę, sprowadzają właśnie izomorfizm. Nazywamy je przeto pierwiastkami równopostaciowymi. Z zestawienia wzorów magnezytu  $\text{MgCO}_3$  i równego mu postacią syderytu  $\text{FeCO}_3$  wypada, że atomy Mg i Fe są pierwiastkami równopostaciowymi, jednak nie same przez się, lecz tylko w pewnych związkach; zastrzeżenie to wszakże bywa często pomijane, i dlatego zwracamy tu na nie uwagę.

W wielu związkach, w charakterze równopostaciowych, ukazują się pierwiastki następujące:

jednowartościowe: Cl, Br, J, także F;  
 „ Li, Na, K, mianowicie w związkach bardziej złożonych, w prostszych  $\text{NH}_4$  i K;  
 dwuwartościowe: S, Se, niekiedy także Te;  
 „ Be, Mg, Zn, Fe, Mn, Co, Ni;  
 „ Ca, Sr, Ba, Pb;  
 trójwartościowe: Al, Fe, Mn, Co;  
 pięciowartościowe: P, As, Sb, także Bi;  
 jednowartościowe z dwuwartościowymi: Ag z Cu, Na z Ca;  
 trójwartościowe z czterowartościowymi: Al z Si w wielu krzemianach.

**180.** Zestawiając szeregi związków o składzie analogicznym, możemy do pewnego stopnia uwidocznic działanie, wywierane na postać krystaliczną przez pewne zastępujące się nawzajem atomy lub grupy atomowe (morfotropia Grotha).

Jako przykład wybraliśmy tu trzy szeregi związków, obok których podajemy stosunki osi  $a : b : c$  lub  $a : c$ , celem scharakteryzowania ich postaci krystalicznych.

	Ukł. rombowy		Ukł. rombowy		Ukł. tetragonalny
$\text{CaCO}_3$	0·6224 : 1 : 0·7206	$\text{CaSO}_4$	0·89325 : 1 : 1·0008	$\text{CaMO}_4$	1 : 1·5445
$\text{SrCO}_3$	0·6090      0·7239	$\text{SrSO}_4$	0·77895      1·2801	$\text{SrMO}_4$ <sup>1)</sup>	1·5738
$\text{PbCO}_3$	0·6100      0·7230	$\text{PbSO}_4$	0·78516      1·2894	$\text{PbMO}_4$	1·5771
$\text{BaCO}_3$	0·6032      0·7302	$\text{BaSO}_4$	0·81520      1·3136	$\text{BaMO}_4$ <sup>1)</sup>	1·6322

<sup>1)</sup> Obydwa te związki zostały otrzymane sztucznie, w postaci zaś minerałów dotychczas ich nie dostrzeżono.

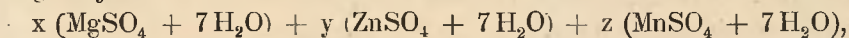


Wszędzie widzimy, że podstawienie Sr i Pb sprawia jednakowy prawie skutek, a zasadnicze postaci związków strontu i ołowiu są bardzo podobne. Wprowadzenie do związku Ba wpływa na wydłużenie osi pionowej c. Przeciwnie, podstawienie Ca sprowadza skrócenie osi pionowej oraz wybitne zmiany w stosunku dwóch innych osi, a nawet w jednym przypadku znosi całkowicie równopostaciowość z dalszemi wyrazami szeregu siarczanów rombowych. Mamy tu mianowicie na myśli anhydryt, którego postać bardzo znacznie różni się od postaci następujących po nim siarczanów strontu, ołowiu i baru. Gdy przeto działania morfotropijne Sr i Pb co do swej siły są prawie jednakowe, także działanie Ba, jakkolwiek nieco odmienne, nie różni się jednak od nich tak wybitnie, jak wpływy Ca.

Szereg izomorficzny węglanów romboedrycznych (str. 272) jest dalszym dowodem tego, że zastępujące się nawzajem atomy Mg, Fe, Zn, Mn wywierają na zmianę postaci wpływy, różniące się między sobą niewiele, gdy Ca sprowadza różnice kątów wybitniejsze. Kalcyt nie jest przeto całkowicie równopostaciowy z węglanami, po nim następującymi; różnica kątów romboedrycznych w kalcycie i magnezycie wynosi  $2^{\circ} 15'$ . I w innych razach związki Ca i Mg zachowują się odmiennie. Dyopsyd  $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$  (jednoskośny) i enstatyt  $\text{MgMgSi}_2\text{O}_6$  (rombowy) posiadają wprawdzie znaczne podobieństwo kątów, ale różną symetrię.

Liter., dotycząca równopostaciowości: Mitscherlich, Abhandl. d. Berliner Akad., grudzień 1819, str. 427. Berzelius, Annales de chimie et phys. 1820, t. 19, str. 350. G. Rose, Zeitsch. d. deutsch. geol. Ges., t. 16, str. 21, oraz t. 20, str. 621. Kopp, Annalen d. Chem. u. Pharm., t. 36, str. 1, tudzież Pogg. Ann., t. 52, str. 262. Schröder, tamże, t. 106 i 107. Autor, Sitzber. d. Wiener Ak., t. 45, str. 635; t. 50, str. 566. Groth, Pogg. Ann., t. 141, str. 31. Arzruni, Physikalische Chemie der Krystalle, 1893.

**181. Mieszaniny równopostaciowe.** Związkirównopostaciowe, krystalizujące się z jednego roztworu, mogą tworzyć kryształy złożone, czyli mieszane, zawierające związki pojedyncze w ilościach zmiennych, zależnie od warunków powstawania. I tak, z roztworów soli równopostaciowych, siarczanu cynku  $\text{ZnSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$  i soli gorzkiej  $\text{MgSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ , wydzielają się kryształy mieszane, postacią swoją bardzo zbliżone do kształtu siarczanów pojedynczych, lecz zawierające zmienne ilości jednego i drugiego. Podobnie roztwory, zawierające jednocześnie sól gorzką, siarczan cynku i siarczan manganu, dają kryształy równopostaciowe, będące zespoleniem bardzo rozmaitych niekiedy ilości tych trzech soli, tak, że wyniki rozbioru chemicznego mogą być wyrażone w postaci ogólnej:



gdzie x, y, z są liczbami dowolnemi, ale wymiernymi i dodatniemi.

Minerały krystaliczne bardzo często występują w kryształach mieszanych. O ich przyrodzeniu powiadamia niekiedy różnica zabarwienia poszczególnych warstw lub stożków przyrostu [68]. Wszakże częściej kryształy te posiadają wejście zupełnie jednorodne, o obecności zaś mieszaniny możemy się przekonać

nać tylko przez porównanie jej składu ze składem innych minerałów równopostaciowych. Kryształy oliwinu, zwykle całkiem jednorodne, mają chwiejny skład chemiczny  $x(\text{Mg}_2\text{SiO}_4) + y(\text{Fe}_2\text{SiO}_4)$ . Są one izomorficzne z forsteritem  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  i fayalitem  $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$ , i dlatego zdaje się być rzeczą niewątpliwą, że kryształy oliwinu powinny się zaliczać do kryształów mieszanych.

To, co się tu mówiło o kryształach, stosuje się oczywiście i do minerałów krystalicznych w ogólności, których indywidua są niewykształconemi tylko kryształami. Oliwin ziarnisty jest przeto także mieszaniną izomorficzną.

Kiedy dwie sole, różniące się wybitnie swoją rozpuszczalnością, znajdują się w jednym roztworze, to nie mogąc krystalizować się jednocześnie, nie tworzą też kryształów mieszanych, lecz sól bardziej rozpuszczalna w postaci warstwy izomorficznej obrasta sól mniej rozpuszczalną. Jeżeli przeto kryształ lub kawałek odłupany kalcytu  $\text{CaCO}_3$ , zanurzony w roztwór saletry sodowej  $\text{NaNO}_3$ , pokryje się warstwą izomorficzną tej soli [68], wnosimy stąd razem z Sénarmontem, który zjawisko to pierwszy dostrzegł, że obydwie sole są ciałami równopostaciowemi. Wniosek taki znajduje potwierdzenie zarówno w podobieństwie ich postaci krystalicznych, jak w jednakowej łupliwości i analogicznym składzie chemicznym.

Zjawisko zupełnie podobne zauważył G. Rose. Kryształ aragonitu  $\text{CaCO}_3$  w roztworze saletry potasowej  $\text{KNO}_3$  zaczyna narastać w dalszym ciągu. Stąd wniosek, że i te dwa ciała są równej postaci. Stwierdzają to zresztą wszystkie inne ich własności.

Znane są liczne mieszaniny romboedrycznego kalcytu z romboedryczno-tetartoedrycznym dolomitom, jak również mieszaniny romboedrycznego hematytu z trapezoedryczno-tetartoedrycznym ilmenitem. Ponieważ zdolność tworzenia mieszanin izomorficznych jest najcenniejszą własnością ciał równopostaciowych, przeto kalcyt i dolomit i t. p. brane są zwykle za związki równopostaciowe, pomimo różnicy krystalograficznej. Wszakże zaznaczyć należy, że o istnieniu owych mieszanin powiadamiają nas rozbiory chemiczne, które nie zawsze mogą być wykonane na materyale zupełnie jednorodnym lub pozwalającym jednorodność swą udowodnić.

Przy odtwarzaniu kryształów mieszanych dostrzeżono niejednokrotnie, że pewne sole w mieszaninie z innemi przybierać mogą takie postaci, jakich w stanie odosobnionym zgoła nie wykazują. Doświadczenia tego rodzaju dowodzą zatem dwupostaciowości owych soli. Już Beudant dostrzegł, że ze wspólnego roztworu siarczanu cynku  $\text{ZnSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$  i siarczanu żelaza  $\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$  wydzielają się jednoskośne kryształy mieszane o postaci tego ostatniego i że dodanie 15 procentów siarczanu żelaza wystarcza, by mieszaninie nadać postać jednoskośną. Tak więc siarczan cynku, posiadający w stanie wolnym kryształy rombowe, w mieszaninie przyjmuje postać jednoskośną. Rammelsberg wykonał następnie podobne doświadczenia z innemi solami.

Liter. Sénarmont, Comptes rend., t. 38, str. 105, oraz Pogg. Ann., t. 86, str. 162. G. Rose, Berichte der deutschen chem. Ges. 1871, str. 104. Autor, Mineralogisch-petrogr. Mitth., t. 4, str. 99. Retgers, Zeitschr. f. phys. Chemie, t. 3, 5 i 6.



**182.** W jakim stosunku pozostają kąty kryształów mieszanych do zawartych w nich związków pojedynczych, niepodobna dziś jeszcze ściślej określić. Dawniej powszechnem było mniemanie, że rozmiary kątów na kryształach mieszanych leżą pomiędzy wielkościami kątów ich części składowych, a mniemanie to opierano na pomiarach węglanów romboedrycznych oraz plagioklazów. Późniejsze atoli badania Grotha, dotyczące mieszanin nadmanganianu potasu  $\text{KMnO}_4$  i nadchloranu potasu  $\text{KClO}_4$ , wykazały, że kąty kryształów mieszanych wykraczają w części po za granice, wskazane przez pomiary soli pojedynczych.

Do podobnego też rezultatu doprowadziły pomiary Neminara i Arzruniego, wykonane na kryształach barytocelestynu, będącego mieszaniną siarczanu baru i siarczanu strontu.

Liter. Groth, Pogg. Ann., t. 133, str. 193. Neminar, Tschermak's Min. u. Petrogr. Mitth. 1876, str. 59. Arzruni, Zeitschr. d. deutschen geol. Ges., t. 24, str. 484.

**183.** Własności optyczne kryształów mieszanych pozostają zwykle w wyraźnej zależności od orientacji optycznej zawartych w nich związków.

W minerałach optycznie jednoosiowych części składowe mieszaniny są w większości przypadków jednoimienne, jakkolwiek zdarzają się mieszaniny ciał optycznie dodatnich i ujemnych (str. 197).

W minerałach rombowych pojedyncze związki posiadają zazwyczaj orientację jednakową i różnią się tylko wielkością kąta osi optycznych. Mieszanina odznacza się ziniennością tego ostatniego, zależnie od stosunku składników. Na minerałach szeregu bronzytowego, będących mieszaniną  $\text{MgSiO}_3$  i  $\text{FeSiO}_3$ , autor zdołał wykazać, że w miarę zwiększania się ilości związku drugiego, a więc ze wzrostem zawartości żelaza, zwiększa się kąt osi dodatni. Niekiedy zdarza się atoli, że płaszczyzna osi optycznych w związkach, tworzących mieszaninę, ma położenie odmienne.

Substancje, wchodzące do składu kryształów mieszanych jednoskośnych, zachowują w położeniu statecznem tylko jedną oś sprężystości optycznej, dwie zaś inne osi mają położenie zmienne, jakkolwiek nie wychodzą po za obręb płaszczyzny symetrii. Proste go przykładu dostarczają krzemiany szeregu dyopsydowego  $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$  i  $\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$ . W obydwu związkach płaszczyzna osi optycznych leży równolegle z płaszczyzną symetrii, jak w gipsie (str. 210). W pierwszym z nich jednak kąt  $\alpha = 51^\circ 6'$ , w drugim zaś  $\alpha = 44^\circ 4'$ . W kryształach mieszanych kąt ten, jak to wykazał autor, jest mniejszy od  $51^\circ 6'$  i tem bardziej zbliża się do  $44^\circ$ , im więcej one zawierają związku drugiego. Równocześnie zwiększa się też kąt osi dodatni, jak to zauważyliśmy już na szeregu bronzytowym.

Związki, składające mieszaniny trójskośne, różnią się wogóle pod względem optycznym całkowicie, ale i tutaj tak orientacja i dyspersja, jak kąt osi zmieniają się zależnie od składu mieszaniny. Dowiódł tego Schuster na plagioklazach, które są mieszaniną izomorficzną albitu  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  i anortytu  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ .



Doświadczenia Dufeta, Mallarda, Focka i in. miały na celu ustalenie zależności pomiędzy współczynnikami załamania kryształów mieszanych a sp. zał. składających je substancji poszczególnych, tudzież ich stosunkami wagowymi.

W ostatnich czasach Retgers zwrócił baczną uwagę na ciężar właściwy kryształów mieszanych i wykonał w tym kierunku wiele bardzo dokładnych doświadczeń. Z tych wypadła, że ciężary właściwe mieszanin izomorficznych pozostają w prostym stosunku do ich składu chemicznego. Możemy je obliczyć dla każdego stosunku mieszaniny, skoro znamy ciężary właściwe związków składowych oraz ich ilości procentowe.

Podobnie, według Küstera, można obliczyć punkt topliwości mieszaniny izomorficznej z topliwości części składowych oraz ich stosunku procentowego.

Wogóle, wszystkie dokładniej dotychczas poznane własności fizyczne mieszanin izomorficznych zdają się być niejako zsumowaniem takichże własności związków składowych. Ta ciągłość zmian fizycznych jest najistotniejszą cechą mieszanin równopostaciowych, i dlatego Retgers uważa ją za nieodzowny warunek równopostaciowości wogóle. Wypowiada on zdanie: „Dwa ciała nazwać możemy istotnie równopostaciowymi tylko wtedy, kiedy własności fizyczne ich kryształów mieszanych są ciągłymi funkcjami składu chemicznego“.

Liter. Autor, Mineralog. Mitth. 1871, str. 17. Schuster, tamże, serya nowa, t. 3, str. 117. Dufet, Bulletin d. l. soc. minéralogique d. Fr., t. 1, str. 58. Mallard, tamże, t. 3, str. 3. Ann. de mines, serya 7, t. 19, str. 256. Fock, Zeitschr. für Kryst., t. 4, str. 583. Pockels, Jahrb. für Min., t. dodatk. 8, str. 117. Retgers, Zeitschr. für phys. Chemie, t. 3 — 16. Küster, tamże, t. 5, str. 601, oraz: Ueber die Erstarrungspunkte isomorpher Gemische. Marburg 1891.

**184.** Zdarza się niekiedy, że jeden ze związków, tworzących mieszaninę izomorficzną, nie został dotychczas poznany w stanie wolnym. Tak np. minerały szeregu bronzytowego rozpatrujemy jako mieszaniny  $x (\text{MgSiO}_3) + y (\text{FeSiO}_3)$ , jakkolwiek tylko pierwszy z tych związków występuje w postaci enstatytu, minerał zaś o składzie  $\text{FeSiO}_3$  nie jest dotychczas znany. W innych razach tylko z chwiejności składu chemicznego wnosimy, że dany minerał jest mieszaniną izomorficzną takich związków, które wogóle w stanie wolnym nie zostały jeszcze dostrzeżone. Mamy tu na myśli skapolit, chabazyt i w. i.

Obliczanie mieszanin równopostaciowych, zapoczątkowane przez Beudanta, dokonywa się tak samo, jak wyprowadzanie związków chemicznych. Współczynniki  $x, y, z$  i t. d. tworzą jednak często stosunki bardziej złożone. Przykładem stosunku prostszego jest bronzyt tyrolski, będący według rozbioru Regnaulta mieszaniną  $5\text{MgSiO}_3 : \text{FeSiO}_3$ . Wzór ten oznacza, że w minerale wymienionym obydwie związki zmieszane są z sobą w takim stosunku, iż przeciętnie na 5 cząsteczek pierwszego przypada jedna cząsteczka drugiego.

Dopóki pod znakami chemicznymi rozumiano tylko ciężary związkowe, współczynniki  $x, y$  i t. p. mogły być ułamkami, a stosunek wyżej podany mógł być przedstawiony w postaci  $\frac{5}{6}\text{MgSiO}_3 : \frac{1}{6}\text{FeSiO}_3$  lub łącznie  $(\text{Mg} \frac{5}{6}) (\text{Fe} \frac{1}{6})\text{SiO}_3$ , dziś jednak, gdy w każdym znaku domyślamy się atomu, pisanie ułamków nie ma sensu. Zgodnie z dawniejszym sposobem pisania znaków mówiono też, że

ciężar związkowy jednej części składowej został częściowo zastąpiony przez równoważną ilość drugiej, a ciała zastępujące się w ten sposób nazywano, za przykładem J. N. Fuchsa, częściami składowymi zastępczemi. Są to te same pierwiastki, któreśmy wyżej przytoczyli jako równopostaciowe. Porównyując skład enstatytu  $\text{MgSiO}_3$  ze składem równopostaciowego bronzytu w przykładzie poprzedzającym  $(\text{Mg} \frac{1}{6}) (\text{Fe} \frac{1}{6}) \text{SiO}_3$ , mówiono dawniej, że w tym bronzycie szósta część magnezu zastąpioną została przez równoważną ilość żelaza i że żelazo i magnez są tu częściami składowymi zastępczemi. Pierwiastki zastępcze w ogólnym wzorze mieszaniny kładziono obok siebie, oddzielając je przecinkami. Ogólny wzór bronzytu pisano tedy  $(\text{Mg}, \text{Fe}) \text{SiO}_3$ . Taki sposób pisania może być i nadal używany, o ile łączą się z nim pojęcia, dzisiaj obowiązujące. Oliwin, będący mieszaniną izomorficzną  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  i  $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$ , możemy zatem oznaczyć ogólnie przez  $(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$ ; skład epidotu, który jest mieszaniną izomorficzną  $\text{HCa}_2\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{13}$  i  $\text{HCa}_2\text{Fe}_3\text{Si}_3\text{O}_{13}$ , może być wyrażany przez  $\text{HCa}_2(\text{Al}, \text{Fe})_3\text{Si}_3\text{O}_{13}$  i t. p.

Zamiast podawania przeciętnego stosunku cząsteczek, tworzących mieszaninę izomorficzną, obliczane są często procentowe ilości ciał zmieszanych.

Rozbiór spatu żelaznego z Ehrenfriedersdorfu, dokonany przez Magnusa, dał 36·81 proc. tlenku żelaza, 25·31 tlenku manganu i 38·35 dwutlenku węgla, które to ciała pozostają w stosunku  $17\text{FeO} : 12\text{MnO} : 29\text{CO}_2$ ; stosunek mieszaniny jest zatem  $17\text{FeCO}_3 : 12\text{MnCO}_3$ . Zważywszy atoli, że w 100 proc. węglanu żelaza mieści się 60·02 tlenku żelaza, z proporcji  $100 : 62·07 = x : 36·81$  obliczymy, że ów spat żelazny zawiera 59·31 proc. węglanu żelaza: podobnież, pamiętając o tem, że 100 proc. węglanu manganu zawiera 61·74 tlenku manganu, łatwo znajdziemy ilość tego węglanu w spacie z proporcji  $100 : 61·74 = y : 25·31$ ,  $y = 41·00$  proc. Spat żelazny z Ehrenfriedersdorf jest więc mieszaniną 59 proc. węglanu żelaza i 41 proc. węglanu manganu.

Liter. Beudant, *Annales de mines* 1817, t. 2, str. 8. J. N. Fuchs, *Schweiggé's Journ. f. Chem. u. Phys.*, t. 15, str. 377.

**185.** Zjawisko równopostaciowości i mieszanin izomorficznych daje się wyjaśnić za pomocą teorii molekularnej. Chemicznie analogiczne cząsteczki kryształów równopostaciowych możemy sobie wyobrazić jako drobne układy planet, w których atomy posiadają prawie jednakowe położenia wzajemne i, co za tem idzie, wywierają nazewnątrż jednakowe lub prawie jednakowe przyciągania. Tego rodzaju cząsteczki uszykowane są w przestrzeni podobnie, czyli innemi słowy, tworzą kryształy, których kąty i łupliwość są równe lub tylko nieznaczne wykazują różnice. Ponieważ chodzi tu przedewszystkiem o położenie wzajemne atomów, a nie o ich jakość, możemy przeto wyobrazić sobie jednakowe układy cząsteczek, w których atomy o różnej wartości zajmują analogiczne położenia, jak to np. ma miejsce w sodowej saetrze  $\text{NaNO}_3$  i kalcycie  $\text{CaCO}_3$ . Rzeczą jest również zrozumiałą, że roztwór, zawierający cząsteczki różnorodne, ale posiadające jednakowy rozkład sił przyciągania, może wydzielić z siebie kryształy mieszanę. W tych cząsteczki różnorodne szykują się równolegle, tworząc bądź warstwy uaprzemian-zmienne, bądź też wogóle takie ukła-



dy, które nadają kryształowi wejrzenie jednorodności. Mieszanina ta w rozmaitych punktach kryształu może podlegać pewnym zmianom, tak, że rozbiór chemiczny podaje tylko stosunki przeciętne badanego kawałka. Wogóle wystawić sobie możemy, że mieszaniny izomorficzne są jakby nadzwyczaj dokładnemi zrostami równoległemi.

**186. Odtwarzanie związków.** Wyniki rozbiornu chemicznego nabierają zupełnie przekonywającego znaczenia dopiero wtedy, kiedy jesteśmy w stanie ten sam związek odtworzyć sztucznie w takiej postaci, w jakiej on występuje w przyrodzie. Czynność, do celu tego prowadzącą, nazywamy syntezą, otrzymywaniem związków z pierwiastków albo krystalizacją, t. j. wypełnieniem warunków, w których związek już gotowy tworzy kryształy [10].

Ponieważ do minerałów zaliczamy tylko ciała, będące częściami składowymi skorupy ziemskiej i powstające w niej bez udziału człowieka, przeto, chcąc być w zupełnej zgodzie z tem założeniem, nie możemy właściwie mówić o sztucznem otrzymywaniu minerałów, lecz raczej o naśladownictwie lub odtwarzaniu odpowiadających im związków. Atoli weszło to już tak w zwyczaj powszechny, że mówiąc o sztucznej galenie lub sztucznym augicie, bynajmniej niekonsekwencyi tej nie odczuwamy.

Najszkowniejszą metodą odtwarzania związków mineralnych jest oddziaływanie wzajemne par w temperaturze podniesionej. Działając na pary chlorniku żelaza parą wodną, Gay-Lussac otrzymał kryształki stałego hematytu  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  oraz lotny chlorowódor:  $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl}$ . Pary chloru cynku, stykając się z siarkowodorem, dają kryształki blendy  $\text{ZnS}$  według równania:  $\text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{ZnS} + 2\text{HCl}$ . Powstający przytem kwas solny ulatnia się, jak w przypadku poprzednim (Durocher). Pary chlorku lub fluorku tytanu przez podwójną wymianę z parą wody scinają się jako dwutlenek tytanu  $\text{TiO}_2$  bądź w postaci rutyłu, bądź też w postaci brukitu:  $\text{TiCl}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{TiO}_2 + 4\text{HCl}$  (Hautefeuille). Tą samą drogą Daubrée otrzymał kasyteryt:  $\text{SnCl}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{SnO}_2 + 4\text{HCl}$ .

Związki krystaliczne możemy też niekiedy otrzymywać, działając parą na ciało stałe; tak tworzy się np. ortokrzemian cynku w postaci wilemitu, gdy na tlenek cynku działają pary fluorku krzemu:  $\text{SiF}_4 + 4\text{ZnO} = \text{Zn}_2\text{SiO}_4 + 2\text{ZnF}_2$ . Powstający fluorek cynku w temperaturze wysokiej jest ciałem lotnem (H. Sainte-Claire Deville).

Inna metoda, mająca na celu otrzymywanie związków skryształizowanych, polega również na zastosowaniu temperatur wysokich i na krystalizacji ciał stopionych. Na tej drodze kryształy mogą powstawać przypadkowo w próżniach żuzli przy wytapianiu żelaza, jak np. kryształy o postaci i składzie oliwinu, dyopsydu, melilitu. Topiąc części składowe minerałów, możemy w wielu razach celowo otrzymywać ich kryształy, np. kryształy, odpowiadające antymonitowi, dyopsydowi (Mitscherlich).

Jeżeli przyrządzimy stop o odpowiednim składzie procentowym i poczynimy go następnie przez czas dłuższy ogrzewać poniżej punktu topliwości, otrzymać możemy mikroskopowe lub większe kryształki niektórych feldspatów, leucytu,



nefelinu, augitu i in. (Fouqué i M. Lévy). Przez topienie związków, mogących wchodzić w wymianę podwójną, odtworzono pewną liczbę minerałów, jak np. baryt, który powstaje, skoro chlorek baru stopimy z siarczanem potasu:  $\text{BaCl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{KCl}$ ; traktując stop wodą, usuwamy zeń rozpuszczalny chlorek potasu (Manross). W podobny sposób otrzymuje się wulfenit: chlorek ołowiu należy tylko stopić z odpowiednią ilością molibdenianu sodu, a powstały przytem chlorek sodu wypłukać:  $\text{PbCl}_2 + \text{Na}_2\text{MoO}_4 = \text{PbMoO}_4 + 2\text{NaCl}$ . Przed niedawnym czasem Goldschmidt odkrył sposób łatwego otrzymywania ładnych kryształków rubinu, polegający na stapianiu metalicznego glinu z tlenkiem chromu:  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2 = \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2$ . Szlaka korundowa, jako lżejsza, tworzy powłokę stopu, cięższy zaś metal spływa na dno tygla.

Ebelmen wprowadził metodę, mającą znaczenie ogólniejsze. Polega ona na topieniu części składowych minerału w substancji, przechodzącej do stanu ciekłego łatwiej, niż tamte. Część stopu jest więc tylko rozpuszczalnikiem. Mieszanina, odpowiadająca składem swoim oliwinowi lub perowskitowi, stopiona z kwasem borowym w ogniu pieca porcelanowego, zamieniła się na ciecz, z której, w miarę parowania kwasu borowego, wydzielają się kryształy o właściwościach oliwinu, względnie perowskitu. Na tej drodze odtworzono bardzo wiele innych jeszcze minerałów. Nauka o równopostaciowości zyskała nader ważne dowody, gdy Ebelmen otrzymał sztucznie cały szereg spineli (str. 273). Forchhammer, wprowadzając do stopionego chlorku sodu części składowe apatyty, odtworzył jego kryształy. W tych samych warunkach powstają kryształy sodalitu; gdy zaś w miejsce chlorku sodu jako rozpuszczalnik zostanie użyta sól Glauberska, to w temperaturze ciemnej czerwoności krystalizuje się nozean (Morozewicz). Wolframian sodu jest bardzo odpowiednim topnikiem do reprodukcji ortoklazu, albitu, kwarcu, trydymitu, które krystalizują się w temperaturach bardziej podniesionych i po dłuższym czasie (Hautefeuille). Mika natomiast tworzy się łatwiej we fluorku sodu (Dölter, Chrustschoff). Tłómacz książki niniejszej otrzymał kryształy spokrewnionych genetycznie minerałów: korundu, spinelu, sylimanitu i kordyerytu, przesycając glinką stopy glinokrzemianów. Z mieszaniny tlenków, odpowiadających glinokrzemianom sodowym, korund ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) wydziela się według równania:  $\text{Na}_2\text{O} \cdot m\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot p\text{SiO}_2 = = \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot p\text{SiO}_2 + (m-1)\text{Al}_2\text{O}_3$ ; z silnie przesasyconych glinką krzemianów sodowo-magnezowych krystalizuje się naprzód spinel, a później korund:  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{MgO} \cdot m\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot p\text{SiO}_2 = \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot p\text{SiO}_2 + \text{MgAl}_2\text{O}_4 + (m-2)\text{Al}_2\text{O}_3$ . Skoro glinokrzemian prócz glinki zawiera jeszcze nadmiar krzemionki ( $p > 6$ ), obok korundu i spinelu powstawać mogą sylimanit i kordyeryt.

Przez połączenie temperatury podniesionej z wysokim ciśnieniem Moissan zdołał w swym piecu elektrycznym skryształizować węgiel w postaci dyamentu, rozpuściwszy go uprzednio w stopionym metalu, który raptownie oziębiał.

Krystalizując roztwory wodne w temperaturach umiarkowanych, możemy otrzymać wiele związków, występujących w przyrodzie jako minerały i łatwo rozpuszczających się w wodzie. Przykładami są: soda, koperwas żelaza, koperwas miedzi. Znajomość postaci krystalicznej tych minerałów zawdzięczamy pomiarom kryształów, sztucznie otrzymanych, gdyż naturalne bywają zwykle

niedokształcone. Zmieniając postępowanie, otrzymać również możemy kryształy minerałów trudno rozpuszczalnych, należy tylko zmusić do wzajemnej wymiany roztwory, dyfundujące bardzo powolnie (Macé, Drevermann). Siarczan żelaza i azotan baru dają w tych warunkach ładne kryształy barytu:  $\text{FeSO}_4 + \text{BaN}_2\text{O}_6 = \text{BaSO}_4 + \text{FeN}_2\text{O}_6$ , chromian potasu i azotan ołowiu wydzielają kryształy krokoitu:  $\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{PbN}_2\text{O}_6 = \text{PbCrO}_4 + 2\text{KNO}_3$ .

W doświadczeniach tego rodzaju stosowaniem bywa niekiedy wysokie ciśnienie łączone zwykle z temperaturą podwyższoną. Ciała, nawzajem na siebie działające, zamykane są łącznie z wodą w rurach szklanych, ogrzewanych do  $100^\circ$ — $250^\circ$ , przez co wewnątrz naczyń zalutowanych wytwarza się silne ciśnienie pary. Roztwór siarczanu żelaza, zamknięty razem z węglanem sodu, wydziela tedy sztuczny spat żelazny:  $\text{FeSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{FeCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ . Chalkopiryt  $\text{CuFeS}_2$  daje się odtworzyć z chlorku miedzi i chlorniku żelaza, ogrzewanych w naczyniu zamkniętem z roztworem siarku potasu (Sénarmont). W temperaturach jeszcze wyższych i pod zwiększającym się równocześnie ciśnieniem para wodna rozkłada szkło, z którego wydziela się kwarc, dyopsyd, wolastonit (Daubrée). Działając krzemianem sodu  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  na odpowiednie ilości glinki  $\text{Al}_2\text{O}_3$  i krzemionki  $\text{SiO}_2$ , Friedel i Sarasin otrzymali albit  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ , zamiast którego powstaje ortoklaz  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ , skoro krzemian sodu zostanie w tem doświadczeniu zastąpiony przez  $\text{K}_2\text{SiO}_3$ . Roztwory krzemionki w wodzie, ogrzewane przez czas dłuższy w naczyniach zamkniętych prawie do  $550^\circ$ , wydzielają kwarc, po dodaniu zaś wodanu glinu i potasu, powstaje w nich ortoklaz, a gdy prócz tego wprowadzone jeszcze zostaną wodany żelaza i magnezu, to w roztworach takich tworzą się kryształki, przypominające amfibol (Chruschtschoff). Wodan glinu pod wpływem roztworu sody zamienia się w podobnych warunkach na korund i dyaspor (Friedel).

Literatura. C. W. C. Fuchs, Die künstlich dargestellten Mineralien. Harlem 1872. Fouqué i Lévy, Synthèse des minéraux et des roches, Paryż 1822. Bourgeois, Reproduction artificielle des minéraux, Paryż 1884. Dölter, Allgem. chemische Mineralogie, Lipsk 1890. Meunier, Les méthodes de synthèse en Minéralogie, Paryż 1891. J. H. L. Vogt, Beiträge zur Kenntniss des Gesetze der Mineralbildung in Schmelzmassen etc. Chrystiania 1892. J. Morozewicz, Experiment. Untersuch. über die Bildung der Minerale im Magma, Tschermak's Mineralog. u. Petrogr. Mitth., t. XVIII. 1898, str. 1—90: 105—240.

#### IV. Pokładoznawstwo (topika minerałów).

**187. Występowanie minerałów.** Dla dokładniejszego poznania minerału potrzebne są również wiadomości o jego występowaniu w przyrodzie. Stąd, gdy znane nam są jego własności i skład, pytamy zwykle o miejscowość, z której pochodzi, o ilości, w jakich występuje, tudzież o stosunki, jakie go łączą z innymi minerałami.

Mamy tu przedewszystkiem na widoku stosunki przestrzenne (topikalne) minerałów, dalej jakość i ilość minerałów, występujących wspólnie, wreszcie



postaci skupień mineralnych na wielką skalę oraz ich stosunek do skorupy ziemskiej.

Stosunki ilościowe są bardzo rozmaite. Gdy jedne minerały, jak kalcyt w postaci wapienia, panują niepodzielnie na obszarze wielomilowym, inne, jak kasyteryl, występują w ilościach umiarkowanych, jeszcze inne, jak arsenit, grenokit, są znajdowane tylko w śladach.

Wspólność występowania bywa niekiedy przypadkowa, np. w konglomeratach i zlepieńcach, gdzie obok glazików i okruchów kwarcu spotykamy glaziki i okruchy wapienia. Pospoliciej jednak to wspólne znajdowanie się bywa zjawiskiem prawidłowym, jak np. w przypadku, kiedy na nierozpuszczalnym prawie w wodzie kwarcu spoczywa łatwiej rozpuszczalny baryt albo gdy masa oliwinu ma na sobie powłokę z powstałego zeń serpentynu.

**188. Rozpowszechnienie.** Stopień rozpowszechnienia oznaczyć możemy za pomocą odpowiednich przymiotników; odróżniamy więc rozpowszechnienie ogólne, czyli pospolite, od ograniczonego i rzadkiego, a w każdym z tych stopni upatrujemy jeszcze różnice dalsze.

Pod minerałami ogólnie rozpowszechnionymi rozumiemy te, które, jakkolwiek nie zawsze na powierzchni widoczne, są jednak tak pospolite, że nie jest ich pozbawiony żaden znaczniejszy obszar skorupy ziemskiej. Do takich należy przede wszystkim kwarc, minerał najpospolitszy, występujący zarówno w pokładach pierwotnych jak wtórnych, już to samodzielnie, już w towarzystwie innych minerałów, raz widzialny dla oka nienzbrojonego, drugi raz całkiem przed nim ukryty. Na drugim miejscu wymienić należy minerały grupy feldspatowej, podobnie jak kwarc rozpowszechnione, w każdym pokładzie gliny obecne. Obok nich stoi najbliżej kalcyt (spat wapienny), który nie ma wprawdzie tak obszernego rozpowszechnienia, wszakże tworzy sam jeden potężne i rozległe pasma górskie, tak, że pod względem występowania masowego przechodzi nawet minerały poprzedzające.

Do bardzo szeroko rozpowszechnionych należą niektóre minerały, występujące zwykle w ilościach drobnych, jak apatyt, który wprawdzie rzadko tworzy masy większe, ale za to w postaci kryształków mikroskopijnych daje się dostrzedz we wszystkich skalach. Równem rozpowszechnieniem odznaczają się rudy żelazne, jako barwniki, nadające skałom zabarwienie czerwone (żelaziak czerwony), brunatne lub żółte (żelaziak brunatny), wreszcie czarne (żelaziak magnetyczny); w stanie takiego rozdrobnienia podobnie często ukazuje się węgiel i piryt. Do minerałów wielce rozpowszechnionych należą też miki i chłoryty, augity i amfibole.

Rozpowszechnienie ograniczone polega nietylko na większej rzadkości zawartej w mineralu substancji, lecz także na zależności jednego minerału od istnienia drugiego. Tak np. występowanie spatu cynkowego (smitsonitu) zależnem jest najczęściej od poprzedzającej bytności spatu wapiennego. Podobnie zeolity związane są z istnieniem pewnych tylko minerałów, i dlatego największa ich część występuje wyłącznie w skałach wulkanicznych. Często zależność ta łączy się z pewną postacią pokładu, jak to ma miejsce z minera-



lami żyłowemi, o których mowa poniżej. Występowanie łatwo rozpuszczalnej saletry sodowej w bezdeszczowych okolicach Peru zależne jest także od klimatu. Wreszcie istnienie niektórych minerałów na powierzchni ziemi, np. siarków, jest dlatego wykluczone, że musiałyby one uleże na niej zupełnemu przeistoczeniu.

Minerały o rozpowszechnieniu rzadkiem występują w jednej lub kilku miejscowościach, w których wszakże tworzą niekiedy masy znaczne, jak np. kryolit na Grenlandyi, albo też są one rzadkościami pod każdym względem, ukazują się bowiem w niewielu punktach ziemi i w bardzo drobnych ilościach, jak np. euklaz.

**189. Wspólność występowania (parageneza).** Wspólne występowanie minerałów daje możność sądzenia o tem, czy powstały one równocześnie, czy też nierównocześnie, dalej o tem, w jakim tworzyły się porządku, wreszcie o tem, że jeden powstał kosztem drugiego. We wspólności występowania wyraża się jednocześnie wspólność i kolejność powstawania, a niekiedy także pochodzenie wtórne; stąd nazwa paragenezy, wprowadzona przez Breithaupta, zdaje się być wybraną szczęśliwie.

Spółczesność powstawania rozmaitych minerałów, zarówno wrosłych jak zawieszonych, możemy poznawać po tem, że tworzą w sobie nawzajem wrostki, albo też po tem, że osobniki jednego gatunku spoczywają na indywiduach drugiego i wytwarzają odciski, lecz i odwrotnie osobniki drugiego leżą na indywiduach pierwszego, powodując powstawanie odcisków. Znałe są np. szczotki adularu i kalcytu o paragenezie współczesnej, tudzież skały, w których powstałe w zawieszeniu kryształy plagioklazu i augitu w takiejże występują paragenezie.

W mieszaninach ziarnistych i lupkowych współczesność ta bywa też często bardzo wyraźna, jak np. w wielu granitach, w których ziarna feldspatu, kwarcu i miki tak są rozwinięte, iż żadnej nie wykazują różnicy, jakgdyby wyszły z pod jednego stempla.

Minerały, powstałe obok siebie, podobieństwem składu chemicznego często dowodzą wspólności pochodzenia, jak np. kryształy apatyty, fluorytu, lepidolitu, topazu, turmalinu, występujące pospół w żyłach kruszcu cynowego (kasyteryty) i zawierające zawsze fluor, albo jak pospolite zrosty blendy i galeny, lub wreszcie jak parageneza pirytu  $\text{FeS}_2$  z antymonitem  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ , pirargirytem  $\text{Ag}_3\text{SbS}_3$  i argentytem  $\text{Ag}_2\text{S}$ , napotykaną na okazach, pochodzących z Kremnicy. Wszystkie ogniwa tego zespołu zawierają siarkę, gdyż są to po większej części siarki lub, w jednym przypadku, sole siarkowe.

**190. Kolejność powstawania (sukcesya).** Kiedy kryształy tworzą szczotkę na jakimkolwiek podkładzie lub kiedy druzo pokryje się innemi kryształami, wykazującemi odciski poprzednich, albo gdy minerały mają na sobie naskorupienia obce, wówczas kolejność powstawania jest widoczna. Jest nią również, gdy powłoki lub warstwy minerałów pojedynczych i mieszanych układają

się jedne na drugich. Samo się przez się rozumie, że warstwa lub powłoka górna jest utworem młodszym od dolnej.

Innego rodzaju następstwo dostrzegamy w tych razach, kiedy minerał lub mieszanina minerałów jest osadzona w obejmującej ją dokoła masie. Kryształy pirytu, zawieszone w glinie, grupy kryształów gipsu — w glinie i marglu, tudzież konkrecje [78] powstały wtedy, gdy otaczająca je masa była jeszcze podatną. Zawartości szczelin i próżni, tworzące żyły w skałach lub geody w melafirach, powstały później, aniżeli ich otoczenie. Dokładnie rozwinięte kryształy kwarcu, feldspatu, leucytu lub augitu, jakie odróżniamy w skałach porfiryicznych, powstały w masie jeszcze ciekłej i nieskrystalizowanej. Kryształy większe są tu starsze od drobnych, które stanowią obejmującą je masę zasadniczą. Jeżeli minerały stałe lub ich mieszanina dostaną się przypadkowo do masy ciekłej, np. lawy, to po jej zakrzepnięciu stanowiące będą wrostki obce, starsze od środowiska, w którym są osadzone.

Kolejność powstawania zależy częstokroć od rozpuszczalności i stosunków chemicznych. Ściany wielu rozpadlin i próżni są pokryte szczotkami kwarcu, na których znów spoczywają naskorupienia kalcytu. Kwarc, jako minerał rozpuszczalny w wodzie o wiele trudniej, musi wydzielać się wcześniej. W pokładach soli kamiennej gips jest zwykle utworem starszym, sól — młodszym, albowiem gips jest ciałem trudniej rozpuszczalnym. Niektóre z odnoszących się tutaj zjawisk pozostają w związku z tworzeniem się kryształów fałszywych. Pseudomorfoza, niezupełnie skończona, składa się po części z minerału pierwotnego, po części zaś z nowotworu. Tu więc minerał starszy wiąże się niejako z młodszym za pomocą przemiany chemicznej. Jeżeli tego rodzaju kolejność została stwierdzona wielu zgodnemi postrzeżeniami, wiek minerałów określać nadal możemy pomimo nieobecności pseudomorfozy. Gdy ta ostatnia dobiegnie kresu, jest ona niemniej pewną wskazówką sukcesyi, jakkolwiek minerał pierwotny znikł tu doszczętnie.

Liter., dotyczącą paragenezy i sukcesyi podają przytoczone we wstępie dzieła Breithaupta, Cotty, Volgera, Groddecka.

**191. Rodzaje występowania.** Zależnie od środowiska odróżniamy rozmaite rodzaje występowania minerałów, a więc nasamprzód występowanie w skałach, dalej w osobnych pokładach i w roztworze wodnym. Co się tyczy skał i pokładów w szczególności, to odróżniamy tu jeszcze występowanie w żyłach mineralnych, próżniach i rumowiskach, czyli zwałach, a także w pasach kontaktowych.

Minerały stałe oraz ich mieszaniny znajdują się bądź w pokładach pierwotnych, a więc w tem miejscu, gdzie przybrały swoją postać obecną, albo też występują w pokładach wtórnych, więcej lub mniej odległych od istotnego miejsca ich powstania. Minerały pojedyncze i mieszaniny mineralne pokładów pierwotnych są po największej części utworami krystalicznymi.

Zanim minerały zostaną przeniesione na miejsce wtórne, masa ich pierwotna musi wprawdzie ulegnąć rozdrobnieniu, czyli rozpaść się na okruchy kanciaste, zaokrąglone głaziki, ziarna piasku, a nawet na pojedyncze kryształy, wreszcie



na drobny proszek. Zdarza się jednak niekiedy, że masa minerału lub mieszaniny ukazuje się w stanie pokruszonym, chociaż leży w łóżysku pierwotnem, jak np. zdruzgotany wapień, kwarcyt, serpentyn, lub przybiera wygląd ziemisty, jak zwietrzały granit albo bazalt.

Pokłady wtórne, a więc przeniesione z miejsc obcych, występują bądź jako luźne nagromadzenie okruchów, głazów, żwiru, piasku lub gliny ziemistej, bądź też jako masy spojone, jako brekcye (zespolenie okruchów kanciasłych), jako konglomeraty (połączenie głazów i żwiru), dalej jako piaskowce, łupki i t. p. Te ustalone powtórnie masy, np. niektóre kwarcyty, mają niekiedy wygląd tak jednolity, że z trudnością dają się odróżnić od skał pierwotnych. Zarówno osady luźne, jak powtórnie zlepione nazywamy utworami okruczowemi.

**192. Skały i pokłady.** Jeżeli minerał pojedynczy (lub mieszanina minerałów) występuje w masach tak wielkich, że tworzy całe góry albo rozległe obszary gleby, lub znaczną część pasma górskiego, nazywamy go wtedy skałą. Przykładami takich mas są: wapień, składający się z jednego tylko minerału, granit, bazalt, będące mieszaniną kilku minerałów. Skały o tych samych właściwościach powtarzać się mogą w kilku lub wielu punktach skorupy ziemskiej, nie są więc związane z jedną tylko miejscowością, lecz mają rozpowszechnienie ogólniejsze.

Ze względu na złożenie, czyli budowę, odróżniamy skały uwarstwione, składające się z szeregu obszernych płyt, zwanych niekiedy plaskurami, tudzież skały masowe, czyli utwory pierwotne, jednolite, trwałe i pozbawione podziału na warstwy. Skały masowe składają się wyłącznie lub przeważnie z krzemianów, gdy skały uwarstwione zawierają rozmaite części składowe.

Jeżeli minerał pojedynczy lub skupienie kilku minerałów tworzy masę o rozmiarach ograniczonych, mającą znaczenie miejscowe, to masę taką nazywamy pokładem. Mówimy więc o pokładzie magnetytu lub soli kamiennej. Niektóre pokłady są utworami natury czysto lokalnej, jak np. pokłady kryolitu na Grenlandyi, jak obfitujące w augit pokłady kruszcowe w Campiglia marittima. Co do złożenia, to pokłady mogą być zarówno uwarstwione jak masowe lub też mogą posiadać budowę szczególną.

Pomiędzy skałą a pokładem niema wyraźnej różnicy. Pokłady większe bywają często zaliczane do skał, jak np. pokłady spatu żelaznego (syderytu), skała turmalinowa i t. p. Pokłady, zawierające związki metali ciężkich w ilościach, mogących posiadać znaczenie techniczne, nazywamy pokładami kruszczowemi.

**193. Części składowe.** Skały, składające się w istocie z jednego i tego samego minerału lub z tej samej mieszaniny minerałów i posiadające jednakową budowę oraz jednakowy stan zachowania, oznaczamy zwykle jednym mianem. Więc wapieniem ziarnistym nazywamy wszystkie skały, które istotnie składają się z jednego tylko spatu wapiennego i mają złożenie ziarniste, więc miano granitu nadajemy wszystkim skałom, które w zasadzie składają się z kwarcu, ortoklazu i miki, a budowę posiadają ziarnistą; natomiast skały, bę-



dące mieszaniną tych samych minerałów, jakie odróżniamy w granicie, lecz wykazujące budowę płytową lub łupkową, otrzymały nazwę gnejsu. Ziarnistą mieszaninę plagioklazu i augitu w stanie świeżym nazwano dolerytem; tej samej mieszaninie nadajemy jednak nazwę dyabazu, skoro plagioklaz ulegnie pewnej zmianie, wietrzejący zaś augit poczyni się przeistaczać w powstający zeń chloryt. Tu więc został wzięty pod uwagę i stan zachowania, a ponieważ skała zmieniona odpowiada wogóle pochodzeniu dawniejszemu, przeto różnica pomiędzy dyabazem a dolerytem polega tylko na wieku geologicznym.

Minerały, mające najważniejsze znaczenie w budowie skały, a więc takie, bez których udziału wybrana na oznaczenie skały nazwa byłaby nieodpowiednią, nazywamy częściami składowymi głównymi, czyli istotnymi. Oprócz nich zwykle występują w skałach jeszcze minerały, w mniejszej obecności, które bynajmniej nie stanowią o gatunku skały. Te otrzymały nazwę części składowych nieistotnych albo przypadkowych. W granicie np., jako składniki przypadkowe zdarzają się często granat, andaluzyt, turmalin. Niekiedy minerały przypadkowe występują stale nie tylko w pojedynczych ziarnach i kryształach, lecz tworzą większe skupienia, którym nadano nazwę mas składowych przypadkowych, zwanych także niekiedy wydzielinami.

Zdarza się, że pewna część składowa, istotna lub przypadkowa, występuje w oddzielnych punktach masy skalnej w ilości przeważającej, a nawet wypiera inne składniki i tworzy osobne pokłady. Tak np. w granicie i gnejsie osadzone są niekiedy pokłady feldspatu, a magnetyt, przypadkowy składnik dyabazu i porfiru augitowego, skupia się miejscami w takich ilościach, że tworzy pokład kruszcowy. Tego rodzaju zjawiska nazywamy wyodrębnianiem się części składowych. Zarówno budowa skał jako też ich skład podlegają wogóle pewnym wahaniom. Stąd niepodobna czasami przeprowadzić między dwiema skałami granicy wyraźnej, albowiem tworzą one przejścia, łagodzące różnice typów krańcowych, jak np. przejścia pomiędzy gnejssem, składającym się z feldspatu, kwarcu i miki, a łupkiem mikowym, całkiem feldspatu pozbawionym.

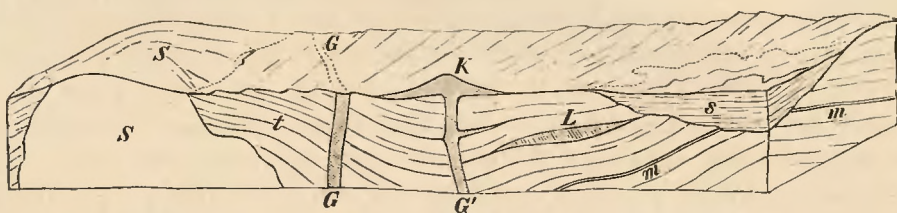
**194. Kształty pokładów.** Pewien całokształt, składający się na całym zajmowanym przez się obszarze geograficznym z jednego gatunku skały lub łączący w sobie za pomocą stopniowych przejść blisko spowinowacone gatunki skalne, posiada pewne granice zewnętrzne, jest ciałem w sobie zamkniętym, mającym określony udział w budowie skorupy ziemskiej. Tego rodzaju całokształt możemy więc rozpatrywać jako jednostkę tektoniczną wyższego stopnia, będącą wynikiem jednego i tego samego procesu twórczego lub kilku takich procesów, związanych wszakże ciągłością przestrzeni i czasu.

Jednostki takie posiadają zazwyczaj granice nieprawidłowe. Spójrzmy na mapę, przedstawiającą obszary, zajmowane przez skały na powierzchni ziemi, a przekonamy się, że w większości przypadków pozioma ich rozciągłość żadnemu określone mu nie podlega prawu, że przeważają tu płyty całkiem nieprawidłowe, strzępiaste, a kontury zamknięte, eliptyczne lub koliste zdarzają się znacznie rzadziej. Przeciwnie, stosunki głębinyowe są zwykle proste i określone, jak o tem przekonywają nas wąwozy i rozpadliny naturalne, przekroje

sztuczne lub roboty górnicze. Skały uwarstwione, czyli osadowe, odpowiednio do swojego pochodzenia, mają wogóle kształt płyt o grubości jednakowej lub rozmaitej. Tego rodzaju płyty, mogące się składać z wielu warstw, nazywamy zwykle ławicami. Gdy rozmiary ich są mniejsze, mogą one przybierać postać soczewicy. Zarówno ławice jak warstwy pojedyncze mogą leżeć poziomo lub być rozmaicie wygięte i pokrzywione.

Skały masowe występują również niekiedy w postaci ławicy, częściej atoli tworzą one masy większe o nieprawidłowych konturach boczných, ciągnące się w głąb' nieznana i wynurzające się z niej nakształt olbrzymich kłębow. Taką postać pokładu zwać będziemy nadal pniem albo kłębem skalnym. Skały masowe ukazują się też w postaci płyt, najczęściej pionowych, przecinających skałę sąsiednią, wdzierających się niekiedy pomiędzy jej warstwy a również sięgających do głębokości nieznanych. Płyty tego rodzaju otrzymały nazwę żył, specyjalnie żył skalnych. Żyły są wyraźnym dowodem tego, że tworząca je skała wydostała się z głębi ziemi w stanie ciekłym i wypełniła szczeliny skalne, które już przedtem istniały. Skały, występujące w postaci żył, są zatem utworami wybuchowemi. Tworzą one na powierzchni ziemi często masy stożkowate, zwane kopułami, albo też przybierają kształty płaskie, przypominając potoki lawy. Fig. 380 przedstawia niektóre z tych postaci w idealnym wycinku skorupy ziemskiej.

Fig. 380.



*S* pień granitowy. *G* żyła porfiru. *G'* żyła bazaltowa z zakończeniem nakształt kopuły *K*. *t* gnejs. *m* pokład kruszcowy (magnetytu). *L* soczewica wapienia ziarnistego. *s* piaskowiec.

Utwory, będące jednakowego pochodzenia ze skałą sąsiednią, wykazują też jednakowy sposób ulawicenia. W skałach uwarstwionych występują one w postaci pokładów i soczewic, jak np. syderyt pomiędzy warstwami łupku gliniastego i piaskowca. W skałach masowych również zdarzają się pokłady nieprawidłowe, jak o tem wspomniano powyżej, przy wyodrębnianiu się części składowych.

Liter. C. Naumann, Lehrbuch der Geognosie. H. Credner, Elemente der Geologie.

**195. Szczeliny i spękania ciosowe.** Stałą skorupę ziemi przecinają wszędzie szczeliny i szpary, tak, że ciągłość skał znosi się przez to bądź w sposób całkiem oczywisty, bądź też prawie niewidoczny. Spękania te wogóle są dwojakiego rodzaju. Jedne są rozwinięte na wielką skalę i nie zależą bynajmniej od natury skały, te nazwiemy szczelinami, drugie są spękaniem na mniej-



sza skalę i są ściśle związane z przyrodzeniem skały, te powodują powstawanie t. zw. kształtów ciosowych. Szczeliny biegną częstokroć wzdłuż granicy dwóch skał różnych lub też ciągną się równolegle z uławiceniem, pospoliciej jednak przecinają pokłady w poprzek, przechodząc bez przerwy do skały sąsiedniej. Sięgają one zwykle głębin nieznanych. Masy skalne są często wzdłuż nich przesunięte, i wtedy nazywamy je szczelinami uskokowymi, czyli dyzlokacyjnymi. Szczelina tworzy płaszczyznę równą lub prawie równą, ściany jej bywają zazwyczaj gładkie, jakby wyszlifowane i zrysowane w kierunku przesunięcia. Ściany szczeliny już to stykają się bezpośrednio, już to rozchodzą, tworząc rozpadlinę. Jeśli tę ostatnią wypełni skała wybuchowa, to powstanie żyła skalna; w innych razach rozpadlina wypełnia się masą skały zmiażdżonej i skruszonej, lub też wypełnia ją minerał pojedynczy albo mieszanina minerałów; wtedy powstaje żyła mineralna lub kruszcowa, a w razie większych rozmiarów rozpadliny — pokład. Jeżeli wypełnienie szczeliny nie jest zupełne, to pozostała próżnia zajmuje zwykle woda; są też szczeliny całkowicie wodą wypełnione, w których mogą mieć początek źródła. Te są szczelinami źródłowymi. W górach wapiennych rozpadliny powiększają się zwykle do rozmiarów jaskini.

Spękania, powodujące rozpadanie się na postaci ciosowe, są właściwością skały; nie ciągną się one zbyt daleko i nie przechodzą do skał sąsiednich. Kształty ciosowe niektórych skał masowych, tudzież grubopłytych skał uwarstwionych, są całkiem nieprawidłowe, tak, że spękania biegną we wszystkich możliwych kierunkach, a na powierzchni skały te rozpadają się na bryły, pozbawione wszelkiej foremności. Przeciwnie bazalty, trachity, niektóre piaskowce dzielą się zwykle na bryły mniej więcej prawidłowe i znacznych dochodzące rozmiarów; wapienie rozpadają się bardzo często na drobny gruz, tworzący t. zw. usypiska. Spękania ciosowe są częstokroć wypełnione minerałami, które stanowią jakby osobny rodzaj drobnych żyłek, pozostających niekiedy w łączności z żyłami właściwymi, fig. 382. Skłonnością do tworzenia tego rodzaju żyłek odznaczają się zwłaszcza wapienie zbite. Częstokroć każdy kawałek tej skały przejęty jest całą siecią drobnych żyłek, składających się z krystalicznego kalcytu.

Spękania, nie wypełnione osadami mineralnymi, umożliwiają z jednej strony krążenie wody, ściekającej w szczeliny źródłowe, z drugiej zaś sprzyjają przenikaniu wilgoci aż do skały jednolitej.

Pomiędzy spękaniami ciosowymi a szczelinami istnieją najrozmaitsze przejścia, tak, że terminy te oznaczają tylko zjawiska krańcowe z pośród tych, jakie dostrzegamy przy rozpadaniu się mas skalnych.

Liter. Naumann, Lehrb. d. Geognosie. Zirkel, Lehrb. d. Petrographie, str. 98. Odtwarzanie sztuczne zjawisk ciosowych pod wpływem ciśnienia i t. p. Daubrée, Études synthétiques de géologie expérimentale, 1879, str. 300 i 407.

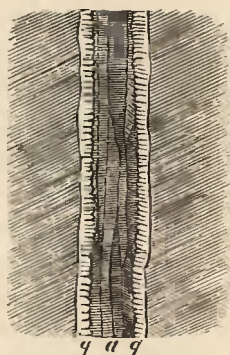
**196. Naskorupienia i masy wypełniające.** Świetne grupy iskrzących się kryształów, które są ozdobą naszych zbiorów, pochodzą zazwyczaj ze skalnych szczelin, próżni i spękań ciosowych. W wielu miejscach rozpadliny skalne



wypełniają się całkowicie minerałami, w innych jednak pomiędzy ich ścianami zachowały się rozleglejsze próżnie. W nich to kryją się owe wspaniałe utwory, sformowane ręką mistrzyni przyrody w długiej ciągłości czasu, owe dyademy, co szczęśliwemu znalazcy rzucają z pomroku blaski tajemnicze. Górnik szuka ich śladów tylko wtedy, gdy są niemi minerały użyteczne, i nazywa je żyłami kruszczowemi czyli szlachetnemi, wszystkie inne bowiem są dlań żyłami pustemi lub jałowemi.

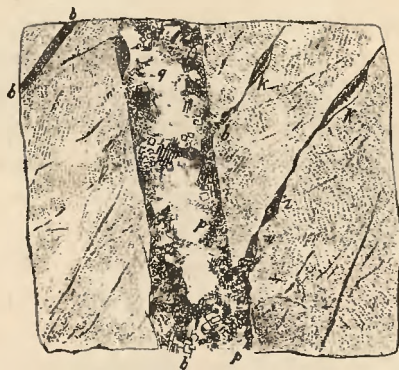
Minerały pokrywają zwykle ściany rozpadlin i próżni tak szczelnie, że tworzą na nich powłoki, czyli naskorupienia. Jeśli te ostatnie ujawniają budowę warstwową, jest to dowodem tworzenia się ich wielokrotnego. Często obydwie ściany szpary pokryte są warstwami tego samego gatunku mineralnego. Naskorupienie jest wtedy symetryczne, jak na fig. 381, przedstawiającej przecięcie żyły mineralnej zamkniętej; naskorupienia symetryczne mogą powtarzać się kilkakrotnie, fig. 383. Utwory tego rodzaju niesymetryczne, fig. 382, zdarzają się też dość często.

Fig. 381.



Żyła kruszczowa symetryczna w gnejsie. Góra Michałowa w Czechach.  
q kwarc, a antymonit.

Fig. 382.



Żyła kruszczowa niesymetryczna w porfirze gliniastym koło Freiberga w Saksonii.

b galena, p piryt, z blenda.  
Żyła ta wiąże się z drobniejszymi żyłkami ciosowemi, które z początku wypełnione są temi samemi minerałami, dalej jednak przy k zawierają szczotki kwarcu, kalcytu i spatu brunatnego (dolomitu).

Warstwa, przylegająca bezpośrednio do ściany, jest utworem najstarszym, każda zaś warstwa następująca zawiera coraz młodsze pokolenia minerałów, z których najmłodsze tworzy często szczotkę kryształów.

Niekiedy w żyłach mineralnych spotykamy okruchy i odlamy skały sąsiedniej, spojone masą, żyłę wypełniającą (brekeye żyłowe). Jeżeli tego rodzaju okruchy albo odlamy żyły mineralnej, które powstały przez powtórne rozwarcie się szczeliny, są pokryte naskorupieniami i osadzone w masie wypełniającej, będącej dla nich złożem, wówczas tworzą one tak zwane przez górników rudy pierścieniowate lub kokardowe, fig. 384 (druzgoty kruszczowe).

Żyły mineralne, pozbawione nwarstwienia, są prostemi wypełnieniami szczelin, jak np. niektóre żyły kwarcu i galeny, tworzące w skałach płyty kryształiczne.

W niektórych szczelinach niezamkniętych, a także w bardzo wielu próżniach skalnych występują na ścianach naskorupienia o powierzchni gronowatej lub nerkowatej, tudzież owe utwory czopokształtne, które zwykle nazywamy soplami, czyli stalaktytami. Najbardziej znanym ich przykładem jest kalcyt,

Fig. 383.



Żyła mineralna symetryczna. *a* kwarc, *b* fluspat zielony, *c* baryt cielisto-różowy, *d* kalcyt biały, przechodzący w żółtawe szczotki. Pod *a* i *c* niewielkie ilości blendy, w *c* i pod *d* cienkie warstewki markasytu. Drei Prinzen Spat koło Freiberga, według Weissenbacha.

Fig. 384.



Brekcja żyłowa. Okruchy i odlamy lupka mikowego, osadzone w pirycie i pręcikowym kwarcu; prócz tego spat manganowy, występujący w szczotkach. Peter stehend Gang koło Freiberga, podług Weissenbacha.

klórego utwory soplówate w jaskiniach wapiennych są tak pospolite, dalej żelaziak brunatny, psydomelan. Ale i piryt, markasyt, galena ukazują się też często w postaci stalaktytów.

Żyły mineralne, a zwłaszcza żyły kruszczowe, występują częstokroć obok żył skalnych. Niekiedy skałom wybuchowym towarzyszą właściwe im żyły mineralne. Do tego rodzaju żył należą pokłady kruszczowe przybramskie w Czechach, fig. 385.

Podana niżej figura wiernie przedstawia w przekroju wzajemny stosunek skał w pobliżu szybu Maryi, o ile ten został dotychczas poznany. Roboty górnicze wykryły tu wielką ilość żył dyabazowych, przerywających łupki gliniasty i piaskowiec oraz liczne tworzących rozgałęzienia. Dyabazowi towarzyszą żyły kruszczowe, przechodzące bądź obok, bądź też w środku żyły skalnej. Żyły kruszczowe są na rysunku nieznacznie tylko liniami, wyglądającymi tak, jak żyła Waclawa, pozbawiona towarzystwa skały wybuchowej. Przy *k* napotkano też rozpadlinę pustą, czyli pozbawioną kruszczu. Przy *z* widzimy dyzlokację.

Szyb Maryi mierzy obecnie przeszło 1000 metrów głębokości. Wychodzące zeń poziome chodniki (sztolnie) wskazano liniami kropkowanymi, a oznaczono cyframi rzymskimi.

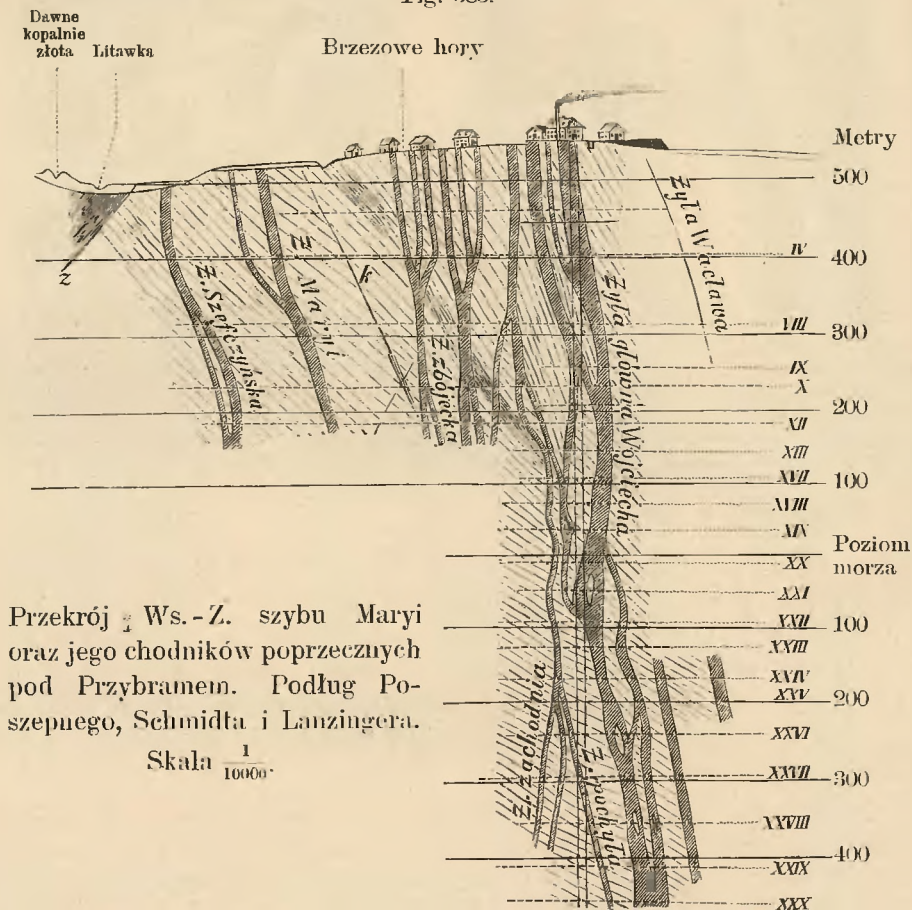
Niektóre żyły mineralne ciągną się przez kilka pokładów skalnych, nie zmieniając swego składu, gdy inne wykazują zależność od skały sąsiedniej, czyli złoża, tak, że przechodząc z jednej skały do drugiej, tracą ten lub ów mineral.



Do takich należą złotodajne żyły kwarcowe skał trachitowych, które po przejściu do skały sąsiedniej, tracą złoto.

Parageneza w żyłach mineralnych może być bardzo rozmaita, atoli w niektórych pokładach powtarzają się stale pewne grupy minerałów. Najpospoliciej spotykamy tu kwarc i kalcyt, także baryt, dolomit, syderyt. W żyłach kruszczowych pospolu z niemi występują tlenki i sole tlenowe, a jeszcze stalej siarki i sulfosole metali ciężkich. Stałą paragencę minerałów, w żyłach kruszczowych wspólnie występujących, Breithaupt nazwał formacją kruszczową.

Fig. 385.



Oto kilka przykładów wspólnego występowania minerałów, dostrzeżonych przez Breithaupta. Nazwy minerałów podajemy w porządku ich powstawania (sukcesyi).

Kwarc, kasyteryt, topaz, apatyt, fluoryt. Ehrenfriedensdorf w Saksonii.

Kwarc, hematyt, fluoryt, syderyt. Altenberg w Saksonii.

Magnetyt, kwarc, mazytyl, dolomit. Traversella w Piemontcie.

Kwarc, albit, syderyt. Heinzenberg, Zillertal w Tyrolu.

Kwarc, chabazyt, stylbit. Andreasberg na Harcu.

Pyrty, galena, blenda czarna, spat brunatny (dolomit). Rodna w Siedmiogrodzie.

Galena, blenda, chalkopiryt, piryt, ametyst, złoto. Porkura w Siedmiogrodzie.



Kwarc, syderyt, galena, burnonit, chalkopiryt. Nendorf na Harcu.

Kwarc, syderyt, galena, tetraedryt, blenda, chalkopiryt, kalcyt. Kopalnia Matki Boskiej Pomocnej koło Przybramu.

Baryt, galena, ankeryt, piryt, kalcyt, piryt, getyt, kalcyt. Przybram.

Kwarc, dyalogit, kwarc, dyalogit, kwarc, dyalogit, a więc trzy generacye. Kapnik na Węgrzech.

Kwarc. antymonit, baryt. Felsöbánya na Węgrzech.

Baryt, żółty fluoryt, niebieski fluoryt, baryt. Freiberg w Saksonii.

Fluoryt, baryt, chalkopiryt, ankeryt. Freiberg.

Kwarc, blenda, pirargiryt, markasyt. Szczawnica na Węgrzech.

Kwarc, galena, fluoryt, polibazyt, srebro w drutach, kalcyt. Kopalnia Himmelfahrt koło Freiberga.

Kwarc, nikielin, chloantyt, chalkopiryt, żółty fluoryt, kwarc. Freiberg.

**197.** Substancje, wypełniające szczeliny, powodowane rozpadaniem się na postaci ciosowe, tworzą też niekiedy naskorupienia, ale tylko pojedyncze, nie powtarzające się, albo po prostu oddzielne, na ścianach osiadłe kryształy. Zwykle wąskie te szpary wypełniają się całkowicie minerałami, które tworzą w skale cienkie żyły.

Minerały wypełniające należą zazwyczaj do tych, które spotykamy w skale sąsiedniej, albo są utworami pokrewnymi. W granicie i gnejsie znajdujemy często ładne kryształy kwarcu i adularu; jeżeli ściany szpary rozejdą się bardziej, powstać mogą bogate „składy kryształów”. Często jest również zjawisko dalszego ścian narastania, polegające na tem, że osobniki, które uległy rozerwaniu, rosną w dalszym ciągu przez układanie się substancji jednorodnej w zgodnym szyku i wytwarzają kryształy nowe. Tak, kryształy kwarcu i adularu, tworzące szczotki w granicie i gnejsie, zapuszczają niejako swe korzenie w głąb skały. Kryształy kalcytu w wapieniach przechodzą często bez przerwy do swojego podkładu. Minerały użyteczne, w takich szczelinach osadzone, są również przedmiotem zabiegów górnika, który je znajduje w skale łącznie z minerałami towarzyszącymi w postaci „składów” i „gniazd”, mających niekiedy kształty gruzłowate, workowate i t. p.

Podobnie jak spękania szczelin ciosowych, pokrywają się też często naskorupieniami lub wypełniają nowotworem całkowicie próżnie zamknięte skal niektórych. Należą tu zwłaszcza utwory „migdałowe” w melafirach i bazaltach. Są to przestrzenie ostro zakreślone, brane zwykle za pęcherze, w części lub całkowicie wypełnione agatem, kwarcem, zeolitami, kalcytem i t. d.

Naskorupienia i masy, wypełniające szczeliny, znajdujemy zarówno w skałach masowych jak uwarstwionych, jakkolwiek najczęściej spotykamy je w skałach najstarszych. Ilość tych utworów zmniejsza się zależnie od wieku skały, tak, że w pokładach najmłodszych dostrzedz się zwykle dają tylko ślady zjawisk, o których mowa. Wnosimy stąd o ciągłym i stopniowym tworzeniu się tych osadów krystalicznych.

**198. Wsiąki.** Minerały występują niekiedy w takiej postaci, że wypełniają pory i najdrobniejsze próżnie skały od nich dawniejszej albo też tworzą w niej całe roje kryształów odosobnionych. Taki sposób występowania dowo-

dzi, że skała była przejęta nawskróś pewną substancją, która owe minerały z siebie wydała.

Tego rodzaju utwory zawarte są przedewszystkiem w skałach, powstających z mas luźnych, jak glina, margiel, piasek, konglomeraty, brekcy. Spój tych skał, o ile jest krystaliczny, należy do wsiaków (impregnacji). Składa się on z minerałów nowopowstałych, które jednak są podobne do minerałów, tworzących skałę. Wsiaki te rozmieszczone są bądź jednostajnie, bądź warstwami, bądź wreszcie nieprawidłowo. W postaci wsiaków najpospoliej występują kalcyt i kwarc, rzadziej gips, piryty, baryt. Minerały, tworzące często wsiaki, spotykane są też jako konkrety w skałach [78]. W łupkach krystalicznych i gliniastych wsiaki występują niekiedy w postaci smug, czyli pasów, biegnących zgodnie z uwarstwieniem i składających się z piryty, chalkopiryty, blendy i innych siarków.

W skałach masowych wsiaki związane są zwykle z ich rozkładem. Trachity i andezyty, które wskutek wietrzenia przybrały wygląd ziemisty, bywają niekiedy przejęte opalem. W wielu skałach, należących do dyabazów, melafirów i bazaltów, powstający kosztem ich rozkładu kalcyt tworzy wsiaki jednostajne.

Niekiedy wsiaki pozostają w związku ze szczelinami, jeśli te mianowicie zostały wypełnione minerałami nowopowstałymi. Przykładem tego rodzaju jest granit, przejęty kwarcem w pobliżu żył cynowych w Altenbergu, fig. 386.

Fig. 386.



Granit, zawierający w szczelinach ciosowych żyły kwarcu, apatytu, fluspatu, kasyterytu i t. d. W pobliżu tych żył jest on zwiertzały i przejęty wsiakami kwarcu. Geyer w Saksonii, według Weissenbacha.

Fig. 387.



Utwór kontaktowy na granicy monconitu *M* i kalcytu *K*, Canzacoli pod Predazzo. *W* zmieniiony monconit, *v* nieszanina faszitu, granatu, wezuwianu, *p* flogopit, *m* montyczelit ze spinelem. W pasach *W* do *m* obecny jest wszędzie kalcyt. (Okaz Muzeum geolog. Univer. w Wiedniu).

**199. Utwory kontaktowe.** W miejscach zetknięcia się skał masowych, jak syenit, granit, ze skałami uwarstwionymi występują niekiedy minerały, które, sądząc ze wszystkich dotychczasowych postrzeżeń, są utworami, powstałymi pod wpływem kontaktu skał obu. Minerały te są po części krzemianami, po części zaś innymi związkami.



W wapieniu na granicy ze skałą krzemianową występują w takich razach rozmaite minerały, jak granat, wezuwian, augit, niekiedy pasami, zwykle jednak w skupieniach nieprawidłowych; nieco dalej od skały, złożonej z krzemianów, powstać mogą nowotwory w postaci wsiaków. Wapień w pasie kontaktu staje się ziarnistym i częstokroć nabiera szczególnego zabarwienia niebieskawego. Przykładem pasowego ułożenia minerałów kontaktowych jest okaz, pochodzący z Canzacoli pod Predazzo a wyobrażony na fig. 387.

Bardzo znanymi są ładnie skryształizowane minerały utworów kontaktowych z Monzoni w południowym Tyrolu, z Cziklowy w Banacie, dalej z Arendalu w Norwegii, przedewszystkiem wszakże wspaniałe okazy bomb wapiennych z Sommy na Wezuwiuszu. Są one, według wszelkiego prawdopodobieństwa, odłamami pasa kontaktowego, ukrytego w głębi, wyrzucanymi na powierzchnię góry za sprawą wybuchów wulkanicznych.

Minerałami kontaktowymi łupków krystalicznych bywają zwykle andaluzyt, feldspat, granat, turmalin, nie występują one jednak w ilości tak obfitej, jak w wapieniu.

Na granicy wapienia ze skałą masową zjawiają się także minerały, wśród których rudy żelazne i manganowe ważną odgrywają rolę. Tego rodzaju pokłady odróżnić będziemy w następstwie, jako zjawiska zastąpienia, od wyżej wspomnianych utworów kontaktowych.

**200. Skały masowe.** Są to twory, składające się wogóle z krzemianów i występujące bądź w postaci mas ziarnistych i zbitych, bądź też szklistych i porfirychnych. Minerały, do składu ich należące, możemy podzielić na trzy grupy paragenetyczne, jak następuje:

1-sza grupa: kwarc oraz krzemionka bezpostaciowa, la ostatnia w skałach szklistych.

2-ga grupa: feldspaty, tudzież krzemiany im pokrewne.

3-cia grupa: minerały z gromady piroksenu, amfibolu, miki, oliwinu, magnetytu.

Skały, zawierające minerały wszystkich trzech grup, należą do najbogatszych w krzemionkę, jak granit, porfir kwarcowy, trachit kwarcowy z obsydyanem, perlitem i t. d. Pomiędzy skałami, pozbawionymi minerałów grupy pierwszej, powstać mogą wybitne różnice, zależnie od charakteru feldspatu panującego. Odróżniamy w nich mianowicie skały ortoklazowe i skały plagioklazowe. Do pierwszych należą: syenit, porfir ortoklazowy, trachit sanidynowy. Skały plagioklazowe rozpadają się jeszcze na amfibolowe, jak dyoryt, porfiry, andezyt amfibolowy, oraz na augitowe, jak dyabaz, melafir, bazalt.

Minerały skał pochodzenia niedawnego, a więc trachitów, andezytów, bazaltów, są zwykle lepiej zachowane, jak powiadamy, świeższe, a skała zawiera nowotworów niewiele lub jest od nich całkowicie wolna. Te „młodsze” skały są produktami działalności wulkanicznej. Występują one także w postaci law na wulkanach.

Pokłady, napotykane w skałach masowych, tworzą bądź pnie, bądź też naskorupienia i żyły, wsiaki i gniazda, nigdy zaś warstw właściwych.



**201. Skały uwarstwione.** Najbardziej rozpowszechnionymi utworami tej gromady są skały krzemionkowe i wapienne. Do skał krzemionkowych należą łupki krystaliczne i półkrystaliczne, czyli fility, łupki gliniaste, piaskowce i odpowiadające im utwory luźne. Do skał wapiennych zaliczamy wapień ziarnisty i zbity (wapniak), oraz dolomit w obu tych odmianach

Łupki krystaliczne tak co do swego występowania, jak co do składu mineralnego, zbliżają się do starszych skał masowych. Tylko jeden gnejs zawiera minerały ze wszystkich trzech grup, niżej przytoczonych; inne łupki krystaliczne składają się z minerałów grupy pierwszej i trzeciej, np. łupek mikowy, jeszcze inne są skupieniami minerałów tylko trzeciej grupy, np. łupek amfibolowy, skała oliwinowa. Fility ze względu na swoją budowę i skład stanowią ogniwo przejściowe do łupków gliniastych.

Piaskowce i łupki gliniaste posiadają zazwyczaj wyraźne cechy okruczowców. Swoją spójnością odróżniają się one od piasku, gliny i t. p., będących osadami luźnymi.

Do osadów krzemionkowych należą także i tufy (martwice), składające się z popiołu i okruczów, które powstają podczas wybuchów z rozpylonych skał wulkanicznych. W tufach tych zdarzają się często kryształy całkowicie rozwinięte.

Wapień ziarnisty tworzy częstokroć pokłady pomiędzy łupkami krystalicznymi. Wapienie pochodzenia młodszego wykazują wszystkie możliwe przejścia aż do zbitych wapniaków, a te do piaskowców wapiennych i utworów luźnych. To samo da się powiedzieć o dolomicie.

Pokłady, występujące w łupkach krystalicznych, tworzą warstwy, soczewice, żyły i naskorupienia, wsiąki i gniazda. Pokłady skał luźnych, jak piasek, żwir, gruz, w których kryją się minerały użyteczne, nazywamy wogóle piaskami. Mówimy przeto o piaskach złotych lub złotodajnych, platynowych, diamentowych i cynowych, t. j. zawierających kruszec cyny, czyli kasyteryl. Właściwością wapienia są próżnie i wypełniające je pokłady workowate, jak również pokłady kontaktowe.

**202. Woda.** Prócz wody, szeroko rozpowszechnionej na powierzchni ziemi w postaci ciekłej i stałej, w zjawiskach świata mineralnego ważną również odgrywa rolę woda, krążąca wewnątrz skorupy ziemskiej.

Woda, przenikająca do wnętrza ziemi, zbiera się w postaci widzialnej w próżniach, szczelinach i rozpadlinach, tudzież w utworach luźnych. Ulegając sile własnego ciężaru, wody zaskórne wytryskują w postaci źródeł. Prócz tego woda przenika skorupę ziemi także w postaci prawie niedostrzegalnej. Siła ssąca szczelin włoskowatych oraz ciśnienie wody, zawartej w próżniach, pędzi ciecz nie tylko w najdrobniejsze spękania ciosowe, lecz nawet w samą skałę jednolitą i stałą. Każdy kamień, wydobyty z suchej napozór kopalni, zawiera wilgoć, a wystawiony na działanie suchego powietrza, traci na wadze. Woda przenika więc skorupę ziemską po części w postaci wyraźnej i widzialnej sieci rozgałęzień ciekłych, po części zaś w postaci niewidzialnej wilgoci skalnej.

Wody, które pozostawały w zetknięciu z powietrzem, zawierają w stanie rozpuszczonym pewne jego części składowe. Powietrze, jak wiadomo, składa się z 79 procentów na objętość azotu oraz 21 proc. na objętość tlenu. Prócz zmiennej ilości pary wodnej, zawiera ono zawsze trochę dwutlenku węgla (0.03 proc.). Woda zdolna jest pochłaniać powietrze w ilości, sięgającej 1.88 procentu na objętość. Ponieważ jednak rozpuszczalność azotu w wodzie jest najslabszą, dwutlenku zaś węgla najsilniejszą, przeto powietrze, zawarte w wodzie, ma inny skład, niż atmosferyczne, a mianowicie: 64.5 procentu na objętość azotu, 33.7 tlenu i 1.8 dwutlenku węgla. Stąd woda deszczowa zawiera zawsze pewne ilości tych ciał, z których tlen i dwutlenek węgla mogą wywierać na skorupę ziemską działanie chemiczne. Tlen działa utleniająco na substancje organiczne, zawarte w ziemi rodzajnej, zamieniając je na dwutlenek węgla, przez co zawartość tego ostatniego w wodach zaskórnych zwiększa się, a zdolność ich rozpuszczająca wzrasta. Nadto minerały tak mocno rozpowszechnione, jak piryt, magnetyt, krzemiany tlenku żelaza, utleniają się również pod wpływem wody, tlen zawierającej. Wody, krążące na znacznych głębokościach, nie zawierają zatem tlenu wolnego.

**203.** Podczas gdy woda, dopiero wsiąkająca, zawiera w sobie tylko powietrze i pozbawiona jest ciał stałych, wody powracające na powierzchnię ziemi w postaci źródeł przynoszą z sobą wielce urozmaicony szereg substancji mineralnych, rozpuszczonych podczas ich wędrówki podziemnej.

Ciałami temi są popierwsze chlorki, pomiędzy któremi chlorek sodu,  $\text{NaCl}$ , posiada znaczenie najważniejsze, gdy inne, jak  $\text{KCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ , w mniejszych są zawarte ilościach; powtórę są niemi siarczany, a mianowicie przeważający zwykle siarczan wapnia  $\text{CaSO}_4$ , a także  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ; potrzecie węglany, pomiędzy któremi węglan sodu i węglan wapnia naczelne zajmują miejsca, jakkolwiek w drobnych ilościach występują też  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{FeCO}_3$ ,  $\text{MnCO}_3$ ; poczwarte niewielkie ilości wolnej krzemionki, a dalej związki kwasu fosforowego, glinki, tleniku żelaza, tudzież substancje organiczne, a prócz nich krzemiany alkaliczne, jakkolwiek te ostatnie tylko w wodach, pozbawionych wolnego dwutlenku węgla oraz dwuwęglanów. Badania dokładniejsze zdołały wszakże w wielu źródłach odkryć drobne lub bardzo drobne ilości jeszcze wielu ciał innych, jak np.  $\text{Br}$ ,  $\text{J}$ ,  $\text{F}$ ,  $\text{B}$ ,  $\text{Se}$ ,  $\text{Li}$ ,  $\text{Cs}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Sr}$ ,  $\text{Ba}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Sn}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{As}$ ,  $\text{Sb}$ .

Zawartość części stałych ulega wahaniom nadzwyczaj rozległym. Wody, zawierające niezwykłą ich ilość, zostały nazwane wodami mineralnemi, a w szczególności, gdy przeważa w nich  $\text{NaCl}$ , wodami słonemi (solankami), gdy zaś  $\text{MgSO}_4$  w większej występuje ilości, zwiemy je wodami gorzkimi i t. d.

Niektóre źródła zawierają wielką ilość gazowego  $\text{CO}_2$ , który pierwotnie znajdował się w nich w stanie rozpuszczenia; gdy jednak wody te przez zetknięcie z atmosferą pozbędą się zwiększonego ciśnienia, gaz ów zaczyna wydzieląć się, powodując często pienienie się, czyli wrzenie źródła. Tego rodzaju źródła nazywamy szczawami. Z innych wydziela się pochłonięty poprzednio siarkowodór. Są to źródła siarczane. Okolicznością wielce interesującą jest czę-



ste występowanie szczaw i źródeł siarczych w pobliżu skał wybuchowych pochodzenia niedawnego, jak trachit, bazalt, tudzież ekshalacje gazów, również  $\text{CO}_2$  i  $\text{SH}_2$ , w sąsiedztwie wulkanów czynnych lub wygasłych.

Wody źródlane różnią się też co do temperatury. Jeżeli ta ostatnia nie odbiega zbytnio od temperatury otaczającego gruntu, wnosimy stąd o prostym mniej więcej przebiegu źródła; jeżeli natomiast temperatura jego jest znacznie wyższą, to przypisujemy ją znacznej głębokości, do jakiej źródło sięga, a drogę jego wyobrażamy zgiętą naksztalt gloski **U**. Woda źródeł tego rodzaju z jednej strony spływa wgłąb ziemi, gdzie się ogrzewa, z drugiej zaś, na mocy prawa naczyń połączonych, podnosi się do góry i wytryskuje na powierzchnię. Źródła ciepłe (cieplice) są zatem źródłami wstępującymi. Zawartość części stałych nie zależy wszakże od temperatury, jak to widzimy z przykładów następujących:

	temperatura:	części stałe:	przeważają:
Homburg . . . . .	10·6° C.	1·329 proc.	NaCl, $\text{CaCO}_3$
Karlsbad, Szprudel . . . . .	73·8 „	0·5517 „	$\text{Na}_2\text{SO}_4$ , $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , NaCl
Ems . . . . .	46·6 „	0·283 „	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ , NaCl
Cieplice w Czechach . . . . .	40 „	0·253 „	$\text{CaSO}_4$ , $\text{MgSO}_4$ , $\text{CaCO}_3$
Wielki gejzer . . . . .	89 „	0·121 „	$\text{SiO}_2$ , $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , NaCl
Gastein . . . . .	48 „	0·0349 „	$\text{Na}_2\text{SO}_4$ , NaCl, $\text{CaCO}_3$
Pfäfers . . . . .	37·5 „	0·0299 „	$\text{CaCO}_3$ , $\text{MgCO}_3$ .

**204.** Rzeki łączą w sobie zarówno wody źródlane, jak deszczowe odpowiadającego im obszaru: stąd woda rzeczna podlega w ciągu roku wielkim wahaniom co do zawartości części stałych. Ze składu wód rzecznych wnosimy o tem, jakie przeważnie substancje są ze skał wyciągane i do morza znoszone. Naczelnie między niemi miejsce zajmuje węglan wapnia  $\text{CaCO}_3$ . Z rozbiórów chemicznych wody, pochodzącej z wielu rzek wielkich, J. Roth obliczył, że zawierają one w 5000 części wody przeciętnie 1 cz. na wagę substancji stałych, t. j. około 0·02 proc., a więc mniej, niż źródło Pfäfers. Substancje rozpuszczone składają się przeważnie z węglanów, których ilość wynosi 60 procentów, dalej z siarczanów, czyniących 10 procentów, z 5 procentów chlorków, wreszcie z 25 procentów ciał innych, a mianowicie krzemionki, glinki, tlenniku żelaza, tudzież związków organicznych.

Wody jezior, zaopatrzonych w odpływy, zachowują się podobnie jak wody rzeczne. Jeziora zaś, odpływów pozbawione, różnią się wielce tak co do koncentracji (zawartości części stałych), jak co do składu chemicznego.

**205.** Woda morska zawiera daleko większą ilość części składowych stałych, niż woda rzeczna, a mianowicie, według Forchhammera, przeciętnie 3·43 proc., z przeważającym udziałem chlorku sodu. Przeciętny skład części stałych, w wodzie morskiej rozpuszczonych, jest następujący:

chlorku sodu . . . . .	78·32 proc.	siarczanu magnezu . . . . .	6·40 proc.
„ potasu . . . . .	1·69 „	„ wapnia . . . . .	3·94 „
„ magnezu . . . . .	9·44 „	węglanów i innych ciał . . . . .	0·21 „



Różnica składu chemicznego wody morskiej i rzecznej wystąpi najwyraźniej, skoro liczby te porównamy z podanemi powyżej dla wody rzecznej.

	W wodzie rzecznej:	W wodzie morskiej:
węglanów . . . .	60·1 . . . .	0·21
siarczanów . . . .	9·9 . . . .	10·43
chlorków . . . .	5·2 . . . .	89·45
innych ciał . . . .	24·8 . . . .	—

Liter. Bischof, Lehrb. des chem. u. phys. Geologie, t. I, str. 203. J. Roth, Allgemeine und chemische Geologie, t. I, str. 437. Dittmar, Reports of the scientif. results of the voyage of Challenger, t. I (1884). Daubrée, Les eaux souterraines à l'époque actuelle et aux époques anciennes, 3 tomy. Paryż 1887.

## V. Nauka o powstawaniu mineralów (minerogenia).

**206. Metody.** Wiadomości nasze o ciałach przyrodzonych wtedy tylko nazwać możemy zupełnemi, gdy znanem nam jest ciał tych pochodzenie. Stąd historia powstawania mineralów jest niejako ostatniem słowem zajmującej się niemi nauki. Sposób powstawania minerału czyni go tem, czem on jest w istocie, a mianowicie częścią składową skorupy ziemi. Skoro poznamy powstawanie minerału, tem samem dowiedzimy, że jego substancya, jego własności, tudzież stosunki paragenezy są koniecznemi skutkami tych samych przyczyn.

Atoli i zmiany, jakim minerał może ulegać i jakim w naturze ulega istotnie, należą również do jego historii. Skutki przeobrażeń dowodzą, na jakie części rozpadać się on może, a jednocześnie rzucają światło na właściwą jego substancji budowę wewnętrzną. Ten ustrój wewnętrzny i rozpadanie się jego, to powstawanie i przeobrażanie się, rozpatrywane razem, tworzą dopiero całkowite wyobrażenie o istocie minerału, wziętego z osobna i w zespoleniu z całym państwem ciał jemu podobnych.

Badacz tej dziedziny może w wielu razach rozwiązać swe zadanie drogą doświadczenia. O ile powstawanie lub przeobrażanie się nie wymagają dłuższego czasu, a towarzyszące im okoliczności i warunki są badaczowi znane, może on częstokroć dowieść doświadczalnie, że owe warunki wystarczają w istocie, by uważana substancya mogła powstać i przybrać właściwe jej kształty. Tak np. z postrzeżeń, czynionych w kamieniołomach i kopalniach, wiadomo, że pewien określony gatunek żelaziaku brunatnego powstaje przez zetknięcie się kalcytu z wodami, zawierającemi w roztworze żelazo; z drugiej zaś strony doświadczenie poucza, że, wprowadzając do roztworu żelaza tlenikowego kawałek kalcytu, otrzymujemy na jego powierzchni osad brunatny z własnościami wspomnianej rudy żelaznej. Niejednokrotnie zauważono, że osadzone w skale kryształy leucytu w warunkach zwykłych przeobrażają się w masę ziemistą analcyminu. Doświadczenia stwierdzają obserwację powyższą, albowiem proszek leucytu pod wpływem roztworów, zawierających sole sodowe, napotykan

w zwykłych wodach źródłanych, może być zamieniony na substancję o składzie chemicznym i postaci analitycznym.

Nie zawsze wszakże możemy powoływać się na przekonywającą moc doświadczeń, bądź dlatego, że nie zostały one jeszcze wykonane, bądź też dlatego, że nie zostały uwieńczone pożądanym skutkiem. Tak np. nie posiadamy dotychczas doświadczeń, któreby miały na celu powstawanie minerałów z grupy epidotów lub chlorytów. W takich razach wnioski nasze o pochodzeniu opieramy wyłącznie tylko na obserwacjach, a przede wszystkim na pseudomorfozach, odlewach i wspólności występowania, które pouczają o powstawaniu i przeobrażaniu się minerałów. Zjawiska wymienione są niejako dokumentami, na których podstawie odtwarzamy historię minerału.

Za pomocą tej metody historycznej jesteśmy często w stanie zapoznać się ze zjawiskami, odbywającymi się w przyrodzie; ponieważ jednak nie możemy przeprowadzić kontroli doświadczalnej, droga ta przeto nie zawsze prowadzi do wyników zadawalniających. Musimy więc tu poprzestawać na przypuszczeniach bardziej lub mniej prawdopodobnych.

**207. Powstawanie i przeobrażanie się.** Jakkolwiek powierzchowne traktowanie świata minerałów może wywołać wrażenie jego wiecznotrwałości i niezmienności, to jednak już postrzeżenia, dotyczące pseudomorfoz, niezbitcie dowodzą, że świat ten podlega zmianom i przeobrażeniom. Wszystkie pospolicie ukazujące się minerały są mniej lub więcej zmienione, gdyż tylko niewiele z nich odznacza się taką odpornością, jak kwarc, inne zaś łatwym ulegają przemianom, jak oliwin, lub rozpuszczają się, jak kalcyt. Badanie mikroskopowe skał rozpowszechnionych, tak krystalicznych jak okruchowych, dostarcza nadzwyczaj wielu dowodów, świadczących o pseudomorfozach już dokonanych lub jeszcze trwających i wogóle o widocznych wszędzie zmianach, o ciągłym rozkładaniu się minerałów i ponownem ich powstawaniu. Wnosimy stąd, że skorupa ziemska podlega ciągłemu przeistaczaniu się wewnętrznemu. Te nieustanne zmiany polegają na obumieraniu starych oraz na równoczesnem odradzaniu się nowych minerałów, na porzucaniu postaci dawnych, a przybieraniu nowych, na ciągłym zanikaniu z jednej strony, na nieprzerwanem zaś powstawaniu z drugiej.

Pomimo to jednak ogólnem wrażeniem tych zmian jest jakby powszechna zagłada, a przynajmniej rozdrobnienie, albowiem minerały nowopowstające odznaczają się zazwyczaj budową zbitą, będąc skupieniem drobnych bardzo osobników. Ta sama dążność wyraża się również i w przenoszeniu oraz ustawicznem kruszeniu się luźnych fragmentów skalnych. Stąd wielkie kryształy, osadzone w szczelinach skalnych gnejsu i granitu, a więc kryształy górne oraz kryształy adularu lub kryształy galeny i blendy, występujące w żyłach, zdają się być jestestwami, osiadłymi tu od dawien dawna, zdają się być pramineralami, które mogą wprawdzie ulegać zmianom, lecz nie podlegają dalszemu wzrostowi, będąc niejako utworami skończonemi co do czasu i nie mającemi podobnych sobie pomiędzy minerałami, dziś powstającemi. Atoli liczne postrzeżenia przemawiają za poglądem, wedle którego warunki, niezbędne do powstawania



takich kryształów, istnieją jeszcze po dziś dzień, że tego rodzaju wielkie kryształy górne i t. d. narastają jeszcze i dzisiaj, że w szczelinach i żyłach wciąż osiadają nowe kryształy górne, kryształy adularu, galeny i t. p.

Jest przeto rzeczą wielce prawdopodobną, że ciągłość powstawania obejmuje nawet takie utwory, które zwykliśmy uważać za skończone i niejako wymarłe.

**208. Wzmaganie się różnaitości.** Jeżeli nawet pytanie, dotyczące powstawania w epoce dzisiejszej utworów, wyżej wspomnianych, pozostawimy tymczasowo na uboczu, to wszakże żadnej nie może ulegać wątpliwości, że minerały, pochodzące z dawniejszych okresów historii ziemi, z biegiem czasu ulegać musiały zmianom częściowym i dziś jeszcze im ulegają, że zatem minerały nowe powstawały ongi i dzisiaj jeszcze powstają, różniąc się od dawniejszych bądź składem chemicznym, bądź też postacią i złożeniem. Rzeczą jest przeto pewną, że skutkiem ciągłego przeobrażania się minerałów różnaitość składu skorupy ziemskiej wciąż wzrasta.

Do tego dodać jeszcze należy, że zagrzebane szczątki organizmów dostarczają pokładom ziemi nowych związków, dalej, że przenoszenie się okruchów skalnych na nowe pokłady, dokonywane za pomocą wody i innych czynników, oraz zespolanie się ich w skały osadowe wytwarza bardzo rozmaite ich mieszaniny, i że skutkiem tego stykają się bezpośrednio takie minerały, które w pokładach pierwotnych nigdy z sobą nie sąsiadowały. Równoczesne przeobrażanie się minerałów, w ten sposób związanych, czyni możliwem łączenie się substancji, które przedtem były odosobnione, a tem samem powstawanie minerałów nowych. Skały osadowe przyczyniają się też tym sposobem do coraz większej różnaitości świata mineralnego.

To ciągle wzmaganie się różnaitości moglibyśmy nazwać rozwojem państwa minerałów.

**209. Sposoby powstawania.** Wiele minerałów powstaje w sposób bezpośredni, czyli pierwotny, polegający na przechodzeniu ich substancji ze stanu płynnego do stanu stałego; tak np. gips, boraks, sól kamienna powstają przez krystalizację z roztworów wodnych. Ten sposób powstawania w zasadzie jest bardzo prosty, pozostaje atoli w pewnej zależności od rozmaitych warunków ubocznych, przede wszystkim od obecności w roztworze innych substancji, które wpływają na rozwój postaci, tudzież na jakość i ilość wrostków. Dowodzą tego liczne doświadczenia, dotyczące np. soli gorzkiej i kalcytu, które z roztworów czystych krystalizują się w postaciach innych, niż z roztworów mieszanych. Drugą okolicznością, wpływającą na powstawanie, jest koncentracja roztworu i pozostająca z nią w związku prędkość krystalizacji. Kryształy, powstające powoli, są pozbawione próżni i odznaczają się ścianami gładkimi, gdy kryształy, ścinające się raptownie, są wklęsłe, skieletowate lub zawierają dużo ługu macierzystego i t. p. [60]. Równie ważną okolicznością jest ruchliwość roztworu, zmniejszająca się częstokroć wskutek domieszki cząstek stałych. Z roztworów gęstych, brejowatych, jakim jest np. ognistociekła lava lub roztwór,



przenikający glinę piaszczystą, wydzielają się kryształy wykształcone całkowicie [10].

Niektóre minerały tworzą się kosztem substancji minerałów od nich dawniejszych, powstawanie ich jest zatem pośrednie, czyli wtórne; takiem jest np. pochodzenie ortoklazu, powstającego z leucytu. Jakkolwiek liczne są odmiany powstawania wtórnego, przecież powodowane niem postaci mogą być tylko dwójakiego rodzaju. Minerały nowopowstałe występują bądź jako kryształy fałszywe, przyczem minerał pierwotny może zniknąć całkowicie, bądź też nowotwór ukazuje się niejako w postaci pasorzytniczej na powierzchni lub we wnętrzu minerału pierwotnego, który jednocześnie wykazuje ślady nadtrawienia, spękań i zwińtrzenia. Przykładem postaci pasorzytniczej jest występowanie malachitu  $\text{Cu}_2\text{H}_2\text{CO}_3$  w spękanym chalkopirycie  $\text{CuFeS}_2$  lub też powłoki cerusytu  $\text{PbCO}_3$  na nadtrawionej galenie  $\text{PbS}$ . Powstawanie wtórne może przechodzić kilka stadiów. Tak np. z syderytu  $\text{FeCO}_3$  może naprzód utworzyć się żelaziak brunatny o składzie  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , a następnie z tego ostatniego żelaziak czerwony  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Jedna i taż sama substancja powstawać może rozmaitemi sposobami i, co zatem idzie, występować w postaci różnych genetycznie minerałów; każdy z nich będzie się mniej lub więcej wyróżniał bądź pewnemi szczegółami kształtów zewnętrznych, bądź złożenia, bądź wreszcie wrostków i t. d., które to szczegóły zależeć będą od sposobu pochodzenia, jakkolwiek w wielu razach dokładne określenie rodzaju powstawania, odpowiadającego uważanemu mineralowi, nastęrcza niemało trudności i może być dokonane tylko drogą studyów ściślejszych. Przykładem w tym względzie jest substancja tleniku żelaza  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Znamy kilka minerałów, odpowiadających takiemu składowi chemicznemu. Jednym z nich jest *a*) błyszcz żelazny, występujący w kryształach romboedrycznych pospółu z kwarcem, adularzem i t. p., wydzielił się on według wszelkiego prawdopodobieństwa bezpośrednio z roztworu; drugim jest *b*) błyszcz żelazny, występujący w szczelinach law w postaci zeszcpeonych kryształków tafelkowatych, będących wynikiem emanacji wulkanicznej; trzecim jest *c*) hematyt (żelaziak czerwony włókniasty), powstający z żelaziaku brunatnego przez stratę wody; czwartym jest *d*) hematyt zbity, występujący w postaciach piryty  $\text{FeS}_2$ , z którego, bez wątpienia, powstaje; piątym jest *e*) hematyt zbity, ukazujący się w kryształach fałszywych po syderycie  $\text{FeCO}_3$ , z którego też pochodzi; szóstym jest *f*) hematyt zbity, występujący w kryształach kalcyty, muszlach amonitów i t. p. i będący osadem, straconym przez węglan wapnia. Prócz wymienionych, zaliczamy tu jeszcze kilka innych gatunków tegoż minerału.

Historja powstania minerału pojedynczego należy wprawdzie do dziejów państwa mineralnego, wszakże w historyi tej nie widzimy zwykle żadnego różniczkowania się, żadnego postępu od zjawisk prostszych do bardziej złożonych i rozmaitych. Minerał pojedynczy w tem rozumieniu nie wykazuje przeto rozwoju, jakkolwiek wyrazu tego często używamy, zwłaszcza dla zaznaczenia pośredniego sposobu powstawania.

**210. Zastyganie.** Lawy, wyrzucane przez wulkany, składają się prawie wyłącznie ze związków krzemu. Skoro lawy te zastygną, rozpoznajemy w nich najczęściej kryształy feldspatów lub minerałów pokrewnych, dalej krzemiany magnezowe, jak augit, oliwin, a w stopniu podrzędnym i inne minerały.

Lawa, wydostająca się z krateru Wezuwiusza w postaci gęstej masy ognistociekłej, zawiera niezliczoną ilość zawieszonych w niej kryształów leucytu, które płyną wraz z ognistym potokiem. Popiół wulkaniczny, nie będący niczem innym, jak tylko lawą, rozpyloną przez gwałtowny wybuch pary wodnej, składa się, jak to wykazują badania mikroskopowe, z drobnych gruzełek żuzłowatych i zastygłych kropelek szklitych, tudzież z wielu kryształów luźnych, do których często przylegają zastygłe kropelki lawy bezpostaciowej. W popiele Wezuwiusza znajdujemy niezliczoną mnogość kryształów leucytu, w popiele zaś Etny licznie rozsiane kryształy augitu, oliwinu i labradora. Kryształy te zostały więc wyrzucone w powietrze, jako ciała stałe. Stąd wypada, że lawa, wypływająca z wulkanu, zawiera kryształy już gotowe. W lawie zastygłej bywają one częstokroć spękane lub złamane, a oddzielne części podczas ruchu lawy odosobnione i z pierwotnego położenia wyprowadzone.

Przypatrując się jednak bliżej potokowi lawy zastygłej, postrzegamy, że powierzchnia jego warstwa ścina się często w masę szklistą. W tej masie zasadniczej, otaczającej wspomniane powyżej kryształy, znajdują się prócz tego bardzo drobne kryształki feldspatów lub leucytu, augitu i t. d. Skoro do badania użyjemy lawy, wydobytej z głębszych miejsc potoku, w których stygnięcie odbywało się wolniej, znajdziemy w masie zasadniczej szkła mniej, natomiast bardzo wiele drobnych kryształków, które występują tutaj nie tylko w zwiększonej liczbie, lecz są także grubsze i dłuższe od kryształków, osadzonych w szkłe bliżej powierzchni potoku.

Wnosimy stąd, że krystalizacja lawy trwa w dalszym ciągu i po jej wylaniu się z krateru, podczas zastygania, i że tworzą się wówczas kryształy tem większe i liczniejsze, im powolniejsze było stygnięcie. Ciekawemi i przekonującymi są w tym względzie doświadczenia Fouquégo i Lévyego oraz tłómacza dzieła niniejszego, którzy dowiedli, że stopy odpowiedniego składu chemicznego, początkowo bezpostaciowe, trzymane przez czas dłuższy w temperaturze, bliskiej punktu ich topliwości, zamieniają się na masę kamienistą, krystaliczną, posiadającą budowę właściwą lawom i składającą się z kryształków oliwinu, piroksenu, feldspatów, leucytu, nefelinu, hauynu i t. p. [186]. Z doświadczeń tych zdaje się prócz tego wypływać, że zjawiska, towarzyszące krystalizacji lawy, niczem się w istocie nie różnią od krystalizacji roztworów wodnych i podlegają ogólnym prawom, rządzącym przechodzeniem ciał ciekłych do stanu stałego.

Skala, będąca zastygłą lawą, składa się więc zwykle z kryształów dwójakiego rodzaju: powstałych wcześniej—większych, i powstałych później—mniejszych. Kryształy większe utworzyły się przed wybuchem lawy, według poglądu Lagoriego, skutkiem poczynającego się jej ostygnięcia pod ciśnieniem zwiększonym.

Większe kryształy lawy, rozpatrywane pod mikroskopem, wykazują zazwyczaj inkluzje szkliste [73], odpowiadające szklisku masy zasadniczej, tudzież



rzadziej napotymane inkluzye ciekłe, dowodzące obecności pary wodnej w krystalizującej się lawie. Inkluzye szkliste znajdujemy jednak i w kryształach skał innych, które pod względem mineralogicznym niczem się od law nie różnią, a występowaniem swem ujawniają również wielkie do nich podobieństwo. Dostrzeżono bowiem niejednokrotnie, iż masy ich za pomocą żył łączą się z wnętrzem skorupy ziemskiej. Do skał takich należą bazyalty i melafiry, andezyty i porfiryty, trachity i porfiry wraz z ich rodzajami i odmianami [200]. Wszystkie te skały są więc utworami wybuchowemi, a zawarte w nich kryształy oraz skrzepy szkliste odpowiadają najzupełniej analogicznym częściom składowym lawy. Wszakże w skałach wybuchowych pochodzenia dawniejszego masa zasadnicza bywa często nawskróś porcelanowo-kamienistą, a więc krystaliczną. Taki jej stan, jak zwykle mniemamy, jest skutkiem odszklenia pierwotnej masy bezpościowej [79].

Liter. Fuchs, Jahrb. f. Min. 1869, str. 169, a także Tschermak's Mineralog. Mittheil. 1871, str. 65. G. vom Rath, Zeitschr. d. deutsch. geolog. Ges., t. 23, str. 727. Zirkel, Die mikrosk. Besch. d. Mineralien u. Gesteine. Lagorio, Tschermak's Min. u. Petrogr. Mitth., t. 8, str. 421. Tłómacz, tamże, t. XVIII, str. 1—90; 105—240.

**2II.** W skałach masowych ziarnistych pochodzenia dawnego, a więc w skałach takich, jak granit, syenit, nie postrzegamy wogóle ani dwukrotnego rozwoju indywiduów, ani też zgoła inkluzyi szklistych. Natomiast w kwarcu granitowym niezwykle obfitemi są inkluzye ciekłe, posiadające własności wody. Stąd prawdopodobnym zdaje się być wniosek Zirkla, że magma pierwotna, z której powstały owe skały, nie posiadała własności identycznych z lawą ognistociekłą, lecz że na jej krystalizacyę bardzo ważny wpływ wywierała zawarta w niej woda. Że granit w istocie musi posiadać pochodzenie inne, niż wymienione powyżej skały wybuchowe, dowodzi tego również sposób jego występowania, które nigdy nie jest związane z utworami żułowemi, szklistemi lub pienistemi (pumeksowemi). Gnejs, posiadający wśród łupków krystalicznych znaczenie pierwszorzędne ze względu na swe przeważające rozpowszechnienie, ma nie tylko części składowe granitu, lecz nadto własności ich mikroskopowe, tudzież rodzaje wzrostków są w nim te same, co w granicie. Wnosimy stąd, że sposoby powstawania obu tych skał różnią się niewiele. Atoli i pozostałe łupki krystaliczne, ulawicone niekiedy naprzemian z gnejsem, nie mogą się też odeń istotnie różnić co do swojego pochodzenia.

Własności minerałów, składających skały masowe pochodzenia dawniejszego, oraz łupki krystaliczne każą się domyslać w ich genezie współdziałania wody, gdy wedle powszechnie przyjętego poglądu, przypisującego ziemi początkowo stan ognistociekły, skały owe są pierwotną, najwcześniej zastygłą powłoką skorupy ziemskiej. Te sprzeczne napozór wyniki znajdują wszakże wyjaśnienie pojednawcze w doświadczeniach Sénarmonta, Daubrégo i in., którzy dowiedli, że krzemiany powstawać również mogą z rozтворów wodnych w warunkach wysokiego ciśnienia i podniesionej temperatury [186].



Jednoczesnemu działaniu wody i zwiększonej temperatury przypisujemy też powstawanie owych minerałów kontaktowych, które występują w wapieniu, filicie i t. p., w tych mianowicie miejscach, gdzie wymienione utwory stykają się ze skałami wybuchowymi [199]. Nie należy przytem wyobrażać, że zachodzi tu stopienie się skały wybuchowej z wapieniem i t. p., gdyż granica pomiędzy obu skałami pozostaje wyraźną; musimy wszakże przypuścić pewien trwający przez czas dłuższy stan rozmiękczenia, pewną podatność i ruchliwość środowiska, które, wchłaniając substancje skały wybuchowej, mogło następnie wydawać owe częstokroć tak piękne i wielkie kryształy granatu, wezuwianu, fasytu lub też andaluzytu, turmalinu i t. d.

Liter. patrz w dziełach Zirkla: Lehrb. d. Petrographie oraz Mikrosk. Beschaffenheit d. Min. u. Gesteine.

**212. Ścinanie się pary.** Jeżeli pominiemy ciągle zgęszczanie się pary wodnej w atmosferze oraz powstawanie deszczu i śniegu, to będziemy tu mieli do czynienia przeważnie z wyziewami wulkanicznymi. Fumarole wulkanów (dymnice) prócz pary wodnej zawierają także kwas solny  $\text{HCl}$ , bezwodnik kwasu siarkawego  $\text{SO}_2$ , siarkowodór  $\text{H}_2\text{S}$ , bezw. kwasu węglanego  $\text{CO}_2$ , niekiedy kwas fluowodorny  $\text{HF}$ , dalej wodór i węglowodory. Skoro kwas siarkawy zetknie się z siarkowodorem, powstaje siarka:  $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ . Fumarole, zawierające substancje siarkowe, zostały nazwane solfatarami. Produktami sublimacji wulkanicznej, prócz siarki, jest również sól kamienna  $\text{NaCl}$ , salmiak  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , chlornik żelaza  $\text{FeCl}_3$ . Pod działaniem kwasu solnego na skałę sąsiednią powstają również inne chlorki, np. chlorek wapnia  $\text{CaCl}_2$ , a na Wezuwiuszu w ilościach niewielkich także  $\text{PbCl}_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{CoCl}_2$ ,  $\text{NiCl}_2$  i t. p. Za wpływem kwasu siarkawego i tlenu kosztem skał, otaczających solfatarę, powstają siarczany, np. siarczan wapnia  $\text{CaSO}_4$ , siarczan sodu  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , siarczan glinu  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  i t. d. W temperaturach wysokich para wodna rozkłada chlorki, z których powstają tlenki, np. bluszcz żelaza  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; ten w blyszczących blaszkach lub tabliczkowatych kryształach znajduje się na powierzchni lawy albo w jej szparach.  $2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl}$ . Jak widzimy, kwas solny powstaje tu po raz wtóry, czyli regeneruje się. Wydzielający się z wulkanu dwutlenek węgla, działając na powstałe tą drogą tlenki, daje węglany takie, jak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ .

Na powierzchni lawy oraz drobnych jej kawałków i gruzełek (lapilli), tworzących się podczas wybuchu, dostrzegamy niekiedy nowopowstałe krzemiany, jak leucyt, augit, amfibol, tudzież trydymit, kwarc. Nazywamy je zazwyczaj produktami sublimacji, jakkolwiek należałoby w nich raczej upatrywać wyniki przeobrażeń i regeneracji minerałów, zawartych w lawie. Zjawiska rozkładu i przeobrażeń, powstające pod wpływem gazów wulkanicznych, Bunsen nazwał pneumetalizą. Sposób powstawania minerałów, powyżej wymienionych, może być przeto nazwany pneumatolitycznym.

Podczas pożarów podziemnych, powstających przez samozapalenie się pokładów węgla, bogatych w piryt, tworzą się zwykle minerały podobne do

tych, jakie znajdujemy w wulkanach, np. siarka, realgar  $\text{AsS}$ , arsenit  $\text{As}_2\text{O}_3$ , salmiak  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Wszystkie te z par i gazów powstające osady są wprawdzie ciekawymi utworami mineralnymi, wszakże nie posiadają w sprawie tworzenia się skorupy ziemskiej żadnego znaczenia ogólniejszego, gdyż napotykamy je w odosobnionych tylko i pojedynczych punktach ziemi. Niektóre krystaliczne pokłady kruszców, zwłaszcza kruszcu cynowego (kasyterytu), wykazują jednak, według Vogta, pewną analogię do utworów pneumatolitycznych.

Liter. Bunsen, Pogg. Ann., t. 83, str. 241. H. S. C. Déville, Bull. soc. géol., 1856, str. 606. Roth, Allgem. u. Chem. Geologie, I, str. 412. Vogt, Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1895, str. 145.

**213. Roztwory.** Wiele minerałów powstaje z roztworów wodnych na mocy prawa, wedle którego wydzielające się związki są w danych warunkach najtrudniej rozpuszczalne. Powstałe tą drogą minerały opierają się następnie najenergiczniej rozpuszczającemu działaniu wody i roztworów wodnych. Stąd przewodnią myślą epokowego dzieła Bischofa jest zdanie: w skorupie ziemskiej znajdujemy stale zespolenia takich pierwiastków, które tworzą związki najtrudniej rozpuszczalne.

Minerały wykazują rozmaite stopnie rozpuszczalności, a nawet jedna i ta sama substancja rozpuszcza się w mierze niejednakowej, zależnie od swej budowy molekularnej, przyczem odmiany bezpostaciowe wogóle przechodzą do roztworu łatwiej, niż krystaliczne. Nie jest przeto rzeczą obojętną, czy użyjemy do doświadczenia związku, otrzymanego sztucznie, który często bywa całkowicie lub częściowo bezpostaciowym, czy też weźmiemy minerał krystaliczny i sproszkowany. W następstwie zaznaczać to będziemy, przytaczając nazwę związku mineralogiczną.

Dla wielu zjawisk, odbywających się w przyrodzie, rozpuszczalność w czystej wodzie jest miarodajną, i dlatego przytaczamy tu kilka jej przykładów. W 100 częściach czystej wody rozpuszcza się:

chlorku potasu .	$\text{KCl}$ . . . .	32·88	części na wagę w t. 15° C. (Page)
„ sodu .	$\text{NaCl}$ . . . .	35·68	„ „ „ „ „ (Möller)
„ magnezu	$\text{MgCl}_2$ . . . .	50·70	„ „ „ „ „ (Mulder)
węglanu potasu	$\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .	24·40	„ „ „ 10 „ „
„ sodu .	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .	8·30	„ „ „ „ „ „
siarczanu potasu	$\text{K}_2\text{SO}_4$ . . . .	10·30	„ „ „ 15 „ „
„ sodu .	$\text{Na}_2\text{SO}_4$ . . . .	16·28	„ „ „ 18 „ (Diacon)
gipsu . . . .	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .	0·205	„ „ „ 18 „ (Marignac)
siarczanu strontu	$\text{SrCO}_4$ . . . .	0·0145	„ „ „ — „ (Fresenius)
„ baru	$\text{BaSO}_4$ . . . .	0·0002	„ „ „ — „ „
węglanu wapnia	$\text{CaCO}_3$ . . . .	0·0248	„ „ „ — „ (Anderson)
kalcytu . . . .	$\text{CaCO}_3$ . . . .	0·0025	„ „ „ — „ „

Wody, krążące w gruntach, mogą przeto rozpuszczać i unosić z sobą znajdujące się w nich często sole, a mianowicie te, które są wymienione w górnej części szeregu. Nawet gips jest jeszcze stosunkowo łatwiej rozpuszczalny,

i dlatego woda, przenikająca do jego pokładów, zdolna jest drażnić w nich próżnie, czyli groty gipsowe.

W temperaturze podniesionej rozpuszczalność bardzo wielu substancji wzrasta, a działające równocześnie silne ciśnienie zwiększa ją również. Dowodem tego jest znane doświadczenie Wöhlera, który zdołał rozpuścić w wodzie sproszkowany apofilit, wodny krzemian wapnia i potasu, poddając go działaniu tej cieczy w temp.  $180^{\circ}$ — $190^{\circ}$  i pod ciśnieniem 10—12 atmosfer. Z roztworu ostudzonego wydzielili się napowrót kryształki apofilitu.

Krzemiany bezwodne rozpuszczają się bardzo trudno, najtrudniej zaś przechodzi do roztworu kwarc, dla którego dotychczas nie zdołano otrzymać żadnej cyfry, któraby rozpuszczalność jego wyrażała. Atoli nierozpuszczalności bezwzględnej nie możemy przyznać żadnemu związkowi chemicznemu, ponieważ każde starannie wykonane doświadczenie wykazuje przynajmniej ślady rozpuszczalności minerałów nawet najoporniejszych.

**214.** Woda, zawierająca w roztworze dwutlenek węgla, wywiera na minerały działanie wogóle inne, niż woda czysta. Największą w tym względzie różnicę wykazują węglany. Kalcyt, magnezyt, syderyt i t. p. rozpuszczają się w wodzie czystej nadzwyczaj trudno, gdy woda, zaopatrzona w kwas węglany, przeprowadza do roztworu znaczne ich ilości, przytem, jak zwykle mniemamy, w postaci dwuwęglanów, a więc kalcyt jako  $\text{H}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 2\text{CO}_2$  i t. d.

W 10.000 części wody, zawierającej dwutlenek węgla, rozpuszcza się:

kalcytu . . .	$\text{CaCO}_3$ . .	10·8 części na wagę (Schlössing)
dolomitu . . .	$\text{CaMg } 2\text{CO}_3$	3·1 " " " (Cossa)
magnezytu . .	$\text{MgCO}_3$ . .	1·2 " " " "
syderytu . . .	$\text{FeCO}_3$ . .	7·2 " " " "

Cyfry te tłómaczą powstawanie grot wapiennych skutkiem nagryzania wapieni przez krążącą w nich wodę, która nigdy nie jest pozbawioną wolnego kwasu węglanego. W okolicach Karstu, gdzie wiele strumieni górskich niknie pod powierzchnią, szukając dalszej drogi wewnątrz wapienia, grunt przecięty jest licznymi grotami wapiennymi. Ważne bardzo znaczenie posiada ta okoliczność, że wapien rozpuszcza się w wodzie łatwiej, niż dolomit. Skutkiem tego dolomit pozostaje częstokroć na miejscu pierwotnem, gdy wapien uchodzi z wodą, o ile ta ostatnia krąży wśród skał, będących mieszaniną obu minerałów. Na tej drodze z wylugowanych przez wodę wapieni dolomitowych powstaje niekiedy dolomit czysty. Wapienie, zawierające glinę, tlenek żelaza oraz inne domieszki nierozpuszczalne, ulegając same rozpuszczającemu działaniu wody, pozostawiają owe domieszki w postaci osadów na powierzchni gruntu lub w grotach. Zwyczajny wapien zbity rozpuszcza się w wodzie, obfitującej w  $\text{CO}_2$ , łatwiej, niż wapien krystaliczny; stąd przecinające go zwykle liczne żyłki kalcytu, wystawione na działanie onej wody, uwydatniają się coraz bardziej, aż wreszcie utworzą coś nakształt komórkowej tkaniny (wapien komórkowy).

Woda, nasycona dwutlenkiem węgla, rozpuszcza węglany pod zwiększonym ciśnieniem daleko obficie, niż pod ciśnieniem zwykłym. W tym więc względzie zachowuje się ona podobnie jak woda czysta. Innym jest zgoła wpływ



temperatury. W ciepłej wodzie, zawierającej kwas węglany, rozpuszcza węglanów mniej, niż w temperaturze niskiej. Dowodzą tego doświadczenia Engla i Villa nad rozpuszczalnością sztucznie otrzymanego węglanu magnezu. W 100 gramach wody, nasyconej dwutlenkiem węgla, rozpuściło się:

pod ciśnieniem	w temp.	gramów	pod ciśnieniem	w temp.	gramów
1 atmosfery	19·5°	2·579	751 mm	13·4°	2·845
3·2 „	19·7	3·730	762 „	29·3	2·195
5·6 „	19·2	4·620	764 „	62·0	1·035
7·5 „	19·5	5·120	765 „	82·0	0·490
9 atmosfer	18·7	5·659	765 „	100	0·000

Gdy przeto zwykle nasycone roztwory wodne, oziębiając się, wydzielają pewien nadmiar substancji rozpuszczonej, roztwór węglanów w wodzie, zawierającej bezwodnik kw. węglanego, w tych samych warunkach żadnego zgoła nie daje osadu.

Związki, których rozpuszczalność podaliśmy wyżej, są po największej części obecne w wodach źródłanych. Pierwiastki, składające owe związki, muszą być przeto w jakiejkolwiek bądź postaci rozpowszechnione na tych głębokościach, w których się źródła poczynają. Doświadczenia, wykonane po raz pierwszy przez Struvego, wykazały w samej rzeczy, że, działając na proszek z rozmaitych skał przygotowany wodą, zaprawioną kwasem węglanym, otrzymać możemy roztwory, składem swoim wiernie naśladujące wodę niektórych źródeł. Jest więc rzeczą wielce prawdopodobną, że substancje rozpuszczalne są wyciągane przez wilgoć, skały przenikającą, i oddawane źródłom. Zjawisko to przedstawiamy sobie w ten sposób, jakgdyby niektóre substancje mineralne wydzielały się ze skał, otaczających drogi źródeł, i zbierały się w ich wodach; polegałoby więc ono na bocznym wysiákanii lub ługowaniu ciał rozpuszczalnych (sekrecja boczna).

W niektórych źródłach ilość ciał rozpuszczonych jest jednak tak wielka, że głębiom ziemi przypisać musimy pod względem składu własności odmienne od tych, jakie spotykamy na jej powierzchni. Przykładem tego są źródła karlsbadzkie, wyrzucające rok rocznie kolosalne ilości soli glauberskiej w roztworze. Prócz tego wśród substancji rozpuszczonych pewien związek przeważa niekiedy tak dalece, iż wnosić stąd musimy, że w głębi ziemi znajdują się wielkie masy odpowiedniego minerału. W rzeczy samej, co do źródeł słonych, np. stassfurckich, dowiedziono za pomocą wierceń, że mają one swój początek w pokładach soli kamiennej.

Obecność ciał gazowych w źródłach nie da się wszakże w wielu razach wyprowadzić ze skał sąsiednich; muszą więc one pochodzić z głębin nieznanych i dostawać się do źródeł przez wznoszenie się szczelinami, z niemi połączonemi. Odnosi się to mianowicie do dwutlenku węgla i siarkowodoru, obecnych w źródłach okolic wulkanicznych i dowodzących chemicznej działalności wnętrza ziemi.

Liter. Bischof, Lehrb. d. chem. u. phys. Geologie, t. I. Roth, Allgem. Geologie, t. I. Engel i Ville, Comptes rend., t. 93, str. 340; t. 100, str. 444. Dölter, Tschernak's Mineralog. Mittheil., t. 11, str. 319. O wapieniu komórkowym: Neminar, tanże, 1875, str. 251.

**215. Powstawanie osadów.** Rozczyn, zawierający taką ilość substancji, jaka się w nim może rozpuścić, jest względem niej roztworem nasyconym. Ten ostatni może jednak znów działać rozpuszczająco na inne substancje. Nasycony roztwór soli kamiennej rozpuszcza sól gorzką. Rozczyny, zawierające równocześnie kilka substancji, zostały nazwane roztworami złożonemi. Jeżeli taki roztwór jest nasycony, zawiera on, jak to wykazał niedawno Bodländer (Zeitschrift f. phys. Chem., t. 7, str. 358), każdej pojedynczej substancji wogóle mniej, niżby jej zawierał, gdyby znajdowała się w roztworze sama jedna. Wypada stąd, że roztwór nasycony, stykając się z substancjami nowemi, w części je rozpuszcza, w części zaś wydziela ciała w nim dotąd zawarte.

Ponieważ większość ciał rozpuszcza się w temperaturze wyższej obficie, niż w temp. niższej, przeto roztwory nasycone, zarówno proste jak złożone, oziębiając się, wydają z siebie pewien osad.

Wody, krążące w skałach, są zwykle roztworami nasyconemi względem jednej lub kilku substancji. Przenikając powoli szczelinami skalnemi, stykają się one często z ciałami nowemi; wznosząc się ze stref, głębiej położonych i cieplejszych ku wyżej położonym, doznają zmniejszenia się temperatury i ciśnienia; a w obu tych przypadkach może nastąpić i często następuje istotnie wydzielanie się osadu.

W długiej wędrówce po szczelinach skalnych spotykają się często roztwory, które, wstępując we wzajemną wymianę chemiczną, mogą utworzyć związki trudno rozpuszczalne. Roztwory węglanów sodu i potasu w zetknięciu z wodami wapiennymi dają osad węglanu wapnia. Gdy roztwory krzemianu potasu i sodu spotykają się z wodami, posiadającemi dwutlenek węgla lub dwuwęglany, ulegają muszą rozkładowi, skutkiem którego wydziela się krzemionka, a tworzą węglany. Minerale, obecne w skale, mogą też wywołać osad, a to przez powolne działanie na zwilżające je roztwory. Z rozczyńców, zawierających krzemionkę lub sole tlenniku żelaza, kalcyt strąca krzemionkę, względnie wodan żelaza. Tak więc zdarza się niejednokrotnie, że woda przenikająca skałę, wytwarza w niej osad.

Roztwory, wydostające się na powierzchnię ziemi w postaci źródeł, tworzyć mogą osady przez parowanie. Powstawanie minerałów może też być w nich wywoływane pod wpływem tlenu atmosferycznego i za sprawą organizmów żyjących albo ich szczątków.

**216. Osady źródeł.** Na miejscu wytrysku źródeł tworzą się częstokroć osady różnego rodzaju.

Źródła gorące Islandyi, Azorów, Nowej Zelandyi, Rocky Mountains i in., obfitujące w rozpuszczalną krzemionkę, wydzielają skrzep o powierzchni falistej, wyraźnem uwarstwieniu i składzie chemicznym opalu. Niekiedy też two-

rzę się w szparach naskorupienia, a w próżniach—nacieki. Rzadziej dostrzegamy w nich drobne kryształki kwarcu, jak np. w skrzepie Furnaskim na Azorach.

Niezwykle pospolitemi są osady węglanu wapnia w obrębie źródeł ciepłych i zimnych. Cieplice Karlsbadu, Nauheimu, Wiesbadenu i w. i. wytwarzają stale aragonit w postaciach najrozmaitszych. W Karlsbadzie przed wiekami powstały rozległe pokłady z próżniami, tworzące skorupę szprudlową, składającą się z aragonitu włóknistego, na odlamie wstęgowatego (kamień szprudlowy). Zabarwienie jego pochodzi z tlenku żelaza. Miejscami występuje też grochowiec, powstający drogą wielokrotnego osiadania powłoki wapiennej na ziarnkach piasku lub pęcherzykach gazu, unoszących się w wodzie wzburzonej, a następnie opadania na dno kulek cięższych i wzajemnego ich zespolenia. W bardzo wielu źródłach zimnych kalcyt osiada w postaci skrzepu wapiennego; powstają też w nich często grochowce kalcytowe, czyli pizolity. Wody, przesiąkające do próżni, powodują częstokroć powstawanie nacieków. Na tych ostatnich sprawa tworzenia się skrzepów wapiennych występuje najdokładniej. Ciecz, ściekająca po ścianach próżni, jest roztworem węglanu wapnia w wodzie, zawierającej kwas węglany. Dwutlenek węgla, który jest warunkiem rozpuszczalności, ulatując z roztworu w powietrze, zmusza niejako węglan wapnia do powtórnego przybrania postaci stałej. Każda ściekająca kropla pozostawia niewielką ilość kalcytu, a kropel takich nieskończoność wytwarza sople (stalaktyty) zawieszone u stropu grotu lub buduje sterczące w jej dnie stożkowate nacieki (stalagmity). Te z soplami zlewają się niekiedy w całkowite kolumny. Prócz tego skrzepy wapienne występują często na skałach, jako powłoki, lub też stanowią spój ich okruców.

Z pomiędzy węglanów, które ukazują się niekiedy w postaci osadów, wymienimy jeszcze „kwiat cynkowy“ i smitsonit (węglan cynku), powstające w kopalniach cynku, tudzież cerusyt (węglan ołowiu), tworzący się w kopalniach ołowiu w sposób właściwy skrzepom wapiennym.

Źródła żelaziste zawierają metal najczęściej w postaci węglanu żelaza tlenkowego  $\text{FeO} \cdot \text{CO}_2$ , rozpuszczalnego w wodzie, nasyconej dwutlenkiem węgla. Stykając się z powietrzem, źródła te wydzielają związek wspomniany, jako syderyt  $\text{FeCO}_3$ . Wszakże pod wpływem tlenu atmosferycznego ten ostatni ulega rozkładowi, przeobrażając się w limonit  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  i wolny  $\text{CO}_2$ . Stąd źródła te wytwarzają osady okry żelaznej, będącej limonitem ziemistym i pulchnym. Znajdują się w nim często domieszki tlenku manganu, powstałego przez rozkład węglanu manganowego, a niekiedy też fosforan żelaza, arsenian tegoż metalu i t. d.

Z pośród siarczanów częstym osadem wód źródłanych bywa gips, a niekiedy też baryt, ten ostatni np. w odpływach solanek żyły Leopolda w Lautenthal na Harcu. Siarki występują przy wytrysku źródeł w postaci skrzepów, jak np. piryty, lub rzadziej — blenda; jako osad wód kopalnianych napotykaną bywa galena. W Sulphur banks, w Kalifornii, znaleziono w osadach źródeł gorących cynober.

Siarka tworzy się bardzo często jako osad źródeł siarczanych, zawierających siarkowodor. Wydzielanie się siarki polega na działaniu tlenu, pochłoniętego z powietrza:  $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ . Przykładami są osady źró-



deł Deutsch-Altenbergu i Badenu pod Wiedniem, dalej skrzepy źródeł Budy, Weillbachu, Akwizgranu. W osadach źródeł gorących Parku narodowego (Yellowstone-Park) w Stanach Zjednoczonych dostrzeżono siarkę, aury pigment, realgar.

Z nader wielu źródeł wydziela się mieszanina, w której niepodobna rozpoznać oddzielnych minerałów. Z rozbiórów chemicznych tych utworów wnosić należy, że prócz minerałów, wyżej wzmiankowanych, obecne są w nich jeszcze rozmaite inne. Obok ciał już wymienionych często też występują: glin, krzem, tytan, bor, fluor, dalej stront, bar oraz metale takie, jak ołów, miedź, nikiel, arsen, antymon i t. p. Że minerały, pierwiastkom tym odpowiadające, nie zdołały wyodrębnić się co do swych kształtów, przyczyną tego jest stosunkowo prędkie powstawanie osadów w źródłach, wytryskujących na powierzchnię.

Liter. Bischof, Lehrb. der phys. u. chem. Geologie, t. I, str. 527. Roth, Allgem. u. chemische Geologie, t. I, str. 532. Daubrée, Les eaux souterraines aux époques anciennes. Paryż 1887.

**217. Utwory głębinowe.** Owe powłoki, naskorupienia i masy wypełniające, które poprzednio nazwaliśmy żyłami mineralnymi [196], musimy rozpatrywać jako osady wznoszących się wód źródłanych. Podstawy takiego poglądu są głównie następujące.

Szczeliny żyłowe ujawniają cechy szczelin źródłowych, a roboty górnicze niejednokrotnie napotykały w nich wodę. Naskorupienia i masy krystaliczne, wypełniające szczeliny, zarówno pojedyncze jak uwarstwione, wyglądem swoim przypominają najzupełniej produkty krystalizacji, otrzymywane na drodze sztucznej z roztworów wodnych. Pierwiastki, będące częściami składowymi minerałów żyłowych, zostały też prawie wszystkie znalezione w wodach wznoszących się źródeł. Z pomiędzy związków, pierwiastkom tym właściwych, najobficiej występują w żyłach mineralnych te, które się w wodzie najtrudniej rozpuszczają. Pseudomorfozy, dostrzegane bardzo często na minerałach żyłowych, są tego rodzaju, że powstawanie ich może być objaśnione tylko przez działanie roztworów wodnych. W minerałach niezmienionych znajdujemy często inkluzye, zawierające roztwory wodne. Minerały żyłowe są całkowicie podobne do minerałów, znajdujących koło wytrysku źródeł. Tak np. baryt, pochodzący z bocznych rozgałęzień źródła karlsbadzkiego, tak co do kombinacji ścian, jak co do ogólnego wyglądu zewnętrznego (habitus), kompletnie przypomina kryształy barytu z żył kruszcowych Felsöbányi. Przemawiają za tem również i postrzeżenia Daubréego, który badał związki, osiadłe w źródłach ciepłych (Bourbonne, Plombières i in.), i znalazł uderzające podobieństwo do minerałów żyłowych, jakkolwiek zawarte w nich pierwiastki pochodziły po części z murów, rur metalicznych i starych monet.

Osady wyraźne, zwłaszcza zaś kryształy, mogą oczywiście tworzyć się tylko tam, gdzie prędkość wznoszącej się wody jest bardzo nieznaczna, gdyż prąd nieco silniejszy osady te unosiłby z sobą. Stąd wnosić możemy, że źródła obfite, wydzielające osady na powierzchni ziemi, w głębi jej wydają osadu niewiele i że tylko wody ciepłe, płynące powoli lub zgoła się na powierzch-

nię nie wydostające, mogą być uważane za rodzicielki minerałów, nagromadzonych w żyłach.

Na pytanie, skąd owe wody czerpią substancje, osiadające w szczelinach żyłowych, Forchhammer odpowiada, że wszystkie te ciała pochodzą ze skał sąsiednich, że zatem dostały się do szczelin przez wysiakiwanie boczne. Inni wszakże badacze są zdania, że ciała te dostają się na miejsce swego stałego pobytu z nieznanych nam dokładniej głębin wraz ze wznoszącymi się szczeliną wodami.

Rozległe studia F. Sandbergera dowiodły, że w krzemianach skałotwórczych, zwłaszcza zaś występujących w skałach wulkanicznych, prócz pierwiastków zwykłych i istotnych, jak Si, Al, Ca, Na, znajdują się jeszcze w drobnych bardzo ilościach takie, jak Ba, Pb, Cu, As i t. d., które w żyłach kruszczowych należą do pospolitych części składowych. Badania te nie dowiodły jednak bynajmniej powstawania żył kruszczowych drogą wysiaków bocznych, popierwsze dlatego, że metale ciężkie mogły się też dostać z głębi z wodami źródłanymi i wsiąkać wraz z temi ostatnimi do skały sąsiedniej, a powtórę tak wielkie ilości metali ciężkich, jakie bywają niekiedy nagromadzone w żyłach kruszczowych, żadną miarą nie dadzą się wyprowadzić z owych drobnych śladów. Przykładem ich są pokłady kruszczowe w Przybramie [196].

Rzeczą jest najprawdopodobniejszą, że obydwie te procesy, t. j. wysiakowanie i wznoszenie się działają pospołu, cośmy już zresztą zaznaczyli przy powstawaniu wód źródłanych [202].

Musimy przeto przyjąć, że wilgoć skalna łąguje ze skał związki wszystkich zawartych w niej pierwiastków, a więc i rozpuszczalnych krzemianów, i przez długą z nimi styczność wytwarza roztwory stężone. Te wsiakają do wód żyłowych, będących wprawdzie roztworami rozcieńczonemi, lecz przynoszącymi z głębi dwutlenek węgla i dwuwęglany, a często też związki metali ciężkich, jak również siarkowodór oraz siarczany. Przez wzajemną wymianę pomiędzy rozpuszczalnymi krzemianami a wolnym kwasem węglanym powstaje kwarc i węglany [215]; siarkowodór i rozpuszczalne siarki, działając na związki metaliczne, strącają nierozpuszczalne siarki metali ciężkich, siarczany powodują osiadanie barytu i t. d.

Tym sposobem daje się wyjaśnić nietylko kształt i skład żył mineralnych, lecz także ich częste występowanie w pobliżu skał wybuchowych lub w nich samych, tym ostatnim bowiem towarzyszą bardzo często źródła, zawierające kwas węglany i siarkowodór [203].

Ponieważ szczeliny żyłowe łączą się częstokroć ze spękaniem ciosowemi i biegną nieraz przez osady przepuszczalne, przeto zarówno w tych jak w tamtych powstawanie minerałów żyłowych jest całkiem możliwe; a więc wsiaki i wypełnienia spękań ciosowych, zawierające minerały właściwe żyłom, są niejako rozgałęzieniami jednego i tego samego utworu.

Liter. Bischof, Jahrbuch. f. Min., 1848, str. 257, oraz Lehrbuch d. phys. u. chem. Geologie, t. II. v. Groddeck, Lehre von den Lagerstätten der Erze, str. 331. F. Sandberger, Untersuchungen über Erzgänge, 1881 i 1885. Dau-

brée, Études synthétiques de Géol. experim. Stelzner, Die Lateralsecretions-theorie und ihre Bedeutung für das Przibramer Ganggebiet, Freiberg 1889.

**218. Działalność wód zaskórnych.** Rozpowszechnione w skałach utwory wtórne, występujące po za obrębem szczelin głębokich, powstają, o ile sądzić możemy z odnoszących się tutaj postrzeżeń porównawczych, pod wpływem rozтворów wodnych, które tworzą się w górnych częściach skorupy ziemskiej, a więc różnią się zasadniczo od wód, pochodzących z głębi.

Należą tu nowopowstałe kryształy oraz grupy krystaliczne, napotymane w glinie, marglu i piasku, spoje zlepieńców i piaskowców, a dalej wszystkie te wsiąki, wypełnienia i naskorupienia, które nie są dalszym ciągiem żył mineralnych.

Różnica genetyczna, zachodząca pomiędzy żyłami mineralnymi a pozostałymi utworami wtórnymi, ujawnia się niekiedy wyraźnie, mianowicie tam, gdzie żyły kruszcowe łączą się z wypełnieniami szczelin ciosowych tylko za pomocą wązkich spękań. W takich razach utwory żyły kruszcowej wkraczają tylko do przedsiönka owych spękań bocznych, gdy w dalszym ich ciągu znajdujemy osady minerałów, które ze względu na ich skład należą do wsiągów skały sąsiedniej. Odpowiedni przykład podaje fig. 382 na str. 290.

Odnoszące się tutaj osady są więc produktami wsiągów bocznych [214]. Tworzące je minerały pozostają w prostym związku substancjonalnym z minerałami skały sąsiedniej lub też zgoła się od nich pod tym względem nie różnią. Widać to na „żyłkach“ kalcytu w wapieniu zbitym, kalcytu i kwarcu w piaskowcach i łupkach gliniastych, kwarcu w łupkach krystalicznych, na naskorupieniach i wypełnieniach próżni, zwanych migdałami, które składają się z agatu, kwarcu, kalcytu i zeolitów. Jako utwory powstałe drogą wsiągów bocznych rozpatrywać również musimy i owe piękne szczotki kryształów kwarcu, adularu, miki, a dalej albitu, chlorytu, epidotu, apatytu i wielu innych minerałów, osadzonych w granicie, gnejsie i łupkach krystalicznych, jakkolwiek ściśle odgraniczenie tych utworów od żył mineralnych jest rzeczą trudną. Ponieważ uniemożliwia, że przyczyny, wywołujące powstawanie utworów, będących w mowie, trwają statecznie i dzisiaj, przeto dodać także musimy, że wszystkie wymienione wyżej krystalizacje mogą odbywać się i w dobie dzisiejszej, że więc kryształy nowe wciąż powstają, a stare objętość swą powiększają [207].

Ciągle tworzenie się „żyłek“ kalcytu w wapieniu pochodzi stąd, że przejmujące go a zawierające dwutlenek węgla wody tworzą stopniowo nasycony roztwór dwuwęglanu wapnia i że ten nadtrawia łatwiej rozpuszczalny wapien zbity, przyczem równocześnie wydziela się trudniej rozpuszczalny kalcyt krystaliczny. Znow więc tu dostrzegamy ową tendencję do odradzania się utworów najtrudniej rozpuszczalnych.

W skałach krzemionkowych tworzą się często roztwory krzemianów, z których też składają się pospolicie osady krystaliczne, o ile roztwory te nie zostały rozłożone przez wolny dwutlenek węgla lub przez węglany. W tym ostatnim przypadku tworzy się poprostu kwarc. Stąd zrozumiała jest rzecz, że w żyłach kruszczowych, w których powstawaniu brał udział kwas węglany



wolny lub związany w postaci dwuwęglanów, krzemiany wogóle nie występują, gdy kwarc jest minerałem wielce w nich rozpowszechnionym.

**219. Powstawanie minerałów w jeziorach.** Najwspanialszymi osadami, wydzielającymi się z roztworów, są bez wątpienia utwory solne niektórych jezior. Tworzenie się takich osadów w wodach stojących możliwym jest tylko wtedy, kiedy one są roztworem soli stężonym i kiedy parowanie wody jest silniejsze od jej dopływu. W morzach, których wody wprawdzie obfitują w sole, ale nie są ich roztworem nasyconym, osady tego rodzaju powstawać nie mogą. Jeziora, zaopatrzone w odpływy, również nie mają (po temu odpowiednich warunków, natomiast osady soli tworzyć się mogą w jeziorach i lagunach odciętych, t. j. pozbawionych odpływów, ale tylko w klimatach cieplejszych.

Należą tu jeziora słone stepów Astrachańskich, rozrzucone na nich w liczbie, przenoszącej 2000. Stepety te okalają północne wybrzeża morza Kaspijskiego i są dawnym dnem morza, zawierającym w rozdrobnieniu sole, pozostałe po wodzie morskiej. Na wybrzeżach tedy morza Kaspijskiego, skutkiem odcinania się zatok, tworzą się wciąż nowe jeziora słone. Największym z jezior dawniejszych jest jezioro Eltońskie, mierzące 250 kilom. kwadratowych powierzchni. Woda jego jest stężonym ługiem, zawierającym, prócz chlorku sodu, przeważne ilości chlorku magnezu i siarczanu magnezu oraz chlorku potasu. W lecie naprzód osiada trochę gipsu, a następnie sól kamienna w ilości obfitej, w zimie — także sól gorzka, która wszakże podczas lata następnego rozpuszcza się powtórnie. Rokrocznie tworzy się na brzegach i dnie jeziora warstwa soli kamiennej, stanowiąca przedmiot eksploatacji prawidłowej. Roczna produkcja soli wynosi około 2 milionów centnarów. W pobliżu jeziora znajduje się pokład soli kamiennej, przedzielony wielu naprzemianległymi warstwami gliny. Podobne stosunki znajdujemy i w innych jeziorach słonych tej przestrzeni. Równie pospolitemi są tego rodzaju jeziora słone na zachodnich wybrzeżach morza Kaspijskiego, w Krymie, nad jeziorem Aralskim. Wybitnym przykładem jest dalej morze Martwe, będące ługiem solnym, zawierającym obok chlorku sodu przeważnie chlorki magnezu i wapnia, tudzież chlorek potasu i gips. W szlamie tego jeziora znajdują się kryształy soli kamiennej i gipsu. W Persyi, gdzie największym jeziorem jest Urmiah, dalej w Tybecie i północnej Afryce jeziora słone nie należą też do rzadkości. Przykładem jezior słonych amerykańskich jest jezioro Utah wraz ze swymi pomniejszemi sąsiadami. Na ich wybrzeżach tworzą się statecznie naskorupienia soli kamiennej.

Nieco inaczej odbywa się osiadanie soli kamiennej w niektórych jeziorach lagunowych. Przykładem ich jest zatoka morza Kaspijskiego, Adży-Darya, połączona z morzem za pomocą wąskiego kanału, znanego pod nazwą Karabogazu. Powierzchnia tej zatoki wynosi około 2000 kilometrów kwadratowych. Wody jej są stężonym roztworem, w którym przeważają chlorek sodu i chlorek magnezu. Na dnie osiada sól kamienna. Karabogaz wlewa wciąż nowe ilości wody morskiej; gdy jednak w lecie wydzieli się z nich nadmiar trudniej rozpuszczalnego chlorku sodu, łatwo rozpuszczalny chlorek magnezu powraca znów kanałem do morza. Adży-Darya jest przeto laguną solną. Podobnie

stosunki wykazuje jezioro Torrens, położone na bezdzdżystym obszarze Australii.

Postrzeżenia, poczynione w miejscowościach wspomnianych i wielu innych, wyjaśniają z wielkiem prawdopodobieństwem powstawanie owych pokładów soli kamiennej, które spotykamy w skałach osadowych a które należą do epok dawniejszych.

W jeziorach sodowych tworzą się często osady, pomiędzy którymi przeważają soda (węglan sodu) i sól glauberska (siarczan sodu). Przykładami ich są jezioro Wan w Armenii zachodniej, kilka jezior w Meksyku, Newadzie i Kalifornii. Na nizinie Węgierskiej powstają w niektórych miejscowościach wykwity sody, pospołu z chlorkiem sodu, gipsem i solą glauberską. W okolicach kanału Suezkiego znajdują się jeziora górskie, zawierające prócz soli kuchennej znaczne ilości soli gorzkiej (siarczanu magnezu).

Jeziora boraksowe zachodniego Tybetu i Kalifornii, na północ od St. Francisco położone, pozostające w związku z cieplicami, również wytwarzają osady i naskorupienia denne boraksu, a w szlamie ich znajdowane bywają duże pojedyncze kryształy tegoż minerału.

Liter. G. Bischof, Phys. u. chem. Geologie, t. II, str. 47. F. Bischof, Die Steinsalzwerke von Stassfurt, wyd. 2, 1875. Oehsenius, Die Bildung der Steinsalzlager etc., Hala 1877. Roth, Allgem. u. chem. Geologie, t. I, str. 547. Pfeiffer, Zeitschr. f. d. Hütten- u. Salinarwesen, 1885.

**220. Powstawanie minerałów za sprawą organizmów.** Przechodzenie ciał ze stanu rozpuszczalnego do stałego odbywa się często pod wpływem istot ożywionych lub szczątków organicznych tak dalece, że znaczna część rocznego przyrostu stałej skorupy ziemskiej musi być zapisana na rachunek tego właśnie wpływu.

Największą wszakże skalę wykazują osady węglanu wapnia, tworzące się za sprawą zwierząt morskich. Niezliczone rafy i wyspy mórz podzwrotnikowych są budowane i wciąż powiększane przez zwierzęta — korale. Dana i Darwin wyjaśnili zjawisko to dokładnie. Opadające na dno skorupy mięczaków, szkarłupni i t. p. wytwarzają w pobliżu lądu ławice muszlowe. Badania głębin morskich wykazały również, że na dnie oceanów nieustannie tworzą się osady wapienia, zbliżonego do kredy a składającego się ze szczątków otwornic.

Woda morska zawiera wapń w postaci dwuwęglanu w drobnych, w postaci zaś siarczanu w większych ilościach [205]. Pod wpływem czynności życiowych zwierząt morskich z tych związków rozpuszczalnych wydziela się nierozpuszczalny węglan wapnia i jest przez nie składany w skorupach, muszlach i wogóle w częściach organizmu twardych. G. Rose wykazał, że węglanem tym jest w większości przypadków kalcyt, rzadziej aragonit.

Ponieważ w bardzo wielu wapieniach przechowują się szczątki zwierząt morskich, inne zaś składają się z nich całkowicie lub tworzą najrozmaitsze przejścia do wapieni zbitych, wyrobił się przeto pogląd, że i te ostatnie, w wiel-

kich występujące pokładach, są pochodzenia zoogenicznego, t. j. są wapieniami morskimi, powstałymi za sprawą organizmów zwierzęcych.

W morzu napotykamy też wegetacje wodorostów, zwanych nulioporami albo litotamniami, które strącają węglan wapnia, inkrustujący nieustannie ich tkanki zewnętrzne. Na tej drodze także powstają rafy i ławice wapienne. Pewna część wapieni budową swoją zdradza tego rodzaju pochodzenie; stąd odróżniamy też wapienie morskie fitogeniczne, t. j. powstałe skutkiem czynności fizjologicznych roślin. Wydzielanie się węglanu wapnia odbywa się tutaj na tej samej zasadzie, jaka kieruje powstawaniem martwicy wapiennej.

Przy wytrysku źródeł i w strumieniach, obfitujących w dwuwęglan wapnia, wodorosty, mchy i inne rośliny wykazują często inkrustacje węglanu wapnia, które prowadzą do osadów wapienia dziurkowatego, znanego pod nazwą tufu, czyli martwicy wapiennej. Jak to wyjaśnił Cohn, zjawisko polega na tem, że rośliny, potrzebujące do swoich spraw życiowych dwutlenku węgla, odbierają go dwuwęglanowi, skutkiem czego nierozpuszczalny węglan osiada w ich tkankach. I w źródłach gorących Karlsbadu, Nauheimu i in., wydzielających osady aragonitu, zauważono wegetacje wodorostów.

Fosforan wapnia obecny w kościach zwierząt kręgowych, zawierających także i węglan wapnia, dostaje się niekiedy głębi' gruntu, przez co może wywołać powstawanie innych fosforanów. Pokłady ekskrementów, zwane guanem, zawierają również fosforany, które, wsiąkając w skały sąsiednie, mogą stać się powodem nowotworów mineralnych.

Krzemionka bezpostaciowa jest w morzu wydzielana przez gąbki, korzenionózki, promiennice. Powstawanie ławic rogowca i buł krzemiennych spowodowana jest do czynności życiowych tych zwierząt. Na lądzie znów powstają w gruntach błotnistych niektórych okolic pokłady ziemiste, będące nagromadzeniem szczątków okrzemek, a mianowicie ich mikroskopijnych, lecz nader ozdobnych pancerzyków krzemionkowych. Lupek szlifierski i ziemia krzemionkowa składają się z takich właśnie szczątków. W zatokach morskich i płytkich wybrzeżach nagromadzają się też szczątki okrzemek i promiennic. Wydzielanie się skrzepu krzemionkowego (gejzerytu) w gorących źródłach Parku Narodowego (Yellowstone-Park) odbywa się, według Weeda, pod wpływem mchów i wodorostów.

Powstawanie rudy żelaznej łukowej, darniowej i t. p., będącej mocno zanieczyszczonym żelaziakiem brunatnym (limonitem), Senft przypisuje też działaniu chemicznemu roślin. Kwasy organiczne, wydzielane przez rośliny, wyciągają tlenek żelaza z sąsiedniego piasku i dają z nim związki, osiadające w postaci powłoki. Część organiczna tej ostatniej rozkłada się stopniowo na kwas węglany i wodę, a woda żelaza pozostaje i wytwarza warstwy. W podobny sposób Ehrenberg, Stapf i in. objaśniają tworzenie się rudy jeziorowej w Szwecyi, przypisując je wpływom istot niższych (wodorostów, bakterii), które wewnątrz swych ciał wydzielają żelaziak brunatny.

Nagromadzanie się zwęglonych szczątków roślinnych dostrzegamy tam, gdzie dziś jeszcze powstają pokłady torfu. Rośliny błotne, pod przykryciem powłoki wodnej zabezpieczone od prędkiego stłenia, tracą wszakże powoli wo-



dór i tlen, uchodzące w postaci wody, i przeistaczają się w substancje ciemno zabarwione. Że węgle brunatne tą samą powstają drogą, dowodzi tego ich budowa roślinna, częstokroć zupełnie wyraźna. Co się tyczy węgli kamiennych, to stwierdzono też niejednokrotnie za pomocą mikroskopu ich budowę roślinną. Antracytowi również przypisujemy pochodzenie roślinne.

W rozkładających się ciałach otwornic, w kołcach morskich jeżów i t. d. często tworzą się drobne gruzelki pirytu. Szczątki roślinne wywołują nieraz osad pirytu w wodach żelazistych. Stąd w błotach i stawach, obficie sitowiem porosłych, tworzy się zazwyczaj szlam czarny, piryty zawierający. Powstawanie pirytu zauważono w pokładach gliny, sąsiadujących z dolami nawozu. Jeżeli wodę, zawierającą jakikolwiek siarczan, np.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , i trochę soli żelaza, zamkniemy w naczyniu wraz z włóknami drzewnymi, to z czasem wydzielają się z niej kłaczki pirytu. Włókna drzewne odbierają siarczaniowi tlen, a powstający tym sposobem siarek sodu strąca osad siarku żelaza. Piryty tworzy się zatem przez odtlenienie. Stąd częste występowanie wspólne pirytu i węgla kamiennego jest rzeczą zrozumiałą, jak również tworzenie się wsiaków pirytu w rozmaitych skałach, przechowujących szczątki jestestw organicznych.

Nowe badania zdają się też dowodzić, że i powstawanie azotanów w roli odbywa się za sprawą organizmów niższych.

Liter. J. D. Dana, *Corals and Coral Islands*, Nowy Jork 1872. Ch. Darwin, *Bau und Verbreitung der Korallenriffe*, Sztutgard 1876. Cohn, *Jahrb. f. Min.*, 1864, str. 580. Ramann, *Organogene Bildungen der Jetztzeit*, *Jahrb. f. Min.*, t. dodatk. X, str. 119. Senft, *Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen*, Lipsk 1862. Roth, *Allgem. u. chem. Geologie*, t. I, str. 596. Winoogradsky, *Botan. Zeitung*, rocznik 46, str. 262 (1888). Walther, *Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges.*, t. 37, str. 329. Weed, *American Journ. of sc.* [3], t. 37, str. 351. Molisch, *Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen*, Lipsk 1892.

**221. Przeobrażanie się minerałów.** Wody, nieustannie wśród skał krążące, wyciągają z nich rozmaite ciała rozpuszczalne, które następnie bądź pozostawiają na innych miejscach pokładów, bądź też wynoszą w postaci źródeł na powierzchnię ziemi. Tym sposobem wody zaskórne i głębinowe z jednej strony wciąż zabierają skorupie ziemskiej wielkie ilości ciał mineralnych, z drugiej zaś — oddają napowrót. Woda działa rozkładająco na wiele zawartych w ziemi związków, inne zaś rozpuszcza całkowicie. Wzbogacone w rozmaitego rodzaju substancje, wody podziemne są w stanie zarówno zmieniać dawne minerały, jak wydawać z siebie związki nowe, trudniej rozpuszczalne. Ciśnienie, będące dźwignią wznoszenia się gór, potęguje działalność wody przez to, że pękanie, kruszenie się i przesuwanie mas skalnych wytwarza wciąż nowe szczeliny włoskowate, któremi woda wciąż nowe toruje sobie drogi. Ciśnienie to wpływa też prawdopodobnie i na wyniki samych przeobrażeń, albowiem na wielkich głębokościach, gdzie jest ono bardzo wysokiem, kojarzenie się ciał często bywa inne, niż w pobliżu powierzchni ziemi, gdzie jest ono słabszem. Przez rozkład, wy-

mianę, wietrzenie, krystalizację wtórną zmieniają się nie tylko własności chemiczne mas mineralnych, lecz często także ich złożenie.

Do innego zgoła rodzaju należą przeobrażenia, odbywające się w niektórych odosobnionych punktach skorupy ziemskiej pod wpływem wydobywających się z głębi gazów i par, jak również pod wpływem podniesionej temperatury mas wybuchowych. Te ostatnie, stykając się z minerałami lub skałami, już przez samo ogrzewanie mogą wywołać rozkład związków napotkanych lub też, stapiając się z nimi, wytworzyć związki nowe. I tu przeobrażenia odbijają się częstokroć także na zmianie budowy.

**222. Rozkład.** Wyrazu tego używamy często na oznaczenie zmian chemicznych minerału, które w nim zaszły, ale nie dobiegły do końca, bez względu na powstające stąd produkty. Mówimy przeto o rozłożonym felpacie, o ile nie został on jeszcze całkowicie przeobrażony i o ile powstający zeń minerał wtórny nie może być poznany lub jest po prostu pomijany.

Podobnież w doświadczeniach, mających na celu zmiany chemiczne minerału, zadawalniany się częstokroć stwierdzeniem faktu, że zmiany te w nim zaszły, że minerał ów w danych warunkach jest rozkładny. Najważniejszymi w tym względzie są doświadczenia nad minerałami trudno rozkładnymi.

Dauprée badał działanie czystej wody na ortoklaz  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ . Okruchy tego ostatniego zostały razem z wodą wprowadzone do cylindra, a przez częste obracanie tego ostatniego starte na proszek. Po ośmiodniowym działaniu 3 procenty tlenku potasu, zawartego w proszku, przeszły do wody, w której roztworze znaleziono również krzemionkę. Woda, zaprawiona dwutlenkiem węgla, działała o wiele słabiej i mniej wyługowała tlenku potasu. Bracia Rogers znaleźli, że krzemiany takie, jak feldspat, amfibol, chloryt, serpentyn są przez wodę, nasyconą kwasem węglanym, nagryzane i że ta rozpuszcza z nich 0·1 do 0·4 procentu. R. Müller zbadał w podobny sposób wiele minerałów, które w stanie sproszkowanym zamykał w butelkach, napełnionych wodą, obficie w dwutlenek węgla zaopatrzoną. Pompowanie kwasu węglanego odbywało się pod ciśnieniem  $3\frac{1}{4}$  atmosfery. Oto kilka przykładów rozkładu po 7 tygodniach działania:

	ilość ciał rozp.	ciała przeważające
ortoklaz $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ . . . . .	0·328 proc. . . . .	$\text{K}_2\text{O}$ , dalej $\text{SiO}_2$
oliwin $(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$ . . . . .	2·111 „ . . . . .	$\text{FeO}$ , „ $\text{MgO}$ , $\text{SiO}_2$
serpentyn $(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{H}_4\text{Si}_2\text{O}_9$ . . . . .	1·211 „ . . . . .	$\text{MgO}$ , „ $\text{FeO}$
apatyt $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_{12}\text{Cl}$ . . . . .	2·018 „ . . . . .	$\text{CaO}$ , „ $\text{P}_2\text{O}_5$
magnetyt $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ . . . . .	1·812 „ . . . . .	$\text{FeO}$ .

Rozkładające działanie tlenu na minerały, mogące się utleniać, daje się często wykazać bardzo łatwo, jak np. na syderecie, którego proszek, zwilżony wodą i pozostawiony na wolnym powietrzu, staje się stopniowo brązowym.

Sposób działania bezwodnika kwasu siarkawego  $\text{SO}_2$ , biorącego pewien udział w wybuchach wulkanicznych [212], został wypróbowany przez W. Schmidta. Kwas siarkawy działa rozkładająco nie tyle bezpośrednio, ile po uprzednim przejściu w kwas siarczany  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Ten ostatni wyciąga z roz-

maitych krzemianów zarówno zasady  $\text{MgO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  i t. d., jako też znaczne ilości  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Minerały stopione lub pogrążone w ognistociekłej masie skalnej często podlegają rozkładowi. Granat stopiony rozpada się, według Döltera i Hussaka, na mieszaninę oliwinu i glinokrzemianu (np. anortytu). Amfibol, zanurzony w skale stopionej, otacza się, według tychże badaczy, czarną obwódką, obfitującą w magnetyt. W tym stanie amfibol występuje często w skałach wybuchowych, jak to po raz pierwszy zauważył Zirkel. Topiąc miki, Wernadskij otrzymywał mieszaninę, zawierającą obok szkła drobne kryształki korundu, spinelu i sylimanitu.

Wreszcie, jak tego dowiodły ciekawe studia Thugutta, woda dystylowana w temperaturze  $220^\circ$ , a więc pod ciśnieniem, jest mocna rozkładać krzemiany z grupy sodalitu na zawarte w nich kompleksy molekularne (rodniki). Tak np. sodalit  $3\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{NaCl}$  rozpada się w warunkach wymienionych na  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$  (natrolit),  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$  (glinian sodu) i  $\text{NaCl}$  (chlorek sodu) [172].

Liter. R. Müller, *Tschermak's Mineralog. Mitth.* 1877, str. 25. W. Schmidt, tamże, serya nowa, t. IV, str. 1. Daubrée, *Étud. synth. de Géologie experiment.* Dölter und Hussak, *Jahrb. f. Min.* 1884, t. I, str. 26. A. Becker, tamże, 1883, t. II, str. 1. St. Thugutt, *N. Jahrb. f. Min.*, t. dodatk. IX, str. 554–624. 1895.

**223. Pochłanianie i wydzielanie.** Zmiany, jakim podlegają minerały, zasadzają się nieraz na prostem pochłanianiu ciał lotnych z atmosfery, jak to np. ma miejsce z wietrzeniem pirytu  $\text{FeS}_2$ , który, pochłaniając z wilgotnego powietrza tlen i wodę, przechodzi w siarczan żelaza  $\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$  i kwas siarczany  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , albo też z czernieniem srebra pod wpływem siarkowodoru, przyczem powstaje siarek srebra  $\text{Ag}_2\text{S}$ . Niektóre sole przyciągają wodę z powietrza i rozpływają się, jak np. karnalit  $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , który przechodzi w mieszaninę chlorku potasu i chlorku magnezu.

Z pomiędzy doświadczeń, przeprowadzonych na minerałach bardzo opornych, ważnemi są mianowicie te, które dotyczą kaolinu  $\text{H}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9$ . Lemberg wykazał, że minerał ten, należący wogóle do związków bardzo trwałych, pod wpływem roztworu, zawierającego krzemian potasu lub krzemian sodu, przeobraża się w ciała o składzie przybliżonym  $\text{H}_2\text{KAlSi}_2\text{O}_7$  i  $2\text{H}_2\text{NaAlSi}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$ . Kaolin karlsbadzki, potraktowany roztworem wodoru sodu w temperaturze  $220^\circ$  dał Thuguttowi produkt krystaliczny  $4(\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8) + 5\text{H}_2\text{O}$ , czyli t. zw. wodan nefelinu sodowego. Gdy tenże badacz wprowadził do roztworu obok wodoru sodu jeszcze chlorek lub siarczan sodu, to w warunkach analogicznych otrzymał z kaolinu t. zw. przez siebie chlorek nefelinu  $3\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$  oraz siarczan nefelinu  $3\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ . Z drugiej strony tłómacz, topiąc mieszaninę kaolinu z sodą w nadmiarze soli glauberskiej, otrzymał też same lub podobne związki w stanie krystalicznym i bezwodnym (sodalit i nozean). Wielce pouczającemi są doświadczenia Thugutta, dotyczące hydratyzacyi korundu. Minerał ten, jak wiadomo, jeden z najoporniejszych na działanie kwasów, łączy się w temp.  $230^\circ$  dość łatwo z wodą dystylowaną, o ile



przed tem nie był prażony w mocnym ogniu, i tworzy z nią związek zbliżony do dyasporu,  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

Utrata substancji jest przyczyną rozsypywania się w proszek, czyli wietrzezenia wielu soli wodnych [94]. Kryształy sody, soli glauberskiej, soli gorzkiej, pozostawione na suchem powietrzu, tracą swą wodę całkowicie lub częściowo i rozpadają się w proszek drobny. Przykładem wydzielania wody jest także przeobrażenie się gipsu  $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  w anhydryt  $\text{CaSO}_4$ , które G. Rose poznał na pseudomorfozach, a Hoppe-Seyler sprawdził doświadczalnie, ogrzewając gips w roztworze soli kamiennej do temperatury, sięgającej  $130^\circ$ .

**224. Wymiana.** Największa liczba przeobrażeń chemicznych minerałów sprowadza się do wzajemnej wymiany części składowych. Celem łatwiejszego zrozumienia tych zjawisk w przyrodzie, przytoczymy naprzód doświadczenia, które je w znacznej mierze wyjaśniają. Ażeby zjawisko wymiany w krótkim wywołać czasie, uciekamy się zwykle do zwiększenia temperatury. Mineral dokładnie sproszkowany wystawiamy przez czas dłuższy na działanie roztworów w cieple, a związki mineralne bardziej odporne zamykamy wraz z roztworami w rurach szklanych, które umieszczamy w temperaturach podniesionych (do  $200^\circ \text{C}$ . i nieco powyżej).

Bardzo liczne i ważne tego rodzaju doświadczenia zawdzięczamy Lembergowi, o którego metodzie była już mowa powyżej [172]. Doświadczenia te w sposób bardzo wyraźny wykazują działanie wielkich mas, którego znaczenie podniósł już był w swoim czasie Berthollet. Polega ono na tem, że ciało, zastosowane w małej ilości, nie jest zdolne sprowadzić żadnej wymiany, gdy, użyte w ilości przeważającej, może wypierać inne ciała ze związków.

Oto kilka przykładów najważniejszych.

Wymiana zasad:

1. Wymiana potasu na sód i odwrotnie. Proszek leucytu  $\text{KAlSi}_2\text{O}_6$ , traktowany roztworem  $\text{NaCl}$  lub  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , daje produkt krystaliczny o składzie, odpowiadającym analcymowi  $\text{H}_2\text{NaAlSi}_2\text{O}_7$ . Ten ostatni pod wpływem roztworów soli potasowych przechodzi napowrót w związek leucytowy  $\text{KAlSi}_2\text{O}_6$ .

2. Wymiana wapnia na magnez. Kalcyt  $\text{CaCO}_3$  pod działaniem roztworu  $\text{MgCl}_2$  traci  $\text{Ca}$ , przybiera zaś  $\text{Mg}$ . Wolastonit  $\text{CaSiO}_3$  za sprawą tegoż roztworu przeistacza się w związek  $\text{H}_2\text{MgSiO}_4$ , a więc oprócz podstawionego magnezu przyciąga jeszcze pierwiastki wody.

Wymiana kwasów:

3. Przejścia krzemianów w węglany. Montyczelit  $\text{CaMgSiO}_4$  rozkłada się w roztworze węglanów alkalicznych, przechodząc w krzemian magnezu i węglan wapnia  $\text{CaCO}_3$ .

4. Przejścia węglanów w krzemiany w temperaturze podniesionej: kalcyt  $\text{CaCO}_3$  lub magnezyt  $\text{MgCO}_3$ , ogrzany z roztworem krzemianu alkalicznego w rurze zalutowanej, daje krzemian wapnia, względnie krzemian magnezytu.

5. Przejścia siarczanów w węglany. Gips  $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ , potraktowany roztworem  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , przeobraża się w aragonit  $\text{CaCO}_3$ . Baryt w tychże warunkach przechodzi w witeryt  $\text{BaCO}_3$ .

6. Przejścia chlorków i fluorków w sole kw. węglanego. Jeżeli na atakamit  $2\text{HO} \cdot \text{Cu}_2 \cdot \text{OHCl}$  działać będziemy roztworem dwuwęglanu sodu  $\text{HNaCO}_3$  w temperaturze zwykłej, otrzymamy malachit  $2\text{HO} \cdot \text{Cu}_2 \cdot \text{CO}_3$ . Fluoryt  $\text{CaF}_2$ , pozostawiony w cieple z roztworem  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , przeobraża się w kalcyt  $\text{CaCO}_3$ .

7. Podstawienia soli kwasów mineralnych i organicznych zamiast wody krystalizacyi. Thugutt, biorąc za punkt wyjścia kaolin, a raczej łatwo zeń powstający wodan nefelinu, zdołał zastąpić w nim wodę krystalizacyi solami sodowymi najrozmaitszych kwasów, zarówno mineralnych, jak organicznych. Oto najważniejsze z tych godnych ze wszech miar uwagi podstawień, dla których Thugutt proponuje osobne słownictwo:

- $12 \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + 15 \text{H}_2\text{O}$  wodan nefelinu sodowego
- $12 \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + 8 \text{NaCl} + 4 \text{H}_2\text{O}$  chlorek sodalitu
- $12 \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + 4 \text{Na}_2\text{CO}_3 + 12 \text{H}_2\text{O}$  węglan „
- $12 \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + 4 \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 16 \text{H}_2\text{O}$  krzemian sodalitu
- $12 \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + 4 \text{Na}_2\text{SO}_4 + 12 \text{H}_2\text{O}$  siarczan „
- $12 \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + 8 \text{NaNO}_3 + 6 \text{H}_2\text{O}$  azotan „
- $12 \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + 3 \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 + 18 \text{H}_2\text{O}$  fosforan „
- $12 \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + 2 \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + 16 \text{H}_2\text{O}$  pirofosforan „
- $12 \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + 6 \text{HCOONa} + 9 \text{H}_2\text{O}$  mrówczan „
- $12 \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + 6 \text{CH}_3\text{COONa} + 3 \text{H}_2\text{O}$  octan „
- $8 \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + 8 \text{C}_2\text{O}_4\text{Na}_2 + 15 \text{H}_2\text{O}$  szczawian „

Liter. Bischof, Lehrb. d. chem. u. phys. Geologie, t. I. Eichhorn, Pogendorff's Ann., t. 105, str. 126. Lemberg, Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch., t. 22, 24, 28, 29, 35, 37. St. Thugutt, Mineralchem. Studien, Dorpat 1891.

**225. Strącanie.** Jeżeli wymiana rozciąga się nietylko na jedną część składową związku, lecz także na całą substancję, wówczas zjawisko nazwać możemy strącaniem zawartej w roztworze substancyi przez minerał stały, który jednocześnie sam przechodzi do roztworu.

8. Węglany strącają krzemionkę i krzemiany. Jeżeli roztwór krzemionki będziemy filtrować przez proszek kalcytowy, to krzemionka osiadzie na kalcyecie, a ten ostatni przejdzie w odpowiedniej ilości do roztworu. Tak samo zachowuje się roztwór krzemianu alkalicznego.

9. Kalcyt strąca inne węglany. Skoro proszek kalcytu potraktujemy roztworem  $\text{FeCO}_3$ ,  $\text{ZnCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$  w wodzie, zawierającej dwutlenek węgla, wówczas kalcyt pocznie się rozpuszczać, a wymienione węglany, jako trudniej rozpuszczalne, będą tworzyć osad [214].

10. Wodan żelaza strąca się w obecności węglanu wapnia. Kalcyt, wprowadzony do roztworu  $\text{FeCl}_3$ , strąca brunatny osad  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , sam zaś rozpuszcza się. Stosując w tem doświadczeniu wysokie ciśnienie, Sénarmont otrzymał osad bezwodnego tlenku  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

**226. Znaczenie pseudomorfoz.** Doświadczenia, powyżej przytoczone, wykazują, że minerały mogą się przeobrażać pod wpływem ciał, krążących

w przyrodzie. Że jednak istotnie podlegają one tego rodzaju zmianom, tego dowodzą utwory wtórne wogóle, a w sposób zupełnie ścisły i pewny — pseudomorfozy (kryształy fałszywe). Postać zewnętrzna tych ostatnich wskazuje minerał, który przedtem zajmował ich miejsce, gdy zawartość jest wyrazem sumy tych zmian, jakim minerał ów uległ. W kryształach fałszywych mieści się zatem pierwszy początek i ostateczny rezultat całego cyklu zjawisk. Z drugiej strony tak pospolicie napotykanne pseudomorfozy częściowe [80] dają możność wnikięcia w sam przebieg sprawy, w jej ciągłość i powolny, lecz stateczny postęp. Jakie środowiska wywołały przeistoczenie minerału, pytanie to nie da się rozwiązać w sposób równie ścisły, wszakże częste występowanie pseudomorfoz w skałach i żyłach zdaje się niezbicie dowodzić, że środowiskiem tem były roztwory wodne, a więc wody naturalne, krążące wśród pokładów skalnych. Tak więc poznać możemy sposób powstawania utworów wtórnych i przynajmniej ogólnie określić substancje, biorące w nim udział. Szczupłą tylko ilość pseudomorfoz, występujących w miejscowościach wulkanicznych, musimy rozpatrywać jako rezultat zmian, powstałych pod wpływem podniesionej temperatury lub wspomnianych poprzednio par i gazów.

Z poczynionych spostrzeżeń wypada, że w kryształach fałszywych występują minerały wszystkich prawie gromad, że przeto tylko nieliczne ich rodzaje opierają się zmianom wtórnym. Na szczególniejsze podkreślenie zasługuje okoliczność, że nawet kwarc, krzemiany bezwodne, jak feldspaty, amfibole, dalekie magnetyt i w. i., a więc minerały, będące istotnymi częściami składowymi skał najdawniejszych, napotykanne są pomiędzy owymi utworami wtórnymi.

Doświadczenia, mające na celu odtworzenie pseudomorfoz, bywają często-kroć wieńczone pomyślnym rezultatem, ale niezbędnym ich warunkiem jest długotrwałość. Oto kilka przykładów. Kryształy lub kawałki odłupane gipsu zawieszamy na nitce w ciepłym roztworze węglanu sodu. Gips natychmiast poczyną mętnieć i wytwarzać białe naskorupienie, którego grubość powiększa się wciąż ku środkowi, tak, że po dłuższym przeciągu czasu, zachowując swą postać pierwotną, przeistacza się całkowicie w aragonit. (Porówn. punkt 5 powyższego zestawienia). Pozostawiając kryształy atakamitu przez kilka lat w roztworze dwuwęglanu sodu (porówn. tamże p. 6), otrzymamy pseudomorfozę malachitu po atakamicie. Trudnijszem jest odtworzenie pseudomorfozy limonitu po kalcycie (p. 10), ponieważ powstający osad nie posiada dostatecznej spójności.

W tych razach, kiedy minerał pierwotny ulega zmianie nader trudno, wykonanie doświadczenia jest niemożliwe, wymagałoby bowiem ono zbyt długiego czasu. Najgłówniejsza doniosłość pseudomorfoz polega więc na tem, że nawet w razach, kiedy eksperyment nasz staje się bezsilnym, one dowodzą zmienności uważanego minerału i wskazują ogólny zarys tej drogi, jaką zeń powstał utwór wtórny.

**227. Podział.** Pseudomorfozy, ze względu na sposób powstawania, dzielimy na dwie gromady:

1. Pseudomorfozami przeobrażeń nazywamy te, w których substancja minerału pierwotnego zachowała się całkowicie lub częściowo.



Jeżeli powstawanie minerału wtórnego nie pociąga za sobą przeistoczenia substancji pierwotnej, wówczas zjawisko sprowadza się poprostu do zmiany układu molekuł w przestrzeni. Przypadek ten może mieć miejsce tylko w ciałach wielopostaciowych [176]. Przykładem jego są kryształy fałszywe kalcytu po aragonicie. Scheerer nazwał utwory tego rodzaju paramorfozami.

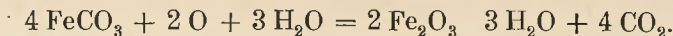
Inne zaliczające się tutaj pseudomorfozy powstają z minerału pierwotnego drogą wchłaniania, wydzielania lub wymiany pewnych części składowych.

Pochłanianie ciał jest związane z powiększaniem objętości, skutkiem czego postać pierwotna zachowuje się tylko w stanie bardzo niewyraźnym, jak np. w pseudomorfozach argentytu po srebrze rodzimym. Kryształy fałszywe tego rodzaju nie są liczne.

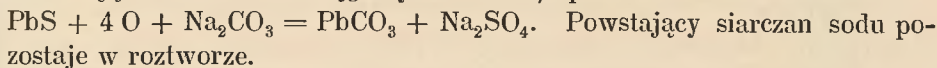
Nieco obficiejsz występują pseudomorfozy, powstające przez wydzielanie części składowych. Ponieważ objętość tym razem zmniejsza się, więc powstające w ten sposób utwory bywają zwykle ziemiste lub porowate. Przykładem ich są pseudomorfozy porowate miedzi rodzimej po kuprycie  $\text{Cu}_2\text{O}$ . Knop wykazał, że dają się one odtworzyć sztucznie, skoro kupryt potraktujemy rozcieńczonym kwasem siarczanym:  $\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cu} + \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ . Siarczan miedzi pozostaje w roztworze. Tak samo sprawy stoją z pseudomorfozą hematytu  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  po magnetycie  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ , skoro z tego ostatniego woda, zawierająca kwas węglany, wyługuje tlenek żelaza [222].

Najpospolitszymi są pseudomorfozy, powstałe drogą wymiany. Istotę ich wyjaśniają dostatecznie przykłady następujące.

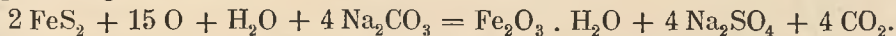
Syderyt  $\text{FeO} \cdot \text{CO}_2$  przeobrażony w limonit  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . Zjawisko to objaśniamy działaniem wilgoci, pod której wpływem węglan żelaza rozkłada się na kwas węglany i tlenek żelaza, a ten, pochłaniając tlen i łącząc się z wodą, daje limonit:



Galena  $\text{PbS}$  przeistoczona w cerusyt  $\text{PbCO}_3$ . Przemianę tę powodują wody, zawierające w roztworze węglany alkaliczne, np.:



Piryt  $\text{FeS}_2$  przeobrażony w getyt  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Zjawisko analogiczne do poprzedniego:



Gips przeistoczony w aragonit. Wyjaśnienie podano na str. 320, p. 5.

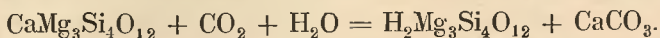
Kalcyt przeobrażony w dolomit. Pseudomorfozę tę przypisujemy zwykle częściowej wymianie zasad, o której była mowa na tejże str., p. 2.

Ortoklaz  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  przeobrażony w kaolin  $\text{H}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9$ . Zmianę tę objaśnić możemy działaniem wody, która ługuje kwaśny krzemian potasu:



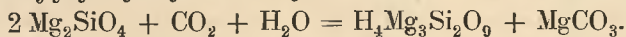
Powstające tą drogą produkty, z wyjątkiem kaolinu, unoszone są przez wodę. Skutkiem obfitej utraty substancji pseudomorfozy te bywają niezwykle sypkie, ziemiste i porowate.

Tremolit  $\text{CaMg}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$  przeobrażony w talk  $\text{H}_2\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$ . Zjawisko proste i zrozumiałe:



Powstający przytem węglan wapnia rozpuszcza się w wodzie, zawierającej kwas węglany i działającej na tremolit.

Oliwin przeobrażony w serpentyn. Ze względu na prostotę weźmiemy pod uwagę, zamiast oliwinu, tylko krzemian magnezu  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ , będący zresztą jego przeważającą częścią składową:



I w tym przypadku powstający równocześnie węglan ulega zwykle rozpuszczeniu.

Leucyt  $\text{KAlSi}_2\text{O}_6$  przeobrażony w analcym  $\text{H}_2\text{NaSi}_2\text{O}_7$ .

Zjawisko wyjaśnione przez klasyczne doświadczenia Lemberga [224, 1].

2. Pseudomorfozy zastąpień powstają wtedy, gdy substancja minerału pierwotnego zostanie całkowicie wyrugowana i zastąpiona przez utwór wtórny. Minerałem najczęściej wypieranym jest spāt wapienny. Przykłady: Gips w postaciach soli kamiennej. Powstawanie tego rodzaju fałszywych kryształów gipsu przypisujemy zetknięciu się jego nasyconego roztworu z kryształami soli kamiennej, osadzonemi w glinie. W miarę jak sól rozpuszcza się w roztworze gipsu, ten ostatni osiada w stanie krystalicznym; mamy tu więc do czynienia z różnicą rozpuszczalności.

Syderyt w postaciach kalcytu. To zastąpienie tłómaczy się również stosunkami rozpuszczalności [214], jakkolwiek możemy też w niem upatrywać pseudomorfozę przeobrażeń.

Kwarc w postaci kalcytu. Ponieważ kwas krzemny strąca się w obecności węglanów [225], przeto powstawanie tej pseudomorfozy jest zrozumiałem. Jeżeli dalej kwarc występuje w postaciach gipsu, fluorytu, galeny, to przyjąć tu musimy dwa stadya, popierwsze przeobrażenie się minerałów wymienionych w węglany, powtórne strącenie przez te ostatnie krzemionki.

Limonit lub hematyt w postaciach kalcytu. Wyjaśnienie podano na str. 321, p. 10. Zwykle przypuszczamy, że występujący w tych pseudomorfozach hematyt pierwotnie był limonitem i tylko przez następną utratę wody stał się tem, czem jest.

Prócz zastąpień, wymienionych przy kwarcu, znane są jeszcze inne tego rodzaju pseudomorfozy o kilku stadyach powstawania. Tak np. zdarzają się kryształy fałszywe limonitu po kalcyecie, które, jak to wnosimy z oznak wyraźnych, składały się naprzód z kalcytu, a następnie z syderytu, tak, że dopiero przeobrażenie się tego ostatniego doprowadziło je do stanu obecnego.

**228. Powstawanie skamieniałości.** Powstawanie skamieniałości da się sprowadzić do tych samych lub podobnych zjawisk, które mają w swym skutku tworzenie się kryształów fałszywych. Odróżniamy tu znów przeobrażenia i zastąpienia.

Zwykle szczątki zwierzęce, składające się z węglanu wapnia, mogą być rozpatrywane jako rezultat przeobrażenia, połączonego z utratą substancji organicznej; podobnie w skamielinach zwęglonych widzimy zmienione szczątki roślin, gdy pozostałe skamieniałości i skruszczenia odpowiadają najczęściej zastąpieniom.

Skamieniałości, składające się z barytu, syderytu, smitsonitu, chalcedonu, mają posłać szczątków wapiennych. Składały się one pierwotnie z węglanu wapnia, zanim ten nie został wyługowany i zastąpiony przez związki trudniej rozpuszczalne.

Skruszczenia, utworzone z limonitu i hematytu, pochodzeniem swym odpowiadają pseudomorfozom zastąpien; składające się zaś z pirytu i markasytu rozpatrujemy zwykle jako wynik strącenia, wywołanego przez substancję organiczną. W rzeczy samej, szczątki roślinne są najczęściej przejęte owymi kruszcami lub całkiem przez nie wyparte.

Skrzemieniałe drzewa, składające się z kwarcu, chalcedonu lub opalu, poczytujemy zwykle za wynik działania krzemianów alkalicznych na zbutwiały drewnik, który rozpuszcza się w postaci huminianu alkalicznego, a którego miejsce zajmuje krzemionka. Wszelako, według Kuntzego, proces ten zaczyna się jeszcze za życia drzew, do których krzemionka dostaje się za pośrednictwem korzeni i rozchodzi po całej roślinie.

Literaturę, dotyczącą pseudomorfoz i skamieniałości, przytoczono na str. 131, tudzież w dziełach Bischofa, Bluma, Volgera i Rotha, wyszczególnionych we wstępie. O drzewie skamieniałem: O. Kuntze, *Geogenetische Beiträge*, Lipsk 1895.

**229. Zmiana budowy.** Zmiany te same lub podobne do tych, które poznaliśmy na pseudomorfozach, występują też na większą jeszcze skalę w pokładach i skałach. I tu więc ogólne zarysy całości pozostają bez zmiany, gdy zawartość jej wewnętrzna podlega przeistoczeniu.

Do zjawisk bardzo pospolitych należy zmiana budowy, nie łącząca się wszakże z jakimikolwiek bądź zmianami substancjonalnymi, a więc przeistoczenie, przypominające paramorfozę. Odróżniamy tu kilka przypadków.

1. Agregat okruchowy zamienia się na zespół krystaliczny. Jako przykład przytoczymy przeobrażanie się piaskowca w kwarcyt. Ziarna kwarcowe niektórych piaskowców wykazują narastanie, polegające na tem, że nowopowstająca przezroczysta substancja kwarcowa osiada na ziarnach tych w szyku równoległym, w miejscach zaś wolnych wytwarza ściany krystaliczne, a nawet kryształy całkowite, fig. 388. To narastanie kończy się z chwilą, gdy wszystkie próżnie, znajdujące się między ziarnami, zostaną wypełnione, a całość przybierze budowę krystaliczno-ziarnistą, fig. 389. Ziarna feldspatu, tudzież okruchy innych krzemianów, wykazują też niekiedy zjawisko narastania. Objaśnia nam ono przeobrażanie się dawnych piaskowców (szarych wak) i łupków gliniastych w skały krystaliczne.



2. Masa bezpostaciowa staje się krystaliczną. O zjawisku tem, które dotyczy przeobrażania się obsydyanu, perłowca i smołowca w masy drobnokrystaliczne, wspominaliśmy już powyżej [79].

3. Minerały i mieszaniny zbite przybierają budowę wyraźnie krystaliczną. Przykładem tego jest wapień zbity, przechodzący w pasie kontaktu w marmur ziarnisty [199]. W tym razie zmianę budowy przypisujemy działaniu gorąca na wapień, przejęty wilgocią.

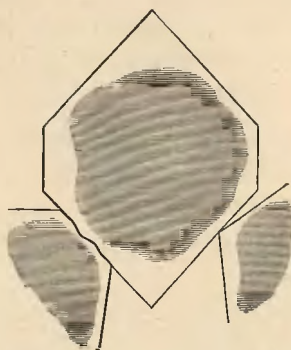
Do innych tego rodzaju przykładów należą sól kamienna i gips, które we współczesnych osadach jezior słonych mają budowę prawie zbitą, gdy w pokładach dawniejszych

ujawniają złożenie wyraźnie krystaliczne, a nawet gruboziarniste. Przeistnienie to daje się odtworzyć sztucznie, skoro drobny proszek soli rozpuszczalnych zwilżymy wodą i pozostawimy na czas dłuższy w spokoju. Masa staje się wyraźnie krystaliczną. Zgadza się z tem również postrzeżenie, wedle którego nowopowstające osady wapienne są zwykle zbite, wapień zaś warstw starszych — krystaliczne. Zmianę budowy w tym ostatnim przypadku objaśniamy zwykle działaniem roztworów stężonych [215]. Powstaje tu jakby walka o byt, której mocą jedne z bardzo drobnych osobników pierwotnych rozmiary swe statecznie zwiększają, gdy inne nie zmieniają się, a jeszcze inne nikną w cieczy.

Liter. Zirkel, *Lehrb. d. Petrographie*, t. I, str. 158 i 579. A. Knop, *Jahrb. f. Min.*, 1874, str. 281. Irving, *American. Journ. of science*, serya 3, t. 25, str. 401. V. Ann. Report U. S. Geol. Survey 1885, str. 218. Vanhise, *American. Journ.* t. 27, str. 399, oraz t. 33, str. 385. O. Lang, *Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellsch.*, t. 33, str. 217. Judd, *Journ. geol. Soc.*, t. 45, str. 175 (1880).

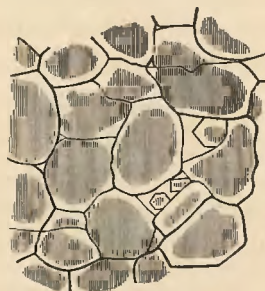
**230. Przeobrażanie się minerałów w skałach.** Przemiany chemiczne, jakie zostały poznane na pseudomorfozach przeobrażeń, nie są bynajmniej zjawiskami lokalnymi, związanymi z pojedynczymi osobnikami lub pewnymi pokładami minerałów, lecz mają rozmiary bardzo rozmaite i dają się dostrzegać na każdym prawie miejscu. Niekiedy przemianom takim ulegają wielkie masy mineralne. Przykładem ich jest przeobrażanie się wapieni w dolomit, dające się często wykazać na całych pasmach górskich, lub też przeistaczanie się skały oliwinowej w serpentyn, o którego rozmiarach sądzimy z rozległych i potężnych pokładów serpentynowych. W produktach tych przeobrażeń znajdujemy czę-

Fig. 388.



Przekrój kryształu kwarcu, pochodzącego z pokładów piaskowca i węgla brunatnego w Karlowych Warach, w Czechach. Powiększony 10 razy.

Fig. 389.



Przekrój tegoż samego piaskowca, powiększony 4 razy. Ziarna kwarcu pierwotne, mętne, zostały na obu figurach zaznaczone przez kreskowanie.

stokroć pozostałości stanu pierwotnego. Dolomit np. zawiera zwykle resztki wapienia, z którego powstał. Z drugiej strony, nie są też rzadkimi przypadki, w których sprawa przeobrażenia dobiegła końca, tak, że w skale wtórnej nie masz nawet śladu minerału pierwotnego, jak to np. ma miejsce z niektórymi pokładami serpentynu. Pochodzenia jego z oliwinu dowodzi jednak wielce szczególna budowa siatkowata (porówn. str. 130).

W zespoleniach mineralnych zmianami wtórnymi bywa zwykle dotknięty jeden lub kilka minerałów, gdy wszystkie inne nie ujawniają żadnych przeistoczeń. Tak np. w niektórych gnejsach amfibol, zachowując dość dobrze swoją postać, przeobraził się w biotyt, gdy feldspat i kwarc wyglądają zupełnie świeżo. Tego rodzaju częściowe przeobrażanie się mieszaniny minerałów jest bardzo pospolite w wielu skałach dawniejszych, jakkolwiek początki jego niejednokrotnie zauważono i w skałach pochodzenia nowszego. Przemiany chemiczne minerałów są więc zjawiskiem rozpowszechnionem tak dalece, że badacz, zaopatrzony w mikroskop, spotyka się z nimi na każdym kroku.

Przeobrażenia, dotyczące krzemianów, należą do najbardziej rozpowszechnionych. Dawniej znano przeważnie przeobrażenia minerałów bezwodnych w związki, wodę zawierające, np. przeistaczanie się feldspatów w mikę, epidot, zeolity, lub też przemiany augitów i amfibolów w mikę, chloryt i t. p. Z biegiem jednak czasu zaczęto poznawać i takie zmiany, których skutkiem jest powstawanie krzemianów bezwodnych, np. przeobrażanie się augitu w amfibol, oliwinu w antofilit i amfibol, leucytu w ortoklaz i t. d.

**231. Wietrzenie.** Przeobrażenia, jakich minerały doznają pod wpływem atmosferyliów i wód deszczowych, zwykle nazywamy wietrzeniem. Zawarte w powietrzu i opadach ciała tak energiczne, jak tlen, dwutlenek węgla, woda, nagryzają substancje wielu minerałów, przyczem woda unosi nowopowstające związki rozpuszczalne, gdy produkty rozkładu trudniej rozpuszczalne lub nierozpuszczalne pozostają na miejscu albo tylko w następstwie będą wypłukane. Co się tyczy natury chemicznej ciał, tą drogą przeobrażonych, to są one najczęściej związkami wodnymi i przedstawiają najwyższy stopień utlenienia, o ile wogóle stopniowanie pod tym względem jest im właściwe. W sprawie rozkładu biorą też często czynny udział kwasy humusowe, powstające w gruncie z gnijących szczątków roślinnych.

Przemianom chemicznym towarzyszą zwykle przekształcenia mechaniczne, albowiem zamarzanie, rozpuszczanie się minerałów spojowych i t. p. znoszą stopniowo spójność skał, a działające równocześnie ciśnienie górotwórcze przesuwa je, woda zaś spłukuje i przenosi. Skutkiem wietrzenia jest przeto krušenje się i przenoszenie materiału skalnego.

Wietrzenie polega przeważnie bądź na łączeniu się z tlenem, bądź też na ługowaniu. Do najpospolitszych procesów utlenienia należą przejścia syderytu w limonit, dalej pirytu i markasytu w siarczan żelaza i kwas siarczany, o ile wietrzenie odbywa się na wolnem powietrzu, w żelaziak zaś brunatny, o ile ma miejsce w gruncie, zawierającym węglany (str. 323). Wietrzenie feldspatu w kaolin polega na ługowaniu. Inne minerały, jak albit, beryl, mika, przechodzą



również w kaolin, zawierający glinę, augit zamienia się na minerał ziemisty, też kaolin przypominający. Z tremolitu powstaje talk (str. 324), podobnie z bronzytu, dyalagu.

Skoro wody deszczowe przenikną, w szczeliny, prowadzą dzieło wietrzenia i na większych nieco głębokościach. Drogę, jaką przebyły wody, tlen wolny zawierające, zaznaczają wyraźnie produkty utlenienia. Wszakże zjawisko to przerywa się po pewnym czasie; gdy przesiąkające wody oddadzą wszystkim tlen wolny i zamieniają się na roztwory, wówczas poczyną się łańcuch tych wielce rozmaitych przeobrażeń, które odbywają się bez pochłaniania tlenu. Żyły i pokłady kruszcowe są wogóle mocno wietrzeniem dotknięte, tak na powierzchni ziemi, jako też na tej głębokości, do której tylko sięgają wpływy wód „dziennej”. Powstają tu zwykle bezkształtne utwory naciekowe, zwane przez górników „czapami”. Żyły i pokłady syderytu, pirytu, magnetytu pokrywają się czapami żelaziaku brunatnego. Żyły chalkopirytu mają także czapę żelazną, która wszakże przejęta jest zasadowymi solami miedzi, jak malachit i azuryt. W żyłach srebrzających częstokroć cała poprzednia zawartość metalu zamienia się w czapę na srebro rogowe (chlorek srebra).

**232. Zastąpienia.** Zjawisko zastąpienia odbywa się też często na większą skalę, tak, że całe pokłady bywają niekiedy wypierane i zastępowane przez inne. Ponieważ wypieraniu podlega zwykle wapień, w nim przeto lub na jego granicy występują najczęściej pokłady, na tej drodze powstałe; niekiedy wapień znika zupełnie, a o jego obecności dawniejszej wnosimy tylko z właściwości utworów zastępczych.

Zaliczamy tutaj wspomniane powyżej [199] utwory kontaktowe w wapieniu, tudzież wiele pokładów syderytu, smitsonitu, żelaziaku brunatnego i czerwonego, magnetytu, a dalej pokłady galeny i blendy, wszystkie osadzone w wapieniu, któremu częstokroć towarzyszy dolomit. Dowody dokonanych zastąpień kryją się często w pseudomorfozach i skamieniałościach, częściej atoli w zjawiskach, postrzeganych na granicy pokładów. Do tych ostatnich należą mianowicie pewne przejścia, dalej ślady wsiąkania nowotworu w szczeliny ciosowe skały, wreszcie pewne oznaki minionego rozpuszczania się skały. W pokładach syderytu przejście do wapienia stanowi częstokroć ankieryt, zawierający równocześnie wapń i żelazo.

Ze względu na swe obszerne rozpowszechnienie ważne są również zastąpienia, polegające na wypieraniu kalcytu przez kwarc. Zjawisko to jest zwłaszcza bardzo pospolitem w żyłach kwarcowych filitów i łupków krystalicznych alpejskich. Zastąpienia spatu wapiennego przez chloryt i inne krzemiany nie są też rzadkością.

Ziemia uprawna, będąca pstrą mieszaniną minerałów rozdrobnionych, jest też widownią wielce urozmaiconego wietrzenia, przeobrażeń i zastąpień, wszakże zjawiska te modyfikują się tu jeszcze przez działanie wielkiej powierzchni ciał drobno sproszkowanych (miału), przez zmianę wilgotności gleby, wreszcie przez obecność jestestw żyjących oraz ich szczątków. (Patrz w cz. szczegółowej ortoklaz, glinę i azotany).



**233. Krążenie ciał.** Niektóre z pomiędzy ciał najpospolitszych, ulegających ciągłym zmianom, odbywają nieustanną wędrówkę, w której jednak statecznie powracają do stanu pierwotnego. Woda jest ciał takich przedstawicielką najwybitniejszą.

Ale jak woda, parując, ulatnia się w atmosferę, by z niej znów spaść na ziemię i spłynąć w kotliny najgłębsze lub też puścić się w wędrówkę podziemną, z której powraca na światło dzienne w postaci źródeł; jak w jednym miejscu jest ona przez minerały zatrzymywana, w drugim oddawana; jak jest przez organizmy wchłaniana, a następnie wydzielana w części za ich życia, w części zaś po zgonie, — tak również węgiel daje przykład krążenia nieustannego: przyswojony przez organizmy z atmosfery w postaci dwutlenku węgla, dostaje się do powietrza z powrotem bądź podczas ich życia, bądź po obumarciu w jednej części, w drugiej zaś, zagrzebany ze szczątkami organicznymi w ziemi, dopiero po dłuższym czasie, utleniając się, z pierwotnem łączy się źródłem.

Podobnyż ruch kołowy wykazuje w niektórych wypadkach tlen, kiedy jest pochłaniany przez minerały utleniające się, wydalanym zaś przez ulegające odtlenieniu, kiedy dalej zamienia się w płucach zwierząt na dwutlenek węgla, a za sprawą roślin oddychających znów dawną odzyskuje wolność i atmosferze zostaje zwracany. Wiemy również, że i azot odbywa podobną, acz dłuższą, wędrówkę wewnątrz ustrojów ożywionych.

Ciała, którym stan lotny nie jest właściwy, odznaczają się łańcuchem przemian krótszym. Przykładem ich może być wapń, jeśli, wypłukany z pokładów wapiennych, ujdzie z wodą rzeczną do morza, w którym zwierzęta koralowe znów go w postaci węglanu utrwala. To samo dotyczy gipsu i soli kamiennej, których drobne cząstki spoczywają w formujących się na dnie morskiem pokładach: gdy te staną się łądem, woda wyluguje z nich minerały wspomniane i uniesie napowrót do morza.

Z badań Lemberga i Thugutta zdaje się również wypływać, że i alkalia w ciągłym pozostają krążeniu. Wylugowane z feldspatów i im podobnych krzemianów w jednym miejscu, w drugim łączyć się mogą z cząstkami kaolinu na związki do tamtych bardzo podobne lub zbliżone. Ten ostatni proces kołowy ma, według wszelkiego prawdopodobieństwa, pierwszorzędne znaczenie w sprawie odżywiania się roślin.

To częściowe powracanie do stanu pierwotnego jest koniecznym skutkiem kolejnego przechodzenia ciał przez rozmaite stany skupienia i związki chemiczne, a więc jest zjawiskiem, towarzyszącem przeobrażaniu się minerałów na powierzchni i wewnątrz skorupy ziemskiej, które to zjawisko wszakże tylko dla niewielu z nich poznanem zostało.

Co się tyczy ciał pozostałych, to możliwą jest rzeczą, że i one w ciągu długich okresów historii ziemi powracają do stanu pierwotnego, a to na mocy ogólnej tendencji tworzenia się minerałów najtrudniej rozpuszczalnych, które, dostając się do warstw osadowych, mogą się w nich następnie odradzać.

Liter., dotyczącą przemian chemicznych minerałów na wielką skalę, znajdziesz w cytowanych wielokrotnie dziełach Bischofa, Groddecka, Volgera, Zir-

kela, Rotha. Porównaj też Detmera: Die naturwiss. Grundlagen der Bodenkunde, 1876, tudzież podane wyżej prace Lemberga i Thugutta.

## VI. Systematyka.

**234. Porównywanie, odróżnianie.** Jak przechowujemy w pamięci doświadczenia życia codziennego i utrzymujemy je w pewnym łańdzu, tak też zbieramy wiadomości, przez poszczególne dziedziny naukowe zdobyte, i wedle określonych zasad porządkujemy. Zasady te odpowiadają empirycznym prawom myślenia, są to zasady logiki, zawsze stałe i niezmiennie. Atoli sama czynność porządkowania przybiera stopniowo rozmaite fazy, zależnie od postępu nauki. W systematyce przyrodoznawczej dadzą się odróżnić cztery stopnie rozwoju:

1. Porównywanie, odróżnianie, nazywanie.
2. Wystawianie układów (systematów) sztucznych.
3. Wyrobienie układu (systematu) naturalnego.
4. Ustalenie związku genetycznego.

Pragnąc poznać zjawiska, właściwe minerałom, łączyć z sobą będziemy, tak jak w życiu codziennem, tylko te postrzeżenia, które odnoszą się do ciał jednakowych lub podobnych. Ponieważ z zupełną ich tożsamością nigdy się nie spotkamy, przeto nadal mówić będziemy poprostu o podobieństwie. Wszystkie więc dotychczas poznane własności, dajmy na to, spatu wapiennego, łączyć będziemy razem, skoro przekonamy się, że wszystkie okazy tego minerału są do siebie podobne. Ogół poznanych własności stanowić wówczas będzie pojęcie minerału, w danym razie — spatu wapiennego. Tego rodzaju pojęcia na przyszłość nazywać będziemy rodzajami.

Tworząc takie pojęcia, wykonywamy czynność podwójną. Popierwsze usiłujemy wyszukać podobieństwo przez porównywanie ciał i baczenie na to, by cechy, które na mocy nabytego doświadczenia uznajemy za istotne, pozostawały z sobą w zgodzie, choćby nawet własności drugorzędne były różne. Czynność ta — wyszukiwanie i jednoczenie znamion podobnych — jest syntetyczna.

Z drugiej zaś strony dążymy do tego, by z owego zespołu usunąć wszystko to, co w istotnych własnościach nie jest zgodne, kładąc szczególniejszy nacisk na cechy, różniące się najczęściej. To dociekanie różnic, to wyodrębnianie tego, co nie należy do pojęcia, jest czynnością analityczną, przeciwną czynności poprzedzającej i będącą jej sprawdzeniem. Do tej czynności, bardziej rozmyślnej, zwykliśmy przywiązywać znaczenie większe i twierdzić, że wytwarzanie pojęć zaczyna się wraz z odróżnianiem.

Wyrobione pojęcia utrwalamy następnie w mowie, wiążąc je z pewnemi imionami, czyli, innemi słowy, nadając rodzajom minerałów nazwy. Te powinny być określone i ściągąć się do jednego tylko rodzaju, tak, ażeby dwa minerały, zasadniczo różne, nigdy nie miały nazwy jednakiej.

**235. Układy sztuczne.** Do celów naukowo-praktycznych wystarczałoby poprostu odróżnianie i nazywanie rodzajów, o ileby ich liczba nie wzrosła tak dalece, że wyszukanie opisu poszczególnych rodzajów stałoby się nader utrudnionem, a krótki ich przegląd niemożliwym. Stąd wynika potrzeba podziału zebranych doświadczeń, który tak musi być przeprowadzonym, by oryentowanie się w tej skarbnicy uczynić możliwie najłatwiejszem. Taki podział, mający na celu tylko widoki praktyczne, otrzymamy, skoro uporządkujemy pojęcia rodzajowe i zestawimy obok siebie te z nich, które pod pewnym względem są do siebie podobne. Działy, w ten sposób przeprowadzone, moglibyśmy nazwać gromadami.

Upatrując podobieństwa i różnicy, zrobiliśmy tedy nowy krok naprzód, ułatwiliśmy bowiem przegląd rzeczy i założyli podstawy budowy, w której pojęcia rodzajów układać się będą według określonej zasady. Dalsze postępowanie tą samą drogą doprowadziłoby nas do podobnegoż porównywania gromad, a ostatecznie do ich podziału na rzędy, przez co znów ułatwiłby się przegląd materiału naukowego.

Konsekwentne stosowanie tej samej zasady stworzyłoby wreszcie cały układ, który wszakże byłby systematem sztucznym, albowiem zasada podziału została w nim określona z góry, a więc wybrana jakby przypadkowo. Przykładem konsekwentnie przeprowadzonej klasyfikacji sztucznej jest układ Linneusza, który szeregował rośliny przeważnie na podstawie stosunków liczebnych kwiatostanu, podobnież układ chemiczno-mineralogiczny Berzeliusa, który porządkował minerały według ich składników chemicznych.

**236. Układ naturalny.** Nagromadzanie się pojęć o rodzajach wywołuje potrzebę naukową, będącą właściwością naszego umysłu, a polegającą na utrzymywaniu związku nie tylko w samej czynności myślenia, lecz i na wyszukiwaniu tego związku wszędzie w świecie zewnętrznym. Skoro zatem liczne rodzaje zostały wyraźnie odróżnione, usiłujemy napowrót związek pomiędzy nimi uwidocznić i tak zestawić, aby łączące je pokrewieństwo naturalne stało się widocznem.

Tutaj podobieństwa rodzajów nie szukamy już w jednym tylko, z góry obranym względzie, lecz grupujemy je tak, by rodzaje, obok siebie stojące, ujawniały podobieństwo i związek we wszystkich własnościach. Tworząc gromadę, kładziemy przytem za każdym razem główny nacisk na tę cechę, która w jej obrębie związek ów skupia w sobie niejako. Każdej gromadzie właściwa jest przeto osobna klasyfikacya, wypływająca z jej własności wewnętrznych.

Układ tego rodzaju, którego budowa poczyną się jakby od wewnątrz, nazywamy układem naturalnym. W każdej dziedzinie wiedzy jest możliwy tylko jeden jedyny układ naturalny, jakkolwiek następstwo gromad bywa podawane przez rozmaitych autorów w rozmaitym porządku.

W mineralogii odróżniono już dość znaczną liczbę takich grup naturalnych, jak felspaty, miki, chloryty, zeolity, tetraedryty, witryole i in. Znajdujemy je po części już w układach Mohsa i Breithaupta, lubo te były zbudowane jednostronnie, bez uwzględnienia własności chemicznych.



Liter. Mohs, *Naturgesch. des Mineralreiches*, t. I (1836), str. 315. Wewell, *Geschichte der inductiven Wissenschaften*, tłóm. niem. J. v. Littrowa, cz. 3 (1841), str. 213. Kobell, *Geschichte der Mineralogie*, 1864. Mill, *System der deductiven u. inductiven Logik*, tłóm. niem. Gomperza (1873), t. III, księga IV, rozdz. 6 i 7.

**237. Związek genetyczny.** Postrzeganie przyrody, będące podstawą układu naturalnego oraz wszystkich układów sztucznych, ma na widoku poprostu stan rzeczy dzisiejszy, bytowanie teraźniejszy, a owe układy zajmują się zestawianiem minerałów pojedynczych, tudzież ich rodzajów, gromad i t. d. jakby tylko w przestrzeni. Ponieważ jednak, gromadząc postrzeżenia, porządkujemy je także wedle następstwa zmian, czujemy się przeto zniewoleni upatrywać we wszystkim związek też co do czasu. Następstwo zjawisk w czasie będzie wszakże tylko wtedy zrozumiałem, gdy zgadzać się będzie z ciągłością naszego własnego myślenia, czyli, jak się zwykle mówi, gdy będzie odpowiadało zasadzie przyczynowości. Staramy się przeto uszeregować zjawiska w porządku, łączącym przyczynę ze skutkiem, tak, by każdy stan uważany wypływał, jako konieczne następstwo, ze stanu poprzedniego.

Pomiędzy minerałem tworzącym się a tym, z którego on powstaje, może zachodzić stosunek dwojakiego rodzaju. 1. Mineral nowy co do substancji nie różni się od starego, wszakże skutkiem przeobrażenia ma nieco odmienną postać lub budowę. Tak powstaje krystaliczny kalcyt z wapienia zbitego. W tym razie mineral wtórny wykazuje istotne podobieństwo do pierwotnego, i musimy je bezwątpienia postawić obok siebie. 2. Mineral nowy różni się substancjonalnie od starego. Przeobrażenie odbywało się pod wpływem ciał obcych, a mineral wtórny wcale nie jest podobny do pierwotnego. Tak powstaje limonit z syderytu pod wpływem tlenu i wody. W tym przypadku pomiędzy minerałem nowym a dawnym istnieje związek tylko odległy, albowiem wchodzą tu w grę ciała postronne. Roztrząsanie następstwa genetycznego zaprowadziło więc nas z szeregu głównego do pobocznego. Dopóki jednak systematyka nie wykracza po za obręb jednego szeregu, tego rodzaju związek genetyczny nie może w nim mieć miejsca.

**238. Własności istotne.** Początkowy podział minerałów opiera się na tych własnościach, od których zależy większość cech pozostałych, które przeto stanowią istotę minerału: są to własności chemiczne, substancjonalne. Te zaś, wedle panujących dzisiaj poglądów, są znów zależne: 1) od rodzaju i stosunku ilościowego pierwiastków, w minerale zawartych, czyli od składu empirycznego; 2) od wzajemnego ułożenia cząsteczek najdrobniejszych, od składu racjonalnego, czyli konstytucji chemicznej. Ponieważ skład empiryczny daje się łatwiej poznawać, stanowi on więc najpierwszą podstawę odróżniania.

Od składu empirycznego zależą przedewszystkiem własności chemiczne każdego minerału. Każda różnica składu powoduje wyraźną lub dosadną odmienną zachowania się chemicznego, które może być sprawdzone zwykle sposobem prostym. Zarówno pierwiastki, jak związki chemiczne, posiadają wła-

sności ściśle i jasno określone, a stąd niezgodność cech chemicznych wytwarza różnice zasadnicze, całkowite, nie zaś tylko częściowe lub stopniowe. Od składu empirycznego zależą też do pewnego stopnia i własności fizyczne, jak ciężar właściwy, twardość, rodzaj połysku, niekiedy barwa (minerały barwne, idyochromatyczne). Zależną jest odeń również w części i postać krystaliczna, czego dostatecznym dowodem jest zjawisko równopostaciowości. Zależność to wprawdzie warunkowa, gdyż współdziałają tu jeszcze inne czynniki, atoli najważniejszą jej podstawą jest wszędzie skład chemiczny.

Drugą własnością zasadniczą, od której znów zależą inne, jest rodzaj krystalizacji lub wogóle stanu skupienia. Budowa krystaliczna osobników spowodowała wszystkie te różnice własności fizycznych, które związane są z kierunkiem, a więc różnice postaci, o ile te ostatnie są wyrażone, dalej różnice spójności, załamania światła, pochłaniania, wogóle zachowania się optycznego, podobnie różnice własności cieplnych, magnetycznych i t. d. Nawet ciężar właściwy zależnym jest w części od krystalizacji, jak tego dowodzą różnice gęstości minerałów różnopościowych.

**239. Rodzaj i gatunek.** Zestawianie minerałów o jednakowych własnościach istotnych prowadzi do pojęć, wyraźnie odgraniczonych i nie posiadających pomiędzy sobą w zasadzie przejść żadnych. Na oznaczenie takich pojęć używanym jest zwykle w praktyce wyraz rodzaj, na oznaczenie zaś jego części składowych, pomiędzy którymi mogą istnieć przejścia — wyraz gatunek. Takiego podziału trzymać się też będziemy w następstwie; kwarc i hematyt będziemy więc rozpatrywać jako rodzaje, ametyst zaś i kwarc porfirowy — jako gatunki kwarcu, podobnie błyszcz żelazny wulkaniczny i żelaziak czerwony — jako gatunki hematytu <sup>1)</sup>.

Rodzaj w mineralogii jest zatem zespoleniem wszystkich takich minerałów, które mają jednakowy skład chemiczny i tę samą krystalizację. Każdy rodzaj jest przeto osobną substancją lub też odmienną tejże substancji krystalizacją. Rodzaj jest pojęciem zarówno przydatnem do celów systematyki sztucznej, jak naturalnej; jest on również pewną podstawą klasyfikacji genetycznej, ponieważ określony związek chemiczny może powstać tylko z określonego stosunku ilościowego pewnych pierwiastków i ponieważ krystalizacja ciał wielopościowych jest cechą, dosadnie wyodrębniającą i złączoną częstokroć ze sposobem powstawania.

---

<sup>1)</sup> Życzyłoby należało, ażeby postępowanie to znalazło ogólne uznanie, jeżeli nie teraz, to przynajmniej w przyszłości, kiedy na historyczno-genetyczne traktowanie naszej umiejętności położony znów będzie nacisk większy, a oznaczenia rodzajów i gatunków przeprowadzane będą w sposób, oddawna przyjęty przez inne części historii naturalnej. Dotychczas w mineralogii to, cośmy tu oznaczyli przez rodzaj, nazywano „species”. Pojęcia rodzaju nie było lub, aby je stworzyć, łączono minerały bardzo niepodobne, np. anhydryt z kryolitem w układzie Mohsa. Z drugiej strony pojęcie, nazwane przez nas gatunkiem, podawano zwykle za odmianę (varietas). Następstwem takiego pojmowania rzeczy było to, iż owe „odmiany” traktowano zbyt lekceważąco i sądzono, że zachodzące pomiędzy nimi różnice, zwykle natury genetycznej, nie mają żadnego znaczenia.

Podział rodzaju na gatunki opiera się na innej zasadzie. Wiadomo, że jeden i tenże sam związek chemiczny powstawać może różnemi drogami, i te właśnie rozmaite sposoby powstawania są przedewszystkiem podstawą dalszego podziału.

Pod gatunkiem będziemy więc tu rozumieli minerały, do wspólnego należące rodzaju, a nadto związane wspólnością pochodzenia. Wprawdzie powstawanie minerałów możemy poznawać tylko w niewielu stosunkowo przypadkach, wszakże z licznych to już wiemy doświadczeń, że różnica pochodzenia odbija się w sposób dość wyraźny na budowie i wyglądzie zewnętrznym minerału [209]. I dlatego to w zwykłej mowie potocznej całkiem trafnie odróżniono wiele gatunków mineralnych. Dla przykładu przytoczymy skrzep wapienny, piankę wapienną, mleko skalne, kredę, które pospołu należą do jednego rodzaju, a tym jest spat wapienny.

Odróżnianie gatunków zasadza się zatem na typowym rozwinięciu kryształów, na budowie zewnętrznej, na sposobach skupienia, kształtach zewnętrznych tych skupień i t. d., o ile one wyrażają różnice pochodzenia. Hausmann pierwszy zwrócił uwagę na taki podział rodzajów i używał dlań wyrazu formacya, nie upatrywał w nim jednak znaczenia genetycznego.

Ponieważ warunki powstawania nie stanowią w zasadzie wyraźnego odgraniczenia, przeto pomiędzy pojęciami, któreśmy nazwali gatunkami, zauważamy nieraz przejścia.

Na wielu gatunkach dają się dostrzegać jeszcze dalsze różnice natury już bardziej przypadkowej, jakimi są np. odmienność barwy, podrzędne różnice postaci i t. d. Możemy więc jeszcze odróżniać odmiany, np. w gatunku ametystu—odmiany: piramidálną, romboedryczną, fioletową, bezbarwną i t. d.

Liter. Beudant, *Traité élém. de minéralogie*, Paryż 1824. Hausmann, *Handb. d. Mineralogie*, t. I, str. 662 (1828). Naumann, *Jahrb. f. Min.*, 1844, str. 641. Mill, *Ind. Logik*, księga IV, rozdz. 7.

**240. Podział mieszanin.** Kryształy mieszane, mieszaniny zaś równopostaciowe wogóle, stanowią przypadek, w którym wyraźne odgraniczenie rodzajów jest niemożliwe, a podział staje się bardziej dowolnym. Ponieważ poznawanie tych mieszanin odbywało się stopniowo, więc klasyfikacya nie wpływa tu z żadnej uprzedniej zasady, lecz kieruje się raczej ich pochodzeniem. Szeregi równopostaciowe, będące mieszaninami dwu substancyi, podlegają zwykle podziałowi troistemu. Tak np. związek  $Mg_2SiO_4$  nazywamy forsterytem, związek  $Fe_2SiO_4$  — fayalitem, równopostaciowa zaś mieszanina ich obu otrzymała nazwę oliwinu. Podział mieszanin, składających się z większej ilości związków, nastrocza znaczne trudności, czego dowodem piroksen, mika i in. W takich razach wyodrębniamy naprzód, jako rodzaje, minerały, będące mieszaniną najmniej skomplikowaną, pozostałe zaś odróżniamy w miarę możliwości.

Minerały bezpostaciowe są też zwykle mieszaninami, nie prawidłowemi wszakże, jak poprzedzające, lecz zawierającemi związki nieraz bardzo różnorodne. Klasyfikacya napotyka tu trudności najpoważniejsze. Przykładem tego rodzaju są żywice i węgle.



**241. Grupowanie rodzajów.** Dla ustalenia rodzaju niezbędną jest jednakowość cech istotnych; skupianie rodzajów w jednostki szeregu wyższego wymaga natomiast tylko podobieństwa tych zasadniczych własności. Podstawą tego podobieństwa są znów przede wszystkim własności chemiczne, wpływające ze składu empirycznego i konstytucji chemicznej. Podobieństwo składu empirycznego często bywa łatwo uchwytnem, i dlatego łączenie w jedną grupę np. analogicznych soli tego samego kwasu, jak anhydrytu  $\text{CaSO}_4$ , celestynu  $\text{SrSO}_4$ , barytu  $\text{BaSO}_4$ , odrazu wydaje się rzeczą naturalną. Atoli należy brać równocześnie pod uwagę i konstytucję chemiczną, zdarza się bowiem często, iż minerały o składzie analogicznym wykazują w dalszych własnościach chemicznych różnice tak wybitne, że pomimo owej analogii musimy przypisać ich cząsteczkom odmienną budowę atomową. Przykładem tego jest kwarc, będący dwutlenkiem krzemu  $\text{SiO}_2$ , oraz piroluzyt, który jest dwutlenkiem manganu  $\text{MnO}_2$ . Wzory ich mają wprawdzie pewną analogię, zachowanie się wszakże chemiczne obu substancji jest zgoła odmienne. Stąd wnosimy, że konstytucja minerałów uważanych musi być nader różna, a wniosek ten stwierdzają bardzo wybitne różnice ich własności fizycznych. Kwarc i piroluzyt nie mogą być przeto żadną miarą łączone w jedną grupę naturalną.

Wyrokowanie na podstawie całokształtu własności chemicznych o konstytucji minerału, spotyka się nieraz z niemałymi trudnościami, a to dla tej przyczyny, iż wielu minerałów nie zbadano jeszcze pod tym względem dokładnie. Ponieważ jednak wielokrotne doświadczenia pouczają, iż minerały o podobnej konstytucji chemicznej zachowują się też podobnie i we względzie fizycznym, przeto, biorąc znów skutek zamiast przyczyny, łączenie minerałów w grupy opieramy także i na własnościach fizycznych. Ze związków analogicznych te więc tylko do jednej zaliczać będziemy grupy, które i fizycznie będą sobie podobne. Do jednej gromady naturalnej włączymy więc np. minerały takie, jak kalcyt, dolomit, magnezyt i t. d. (str. 272), gdyż są one nietylko węglanami jednego rodzaju, lecz i fizycznie są wielce zbliżone. Przeciwnie z trójcy tak napozór podobnych minerałów, jak piryt  $\text{FeS}_2$ , markasyt  $\text{FeS}_2$  i haueryt  $\text{MnS}_2$ , ten ostatni musi być wykluczony, albowiem pomimo analogii, a nawet równopostaciowości z pirytem, zachowuje się odmiennie pod względem chemicznym i, co zatem idzie, posiada odmienne własności zewnętrzne.

Piryt ma barwę jasną, wejrzenie metaliczne, jest nieco twardszy od feldspatu, nie rozkłada się prawie całkiem w kwasie solnym; haueryt jest ciemnobrunatny, niemetaliczny, ma twardość feldspatu i rozkłada się w kwasie solnym. Zważywszy, iż ciężar właściwy żelaza jest 7·7, manganu zaś — 8, i przypuszczając w obu minerałach podobieństwo gatunkowe, oczekiwaćby należało dla hauerytu c. wł. nieco większego, niż dla pirytu. Tymczasem c. wł. pirytu jest 5·1, hauerytu zaś — 3·46. Substancja pirytu jest więc, w porównaniu ze stanem pierwiastków izolowanym, bardziej skupiona, niż substancja hauerytu. Przykład ten wskazuje, iż odróżnianie konstytucji pirytów od budowy chemicznej blend (haueryt) jest uzasadnione.

**242.** Rodzaje minerałów, związane za pomocą mieszanin równopostaciowych, stanowiących pomiędzy niemi szereg przejściowy, bywają poczytywane za grupy naturalne nawet w tych razach, kiedy wyrazy końcowe szeregu

nie posiadają jednakowej konstytucji chemicznej. Przykładami są feldspaty, miki. Przeciwnie, sama jedna tylko równopostaciowość, obejmująca rodzaje o rozmaitych własnościach chemicznych, rodzaje niezdolne do tworzenia mieszanin, nie ma dla systematu znaczenia. Dla przykładu wspomniemy tu o minerałach równopostaciowych: kalcycie  $\text{CaCO}_3$  i saetrze sodowej  $\text{NaNO}_3$ .

Rodzaje minerałów, związanych podobieństwem cech istotnych, są też do siebie zbliżone i z innych własności, a więc wykazują również podobieństwa i wzajemne ustosunkowanie pod względem genetycznym. Stąd klasyfikowanie na grupy naturalne przyczynia się istotnie do poznania pokrewieństwa w świecie mineralnym.

**243. Rzędy i gromady.** Posuwając systematykę minerałów dalej, grupy łączyć będziemy w rzędy, wreszcie te ostatnie skupiać będziemy w gromady, mając na uwadze podobieństwa i stosunki stopnia wyższego. Co się tyczy podobieństw, to te muszą tu być odleglejsze; możemy tu mówić tylko o tych ogólnych ideach pokrewieństwa, które uznaliśmy za miarodajne, skupiając rodzaje w grupy. Idee te wszakże są dotychczas słabo jeszcze rozwinięte. Ponieważ mianowicie grupy naturalne wyłaniają się stopniowo, w miarę postępu badań, a wiele rodzajów mineralnych osamotnione dotąd zajmuje stanowiska, przeto i tworzenie wyższych jednostek systematycznych nie jest dzisiaj jeszcze tak wyrobionem, ażebyśmy mogli wystawić układ, któryby można słusznie nazwać naturalnym. Systematyka naturalna kończy się dziś na grupach, ustępując odtąd miejsca podziałowi sztucznemu, którego zasadą jest podobieństwo składu minerałów empirycznego. Musimy więc dzisiaj poprzestawać na systematyzowaniu wedle zasady podwójnej, na układzie mieszanym, tworząc niższe jednostki systematyczne zgodnie z wymaganiami klasyfikacji naturalnej, wyższe zaś urabiając na podstawie sztuczniejszej.

**244. Klasyfikacja chemiczna.** W większości dzieł nowszych, które zajmują się szeregowaniem rodzajów mineralnych, panuje klasyfikacja, oparta na Berzeliusowskiej „zasadzie elektroujemnej.” Klasami są pierwiastki, siarki, tlenki i t. d. Wewnątrz tych klas rodzaje podawane są w porządku zmniejszającej się prostoty związków, tak, że ciała najzłożniejsze zajmują miejsca ostatnie, przyczem jednak związki o analogicznem składzie empirycznym są sobie sąsiadami. Ten sposób postępowania, wprowadzony przez G. Rosego, uwzględnia również należycie i równopostaciowość.

Klasyfikacja taka kieruje się zatem zasadą z góry powziętą i jednostronną, albowiem uwzględnia jeden tylko skład empiryczny, pomijając podobieństwa i względy pozostałe. Podobieństwo używanych pospolicie wzorów dotyczy wszakże tylko pewnej strony istoty minerałów, gdyż skład empiryczny skupia w sobie tylko pewną część ich własności. Każdy taki podział jest przeto sztuczny; ma on znaczenie tylko środka tymczasowego, rejestru chemicznego, ułatwiającego przegląd, i dopóty tylko używanego, dopóki nie zdołamy wyrobić porządkowania naturalniejszego.

Klasyfikacja chemiczna zależy oczywiście od społecznego stanu chemii. Dopóki panowały w niej zasady, wystawione przez Berzeliusa, układ chemiczny minerałów zachowywał swoje kształty dawniejsze. Gdy jednak poglądy teoretyczne w dziedzinie chemii uległy zmianom zasadniczym, zmieniło się równocześnie pojmowanie podobieństwa chemicznego. To ostatnie przeistoczy się jeszcze bardziej, kiedy klasyfikacja pierwiastków, na którą dopiero w czasach ostatnich baczniejszą zwrócono uwagę, w rozwoju swym posunie się dalej. Klasyfikacja ta szykuje w szeregi ciała proste według ciężarów atomowych i najwyższej wartościowości, a to w taki sposób, iż wyrażające je liczby powtarzają się peryodycznie.

Ażeby dać pojęcie o tym układzie pierwiastków, przytaczamy tu ich imiona, wyrażone w symbolach chemicznych (str. 251), tak, jak to czynią L. Meyer i Mendelejew, zestawiając je w jednej tablicy:

	1	2	3	4	5	6	7	8
S. I	H Li Na	Be Mg	B Al	C Si	N P	O S	F Cl	
S. II	K Rb Cs	Ca Sr Ba	Sc Y La	Ti Zr Ce, Th	V Nb Di, Ta	Cr Mo W, U	Mn — —	Fe Co Ni Ru Rh Pd — — —
S. III	Cu Ag Au	Zn Cd Hg	Ga In Tl	Ge Sn Pb	As Sb Bi	Se Te —	Br J —	Os Ir Pt

Pierwiastki, których symbole umieszczono w tym samym szeregu pionowym, są sobie równe ze względu na największą wartościowość chemiczną [163], tudzież ujawniają podobieństwo i pod innemi względami chemicznymi. Linie poziome dzielą je na trzy serye ciał prostych, najbardziej do siebie zbliżonych. Elementy szeregu ostatniego (8) wykazują też podobieństwo i w kierunku poziomym. Co do stanowiska niektórych pierwiastków, jak Cu, Au i in., to nie wypowiedziano jeszcze w tym względzie ostatniego słowa.

Liter. G. Rose, Das kristallo-chemische Mineralsystem, 1852. J. Dana, The System of Mineralogy. Naumann-Zirkel, Elemente der Mineralogie. Groth, Tabellarische Uebersicht der Mineralien. L. Meyer, Zasady chemii teoretycznej, tłóm. pol. Br. Znatowicza, Warszawa 1899. Mendeleeff, Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch., t. 14, str. 2822 (1881).

**245. Układ, przyjęty w części dzieła szczegółowej.** Idąc za współczesnym zwyczajem i mając równocześnie w pamięci tylko co podany układ pierwiastków, trzymać się będziemy w części szczegółowej dzieła porządku następującego. Poszczególnym gromadom nadamy imiona, nie aby całość miała pozór systematu ciągłego, lecz poprostu, by w następstwie uniknąć częstego powtarzania definicji.



- Gromada I. Pierwiastki. Obejmuje metale i metaloidy.
- „ II. Lampryty. Związki metali z siarką, selenem, telurem, arsenem, antymonem, bizmutem.
- „ III. Tlenki. Tlenki proste i wodany, tudzież niektóre związki pokrewne.
- „ IV. Spinelowce. Związki solne, wyprowadzające się z wodoranów szeregu 3.
- „ V. Sylikoidy. Sole kwasów tlenowych szeregu 4.
- „ VI. Saletrowce. Sole kwasów tlenowych szeregu 5.
- „ VII. Gipsowce. Sole kwasów tlenowych szeregu 6.
- „ VIII. Solowce. Związki beztlenowe pierwiastków szeregu 7 z pozostałemi, a więc fluorki, chlorki i t. d.
- „ IX. Węglowce. Związki węgla z wodorem lub z wodorem i tlenem, tudzież związki pochodne.

Każdą gromadę dzielimy następnie na rzędy, w których usiłujemy zachować do pewnego przynajmniej stopnia wspólność własności fizycznych. Ciągłość układu chemicznego musieliśmy niejednokrotnie przerwać, a to przez podział rzędów nieproporcjonalnie wielkich lub przez skupianie rzędów zbyt szczupłych

## Przegląd rzędów.

### I. Pierwiastki.

Metaloidy:	pierwiastki seryi I.	Min. typowy: dyament.
Metale kruche:	metale szeregu 5 i 6.	„ antymon.
Metale ciężkie:	„ szeregów pozostałych.	„ złoto, platyna.

### II. Lampryty.

Piryty (iskrzyki): związki metali szeregu 8. M. typ.: piryt, smaltyn.

Błyszczce: związki szeregów pozostałych. M. typ.: galena, antymonit.

Siarkosole (sulfosole). M. typ.: burnonit, tetraedryt.

Blendy: siarki o wyglądzie niemetalicznym. M. typ.: blenda.

### III. Tlenki.

Hydroity. M. typ.: woda morska, lód.

Tlenki szkliste: związki seryi I. M. typ.: korund, kwarc.

Tlenki metaliczne: związki seryi II i III. M. typ.: rutyl, kasyteryt.

Ochry: związki szeregu 5 i 6. M. typ.: ochra antymonowa.

Rudy: związki szeregu 7 i 8. M. typ.: hematyt, magnetyt.

### IV. Spinelowce.

Gliniany. M. typ.: spinel.

Borany. M. typ.: boracyt.

### V. Sylikoidy.

Węglany: M. typ.: kalcyt, cerusyt, malachit.

Krzemiany bezwodne. M. typ.: oliwin, augit, ortoklaz, leucyt.

Wodorokrzemiany: krzemiany miękkie, zawierające wodór. M. typ.: muskowił, analcym.

Tytaniany. M. typ.: tytanit, perowskit.

#### VI. Saletrowce.

Niobiany. M. typ.: kolumbit (niobit), tantalit.

Arseniany. M. typ.: mimetyt, erytryn, wanadynit.

Fosforany. M. typ.: apatyt, wawelit, wiwianit.

Azotany. M. typ.: saletra sodowa.

#### VII. Gipsowce.

Siarczany. M. typ.: baryt, anhydryt, gips, melanteryt.

Chromiany. M. typ.: krokoit.

Wolframiany. M. typ.: szelit, wulfenit.

#### VIII. Solowce.

Chlorki metaliczne: związki seryi III. M. typ.: srebro rogowe.

Chlorki alkaliczne i ziemne: związki seryi I i II. M. typ.: sól kamienna, karnalit.

Fluorki. M. typ.: fluoryt.

#### IX. Węglowce.

Sole organiczne. M. typ.: melit.

Żywice. M. typ.: bursztyn, retynit.

Węgla. M. typ.: węgiel kamienny.

Smoly ziemne. M. typ.: asfalt, olej skalny.

**246. Charakterystyka.** Zestawienie cech, właściwych wszystkim minerałom jednej gromady, daje określenie tejże gromady. Tak samo wyliczenie własności, wspólnych wszystkim minerałom danego rzędu, jest definicją tegoż rzędu i t. d. Tego rodzaju określenia nazywamy zwykle charakterystyką; odróżniamy więc charakterystykę gromady, rzędu, rodzaju i t. d. W systematycznym opisie minerałów definicje następują w porządku logicznym, tak, że za ich pomocą możemy dociec, do jakiej gromady, rzędu, wreszcie do jakiego rodzaju i gatunku minerał uważany należy, a więc jesteśmy w stanie minerał ten ściśle oznaczyć.

Układ naturalny dawałby charakterystykę zupełniejszą, ale w dzisiejszem ugrupowaniu prowizorycznem podawanie takiej wyczerpującej charakterystyki byłoby rzeczą przedwczesną, i dlatego wszystkie w tym względzie usiłowania prowadzają się do możliwie dokładnego określenia rodzaju. W dziełach wyczerpujących, mających na celu ściśle oznaczanie minerałów, podawane są i opisywane w sposób wyczerpujący wszystkie istotne własności minerałów, tak, że każdy rodzaj otrzymuje charakterystykę zupełnie wyraźną i dosadną. Co się tyczy rzędów i gromad, skupionych według składu chemicznego, to wystarcza tu krótka definicja chemiczna. Wystarcza np. zaznaczyć, że pewien rząd zawiera węglany, albowiem każdy z należących doń minerałów może być z łatwością doświadczalnie jako węgiel określony. Tak samo rzecz się ma z rzędem fosforanów, gdyż na drodze doświadczalnej łatwo je, jako takie, poznajemy i t. d.

Ponieważ jednak tego rodzaju doświadczenia chemiczne składają się częstokroć z wielu czynności, wymagających większej wprawy i dłuższego czasu, przeto, określając minerały, nie mamy zwykle na widoku ich całkowitej charakterystyki, lecz postępujemy drogą krótszą, utartą empirycznie, jak to wskazują dzieła, wymienione we wstępie. Skoro jednak dojdziemy tym sposobem do określenia rodzaju, należy za każdym razem charakteryzować go krytycznie sprawdzić i jak największą ich liczbę ujawnić, by dokonaniem określenia nadać pewność zupełną.

**247. Słownictwo.** Nazwy gromad, rzędów i grup u rozmaitych autorów nie są zawsze te same, gdyż dzisiejszy stan systematyki wogóle, a wymienionych pojęć w szczególności, pozwala na wielką w ich wyborze dowolność. Inaczej przedstawia się sprawa z rodzajami, których określenia i odgraniczenia są wszędzie stałe. Panuje tu dzisiaj jednakowość i równoznaczność słownictwa, a każdy rodzaj ma osobną nazwę, wyrażaną zwykle jednym słowem.

Imiona rodzajów są zapożyczone z rozmaitych języków, większość z nich wszakże urobioną została w duchu języka greckiego, za dodaniem końcówki „it“ lub „yt“. Niektóre nazwy są pochodzenia bardzo dawnego, jak dyament, kwarc, gips; inne uformowano z nazwisk ludzi nauce zasłużonych, jak hauyn, werneryt, klaprotyt, getyt, domeykit; inne znów wzięto z imion mitologicznych, np. polluks, toryt; jeszcze inne utworzono z nazw geograficznych: atakamit, aragonit, wezuwian.

W wielu razach nazwy wskazują do pewnego stopnia skład chemiczny, jak sodalit (soda i λίθος kamień), manganit, polihalit (πολύς mnogi i ἄλς sól, składający się z wielu soli), lub też ściągają się do własności chemicznych, np. eulityn (εὐλύτος łatwo rozpuszczalny, mianowicie w kwasach), pirochlor (πῦρ ogień i χλωρός zielony, zabarwia bowiem perłę soli fosfornej na zielono). Niektóre imiona wyrażają ogólny kształt kryształów, jak skapolit (σκαπός preł), sfen (σφήν klin), aksynit (ἄξινη topór); inne — budowę, jak np. fibrolit (fibra włókno, λίθος kamień), jeszcze inne — łupliwość, np. ortoklaz (ὀρθός prostokątny, κλάω rozłamuję), plagioklaz (πλαγιός ukośny). Wiele nazw ściągają się do barwy, np. albit (albus biały), leucyt (λευκός biały), rutyl (rutilus czerwony), rodonit (ρόδον róża), melanit (μέλας czarny).

Brane są również pod uwagę pewne podobieństwa zewnętrzne, pewne szczegóły z historii minerału i t. p., jak to widzimy na saponicie, czyli mydle górnem, na apatycie, czyli mylniku (ἀπατῶ mylą, gdyż brano go początkowo za inny minerał).

Niektóre rodzaje mają po kilka nazw, ilość synonimów nie jest atoli zbyt wielka. J. Dana poddał je starannej krytyce i usiłował wybrać imiona najodpowiedniejsze.

Słownictwo gatunków nie zostało jeszcze wypracowane. Niektóre gatunki oznaczane są jednym wyrazem, ponieważ mają nazwy osobne, jak np. kreda, ametyst, lub dlatego, że uważano je przedtem za rodzaje, jak sanidyn, peryklin, damuryt, w większości jednak przypadków nazw krótkich, jednowyrazowych



dla gatunków dotychczas nie wyrobiono. Zmuszeni przeto jesteśmy, o ile zachodzi potrzeba wyodrębnienia gatunku, dodawać do nazwy rodzajowej przymiotnik, oznaczający jakąś charakterystyczną własność lub wybitne miejsce występowania. Oto kilka przykładów: baryt ziarnisty, gips włóknisty, azuryt ziemisty, kwarc porfirowy. Niekiedy określenie gatunku wymaga kilku wyrazów, np. malachit w pseudoformozie po atakamiecie.

Liter. Haidinger, *Hanbuch der bestimmenden Mineralogie*, 1845. v. Kobbell, *Die Mineralnamen und die mineralogische Nomenclatur*, 1853. J. Dana, *The System of Mineralogy. Introduction*. Francke, *Ueber die mineralogische Nomenclatur*. Berlin 1890.

---

## CZEŚĆ SZCZEGÓŁOWA.

---

Rozpoczynająca się tutaj druga część dzieła zawiera opis ważniejszych rodzajów mineralnych. Opis ten ma na celu zwrócenie uwagi czytelnika na te jestestwa nieorganiczne, które w przyrodzie wybitną odgrywają rolę, ma na celu poznanie ich własności i stosunków, ich występowania i powstawania, ażeby na szeregu przykładów wykazać dzisiejszy stan historii naturalnej w tej dziedzinie. Cel wskazany moglibyśmy wprowadzić osiągnąć, poprzestając na mniejszej liczbie minerałów. Atoli względ na osoby, zamierzające zapoznać się z mineralogią dokładniej, zmusza nas do dalszego rozszerzenia liczby przykładów, które mogą stać się nicią przewodnią ich studyów. Wreszcie dla osób, urządzających zbiory, wskazujemy stanowisko systematyczne minerałów rzadszych, podając drobnym drukiem dokładniej poznane rodzaje o rozpowszechnieniu szczuplejszem. Po dalsze wiadomości i szczegóły odsyłamy do wymienionych we wstępie dzieł wyczerpujących i zestawień Hintzego, Dany, Descloizeaux, Millera, Quenstedta, Naumann-Zirkela, Grotha, Rammelsberga, dalej do dzieł Bischofa, Bluma, Rotha, traktujących o powstawaniu minerałów, do prac petrograficznych Zirkla, wykazujących rozpowszechnienie minerałów, do monografii Grodecka o pokładach kruszcowych, wreszcie do dzieł, zajmujących się topografią minerałów wogóle i występowaniem ich w krajach poszczególnych:

- G. Leonhard, Handwörterbuch der topographischen Mineralogie, 1843.  
V. v. Zepharovich, Mineralogisches Lexikon für das Kaiserthum Oesterreich, t. I, 1859; t. II, 1873; t. III, wydany przez F. Beckego, 1893.  
Kennigott, Die Minerale der Schweiz, 1866.  
Frenzel, Mineralog. Lexikon für das Königreich Sachsen, 1874  
Greg and Lettsom, Manual of the Mineralogy of Great Britain and Ireland, 1858.  
Lacroix Minéralogie de la France, Paryż 1893.  
Ign. Domeyko, Elementos de Mineralogia, wyd. 3-cie. Santjago 1879; dodatki: 1, 1881; 2, 1883. Praca źródłowa o minerałach chilijskich.  
Wł. Szajnocha, Plody kopalne Galicyi, cz. I i II, Lwów 1894, i n. i,

W opisie minerałów używać będziemy pewnych skrótów, na które tutaj zwracam uwagę czytelnika.

Postaci krystaliczne oznaczać będziemy najczęściej sposobem Millera, z wyjątkiem układu heksagonalnego, dla którego przyjęliśmy znakowanie Bravaisa. Kąty są wszędzie kątami normalnych (p. str. 19).

W charakterystyce kryształów heksagonalnych, jako cechę obranej postaci pierwotnej, częstokroć podawać będziemy rozwartość krawędzi poziomej na piramidzie zasadniczej, mianowicie  $10\bar{1}1 : 10\bar{1}\bar{1}$ , w skróceniu: kąt ( $10\bar{1}1$ ); w kryształach zaś romboedrycznych — rozwartość krawędzi biegunowej górnej na romboedrze zasadniczym skracać będziemy przez : kąt  $R$ .

W kryształach tetragonalnych rozwartość krawędzi poziomej na piramidzie pierwotnej, mianowicie  $111 : 11\bar{1}$ , skracać zwykle będziemy przez : kąt ( $111$ ).

Co się tyczy kryształów o budowie prostszej, to wprowadzamy tu skrócenia następujące:

kąt ( $110$ ) oznacza przedni kąt dwuścienny słupa pionowego, a więc  $110 : 1\bar{1}0$ ; podobnież co do słupów pochodnych: kąt ( $120$ ) oznacza rozwartość krawędzi  $120 : 1\bar{2}0$  i t. d.;

kąt ( $101$ ) oznacza rozwartość krawędzi górnej  $101 : 1\bar{0}1$  słupa poprzecznego (pierwotnego); podobnież skrócenia stosują się i do słupów poprzecznych pochodnych;

kąt ( $011$ ) wyraża rozwartość krawędzi górnej  $011 : 0\bar{1}1$  słupa podłużnego (pierwotnego); tak samo co do słupów podłużnych pochodnych.

W kryształach jednoskośnych  $\beta$  oznacza ostry kąt pomiędzy osiami  $a$  i  $c$ , a równocześnie kąt  $100 : 001$ .

W kryształach trójskośnych kąty osiowe oznaczamy przez  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ .

Skrócenie st. o. oznacza stosunek osi, w kryształach o budowie wrzecionowatej  $a : c$ , w kryształach zaś o budowie prostszej  $a : b : c$ .

Dalej p. mikr. znaczy: pod mikroskopem,

łpl. „ łupliwość,

tw. „ stopień twardości.

Do orientacji optycznej stosują się oznaczenia i skrócenia, przytoczone w części ogólnej, do minerałów zaś jednoskośnych odnosi się w szczególności sposób oznaczania kątów, wyłożony na str. 211. Dla niektórych minerałów podamy współczynniki załamania światła, a mianowicie dla ciał jednołomnych pod  $n$ , dla ciał optycznie jednoosiowych podawać będziemy współczynniki najmniejszy i największy, dla dwuosiowych zaś — najmniejszy, średni i największy.

Pl. o. o. znaczyć będzie tyle, co: płaszczyzna osi optycznych,

c. wł. „ „ „ „ ciężar właściwy,

skł. chem. „ „ „ „ skład chemiczny,

pł. dm. „ „ „ „ płomień dmuchawki.

Nadto, by ułatwić orientowanie się w dłuższych nieco opisach minerałów najważniejszych, rozbijemy je na kilka drobniejszych ustępów, które zawsze iść będą w porządku następującym:

1. własności krystalograficzne i wogóle postaciowe,
2. własności fizyczne; niekiedy także w osobnym ustępie podawać będziemy



3. własności optyczne (w skróceniu: opt.),
4. własności chemiczne (w skróceniu: chem.),
5. występowanie i rozpowszechnienie w przyrodzie (występ. i rozpowsz.),
6. użyteczność i produkcja (użytk. i produk.),
7. etymologia i synonimika (etym. i synonim.),

Na czele każdego ważniejszego rodzaju kłaść będziemy jego nazwę, ogólnie przyjętą, a obok wzór chemiczny oraz klasę (w skróceniu kl.) kryształów, do której jest zaliczany (przeważnie według zestawienia P. Grotha: Tabell. Uebersicht der Mineralien, wyd. 4-te, 1898).

W opisach zostały uwzględnione tylko rodzaje. Co zaś się tyczy gatunków, to odróżniamy je w tych tylko razach, kiedy na to pozwala dzisiejszy stan wiedzy i kiedy wyodrębnianie określonych gatunków mineralnych przyczynia się do pogłębienia naszych poglądów na istotę zjawisk, odbywających się w przyrodzie. Po za tem poprzestać musimy na prostem zaznaczeniu różnic występowania, pseudomorfizacji, paragenety, na których podstawie z czasem pojęcia gatunków będą rozgraniczone zasadniej.

## Gromada I. Pierwiastki.

Jak sama nazwa wyraża, są to ciała proste, jakkolwiek zaliczamy tu również mieszaniny równopostaciowe metali oraz ich aliaże.

W rzędzie 1-ym zestawiamy metaloidy, które wszakże różnią się między sobą bardzo wybitnie.

Do rzędu 2-go włączymy metale kruche, nierozciągliwe i niekowalne o c. wł. 5-7 do 10.

Rząd 3-ci obejmuje metale ciężkie o c. wł. 7-2 do 23, miękkie i rozciągliwe; tylko najcięższe z nich bywają twarde i kruche.

### Rząd 1. Metaloidy.

Siarka a, rombowa,  $a : b : c = 0.8138 : 1 : 1.9076$ . Dyament, regularny. Grafit, heksagonalny,  $a : c = 1 : 1.3859$ .

#### Siarka.

#### S.

#### Kl. bipyram. romb. (8).

Kryształy rombowe nie są rzadkością; rozpowszechnione we wszystkich zbiorach ładne i duże okazy pochodzą z Sycylii i Romanii. Po największej części wykształcone są holodrycznie; wszakże niektóre osobniki sycylijskie mają wejście połówkowe, jakkolwiek ściany *P* nie wykazują żadnej różnicy fizycznej.

Zwykła postać kryształów odpowiada piramidzie rombowej lub jej połączeniu z  $s = (113)$ ,  $c = (001)$  oraz  $n = (011)$ . Kąty:  $111 : 11\bar{1} = 36^\circ 37'$ ,  $111 : 1\bar{1}\bar{1} = 73^\circ 38'$ ,  $111 : 1\bar{1}\bar{1} = 85^\circ 10'$ , dalej  $001 : 011 = 62^\circ 20'$ ,  $001 : 113 = 45^\circ 13'$ .

Niekiedy zdarzają się dwojaki według prawa, którego mocą  $101$  jest płaszczyzną bliźniaczą, lecz kryształy zrastają się ścianą  $111$ ; znane są rów-

niez dwojaki według 110, jak na fig. 4, tudzież według 011. (G. v. Rath, Ann. Phys. Chem., t. 155; Molengraaff, Zeitschr. f. Kryst., t. 14, str. 43).

Lupl. niewyraźna, równoległa do 001 i 110. Kryształy i osobniki odznaczają się ładnym przełamem muszlowym. Pod wpływem ciśnienia i zmiany temperatury łatwo pękają. Siarka zbita ma przełam nierówny, nawet zadziorowy, i nie jest zbyt krucha. C. wł. 1·9 do 2·1, gęstość siarki czystej, według Devilla, jest 2·070. Tw. 1·5 — 2·5. Topi się w 114°, wre w 450°. Siarka jest zlym przewodnikiem elektryczności; pocierana o sukno, elektryzuje się odjemnie.

Opt. Barwa miodowo-żółta, siarczysto-żółta, także szara i brunatna. Ściany kryształów ujawniają blask dyamentowo-tłusty, płaszczyzny zaś przełamowe — czysty połysk tłusty; siarka zbita ma połysk słabszy. Dwójłomność mocna, daje się dostrzegać bezpośrednio na kryształach przezroczystych. Spółcz. załm.: 1·957, 2·038, 2·245. Te ostatnie, podobnie jak kąty kryształu, zmieniają się pod wpływem temperatury (Schrauf, Zeitschr. f. Kryst., t. 18, str. 113). Pł. o. o. 010, I-sza dwusieczna równoległa do osi *c*. Dwójłomn. dodatnia (+). Przyrządzenie preparatu optycznego nie jest łatwe z powodu kruchości.

Fig. 1.

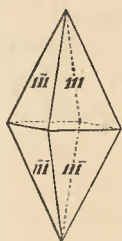


Fig. 2.

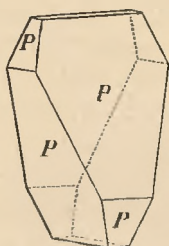


Fig. 3.

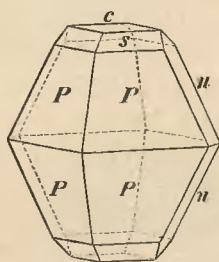
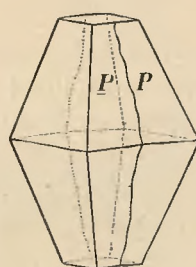


Fig. 4.



Chem. Prócz siarki, zawiera jeszcze domieszki selenu, węglowodorów, rzadziej siarku arsenu. Na powietrzu zapala się już w temp. 270° i spala na dwutlenek siarki. Rozpuszcza się w siarku węgla i krystalizuje z takiego roztworu w postaci drobnych, lecz ładnych kryształów rombów, gdy, stopiona, ścina się w igły jednoskośne. Siarka tworzy się najczęściej przez rozkład siarkowodoru pod wpływem tlenu, znajdującego się w powietrzu. Wszakże zjawisko to pozostaje w zależności od tego, czy siarkowódór, biorący w niem udział, znajduje się w stanie lotnym, jak w rozpadlinach wulkanicznych, czy też w postaci roztworu wodnego. Pochodzenie samego siarkowodoru jest znów rozmaite, albowiem w jednych przypadkach jest on wytworem głębin wulkanicznych, w drugich zaś — wynikiem działania jestestw organicznych na siarczany. Na wulkanach znajdujemy też siarkę sublimowaną.

Występ. Kryształy, będące osadem źródeł siarczanych, wykształcone są tak samo, jak owe piękne i duże kryształy sycylijskie, ukazujące się często w skupieniach szczotkowych (druzach). Siarka występuje tu razem z kryształami celestynu, gipsu, aragonitu, także kalcytu w szczelinach i próżniach marglu, gliny i gipsu, w okolicach Girgenti i Caltanissetta; ładne sfenoidy — koło Cian-

ciana. Szczególne złoża siarki posiada Perticara w Romanii, gdzie kryształy pokryte są asfaltem. Piękne kryształy pochodzą też z Conil pod Kadyksem. W okolicach Teruel, w Aragonii, znajdowane są liczne szczątki ślimaków błotnych, spoczywające w siarce zbitej. W Swoszowicach pod Krakowem siarka występuje w postaci buł i gniazd w marglu i gipsie, koło Radoboju w Kroacyi tworzy kule, osadzone w glinie i zabarwione smołą ziemną na kolor brunatny. Wszystkie te pokłady należą do warstw trzeciorzędowych. S. wulkaniczna, zwłaszcza islandzka, tworzy częstokroć masę rozsypującą się, czyli t. zw. mąkę siarczystą. W kopalniach hiszpańskich Rio Tinto dostrzeżono siarkę, powstającą przez wietrzenie i rozkład piryty.

Pokłady siarkodajne, zawarte w marglach, glinach i gipsach miocenijskich, występują w kilku miejscowościach Polski. W Galicyi przez kilkaset lat istniały kopalnie siarki w Swoszowicach, które wszakże zamknięto w r. 1884 (zawartość siarki w rudzie 11 — 12 proc.). Prócz tego stwierdzono obecność siarki w Truskawcu i Dźwiniaczu. Pierwsza z tych miejscowości znana jest z pięknych kryształów, które znajdowano w próżniach marglu lub też w glinie; w tym ostatnim przypadku kryształy są luźne i dokoła wykształcone. W Król. Polsk. przez czas dłuższy dobywano siarkę w Czarkowach nad Nidą (zawartość siarki w rudzie około 10 proc.), lecz skutkiem spółzawodnictwa siarki sycylijskiej przerwano i tutaj roboty, które wszakże od r. 1893 wznowiono napowrót. Pokłady, przejęte siarką, występują również w okolicach Proszowic i Staszowa, a także w okolicach Raciborza i Rybnika na Śląsku Pruskim (Porówn.: Szajnoch, *Plody kopalne Galicyi*; B. Zatorski, *O siarce*, *Wszechświat*, 1897, Nr 19—26).

Produk. i użyt. Największą ilość siarki produkują Włochy, które w ostatnich latach dostarczały rynkom europejskim około 400 000 ton rocznie. Lwia część tej ilości przypada wszakże na Sycylię. Zastosowania siarki są nader rozmaite. Największą jej ilość pochłania fabrykacya kwasu siarczanego, po za tem używa się, jak wiadomo, do przyrządzania prochu, zapalek, do bieleńia, jako środek lekarski i t. d. Dawniej siarka rodzima była jedyną rudą siarkową, od czasu wszakże jak zaprowadzono cła lądowe, poczęto zużytkowywać technicznie zawartość siarki w pirytach i innych siarczyskach.

### Dyament.

C.

*Kl. 4-ścianu poszóstnego (31)?*

Jest to twór natury wielce szczególny, minerał pochodzenia tajemniczego, który skupia w sobie dużo niezwykłych własności i którego odmiany zupełnie przezroczyste od najdawniejszej starożytności były cenione jako nader szacowne klejnoty.

Kryształy regularne. Dostrzeżono wszystkie postaci klasy całkowitej, a między niemi też 48-ścian, fig. 1. Atoli zdarzają się niekiedy kryształy bliźniacze, składające się z dwu osobników tetraedrycznych. Jeden z nich, będący zespoleniem dwu indywiduów o postaci  $\kappa$  (321), przedstawiono w sposób wyidealizowany na fig. 3. Odpowiada on niektórym postaciom oktaedrycznym z przewęzistemi jakgdyby krawędziami, fig. 4. Stąd niektórzy autorowie zaliczają kryształy dyamentu do klasy tetraedrycznej, czyli do kl. 4-ścianu poszóstnego (Weiss, *Jb. f. Min.* 1880, II, 12). Wszakże różnicy fizycznej w oktantach



naprzemianległych dotychczas nie dostrzeżono. Bliźniaki według 111 częste; przykład ich podaje fig. 2. Ściany są zazwyczaj zbróżdżone, a krawędzie krzywe i zaokrąglone. Na ścianach (111) dają się często dostrzegać dołki trójboczne, na ścianach zaś (100) — czteroboczne, fig. 5 i 6. Kryształy pojedyncze są zawsze wykształcone dokoła, a więc powstawać musiały w stanie zawieszonym.

Fig. 1.

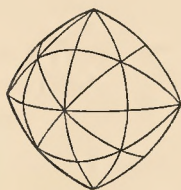


Fig. 5.



Fig. 3.

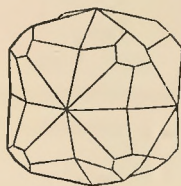


Fig. 2.

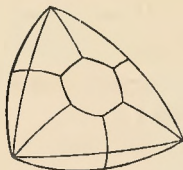
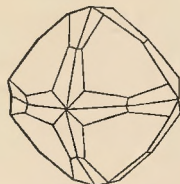


Fig. 6.



Fig. 4.



Łupl. doskonała, oktaedryczna. Przełam muszlowy. Rozpryskliwy. D. jest minerałem najtwardszym. Tw. 10. Według postrzeżeń szlifierzy, znacznie twardszy na (100), niż na (111). C. wł. 3·5 do 3·6, średnio 3·52. Przez ogrzewanie w tlenie tworzą się na (111) figury wytrawień trójboczne, ujęte w ściany (311), podobnie jak na fig. 5 (G. Rose, Ber. d. Berl. Akad. 1872, str. 516). Jest złym przewodnikiem elektryczności, przez tarcie o sukno elektryzuje się.

Opt. Blask dyamentowy. W wysokim stopniu przezroczysty, bezbarwny, lecz także biały, szary, brunatny, zielony, żółty, niekiedy czerwony, niebieski, rzadziej czarny. Silne załamywanie światła i rozpraszanie barw,  $n = 2\cdot4135$  dla prom. czerw.,  $2\cdot4278$  dla ziel. Całkowite odbijanie się światła, zwłaszcza w okazach szlifowanych. Niekiedy daje się dostrzegać słaba dwójłomność, szczególnie w pobliżu wrostków gazowych.

Chem. Skł.: węgiel. Ogrzany do  $770^{\circ}$ , płonie w tlenie i spala się całkowicie na dwutlenek węgla. Opiera się działaniu najenergiczniejszych kwasów i mieszanin utleniających, z wyjątkiem stopionych i ogrzanych do  $1200^{\circ}$  węglanów alkalicznych ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  lub  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ), w których nagle znika, zamieniając się na tlenek węgla (Moissan, Le four électrique, Paryż 1897, str. 127).

Zazwyczaj odróżniamy odmiany następujące: dyament — kryształy pojedyncze i grupy; bort — kule promienisto-pręcikowe; karbonat, karbonado — skupienia zaokrąglone, krystaliczne i czarne, po spaleniu pozostawiające do 2 i w. procentów popiołu.

**Wystę p.** Dyament znajduje się najczęściej w pokładach wtórnych pospołu z okruchami i glazikami rozmaitych minerałów i skał krystalicznych. Najdawniejsze kopalnie dyamentów posiadały Indye wschodnie, dziś jednak kopalnie te są po największej części wyczerpane. W r. 1727 wystąpiła na widownię Brazylii, gdzie prowincyi Minas Geraes, koło miasta Diamantina, a następnie w prowincyi Bahia bogate znaleziono pokłady, dziś również znacznie już wyrobione. Dyament występuje tu w napływach sypkich, w piaskach przeważnie kwarcowych; towarzyszy mu często złoto, niekiedy platyna, a prócz tego zawsze znaczna liczba minerałów, będących przypadkowemi częściami składowemi granitu i gnejsu, jak topaz, turmalin, ametyst, andaluzyt, anataz, rutil, cyrkon, kasyteryt, magnetyt, granat, spinel, chryzoberyl. Innego rodzaju łożyskiem jest zlepienie (konglomerat) kwarcowy o spoju brunatnym, żelazistym. Znaleziono również dyament w t. zw. itakomulitach brazylijskich, skale cienko-płytkowej, kwarcowo-mikowej, zaliczanej do łupków krystalicznych. Karbonado pochodzi przeważnie z Bahia.

W pokładach podobnych do poprzedzających znaleziono dyament wraz ze złotem także na Uralu, w wielu punktach Australii, dalej w Meksyku, Kalifornii i innych krajach Ameryki północnej. Od r. 1867 stały się głośnemi kopalnie dyamentów południowo-afrykańskich (kapskich), a zwłaszcza te, które są położone w West-Grigqualand nad rzeką Vaal. Złożami są tu znów po części napływy luźne, w większości jednak przypadków—zlepienie i okruchowce spojone. Okruchowce (brekcy) składają się przeważnie z serpentynu i minerałów pokrewnych, lecz zawierają także niekiedy oliwin i bronzyt. Okruchowce te (t. zw. niebieska ziemia) wypełniają szczególniejszego rodzaju kanały lejkowate, ciągnące się w poprzek poziomych pokładów piaskowca, łupków i melafirów do głębokości nieznanych. Według wszelkiego prawdopodobieństwa, mamy tu do czynienia z silnie zwiertzałym utworem wybuchowym. W żelazie metalicznem z Cañon Diablo w Arizonie, poczytywanem za meteoryczne, znaleziono też niewielkie ilości dyamentu (karbonado).

**Powst.** Powstawanie dyamentu prawdopodobnie nie jest zbyt różne od tworzenia się jego spółtowarzyszków, jak cyrkon, spinel i t. d., które pochodzą ze skał krzemianowych dawniejszych. Złoża itakomulitu zdają się wskazywać łupki krystaliczne, jako macierzystą skałę dyamentu. Zależnie od tego, czy te ostatnie rozpatrywać będziemy jako skrzepy masy ognistociekłej, czy też jako skały przeobrażone, sąd nasz bardziej szczegółowy o powstawaniu dyamentu będzie za każdym razem odmienny. Dostrzegane niekiedy czarne punkciki i wrostki komórkokształtne dały pocho p do mniemania o organicznem pochodzeniu d-tu, które wypowiedzieli Göppert, Liebig i in., które wszakże nie zostało uzasadnionem. Dyamenty południowo-afrykańskie zdają się być wyrzucenemi z głębi ziemi wraz z zawierającą je masą przeobrażoną. Przed kilku laty Moissan w Paryżu zdołał odtworzyć dyament sztucznie, rozpuszczając węgiel w stopionem żelazie lub srebrze i zmuszając go do raptownej krystalizacyi pod ciśnieniem (porówn. str. 281).

**Uży t.** D. jest najszacowniejszym klejnotem. Cena zależy nietylko od wagi, lecz także od przezroczystości i nieskazitelności; kamienie ładnie zabar-

wione płacone są najdrożej. Jednostką wagi kamieni szlachetnych jest karat. Zależnie od kraju, waga karata waha się pomiędzy 197 i 206 miligramami. Dziś prawie wszędzie oznaczono ją na 205 mgr. Cena brylantu ładnego i dobrze szlifowanego, ważącego 1 karat, wynosi około 240 marek i więcej. Cena kamieni cięższych wzrasta nieproporcjonalnie do wagi i zależy też od rozmaitych względów ubocznych. Okazy większe szlifowane są w postaci brylantu, dla którego punktem wyjścia jest ośmiościan, otrzymywany zazwyczaj przez odłupywanie. Liczba jednakowych fasetek (ścian sztucznie szlifowanych trójbocznych, czyli szybek), wynosi 4 lub jest wielokrotnością 4. Inną postacią kamienia szlifowanego jest rozeta (róża, różyczka), której znamieniem jest sześciokrotna liczba szybek. Na rozety najchętniej są używane ośmiościany płaskie, zeszpcone lub dwojaki, jak na fig. 2. Kamienie mniejsze i kawałki odłupane są pokrywane fasetkami bez szczególniejszej zasady i mają nazwę rautów. Dawniej szlifowano t. zw. tafelsztyny (tablice), t. j. ośmiościany z mocno ściętym narożem górnym. Wynalazek szlifowania na proszku dyamentowym i kręgach metalowych bywa zwykle przypisywany Ludwikowi van Berquenowi, a data jego na r. 1456 podawana. Najpospolitszym surogatem dyamentów jest stras, czyli odpowiednio szlifowane szkło ołowiane o silnej łamliwości światła i mocnem barw rozpraszaniu. Okruchy i odłupki dyamentu używają się do wiercenia, grawerowania, szlifowania innych kamieni szlachetnych, tudzież do rżnięcia szkła.

Bort jest przeważnie materiałem szlifierskim; karbonado, znajdujący się niekiedy w bryłach, wielkich jak pięść, używa się również do wiercenia przy robotach górniczych (świdry dyamentowe). Co się tyczy szczegółów technicznych, historycznych i t. p., patrz dzieła Klugego, Schraufa, Grotha, poświęcone specjalnie kamieniom drogim, oraz Kinga, *Natural history of precious stones*. Piękne dzieło Bauera: *Edelsteinskunde*, Lipsk 1896, zawiera nadto wiele ciekawych szczegółów, dotyczących występowania dyamentu.

Etym. „Nazwisko jego, we wszystkich prawie językach, wzięte jest z wyrazu greckiego *ἀδύνατος* (niepokonany) w tém rozumieniu, jakoby dyament zarówno ogniowi i stali miał się opierać“. *Kunelski*.

### Grafit.

C.

Kl. *skalenoeдру dytryгг. (21)?*

Symetria kryształów nie została dotąd ściśle określona. Najpospolitszą postacią są blaszki sześciokątne. Kennigott i Sjögren opisują kryształy ze ścianami romboedru, skalenoeдру, piramidy wtórej i takiegoż słupa. Pomiarы Nordenskjölda, dokonane na kryształach z Pargas, przemawiają wszakże za symetrią jednoskośną.

Lupl. doskonała równolegle do ściany podstawowej, niewyraźna zaś w kierunku ścian słupa. Tw. 0·5 — 1. Cienkie blaszki dają się giąć, są łagodne i tłustawe w dotknięciu. Smoli i pisze. Polysk ma metaliczny, jest całkiem nieprzezroczysty, żelazisto-czarny. Rysa czarna. G. jest przewodnikiem elektryczności. C. wł. 1·9 — 2·3; czystego gr. cejlońskiego, 2·25, z Wunsiedel 2·14 (według Brodiego).





antymonu, pirytu i in. Z zimnego roztworu srebra strąca w kilka sekund kryształki srebra metalicznego (Lemberg \*).

Znajduje się w żyłach kruszcowych, tworzy masy zbite i drobnoziarniste lub przybiera kształty groniaste i nerkowate o budowie skorupowej (kobalt skorupowy, skorupokrusz Kluka), bywa także rozsiały w złożu często pospołu z kruszcami srebra arsenowemi. Do znanych oddawna należą złoża Freiberga, Marienberg, Annaberga w Saksonii, Jachimowa w Czechach, Andreasberga na Harcu.

Arsen rodzimy stanowi tylko drobną część używanego w technice arsenu.

Etym. Grec. *ἀρσενικόν*, Teofrast i Dioskorides (od *ἀρσενικός* = *ἀρσενικός* męzki, ze względu na łatwość łączenia się z siarką). U nas nazywano go dawniej arsenikiem lub arsenikiem rodzimym. *Rzecz., Kluk, Drzew.*

Arsenolampryt *Breithaupt* i *Hintz*ego różni się nieco od arsenu silniejszym połyskiem, twardością i t. p. *Alemontyt Haidingera* jest mieszaniną arsenu i antymonu. *Andreasberg* i *Przybram*, dawniej *Allemont* w *Delfinacie*.

### Antymon.

*Sb.*

*Kl. skalenoedru dytryg. (21).*

Radko zdarzające się kryształy mają najczęściej rozwinięte ściany romboedru, dwuścianu podstawowego oraz  $\frac{1}{4} R = \rho (10\bar{1}4)$  i zrastają się bliźniaczo ścianą —  $\frac{1}{2} R$ . Kąt  $R$   $92^{\circ} 25'$  do  $92^{\circ} 53'$ . — Lupl. doskonała  $\parallel (0001)$ , dokładna  $\parallel$  —  $\frac{1}{2} R$ , niedokładna  $\parallel$  —  $2 R$ . Kruchy, ale już nieco łagodniejszy. Tw. 3—3·5. Silny blask metaliczny; barwa cynowo-biała z szarą lub żółtawą naleciałością. C. wł. 6·6 do 6·8, a. czystego 6·714.

Skł. chem.: antymon często z drobnymi ilościami arsenu, srebra, żelaza. W pł. dm. topi się bardzo łatwo, na węglu ulatnia się, pali się nikłym płomieniem i pozostawia nalot biały.

Tworzy skupienia ziarniste lub zbite o kształcie zewnętrznym gron i nerek w żyłach kruszcowych, zwykle jednak jest rozsiały w złożu i wszelkich kształtów naśladujących pozbawiony. *Andreasberg*, *Przybram*. Ładne okazy pochodzą z *Sarawak* na *Borneo*.

Etym. Łać. antimonium spotyka się już około r. 1100 u alchemików. Wyraz to pochodzenia niepewnego. „Nazwisko tego metalu pochodzi z dwóch wyrazów, greckiego *ἄντι* (przeciw) i francuskiego *moine* (mnich), a to podobno dlatego, iż niegdyś tey trucizny niewiadomość użyła w leczeniu jednego zakonnika“, *Kumel*. Górnicy staroniemieccy nazywali go *spiessglasem*, stąd u *Kluka* *spiżglas*. *Surmik*. *Łabęć*, z *czeska*. Antymon zbity = *tęgokrusz Kluka* (?).

### Bismut.

*Bi.*

*Kl. skalenoedru dytryg. (21).*

Kryształy wyraźne są rzadkie. Romboedr w połączeniu z dwuścianem podstawowym; kryształy *Schneeberskie* wykazują tylko —  $2 R = \rho (02\bar{2}1)$ .

\*) Uwaga. Celem łatwego i dokładnego odróżniania minerałów, należących przeważnie do następującej gromady lamprytów, *Lemberg* zbadał ich zachowanie się (w proszku lub szlifach) względem dwu odczynników: 1) alkalicznego roztworu bromu, 2) roztworu siarczanu srebra, zaprawionego kwasem siarczanym (*Zeitschr. d. deutsch. Geolog. Gesel.*, r. 1894, str. 788). Aby uniknąć powtarzań, pierwszy z tych odczynników nazywać będziemy w dalszym ciągu ługiem bromowym, drugi zaś — roztworem srebra. Ług działa utleniająco, z roztworu zaś srebra lampryty strącają bądź siarek srebra, bądź też srebro metaliczne.

Kąt  $R$   $92^{\circ} 20'$ . Zazwyczaj przybiera kształty pierzaste, drzewiaste, wogóle wiązane, także kształt blachy; rozsiany w złożu, ma zwykle budowę ziarnistą. — Lupl. dokładna  $\parallel$  —  $2R$  i  $(0001)$ . Łagodny. Tw. 2·5. Srebrzysty z odcieniem czerwonałym; pokrywa go zwykle nalot różnobarwny. B. odznacza się bardzo silnym dyamagnetyzmem, a w zetknięciu z antymonem daje najenergiczniejsze stopy termiczne. C. wł. 9·6 do 9·8.

Skł. chem.: bizmut, często z niewielką domieszką arsenu. W pł. dm. topi się nader łatwo, ulatnia się i pozostawia na węglu nalot cytrynowo-żółty tleniku bizmutu; w kwasie azotnym rozpuszcza się; dodana obficie woda i sól kuchenna strącają z takiego roztworu osad biały.

B. jest towarzyszem kobaltu i niklu w żyłach kruszcowych Freiberga, Marienberg, Annaberg, Jachimowa, Bieber. Znany jest także w Kornwalii i Szwecji (Broddbo).

Bizmut rodzimy stanowi lwią część metalu, używanego w technice do wytwarzania aliażów łatwotopliwych.

Etym. Łac. bisematum, używane przez *Agricolę* (r. 1657) jako synonim plumbum cinereum; wyraz pochodzenia niepewnego. Bizm. rozsiany = piaskokrusz *Kluka*.

Do metali kruchych należy także telur, krystalizujący się romboedrycznie. Kąt  $R$   $93^{\circ} 10'$ . Lupl. pryzmatyczna  $\parallel \infty R = (10\bar{1}0)$  dokł., podstawowa niedokł. A więc nie jest właściwie równopostaciowy z poprzednimi. Tw. 2 — 2·5, łagodny, cynowo-biały. C. wł. 6·1 do 6·3 — Skł. chem.: telur z domieszką złota, żelaza i in. Skupienia ziarniste w kilku kopalniach Amer. Półn. (Colorado, Kalifornia); Faczebay koło Zlatnej w Siedmiogrodzie. — Etym. Łac. tellus — ziemia, stąd wileńscy mineralogowie zwali go ziemianem rodzimym. *Drzew.*, *Kumel.* i in.

### Rzęd 3. Metale ciężkie.

Wszystkie regularne, z wyłączeniem cyny i przytoczonych na końcu ciał rzadszych.

#### Złoto.

*Au.*

*Kl. 48-ścianu (32).*

„Złoto jest głową i najwyższym stopniem Rzeczy kopalnych“ (*Kluk*). Od początków cywilizacji używano go na ozdobę ciała i wielce szacowano.

Postaci regularne. Są to zwykle  $(111)$ ,  $(100)$  i  $(211) = v$  na fig. 1, a także  $(110)$ ,  $(210)$ ,  $(311)$  i in. Ściany często nierówne. Kryształy niewyraźne, częstokroć zeszcpeczone. Bliźniaki zrosłe ścianą  $(111)$  pospolite; tego rodzaju dwójak ze ścianami kostki przedstawia fig. 2; bliźnięcość nieraz wielokrotna (*G. v. Rath*, *Zeitschr. f. Kryst.*, t. I). Pospolicie przybiera kształt blachy lub płytek, rozrastających się w pł. bliźniaczej, fig. 3, dalej kształty wiązane i krzewiaste, fig. 4 i 5, albo naśladowujące mech, druty, włosy.

Lupl. niewidoczna, przełam haczykowaty. Tw. 2·5 — 3. Kowalne i nadzwyczaj rozciągliwe. Barwa złocista, mosiężno-żółta, także jasno-żółta i spiszowo-żółta. C. wł. zmienny 15·0 do 19·4, gęstość złota czystego 19·37, podług *G. Rosego*.

Chem. Skład: złoto z większymi lub mniejszymi domieszkami równopostaciowego srebra, tudzież drobnymi ilościami miedzi, żelaza i in. W pł. dm. topi się łatwo, rozpuszcza tylko w wodce królewskiej, przyczem domieszki srebra dają nierozpuszczalny chlorek srebra.



Występ. złota związane jest prawie zawsze z kwarcem, tworzącym żyły i żyłki w skałach masowych lub soczewice i składy w łupkach krystalicznych. Zwykłym towarzyszem złota jest piryt, z którym ono ściśle nieraz bywa połączone. Tego rodzaju parageneza rzuca światło na sposób powstawania złota, który sprowadzać się musi do wydzielania się z roztworów wraz z krzemionką, stracającą się równocześnie pod wpływem kwasu węglanego i dwuwęglanów.

Fig. 1.

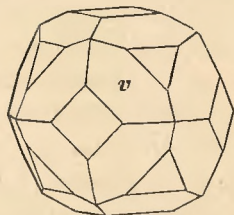


Fig. 2.

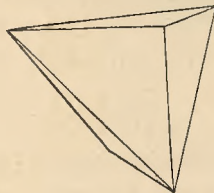


Fig. 3.



Fig. 4.

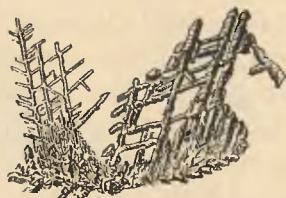


Fig. 5.



Pierwotne złoża kwarcowe złota występują w rozmaitych łupkach krystalicznych, niekiedy także w granicie, np. w Amer. Półn., w stanach Georgia, Karolina, Wirginia, w Brazylii, na Radhausbergu pod Gasteinem. W takich skałach złoto zostało ongi znalezione w Czechach, na Heinzenbergu w Zillerthal i w w. in. miejscowościach. W Tatrach za czasów Staszica wydobywano złoto na Krywanu, którego granity i gnejsy zawierają żyły kwarcowe z niewielką ilością szlachetnego kruszcu. Inny charakter posiada występowanie w skałach wybuchowych z gromady trachitu i porfiru. Złoto jest tu związane z produktami wybuchowemi, a więc pochodzi z głębi ziemi. Znacomitem tego przykładem są okolice Verespatak w Siedmiogrodzie, skąd wciąż jeszcze dostają się do zbiorów piękne okazy złota. Kwarc pospółu z pirytem, węglanami i złotem tworzy tu żyły i wielokrotnie rozgałęziające się żyłki w zwierzalej skale wybuchowej (andezycie kwarcowym). W sąsiedztwie, koło Nagyag, złotu towarzyszą związki teluru, podobnie jak w złożach kalifornijskich; razem z kruszcami srebra występuje złoto w okolicach Szczawnicy węgierskiej (Schemnitz) i Kremnicy. Liczne złoża w Peru, Meksyku, Australii wskazują również związek ze skałami wybuchowemi.

Pokłady wtórne, rzecz oczywista, poznano i poczęto eksploatować naprzód. Tego rodzaju pokłady złotodajne są albo napływami rzeczniemi, albo też rzadziej zlepieńcami spojonemi, w których złoto osadzone jest w postaci bryłek, blaszek, ziarn, lub rozsiane w postaci drobnego pyłu. Koryta większości rzek

zawierają nieco złota. W krajach o starej kulturze pokłady te zostały już wyczerpane. W wielu punktach Europy, nad brzegami rzek i rzeczek, widzimy dziś hałdy żwiru i piasku, pozostałe po dawnych płuczkarniach złota, np. na Śląsku w okolicach Lignicy, Złotogóry i in. Dziś prowadzenie tego rodzaju robót jużby się nie opłacało. Azja, zwłaszcza kraje nad Indusem położone oraz wielkie wyspy, w czasach dawniejszych z wielkich słynęła skarbów, a Ural i Syberja dziś jeszcze dostarczają znacznych ilości złota. Afryka obfitowała niegdyś w piaski złotodajne, wybrzeże zaś Złote było miejscem składowym dla złota, z piasków tych wydobywanego. Po odkryciu Ameryki wielkie ilości złota znaleziono naprzód w piaskach rzecznych Brazylii, od r. zaś 1848 Kalifornia poczęła zdumiewać świat swojemi kolosalnemi bogactwami. Później odkryto piaski złote w Georgii, Karolinie, Wirginii i t. d., gdzie z czasem szukano kwarców złotonośnych i, co za tem idzie, poczęto stosować odbudowę górnictwa. Wkrótce Australia zaczęła górować nad innemi krajami, a zwłaszcza kolonia Wiktorya, w której znaleziono nieoczekiwane zasoby najczystszej złoty i która po dziś dzień produkuje wielkie jego ilości. Rok 1868 jest datą odkrycia pokładów złota południowo-afrykańskich w Witwatersrant, w Transwaalu, gdzie najprzód zaczęto od płukania piasków, wkrótce jednak przerzucono się na skałę stałą. Poznano tu przytem nowy, nieznany przedtem rodzaj występowania złota, które w stanie niewidzialnie drobnym rozsiane jest razem z pirytem w zlepieńcach i okruchowcach sylurskich, składających się najczęściej z kwarcu. Odtąd produkcya złota południowo-afrykańskiego wzrastała z każdym rokiem. W r. 1893 produkcya złota wynosiła w Australii 53·7, w Afryce 44·1, w Stanach Zjednoczonych Amer. Półn. 43·1, na całej zaś ziemi 234 tysięcy kilogramów. W tymże roku Rosya wyprodukowała 39·8, Austria i Niemcy po 2·2 tysiąca kilogramów.

Użył. Ponieważ „król metali“ w rzadkich tylko wypadkach tworzy związki chemiczne, zwykle zaś występuje w stanie metalicznym, przeto cała ilość wydobywanego z ziemi „szlachetnego kruszcu“ pochodzi ze złota rodzimego. Ażeby nadać złotu większą twardość, stapiają je z miedzią lub srebrem. Z jednego kilograma złota bije się 2790 marek niemieckich, 3280 koron austriackich, 3444·4 franków, 290·494 dukatów. Monety złote austriackie zawierają 90 proc. złota. Szczegóły historyczne patrz w dziele Kinga, *Nat. history of precious stones and metals*, 1870; — handlowe i polityczno - monetarne u Soetheera, Petermann, *Geogr. Mitth.*, zeszyt dodatk. 57. Suess, *Die Zukunft des Goldes*, 1877. Schmeisser, *Vorkommen u. Gewinnung d. nutzbr. Minerale i. d. südafrik. Republik*. Berlin 1894. O złocie w Austrii, Poszepnego, *Archiv f. prakt. Geologie*, t. II, 1895. Szczegóły nowsze u Hintzego: *Handbuch d. Min.*, t. I, zes. 2, r. 1898.

Przez elektrum oznaczamy złoto jasno-żółte, zawierające więcej niż 20 procen-tów srebra; porpecyt jest złoto, zawierające palad; pod amalgamą złota rozumiemy aliaz z rtęcią.

### Srebro.

Ag.

Kl. 48-ścianu (32).

Biały ten metal szlachetny znany jest tak dawno jak złoto. Postaci regularne, zwykle (100), także (111), (110), (210) i in. Kryształy często zesze-



cone i wielokrotnie zrosłe płaszczyzną bliźniaczą, którą jest ściana (111). (Sadebeck, Tschermak's Min. u. petr. Mitth., I, str. 293). Pospolitemi są bardzo utwory wiązane, tudzież kształty, przypominające włosy, druty, zęby, mech, liście paproci, lub rozpostarte na podobieństwo blachy. Niekiedy sr. jest osadzone w bezkształtnych bryłkach lub drobno rozsiane.

Lupl. nie wykazuje żadnej. Przełam haczykowaty. Daje się krajać i rozciągać. Tw. 2·5 do 3. Barwa srebrzystobiała lub żółtawa, barwy naleciałe: żółta, brunatna, czarna, niekiedy miedziano-czerwona. Jest najlepszym przewodnikiem elektryczności. C. wł. 10·1 do 11·0, gęstość srebra czystego G. Rose podaje na 10·52.

Skł. chem.: srebro, często z domieszkami złota, miedzi, żelaza, arsenu, także platyny i w. in. W pł. dm. łatwo topliwe, w kwasie saletrzanym rozpuszczalne.

Występ. W żyłach kruszcowych w towarzystwie arsenu lub związków srebra, jak argentyt, pirargiryt, prystyt; taką mianowicie paragenezę wykazują ż. kr. Przybramu, Freiberga, Schneeberga. Pseudomorfozy po stefanicie i pirargirycie dowodzą tu pochodzenia wtórnego. W Kongsbergu towarzyszą mu kalcyt, fluspat, kwarc i t. p. Pospołu z miedzią w migdałowcach lub w ich sąsiedztwie nad jeziorem Wyższym (Lake Superior), drobno rozsiane w ochrze żelaznej w Peru. Z ładnych i dużych kryształów słynie Kongsberg. Tu występuje również srebro, zawierające ok. 28 proc. złota, czyli t. zw. srebro złociste (Zejsner). Arkeryt, występujący w Arqueros pod Coquimbo w Chili i zawierający, według Domeyki, 13·5 proc. rtęci, oraz kongsbergit stanowią przejścia do amalgamy. Srebro rodzime przeobraża się niekiedy w argentyt, a także w chlorek srebra. Porówn. też wiadomości podane pod prystytem.

Amalgama lub amalgama srebra ukazuje się często w obfitujących w ściany kryształach regularnych: (110) w połącz. z (211), także z (111), (100), (310) i t. d. — Tw. 3 do 3·5; nieco krucha, srebrzysto-biała. C. wł. 13·7 do 14·1. — Skł. chem: rtęć i srebro w rozmaitych stosunkach, jako mieszanina izomorficzna. — Kryształy, płytki, cienkie naskorupienia, ziarna rozsiane razem z cynobrem i rtęcią. Moschellandsberg, Almaden, Szlana na Węgrzech. Chaniarcillo w Chili.

### Rtęć.

### Hg.

### Kl. 48-ścianu (32).

W temperaturze zwykłej ciekła, w temp. — 40° ścina się i wtedy daje kryształy regularne. Cynowo-biała, wre w temp. 357°. C. wł. 13·5 do 13·6, dla rtęci czystej Regnault podaje gęstość 13·596. — Skł. chem.: rtęć, często z domieszką srebra, które pozostaje na węglu, gdy żywe srebro ulatnia się w pł. dm. — Tworzy krople na cynobrze, rzadziej większe masy cieczy zbierają się w próżniach skalnych. Almaden w Hiszpanii, Idrya w Krainie — w wapieniu; Moschellandsberg w Bawarii nadreńskiej, Avala w Serbii, Huancavelica w Peru, St.-José w Kalifornii.

Synonim. Wyraz staropol. trtęć (*Siemnik*), trztęć (*Syreniusz*), przez długi czas zaniechany. Argentum vivum *Pliniusza* = pol. żywe srebro *Rzecz.*, *Kłuka*. Mercurius = = spol. merkuryusz, nazwa rtęci przez alchemików, począwszy od w. VIII, używana jako symbol planety; podobnież złoto = alch. słońce, srebro = alch. księżyc etc.

Ołów rodzimy krystalizuje się regularnie. O występowaniu dużo wiadomości niepewnych, gdyż kawałki, znajdowane na powierzchni, mogą pochodzić z nabojów. Do



niewątpliwych łóżysk należy Pajsberg w Wermland, gdzie oł. tworzy kryształy, płytki i blachy w towarzystwie magnetytu, hematytu, rodonitu i t. p., stanowiących pokład w dolomicie; podobnie w Marchii Północnej (Nordmark, Szwecya). Tw. 1-5. Kolor ołowiano-szary, lecz zawsze zamaskowany czarnym nalotem. C. wł. 11-3 do 11-4, gęstość oł. czystego, według Reicha, 11-37. W pł. dm. łatwo topliwy, rozpuszczalny w kwasie azotnym.

Cyna w stanie rodzimym jest wielką rzadkością. Guanajuato w Meksyku. Nowa Walia Południowa.

### Miedź.

Cu. .

Kl. 48-ścianu (32).

Kryształy częste; zwykle postaci regularne: (111), (100), (110), (210), najczęściej zeszcpane; utwory bliźniacze według (111) dość pospolite. Fig. 2 jest połączeniem trzech pierwszych postaci z (410) =  $h$ . Prócz kryształów, rozpo-

Fig. 1.

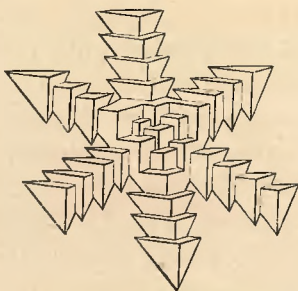


Fig. 2.

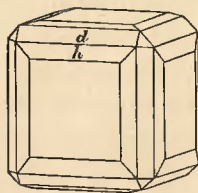


Fig. 3.



wszechnione są również kształty drzewiaste, sęczkowate, jak na fig. 3 (podług E. Dana), która odpowiada schematowi na fig. 1; dalej włosowate, drutowe, mszyste, naśladujące blachę, lecz także bryłki zupełnie nieforemne lub drobne i rozsiane w złożu. O postaciach: E. Dana, Zeitschr. f. Kryst., t. 12, str. 569.

Łupl. żadna. Tw. 2-5 do 3. Przełam haczykowaty. Miedź daje się strugać na wióry, kuć i wyciągać w druty. Barwa miedziano-czerwona, barwy nalacie: żółta lub brunatna. C. wł. 8-5 do 8-9, gęstość m. czystej Whitney podaje na 8-838. — Skł. chem.: miedź, zwykle wolna od domieszek. W pł. dm. topi się dość łatwo, w kw. azotnym rozpuszcza się i daje ciecz niebieską.

Występ. dosyć rozmaite. W żyłach kruszcowych z chalkopirytym, błyszczem miedzi i t. p., albo z kuprytem, malachitem, azurytem. W tym ostatnim przypadku pseudomorfozy po kuprycie wskazują niekiedy sposób powstawania (str. 323). W łupkach krystalicznych, gliniastych i glinie, zwłaszcza w tej ostatniej; także niekiedy w towarzystwie kalcytu. Godne uwagi jest obfite występowanie w migdałowcu wraz z prenitom i innymi zeolitami nad jeziorem Wyższym (Lake Superior) w Am. Póln. Główna masa skupia się tu na granicy piaskowca i melaфіru migdałowego. Miedź tworzy niekiedy większe bryły, zawiera domieszkę srebra i ukazuje się czasami w pseudomorfozach po kalcyecie. Nowotwory miedzi na drzewie znajdowano nieraz w dawnych kopalniach tego metalu. W pokładach wtórnych, jakkolwiek rzadko, bywa napotykana w luźnych ziarnach i bryłkach. Podziw wzbudziła wielka, 420 ton ważąca masa,

którą znaleziono w r. 1857 w kopalni Minnesota nad jez. Wyższem, osadzoną w zlepieńcu. Kryształy ładnie wykształcone pochodzą z Kornwalii, Rheinbreitbachu, Szaszki i Mołdawy na Węgrzech, Fahlunu w Szwecyi, Bogosłowska na Uralu, oraz z Wallaroo w Australii. Kryształy fałszywe po aragonicie znane są z Corocoro w Boliwii. Pod wpływem atmosferyliów miedź przeobraża się w kupryt, malachit, niekiedy w azuryt. Porówn. także chalkopiryt.

U nas niewielkie ilości miedzi rodzimej znajdują się w pokładach kruszcowych Miedzianej góry pod Kielcami (w wapieniu muszlowym), oraz w Monastercu pod Sanokiem, gdzie m. tworzy ziarna wielkości orzecha laskowego w malachicie i chryzokoli, osadzonych w glinie marglowatej (B. Pusch, Geogn. Beschr. v. Polen, t. 2, str. 101).

### Żelazo.

*Fe.*

*Kl. 48-ścianu (32).*

Własności zostały poznane na żelazie otrzymywanem sztucznie, tudzież na ż. meteorycznem. Postaci kryształów regularne, na sztucznych niekiedy widoczny (111). Łupl. || (100) dokładna. Kostki odłupane przecięte blaszkami bliźniaczemi.—Tw 4·5, daje się strugać na wióry, jest dość rozciągliwe. Barwa stalowo-szara do żelazno-czarnej; silnie magnetyczne. C. wł. ż. czystego 7·88, według Carona. — Skł. chem.: żelazo z rozmaitemi domieszkami. W pł. dm. nietopliwe, rozpuszczalne w kwasie solnym lub azotnym.

Występ. Większa część brył żelaza, dotychczas znalezionych, posiada własności żelaza meteorycznego (porówn. dodatek); atoli istnienie żelaza telurycznego, powstałego w łonie ziemi, jest również rzeczą całkiem pewną. W Europie żelazo zostało znalezione oddawna przez Mossiera w ławach Owernii, przez Bornemanna w bułach pirytu koło Mühlhausen w Turynii, przez Neumanna w opoce pod Choceniem w Czechach. Drobne okruchy, znajdowane w piaskach złoto-nośnych i platynodajnych mogą pochodzić z narzędzi, wszakże w piaskach Brazylii i Uralu znaleziono i większe kawałki, którym przyznano pochodzenie teluryczne. W niewielkich ilościach, lecz w znacznem rozdrobnieniu występuje w niektórych bazaltach, gdzie może być odkryte za pomocą metody Andrews'a, polegającej na działaniu siarczanu miedzi w roztworze, z którego żelazo strąca mikroskopijne grudki miedzi. Do takich właśnie bazaltów należy u nas t. z. anamezyt wołyński, występujący w Berestowcu i Złazni w okol. Równego. (St. Pfaffius, Pam. Fizyograf., t. VI, r. 1886).

Wiadomość o występowaniu żelaza rodzimego na Grenlandyi przywiózł do Europy w r. 1819 kapitan Ross. Eskimosi używali go na wyrób noży i narzędzi. Z zatoki Fortuna na Disco dostał się większy kawałek do Kopenhagi. W r. 1870 Nordenskiöld odkrył na wyspie grenlandzkiej Disco pod Ovikaf bryły metaliczne, których ciężar dosięgł 500 centnarów i które składały się częścią z żelaza rodzimego, a w sąsiednim bazalcie znaleziono również bryły i skupienia żelaza. Zarówno sam odkrywca, jak kilku innych badaczów, mieli to żelazo z początku za meteoryczne, pochodzące jakoby z deszczu meteorytów, jaki miał spaść podczas wybuchu bazaltu. Wszakże dokładniejsze badania Steenstrupa uczyniły prawdopodobnijszem teluryczne pochodzenie żelaza owifakskiego. Masa tych brył jest znacznie twardsza od żelaza; niektóre z nich



zwietrzały bardzo prędko, inne zachowały świeżość. Jedne okazy zawierają nikiel, drugie obfitują w węgiel. Żelazu, osadzonemu w bazalcie, towarzyszy zwykle grafit i magnetyt (Jahrb. f. Min. 1879, str. 173 i 832).

Awaruit, czyli żelazo niklowe, którego skł. chem. odpowiada przybliżenie  $\text{Ni}_2\text{Fe}$ , został znaleziony w skale oliwinowej i serpentynie nad rzeką Jerzego na Nowej Zelandyi, żelazo zaś niklowe  $\text{Ni}_3\text{Fe}$  znaleziono koło Bielli w Piemontcie.

### Platyna.

### Pt.

### Kl. 48-sciannu (32).

Kryształy regularne, (100) lub (111), stanowią rzadkość. Zwykle drobne blaszki, ziarna tępokanciaste; bryły większe gładkie lub chropowate, prawie statecznie luźne, o budowie kanciasto-ziarnistej. — Lupl. niewidoczna. Przekł. haczykowaty. Tw. 4·5 do 5; kowalna i rozciągliwa. Stalowo-szara aż do srebrzysto-białej; niekiedy magnetyczna. C. wł. 17 do 18, gęstość pl. czystej, przekutej, sięga aż do 21·23. — Skł. chem.: platyna, ale zawsze z domieszką żelaza i niewielkimi ilościami metali platynowych, o których niżej. W pł. dm. nietopliwa, topi się wszakże w płomieniu gazu piorunującego; rozpuszczalna w królewskiej wodce.

Występ. Pierwotnem złożem platyny na Uralu są skały masowe, jak perydotyty, gabro-dyoryty, porfiryty i in., zwłaszcza zaś skała oliwinowo-chromitowa na górze Sołowiowej koło Niżnie-Tagilska, gdzie pl. osadzona jest w drobnych ziarnkach; zwykle jednak znajduje się w pokładach wtórnych. W żyłach kwarcowych, częstokroć ze złotem, jak to podaje Boussingault i Jervis dla Nowej Granady, Helmersen zaś dla Berezowska na Uralu.

Towarzyszami platyny w piaskach są: złoto, chromit, magnetyt, cyrkon, korund, rzadziej dyament, często iryd, osmo-iryd, palad. Najbogatsze kopalnie posiada Ural, gdzie odkryto platynę w r. 1822 koło Niżnie-Tagilska, Bisierska, Kuszwińska, Newjańska. Po raz pierwszy znaleziono platynę w r. 1735 w obwodzie Choco w Stanach Wolnych Kolumbijskich, skąd przez Ulloa została przywieziona do Europy; jest także w Brazylii, na St.-Domingo, w Kalifornii, na Borneo. Drobne ilości dostrzeżono również w Europie zachodniej, nad Renem, w Irlandyi, Francyi i t. d.

Użyt. Z platyny surowej otrzymuje się popierwsze platyna czysta, będąca nieocenionym materiałem na naczynia chemiczne, a to dla swej oporności względem ognia i kwasów, a powtórnie metale takie, jak iryd, osm i t. p. Ogólna produkcja Uralu wynosiła w r. 1897 około 345 pudów, t. j. około 5500 kilogramów; za pud płacono 10300 rub.

. Etym. Hiszp. plata, srebro; zdrob. i pogardl. platina, sreberko, dla niskiej początkowo ceny. U *Kbuka*: „platyna, albo białe złoto“.

Razem z platyną w Niżnie-Tagilsku znajduwane są również ziarnka platyny żelazistej z zawartością żelaza, dochodzącą aż do 19 proc.; c. wł. 14 do 15. Prócz tego w kilku kopalniach, jako zmienni towarzysze platyny, występują minerały, będące rzadkimi pierwiastkami: iryd, podobnie jak pl. żel., regularny, tw. 6 do 7, c. wł. 22; oraz platynoiryd o c. wł. 17; dalej osmo-iryd (newjańskit *Haidingera*), heksagonalny, tw. 7, c. wł. 19·4, zawierający, prócz irydu i osmu, jeszcze rod, ruten; również heksagonalny irydo-osm, c. wł. 21, obfitujący w osm (osmek irydu); wreszcie palad, heksagonalny i regularny (dwupostaciowy), tw. 4·5 do 5, c. wł. 12.



## Gromada II. Lampryty.

Nazwa wzięta z grec. λαμπρός, błyszczący; po polsku możnaby ją oddać za pomocą wyrazu blaskot, blaskoty (Linde, I, str. 117, wyd. Lw.). Są to związki arsenu, antymonu i bizmutu z metalami ciężkimi, dalej związki siarki, selenu i teluru z metalami ciężkimi i kruchemi. Przez wypływające stąd własności chemiczne łatwo dają się jako takie odróżniać. Blask mają metaliczny lub dyamentowy. Wszystkie są minerałami żyłowymi, których pochodzenie roztrząsałismy powyżej [217], i tylko nieliczne rodzaje są powstawania odmiennego.

### Rząd 1. Pirytoidy (iskrzyki) <sup>1)</sup>.

Związki arsenu, siarki, rzadziej teluru, antymonu z metalami grupy żelaza (szereg 8), a mianowicie żelazem, kobaltem, niklem, podrzędnie także z miedzią. Wszystkim właściwy jest mocny blask metaliczny; barwami jasnymi i twardością, zawsze przenoszącą 3, różnią się od rządów następnych. Wszystkie są kruche, z wyjątkiem bornitu, wszystkie rysę mają ciemną.

Iskrzyki są najczęściej związkami prostemi, których konstytucja nie została wszakże dotychczas bliżej poznana. Niektóre zaliczają się do sulfosoli, jak chalkopiryt i piryt cynowy (stannin).

Lelingit	FeAs <sub>2</sub> rombowy	0.669 : 1 : 1.233	Skuterudyt	CoAs <sub>2</sub> pirytoedryczny
Arsenopiryt	FeAsS „	0.680 : 1 : 1.191	Smaltyn	CoAs <sub>2</sub> „
Glaukodot	(Fe, Co)AsS „	0.694 : 1 : 1.192	Chloantyt	NiAs <sub>2</sub> „
Markasyt	FeS <sub>2</sub> „	0.7623 : 1 : 1.2167	Sperylit	PtAs <sub>2</sub> „
Nikielin	NiAs heksagonalny	1 : 0.946	Kobaltyn	CoAsS „
Breithauptyt	NiSb „	1 : 0.991	Gersdorfit	NiAsS „
Mileryt	NiAs „	1 : 0.989	Ulmanit	NiSbS regular. tetart.
Piryt magnet.	Fe <sub>7</sub> S <sub>8</sub> „	1 : 0.862	Piryt	FeS <sub>2</sub> pirytoedryczny
Pentlandyt	(Ni, Fe)S regularny		Lauryt	RuS <sub>2</sub> „
Linneit	Co <sub>3</sub> S <sub>4</sub> „		Bornit	Cu <sub>3</sub> FeS <sub>3</sub> regularny
Karolit	CuCo <sub>2</sub> S <sub>4</sub> „		Stannin	Cu <sub>2</sub> FeSnS <sub>4</sub> tetraedryczny
Kuban	CuFe <sub>2</sub> S <sub>4</sub> „		Chalkopiryt	Cu <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> S <sub>4</sub> tetrag. sfenoid. 1 : 0.9856

#### Lelingit.

#### FeAs<sub>2</sub>.

#### Kl. bipiram. romb. (8).

Rombowy. Zwykłemi postaciami są (110), (101), także (011) i (013). Według Schraufa, kąt (110) 62° 20', (013) 46° 10'. Kryształy pojedyncze, skupienia nieforemne o budowie promienistej lub ziarnistej, nieraz rozsiany w złożu. — Łupl. || (001) dość wyraźna, przełam nierówny. Tw. 5 do 5.5. Srebrzysto-biały z odcieniem stalowo-szarym, rysa czarna. C. wł. 7.0 do 7.2.

Chem. Skł.: teor. 27.2 żelaza i 72.8 arsenu, atoli obecne są zawsze drobne ilości siarki. W pł. dm. topi się trudno na kulkę niemagnetyczną, w kolbce daje nalot arsenu. Z zimnego roztworu srebra strąca po 10 minutach kryształki srebra, w ługu bromowym utlenia się powolniej, niż mispikiel, na przystający do powierzchni tlennik żelaza (Lemberg).

Występ. w serpentynach Reichensteinu na Śląsku, w pokładach spatu żelaznego koło Lölling w Karyntyi, w żyłach kruszcowych przybramskich, także

<sup>1)</sup> U *Kluka*: kamienie siarczyste, kizy.

w Andreasbergu i in. m. Lelingit, wietrzejąc, zamienia się niekiedy na dufrenit i skorodyt.

Odm. i synonim. Odmianom z mniejszą zawartością arsenu Zepharovich nadał osobną nazwę leukopirytu (= pirytu białego). Glaukopiryt (= piryt niebieski) *Sandbergera* jest bardzo zbliżony do Löllingitu *Haidingera*. Niem. Arsenikalkies = pol. piryt arsenikalny, *Kumel*.

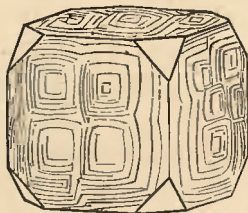
### Smaltyn.

$\text{CoAs}_2$ .

*Kl. 12-ścianu tetr.-pentag. (28)?*

Regularny, najczęściej (100) z (111), (110), rzadziej (211). Według badań Grotha symetria odpowiada hemiedryi pirytoedrycznej, własności jednak termoelektryczne zdają się wskazywać enancyomorfizm. Kostki często pękate, niekiedy jakby napęczniałe i strzaskane; kryształy o budowie skorupowej często skupione w druzy; pospolite są również kształty wiązane i krzewiaste, groniaste i nerkowate, tudzież skupienia nieforemne, ziarniste i zbite. — Łupl. niewyraźna, przełam nierówny. Tw. 5·5. Cynowo-biały lub jasno-stalowo-szary;

barwy naleciałe szare lub pstre, rysa szarawo-czarna. C. wł. 6·4 do 7·3.



Chem. Skł.: teor. 28·2 kobaltu, 71·8 arsenu, w istocie jednak zawiera zawsze drobne ilości siarki, większe — żelaza i niklu. Niektóre rozbiory dają mniej arsenu, niż tego wzór wymaga, co dowodzi nie tylko obecności mieszaniny równopostaciowej żelaza i niklu, lecz także domieszek mechanicznych.

W pł. dm. topi się łatwo na szarą kulkę magnetyczną, wydzielając dymy arsenu; ogrzany mocno w kolbce, wydziela sublimat arsenu, próżony zaś w rurce otwartej — biały nalot bezwodnika arsenawego; w kwasie azotnym rozpuszcza się łatwo, zamieniając się na ciecz czerwoną. Z roztworu srebra strąca od razu srebro metal., w ługu bromowym po 10 minutach działania szlif pokrywa się czarnym osadem nadtlenków kobaltu i niklu (Lemberg).

Wystę. w t. zw. żyłach kobaltowych w towarzystwie kwarcu, nikielinu, bizmutu, pirytu, galeny, kruszców srebra, koło Schneeberga w Saksonii, podobnież koło Marienburga, Annaberga, Johanngeorgenstadtu, Jachimowa; z barytem i in. m. koło Riechelsdorf, Bieber; ze spatem żelaznym i kruszcami miedzi w pobliżu skał gabrowych w Dobszynie na Węgrzech i t. d.

Wietrzejąc, pokrywa się powłoką kwiatu kobaltowego (erytrynu).

Etym. i syn. Smaltine *Beudanta*, od smalt, smalta, farba, zw. błękitem kobaltu. Weisser u. grauer Speiskobalt *Wernera* = kobalt biały i szary, *Drzew*.

O krystalizacji smaltynu ważne prace ogłosili Naumann (Pogg. Ann., t. 31), G. v. Rath (Zeitschr. f. Kryst., t. I), Groth (Min. Samml. d. Univ. Strassburg). Ponieważ należące tutaj minerały tworzą mieszaniny izomorficzne, przeto niepodobna ich ściśle odgraniczyć od następującego niżej chloantytu. Minerałem, mającym skład smaltynu, lecz symetrię rombowa, jest safloryt Breithaupta (niem. Saflor, krokosz), inaczej spatyopirynt *Sandbergera* (σπαῖς, łopatką), pirynt żelazisto-kobaltowy (niem. Eisenkobaltkies tegoż). Zalicza się tu również napotykaný niekiedy smaltyn przecikowaty; substancji  $\text{CoAs}_2$ , musimy więc przypisać dwupostaciowość. Pirynt bizmutowo-kobaltowy (= niem. Wismutkobaltkies *Karstena*) z Schneeberga jest smaltynem, zawierającym domieszkę bizmutu. Skuterudynt *Haid*, inaczej pirynt teseralny (= niem.

Tesseralkies tegoż) o postaciach pirytoedrycznych, ma skład, odpowiadający wzorowi  $\text{CoAs}_3$ . Skutterud pod Modum w Norwegii.

**Chloantyt.** $\text{NiAs}_2$ .*Kl. 12-ścianu tetr.-pentag. (28)?*

Postaci i wiele wł. fizycz. smaltynu, z którym go dawniej łączono. C. wł. 6·4 do 6·8.

Chem. Skł.: teor. 28·2 niklu, 71·8 arsenu, wszakże zawiera statecznie trochę żelaza i kobaltu. W pł. dm. wydaje dymy arsenu, na węglu pozostawia bezwodnik arsenawy, długo żarzy się i daje kruchą kulkę metaliczną; w kwasie azotnym rozpuszcza się i tworzy roztwór zielony. W ługu bromowym utlenia się bardzo trudno, z roztworu srebra strąca metal (Lemberg).

Występowanie takie samo jak smaltynu. Najczystsze okazy pochodzą z Riechelsdorfu, Grosscamsdorfu, Allemontu. Powierzchnie zwietrzałe pokryte są kwiatem niklowym (annabergitem).

Etym. i synonim. Chloanthit *Breithaupt*, z grec.  $\chi\lambda\omicron\alpha\nu\theta\acute{\iota}\varsigma$  zielonawy; piryt niklowy biały (= niem. Weissnickelkies).

Chloantyt ma również swojego zastępcę różnopościowego w ramelsbergicie, który, posiadając tenże sam skł. chem., krystalizuje się rombowo. Schneeberg, Riechelsdorf, Wittichen. Pirytem platynowym jest sperylit,  $\text{PtAs}_3$ , o postaci pirytoedrycznej i c. wł. = 10·6 Kopalnie Vermillion, okr. Algoma, Kanada.

**Nikielin.** $\text{NiAs}$ .*Kl. piram. dytryg. (20).*

Heksagonalny. Rzadko zdarzające się kryształy narosłe wykazują piramidę heksagonalną i ścianę wierzchołkową; przez pewną jednak analogię do wurcytu i grenokitu zaliczone przez Grotha do tetartoedryi hemimorficznej. Kąt ( $10\bar{1}1$ )  $93^\circ 10'$ . Zwykle w skupieniach nieforemnych, ziarnistych lub zbitych, lecz także w kształtach siatkowatych, drzewiastych.

Lupl. ledwie dostrzegalna, przełam muszłowy lub nierówny. Tw. 5·5. Jasno-miedziano-czerwony, naleciałości czarniawe. Rysa brunatno-czarna. C. wł. 7·4 do 7·7.

Chem. Skł.: teor. 43·6 niklu i 56·4 arsenu z domieszką antymonu i siarki. W pł. dm. na węglu topi się, wydzielając dymy arsenu, i daje kulkę metalu białą a kruchą; rozpuszcza się w stężonym kwasie azotnym, przyczem strąca się kw. arsenawy. Roztwór zielony. W ługu bromowym po 20 minutach działania prawie się nie zmienia, z roztworu srebra strąca metal natychmiast (Lemberg).

Występowaniem nie różni się od smaltynu, atoli ukazuje się w ilościach mniejszych; ładne kryształy pochodzą z Sangerhausen; pięknych okazów krystalicznych dostarczał dawniej Schladming; po za tem znajduje się we Freibergu, Schneebergu, Annabergu, Reichelsdorfie i in. m. Wietrzejąc, przeobraża się w kwiat niklowy. Jest to najważniejszy i najbardziej rozpowszechniony kruszec niklu.

Synonim. Nickeline *Beudanta*; niem. Rothnickelkies = piryt niklowy czerwony; niem. Arseniknickel = Nickel arsenicale *Hauyego* = nikiel arsenikalny *Kumel.*, n. arsenikowy *Drzew.*; niem. Kupfernickel (dla koloru miedzi) = miedziokrusz *Kluka* (?).

Smaltyn, chloantyt, nikielin statecznie sobie towarzyszą w żyłach kruszcowych, tworząc t. zw. przez *Breithaupt* formację kobaltową. Liczne i w kwarc



obfitujące żyły łupków krystalicznych w Schneebergu, jak również żyły w Marienbergu, Annabergu, Jachimowie, Johanngeorgenstadzie wykazują godną uwagi paragenezę z kruszcami srebra arsenowemi, które stale są utworami młodszemi. Podobne stosunki panują też pod Wittichen w Szwarewaldzie (Czarnym Lesie).

W Schladmingu żyły kobaltowe przecinają pokłady żyłowe tetraedrytu i pirytu, przyczem w miejscach przecięć zubożają się w kruszec. Przykładem występowania w skałach osadowych są żyły kobaltowe w Riechelsdorf i Bieber, przerzynające w liczbie mnogiej łupki gliniaste miedzionośne i kryjące w sobie baryt, jako charakterystyczny minerał żyłowy.

Kruszce kobaltu i niklu stanowią oddawna przedmiot troskliwych zabiegów górnictwa i hutnictwa. Z początku, po wyprażeniu, topiono je z zaprawą szklistą, która, przybierając tlenek kobaltu, zabarwiała się na czarno-niebiesko, a po sproszkowaniu i odszlamowaniu dawała smaltę. Tej używano naprzód jako farby nieprzezroczystej, następnie zaś jako ogniotrwałej polewy i emalii. Pozostałą i pozbawioną kobaltu resztę przerabiano na nikiel. W r. 1845 smalta została wypartą przez daleko żywszy w kolorze ultramaryn, tak, że obecnie kruszce pomienione przerabiane są przeważnie na nikiel metaliczny. Otrzymywanie tego ostatniego jest czynnością dość utrudnioną, skutkiem czego dawniej nigdy nie otrzymywano niklu zupełnie czystego. Odkąd znaleziono krzemian niklu (garnieryt) w Nowej Kaledonii, zaczęto wyrabiać nikiel czysty, będący metalem kowalnym, przydatnym na wyrób sprzętów i naczyń. Poprzednio używano niklu, jako domieszki do stopów metalicznych miedzi i cynku, znanych pod nazwą nowego srebra (nejzylber, argentan) i pakfongu (Packfong). Z chwilą zaprowadzenia w niektórych państwach monety niklowej (aliaż 1 cz. niklu z 3 cz. miedzi), zapotrzebowanie niklu poczęło wzrastać, a zwiększyło się jeszcze bardziej, gdy wynaleziono sposób niklowania wyrobów żelaznych i cynkowych. Alfenid jest nejzylbrem, zawierającym 1 do 2 proc. srebra, tak samo jak srebro chińskie, peruwiańskie, alpaka. Srebro Tiersa (Tiers-argent) składa się z 63 cz. nejzylbru i 27 cz. srebra.

Równopostaciowy z nikielinem jest Andreasberski breithauptyt. Kąt ( $10\bar{1}1$ )  $93^{\circ} 4'$ . Skł. chem.: NiSb. Do pirytów, zawierających miedź i antymon, należy też horsfordyt  $\text{Cu}_6\text{Sb}$  z Mytyleny w Azji Mniejszej. Domeykit (konduryt) jest arsenkiem miedzi  $\text{Cu}_3\text{As}$ , występującym przeważnie w Chili i Meksyku. Pokrewne mu są: algadonit  $\text{Cu}_6\text{As}$ , witneit  $\text{Cu}_9\text{As}$ , tudzież identyczny z tym ostatnim darwinit.

### Arsenopiryt, mispikiel.

$\text{FeAsS}$ .

*Kl. bipiram. romb. (8).*

Rombowy. Najzwyczajniejsze postaci  $M=(110)$  i  $r=(014)$  tworzą krótkie kryształy (fig. 1) lub wydłużone słupy (fig. 2), na których prócz tego występuje podrzędnie  $g=(101)$ . Ściany prążkowane w sposób, wskazany na figurach niżej podanych. Dwojaki pospolite według  $(101)$ , jak na fig. 3, rzadziej według  $(110)$ . Wielkości kątów chwiejne, zależne od miejscowości i mieszaniny. Miller podaje  $(110)$   $68^{\circ} 48'$ ,  $(014)$   $33^{\circ} 32'$ ,  $(011)$   $100^{\circ} 38'$ ,  $(101)$   $120^{\circ} 48'$ . Kryształy narosłe, pojedyncze; zwykle skupione w druzach, lecz i luźne, powstałe w zawieszeniu; niekiedy agregaty pręcikowate o powierzchni krzywej, często masy nieforemne, ziarniste.

Lupl. || (110) niezbyt wyraźna. Przełam nierówny. Tw. 5·5 do 6. Srebrzysto-biały — jasno-stalowo-szary, barwy naleciałe żółte lub szare, rysa czarna. C. wł. 6 do 6·2.

Chem. Skł.: teor. 34·4 żelaza, 46·0 arsenu i 19·6 siarki. Rozbiory różnią się niekiedy znacznie od tych liczb; niektóre z należących tu minerałów, przybierając do składu swego kobalt, tworzą przejścia do glaukodotu. W niektórych złożach m. zawiera drobną domieszkę srebra lub złota. W pł. dm. na węglu daje kulkę brunatną lub czarną magnetyczną; ogrzany w kolbce, wydziela nalot podwójny, naprzód brunatny siarku arsenu, później — czarny arsenu metalicznego; w kwasie azotnym rozkłada się z wydzieleniem siarki i trochy kwasu arsenawego. Ogrzany w roztworze srebra do 75°, pokrywa się nalotem błękitno-fioletowym; w ługu bromowym utlenia się prędko i daje  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , dobrze przystający do powierzchni (Lemberg).

Fig. 1.

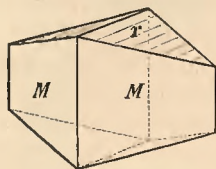


Fig. 2.



Fig. 3.

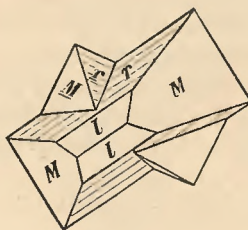
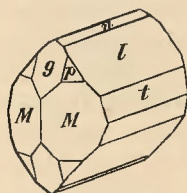


Fig. 4.



Występ. Arsenopiryt jest minerałem rozpowszechnionym w wielu bardzo żyłach kruszcowych. Jest on zwykłym towarzyszem pokładów cynowych; pospołu z kruszcami srebra często występuje w żyłach Freiberga, Bräunsdorfa i in. m.; z galeną w żyłach Sali, z blendą w żyłach Rodny, z kruszcami kobaltu i niklu koło Skutterud w Norwegii, pod Chatham w Connecticut; osadzony w serpentynie koło Raichensteinu; w łupkach gliniastych w pobliżu rud miedzi koło Mitterberga; w wielu miejscach tworzy najściślejsze częstokroć mieszaniny z pirytem. Pod wpływem atmosferyliów przeobraża się w skorodyt, a częściej jeszcze w pittycyt.

Synonim. Arsenopyrit *Glockera*; Mispuckel, *Agricola* (1546) = Mispickel *Henckels* = białokrusz *Kluka*. Dziś. niem. Arsenkies = Arsenikkies *Wernera* = kizel arsenikowy *Kluka* = piryt arsenikowy *Drzew.* = krusz arsenikalny *Lab.*

Plinian *Breithaupt* jest arsenopirytem, geieryt tegoż zawiera więcej arsenu i zbliża się raczej do lelingitu. Danaït (mispickiel kobaltowy), którego kryształy wykazują częstokroć kombinację, podaną na fig. 4, gdzie  $p = (111)$ ,  $t = (031)$ ,  $n = (012)$ , stanowi przejście do glaukodotu.

### Kobaltyn.

$\text{CoAsS}$ .

Kl. 12-ścianu tetr.-pentag. (28)?

Kryształy, powstałe w zawieszeniu i osadzone w chalkopirycie, mają postać pirytu; masy ziarniste nieforemne są mu również właściwe.

Lupl. || (100) wyraźna. Tw. 5·5. Blask mocny, barwa czerwonawa, srebrzysto-biała; nalot szary; rysa szarawo-czarna. C. wł. 6·0 do 6·1.



Chem. Skł.: teor. 35·5 kobaltu, 45·2 arsenu, 19·3 siarki, wszakże zawsze zawiera trochę żelaza. W pł. dm. topi się, wydając dymy arsenu, na kulkę szarą, słabo magnetyczną; w kolbce zwierciadła arsenowego nie daje; w rurce otwartej mocno ogrzany, wydziela dwutlenek siarki i tworzy nalot kwasu arsenawego; kwas azotny zamienia go na roztwór czerwony, z wydzieleniem siarki i kwasu arsenawego. Względem roztworu srebra zachowuje się bardzo opornie; w ługu bromowym utlenia się w ciągu 5 — 10 minut i daje dobrze przylegający czarny osad tleniku kobaltu (Lemberg).

Tworzy składy w łupkach krystalicznych pospołu z pirytem, chalkopirytem, także magnetytem, obok kwarcu, amfibolu, miki i t. p. Tunaberg i Vena w Szwecyi, Skutterud w Norwegii, też koło Querbach, Siegen i t. d. Wietrząc, pokrywa się kwiatem kobaltowym; jest to jeden z najbogatszych kruszców kobaltu (porówn. smaltyn).

Synonim. Cobaltine *Beudanta*; kobaltokrusz *Kluka*. Glanzkobalt *Wern.* = późn. Kobaltglanz = kobalt błyszczący *Drzew.* = błyszcz kobaltu *Łab.* „Pod imieniem kobold dawni górnicy niemieccy rozumieli złego gór ducha, jako też wszystko to, co jego dziełem byź sędzili, to jest: rudy kruszczowe i t. p., nie dające się na czyste metalle wyrabiać, ani też same przez się do czego służyć“. *Kumelski*.

Glaukodot *Breithaupt*, rombowy i równopostaciowy z arsenopirytem, ma skład kobaltynu bogatego w żelazo. Znajduje się koło Hakansbo w Szwecyi, Valparaiso w Chili. *Danait* łączy go z arsenopirytem. *Aloklas* *Tschermaka* jest glaukodotem z Orawicy, zawierającym bizmut. — Etym.: glaukodot — *γλαυκός* niebieski; alloklas — *ἄλλος* inny. *κλαίειν* łupać, niby że łupl. ma inną, niż arsenopiryt.

### Gersdorffit.

*NiAsS.*

*Kł. 12-ścianu tetr.-pentag. (28)?*

Postaci kryształów również pirytoedryczne, ale zwykłą komb. jest tu (111) i (100); najczęściej wszakże skupienia nieforemne o budowie ziarnistej.

Łupl. || (100) dość wyraźna, przełam nierówny. Tw. 5·5. Srebrzysto-biały z odcieniem stalowo-szarym, barwy naleciałe szarawo-czarne. Rysa szaro-czarna. C. wł. 6·0 do 6·7.

Chem. Skł.: teor. 35·1 niklu, 45·5 arsenu, 19·4 siarki, zawsze z domieszką żelaza i kobaltu, zastępujących nikiel. W kolbce rozpryskuje się; ogrzewany mocniej, daje brunatny nalot siarku arsenu. W pł. dm. topi się na kulkę, wydając dymy arsenu, w rurce zaś szklanej — kwas siarkawy i arsenawy. Rozpuszcza się w kw. azotnym z wydzieleniem siarki i kw. arsenawego. Rozczyn zielony. Potraktowany roztworem srebra w temp. 70° zabarwia się na ciemno-niebiesko w ciągu 3-ch minut, z roztworu zimnego strąca srebro metaliczne. Ług bromowy zaledwie po kwadranse działania wywołuje czarny osad tleniku niklu (Lemberg).

Znakomite jego łożyska posiada Loos w Szwecyi, Schladming w Marchii Styryjskiej, gdzie towarzyszy mu nikielin; Lobenstein w Saksonii, Harzgerode na Harcu, gdzie występuje w zespoleniu z ulmanitem, Müsen.

Synonim. Gersdorffit *Löwego*. Niem. Arseniknickelglanz (po cz.) = pol. błyszcz arsenoniklowy; niem. Nickelarsenikies = pol. arsenopiryt niklowy; Nickelglanz (po cz.) = = błyszcz niklu *Łab.*

Korynit *Zepharovicha*, krystalizujący się w ośmiościany regul., zawiera antymon i stanowi przejście do ulmanitu. Olsa w Karyntyi (*Καρβύνη* = maczuga). *Wolfachit Sandbergera* tegoż składu, ale rombowy. *Wolfach* w Badenie.



**Ulmanit.***NiSbS.**Kl. 12-ścianu tetr.-pentag. (28).*

Regularny. Według Miersa, ze względu na bliźniaki, tetartoedryczny. Kryształy wykazują zwykle (100), (111), także  $\pi$  (210), niekiedy tworzą dopełniające się bliźniaki; ośmiościan o krawędziach przewężistych, jak na dyamencie. Zwykle jednak niekształtny i rozsiany, budowa ziarnista.

Lupl. || (100) wyraźna, przełam nierówny. Tw. 5 do 5·5. Ołowiano- lub stalowo-szary; barwy naleciałe szaro-czarne, ale i pstre. C. wł. 6·2 do 6·5.

Chem. Skł.: teor. 27·4 niklu, 57·5 antymonu, 15·1 siarki, niekiedy z arsenem. W pł. dm. na węglu topi się, wydając dymy antymonu, w rurce szklanej daje nalot biały. Rozkłada się w stężonym kw. azotnym, w wodce królewskiej rozpuszcza się za wydzieleniem siarki; roztwór zielony. Ług bromowy po kwadransie działania nagryza go nadzwyczaj mało. Traktowany roztworem srebra w ciągu 5-ciu minut w temp. 70°, zabarwia się stalowo-niebiesko i strąca jednocześnie trochę srebra (Lemberg).

Znajduje się razem z blendą i chalkopirytom w okół. Freusburga w Nassau; koło Harzgerode i Lobenstein; pod Waldenstein w Karyntyi.

Gersdorfit i ulmanit, o ile występują w ilościach znacznych, są przetwarzane na nikiel.

Etym. i synonim. Ullmannit, *Fröbel*, na cześć J. C. Ullmanna (1771—1821). Niem. Antimonnickelglanz = pol. błyszcz antymonikłowy = krusz antymonikłu *Lab.*

**Piryt.***FeS<sub>2</sub>.**Kl. 12-ścianu tetr.-pentag. (28).*

Jest najpospolitszym minerałem z całej gromady. Bardzo często w kryształach, które przez długi czas uważano za wybitny przykład hemiedryi pirytoedrycznej (równoległościennej). Ze względu wszakże na wł. termoelektryczne i domniemaną równopostaciowość z ulmanitem, Groth zalicza go do kl. enancyomorficznej razem z innemi pirytami regularnemi (smaltynem, kobaltynem, chloantytem i t. d.). Na kryształach przeważa bądź sześcian, bądź ośmiościan i pirytoedr  $\pi$  (210), lub też postaci te występują samodzielnie, podobnie jak 12-ścian podwójny  $\pi$  (321). Dopełniające się bliźniaki dwóch pirytoedrów, zwane dwojakami krzyża żelaznego, zdarzają się dość często, porówn. fig. 210 na str. 97. Liczba postaci pojedynczych i połączonych jest bardzo wielka. Według dostrzeżeń Stelli, Strüvera (Atti Acad. Torino 1869), Grotha i in., odrozmiono 25 rozmaitych pirytoedrów, 9 24-ścianów deltoidowych, 4 ośmiościany piramidalne i 28 24-ścianów podwójnych. Niektóre przykłady kombinacji są podane na załączonych poniżej figurach, przedstawiających kryształy z Elby i Traverselli. Fig. 1 jest połączeniem (100) z  $\pi$  (210); fig. 2 jest (111), skombinowanym z  $\pi$  (210); fig. 3 przedstawia zespolenie  $\pi$  (210) z  $\pi$  (421). Znak tego ostatniego wyprowadza się z pasów [001 : 210] i [100 : 021]. Na fig. 4 mamy (100) i (111) z  $s = \pi$  (321); fig. 5 jest połączeniem dwu ostatnich postaci z przeważającym  $\pi$  (210); fig. 6 wyobraża kombinację bardziej złożoną, w której, prócz sześcianu i ośmiościanu, biorą jeszcze udział postaci:  $e = \pi$  (210),  $t = \pi$  (421) i  $n = (211)$ .

Ściany kostki bywają częstokroć zbróždzone równolegle do krawędzi naprzemianległych (porówn. fig. 233 na str. 111), podobnie jak ściany pirytoedru, którego prążki biegną równolegle do krawędzi kombinacyjnych z sześcianem;

na ścianach ośmiościanu również daje się dostrzegać bródkowatość równoległa do krawędzi kombinacyjnych z pirytoedrem. Pod wpływem kwasu azotnego powstają figury wytrawień, rozciągnięte w kierunku prążkowatości i wykazujące charakter pirytoedryczny także na ścianach  $(111)$  i  $(100)$ . Kryształy powstałe w zawieszeniu miewają nieraz dość wielkie rozmiary, jak np. okazy, pochodzące z Elby i Kornwalii. Kryształy zeszcpeczone przybierają niekiedy postać sztabek lub krzyżyków, tę ostatnią odpowiednio do wspomnianych powyżej dwojaków dopełniających się, czyli na krzyż przerosłych. Często zdarzają się kryształy, zespolone w druzy, a dalej kształty kuliste, groniaste, nerkowate, najczęściej jednak bryły nieforemne o budowie ziarnistej. T. zw. powierzchnie zwierciadlane, czyli uskokowe (pancerze), są w szczelinach zjawiskiem dość pospolitem.

Fig. 1.

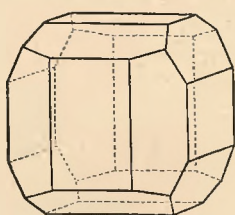


Fig. 2.

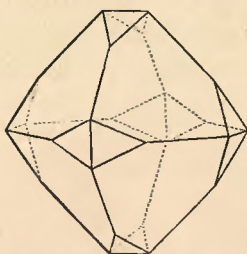


Fig. 3.

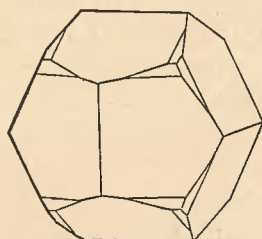


Fig. 4.

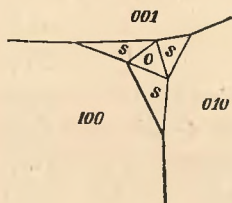


Fig. 5.

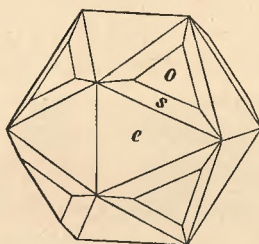
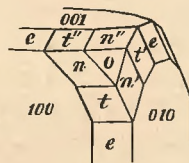


Fig. 6.



Przełam osobników muszlowy, łupliwość kostkowa zaledwie dostrzegalna. Twardość kryształów większa, niż pirytów pospolitych ziarnistych, mianowicie 6 do 6,5, a więc nieco przewyższa twardość feldspatów. Barwa spizowo-żółta, jasno-żółta z odcieniem szarawym, niekiedy nieco mocniejsza; na powierzchni barwy naleciałe brunatne, rzadziej pstre. Rysa brunatno-czarna.

Elektr. Piryt przeprowadza wprawdzie elektryczność, wszakże stawia prądowi opór silny. Zachowanie się względem elektryczności cieplnej zmienne: odróżniono dwa osobne termoelektryczne rodzaje kryształów—stąd wniosek o ich éwiartkowatości i enancyomorfizmie. Magnetyzm nader słaby, gdyż tylko bardzo uczulone igły magnesowe wykazują nieznaczne odchylenie; względem elektromagnesu piryt zachowuje się paramagnetycznie.

C. wł. 4·9 do 5·2. Gęstość czystego pirytu Zepharovich oznacza na 5·185.



Chem. Skł.: teor. 46·67 żelaza i 53·33 siarki, atoli zawiera często drobne domieszki niklu, kobaltu, miedzi, cyny, arsenu, także talu, dalej ślady złota i srebra. W kolbce daje nałot siarki, przyczem pozostaje FeS. W pł. dm. zapala się i pali płomieniem niebieskim, również pozostawiając substancję, odpowiadającą pirytowi magnetycznemu. W kwasie azotnym rozpuszcza się, wydzielając siarkę; kw. solny jest prawie bez działania. Zarówno pod wpływem ługu bromowego jak roztworu srebra zmienia się bardzo powoli, tak, że przez to może być z łatwością wyróżniony wśród innych minerałów podobnych. Ług zabarwia go na kolor miedziano-czerwony, przyczem bardzo stopniowo osiada  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Ogrzany z roztworem srebra do  $70^\circ$ , przybiera barwę czerwonawą z odcieniem fioletowym; na zimnie strąca nieco srebra (Lemberg). Sztucznie odtworzono go zarówno na drodze suchej, jak mokrej.

Rozpowsz., wystę p. i powsta w. Piryt jest rodzajem minerałów nadzwyczajnie rozpowszechnionym, występującym nie tylko w żyłach, lecz także jako część składowa wszystkich niemal gatunków skalnych. (Henckel w swej Historii pirytu 1725, nazwał go „Jaßiem wszędobylskim“ — „Hanns in allen Gassen“). Zmienność paragenezy jest dowodem różnorodności powstawania, na którego podstawie dałoby się odróżnić wiele gatunków. Jest on zwykłym towarzyszem żył kruszcowych, nawet cynowych, które w ogóle nie obfitują w siarki, a dalej — wielu też żył mineralnych. Wszędzie, gdzie związki siarki występują gromadnie, jest on jak u siebie w domu, bądź jako utwór pierwotny, bądź jako pośredni osad, tworzący pseudomorfozy po pirycie magnetycznym, np. w żyłach Przybramu i Rodny; po chalkopirycie i arsenopirycie w żyłach Freiberskich; po argentycie, stefaniecie, pirargirycie, prustycie, jak we Freibergu i Jachimowie. W złożach przybramskich tworzy on powłoki na barycie lub wypiera go doszczętnie, w innych żyłach — próżne wewnątrz skorupy o postaciach fluorytu, kalcytu i t. p. Jako minerał żyłowy, a równocześnie jako niewątpliwy osad wznoszących się źródeł, znajduje się w rurach dopływowych niektórych cieplic, np. w Niemieckim Altenburgu wraz z kalcytem, koło Akwizgranu i t. d. W pokładach magnetytu koło Traverselli, błyszczu zaś żelaznego na Elbie tworzy ładne druzi lub pięknie wykształcone luźne kryształy, te ostatnie również w t. zw. micy żelaznej, osadzonej w pokładach syderytu koło Waldensteinu w Karyntyi.

W łupkach krystalicznych jest on rozpowszechniony już to w postaci kryształów zawieszonych, już w masach nieforemnych, tworzących soczewice i składy, lub też przejmujących skałę w postaci drobnych żyłek. Wiernym jego towarzyszem jest tutaj kwarc, zwłaszcza jeśli zawiera złoto. Tworzy pokłady samoistnie lub wspólnie z chalkopirytem oraz pirytem magnetycznym, jak w Smolniku na Spizu, koło Trondhjem w Norwegii, Ducktown nad jez. Tenessi, często też — tylko wsiaki (str. 294). Podobnie, aczkolwiek skąpiej, jest rozpowszechniony w filitach i innych łupkach osadowych dawniejszych. Tu częstokroć bywa rozsiany równomiernie, jako nieistotna część składowa, lub też przejmuje skałę w postaci subtelnych wsiaków. Jemu to przypisujemy niebieskawe zabarwienie wielu glin i wapniaków. W utworach nowszych, w glinie i marglu, tworzy często konkrety, t. zw. orzechy marglowe, oraz kryształy luźne i grupy. Bardzo często powstawanie jego wiąże się z obecnością szczątków roślinnych w węglach



dawnych i brunatnych, rzadziej w torfie; dalej zastępuje często substancje organiczne w skruszeniach roślinnych, niekiedy także w skorupach amonitów i t. p. Powstawanie wszystkich tego rodzaju utworów sprowadza się do procesów oddleniających (str. 317), które czynią zrozumiałą obecność pirytu w błotach i szlamach niedawno powstałych. Częstym nowotworem jest on także w zwietrzałych skałach wybuchowych, zwłaszcza tam, gdzie odbywa się wydzielanie siarkowodoru, a więc w solfatarach.

Zmiany, jakim pirit podlega, należą do zjawisk wietrzenia. W dostępie wolnego powietrza przeistacza się on w siarczan żelaza i wolny kwas siarczany (str. 319), który niszczy znajdujące się w pobliżu substancje organiczne, obecny w sąsiedztwie spat wapienny zamienia na gips, glinę rozkłada i tworzy siarczan glinu i t. d. Łupki gliniaste, przejęte pirytem, t. zw. łupki ałunowe, bywały przeto po zwietrzeniu używane dawniej do fabrykacji ałunu. Co jest przyczyną nadzwyczaj szybkiej wityrylizacji niektórych okazów, dotychczas nie wiemy. Często z wityrolu tworzy się podrzędnie żółty zasadowy siarczan żelaza tlennikowego, przypominający „misy“. Pod wpływem wody, zawierającej tlen, i w obecności węglanów pirit przeobraża się w getyt (str. 323), a następnie w hematyt. Pospolite są kryształy, ujęte w skorupę brunatną, wewnątrz zaś pozostające świeżemi. Wietrzenie postępuje tu nieraz oddzielnymi warstwami lub wogóle odbywa się prawidłowo (Blum, Pseudom., dodat. 3, str. 184; E. Geinitz, Jahrb. f. Min., 1876, str. 478).

Użyt. Pirit używa się do fabrykacji kwasu siarczanego, a także siarki, przyczem pozostałość, składająca się z tleniku żelaza ma zastosowanie jako farba lub środek polerujący (caput mortuum), wreszcie jako dodatek w niektórych procesach hutniczych. Odbudowa pirytu prowadzi się nieraz ze względu na domieszki chalkopirytu oraz zawartość złota. Największe kopalnie pirytu istnieją w Hiszpanii, nad Rio Tinto. Dawniej używano go także jako skałki do broni palnej zamiast krzemienia, co zdaje się pozostawać w związku z nazwą pirytu, jakkolwiek starożytni pod *πυρίτης* rozumieli naprzód krzemień, a powtóre pirit właściwy, którego wszakże nie odróżniali od chalkopirytu.

Etym. i synonim. *Πυρίτης Dioskor.* = Pyrites *Plin.* — od *πῦρ* ogień = pol. iskrzyk *Rzqcz.* (1721); wcześniej u *Siennika* (1568) w znaczeniu karbunkułu. Pyrit. *Henckel* (1725). Niem. Eisenkies = pol. pirit żelazny *Drzew.* Iskrzyk złocisty *Lah.*

Interesującym ze względu na zawartość rutenu jest pirytoedryczny lauryt  $\text{RuS}_2$ , odkryty przez *Wöhlera* między ziarnkami platyny, pochodzącej z Borneo. Tw 75, c. wł. 699.

### Markasyt.

$\text{FeS}_2$ .

*Kl. bipiram. romb.* (8).

Napotykanie często kryształy rombowe mają wygląd po części pryzmatyczny, po części zaś tabliczkowaty. Postaci zwykle są:  $M = (110)$ ,  $l = (011)$ ,  $P = (001)$ , dalej  $r = (013)$ ,  $g = (101)$ ,  $c = (111)$ . Kombinacje są bardzo podobne do postaci arsenopirytu, a kształty tego ostatniego, podane na fig. 1 i 2 (str. 363), są również właściwe i markasytowi. Atoli kąty różnią się dość wybitnie:  $(110)$   $73^\circ 55'$ ,  $(011)$   $99^\circ 40'$ ,  $(101)$   $115^\circ 8'$ , według *Millera*. Ściany  $P$  i  $r$  są zwykle prążkowane równolegle do ich krawędzi kombinacyjnych. Utwory bliźniacze dwojakiego rodzaju: w jednych pł. bliźniacza jest  $(110)$ , w drugich—

(101). Pospolite są też grupy kryształów kuliste, nerkowate, naciekowe i odpowiadające im skupienia promieniste.

Lupl. niewyraźna || (110). Przełam nierówny, twardość pirytu, ale c. w ł. odmienny 4·65 do 4·88. Gęstość czystego markasytu 4·80, według Juliena. Barwa jasna, spiżowo-żółta z odcieniem szarym lub zielonym, a więc jaśniejsza i nie tak czysta—jak pirytu; barwy naleciała czynią go matowym i szarym. Rysa ciemna, zielonawo-szara.

Fig. 2.

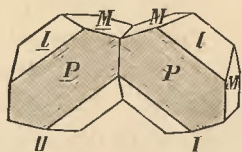


Fig. 1.

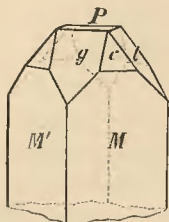


Fig. 5.



Fig. 3.

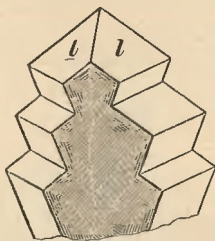


Fig. 4.

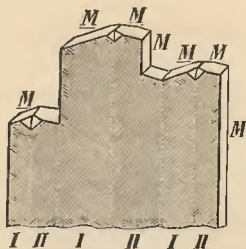
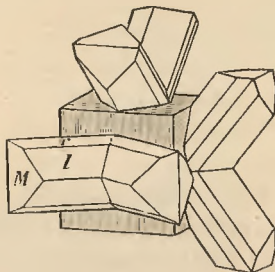


Fig. 6.



Chem. Pod względem chemicznym markasyt zgoła nie różni się od pirytu, tak, że substancji  $\text{FeS}_2$  musimy przypisać dwupostaciowość, a to tem bardziej, że kryształki markasytu dają się, według Doeltera, otrzymywać sztucznie z gorących roztworów. W ługu bromowym i roztworze srebra zachowuje się podobnie jak pirit, ale obydwa te odczynniki działają nań prędzej (Lemberg).

R o z p o w s z. Występowanie jest prawie takie samo, jak pirytu, wszakże nie spotykamy go tak często w skałach masowych i łupkach krystalicznych, lecz przeważnie w żyłach, np. w Clausthal, w Szczawnicy Węgierskiej (Schemnitz), Freibergu. Tamże występuje często w postaci szczotek i druz, złożonych w części z kryształów pojedynczych, w części zaś z utworów bliźniaczych. Dwojaki proste według (110), jak na fig. 2, nie są częste; bliźniaki wielokrotne, fig. 4, zwane są pirytem grzebieniastym. Skupienia pręcikowate i włókniste otrzymały nazwę p. promienistego. Utwory wtórne są pseudomorfozami po tych samych minerałach, które wymieniliśmy przy piryście; budowa ich jest zwykle zbita, wejrzenie półmetaliczne, blask słaby — p. wątrobowy.

W skałach osadowych zastępuje substancje organiczne bodaj częściej od pirytu, tworzy też w nich konkretne i kształty naciekowe, jak również kryształy, zrastające się nakształt bliźniaków kolankowych, fig. 3, których śpiczaste wierzchołki składają się z czterech osobników, spojonych ścianami 110 i  $\bar{1}\bar{1}0$ , dalszy



zaś ciąg zrostu jest tylko wielokrotnem powtórzeniem tegoż czworaka. Te i tym podobne utwory, zwane p. oszczepowym, w postaciach wyjątkowo pięknych znajdują się koło Litmicy i Starego Sedla w Czechach; pod Folkestone w Anglii są osadzone w glinie. Markasyty czeskie nader często zrastają się w sposób prawidłowy i bardzo wyraźny z pirytem. Ten ostatni układa się jedną ścianą kostki równoległą do ściany  $P$  markasytu, drugą zaś równoległą do ściany  $110$  tegoż minerału, fig. 5. Na mocy drugiego prawa, dostrzeżonego przez Sadebecka (Ann. Chem. Phys., t. dodatk. 8), ściana  $110$  pirytu biegnie równoległą ze ścianą  $010$  markasytu. Według Trechmanna, dwojaki markasytu z Brilon osadzone są na sześcianach pirytu na zasadzie prawa pierwszego, fig. 6.

Markasyt występuje też bez wątpienia jako nowotwór w źródłach siarczanych i bagnach, jakkolwiek w wielu razach obydwie piryty różnopościowe nie dają się ściślej odróżnić. Zjawiskami rozkładowemi nie różni się od pirytu i jak ten używa się do fabrykacyi kwasu siarczanego.

Etym. i synonim. Nazwa pochodzenia, zdaje się, arabskiego dawniej znaczyła tyle, co piryty kryst. Marchasita, Agric. 1546. Markasit Haid. 1845. Niem. Wasserkies lub Weisserkies = pol. piryty wodnisty, biały. Odmiany: Kammkies Wern. = p. ż. grzebieńnasty Drzew., Strahlkies Wern. = p. ż. promienisty Drzew., Leberkies Wern. = p. ż. wątrobowy Drzew., Speerkies Wern. = p. ż. spisowy Kuml. (= p. oszczepowy). Iskrzyk szary Labec. Markasyt Zejszn. = markazyt Altha.

Kirozyt (= Kyrosit Breith.) oraz piryty ż. miękkie (= Weicheisenkies tegoż) należą do markasytu, również jak lonchidyt (= Lonchidit, Kausimkies tegoż), który zawiera trochę arsenu, przez co zyskuje na podobieństwie do arsenopirytu.

### Piryty magnetyczny.

$Fe_nS_{n+1}$ .

Kl. piram. dytryg. (20)?

Kryształy wogóle rzadkie. Zdarzające się niekiedy duże matowe osobniki są już zwykle zwietrzałe. Postaci heksagonalne, przypuszczalnie ćwiartkowe i półpostaciowe (porówn. nikielin). Zwykle komb. słupa z dwuścianem podstaw., rzadziej też z piramidą. Kąt  $(10\bar{1}1)$   $53^\circ 10'$ , według Millera. Duże i piękne kryształy z Morro Velho w Brazylii, tudzież drobne kryształki ze Schneeberga w Tyrolu mają ścianę wierzchołkową sfałdowaną, jak na niektórych klinochlorach. Zwykle występuje w masach nieforemnych, ziarnistych, odznaczających się wybitną skorupowatością lub pozbawionych tejże; bywa także rozsiany.

Skorupowatość równoległą do dwuścianu podstawowego brano dawniej za łupliwość, którą w istocie tylko równoległą do słupa i to niewyraźnie wykazuje. Tw. 3·5 do 4·5. Barwa brązowo-żółta, pomiędzy spizowo-żółtą a miedziano-czerwoną; b. naleciała tombakowo-brunatna. Rysa szarawo-czarna. Magnetyzm wyraźny, wszakże nie na wszystkich okazach jednakowy. Uczulona igła magnesowa wykazuje też często magnetyzm biegunowy. C. wł. 4·54 do 4·64.

Chem. Skład niewiele się różni od wyrażonego w  $FeS$ ; rozbiory wykazują stateczną przewyżkę siarki, lecz w stosunkach zmiennych zależnie od miejscowości, od  $Fe_3S_6$  do  $Fe_{16}S_{17}$ , tak, że ogólny wzór może być wyrażony przez  $Fe_nS_{n+1}$ . Piryty m. z Bodenmais, według Habermehla, ma skład  $Fe_7S_8$ , co odpowiada 39·6 siarki i 60·4 żelaza; sztucznie przez Doeltera otrzymany  $Fe_{11}S_{12}$  = 38·4 siarki i 61·6 żelaza i t. p. W wielu razach zawiera nikiel. Próbką, prążona w kolbce, nie zmienia się. W pł. dm. odtleniającym na węglu topi się na



masę szaro-czarną. Rozpuszcza się w kwasie solnym za wydzieleniem siarkowodoru i trochy siarki. Odtworzony sztucznie przez Doeltera zarówno na drodze ogniowej, jak mokrej. Ogrzewany w roztworze srebra do  $50^{\circ}$  w ciągu 5 do 15 minut, przybiera barwę brunatno-fioletową lub niebieską. Ług bromowy utlenia go prędko na  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , który wszakże nie przylega do podkładu. W szlifie łatwo daje się odróżnić od bardziej opornego pirytu, chalkopirytu, galeny i t. p. (Lemberg). W meteorytach znaleziono kryształy o identycznej postaci i tym samym składzie.

**Występ.** Piryt magnetyczny występuje niekiedy, jako cz. skl. podrzędna, w skałach masowych dawniejszych, np. w syenicie, gabro, dalej w wapniakach ziarnistych. W ilościach większych, jako główna cz. skl. pokładów, osadzonych w postaci nieprawidłowych soczewic w łupkach krystalicznych i zawierających prócz tego piryt, chalkopiryt, także galenę oraz rozmaite krzemiany, jak koło Bodenmais w Bawarii, Fahlun w Szwecyi, Ducktown w stanie Tennessee, lub też w postaci pnia, jak w Val-Sesia w Piemontcie. Sporadycznie rozpowszechniony w rozmaitych żyłach kruszcowych, gdzie tworzy nieraz wyraźne kryształy: Andreasberg na Harcu, Kongsberg w Norwegii, Miedziana Góra (Kupferberg) na Śląsku, Bottino i in.

W złożach żyłowych przeobraża się zazwyczaj w markasyt lub piryt, jak w Rodnie, Przybramie, Freibergu; podobnemż pseudomorfozami są wielkie kryształy z Śt. Leonarda w Karyntyi. Wietrząc, daje wityriol żelaza. P. m., zawierający nikiel nawet w ilościach niewielkich, bywa dziś wydobywany.

**Synonim.** Magnetischer Kies *Wern.* = dziś. Magnetkies = piryt ż. magnetyczny *Drzew.* = iskrzyk magnetyczny *Lub.* Magnetopyrit *Glockera* = magnetopiryt *Altha.* Pyroton *Breith.* = pirotyn *Zejszn.* (πυρρότης — czerwony).

Blisko spokrewniony jest piryt srebrny, czyli argentopiryt *S. v. Walterhausena*, napotykanym koło Jachimowa. Freiberga, Marienberg, Andreasberga i t. d. w kryształkach sześciograniastych, które jednak są trojakami rombami, wyglądającymi na przełomie, jak p. wątrobowy; zawiera srebro. Skład chem.:  $\text{Fe}_3\text{AgS}_5$ ; niekiedy tworzy pseudomorfozy. Należy tu również argiopiryt *Weisbacha*,  $\text{Fe}_7\text{Ag}_3\text{S}_{11}$ . Chemicznie są też z niemi spowinowaczone: sternbergit *Haidingera*,  $\text{Fe}_2\text{AgS}_3$ , oraz fryzeit (= Friesit, *Irba*),  $\text{Fe}_5\text{Ag}_2\text{S}_8$ , obydwa rombowe, wyróżniają się wszakże nieznaczną twardością, dochodzącą tylko do 1·5.

Pentlandyt (= folgeryt = piryt żelazno-niklowy) regularny zawiera FeS i NiS; podobne doń są polidymit  $\text{Ni}_4\text{S}_5$  i sinit (= saynit), ten ostatni z bizmutem.

### Mileryt.

*NiS.*

*Kl. piram. dytryg. (20).*

Kryształy włosowate lub igiełkowate, zebrane w snopki albo zawikłane grupy. Miller znalazł na nich zakończenia romboedryczne z kątem  $R\ 35^{\circ} 52'$ , a prócz tego słup sześciograniasty i dwa trójkątne; przypuszczalnie półpostaciowy, jak wurcyt.

**Tw.** 3·5. Mosiężno-żółty lub spiżowo-żółty; barwy naleciałe szare lub żółte. Rysa zielonawo-czarna. C. wł. 5·26 do 5·30.

**Chem.** Skł.: teor. 64·5 niklu i 35·5 siarki. W pł. dm. topi się na błyszczącą kulkę. W kwasie azotnym rozpuszczalny. Ogrzewany do  $70^{\circ}$  C. w roztworze srebra, w ciągu 5-ciu minut barwi się na fioletowo lub niebiesko. Ług

bromowy działa powolniej, po dłuższym wszakże czasie, od 10-ciu minut do godziny, strąca czarny tlenek niklu (Lemberg).

Reichelsdorf, Przybram; w pokładach węglowych koło Saarbrücken i Dortmund, koło Nauzenbach i t. d., najczęściej z syderitem lub pirytem; Cap mine, Lancaster Cty. W Pensylwanii, etc.

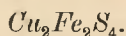
Synonim. Haarkies *Wern.* = Nikiel włosisty *Kunel.*; niem. Nickelkies = pol. piryt niklowy = krusz niklu *Lub.*; Millerit *Huid.* — nazwany na cześć krystalografa ang. Millera; Trychopirynt *Glock* (= pirynt włosisty).

Do milerytu bardzo podobny i często się z nim zrastający, lecz bogatszy w siarkę, jest bejrychit *Liebege*,  $\text{Ni}_3\text{S}_4$ , a także horbachit, który zawiera prócz tego żelazo,  $(\text{Fe}, \text{Ni})_3\text{S}_4$ . Melonit *Gentha*, występujący w drobnych sześciobocznych tafelkach, jest w istocie telurkiem niklu,  $\text{Ni}_3\text{Te}_3$ .

Lineit, czyli pirynt kobaltowy, kobaltowo-niklowy (= błyszcz kobaltu *Lab.*) tworzy niekiedy kryształy regularne; ośmiościan często z sześcianiem, bliźniaki według (111); zwykle nieforemny i rozsiany. Tw. 5·5; czerwony, srebrzysto-biały, z żółtawym nalotem. C. wł. 4·8 do 5·0. — Skł. chem.:  $\text{Co}_3\text{S}_4$ , ale statecznie w połączeniu z domieszkami równopostaciowymi odpowiednich związków niklu i żelaza, niekiedy też miedzi. Müsen w Prusach, Ryddarhytta w Szwecyi; Maryland i Missouri. (Nazw. na cześć Linneusza).

Zygienitem (= Siegenit) nazywa *Dana* lineit, bogaty w nikiel. Regularny karolit (= carrollit) z Maryland odpowiada bez mała wzorowi  $\text{CuCo}_2\text{S}_4$ .

### Chalkopirynt.



*Kl. skaleniedru tetrag. (11).*

Dzięki zawartości miedzi i szerokiemu rozpowszechnieniu jest najpożyteczniejszy ze wszystkich pirytów. Kryształy zdarzają się dość często, chociaż nieraz określenie ich nie jest rzeczą łatwą. Tetragonalne, lecz wielkością kątów zbliżając się do regularnych, stąd też przez dawniejszych mineralogów poczytywane były za regularne, dopóki Haidinger nie określił właściwej im symetrii. Kryształy o wyglądzie ośmiościanów są kombinacją dwóch sfenoidów, dodatniego i ujemnego. Sadebeck (*Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges.*, t. 20 i 21) uważa ściany gładkie za sfenoid ujemny, zwykle zaś zbrózdzone lub matowe — za dodatni. Rozwartość krawędzi biegunowych  $p:r = 70^\circ 7'$ , poziomych zaś  $p:r = 71^\circ 20'$ . W ośmiościanie regularnym liczby te są sobie równe i wynoszą  $70^\circ 32'$ . Pospolite są prócz tego postaci  $e = (101)$ ,  $s = (201)$ ,  $c = (001)$ ,  $m = (110)$ ,  $t = (221)$ ,  $u = (212)$ ; występują też skaleniedry. Fig. 3 przedstawia postać z (423).

Kryształy w olbrzymiej większości przypadków są utworami bliźniaczemi, a mianowicie dopełniającemi się nawzajem dwojakami, jak na fig. 6, dalej bliźniakami zwykłemi lub wielokrotnemi według 111, podobnemi do dwojaków spinelu (fig. 208 na str. 97) lub do dwojaka, wyobrazonego obok na fig. 7, a będącego zespoleniem dwu piramid wtórych. Niekiedy zdarzają się pięcioraki, według tegoż prawa, przyczem na czterech dolnych ścianach (111) jednego kryształu osiadają cztery inne osobniki, fig. 8. Zdarzają się również bliźniaki według prawa: pl. bl. 101. (Fletscher, *Zeitschr. f. Kryst.*, t. 7, str. 321). Zwykle chalkopirynt występuje w bryłach nieforemnych lub jest rozsiany.

Przełam muszlowy lub nierówny, łupl. || z niewyraźna. Tw. 3·5 do 4. Barwa mosiężno-żółta lub złocisto-żółta. Nieznaczłą twardością i barwą różni się wybitnie od pirytu. Niekiedy pokrywają go pstre barwy naleciałe. Rysa zielonawo-czarna. C. w. 4·1 do 4·3.

Chem. Skł.: teor. 34·6 miedzi, 30·5 żelaza, 34·9 siarki, niekiedy ślady selenu i talu. W pł. dm. rozpryskuje się, wydziela nieco dwutlenku siarki; na węglu topi się łatwo na czarną kulkę magnetyczną. Rozpuszcza się w wodce królewskiej, przyczem wydziela siarkę. Ogrzewany zwolna bez dostępu powietrza, traci czwartą część siarki i daje  $\text{Cu}_2\text{S} + 3\text{FeS}$ , skąd przypuszczenie, że jest związkiem podwójnym  $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$ . W ciepłym ( $50^\circ \text{C.}$ ) roztworze srebra w kilka minut przybiera barwę czerwono-fioletową, przez co łatwo może być odróżniony od pirytu. Wobec lamprytów, strącających srebro metal., chalkopiryt również wywołuje osad srebra. Wówczas lepiej działać ługiem bromowym, pod którego wpływem chalkop. barwi się w ciągu kilku minut na kolor

Fig. 1.

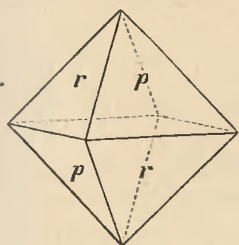


Fig. 2.

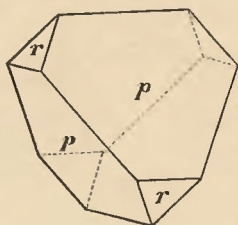


Fig. 3.

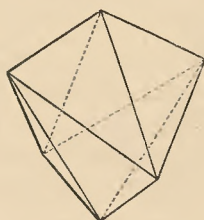


Fig. 4.

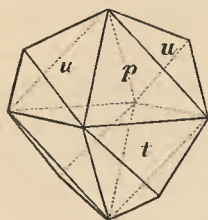


Fig. 5.

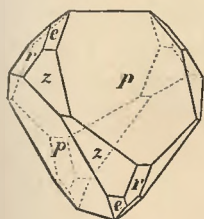


Fig. 6.

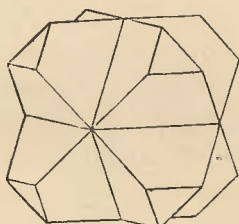


Fig. 7.

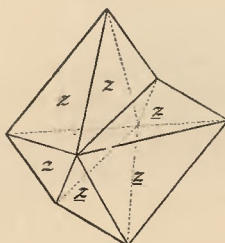
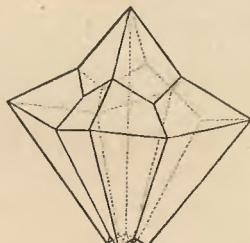


Fig. 8.



bronzowo-brunatny (Lemberg). Kryształy o tej samej postaci i jednakowym składzie chemicznym tworzą się nieraz, jako przypadkowy produkt hutniczy. R. Schneider otrzymał ciało podobne chalkopirytowi, lecz odcień miększe, działając roztworem  $\text{CuCl}$  na związek  $\text{K}_2\text{S} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$  (Journ. prakt. Chem., t. 38, str. 569, r. 1888).

Występowanie chalkopiryty jest wielorakie, albowiem znajdujemy go w bardzo rozmaitych pokładach kruszcowych i w rozmaitem towarzystwie. Najczęściej wszakże występuje, jako utwór pierwotny. Kryształy są zawsze narosłe, pojedyncze lub skupione w szczotki; wraz z innymi minerałami w żyłach, przecinających granit, łupki krystaliczne i dawniejsze łup. gliniaste, jak w Clausthalu, Freibergu, Schneebergu; w towarzystwie żył cynowych lub w nich samych, np. w Kornwalii, gdzie ukazują się niekiedy w pseudomorfozach po blyszcu miedzi, dalej w Sławkowie (Schlaggenwald), Krupce (Graupen) i in. m. Koło Dillenburg w Nassauskiem i in. tworzy żyły w dyabazie. Na Monte Catini w Toskanii żyła biegnie w melafirze i serpentynie. Niektóre z tych żył mają „czapę“,



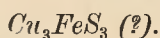
zawierającą wiele malachitu i kuprytu, np. w Gumiszewsku na Uralu, lub też inne jeszcze utwory wtórne, jak brochantyt, bibetenit i t. p., np. w Niżnie-Ta-gilsku na Uralu, gdzie żyły towarzyszą skałe dyorytowej. W sąsiedztwie tej ostatniej miejscowości znajdowano chalkopiryt w pseudomorfozach po magnetycie. O nieforemnych i obfitujących w piryt magnetyczny pokładach w Bodenmais (Bawarya), Fahlun (Szwecya) wspominaliśmy przy magnetopirycie; ciekawe są również złoża Monte Calvi, zawierające augit, piryt, galenę, blendę w skupieniach promienisto-sferoidalnych. Pospolu z syderitem, ankieritem, pirytem tworzy składy i soczewice w wielu punktach Alp, np. koło Mitterberg, Kitzbühel. W próżniach tych pokładów znajdują się często piękne kryształy, jak pod Horhausen, Müsen. Najbardziej wszakże jest rozpowszechniony w ściśle zespoleniu z pirytem w łupkach krystalicznych i starszych ł. gliniastych, gdzie piryty tworzą najczęściej składy i soczewice, jak w Smolniku na Węgrzech, Rammelsberg i Goslar na Harcu, koło Wicklow w Irlandyi, pod Trondhjem w Norwegii, gdzie mieszanina zawiera nieraz miedzi niewiele, wszakże dobywanie jej się opłaca. W postaci wsiaków i cienkich warstewek, niekiedy nie przechodzących grubością klingi noża, wraz z błyszczem miedzi w łupku smolisto-marglowatym koło Mansfeld, Bieber na Harcu. Kryształki nowopowstałe znaleziono w rurach miedzianych, sprowadzających wodę z cieplic na wyspie Małgorzaty pod Pesztem.

Chalkopiryt przeobraża się częstokroć w błyszcz miedzi  $Cu_2S$  i kowelin  $CuS$ . Ponieważ ten ostatni ma barwę niebieską, przeto dostrzegane często na chalkopirycie barwy naleciałe niebieskie są dowodem powierzchownego rozkładu. Następstwem wietrzenia, sięgającego głębiej, są powstające równocześnie kopperwasy miedzi i żelaza, w obecności zaś węglanów — żelaziak brunatny i malachit, a także azuryt. W żyłach kosztem rozkładającego się chalkopiryty powstają jeszcze inne minerały wtórne, jak chryzokol, żelaziak brunatny smolisty i t. p.

Użyt. Ch. jest kruszcem miedzi wprawdzie nie najlepszym, ale najpowszechniejszym. Otrzymuje się zeń obecnie największa część miedzi, będącej w handlu. Wytapianie jest czynnością złożoną, gdyż siarka i żelazo usuwa się stopniowo przez utlenianie i żuzlowanie. Z mieszaniny piryty i chalkopiryty miedź otrzymuje się zazwyczaj przez prażenie i ługowanie, a następnie przez strącanie miedzi metalicznej za pomocą żelaza (miedź cementowa). Z rozmaitych innych kruszców miedzi metal otrzymują również elektrolitycznie za dodaniem witryolu żelaza.

Miedź jest owym metalem, z którego człowiek najprzód począł kuć zbroje, narzędzia i sprzęty. Najstarożytniejsze przedmioty metalowe zostały wyrobione z kruszcu *χαλός*, przez co z początku rozumiano miedź czystą, a następnie stopy jej z cyną, a także ołowiem. Nazwa bronzu (bronzium) wynurza się dopiero w wiekach średnich. Do bronzów zalicza się również metal, używany w puszkarstwie i spiż, z którego odlewają dzwony. Zielona powłoka (patyna) bronzów antycznych (kopalnych) odpowiada malachitowi, atakamitowi, brochantytowi. Mosiądz i tombak są aliazami miedzi i cynku.

Synonim. *Pyrites flavus* = żółtokrusz *Khuku*; Chalkopyrites, *Henckel* 1725 (od *χαλός*, kruszec, miedź i pyrites). Niem. Kupferkies = piryt miedziany *Drzew.* = krusz miedziany *Eab.*; miedzioiskrzyk *Altha* w cz.

**Bornit.**

Kl. 48-ścianu (32).

Kryształy regularne, rzadkie. Zwykle w kształtach nieforemnych lub rozsianych. Przełam bądź muszlowy, bądź nierówny. Tw. 3; dość łagodny. Barwa właściwa — miedziano-czerwona lub tombakowo-brunatna, widoczna tylko na świeżym odłamie, gdyż ustępuje wkrótce miejsca nalotowi pstremu lub czerwonemu. C. wł. 4·9 do 5·1.

Chem. Skład chwiejny; często zdaje się być mieszaniną  $Cu_2S$ ,  $CuS$  i  $FeS$ ; niekiedy odpowiada wzorowi  $Cu_3FeS_3 = 55·5$  miedzi, 28·1 siarki, 16·4 żelaza. W pł. dm. topi się na kulkę stalowo-szarą, w stężonym kw. solnym rozpuszcza się, wydzielając siarkę. Z zimnego roztworu srebra strąca w kilka minut kryształki srebra metal., z ługiem bromowym daje brunatno-czarny osad tlenków miedzi i żelaza (Lemberg).

Występowanie chalkopiryty, któremu towarzyszy. Freiberg, Dognaczka, Mansfeld. W żyłach kornwalijskich zauważono pseudomorfozy po błyszczu miedzi  $Cu_2S$ . U nas w Kieleckiem, Miedziana Góra (Rozbiory chem. M. Flauna, Pam. Fizyogr. Warszawa 1887, t. VII). Użytki te same, co z chalkopiryty.

Etym. i synonim. Buntkupfererz *Wern.* = miedź pstra *Kumel.* = krusz miedzi pstry *Lab.*; m. fioletowa *Drzew.* Niem. Bunkupferkies = pol. piryt miedziany pstry. Bornit *Haid.* (na cześć miner. J. Borna, 1742—1791). Erubescyt (= erubescite, *Dana*). Miedziak pstry, *Kłesk.*

Podobniemiż minerałami są: homichlin *Breith.* i barnardyt (= barnhardtite, *Genth.*). Regularny kubanit (= Cuban *Breith.* = Cubanite, *Dana*) ma skład  $CuFe_2S_4$ , znajduje się na Kubie, znany też jest w Szwecyi. Piryt cynowy *Drzew.* (= Zinnkies *Wern.*; stanine *Beud.* = stanin *Zejsz.* = szaromiedniak cynowy *Lab.*) jest tetraedryczny; skl. chem. odpowiada najczęściej  $Cu_2FeSnS_2 = 29·5$  miedzi, 27·5 cyny, 13·1 żelaza, 29·9 siarki. Tw. 4, c. wł. 4·4. Kornwalia, Jachimów, Tambillo w Peru Niezwykłą miękkością odznacza się waleryt (valleriit od *Valleriusa*).

**Rząd 2. Błyszczce (galenoidy).**

Pod nazwą błyszczów złączymy lampryty, będące związkami prostemi, posiadające blask metaliczny, barwy przeważnie ciemne, rysę tego samego koloru, tudzież nieznaczną twardość, zwykle 2·5 do 3. Dadzą się one podzielić na błyszczce siarkowe, selenowe i telurowe, z dołączeniem niewielkiego dodatku.

Regularne	Regularne	Rombowe
Argentyt $Ag_2S$	Galena PbS	Antymonit $Sb_2S_3$ 0·9926 : 1 : 1·0179
Naumanit $Ag_2Se$	Klaustalit PbSe	Bizmutyn $Bi_2S_3$ 0·9680 : 1 : 0·985
Hesyt $Ag_2Te$	Altait PbTe	Molibdenit $MoS_2$ , heksagonalny.
	Chalkozyn $Cu_2S$ , rombowy	0·5822 : 1 : 0·9706
	Sztromeyeryt $CuAgS$ , „	0·5820 : 1 : 0·9206

**a) Błyszczce siarkowe.****Chalkozyn.**

Kl. bipiram. romb. (8).

Kruszec miedzi chętnie poszukiwany i dość rozpowszechniony. Kryształy rombowe, zwykle pokryte barwami naleciałemi; kąt słupa (110)  $60^\circ 25'$ , co jest przyczyną podobieństwa do symetrii heksagonalnej, które jeszcze zwiększa się nieraz dzięki szczególnemu rozwojowi osobników. Zwykle postaci są:  $c = (001)$ ,  $m = (110)$ ,  $b = (010)$ ,  $z = (113)$ ,  $d = (021)$ ,  $e = (023)$ . Ściany  $c$ ,  $e$ ,  $h$  bywają zwykle zbróżdżone. Kąt  $001 : 023 = 32^\circ 53'$ . Dwojaki i trojaki według

110 są rzeczą zwykłą, fig. 2; rzadszemi są dwojaki zrosłe ścianą 112, jak na fig. 4. Kryształy narosłe pojedyncze i skupione; zwykle rozsiany lub nieforemny.

Lupl. niedokładna || (110). Przełam muszlowy — nierówny. Tw. 2·5 do 3, bardzo łagodny. Barwa czarniawa, ołowiano-szara. Rysa taka sama, nieco połyskująca. C. wł. 5·5 do 5·8.

Chem. Skł.: teor. 79·9 miedzi, 20·1 siarki, zwykle trocha żelaza. W pł. dm. topi się i rozpryskuje, barwi płomień niebiesko. Rozpuszcza się w kwasie azotnym, wydzielając siarkę. Na roztwór srebra działa prędeej, niż

bornit; przez takie „posrebrzanie“ może być łatwo odróżniony od towarzyszącej mu blendy cynkowej czarnej. W ługu bromowym pokrywa się w ciągu 5-ciu minut czarnym osadem tleniku miedzi (Lemberg). Przez topienie chalkozynu lub jego pierwiastków w stosunku  $\text{Cu}_2\text{S}$  otrzymać się dają ośmiościany regularne, co jest dowodem dwupostaciowości substancji  $\text{Cu}_2\text{S}$ . Kryształki o postaci i własnościach chalkozynu zostały znalezione w Plombières, jako produkt działania ciepłoty na przedmioty z brązu.

Co do występowania, to jest podobny chalkopirytowi, któremu często towarzyszy, jakkolwiek mniej rozpowszechniony. Najładniejsze kryształy pochodzą z żył kruszcowych Kornwalii; kryształów dostarczają także żyły Freiberga, Siegeny, Zelwałtu (Saafeld) i in. Godne uwagi jest występowanie w łupku smolisto-marglowym koło Mansfeld na Harcu, gdzie jest ściśle zespolony z chalkopirytym i bornitem (porówn. piryt miedziany), a niemniej także złoża frankenberskie w Hessyi, gdzie go znaleziono razem ze szczątkami araukaryi i paproci, których substancję w części zastępuje.

Chalkozyn podlega częstokroć zamianie na kowelin  $\text{CuS}$ , którą to zamianę łatwo jest, według Knopa, odtworzyć, zwiłżając minerał kwasem solnym w dostępie powietrza.  $\text{CuCuS} + \text{O} + 2\text{HCl} = \text{CuS} + \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ . Chlornik miedzi przechodzi do roztworu. Wietrzejąc, daje często koperwas miedzi, wobec węglanów — malachit, także azuryt. Tego przeważnie rodzaju przeobrażeniom chalkozyn uległ w dawniejszych piaskowcach, występujących u południowych stóp Karkonoszów (gór Olbrzymich) i w in. m.

Synonym. Kupferglaserz, Agric. 1546. Cuprum vitreum Vallerius, 1747. = Kupferglas Wern. = miedź szklista Drzew.; niem. Kupferglanz = pol. błyszcz miedzi Lub. Chalkosine Beud. Redruthite, Nicol = redrutyt Zejszn. (od m. Redruth w Anglii).

Haryzyt (= Harrisit), skł. chem. nie różniący się od chalkozynu, jest pseudomorfozą po galenie.

Fig. 1.

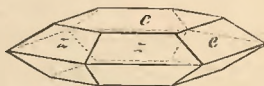


Fig. 3.

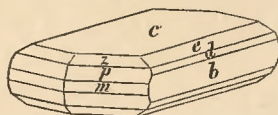


Fig. 2.

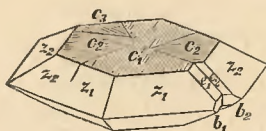
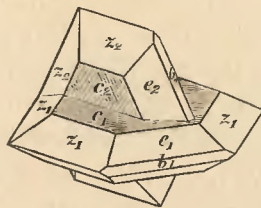


Fig. 4.





**Argentyt.** $Ag_2S$ .

Kl. 48-ścianu (32).

Daje się krajać nożem, co razem z nieznaczną twardością czyni go minerałem bardzo wybitnym. Agricoli własności te już nie były obce, a gwarkowie węgierscy nazywali go „porostem miękkim“, celem odróżnienia od „porostu kruchego“ (stefanitu). Kryształy regularne, najczęściej sześciang; pospolite są też (111), (110), (211). Bliźniaki według 111, będące zwykle dwojakami przerosłymi, jak na fig. 209, str. 97, pomiędzy kryształami freiberskimi nie są również rzadkością. Różnego rodzaju pnie krystaliczne, zaopatrzone niekiedy jakby w gałęzie i sęczki, utwory siatkowe niezwykle piękne, są właściwością tego minerału. Kryształy mają jednak częstokroć wygląd zeszepecony i pokrzywiony.

Lupl. || (100) i (110), ale mało wyraźna. Tw. 2 do 2·5. Przełam haczykowaty. Czarniawy, ołowiano-szary, zwykle pokryty nalotem czarnym lub brunatnym. Blask słaby. Daje się strugać i kuć. C. wł. 7 do 7·4.

Chem. Skł.: teor. 87·1 srebra i 12·9 siarki, co czyni go wielce szacownym kruszcem srebra. W pl. dm. na węglu topi się i wzdyma, a po dłuższym ogrzewaniu daje ziarnko srebra. W kwasie azotnym rozpuszcza się i wydziela siarkę.

Najbardziej rozpowszechnione po zbiorach są okazy, pochodzące z pokładów żyłowych Saksonii, obfitujących w kruszce srebra, a mianowicie z okolic Freiberga. Tam też znaleziono najładniejsze kryształy i utwory wiązane. Kształty zębate i mszyste zdają się być pseudomorfozami po srebrze rodzimem. Dobrze wykształcone kryształy występują też w górach Kruszcowych, a mianowicie w żyłach niklowo-kobaltowych Schneeberga, Annaberga, Marienberg, Johanngeorgenstadtu. Wszystkie te złoża spoczywają w dawnych utworach krystalicznych. Na Węgrzech, w żyłach szczawnickich i kremnickich, przerzynających po części skały wybuchowe młodsze, trachitowe, argentyt także nie małą odgrywa rolę.

Często występuje w żyłach kruszcowych Peru, Chili, Meksyku. Znakomita żyła komsztocka w Nowadzie, której bajeczna miąższość wynosi od 150 do 190 metrów, która wszakże jest już prawie doszczętnie wyczerpana (p. stefanitu), składała się z okruchów skały sąsiedniej (andezytu kwarcowego) oraz kwarcu i kruszców srebra, przeważnie stefanitu i argentytu.

Niektóre okazy argentytu węgierskiego pokryte są naskorupieniem piryty, wypierającego częściowo siarek srebra. Tworzenie się argentytu kosztem pirargiryty i prusytu zostało stwierdzone na pseudomorfozach, napotykanym w wielu żyłach; z drugiej zaś strony Blum dostrzegł zjawisko odwrotne, a mianowicie przeobrażanie się argentytu w minerały tylko co wymienione.

Etym. i synonim. Niem. Glaserz *Agric.* 1546 = pol. Skłanokrusz *Kłuka*. Silberglaserz *Wern.* = srebro szkliste miękkie *Drzew.* Późn. Silberglanz = błyszcz srebru *Lab.* = w cz. srebrobłyszcz *Altha.* Argentit *Huid.* 1845 = argentyt *Zejssn.* 1861 (argentum = srebro).

Akantyt, napotykanym we Freibergu, Annabergu, Jachimowie, Wolfachu, jest według Krennera argentytem w kryształach zeszepeconych. Dawniej miano je za rombowe (*ῥαμβον* = kolec). Sztromeyerit (srebro szkliste miedziste *Kunel.* = błyszcz miedziano-srebrny *Lab.*) zawiera oba siarki,  $Ag_2S$  i  $Cu_2S$ , w stosunku cząsteczkowym; równopo-

staciowy z blyszczem miedzi. Jalpait jest bogatszy w siarek srebra ( $3 \text{ Ag}_2\text{S} \cdot \text{Cu}_2\text{S}$ ) i regularny.

**Galena.***PbS.**Kl. 48-ścianu (32).*

Niezrównana łupliwość kostkowa oraz żywy blask metaliczny sprawiają, że minerał ten należy do najwybitniejszych, tudzież najłatwiej dających się rozpoznawać ciał kopalnych i już pisarzom starożytnym dobrze był znany pod nazwą wymienioną. Napotykające się często kryształy dochodzą niekiedy do rozmiarów znacznych; są narosłe bądź pojedynczo, bądź też gromadnie. Najczęściej postacią panującą jest sześcián, lub też ośmiościan i sześcián występują równocześnie, chociaż zdarza się i ośmiościan pojedynczy. Dalej do postaci pospolitszych należą: (110), (211), (221). Na kryształach z Neudorf rozwinięte są dwa jednocześnie ośmiościany piramidalne (221) i (331), fig. 3. Dostrzeżono

Fig. 1.

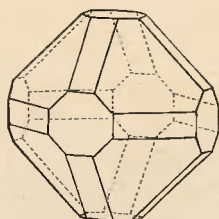


Fig. 2.

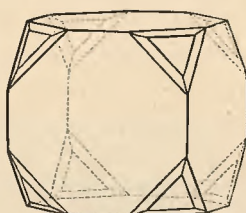
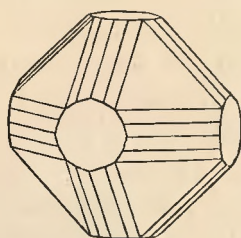


Fig. 3.



5 rozmaitych ośmiościanów piramidalnych, 12 24-ścianów deltoidowych, trzy 48-ściany. Dość częste dwojaki za pł. bliźniaczą mają ścianę 111, zrastają się zaś bądź tą ostatnią, bądź też płaszczyzną do niej prostopadłą. Niektóre dwojaki, zwłaszcza z Gonderbach, przybierają często wygląd tabliczek, rozwiniętych w płaszczyźnie 111. Na ścianach odłupanych dają się też niekiedy dostrzegać drobne blaszki bliźniacze według praw innych. (Sadebeck, Zeitschr. d. d. geol. Gesel., t. 26. Zepharovich, Z. Kryst., t. I). Kryształy bywają częstokroć zeszpecone, ściany ich nierówne, a niektóre osobniki wyglądają nawet jak stopione. Utwory siatkowe i komórkowe niezbyt rozpowszechnione; kształty skupień niekiedy nerkowate lub naciekowe; cienkie naskorupienia i „zwierciadła“ są dość pospolite. Agregaty ziarniste, niekiedy zbite, wykazują częstokroć budowę jakby skorupową, na przekroju poprzecznym — przęgowatą.

Łupliwość kostkowa tak doskonała, że występuje na jaw przy każdym sposobie dzielenia, a przełamu nigdy otrzymać niepodobna. Wyjątkowo podawaną bywa łupl. oktaedryczna. Tw. 2·5, łagodna. Dla niezwykle żywego blasku metalicznego Quenstedt podnosi galenę do godności dyamentu pomiędzy kruszcami. Wszakże odmiany zbite, przez Kluka ołowcem zwane, posiadają połysk słaby. Barwa ołowiano-szara z odcieniem czerwonym. Barwy naleciałe nie zwykłe. Rysa szarawo-czarna. C. wł. 7·3 do 7·6.

Chem. Skł.: teor. 86·6 ołowiu i 13·4 siarki, atoli często drobne ilości żelaza, cynku, antymonu, niekiedy także selenu. Obecna często domieszka srebra wynosi zwykle nie więcej nad 0·01 do 0·03 proc., pomimo to jednak wyta-

pianie srebra w razie obfitszego zapasu galeny opłaca się, czego dowodem jest Przybram. Z takiej to galeny dobywano srebro i u nas, w Olkuszu, przed najściem Szwedów (srebra do 0·05), a dziś jeszcze w Tarnowicach na Śląsku (srebra do 0·17). W pł. dm. rozpryskuje się w większej części, później topi się i daje ziarnko ołowiu, które pod dłuższem działaniem dmuchawki po części ulatnia się, po części zaś utlenia, tak, że w rezultacie pozostaje tylko, w razie obecności srebra, drobna kulka tego ostatniego. W kwasie azotnym rozkłada się, przyczem powstaje kwas azotawy, a wydziela się siarka i siarczan ołowiu; w ogrzanym kwasie solnym z wolna rozpuszcza się, z roztworu oziębionego osiada chlorek ołowiu. Lug bromowy wywołuje na niej osad żółty lub brunatny bromotlenku i nadtlenku, pod wpływem kwasu jodowodorowego osad ten zamienia się na żółty  $PbJ_2$ , przez co dają się uwidocznić wrostki galeny w tetraedrycie i magnetopirycie. W temp.  $60^{\circ}$  z roztworu srebra strąca  $Ag_2S$ , który zabarwia ją na ciemno-niebiesko (Lemberg). Pomiędzy przypadkowemi wytworami pieców hutniczych nieraz już znajdowano kryształ regularne skieletowate o składzie i łupliwości galeny, odtworzenie zaś sztuczne i celowe związku krystalicznego przeprowadzono wielokrotnie i z powodzeniem. Jako utwór społeczny, znaleziono galenę w rurach ołowianych cieplicity Bourbonne.

Rozpowsz. i występ. Galena jest minerałem bardzo rozpowszechnionym, występującym głównie w żyłach, zwykle w towarzystwie blendy, dalej kwarcu, węglanów, także barytu, rzadziej fluorytu. Niekiedy występuje samostatnie. Zawartość żył jest zwykle albo wspaniale wyglądającą powłoką ziarnistą, albo też skupieniem kryształów. W skałach wybuchowych nowszych skład żył ołowianych odznacza się często różnaitością, jak w Kapniku na Węgrzech, gdzie występują pospołu blenda, burnonit, tetraedryt, a galena tworzy fałszywe kryształ po burnonicie; mniej złożone są żyły siedmiogrodzkie w Rodnie. W granicie i łupkach krystalicznych kryją się żyły, zawierające też równocześnie blendę i baryt, jak koło Linares w Hiszpanii, lub dolomit i iskrzyki, jak w okolicach Freiberga w Saksonii. Tu galena zrasta się często z żółtą blendą w sposób prawidłowy (galena mieniająca). W skałach osadowych dawniejszych, zwłaszcza łupkach glinianych, spotykamy niejednokrotnie żyły galeny, — koło Andreasberga na Harcu, koło Przybramu w Czechach wraz z kalcytem, syderitem, kruszcami srebra i t. p. Tu widoczny jest wpływ żył dyabazowych (str. 292). Przykładami tegoż rodzaju są jeszcze żyły Clausthalskie na Harcu, koło Stribra w Czechach, w górach Łupkowych nadreńskich. W tych ostatnich godne uwagi jest występowanie t. zw. kruszczu ołowiu błękitnego w Berncastel: galena tworzy tu słupy sześciograniaste, będące kr. fałszywemi po piro-morficie.

Bardzo charakterystyczne jest występowanie składów galeny w wapieniu i dolomicie. Wapienie ziarniste Tunaberga w Szwecyi, wapieniki dawne Monte-Poni na Sardynii, Kumberlandyi i Derbyshiru w Anglii, Brilonu i Iserlohn u w Westfalii, a na skalę największą wapienie Alpuhary w hiszpańskiej Sierra Newadzie, tudzież w stanach Missuri, Illinois, Jowa, Wisconsin — wszystkie te pokłady wapienne kryją w sobie żyły, gniazda i żyłki, bogate w osady galeny, która też tworzy często naskorupienia na ścianach próżni; to samo dotyczy wa-



pieni alpejskich koło Bleiberg i Raibl w Karyntyi. Wszędzie tu mamy do czynienia z jasno wyrażonem wylugowaniem, wydrążeniem i zastąpieniem wapienia przez osady galeny, blendy, galmanu, co wiąże się częstokroć z dolomityzacją wapieni. W Raibl wielokrotnie znajdowano galenę z powłoką blendy, tudzież kształty naciekowe tego zespolenia.

Godne uwagi jest występowanie w piaskowcu pstrym koło Commern na Eiflu, gdzie galena tworzy okrągławe konkrecje („kruszec gruzłowy“). Blum przytacza galenę, jako substancję skamielinową w skruszczeniach.

W Polsce galena wraz z blendą i galmanem występuje dość obficie, zwłaszcza w pokładach tryasowych (wapień muszłowy, a w nim t. zw. dolomit rudonośny), ciągnących się długim pasmem od Olkusza aż do Bytomia na Śląsku Górnym. Żyły, gniazda i składy tych kruszców zawierają nieraz ładne kryształy galeny, jak np. w Olkuszu, wedł. Łabęckiego, przeważnie jednak na Śląsku w kopalniach Wielka Dombrowka, Bobrek, Urszula i in. pod Bytomiem; Stolarzowice i Strzebnów pod Tarnowicami, gdzie dziś kwitnie przemysł ołowiano-cynkowy. Do drugiej połowy w. XVII istniały rozległe kopalnie kruszczu ołowianego w Olkuszu, które ostatniemi czasy znów zaczęto odnawiać. W wapieniach okolicy Kielc i Chęcin, np. na Miedzianej Górze wraz z kruszczami miedzi; na Karczówce pod Kielcami oglądać można figurę N. Panny, wyciosaną z bryły 6 stóp wysokiej (Kluk, Zejszner). W Galicyi wydobywają dziś galenę w Kątach pod Chrzanowem. Prócz tego galena wraz z siarką i blendą występuje w mioceńskich marglach solonośnych w Truskawcu pod Drohobyczem. Nieobficie występuje też w gnejsach i łupkach krystalicznych tatrzańskich nad dol. Kościeliską (Oruok).

Przeobrażenia galeny należą do zjawisk zwykłych. Mineral bywa częstokroć nadtrawiony, ziemisty, jakby spróchniały, zazwyczaj pokryty lub przejęty zwykłemi produktami rozkładu, anglezytem  $PbSO_4$  lub cerusytem  $PbCO_3$  (p. str. 323). Pseudomorfozy, dowodzące przejścia w piromorfity, są również pospolite; dalej wiele innych jeszcze utworów wtórnych zawdzięcza galenie pierwiastek swój metaliczny, jako to: wulfenit, mimetyt, fosgenit.

Użyt. Lwią część ołowiu, znajdującego się w handlu, otrzymujemy z galeny; pewna, wcale nie błaha, część srebra z tegoż pochodzi źródła. Zarówno glejta (tlenek ołowiu) jak mineral niezmienny stosowane są — w zakresie ograniczonym — jako polewa na wyrobach garncarskich, ostatni też jako piasek pisarski i w ornamentyce niektórych przedmiotów.

Etym. i synonim. Galena *Plin.* Niem. Blei Glanz *Agric.* 1546 = dziś, Bleiglanz — pol. ołów błyszczący *Drzew.* = błyszcz ołowiu *Lah.* Kostkokrusz *Kluka* (= niem. Würfelerz). Ołowiec tegoż = galena zbita. Galenit *Kobell*, a za nim *Alth.* Kruszec (krusiec) ołowiu — nazwa ludowa na oznaczenie galeny, „do dziś dnia używana przez garncarzy z okolic Sławkowa i Siewierza“. (*Lah.*)

Sztajnmant *Zippego* nie różni się od galeny, dżonstonit jest galeną ziemistą, zmieszaną z trochę siarki. Kuproplumbit *Breith.* zawiera  $PbS$  i  $Cu_2S$  w stosunkach zmiennych.

### Molibdenit.

$MoS_2$ .

*Kl. bipiram. 12-bocznej* (27)?

Podobny do grafitu, za który go dawniej często brano; z wejrzenia przypomina nieco ołów, od którego wziął nazwę ( $\mu\alpha\lambda\acute{o}\beta\delta\alpha\iota\upsilon\alpha$ , kruszec ołowiu). Two-

rzy blaszki giętkie, jak niektóre grafity. Rzadkie kryształy są tafelkami sześciobocznymi, które doskonale się łupią równoległe do podstawy; symetria bliżej nie wyjaśniona.

Jest łagodny, tłusty w dotknięciu, smoli papier; twardość bardzo nieznaczna 1 do 1·5. Barwa czerwona, ołowiano-szara. C. wł. 4·6 do 4·9.

Chem. Skł.: teor. 59 molibdenu, 41 siarki. W pł. dm. nie topi się, płomień zabarwia czerwono-zielono, na węglu pozostawia biały nalot. Topiony z saletrą, słabo wybucha, w kwasie azotnym rozkłada się.

Najobficiej występuje w sąsiedztwie kruszców cynowych koło Cynwaldu, Sławkowa (Schlaggenwald) w Czechach, Altenberga w Saksonii, w Kornwalii; po za tem także w granicie i gnejsie, jak np. w Nerczyńsku, w górach Ilmeńskich koło Miaska, na Grenlandyi. Duże kryształy pochodzą z Kanady.

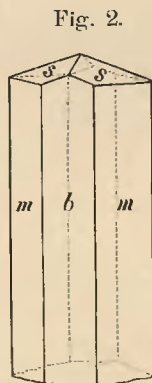
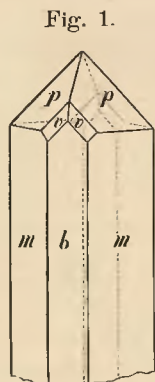
Synonim. Wasserblei *Wern.* = molybden giętki *Drzew.*; niem. Molybdänglanz = pol. błyszcz molibdenowy *Lab.* Molybdénite *Brogn.*

### Antymonit.

$Sb_2S_3$ .

*Kl. bipiram. romb.* (8).

Kryształy pryzmatycznie wydłużone lub igiełkowate wykazują zazwyczaj  $m = (110)$ ,  $b = (010)$ ,  $p = (111)$  lub  $v = (121)$ ,  $s = (113)$  oraz bardzo wiele innych postaci. Kąt  $(110)$   $89^\circ 4'$ , a więc słup prawie prostokątny,  $111 : 110 = 34^\circ 45'$ ,  $113 : 110 = 64^\circ 20'$ , według Krennera (*Sitzb. d. Wr. Akad.*, t. 49. Koort, *Zeitschr. f. Kryst.*, t. 12, str. 78). Ściany słupa są zawsze pokryte podłużnymi brózdkami, końce rzadko kiedy dobrze wykształcone, kryształy często zgięte i spękanе. Szczotki ze snopkowatym ułożeniem kryształów; częściej skupienia nieforemne i zbite lub promieniste i włókniste wypełniają próżnie.



Łupl. doskonała  $\parallel (010)$ , niedokładna  $\parallel (001)$  i in. kierunków. Żywo błyszczące ściany doskonałej łupliwości bywają zwykle spękanе poprzecznie. Tw. 2, łagodny. Ołowiano-szary, pospolicie pokryty nalotem czarnym lub pstrym. C. wł. 4·6 do 4·7.

Chem. Skł.: teor. 71·8 antymonu, 28·2 siarki. Topi się już w płomieniu świecy, w pł. dm. ulatnia się, a na węglu pozostawia nalot biały. W gorącym kwasie solnym rozpuszczalny. W ługu bromowym rozpuszcza się, jako antymonian potasu. Zimny ług potasowy (1 cz. KHO na 4 cz.  $H_2O$ ) strąca na powierzchni antymonitu czerwony osad kermesu. (Lemberg).

Antymonit występuje bądź w sposób samodzielniejszy, kiedy tworzy żyły z kwarcem w granicie i gnejsie, jak koło Magórki w Liptowie, Krasnohory w Czechach, Arnsbergu w Westfalii; bądź też towarzyszy innym minerałom, np. galeinie, barytowi, blendzie, jak w żyłach Felsöbányi na Węgrzech lub w Bańskiej Szczawnicy tamże; w zmiennem zaś towarzystwie występuje w żyłach Przybramu, Freiberga, Neudorfu na Haren, dalej w Toskanii, na Borneo i t. d. Ostat-

niemi czasy wspaniałych okazów zaczęła dostarczać Ichinokawa w Japonii (E. Dana, Zeitschr. f. Kryst., t. 9, str. 29).

Produktami wietrzenia antymonitu są: walcentynit  $Sb_2O_3$  lub ochra antymonowa.

Antymon, będący w handlu, tudzież odczynniki antymonowe prawie całkowicie wyrabiane są z antymonitu. W starożytności proszek tego ostatniego był używany jako środek kosmetyczny ( $\sigma\tau\acute{\iota}\phi$  lub  $\sigma\tau\acute{\iota}\mu\mu$ , stąd później powstał wyraz stibium = antymon). Mieszanina ołowiu i antymonu daje metal drukarski.

Synonim. Lupus metallorum w alchemii. Staroniem. Grauspiessglaser = Promienio-krusz, pstrokrusz, mieniokrusz i t. p. *Kluka*; antymon szary (promienisty, pierzasty) *Drzew.* dziś. niem. Antimonglanz = pol. błyszczy antymonowy *Lab.* Surma, tenże (z czeska). Antimonit *Haid.*; Stibnite, *Dana* = pol. stybnit.

Równopostaciowe z antymonitem są: bizmutyn (bł. bizmutu)  $Bi_2S_3$ , jasno-szary, prawie cynowo-biały, a dalej frencelit (bł. bizmutu selenowy)  $Bi_2Se_3$ , który wszakże należy już do grupy następującej.

#### b) Błyszczące selenowe.

Odpowiadają analogicznemu związkowi siarki i, o ile sądzić można z dotychczasowych postrzeżeń, są z niemi równopostaciowe, jednak wszystkie należą do minerałów rzadkich lub bardzo rzadkich.

Klaustalit  $PbSe$  o łupliwości kostkowej, a więc równopostaciowy z galeną, podobnie ierbachit, mies.  $PbSe$  i  $HgSe$ . Timanit  $HgSe$ , tetraedryczny; postaci zorgitu, mies.  $PbSe$  i  $Cu_2Se$ , tudzież bercelinn  $Cu_2Se$  nie są znane, jak również kruksytu (= crookesit. Nördensk.)  $(Cu, Te, Ag)_2Se$  i eukairytu Berz.  $CuAgSe = Cu_2Se \cdot Ag_2Se$ . Naumanit  $Ag_2Se$ , przeciwnie, swą łupl. kostkową dowodzi równopostaciowości z argentytem.

#### c) Błyszczące telurowe.

I te minerały telurowe nie należą do rozpowszechnionych, występują wszakże zazwyczaj w postaciach dobrze wykształconych

Hesyt  $Ag_2Te$  został w ostatnich czasach znaleziony koło Botes w Siedmiogrodzie w kryształach wyraźnych, a nawet dużych. Jest podobny argentytowi i równej z nim postaci. Kryształy są rozwinięte już regularnie, już to bardziej śpiczasto, na podobieństwo akantytu. Mineral ten znany już był przedtem z Nagyagu i Rezbányi na Węgrzech oraz z Altaju i Kalifornii. Podobny doń jest pecyt  $(Ag, Au)_2Te$ , atoli dzięki zawartości złota zyskuje na znaczeniu. Przeważnie z telurku złota  $AuTe_2$  składa się rombowski kreneryt (bunzenin, telur biały, kruszec żółty) z Nagyagu oraz jednoskośny sylwanit (sylwan, ziemian napisowy *Drzew.*, złoto pisarskie *Lab.*), godny uwagi ze względu na wielce szczególne utwory siatkowe, tudzież podobne wierszom ułożenie kryształków; występuje w Nagyagu i w okolicy Calaveras w Kalifornii. Pokrewny mu jest kalaweryt. Przeważające ilości telurku ołowiu  $PbTe$  i telurku złota  $Au_2Te$  zawiera nagyagit (ziemian blaszkowy *Drzew.* = telur blaszkowy *Lab.*), krystalizujący się, według Schraufa, rombowo. Minerały te występują niekiedy w dostatecznej ilości, by mogły być wydobywane ze względu na złoto i srebro.

Regularny alitait jest prawie czystym telurkiem ołowiu  $PbTe$ , koloradoit Gentha składa się z telurku rtęci  $HgTe$ . Występujący w bliźniakach romboedrycznych tetradymit ( $\tau\epsilon\tau\rho\acute{\alpha}\delta\eta\mu\omicron\varsigma$ , czworaki) jest przeważnie telurkiem bizmutu  $Bi_2Te_3$ . Szopka pod Bańską Szczawnicą, koło Orawicy, także w Wirginii, Karolinie Północnej, Montanie. Blisko spokrewniony jest także jozeit. Należącym tu minerałem jest również werlit, jakkolwiek pod nazwą tą rozumiemy zwykle skalę, będącą mieszaniną dyalagu i oliwinu;

#### d) D o d a t e k.

Do związków prostszych należy też dyskrazyt (srebro antymonialne *Drzew.*), którego rombowe kryształy wykazują kąty, podobne do kątów chalkozynu. Zdaje się być



przeważnie  $\text{Ag}_3\text{Sb}$ , jakkolwiek zawiera zwykle więcej srebra. Ładne okazy kryształów pochodzą z Andreasberg, Altwolfach, Chaniarcillo. Chilenit (srebro bizmutyczne) oraz srebro arsenikalne *Drzew.* zdają się być nieokreślonymi mieszaninami. Maldonit z Maldon w Wirginii jest złotem bizmutycznym  $\text{Au}_2\text{Bi}$ .

### Rząd 3. Siarkosole.

Minerały te, ze względu na ich skład chemiczny, obejmujemy ogólną nazwą siarkosoli (sulfosoli), składających się z trzech pierwiastków: metalu ciężkiego, metalu kruchego i siarki. Dawniej wzory ich dzielono na dwie części, w jednej pisano siarki takie, jak  $\text{PbS}$ ,  $\text{Ag}_2\text{S}$  i t. p., w drugiej — takie, jak  $\text{As}_2\text{S}_3$ ,  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{S}_3$ . Dziś piszemy je zwykle analogicznie do nowszych wzorów soli tlenowych, rozpatrywanych jako związki jednolite. Przypisując pierwiastkom As, Sb, Bi trójwartościowość, otrzymamy dwa typy soli:  $\text{H}_3\text{S}_3 \equiv \text{As}$  (odpowiednio do prustytu  $\text{Ag}_3\text{AsS}_3$ ) oraz  $\text{HS} - \text{As} = \text{S}$  (odpowiednio do miargirytu  $\text{AgSbS}_2$ ). Wychodząc z założenia, że pierwiastki wymienione są pięciowartościowe, otrzymamy typ trzeci, analogiczny do kwasu orto-fosforowego,  $\text{H}_3\text{AsS}_4$  (i odpowiadający enargitowi  $\text{Cu}_3\text{AsS}_4$ ), dalej typ piąty, analogiczny do kwasu azotnego,  $\text{HSbS}_3$ , któremu odpowiada sundyt  $\text{AgFeSb}_3\text{S}_9$ , a prócz tego dadzą się jeszcze wyprowadzić inne typy pośrednie (str. 261). Zwykle jednak wzory stają się bardziej skomplikowanymi przez to, że kilka naraz związków tworzy sole zasadowe bezwodnikowe (str. 262). Oprócz tego bywają wypadki, w których należy przypuścić, zamiast związków atomowych, związków molekularnych, np. w polibazycie  $\text{Ag}_3\text{SbS}_3 + 3 \text{Ag}_2\text{S}$ . W następstwie wzory podawać będziemy sumarycznie.

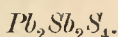
Minerały tego rzędu obdarzone są zazwyczaj barwami szaremi (stąd niem. Fahle można by wyrazić za pomocą staropol. szarki, Linde, V, str. 552, wyd. Lw.), słabym połyskiem metalicznym lub tylko wyjątkowo dyamentowym. Twardość nieznaczna, zwykle 3. Ze względu na zawarty w nich metal ciężki, dadzą się podzielić przeważnie na trzy podrzędy: siarkosole ołowiu (Pb), siarkosole miedzi (Cu) i siarkosole srebra (Ag).

#### a) Siarkosole ołowiu.

Skleroklaz	$\text{PbAs}_2\text{S}_4$ rombowy 0-5389 : 1 : 0-6188. (Sartoryt). Binnenthal.
Cynkenit	$\text{PbSb}_2\text{S}_4$ „ 0-5575 : 1 : 0-6353.
Galenobizmutyt	$\text{PbBi}_2\text{S}_4$ niekształtny, cynowo-biały. Wermland, Kolorado. (Alaskait).
Diufrenuazyt	$\text{Pb}_2\text{As}_2\text{S}_5$ rombowy 0-938 : 1 : 1-531 (Binit <i>Wisera</i> ; Skleroklaz <i>Sartor.</i> )
Dżemsonit	$\text{Pb}_2\text{Sb}_2\text{S}_5$ „ 0-915 : 1 : — [Binnenthal.
Kozalit	$\text{Pb}_2\text{Bi}_2\text{S}_5$ „ 0-919 : 1 : 1-460. Meksyk, Kolorado, Rezbanya,
Bulanżeryt	$\text{Pb}_3\text{Sb}_2\text{S}_6$ „ [Wermland (Bielkit).
Lilianit	$\text{Pb}_3\text{Bi}_2\text{S}_6$ niekształtny, stalowo-szary. Kolorado.
Jordanit	$\text{Pb}_4\text{As}_2\text{S}_7$ jednoskośny 0-4945 : 1 : 0-26552, $\beta = 89^\circ 26'$ . Binnenthal, [Nagyag
Meneginit	$\text{Pb}_4\text{Sb}_2\text{S}_7$ rombowy 0-5289 : 1 : 0-36132 Bottino, Schwarzenberg, Barrie.
Geokronit	$\text{Pb}_5\text{Sb}_2\text{S}_8$ „ 0-581 : 1 : 0-503. Sala, Meredo, Pietra santa.
Bigeryt	$\text{Pb}_6\text{Bi}_2\text{S}_9$ regularny, ciemno-ołowiano-szary. Żyła Baltic w Kolorado. [(Beegerit).
Plagionit	$\text{Pb}_5\text{Sb}_8\text{S}_{17}$ jednoskośny 1-1331 : 1 : 0-4288, $\beta = 72^\circ 50'$ . Wolfsberg, Arnsberg.

Chiwiatytyt, co do skł. chem  $\text{Pb}_2\text{Bi}_6\text{S}_{11}$ , zajmuje miejsce pośrednie między bizmutynem a galenobizmutytem, kobelit  $\text{P}_2(\text{Bi}, \text{Sb})_2\text{S}_5$  — między kozalitem a dżemsonitem,

kilbrekenit  $Pb_6Sb_2S_9$  zbliża się do geokronitu, semseit  $Pb_7Sb_6S_{16}$ —do plagionitu. Dodatkowo wymienimy tu jeszcze: frankeit  $Pb_5Sn_2Sb_2S_{12}$  oraz zbliżony doń kilindryt, obydwa z Boliwii; dalej liwingstonit  $HgSb_4S_7$  z Meksyku, tudzież bertyeryt, będący sulfosolą żelaza i mający zwykły skład:  $FeSb_2S_4$ . Pręcikowaty, włóknisty, podobny do antymonitu. Clazelles w Owernii, Bräunsdorf w Saksonii, Arany-Idka na Węgrzech.

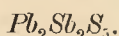
**Cynkenit.**Kl. *bipiram. romb.* (8).

Kryształy rombowe tworzą sześcioboczne bliźniaki przerosłe o wyglądzie pręcikowatym lub igiełkowatym. Równopostaciowy ze skleroklazem.

Tw. 3 do 3·5. Ciemno-stalowo-szary, niekiedy pstro naleciały. C. wł. 5·3 do 5·35.

Chem. Skł.: teor. 35·9 ołowiu, 41·8 antymonu, 22·3 siarki. W pł. dm. rozpryskuje się, daje dymy antymonu i ulatnia się, pozostawiając niewielką resztę. Wolfsberg na Harcu, Hausach w Badenie.

Etym. Zinkenit, *G. Rose* — na cześć górnika J. K. L. Zinkena (1798—1862).

**Dżemsonit.**Kl. *bipiram. romb.* (8).

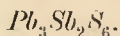
Kąt śłupa rombowego (110)  $78^{\circ} 40'$ . Kryształy pręcikowate lub igiełkowate bez wyraźnych zakończeń; zwykle skupienia niekształtne pręcikowate, włókniste.

Tw. 2 do 2·5; stalowo-szary. C. wł. 5·56 do 5·72.

Chem. Skł.: teor. 50·8 ołowiu, 29·5 antymonu, 19·7 siarki. W pł. dm. zachowuje się jak cynkenit. — Kornwalia, Nerczyńsk.

Heteromorfit i plumozyt są dżemsonitem w postaci kryształów delikatnych, pierzastych, które tworzą bądź szczotki najęzione, bądź skupienia filcowate i iglaste powłoki. Wolfsberg, Andreasberg, Clausthal, Neudorf, Freiberg, Felsöbánya.

Etym. i synonim. Federerz = piórokrusz *Kluka*, antymon szary pierzasty *Drzem*. Plumosit *Haid.* (pluma, pióro). Heteromorphit, *Ramm.* (=różnokształtny). Jamesonit *Haid* — na cześć prof. R. Jamesona (1774—1854).

**Bulanżeryt.**Kl. *bipiram. romb.* (8).

Znany tylko w skupieniach niekształtnych, pręcikowatych, włóknistych i drohnoziarnistych, często do dżemsonitu pierzastego podobny. Tw. 3. Czarniawo-ołowiano-szary. C. wł. 5·8 do 6.

Chem. Skł.: teor. 58·9 ołowiu, 22·8 antymonu, 18·3 siarki. W pł. dm. zachowuje się podobnie jak dżemsonit, daje nalot ołowiu.

Występuje w większych ilościach koło Molières w dep. du Gard, znajduje się także w Wolfsbergu, Przybramie, Bottino, Nerczyńsku i in. m.

Etym. Boulangerit *Thaulova* — na cześć C. L. Boulanger'a (1810—1849).

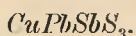
**b) Siarkosole miedzi \*).**

Wolfsbergit	$CuPbS_2$	rombowy	—	1 : 0·6065 (błyszcz miedziano-antymonowy).
				[Wolfsberg.
Empektyt	$CuBiS_4$	„	0·5430	1 : 0·6256 (bl miedziano-bismutowy).
				[Schwarzenberg, Freudenstadt, Copiapo.
Burnonit	$CuPbSbS_3$	„	0·9379	1 : 0·8968.
Ajkinit	$CuPbBiS_3$	„	0·9719	1 : — (patryuit, belonit, niem. Nadel-
				[erz=pol, kruszec iglasty). Berezowsk.
Witychenit	$Cu_3BiS_3$	„	.	(kruszec miedzi i bizmutu). Wittichen.

\*) W części płowokrusze *Kluka*, szaromiedniaki *Lab.*

Guejaryt	$\text{Cu}_2\text{Sb}_4\text{S}_7$	rombowy, 0·8221 : 1 : 0·7841. Andaluzya.
Binit	$\text{Cu}_6\text{As}_4\text{S}_9$	tetraedryczny (Binnit v. <i>Rutha</i> , Dufrenoyssite <i>Damoura</i> ). Bin- [nenthal.
Klaprotyt	$\text{Cu}_6\text{Bi}_4\text{S}_9$	rombowy, 0·74 : 1: — Wittichen, Freudenstadt w Würtem- [bergu.
Tetraedryt	$\text{Cu}_{10}\text{Zn}_2\text{Sb}_4\text{S}_{13}$	tetraedryczne. Cały szereg związków równopostaciowych.
Enargit	$\text{Cu}_3\text{AsS}_4$	rombowy, 0·8711 : 1 : 0·8248. Porówn. też klaryt.
Famatynit	$\text{Cu}_3\text{SbS}_4$	„ 0·871 : 1 : 0·823. Rioja w Argentynie.

Luzonit posiada ten sam skł. chem., co enargit, jest wszakże nieforemny. Epi-  
genit różni się od enargitu zawartością żelaza.

**Burnonit.***Kl. bipiram. romb. (8).*

Kryształy rombowe, niekiedy obficie w ściany zaopatrzone. Zwykłemi po-  
staciami są:  $c = (001)$ ,  $o = (101)$ ,  $n = (011)$ ,  $m = (110)$ , także  $a = (100)$ ,  $b =$   
 $= (010)$ ,  $e = (210)$ ,  $f = (120)$ ,  $y = (111)$ ,  $u = (112)$ ,  $x = (102)$ . Kąty:  $(110)$   
 $86^\circ 20'$ ,  $011 : 001 = 41^\circ 54'$ ,  $001 : 101 = 43^\circ 43'$ . (O postaciach: Miers, Min. Ma-  
gaz., t. 6, str. 59). Kryształy mają wygląd albo grubych tabliczek z przeważają-  
cym dwuścianem pod-  
stawowym  $c$ , albo też—  
słupów wydłużonych  
w kierunku jednej osi  
kryształu. Kryształy  
bliźniacze według  $110$   
zdarzają się często, za-  
równo w postaci pro-  
stych dwojaków, fig. 2,  
jak odpowiednich bli-  
źniaków wielokrotnych,  
zawierających pomię-  
dzy  $c$  i  $\bar{c}$  wiele blaszko-  
wych indywiduów, uło-  
żonych równolegle do

Fig. 1.

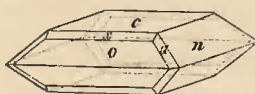


Fig. 2.

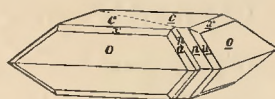
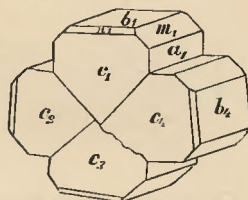
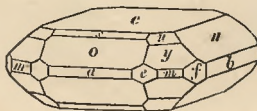


Fig. 4.

Fig. 3.



linii kropkowanej. Nie są również rzadkie i bliźniaki kolankowate, jak na  
fig. 4, która przedstawia czworak, zrosły według tegoż prawa. Utwory tego  
ostatniego rodzaju są właściwością burnonitów węgierskich.

Lupl. niewyraźna  $\parallel b$ , zaledwie ślady w innych kierunkach. Przelam mu-  
szkowy — nierówny. Tw. 2·5 do 3. Stalowo-szary, ołowiano-szary lub czar-  
niawy. Blask metaliczny żywy. C. wł. 5·70 do 5·86.

Chem. Skł.: teor. 13·0 miedzi, 42·4 ołowiu, 25·0 antymonu, 19·6 siarki.  
Burnonit bywa więc przetapiany na miedź i ołów wraz z innemi towarzyszącemi  
mu kruszcami. W pl. dm., po wydzieleniu dymów antymonu, topi się na czarną  
kulkę, która przez dalsze ogrzewanie daje nalot ołowiu, a gdy ten ulotni się,  
stopiona z sodą, zamienia się na ziarnko miedzi. Rozpuszcza się w kwasie azot-  
nym, wydzielając siarkę i trójtlenek antymonu; roztwór błękitny.

Ładne kryształy pochodzą z kopalń kornwalijskich, z Przybramu, Kapnika  
na Węgrzech, Freiberga w Saksonii, Neudorfu (duże okazy), Wolfsberga, Klaus-  
thalu, Andreasberga na Harcu i w. in. m. Burnonit nie występuje samoistnie



i nigdzie nie tworzy mas większych. Znajduje się w żyłach pospółu z galeną, blendą, tetraedrytem, chalkopirytem, także antymonitem, z którymi, wyjąwszy blendę, jest spokrewniony chemicznie. Jedna z żył kapnickich zawiera pseudomorfozy burnonitu po tetraedrycie. Dawniej Karyntya dostarczała burnonitów, na powierzchni rozłożonych, które do zbiorów dostawały się pod nazwą welchitu (błyszczu antymonowo-miedzanego).

Etym. i synonim. Niem. Schwarzspiessglaserz = antymon czarny *Drzem.* Szaromiedniak ołowiany *Lab.* Burnonite, *Jameson*, na cześć hr. Bournon.

#### Grupa tetraedrytu.

Minerały tetraedryczne, o blasku metalicznym, bez wyraźnej łupliwości. Wszystkie zawierają miedź i siarkę, a prócz tego antymon lub arsen w ilościach zmiennych, jak również cynk, żelazo, srebro, rtęć. Ze wszystkich tetraedrytów dobywaną jest miedź, a przy pewnej zawartości srebra lub rtęci także i te ostatnie metale. Możemy je rozpatrywać jako połączenia molekularne, których jedną częścią składową jest związek  $\text{Cu}_3\text{SbS}_3$ , odpowiadający pirargirytowi, drugą zaś — związek  $\text{CuZn}_2\text{SbS}_4$ , odpowiadający stefanitowi. Konstytucję tego ostatniego możemy sobie wystawić w postaci  $\text{Cu}-\text{S}-\text{Sb} \begin{smallmatrix} \text{S}-\text{Zn} \\ \text{S}-\text{Zn} \end{smallmatrix} \text{S}$ . Miedź pierwszego związku może być zastąpiona przez Ag, w drugim zaś związku miejsce Zn może zajmować Hg, Fe lub też grupa dwuwartościowa —Cu—Cu—.

To założywszy, otrzymamy:

w tetraedrycie zwyczajnym:	$3\text{Cu}_3\text{SbS}_3 + \text{CuZn}_2\text{SbS}_4$
w spaniolicie:	$3\text{Cu}_3\text{SbS}_3 + \text{CuHg}_2\text{SbS}_4$
„ frajbergicie:	$3\text{Ag}_3\text{SbS}_3 + \text{CuFe}_2\text{SbS}_4$
„ tenatycie:	$3\text{Cu}_3\text{AsS}_3 + \text{CuFe}_2\text{AsS}_4$
w tetraedrycie arsenowym:	$3\text{Cu}_3\text{AsS}_3 + \text{CuCu}_4\text{AsS}_4$

#### Tetraedryt antymonowy.

*Kl. 4-ścianu poszóst. (31).*

Postaci kryształów są bądź pojedynczymi czworościanami właściwymi i piramidalnymi, bądź kombinacjami o wyglądzie tetraedrycznym (skąd nazwa), jakkolwiek zdarzają się też połączenia z przeważającym dwunastościanem rombowym. Częstokroć czworościan dodatni ma ściany błyszczące, ścięte zaś jego naroża są matowe i chropowate. Na narożach czworościanu pospolicie osadzone bywają trzy ściany 12-ścianu rombowego, jak na fig. 2. Zwyczajnym czworościanem piramidalnym jest  $l = \alpha (211)$ , krawędzie jego bywają niekiedy ścięte przez 12-ścian deltoidowy  $n = \alpha (332)$ . Utwory bliźniacze, według 111, należą do częstych. Są to dwa przerastające się nawzajem czworościany, mające jedną ścianę 111 wspólną, tak, że trzy naroża jednego osobnika przebijają trzy ściany drugiego, fig. 4. Ściany kryształów bywają niekiedy pokryte chropowatemi naszkorupieniami krystalicznymi chalkopirytu, z wyjątkiem ścian (100), które pozostają gładkie. Drobne kryształki chalkopirytu układają się tak, że oś główną mają równoległą do jednej z osi krystalograficznych tetraedrytu. (O tem i o krystalizacyi tetraedrytu w ogóle, patrz: Sadebeck, Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesell., t. 24; Klein, Jahrb. f. Min. 1871).

Tw. 3 do 4. Przełam muszlowy — nierówny. Barwa stalowo-szara — żelazno-czarna. Rysa czarna, niekiedy też czerwona, a mianowicie u tetraedrytów, obficie w cynk zaopatrzonych.

Chem. Rozmaitość skł. daje się wyrazić dość prawdopodobnie za pomocą jednego wzoru. H. Rose, który podał nową metodę analizy tetraedrytów (rozkład chlorem gazowym), na podstawie swych starannych poszukiwań wyprowadził stosunek  $\text{Cu}_8\text{Sb}_2\text{S}_{17}$ , w którym Cu może być częściowo zastąpiona przez srebro, Sb zaś po części przez arsen,  $\text{Cu}_2$  — przez Zn, Hg, Fe. Wszakże porównania dalsze odpowiadają lepiej wzorowi bardziej złożonemu  $\text{Cu}_{10}\text{Zn}_2\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ .

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

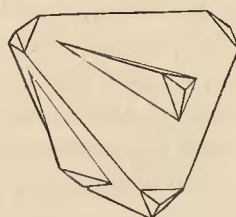
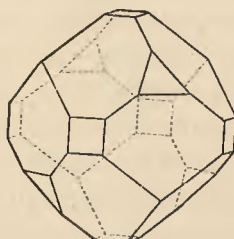
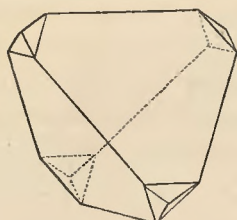
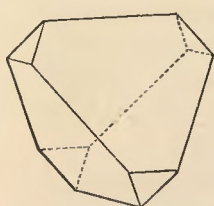
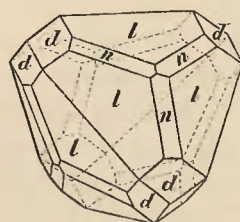
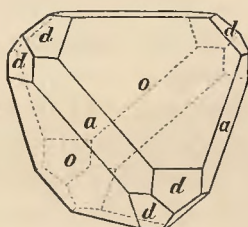
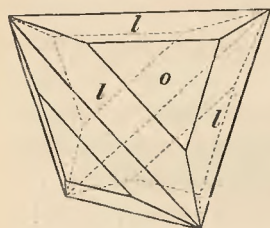


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.



wymagającemu 38 miedzi, 7·8 cynku, 29·3 antymonu i 24·9 siarki. Ogrzany i stopiony w kolbie, daje sublimat ciemno-czerwony, w rurce otwartej — nalot antymonu. W pł. dm. na węglu topi się łatwo na szarą kulkę; w wodce królewskiej rozpuszcza się całkowicie. Produktami wietrzenia bywają zwykle malachit, azuryt, ochra antymonu. Niektóre kryształy tetraedrytu antymonowego zawierają domieszkę równopostaciową tetraedrytu arsenowego. W okazach zaś niekształtnych i zbitych ten ostatni występuje dość obficie (tetraedryty antymonowo-arsenowe). Inne zawierają drobne ilości kobaltu.

Jako podrodzaje tetraedrytu antymonowego, wymienimy następujące:

Tetraedryt pospolity, czyli cynkowy, ma przybliżony skł. chem.:  $3\text{Cu}_3\text{SbS}_3 + \text{CuZn}_2\text{SbS}_4$ , w którym obok Zn znajduje się też żelazo, a zamiast Sb podstawiają się drobne ilości As. — C. wł. 4·5 do 5. Minerale te są przetwarzane na miedź.

Wystę p. Przykładów występowania dostarczają stare piaskowce i łupki gliniaste koło Horhausen w Nadreńskich górach Łupkowych. Żyły kruszcowe tamtejsze składają się z syderytu i kwarcu, a obok tetraedrytu zawierają jeszcze piryt, chalkopiryt, burnonit, blendę, antymonit. Podobnie żyły klaustalskie na

Harcu, które są osadzone w takiej samej skale i również zawierają spāt żelazny i kwarc, ale prócz tego baryt i galenę. Do tegoż typu należy pień żelaza spātycznego koło Müsen, gdzie tetraedryt występuje znowuż w towarzystwie pirytu, chalkopirytu i galeny, niekiedy w ilościach znacznych; dalej żyły Przybramskie, w których t. ma znaczenie tylko podrzędne, wreszcie żyły Spessartu, Turyngii i Kornwalii. W żyłach Kapnika, przerzynających skały trachitowe, ładne kryształy tetraedrytu spoczywają na druzach kwarcu i bywają niekiedy przeobrażone w burnonit. Do innego zgoła typu należą żyły, przejmujące wapienie tyrolskie, np. koło Brixlegg, gdzie tetraedryt ukazuje się w towarzystwie jednego tylko barytu. Tu kryształy t. wykazują statecznie 12-ścian rombowy. Druzy, pokryte wspomnianem powyżej naskorupieniem chalkopirytu, pochodzą z Kornwalii, Clausthalu, Wolfachu. Tetraedryt wraz z chalkopirytem występuje również w Tatrach; jest on wprysnięty w baryt i kwarc, które tworzą żyły w łupkach krystalicznych i gnejsach. Dawniej wytapiano zeń miedź i dobywano w dolinie Starej Roboty, Kościeliskiej pod Pyszną, Dziewiętej Bani, a także prawdopodobnie w t. zw. Koperszadach pod Jaworzyną.

Tetraedrytem srebrnym, czyli frajbergitem <sup>1)</sup> zostały nazwane odmiany srebrodajne, zawierające niekiedy powyżej 31 proc. srebra, odpowiednio do wzoru:  $3Ag_3SbS_3 + CuFe_2SbS_4$ , wymagającego 13·2 miedzi, 33·8 srebra, 5·8 żelaza, 25·5 antymonu i 21·7 siarki. Okazy w kryształach arsenu nie zawierają, żelazo zaś bywa zwykle w części przez cynk zastąpione. C. wł. 4·85 do 5·0. Tetraedryty tego rodzaju nawet z niewielką zawartością srebra są przerabiane równocześnie na miedź i srebro.

Znane są żyły kwarcowe Bräunsdorfu koło Freiberga, osadzone w łupkach krystalicznych i zawierające obok siarkosoli srebra, argentytu i srebronośnego arsenopirytu, także frajbergit. Tetraedryty bogate w srebro znaleziono również koło Neudorf i Clausthal na Harcu, koło Wolfach; w Newadzie i Karolinie Półn.

Odmiany, zawierające oprócz srebra ołów, otrzymały od Raimondiego nazwę malinowskitu, który występuje w Peru i składa się z 14·4 miedzi, 11·9 srebra, 13·1 ołowiu, 9·1 żelaza, 1·9 cynku, 24·7 antymonu, 24·3 siarki, oraz 0·6 arsenu (Domeyko, Miner. Chili, 5 dodat. 1876).

Tetraedryt rtęciowy, czyli spaniolit, szwacyt, zawiera znaczne ilości żywego srebra, przenoszące, według istniejących analiz, niekiedy 17 proc., odpowiednio do wzoru:  $3Cu_3SbS_3 + CuHg_2SbS_4$ , który wymaga 32·7 miedzi, 20·6 rtęci, 25·2 antymonu, 21·5 siarki. Wszelako, na skutek domieszki równopostaciowej tetr. cynkowego, zawiera zwykle mniej rtęci, której miejsce zajmują częściowo cynk lub żelazo. Ogrzany w rurce szklanej otwartej, daje oprócz dymów antymonu jeszcze szary nalot rtęci. Tetraedryty tego rodzaju nie są częste. Otrzymują z nich miedź i rtęć.

Żyły, przecinające łupki krystaliczne gór Spiskich na Węgrzech (dawna Ziemia Spiska), dostarczają tego rodzaju tetraedrytów. Koło Kotterbachu składają się one z kwarcu i syderytu, a dalej chalkopirytu, cynobru i takiego wła-

<sup>1)</sup> Niem. Weissgiltigerz=pol. białokrusz *Kłuka*; srebro białe *Drzew.*, białomiedziak *popłatny Kłęska*.



śnie tetraedrytu. Koło Nowej Wsi (Igló) towarzyszą temu ostatniemu tylko spat żelazny i chalkopiryt. Koło Schwatz w Tyrolu znajdowano niegdyś szwacyt. W Palatynacie Reńskim, koło Moschel, towarzyszem tetr. znowu jest cynober. Towarzystwo to z chemicznego punktu widzenia jest łatwo zrozumiałe, a interesujące z tego względu, że tetr. rtęciowy podlega niekiedy przeobrażeniu, którego wynikiem jest z jednej strony malachit i ochra antymonu, z drugiej zaś — cynober.

### **Tetraedryt arsenowy.**

*Kl. 4-ścianu poszóst. (31).*

Postacią kryształów i barwą nie różni się bynajmniej od tetraedrytu antymonowego, rysę natomiast ma przeważnie czerwono-szarą do ciemno-wiśniowo-czerwonej. Barwy naleciałe częste. Twardość nieco większa, mianowicie 4. C. wł. najczęściej mniejszy, mianowicie 4·5 do 4·9. Ogrzewany w rurce otwartej, wydaje dymy arsenu. Odróżniamy:

Tetraedryt arsenowy pospolity, czyli arsenowo-miedziany, o wysokim c. wł. 4·9 i skł. chem.:  $3Cu_3AsS_3 + Cu_3AsS_4$ , któremu odpowiada 55·4 miedzi, 18·7 arsenu i 25·9 siarki. W pl. dm. topi się łatwo na kulkę, pozbawioną magnetyzmu.

Przykładem tego podrodzaju jest tetr., występujący w Banacie (Szaszka), bogatszy w miedź od innych.

Tenatyty. Jest tetr. arsenowo-żelazistym o c. wł. 4·4 do 4·6. Skł. chem. wedle wzoru:  $3Cu_3AsS_3 + CuFe_2AsS_4$ , odpowiadającego 43·4 miedzi, 7·7 żelaza, 20·5 arsenu i 28·5 siarki, wszakże zawartość miedzi z powodu domieszki równopostaciowej t. poprzedniego jest zwykle nieco wyższa. W pl. dm. topi się na żużel czarny i magnetyczny.

Łożyskami tenatytu są: Redruth w Kornwalii, Skutterud w Norwegii, Capelton w Kanadzie. W zaliczającej się tutaj blendzie miedzianej z Freiberga lwia część żelaza została zastąpioną przez cynk (Kupferblende Breith.).

Etym. Tennantite, *Phillips* — na cześć chem. S. Tennanta (1761—1815).

T. zw. aftonit, anniwit, sztuderyt należą również do tetraedrytów, ryonit jest tetraedrytem arsenowym, zawierającym bizmut. Regularny julianit ma skład tetraedrytu arsenowego, jest wszakże odeń miększy. Sandbergeryt jest blisko spokrewniony z blendą miedzianą. Rombowy stylotyp skł. chem. przypomina tetraedryt srebrnośny:  $3(Cu_2, Ag_2, Fe)S \cdot Sb_2S_3$  (σῶλος, słup; τῶπος, postać).

### **Enargit.**

$CuAs_3S_4$ .

*Kl. bipiram. romb. (8).*

Rombowy ten minerał w Europie jest dość rzadki. Zwykłemi jego postaciami są: (110), (001), (010), (100). Kąt (110) 82° 7', (011) 79° 2'.

Łupl. dokł. || (110), niewyraźna równoległe do dwuścianów. Tw. 3, kruchy. Żelazisto-czarny; rysa czarna; blask metaliczny słaby. C. wł. 4·4 do 4·5.

Skł. chem.: teor. 48·4 miedzi, 19 arsenu i 32·6 siarki. Topi się łatwo na kulkę.

Tworzy potężną żyłę w trachicie koło Mancayan na Luzonie, wypełnia obficie rozpadliny koło Marococha w Peru, w Sierra de Famatina w Argentynie; znajduje się w Meksyku, Kalifornii, Karolinie połudn., dalej w niewielkich ilościach koło Paradu w Matrze na Węgrzech, gdzie spotyka się wraz z tetrae-

drytem, pirytem, chalkopirytem, blendą w andezycie, mocno spękanym, zawierającym miejscami naftę. To ostatnie złożę czyni, według v. Cotty, wrażenie tworzącego się źródła. Enargit, występujący obficie, jest bardzo szacownym kruszczem miedzi.

Substancja  $\text{Cu}_3\text{AsS}_4$ , według Sandbergera, występuje również w postaci jednoskośnej, jako klaryt, koło Schapbach w Badenie (kopal. Klara).

#### c) Siarkosole srebra.

Miargiryt	$\text{AgSbS}_2$	jednosk., 2:9945 : 1 : 2:9095, $\beta = 81^\circ 22\frac{1}{2}'$ . Bräunsdorf, [Przybram, Potosi. Należy tu również kengotyt.
Prustyt	$\text{Ag}_3\text{AsS}_3$	romboedryczny, 1 : 0:8038.
Pirargiryt	$\text{Ag}_3\text{SbS}_3$	„ 1 : 0:7892.
Stefanit	$\text{Ag}_3\text{SbS}_4$	rombowy, 0:6291 : 1 : 0:6851.
Polibazyt	$\text{Ag}_9\text{SbS}_6$	„ 0:5793 : 1 : 0:9130.
Andoryt	$\text{AgPbSb}_3\text{S}_6$	„ 0:9776 : 1 : 0:8699, Felsöbanya.
Frajeslebenit	$\text{Ag}_3\text{Pb}_2\text{Sb}_3\text{S}_8$	jednosk., 0:5872 : 1 : 0:9277, $\beta = 87^\circ 46'$ . Hiendelaencina, [Freiberg, Felsöbanya.
Dyaforyt	$\text{Ag}_3\text{Pb}_2\text{Sb}_3\text{S}_8$	rombowy, 0:4919 : 1 : 0:7433. Różnpostaciowy z poprzednim. Przybram.
Zundyt	$\text{AgFeSb}_3\text{S}_9$	rombowy, 0:6771 : 1 : 0:4458. Oruro w Boliwii. (Sundit).
Argirodyt	$\text{Ag}_6\text{GeS}_5$	jednosk., 0:67 : 1 : 0:61, $\beta = 70^\circ$ . Freiberg. Godny uwagi ze względu na zawartość germu. Według Penfielda—tetraedryczny.

#### Polibazyt.

$\text{Ag}_9\text{SbS}_6$ .

*Kl. bipiram. romb. (8),*

Cienkie tabliczkowate kryształy miano dawniej za heksagonalne, symetria ich jest wszakże rombowa. Kąt słupa (110) wynosi prawie dokładnie  $60^\circ$ . Zwykła kombinacja: (001), (111), (021); kąt (111)  $63^\circ$ .

Blask metaliczny, barwa żelazno-czarna, rysa także. Descloizeaux znalazł, że cienkie blaszki są przezroczyste i optycznie dwuosiowe; I-sza dwusieczna || c.

Lupl. || (001) niedokładna, przełam nierówny. Tw. 2 do 2:5, łagodny C. wł. 6:0 do 6:2.

Chem. Wzór podany odpowiada 75:6 srebra, 15:0 siarki i 9:4 antymonu, atoli zawsze zawarte są drobne ilości arsenu, miedzi i żelaza (niekiedy też cynku) w postaci związków izomorficznych. Topi się łatwo; stopiony z sodą daje ziarno srebra miedzistego.

Znajduje się w żyłach kruszców srebrnych we Freibergu, Przybramie; znany jest także w Jachimowie, Bańskiej Szczawnicy; dalej występuje w Meksyku, Newadzie, Idaho.

Etym. Polybasit, H. Rose, od πολύς mnogi i βάσις zasada: aluzya do obecności kilku naraz zasad metalicznych.

#### Stefanit.

$\text{Ag}_3\text{SbS}_4$ .

*Kl. piram romb. (7).*

Kryształy rombowe, półpostaciowe o wejrzeniu bądź tabliczkowatym, bądź pryzmatycznym. Zwykłemi postaciami są: c = (001), m = (110), b = (010), p = (111), u = (112), d = (021), prócz tego jednak występują rozmaite piramidy, jak (113), (223), (332), i słupy, jak (011), (034), oraz inne postaci. Kąty: (110)  $64^\circ 21'$ , (021)  $107^\circ 48'$ , (111)  $75^\circ 40'$ . Bliźniaki według 110, zwykle powta-

rzają się wielokrotnie (Porówn. Schröder, Annal. d. Phys., t. 95; Vřba, Zeitschr. f. Kryst., t. 14, str. 79).

Lupl. niedokł.  $\parallel d$  i  $b$ , łagodny. Tw. 2 do 2·5. Blask metaliczny. Barwa żelazno-czarna, rysa czarna. C. wł. 6·2 do 6·3.

Fig. 1.

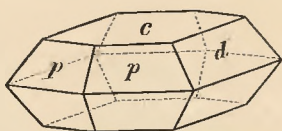
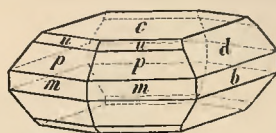


Fig. 2.

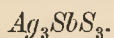


Chem. Skł. teor.: 68·4 srebra, 15·4 antymonu, 16·2 siarki. W rurce szklanej otwartej wydaje dymy antymonowe, na węglu topi się na ciemno-szarą kulkę, z której pod wpływem sody stopionej wyłania się ziarnko srebra. Rozkłada się w gorącym kwasie azotowym.

Stefanit jest wielce szacownym kruszczem srebra. Występuje często w żyłach srebrodajnych Saksonii koło Freiberga, Annaberga, Schneeberga, Johanngeorgenstadtu, dalej w żyłach Przybramu, Szczawnicy Bańskiej, Kremnicy. W ilościach największych, lubo kształtów foremnych pozbawiony, znajduje się w znakomitej żyłce Comstock koło Virginia City w Newadzie. Żyła ta, osadzona w andezycie kwarcowym, składa się z okruchów tego ostatniego, masy gliniastej i kruszców, a koło miasta wzmiankowanego miąższość swą nadzwyczajną powiększa do 150 metrów i przybiera charakter pnia. Głównymi kruszczami są stefanit i argentyt, po za nimi zaś występują galena, w srebro obfitująca, prustyt, pirargiryt, polibazyt pospołu z pirytem, chalkopirytem, blendą, kalcytem i t. d. Żyłę tę odkryto w r. 1859, w roku zaś 1875 poczęto wyrabiać t. zw. „bonanza”. Produkcya dosięgła szczytu w latach 1876—1878. Do r. 1883 wydała kopalnia kruszczu wartości około 40 milionów dolarów. Na głębokości 900 metrów temperatura wzrosła powyżej 50° C. i uderzyły wody gorące, utrudniając w sposób nadzwyczajny odbudowę górniczą. Stefanit, niekiedy pięknie skryształizowany, występuje też w Idaho, koło Zacatecas w Meksyku i t. d. Przeobrażanie się w srebro rodzime zostało poznane na pseudomorfozach w Przybramie.

Synonim. i etym. Sprödglasserz *Wern.* = srebro szkliste kruche *Drzew.*; srebrniak szklisty kruchy *Lab.* Stephanit *Huid.* — na cześć arcyks. Stefana austr.

### Pirargiryt.



*Kl. piram. dytryg. (20).*

Romboedryczno-hemimorficzny. Najpospolitsze są kryształy pryzmatyczne, których panującą postacią jest słup  $n = (11\bar{2}0) = \infty R 2$ , zakończony romboedrem  $P = \pi(1011)$ , romboedrem wtórnym łępszym  $z = \pi(01\bar{1}2) = -\frac{1}{2} R$ , skalenoedrami  $h = \pi(21\bar{3}1) = R 3$ ,  $l = \pi(21\bar{3}4) = \frac{1}{4} R 3$ , a często także ścianę wierzchołkową  $c$ .

Prócz tego znane są skalenoedry pojedyncze i rozmaite ich kombinacje, tak, że liczba dostrzeżonych postaci jest bardzo znaczna (Rethwisch, Jahrb. f. Min., t. dodatk. 4, str. 31. Groth, Univ.-Sammlg., Strassburg. Miers, Zeitschr. f. Kryst., t. 15, str. 129. Dane odnoszą się w cz. i do rodzaju następującego).



Ściany słupa  $(1010) = \infty R$  ukazują się częstokroć tylko w liczbie trzech, co odpowiada półpostaciowości (porówn. turmalin [44]). Hemimorfizm dostrzeżono też bezpośrednio na kryształach, wykształconych obustronnie (Schuster, Zeitschr. f. Kryst., t. 12, str. 117).

Fig. 5 przedstawia kryształ z Andreasberga, na którym prócz  $z$ ,  $l$ ,  $h$  występują jeszcze z jednej strony  $p = R5$ ,  $t = \frac{1}{2} R5$ , z drugiej zaś  $q = -5 R \frac{2}{3}$ ,  $E = -R \frac{1}{3}$  i  $F = R \frac{5}{3}$ .

Fig. 1.

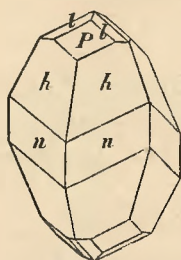


Fig. 2.

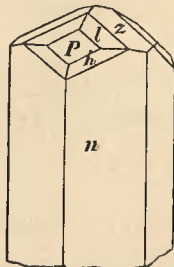


Fig. 3.

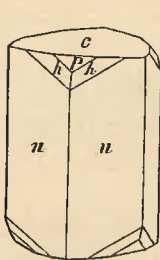


Fig. 4.

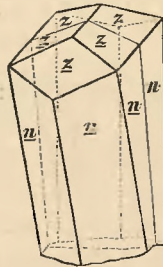
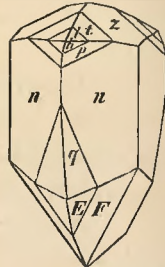


Fig. 5.



Utwory bliźniacze zdarzają się często, mianowicie wystawiony na fig. 4, a odpowiadający drugiemu rodzajowi zrastania się osobników (str. 87). Tutaj obydwie indywidua zrastają się płaszczyzną bliźniaczą, prostopadłą do krawędzi biegunowej romboedru  $z$ . Niekiedy według tegoż samego prawa powtarzają się wielokrotnie cienkie osobniki blaszkowate lub też zrastają się cztery osobniki, z których trzy zewnętrzne otaczają jeden wewnętrzny, czyli środkowy. Kąt  $R$  wynosi  $71^\circ 18'$ , kąt zaś romboedru  $z$  jest  $52^\circ 2'$ .

Lupl. dość dokł. równoległe do romboedru  $P$ . Przełam muszlowy, na okazach niekształtnych często nierówny i zadziorny. Tw. 2 do 2·5. C. wł. 5·75 do 5·85. Dla p. czystego Miers podaje gęstość 5·85.

Opt. Blask metalicznie-dyamentowy. Barwa karmazynowo-czerwona do ciemno-olowiano-szarej. Rysa koszenilowa, wiśniowo-czerwona. Cienkie blaszki przepuszczają światło. Niekiedy napotykają się kryształy zupełnie przezroczyste. Na jednym z takich kryształów, pochodzących z Andreasberga, Fizeau oznaczył obydwie spółcz. załam.  $\omega = 3\cdot984$ ,  $\epsilon = 2\cdot881$  dla pr. czerw. Wypada stąd, że dwójłomność pir. jest bardzo mocna i odjemna (—).

Chem. Skł.: teor. 59·8 srebra, 22·5 antymonu, 17·7 siarki, pir. jest więc kruszcem, obficie w srebro zaopatrzonym. Ogrzany w kolbce, trzaska i rozpryskuje się; topi się łatwo, wydzielając brunatno-czerwony nalot siarku antymonu; na węglu topi się na kulkę, wydając dymy antymonu i dwutlenek siarki; z kulki tej, stopionej z sodą, wyłania się ziarnko srebra. Pod wpływem kwasu azotowego proszek czarnieje i rozpuszcza się, wydzielając siarkę i tlenki antymonu. Potraktowany ługiem potasowym, daje roztwór pięciosiarku antymonu, strącanego przez kwasy w postaci osadu pomarańczowo-żółtego. Sénarmont odtworzył sztucznie kryształy pirargirytu, działając w temperaturze podniesionej na sole srebra siarko-antymonianem sodu i dwuwęglanem sodu, zamkniętymi w rurze szklanej.

Wystę p. Pirargiryt jest minerałem rozpowszechnionym w żyłach kruszcowych srebrodajnych. Do najładniejszych należą p-ty andreasberskie na Harcu, występujące w żyłach niegrubych, wypełnionych kalcytem i zawierających jeszcze arsen, blendę i galenę. W zmiennem wykształceniu zawierają go żyły okręgu gór. Frajberskiego, których liczba przenosi 150, a które są osadzone najczęściej w gnejsie, wypełnione zaś przeważnie kwarcem. Towarzyszami jego są tutaj prustyt, argentyt, stefanit, polibazyt, tudzież srebro rodzime z arsenopirytem, tetraedrytem i in. minerałami. Żyły Przybramu i Gonderbacha, zawierające przeważnie galenę srebronośną, kryją miejscami ładne kr. pirargirytu obok innych kruszców srebra, obok chalkopirytu, tetraedrytu i t. p. Towarzyszami p-tu w żyłach Kremnicy i Szczawnicy Bańskiej, przerzynających skały wybuchowe, są również kruszce srebra, wyżej wymienione. Kongsberg, znakomity ze swoich pięknych okazów srebra rodzimego, jest przykładem żył, przecinających t. zw. falbandy w gnejsie. Zawierają one przeważnie kalcyt, fluoryt, oraz rozmaite krzemiany. Gdy zaś się spotykają z owymi falbandami (t. j. wsiąkami magnetytu i pirytu ułożonemi pasiasto i zgodnie z uławiceniem gnejsów), wnet wykazują srebro rodzime, argentyt, pirargiryt, prustyt, galenę, blendę, piryt magnetyczny i t. p. Obfitem występowaniem p-tu odznacza się Chaniarcillo koło Copiapo w Chili, gdzie żyły w kruszce srebra bogate osadzone są w wapieniu, przeciętym wielu żyłami dyabazu. W pobliżu powierzchni ziemi siarki uległy rozkładowi i przeobraziły się w tlenki i chlorki. Wielkie ilości pirargirytu i prustytu posiada Meksyk i Newada. W Idaho wydobywane są masy, ważące po kilka centnarów; te połączone są często ze srebrem rogowem.

Przemiany chemiczne, jakim ulega pirargiryt, prowadzą do produktów, właściwych też rodzajowi następującemu.

Synonim. i etym. Rothgolderz *Agric.* 1546 = czwonokrusz *Khuka*; dunkles Rothgiltigerz *Wern.* = srebro czerwone ciemne *Drzew.* = srebrniak czerwony ciemny *Lab.* Niem. Antimonsilberblende = pol. blenda antymonowo-srebrna, srebrzak czerwony, *Kłesk.* Pyrargyrit *Glockera* 1831, od πύρρ ogień, ἀργγρος srebro, niby że ma kolor rozpalonego srebra.

### Prustyt.

$Ag_3AsS_3$ .

*Kl. piram. dytrygon. (20).*

Postać ma pirargirytu, wszakże kryształy typu skalenoedrycznego występują tu daleko częściej. Kąt  $R$   $72^{\circ}10'$ . Co do bliźniaków, łupl. i twardości, obydwie minerały nie różnią się zgoła. Równopostaciowość z pirargirytem wybitna.

Blask dyamentowy; przezroczysty lub przeświecający. Barwa koszenilowo-czerwona do karmazynowo-czerwonej; barwy naleciałe nieraz ołowiano-szare. Rysa jutrzenno-różowa do koszenilowo-czerwonej. Energiczna dwójłomność ujemna (—). C. wł. 5·5 do 5·6, p-tu czystego 5·57, według Miersa.

Chem. Skł.: teor. 65·5 srebra, 15·1 arsenu, 19·4 siarki. Ogrzany w kolbce, po stopieniu, wydziela nieznaczłą ilość brunatnego trójsiarku arsenu. W pł. dm. topi się łatwo, wydaje dymy arsenu i zamienia się na kruche ziarnko metaliczne, redukujące się w srebro niełatwo. Rozkłada się w kwasie azotnym, wydzielając siarkę i kwas arsenawy. Ług potasowy wyciąga zeń siarek arsenu, który z roztworu ( $K_3AsS_3$ ) strąca się za dodaniem kwasów w postaci cytrynowo-żół-



tego osadu  $As_2S_3$ . Sztucznie odtworzony przez Sénarmonta tymże samym sposobem, co rodzaj poprzedzający.

Zarówno pirargiryt, jak prustyt przeobrażają się niekiedy w argentyt  $Ag_2S$ , a także srebro rodzime. To ostatnie bywa wówczas bardzo pulchne i porowate skutkiem znacznych strat substancjonalnych, jakie poniósł minerał pierwotny. Wszystkie wymienione dotychczas kruszce srebra (siarkosole) pokryte nieraz bywają naskorupieniem pirytu, a nawet znane są całkowite pseudomorfy pirytu lub markasytu po tych minerałach.

**Występ.** W niektórych utworach żyłowych prustyt i pirargiryt występują razem, jak np. w okolicy Freiberga, atoli prustyt ukazuje się też samoistnie w towarzystwie pirytów arsenowych. Należą tu mianowicie żyły, wspomniane w opisie smaltynu: koło Marienberg, Annaberg, Johanngeorgenstadu, Jachimowa, gdzie kruszce srebra są utworem późniejszym od formacji kobaltowej, tak samo żyły pod Wittichen, Wolfach w Badenie, Markirch w Alzacyi, gdzie znaleziono też piękne kryształy pr-tu. Koło Chalanches w Delfinacie żyły srebra krzyżują się z wysiawkami smużystymi pirytu i arsenopirytu, pod Chaniarcillo w Chili żyły i żyłki wapieni zawierają obfite kruszce srebra i wspaniałe nieraz kryształy prustytu, mianowicie w miejscach zetknięć ze szczelinami międzywarstwowymi i żyłami dyabazu. Pochodzą stamtąd skalenoedry długie na 7 centymetrów. W Meksyku, Peru, Newadzie oraz Idaho prustyt rozpowszechniony jest narówni z pirargirytem.

Wszystkie siarkosole srebra związane są z argentytem powtarzającym się często występowaniem wspólnem, tworzą one wspólną formację kruszców szlachetnych. Ta spoczywa bądź na kwarcu, bądź też kojarzy się z węglanami, jak syderyt, „spat perłowy“ (dolomit), kalcyt, obfituje zaś w kruszce najbardziej, skoro jej towarzyszy baryt. Produkcya srebra opiera się przeważnie na odbudowie tych właśnie kruszców; otrzymywanie z nich metalu bywa zwykle czynnością dość zawiłą. Lwią część srebra produkuje Ameryka Południowa i Meksyk, a następnie Stany Zjednoczone Ameryki Północnej. W r. 1893 produkcya srebra w Ameryce wynosiła 3863 tysiące kilogramów, w Australii 637, w Europie 472, na całej ziemi około 5339 t. k., w r. zaś 1894 mniej, bo 5205 t. k. Srebro, będące w użyciu, jest aliażem miedzi. Z 1 kg. srebra czystego bije się 239·52 koron austriackich, które zawierają 83·5 proc. szlachetnego metalu. (Szczegóły historyczne i monetarno-polityczne patrz w dziełach, przytoczonych pod złotem, tudzież Suessa: *Die Zukunft des Silbers*, Wiedeń, 1892).

**Synonim. i etym.** Rodtguldenerz, *Agric.* 1546 = po cz. czerwonekrusz *Kłuka*. Lichtes Rothgiltigerz *Wern.* = srebro czerwone jasne *Drzew.* = srebrniak czerwony jasny *Łab.* Niem. Arsensilberblende = pol. blenda arsenowo-srebrna. Proustite, *Beudant* — na cześć chem. franc. J. L. Prousta (1755—1826).

Do siarkosoli srebra należy też kilka rzadkich minerałów o blasku dyamentowym i żółtej lub czerwonej rysie: pirostylpnit (blenda ognista)  $Ag_3SbS_3$  (jak pirargiryt), jednoskośny, Andreasberg, Freiberg; ksautokon  $Ag_3AsS_3$  (jak prustyt), jednoskośny, Freiberg; zawierający selen rytyngeryt z Jachimowa; dalej talowy lorandyt  $TlAsS_2$ , jednoskośny, koszenilowo-czerwony, Allachar w Macedonii.



**Rząd 4. Blendy (cynobrowce).**

Zestawimy tu proste związki siarki, wykazujące blask dyamentowy do połysku tłustego i najczęściej rysę jasną. W postaci dodatku wspomnimy kilka minerałów o wł. fizycznych podobnych, które wszakże, zawierając tlen, tworzą już przejście do gromady następującej.

Blenda	ZnS regularna, tetraedryczna.
Metacynober	HgS regularny, tetraedryczny. (Metacinnabarite, <i>Moore</i> ).
Albandyn	MnS „ „ (Blenda manganowa).
Wurcyt	ZnS heksagonalny, półpostaciowy, 1 : 0·8175.
Grenokit	CdS „ „ 1 : 0·8109.
Cynober	HgS trapezodryczno-tetartodryczny, 1 : 1·1453.
Kowelin	CuS romboedryczny 1 : 1·1466.
Realgar	AsS jednoskośny 1·4403 : 1 : 0·9729, $\beta = 66^{\circ} 5'$ .
Aurypigment	As <sub>2</sub> S <sub>3</sub> rombowy 0·60304 : 1 : 0·67427.
Haueryt	MnS <sub>2</sub> regularny, pirytoedryczny.

**Blenda.***ZnS.**Kl. 4-ścianu poszóstn. (31).*

Kryształy tetraedryczne, częstokroć z obydwoma czworościanami i kostką. Wówczas jednak ściany (111) naprzemianległe odznaczają się niekiedy odmiennymi własnościami, jak to wskazuje fig. 1. Często występuje też 12-ścian rombowy  $d$ , a mianowicie w kombinacji z jednym lub obu czworościanami, dalej 4-ścianem piramidalnym  $\kappa$  (311) =  $y$ , fig. 3. Ukazują się też i inne 4-ściany piramidalne, wszelako ich ściany bywają często zryśowane lub skrzywione.

Fig. 1.



Fig. 2.

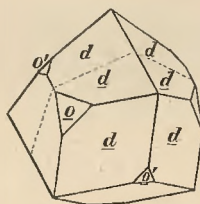


Fig. 3.

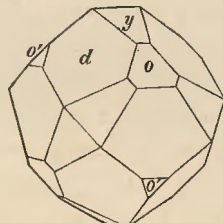


Fig. 4.

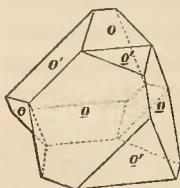


Fig. 5.

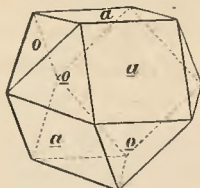
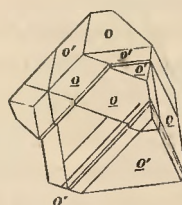


Fig. 6.



Najpospolitsze utwory bliźniacze według 111. Przykład ich podano na fig. 4, gdzie każdy z osobników tworzy kombinację  $o = \kappa$  (111) z  $o' = \kappa$  ( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ ), dalej na fig. 2, gdzie postacią przeważającą jest dwunastościan rombowy  $d$ , wreszcie na fig. 5, która przedstawia osobnik dwoisty ze ścianami kostki i obu czworościanów. Bliźniaki wielokrotne, jak na fig. 6, należą do pospolitych, jak

również utwory kolankowe według tegoż prawa. Zrosty skomplikowane tego rodzaju następują nieraz trudności co do właściwego ich pojmowania. Płaszczyzną styczną bywa niekiedy ściana (211), prostopadła do 111 (Sadebeck, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., t. 21 i 30. Groth, Min. S. Univ. Strassburg, str. 23).

Blenda krystaliczna miewa najczęściej budowę ziarnistą, niekiedy cienko-włóknistą lub zbitą, wtedy dzieli się na skorupy a powierzchnię ma nerkowatą; są to t. zw. blendy wątrobowe, skorupowe, które wszakże wraz z bl. promienistą należą najczęściej już do rodzaju następującego (wurcytu).

Fiz. Najwybitniejszą cechą tego minerału jest doskonała lupil. równoległe do 12-ścianu rombowego. Tw. 3·5 do 4, krucha. Na ścianach gładkich żywy blask dyamentowy, także połysk tłusty. Jedne osobniki są przezroczyste, inne—ciemne lub nieprzezroczyste. Barwa najczęściej brunatna i czarna, często zielona, żółta, czerwona; okazy bezbarwne są najrzadsze. Rysa zwykle żółta lub brunatna, rzadziej biała. Pod wpływem rozłamywania lub drapania niektóre kawałki fosforyzują. Ogrzewanie wzbudza niekiedy elektryczność biegunową, przyczem ściany i naroża czworoscianu zachowują się odmiennie (Friedel). C. wł. 3·9 do 4·2, blenda zbita ma zwykle gęstość mniejszą.

Chem. Skład: teor. 67 cynku i 33 siarki, wszelako zwłaszcza blendy ciemne zawierają statecznie domieszkę równopostaciową  $\text{FeS}$ , tak, że zawartość żelaza zwykle z trochę manganu dochodzi do 20 proc. W wielu obecny jest kadm, w niektórych dostrzeżono też cynę, gal, ind, tal. W pł. dm. trzaska i rozpryskuje się energicznie, atoli nie topi się prawie całkiem; w natężonym ogniu utleniającym pozostawia na węglu nalot cynku. Rozpuszcza się w kwasie azotnym, wydzielając siarkę. W ługu bromowym rozpuszcza się jako  $\text{ZnO}$ ; jeżeli blenda zawiera  $\text{FeS}$ , to osiada brunatny osad  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  w ciągu kilku minut lub kilku godzin, zależnie od zawartości żelaza. Ogrzana z roztworem srebra do  $70^\circ \text{C}$ ., zabarwia się  $\text{Ag}_2\text{S}$  na jasno-brunatno lub stalowo-szaro, srebra metalicznego nie strąca w żadnych warunkach (Lemberg). Kryształy o kształcie i składzie blendy znajdują się często pomiędzy hutniczymi produktami przypadkowymi; zostały też odtworzone sztucznie (porówn. str. 280).

Występ. Blenda występuje niekiedy samoistnie, zwykle jednak towarzyszy galenie, tak, że znany niewiele takich pokładów kruszcu ołowianego, któreby były wolne od blendy. W żyłach skał masowych i uwarstwionych blenda znajduje się zwykle razem z galeną, barytem i rozmaitemi związkami siarki, jak np. we Freibergu, lub też z galeną i fluorytem, jak w Münsterthalu Badeńskim, w Devonshire; z galeną i węglanami na kwarcu w Przybramie, zwłaszcza zaś w żyłach kruszcowych węgierskich, gdzie jej towarzyszą nieraz kruszce srebra. Niezwykle piękną jest blenda kapnicka, występująca na kwarcu obok spatu manganowego, a także obok tetraedrytu. W żyłach chalkopiryty blenda spotyka się też często. W łupkach krystalicznych tworzy niekiedy soczewice i całe składy, na skalę największą w Annabergu nad jez. Wetter w Szwecyi, na mniejszą — koło St.-Martin niedaleko Sterzing w Tyrolu (Schneeberg), gdzie występuje pospół z pirytem magnetycznym i granatem oraz galeną. Na szczególną uwagę zasługuje częste występowanie w próżniach, żyłach i żyłkach wapieni i dolomi-

tów: należą tu ładne kryształy pojedyncze w dolomicie Biennenthalskim lub owe, nieraz wielkie jak głowa, kryształy i osobniki, dostarczające pięknych, przezroczystych odlupków, a osadzone w ciemnych wapieniach węglowych na Picos de Europa w Asturyi. Koło Rabla (Raibl) w Karyntyi galena i blenda tworzą naszkorupienia, wypełnienia i kształty naciekowe w wapieniu, który w ich sąsiedztwie ulega zwykle dolomityzacyi (Poszepny, Jahrb. d. geol. Reichsanst., t. 23, str. 317). Niektóre wapieniaki Württemberga zawierają blendę, osadzoną w przegródkach skorup amonitowych. Pokłady blendy i galeny znane są również w wielu wapieniach i dolomitach północno-amerykańskich. Ładnych okazów blendy czarnej dostarcza Rodna w Siedmiogrodzie, Freiberg i Breitenbrunn w Saksonii (chrystofit, Breith.), Ems. Nöggerath i Bischof dostrzegli osady blendy (nowotwory) na cembrowaniach dawnych kopalń.

U nas blenda występuje razem z galmanem i galeną w t. zw. dolomicie rudonośnym (wapieniu muszlowym), tworzącym pas długi na 40 km. między Olkuszem a Bytomiem (patrz galenę). Skupia się przeważnie w t. zw. wapieniu podstawowym, na którym spoczywa ów dolomit „rudonośny“, w kruszec uboższy. Blenda jest na Śląsku eksploatowana na wielką skalę. Większe ilości blendy napotkano też w Wodnej i Trzebieńce (w Krakowskim).

Blenda wietrzejąca zamienia się na witryol cynkowy, a w obecności węglanu wapnia na t. zw. kwiat cynkowy. Że przeobraża się też w spat cynkowy i krzemian cynku, dowodzą tego pseudomorfozy.

Z blendy wytapia się obecnie cynk (u złotników spiauter, kontryfał), znajdujący dziś rozległe zastosowanie w rozmaitego rodzaju odlewach, a w aliażu z miedzią dający mosiądz, znany już w czasach starodawnych, jako metal, nadający się do wyrobu najrozmaitszych sprzętów, narzędzi i naczyń. Dawniej nie umiano wytapiać cynku z galeny, dla dawnych górników blenda znajdowana z galeną była więc „galena inanis“, w odmianie zaś ciemnej — „sterile nigrum“. Mineral więc ten, jako nieużyteczny, odrzucano na hałdy. Atoli z biegiem wieków, gdy nauczono się „wyprowadzać“ z blendy metal, poczęły się tworzyć towarzystwa, by owe dobrze teraz widziane a obficie nagromadzone odpadki eksploatować.

Etym. i synonim. Blende — wyraz staroniemiecki, znany już *Agricoli* 1546, inaczey pseudogalena, pochodzi od blenden, co znaczy mamić; odnosił się głównie do odmian, przypominających galenę. Blenda, *Kluk*, *Drzew*. Blenda cynkowa *Eab*. Sfaleryt (= Sphalerit, *Glock*) od *σφαλερός* zwodniczy. Po cz. cynkomięń *Altha*.

Substancja ZnS jest dwupostaciowa. Breithaupt znalazł, że blenda promienista z Przybramu ma symetrię heksagonalną, łupie się w kierunku ścian słupa i pł. wierzchołkowej, i nazwał ją spiauterytem. Później Friedel dostrzegł siarek cynku heksagonalny z Oruro w Boliwii i dał mu imię wurcytu (od chem. fr. A. Wurtz). Odpowiednie kryształy (hemimorficzne, kl. piram. dytryg.) znaleziono w hutniczych produktach przypadkowych i odtworzono sztucznie. Rzadki grenokit CdS jest równopostaciowy z poprzednim. Kryształy, odtworzone sztucznie, są według Schülera romboedryczne (nazwa od lorda Greenock).

### Cynober.

*HgS*.

*Kl. trapez. trygon. (18).*

Drobne zazwyczaj kryształy mają wykształcenie najczęściej romboedryczne. Dwuścian podstawowy *d* jest zwykle postacią panującą, romboceory *n*, *i* oraz



wiele innych romboedrów, a także r. wtóry  $g = -\frac{1}{2} R$  i słup  $m$  tworzą szereg połączeń (Patrz Mügge, Jahrb. f. Min. 1882, t. 2).  $n$  jest  $\pi(10\bar{1}1) = R$ , kąt  $R$  wynosi  $108^{\circ} 12'$ ,  $d : n = 69^{\circ} 17'$ .  $i$  jest  $\pi(20\bar{2}\bar{5}) = \frac{2}{5} R$ . Na niektórych kryształach zauważono ściany skalenoedryczne i pryzmatyczne w liczbie połówkowej a ugrupowaniu, odpowiadającym tetartoedryi trapezoedrycznej. (Porówn. kwarc, str. 67). Na fig. 2 i 3 są to ściany  $\chi = 2P\frac{3}{2}$  i  $D = \frac{3}{4}P\frac{3}{2}$ , po za tem występują znów romboedry:  $n' = -R$ ,  $f = 2R$ ,  $l = -2R$ ,  $h = -\frac{2}{3}R$ . Na niektórych

Fig. 1.

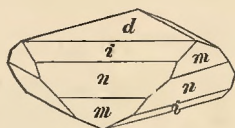


Fig. 2.

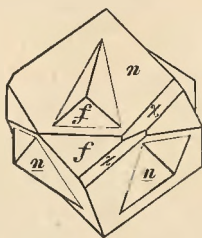
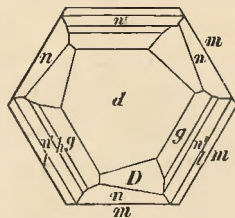


Fig. 3.



okazach dostrzeżono dwojaki, których pł. bliźniaczą jest  $d$ , fig. 2. Zwykle cynober kształtów foremnych jest pozbawiony, budowę miewa ziarnistą lub zbitą, niekiedy ziemistą.

Łupl. dość dokł.  $\parallel m$ . Przełam nierówny lub zadziorowy. Tw. 2 do 2·5, łagodny. C. wł. 8·0 do 8·2.

Opt. Blask dyamentowy; przezroczysty lub przeświecający. Dwójłomność bardzo wielka,  $\omega = 2\cdot854$ ,  $\epsilon = 3\cdot201$  dla św. czerw., optycznie więc dodatni (+). Descloizeaux dostrzegł na cynobrze poznaną już przedtem na kwarcu polaryzację obrotową, która wszakże jest tu 15 razy większą. Barwa koszenilowo-czerwona lub szkarłatno-czerwona, niekiedy szara. Rysa szkarłatna.

Chem. Skł.: teor. 86·2 rtęci i 13·8 siarki. Ogrzany w kolbecie, sublimuje się, w rurce szklanej otwartej spala się część siarki, pozostaje zaś szary, składający się z kropelek, nalot rtęci. Ogrzany z sodą, rozkłada się całkowicie i daje rtęć. W kwasie azotnym rozpuszcza się doszczętnie.

Wy stę p. Cynober dostarcza całej ilości rtęci, znajdującej się w handlu, lubo pokłady jego nie są liczne. W Palatynacie Nadreńskim występuje w żyłach, osadzonych w piaskowcu i łupku gliniastym, które przerwane są skałami porfirowymi i którym towarzyszą rogowce. Najznakomitszem miejscem występowania jest Moschellandsberg. C. tworzy tu żyłki i sznurki, chociaż jest także drobno rozsiany w postaci wsiaków. Obfitość jego zmniejsza się z głębokością. Towarzyszami jego są piryt i markasyt, często też smoła ziemna i asfalt. Niekiedy tworzy pseudomorfozy po pirycie i tetraedrycie rtęciowym. W Münsterappel znajdowano nalot cynobru na szczątkach ryb i w skamieniałościach roślinnych. Co się tyczy głośnych pokładów w Idryi (Kraina), to cynober jest tu rozsiany w łupku i dolomie, a zmieszany ze smolą ziemną (idryalin) i gliną, tworzy t. zw. rtęć wątrobową (wątrobnica Kluka) i palną (zgorzelica tegoż), gdy wsiaki masy czarnej skorupowej zwane są kruszczem koralowym. Koło Almaden w Hiszpanii całe bogactwo cynobru kryje się w ławicach piaskowca, warstwu-

jących się naprzemian z „płonnym“ łupkiem gliniastym. Z najbogatszych pokładów słynie Nowy Almaden w Kalifornii, gdzie cynober występuje w serpentynie lub koło niego. Pokłady syderytu w Alpach zawierają niewielkie ilości cynobru. Nadzwyczaj interesującym jest występowanie kawałków cynobru w skrzepach źródeł gorących (gejzerów) na Islandyi i w rozpadlinach krainy solfatar: Sulphur-Banks w Kalifornii. Wszystkie te pokłady cynobru świadczą o powstawaniu jego za sprawą wznoszących się źródeł. Według G. F. Beckera, cynober wydziela się z rozpuszczalnego związku podwójnego:  $\text{HgS} + 4\text{Na}_2\text{S}$  (Geology of the Quicksilver Deposits of the Pacific slope, Waszyngton 1888).

C. znany już był starożytnym. Teofrast nazywa go *κιννάβαρις*, Vitruvius i Pliniusz przytaczają go pod nazwą minium. Zastosowania w farbiarstwie wywołały fabrykację cynobru sztucznego. Rtęć roztarta z siarką, jak również  $\text{HgS}$ , strącony z roztworu siarkowodorem, dają wszakże odmianę czarną. Przez sublimację otrzymuje się produkt czerwony.

Etym. i synonim. Wyraz pochodzenia, zdaje się, indyjskiego. Łać. cinnabaris, skąd cinnabaryt. Niem. Mercurblende = pol. blenda merkuryalna, rtęciowa. Niem. Zinnober = pol. cynober, *Kluk*.

I czarna odmiana siarku rtęci o c. wł. 7-7 i postaci tetraedrycznej została znaleziona w Lake Cty. w Kalifornii, później też w Idryi, a nazwana przez Moora metacynabarytem (metacynobrem). Nie wiele się odeń różni, jakkolwiek zawiera trochę cynku, gwadalkazaryt Petersena i zawierający selen onofryt  $\text{HgS}(\text{S}, \text{Se})$ .

Z minerałów, zawierających miedź, należy tutaj kowelin, krusz miedzi indygowej *Lab.*, minerał błękitny o skl.  $\text{CuS}$ , występujący najczęściej jako utwór wtórny na chalkopirycie i błyszczu miedzi. Kryształy rzadkie, heksagonalne. Tw. 1-5 do 2. C. wł. 4-6. Covelli znalazł go na Wezuwiuszu. W większych ilościach występuje w Chili, Boliwii, a zwłaszcza na wyspie Kaware koło Nowej Zelandyi. W Kieleckim razem z kruszczem miedzi pstry (M. Flaum, Pam. Fizyogr, t. VII, 1887). Kantonit, alisonit zdają się być pseudomorfozami kowelinu po galenie. Wreszcie wturcimy tu jeszcze dwa związki manganu: alabandyn (blenda manganowa) krystalizuje się tetraedrycznie; postaci przeważające: ośmiościan i sześcián. Tw. 3-5 do 4. Barwa czarniawa. C. wł. 3-9 do 4-1. Skł. chem.  $\text{MnS}$ . Kapnik, Nagyag i in. m. Haueryt  $\text{MnS}_2$  ukazuje się zwykle w ośmiościanach, godzien jest uwagi ze względu na równopostaciowość z pirytem (porówn. str. 335). Kalinka na Węgrzech, Raddusa na Sycylii.

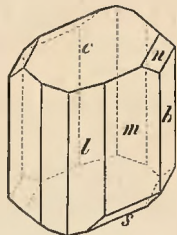
### Realgar.

*AsS.*

*Kł. słupa jednoskośn. (5).*

Jednoskośny. Zwykłemi postaciami są:  $m = (110)$ ,  $l = (210)$ ,  $b = (010)$ ,  $c = (001)$ ,  $n = (011)$ ,  $s = (11\bar{1})$ . Kąt  $(110) 105^\circ 34'$ ,  $001 : 011 = 23^\circ 58'$ ,  $001 : 110 = 75^\circ 48'$ ,  $\beta = 66^\circ 5'$ , według Marignaca. Kryształy krótko-pryzmatyczne, pojedyncze lub skupione w druzi. Często ziarnisty lub zbity. — Lupl.  $\parallel c$  i  $b$  wyraźna. Tw. 1-5 do 2. C. wł. 3-4 do 3-6.

Fig. 1.



Opt. Barwa różowo-jutrzenna, przezroczysty lub przeświecający. Rysa pomarańczowo-żółta. Dwójłomność ujemna (—). Pł. osi opt.  $\parallel 010$ , jak w gipsie,  $a \wedge a = 53^\circ$ ,  $a \wedge c = 13^\circ$ .

Chem. Skład: teor. 70.1 arsenu i 29.9 siarki.

Ogrzany w kolbce, sublimuje się; w pł. dm. na węglu spala się, nadając płomieniowi zabarwienie żółto-białe. W ługu bromowym

łatwo rozpuszczalny. Z mocnego roztworu podchloranu wapnia strąca w zimnie po 1 do 2 min. biały osad arsenianu wapnia; ten w zetknięciu z obojętnym azotanem srebra daje natychmiast czerwono-brunatny osad arsenianu srebra (Lemberg).

Związek ten otrzymywany jest sztucznie w kawałkach bezpostaciowych, a pod nazwą „siarki rubinowej“ lub „sandaraki“ używany w pirotechnice i t. p. W postaci kryształów tworzy się często, jako przypadkowy produkt hutniczy, i podczas podziemnych pożarów węgla; znaleziono go również w lawach Wezuwiusza.

Ladne kryształy znajdują się w dolomicie binmentalskim, okazy większe — w żyłach antymonitowych w towarzystwie kruszców srebra koło Felsöbányi, Kapnika i t. d.; nieforemne masy wypełniające występują pospół z aurypigmentem koło Tajowej na Węgrzech, druzi w filicie — koło Kresowa w Bośni.

Wystawiony na światło dzienne i wolne powietrze, staje się stopniowo żółtym i nieprzezroczystym, przeobrażając się w mieszaninę  $As_2S_3$  i  $As_2O_3$ .

Etym. i synonim. *Σανδαρίκη* Teofrast = Sandaracha Plin. = sandaraka. Realgar pochodzi z arabskiego rahj al ghar = proch kopalni. Realgar czerwony Drzew. Złotołusk czerwony Lüh.

### Aurypigment.



*Kl. bipyram. romb. (8).*

Rombowy, zwykle  $a = (100)$ ,  $u = (110)$ ,  $n = (120)$ ,  $b = (010)$ ,  $o = (011)$ ,  $p = (122)$ . Kąt  $(110)$   $79^\circ 20'$ ,  $(011)$   $96^\circ 30'$  Kryształy drobne, krótkie; skupienia ziarniste lub pręcikowate.

Łupl. doskonała  $\parallel a$ ; cienkie blaszki giętkie, łagodne. Tw. 1.5 do 2. C. wł. 3.4 do 3.5. Połysk tłusty, na  $b$  perłowo-maciczny. Przezroczysty lub przeświecający. Pł. osi opt.  $001$ . Cytrynowo-żółty lub pomarańczowo-żółty. Rysa podobna.

Chem. Skład: teor. 61 arsenu i 39 siarki. Ogrzany w kolbce, sublimuje się; w ługu potasowym całkowicie rozpuszczalny. W ługu bromowym zachowuje się jak realgar. Zagotowany z roztworem srebra, po 2 — 3 min. pokrywa się cienką powłoką  $Ag_2S$  koloru jasno-brunatnego (Lemberg).

I ten związek jest sztucznie otrzymywany i używany jako farba w malarstwie. Występowanie bardzo zbliżone do minerału poprzedniego. Pod Tajową wypełnia żyły w glinie; w żyłach kruszczowych Kapnika, Felsöbányi, Kresowa w Bośni i in. m. znajduje się w ilościach niewielkich, w masie zaś znacznej — koło Dżulamerku w Kurdystanie.

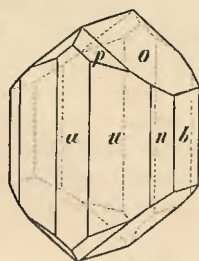
Etym. i synonim. Auripigmentum Plin. (= złota farba), a stąd skaż. operment Agric. Złotołusk Rzecz. Realgar żółty Drzew.

Dymorfin Sacchiego jest, według Kenngotta, identyczny z aurypigmentem.

W postaci dodatku przytoczymy tu jeszcze kilka minerałów, które należy rozpa-trywać jako połączenia siarek z tlenkami.

Pirostybit (blendy antymonowa, antymonoczerwony Drzew., kermesyt). Kryształy igielkowate, rombowo-hemiedryczne o blasku dyamentowym, barwie wiśniowo-czerwonej

Fig. 1.





i skł. chem.  $\text{Sb}_2\text{S}_3\text{O}$ , zachowujące się w ogniu tak samo jak antymonit. Często bywają produktem wietrzenia tego ostatniego. Bräunsdorf, Bezinek, Przybram i t. d. Odpowiednim produktem sztucznym jest kermes aptekarski. — Karelinit  $\text{Bi}_2\text{SO}_3$ , boliwit  $\text{Bi}_2\text{S}_3 + \text{Bi}_2\text{O}_3$ , wolcyn  $4\text{ZnS} + \text{ZnO}$ . Ten ostatni, podobny do blendy skorupowej, jest prawdopodobnie mieszaniną, również jak obydwie poprzedzające.

### Gromada III. Tlenki.

Gromada ta obejmuje tlenki proste i wodorotlenki, a także niektóre związki podobne, dające się wyprowadzić z wodorotlenków. Rzędy, łączące w sobie tlenki i wodany metali ciężkich o znacznym ciężarze właściwym, skupiają się pod nazwą zbiorową „kruszców“.

#### Rząd 1. Hydroity.

W tym pierwszym rzędzie umieścimy wodę, która ze względu na cechy odrębne, na właściwe jej szczegóły występowania, tudzież olbrzymie rozpowszechnienie, wymaga osobnego traktowania pod nazwą ogólną hydroitów, za pożyczoną od Breithaupta.

#### Woda.

#### $\text{H}_2\text{O}$ .

#### Ciekła.

O znaczeniu wody, tej głównej sprężyny ruchu kołowego w państwie mineralów, mówiliśmy w części ogólnej. O jej własnościach niewiele pozostaje do nadmienienia. Woda służy za skalę do określania rozmaitych wielkości fizycznych, między innymi — ciężaru właściwego. Gęstość wody czystej bierzemy tedy za jednostkę; woda, zawierająca w roztworze sole, ma więc c. wł. wyższy, który dla wody morskiej wynosi np. 1.0275 (porówn. str. 298). Woda czysta jest bezbarwna, jednak Bunsen dostrzegł, że warstwa wody, gruba na 3 metry, jest w świetle przechodzącem niebieska. Delikatne zmętnienie sprawia, że i w świetle odbitem woda przybiera barwę niebieską; barwa wielkich mas wody zależy prócz tego od koloru dna, od domieszek drobnych organizmów i t. d., barwa powierzchniowa, zmienna — także od rodzaju oświetlenia i odbijania. Według doświadczeń, dokonanych na morzu Śródziemnym, światło prze-dostaje się nie głębiej nad 400 metrów, w jeziorze zaś Genewskim — nie głębiej nad 200 metrów.

Woda czysta przeprowadza elektryczność w stopniu bardzo nieznacznym; promienie ciepła pochłania w ilości największej. Poczynając od punktu topliwości, objętość wody ogrzewanej zmniejsza się, w temp.  $4^{\circ}\text{C}$ . jest ona najmniejsza, poczem znów się rozszerza. W temp.  $100^{\circ}\text{C}$ . objętość w. jest o 1.043 raza większa, niż w temp. topnienia. Woda morska i roztwory soli nie wykazują wogóle tej anomalii pomiędzy  $0^{\circ}$  i  $4^{\circ}$ .

Podział wód, wedle ich występowania, na atmosferyczne, przenikające skały (wilgoć skalna), źródłane, rzeczne, jeziorowe i morskie, podaliśmy już powyżej. Co się tyczy wód źródłanych z większą zawartością soli, czyli wód mineralnych, to według utartego powszechnie słownictwa, wody, zawierające dużo  $\text{NaCl}$ , nazywać będziemy solankami; wodom ze znaczną zawartością  $\text{NaCl}$ ,

KCl nadany nazwę ogólną wód solnych; wody, obfitujące w  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , będą więc wodami alkalicznymi (ługowemi), gdy nazwa wód ziemno-alkalicznych może być nadana tym źródłom, które zawierają większe ilości  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ; dalej nazwa wód siarczanych stosuje się do źródeł, zawierających wiele  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . Prócz tego odróżniane są jeszcze wody glauberskie ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), gorzkie ( $\text{MgSO}_4$ ), żelaziste ( $\text{FeCO}_3$ ), krzemionkowe ( $\text{SiO}_2$ ) i t. d. Wreszcie osobną nazwę mają wody, zawierające w większej ilości gazy: szczawowy (kwaśnice Kluka) obfitują w wolny  $\text{CO}_2$ , wody zaś siarkowe — w siarkowódór  $\text{H}_2\text{S}$ . Cieplice z bardzo niewielką zawartością części stałych nazwano wodami słabymi (akratotermi); do takich należą źródła gasztyńskie i pfefferskie (porówn. str. 298). (Liter. Pfaff, *Das Wasser*, 1870. J. Tyndall, *Woda, jej kształty i przeobrażenia etc.*, tł. pol. K. Jurkiewicza, Warszawa 1874. Dove, *Der Kreislauf d. W. auf der Oberfläche der Erde*, 1874. Daubrée, *Les eaux souterraines à l'époque actuelle*, Paryż 1887. W. Szajnocha, *Zróżdła mineralne Galicyi*, Rozpr. Akad. Um. w Krakowie, t. XXII, 1891).

**Lód.** $\text{H}_2\text{O}$ .*Kl. skalenoedru dytryg. (21).*

Z postaci gwiazdek śniegu wnosimy o układzie heksagonalnym. Badania mikrofotograficzne G. Nordenskiölda (Bull. soc. fran. minér., t. XVI, r. 1893) dowodzą wszakże, że mamy tu niewątpliwie do czynienia z postaciami połówkowymi, romboedrycznymi, jak to już widać z figur 1 i 2, przedstawiających w 25-krotnem powiększeniu kryształy śniegu. Próżnie i pory, tak co do swej postaci, jak ugrupowania — wykazują wyraźnie tylko trzy pionowe płaszczyzny symetrii. Na fig. 2 trzy zewnętrzne naprzemianległe ściany są rozwinięte nie-

Fig. 1.

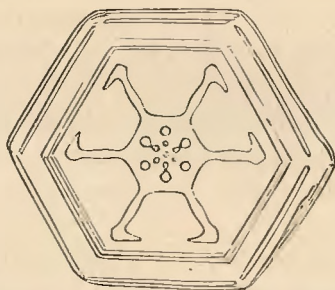
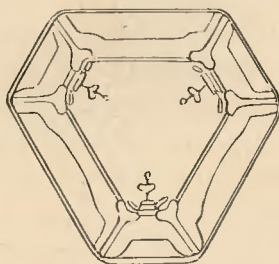


Fig. 2.



jednakowo. Niekiedy daje się również zauważyć charakter romboedryczny i na większych kryształach lodu. Atoli nie dokonano dotychczas pomiarów ściślej-  
szych, któreby pozwoliły na dokładniejsze oznaczenie postaci zasadniczej. Kryształy śniegu są osobnikami siatkowymi lub utworami bliźniaczemi (kolankowemi). Że te przepiękne ciała powstają drogą prawidłowego układania się stałych cząsteczek wody, dowodzili już tego mężowie tak znakomici, jak Bartolin, Kepler (*De nive sexangula*, 1670). Najrozmaitsze kształty pierzaste tych gwiazdek odtwarzano na rysunkach wielokrotnie. Są to najczęściej utwory sześci-

promienne; gwiazdki o czterech promieniach są bardzo rzadkie, a kształt ich nie został dotychczas należycie wyjaśniony.

Lód pozbawiony jest wyraźnej łupl., przełam posiada muszlowy, tw. 1-5. Według Müggego, lód pod ciśnieniem wykazuje zjawiska uskoków krystalicznych, przyczem pł. uskokowa biegnie równolegle do dwuścianu podstawowego. Figura spękań kryst., powstających pod uderzeniem, składa się, jak to dostrzegł Klocke, z trzech promieni, przecinających się pod  $120^\circ$ . Tyndall zauważył, że wewnątrz lodu pod wpływem stożka promieni słonecznych powstają kształty stopione cylindryczne lub sześciograniaste, będące kryształami ujemnymi, wypełnionymi wodą, których ściana najobszerniejsza jest równoległa do dwuścianu podstawowego.

Lód ma połysk szkła, jest bezbarwny, w masach większych zdaje się być zabarwionym na niebiesko lub zielono. Powłoki lodu, tworzącego się na wodach spokojnych, wykazują podług Brewstera własności ciał optycznie jednoosiowych, przyczem oś optyczna biegnie prostopadle do powierzchni lodu. Dwójłomność dodatnia (+). Spółcz. załam.  $\omega = 1.3090$ ,  $\epsilon = 1.3133$  w temp.  $-8^\circ \text{C.}$ , w świetle sodowym, według G. Mayera. Ze osobniki, składające powłokę lodu, osi główne mają równoległe, wynika to już stąd, iż lód podczas tajania rozpada się niekiedy na pręty, ustawione względem siebie równoległe.

C. wł. lodu jest, według Dufoura,  $0.9175$ ; stąd wypada, że woda zamarzająca rozszerza się o  $\frac{1}{11}$  swej objętości, a lód tworzy się naprzód na powierzchni wód spokojnych. Podczas zamarzania wydzielają się gazy pochłonięte i tworzą kuliste inkluzye, rzadziej kryształy ujemne. Wydzielają się przytem i sole, w wodzie rozpuszczone, tak, że lód morski jest ich pozbawiony lub też zawiera je tylko w postaci wrostków.

Lód, zależnie od sposobu powstawania, przybiera kształty najrozmaitsze. Jako śnieg ukazuje się bądź w pięknych przezroczystych kryształkach, bądź w postaci ciałek jakby upudrowanych, niekiedy zaś w większych płatkach; jako sadz (szron) tworzy powłoki mączyste lub osady wielce ozdobne, kwieciste, kłaczkowate; k r u p y spadają w postaci ziarn pulchnych, przypominających szron, grad zaś—w postaci ziarn solidnych, uformowanych nakształt piramidy, posiadającej podstawę zaokrągloną i budowę promienisto-włóknistą, rachując od wierzchołka do podstawy piramidy; niekiedy ziarna te tworzą też skupienia. Lód naciekowy występuje w postaciach soplowatych, lód powłoczysty tworzy naskorupienia, lód zaś płytowy — tafle rozmaitej grubości i wspomnianej powyżej budowy na polach lodowych, na wodach słodkich stojących i płynących, tudzież na morzu. Lód gruntowy ukazuje się bądź samoistnie, w pokładach, bądź też—jako spój zlepieńców lodowych w gruntach krain arktycznych, zwłaszcza Syberyi, na rozmaitej głębokości pod powierzchnią ziemi.

Utworem wielce szczególnym jest lód denny, który powstaje na dnie strumieni górskich, a także basenów zacisznych, w postaci mas gąbczastych. W mocno oziębionej wodzie tworzą się mianowicie igły lodu i przymarzają do przedmiotów wystających lub do samego dna. Zjawisko to, teoretycznie jeszcze nie wyjaśnione, często przytrafia się na Wiśle. Kożuch lodowy, odrywający się od dna nieraz z piaskiem i kamykami, tworzy t. zw. sowy, które, skoro płyną



w masie zwartej, nazywane są przez lud śnieżycą, tłuką, lepą lub śrezią (J. Słowikowski: Charakterystyka Wisły etc. Pam. Fizyogr., t. XII, 1892).

W najwyższych okolicach górskich cała ilość opadów atmosferycznych spada w postaci śniegu, który trwa przez całe lato i zwany jest śniegiem górskim. Przez częściowe tajanie pod wpływem słońca i następne zamarzanie powstaje zeń masa gruzelkowata, zwana firnem, z której przez zlanie się oddzielnych ziarn powstaje lód lodowcowy. Ten w postaci lodowców spływa w doliny poniżej granicy wiecznego śniegu, w Europie zaś sięga niekiedy aż do strefy lasów. Lodowce krain podbiegunowych językami swemi dostają częstokroć do morza. Odłamy ich tworzą pływające góry lodowe.

Lód lodowcowy ma budowę ziarnistą; ziarna są osobnikami. Podług Hugiiego, wielkość ich wciąż wzrasta stopniowo, co ma wyjaśniać ruch postępowy lodowców (Liter. Heim, Handbuch der Gletscherkunde. Sztutgard, 1885).

## Rząd 2. Tlenki szkliste.

Połysek szklisty, rysa biała, c. wł. najczęściej poniżej 4; na węglu nalotu nie pozostawiają.

Brucyt	$MgH_2O_2$	romboedryczny 1 : 1·5208. Porówn. równopostaciowy pirochroit.
Sasolin	$BH_3O_3$	trójskośny 1·7329 : 1 : 0·9228, $\alpha=92^\circ 30'$ , $\beta=104^\circ 25'$ , $\gamma=89^\circ 49'$ .
Hydrargilit	$AlH_3O_3$	jednoskośny 1·7089 : 1 : 1·9184, $\beta=89^\circ 29'$ .
Dyaspory	$AlHO_2$	rombowy 0·93722 : 1 : 0·60387.
Peryklaz	$MgO$	regularny. Porówn. równopostaciowe: bunzenit i manganozyt.
Korund	$Al_2O_3$	romboedryczny 1 : 1·3630.
Kwarc	$SiO_2$	trapezoedryczno-tetartoedryczny 1 : 1·09997.
Trydymit	$SiO_2$	rombowy 0·5774 : 1 : 0·9544.

### Brucyt.



Kl. skalenoedru dytryg. (21).

Kryształy tabliczkowate, romboedryczne, wykazujące prócz ścian podstawowej kilka romboedrów; skupienia blaszkowate, rzadziej włókniste. Kąt  $0001 : 10\bar{1}1 = 60^\circ 21'$ .

Lupl. pinakoidalna doskonała; łagodny. Tw. 2. C. wł. 2·3 do 2·4. Blaszki cienkie dają się giąć. Połysek szklisty, na ścianach podstawowych—perłowo-maciczny. Bezbarwny, biały, także zielonawy. Podobny jest do talku, od którego jednak łatwo daje się odróżnić optycznie, albowiem jest jednoosiowy i dodatni (+).

Chem. Skł.: teor. 68 magnezyi i 31 wody. Często zawiera nieznaczną domieszkę żelaza. Ogrzany w kolbce, łatwo traci wodę; pod wpływem roztworu kobaltu staje się bladorożowym; w kwasach rozpuszcza się łatwo. Lemberg podaje bardzo czułą reakcję mikrochemiczną na odróżnienie brucytu w mieszaninie z kalcytem (predacyt). Mieszanina ta w postaci proszku lub szlifu ogrzewa się zlekka, poczem zwilża roztworem azotanu srebra: brucyt pokrywa się w ciągu  $\frac{1}{2}$  minuty brunatno-czarnym osadem tlenku srebra, gdy kalcyt pozostaje białym i niezmienionym. (Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch., 1872).

Brucyt występuje niekiedy w postaci żył i żyłek w serpentynie, jak koło Texas w Pensylwanii, skąd pochodzą największe kryształy i tablice, lub na wysepie Unst; skupienia jego osadzone są w wapieniu, np. koło Filipstad w Szwecji.

cyi, albo też w wapieniach pasa kontaktowego koło Predazzo w południowym Tyrolu. B-yt włóknisty, występujący w serpentynie koło Hoboken w New-Jersey, otrzymał nazwę nemalitu. Przybierając dwutlenek węgla, przechodzi w hydromagnezyt.

Etym. Brucite, *Beudant*, na cześć mineraloga amrk. A. Bruce (1777—1818).

Hydrotalkit, inaczej felkneryt (=völknerit), zdaje się być mieszaniną brucytu i gipsytu; podobny doń hugit (=houghit) występuje w pseudomorfozach po spinelu.

Peryklaz  $MgO$  tworzy drobne ośmiościany i kostki w bombach wapiennych Monte-Sommy na Wezuwiuszu, także w wapieniu ziarnistym koło Nordmark w Szwecyi. Tw. 6. — Etym.  $\pi\epsilon\rho\iota$  dokoła i  $\kappa\lambda\upsilon\sigma\iota\varsigma$  łupliwość — aluzya do dokładn. łupl. kostkowej.

Trójskośny sasolin  $BH_3O_3$  (kwas borny) znajduje się wśród produktów fumaroli na wyspie Volcano, oraz jako osad źródłany w okolicach Sasso w Toskanii. Gorące pary, wydzielające się z rozpadlin (soffioni) Volterra i Massa marittima, obfitują w kwas borny; pary tego ostatniego, przeprowadzone przez wodę, są przez nią pochłaniane, a następnie drogą krystalizacji znów z niej otrzymywane w postaci płatków o połysku perłowo-macicznym. Służy do fabrykacy boraksu i bezwodnika  $B_2O_3$ .

Gipsyt (gibbsit), czyli hydrargilit  $AlH_3O_3$ , występuje niekiedy w tabliczkach sześciobocznych (jednoskośnych), jak na wyspie Eikaholmen w Norwegii, zwykle jednak w skupieniach blaszkowato-ziarnistych lub włóknistych. Złatoust na Uralu, Villarica w Brazylii oraz wiele miejscowości w Ameryce Północnej.

Boksyt, nazywany także bauksytem i wocheinitem, ma wygląd czerwonej gliny. Zawiera dużo wodoru glinu. Używa się do fabrykacy alunu i glinu metalicznego. Beaux koło Arles, Bistrica (Feistritz) w Bochini (niem. Wochein) (Kraina), góry Ptasie (Vogelsgebirge) i t. d.

**Dyaspor.**  $AlHO_2$  (=  $Al_2O_3 \cdot H_2O$ ). *Kl. bipiram. romb.* (8).

Zdarzające się niekiedy kryształy tabliczkowate ujawniają symetrię rombową. Kąty: (110)  $50^\circ 6'$ , (011)  $61^\circ 18'$ . Zwykle tworzy skupienia blaszkowate.

Łupl.  $\parallel$  (010) doskonała,  $\parallel$  (110) mniej dokładna; nadzwyczaj kruchy. Tw. 6. C. wł. 3·3 do 3·5.

Opt. Bywa bezbarwny, blado-zielony lub niebieskawy; powierzchnia często żółtawo-brunatna od wodoru żelaza. Przezroczysty lub przeświecający. Okazy zabarwione wykazują wyraźną trójbarwność. Na pł. łupliwości zwykle połysk perłowo-maciczny, po za tem — szklisty. Pł. o. o.  $\parallel$  (010), dodatni (+),  $a = x$ .

Chem. Skł.: teor. 85 glinki, 15 wody. Niektóre okazy, ogrzewane, trzaskają i rozpadają się. Woda ulatuje dopiero w tęgim ogniu. W pł. dm. nie-  
topliwy, próba z roztworem kobaltu zabarwia go na niebiesko; względem kwasów zachowuje się dość opornie. Friedel odtworzył go na drodze mokrej, ogrzewając roztwór glinianu sodu w temp.  $400^\circ$ , Thugutt zaś — działając na alkaliczny roztwór alunu sodowego dwutlenkiem węgla w temp.  $184^\circ$  —  $190^\circ$ . Pod wpływem krzemianów alkalicznych, ogrzanych do  $210^\circ$  —  $230^\circ$ , łatwo daje glinokrzemiany wodne, krystaliczne (Thugutt).

Znajduje się na Uralu (Kosoj Brod pod Ekaterynburgiem), w Szczawnicy Węgierskiej, gdzie jego kryształy bezbarwne osadzone są w minerale zbliżonym do kaolinu (dylnit); razem z korundem występuje w dolomicie na Campolongo w Ticino; w towarzystwie cyanitu został znaleziony na Greinerze w Zillerthal;

na wyspie Naxos towarzyszy szmirglowi, koło Unionville w Pensylwanii — margarytowi.

Etym. Diaspore, *Haüy*, od διασπείρειν, rozpraszać się; aluzya do zachowania się w ogniu. Kruszeń, *Zdzit.*

### Korund.

$Al_2O_3$ .

*Kl. skalenodru dytryg.* (21).

Ze swej nadzwyczajnej twardości znany już był starożytnym, którzy go też używali jako klejnotu i do obrabiania kamieni większych. Kryształy najczęściej luźne lub wrosłe, mają postaci romboedryczne. Niekiedy widzimy tylko romboedr z dwuścianem podstawowym, jak na fig. 2, lub też krótkie słupy, na których  $d = (0001) = 0 R$ ,  $l = (11\bar{2}0) = \infty P 2$ ; obok nich występują też  $r = \rho (10\bar{1}1) = R$  i  $n = (2\bar{2}4\bar{3}) = \frac{1}{3} P 2$ , fig. 4; pospolitsze są jednak kształty pryzmatyczne, wydłużone lub śpiczasto-piramidalne, na których panują  $m$ ,  $n$ ,  $e$ , fig. 1 i 3;  $e = (44\bar{8}\bar{3}) = \frac{2}{3} P 2$ ,  $m = (22\bar{4}1) = 4 P 2$ ,  $o = \rho (02\bar{2}1) = -2 R$ . Kąt romboedru  $93^\circ 56'$ . Równopostaciowy z błyszczem żelaza. (O postaciach: Kokscharow, Klein, Jahrb. f. Min. 1871, str. 487).

Fig. 1.



Fig. 2.

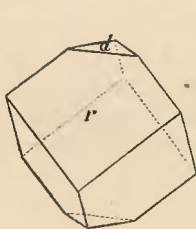


Fig. 3.

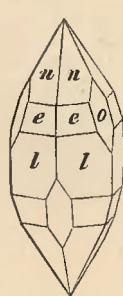


Fig. 4.

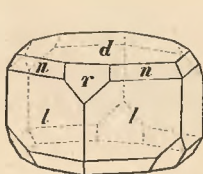


Fig. 5.



Fig. 6.



Ściany słupa wtórego i piramid wtórych są poziomo zbrózdzone lub też falisto pogiete. Utwory bliźniacze według  $R$  zdarzają się często; blaszki bliźniacze układają się równolegle do ścian romboedru, fig. 5. Odpowiednio do tego na ścianie podstawowej występują często trzy przecinające się nawzajem systemy prążków, dzielących tę ścianę na sześć wycinków; drugi rodzaj bliźniwości wielokrotnej polega na zrastaniu się blaszek ścianą podstawową. Niekiedy wykazuje też uwarstwienie równopostaciowe, fig. 6.

Lupl. niewidoczna; skorupowatość, równoległa do  $r$ , a także do  $d$ , bywa często bardzo wyraźna i pozostaje w związku z bliźniowością. Przelam muszlowy lub zadziorowy. Tw. 9. C. wł. 3·9 do 4.



Opt. Rzadko bywa zupełnie przezroczysty i bezbarwny; najczęściej jest zabarwiony, blask ma szklisty; na ścianie *d*, zwłaszcza okazy szlifowane, ujawniają zjawisko asteryzmu (p. str. 156). Dwójłomność słaba,  $\omega = 1.768$ ,  $\epsilon = 1.760$  dla prom. czerw., charakter optyczny jest przeto ujemny (—). Dwubarwność niekiedy bardzo wyraźna. Kryształy — najczęściej wyraźnie jednoosiowe, niektóre jednak również wyraźnie wykazują dwuosiowość. Kąt osi optycznych bywa często większy od  $10^\circ$ . Kryształy o ścianach podstawowych, rozpadających się na wycinki, fig. 6, zachowują się w świetle spolaryzowanym, jak trojaki osobników dwuosiowych. Mallard uważa wszystkie kryształy korundu za naśladowcze; osobniki pojedyncze musiałyby wówczas być jednoskośne (Autor, Min. petr. Mitth., t. 1, str. 362).

Chem. Skł.: glina, zawierająca 53 glinu i 47 tlenu. W pł. dm. nie topi się; stopiona soda prawie go nie nagryza, w perle boraksowej rozpuszcza się powoli. Kwasy zimne nie działają, wszakże gorący kwas siarczany nadtrawia wyraźnie drobny proszek korundu; w stopionym kwaśnym siarczanie potasu rozpuszcza się. Woda dystylowana działa na sproszkowany korund w temp.  $230^\circ$  stosunkowo dość łatwo i daje z nim związek  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , posiadający  $\frac{1}{3}$  wody, zawartej w diasporze (porówn. str. 319). Ogrzewany do  $200^\circ$  z krzemianem potasu, zamienia się na glinokrzemian, odpowiadający ortoklazowi, gdy z krzemianem sodu daje produkt, przypominający składem swoim analcym (Thugutt).

Sztuczne kryształki korundu z właściwemi mu w przyrodzie zabarwieniami otrzymali Ebelmen, Deville i in., atoli kryształki te były bardzo drobne. W ostatnich czasach Frémy zdołał otrzymać kryształy większe, nadające się do szlifowania, gdy stopił glinę z mieszaniną fluorków i węglanu potasu w tyglu porowatym, przez który przepuszczał parę wody (E. Frémy, Synthèse du rubis, Paryż 1891). Tłómacz licznemi doświadczeniami dowiódł, że korund krystalizuje się bardzo łatwo z roztopionych glinokrzemianów sodu i wapna, przesyconych gliną (porówn. str. 281). Doświadczenia te wyjaśniają powstawanie korundu w skałach krzemianowych.

Występ. Korund występuje w granicie, gnejsie, łupku mikowym, chłorytowym, a także w wapieniach i dolomitach ziarnistych, bądź w kryształach oddzielnych, bądź też w bryłach nieforemnych lub skupieniach ziarnistych. Zrasta się w sposób rozmaity z innemi minerałami, np. ze spinelem, fibrolitem, minką. Według Gentha, zdarzają się niekiedy całkowite pseudomorfozy, dowodzące przeobrażania się korundu w minerały tylko co wymienione.

Przezroczyste odmiany korundu otrzymały ogólną nazwę szafiru i, o ile odznaczają się piękną barwą, są wielce cenionemi klejnotami. Jubilerowie nazywają odmiany czerwone rubinem (karbunkul) lub rubinem wschodnim, odmianom żółtym nadają nazwę orientálnego topazu, fioletowym — wschodniego ametystu. W niebieskim szafirze barwnik bywa często rozsiany nierównomiernie, i wówczas dostrzedz można niebieskie ziarnka w osobniku bladym lub bezbarwnym; niekiedy, zwłaszcza na przekrojach poprzecznych, wykazuje rozkład barwnika smużysty równoległe do ścian słupa. Piękne okazy rubinu pochodzą z Birmy, gdzie jest on osadzony w wapieniach w pasie ich kontaktu ze skałami wybuchowemi, przeważnie jednak znajduje się w pokładach wtórnych. Szafir

pochodzi przeważnie z Syamu i Cejlonu, gdzie macierzystą jego skałą jest granit. Godne uwagi jest również występowanie niebieskich ziarn szafiru w postaci inkluzji obcych w bazaltach nadreńskich i in.

Odmiany mało przezroczyste, rozmaicie zabarwione, najczęściej niebieskie, zielone, brunatne oznaczane są mianem korundu albo spatu dyamentowego. Występują one nie tylko luźnie, w pokładach wtórnych, lecz także pospolicie w skałach: Indye, Cejlon, Chiny; w górach Ilmeńskich na Uralu, koło Miaska i Kysztymu, łącznie z feldspatami tworzą całe skały (kysztymit, syenit korundowy). Na Gotthardzie k. ukazuje się w dolomicie. Do najokazalszych należy występowanie kor. koło Chester w Massachusetts, gdzie pospołu z magnetytem tworzy żyłę w łupku mikowym, dalej w kopalni Culsagee w Karolinie Północnej, gdzie znaleziono olbrzymie kryształy, ważące do 3 ctr. (Brown i Judd, Phil. transact. London, t. 187, str. 151).

Szmirgiel jest korundem ziarnistym barwy szarej, brunatnej lub niebieskiej; zwykle zmieszany z magnetytem i hematytem. Głośnie są jego pokłady na wyspie Naxos (Autor, Miner. u. Petr. Mitth., t. 14, str. 311). W ilościach większych znaleziono go również na Gumuszdagu w Azji Mniejszej, w niewielkich — koło Chester w Massachusetts. Podobnie jak spat dyamentowy, jest on wyborynym środkiem szlifującym.

Etym. Korund (karund) — wyraz pochodzenia indyjskiego. Nazwy: smyris, asteria, sapphir spotykamy już u pisarzy starożytnych. Demantspath *Klapr.* = spat dyamentowy *Drzew.*

#### Grupa kwarcu.

Należące tutaj minerały mają tw. 5·5 do 7, c. wł. 1·9 do 2·6. Składają się głównie z dwutlenku krzemu ( $\text{SiO}_2$ ), który występuje bądź w wyraźnych kształtach krystalicznych, i wtedy jest dwupostaciowy (kwarc i trydymit), bądź też w skupieniach zbitych, jak chalcedon, lub wreszcie w masach bezpostaciowych jak opal, który jest połączeniem krzemionki z wodą.

#### Kwarc.

#### $\text{SiO}_2$ .

#### *Kl. trapezoedru trygon. (18).*

Wyraz używany już przez gwarków średniowiecznych na oznaczenie odmian, występujących w żyłach kruszcowych, gdy przezroczysta odmiana kwarcu nazywana była przez starożytnych wprost kryształem ( $\kappa\rho\upsilon\sigma\tau\alpha\lambda\lambda\omicron\varsigma$ , Teofr.).

Postaci romboedryczne należą do klasy ćwiartkowo-trapezoedrycznej. Kryształy, powstałe w zawieszeniu, przybierają zwykle wygląd podwójnej piramidy sześciobocznej, fig. 1. Kryształy mętne, narosłe, ze słupem  $a$ , przypominają również kombinację heksagonalną, fig. 2. Atoli na wielu kryształach ścian romboedru dodatniego  $p$  są rozwinięte mocniej od ścian odpowiadającego mu romboedru ujemnego  $z$ , lub też  $p$  występuje samoistnie, fig. 3. Na kryształach przezroczystych charakter ćwiartkowy ujawnia się wszakże bardzo często przez występowanie ścian  $x$  oraz innych ścian skalenoedrycznych (trapezowych), a dalej ścian  $s$ , tudzież innych ścian trygonoedrycznych (rombowych). Niekiedy ukazuje się też słup trójkaniasty  $i$ , którego ściany mają położenie  $\infty P2$ . Romboedry ostrzejsze od  $p$  i  $z$  występują dość często. Cechą wielce szczególną jest zupełny brak dwuścianu podstawowego. Ściany, które dotych-

czas w tem położeniu znajdowano, są wynikiem wpływów zewnętrznych i przypadkowych.

Słup  $a$  bywa poziomo zbrózdzony lub w tymże kierunku falisto pogięty, ściany romboedrów ostrych są zazwyczaj matowe i ujawniają mocno zaznaczoną prążkowatość poziomą; na  $s$  daje się niekiedy dostrzegać żłobkowatość równoległą do krawędzi  $p$   $s$ . Na ścianach  $p$  i  $z$  występują dość często trójboczne wypukłości. Ściany te posiadają w niektórych razach odmienne własności:  $p$  są błyszczące,  $z$ —matowe. Kształty kryształów bywają nieraz rozmaicie zeszcpeczone, miewają wygląd skieletowaty lub jakby nadgrzyziony.

Fig. 1.

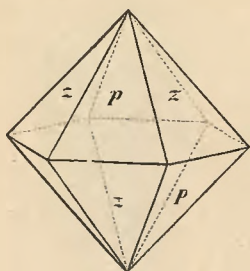


Fig. 2.

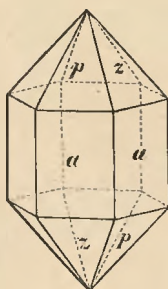


Fig. 3.

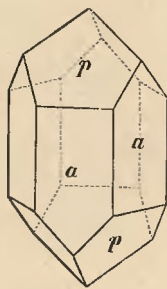
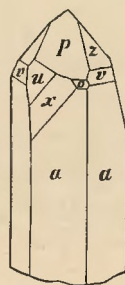


Fig. 4.



Do ścian najpospolitszych należą <sup>1)</sup>:

$$\begin{array}{lll}
 p = (10\bar{1}1) = R & z = (01\bar{1}1) = -R & x = (5\bar{1}61) = +\frac{6P^{\frac{6}{5}}}{4} \\
 o = (30\bar{3}1) = 3R & v = (07\bar{7}2) = -\frac{7}{2}R & x' = (6\bar{1}51) = -\frac{6P^{\frac{6}{5}}}{4} \\
 t = (40\bar{4}1) = 4R & w = (07\bar{7}1) = -7R & u = (3\bar{1}41) = +\frac{4P^{\frac{4}{3}}}{4} \\
 q = (50\bar{5}1) = 5R & l = (0, 11, \bar{1}1, 1) = -11R & w' = (4\bar{1}31) = -\frac{4P^{\frac{4}{3}}}{4} \\
 a = (10\bar{1}0) = \infty R & s = (11\bar{2}1) = +\frac{2P^2}{4} & d = (21\bar{3}1) = +\frac{3P^{\frac{3}{2}}}{4} \\
 i = (11\bar{2}0) = \frac{\infty P^2}{4} & s' = (2\bar{1}11) = -\frac{2P^2}{4} & d' = (3\bar{1}21) = -\frac{3P^{\frac{3}{2}}}{4}
 \end{array}$$

Z obecności ścian  $x$  i  $s$  odróżniamy kryształy prawe od lewych. Fig. 4 i 5 przedstawiają kryształy lewe, fig. 6 i 8 — prawe. Jeżeli  $s$  występuje samotnie, wówczas rozstrzyga prążkowatość, jak to wskazano na fig. 9. Niekiedy na kryształach prawych ukazują się też podrzędnie ściany lewe, lecz i odwrotnie na kryształach lewym np. ściana  $u$ . Sąd o znaku kryształu zawsze więc opieramy na

<sup>1)</sup> Znakowanie zapożyczone od postaci całkowych; przed właściwymi formami ćwiartkowymi możnaby dla odróżnienia kłaść głoski  $\rho\sigma$ , np.:  $x = \rho\sigma(5\bar{1}61)$ . W znakowaniu Naumanna postaci ćwiartkowe mają symbole form heksagonalnych całkowych, podzielone przez mianownik 4; postaci prawe i lewe odróżnione za pomocą  $+$  i  $-$ .



obecności  $x$  i  $s$ ; jeżeli ściany te są nieobecne, uciekać się musimy do trawienia lub badania optycznego.

Kąt romboedru wynosi  $85^{\circ} 45'$ . Oto kilka jeszcze innych kątów najważniejszych.

$p : z$ krawędź biegunowa	$= 46^{\circ} 16'$	$x : a = 12^{\circ} 1'$
$p : z$ „ pozioma	$= 76 26$	$s : a = 37 58$
$p : a$ „ „	$= 38 13$	$s : p = 28 54$
$z : a$ „ „	$= 38 13$	$p : t = 27 5$

Fig. 5.

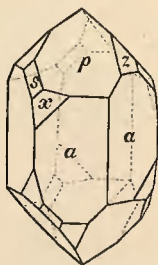


Fig. 6.

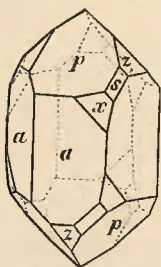


Fig. 7.

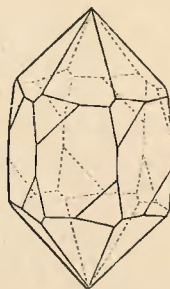


Fig. 8.



Fig. 9.

Fig. 10.]

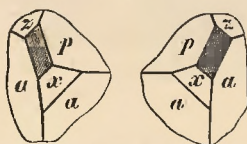
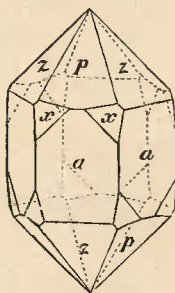


Fig. 11.

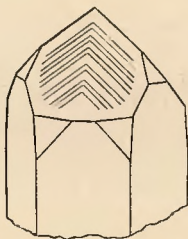
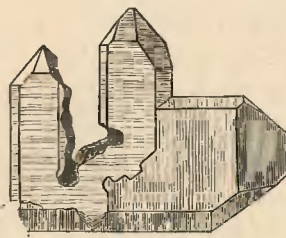


Fig. 12.



Jakkolwiek kryształy mają zazwyczaj wejrzenie osobników pojedynczych, w istocie jednak bywają po największej części złożone z kilku indywiduów. Odróżniamy tu utwory bliźniacze następujące.

1. Najczęściej zrastają się osobniki, skręcające jednakowo, a mianowicie według prawa, w którym oś główna jest zarazem osią bliźniaczą, fig. 7 i 8. Prawo to może też być wyrażone inaczej: płaszczyzną bliźniaczą jest ściana  $\infty R$ . Na str. 96 podaliśmy charakterystykę należących tutaj bliźniaków przerosłych. Godną uwagi jest jednak ta okoliczność, że osobniki najczęściej nie są ściśle do siebie równoległe, tak, że ściany słupa  $a$  rozmaitych indywiduów nie zlewają się w jedną płaszczyznę, lecz tworzą kąty zlekka wklęsłe i wypukłe; również ściany  $p$

jednego osobnika nie zlewają się dokładnie ze ścianami z drugiego, a nawet mają nieraz poziom rozmaity.

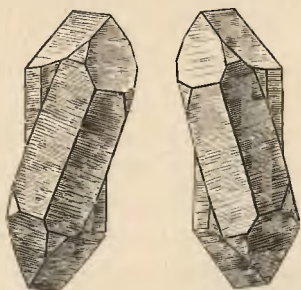
2. Osobniki, skręcające w strony przeciwne, tworzą bliźniaki dopełniające. Utwory te rzadko bywają tak proste, jak na fig. 10; najczęściej składają się one z blaszek naprzemianległych o skręcaniu przeciwnem, fig. 11. Descloizeaux i v. Rath zauważyli, że kryształy tego rodzaju wykazują zwykle na słupie delikatną prążkowość równoległą do  $p$ , a niekiedy i na innych ścianach.

3. Dwa osobniki zrastają się ścianą bliźniaczą  $P2$ , osi ich główne tworzą kąt  $84^{\circ} 33'$ . Bliźniaki tego rodzaju zdarzają się rzadko, fig. 12. Ujawnia je kwarc z Traverselli, według Webskiego.

4. Liczne osobniki o jednakowem skręcaniu zrastają się w kierunku jednej osi poziomej niemal równoległe. Oś główna każdego indywiduum następnego pochyłona jest w tym samym sensie względem osi indywiduum poprzedniego o pewien kąt drobny. Stykające się z sobą

Fig. 13.

Fig. 14.



ściany osobników poszczególnych zlewają się w wielką wspólną płaszczyznę krzywą, jakby spaczoną. Kryształy wprawo-zwrotne wyglądają tak, jakgdyby były skręcone w prawo, fig. 13, kryształy zaś wlewo-zwrotne robią wrażenie skręconych w lewo, fig. 14. Tego rodzaju kryształy skręcone zdarzają się często wśród kryształów górnych Szwajcaryi. Odstępstwo od równoległości osi głównych jest tego samego rodzaju, jak to, o którym mowa pod 1, które tu wszakże dotyczy osi poziomych <sup>1)</sup>.

Zdarzają się niekiedy kryształy kwarcu, wykazujące orientację prawidłową względem kalcytu, na którym są osadzone; zostały one opisane przez Ecka i v. Ratha <sup>2)</sup>, określona zaś orientacja kwarcu i feldspatu w t. zw. granicie napiwowym i odpowiadających mu druzach—przez Breithaupta (Jahrb. f. Min. 1839, str. 89).

Kryształy zawierają nadzwyczajną obfitość wrostków, któremi są bądź drobne kryształki chlorytu, epidotu, rutyłu, błyszczu żelaza i t. d., bądź też ciała bezpostaciowe, jak szkło, ciecze i gazy, str. 118 i 119. Łuski miki i t. p., ułożone warstwami w kwarcu kapturowym, są przyczyną jego skorupowatości, str. 114.

<sup>1)</sup> Z pomiędzy prac, traktujących o krystalizacyi kwarcu, wymienimy następujące:

G. Rose, Rozprawy Akad. Berlin 1844. Descloizeaux, Mémoire sur la cristallisation et la structure intérieure du quartz. Pamiętn. Akad. Paryskiej 1858. Sella, Studi sulla mineralogia sarda 1859. E. Weiss, Abh. d. naturf. Gesellsch. z. Halle, t. 5 (1860). Websky (kw. ze Strzygłowa), Zeitschr. d. D. geol. Gesellsch., t. 17 (1865). Jahrb. für Min. 1871. vom Rath (kw. z Palombaja), Zeitschr. d. D. geol. Gesellsch., t. 22 (1870). (Kw. z Sobotinu), Zeitschr. f. Kryst., t. 5 (1880). Groth (ametyst z Brazylii), tamże, t. 1, str. 297. Tschermak (Gewundene Bergkrystalle), Denkschr. d. Wiener Ak., t. 61, str. 365. Molengraaff (figury wytraw. sztuczne i natur.), Zeitschr. f. Kryst., t. 14, str. 173; t. 17, str. 137.

<sup>2)</sup> Eck, Zeitschr. d. D. geol. Gesellsch., t. 18. v. Rath, Pogg. Ann., t. 155.



**Fiz.** Łupl. prawidłowej na kwarcu nie dostrzeżono, jakkolwiek niektóre kryształy, a nawet częściej bryły nieforemne odznaczają się niekiedy zdolnością dość równego dzielenia się w kierunku ścian *p*. Przełam muszlowy, w skupieniach — też nierówny lub zadziorowy. Tw. 7. C. wł. 2·5 do 2·8, dla kwarcu czystego 2·653 (według Schaffgotscha). O figurach wytrawień naturalnych i sztucznych patrz str. 151 i 153, o odpowiadających im figurach świetlnych — str. 156.

**Opt.** Ścianom kryształu i powierzchniom przełamowym właściwy jest połysk szklisty, który na tych ostatnich zamienia się też często na poł. tłusty. Zabarwienie bywa rozmaite, jakkolwiek okazy bezbarwne i białe należą do najpospolitszych. Kw. jest optycznie jednoosiowy i dodatni (+); dwójłomność słaba:  $\omega = 1\cdot5418$ ,  $\epsilon = 1\cdot5508$  dla prom. czerw. O polaryzacji obrotowej kwarcu mówiliśmy na str. 208, o jego piroelektryczności—na str. 226.

**Chem.** Wzorowi krzemionki odpowiadają 46·9 krzemu i 53·1 tlenu. Gorący ług potasowy działa na proszek kwarcu nadzwyczaj powolnie. W kwasach, z wyjątkiem fluowodorowego, nierozpuszczalny. W pł. dm. nietopliwy, w płomieniu gazu piorunującego topi się na masę bezpostaciową o c. wł. 2·2. Z sodą topi się na szkło, wypierając dwutlenek węgla. Kwarec granitowy (ze Świny w Tatrach), prażony w mocnym ogniu, przeobraża się w trydymit.

Sztucznego odtworzenia kwarcu dokonał z powodzeniem Sénarmont, ogrzewając krzemionkę galaretowatą z wodą pod wysokim ciśnieniem. Analogiczne doświadczenia zostały wykonane przez Friedela i Sarasina oraz Chrustchoffa. Daubrée otrzymał kwarec w towarzystwie krzemianów, rozkładając szkło przegrzaną parą wody, Hautefeuille zaś—drogą topienia, o której mowa na str. 281. W mieszaninie, odpowiadającej składowi granitu, stopionej z 1 proc. kwasu wolframowego również powstają wyraźne kryształki dwupiramidalne kwarcu (tłomacz). Jedyłą dotychczas poznaną przemianą chemiczną krzemionki krystalicznej są pseudomorfozy steatytu po kwarcu z Göpfersgrün.

**Rozpowsz.** Kwarec jest minerałem najpospolitszym, albowiem nie tylko tworzy on samoistnie wielkie pokłady kwarcytu i piaskowca, lecz jest także istotną częścią składową wielu z tych skał pierwotnych i wtórnych, które stanowią główną masę skorupy ziemskiej. Powstawanie kwarcu z roztworów daje się stwierdzić na utworach najmłodszych, albowiem kryształy jego znaleziono w węglu brunatnym, skamieniałych muszlach i drzewie, a nawet na bronzach antycznych. W górnym Egipcie, koło Cauterets, zauważono nowotwory kwarcu w źródłach gorących.

Najważniejsze gatunki zestawimy w sposób następujący.

Kryształem górnym nazwano kryształy kwarcu przezroczyste, narosłe, które mianowicie występują najobficiej w próżniach i rozpadlinach łupków krystalicznych w Alpach. Poszukują ich specyjalni zbieracze w niedostępnych turniach alpejskich nieraz z narażeniem życia. Okazy drobniejsze spływają z gór wraz z lodowcami. Z jednego „składu“ na szczycie Zinkenstock (wyżyna Berneńska) wydobyto w r. 1735 obfitą ilość kryształów, które razem ważyły 1000 ctr. Z Madagaskaru przywożono dawniej olbrzymie okazy, mające do 8 metrów w obwodzie. Dawniej zwłaszcza z kryształu górnego szlifowano wiele



naczyń i przedmiotów zbytkownych. Okazy, iryzujące wskutek spekań lub zawierające szczególnej postaci inkluzye, były dawniej poszukiwane i cenione w galanteryi. Kryształy zupełnie przezroczyste mają zastosowanie w optyce, są używane na wyrób ciężarków normalnych i t. p.

Kryształy piękne, naokół wykształcone, a znajdujące się niekiedy w marglach, chętnie są porównywane z dyamentami; znane są np. „dyamenty marmaroskie“ ze wschodnich Karpatów. Przepyszne, nieskazitelnie przezroczyste kryształy górskie tkwią niekiedy w rozpadlinach białych marmurów kararyjskich. Małe kryształki znajdują się też w Baligrodzie pod Sanokiem, w Tatrach i in. m.

Kryształy gwoździkowo-brunatne otrzymały nazwę topazu zadymionego lub kwarcu zadymionego, czarne zaś — moryonu. Zabarwienie to pochodzi, według Forstera, od substancyi, zawierającej węgiel i ulatniającej się w gorącu. Kryształy wypalone tracą przeto barwę i mogą być wtedy używane zamiast kryształu górnego. Największe okazy kwarcu zadymionego znaleziono w r. 1868 na Tiefengletscher w kantonie Uri. Kryształ górny żółty nazywa się cytrynem, jakkolwiek nazwa ta bywa zwykle stosowaną do wypalonego ametystu.

Ametyst — wyraz starożytny, używany na oznaczenie kwarcu fioletowo-niebieskiego, którego okazy ładnie zabarwione i przezroczyste służą jako kamienie ozdobne. Kryształy, osadzone wewnątrz kul agatowych, oraz występujące w żyłach, ujawniają zwykle kombinację  $R \cdot \infty R$ , jak na fig. 3. Badania optyczne dowodzą, że kryształy te składają się z blaszek i części, skręcających naprzemian w lewo i w prawo, fig. 11. W miejscach, będących mieszaniną obu kwarców, zdolność skręcania znika, a w świetle zbieżnem ukazuje się krzyż czarny niezmienny; tam, gdzie leżą na sobie warstwy, skręcające w strony przeciwne, dostrzegamy spiralne Airyego. Krzyżowanie się blaszek sprowadza niekiedy budowę przecikowatą, właściwą kryształom większym. Bliźniaki dopełniające się, wyraźnie rozwinięte, zdarzają się rzadko, fig. 10 i 11. Barwa częstokroć nierównomierna: niekiedy blaszki bezbarwne i zabarwione zmieniają się naprzemian. Części mocniej zabarwione są optycznie dwuosiowe. Ametyst ogrzany traci barwę fioletową w temp.  $250^{\circ}$  i żółknie; równocześnie z barwą pierwotną znika dwuosiowość. Zabarwienie i anomalia optyczna zależą więc tutaj od obecności jakiegoś ciała łatwo zniszczalnego. Niekiedy w ametystach dostrzegamy zmianę warstw przezroczystych i białych, mętnych. Właściwości optyczne kryształów fioletowych występują też na niektórych odmianach żółtawych, zielonawych, bezbarwnych i gwoździkowo-brunatnych, i dlatego też zaliczono je również do ametystu (Liter. Böcklen, Jahrb. f. Min. 1883, I, 62). Pięknie zabarwione okazy ametystu pochodzą z Brazylii i Cejlonu, kryształy wielkie, często skieletowate lub berłokształtne — z Zillerthal, szczotki kryształów drobniejszych — ze Szczawnicy Węgierskiej; ametyst występuje też w Porębie pod Alwernią w Krakowskim.

Pod zbiorową nazwą kwarcu żyłowego rozumiemy kryształy, występujące zarówno w żyłach siarków metalicznych i zaliczające się do ametystu, jak kryształy zadymione i miejscami zmętniałe, towarzyszące formacyi kruszeu

cynowego, jak przezroczyste i bezbarwne kryształy, napotymane w żyłach węglanów, wreszcie zaliczamy tu również kryształy kwarcu pospolitego, zwykle zupełnie mętnego i osadzonego w żyłach jałowych i rozpadlinach, tudzież kilka innych jeszcze odmian. Pseudomorfozy kwarcu są zjawiskiem dość częstem i polegają przedewszystkiem na wypieraniu substancji kalcytu, fluorytu, barytu. Te kryształy fałszywe, a zresztą cały sposób występowania kwarcu żyłowego, dowodzą, że zarówno on sam, jak wszystkie towarzyszące mu minerały, są utworami, powstałymi z roztworów wodnych. Potwierdzają to również często napotymane kryształy odłamane, które wskutek dalszego osiadania substancji całkiem się „wygoiły“ lub zaopatrzyły na powierzchni odłamu w szczotkę kryształków nowych.

Z pomiędzy kwarców, występujących w postaciach przypadkowych lub nieforemnych, wymienimy tu, prócz zwykłej odmiany ziarnistej, jeszcze niektóre gatunki, wyróżniające się swoją budową.

Kwarc włóknisty tworzy płytki równoległo-włókniste lub pręcikowate, które budowę tę odziedziczyły po włóknistym gipsie, wapieniu i t. p.; tego rodzaju kwarc występuje w Wettinie pod Hallą.

Kwarc komórkowy, zwykle z wyraźnemi odciskami wapienia komórkowego, kalcytu, ankierytu, barytu i t. p., wygląda niekiedy jak posiekany. Tu należą liczne przykłady kwarcu z alpejskich łupków krystalicznych.

Kwarc gwiaździsty, promienisto-pręcikowy: Jilemnice (Starkenberga) w Czechach.

Prócz tego odróżniamy jeszcze odmiany, charakteryzujące się barwą lub wrostkami, jak kwarc mleczny, kwarc różowy. Zielonawy praz (prazem) z Szeleskutu (Breitenbrunn) na Węgrzech zawiera igły aktynolitu; zielonawoszare lub brunatne kocie oko z Indyi Wschodnich, Hofa i in. kryje w sobie równolegle ułożone włókna amiantu.

Czerwony lub brunatny awanturyn z Altaju i in. m. zawiera łuski miki lub przejęty jest drobnemi splekaniami, niebieski kwarc szafirowy z Golling ma zawierać włókna krokidolitu. Odmiany żółte lub czerwone, zabarwione żelaziakiem brunatnym lub czerwonym, zwane są kwarcem żelazistym: Eibenstein, Johanngeorgenstadt. Szary lub brunatny kwarc śmierzdzący z Ostrowa (Osterode) i in. m. nazwę zawdzięcza temu, że, potarty lub uderzony, wydaje pewien zapach, pochodzący z zawartych w nim substancji bitumicznych. Dwie ostatnie odmiany występują również w kryształach.

Kwarc, występujący w wielkich masach w skalnych, obejmuje pewną liczbę odmian, z których niektóre szczególniejsze mają znaczenie.

Kwarc porfirowy tworzy kryształy zawieszone o postaci *R*. — *R* (fig. 1), powierzchni matowej i szarej najczęściej barwie w porfirze kwarcowym, granitowym i t. p. Niekiedy też spotykamy ułamki takich kryształów, a mianowicie w martwicy porfirowej.

Kwarc granitowy przedstawia ziarna, osadzone w mieszaninie feldspatów i miki, najczęściej szare i dość przezroczyste; jest to istotna część składowa granitów i gnejsów.



Kwarc pokładowy tworzy drobnoziarniste pokłady w niektórych gnejsach i łupkach mikowych. Sam przez się tworzy kwarcyt łupkowy lub płytowy.

Kwarc żył i żyłek o budowie ziarnistej, często wielkoziarnistej, występuje w skałach krzemionkowych, zwłaszcza w łupkach krystalicznych. Niekiedy w obrębie tych ostatnich biegną długie żyły kwarcytu ziarnistego. Lasy Bawarski i Czeski, a także nasze Tatry obfitują w tego rodzaju żyły. Żyła kwarcowa w Beudel koło Tirschenreuth przerzyna pionowo granit, gnejs i skałę amfibolową na znacznej przestrzeni. Obnażenia żył kwarcowych przybierają częstokroć postać murów, stromo sterczących, jak np. złotodajna żyła Moss w Arizonie, tworząca ścianę miejscami na 100 stóp wysoką.

Gatunki kwarcu, ostatnio wymienione, są też nadzwyczajnie rozpowszechnione w pokładach wtórnych w postaci głazów, żwiru, piasku, a dalej w postaci drobniejszego lub grubszego mialu w namuliskach gliniastych, tudzież w zlepieńcach, piaskowcach i łupkach glinianych.

Zarówno w tego rodzaju skałach, jak w zwietrzałych skałach pierwotnych, kwarc może występować i często występuje istotnie w postaci wsiaków, które sprawiają, że zwietrzały granit lub pewne części pokładów łupka gliniastego krzemienieją, piaskowce przeobrażają się w kwarcyty i t. d. (porówn. str. 294 i 326).

Wspomnimy tu jeszcze o kwarcu stopionym, czyli t. zw. szkle krzemieniem, które stanowi spój rurek piorunkowych, czyli fulgurytów (Wichmann, Zeitschr. d. geol. Gesellsch., 1883, str. 849), i jest prawdopodobnie obecne w obfitujących w krzemionkę skałach szklistych, jak obsydyan i in.

Do kwarcu bywają wreszcie zaliczane jeszcze gatunki zbite, stanowiące przejścia do rodzaju następnego.

Rogowiec o barwie żółtej, czerwonej, brunatnej, szarej; przełam muszlowy lub zadziorowy; na płaszczyznach przełamowych matowy lub słabo połyskujący. W żyłach tworzy często pseudomorfozy, pomiędzy którymi do najpospolitszych należą znów kryształy fałszywe po kalcycie, fluspacie, barycie, jak w okolicach Freiberga i Schneeberga w Saksonii, u nas w Krakowskim i in. m. Jako materiał skamielinowy również występuje dość często już to w postaci szczątków zwierzęcych, już to drzewa skamieniałego, zachowującego budowę tkanek roślinnych. Rogowiec tworzy też żyły i żyłki, tudzież pokłady wśród skał osadowych, zwłaszcza wśród warstw marglowych, i zawiera wtedy domieszki gliny.

Pod jaspisem rozumiemy rogowce, mocno zabarwione żelazem na czerwono, brunatno, żółto; j. często występuje w utworach kulistych, tak pospolitych w pustyni Libijskiej, korycie Nilu i t. d., które wszakże należą już właściwie do chalcedonu.

Użył. Kwarc jest nadzwyczajnie ważnym i użytecznym minerałem. Stanowi on jedną z części składowych gleby wielu krajów; jako piasek odgrywa pierwszorzędną rolę w sprawie krążenia wody w ziemi rodzajnej; w postaci piaskowca jest doskonałym materiałem ciosowym i szlifującym; piasek stanowi nadto niedzowną część składową zaprawy murarskiej, zwanej „wapnem“; dalej



używają go do form przy odlewaniu żelaza, do posypywania, do szlifowania i szorowania. Czystsze odmiany kwarcu i piasku służą także do fabrykacji szkła hutniczego, do przyrządzania szkła wodnego i t. d.

Etym. i synonim. Wyraz quartzum, Quertze, spotykamy po raz pierwszy u *Agrie*. 1546; pochodzi on prawdopodobnie ze słowiańskiego skwarzyć. U *Kluka*: kwarzec pospolity; u mineralogów wileńskich i późniejszych — kwarc; u *Altha* kwarzec oznacza rodzaj, kwarc — gatunek; dziś w Galicyi chętniej używają formy kwarzec, niż kwarc. Kryształ górny, *Kluk*, *Drzew.*, *Kumel.*, *Zejszner*, *Alth.* Kwarc zadymiony *Drzew.*, *Kumel.* *Zejszn.*, *Alth.* Rogowiec, *Kluk*. Zanokcica *Rzycz.* = kizeł *Kluka* (= półprzezroczyste. zaokrąglone gładziki kwarcu; niekiedy też w znaczeniu rogowca). Krzemionka, *Staszie*, *Zanokcień*, *Zdzit.* i t. p. Mormorion, *Plin.*: ἀμύθιον, *Teofr.*: πρᾶσον, czosnek, aluzya do koloru; *ῥαπίς*, *Teofr.*, *Plin.*

Lusatyk *Mullarda* jest mleczno-białą powłoką kryształów kwarcu o tym samym skl. chem.; kwarcyn *Walleranta*, dwuosiowy, opt. dodatni (+), I-sza dwusieczna równoległa do włóknistości; lutecyt, opt. podobny do poprzedniego, tworzy kryształy o złożonej budowie, wyglądające jak płaskie piramidy heksagonalne.

### Chalcedon.

$SiO_2$ .

Zbity.

Utwory, swobodnie rozwinięte, posiadają powierzchnię groniastą, nerkową lub naciekową. Na przełamie są zbite, woskowate i ujawniają często niewyraźną włóknistość prostopadle do powierzchni. Niekiedy daje się dostrzegać skorupowatość równoległą do powierzchni.

Opt. Włókna są optycznie dwuosiowe, dodatnie (+), II-ga dwusieczna równoległa do ich długości. Zachowaniem się ujemnem przekrojów, prostopadłych do włóknistości, różni się od kwarcu.  $n = 1.537$  dla prom. czerw. Powierzchnie gładkie mają połysk szklisty lub tłusty, powierzchnie przełamowe — słabo migocące. Nawet bezbarwne okazy są nieco zmętniałe, białe zaś są zupełnie mętne; pozatem chalcedon przybiera rozmaite barwy: szare, brunatne, żółte, czerwone, zielone i niebieskie.

Przełam równy lub zadziorowy. Tw. 7. C. wł. 2.59 do 2.64, a więc nieco mniejszy, niż kwarcu.

Chem. Składem nie różni się od kwarcu, ale ług potasowy działa nań mocniej, przytem na odmiany zbite energiczniej, niż na włókniste.

Ch. przeświecający występuje często w pseudomorfozach, z których najpospolitsze są znów kryształami fałszywemi po kaleycie i fluspacie. Skupienia druzowate niebieskiego chalcedonu z Trestyan w Siedmiogrodzie zostały uznane przez Descloizeaux, Behrensa i E. Geinitza również za pseudomorfozy fluorytu, ponieważ płytki ujawniały mieszaninę po części krystaliczną. Piękne pseudomorfozy po datolicie otrzymały nazwę hajtorytu.

Ze względu na barwę odróżniamy: krwawnik, czyli karniol (żółtawo-czerwony), sard (brunatny, w św. przechodzącym krwisto-czerwony), chryzopraz (jabłeczno-zielony), plazmę (ciemno-zieloną), heliotrop (ciemno-zielony z czerwonymi plamkami).

Ch. mętny, czyli kaszolong, zwykle ścisły, niekiedy zaś bywa dość luźnie spojony.

Agat tworzy zazwyczaj wyraźnie uwarstwione wysłania próżni lub ich wypełnienia; warstwy bywają częstokroć rozmaicie zabarwione albo też war-

stewki przeświecającego chalcedonu prześcielają się z warstewkami kaszolongu. Wewnątrz kul agatowych znajdujemy zwykle druzę kwarcu lub narosty kalcytu, zeolitów i t. d. Okruchy agatu skleja się niekiedy powtórnie (agat ruinowy). Poza tem odróżniamy jeszcze wedle rysunku: agat wstęgowy, obłoczny, forteczny, koralowy, kropkowany. Wrostki, mianowicie chlorytu, nadają wygląd, właściwy agatowi mchowemu. Piękne odmiany agatu pochodzą z Brazylii, Urugwaju; dawniej znajdowano też przednie okazy koło Obersztyna i Vicenzy, dalej w Saksonii, na Węgrzech, w Siedmiogrodzie.

Czystych okazów chalcedonu dostarcza Islandya i wyspy Faröer; ch. zabarwiony występuje w wielu miejscowościach. Różne jego odmiany wyściełają dość grubemi warstwami próżnie, tworząc nieraz w skałach wybuchowych całkowite geody (czerepy), a także wypełnienia rozpadlin w skałach krzemianowych. Upatrujemy w nich produkt rozkładu skał wzmiankowanych. Przeświecająca geoda chalcedonu z zawartą wewnątrz wodą zwana jest enhydroszem. Ładne jego okazy pochodzą z Urugwaju.

Krzemień koloru szarego, żółtawego lub czerwonego występuje w skupieniach bulastych lub w postaci płyt, a nawet pokładów, zwłaszcza w kredzie na wyspach Rugii i Moen, na Jutlandyi, w Anglii; u nas jest pospolity w warstwach kredowych i jurskich, zwłaszcza w t. zw. opoce (margiel kredowy biały) w połudn. cz. Królestwa, w Krakowskiem, nad Dniestrem i t. d. Często tworzy skamieniałości zwierząt morskich lub też zawiera pancerzyki okrzemek; domieszki węglanu wapnia są w nim równie częste, a substancji organicznych i wody — zawsze obecne. Stąd zawierać też musi pewną ilość substancji opalowej. Te właściwości wskazują, iż krzemień jest utworem, powstałym ze szczątków zwierząt morskich, wydzielających krzemionkę. Skorupę ma zwykle białą i ziemistą. Zlepieniec, składający się z głazików krzemienia, które mają być pozostałością gąbek, nazwano w Anglii kamieniem pudyingowym. Do utworów, wyprowadzanych ze szczątków organicznych, należy również zaliczyć i łuppek krzemienny, występujący w pokładach o budowie grubo-łupkowej i zabarwiony niekiedy na ciemno substancją węglową; znaleziono w nim szczątki promiennic. Zaliczamy tu również i lidy, będący kamieniem probierskim.

Użył. Odmiany chalcedonu ładnie zabarwione, zarówno jednobarwne (krwawnik, chryzopraz) jak wstęgowe (agaty), są używane jako tanie i skromne kamienie ozdobne. Zaliczają się mianowicie do kamieni półszlachetnych. Agaty poddawane zwykle bywają farbowaniu, gdyż chalcedon przeświecający wskutek szczególniejszej porowatości ma własność wchłaniania stopniowego rozтворów. Okazy, w stanie pierwotnym najmniej pognęte, dają częstokroć produkty najpiękniejsze. Skoro jedną warstwę uda się zabarwić na czarno lub czerwono i jeżeli warstwa sąsiednia jest białawo-mętna, wówczas powstaje onyks albo sardoniks (sardonik), używany mianowicie na kamee. Agat jest nadto doskonałym materiałem na wyrób moździerzyków, tłuczków i t. p., używanych w pracowniach chemicznych. Zastosowania krzemieni do krzesania ognia i fabrykacji szkła są obecnie bardzo ograniczone.

Etym. i synonim. Chalcedonius, *Agricola* 1546 (od Chalcedonii w Azji Mniejszej). *Σάρδιον* *Teofr.* = *Sardus* *Plin.* (= sardyński). Chryzopraz, od χρυσός (złoto) i πράσιος



(zielony). Heliotrop, od  $\eta\lambda\iota\omicron\varsigma$  (słońce) i  $\tau\rho\acute{\epsilon}\pi\epsilon\iota\nu$  (obracać).  $\text{Ἀχάτης Teofr.}$  (= rzeka w Sy-cylii). Krzemień, *Siennik*, 1568; inaczej: skałka, krzesak, *Rzepecki*. *Onyx Plin.* =  $\epsilon\nu\omicron\acute{\epsilon}$ , pa-zur *Sardonix* = sardonik, sardyka, *Rzqcz.* Kamień probierski, *Rzqcz.* Kach-o-long (?), wy-raz poch. wschodniego, wł. kacholong, z franc. kaszolong.

### Trydymit.

$\text{SiO}_2$ .

*Kl. bipiram. romb. (8).*

Symetria drobnych kryształków została określona przez odkrywcę mine-rału, G. vom Ratha, jako heksagonalna. Ścianę  $c$  v. Rath przyjął za dwuścian podstawowy,  $a$  — za słup, stępienia krawędzi tej kombinacji:  $p$  za  $(10\bar{1}1) = P$ ,  $b$  zaś za  $(11\bar{2}0) = \infty P2$ . Kąt  $(10\bar{1}1) = 55^\circ 18'$ .

Bardzo pospolite jest zrastanie się bliźnięce dwu lub kilku osobników ścianą piramidy  $(10\bar{1}6) = \frac{1}{6}P$ , fig. 2 i 3. Bliźniaki troiste, według tego samego prawa, trafiają się w niektórych miejscowościach bardzo często, skąd nazwa ( $\tau\rho\acute{\iota}\delta\upsilon\mu\omicron\iota$ , trojaki). Inne utwory bliźnięce mają za pł. bliźniaczą ścianę  $(30\bar{3}4) =$

$= \frac{3}{4}P$ . Tego rodzaju zrostki wie-lokrotne prowadzą często do grup kulistych. Skorupowatość równo-legła do  $c$  daje się dostrzegać dość często.

Fig. 1.

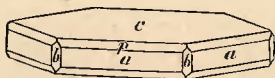


Fig. 2.

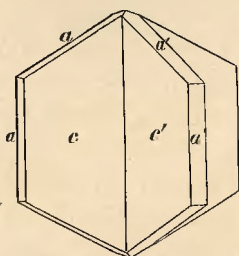


Fig. 3.



Opt. Z badań Mallarda oka-zało się jednak, że symetria trydy-mitu jest naśladowcza, że postać jego zasadnicza jest w istocie rom-bowa, optycznie dwuosiowa ( $2E = 66^\circ$ ) i dodatnia (+) i że pod wpływem podniesionej temp. osob-niki tr. stają się optycznie jedno-osiwymi. Przezroczysty i bez-barwny lub mętnawo-biały, żół-tawy, szary.

Tw. 6·5. C. wł. 2·282 do 2·326, a więc lżejszy od kwarcu.

Chem. Skład: krzemionka, jak w kwarcu, niekiedy z domieszkami, po-chodzącymi ze skały otaczającej. Rozpuszcza się w gorącym roztworze sody, pozatem zachowuje się jak kwarc. Daje się łatwo odtworzyć sztucznie przez topienie krzemionki krystalicznej i bezpostaciowej lub też krzemianów z solą fosforną (G. Rose).

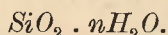
Występ. Utwory minerału krystaliczne, narosłe, zostały odkryte przez v. Ratha w skałach trachitowych na górze San Cristobal koło Pachuca w Meksy-ku; później znaleziono je także w kilku innych skałach z grupy trachitów, por-firów i bazaltów. Przykładem są trachity z Drachenfels i Mont Dore, andezylit augitowy Góry Hucińskiej, porfiry z Waldböckelheim i t. p. Kryształy tablicz-kowate, osadzone w trachicie wysp Euganejskich, przeobraziły się w kwarc, według Mallarda. G. Rose znalazł mikroskopijnie drobne kryształki trydymitu w opalu, z którego dały się wyosobnić za pomocą ługu potasowego.



Tr. wrosły tworzy tabliczki lub łuski, ułożone nakszałt dachówki, w wielu trachitach i andezytach, jak np. w andezycie Czorsztyńskim (g. Wżar). Ziarna trydymitu znaleziono również w porfiryście, a nawet w meteorycie spadłym w Rittersgrün.

Zbliżony do trydymitu jest krystobalit. Białe ośmiościany naśladowcze, składające się z części optycznie ujemnych (—), jednoosiowych. San Cristobal, Mayen w prow. Nadreńskich.

### Opal.



### Bezpostaciowy.

Jest typowym minerałem bezpostaciowym. Utwory wolne mają powierzchnie groniaste, nerkowate, także naciekowe i bulaste. Zwykle występuje w masach nieforemnych lub jest rozsiany.

Połysek szklisty, tłusty, rzadziej perłowo-maciczny. Przezroczysty jak woda, mętny lub całkowicie nieprzezroczysty, częstokroć rozmaicie zabarwiony.  $n = 1.45$ , nieco zmienny.

Tw. 5.5 do 6.5. Przełom muszlowy — nierówny. C. wł. 1.9 do 2.3.

Chem. Skład niestały; stosunek pomiędzy krzemionką i wodą chwiejny, zawartość wody wynosi zwykle od 3 do 13 proc. Zdaje się jednak istnieć i opal bezwodny. Zwykle mamy go za mieszaninę krzemionki bezpostaciowej z wodanami krzemu. Ogrzany, oddaje wodę, lecz nie topi się. W pł. dm. większa część odmian rozpryskuje się i trzaska. W gorącym ługu potasowym rozpuszcza się prawie na czysto. Inne własności wspólne z kwarcem. Może być odtworzony sztucznie przez stopniowe wysychanie ostrożnie przygotowanej krzemionki galaretowej.

Odróżniamy kilka gatunków, zależnie od rozmaitych sposobów powstawania.

### Skrzepy wolne:

Skrzep krzemionkowy, czyli gejzeryt. Są to osady źródeł gorących Islandyi, górnego Yellowstoneu w Am. Półn., Nowej Zelandyi i in.; tworzą one naskorupienia groniaste, nerkowate, brodawkowate, uwarstwione nieprawidłowo; dalej masy naciekowe o barwie białej, żółtawej, czerwonej, szarej, przeświecające lub mętne, słabo połyskujące lub matowe.

### Skrzepy szczelinowe:

Należy tu hyalit, występujący w postaci powłok lub skupień gronowatych, bezbarwnych, jak szkło przezroczystych. Wykazuje niekiedy energiczną dwójłomność, zależną od napięć wewnętrznych (str. 215), powstających podczas wysychania. Drobne półkule dają w św. spolaryz. piękny krzyż czarny, opt. ujemny (—). C. wł. 2.15 do 2.18. Zawartość wody najczęściej 3 proc. Znane są z niego rozpadliny bazaltowe w Czechach (Valecz) i Szczawnicy Węgierskiej.

Opal kaszolongowy, groniasty, nerkowaty, mętny, biały lub żółtawy. Islandya, Faröer i in. Odpowiada kwarcowi kaszolongowemu.

Wydzieliny i wsiąki nieforemne, rozsiane lub osadzone w spękaniach ciosowych skał wybuchowych zwietrzałych:

Opal szlachetny, znajdujący koło Czerwenicy na Węgrzech, w Meksyku, Nowej Zelandyi, Urugwaju, odznacza się często wspaniałą grą barw (str. 171);

przejęty jest wielu drobnemi spękaniem, wykazuje słabą dwójłomność. Piękny opal węgierski jest klejnotem nader szacownym i cieszy się po dziś dzień uznaniem mody. Tego rodzaju kamienie znane już były starożytnym, którzy je sprowadzali z Indyów. Opal Noniusa, wielkości orzecha włoskiego, szacowano nadzwyczaj wysoko, bo cena jego na dzisiejszą monetę przenosiłaby 2 miliony marek niemieckich.

Opal ognisty z Zimapan w Meksyku, Telkibanyi i in.; przezroczysty, barwy hyacyncowo-czerwonej lub żółto-winnej.

Opal zwyczajny bywa przezroczysty lub mętny; jeżeli zmętnienie jest delikatne, w świetle odbitem wykazuje barwę błękitną, w przechodzącym zaś—czerwonawo-żółtą; zwykle jednak bywa biały, żółty, zielony, czerwony lub brunatny. Piękne okazy pochodzą z Tokaju, Telkibanyi, Kosmyc na Śląsku i bywają niekiedy szlifowane, jako kamienie półszlachetne.

Hydrofan zwykle bywa mętny; włożony wszakże do wody, staje się wpół przezroczystym, a nawet niekiedy nabiera gry barw.

Wszystkie te skrzepy, powstałe w szczelinach i rozpadlinach, oraz wydzieliny są produktami rozkładu skał krzemianowych. Droga wsiąkania powstają mieszaniny.

Do tych ostatnich należy najczęściej półopal, mętny, o połysku tłustym, barwie szarej, żółtej, czerwonej i brunatnej; dalej opal jaspisowy, przybierający na skutek znacznej domieszki żelaza barwę mocno czerwoną lub brunatną.

Przykładem postaci wtórnych opalu są zdarzające się niekiedy w skałach pseudomorfozy po felpacie, a zwłaszcza opal drzewny, który łatwo może być poznany po subtelnej budowie drzewa skamieniałego. Barwy jego są rozmaite.

Utworem konkrecyjowym jest menilit, czyli opal bulasty, koloru szarego, wątrobowo-brunatnego, kasztanowego; słabo połyskujący, nieprzezroczysty; tworzy buły lub drobne warstewki wśród margli i glin łupkowych. Menil-montant pod Paryżem, Hranice na Morawach; u nas w „łupkach menilitowych“ Śląska i Galicji, zwłaszcza koło Dynowa i Jurowca.

Z inkrustacji wodorostów i innych roślin składa się martwica krzemionkowa, występująca w pobliżu źródeł gorących na Islandyi i na obszarze Parku Narod. w Am. Półn.; nagromadzeniem szczątków organicznych jest sypka ziemia okrzemkowa, dalej trypla, biała lub żółtawa, matowa, i odpowiedni łupek szlifierski, składające się również z pancrzyków krzemionkowych rozmaitych okrzemek.

Użyte. Trypla i ł. szlifierski używane są do polerowania; ziemi okrzemkowej, zwłaszcza pochodzącej z Oberlohe w Hanowerze, zaczęto w nowszych czasach używać, jako domieszki przy fabrykacji dynamitu.

Etym. i synonim. Opalus, *Plin.* Hyalit, od *haleos* szkło. Hydrofan, od *hydro* woda i *phainos* wyjaśniać się. Trypla od Trypolis.

Forcheryt — opal, zabarwiony na żółto siarkiem arsenu. Melanoflogit z Girsenti tworzy drobne sześcianki dwójłomne i zawiera, prócz przeważającej krzemionki, niewielkie ilości wody i siarki ( $\text{SO}_3$  około 6 proc.).

**Rząd 3. Tlenki metaliczne <sup>1)</sup>.**

Na ścianach gładkich mają blask dyamentowy, dyamentowo-metaliczny lub szklisty, rysę białą lub zabarwioną, w gorącu nie ulatniają się. C. wł. większy od 4. Tw. wzrasta do 7·5.

[ $\beta = 81^{\circ} 20'$ ; Rakwana, Cejlon (brazylit).

Cyrkon	$ZrO_2SiO_2$	tetrag. 1:0·6404	Badeleit	$ZrO_2$	jednosk. 0·9768:1:1 0475,
Rutyl	$TiO_2$	" 0·6440	Cynkit	$ZnO$	heksagonalny 1:1·6219,
Kasyteryt	$SnO_2$	" 0 6723	Bunzenit	$NiO$	regul., Johanngeorgenstadt.
Platneryt	$PbO_2$	" 0·6764	Manganozyt	$MnO$	" Nordmark.
Anataz	$TiO_2$	" 1·7844	Pirochroit	$MnH_2O_2$	romboedryczny 1:1·400.
Brukite	$TiO_2$	romb. 0·594:1:1·1222	Kupryt	$Cu_2O$	regularny.

**Cyrkon.**  $ZrO_2 \cdot SiO_2 (= ZrSiO_4)$ . Kl. *bipiram. dytetrag. (15)*.

Kryształy tetragonalne, zwykle utworzone w zawieszeniu; zwykłymi postaciami są: piramida  $p = (111)$ , słup  $m = (110)$ , słup wtóry  $a = (100)$ , często-kroć także inne piramidy, jak  $v = (221)$ ,  $u = (331)$ ,  $x = (311)$ . Dwojaki według 101. Kąt  $(111)$   $95^{\circ} 40'$ . W ziarnach zaokrąglonych występuje też dość często.

Lupl.  $\parallel (111)$  i  $(110)$  niewyraźna. Przełam muszlowy. Tw. 7·5. C. wł. 4·4 do 4·7.

Opt. Kryształy przezroczyste i bezbarwne (żargon), jak z Pfitsch i z nad jez. Laachskiego, zdarzają się rzadko; zwykle są zabarwione: na brązowo, czerwono,

lec także żółto, zielono, szaro. Barwa zmienia się pod wpływem płomienia utleniającego i odtleniającego (Spezia). Ściany krysztaliczne mają blask dyamentowy doszklistego, powierzchnie przełamane — zwykle tłuste. Dwójłomność dodatnia (+) mocna.

Fig. 1.

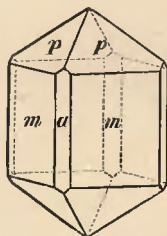


Fig. 2.

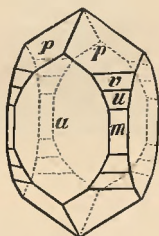
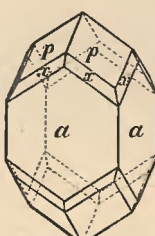


Fig. 3.



$\omega = 1·925$ ,  $\epsilon = 1·975$  (pr. czerw.). Odmiany pomarańczowo-żółte i czerwone zostały nazwane hyacynthem i łącznie z innymi odmianami ładnie zabarwionymi mają zastosowanie w jubilerstwie, jako kamienie drogowe.

Chem. Skł.: teor. krzemionki 32·8, cyrkonu 67·2; zwykle drobne domieszki tlenu żelaza. W pł. dm. nietopliwy; w gorącym kwasie siarczanym rozkłada się trudno, w stopionej sodzie — łatwo. Analizując ten minerał, Klaproth odkrył cyrkonę ( $ZrO_2$ ).

Cyrkon występuje zwykle w kryształach naokół rozwiniętych, jako przypadkowa lub podrzędna część skł. skał krzemianowych, a niekiedy także w towarzyszącym im wapieniu ziarnistym; c. brązowy jest pospolity w syenitach norweskich, gdzie znajdowano kryształy na 17 cm. długie, w syenicie miaskim,

<sup>1)</sup> Nazwa ta ściąga się w części do blasku dyamentowo-metalicznego, w części zaś — do skł. chemicznego.



w bazaltach Siedmiogórza (Siebengebirge), dalej w niektórych granitach, porfirach i łupkach krystalicznych; w kryształkach zaś mikroskopijnych ma rozpowszechnienie nadzwyczaj rozległe. W pokładach wtórnych, w piaskach, znajdowane są jego kryształy i gładziki razem ze spinelem i korundem na Cejlonie, z innymi zaś minerałami — w Karkonoszach (g. Olbrzymich), na wybrzeżu Tyrreńskim i t. d.

Auerbachit jest cyrkonem zwietrzałym i bogatszym trochę w krzemionkę, podobnież malakon i cyrtolit, które powstały z cyrkonu, przybierając wodę. Toryt  $\text{ThO}_2 \cdot \text{SiO}_2$  (drobne ilości  $\text{U}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ce}_2\text{O}_3$  etc.) jest równopostaciowy z cyrkonem; zbliżony doń oranżyt zawiera wodę i jest minerałem pochodnym. Brewig. Erstedyt (oerstedtit), również izomorficzny z cyrkonem, składa się głównie z  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$  i  $\text{SiO}_2$ .

### Rutyl.

$\text{TiO}_2$ .

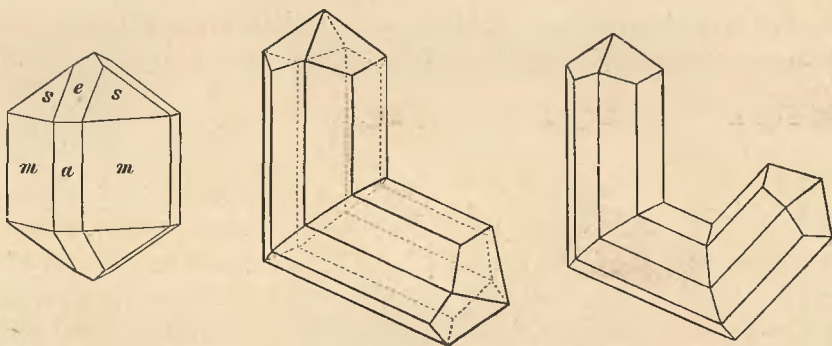
*Kl. bipiram. dytetrag. (15).*

Kryształy tetragonalne, pryzmatyczne, wykazują często kombinację:  $s = (111)$ ,  $m = (110)$ ,  $a = (100)$ ; równie częste są też ściany piramidy wtórej  $e = (101)$  oraz słupów ośmiograniastych, np.  $(210)$  i  $(320)$ , jak na figurach niżej podanych. Kąt  $(111) = 95^\circ 20'$ . Ściany pryzmatyczne są zwykle zbrożdżone podłużnie. Utwory bliźniacze nadzwyczaj pospolite, pł. bliźniaczą bywa

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.



najczęściej ściana  $101$ , a osobniki różnią się co do kierunku osi głównych o  $65^\circ 35'$ . Bliźniaki kolankowe składają się z dwu, trzech do sześciu osobników i wówczas tworzą koło zamknięte; do zwykłych utworów należą również bliźniaki wielokrotne i siatkowe. Bliźniaki koliste z Graves Mount i Magnet Cove, złożone z ośmiu indywiduów, podlegają temu samemu prawu (G. Rose i v. Rath).

Łupl.  $\parallel (110)$  i  $(100)$  dokł.,  $\parallel (111)$  niedokł. Przełam muszlowy lub nierówny. Tw. 6 do 6·5. C. wł. 4·2 do 4·3.—Barwa brunatna lub czerwona: hyacyncowo-czerwona, krwisto-czerwona, także żółta i żółtawo-brunatna. Rysa żółtawo-brunatna. Na ścianach gładkich blask metaliczno-dyamentowy. Przezroczystość niewielka; dwójłomność nadzwyczaj silna, dodatnia (+).  $\omega = 2\cdot6158$ ,  $\epsilon = 2\cdot9029$  w św. sodowem. (Bärwald).

Chem. Skł.: 60 tytanu, 40 tlenu, wszakże zawiera prawie statecznie trochę tlenku żelaza. W pł. dm. nietopliwy, w kwasach nierozkładny. Stopiony z solą fosforną, daje reakcję tytanową. Z pomiędzy licznych syntez rutylu naj-

ważniejsze są doświadczenia Hautefeullea (str. 280), który wykazał, że zależnie od temperatury powstaje bądź rutyl, bądź anataz, bądź też brukit; doświadczenia te stwierdzają trójpostaciowość dwutlenku tytanu.

Występ. R. tworzy często kryształy, niekiedy w postaci cienkich igieł narosłe na ścianach rozpadlin w łupkach krystalicznych, a także w granicie obok kwarcu, feldspatu, błyszczu żelaza, czasami w sąsiedztwie brukitu lub anatazu. Igieł bywają częstemi wrostkami kryształu górnego. Godne uwagi jest napotykanie niekiedy zrastanie się prawidłowe rutylu z błyszczem żelaza, rzadziej z magnetytem. Sieci brązowo-żółte rutylu zostały nazwane *sagenitem*, kryształy i ziarna, bogate w żelazo, odpowiadają nazwie *nigrynu*, także utwory miaszkie—*ilmenorutylu*. Kryształy rutylu duże a piękne występują w Graves Mount w Georgii, gdzie je znaleziono pomiędzy dystenem i pirofilitem.

Wielce rozpowszechnione są kryształy, bliźniaki sercowkształtne, tudzież ziarna i skupienia ziarniste rutylu w łupkach krystalicznych i przejmujących je żyłkach kwarcowych, znacznie rzadziej w wapieniu i dolomieci ziarnistym, za to częściej w skałach osadowych, na miejscu wtórnym. Piękne, wielkie i najczęściej pojedyncze kryształy znajdują się w kwarcu koło Modriach w Styrii. W filitach pospolite są drobne kryształki, a owe szczególniejsze, przez Zirkla w łupku dachowym odkryte, igiełki mikroskopijne są, według Wervekego i Cathreina, również rutylem.

Interesujące są paramorfozy rutylu po arkanzycie (brukicie) z Magnet Cove, rutylu po anatazie z Brazylii. *Edisonit* z Karoliny Północnej, który poprzednio brano za minerał rombowy, należy do rutylu.

Co się tyczy pokładów wtórnych, to rutyl występuje często w piaskach wraz z kwarcem, turmalinem i t. p., niekiedy ze złotem; *nigryn*—w gładzikach koło Olahpianu w Siedmiogrodzie.

Etym. Rutyl *Wern.*, z łac. *rutilus* — czerwony. *Sagenit* — od *σαγήνη* sieć. *Nigryn*, z łac. *niger*, czarny. Tytan brunatny *Drzew.* Rudzieniec, *Estreicher* i t. p.

### Anataz.



*Kl. bipiram. dytetrag. (15).*

Kryształy tetragonalne o blasku dyamentowym, postacią zasadniczą różne od rodzaju poprzedniego, albowiem kąt  $(111) = 43^\circ 24'$ . Kryształy, najpierw poznane, były indygowo-niebieskie lub czarne, typu ostropiramidalnego lub tabliczkowego ze ścianami  $p = (111)$  i  $c = (001)$ . Później poznano także kryształy tępo-piramidalne i pryzmatyczne, które najczęściej są barwy miodowo-żółtej lub brunatnej. Na tych panują piramidy  $r = (117)$ ,  $z = (113)$  lub postaci pryzmatyczne:  $m = (110)$ ,  $a = (100)$ ,  $e = (101)$ . (Klein, Jahrb. f. Min. 1871, str. 900; 1875, str. 337).

Fig. 1.

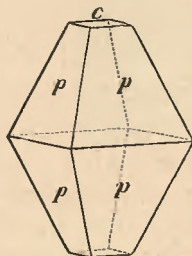
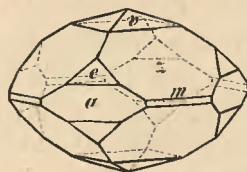


Fig. 2.



Lupl.  $\parallel p$  i  $c$  dokł. Tw. 5·5 do 6, c. wł. 3·83 do 3·93, a więc mniejsze, niż w rodzaju poprzednim, od którego różni się nadto dwójłomnością ujemną (—) i słabszą:  $\omega = 2·554$ ,  $\epsilon = 2·493$  (Mallard). Chemicznie jednak, o ile wiadomo, nie różni się od rutylu. Wypalony, przybiera c. wł. rutylu.

A. tworzy najczęściej kryształy narosłe, występujące często obok kwarcu w rozpadlinach skał krystalicznych krzemianowych. Tavetsch, góry Gothardu, Binnenthal, Bourg d'Oisans w Delfinacie. Z prowincyi brazylijskiej Minas Geraes pochodzą kryształy niezwyklej niekiedy wielkości, bezbarwne lub zabarwione. Jako cz. skł., anataz został dostrzeżony w porfirach Turynii. Kryształy żółte lub brunatne z Binnenthalu były dawniej niewłaściwie nazywane wizerynem.

Etym. i synonim. Anatase, *Havy*, z grec. *ἀνάτασις*, wydłużenie (aluzya do ostrości postaci zasadn.). Oktaedrit *Wern.* = tytan oktaedryczny *Drzew.* = oktaedryt.

### Brukit.

$TiO_2$ .

*Kl. bipiram. romb. (8).*

Kryształy rombowe o blasku dyamentowym, niekiedy też o wyglądzie półmetalicznym; rozwój osobników tabliczkowaty, pryzmatyczny lub piramidalny. Na tablicach panują ściany  $a = (100)$ , zwykle zrysowane podłużnie,  $p = (110)$ ,

Fig. 1.

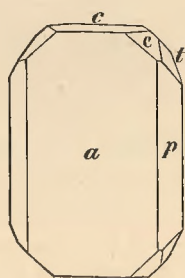


Fig. 2.

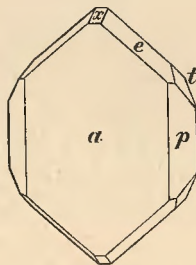
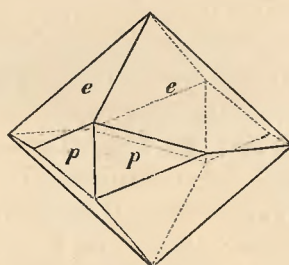


Fig. 3.



$c = (001)$ , którym często towarzyszą:  $e = (122)$ ,  $t = (021)$ ,  $x = (102)$ . Panującą postacią kryształów piramidalnych, półmetalicznych, pochodzących z Hot springs Arkansas, a nazwanych arkanzytem, jest  $e$ , fig. 3. Kąt  $(110) = 80^\circ 10'$ ,  $(102) = 58^\circ 36'$ .

Lupl.  $\parallel 010$ . Tw. anatazu, c. wł. 3·8 do 4·1, a więc nieco większy.

Opt. Barwy rutylu. W świetle spolaryz. zbieżnem dziennem zachowuje się nadzwyczaj szczególnie, albowiem płytki  $\parallel a$  ukazują równocześnie cztery układy smug hyperbolicznych. Stosując atoli światło litynowe lub sodowe, otrzymamy zwykłą figurę interferencyjną środowisk dwuosiowych z pł. o. o.  $\parallel 001$ , gdy w św. zielonem lub niebieskiem pł. o. o. jest  $010$ , a więc dyspersya w dwu różnych przekrojach głównych; w świetle mieszanem, żółto-zielonem, wydaje się jednoosiowym. Kąt osi zmienny. Dodatni (+).

Składem chemicznym nie różni się od dwu poprzednich rodzajów. Przez wyżarzenie w ogniu zyskuje również na c. wł., aż do gęstości rutylu.

Występowanie minerału poprzedniego. Piękne tabliczkowate kryształy pochodzą z Tremadoc w Walii, Bourg d'Oisans w Delfinacie, gór Gothardu.



Największych kryształów dostarcza Tyrol. Pseudomorfozy po tytanicie podawane są z Markirch w Alzacyi.

Etym. Brookite, *Lévy*, na cześć krystalografa i mineraloga ang. H. J. Brooke (1771—1857).

### Kasyteryt.

$\text{SnO}_2$ .

*Kl. bipiram. dytetrag. (15).*

Przeważnie krótkie, grube kryształy tetragonalne, wykazujące najczęściej ściany  $s = (111)$ ,  $m = (110)$ ,  $a = (100)$ ,  $e = (101)$ , ale niekiedy także i inne po-

Fig. 1.

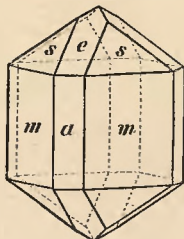


Fig. 2.

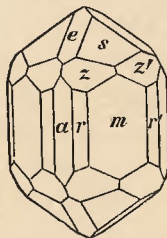
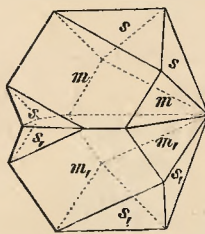


Fig. 3.



staci, jak  $r = (210)$ ,  $z = (321)$ . Na kryształach śpiczastych i igielkowatych (kruszc cyny iglasty) dostrzeżono też piramidy ostre, jak (551), (552).

Kąt  $(111) = 92^\circ 53'$ . (O postaciach: Becke, *Tschermak's Min. Mitth.* 1877, str. 243. Kohlmann, *Zeitschr. f. Kryst.*, t. 24, str. 350).

Ściany słupów odznaczają się zwykle prążkowatością podłużną. Kryształy pojedyncze przytrafiają się rzadko, natomiast dwojaki według  $(101)$  są bardzo pospolite. Osi główne obu indywiduów tworzą kąt  $67^\circ 50'$ . Bliźniaki wielokrotne i kolankowe, na podobieństwo rutylu, nie są też rzadkie.

Lupl.  $\parallel (100)$  i  $(110)$  niewyraźna. Tw. 6 do 7. C. wł. 6·8 do 7, kasyterytu czystego, według Forbesa, 6·844.

Opt. Barwa żółtawo- lub czerwono-brunatna do czarnej, rzadziej czerwona, szara, żółtawa. Rysa żółtawa albo biała. Blask dyamentowy lub tłusty; przezroczystość niezupełna; dwójłomność dodatnia (+):  $\omega = 1.9966$ ,  $\epsilon = 2.0934$  (Grubenmann, cyt. Rosenbuscha).

Chem. Skł.: teor. dwutlenkowi cyny odpowiada 78·6 cyny i 21·4 tlenu, wszakże prawie zawsze obecne są domieszki żelaza, krzemu, także tantalu. W pł. dm. nietopliwy i niezmienny, z sodą na węglu daje cynę metaliczną; w kwasach nierozkładny, rozpuszczalny natomiast w stopionym wodanie potasu. Sztucznie odtworzył go Daubrée i in. na drodze, wskazanej w opisie rutylu. Występowanie w pseudomorfozach oraz obecność nowotworów kruszczu cynowego w kościach kopalnych doliny Pentewan i Carwon w Anglii wskazują pochodzenie wodne.

Występ. i rozpowsz. Najgłówniejszem, pierwotnem złożem kasyterytu są skały krystaliczne dawne, krzemianowe, w których on wraz z minerałami towarzyszącymi tworzy zarówno żyły i rozmaicie rozgałęzione żyłki, jak i wsia-ki; przejęta w ten sposób kruszczem i obfitująca w kwarzec masa skalna

przeobraża się niejako całkowicie w ubogą rudę, z której kasyteryt oddzielany jest przez kruszenie i płukanie.

Do zwykłych towarzyszków k-tu należy kwarc; do charakterystycznych — wolframiany: wolframit i szelit, z krzemianów zaś: beryl, topaz, cynwaldyt. Apatyt, fluoryt również wiernie mu towarzyszą. Cztery minerały, ostatnio wymienione, zawierają fluor. Stąd fluorowi przypisujemy pewną rolę w sprawie tworzenia się żył kruszców cynowego (porówn. pneumatolizę, str. 306). W „formacji cynowej“ występują też często molibdenit, piryty arsenowe, galena, blenda. Grube kryształy bliźniacze, „krupki cynowe“, mają częstokroć na sobie powłokę z produktów rozkładowych, jak nakryt, litomarga.

W Saksonii, koło Altenberga, Marienberga, Geyer, łóżyiskiem skalnem kasyterytu jest granit i gnejs, jak również koło Slawkowa i Krupki w Czechach; w okolicach Cynwaldu jest niem porfir i granit. Podobne stosunki ujawniają pokłady kruszczowe prowincyi hiszpańskiej, Galicyi, oraz Bretanii. W Kornwalii kasyteryt występuje w towarzystwie kruszczów miedzi, osadzonych w łupku glinianym. Stannit jest mieszaniną kasyterytu i kwarcu, występującą koło St.-Agnes, skąd też pochodzą piękne pseudomorfozy obu tych minerałów w postaciach ortoklazu. W żyłach kruszczowych, przecinających trachity i andezyty Boliwii, k. znajduje się w towarzystwie kruszczów srebrnych i tetraedrytu; w żyłach, osadzonych w ryolicie, w Meksyku, koło Durango, towarzyszą mu blaszki błyszczu żelaznego. Wyjątek stanowią ubogie zresztą w kruszec cynowy pokłady Campiglia marittima, spoczywające w wapieniu uwarstwionym.

W pokładach wtórnych k. występuje w postaci żwiru i głazów oraz „piasków cynowych“ na półwyspie Malakka, na wyspie Banka i t. p. W piaskach takich, w Korwalii i Meksyku, ukazuje się też niekiedy t. zw. cyniak drzewny, kasztanowato-brunatny, promienisto-włóknisty lub zbity, o c. wł. 6·4.

Użyt., produk. Kasyteryt jest jedynym kruszczem cyny. Ta była już znana starożytnym i dla swej własności tworzenia bronzów wielce ceniona. Zapotrzebowanie cyny na wyrób sprzętów i naczyń obecnie zmniejszyło się znacznie; dziś używa się przeważnie na odlewy, na stopy z ołowiem, z miedzią, czyli brzozy, do pobielanía naczyń i t. d. T. zw. metal brytański jest aliażem cyny i antymonu. Ogólna produkcya roczna wynosi około 700 000 ctr. Lwia jej część przypada na Australię i Bankę. (Szczegóły geologiczne i techniczne patrz u Rejera: *Das Zinn*, 1882. Collins, *On Cornish tin ores*, Truro 1888).

Etym. i synonim. Cassiterite *Beud.*, z grec. *κασσίτερος* (u *Herod.* i in.). Niem. Zinnstein = kamień cynowy, *Kluk.* Twardocyniec, *Bogat.*; Zinnerz = kruszec cynowy *Drzew.* = kr. cyny *Kumel.*; Zinngrauen = kryształokrusz *Kluka*; Zwitter = krupki cynowe tegoż. Cyniak *Lab.* Holzzinnerz = cyniak drzewny tegoż = drzewocyniak *Altha*, i t. p.

Tu wtrocimy kilka tlenków metali ciężkich, jak glejtę (masykot) PbO, znajdowaną w żółtawych blaszkach w Meksyku; minię Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub> barwy jutrzenno-czerwonej, występującą koło Bolanos w Meksyku, w Badenweiler w Badenie i in.; platneryt PbO<sub>2</sub> z Leadhills w Szkocyi.

Cynkit (niem. Rothzinkerz = kruszec cynku czerwony = czerwonekrusz *Kluka*) ZnO, rzadko w kryształach heksagonalnych hemimorficznych (kl. piram. dytryg., 20), zwykle w bryłach skorupowych koloru krwisto-czerwonego, które prostopadle do skorupowatości łupią się na słupy sześciograniaste i występują pospół z franklinitem i kalcy-



tem w stanie New-Jersey. Czerwona barwa pochodzi od manganu. Sztucznie odtworzony bezbarwny tlenek cynku daje kryształy również heksagonalne.

**Kupryt.** $Cu_2O$ .*Kł. 24-ścianu pentagon. (29).*

Kryształami są zwykle ośmiościany, rzadziej sześciany i 12-ściany rombów, z którymi łączą się też inne postaci, jak (221) lub (211). Miers dostrzegł postaci połówkowe, plagioedryczne. Skupienia ziarniste.

Lupl. || (111) dość wyraźna. Tw. 3·5 do 4. C. wł. 5·7 do 6.

Opt. Barwa koszenilowo-czerwona do ołowiano-szarej. Rysa brunatnoczerwona. Ściany gładkie rzucają blask metaliczno-dyamentowy. Zwykle prawie nieprzezroczysty; załamywanie światła nadzwyczaj silne:  $n=2\cdot849$  (Fizeau).

Chem. Skł.: tlenkowi miedzi odpowiada 88·8 miedzi i 11·2 tlenu; jest to więc najbogatszy kruszec miedzi. Ogrzany na węglu w pł. dm., staje się na-przód czarnym, poczem topi się spokojnie i daje ziarnko miedzi. Rozpuszczalny w kwasach i amoniaku.

Kryształy o składzie kuprytu znajdowano wielokrotnie, jako produkt przypadkowy, w szlakach pieców hutniczych, a także jako nowotwór w skorupie (patynie), pokrywającej antyczne przedmioty miedziane i brązowe. Blum dostrzegł przeobrażanie się naturalnych kryształów miedzi w kupryt na okazach, pochodzących z Rheinbreitbachu. Na sposób powstawania kuprytu rzucają dużo światła doświadczenia Mitscherlicha, który, zmieszawszy roztwór siarczanu miedzi z cukrem krochmalowym, otrzymał po dłuższym czasie kryształy o własnościach kuprytu. Redukcja siarczanu miedzi, dokonana tu za sprawą substancji organicznej, według Knopa, może również nastąpić pod wpływem wiotryolu żelaza.

Występ. Kupryt występuje przeważnie w pokładach błyszczu miedzi, chalkopiryty i t. p., które podlegają wietrzeniu; stąd znajdujemy go często w górnych częściach tych pokładów, gdy głębsze ich poziomy zawierają kruszce siarczyste. Zjawisko to daje się dostrzegać w żyłach kornwalskich, z których pochodzą wspaniałe niekiedy druzo kryształów błyszczących i przezroczystych. Toż samo ma miejsce w Rheinbreitbachu, w Gumiszewsku i Niżnym Tagilu na Uralu, koło Burra-Burra w Australii. Częstokroć w pokładach tych towarzyszką kuprytu bywa miedź rodzima, której pseudomorfozy po kuprycie są tu rzeczą zwykłą. Tego rodzaju kupryt występ. w niewielkich ilościach na Miedzianej górze pod Kielcami. Knop wykazał, że przeobrażenie to można odtworzyć sztucznie, działając na kupryt bardzo rozcieńczonym kwasem siarczanym (porównaj str. 323).

Kryształy, powstałe w zawieszeniu, będące połączeniem z 12-ścianem rombowym, występują w glinie koło Chessy pod Lugdunem; powierzchnie zamieniły się one jednak na malachit. Podobne występowanie dostrzeżono też na Altaju i w kraju Damara w Afryce.

Chalkotrychitem lub kwiatem miedzianym nazwano utwory kryształiczne włosiste lub siatkowe, składające się z wydłużonych sześciątów o przepysznej barwie czerwonej, a pochodzące z Rheinbreitbachu, Gumiszewska na Uralu, Redruth w Kornwalii i t. d.



Mieszanina kuprytu i żelaziaku brunatnego ziemista, ceglasto-czerwona, otrzymała od Drzewińskiego nazwę miedzi ceglastej. Dillenburg, Turyńsk.

Kupryt wraz z towarzyszącymi mu minerałami: malachitem, azurytem i t. p., przetapia się na miedź.

Etym. i synonim. Cuprit, *Haidinger*, z łac. cuprum, miedź. Niem. Rothkupfererz = pol. kruszec miedzi czerwony = miedź czerwona *Drzew.*, miedniak czerwony *Lab.* Kupferblüthe = m. cz. włosista *Drzew.* Chalkotrychit od χαλκός miedź i τριξ włos. Ziegelerz = miedź ceglasta *Drzew.* = miedniak ceglasty *Lab.* = miedzianka *Osiń.* (?).

#### Rząd 4. Ochry.

Minerały najczęściej ziemiste, rzadziej krystaliczne. Tw. zwykle niższa od 3. Rysa biała lub tylko słabo zabarwiona. C. wł. 3·6 do 6·3. Niektóre z nich ułatwiają się w pł. dm. Wszystkie są produktami wietrzenia <sup>1)</sup>.

[β = 86° 3'.

Azenit	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> regularny	Klodetyt	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> jednoskośny	0·4040:1:0·3445
Senarmontyt	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> „	Walentynit	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> rombowy	0·3910:1:0·3364.
Teluryt	TeO <sub>2</sub> rombowy			0·4566:1:0·4693.

#### Arsenit.

As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Kl. 48-ścianu (32)?

Występuje w postaci nalotu mączystego na wietrzejącym arsenie, arsenopirycie, smaltynie i t. p., np. koło Andreasberga. Chemicznie jest trójtlenkiem arsenu, czyli arsenikiem rodzimym. Postać i łupliwość oktaedryczną poznano na kryształach sublimowanych, które powstają w kanałach hutniczych podczas prażenia minerałów arsenowych (dymy hutnicze).

Otrzymywany w ten sposób arsenik (mąka arsenikalna, trutka arsz.), niekiedy stopiony na masę bezpostaciową (arszenik szklisty biały), po wydobyciu go z „komór“, idzie do handlu jako arsenik biały. Zastosowania jego są liczne: przy fabrykacji farb, w farbiarstwie, w sztuce emaliowania, w hutnictwie szklanym, medycynie; używa się też do konserwowania okazów zoologicznych i jako trutka na szkodniki domowe i leśne.

Arszenik ma smak słodkawo-cierpki; jest silną trucizną, jakkolwiek w krajach alpejskich istnieją jego „zjadacze“.

Synonim. Arsenit, *Haid.* Arsenolit, *Dana.* Arsenik biały, *Drzew.* Niem. Arsenikblüthe = pokwit arsenikalny, *Bogatk.*

#### Walentynit.

Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Kl. bipiram. romb. (8).

Rombowe słupy lub tablice, te ostatnie często skupione nakszałt wachlarza, wiązanki lub gwiazdy. Często też tworzy masy nieforemne, pręcikowate, skorupowe.

Tw. 2·5. Barwa żółtawa, szara. Na dwuścianie podłużnym połysk perłowo-macieczny, na innych ścianach gładkich — blask dyamentowy.

Chemicznie jest on trójtlenkiem antymonu, łatwo topliwym i lotnym, rozpuszczalnym w kwasie solnym.

<sup>1)</sup> Nazwa wzięta z grec. οἶψα (żółty, brunatny), łac. ochra nativa, pol. ochra, *Rzqcz.*, *Drzew.*, także okra, *Lab.*, *Alth.* w cz. ugier *Rzqcz.* (= żółta glina, farba).

Występuje razem z galeną, antymonitem i t. p. w Bräunsdorf (Saksonia), Przybramie, Allemont, Sansa w prow. Constantine (Algier) i in. m. Pseudomorfozy, zdradzające pochodzenie z antymonu i blendy antymonowej, są dość pospolite.

Etym. i synonim. Valentinit, *Haid* (od Valentinusa, alchem. w. XV). Niem. Antimonblüthe = pol. kwiat antymonu; Weiss-Spiessglanz = antymon biały, *Drzew.*

Trójtlenek arsenu  $As_2O_3$  w kopalniach San Domingo (Portugalia) występuje w kryształach jednoskośnych, jako kłodetyt (*Claudetite*, *Dana*); Wöhler znalazł utwory tego samego rodzaju w dymach hutniczych. Trójtlenek antymonu  $Sb_2O_3$ , jako senarmontyt, tworzy kryształy oktaedryczne, wykazujące nienormalne własności optyczne. Najładniejsze ośmiościany pochodzą z Sansa w Algierze (prow. Constantine).

Ze związków antymonu zaliczają się tutaj: serwantyt  $Sb_2O_3$ , styblit  $H_2Sb_2O_5$ , żółtawy, ziemisty, znajduwany często w pseudomorfozach po antymonicie, oraz podobna do nich obu ochra antymonowa; wreszcie do tejże grupy należy i ochra bizmutowa  $Bi_2O_3$ .

Jako rzadkości przytoczymy tu jeszcze: ochrę tantalową, teluryt (ochrę telurową)  $TeO_2$ ; ochrę molibdenową (molibdyt)  $MoO_3$ , żółtą; o. wolframową (tunstyt)  $WO_3$ , zielonawą; spokrewniony z nią wodny mejmacyt żółty ( $WO_3 \cdot 2H_2O$ ), po cz. żółtą ochrę uranu (uranopilit,  $8UO_3 \cdot CaO \cdot 2SO_3 + 25H_2O$ ). Obok tego ostatniego należy postawić gumit i eliasyt, które zawierają do 75 proc.  $UO_3$ , tudzież uranosferyt  $Bi_2O_3 \cdot 2UO_3 \cdot 3H_2O$ .

### Rząd 5. Rudy.

Minerały ciemnobarwne, nieprzezroczyste, wyglądające po części nawpół metalicznie, wszystkie o rysie barwnej lub czarnej. Tw. 2 do 6. W pl. dm. najczęściej nietopliwe, rzadziej trudno topliwe, nielotne <sup>1)</sup>.

Manganit	$MnHO_2$ romb. 0 8441:1:0 5448	Hematyt	$Fe_2O_3$ romboedr. 1:1 36557
Getyt	$FeHO_2$ „ 0 9185:1:0 6068	Ilmenit	$FeTiO_3$ rbd. ów. 1:1 38458
Limonit	$Fe_2H_6O_9$ romb.owy	Pirofanit	$MnTiO_3$ „ „ 1:1 3692
Polianit	$MnO_2$ tetragonalny 1:0 66476	Hausmanit	$Mn_3O_4$ tetragon. 1:1 1571
Piroluzyt	$MnO_2$ zbity, pseudom.	Magnetytu	$Fe_3O_4$ regularnego grupa.
Braunit	$Mn_2O_3$ ? tetragonalny 1:0 9924	Pseudobrukite	$Fe_4Ti_3O_{12}$ romb.owy
			[0 87776:1:0 88475.

**Manganit.**  $MnHO_2 (= Mn_2O_3 \cdot H_2O)$ . *Kl. bipiram. romb. (8).*

Kryształy w postaci wydłużonych słupów romb.owych częste; panują ściany  $m = (110)$  i  $c = (001)$ , fig. 1. Ściany słupa zwykle mocno zrysowane równolegle do krawędzi pionowych, ściana wierzchołkowa — równolegle do osi poprzecznej. Na takich kryształach obecne są także ściany  $u = (101)$ . Kryształy krótkie obfitują często w postaci i, prócz  $m$  i  $u$ , wykazują jeszcze:  $b = (010)$ ,  $l = (120)$ ,  $d = (210)$ ,  $p = (111)$ ,  $n = (121)$ ,  $e = (011)$ ,  $f = (021)$ , fig. 2. Dwojaki, zrosłe ścianą  $011$ , zdarzają się często, fig. 3. Kąty  $(110) = 80^\circ 21'$ ,  $(011) = 57^\circ 10'$ ,  $111:1\bar{1}\bar{1} = 49^\circ 11'$ . Według postrzeżeń Haidingera i Busza, rozkład ścian piramidalnych bywa niekiedy hemiedryczny, jak na soli gorzkiej (str. 56).

<sup>1)</sup> Idąc za Rzączyńskim i Klukiem, którzy, o ile wiemy, pierwsi użyli w druku wyrazu ruda, oznaczając nim „ziemie rdzawe, brunatne, żółtawe“, stosować go nadal będziemy przeważnie do związków tlenowych żelaza i manganu, jako poszczególną odmianę terminu ogólniejszego, którym jest staropolski, jedyny kruszec.

Groth dał staranne opracowanie postaci manganitu (Min.-Samml. d. Univ. Strassb.). Utwory promienisto-pręcikowe, włókniste lub ziarniste występują również często.

Lupl.  $\parallel (010)$  doskonała, natomiast  $\parallel (110)$  i  $(001)$  nie tak dokładna. Tw. 3·5 do 4. C. wł. 4·3 do 4·4. Barwa stalowo-szara lub żelazisto-czarna do brunatno-czarnej. Rysa brunatna. Blask metaliczny, niezbyt mocny.

Fig. 1.



Fig. 2.

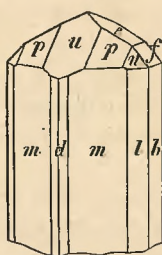
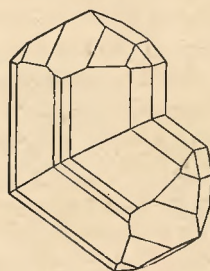


Fig. 3.



Chem. Skł.: teor. zawiera tlenu manganu  $Mn_2O_3$  89·8, wody 10·2, czyli manganu 62·5, tlenu 27·3, wody 10·2. Wogóle przypomina dyaspor i getyt, którym bliski też jest postacią. W pł. dm. nietopliwy; woda ulatnia się dopiero w temp., przenoszącej 200°. Stężony kwas solny rozpuszcza go, przyczem wydziela się chlor.

M. tworzy osady niektórych źródeł; w pięknych pseudomorfozach po kalcyte wypiera jego substancję. Blum opisuje jedno z takich zastąpień, jeszcze nie dokonanych całkowicie (Ilfeld). Jest to dokument, stwierdzający powstawanie z roztworów wodnych. Sam m. podlega jednak także przeobrażeniom w piroluzyt. Przemiana ta daje się odtworzyć sztucznie przez powolne ogrzewanie w dostępie powietrza (Gorgeu).

Występ. Do bardzo znanych należą piękne okazy z Ilfeld na Harcu, gdzie manganit, pospołu z barytem lub kalcytem oraz innemi rudami manganu, tworzy żyły w porfiryście, do 60 cm. grube. W Nassauskiem występuje również z innemi rudami manganu w próżniach i gniazdach, osadzonych w wapieniu. Pozatem znajduje się w wielu miejscowościach, jak Ilmenau i Oehrenstock w Turynii, Kornwallia, Udenäs w Szwecyi i t. d.

Synonim. Manganit, *Haid.*; po cz. Graubraunstein *Wern.* = manganec szary, *Drzew.* = braunsztyn szary.

Romboedryczny chalkofanit  $(Mn, Zn)O \cdot 2MnO_3 + 2H_2O$  jest produktem rozkładowym franklinitu, znajduje się koło Sterling w New-Jersey.

Braunit *Haid.*, zawierający  $Mn_2O_3$  i  $MnSiO_3$  w stosunku 3:1, występuje w czarnych ośmiościanach tetragonalnych wraz z piroluzytem i hausmanitem koło Elgersburg i Oehrenstock w Turynii, St-Marcel w Piemontie (stąd marcelin, *Beud.*). Heksagonalny langbanit, prócz cz. skł. braunitu, zawiera jeszcze żelazo i antymon.

Polianit *Breith.* jest minerałem mało rozpowszechnionym, lecz teoretycznie interesującym; według E. Dany, jest on tetragonalny i równopostaciowy z kasyterytem.  $(111) = 98^\circ 32'$ . Jasno-stalowo-szary, blask metal. słaby. Tw. 6 do 6·5. C. wł. 4·9 do 5·0. Skł. chem.:  $MnO_2$ , a więc dwutlenek manganu. Zachowuje się, jak rodzaj następny. Nie-



kiedy tworzy pseudomorfozy po manganicie. Blatno i Jachimów w Czechach; Nassau, Kornwalia.

**Piroluzyt.***MnO<sub>2</sub>.**Złoty, bezpostaciowy?*

Często występuje w kryształach (fałszywych), będących połączeniem słupa rombowego, ściany podstawowej oraz słupa podłużnego, zakończonych śpiczasto lub formujących drobne tafelki. Ściany słupa zrysowane pionowo. Postaci pryzmatyczne przechodzą częstokroć w liczne a drobne zakończenia śpiczaste. Tworzy druzi i rozmaitego kształtu skupienia o budowie promienisto-włóknistej. Często też bywa zbity, ziemisty, smolący.

Lupl. || (110) i (001). Tw. 2 do 2·5, prawie łagodny. C. wł. 4·7 do 5. Barwa ciemna, stalowo-szara. Rysa czarna. Blask na ścianach gładkich pół-metaliczny.

Chem. Skł.: dwutlenek manganu, zawierający 63·2 manganu i 36·8 tlen. W pł. dm. nietopliwy; ogrzewany—brunatnieje, albowiem traci tlen. W stężonym kwasie solnym rozpuszcza się, powodując równocześnie obfite wydzielanie się chloru.

Po w s t a w. P. jest utworem wtórnym, powstającym kosztem innych minerałów manganowych, których jest ostatecznym produktem rozkładowym. W innych razach wypiera węglany, skąd pochodzi jego pulchność. Kryształy, które brano dawniej za kształty właściwe piroluzytowi, są w istocie pseudomorfozami, najczęściej o postaciach manganitu. Znajdowane są nieraz utwory przejściowe, w których się jeszcze zachowało jądro manganitu. P. powstaje też często zarówno z czystego spatu manganowego MnCO<sub>3</sub>, jak i ze spatu żelaznego, zawierającego mangan. Ten ostatni daje zwykle mieszaninę próchnistą lub ziemistą (t. zw. pianę manganową).

Pseudomorfozy, powstałe przez wyparcie kalcytu, nie są też rzadkie. Piękne ich okazy pochodzą z Ilmenau i Oehrenstock w Turynii. Niekiedy nie jest rzeczą trudną dociec, że obecny piroluzyt miał początkowo postać manganitu, że zatem naprzód kalcyt został wyparty przez substancję manganitu, a następnie ten ostatni przeobraził się w dwutlenek manganu. Znane są również pseudomorfozy po dolomicie. P. jest zatem minerałem, ujawniającym zawsze pochodzenie wtórne i będącym drugą, a mianowicie zbitą lub bezpostaciową, odmianą dwutlenku manganu, którego kryształy o znacznej twardości poznaliśmy w polianicie.

Występ. Piękne druzi piroluzytu pochodzą z Johanngeorgenstadtu w Saksonii, z Hirschenberga w Westfalii i in. m. Większe ilości minerału zbitego znaleziono w żyłach porfiry koło Elgersburga w Turynii, koło Przedniego Arnosztowa (Vorderehrendorf) na Morawach, koło Blatna w Czechach, w Romanèche we Francji, w kilku punktach stanu Vermont w Am. półn. i in. m.

Etym. i synonim. Pyrolusit *Haid.*, od πῶρ ogień i λούειν myć (aluzja do własności odbarwiania szkła). Niem. Graubraunstein *Wern.* (po cz.)=braunsztyn szary; Weichbraunstein = braunsztyn miękki; Weichmangan = mangan miękki.

Warwicyt, ukazujący się w pseudomorfozach po kalcycie, zdaje się być mieszaniną manganitu i piroluzytu.

**Hausmanit.**

Kl. skalenoedru tetrag. (11).

Zwykłą postacią kryształów tetragonalnych jest piramida (111) o kącie  $63^{\circ} 1'$ . Ściany jej są prążkowane poziomo. Dwojaki i pięcioraki według (101), podobne do takichże utworów chalkopirytu (str. 373, fig. 7 i 8), nie są rzadkie.

Lupl. || (001). Tw. 5 do 5·5. C. wł. 4·7 do 4·8. Blask metaliczny. Barwa żelazisto-czarna. Rysa brunatna.

Chem. Skł. teor.: 72 manganu, 28 tlenu. W pł. dm. nietopliwy, z kwasem solnym chlor dający.

Kryształy występują w Ilmenau, Oehrenstock (Turyngia), Ilfeld (Harc); masy ziarniste w dolomitach okolicy Pajsberga w Marchii Półn. (Szwecya).

Etym. i synonim. Hausmannit, *Haid.* = Schwarz-Braunstein (= braunsztyn czarny) *Hausmanna*, na którego cześć nazwany.

**Psylomelan.** ( $MnO_2$ ,  $MnO$ ,  $BaO$ ,  $K_2O$ ,  $H_2O$  ....)? Zbity, bezpostać.?

Utwory groniaste, nerkokształtne, soplwate o przełamie równym lub muszlowym i znacznej twardości = 5·5 do 6. Niektóre okazy ujawniają ślady budowy włóknistej, inne są zbite o przełamie migotliwym, jeszcze inne dla przełamu równego i gładkiego poczytywane są za bezpostaciowe. Rysa brunatno-czarna, połyskująca. Barwa żelazno-czarna, niebieskawo-czarna. C. wł 4·1 do 4·3.

Chem. Skład odznacza się nieprawidłową chwiejnością, zwykłą u minerałów, pozbawionych wyraźnej postaci krystalicznej. Przeważa  $MnO_2$ , prócz niego w zmiennych ilościach są obecne:  $MnO$ ,  $BaO$ ,  $K_2O$ ,  $H_2O$  i t. d. Odróżniane są zwykle psylomelany barowe (zaw. do 17 proc.  $BaO$ ) i potasowe (do 5 proc.  $K_2O$ ), w których Gorgeu upatruje związki solne, jak  $BaMn_3O_7$ . W niektórych odmianach wykryto drobne ilości litynu i talu. W pł. dm. prawie nietopliwy; zabarwia go na zielono ( $Ba$ ) lub fioletowo ( $K$ ). Wobec kwasu solnego zachowuje się, jak poprzednie: rozpuszcza się, wydzielając równocześnie chlor. Stężony kwas siarczany w zetknięciu z proszkiem przybiera barwę czerwoną.

Występ. Dość często wypełnia samoistnie żyły w porfirze i trachicie lub tworzy wraz z piroluzytem skorupy naprzemian-zmienne, jak koło Elgersburga w Turyngii; niekiedy występowaniem swem związany jest z barytem albo kalcytem, jak koło Ilfeld na Harcu. Zespolony z innemi rudami manganu, towarzyszy częstokroć żyłom żelaziaka czerwonego, jak to ma miejsce w górach Kruszcowych Saskich, lub wreszcie występuje w obrębie pokładów syderytu, jako ich produkt rozkładowy.

Blisko z nim spokrewniony jest wad, minerał ziemisty lub delikatnie łuskowaty, przybierający często kształty buł, nerek, soplów, a budowę niekiedy skorupową, ziemistą i pulchną; wówczas jest tak lekki, że pływa po wodzie. Jest bogatszy w wodę od psylomelanu, a bar i potas zawiera w ilościach tylko drobnych. Zdaje się często pochodzić z psylomelanu, pospoliej jednak powstaje kosztem rozkładu spatów żelaznych, zawierających mangan.

Na niektórych wapieniach, marglach, chalcedonach, opalach, a także granitach, łupkach kr., piaskowcach i t. d. występują czarne lub brunatne, często-



croć bardzo ozdobne osady krzewiaste, zawierające w sobie mangan i będące jużto dendrytami, posiadającymi pewną miąższość, już tylko deseniami wielce subtelnymi, osiadłymi na ścianach szczeliny. Utwory te najstosowniej zaliczyć do wadu.

Utworami bardzo szczególnymi są t. zw. buły manganowe, znalezione przez ekspedycję okrętu Challenger na dnie oceanu Spokojnego, a przez Churcha nazwane pelagitem. Są to konkretne brunatne, składające się przeważnie z tlenków manganu i żelaza, krzemionki, wody, niekiedy kryjące też w sobie domieszki martwicy wulkanicznej, tudzież szczątki organizmów.

Etym. i synonim. Psilomelan *Haid.*, z grec. *ψιλος* starty, lekki i *μέλας* czarny. Niem. Hartmanganerz = pol. ruda manganu twarda, mangan twardy. Schwarzer Glaskopf = mangan czarny, *Drzew.* Wad, wyraz pochodzenia angielskiego (= wiązka). Pelagit, od *πέλαγος* morze.

Grocoilit jest wadem. Do psilomelanu zaliczyć również wypada lityoforyt *Frenzela*, wykazujący znaczną zawartość glinki.

Pospolite rudy manganu: manganit, piroluzyt, psilomelan, posiadają tyle wspólnego w występowaniu i tak często sobie towarzyszą, że tworzą osobną formację kruszcową.

Wielce charakterystyczny jest związek rud manganu żyłowych ze skałami krystalicznymi, jak np. porfirami i melafirami koło Ilfeld i Ilmenau, z granitem koło Wittichen w Czarnymlesie (Schwarzwald). W takich razach, według Sandbergera, należy przyjąć powstawanie przez wysiłek ze skał otaczających, albowiem obecne w tych ostatnich augity, amfibole, biotyty, prócz krzemianów żelaza, zawierają też krzemiany manganu. Te pod wpływem wód deszczowych ulegają rozkładowi, wydzielając tlenki wolne. Stąd wspólne występowanie rud żelaznych z manganowymi należy wogóle do zjawisk zwykłych. Rzadziej występują rudy manganu w piaskowcach, jak koło Przedniego Arnosztowa na Morawach. Przypuszczamy, że pokłady kruszcowe tego rodzaju materiały swój zaczerpnęły z głębiej leżących skał krystalicznych.

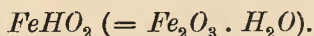
Równie charakterystyczne są pokłady rud manganowych w wapieniach, jak na Ibergu w Harcu Górnym, koło Wetzlar, Giessen i w Nassauskiem, gdzie rudy te występują, jako całkowite lub częściowe wypełnienia próżni nieprawidłowych. Tu, rzecz oczywista, roztwory, z których wydzielili się rudy, nagryzały i rozpuszczały wapień, którego miejsce zajmowały tlenki. Rudy tak powstające związane są prawie zawsze wspólnością występowania z rudami żelaza, a za częstego towarzysza mają dolomit, np. koło Ibbenbühen i Osnabrück. Pokłady workowate w departamencie Hautes Pyrénées należą tutaj również.

Wreszcie często występują i takie pokłady, które powstały przez wietrzenie spatu żelaznego, zawierającego mangan. Równoczesne powstawanie żelaziaku brunatnego i rud manganowych zaznacza się bardzo wyraźnie, choć na małą skalę, w pokładach syderytu koło Hüttenberga, w Karynty. Większym a należącym tutaj utworem jest pień kruszcowy, osadzony w dolomicie, pomiędzy Herges, Brotterode i Seligenthal w Lesie Turyngskim. Masę kruszcu składają żelaziak brunatny i towarzyszące mu rudy manganowe. „Całość robi wrażenie potężnej jaskini, wypełnionej syderytem zwiędłym“.



Użył. Na oznaczenie rud manganu używa się często nazwy ogólnej „braun-sztynn“ (Kluk, z niem. Braunstein), którą się już posługuje Basilius Valentinus w w. XV. Nazwa ta, jak sądzi Quenstedt, ściąga się prawdopodobnie do brunatnej polewy, otrzymywanej za dodaniem kopalnych tlenków manganu. Szklarze w. XVI-go nazywali je ogólnie manges. Niema żadnej pewności, czy wyraz ten pozostaje w związku z greckim  $\mu\acute{\alpha}\gamma\gamma\alpha\nu\omicron\nu$ , oznaczającym środek czarodziejski. Nazwa magnesia nigra zjawia się później. Zastosowanie do odbarwiania szkła datuje się od bardzo dawna. Pod wpływem gorąca braunsztyń wydziela część tlenu, którego kosztem utleniają się zarówno drobne cząstki węgla, barwiącego szkło na brunatno, jak i krzemiany tlenku żelaza, nadające mu barwę zieloną; stąd nazwa piroluzytu (p. str. 431). Własność wypierania chloru z kwasu solnego stała się podstawą sztucznego bielenia i uczyniła piroluzyt, najbardziej się do celu tego nadający, jednym z najgłówniejszych materiałów surowych wielkiego przemysłu chemicznego. Otrzymywanie tlenu z tej rudy nigdy nie dosięgło większych rozmiarów, za to w czasach nowszych zaczęto używać rud manganu do fabrykacji nadmanganianu potasu, stosowanego przez pewien czas, jako środek dezynfekcyjny, a dalej do wytwarzania stopu z żelazem, czyli ferromanganu, który stał się nieodzownym dodatkiem przy wyrobie stali Bessemera.

Podobnie jak w psylomelanie poznaliśmy związek solny, tak też zapatrywać się należy i na inne minerały czarne, występujące w żyłach kruszcowych i będące produktami rozkładów. Zaliczają się do nich: ziarnisto-blaszkowaty kredneryt  $3\text{CuO} \cdot 2\text{Mn}_2\text{O}_3$ ; włóknisty hetairyt (heterolit)  $\text{ZnO} \cdot \text{Mn}_2\text{O}_3$ ; ruda miedziano-manganowa (miedziomangan *Altha*), czern miedziana (miedzioczerń tegoż, miedź czarna *Drzew.*), obiedwie bezpostaciowe i zawierające tlenek manganu, tlenek miedzi i wodę; dalej asbolan (ruda kobaltowo-manganowa, kobalt ziemisty czarny *Drzew.*;  $\alpha\sigma\beta\omicron\lambda\alpha\nu$  czernić sadzami), który nadto ma jeszcze tlenek kobaltu i występuje w żyłach kobaltowych (str. 362). Obok tego ostatniego postawione być winny heubachit i heterogenit, składające się przeważnie z  $\text{Co}_2\text{O}_3$ . Tenoryt  $\text{CuO}$  formuje szare lub czarne blaszki trójskośne (Wezuwiusz) albo też masy ziemiste: melakonit (Tennessee).

**Getyt.**
*Kl. bipiram. romb. (8)*

Kryształy rombowe, rozwinięte pryzmatycznie lub włosowato, także tabliczkowato. Do postaci najpospolitszych należą:  $d=(210)$ ,  $m=(110)$ ,  $b=(010)$ ,  $p=(111)$ ,  $e=(011)$ , fig. 1, lecz także  $a=(100)$ ,  $x=(401)$ , fig. 2. Równopostaciowy z dyasporem. Kąty:  $(110) = 85^\circ 8'$ ,  $(011) = 62^\circ 30'$ ,  $111 : 1\bar{1}\bar{1} = 53^\circ 42'$ .

Lupl. ||  $(010)$  doskon. Tw. 5 do 5.5. Cienkie warstewki są przezroczyste; ściany gładkie błyszczą dyamentowo. Barwa czarniawo-brunatna do żółtawo-brunatnej. Rysa jasna, żółtawo-brunatna. C. wł. 3.8 do 4.3.

Chem. Skł.: 89.9 tleniku żelaza i 10.1 wody, czyli żelaza metal. 62.9, tlenu 27.0, wody 10.1. Niekiedy drobne domieszki krzemionki lub manganu. Ogrzany w kolbce, wydziela wodę; wypalony, staje się czerwonym; topi się nadzwyczajnie.

Fig. 1.

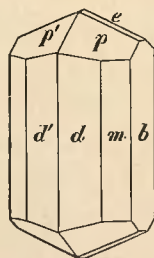


Fig. 2.



czaj trudno, w pł. odtleniającym czarnieje i nabiera magnetyzmu. Proszek g-tu rozpuszcza się całkowicie w kwasie solnym. Doelter otrzymał getyt (krystaliczny?), działając chlornikiem żelaza na węglan wapnia w rurach zamkniętych. Przeobrażanie się g-tu w hematyt Haidinger poznał na pseudomorfozach.

Odróżniamy dziś gatunki następujące.

**Ruda iglasta.** Są to krystalizacye igiełkowate lub włókniste, występujące w Lostwithiel i Botallak (Kornwalia), w Przybranie. Wiązki cienkich igieł znajdują się niekiedy w komorach muszli amonitowych w Württembergu; wiązki lub igły pojedyncze—w kwarcu na wyspie Wilczej jeziora Onezkiego (onegit), w ametyście Obersteinu.

**Blendą aksamitną** (przybramitem) zwane są powłoki subtelnie włókniste, groniaste, o powierzchni pluszowej, będące właściwością Przybramu (po czesku: sametka).

**Mika rubinowa.** Utwory blaszkowate lub z tabliczkowatych kryształów złożone; szczególnie piękne w towarzystwie limonitu koło Eisfeld w Siegenśkiem, w okolicach Raszowa w Saksonii, Nadabuli na Węgrzech. Osobny gatunek stanowią kryształy tabliczkowate, napotykanne jako wrostki w niektórych minerałach, np. w karnalicie.

**Lepidokrokit.** Łuszczkowato-włóknisty lub ziarnisty, częstokroć o powierzchni gronowatej lub nerkowatej. Sayn w Prusach nadreńskich, Easton w Pensylwanii, również w towarzystwie żelaziaku brunatnego. U nas Miedziąna Góra kryje „piękne odmiany łuszczkowo-nerkowate“. (Zejszner).

Getyt zbity w postaci pirytu. Zaliczają się tu zwykle znane pospolicie pseudomorfozy, odkąd v. Kabell znalazł w kilku takich utworach zawartość wody, odpowiadającą getytowi.

Getyt nie jest zbyt rozpowszechniony; występuje zazwyczaj razem z rudami żelaza, wszakże w żyłach kruszcowych ukazuje się samoistnie, jako r. iglasta.

Etym. i synonim. Göthit, *Lenz*, na cześć Goethego (1749—1832). Pirrosyderyt (pyrrhosiderit) *Ullmann*, od πυρρός ognisto-czerwony i σίδηρος żelazo. Lepidokrokit, *Ullm.*, od λεπτός łuska i κροκίς włókno.

**Limonit.**  $Fe_4O_3(HO)_6$  ( $= 2 Fe_2O_3 \cdot 3 H_2O$ ). *Rombowy. Kl.?*

Kryształów nigdy nie tworzy, wszakże jest krystaliczny, a mianowicie włóknisty, dalej zbity lub ziemisty. Pelikan przypisuje mu budowę, odpowiadającą symetrii rombowej

Barwa gwoździkowo-brunatna, żółtawo-brunatna, czarniawo-brunatna. Rysa żółtawo-brunatna; stąd gatunki ziemiste mają odcień mocno żółty. Tw. 5 do 5·5. C. wł. 3·5 do 3·96.

Chem. Skł.: teor. 85·5 tlenniku żelaza i 14·5 wody, czyli żelaza metal. 59·8, tlenu 25·7; domieszki obce bardzo pospolite. Poza tem zachowuje się podobnie jak getyt. Całkowite odtworzenie wyraźnie krystalicznego limonitu nie zostało jeszcze dokonane. Brunatny osad, strącający się za dodaniem amoniaku z roztworów żelaza tlennikowego, jest innym wodanem, mianowicie  $FeH_3O_3$ ; jeżeli jednak do wrącego roztworu dodamy gorącego ługu sodowego, to powstający wówczas osad ma skład limonitu. Skoro osad, w zwykłej

otrzymany temperaturze, pozostawimy przez długi czas pod wodą, to staje się on nieco krystalicznym, a skład jego odpowiada wtedy limonitowi. Powstawanie l-tu jest bardzo rozmaite, albowiem tworzy się on prawie wszędzie tam, gdzie wietrzeją minerały żelaziste lub gdzie strącają się sole tlenkowe żelaza. Rodzaj ten obfituje przeto niezwykle w gatunki. Ze względu na budowę możemy je podzielić na grupy następujące.

#### 1. L. włóknisty.

Żelaziak brunatny włóknisty. Wyściela próżnie i geody, budowę ma włóknistą, często promienisto-włóknistą i równocześnie spółśrodkowo-skorupową. Powierzchnia częstokroć gładka i błyszcząca, niekiedy pokryta pstrą naleciałością. Kształty soplewate bardzo pospolite. Pięknych okazów dostarczają Siegen, Horhausen, Schneeberg, Nadabula, Hüttenberg.

Niektóre odmiany zawierają wody mniej, niż wzór wymaga, a rysę wykazują czerwonawą. Należy do nich hydrohematyt Breithaupta. Utwory te rozpatrujemy jako przejścia do żelaziaku czerwonego, który, według Breithaupta, powstaje z brunatnego drogą powolnej utraty wody (str. 131). To samo dotyczy rud zbitych, odznaczających się podobną własnością (np. turgit); wszakże Pelikan wykazał, że niektóre żelaziaki składają się z ułożonych naprzemian pierwotnych pokładów limonitu i hematytu.

#### 2. L. zbity.

Żelaziak brunatny zbity obejmuje wiele gatunków. Niektóre z nich tworzą obszerne pokłady. Wykazują one często budowę oolityczną i wówczas składają się z niezliczonych drobnych ciałek okrągławych, zawierających niekiedy okruchy szczątków organicznych (mszywiolów, otwornic, muszli albo też rurek wodorostów). Do bardzo znanych należą pokłady Kressenberga i Sonthofen w Bawarii, w Aschaffenburgu, Wasseraufingen, Harzburgu, jak również rozległe pokłady w Luksemburgu, Lotaryngii i w departamencie górnej Marny. Z pomiędzy utworów, dziś jeszcze powstających, wyraźną analogią odznaczają się rudy jeziorowe, o których mowa poniżej.

Ż-ki br. żyłowe są równie pospolite. Należą tu rudy, występujące w starszych piaskowcach Westfalii, krajów Nadreńskich, Wogezów, tudzież pokłady rud Czarne Lasu, Haardt i Nassau. W skałach krystalicznych krzemianowych, jak melafiry, amfibolity, daje się często wyraźnie postrzegać powstawanie żył i żyłek kruszcowych kosztem rozkładu skał otaczających. Tu, w szczelinach ciosowych i rozpadlinach skalnych, zbiera się żelazo, wypłukane przez wodę deszczową. W związku z zastąpieniami pozostają częstokroć żyłki i gniazda wapieni, a nawet czasami całe pokłady, np. w Eifel; są to nagromadzenia rudy niekiedy w kontakcie pomiędzy wapieniem i skałami krzemianowymi, jak w Nassauskiem; pomiędzy wapieniami i dyabazem, jak na Morawach. Pseudomorfozy, wskazujące wypieranie wapienia przez limonit, znaleziono koło Bodenmais (str. 321).

Do bardzo pospolitych należą żelaziaki brunatne, powstające drogą wietrzeń syderytu (str. 323). Rezultatem tego zjawiska na małą skalę są pseudomorfozy, w których romboedry syderytu zachowały się całkowicie, np. w Hüttenburgu i Eisenerz; atoli i całe pokłady powstają tą samą drogą, jak to z całą



oczywistością widać na tych zwłaszcza utworach, które zawierają pseudomorfozy, resztki minerału pierwotnego, jego budowę i t. p. Do takich należy wspomniany już potężny pień kruszcowy koło Herges i Brotterode w Lesie Turyngskim, pokłady nieprawidłowe Iberga i Winterberga na Harcu i n. i. Na oznaczenie produktów wietrzenia używane są zwykle nazwy: ruda czarna (murzynka), r. błękitna. W wielu razach w limonit przeobraziły się tylko same wychodnie syderytu.

Wietrzenie pirytów prowadzi też niekiedy do powstawania większych pokładów limonitu, jak np. w stanach Nowej Anglii, Pensylwanii, Tennessee i t. d., według postrzeżeń Lesleya. Niewielkie ilości limonitu powstają niekiedy kosztem przeobrażenia się błyszczu żelaza ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) i magnetytu ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Gdy krzemiany, zawierające żelazo, jak oliwin, augit, amfibol, biotyt, ulegają powolnemu rozkładowi, powstają z nich nieraz pseudomorfozy, obfitujące w limonit. Dostrzeżono też pseudomorfozy, będące wynikiem wyparcia gipsu, cerusytu, fluorytu i in.

### 3. L. ochrowy.

Pulchne ochry żółtawo-brunatne towarzyszą zwykle wszystkim limonitom w ilościach niewielkich. Większe i zasługujące na odbudowę masy ochry, używanej jako farba, tworzą się tu i owdzie w wietrzących dolomitach żelazistych, np. na Semmeringu. Gdy zawartość żelaza jest bardzo szczupła, pozostałość ma wygląd gąbczasty, albowiem lwia część minerału pierwotnego uległa rozpuszczeniu i wypłukaniu. Ochrami, należącymi do limonitu, są, według spostrzeżeń autora, żelaziak żółty (Gelbeisenstein Hausmana), często przerastający się nawzajem z żel. brunatnym włóknistym, oraz ksantocyderyt Schmida; dawniej upatrywano w nich wodan  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Każdy limonit w subtel-nem rozdrobnieniu przybiera wygląd ochrzany, np. w brunatnym żelaziaku ilastym (ugier). Należą tu również mieszaniny, nazwane przez Hausmanna umbrą i zawierające nieco krzemionki. Umbrę cypryjską odróżniać należy od kolońskiej, gdyż tę ostatnią nazwę otrzymała farba, znajdująca się w handlu, a przyrządzana z węgla brunatnego. I hypoksantyt, znany pod nazwą terra di Siena, jest mieszaniną żelaziaku brunatnego z gliną.

### 4. L. tłusty (szklisty).

Obecność krzemianki lub kwasu fosfornego sprawia, że gładkie, muszlowe płaszczyzny przełamowe ujawniają połysk tłustawo-szklisty: stylpnosyderyt (ruda ż. smolista), występujący zwykle jako produkt wietrzenia odpowiednich minerałów. Piękne okazy pochodzą z Siegen, z Cerhowic w Czechach. Jaśniejszą barwę ma ruda miedzi smolista, powstająca dość często z wietrzącego chalkopiryty oraz innych minerałów pokrewnych i zawierająca nieco krzemianu miedzi.

### 5. L. dziurkowaty, bulasty, ziemisty, piaszczysty i t. p.

Te gatunki limonitu skupiane bywają często pod nazwą rudy ż. darniowej. Występują przeważnie w gruntach piaszczystych i leśnych, tworzą bądź odosobnione kawałki bulaste lub większe bryły (karnie), bądź też pokłady ciągłe. Wszystkie zawierają krzemionkę i kwas fosforny; niektóre wykazują nadmiar wody, skutkiem czego przypuszczamy w nich obecność wodanu

$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . Domieszki substancji organicznych należą do rzeczy zwykłych. (Ruda zdrojowa, tak nazwana dla obecności kwasu zdrojowego). Prócz tego odróżniamy w nich częstokroć nawet okiem nieuzbrojonym piasek, żwir, blaszki miki oraz inne ciała obce. O powstawaniu wzmiankowano na str. 316.

Ruda ż. łąkowa, zwykle dziurkowata, ciemno-barwna, podobna do stylpnosyderytu. Rudy bagniste mają wygląd bądź bardziej zbity i ochrowały, bądź też dziurkowaty, na podobieństwo martwicy wapiennej, z odciskami jestestw roślinnych.

W piaszczystych gruntach łąkowych i polnych tworzą się niekiedy konkrety, skruszczenia korzeni i t. p. Ojczyzną wszystkich tych utworów młodocianych są wilgotne i piaszczyste niziny północnych Niemiec, Polski, Litwy, Finlandyi, Szwecyi, Danii i wogóle północnych krain strefy umiarkowanej.

W Szwecyi na dnie niektórych jezior tworzy się szlam ciemny, z którego powstają ochrowate warstwy rudy jezirowej. Zawierają one nieraz skupienia drobnych kulek, podobnie jak rudy oolityczne. W ciągu lat 15 do 30 warstwa może zwiększyć swoją miąższość o 10 do 15 cm. Pewną rolę w tym procesie odgrywają drobnoustroje wodne, na co zwrócił uwagę Ehrenberg. (Stapff, Zeitschr. d. geol. Gesellsch., t. 18, str. 86). Wszystkie rudy tej grupy odznaczają się łatwą topliwością, skąd powstało domniemanie, że od nich to poczęło się wytapianie żelaza.

#### 6. L. grochowcowy.

Kulki wielkości grochu lub większe o budowie skorupowej, częstokroć zlepione za pomocą spoju w bryły większe, tworzą osobny gatunek rudy żelaznej, nazwanej przez Drzewińskiego rudą bobową. Wypełniają one rozpadliny i workowate zagłębienia w wapieniu lub układają się we wklęsłościach dolin. Zaliczamy je do utworów źródłanych, analogicznych z grochowcem (str. 310). Typowymi ich łóżyiskami są Kandern i Mühlheim w Badenie, Tuttlingen i Frohnstätten w Württembergu; dalej rudy bobowe pospolicie występują w Krainie, Szwajcaryi, Franche Comté i in. m. Niektóre z nich zawierają drobne ilości tytanu, chromu, wanadu, arsenu. Wydzielające z kwasami galaretę krzemionkową zbliżają się do szamozytu.

#### 7. Wsiaki.

Spój niektórych zlepieńców i piaszkowców obfituje w żelaziak brunatny. Piasek, żwir, namuliska gliny, wapienie i wiele skał krzemionkowych swoją barwę żółtą lub brunatną zawdzięczają drobno w nich rozszanemu limonitowi; ziemia rodzajna zabarwieniem swem również często ujawnia zawarte w niej żelazo. W piasku, marglu i glinie ruda skupia się zwykle w konkrety, z których jedno przybierają kształt nerek (ruda ż. nerkowa), gdy inne są wewnątrz próżne: orli kamień, kamień gruchający. Niekiedy w jednej warstwie widzimy liczne tego rodzaju konkrety bulaste. Należy je wszakże odróżniać od zaokrąglonych i wygładzonych głazów rudy w pokładach wtórnych (Kraina dolna, Peine pod Hannoverem).

Użyt. Z pomiędzy wymienionych rud żelaza limonit jest najczystszy i doskonale nadaje się do wytapiania żelaza sztabowego. Na rudy bagniste

i darniowe dawniej, z powodu zawartości w nich fosforu, nie zwracano większej uwagi, kiedy przeciwnie dzisiaj, odkąd nauczono się usuwać fosfor za pomocą magnezytu i dolomitu, rudy te również są przetapiane na metal.

**Limonit w Polsce.** Kraje polskie posiadają liczne, acz niebogie, złoża rud ż. brunatnych. Złoża te spoczywają wyłącznie w utworach osadowych, należących przeważnie do dwu formacji: tryasowej i jurskiej. Odróżnić możemy dwa główne obszary występowania żel-ku brunatnego:

**A. Zagłębie Śląsko-Polskie.** Rudy żelazne skupiają się tu przedewszystkiem w t. zw. wapieniu muszlowym (środek tryasu), a mianowicie w warstwach „dolomitu rudonośnego“ i „wapienia podstawowego“. Warstwy dolomitu ciągną się dwoma równoległymi pasmami w kier. PnZ: popierwsze od Siewierza w Będzińskim, przez Sławków, Olkusz do Rabsztyna i Krzeszowic w Galicyi; a powtórne od Tarnowic na Śląsku Górnym, przez Bobrowniki, Bytom, Czeladź, Szczakowę, do Trzebini i Alwerni w Krakowskim. Są to więc te same warstwy, o których już wzmiankowaliśmy pod galeną i blendą. Rudy żelaza leżą zwykle powyżej kruszców cynku i ołowiu, czyli w ich stropie. Tworzą one gniazda, składy, rzadziej „samoistne żyły“ lub wypełniają próżnie i szczeliny w dolomicie i wapieniu; średnica gniazd w wapieniu 10 — 12 m., głębokość 5 — 25 m. (w PnZ cz. Będzińskiego). Prócz tego „składy limonitu zbitego i włóknistego“ występują w glinach czerwonych kajpru (górną tryas), pomiędzy Siewierzem a Kromolowem; a koło wsi Klucze pod Olkuszem znaleziono przed kilkunastu laty pokład żel-ku brunatnego i czerwonego, wypełniający szeroką szczelinę uskoku w wapieniu białym, należącym do górnego piętra form. jurskiej. Wszystkie te złoża zawierają po najw. cz. limonity ilaste lub ugry, mające od 30 do 40 proc. żel. metalicznego (t. j.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  od 43 do 67 proc.), a więc są mocno zanieczyszczone domieszkami obcymi (glina, piaskiem, wapieniem i t. d.).

**B. Wyżyna Środkowo-Polska na Pn. od gór Świętokrzyskich** kryje złoża trojakiego rodzaju: jedne są osadzone w t. zw. piaskowcu pstry (dolny tryas), w okolicach Suchedniowa; drugie w glinach, należących do kajpru i retu (górną tryas), te ciągną się w kier. PnZ od Ostrowca na Starachowice, Mostki, Bzin, Niekłań do Końskich; wreszcie trzecie tworzą pas równoległy do złóż kajprowych, nieco ku PnW od Szydłowca odsunięty, a przechodzący przez Małyszyn, Trębowice, Jastrząb, Chustki, Zdzichów — te leżą już w obrębie osadów jurskich, mianowicie w t. zw. piaskowcu brunatnym, żelazistym (jura środk.). Pomiedzy Rogowicami a Bzinem rudy żelazne z galeną spoczywają w t. zw. opoce (wapieniu marglowym). Rudy, występujące na tym obszarze, są też przeważnie żelaziakami brunatnymi ilastymi, zawierającymi średnio około 33 — 35 proc. żel. metalicznego; towarzyszą im znaczne nieraz domieszki rud manganowych, a nawet samoistne ich warstewki z wartością manganu, sięgającą 28 proc. — Niewielkie ilości limonitu wraz z hematytem i rudami manganu występują też w rozmaitych punktach Tatr wapiennych, jak Tomanowa, Miętusia pod Czerwonym Wirchem, Jaworzynka pod Magorą i t. d.

Co się tyczy rud darniowych, to te w mniejszych lub większych ilościach występują na całym obszarze ziem polskich. Ważniejsze pokłady odkryto w porzeczu Wisły powyżej Sanu, w dol. Dniestru, pomiędzy Samborzem i Haliczem,



lecz także i w okolicach bardziej na Pn wysuniętych, jak np. pod Warszawą (Miedniewice w pow. błońskim) i w w. in. m.

Liter. J. Siemiradzki, Szkic Geol. Król. Polskiego etc., Pam. Fizyogr. t. XI, 1891. W. Szajnocha, Plody kopalne Galicyi. S. Kontkiewicz, Przegląd Techniczny, t. XXXV, 1897. W. Choroszewski, Pam. Fizyogr., t. XI, 1891; K. Koziorowski, tamże, t. XIII, 1895; St. Doborzyński, tamże, t. XIV, 1896. O produkcji żelaza u nas patrz pod syderytem.

Etym. i synonim. Limonite, *Beud.*, z grec. λεῖμων *łaka*. Niem. Brauneisenerz, Brauneisenstein = pol. żelazo brunatne, *Drzew.* = hematyt brunatny, *Kumel.* = żelaziak br., *Lab.* Brauner Glaskopf = ż-o br. włókniste, *Drzew.* Schwarzerz = murzynka, *Staszic.* Ochra nativa = ugier jasny, ciemny, *Rącz.* (str. 428). Xanthosiderit, *Schmid.* od ξανθός żółty, σίδηρος żelazo. Stilpnosiderit, *Ullm.*, od σιλπνός błyszczący. Raseneisenerz, *Wern.* = ż-o darniowe, *Drzew.* = poddarniówka, *Bogatko.* Wiesenerz, *Wern.* = ż-o łąkowe, *Drzew.* = r. łączna, *Bug.* Sumferz, *Wern.* = ruda błotna, *Kluk* = ż-o bagniste, *Drzew.* Bohnerz = r. bobowa, *Drzew.* Aetites = orli kámién, *Rącz.* (Podanie rzymskie o znajdowaniu go w gniazdach orła, któremu miał być pomocny w niesieniu jaj, *Drzew.*).

### Hematyt.



*Kl. skalenodru dytryg.* (21).

Romboedryczny. Kąt  $R\ 93^\circ 50'$ . Niekiedy występuje samoistnie romboedr zasadniczy  $R$ , jak na kryształach altenberskich, fig. 1, zwykle jednak krąwędzie biegunowe ścięte są przez  $e = \frac{1}{2} R$  (0112), fig. 2. Charakterystyczną postacią kryształów z wyspy Elby, fig. 3 i 4, jest piramida wtóra  $n = \frac{4}{3} P 2$  (2243),

Fig. 1.

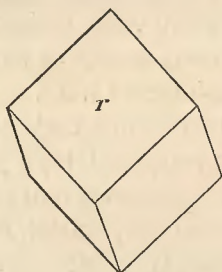


Fig. 2.

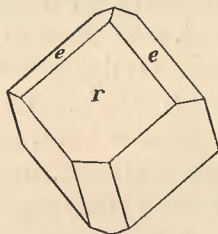


Fig. 3.

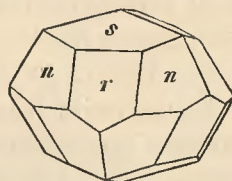


Fig. 4.

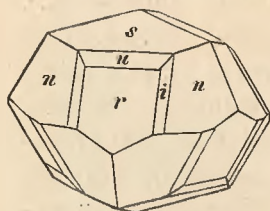


Fig. 5.



Fig. 7.

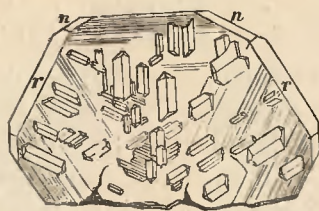
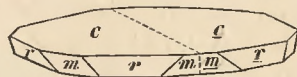


Fig. 6.



jakkolwiek występują też skalenodry, np.  $i = \frac{2}{3} R 3$  (4265), oraz romboedry tępe. Z tych najpospolitszy jest  $s = \frac{1}{4} R$  (1014); powtarza się on naprzemian z  $u = \frac{3}{5} R$  (3035), przez co tworzy schodkowate brózdki, prawie zawsze dające się dostrzegać na kryształach elbańskich. Kryształy tabliczkowate alpejskie,

oprócz panującego dwuścianu podstawowego  $c = 0 R (0001)$ , wykazują dość rozmaite połączenia ścian wązkich, wśród których do najczęstszych należą słup wtóry  $m = \infty P 2 (11\bar{2}0)$  i takież romboedr  $d = -2 R (02\bar{2}1)$ , fig. 5 i 6. (O postaciach: Strüver w wydawn. Akad. w Turynie za r. 1872. Bücking, Zeitschr. f. Kryst., 1877, I, 562; 1878, II, 423).

Na ścianie podstawowej ukazuje się często prążkowatość równoległa do krawędzi  $c : d$ . Bliźniaki dość pospolite. Kryształy elbańskie za pł. bliźniaczą mają  $0 R$  (p. str. 96), tabliczkowate zaś  $\infty R$ , jak na fig. 6. Zdarzają się również bliźniaki według  $R$  i takież blaszki bliźniacze, podobne do korundowych.

Łupl. wyraźnej nie ujawnia, niekiedy jednak skutkiem wielokrotnej bliźnięcości dzieli się na skorupy równoległe do  $r$  i  $c$ . Tw. 5·5 do 6·5, kruchy. Przelam muszlowy lub nierówny i ziemisty. C. wł. 4·9 do 5·3.

Opt. Kryształy mają blask metaliczny, barwę żelazisto-czarną lub ciemno-stalowo-szarą. W blaszkach najcieńszych przezroczysty, i wówczas wykazuje dwójłomność odjemną (—). Rysa wiśniowo-czerwona do brunatno-czerwonej. Na igłę magnesową działa słabo, atoli igłę uczuloną przyciąga wyraźnie.

Chem. Skł.: teor. tlennikowi żelaza odpowiada 70 żelaza, 30 tlenu. Niektóre jednak gatunki zawierają tytan; obce domieszki częste. W pł. dm. nietopliwy; wypalony w pł. odtleniającym, staje się mocno magnetycznym. Proszek rozpuszcza się w kwasach trudno. Sztucznie odtwarzano kryształki tleniku żelaza wielokrotnie, zarówno w stopach jak przez oddziaływanie par wzajemne (str. 280). Blaszki sześciokątne  $Fe_2O_3$  najłatwiej powstają w stopionym boraksie (G. Rose). Kryształki tego rodzaju tworzą się też, jako produkt przypadkowy, w wielu procesach hutniczych i wielkopiecowych. Sénarmont otrzymał tlennik żelaza w proszku, ogrzewając zwyczajny osad brunatny  $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$  w roztworze soli morskiej.

Godna uwagi jest równopostaciowość tlenniku żelaza z ilmenitem i korundem.

Rozmaitość gatunków i tutaj bardzo wielka.

### 1. Błyszcz żelazny w kryształach.

Kryształy narosłe i osadzone zwykle z kwarcem w szczelinach łupków krystalicznych i wogóle dawnych skał krzemianowych, a także w próżniach pokładów żelaziaku błyszczącego, należą do utworów krystalizacyi dawnej. Kryształy grubsze i pięknie wykształcone występują w żyłach kruszcowych koło Altenberga w Saksonii, a w błyszczu ziarnistym na Elbie. Te mają zwykle na sobie pstry nalot. Kryształy tabliczkowate, już to pojedyncze, już skupione w grupy różyczkowate (żelazne róże), znajdują się w szczelinach górskich Gotthardu, a zwłaszcza w Binnenthal, gdzie utwory te odznaczają się szczególniejszą pięknnością. Na niektórych tabliczkach z Cavradi w Tavetsch widzimy kryształki rutylu ułożone w szyku prawidłowym, który opisywali Breithaupt, Haidinger i v. Rath. Oś główna rutylu biegnie prostopadle do ściany słupa na błyszczu żelaza, ściana zaś podstawowa tego ostatniego jest równoległa do ściany 100 rutylu. Stąd ściany 101 i 111 rutylu odbijają światło prawie równocześnie z  $r$  i  $n$  na błyszczu żelaza, fig. 7. Okazy, zawierające znaczne ilości tytanu, sta-



nowią przejście do ilmenitu. Pięknych kryształów dostarczają też Traversella w Piemoncie, Framont w Alzacyi dolnej, Capao w Brazylii. Kryształy cienko-tabliczkowate tworzą wraz z kwarcem piękne druzy koło Cleator Moor w Kumberlandzie, kryształy pryzmatyczne występują w Reichenstein na Śląsku. Przeobrażanie się w magnetyt stwierdzono kilkakrotnie zarówno na kryształach elbańskich, jak i na okazach alpejskich. Utworem młodocianym jest błyszcz ż. wulkaniczny, ukazujący się w kryształach bądź tabliczkowatych, bądź też skieleto-watych w szczelinach Wezuwiusza, Etny, podobnież na wyspach Wniebowstąpienia, w rozpadlinach gór trachitowych Siedmiogrodu (Hargita). O powstawaniu patrz str. 305.

Tabliczki mikroskopijne tworzą wrostki w kamieniu słonecznym, karnalicie i t. p. i powodują ich czerwonawą migotliwość metaliczną (str. 157).

Drobne kryształki tabliczkowate są przypadkowemi częściami składowemi niektórych skał, zwłaszcza dawnych utworów krzemianowych, chociaż znaleziono je i w soli kamiennej.

## 2. Błyszcz żelaza blaszkowaty i ziarnisty.

Masy blaszkowate lub łuskowate (mika żelazna) występują podrzędnie w skałach łupkowych dawnych, niekiedy razem z pirytem i syderytem, np. koło Waldenstein w Karyntyi. Łuski, leżące luźnie, tworzą t. zw. śmietanę żelazną. W łupku miko-żelaznym listki i łuski błyszczu spojone bywają najczęściej za pomocą kwarcu. Obszerne jego pokłady występują w Brazylii, Karolinie północnej, dalej w Marmarosie i in. m. Itabiryty brazylijski zawiera również domieszkę magnetytu.

Błyszcz ż. ziarnisty tworzy wiele znaczniejszych pokładów, z których elbański znany już był Wergiliuszowi: *Insula inexhaustis chalybum generosa metallis* (Eneida). Masa kruszcowa, 1500 m. długa, 500 szeroka, spoczywa pomiędzy łupkiem talkowym w spągu a wapieniem ziarnistym u stropu. Ciągnie się ona nad brzegiem morza, koło Rio Marina, gdzie istnieją wielkie kopalnie odkrywkowe, i tworzą wychodnie, sięgające 200 m. nad p. m. Błyszczowi żelaza towarzyszy żelaziak czerwony, a miejscami i magnetyt. We wtrąceniach miki żelaznej znajdują się znane i piękne kryształy piryty. W Hiszpanii prowincya Sevilla posiada potężny pokład w łupku mikowym, w Szwecyi łupki krystaliczne Gellivary, Grengesberga, Norberga, Langbanshytty kryją głośnie na świat całe pokłady błyszczu żelaza i magnetytu, którym zwykle towarzyszą wapien ziarnisty, tudzież rozmaite krzemiany. Na Iron Mountain w Missouri masa błyszczu ż. zbitego przerzyna melafir i zawiera w sobie apatyt. We Włoszech znaleziono też żyły w pobliżu Rio Albano. Pseudomorfozy po wypartym wapieniu występują w Sundwig koło Iserlohn, Markirch w Alzacyi, Andreasberg i t. p. Te ostatnie oraz występowanie błyszczu ż. w postaci skruszczeń muszlowych (Semur w Côte d'or) świadczą o jego powstawaniu z roztworów.

## 3. Hematyt włóknisty.

Ż-ak czerwony włóknisty (krwawnica) posiada budowę dwoistą, podobnie jak ż. brunatny, z którego, według Haidingera, powstaje przez utratę wody. Połysek słaby, na gładkich powierzchniach skorupowych jeszcze nieco metaliczny.



Barwa już wyraźnie czerwona. Pospolity w Saksonii, Czechach, na Harcu, w Wogezach wraz z ż. czerwonym zbitym. W Polsce mało rozpowszechniony; dość ładne jego okazy nerkowo-włókniste i skorupowe posiada Kopa Magóry w Tatrach. Dawniej używano go do polerowania, dziś niekiedy obrabia się na przedmioty ozdoby.

#### 4. Hematyt zbity.

Barwa wiśniowo-czerwona albo brunatno-czerwona występuje nader wyraźnie; blasku metalicznego pozbawiony całkiem. Są to żelaziaki cz. zbite i ściśle, lecz także porowate, oolityczne, częstokroć zmieszane z kwarcem oraz kalcytem. W większości przypadków zdaje się pochodzić z żelaziaku brunatnego. Zgadza się to z postrzeżeniem, wedle którego ż. brunatny występuje we wszystkich formacjach geologicznych, gdy ż. czerwony — tylko w dawniejszych. Pokłady ż. czerw. zbitego i oolitycznego są rozpowszechnione w dawnych warstwach osadowych Czech, podobnież koło Elbingerode na Harcu, w nadreńskich górach Łupkowych, w Westfalii, w Nassauskiem. Występowaniem wiąże się niekiedy z dyabazem i łupkami gliniastymi. Rozległe pokłady, spoczywające w utworach węglowych, wyrabiane są w Anglii, na południu jez. Wyższego w Am. Półn. i w in. m. Do bogatych zaliczają się również pokłady (soczewice) żel. czerwonego wraz z magnetytem, osadzone w kwarcytach i łupkach krystalicznych w Krzywym Rogu, na Niżu Dnieprowym. Ż. czerwony tworzy też niekiedy żyły, np. w dyabazie koło Zorge na Harcu; w granicie, porfirze i gnejsie koło Altenberga, Geyera, Schneeberga, Johanngeorgenstadtu, Eibenstocku w Saksonii; w porfirze koło Diez w Nassauskiem. Tego rodzaju żyłom towarzyszą zwykle rudy manganowe.

W niektórych ż. czerwonych poznajemy produkty zastąpienia wapienia: należą tu nie tylko pokłady, zawierające całkowicie skruszczone amonity i korały, jak w Nassau i na Harcu, lecz także gniazda i żyłki, przejmujące skały wapienne (tamże). Pseudomorfozy po kalcyecie występują też często w pokładach hematytu saskich, dalej w okol. Siegen, Dillenburga, Andreasberga, Iserlohnu i t. d. Inne składające się z hem. pseudomorfozy zastąpienia (po dolomicie, fluorycie, anhydrycie etc.) odpowiadają powstałym z limonitu. Przeobrażanie się pirytu i syderytu w hematyt stwierdzono wielokrotnie. Pseudomorfozy po magnetycie, poznane dokładnie na okazach, pochodzących z Rittersgrün w Saksonii i z Brazylii, były przyczyną nieporozumienia, albowiem Breithaupt nadał im nazwę *martrytu*, uważając je za osobny rodzaj i przyjmując dla tleniku żelaza dwupostaciowość. Krzemiany, zawierające żelazo, jak oliwin, biotyt, granat, skutkiem wietrzenia zamieniają się częstokroć na pseudomorfozy, obfitujące w hematyt.

#### 5. Hematyt ochrowy.

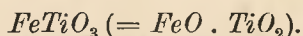
Ochra czerwona towarzyszy wielu z pomiędzy rud wymienionych; zmieszana z gliną, daje żelaziak czerwony ilasty, który niekiedy skutkiem pożarów podziemnych węgla brunatnego przybiera kształty ciosów słupowe, tudzież rubrykę. Tę ostatnią można otrzymywać z ugrów żółtych przez wypalanie.

## 6. Wsiąki.

Występowanie tlenku żelaza w tej formie jest takie samo, jak limonitu: tworzy on spój piaskowców, bywa drobno rozsiany w glinach, marglach, wapniakach. Skały, mocno wsiąkami przejęte, górnik zwie żelazistemi. Czerwona barwa skał zależy wogóle od domieszki hematytu i nadaje nieraz pewną cenność porfirom, granitom, marmurom.

Etym. i synonim. *Αἱματίτης* *Teofr.* = haematites *Plin*, z grec. αἷμα, krew. Jest to właściwy krwawiec, *Sien.* = krwawnik, *Rzecz. Kluk.* = krwawnica, *Łab.* Haematit, *Hausmann* = hematyt czerwony, *Kumel.* Niem. Rotheisenerz = pol. ż-o czerwone, *Drzew.*; żelaziak czerwony, *Łab.* Eisenglanz = ż-o błyszczące, *Drzew.*; ż-ak błyszczący, *Łab.*; błyszcz ż-ny, *Berdan*; żelazobłyszcz, *Paszk.* (*Altk.*). Eisenglimmer = błyskawka, *Kluk.*; błyszczak ż-ny, *Drzew.* Rother Glaskopf, *Wern.* = ż-o włókniste, *Drzew.* Röthel = rubryka, kreda czerwona, *Kluk.*, *Drzew.* = lubryka, *Staszic.* Fer oligiste, *Hauy* = oligist, od ὀλίγος, mały, albowiem zawiera mniej żelaza, niż magnetyt. Nazwa ludowa: pomocnik mężki (ż. włóknisty) i żeński (ż. zbity), pochodzi stąd, iż dawniej proszku, „rozmaconego w wódce, używano na lekarstwo przeciw bólom żołądka, poczytując ż-o zbite za skuteczne tylko dla kobiet, a włókniste dla samych mężczyzn“. *Drzew.*

Waszyngtonitem i hystatytem nazwano minerały przejściowe, należące do szeregu izomorficznego hematytu i ilmenitu. Obok należy położyć bazanomela'n *Kobell*, t. j. różę żelazną, wykazującą już jednak rysę czarną.

**Ilmenit.**

*Kl. romboedru (17).*

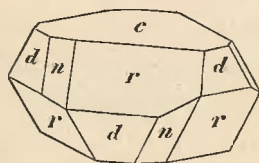
Romboedryczny; co do kątów i utworów bliźnięcych podobny hematytowi, ale w istocie należy do klasy romboedryczno-ćwiartkowej. Skutkiem tego ściany skaleniedru i piramidy wtórej ukazują się często tylko w liczbie połowicznej, jak to wskazuje porównanie figury, obok położonej, z fig. 3 pod hematytem. Kąt *R* chwiejny, 93° 50' do 94° 29'.

Tw. 5 do 6. Barwa żelazno-czarna. Rysa czarna lub brunatna, czem się różni od błyszczu żelaznego. C. wł. 4·3 do 4·9. — Zazwyczaj całkiem magnetyzmu pozbawiony lub tylko w stopniu nieznacznym wł. tę wykazujący, niekiedy jednak silnie magnetyczny; w kwasie solnym rozkłada się bardzo trudno, przez co się znów wyróżnia od podobnego doń magnetytu. W pł. dm. nietopliwy; ogrzany ze stężonym kw. siarczanym, zabarwia się na niebiesko.

Skł. chem. Wedle podanego w nagłówku wzoru, zawiera 47·7 tlenku żelaza i 52·6 dwutlenku tytanu. Wzór ten odpowiada wszakże tylko końcowemu wyrazowi szeregu, np. ilmenitom Miaskim, Egersundzkim, gdy inne zdają się być mieszaniną równopostaciową związku wymienionego z  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Niektóre zawierają także  $\text{MgTiO}_3$  (pikrotytanit z Warwick, Dana). Stąd ilmenit należałoby raczej zaliczyć do tytanianów (gromada V). Umieściliśmy go jednak tutaj dla dość blizkiego pokrewieństwa z hematytem.

Odróżniamy kilka gatunków il-tu. Kryształy narosłe: z kwarcem, albitem, anatazem i t. d. w szczelinach łupków krystalicznych, np. w Delfinacie. Kryształy zawieszone (wrosłe): w miascycie gór Ilmeńskich, w łupkach krystalicznych koło Kragerö wraz z apatytem, na Ingelsbergu pod Gasteinem—z tal-

Fig. 1.



kiem i dolomitem; tafelki zawieszane, jako część składowa skał wybuchowych takich, jak doleryt, dyabaz. Ziarna nieforemne w bazalcie koło Unkel nad Renem. Masy nieforemne występują koło Egersund w Norwegii. Na miejscu wtórnym, w postaci drobnych głązików (izeryn), nad Izerą w Karkonoszach na Śląsku; jako piasek (menakanit): w Kornwalii koło Menaccan, u nas „w Dunajcu przy Czerwonym klasztorze pod Pieninami wypłukują ilmenit i do posypywania sprzedają“ (Zejszner). Większe ilości piasku żelazisto-tytanowego występują nad lewymi dopływami rzeki Św. Wawrzyńca w Kanadzie i in. m. Produktem rozkładowym il-tu, osadzonego w skałach, bywa niekiedy tytanit (leukoksen, tytanomorfit).

Etym. i synonim. Ilmenit *Kupffera*, od jez. Ilmen na Uralu. Niem. Titaneisen-erz = ż-o tytanowe *Drzew.* = żelaziak tytanowy = nigryn *Łab.* (niger, czarny). Pikrotitanite, *Dana*, od *πίκρος* gorzki — aluzja do magnezyi. Kibdelofan (*κίβδηλος* nieczysty, wskutek dom. hematytu). Krychtonit *Bourn.*, waszyngtonit *Shep.* i t. p.

Równopostaciowy z ilmenitem pirofanit  $MuTiO_3$  z Pajsberga jest mocno czerwony, silnie błyszczący. Pseudobrukit  $Fe_4Ti_3O_{12}$ , rombowy, ciemno-brunatny—czarny; drobne kryształki w szczelinach góry Arany w Siedmiogrodzie, na Wezuwiuszu, Puy de Dôme, Jumilla; duże kryształki koło Bamle w Norwegii.

### Magnetyt.

$Fe_3O_4$  (=  $FeO \cdot Fe_2O_3$ ).

*Kl. 48-ścianu* (32).

Kryształy regularne, najczęściej ośmiościany. 12-ściany rombowe zdarzają się rzadziej i wykazują prawie zawsze prążkowatość, równoległą do krawędzi oktaedrycznych. Kostka i inne postaci też występują niekiedy. Bliźniaki według 111 pospolite, fig. 3; bywają często przyczyną skorupowatości.

Fig. 1.

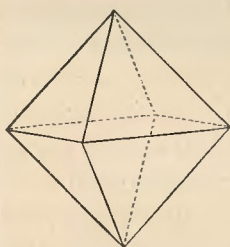


Fig. 2.

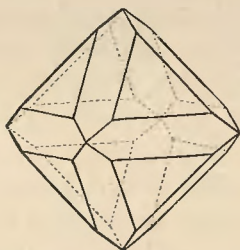
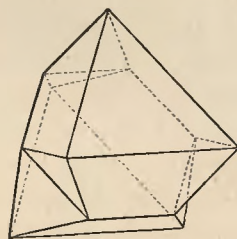


Fig. 3.



Lupl. niewyraźna, przełam muszlowy — nierówny. Tw. 5·5 do 6. Barwa żelazno-czarna. Rysa czarna, blask metaliczny; całkowicie nieprzezroczysty. Silnie magnetyczny. Niektóre okazy ujawniają magnetyzm biegunowy — są magnesami naturalnymi. Są to zawsze kawałki zardzewiałe. Dały one pochoch do poznania magnetyzmu i odkrycia igły magnesowej. C. wł. 4·9 do 5·2.

Chem. Skł.: teor. tlenkotlenik żelaza, któremu odpowiada 72·4 żelaza i 27·6 tlenu; często zawiera tytan. W pł. dm. trudno topliwy; sproszkowany, w kw. solnym rozpuszcza się łatwo; roztwór ten z amoniakiem daje osad czarniawy: ażeby otrzymać osad kłaczkowaty brunatny, należy go wpierw wygotować z kw. azotnym. Sztucznie kryształ tlenkotleniku żelaza odtworzono sposobami bardzo rozmaitemi; G. Rose otrzymywał go na małą skalę, topiąc tlenik



żelaza z boraksem w płomieniu odtleniającym. Wśród przypadkowych produktów hutniczych dostrzegano kryształy magnetytu wielokrotnie.

Znamy wiele gatunków mag-tu. Z wyglądu zewnętrznego odróżniamy:

### 1. Kryształy narosłe.

W szczelinach łupków krystalicznych znajdują się niekiedy piękne kryształy, np. w Binnenthal w Szwajcaryi; zrastają się tu one niekiedy w sposób prawidłowy z rutylem, według Seligmanna. Kryształy pojedyncze i druzy narosłe na magnetycie niekształtnym pochodzą z Traverselli w Piemoncie, z Morawicy, Marchii Półn., Uralu (góra Błahodat') i t. d.

### 2. Kryształy zawieszone.

Pospolite w łupkach krystalicznych, jako część składowa przypadkowa, np. w łupku chlorytowym z Zillerthal. Ośmiościany z Fahlun pokryte są tabliczkami chlorytu. W łupku talkowym: Zermatt, Sobotin (Zöptau); często w łupku amfibolowym, serpentynie, chalkopirycie, błyszczu żelaza, a mianowicie w rudach żelaznych szkockich. Godne uwagi są kształty m-tu siatkowe, znajdujące się, według Dany, w mice z Pennsbury. Są one tak cienkie, że w świetle przechodzącym wykazują niekiedy barwę brunatną.

3. Ośmiościany, widoczne dla oka nieuzbrojonego aż do mikroskopijnych kryształków i ziarenek, są w rzadkich tylko wypadkach nieobecną częścią składową skał masowych, jak granit, syenit, dyoryt, dyabaz, melafir, bazalt, trachit. Zrastają się one zazwyczaj z augitem, amfibolem, biotytem. Ciemna barwa wielu bazaltów, melafirów, andezytów i t. p. pochodzi od obecnego w nich magnetytu. Napotymane niekiedy w bazaltach niekształtne inkluzje zawierają dużo tytanu.

### 4. Magnetyt ziarnisty.

W obrębie łupków krystalicznych pokłady żelaziaku magnetycznego są zjawiskiem zwykłym. Pokłady o miąższości mniejszej posiadają: Kirlibaba w Bukowinie, Schmiedeberg na Śląsku, Berggiesshübel w Saksonii. Skandynawia i Finlandya słyną z kolosalnych pokładów magnetytu ziarnistego lub zbitego, zespolonego częstokroć z błyszczem żelaza, przerosłego amfibolem, augitem, granatem, mika, chlorytem i z kilku innymi jeszcze minerałami stowarzyszonego, a osadzonego w gnejsie, łupku chlorytowym i t. p. Dannemora, Gellivara, Arendal są nazwy miejscowości o pokładach największych. Niezwykle pożyteczne masy rudy magnetycznej występują też w stanach New-York, New-Jersey, Pensylwania, gdzie spoczywają najczęściej w gnejsie. Niedostępne w swoim rodzaju są masy wielkopienne na Uralu, związane ze skałami masowymi augitowymi i amfibolowymi. Rachując od północy ku południowi, ciągną się jedna za drugą góry magnetytowe: Kaczkanar, Błahodat', Wysokaja i Magnitnaja. Wysokaja jest z nich najbogatszą, wydaje rocznie przeszło 3½ miliona centnarów kruszcza. Na Kaczkanarze znajdują się magnesy przyrodzone. Niewielkie, ale ze względu na bogactwo minerałów towarzyszących ciekawe, pokłady zawiera Traversella w Piemoncie. Na Elbie m-yt towarzyszy błyszczowi żelaza. Że powstał tu on przynajmniej częściowo z minerału ostatniego, dowodzą tego pseudomorfozy, odkryte przez v. Ratha. To przeobrażanie się hematytu w magnetyt znane jest również i z innych złoży, np. w Morawicy, Binnenthal

i t. d. Magnetyt próchnisty (próchnica żelazna) występuje w Siegen. Powstał on prawdopodobnie z syderytu skutkiem podziemnego pożaru węgla brunatego.

### 5. Pokłady wtórne.

Przez kruszenie się skał, zawierających m-yt w swym składzie, i przez naturalne okrucichów tych wypłukanie i rozgatunkowanie, powstają w wielu miejscach pokłady piasku magnetycznego, zawierającego często tytan (tytanowo-żelazny piasek magnetyczny), po części skutkiem domieszki ilmenitu. Widzimy je np. na wybrzeżach Bałtyku, miejscami nad morzem Śródziemnem, nad brzegami jeziora Wyższego (Lake Superior), nad dolnym biegiem rzeki św. Wawarżyńca. W Kalifornii, Oregonie, północnej wyspie Nowej Zelandyi piaski żelazno-magnetyczne zawierają złoto. Większe kawałki żelaziaku magnetycznego leżą częstokroć luźnie w sąsiedztwie jego pokładów lub też, zlepione powtórnie, tworzą masy spojone, których przykładem są pokłady brazylijskie, zwane „tapanhoacanga“, a zawierające magnetyt, błyszcz żelaza i żelaziak brunatny obok okrucichów skalnych.

Magnetyt, wietrzejąc, daje żelaziak brunatny lub też czerwony. Tę ostatnią przemianę możemy sobie wytlómaczyć działaniem wody, zawierającej dwutlenek węgla, która rozpuszcza tlenek żelaza, gdy tlenik pozostaje na miejscu (p. str. 318).

Synonim. Μαγνῆς λίθος *Dioskor.* = magnes *Plin.* = magnet kámiēn *Rzycz.*, magnes *Kluka.* Niem. Magneteisenerz = ż-o magnetyczne *Drzew.* = żelaziak magnetyczny *Lub.* Magnetit, *Haid.* (1845). Magnesowiec, *Rzep.*

Limonit, hematyt i magnetyt są rudami żelaza, które wspólnie z syderytem stanowią podstawę wielkiego przemysłu żelaznego. Magnetyt szacowany jest najwyżej, mika żelazna i żelaziaki, tytan zawierające — najniżej. Produkcya żelaza dosięgła dzisiaj rozmiarów zdumiewających. Lwią część tego metalu wyrabiają: Anglia 7·1 miliona tonn, Stany Zjednoczone Am. Płn. 7·2 m. t., Niemcy 4·9 m. t. — podług wykazów z r. 1893 <sup>1)</sup>. Produkcya ogólna na całej ziemi wynosiła w tymże roku przybliżenie 25 milionów tonn. Otrzymywanie żelaza odbywa się dziś prawie wyłącznie w piecach wielkich. Produkt pierwotny bywa zwykle oczyszczany dalej i przerabiany na żelazo kowalne oraz stal. Odróżniamy:

A. Surowiec, nie dający się kuć i zawierający 2·3 do 5 proc. węgla. Wskutek wydzielania się blaszek grafitu szary surowiec staje się ciemnym. Używają go często na odlewy (żelazo łane). Żelazo białe jest jasne, pozbawione grafitu, lecz zawiera do 5 proc. manganu. Żelazo zwierciadlane jest jeszcze jaśniejsze i twardsze, ujawnia duże płaszczyzny łupliwości i zawiera 6 do 20 proc. manganu; produkty, zawierające ten ostatni w większych jeszcze ilościach, otrzymały nazwę ferromanganu. Trzy ostatnio wymienione gatunki żelaza są w wyrobie stali produktami przejściowemi.

B. Żelazo kowalne zawiera węgla nie więcej nad 2·3 proc. i rozpada się na żelazo miękkie, z drobną zawartością węgla, tudzież na stal, mającą od 0·6

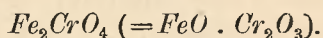
<sup>1)</sup> Co do Polski, patrz pod syderytem.



do 2·3 proc. węgla. (O technice żelaza patrz: Stölzel, Metallurgie; Dürre, Handbuch des Eisengiessereibetriebes; Kerl, Grundriss der Eisenhüttenkunde).

Obok magnetytu położyć należy równopostaciowe z nim: magnezyoferryt (magnoferryt), będący magnetytem wulkanicznym o składzie prawie  $MgO \cdot Fe_2O_3$ , Wezuwiusz, Mont d'Ore; jakobsyt  $MnO \cdot Fe_2O_3$ ; franklinit, będący mieszaniną  $ZnO \cdot Fe_2O_3$  z magnetytem i jakobsytem. Franklinit koło Stirling w New-Jersey tworzy częścią pokłady samoistne, częścią zaś jest otoczony kalcytem i występuje w towarzystwie cynkitu, wilemitu, trustytu i t. p. Rysa brunatna, magnetyzm bardzo słaby. Plumboferryt zawiera ołów ( $PbO \cdot Fe_2O_3$ ).

### Chromit.



Kl. 48-ścianu (32).

Kryształy oktaedryczne; ziarna lub masy ziarniste nieforemne w serpentynie, rzadko w dolomicie.

Przełam muszlowy albo nierówny. Tw. 5·5. C. wł. 4·3 do 4·6. Barwa brunatno-czarna; rysa brunatna; blask półmetaliczny — tłustawy. Najczęściej niemagnetyczny.

Chem. Skł.: teor. tlenniku chromu 68·0, tlenniku żelaza 32·0, atoli zawiera też zwykle domieszki równopostaciowe magnetytu i spinelu. W pł. dm. nietopliwy. Po stopieniu proszku z saletrą i wylugowaniu stopu wodą, otrzymuje się roztwór, zabarwiony na żółto chromianem potasu. Kryształy o składzie chromitu otrzymał sztucznie Ebelmen, str. 281.

Powstawa. Złożem chromitu jest serpentyn, nie będący wszakże skałą pierwotną, lecz utworem powstałym ze skał oliwinowych. Powstawanie chromitu objaśniamy sobie w ten sposób, że z rozkładającego się oliwinu zawarty w nim chrom wydziela się w postaci tlenniku. Patrz str. 130 oraz 324.

Serpentyn z żyłami i gniazdami chromitu występuje koło Kraubat w Styrii, Eibenthal w Banacie, Tromsø, Rohammer w Norwegii, Wooded Peak na Nowej Zelandyi i w in. m.

Przejścia do pikotyту zostały nazwane chrompikotytem (p. chromowym). Chromit używa się do fabrykacji farb chromowych, tudzież wogóle do wytwarzania preparatów chromowych.

Synonim. Niem. Chromeisenerz = ż-o chromiczne *Kumel.* = żelaziak chromowy. Chromit *Haid.*

Ze względu na analogię chemiczną wspomniemy tu o uranie (blendzie smolistej, uranie, nasturanie *Kobella*, uranie czarnym etc.), występującym niekiedy w ośmiościanach, zwykle jednak w masach nieforemnych lub nerkowatych i, zdaje się, będącym w istocie  $U_3O_8$ , niekiedy z domieszką tlenków toru, ceru, lantanu, dydymu, itru, a także azotu (do 2·6 proc.). W ostatnich czasach znaleziono też w nim drobne ilości argonu i helu, a przed rokiem Curie-Skłodowska zawiadomiła o odkryciu w „pechblendzie“ jeszcze dwu nowych, bliżej wszakże nie określonych, pierwiastków: rodu i polonu. Jachimów w Czechach; Marienberg, Annaberg w Saksonii; Mitchell Cty. w Karolinie Płn., także w Connecticut, Kolorado i in. m. Używa się przeważnie do wytwarzania drogich preparatów uranowych. Zbliżają się doń również koracyt, niwenit, także kleweit, bröggeryt i in. W kleweicie z Arendal Ramsay obok argonu znalazł znaczne stosunkowo ilości helu.



## Gromada IV. Spinelowce.

Gromada ta obejmuje związki solne, wyprowadzające się z wodorotlenków glinu i boru.

### Rząd 1. Gliniany.

Spinel  $MgAl_2O_4$ , regularny. Chryzoberyl  $BeAl_2O_4$ , rombowy 0.470 : 1 : 0.580.

Minerały o znacznej twardości (7 do 8.5), występujące zazwyczaj w kryształach. Nietopliwe, względem kwasów wogóle odporne, w stopionym kwaśnym siarczanie potasu rozpuszczalne. C. wł. 3.5 do 4.9.

### Spinel.

$MgAl_2O_4$ .

Kl. 48-ścianu (32).

Najczęściej ośmiościany pojedyncze lub dwojaki według 111, niekiedy w połączeniu z (110), (311), rzadziej z (100). O bliźniakach wielokrotnych: Strüver, Zeitschr. f. Kryst., II, 480. Kryształy zwykle samotne, wrosłe, rzadziej skupione w druzy.

Tw. 8. C. wł. 3.5 do 4.1. Przełam muszlowy; wyraźnej łupl. pozbawiony. Połysk szklisty; przezroczysty lub nieprzezroczysty.  $n = 1.7155$  dla prom. sodowych.

Chem. Podanemu w nagłówku wzorowi odpowiada 28 magnezyi i 72 glinki. Jestto krańcowy typ tego szeregu minerałów równopostaciowych, który

Fig. 1.

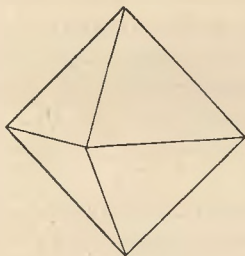


Fig. 2.

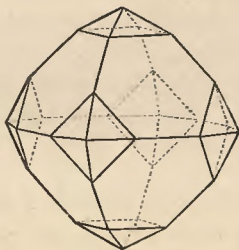
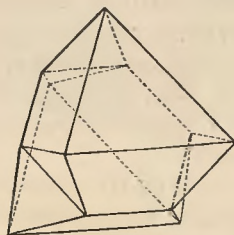


Fig. 3.



oprócz gatunków spinelu, niżej następujących, obejmuje jeszcze wymienione ostatnio kruszce: magnetyt, franklinit, chromit i t. p. Porówn. str. 273. Spinele atoli, okrom związku zasadniczego, zawierają nadto domieszki równopostaciowe:  $FeAl_2O_4$ ,  $MgFe_2O_4$ ,  $FeFe_2O_4$  i t. p. Ebelmen odtworzył sztucznie nie tylko mieszaniny, występujące w przyrodzie, lecz także niektóre inne — w kryształach. W pł. dm. nietopliwy. W gorącym kwasie siarczanym i fluowodornym drobny proszek spinelu z wolna się rozpuszcza i to tem łatwiej, im więcej zawiera żelaza; działa nań również stopiona soda, a zwłaszcza kwaśny siarczan potasu.

Według Gentha, który opisał pseudomorfozy z Indostanu, spinel ma niekiedy powstawać z korundu, a według Beckego — także z piropu.

Odróżniamy kilka gatunków.

Spinel szlachetny. Rzadko bezbarwny, zwykle różowy, karminowy, koszenilowy, hyacyncowo- lub krwisto-czerwony. Używa się często jako klej-

not. Odmiany mocno czerwone zwane są rubinem-spinelem, blado-różowe — rubinem-balasem, niebieskawo-czerwone—spinelem-almandynem, żółtawo-czerwone—rubicelem. Zabarwienie czerwone bywa zwykle przypisywane domieszce tlenniku chromu. Największa ilość spinelu szlachetnego pochodzi z Cejlonu, gdzie go znajdują w piaskach wraz z pleonastem, szafirem, cyrkonem, granatem i t. p. Kamienie szlifowane podstawiane bywają w miejsce rubinów, od których jednak łatwo dają się odróżnić w św. spolaryzowanym: są jednolodne. Za pomocą dychroskopu też można odróżnić rubin od spinelu, gdyż ten ostatni różnobarwności nie ujawnia.

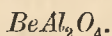
Spinel półszlachetny. Niebieski, występujący w wapieniu koło Aker w Södermanlandzie, Sussex County w New-Yorku, zawiera nieco  $\text{FeAl}_2\text{O}_4$ ; zielony (chlorospinel), osadzony w łupkach chlorytowych okolic Złatousta na Uralu, jest mieszaniną  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  i  $\text{MgFe}_2\text{O}_4$ .

Pleonast (cejlonit). Spinele czarne, zawierające domieszki obu związków, tylko co wymienionych. (O postaciach: Strüver, Zeitschr. f. Kryst., I, 233). Jeden z jego gatunków jest wybitnym minerałem kontaktowym. Największe kryształy z Warwick i Amity w New-Yorku, obfitujące w ściany z gór Albańskich, prostsze z Sommy, z Fassathal — wszędzie osadzone w wapieniu wraz z augitem, amfibolem, biotytem, wezuwianem i t. p. Pleonast przeobraża się niekiedy w mieszaninę miękką, zawierającą wodę, podobną do steatytu lub felknerytu. Jako część składowa skał, trafia się dość rzadko; częściej występuje w pokładach wtórnych na Cejlonie, nad Izerą w Karkonoszach i t. d. Pikotyt o barwie czarnej i rysie brunatnej, prócz elementów pleonastu, zawiera jeszcze tlenek chromu, stanowiąc niekiedy część składową skały oliwinowej i serpentynu.

Synonim. i etym. Spinel, spinell — wyraz pochodzenia dawnego (?). Chlorospinel, G. Rose, od  $\chi\lambda\omega\rho\acute{o}\varsigma$  zielony. Cejlonit = cejlanit. Pléonaste, Haüy (od  $\pi\lambda\epsilon\omicron\varsigma$  pełny, bogato zaopatrzony — w ściany, zbytnień *Zdzit*). Picotite *Charpentiera* (od Picot de la Peyrouse).

Hercynit z Ronszperku w Czechach jest, według Fischera, mieszaniną pleonastu, magnetytu i t. p., przeważnie jednak  $\text{FeAl}_2\text{O}_4$  (od Silva Hercynia, *Plin.*). Ganit (automolit) jest spinelem cynkowym  $\text{ZnAl}_2\text{O}_4$ . (Na cześć chem. J. G. Gahna;  $\alpha\iota\tau\acute{o}\rho\mu\omicron\lambda\omicron\varsigma$  zbieg, aluzya do Zn i stanowiska w układzie). Znajduje się w łupku talkowym koło Fahlun, wraz z franklinitem koło Franklin. Należą doń również dyzluit ze Stirling, tudzież krajtonit (kreittonit) z Bodenmais.

### Chryzoberyl.



*Kl. bipiram. romb. (8).*

Kryształy rombowe, osadzone w skale, lub zaokrąglone gładziki. Postaci zwykle:  $a = (100)$ ,  $m = (110)$ ,  $s = (120)$ ,  $b = (010)$ ,  $i = (011)$ ,  $o = (111)$ ,  $n = (121)$ , fig. 1 i 2. Kąty:  $(110) = 50^\circ 22'$ ,  $(120) = 86^\circ 27'$ . Ważny jest kąt  $ii = (011) = 60^\circ 14'$ . Ściana  $a$  zawsze zrysowana pionowo. Utwory bliźniacze bardzo pospolite według prawa:  $031$  pł. bliźniaczą. Bliźniaki kolankowe, składające się z osobników o trzech stanowiskach, mają zupełnie wygląd kryształów heksagonalnych, o ile kąty wklęsłe nie są widoczne.

Lupl. wyraźna  $\parallel b$ , niewyraźna  $\parallel a$ ; przełam muszłowy. Tw. 8-5. C. wł. 3-65 do 3-8.

Opt. Połysk szklisty, na przełamie tłusty; przezroczysty lub przeświecający. Zielonawo-biały, szparagowo-zielony, oliwkowy, trawiasto-zielony, niekiedy z piękną różnobarwnością. Pl. o. o.  $\parallel b$ , I-sza dwusieczna równoległa do osi pionowej, dodatni (+),  $2V = 45^\circ$ . Spłecz. załam.: 1·756, 1·748, 1·747.

Skł. chem.: teor. 19·8 glucyny (tlenku berylu) i 80·2 glinki, atoli zawsze z niewielką zawartością żelaza. Ebelen odtworzył kryształy i tego związku.

Wystę p. Szparagowo-zielony chryzoberyl znajduje się w piaskach Brazylii i Ceylonu. W okazach brazylijskich Brewster dostrzegł inkluzje cieczy, mocno rozszerzającej się, ułożone warstwami. Niebieskawy odbłask, niektórym

Fig. 1.

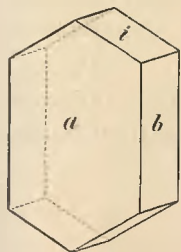


Fig. 2.

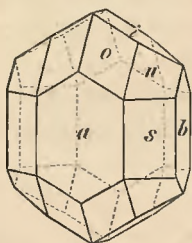


Fig. 3.

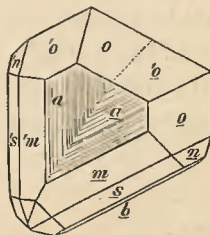
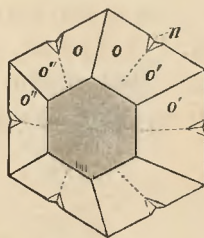


Fig. 4.



z nich właściwy, ma zależeć od drobnych kanalików, wyciągniętych w kierunku osi *c*. Takie kamienie, oszlifowane półkulisto, chętnie bywają używane jako klejnoty. Przypominają one kocie oko, różnią się wszakże pięknym odbłaskiem falistym. Kryształy żółto-zielone, osadzone w gnejsie Marszowy na Morawach, ujawniają częstokroć budowę bliźniącą. Koło Stretńska nad rz. Takowaja na Uralu występują dwojaki, jak na fig. 3, tudzież bliźniaki kolankowe, fig. 4 (aleksandryt), w świetle odbitem szmaragdowo-zielone lub trawiasto-zielone, w przechodzącym zaś, zwłaszcza od świecy, kolumbinowo-czerwone. Koło Hadłam w Connecticut zdarzają się podobnie trojaki w granicie.

Chr-yl krystalograficznie różni się całkiem od minerałów grupy spinelowej, jakkolwiek składem chemicznym jest do nich zbliżony. Natomiast, jak to spostrzegł G. Rose, wykazuje on wielkie podobieństwo postaciowe do oliwinu, którego wzór tylko liczbą atomów przypomina empiryczny symbol chryzoberylu.

Chryzoberyl  $\text{BeAl}_2\text{O}_4$   $(110) = 50^\circ 22'$   $(011) = 60^\circ 14'$  Lupl.  $010$  oraz  $100$   
 Oliwin  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$   $49^\circ 58'$   $60^\circ 48'$  " " " "

Etym. i synonim. Chryzoberyll, *Wern.* = chryzoberyl, *Drzew.*, od χρῶς złoto i βήρυλλος beryl. Cymofan = cymophane, *Hauy*, od κύμα fala i φαῖνο pokazuję (aluzja do falistego odbłasku). Złotogórek, *Zdzit.* Złotoberyl, *Lub.*

## Rząd 2. Borany.

Minerały mało rozpowszechnione. Bezwodne twardość mają wyższą (5 do 8), wodne zaś są miękkie (tw. tylko do 3·5). Rozpuszczone lub stopione, dają wyraźną reakcję na bor (str. 240). Skład chemiczny często bywa dosyć złożony. Tylko nieliczne rodzaje dają się wyprowadzić z kwasu trójzasadowego  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , niektóre pochodzą od kw. jednozasadowego  $\text{HBO}_2$ , jego wielokrotności lub też od bezwodników częściowych (str. 259).



## a) Borany bezwodne.

Jeremiejewit	$\text{AlBO}_3$	heksag. 1:0:68358, prawie barbarwny. Góra Sektuj, [Nerczyński. (Eichwaldyt).
Nordenszeldyn	$\text{CaSnB}_3\text{O}_6$	romboedr. 1:0:8221, żółty. Wyspa Arö, Norwegia.
Ludwigit	$\text{Mg}_3\text{B}_2\text{O}_6 \cdot \text{Fe}_3\text{O}_4$	rombowy, 0:988:1 —
Pinakiolit	$\text{Mg}_3\text{B}_2\text{O}_6 \cdot \text{Mn}_3\text{O}_4$	„ 0:83385:1:0:5881. Langban, Szwecja.
Boracyt	$\text{Mg}_7\text{Cl}_2\text{B}_{16}\text{O}_{30}$	mimetycznie tetraedryczny.
Rodycyt	$\text{KAl}_2\text{B}_3\text{O}_8?$	tetraedryczny. Szajtańsk na Uralu.

**Boracyt.**  $\text{Mg}_7\text{Cl}_2\text{B}_{16}\text{O}_{30}$ . Kl. 4-ścianu poszóstn. (31). Naśladowczy.

Pod względem teoretycznym jest dzisiaj jednym z minerałów najciekawszych. Kryształy pojedyncze, rzadziej zespolone, powstałe w zawieszeniu, pozornie regularne, tetraedryczne. Ściany  $o$  jednego czworościanu gładkie,  $o'$  — drugiego matowe lub chropowate. Postaci  $a = (100)$ ,  $d = (110)$  pospolite, fig. 1, 2, 3; inne, jak  $\kappa (211)$ ,  $\kappa (531)$ , rzadsze.

Postaci figur wytrawionych i widocznych niekiedy wyraźnie subindywidualów, tudzież zachowanie się optyczne dowodzą zgodnie, że mamy tu do czy-

Fig. 1.

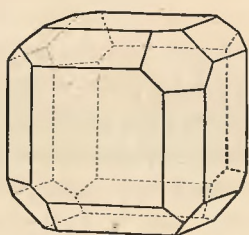


Fig. 2.

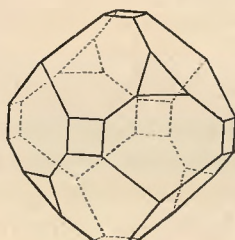


Fig. 3.

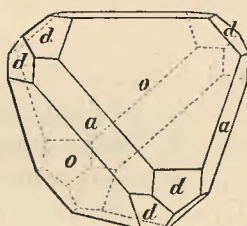


Fig. 4.

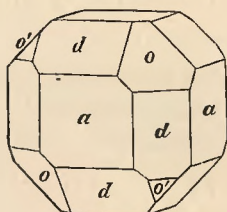


Fig. 5.

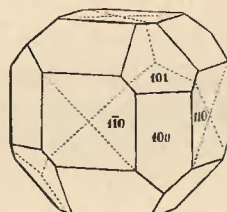
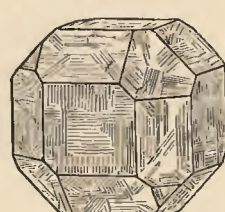


Fig. 6.



nienia z kryształami naśladowczymi, na co pierwszy Mallard należytą zwrócił uwagę.

Opt. Każdy kryształ składa się z wielu osobników, optycznie dwuosio-  
wych, zrosłych według prawa, którego mocą płaszczyznami bliźniaczemi były-  
by ściany  $(110)$  w ich interpretacji regularnej. W przypadku najprostszym  
każda ściana 12-ścianu rombowego, fig. 4, jest równocześnie zakończeniem kry-  
ształu pojedynczego, tak, że 12 takich kryształów styka się wierzchołkami we  
wspólnym punkcie środkowym kryształu zbiorowego. W każdym takim osobni-  
ku pł.  $o$ .  $o$ . leży równolegle do dłuższej przekątnej rombu, a odjemna (—) dwu-  
sieczna biegnie prostopadłe do ściany zewnętrznej.  $2V = 83^\circ$ . Splcz. załam.:  
1.673, 1.667, 1.662. Symetria osobników może być zatem albo hemimorficzno-

rombowa, albo też jednoskośna. Wówczas  $d = (100)$ ,  $a = (110)$ ,  $o = (101)$ ,  $o' = (10\bar{1})$ , fig. 4 i 5. Zazwyczaj kryształy boracytu składają się w największej swej części z cieniutkich blaszek, rozpostartych równolegle do ścian  $d$  lub też do ścian  $o$ , zawsze jednak zachowujących szyk o 6 kierunkach oryentacyjnych, wyrażonych w powyższem prawie bliźniaczem. Fig. 6 wskazuje, w jaki sposób owe blaszki przecinają się ze ścianami zewnętrznymi.

Mallard i Klein wykazali, że ogrzewanie wywołuje wielokrotne zmiany w układzie cząsteczek przestrzennym. Niektóre blaszki znikają, inne powstają, ale zawsze w jednym ze wskazanych 6 położań. W temp. 265° płytka boracytu staje się jednołonną. (Porówn. str. 220 i 222). A więc substancji boracytu przypisać musimy dwupostaciowość.

Fiz. Łupl. niewidoczna, przełam muszlowy. Tw. 7. C. wł. 2·9 do 3. Polysk szklisty, przechodzący w dyamentowy. Przezroczysty lub mętny, bezbarwny lub biały, zielonawy, żółtawy, szarawy. — Boracyt, ogrzany, staje się biegunowo-elektrycznym, przyczem ściany  $o$  i  $o'$  zachowują się odmiennie.

Chem. Skł.: teor. 26·9 magnezyi, 10·6 chlorku magnezu i 62·5 bezw. kwasu bornego (lub też: 31·4 magnezyi, 7·9 chloru, mniej tlen, odpowiadający chlorkowi). Zwykle drobne ilości wody, żelaza, wapnia. Podany w nagłówku wzór wyprowadza się z soli kwaśnej  $Mg_7H_2B_{16}O_{32}$ , odpowiadającej kwasowi  $HBO_2$ , w którym dwie grupy hydroksylowe zostały zastąpione chlorem. Heintz odtworzył boracyt sztucznie przez stopienie jego części składowych. W pł. dm. boracyt wzdyma się i topi trudno na perlę, która dopóki nie ochłonie jest przezroczysta, stygnąc zaś, mętnieje i staje się włóknistą. Proszek b-tu rozpuszcza się powoli w kwasie solnym. Wietrząc, b-yt przybiera wodę i budowę włóknistą. Włókna wychodzą ze środka i tworzą 12 skupień, odpowiednio do odróżnionych powyżej osobników (parazyt Volgera).

Występ. Opisane powyżej kryształy, osadzone w gipsie i anhydrycie, występują koło Lüneburga i Segeberga; w karnalicy — pod Stassfurtem i Westeregeln; były kuliste, zwane stasfurtytem, właściwe są poziomowi karnalitowemu w stasfurckim pokładzie soli. Substancja b-tu pochodzi prawdopodobnie z wody morskiej.

Synonim. Borazit Wern. = boracyt Drzew. Etym., patrz boraks.

Ludwigit z Morawicy, czarniawo-zielony, włóknisty, z tw. 5, może być rozpatrywany, jako związek podwójny  $Mg_3B_2O_6 + Fe_3O_4$ , a odpowiednio do tego i pinakiolit,  $Mg_3B_2O_6 + Mn_3O_4$ . Warwikit zawiera tytan.

#### b) Borany wodne.

Boraks  $2NaH_5B_2O_6 + 5H_2O$ , jednosk. 1·0995 : 1 : 0·5632,  $\beta = 73^\circ 25'$ .

Hambegit  $(HO)Be_2BO_3$ , romb. 0·79877 : 1 : 0·72676, Langesundfiord, Norwegia.

Pinnoit  $MgB_2O_4 + 3H_2O$ , tetragonalny 1 : 0·7609, Stassfurt.

Kolemanit  $CaH_2B_3O_6 + 2H_2O$ , jednosk. 0·77484 : 1 : 0·54100,  $\beta = 69^\circ 51'$ .

**Boraks.**  $Na_2B_4O_7 + 10H_2O$ . Kl. skupa jednoskośn. (5).

Jednoskośny, zwykle wykazuje  $a = (100)$ ,  $m = (110)$ ,  $b = (010)$ ,  $s = (111)$ ,  $o = (22\bar{1})$ . Kąty:  $(110) = 87^\circ 0'$ ,  $cm = 78^\circ 40'$ ,  $oo' = 83^\circ 20'$ . Kształtami przypomina augit. Na załączonej poniżej figurze wykreślono je w ten sposób, że  $100$  ukazuje się z przodu, a  $c = 00\bar{1}$  u dołu.

Lupl.  $\parallel a$  dokładna,  $\parallel m$  niewyraźna. Tw. 2 do 2·5. C. wł. 1·7 do 1·8.

Opt. Połysk ma tłusty; jest przezroczysty, bezbarwny lub szarawy. Blaszki, wycięte  $\parallel (010)$ , wykazują bardzo wyraźną i piękną dyspersję skrzyżowaną. I-sza, odjemna (—) dwusieczna jest mianowicie równoległa do osi  $b$ . Kąty  $100$ .  $\epsilon = 145^{\circ} 26'$  (pr. czerw.),  $144^{\circ} 42'$  (pr. ziel.).  $2E = 59^{\circ} 23'$  (św. żółte),  $2V = 39^{\circ} 10'$ ;  $\rho > \nu$ . Spółcz. załam.: 1·4715, 1·4686, 1·4468 (św. Na).

Chem. Skł.: 16·2 tlenku sodu, 36·7 bezw. kwasu bornego, 47·1 wody. Ponieważ, ogrzewany, traci łatwiej  $5H_2O$ , stąd też wzór:  $2NaH_3B_2O_6 + 5H_2O$ . W pł. dm. silnie się wzdyma, barwi płomień na żółto, topi się na szkło przezroczyste. W wodzie rozpuszcza się: 1 cz. boraksu w 14 cz. wody; smak ma słodkawo-alkaliczny.

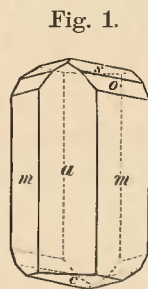


Fig. 1.

Wystę p. Boraks naturalny tworzy się na brzegach jezior tybetańskich, które w środkowych swych częściach wydzielają także sól kamienną. Stamtąd to przywożono do Europy sól surową, często zanieczyszczoną i tłustą w dotknięciu, znaną początkowo pod nazwą tynkalu. Trafia się on również w kilku niewielkich jeziorach Kalifornii i Newady; duże jego kryształy znajdowane są zwłaszcza w szlamie płytkiego jez. Cleare.

Sztucznie produkują boraks z naturalnego kwasu bornego na „soffionach” w Toskanii. Bechi znalazł tam również sól z sześcioma cząsteczkami wody krystalizacyi:  $Na_2B_4O_7 \cdot 6H_2O$ . Znany też sztuczny boraks romboedryczny, zawierający tylko  $5H_2O$ .

Użyt. Techniczne zastosowania boraksu są bardzo liczne: używa się on mianowicie do lutowania, na polewy, emalię, do werniksowania, jako środek lekarski, do konserwowania mięsa i t. p.

Etym. Tinkál, tincal — wyraz indyjski. Borrás, *Agric.*; Borax, *Waller.* — z arabskiego buraq. Chrysocolla *Agric.* = kley złotniczy *Rzycz.*

Bekilit (= bechilit, borokalcyt) z Toskanii jest kwaśną solą wapnia  $CaH_2B_4O_8 + 3H_2O$ .

Uleksyt (natroborokalcyt, boronatrokalcyt, hayezyn, tynkalcyt) zawiera obydwa związki poprzednie ( $NaCaB_5O_9 \cdot 8H_2O$ ?), przywieziony do Europy z Peru pod nazwą „tiza”. Podobny doń jest kryptomorfit i franklandyt.

Ciekawy ze względu na skład jest howlit (sylikoborokalcyt), zawiera bowiem krzem:  $H_5Ca_2B_5SiO_{14}$  lub  $4CaO \cdot 5B_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 5H_2O$ .

Kolemanit  $CaH_2B_3O_6 + 2H_2O$  z San Bernardino Cty. w Kalifornii tworzy często piękne i duże kryształy jednoskośne. Należący doń pandermit (pryceit) występuje w dużej ilości nad morzem Marmara i służy do fabrykacyi boraksu. Magnezję obok wapnia zawiera hydroboracyt:  $CaMgB_6O_{11} + 6H_2O$ .

Pod nazwą hinceitu (także hajncytu) opisano boran potasu i magnezu ze Stassfurtu o składzie wątpliwym. Szajbelit jest boranem magnezu:  $2Mg_5B_4O_{11} + 3H_2O$ . Suseksyt zawiera prócz tego mangan (i cynk). Lagonit jest boranem tlenu żelaza:  $Fe_2O_3 \cdot 3B_2O_3 \cdot 3H_2O$ , larderelit — amonn:  $(NH_4)_2O \cdot 4B_2O_3 \cdot 4H_2O$ .



## Gromada V. Sylikoidy.

Obejmuje związki solne kwasów: węglanego, krzemnego, tytanowego, cyrkonowego. Jest to gromada najliczniejsza.

### Rząd 1. Węglany.

Wszystkie należące tutaj minerały poznajemy z łatwością po zachowaniu się względem kwasów, z którymi się burzą. Twardość ich nigdy nie przekracza 4·5. C. wł. dochodzi natomiast do 6·6.

#### a) Węglany wodne i zasadowe.

Termonatryt	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	rombowy	0·8268	: 1 : 0·8089.
Soda	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10\text{H}_2\text{O}$	jednosk.	1·4828	: 1 : 1·4186, $\beta = 57^\circ 40'$ .
Trona	$\text{Na}_3\text{HC}_2\text{O}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$	"	2·9676	: 1 : 2·8460, $\beta = 77^\circ 23'$ .
Nekeonit	$\text{MgCO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	rombowy	0·64446	: 1 : 0·45678. Skrzep. Nesqueho-
Hydromagnezyt	$\text{H}_2\text{O}_2\text{Mg}_2\text{C}_2\text{O}_9 + 3\text{H}_2\text{O}$	"	1·0379	: 1 : 0·4652. [ning, Penn.
Gelusyt	$\text{CaNa}_2\text{C}_2\text{O}_6 + 5\text{H}_2\text{O}$	jednosk	1·4897	: 1 : 1·4442, $\beta = 78^\circ 27'$ .
Lantanit	$\text{La}_2\text{C}_3\text{O}_9 + 9\text{H}_2\text{O}$	rombowy	0·9528	: 1 : 0·9023. Bastnäs, Szwecya.
Malachit	$\text{H}_2\text{O}_2\text{Cu}_3\text{CO}_3$	jednosk.	0·88093	: 1 : 0·40118, $\beta = 61^\circ 50'$ .
Azuryt	$\text{H}_2\text{O}_2\text{Cu}_3\text{C}_2\text{O}_6$	"	0·85012	: 1 : 0·88054, $\beta = 87^\circ 36'$ .

**Soda.**  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10\text{H}_2\text{O}$ . *Kl. szupa jednoskośn. (5).*

Kryształy, otrzymywane fabrycznie, są jednoskośne, tabliczkowate. (110) =  $109^\circ 19'$ ,  $11\bar{1} : 11\bar{1} = 103^\circ 32'$ . — Lupl. || (001). Tw. 1 do 1·5. C. wł. 1·4.

Opt. Pł. o. o. i I-sza dwusieczna  $\perp$  (010); charakter opt. ujemny (—).  $2E = 112^\circ$  (pr. żół.),  $\rho > v$ .

Pierwotny skł. chem., odpowiednio do wzoru, zawiera: 62·9 wody, 21·7 tlenku sodu i 15·4 dwutlenku węgla. Na powietrzu wszakże kryształy łatwo rozpadają się w proszek, będący termonatrytem:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Kryształy rombowe tego ostatniego występują niekiedy w mieszaninie, zwanej sodą, a osadzającej się na dnie jezior sodowych Egiptu, Indyów Wschodnich i Kalifornii, tudzież tworzącej wykwitły gruntu na nizinie Debreczyny (str. 315). Mieszanina ta, po uprzednim oczyszczeniu, dostaje się do handlu, w którym jednak stanowi zaledwie drobną cząstkę tej masy sody, która wyrabia się sztucznie z soli kuchennej. W niewielkich ilościach mączysty osad węglanu sodu dostrzeżono tu i owdzie na skałach; znaleziono go również na wulkanach (str. 305).

Ponieważ proszek kaleytu, ogrzany z roztworem  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  lub  $\text{NaCl}$ , powoduje tworzenie się niewielkich ilości  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , powstawanie sody drogą wielokrotnego wysychania wód zaskórnych na osadach wapiennych i marglowych jest przeto zrozumiałe.

Synonim. Natron = soda egipska.

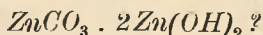
Razem z sodą i termonatrytem w osadach jezior sodowych występuje też węglan kwaśny  $\text{Na}_3\text{HC}_2\text{O}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$ , jednoskośny, tworzący w Fezzan samoistne warstwy powierzchniowe i dostający się do handlu pod nazwą trona. Znaleziono go również w osadzie pewnego jeziora w okol. Merida w Wenezueli i nadano nazwę urao. Towarzyszem tego ostatniego jest gelusyt,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ , jednoskośny, występujący także w Newadzie. Związek ten tworzy się też podczas fabrykacji sody sposobem Leblanca

Dawniej od gelusytu wyprowadzono pseudomorfozy, zwane „jarcem“ (tinolit Kinga), napotykanie w Newadzie, koło Sangerhausen w Turynii, w Szlezwigu i t. d., a składające się z  $\text{CaCO}_3$ . — Etym.: gelusyt = gaylussit *Boussing.* — na cześć chemika franc. Gay Lussaca (1778—1850).

Do węglanów zasadowych należy hydromagnezyt,  $\text{H}_2\text{O}_2\text{Mg}_4\text{C}_3\text{O}_9 + 3\text{H}_2\text{O}$ , występujący często w serpentynie. Z Predazzo, w połudn. Tyrolu, pochodzi mieszanina kalcytu i hydromagnezytu, przypominająca z wejrzenia marmur, której nadano nazwy predacytu i penkatytu. Hydromagnezyt tworzy w niej kryształy fałszywe po peryklazie. Lansfordyt z Lansford w Pensylwanii (trójskośny) różni się od hydromagnezytu wyższą zawartością wody:  $3\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{HO})_2 + 21\text{H}_2\text{O}$ . Hydrodolomit (hydromagnezycyt) oraz lankasteryt zdają się być mieszaninami.

Dawsonit,  $\text{H}_2\text{O}_2\text{AlNaCO}_3$ , biały, promienisty. Tw. 3 C. wł. 2-4. Montreal w Kanadzie, Pian Castagnaio w Toskanii.

### Hydrocynkit.



Zbity, ziemisty.

Minerał biały lub żółtawy, zbity lub ziemisty, tworzący często naskorupienia, nacieki, masy porowate; na powierzchni przybierający nieraz kształty nerkowate. — Tw. 2 do 2-5. C. wł. 3-6 do 3-8. Rysa połyskująca.

Skł. chem. nieustalony, w istocie zasadowy węglan cynku; podanemu wzorowi odpowiada: 75-3 tlenku cynku, 13-6 dwutlenku węgla, 11-1 wody.

Razem z galmanem, spatem cynkowym koło Pliberku i Rabla w Karyntyi, Santander w Hiszpanii, Iglesias na Sardynii. Koło Rabla także jako społeczny utwór naciekowy.

Synonim. Hydrozinkit, *Kemigott.* Niem. Zinkblüthe = pol. kwiat cynkowy.

Węglany zasadowe, zawierające cynk i miedź: grynszpanowy aurychalcyt (kwiat mosiężny),  $2(\text{Zn}, \text{Cu})\text{CO}_3 \cdot 3(\text{Zn}, \text{Cu})(\text{OH})_2$ , oraz podobny doń składem buratyt.

**Malachit.**  $(\text{HOCu})_2\text{CO}_3 (= \text{CuCO}_3 \cdot \text{CuH}_2\text{O}_2)$ . Kl. słupa jednoskośn. (5).

Zwykle włóknisty lub zbity, o powierzchni nerkowatej lub groniastej; często też naciekowy, blaszkowy, ziemisty. Rzadko w kryształach pryzmatycznie wydłużonych, jednoskośnych, pojedynczych lub dwostych, fig. 1. Kąt  $(110) = 75^\circ 40'$ .

Lupl.  $\parallel 001$  i  $010$  dokładna. Tw. 3-5 do 4. C. wł. 3-7 do 4-1.

Opt. Blask dyamentowy, połysk szklisty, jedwabisty. Barwa szmaragdowo-zielona — grynszpanowa. Rysa tegoż koloru, jaśniejsza. Mało przezroczysty lub mętny. Optycznie odjemny (—). Pł. o. o.  $\parallel (010)$ .  $2E = 89^\circ$  (prom. żółte). Średni spółcz. załam. 1-88.

Chem. Jestto prosta sól zasadowa (p. str. 262). Wzorowi odpowiada: 72 tleniku miedzi, 19-9 dwutlenku węgla, 8-1 wody. W kolbce wydziela wodę i czarnieje. W pł. dm. na węglu topi się i daje miedź. Z kwasami burzy się i rozpuszcza; w amoniaku też rozpuszczalny.

Kryształy pochodzą z Dillenburga i Betzdorf w Siegenie, także z Niżnego Tagilu na Uralu; malachit blaszkowaty — z tychże miejscowości, a prócz tego z Mołdawii w Banacie, Linares i t. d.; zbity występuje koło Schwaz w Tyrolu

Fig. 1.



i in. m. U nas na Miedziance i Miedzianej Górze pod Kielcami ukazuje się malachit zbity i włóknisty w łupkach wapiennych i gliniastych. (Rozbiory chem. M. Flauma, Pam. Fizyogr., t. VI, 1886).

Malachit jest pospolitym produktem rozkładowym minerałów miedzystych, czego dowodem — jego występowanie w górnych częściach i wychodniach pokładów kruszcowych. Jeżeli minerałem pierwotnym był chalkopiryt, wówczas malachitowi towarzyszy żelaziak brunatny lub ruda miedzi smolista. Znany piękne pseudomorfozy po chalkozynie (Redruth, Eisleben), po tetraedrycie (Bieber), po kuprycie (Chessy), po atakamencie (Bogusławski); do bardzo pospolitych należą kr. fałszywe po azurycie (Chessy, Mołdawa, Ural); ps. po miedzi rodziwej są też znane. Tym ostatnim odpowiada owa śniedź zielona (patyna, aerugo nobilis), co pokrywa starodawne monety miedziane i brzozy antyczne, zachowując wszystkie najsubtelniejsze rysunki powierzchni pierwotnej. Dostrzeżono również pseudomorfozy zastąpień po kalcycie, cerusycie i t. p.

Największe masy malachitu promienisto-skorupowego występują na Uralu. Zbiory instytutu górniczego w Petersburgu posiadają bryłę, ważącą 1500 kilogr. a ocenioną na 525 000 rubli. Dla pięknej barwy i łatwego polerowania używa się na przedmioty ozdobne: wykładają nim mianowicie stoły, wazy, szkatułki i t. p., a nawet całe kolumny są podobnie inkrustowane. Tego rodzaju płytki formierskie wyrabiają się obecnie tylko w Miedno-Rudiańsku koło Niżnie-Tagil-ska. Gorsze gatunki malachitu, sproszkowane, służą tam do malowania domów. Malachit, zmieszany z innymi kruszczami miedzi, przetapia się wraz z niemi na metal.

Etym. i synonim. Molochit, *Agric.* 1546. Malachit, *Waller.* 1747 — od *μαλάχη* malwa, śláz — aluzja do koloru, stąd u *Rzecz.* ślázowy kámién. Malachit, *Kluk*, *Drzew.* Ruda miedzi zielona, *Staszic.* Miedniak zielony. *Lab.*

T. zw. malachit wapienny (Kalkmalachit) zawiera domieszki gipsu i wapnienia; myzoryn jest również malachitem zanieczyszczonym. A tlas y t ma domieszkę atakamitu.

**Azuryt.**  $(\text{HOCu})_2\text{CuC}_2\text{O}_6 (= 2\text{CuCO}_3 \cdot \text{CuH}_2\text{O}_2)$ . *Kl. szupa jednosk. (5).*

Często w kryształach jednoskośnych, krótkich lub tabliczkowatych, niekiedy także pryzmatycznych. Zwykle postaci:  $m = (110)$ ,  $k = (111)$ ,  $x = (11\bar{2})$ ,  $a = (100)$ ,  $c = (001)$ ,  $u = (10\bar{2})$ ,  $l = (103)$ . (O licznych postaciach i kombinacjach patrz: Zippe, Pogg. Ann., t. 22. Schrauf, Sitzb. Wiener Ak., t. 64). Kąty:  $(110) = 80^\circ 40'$ ,  $(011) = 120^\circ 48'$ ,  $kk' = 73^\circ 57'$ ,  $km = 19^\circ 58'$ .

Lupl.  $\parallel (011)$  dość wyraźna,  $\parallel (110)$  niewyraźna. Tw. 3·5 do 4. C. wł. 3·7 do 3·8.

Opt. Połysk szklisty. Mało przezroczysty lub mętny. Lazurkowo-niebieski; rysa smaltowo-niebieska, stąd azuryt ziemisty tę samą wykazuje barwę. Pł. o. o.  $\perp (010)$ , I-sza dwusieczna leży w ostrym kącie  $\beta$  i czyni z osią  $a$   $75^\circ$ . Optycznie dodatni (+).  $2E = 151^\circ$ .

Chem. Zasadowy węglan miedzi, zawierający teor. 69·2 miedzi, 25·6 dwutlenku węgla, 5·2 wody (str. 262). Zachowanie się malachitu. Kryształy o po-

Fig. 1.

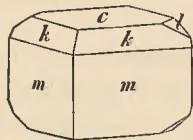
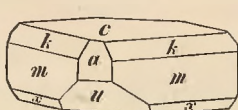


Fig. 2.





staci i składzie azurytu otrzymał Becquerel, wprowadziwszy do roztworu azotanu miedzi kredę w temp. zwykłej; Sénarmont zaś odtworzył proszek zielony o składzie malachitu, działając na kalcyt roztworem chlorku miedzi w t. 160°.

Azuryt przeobraża się zwykle z biegiem czasu w malachit, przybierając  $H_2O$ , wydzielając  $CO_2$ . Pseudomorfozy malachitu po azurycie należą do pospolitych. Zzielenienie nieba na starych freskach są, według Volgera, wynikiem tegoż procesu, albowiem dawniej używano azurytu, jako farby malarskiej.

Występowaniem azuryt nie różni się od malachitu, jest on wszakże rzadszy. Duże i piękne kryształy w druzach i grupach kulistych pochodzą z Chessy pod Lugdunem (gdzie są osadzone w litomardze), kryształy mniejsze — z Nowej Mołdaw, Szászki, Dognaczki w Banacie; pięknych okazów dostarcza też Niżne-Tagilsk na Uralu, Redruth w Kornwalii, Burra-Burra w Australii, ziemistych — Cap Garonne i t. d. „Piękne odmiany promienisto-pręcikowate wśród wapieni Miedzianki“ (Zejszner), „ziemiste w ilach Miedzianej Góry“ (Alth). Niektóre azuryty, zebrane w tych miejscowościach przez Puscha, analizował M. Flaum (Pam. Fizyogr., t. VI, 1886). Znalaziono też pseudomorfozy azurytu po kuprycie i tetraedrycie.

Synonim Lasur *Agric.* = lazur *Rzucz.* Kupferlazur *Wern.* = miedź błękitna *Drzew.*; błękitnokrusz *Kluka*; błękit miedzi *Lab.*, miedniak błękitny tegoż. Azurite *Beud.* = = azuryt *Zejszn.* Szesylit (= chessylite, *Miller*). Lazuryt (= Lazurit, v. *Kobell*).

Hydrocerusyt zdaje się również należeć do węglanów zasadowych, przybliż.  $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ , także bizmutyt (spat bizmutowy), przybl.  $Bi_2(CO_3)_3 \cdot 2Bi_2O_3 \cdot 3H_2O$ , i bizmutosferyt,  $Bi_2(CO_3)_3 \cdot 2Bi_2O_3$  (=  $Bi_2CO_3$ ). Węglanami wodnemi uranu i wapnia są: uranotalit  $2CaCO_3 \cdot U(CO_3)_2 \cdot 10H_2O$ , libigit  $CaCO_3 \cdot (UO_2)CO_3 \cdot 20H_2O$ , tudzież foglit, który nadto zawiera miedź. Wizeryt jest wodnym węglanem manganu. Obok postawić jeszcze należy: zaratyt (szmaragd nikłowy)  $NiCO_3 \cdot 2Ni(OH)_2 \cdot 4H_2O$  i remingtonit — wodny węglan kobaltu o skl., bliżej nieokreślonym.

#### b) Węglany bezwodne.

Aragonit	$CaCO_3$	rombowy	0-6224:1:0-7206	Kalcyt	$CaCO_3$	romboedr.	1:0-8543
Stroncyanit	$SrCO_3$	„	0-6090:1:0-7239	Magnezyt	$MgCO_3$	„	1:0-8112
Witeryt	$BaCO_3$	„	0-6082:1:0-7302	Syderyt	$FeCO_3$	„	1:0-8184
Cerusyt	$PbCO_3$	„	0-6100:1:0-7230	Dyalogit	$MnCO_3$	„	1:0-8184
Barytokalcyt	$BaCaC_2O_6$	jednosk.	0-7717:1:0-6254	Smitsonit	$ZnCO_3$	„	1:0-8063
			$[\beta = 73^\circ 52']$	Dolomit	$MgCaC_2O_6$	romboedr.-tetart.	[1:0-8322.

#### Cerusyt.



*Kl. bipiram. romb. (8).*

Kryształy rombowe, rozwinięte bądź pryzmatycznie, bądź tabliczkowato, bądź też piramidalnie. Ponieważ kąt  $(110) = 62^\circ 46'$  jest bliski  $60^\circ$ , przeto te ostatnie postaci mają wejście częstokroć heksagonalne, jak na fig. 1, gdzie  $t = (111)$ ,  $u = (021)$ , a bliźniaki kolankowe według  $(110)$  zrastają się niekiedy naksztal gwiazdy z osobnikami o trzech położeniach, fig. 3. Kryształy tabliczkowate mają silnie rozwinięte ściany  $b = (010)$ , pryzmatyczne zaś rozrastają się w kierunku osi  $c$  lub  $a$ . Często prócz ścian wymienionych obecne są jeszcze:  $a = (100)$ ,  $m = (110)$ ,  $e = (130)$ ,  $s = (012)$ ,  $p = (011)$ ,  $x = (031)$ ,  $z = (041)$ . Okrom bliźniaków pospolitych według  $110$ , jak na fig. 6, zdarzają

się też niekiedy i zrosły według *e*. (O postaciach: v. Kokscharow, v. Zepharrowich, Schrauf, Seligman, Jahrb. f. Min., 1880, I, 338).

Tw. 3 do 3·5. Przełam muszlowy. C. wł. 6·4 do 6·6.

Opt. Blask dyamentowy lub tłusty. Bezbarny, biały, lecz także zabarwiony przypadkowo. Załamanie i rozpraszanie światła bardzo mocne. Spółcz. załam.: 2·078, 2·076, 1·804 (prom. żółt.). Pł. o. o.  $\parallel b$ , odjemny (—). Cienkie płytki, wykrojone prostopadle do osi *c*, dają obraz wspaniały, ujawniający w sposób wybitny dyspersję osi optycznych. Kąt o. o. zmienia się wyraźnie ze zmianą temperatury. W temp. 12° C.  $2E = 18^\circ$ , zwiększa się zaś o 4°, gdy płytkę ogrzejemy do 95° C. (Descloizeaux).

Chem. Węglan ołowiu teor. zawiera 83·5 tlenku ołowiu, 16·5 dwutlenku węgla. W pl. dm. trzaska z mocą, żółknie i zamienia się na tlenek ołowiu; na

Fig. 1.

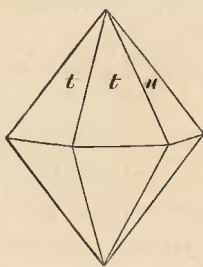


Fig. 2.

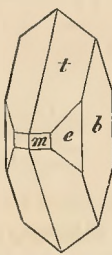


Fig. 3.

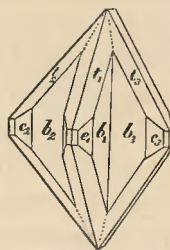


Fig. 4.

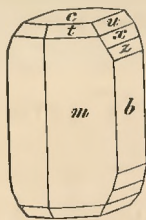


Fig. 5.

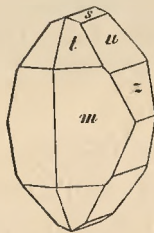
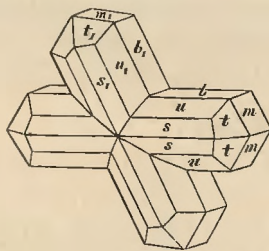


Fig. 6.



węgla odtlenia się i daje ołów. Rozpuszczalny w kwasie azotnym, jak również w ługu potasowym. Proszek cerusytu, potraktowany roztworem siarku sodu, w kilka minut pokrywa się czarną powłoką siarku ołowiu (Lemberg, l. c. 1890). Kryształy odtworzył sztucznie Drevermann (str. 282).

Cerusyt znajdujący się bywa dość często, jako nowotwór, w dawnych rurach ołowianych i t. p.; nacieki jego dostrzegł v. Dechen w kopalniach Komorańskich (Commern). Najczęściej bywa produktem rozkładowym galeny, której towarzyszy statecznie; kryształy jego spoczywają często na galenie nagryzionej lub próchnistej. Pseudomorfozy po błyszczu ołowiu należą do zjawisk pospolitych, tak samo jak po anglezycie; w tych ostatnich Groth upatruje raczej pseudomorfozy zastąpienia po barycie.

Wystę p. Wielkie kryształy piramidalne pochodzą z okolic Strzibra (Mies), są to bliźniaki kolankowe. Osobniki pryzmatyczne znajdowano dawniej w Klausthalu i Zellerfeldzie na Harcu. Kryształy piękne, zebrane niekiedy w obfite druzy, występują we Friedrichsseggen, Braubach i Ems w Nassauskiem, w Johannegeorgensztadzie, Przybramie; dalej w Leadhills (Szkocya), Berezowsku (Ural) i t. d. W Komoranach cerusyt towarzyszy galenie gruzłowej, osadzonej w piaskowcu, koło Vilbek we Frankonii tworzy spój piaskowca. Nadzwyczaj wielkie jego masy kryją się w pobliżu Leadville w Kolorado.

Co się tyczy złożu polskich, to cerusyt jest tu również stałym towarzyszem galeny, o której pokładach tryasowych wspominaliśmy niejednokrotnie powyżej (str. 380). W Pn-Z. części Będzińskiego rozsiany jest wraz z galeną w rudzie żelaznej (Góra Siewierska) lub tworzy gniazda w wapieniu podstawowym (Strzyżowice); zawierają go też gliny z wapieniem tym związane koło Sączowa, Boguchwałowie i Przeczyce (Doborzyński, Pam. Fizyogr., XIV, 1896). Występuje tak samo w Długoszynie i Lgocie pod Krzeszowicami, tudzież w górach Tarnowskich. W Olkuszu i Tarnowicach na Śląsku napotyka się również odmiana ziemista (ołowianka). W Jaworznie pod Kielcami cerusyt stanowi substancję skamieniałych lilii morskich.

Ruda ołowiu czarna jest mieszaniną cerusytu z węglem lub galeną; główną domieszkę ołowianki stanowi glina. Nazwa iglezyazytu stosuje się do kryształów cer., zawierających cynk. Niekiedy cerusyt przeobraża się w galenę, t. j. powraca do stanu pierwotnego. Przejścia w piromorfit zostały również poznane na pseudomorfozach.

Synonim. *Cerussa nativa Plin., Agric.* Staroniem. Bley Spath = szpat ołowiany *Kluka*. Weissbleierz *Wern.* = ołów biały *Drzew.*, ołowiak biały *Lab.* *Cerussit Haid.* = = cerussyt *Zejszn.* Schwarzbleierz *Wern.* = ołów czarny *Drzew.* = ruda ołowiu czarna *Staszica*. Bleierde *W.* = ziemia ołowiana *Kluka*, po cz. ruda ołowiana mączasta *Drzew.* Ołowianka, *Kluk*, *Staszic*. Iglésiasite, *Huot* = spat cynkowo-ołowiany (*Kersten*).

### Witeryt.

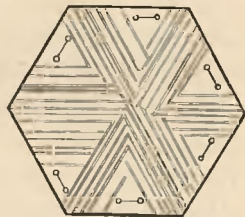
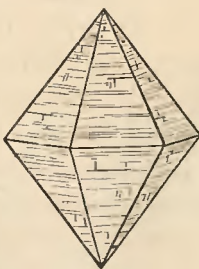


*Kl. bipiram. romb.* (8).

Kryształy rombowe, lecz zawsze o wyglądzie piramidy heksagonalnej, fig. 1, lub odpowiednich połączeń. Nie są to atoli kryształy pojedyncze, lecz bliźniaki wielokrotne kolankowe, których osobniki trojaki zajmują stanowiska, zrastając się ścianami (110) i przybierając niekiedy postać cienkich a licznych blaszek bliźniaczych. Fig. 2 jest przekrojem takiego utworu, równoległym do 001. Kąt (110) = = 62° 12', równopostaciowy z aragonitem (str. 272). Często też w skupieniach pręcikowatych o powierzchni kulistej, nerkowatej, grotnastej lub zgola w masach nieforemnych.

Fig. 1.

Fig. 2.



Tw. 3 do 3·5. Łupl. || (110) wyraźna. Przełam nierówny. C. wł. 4·2 do 4·3.



**Opt.** Połysk szklisty lub tłusty. Bezbarwny, szarawy, żółtawy.  $P\ell.$  o. o.  $\parallel (010)$ , I-sza dwusieczna  $\perp 001$ , optycznie odjemny (—).  $2E = 26^\circ 30'$ . Podczas ogrzewania preparatu powstają nowe blaszki bliźniacze.

**Chem.** Węglan baru zawiera 77·7 tlenku baru, 22·3 dwutlenku węgla. W  $p\ell.$  dm. topi się na perlę przezroczystą, mętniejącą po ostudzeniu. Rozpuszcza się w rozcieńczonym kwasie solnym. Celem odróżnienia witerytu od kalcytu i aragonitu, Lemberg działa w ciągu 5 do 10 minut na proszek lub szlif roztworem siarczanu żelaza, a następnie siarkiem amonu; witeryt przybiera bardzo blade zabarwienie zielone, gdy kalcyt i aragonit stają się ciemne lub czarno-zielone. Działając na witeryt oraz stroncyanit i kalcyt roztworem dwuchromianu potasu i kwasu octowego, tenże badacz dostrzegł, że na pierwszym z tych minerałów w ciągu 10 minut osiada żółta powłoka nierozpuszczalnego w kw. oct. chromianu baru, gdy dwa pozostałe całkiem się nie zabarwiają (l. c. 1890).

Występuje w żyłach: Alston w Kumberland, Hexham i Fallowfield w Northumberland, gdzie go wydobywają w wielkich ilościach na preparaty chemiczne i w celach przemysłowo-handlowych. W Szkocyi używa się jako trutka na szczury. Dalej złoża witerytu posiadają Dufton w Westmoreland, gdzie się on niekiedy przeobraża w baryt, Peggau w Styryi, Tarnowice na Śląsku i t. d.

**Etym. i synonim.** Witherit Wern. = witeryt Drzew. „Od imienia wynalazcy anglika Withering, minerał ten wziął nazwisko“, Kumel. Barolit, Kirwan. Truień Zdzit. (aluzya do owych szczurów).

Równopostaciowy z poprzednim alstonit (bromlit) z Fallowfield i Alston jest mieszaniną izomorficzną  $BaCO_3$  i  $CaCO_3$  w stosunku 1:1 — 1:2. Jednoskośny barytokalcyt z Alston i Langban jest węglanem baru i wapnia,  $BaCO_3 \cdot CaCO_3$ .

### Stroncyanit.

$SrCO_3$ .

*Kl. bipiram. romb. (8).*

Kryształy rombowe, zwykle igielkowate, śpiczaste, powiązane w pęczki. Równopostaciowy z aragonitem. Utwory bliźniacze również na podobieństwo aragonitowych. Kąt  $(110) = 62^\circ 41'$ . Skupienia włókniste lub cienkopęcikowe. — Tw. 3·5. C. wł. 3·6 do 3·8.

**Opt.** Połysk szklisty. Przezroczysty lub przeświecający, bezbarwny, biały, żółtawy, zielonawy. Optycznie ujemny (—).  $P\ell.$  o. o.  $\parallel (010)$ , I-sza dwusieczna  $\perp (001)$ .  $2E = 12^\circ$ ,  $\rho < v$ .

**Chem.** Węglanowi strontu odpowiada 70·3 tlenku strontu, 29·7 dwutlenku węgla. W  $p\ell.$  dm. wzdyma się i świeci mocno, zabarwiając  $p\ell.$  na kolor purpurowo-czerwony; topi się jednak tylko w krawędziach. W kwasie solnym łatwo rozpuszczalny. Szlif stroncyanitu, przerosłego kalcytem, traktuje Lemberg roztworem alunu żelaznego, a następnie siarkiem sodu, przez co granice obu minerałów występują bardzo wyraźnie, gdyż kalcyt zabarwia się mocniej od stroncyanitu (l. c. 1890).

Występuje w żyłach: koło Strontian w Szkocyi, gdzie go po raz pierwszy znaleziono, koło Clausthal, Bräunsdorf. Niedaleko Hamm w Westfalii tworzy żyły w marglu kredowym; postaci stroncyanitu z tego złoża opisał Laspeyres (Zeitschr. Kryst. I, 305). Na Śląsku pod Skoczowem tworzy gniazda w wapieniu i ujawnia pseudomorfozy po celestynie; pomiędzy złożami stroncyanitu Zejszner wymienia także „Starachowice w Polsce“.

Etym. Strontianit, *Sulzer*, od miejsc. Strontian w Szkocji. Stroncyanit, *Drzew.* Emmonit jest stroncyanitem, zawierającym węglan wapnia; stromnit (barytostroncyanit) jest mieszaniną.

**Aragonit.***Kl. bipiram. romb. (8).*

Minerał wybitny przedewszystkiem dla nader ważnej roli, jaką odegrał w odkryciu wielopostaciowości (str. 269), a także dla właściwych mu bliźniaków i zagadkowego pochodzenia. Wzmiankowaliśmy już o nim poprzednio, jako o przedstawicielu równopostaciowego szeregu węglanów rombowych (str. 272). Kryształy, osadzone w gipsie a pochodzące z Moliny w Aragonii, zostały poznane nasamprzód.

Kryształy pojedyncze rozwinięte są bądź pryzmatycznie, w kierunku osi  $c$  jak na fig. 1, bądź też są zakończone śpiczasto, jak na fig. 5. Do najpospolitszych

Fig. 1.

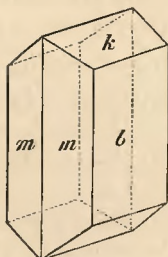


Fig. 2.

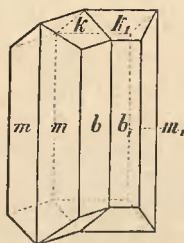


Fig. 3.

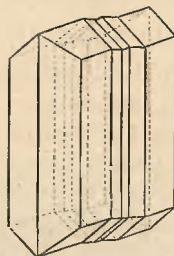


Fig. 4.

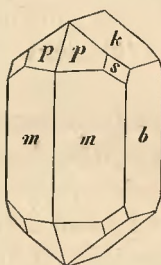


Fig. 5.

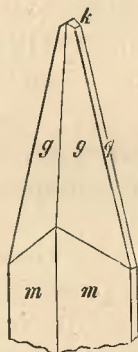
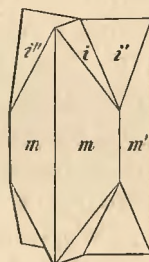


Fig. 6.



postaci należą:  $b = (010)$ ,  $m = (110)$ ,  $k = (011)$ ,  $p = (111)$ ,  $s = (121)$ ,  $i = (021)$ . Na kryształach śpiczastych występują piramidy strome, jak  $g = (9, 12, 2)$  lub  $(24, 24, 1)$ , dalej słupy podłużne, jak  $q = (061)$  lub  $(0, 24, 1)$ .

Oto ważniejsze kąty:

$$\begin{array}{lll} p : p = 50^\circ 27' & p : m = 36^\circ 15' & p : k = 43^\circ 12' \\ m : m = 63^\circ 48' & i : b = 34^\circ 45' & k : b = 54^\circ 13' \end{array}$$

Utwory bliźniacze nadzwyczaj pospolite, lecz zawsze według 110. Przy-  
padek najprostszy, właściwy kryształom z Horzenec pod Biliną, podany na fig. 2. Bliźniaki wielokrotne, jak na fig. 3, są jednak pospolitsze, tak, że nawet w kry-



sztalach napozór pojedynczych dostrzegano niejednokrotnie wtrącenia cienkich blaszek bliźniaczych. Bliźniaki kolankowe, które już Hauyego zajmowały, wykazują szyk osobników potrójny, a nawet poczwórny, fig. 6 do 10. Z wejrzenia są one podobne do słupów sześciograniastych.

Bliźniaki, rozpatrywane z góry, sposób zespolenia ujawniają wyraźniej. Fig. 7 przedstawia kryształ troisty z Pańskiej Doliny na Węgrzech (Herrengrund); prążki biegną równolegle z krawędzią *kk*. Kreski, zakończone kółkami, wskazują położenie osi optycznych. Słup z boków ma żłobkowate wklęsłości. Na fig. 8 mamy kryształ podobny, ujawniający szwy bliźniacze dwojakiego rodzaju: jedne prawidłowe, grzebieniaste, odpowiadające płaszczyznom bliźniaczym; drugie nierówne, przypadkowe. Wielce niekiedy skomplikowaną budowę utworów bliźnięcych wyjaśnili Sénarmont na drodze optycznej, Leydolt zaś — za pomocą trawienia.

Tw. 3·5 do 4, a więc wyższa od tw. kalcytu. Łupl.  $\parallel (110)$  i  $(010)$  wyraźna. Przełam muszlowy. C. wł. 2·9 do 3. Ar. czysty, według Kennigotta, 2·92 do 2·96.

Fig. 7.

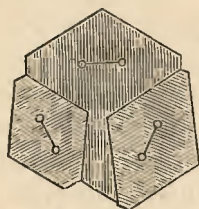


Fig. 8.

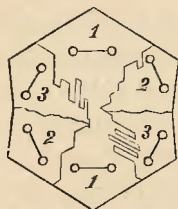


Fig. 9.

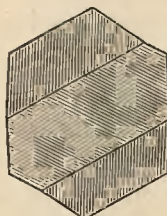
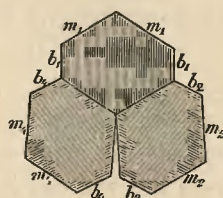


Fig. 10.



Opt. Bezbarwny lub słabo zabarwiony: żółtawy, różowy, zielonawy, fioletowy i t. p. Spółcz. załamania św. sodowego: 1·6859, 1·6816, 1·5301, podług Rudberga.  $2E = 30^{\circ} 54'$ ,  $2V = 18^{\circ} 11'$  (linia *D*). Pł. o. o.  $\parallel 100$ , odjemny (—). Porówn. też str. 212.

Pod wpływem gorąca kąt słupa pionowego  $(110)$  zmniejsza się o  $2\frac{1}{2}'$ , gdy temperatura wzrośnie do  $100^{\circ}$ , przyczem jednak kąt  $(011)$  zwiększa się równocześnie o  $5\frac{1}{2}'$  (Mitscherlich i Fizeau).

Chem. Składem nie różni się od kalcytu: 56·0 wapna i 44·0 dwutlenku węgla. Domieszkami przypadkowymi, za których pomocą starano się dawniej objaśnić różnice postaciowe obu rodzajów węglanu wapnia, są drobne ilości strontu, magnezu, żelaza, zależnie od sposobu powstawania. Ogrzany, wzdyma się nieco i rozpada na proszek kalcytu dość gruby, gdy obok położony spat wapienny żadnej nie doznaje zmiany. Z kwasami burzy się łatwo i rozpuszcza, wszakże powolniej od kalcytu. (O reakcyach mikrochemicznych Lemberga, pozwalających odróżnić aragonit od witerytu i kalcytu, ob. pod temi minerałami).

Powstaw. G. Rose, H. Vater i in. wykonali liczny szereg doświadczeń nad tworzeniem się aragonitu z roztworu  $\text{CaCO}_3$  w wodzie, nasyconej dwutlenkiem węgla, gdy ten z niej stopniowo uchodzi (Zeitschr. f. Kryst., t. 21, str. 433; t. 22, str. 201). Okazało się, iż z takiego roztworu w cieple osiada równocześnie aragonit i kalcyt, lecz pierwszy przeważa, gdy z roztworów zimnych osadza się tylko kalcyt.



Rozpowsz. i występ. Aragonit sam przez się skał nie tworzy i nigdzie w większych masach nie występuje, atoli rozpowszechniony jest szeroko.

Kryształy ar-tu występują w próżniach i szczelinach skał wulkanicznych zwykle w towarzystwie zeolitów. Pięknym przykładem takiego sposobu występowania są wspomniane powyżej kryształy z Horzenec, osadzone w bazalcie, tudzież z kilku innych miejscowości Czeskiego Śródgórza (Středohoří); dalszemi przykładami są druzy z Sasbach w Badenie, z Oweronii i in. m. Jeżeli w wymienionych łóżyskach ar-it jest produktem rozkładu masy skalnej, to w zwietrzałych pokładach żelaza spatycznego upatrywać w nim musimy poboczny produkt wietrzenia, albowiem syderyt zawsze zawiera trochę węglanu wapnia. Postaci bywają tu najczęściej śpiczaste. Werfen w Salzburgu, Hüttenberg w Karyntyi, Iberg na Harcu i wiele innych miejscowości dostarczają okazów tego rodzaju. Piękne utwory krystaliczne znajdujemy często w żyłach kruszcowych, np. w pobl. Leogang w Salzburgu, koło Dognaczki w Banacie, a zwłaszcza pod Tarnowicami na Śląsku Górnym, gdzie w kryształach, podanych na fig. 6, występuje tarnowicyt, zawierający do 9 proc. węglanu ołowiu i różniący się nieco pod względem postaciowym od aragonitu właściwego. W Pańskiej Dolinie (Herrengrund) na Węgrzech znajdują się przepyszne zespolenia owych słupów, które zrastają się częstokroć sposobem, wskazanym na fig. 7. Niektóre z nich mają naskorupienia, złożone ze skalenodrów kalcytu, a wewnątrz są porowate, inne zachowały wprawdzie postaci graniastosłupowe, ale już całkowicie składają się ze spatu wapiennego. Upatrujemy w nich paramorfozy. Kryształy ar-tu postrzegano też niejednokrotnie w szczelinach serpentynu, łupków krystalicznych i t. p. Atoli nie mogą się one porównać, co do piękności i wielkości, z temi wspaniałemi okazami, które występują wraz z siarką w próżniach marglu koło Girgenti, Caltanisetta i w innych punktach Sycylii. Złoża gipsowe Moliny i Walencji różnią się od wszystkich innych tem, że osadzone w nich kryształy powstały w zawieszeniu.

Skrzepy aragonitowe rozmaite przybierają kształty. Nacieki i sople zdarzają się niezbyt często: Antiparos, Devonshire; natomiast powłoki i naskorupienia są bardzo rozpowszechnione. Koło Eisenerz skrzep aragonitowy zlepia okruchy zwietrzałej rudy żelaznej. T. zw. „kwiat żelaza“ (łac. flos ferri) o postaciach białych, rogatych lub sęczkowatych, również do skrzepów zaliczyć wypada. Są to skupienia krzaczaste, złożone z igielek drobnych, przechodzących niekiedy w delikatne kryształy śpiczaste, a zawsze mające za podkład rudę żelaza zwietrzałą, powstałą z syderytu. Wspaniałe ich okazy z Eisenerz i Hüttenberga rozpowszechnione są po wszystkich zbiorach. Do naskorupień młodszych należą znakomite skrzepy Karlsbadzkie, czyli t. zw. kamień szprudłowy (Karlowy Wary w Czechach). Ujawnia on zwykle budowę skorupową z prostopadłą do powierzchni włóknistością; zabarwiony bywa często tlenikiem żelaza. Grochowiec, będący utworem nader charakterystycznym, należy również tutaj zaliczyć (str. 310). Cieplice Karlowych Warów (Karlsbadu), Nauheimu, Wiesbadenu i t. p. wydzielają po dziś dzień jeszcze skrzepy aragonitowe.

Produktem przeobrażenia aragonitu jest wapień pienisty, będący agregatem białym, blaszkowatym, sypkim i pulchnym. Według G. Ro-

sego powstaje on z gipsu (str. 131 i 320). Gera, Hettstädt, Lautenberg na Harcu.

Jako utwór pochodzenia organicznego, ar-it jest wielce rozpowszechniony. Warstwa perłowej macicy w muszlach skójki (Unio), skorupy rodzaju szoldra (Pinna) i t. d. w konoskopie ukazują obraz osiowy aragonitu. Cieniutkie igły tej warstwy muszą więc być ułożone w szyku krystalograficznie równoległym. G. Rose dowiódł obecności aragonitu w szkieletach wielu zwierząt skorupowych. Atoli i w szczątkach kopalnych tych zwierząt ar-it przecho-wuje się często, jakkolwiek w utworach wapiennych dawniejszych jest on wo-góle rzadki, przeobrazić się bowiem musiał w spat wapienny.

(O postaciach: Zepharovich, Sitzb. d. Wiener Ak. 1875, t. 71. Prace G. Rosego: Abhandl. d. Berliner Ak. 1856, 1859, 1860).

Etym. i synonim. Arragonite, *Hany* — od Aragonii, miejsca pierwotnego znale-zienia. Arragonit Drzew. Aragonit *Lab.* Niem. Sprudelstein = pol. kamień szprudlowy = = stopień szprudlowy *Lab.* = źródleniec *Rzep.* Schaumkalk *Wern.* = wapno pienne Drzew. = wapnopian *Bogat.*

## Kalcyt.



*Kl. skalenoedru dytrygon. (21).*

Pod względem naukowym minerał to najważniejszy. Odkrycie zasadni-czych praw krystalografii geometrycznej oraz załamania podwójnego promieni świetlnych wiąże się ściśle z poznaniem pięknie skryształizowanych gatunków kalcytu, na których też dokonano niezwykle licznych i rozmaitych postrzeżeń znaczenia ogólniejszego. „Historja kalcytu jest historją mineralogii“.

Postaci są wzorem i typem krystalizacyi romboedrycznej. Za postać za-sadniczą obrano romboedr odłupany  $r$  z kątem  $74^{\circ} 55'$ , występujący samoistnie dość rzadko. Do postaci pospolitszych należą raczej  $a = \infty R$ ,  $e = -\frac{1}{2} R$ ,  $v = R 3$ . Dla kilku postaci zwykleszych podajemy znaki Naumanna i Bravaisa:

Naum.	Bravais		Naum.	Bravais
$r = R$	$\rho (10\bar{1}1)$	kąt $74^{\circ} 55'$	$e = -\frac{1}{2} R$	$\rho (01\bar{1}2)$ kąt $45^{\circ} 3'$
$m = 4 R$	$\rho (40\bar{1}1)$	" $114^{\circ} 19'$	$h = -\frac{3}{2} R$	$\rho (03\bar{3}2)$ " $91^{\circ} 42'$
$i = 13 R$	$\rho (13, 0, \bar{1}3, 1)$	" $119^{\circ} 24'$	$f = -2 R$	$\rho (02\bar{2}1)$ " $101^{\circ} 9'$
$a = \infty R$	$\rho (10\bar{1}0)$		$b = \infty P 2$	$\rho (11\bar{2}0)$
$c = 0 R$	$(0001)$			

Wśród skalenoedrów  $R 3$  jest najpospolitszy i występuje często samoistnie, fig. 8. Krawędzie boczne, zygzakowate, mierzą po  $47^{\circ} 2'$ , biegunowe dłuższe  $35^{\circ} 36'$ , krótsze  $75^{\circ} 22'$ . Pospolitemi skalenoedrami są:

$v = R 3$	$\rho (21\bar{3}1)$	$\lambda = R 2$	$\rho (31\bar{1}2)$
$t = \frac{1}{4} R 3$	$\rho (21\bar{3}4)$	$w = \frac{2}{3} R 2$	$\rho (31\bar{4}5)$
$y = R 5$	$\rho (32\bar{5}1)$	$x = -2 R 2$	$\rho (13\bar{4}1)$

Ściany o położeniu piramid wtórych ukazują się, rzecz oczywista, dość rzad-ko, albowiem są tylko szczególniejszemi przypadkami skalenoedrów; wszakże piramida wtóra  $\frac{16}{3} P 2 = (8, 8, \bar{16}, 3)$  występuje samoistnie na kalcyecie z Rhis-nes w Belgii.

Rozmaitość postaci olbrzymia. I pod tym więc względem kalcyt w świe-cie kamieni naczelnie zajmuje miejsce. Zippe podał w r. 1850 ogólną liczbę po-

znanych kombinacyi za blizką 700, liczbę zaś postaci pojedynczych oznaczył na 136; Descloizeaux w r. 1874 tę ostatnią cyfrę podniósł do 170; Irby w r. 1878 zestawil krytycznie postaci dokladniej opisane i otrzymal 50 romboedrow oraz 155 skalenoodrow.

Z pomiedzy utworow bliźniaczych do najpospolitszych należą zrastające się ścianą —  $\frac{1}{2}R$ , fig. 24, albowiem zrostki tego rodzaju wielokrotne dają się dostrzegać na wszystkich skupieniach ziarnistych, a pod mikr. widzimy często osobniki, składające się z blaszek bliźniaczych, które się niekiedy przecinają na-

Fig. 1.

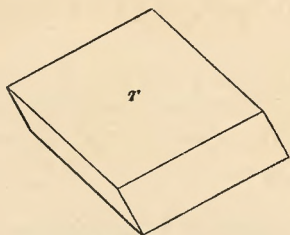


Fig. 2.

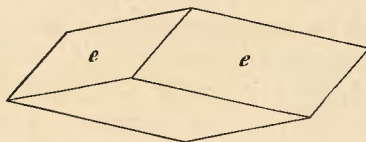


Fig. 3.

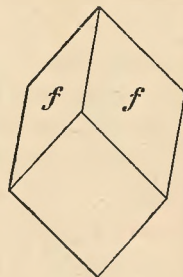


Fig. 4.

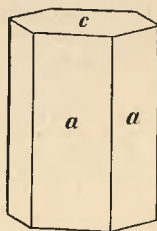


Fig. 5.

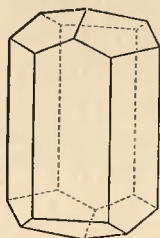


Fig. 6.

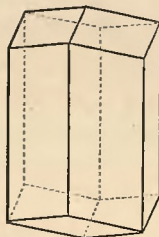
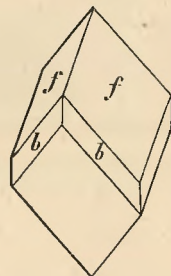


Fig. 7.



kształt kratki ukośnej. Ten sam sposób zrastania się bliźnięcego powoduje, według G. Rose, powstawanie próżnych kanałów w spacie dwójłomnym, które to kanały biegną równolegle z poziomą przekątną jednej ze ścian romboedru zasadniczego  $R$  (Rozprawy Akad. Berliń. 1868). Dwojaki, których osią bliźnięcą jest normalna do  $0R$ , jak na fig. 22 i 23, nie są też rzadkie, natomiast inne prawa bliźniacze, a mianowicie według  $R$  (fig. 20) lub  $2R$ , wyraz swój rzadziej znajdują <sup>1)</sup>. O kryształach dwuokresowych patrz str. 113.

Ściany  $e = -\frac{1}{2}R$ ,  $v = R3$  i  $b = \infty P2$  pokryte są brózdkami równoległymi do krawędzi kombinacyjnej z  $r = R$ ;  $0R$  bywa zwykle matowy lub

<sup>1)</sup> O postaciach kalcytn już w r. 1808 obszerne dzieło ogłosił Bournon: *Traité complet de la chaux carbonatée*. Zippe podał bardzo kompletne zestawienie w Pamiętn. Akad. Wiedeń., r. 1851, t. 3. Descloizeaux w *Manuel de Minéralogie*, t. II (1874) zebrał troskliwie wszystkie znane w tym czasie postaci. Irby dał w swej rozprawie: *On the Crystallography of Calcite*, Bonn 1878, krytycznie przejrany spis znanych postaci prostych, tudzież zestawil pomiary ich kątów. W dziełach wymienionych mamy też zestawioną literaturę, dotyczącą postaci, odkrytych przez Haneyego, Weissa, Sella, Hessenberga, v. Ratha i in. Sansoni opracował kryształy andreasberskie (*Zeitschr. f. Kr.* X, 545).



chropowaty, ujawnia przytem połysk perłowo-maciczny skutkiem skorupowatości, do ściany tej równoległej. Skorupowatość równoległa do  $e$  bywa też niekiedy widoczna. Wskutek zrastania się równoległego i zbierania kryształów w grupy, powstają kształty bardzo rozmaite: schodkowate, krzewiaste, rozetkowate i wiele innych.

Wł. fiz. Lupl. w najwyższym stopniu doskonała, równoległa do  $R$ ; stąd przełam muszlowy rzadko tylko widoczny. Tw. 3. C. wł. 2·6 do 2·8, gęstość kalcytu zupełnie czystego 2·72. Bliźniaki sztuczne i spękania krystaliczne patrz

Fig. 8.

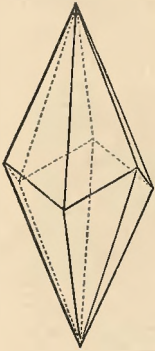


Fig. 9.

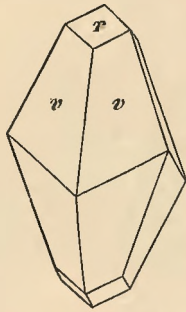


Fig. 10.

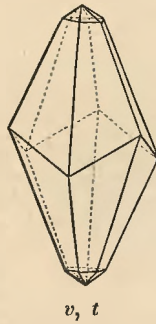


Fig. 11.

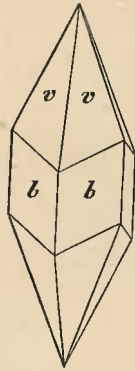


Fig. 12.

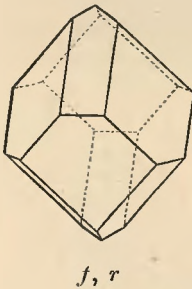


Fig. 13.



Fig. 14.

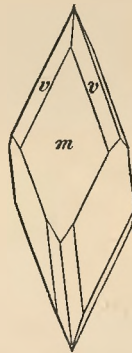
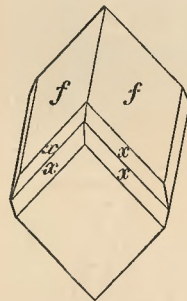


Fig. 15.



na str. 141, twardość w rozmaitych kierunkach str. 148, figury wytrawione str. 151, świetlne str. 166, rozszerzalność pod wpływem ciepła str. 220, elektryczność str. 226, magnetyzm str. 230.

Opt. Kalcyt bywa często bezbarwny lub biały, wszakże barwy szare, żółte, zielone, czerwone, brunatne nie są też rzadkie, a nawet ukazują się niekiedy zabarwienia niebieskie i czarne. Połysk szklisty na płaszczyznach przełamowych zbliża się ku tłustemu. Optycznie ujemny (—). Dwójłomność bardzo mocna, widoczna dla oka nieuzbrojonego. Spółczynniki załamania dla linii Fraunhofera, według Schraufa i in.:

	B	C	D	E	F	G	H
$\omega =$	1·65305	1·65454	1·65849	1·66362	1·66812	1·67642	1·68338
$\epsilon =$	1·48378	1·48446	1·48625	1·48856	1·49066	1·49458	1·49770

Porówn. też str. 163.

Chem. Składem nie różni się od aragonitu: 56 wapna i 44 dwutlenku węgla; często z domieszkami węglanów równopostaciowych (Mg, Fe, Mn) i obcemi. W pł. dm. nietopliwy; rozżarzony, wydaje mocne światło i zamienia się na tlenek wapnia (wapno niegaszone). Z kwasami burzy się silnie już w temp. zwykłej. Co się tyczy rozpuszczalności w wodzie, zawierającej dwutlenek węgla, ob. str. 306. Celem odróżnienia kalecytu od dolomitu, Lemberg podaje ważne reakcje mikrochemiczne. 1. Na proszek lub szlif działa się roztworem chlor-

Fig. 16.

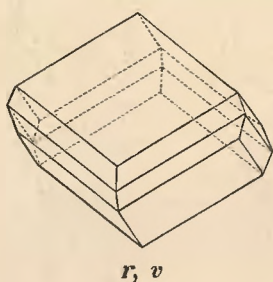


Fig. 17.

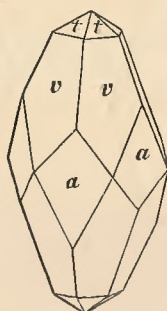


Fig. 18.

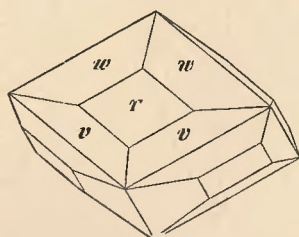


Fig. 19.

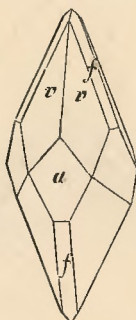


Fig. 20.

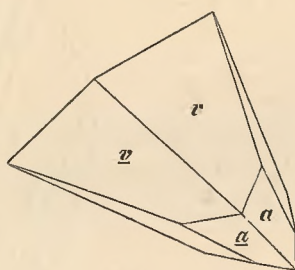
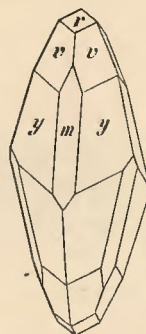


Fig. 21



niku żelaza (1 cz.  $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 12\text{H}_2\text{O}$  na 10 cz. wody), który na kaleycie osiada w postaci brunatnego wodanu w ciągu 1 minuty lub prędzej, gdy dolomit pozostaje bezbarwny. Dla uwidocznienia osadu powłokę z  $\text{FeH}_3\text{O}_3$  złożoną traktuje się siarkiem amonu, poczem przez wzajemną wymianę przybiera ona kolor czarny siarku żelaza  $\text{FeS}$  (Zeitschr. d. d. geol. Gesel., 1887, str. 489). Zamiast chlorniku żelaza może też być z powodzeniem stosowany obojętny roztwór chlorku glinu; wówczas strącający się pod wpływem kalecytu wodan glinu barwić należy roztworem karminu, drzewa kampszewego i t. p. — 2. Inne postępowanie polega na tem, że szlif lub proszek ogrzewa się z kroplą obojętnego 10-procentowego roztworu  $\text{AgNO}_3$  do  $60^\circ$ — $70^\circ$ , poczem powstający natychmiast na kaleycie

węglan srebra redukuje się pirogalolem i otrzymuje osad czarny srebra, lub też powłokę  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$  traktuje się ostrożnie roztworem chromianu potasu ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ), który strąca się na niej jako czerwony osad  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ . Tym sposobem kalcyt można odróżnić od stroncyjanitu, magnezytu i dolomitu, a nawet aragonitu, gdyż one względem roztworu saletry srebrnej zachowują się oporniej lub reagują powolniej. Witeryt i alstonit, przeciwnie, nie różnią się pod tym względem od kalcytu (Lemberg, l. c. 1892, str. 231). Reakcyje te posiadają pierwszorzędne znaczenie zwłaszcza w sprawie odróżniania t. zw. wapieni dolomitycznych.

Fig. 22.

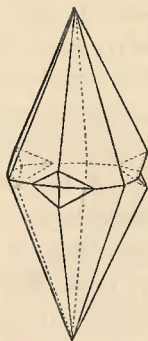
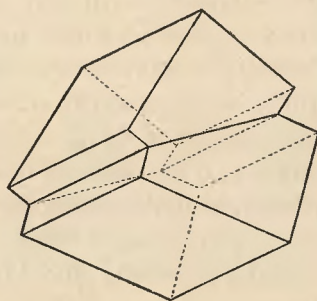


Fig. 23.



Fig. 24.



Z parujących roztworów węglanu wapnia w wodzie, nasyconej dwutlenkiem węgla, kalcyt wydziela się przeważnie w postaci romboedru zasadniczego, według spostrzeżeń G. Rosego i Vatera (porówn. pod aragonitem). Niekiedy kryształki są tak pokaźne, iż dają się zmierzyć. Jeżeli roztwór nie jest czysty, lecz zawiera domieszki innych soli, wówczas powstają, według Crednera, rozmaite kombinacyje. Okoliczność ta tłómaczy rzadkie ukazywanie się romboedru *R*, albowiem roztwory czyste w przyrodzie należą do niezwykłych. Kalcyt jest przedstawicielem szeregu węglanów romboedrycznych, równopostaciowych (str. 272).

Liczba gatunków bardzo wielka. Zgrupujemy je w sposób następujący:

#### 1. Kalcyt w kryształach.

Wielce rozmaite krystalizacyje ujawniają już to typ romboedryczny, już to bardziej skalenoedryczny lub pryzmatyczny do tabliczkowego. Kryształy za nielicznymi wyjątkami są zawsze narosłe. W jednakowej paragienezie występują jednakowe kombinacyje, tak, że oko znawcy z postaci wnosić może o towarzystwie, wśród którego uważany kryształ powstał.

Piękne kryształy znajdują się często w okrągłych próżniach skal wybuchowych. Należy tu najważniejszy gatunek, spat islandzki dwójłomny, znaleziony koło Helgustadir w pobliżu Eskifjordu na Islandyi, w pieczarze, mającej około 12 metrów długości i 5 m. szerokości, a powstałej w ciemnym migdałowcu. Przezroczystą bryłę spatu przebiegają szczeliny, wypełnione skupieniami kryształów desminu. Na spacie dwójłomnym występuje romboedr zasadniczy *r*, dalej kombinacyja *v*, *w*, *r*, jak na fig. 18, tudzież niektóre inne.



Jest to jedyna dotychczas miejscowość, posiadająca osobniki wielkie i nie-skazitelnie przezroczyste; jedynie też ona tylko dostarcza materiału, przydatnego do celów optycznych. W szczelinach skał krystalicznych występują gatunki spokrewnione. Osadzonym w granicie i gnejsie towarzyszy albit, kwarc, epidot, i t. p. Osobny gatunek tworzą kryształy o panującym dwuścianie podstawowym, na którym spoczywa adular: Rauris, Gotthard i in.

Kryształy kalcytu w żyłach są zjawiskiem bardzo pospolitem, zwłaszcza w żyłach kruszców siarczystych. Nader rozmaitem występowaniem kalcytu odznaczają się żyły andreasherskie na Harcu, również kornwalskie i derbyszyrskie w Anglii. Znaleziono tu kombinacje wszystkich trzech typów, a między niemi też pryzmatycznie wydłużone („spaty działowe“) i cienko-blaszkowe („druzy papierowe“). Przepięknych, przezroczystych kryształów pojedynczych i bliźnięcych zaczęły w ostatnich czasach dostarczać okol. Egremont w Kumberlandzie. W żyłach przybramskich również spotykamy się z wielkiem form bogactwem. Płaski romboedr *e*, fig. 2, występuje tu często samoistnie, niekiedy z ciernistym wyrostkiem na osi głównej („spat ćwiekowy“). Żyły Freiberga, Bräunsdorfu, Annaberga, Kapnika, Szczawnicy W. i w. in. kryły i do dziś dnia kryją w swem wnętrzu piękne druzy z wielką różnorożnością postaci. Pokłady galeny w wapieniu zawierają niekiedy charakterystyczne utwory kalcytowe, np. w Hüttenbergu, Zorge na Harcu, podobnie pokłady rud manganowych koło Ilfeldu, na Ibergu i t. d.

Żyły i żyłki w wapieniach, marglu, piaskowcu zawierają też często skupienia kryształów kalcytu. Postaci ich bywają tu zazwyczaj prostsze. Znane są romboedry zasadnicze z Poretta pod Bolonią. U nas drobne, lecz ładne kryształki znaleźć można w wapieniach Czerny pod Krzeszowicami, Podgórze pod Krakowem, w Tatrach na Trzystarskiej, Hawranu i in. m.

Powstałe w zawieszeniu romboedry — 2 *R*, z licznymi inkluzjami piasku, znaleziono w Fontainebleau pod Paryżem, Brilon w Westfalii, Sievring pod Wiedniem i t. d. Domieszka piasku wynosi niekiedy do 80 proc. Skale-noedry *R* 3, zawieszone w gipsie blaszkowym, znaleziono koło Lockport w stanie New-York.

## 2. Kalcyt krystaliczny.

Zaliczamy tu wszystkie utwory o rozpowszechnieniu ograniczonym, przeciwstawiając je rozległym masom skalnym. Jedne z nich są skrzepami, występującymi w grotach wapiennych jako nacieki i naskorupienia, których powstawanie omawialiśmy na str. 310. Należy tu również kalcyt włóknisty, którego odpowiednie okazy bywają szlifowane jako t. zw. „spat atlasowy“ (ang. satin spar), dalej „alabaster wschodni“ z Egiptu, marmur orański, marmur onyksowy z Tecali w Meksyku, używane na posągi ścienne, ołtarze i t. p. Na podobieństwo aragonitu tworzy też i kalcyt niekiedy grochowce (pizolity): Laibach, Buda, Vichy. Wskutek prędkiego ulatniania się dwutlenku węgla w jaskiniach i szczelinach wapiennych powstaje niekiedy delikatny biały proszek lub puder, znany pod nazwą mleka górnego lub mąki skalnej, a składający się częścią z pojedynczych drobnych romboedrów *R*, częścią zaś z pręcików, będących zespoleniem owych romboedrów.

Do utworów szczególnych należą: spat skorupowy z Trzebuszyna w Czechach, Schwarzenberga w Saksonii, z Kornwalii, wykazujący delikatną skorupowatość, a zwłaszcza krystalizacye, przypominające kształtami pazury, rogi lub grzyby, osadzone w wapieniu marglistym w Schonen, Hildesheimie, Quedlinburgu i wielu innych miejscowościach. Utwory pochodzenia organicznego wykazują też często budowę wyraźnie krystaliczną, zwłaszcza kalcytowe jądra enkrynitów, cydarytów i t. p., ujawniające na powierzchniach rozłupanych słaby połysk tłusty, lub odlewy belemnitów o budowie włóknisto-promienistej (str. 132). W skorupach muszli kopalnych optycznie można wykazać równoległą oryentacyę osobników kalcytu. Iryzujący marmur muszlowy z Bleiberga zawiera skorupy *Ammonites floridus* o połysku perłowej macicy, te w świetle zbieżnem dają krzyż kalcytu, gdy obok leżące muszle dwuskorupowe wykazują obraz osiowy aragonitu. Płytki, wyszlifowane z marmuru muszlowego (*lumachella*), odznaczają się często pięknym rysunkiem i grą barw. Używano ich już w czasach starożytnych do celów dekoracyjnych.

Utwory wtórne znajdowano wielokrotnie. Należą tu mianowicie wspomniane powyżej, str. 464, pseudomorfozy po aragonicie, pseudomorfozy przeobrażeń po gipsie, występujące na Montmartre pod Paryżem, a stanowiące paralelę do wapienia pienistego, kryształy fałszywe po fluorycie z Schwarzenberga w Saksonii, wspomniane przy gelusycie ziarna „jarcu“ i t. p. Kalcyt jest nadzwyczajnie pospolitym produktem przeobrażeń krzemianów wapiennych. Tak np. zwietrzałe plagioklasy, augity, skapolity, apofility i t. d. bywają częstokroć obficie w kalcyt zaopatrzone. Niekiedy wypiera on inne związki, np. baryt koło Przybramu. Do utworów wielce interesujących należą pokłady kalcytu niebieskawego w kontaktach, str. 295.

Skutkiem nieustannego powstawania węglanu wapnia z krzemianów wapiennych, kalcyt w postaci subtelnych wsiązków jest niezmiernie rozpowszechniony w skałach wybuchowych zwietrzałych; podobnież w skałach osadowych krzemionkowych jest on drobno rozsiany. W glinie i marglu zbiera się często w konkrecye, str. 125. W postaci szerszych lub węższych żył i żyłek, gniazd i t. p. jest rozpowszechniony w bardzo wielu skałach.

### 3. Wapień.

Wśród łupków krystalicznych występują składy, soczewice i pnie kalcytu wyraźnie krystalicznego, nie pozbawionego jednak licznych domieszek. Utwory te nazywamy zwykle wapieniem ziarnistym. Jeżeli barwa ich jest czysta i biała, wówczas mamy marmur biały, którego odmiany drobnoziarniste używane są w rzeźbiarstwie (marmur posągowy Drzew.). Najsłynniejszym w starożytności był marmur paroski: posągi *Wenus milońskiej*, *kapitolńskiej* i *medycejskiej* z niego były wykute. Marmur pentelijski jest już nieco szary. Obecnie marmur kararyjski pierwsze zajmuje miejsce. Kamieniołomy jego istnieją już od 2000 lat. Marmur z Laas w Tyrolu też wchodzi dzisiaj w użycie. Wapień ziarnisty zawiera w sobie częstokroć rozmaitego rodzaju krzemiany, zwłaszcza w pasie kontaktu ze skałami masowymi (p. str. 295).

Pod nazwą wapieni zbitych, czyli wapniaków, łączymy wszystkie inne skał utwory, ze spatu wapiennego złożone. Zwyczajny wapniak tworzy



często łańcuchy górskie nadzwyczajnej wysokości, jak na południu i północy Alp środkowych, składających się przeważnie z łupków krystalicznych, jak na północy i północo-wschodzie naszych Tatr granitowych i t. d., a pozatem jest on rozpowszechniony w obrębie utworów osadowych wszędzie tam, gdzie spoczywają jego warstwy większej lub mniejszej miąższości. Spat wapienny jest jedynym minerałem, który sam przez się składa góry rozmiarów olbrzymich. Ze względu na powstawanie odróżniamy wapieniaki morskie, zoogeniczne (pochodzenia zwierzęcego) i fitogeniczne (p. roślinnego), tudzież wapienie słodkowodne, p. str. 315. Wapieniaki, składające się z kulek skorupiastych a nazywane i krowcami lub oolitami, są, według Rothpletza i Wethereda, pochodzenia roślinnego, związanego z czynnościami życiowymi wodorostów.

Niektóre wapienie zawierają dolomit, jako domieszkę mniej lub więcej wyraźną: są to wapieniaki dolomityczne; inne znów zmieszane są z krzemionką: wapieniaki krzemionkowe; jeszcze inne bywają zabarwione na żółto lub brunatno zawartym w nich limonitem, na czerwono zaś — hematytem (syderokonit i hematokonit Hausmanna). Domieszka ciał smolistych (bitumicznych) sprowadza często zabarwienie żółto-szare, a przez tarcie i uderzanie — woń nieprzyjemną: wapieniak śmierdzący. Domieszki ciał zwęglonych są przyczyną zabarwienia czarnego. Gdy z tem ostatniem łączy się jeszcze budowa ziarnista, wapien otrzymuje nazwę antrakonitu. Pięknie zabarwione wapieniaki używane są w budownictwie, jako marmury kolorowe, i wogóle stosowane w sztuce zdobniczej. Do takich właśnie należą nasze marmury kieleckie i checińskie, dębnickie (odmiany czarne), czorsztyńskie (czerwone) i t. d. Przez domieszkę gliny powstają wapieniaki margłowe. Należy do nich t. zw. marmur zwaliskowy (ruinowy), zawdzięczający właściwy mu rysunek zarówno limonitowi, powstałemu ze zwietrzałej domieszki syderytu, jak cienkim żyłkom kalcytu, które tamowały w części krążenie wód deszczowych. Obfitsza domieszka gliny daje margiel.

Martwicą wapienną nazywamy wapieniaki porowate, gąbczaste, ujawniające częstokroć budowę inkrustowanych przez się mchów błotnych, łodyg sitowia, liści roślin drzewiastych i t. p. Powstawanie ich dostrzegamy w wielu miejscach (str. 315): u nas w Krynicy pod Sączem, w dolinie Pisar i Czerny pod Proszowicami i t. d. Martwice bardziej ściśle zwane są we Włoszech trawertynem. Jest to lapis tiburtinus rzymian starożytnych. Odmiennego odeń pochodzenia jest wapien komórkowy, występujący tylko na powierzchni i w ilościach niewielkich, a budowę swoją zawdzięczający nierównomiernemu działaniu wody, zawierającej dwutlenek węgla (str. 307).

Kreda bywa ziemista, często krucha i rozcieralna. Według Ehrenberga, kryje ona w sobie liczne szczątki otwornic i t. p., oraz zawiera zwykle znaczne ilości fosforanu wapnia. Od kredy właściwej odróżniamy ściślejszą martwicę kredową, tudzież kredę glaukonitową. Pod kredą jeziorową rozumiemy ziemisty osad wód stojących, w stanie suchym kruchy i rozcieralny; pod „alm“ — podobnyż osad drobnopiaszczysty, zbierający się na dnie trzęsawisk błotnistych.



Użytki. Wapienie dostarczają dobrego materiału budowlanego: bardzo poszukiwaną jest zwłaszcza martwica wapienna, dająca się łatwo piłować na ciosy pożądaney formy, jak np. trawetyn, którego w starożytnej Italii używano na budowę świątyń i który Persom dostarczał materiału do ich pysznych budowli; podobnież przepełnione szczątkami organicznymi porowate osady młodsze, których wybitnym przykładem są wapienie trzeciorzędowe zagłębia wiedeńskiego oraz t. zw. wapienie sarmackie, u nas w Lubelskiem i na Wołyniu występujące. Grubopłytkowe wapieniaki margłowe używane są, jako kamienie litograficzne, zwłaszcza z Solenhofen w Bawaryi, cienkopłytkowe — na posadzki. Liczne odmiany wapieniaków wypalają się na wapno  $\text{CaO}$ , służące do zaprawy murarskiej, zwanej też wapnem, i do niektórych celów przemysłowych. Wapieniaki margłowe i margle dają po wypaleniu wapno hydrauliczne, czyli cement, twardniejący w wodzie, zwłaszcza jeśli zawartość gliny wynosi od 25 do 30 proc. Kreda używa się w szerokim zakresie do pisania, czyszczenia i t. d. Kwas węglany, otrzymywany z kredy i wapieniaków zbitych, zawierających szczątki ciał organicznych, nie nadaje się wprawdzie do użytku ludzkiego, jako niepozbowiony woni, ma jednak zastosowania techniczne. W gospodarstwie rolnem wapieniaków używają często do ulepszania gruntów, albowiem gleby gliniaste (zimne), dzięki domieszkce wapna, stają się pulchne i przepuszczalne dla wody (gleby ciepłe).

Przeobraż. Kalcyt przeobraża się często w gips lub dolomit, wszakże pseudomorfozy tego ostatniego bywają zwykle zastąpieniami. W bardzo licznych przypadkach dostrzeżono jasno wyrażone wypieranie substancji kalcytu przez inne minerały. Do najpospolitszych minerałów wypierających należą kwarc i chalcedon, do bardzo zwykłych — rudy: limonit, hematyt, manganit, piroluzyt; dalej siarki: piryt, galena, blendy; wreszcie krzemiany: feldspaty, chloryty. Ważne również znaczenie posiadają zastąpienia, dokonywane przez węglany, trudniej w tych samych warunkach rozpuszczalne, jak syderyt, ankieryt, smitsonit, cerusyt, malachit.

Etym. i synonim. Łać. lapis calcarius. Saxum calcis. Calcit, *Haid.* 1845. Kalcyt, *Zejszn.* Niem. Kalkspath = pol. spat wapienny *Drzew.* = wapnospat *Staszica.* Wyraz spat pochodzi z grec. σπάθη, łopatka, blaszka, i oznaczał w mineralogii dawniejszej każdy „kamień łupny“ (*Kluka*), t. j. dający się dzielić na cienkie blaszki; luskowiec *Rzep.* Niem. Kalkstein = pol. kamień wapienny *Rzącz.*, *Kluka*, *Drzew.* = wapien, wapiennik, wapnoskał *Staszica* = wapieniak *Bogut.* Niem. Doppelspath = spat dubeltowy *Kuszał.* = spat dwójłomny. Erbsenstein *Wern.* = grochowiec *Drzew.* Niem. Bergmehl = pol. górna mąka *Kluka* = mącz skalny *Zdzit.* Bergmilch *Wern.* = wapno gąbczaste *Drzew.* Niem. Rogenstein = pol. kámién ikrzasty *Rzącz.*, ikrzyca *Kluka*, ikrowiec *Drzew.* Niem. Stinkkalk = kamień śmierdzący *Drzew.* Niem. Tropfstein = pol. kámién kapany, kroplisty *Rzącz.*; soplenie, kamień ciekący *Kluka*; „naciek albo sopol“ *Drzew.*; sopień, ociecz *Zdzit.* i t. p. Margiel *Rzącz.*, *Kluka*, z łać. marga; łomikost *Rzącz.* Niem. Kalktuff = = martwica *Rzącz.*, tuf wapienny *Kluka*, wapnokrzep *Bogut.* Kreda pisalna, *Kluk.*

Kalcyt z domieszką  $\text{PbCO}_3$  nazwano plumbokalcylem, z  $\text{MnCO}_3$  — spartaitem i manganokalcylem, z  $\text{BaCO}_3$  — neotypem, z  $\text{SrCO}_3$  — stroncyanokalcylem.

**Dolomit.**  $\text{CaMgC}_2\text{O}_6$  (=  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ). *Kl. romboedru trygon.* (17).

Kryształy ukazują się najczęściej w prostej postaci romboedru zasadniczego  $r$  o kącie  $73^\circ 45'$ ; romboedr  $m = 4R$  występuje też samoistnie i w połą-

zeniach;  $c = 0R$ ,  $e = -\frac{1}{2}R$ ,  $f = -2R$ ,  $b = \infty P2$  i n. in. Na kryształach pojedynczych ściany skalenoedrow, np.  $r = R3$ ,  $y = R5$ , oraz piramid wtórych, np.  $h = \frac{8}{9}P2$ ,  $n = \frac{1}{2}P2$ , obecnie bywają często tylko w liczbie połowicznej, co jest dowodem tetartoedry romboedrycznej dolomitu, na którą już v. Kobell zwrócił uwagę. Figury, wytrawione na ścianach romboedru, są zawsze niesymetryczne i ćwiartkowatość dolomitu najzupełniej potwierdzają, fig. 6. (Autor, Miner. u. Petrogr. Mitth., t. 4; Becke, tamże, t. 10). Wszakże liczne bardzo kryształy są dopełniającymi się wzajem bliźniakami, których osobniki zajmują stanowiska odpowiednie, dające się tylko ujawnić za pomocą trawienia romboedru odlupanego  $R$ . Bliźniaki, zewnętrznie uwidocznione, według prawa: pł. bliźniącą  $\infty R$ , jak na fig. 5, występują w pięknym rozwoju zwłaszcza koło Tra-

Fig. 1.

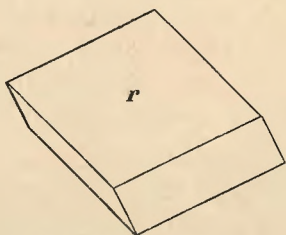


Fig. 2.

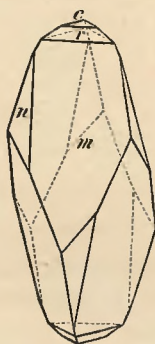


Fig. 3.

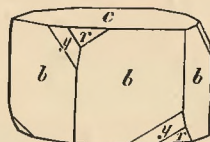


Fig. 4.

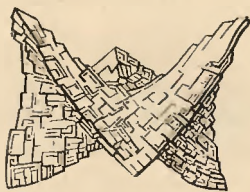


Fig. 5.

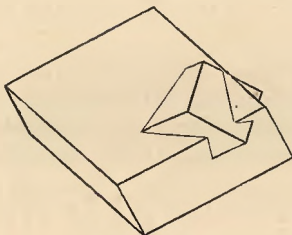
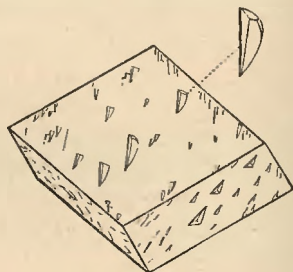


Fig. 6.



werselli, skąd też pochodzą bliźniaki według  $R$ . Często dają się dostrzegać wtrącenia blaszek bliźniaczych równoległe do  $-2R$ . Ciśnienie jednak ich nie wywołuje. Osobniki drobne, rozpatrywane w szlifach pod mikroskopem, wielokrotności bliźniaczej najczęściej nie wykazują.

Tw. 3·5 do 4, a więc większa, niż kalcytu.  $C$ . wł. też większy: 2·85 do 2·95. Lupl.  $\parallel r$  doskonała.

Opt. Barwy kalcytu. Odjemny (—). Łamliwość światła większa niż w kalcyecie. Dla światła sodowego:

dolomit	$\omega = 1.6817$	$\epsilon = 1.5026$
kalcyt	1.6585	1.4864

Chem. Skł. teor.: 30·5 wapna, 21·7 magnezyi, 47·8 dwutlenku węgla; jednak skutkiem domieszek izomorficznych odstępstwa od cyfr tych bywają liczne; niekiedy zawartość wapna zwiększa się, magnezyi zmniejsza; w miejsce tej ostatniej podstawiają się niekiedy żelazo i mangan. W pł. dm. nietopliwy, często ciemniejący. Wprowadzony do zimnego kwasu solnego, wydziela nieznaczne zaledwie pęcherzyki, w kwasie gorącym rozpuszcza się dość prędko: wybitna różnica od kalcytu. O odmiennem zachowaniu się względem  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$  i t. p. patrz pod kalcytem.

Dolomit odtworzono sztucznie wielu sposobami. Do najciekawszych należą doświadczenia Hoppe-Seylera, który ogrzewał do  $100^\circ$   $\text{CaCO}_3$  z roztworem węglanu magnezu w rurze zamkniętej, a także Klementa, który otrzymał dolomit, działając na aragonit zgęszczoną wodą morską w temp. podniesionej.

Gatunki dadzą się skupić w trzy grupy następujące:

### 1. Dolomit w kryształach.

W żyłach często napotykają się druzi drobnych romboedrów  $R$ ; skupienia  $4R$  z Leogangu i Kapnika miano dawniej za kalcyt. Romboedry bywają częstokroć nakształt siodła wygięte, fig. 4, obdarzone połyskiem perłowo-maciecznym: spał perłowy z Freiberga, Schneeberga, Szczawnicy W. i t. d. Kryształy piękne i duże występują w pokładach magnetytu trawerselskich w Piemontcie. W skałach dolomitowych niejednokrotnie znajdowano próżnie wysłane druzami. Najpiękniejsze, jak lza przezroczyste, kryształy osadzone są w niewielkich próżniach drobnoziarnistego, kruchego dolomitu binentalskiego wraz z pirytem, diufrenuazytem, hyalofanem, turmalinem i t. d. Kryształy, zawieszone w łupku talkowym alpejskim koło Gasteinu w dol. Ziller są romboedrami prostymi, osadzone zaś w gipsie koło Hall w Tyrolu mają zabarwienie ciemne i są romboedrami  $4R$ .

### 2. Dolomit krystaliczny.

Zespoły ziarniste lub pręcikowe należą do pospolitych. Ziarniste masy, występujące wśród dawnych łupków alpejskich, zawierają zawsze trochę  $\text{Fe}_2\text{CO}_3$ . Rozpuszczając się i wietrzejąc, pozostawiają one ochrę żelazną, str. 437. Dolomit grochowcowy opisuje v. Zepharovich z Żepcza w Bośni i Rakowca w Sławonii. Pseudomorfozy po kalcyecie — pospolite, zwłaszcza w żyłach kruszcowych węgierskich. Wewnątrz bywają one zwykle dziurkowate. Rzadziej zdarzają się pseudomorfozy po fluorycie; w Przybramie dolomit wypiera często substancję kryształów barytu.

### 3. Dolomit, jako skała.

Dolomit ziarnisty, na podobieństwo takiegoż kalcytu, tworzy niekiedy masy skalne dość rozległe w obrębie łupków krystalicznych. Do przykładów najgłośniejszych należą: dolomit z Binnenthal o budowie ziarnisto-cukrowej, zawierający piękne minerały, dolomity z Campolongo w Tessynie, z Brenner w Tyrolu, bardziej gruboziarniste. Dolomit drobnoziarnisty lub zbity, częstokroć żółto zabarwiony i wyraźnie uwarstwiony, tworzy wtrącenia wśród skał osadowych, atoli nie dostrzeżono dotychczas dolomitów pomiędzy osadami młodszymi.



Najczęściej dolomit wiąże się z wapieniem w ten sposób, że pierwszy tworzy nieprawidłowe i podrzędne połaci górskie, przechodząc za pośrednictwem wapieni dolomitowych w panujące wapieniaki właściwe. Tak rzecz ma się w południowym Tyrolu na Seisseralpe i in. Jakkolwiek często czyta się o tamicznych „dolomitach“, wszakże owe malowniczo poszarpane turnie i krzesanice wyrzeźbione są w wapieniu. Podobnie w Tatrach dolomit czysty tworzy tylko mniej lub więcej odosobnione wysepki, np. na Skupiowym Uplazie pod Magorą, na Małoleczniaku i t. d., gdy wapieniaki dolomityczne, zawierające często pojedyncze przezroczyste romboedry dolomitu, są rozpowszechnione znacznie szerzej. O dolomicie „rudonośnym“, stanowiącym osobny a tak ważny technicznie poziom formacji naszego wapienia muszlowego (Olkusz - Bytom), wspominaliśmy powyżej wielokrotnie.

Częstokroć skały wapienne w pewnych swych częściach mają własności dolomityczne, nie zawierając dolomitu właściwego. Tego rodzaju mieszaniny, potraktowane rozcieńczonym a zimnym kwasem solnym, rozpuszczają się tylko częściowo.

Dolomit daje się niekiedy rozcierać, bywa piaszczysty, ziemisty. Przez gurofit (guruhofian, Karst.) oznaczono agregat zbitły biały, występujący w serpeninye koło Aggsbachu w Austrii dolnej.

Użyt. W czasach nowszych poczęto używać słabo wypalonego dolomitu na wyrób wapna hydraulicznego (cementu białego). Z dolomitu bywa też otrzymywany bezwonny kwas węglany do napojów musujących (porówn. magnezyt).

Powstaw. Większość badaczy podziela pogląd, wedle którego skały dolomitowe nie są zazwyczaj utworami pierwotnymi, lecz produktem przeobrażenia wapieniaków. Dowodem takiego mniemania jest wyżej podany stosunek do skał wapiennych, tudzież nieobecność dolomitu w osadach najmłodszych. Kwestyą powstawania dolomitu zajmowali się: L. v. Buch, Haidinger, Morlot, Scheerer i in. Najprawdopodobniej dolomitizację wapieni sprowadza woda, zawierająca w roztworze węglan magnezu. Dolomit, jako osobny rodzaj, został po raz pierwszy odróżniony od kalcytu przez Dolomieuge w r. 1791.

Dolomit, podobnie jak kalcyt, bywa często wypierany przez substancje kwarcu lub chalcedonu, dalej piroluzytu, limonitu, pirytu, syderytu, smitsonitu. Dana dostrzegł, że w kopalni żelaza Tilly-Foster w stanie New-York, miejsce dolomitu zajmuje wypierający go magnetyt.

Dolomity, zawierające żelazo i mangan, zwane są spatem brunatnym, albowiem skutkiem wietrzenia brunatnieją. Oddzielny gatunek stanowi ankieryt z kątem  $R = 73^{\circ} 48'$  i większym c. wł. 2.95 do 3.1. Substancja dolomitu  $MgCaC_2O_6$  jest tu w równej ilości zmieszana z równopostaciową substancją  $FeCaC_2O_6$ . Gdy spat wapienny jest wypierany przez syderyt, ankieryt tworzy często ich granicę, str. 328.

Etym. i synonim. Dolomie, *Saussure* 1796; dolomite, *Kirwan*, 1794 — na cześć min. franc. Dolomieu (1750—1801). Dolomit *Drzew.* Niem. Bitterspath = spat magnezowy *Drzew.*, spat gorzki *Lab.* Niem. Braunspath = pol. spat brunatny *Drzew.* = burospat *Lab.* — Ankerit, *Haid.* — na cześć prof. Ankera.

**Magnezyt.**

Kl. skalenoedru dytrygon. (21).

Romboedr odlupany mierzy około  $72^\circ 40'$ , kąt ten chwieje się jednak nieco zależnie od miejscowości. Zwyczajnym kształtem bywa prosty  $R$ , jakkolwiek dostrzeżono też  $\infty R$ ,  $\infty P2$ ,  $0R$ .

Tw. 4 do  $4\frac{1}{2}$ . C. wł. 2·9 do 3·1. — Bezbarwny, biały, żółtawy, brunatny, szary do czarniawego. Dwójłomność mocna. Opt. ujemny (—).

Chem. Skład teor.: 47·6 magnezy i 52·4 dwutlenku węgla. Domieszki równopostaciowe węglanów żelaza, manganu, wapnia — pospolite. W pł. dm. nie topi się, szarzeje lub czarnieje i wówczas nabiera magnetyzmu. Tylko gorące kwasy nań działają i to znacznie trudniej, niż na dolomit. Kryształki magnezytu odtworzył Sénarmont, miesząc roztwory  $MgSO_4$  i  $Na_2CO_3$  i ogrzewając tę mieszaninę przez czas dłuższy w naczyniu zamkniętym. H. Rose otrzymał kryształki rombówce przez odparowanie dwuwęglanu magnezu.

Występ. Romboedry  $R$  m-tu występują w serpentynie koło Snarum w Norwegii, podobnie romboedry pojedyncze — w łupkach talkowych alpejskich: w Zillerthal, Pfilschthal, Ultenthal i t. d.; czarniawe skupienia blaszkowate w gipsie koło Hall w Tyrolu. Te ostatnie zawierają żelazo. Otrzymały one nazwę brejnerytu, podobnie jak wszystkie inne m-ty mocno żelaziste. W Alpach północno-wschodnich składy i soczewice m-tu gruboziarnistego kryją się w łupku gliniastym; osobniki płasko-romboedryczne rozdzielone zwykle bywają niewielką ilością spoju: plinolit Rupfa, szczególnie piękny koło Trieben w Styrii.

Magnezyt biały zbity o przełamie płasko-muszlowym występuje w rozpadlinach serpentynu koło Hrubszyc na Morawach, Kraubat w Styrii, Ząbkowice (Franksztynu) na Śląsku, Baldissero (Baudissero) w Piemontcie (baudyseryt): jest on produktem pobocznym, powstającym podczas przeobrażania się skały oliwinowej w serpentyn; domieszka opalu czyni go krzemienistym. — Z magnezytu otrzymuje się zwykle czysty kwas węglany do napojów musujących.

Synonim. Magnesit, Leonhard. Giobertit, Beudant = dziobertyt (od Gioberta). Niem. Magnesitpath, Talkspath = spat magnezytowy, łojkowy Lab. Breunnerit Haid. (od Breunnera).

**Smitsonit.**

Kl. skalenoedru dytrygon. (21).

W przemyśle cynkowym ważną odgrywa rolę. Kryształy zazwyczaj drobne i chropowate; kąt romboedru odlupanego  $R = 72^\circ 20'$ . Niekiedy ukazuje się  $4R$ , a w kombinacjach: —  $\frac{1}{2}R$ ,  $\infty R$ ,  $\infty P2$  i t. d.

Tw. 5. C. wł.  $4\frac{1}{2}$  do  $4\frac{1}{2}$ . Bezbarwny, żółty, zielony, brunatny, jasnoszary; przeświecający lub nieprzezroczysty. Opt. odjemny (—).

Chem. Skład teor.: 64·8 tlenku cynku i 35·2 dwutlenku węgla, atoli zwykle zawiera domieszki pozostałych węglanów równopostaciowych, a także niekiedy węglanu kadmu. W pł. dm. nietopliwy; z kwasami burzy się; rozpuszczalny w nadmiarze ługu potasowego. Dla odróżnienia od podobnego doń cerusytu, Toeplitz pogrąża szlif w jodek potasu, zakwaszony chlorowodorem: cerusyt pokrywa się momentalnie żółtym jodkiem ołowiu. (Pam. Fizyogr., VII, str. 91). Lemberg działa na smitsonit ciepłym roztworem siarku sodu (7 cz

$\text{Na}_2\text{S} + 9\text{H}_2\text{O}$  na 10 cz.  $\text{H}_2\text{O}$ ), a następnie roztworem  $\text{AgNO}_3$ , poczem powłoka  $\text{ZnS}$  natychmiast czarnieje, przechodząc w  $\text{Ag}_2\text{S}$  (l. c. 1890, str. 748).

Występ. Kryształy s-tu, skupione w druzi, występują w żyłach pospołu z blendą i galeną. Piękne ich okazy pochodzą z Chessy, Dognaczki, Rezbanii, Kapnika, Matlock, Nerczyńska i t. d. W pokładach też trafiają się często próżnie wysłane druzami.

Smitsonit krystaliczny występuje w wielu pokładach, jako substancja skamielinowa muszli, a w żyłach, jako pseudomorfoza, wypierająca kalcyt, dolomit, fluoryt. S-it ziarnisty lub zbity tworzy pokłady w wapieniu i dolomicie, z których zdaje się powstawać drogą zastąpień, str. 328. Do bardzo znanych należą pokłady, występujące na Altenbergu pod Akwizgranem, koło Brilonu i Iserlohn w Westfalii, w okol. Tarnowic na Śląsku, Rabla w Karyntyi, Wiesloch w Badenie, Santander w Hiszpanii, nad górną Mississipp i t. d.

Kruszec ten, zmieszany częstokroć z krzemianem cynku (kalaminem) i kwiatem cynkowym, stanowił dawniej jedyną rudę cynkową, zanim nie nauczono się przetapiać blendy. Często bywa niewidoczny, zamaskowany limonitem, który go barwi na żółto lub brunatno, często też porowaty (galman komórkowy).

Polska. Kilkakrotnie już wspomniany utwór tryasu polskiego — wapień muszlowy — ciągnący się w kierunku PnZ-im od Olkusza na Bytom i Tarnowice aż ku dolinie Odry, zawiera oprócz galeny i blendy obfite nieraz pokłady galmanu, zwłaszcza na granicy dolomitu rudonośnego i leżącego pod nim wapienia podstawowego. Rudy cynkowe tworzą tu gniazda i soczewice lub są drobno rozsiane w złożach wymienionych. Spat cynkowy tworzy zwykle masę zbitą, ziemistą lub porowatą, żółtawą (galman biały), rzadziej skupienia gruboziarniste; w rudzie zbitej zdarzają się próżnie z kryształkami lub groniastymi naciekami; niekiedy pod mikroskopem ujawnia budowę oolitową, promienistoskorupową. T. zw. galman czerwony jest mieszaniną smitsonitu z limonitem, który skleja oddzielne ziarnka i kryształki spatu cynkowego. Mieszaniny ziarniste smitsonitu z cerusytem lub z blendą i kalaminem (krzemianem cynku), z galeną są też dość pospolite. Galmany polskie statecznie zawierają domieszkę węglanu kadmu, od 0.15 do 1.15 proc., a w galmanie białym z kop. Kasper w Wojkowicach Komornych Pfaffius i Toeplitz znaleźli nawet 4.55 proc. tlenku kadmu ( $\text{CdO}$ ). Według Toeplitza,  $\text{CdCO}_3$  tworzy samoistne ziarnka w galmanie. Kopalnie skupiają się koło Olkusza, Sławkowa, Siewierza; Bytomia i Tarnowic na Śląsku Pruskim; w Galicyi: Długoszyn, Kąty, Lgota i t. d.

Produkcyja cynku, wytapianego na całym tym obszarze ze wszystkich rud cynkowych, wynosiła w r. 1895 przeszło 100 000 tonn, przyczem produkcyja Król. Polskiego czyniła zaledwie  $\frac{1}{24}$  produkcyi Śląska Pruskiego. Prócz cynku metalicznego z rud cynkowych otrzymują jeszcze ołów i kadm. (Liter.: Rozbiory chem.: S. Pfaffius i Z. Toeplitz, Pam. Fizyogr., t. VI, 1886. Z. Toeplitz, tamże, t. VII, 1887. W. Szajnocha, Płody kopalne Galicyi; co do produkcyi ogólnej patrz Przegl. Techn. 1897, str. 55).

Ety'm. i synonim. Smithsonite *Beud.* — na cześć J. Smithsona (1754 — 1829), fund. Instyt. w Waszyngtonie. Niem. Zinkspath = spat cynkowy *Lab.* Nazwa galman stosuje się zarówno do węglanu, jak i do krzemianu cynku (kalaminu, patrz niżej).



Spat cynkowo-żelazny, spat żelazno-cynkowy, kapnit są mieszaninami z węglanem żelaza; monhajmit zawiera też węglan manganu; hereryt jest spatem cynkowym, zabarwionym domieszką miedzi na niebiesko.

**Syderyt.***Kl. skalenoedru dytrygon. (21).*

Najważniejszy z węglanów ze względu na pierwszorzędne znaczenie w przemyśle żelaznym. W postaci obfituje nie bardzo, albowiem kryształy ujawniają zwykle tylko romboedr zasadniczy z kątem około  $73^\circ$ . Bywa on często wygięty nakształt siodła. Na druzach z Harcu, Kornwalii i in. dostrzeżono też inne romboedry: —  $2R$  i  $4R$  samoistnie, —  $\frac{1}{2}R$  w kombinacjach z obu słupami, ścianą podstawową i  $R3$ .

Pł. łupliwości według  $R$  często skrzywione. Figury wytrawień niesymetryczne lub jednosymetryczne. Tw. 3.5 do 4.5. C. wł. 3.7 do 3.9. Barwa grochowo-żółta, żółtawo-szara, szara, żółtawo-brunatna. Polysk szklisty. Przeświecający — nieprzezroczysty. Dwójłomność mocna, opt. ujemny (—). Na igłę magnesową uczuloną słabo działający.

Chem. Skład teor.: 62.1 tlenku żelaza i 37.9 dwutlenku węgla, wszakże zawsze zawiera domieszkę manganu, także magnezyi i wapna w postaci węglanów izomorficznych. W pł. dm. nie topi się, lecz czernieje i nabiera magnetyzmu. W kwasach burzy się i rozpuszcza. Dla uwidocznienia syderytu w szlifie lub proszku Lemberg proponuje reakcję następującą: proszek, ogrzany z ługiem bromowym lub potasowym, a następnie potraktowany siarkiem amonu, staje się czarnym od pokrywającego jego powierzchnię siarku żelaza (l. c. 1890, str. 749). Sénarmont, ogrzewając w zamkniętym naczyniu mieszaninę roztworów  $FeSO_4$  i  $Na_2CO_3$  do  $180^\circ$ , otrzymał drobne kryształki romboedryczne o składzie syderytu.

Występ. Piękne druzsy syderytu występują w żyłach kruszcowych często w towarzystwie kwarcu, blendy, chalkopiryty, np. koło Neudorfu i Stolberga na Harcu, koło Przybramu w Czechach, Traverselli w Piemontcie, w Kornwalii, Devonshire i t. d. Szczotki, osadzone w pokładach, tworzą zakończenia syderytu ziarnistego: Eisenerz, Hüttenberg, Müsen i t. d. Skupienia półkuliste (sferosyderyt) w bazalcie koło Steinheimu, Biliny, Kolozruków (Czechy). W żyłach spotykają się też pseudomorfozy zastąpien po kalcycie, aragonicie, dolomicie, także po barycie, fluorycie.

Syderyt ziarnisty jest minerałem, znanym już od czasów starożytnych; tworzy on nieraz potężne składy i pnie, wiążące się często z żyłami spatu żelaznego. Pospolicie zawierają one w sobie kwarc, niekiedy chalkopiryt, tudzież inne siarki, a między niemi też cynober. O powstawaniu drogą wypierania kalcytu p. str. 328. Liczne pokłady kryją się w pasie Alp północnem, pomiędzy Semmering i Brenner, wśród łupków dawnych; naczelne miejsce zajmuje tu jednak Erzberg koło Eisenerz w Styrii, gdzie w wapieniu spoczywa pokład o miąższości przeciętnej 60, największej 125 metrów. Stąd to bez wątpienia rzymianie czerpali swe „żelazo noryjskie“. Posuwając się bardziej na południe ku węzłowi, w którym się Alpy rozgałęziają, znów spotykamy wynurzające się składy syderytu, że wspomniiny tu o najobszerniejszym koło Hüttenberga w Ka-

rynty. Pokłady zwietrzałe zwane tu są rudami brunatnymi, zawierające zaś mangan — niebieskimi. Górnicy radzi im są bardziej, niż syderytom niezwiertzałym („nieżrzałym“). Domieszka manganu jest pożądana przy wyrobie stali. Godnemi uwagi są również masy pniste koło Müsen w Westfalii, żyłowe — koło Horhausen i Nowej Wsi (Igló) na Spizu.

Syderyt zbity tworzy wśród skał osadowych wtrącenia, składające się już to z jednego pokładu, już z kilku naprzemianległych i zawiera często skamieniałości. Niekiedy bywa czysty i drobnokrystaliczny, zwykle jednak całkiem zbity i zmieszany z gliną: syderyt ilasty. Formuje on często pojedyncze konkrety: sferosyderyt ilasty, albo też cały pokład składa się z tego rodzaju skupień bulastych. Do takich właśnie należą sferosyderyty westfalskie (z form. węglowej), czeskie z okolicy Rokycan, tudzież polskie: podkarpackie, górnośląskie. Syderyty ciemne, zawierające domieszkę węgla, występują w obrębie utworów węglowych Anglii, Westfalii, Banatu i t. d. Pokłady te zdają się być osadami wód błotnistych, zasilanych przez źródła żelaziste.

Co się tyczy w szczególności sferosyderytów polskich, to występują one przeważnie w dwóch pasmach: 1) w piaskowcach i łupkach podkarpackich (kreda i eocen), ciągnących się od doliny Prutu i Bystrzycy na wschodzie aż do Żywca (Węgierska Wólka) na zachodzie; sferosyderyt ilasty tworzy tu buły i kule, zawierające od 20 do 40 proc. żelaza metalicznego. 2) Pasma utworów przeważnie środkowo-jurskich, ciągnące się od źródeł Warty koło Zawiercia w kier. PnZ-im na Osiek, Rudniki, Częstochowę, Krzepice aż pod Wieluń, wzdłuż granicy Król. Polskiego i Górnego Śląska, a na terytorium tego ostatniego pomiędzy Kluczborkiem, Gorzewem i Byczyną silnie rozwinięte (już jako osady retyckie). Na całym tym pasie istnieją liczne kopalnie sferosyderytu ilastego, którego buły osadzone są w glinach ciemnych lub siwych, czerwonych lub zielonych. Średnia zawartość żelaza metal. wynosi około 36 proc. Sferosyderyt ilasty występuje też sporadycznie w Kieleckiem koło Suchedniowa, np. w kopal. Dalejów. — Syderyt krystaliczny, ziarnisty jest dość pospolitym produktem wietrzenia granitów tatrzańskich.

Produk. Sferosyderyt ilasty wraz z żelaziakiem brunatnym stanowią podstawę naszego przemysłu żelaznego. Za czasów Łabęckiego na sferosyderycie opierano  $\frac{2}{3}$  całej produkcji w Król. Kongr., dziś stosunek ten stał się odwrotnym na korzyść rud brunatnych, zwłaszcza odkąd poczęto je eksploatować w pasie Ostrowiec—Opoczno, na PnW od Gór Świętokrzyskich (patrz pod limonitem). W r. 1895 ogólna produkcja surowca, prawie całkowicie przerabianego na żelazo i stal, wynosiła w Król. Kongr. 170 000 tonn, na Śląsku — około 600 000 tonn (wartość ogół. 64 mil. rb., z tego 19 mil. na Król.). (Liter. patrz pod limonitem; produkcja według zestawień S. Kontkiewicza i M. Lempickiego, Przegl. Techn. 1897, str. 55).

Etym i synonim. Siderit, *Ilaid.* Sphaerosiderit, *Ilauum.* — od sphaera i *σίδηρος* żelazo. Niem. Eisenspath = pol. spat żelazny *Lab.* Spattheisenstein = żelaziak spatowy *Lab.* Fr. fer spatique de Lisle = pol. żelazo spatyczne *Drzew.* Niem. Stahlerz = = pol. ruda stalowa, stalówka *Lab.*; ruda kamionkowa, bulasta — tegoż. Na oznaczenie luźnych brył i buł rudy używane są też wyrazy karń i łysak (ruda karniowa) *Lab.*

Syderoplezyt, pistomezyt  $MgCO_3 \cdot FeCO_3$  i mezytyt  $2MgCO_3 \cdot FeCO_3$  stanowią stopniowe przejścia do magnezytu, oligonitu — do spatu manganowego, spat cynkowo-żelazny — do smitsonitu Sferokobaltyt (spat kobaltowy) jest  $CoCO_3$ .

**Rodochrozyt, dyalogit.**  $MnCO_3$ . *Kl. skalenoedru dytrygon. (21).*

Minerał mało rozpowszechniony. Postaci syderytu. Najpospoliej romboedr zasadniczy, mierzący  $73^\circ$ . Ściany częstokroć skrzywione.

Lupl. || *R* dokł. Tw.  $3.5$  do  $4.5$ . C. wł.  $3.4$  do  $3.6$ . Połysk szklisty lub perłowo-maciczny. Barwa różowa do malinowej; przeświecający. Opt. odjemny (—).

Chem. Skład teor.:  $61.7$  tlenku manganu,  $38.3$  dwutlenku węgla, atoli nigdy nie jest całkiem czysty; owszem, zawiera często znaczne domieszki równopostaciowych węglanów wapnia, magnezu i żelaza. W pł. dm. trzaska i rozpryskuje się energicznie, staje się zielonawo-szarym lub czarnym, wszakże się nie topi. W kwasach rozpuszcza się powoli, z kw. gorącemi burzy się mocno. Z ciepłego roztworu siarku sodu strąca powolnie siarek manganu  $MnS$ , który pod wpływem gorącego ługu bromowego przechodzi w kasztanowo-brunatny dwutlenek  $MnO_2$  (Lemberg, l. c. 1890).

Występ. Kryształy i skupienia półkuliste lub groniaste występują w żyłach: w Kapniku i Nagyagu są one blade i obfitują w wapno, w Horhausen i Vieille w Pirenejach — mocniej zabarwione i prawie czyste. Piękne druzo pochodzą z Diez i Freiberga. Dolomit manganowy ze Stirlinga stanowi ogniwo, łączące dyalogit z kalcytem. Koło Elbingerode wraz z węglanem występuje też krzemian manganu (rodonit).

Etym. i synonim. Rhodochrosit *Hausm.* — od  $\rho\acute{o}\delta\omicron\nu$  róża i  $\chi\rho\acute{o}\varsigma$  kolor. Dyalogit, *Jasche*, od  $\delta\upsilon\alpha\lambda\omicron\gamma\acute{\eta}$  wątpliwość. Manganspath *Wern.* = spat manganowy *Eub.* Niem. Himbeerspath = pol. spat malinowy; po cz. manganecz czerwony *Drzew.*

## Rząd 2. Krzemiany bezwodne.

Jestto rząd bardzo rozciągły, albowiem obejmuje wszystkie krzemiany bezwodne, a prócz tego niektóre krzemiany zasadowe o twardości większej. Z wejrzenia prawie wszystkie one są minerałami kamienistemi, a więc wykazującymi połysk szklisty lub tłusty; są przezroczyste, przeświecające lub nieprzezroczyste; kruche. Twardość wynosi zwykle  $5$  do  $7$ , niekiedy jednak wzrasta do  $8$ . Wypalane w kolbce, wody nie wydzielają; krzemiany zasadowe wydają powstającą w nich wodę dopiero w temp. bardzo podniesionej.

Chemicznie odróżniamy naprzód prostsze krzemiany metali dwuwartościowych, które należą do dwu typów:

$Mg_2SiO_4$ , typ oliwinu: ortokrzemiany, dające się też określić, jako sole zasadowo-bezwodnikowe, str. 262.

$MgSiO_3$ , typ piroksenu: metakrzemiany, sole normalne, str. 260.

Glinokrzemiany są związkami bardziej różnorodnemi i złożonemi. Przyjęło przypisywać im zwykle rozmaite konstytucje chemiczne, zależnie od punktów wyjścia, któremi mogą być rozmaite wodany glinu, jak  $Al(OH)_3$ ,  $OAlOH$ ,  $OAl_2(OH)_4$ , str. 258. Ze względu jednak na reakcje, właściwe glinokrzemianom,



musimy je rozpatrywać jako związki, bardziej skomplikowane i posiadające wogóle wysoki ciężar cząsteczkowy [172].

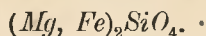
Wiele rodzajów, będących krzemianami bezwodnemi, rozpada się na gatunki zwyczajne (świeże) i szkliste (wulkaniczne). Pierwsze występują w obrębie skał krzemianowych dawniejszych, jak granit, gnejs; drugie związane są ze skałami wybuchowemi pochodzenia młodszego, jak bazalt, trachit i odpowiadające im lawy.

#### Grupa oliwinu.

Minerały wolne od glinu. Wszystkie z wyjątkiem fenakitu rozkładają się w kwasach. Twardość waha się pomiędzy 5 a 8. Łupliwość niezbyt dokładna. Występują bądź w kryształach, bądź też w skupieniach wyraźnie krystalicznych.

Montyczelit	$\text{CaMgSiO}_4$	. . . . .	rombowy,	0.4337 : 1 : 0.5758
Fajalit	$\text{Fe}_2\text{SiO}_4$	. . . . .	„	0.4584 : 1 : 0.5793
Forsteryt	$\text{Mg}_2\text{SiO}_4$	. . . . .	„	0.4648 : 1 : 0.5857
Tefroit	$\text{Mn}_2\text{SiO}_4$	. . . . .	„	0.4600 : 1 : 0.5939
Wilemit	$\text{Zn}_2\text{SiO}_4$	. . . . .	romboedryczny,	1 : 0.6775
Fenakit	$\text{Be}_2\text{SiO}_4$	. . . . .	romboedr.-tetart.,	1 : 0.6611
Helwin	$\text{MnS} \cdot \text{Be}_3\text{Mn}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$	. . . . .	tetraedryczny,	
Eulityn	$\text{Bi}_4\text{Si}_3\text{O}_{12}$	. . . . .	tetraedryczny, naśladowczy.	
Chondrodyt	$(\text{FMg})_2\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_8$	. . . . .	jednoskośny,	1.0863 : 1 : 3.1447, $\beta = 90^\circ$
Humit	$(\text{FMg})_2\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_{12}$	. . . . .	rombowy,	1.0802 : 1 : 4.4033
Klinohumit	$(\text{FMg})_2\text{Mg}_7\text{Si}_4\text{O}_{16}$	. . . . .	jednoskośny,	1.0803 : 1 : 5.6588, $\beta = 90^\circ$
Bertrandyt	$\text{H}_2\text{O}_2\text{Be}_4\text{Si}_2\text{O}_7$	. . . . .	rombowy,	0.5973 : 1 : 0.5688
Liewryt	$\text{HOFeCaFe}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	. . . . .	„	0.6665 : 1 : 1.4427

#### Oliwin.



*Kl. bipiram. romb. (8).*

Rodzaj ważny ze względu na rozpowszechnienie i właściwe mu przeobrażenia. Postaci kryształów rombowe. Zwykłemi ścianami są:  $m = (110)$ ,  $s = (120)$ ,  $b = (010)$ ,  $k = (021)$ , także  $a = (100)$ ,  $d = (101)$ , dalej  $h = (011)$ ,  $e = (111)$ . Ściany  $s$  i  $m$  często bywają zrysowane równolegle do ich krawędzi. Kąty  $(120) = 85^\circ 57'$ ,  $(110) = 49^\circ 58'$ ,  $(101) = 103^\circ 6'$ ,  $(011) = 60^\circ 48'$ . Kształt kryształów krótko-pryzmatyczny lub grubo-tabliczkowy. Niekiedy zdarzają się bliźniaki według  $h$ .

Łupl.  $\parallel b$  wyraźna,  $\parallel a$  niedokł. Przełam muszlowy. Tw. 6.5 do 7.

Opt. Pł. o. o.  $\parallel 001$ , I-sza dwusieczna  $\perp 100$ . Dodatni (+). Spółcz. załam.: 1.697, 1.678, 1.661.  $2V = 88^\circ$  w św. żółt.,  $\rho < v$ .

Chem. Mieszanina dwu związków równopostaciowych:  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  z 57.2 magnezyi, 42.8 krzemionki, tudzież  $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$  z 70.5 tlenku żelaza i 29.5 krzemionki. W niektórych oliwinach znaleziono drobne ilości kwasu tytanowego, niklu, manganu, fluoru. W kwasie solnym proszek rozkłada się, wydzielając krzemionkę galaretowatą, zwłaszcza jeśli zawiera żelazo. W szlifach od podobnego doń nieraz piroksenu może być odróżniony za pomocą trawienia kw. solnym i barwienia powstałej na jego przekrojach galarety fuksyną i t. p. Oliwin magnezowo-wapienny (batrachit) pod wpływem roztworu  $\text{MgCl}_2$  przybiera więcej magnezu i wodę, przechodząc w krzemian serpentynowy (Lemberg, l. c. 1877, str. 457).

1. Forsteryt. Bezbarwny, żółty, jasno-zielony, niebieskawy. Tw. 7. C. wł. 3-24. Nietopliwy. Prawie czysty ortokrzemian magnezu  $Mg_2SiO_4$ . Kryształy narosłe w lawach Wezuwiusza; w wapieniu ziarnistym koło Bolton, Mass. (boltonit); koło Złatoustu na Uralu.

2. Oliwin. Żółty, szparagowo-zielony, oliwkowo-zielony, pistacyowy, także brunatny i czerwony. C. wł. 3-2 — 3-6. W pł. dm. nietopliwy; odmiany, obfitujące w żelazo, trudnotopliwe. Mieszanina obu ortokrzemianów aż do 45 proc. tlenku żelaza.

Przezroczyste luźne kryształy oliwinu, pochodzące z Azji Mniejszej, Egiptu, Brazylii, używane są jako klejnoty pod nazwą chryzolit. Duże kryształy, osadzone niekiedy w wapieniu ziarnistym z magnetytem, talkiem, górną skórą, znaleziono w obrębie łupków krystalicznych: Stubachthal, Snarum. Kryształy z Traverselli, zwiertzałe i zawierające wodę, otrzymały nazwę wilarsytu; nieforemne bryłki i ziarna, znajdujące w łupku chlorytowym i talkowym na Uralu, znane są pod mianem glinitu.

Kryształy drobne, rzadziej większe, występujące zazwyczaj w postaciach figur 1 do 3, a także ziarna oliwinu są rozpowszechnione jako część składowa istotna lub przypadkowa wielu skał wybuchowych, mianowicie bazaltów,

Fig. 1.

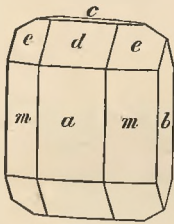


Fig. 2.

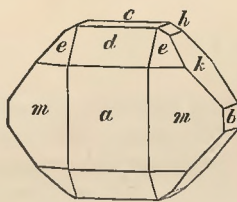
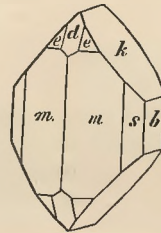


Fig. 3.



melafirów, pikrytów. Przykłady: bazalt z Mayen nad Renem, pikryt z pod Nowego Iczyna na Morawach. Kryształy, obfitujące w żelazo a osadzone w bazalcie Kaiserstuhlskim, zostały nazwane hyalosyderytem. Kryształy luźne znajdują się często w popiele wulkanicznym Wezuwiusza, Etny i t. d.

Oliwin ziarnisty tworzy samoistnie lub w mieszaninie z bronzylem albo dyałagiem skałę oliwinową (lerzolit, dunit), występującą w obrębie łupków krystalicznych. Jest częścią składową niektórych gabro (np. wołyńskich) i eklogitów. Odlamy skały oliwinowej i drobniejsze okruchy oliwinu ziarnistego osadzone bywają często, jako inkluzje obce, w bazaltach, lawach i martwicach wulkanicznych. Zostały więc one porwane z głębi ziemi i wyrzucone podczas wybuchu. Koło Kapfensteinu w Styryi wielkie głązy skały oliwinowej spoczywają w martwicy bazaltowej.

3. Fajalit. Mieszaniny w żelazo najbogatsze. Połysk tłusty. Barwa ciemno-zielona do żelazno-czarnej. C. wł. 3-9 — 4-1. W pł. dm. topi się na kulkę. — Kryształy w lawie nad Hafnefjordem w Islandyi, w obsydianie nad rzeką Yellowstone w Am. Półn. Eulizyt i reperyt należą do fajalitu.

W szlakach, otrzymywanych podczas procesu wielkopieczowego, tworzą się często kryształy, jak na fig. 3, mające skład fajalitu. Fajality, znajdujące na wyspie Fayal, zdają się być również takim żuzłem sztucznym.

Kryształy oliwinu dają się łatwo odtwarzać na drodze bezpośredniego topienia magnezyi z krzemionką w odpowiednim stosunku, a także w towarzystwie innych krzemianów. Ebelmen otrzymał je, topiąc stosowną mieszaninę w kwasie borowym.

Wietrzenie oliwinu w serpentyn jest zjawiskiem bardzo pospolitem. Przemiana ta ogarnia zarówno kryształy pojedyncze (Snarum w Norwegii), jak skupienia ziarniste w skale oliwinowej. Ponieważ nowopowstający serpentyn posiada objętość większą, niż minerał pierwotny, ten ostatni jest przeto stopniowo rozsadzany, co sprawia, iż nowotwór przybiera budowę komórkową (p. str. 130). Niekiedy do głównego produktu przeobrażenia przyłącza się jeszcze magnezyl lub opal. Oliwiny, bogate w żelazo, pomiędzy produktami rozkładu wykazują też magnetyt albo hematyt, np. kryształy, osadzone w melafirze.

Godne uwagi jest również przeistaczanie się ol. w antofilit i tremolit, dostrzeżone przez Beckego na okazach z Waldvierfel.

Etym. i synonim. Olivin Wern. = oliwin Drzew., od kol. oliwkowego. Chrysolithus Plin. (w zn. topazu) = Chrysolit Wall. = chryzolit Drzew. — od χρυσός złoto i λίθος kamień, stąd u Rzecz.: kámiń złoty, złotogorący. Złotomiń Bogut. Peridote, Haüy = perydot (wyraz pochodz. nieznan.). Forsterite, Lévy — od J. Forstera. Hyalosiderit Walch. od ὕαλος szkło i σίδηρος żelazo.

Hortonolit należy zaliczyć do fajalitu; zawierający mangan i cynk styrlingit zbliża się do knebelitu.

Montyczelit, rombowy, (120) = 81° 53', (011) = 59° 51'. Tw. 5 do 5·5. C. wł. 3·1. Podobny do oliwinu. Skł. chem.:  $\text{CaMgSiO}_4$  = 38·5 krzemionki, 25·6 magnezyi, 35·9 wapna, wszakże z domieszką równopostaciowego krzemianu żelaza. Wezuwiusz, Magnet Cove w Arkanzasie, Monzoni w Tyrolu, — tu także niekształtny (batrachit). Według G. v. Ratha m-lit przeobraża się niekiedy w faszit (porówn. też str. 320). — Etym. Monticellite, Brooke — na cześć minerlg. wł. T. Monticelli (1759–1846). Batrachit Breith., od βάτραχος żaba, aluzja do koloru.

Z oliwinem spokrewnione są też trzy minerały, zawierające fluor, występujące częściej w pięknych i bogatych w ściany kryształach. Oto imiona, nadane im przez Descloizeaux:

Chondrodyt (jednoskośny), humit (rombowy), klinohumit (jednoskośny). Tw. 6. C. wł. 3 do 3·2. Barwa biała, żółta, brunatna do czerwonej. Co do skł. chem., to zdają się być jakgdyby połączeniem ortokrzemianu  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  ze związkami  $\text{F}_2\text{Mg}_3\text{SiO}_4$  w stosunkach 1:1, 2:1 i 3:1. Miejsce tego ostatniego związku może też zajmować krzemian zasadowy  $\text{H}_2\text{O}_2\text{Mg}_3\text{SiO}_4$ . (Penfield i Howe, Zeitschr. f. Kryst., t. 23, str. 78). Piękne kryształy pochodzą z Wezuwiusza, z kopalni Tilly-Foster pod Brewster w New-Yorku, z Nyakopparberg lub Kafveltorp w Westmanlandzie, z Ladu w Wernlandzie (Szwecja). Chondrodyt znajduje się często w wapieniu ziarnistym, np. koło Pargas i Orijärvi w Finlandyi, koło Sparty w New-Jersey; przeobraża się też niekiedy w serpentyn. — Etym. Chondrodite, od χόνδρος ziarno, aluzja do budowy. Humite i Clinohumite — od sir A. Humme i λίθος skośny.

Podobny do oliwinu jest również izomorficzny tefroit  $\text{Mn}_2\text{SiO}_4$  (τεφρός popielaty): Sparta, Stirling, Franklinit w New-Jersey; także zawierający magnezyl pikro-tefroit z Langban, żelazisty knebelit z Ilmenau i Dannemora, igelsztremit.



**Fenakit** (fenacyt), minerał rzadki, romboedryczno-tetartodryczny (kl. 17). Kąt  $R = 63^{\circ} 24'$ . Kryształy krótkie, twardością prawie równające się topazowi, bezbarwne lub winno-żółte. C. wł. 2-86 do 3. Skł. chem.:  $\text{Be}_2\text{SiO}_4 = 54.45$  krzemionki, 45.55 glucyny. Niekiedy wtórny, powstały z berylu. Stretińsk nad rz. Takowaja na Uralu, Framont w Wogiezach; niedawno też znaleziony w Wallis, w Szwajcaryi, oraz koło Pisku w Czechach. Godne uwagi jest występowanie z amazonitem koło Miaska na Uralu i w Kolorado. — Etym. Phenakit *Nordensk.* — od *φέναι* kłamca, gdyż brano go z początku za kwarc.

**Wilemit**  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4 = 73$  tlenku cynku, 26 krzemionki; równopostaciowy z poprzednim, biały, żółty, brunatny i t. p. Tw. 5-5. C. wł. 4-1 Altenberg pod Akwizgranem, Stirling i Franklin w New-Jersey. (Willemite, *Lévy*, na cześć króla holend. Williama I), Równopostaciowy trustyt (troostite) zawiera domieszkę  $\text{Mn}_2\text{SiO}_4$ . Naśladowczo heksagonalny (trójskośny) trymeryt (*τρυμρίς* trójdzielny opt.) jest  $\text{BeMnSiO}_4$ , różowy: kopalnia Harstig w Wermlandzie. Minerałem, zawierającym beryl, jest również bertrandyt tworzący bezbarwne tabliczki rombowe o tw. feldspatu. Skł. chem.:  $\text{H}_2\text{O}_2\text{Be}_4\text{Si}_2\text{O}_7$ . Pétit Port koło Nantes, Pisek w Czechach, Mount Antero w Kolorado. Jest produktem rozkładowym berylu. Niezwykły skład chem. posiadają: rombowy leukofan  $\text{FNaCaBeSi}_2\text{O}_6$  i tetragonalny melinofan  $\text{FNaCa}_2\text{Be}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$ , oba z Langesundfjordu w Norwegii.

W pobliżu grupy oliwinu niektórzy autorowie kładą jeszcze minerały następujące:

**Liewryt** (ilwait). Kryształy rombowe, wydłużone pryzmatycznie, barwy brunatnej lub zielonawo-czarnej. Tw. 5-5 do 6. C. wł. 3-8 do 4-1. W kwasie solnym łatwo rozkładny. Skł. chem.:  $\text{HOFeCaFe}_2\text{Si}_2\text{O}_8 (= \text{H}_2\text{O} \cdot 2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{FeO} \cdot 4\text{SiO}_2)$ . Wyspa Elba, Herborn w Nassau, Miedzianogóra na Śląsku i t. d. — Etym. Lievrit *Wern.* — na cześć odkrywcy Lelièvre'a.

**Helwin**, tetraedryczny. Żółty, zielony, brunatny. Tw. feldspatu. C. wł. 3-2 do 3-3. Ortokrzemian,  $\text{BeMnSiO}_4$ , związany z siarkiem  $\text{MnS}$ ; tego ostatniego niekiedy do 18 proc.; zamiast manganu zawiera też żelazo. W kwasie solnym rozkłada się i wydziela siarkowodor. Schwarzenberg i Breitenbrunn w Saksonii, Lupiko w Finlandyi, góry Ilmeńskie na Uralu etc. — Etym. Helvin *Wern.*, od *ήλιος* słońce, aluzya do żółtego, słonecznego koloru.

**Achteragdyt** jest helwinem zwietrzałym, danalit — zawierającym cynk. Gnomalit  $\text{Pb}_3\text{Si}_2\text{O}_7$ .  $(\text{Ca}, \text{Mn})_2\text{SiO}_4$ , hyalotekit, baryzilit  $\text{Pb}_3\text{Si}_2\text{O}_7$ , kentrolit  $\text{Pb}_2\text{Mn}_2\text{Si}_2\text{O}_9$ , melanotekit  $\text{Pb}_2\text{Fe}_2\text{Si}_2\text{O}_9$  — wszystkie są krzemianami, zawierającymi ołów

**Eulityn** (blendą bizmutową, naśladowczo tetraedryczny: osobniki, podług Bertranda, rombowe. Tw. 4-5 do 5. C. wł. 6-1. Skł. chem.:  $\text{Bi}_4\text{Si}_3\text{O}_{12} = 16.3$  krzemionki, 83.7. tlenniku bizmutu. Schneeberg, Johannegeorgenstadt. (Etym. patrz na str. 340). Jednoskośny agrykolit ma ten sam skł. chemiczny. Bizmutoferryt ze Schneeberga zawiera prócz tego żelazo.

#### Grupa piroksenu i amfibolu.

Minerały rombowe, jednoskośne, rzadziej trójskośne, wielce rozpowszechnione. Składają się przedewszystkiem z prostych metakrzemianów wapnia, magnezu, żelaza, manganu, z którymi się jednak często wiążą równopostaciowe glinokrzemiany. W kwasach zwykłych nierozkładne, z wyjątkiem czystego metakrzemianu wapnia, wolastonitu. Twardość waha się pomiędzy 4-5 a 7.

Wszystkie łupliwe; większość — równolegle do słupa czterościennego. Ze względu na kąt łupliwości, dzielimy je na dwie rodziny: piroksenu i amfibolu.

O stosunkach optycznych, tudzież składzie chemicznym całej grupy: Autor, Mineralog. Mitth., wydaw. przez Tschermaka, 1871, str. 17. Cross, Americ. Journ. of. sc., t. 39, str. 359 (1890).

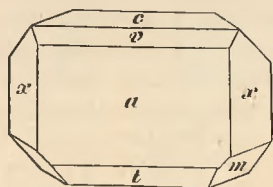
Enstatyt	$\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$	rombowy, 1-0308:1:0-5885
Hypersten	$\text{Fe}_2\text{Si}_2\text{O}_6$	„ 1-0295:1:0-5868

Dyopsyd	$\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ jednoskośny, 1.0921 : 1 : 0.5893 . . . . $\beta = 74^\circ 11'$
Hedenbergit	$\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$ „ 1.090 : 1 : 0.584 . . . . „ $74^\circ 10'$
Augit	$\text{MgAl}_2\text{SiO}_6$ „ 1.0955 : 1 : 0.5904 . . . . „ $74^\circ 14'$
Akmit	$\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$ „ 1.0996 : 1 : 0.6012 . . . . „ $73^\circ 11'$
Spodumen	$\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ „ 1.1238 : 1 : 0.6355 . . . . „ $69^\circ 40'$
Wolastonit	$\text{Ca}_3\text{Si}_3\text{O}_9$ „ 1.0523 : 1 : 0.9649 . . . . „ $84^\circ 35'$
Pektolit	$\text{NaHCa}_2\text{Si}_3\text{O}_9$ „ 1.1140 : 1 : 0.9864 . . . . „ $84^\circ 40'$
Rodonit	$\text{Mn}_3\text{Si}_3\text{O}_9$ trójskośny, 1.0727 : 1 : 0.5210 $\alpha = 76^\circ 42'$ , „ $71^\circ 16'$ , $\gamma = 81^\circ 39'$
Babingtonit	$\text{Ca}_2\text{FeSi}_3\text{O}_9$ „ 1.1556 : 1 : 0.5811 „ $74^\circ 53'$ , „ $72^\circ 12'$ , „ $83^\circ 22'$
	$\text{Fe}_2\text{Si}_3\text{O}_9$
Antofilit	$\text{Mg}_4\text{Si}_4\text{O}_{13}$ rombowy, 0.521 : 1 : —
Gedryt	$\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_2\text{O}_{12}$ „ 0.523 : 1 : 0.217
Tremolit	$\text{CaMg}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$ jednosk., 0.5428 : 1 : 0.2886 . . . . $\beta = 74^\circ 19'$
Hornblenda	$\text{CaMg}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ „ 0.5508 : 1 : 0.2937 . . . . „ $73^\circ 58'$
Glaukofan	$\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ „ 0.53 : 1 : 0.29 . . . . „ $73^\circ —'$
Rybekit	$\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ „ 0.5556 : 1 : 0.2925 . . . . „ $73^\circ 6'$
Arfiedzoni	$\text{Na}_2\text{Fe}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$ „ 0.5565 : 1 : 0.2975 . . . . „ $73^\circ 7'$
Enigmatyt	$\text{Fe}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ trójskośn., 0.6778 : 1 : 0.3506 $\alpha = \gamma = 90^\circ$ , $\beta = 72^\circ 49'$

**Wolastonit.***CaSiO<sub>3</sub>.**Kl. szupa jednosk. (5).*

Kryształy jednoskośne, tabliczkowate lub pryzmatyczne; także skupienia ziarniste, promienisto-włókniste. Ściany najpospolitsze:  $a = (100)$ ,  $v = (101)$ ,  $c = (001)$ ,  $t = (10\bar{1})$ ,  $x = (120)$ ,  $m = (12\bar{2})$ . Kąt  $(110) = 92^\circ 40'$ ,  $100 : 101 = 44^\circ 33'$ ,  $\beta = 84^\circ 35'$ . Bliźniaki według 100. O postaciach: Grosser, Zeitschr. f. Kryst., t. 19, str. 603.

Fig. 1.



Lupl. || 100, 101, 20 $\bar{1}$ . Tw. 4-5 do 5. C. wł. 2-8 do 2-9.

Opt. Biały, żółtawy, czerwonawy. Pł. o. o. || 010.  $\alpha c = 37^\circ 40'$ . Ujemny (—).  $2E = 70^\circ$ ,  $\rho > v$ .

Chem. Skład teor.: 48.2 wapna, 51.8 krzemionki. W pł. dm. topi się trudno na szkło przeświecające. W kwasach rozpuszcza się, wydzielając krzemionkę galaretową. Proszek wolastonitu pod wpływem roztworów  $\text{MgCl}_2$  lub  $\text{MgSO}_4$  daje krzemiany magnezu wodne, zbliżone do serpentynu z 13 proc. wody, albo też woda metakrzemianu  $\text{MgSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; potraktowany zaś roztworem  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{KHO}$ , przybiera alkalia, wodę i glinę, przechodząc w związki zeolitowe; z roztworem  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  w temp.  $185^\circ$  daje pektolit (Lemberg, l. c. 1872, 1877, 1883, 1885, 1888). Stopiony, krystalizuje się heksagonalnie. W szklach hutniczych wapiennych kryształy wolastonitu tworzą się niekiedy przypadkowo.

Występ. Jako minerał kontaktowy razem z granatem i in.—w wapieniu niebieskawym ziarnistym koło Cziklowy w Banacie, Pargas w Finlandyi i t. d. Kryształy narosłe i skupienia promieniste w bombach Sommy na Wezuwiuszu, Capo di bove pod Rzymem. Rzadko w skałach wybuchowych, np. w lawach współczesnych na Santorynie, w fonolitach Kaiserstuhlskich i t. d.

Etym. i synonim. Wollastonite, Haüy — na cześć chem. angl. W. H. Wollastona (1766—1828). Niem. Tafelspath, Schütz = spat tabliczkowy. Schaalstein Wern. = wapieniec Drzew.—Horodecki, prof. uniwer. w Wilnie (1822), znalazł pomiędzy tamicznymi głazami narzutowymi skupienia blaszkowato-włókniste, które posłał Brogniartowi do Paryża pod nazwą wilnitu; według określi. Descloizeaux był to jednak wolastonit.

Edelforsyt jest, według Forchhammera, wolastonitem nieczystym (Aedelfors w Szwecyi) Pektolit  $\text{NaHCa}_2\text{Si}_3\text{O}_9$  zawiera sól i elementy wody, promienisty lub zbiity, na drodze hydrochemicznej przez Lemberga otrzymany z wolastonitu i węgla wapienia pod działaniem  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  (l. c. 1883, 1885); Monte Baldo, Monzoni, Bergenhill i t. d.; należą doń stellit i osmelit (πυρρός ścisły, spojony; ὀσμή zapach).

**Rodzina piroksenu.** Kąt łupl. około  $62^\circ$ .

### Bronzyt.

$(\text{Mg}, \text{Fe})\text{SiO}_3$ .

*Kl. bipiram. romb. (8).*

Tworzy zupełną paralełę z oliwinem tak co do rozpowszechnienia, jak co do przeobrażeń. Kryształy rombówce pryzmatyczne.  $m = (110)$ ,  $a = (100)$ ,  $b = (010)$ ,  $e = (122)$ ,  $u = (322)$ ,  $p = (102)$ . Kąt  $(110) = 91^\circ 40'$ . Krawędź ostrzejsza jest tu przeto zwrócona ku przodowi — analogicznie do rodzaju następującego.  $(102) = 31^\circ 48'$ .

Łupl.  $\parallel m$  dość dokł.,  $\parallel a$  niewyraźna; atoli wskutek skorupowatości często dzieli się z łatwością  $\parallel a$ . Tw. 5 do 6. C. wł. 3·1 do 3·5.

Opt. Dwusieczna  $\kappa$  równoległa do osi pionowej. Pł. o. o.  $\parallel (010)$ . Kąt osi zmienny, zależnie od zawartości żelaza. Gatunki, w żelazo najuboższe (enstatyt), odznaczają się wielkim kątem osi (ujemnym), równającym się w oleju  $133^\circ$ , gatunki zaś, w domieszkę żelaza obfitujące (hypersten), mają kąt osi mniejszy, równy około  $69^\circ$ , według Descloizeaux. Ponieważ istotny kąt osi przy zawartości tlenku żelaza, wynoszącej 10 proc., równa się  $90^\circ$ , przeto wszystkie należące tu minerały z mniejszą zawartością żelaza są optycznie dodatnie, z większą zaś—ujemne (str. 200).

Chem. Mieszanina równopostaciowa dwu krzemianów:  $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$  z 40 magnezyi, 60 krzemionki oraz  $\text{Fe}_2\text{Si}_2\text{O}_6$  z 54·4 tlenku żelaza i 45·6 krzemionki. Glinka niekiedy obecna w ilości znacznej, mangan i wapń — w mniejszej. Kwasy nie działają nawet na proszek (z wyjątk. HF). Względem ługu sodowego zachowują się również opornie, czem różnią się wybitnie od feldspatów, które z alkaliami łatwo przechodzą w związki wodne, w kwasach rozkładne: sposób oddzielenia mieszanin skalnych (Lemberg l. c. 1883, str. 560).

Krzemian  $\text{MgSiO}_3$  odtworzono sztucznie zarówno przez bezpośrednie topienie krzemionki i magnezyi w odpowiednich ilościach (Daubrée, Cossa), jak i za pomocą topienia w rozpuszczalniku (Ebelmen, porówn. oliwin).

Odróżniamy tu trzy ważne minerały:

1. Enstatyt. Szaro-biały, żółtawy, zielonawy i blado-brunatny; przeświecający. Opt. dodatni (+). Tw. 5·5. C. wł. 3·1 do 3·2. Jest to krzemian magnezyi w stanie dość czystym, zawartość tlenku żelaza sięga 5 proc. Wpł. dm. nietopliwy.

Kryształy wielkie, długie nieraz na 40 cm. i więcej, częstokroć o postaci fig. 1, zostały odkryte przez Bröggera i Reuscha koło Kjörrestadu w dycezyi norweskiej Bamle. Kryształy te występują wraz z rutylem w pokładzie apatytu, wypełniającego rozpadlinę w łupku amfibolowym. (Zeitschr. f. Kryst. I, str. 18). Masy nieforemne znajdują się też i w innych okolicach Norwegii, kryształy bez wyraźnych zakończeń — w pseudoficie na górze Żdiar pod Alojzowem na Morawach i t. d.



Enstatyt przeobraża się często w talk. Kryształy norweskie są zwykle pokryte skorupą miękką, zawierającą wodę; niektóre z nich przeobraziły się całkowicie w steatyt.

2. Bronzyt. Czosnkowo-zielony, żółtawo-zielony, pistacyowy, oliwkowy, gwoźdźnikowo-brunatny. Na dwuścianie poprzecznym  $a$  ujawnia często połysk (migotliwość) metaliczno-tombakowy, pochodzący od wrostków, str. 121. Te ostatnie spowodują też skorupowatość  $\parallel a$ . Przeświecający. Różnobarwność słaba. Niekiedy bywa opt. dodatni (+), najczęściej jednak ujemny (—).

Fig. 1.

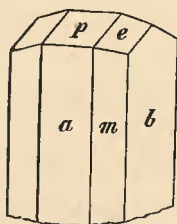


Fig. 2.

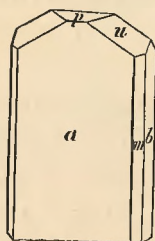
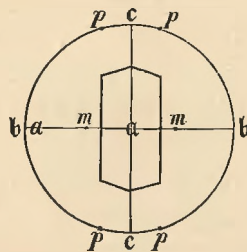


Fig. 3.



Tw. 55. C. wł. 3·2 do 3·3. Chemicznie jest to mieszanina metakrzemianu magnezu i żelaza w granicach (przyjętych dowolnie) od 5 do 15 procentów tlenku żelaza. W pł. dm. topi się nader trudno.

Kryształy dokładnie wykształcone, nadające się do pomiarów, nie zostały dotychczas znalezione. Ziarna, niedokształcone kryształy oraz skupienia ziarniste towarzyszą oliwinowi w skałach, ten ostatni obficie zawierających (lerzolit, dunit), a także w serpentynie. Wielkie osobniki pochodzą z Kraubatu w Styryi, Kupferberga w Bawaryi, Ultenthalu w Tyrolu i z in. m. Ukazująca się niekiedy na odłupanej ścianie  $a = (100)$  kolankowatość falista jest, jak tego dowiódł Bücking, wynikiem bliźniętości wielokrotnej według  $h = 014$ .

Bronzyt, występujący w inkluzjach skały oliwinowej w bazalcie koło Marburga w Hessyi, na górze Kozaków koło Semili w Czechach, w martwicy zaś bazaltowej—koło Kapfensteinu w Styryi, koło Reps w Siedmiogrodzie i t. d., nie wykazuje ani skorupowatości, ani też połysku metalicznego. Bronzyt dostrzeżono także w melafirach i andezytach.

Niektóre bronzyty, występujące w serpentynie, na blaszkach  $\parallel a$  dają w oleju obraz osiowy, a więc pł. o. o. mają równoległą do  $010$  (protobastyt, dyaklasyt z Harzburga). Przyczyną zmiany orientacji optycznej zdaje się tu być poczynający się rozkład. Tę samą orientację optyczną zachowują bronzyty, osadzone w serpentynie, a przeobrażone w bastyt (spat migający). Bronzyty, występujące po za obrębem serpentynów, przeobrażają się w talk lub też (jeżeli zawierają glinę) przechodzą w szaro-zieloną mieszaninę talku i chlorytu (festyn).

Monradyt jest, zdaje się, również początkowym stadium rozkładowym bronzytu.

3. Hypersten (paulit). Czarniawo-zielony lub — brunatny, smolisto-czarny. Na dwuścianie poprzecznym często połysk metaliczno-miedziany, za-

leżny od wrostków (str. 121). Nieprzezroczysty, optycznie odjemny (—). Na płytkach cienkich wyraźna dwubarwność; płytki równoległe do 100 dają często barwę szaro-zieloną ||  $\epsilon$ , hyacynutowo-czerwoną ||  $\alpha$ . Tw. 6. C. wł. 3·4 do 3·5. Mieszaniny obu krzemianów z zawartością tlenu żelaza, przenoszącą 15 proc. W pł. dm. topi się na szkło zielonawo-czarne, słabo magnetyczne.

Duże kryształy znaleziono w pokładach pirytu magnetycznego koło Bodenmais w Bawaryi, mniejsze — w bombach jeziora Laachskiego (amblistegit) oraz w trachitach (p. fig. 2). Na wyspie St.-Paul (św. Pawła) koło wybrzeży Labradoru wielkie osobniki wraz z plagioklazem tworzą skałę, zwaną hyperstenitem; indywidua drobniejsze występują w niektórych gabro (np. na Wołyniu), melafirach i andezytach (Czorsztyn) — jako część składowa podrzędna.

Bronzyt, na podobieństwo oliwinu, stanowi łącznie z pokrewnymi mu minerałami istotną część składową niektórych meteorytów.

Etym. i synonim. Bronzit *Karstena* — od połysku metal-bronz. = spiżowiec *Estreichera*. Enstatit *Kenngott*, od ἐνστάτης przeciwnik — aluzyja do opornego zachowania się w ogniu. Hypersthène, *Hauy*, od ὑπέρ nad i σθένος moc, gdyż przenosi amfibol mocą blasku i stopniem tw. Paulit, *Wern.* = pawlit, *Kumel.* Amblystegit, *v. Rath*, od ἀμβλός tępy i στέγη dach — aluzyja do niezwykle płaskiego daszka podłż.  $h = 014$ . Saboit *Kocha* = hypersten (na część mineraloga węgier. J. Szabó).

**Piroksen.**  $(Cu, Mg, Fe)SiO_3$ . *Kl. słupa jednoskośn. (5).*

Kryształy jednoskośne. Do postaci zwykłych należą:

$$a = (100), m = (110), b = (010), n = (111), s = (11\bar{1}).$$

Prócz nich często też występują:

$$p = (10\bar{1}), c = (001), v = (221), o = (22\bar{1}), z = (021), \text{ rzadziej } n = (10\bar{2})^1).$$

Kąty postaci typowych:

$$(110) = 92^\circ 54', u : u = 111 : 1\bar{1}\bar{1} = 48^\circ 30', s : s = 11\bar{1} : 1\bar{1}\bar{1} = 59^\circ 12'. \text{ (Kokscharow, Mat. z. Miner. Russlands, t. 4). Dwojaki według } a \text{ lub } c.$$

Łupl. ||  $m$  wyraźna lub dość wyraźna. Tw. 5 do 6. C. wł. 3 do 3·5.

Opl. Pł. o. o. ||  $(010)$ , kąt  $a\epsilon$  zmienny. Dodatni (+). Kąt osi opl. też chwiejny i zależny od składu. Różnobarwność zwykle słaba. Blaszkki równoległe do  $a$  i  $c$  dają w konoskopie obraz jednej tylko osi.

Chem. Wzór, wyżej podany, odpowiada tylko metakrzemianom ziem alkalicznych, zwykle przeważającym. Prócz nich często są obecne glinokrzemiany ziemne i alkaliczne oraz odpowiednie związki tlenu żelaza  $Fe_2O_3$ . W pł. dm. wszystkie pirokseny topią się na szkło, które, zależnie od zawartości żelaza, bywa białe, szare, zielone lub czarne. W kwasach zwykłych nierozpuszczalne. Alkalie też nie wywierają na nie działania. Mieszanina piroksenów i feldspatów, potraktowana stężonym ługiem sodowym, zmienia się w ten sposób, że feldspaty przechodzą w zeolity, rozkładające się w kwasach, gdy pirokseny nie zmieniają się i mogą być tą drogą z mieszaniny owej wyosobnione (Lemberg, l. c. 1883.

<sup>1)</sup> Figury 1 do 3 wykreślono odpowiednio do ogólnie przyjętego sposobu ustawiania kryształów jednoskośnych, fig. zaś pozostałe (od 5 do 12) wyobrażone są z tyłu, a więc tak, że ściana wierzchołkowa  $c$  zwraca się teraz nie ku widzowi, lecz wstecz. Ściana podstawowa  $00\bar{1}$ , równoległa do tej ostatniej, jest natomiast w tem ustawieniu kryształu widoczna.

str. 560). Kryształy o skł. chem. piroksenu tworzą się często w szlakach wielkopieczowych, hutniczych, wapniarskich i cementowych. Celowego odtworzenia dyopsydu dokonali Bertier, Mitscherlich i in., piroksenów zaś, zawierających  $\text{Al}_2\text{O}_3$  i  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — Dölter i tłómacz, w obu razach przez topienie części składowych.

Ażeby zbyt nie rozdrabniać tych tak różnorodnych co do wejrzenia i skł. chem. minerałów, podzielimy je poprostu na trzy rodzaje.

Dyopsyd. Kryształy pryzmatyczne, niekiedy jak na fig. 1 do 3; często też bywa nieforemny lub tworzący indywidua blaszkowate, tudzież skupienia ści-

Fig. 1.

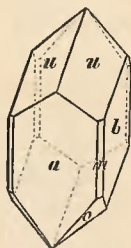


Fig. 2.

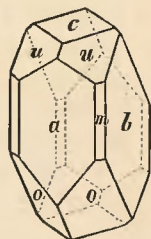


Fig. 3.

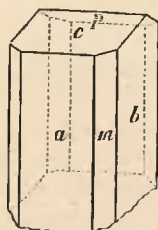
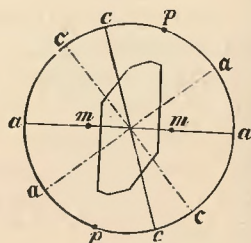


Fig. 4.



kowate i ziarniste. Okazy nieforemne odznaczają się zwykle skorupowatością, równoległą już to do  $a$ , już do  $c$ . Zależy ona od wtrąceń blaszek bliźniaczych nadzwyczaj cienkich. Rozwój kryształów bywa niekiedy połówkowy. Występowanie tej przedtem nieznaney na minerałach hemiedryi (kl. 4) stwierdził Pelikan za pomocą wytrawiania (Tschermaks Min. u. petr. Mitth., t. 16).

Mieszaniny równopostaciowe dwu krzemianów:  $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$  z 25·8 wapna, 18·6 magnezyi, 55·6 krzemionki oraz  $\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$  z 22·5 wapna, 29 tlenku żelaza, 48·5 krzemionki. Oryentacja optyczna, tudzież kąt osi opt. zmienia się w zależności od składu mieszaniny. Dla krzemianu pierwszego  $\alpha \epsilon = 52^\circ$ , dla drugiego zaś  $44^\circ$ . Dodatni kąt osi opt. zwiększa się wraz z zawartością żelaza. Wülfing na dyopsydzie z dol. Ala, prawie bezbarwnym i zawierającym tylko 3 proc. tlenku żelaza, znalazł:  $2V = 59^\circ 15'$ ,  $\alpha \epsilon = 51^\circ 18\frac{1}{2}'$ , średni spółcz. załamania 1·676 (św. sodowe).

Kryształy narosłe, bezbarwne lub białe, zdarzają się rzadko, np. koło Rez-banyi. Osadzone natomiast w skale, zwłaszcza w wapieniu ziarnistym, bywają białe, szare lub zielone i zdarzają się często: salit, bajkalit, malakolit. Według Kalkowskiego, salit jest częścią składową niektórych gnejsów i łupków amfibolowych. Nazwa dyopsydu stosuje się przeważnie do kryształów narosłych, białdo-zielonych lub porowo-zielonych, występujących na Mussa-Alp w Piemontie, koło Achmatowska na Uralu wraz z klinochlorem, almandynem i t. d., albo też do skupień promienistych szarawo-zielonych (promieniec szklisty) z dol. Ziller, zakończonych częstokroć kryształami.

Zdarzają się też niekiedy agregaty ziarniste: kokolit o barwie białej, porowo-zielonej, pistacjowej lub czarniawo-zielonej; zawartość żelaza bywa tu już dość znaczna. Występuje w Arendalu, Ersby, Rossie.



Ostatnim wyrazem szeregu jest hedenbergit, czarny, nieforemny, w kryształach rzadki, zawierający drugi krzemian w stanie prawie czystym. Tunaberg, Arendal.

Minerały jasnobarwne tego szeregu podlegają często przeobrażeniu w talk. Niektóre sality i malakolity bywają miękkie, co, według H. Rosego, jest dowodem poczynającej się przemiany.

**Dyalag.** Wyróżnia się nadzwyczajnie subtelną skorupowatością równoległą do 100. Ściana ta rzuca zwykle odblaski perłowo-macieczne o charakterze metalicznym. Barwa szaro-zielona, oliwkowo-zielona, czarno-zielona, także brązowa. Niekiedy bardzo podobny do bronzytu, ale różni się odeń optycznie, gdyż blaszki  $\parallel a$  ukazują obraz jednej tylko osi optycznej, a prócz tego dyalag topi się dość łatwo. Dawniej dyalag ciemny brano też często za hypersten. Optycznie podobny dyopsydowi, atoli nie jest wolny od częstych zaburzeń.—Pod względem chem. od dyopsydu istotnie się nie różni, wszakże zawiera dość często drobne ilości glinki.

Kryształy wyraźne trafiają się rzadko, np. w skale chlorytowej koło Wildschönau w Tyrolu. Mają one postać fig. 5 z mocno rozwiniętą ścianą  $a$ . Kry-

Fig. 5.

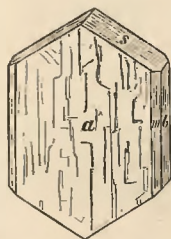


Fig. 6.

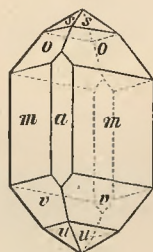


Fig. 7.

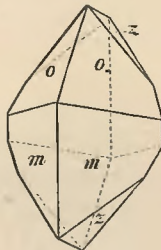
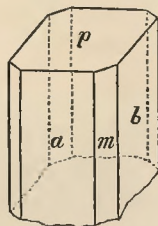


Fig. 8.



ształów narosłych nigdy nie dostrzeżono. Niekiedy występuje w dużych osobnikach, jak np. koło Neurode na Śląsku, Prato pod Florencją. Dyalag jest istotną częścią składową gabra, skały dość rozpowszechnionej, często gruboziarnistej, występującej zwłaszcza w obrębie łupków krystalicznych, a zwanej we Włoszech eufotydem lub granitonem, u nas zaś na Wołyniu — labradorytem. Osobniki d-gu na brzegach swych zrastają się nieraz z amfibolem w sposób równoległy. Przemianami chemicznymi nie różni się od salitu.

**Augit.** Kryształy zwykle krótkie, często zawieszone w cieście skalnym; bliźniaki według  $a$  dość pospolite. Prócz tego ziarna i osobniki bardziej rozpostarte, a także skupienia ziarniste. Z zachowania się optycznego podobny do dyopsydu; orientacja chwiejna.

**Skł. chem.** złożęnszy, albowiem z krzemianami dyopsydu wiążą się jeszcze glinokrzemiany takie, jak  $MgAlSiO_6$  i  $CaAl_2SiO_6$ , jako też związki pochodne, zawierające zamiast magnezyi — tlenek żelaza, w miejsce zaś glinki — tlenek żelaza. Stąd analizy wykazują zawsze glinę, a bardzo często i tlenek żelaza. Co do obecności alkaliów, to przypuszczamy, że związane są one w postaci izomorficznego krzemianu akmitowego  $NaFeSi_2O_6$ .

Kryształy porowo-zielone, pistacjowe lub czarno-zielone, najczęściej narosłe, o postaci fig. 6 i 7 lub podobnej, otrzymały nazwę *fassaïtu*. Występują one wśród utworów kontaktowych w dol. Fassa, na Wezuwiuszu, koło Traverselli i t. p. Porowo-zielony omfacyt znany tylko w osobnikach nieforemnych, skorupowych, częstokroć zrosłych z amfibolem zielonym: tworzy on pospółu z granatem skałę eklogitową gór Smreczyńskich, Świńskiej Planiny (Saualpe) i t. p. Najważniejszym przedstawicielem całego szeregu jest *augit* pospolity o barwie ciemno-porowej, czarno-zielonej do smolisto-czarnej i przełamie muszlowym; tworzy on niekiedy kryształy narosłe o kształtach fig. 8 lub też ziarna nieforemne, jak np. w pokładach rud żelaznych w Arendalu. Augit wulkaniczny występuje w kryształach zawieszonych ciemnych, które wszakże w szlifach są zupełnie przezroczyste. Postaci, wyobrażone na fig. 9 do 12, należą do pospo-

Fig. 9.

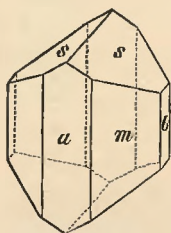


Fig. 10.

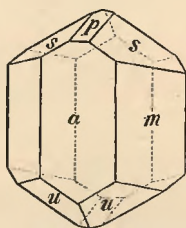


Fig. 11.

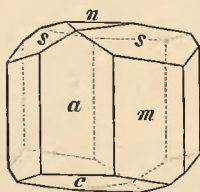
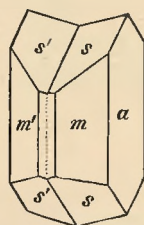


Fig. 12.



litych, bliźniaki według *a*, jak na fig. ostatniej, zdarzają się też często. Podczas wybuchów wulkanicznych wyrzucane niekiedy bywają kryształy luźne (deszcz augitowy), które jednak zlepiają się następnie za pomocą popiołu i martwicy. Augit ten jest istotną częścią składową wielu skał wybuchowych, jak bazyalty (Równie), melafiry (Krzeszowice), dyabazy i cieszynity, andezyty (Czorsztyn) i t. d. Zawiera on często wrostki, porówn. str. 120. Równie często ujawnia uwarstwienie równopostaciowe. Pospolicie przeobraża się w chloryt lub zielonkę, także w biotyt, epidot; niektóre produkty rozkładowe, przypominające talk i serpentyn, nazwano pikrofilem, piralolitem i t. p., pozostałość przemiany ziemistą — cymolitem. Wypieranie substancji augitowej przez kalcyt lub opal, chalcedon zauważono w niektórych skalach zwierzających.

Piroksen występuje też niekiedy w meteorytach, atoli w porównaniu z piroksenem telurycznym zawiera mniej wapna.

Etym i synonim. *Pyroxène*, *Hauy*, od πῦρ ogień i ξένος obcy: *H.* sądził, że występowanie jego w lawach jest tylko przypadkowe. *Diopside*, *Hauy*, od δις podwójny, wątpliwy i ὅψις widok (= podwojeń *Zidzit.*). *Sahlit*, *d'Andrada*, od góry Sala w Szwecyi. *Malacolith*, *Abildgaard* — od μαλακός miękki, t. j. miękniejszy od feldspatu, za który go brano. *Coccolith*, *d'Andr.*, od κόκκος jądro (= jądrzeń *Zidzit.*, ziarnowiec *Sym.*). *Hedenbergit*, *Berz.* — na cześć chem. szw. L. Hedenberga. *Diallage*, *Hauy*, od διαλλαγή zmiana, różnica: co do łupliwości. *Mignik* *Eab.* Augit *Wern.*, od αἰτή połysk (= sklistyn *Sym.*) *Omphazit* *Wern.*, od ὀμφαξ niedojrzały, aluzja do koloru.

Dyopsyd chromowy zawiera niewielką ilość chromu. Szeferyt (*schefferit*) jest piroksenem, zawierającym mangan, dżefersonit (*jeffersonit*) — mangan i cynk. Nie-



bieski wiolan z St-Marcel zalicza się do dyopsydu, blado-różowy zaś antochroit jest mu pokrewny.

Osobny odłam rodziny piroksenu stanowią minerały, zawierające alkalia.

Spodumen (tryfan), jednoskośny; co do kątów, kombinacyi i łupl. podobny piroksenowi; biały lub zielonawo-szary. Tw. 6·5 do 7. C. wł. 3·1. — Jest glinokrzemianem litynu:  $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6 = 64\cdot5$  krzemionki, 27·4 glinki, 8·4 lityny, zwykle też trochę tlenku sodu. — Wyspa Utö, Norwich i Stirling w Massachusets. W Dacotah, w kopal. Etta, znaleziono olbrzymie kryształy, a wśród nich jeden na 36 stóp długi. Sp. ciemno-szmaragdowo-zielony z Karoliny Półn. nazwano hiddenitem. Sp. ulega przeobrażeniom, godnym uwagi: przechodzi on mianowicie w albit, mikroklin, muskowit oraz krzemiany, zawierające lityn. Pod wpływem roztworu sody w temp. 220° przeobraża się też w analcym (Lemberg, l. c. 1887). Arfvedson znalazł w nim po raz pierwszy lityn. — Etym. Spodumen, *d'Andr.*, od *σποδόμενος* spopieleny — aluzya do koloru popielatego (stąd spopielec *Bog.* = popieleń *Eab.*). Triplane *Hauy*, od *τρίπλῳς*, ukazujący się potrójnie, napomknienie co do łupl. || (110) i (010).

Jadeit jest owym białym lub zielonawym minerałem przeświecającym, którego w Chinach od czasów niepamiętnych używano na wyrób flizanek, rękojeści do broni siecznej, statuetek i t. p., który w postaci siekierek i amuletów znajduje się w pokładach kulturalnych Europy i który po dziś dzień obrabiany jest przez Indyan. Descloizeaux zaliczył go do piroksenu ze względu na podobny kąt łupl. i orientację optyczną; według Arzruniego, ma on być trójskośny. Wyraźnie krystaliczny lub zbity. Tw. 6·5 do 7. C. wł. 3·2 do 3·3. Jakkolwiek najczęściej jest mieszaniną, odpowiada jednak wzorowi  $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6 = 59\cdot4$  krzemionki, 25·2 glinki, 15·4 tlenku sodu; jest więc glinokrzemianem sodu, analogicznym do spodumenu i leucytu. Lemberg, działając roztworami  $\text{K}_2\text{CO}_3$  i  $\text{NaCl}$  w temp. 220°, a następnie  $\text{NaCl}$  i  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  w temp. 215°, zdołał go istotnie przeprowadzić w analcym i leucyt (l. c. 1887). W pł. dm. topi się na szkło przezroczyste. Okazy, zawierające wodę, są lepsze (c. wł. 3·0) i topią się na emalię.

Jadeit znajduje się w Tybecie; głady jego rozpowszechnione są w Birnie i w góle w krajach Azji Połudn. W Europie dotychczas z pewnością nie dostrzeżony. Minerały, łączone dla topliwości z jadeitem, wykazują już barwę wyraźnie zieloną i zawierają też wapno, magnezję, tlenek żelaza (chloromelanit). Dawniej zaliczano je do nefrytu. Kimatolit (cymatolit), włóknisty produkt przemiany spodumenu amerykańskiego, na skład chem. jadeitu. — Etym. *Jadéite*, *Damour*, franc. jade, z hiszp. *ijada*, *hijada*, miękkość.

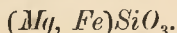
Akmit (egiryn), zielonawo-czarny lub brunatno-czarny, równopostaciowy z augitem. Skł. chem.:  $\text{NaFeSi}_2\text{O}_6 =$  krzemionki 52·0, tlenniku żelaza 34·6, tl. sodu 13·4, atoli zawsze drobne ilości wapna, magnezji, tlenku żelaza, potasu. Odpowiada jadeitowi. Łatwo topliwy. W syenitach eleditowych i granitach sodowych: Eger i Brevig w Norwegii, na Grenlandyi, koło Montreal w Kanadzie, w ilości niewielkiej też koło Ditro w Siedmiogrodzie (Becke). Minerały podobne znaleziono w trachitach i fonolitach. Urbanit z Langban zbliża się do akmitu. — Etym. Akmit *Berz.*, od *ακμή* ostrze, ze względu na śpiczastość postaci. Aegirin, *Esmark*, od boga mórz, Aegira.

Wreszcie wymienimy tu jeszcze niektóre pokrewne minerały trójskośne:

Babingtonit, smolisto-czarny; mieszanina metakrzemianu  $\text{Ca}_2\text{FeSi}_3\text{O}_9$  z krzemianem, zawierającym tlenik żelaza,  $\text{Fe}_2\text{Si}_3\text{O}_9$ . Arendal, Baveno. Lévy na cześć Dr. W. Babingtona (1757—1833).

Rodonit (pajsbergit), różowo-czerwony lub czerwono-brunatny. Przeważnie metakrzemian manganu  $\text{MnSiO}_3 =$  krzemionki 45·9, tlenku manganu 54·1. Domieszki żelaza, wapnia i t. p. W większych masach występuje koło Ekaterynburga, gdzie go obrabiają na wazy, ornamenty etc., w kryształach — koło St-Marcel w Piemontcie, Pajsberg w Szwecyi (Etym., str. 340). Fowleryt jest rodonitem, zawierającym cynk i wapien; fotocyty (photicit), allagit, hydrolit są mieszaninami, w których też przeważa rodonit. Bustamit z Rezbanyi, Monte Civillina, Campiglia etc. zawiera wapien.



Rodzina amfibolu. Kąt łupliwości około  $56^\circ$ .**Antofilit.**Kl. *bipiram. romb.* (8).

Mało rozpowszechniony, ale godny uwagi ze względu na różnorodność z bronzitem. Dotychczas znaleziony tylko w kształtach nieforemnych. Słup odłupany mierzy prawie  $55^\circ$ ; łupl. niedokł.  $\parallel b = (010)$ ; skorupowatość  $\parallel a = (100)$ . — Płytki, równoległe do  $a$ , w świetle zbieżnym ukazują dwa układy pierścieni o symetrii barw rombowej i ujemnym charakterze optycznym (—). Tw. 5·5. C. wł. 3·2.

Chem. Skład bronzytu, ale przez analogię do amfibolów pozostałych wzorowi chem. przyjęto zwykle nadawać spólczynniki zdwojone:  $Mg_4Si_4O_{12}$  oraz  $Fe_4Si_4O_{12}$ ; często obecna jest glina i woda. Zachowanie się w pł. dn. i kwasach bronzytu.

Najpiękniej występuje koło Konsberga w Norwegii, gdzie tworzy skupienia szeroko-prętowe wraz z amfibolem w łupku mikowym; agregaty cienkopiętkowe — koło Modum, także w Karolinie Półn. (Macon County); koło Hermanowa na Morawach, tudzież koło Dürrensteinu w Austrii Niższej tworzy skorupy w t. zw. kulach mikowych: tu żółto-szary, promienisto-włóknisty, według Beckego, z oliwinu powstały.

Etym. Anthophyllit, *Schumacher*, od anthophyllum — gwoździk, jako korzeń sklepowy, aluzya do koloru (= goździkowiec, *Bogat.*).

Do antofilitu należy też sylfbergit. Kupferyt zawiera mniej żelaza, niż ant., gdy gedryt jest w nie obficie zaopatrzony i ma glinę. Istnieją też azbesty antofilitowe. Pod amfibolem antofilitowym Descloizeaux rozumie minerał, mający skł. chem. antofilitu, oryentację zaś optyczną — amfibolu.

**Amfibol.**Skł. chem. *chwiejny*.Kl. *słupa jednoskośn.* (5).

Jest to znów nazwa zbiorowa dla kilku ściśle ze sobą związanych rodzajów równopostaciowych, odpowiadających szeregowi izomorficznemu piroksenu.

Kryształy jednoskośne, rzadko kiedy w ściany obfitujące. W pasie słupa pionowego widzimy zazwyczaj tylko postaci charakterystyczne:  $n = (110) = 55^\circ 49'$  i  $b = (010)$ , rzadziej  $a = (100)$ . Zakończenie kryształów nigdy nie bywa śpiczaste, zwykle tworzą je: płaski daszek  $r = (011)$ , tudzież  $i = (031)$ , a dalej  $p = (\bar{1}01)$ . Dość często ukazuje się  $s = (\bar{1}21)$ , także  $q = (\bar{2}11)$ , rzadko  $c = (001)$ <sup>1)</sup>.

Kąt  $001 : 011 = 31^\circ 32'$ ,  $\bar{1}01 : \bar{1}10 = 76^\circ 48'$ . Kryształy, powstałe w zawieszeniu, tworzą dość często bliźniaki według  $a$ , fig. 4.

Prócz dokł. łupl.  $\parallel n$ , ujawnia też łupl. niewyraźną  $\parallel b$ . Tw. 5·5. C. wł. 2·9 do 3·3.

O p. t. ujemny (—); oryentacja piroksenu, ale kąt  $ax$  większy. Na blaszkach odłupanych w świetle spolaryzowanym zaćmienie względem krawędzi  $nb$  ukośne, w św. zbieżnym ukazuje się obraz jednej osi na skraju pola widzenia. Wszystkie okazy, wyraźnie zabarwione, odznaczają się silną różnobarwnością,

<sup>1)</sup> Kryształy amfibolu i piroksenu przyjęto ustawiać w ten sposób, by znak, odpowiadający ścianie  $p$ , w obu razach był jednakowy.

będącą w badaniach mikroskopowych dogodną cechą rozpoznawczą względem piroksenów.

Chem. Skład jest mieszaniną kilku nieraz krzemianów, zawierających często glinę. (Porównaj zestawienie na str. 486). W pł. dm. wszystkie gatunki topią się na szkło, niektóre przytem ciskają pęcherzyki. Szkło, zależnie od zawartości żelaza, bywa bezbarwne, zielone, czarne. Amfibole stopione i powolnie ostudzone, krystalizują się w postaciach piroksenu. Kwasy rozkładają nieco gatunki, obficie zaopatrzone w żelazo.

W szlakach sztucznych nie znaleziono dotychczas kryształów, odpowiadających amfibolowi; nie zdołano go też dotychczas odtworzyć na drodze ogniowej; natomiast kryształki o składzie i postaci amfibolu mają, według Chrust-

Fig. 1.

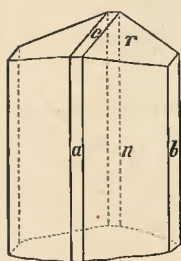


Fig. 2.

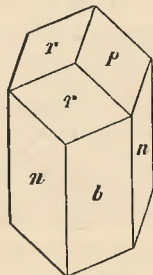


Fig. 3.

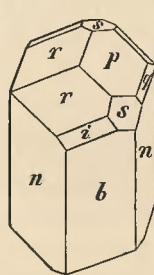
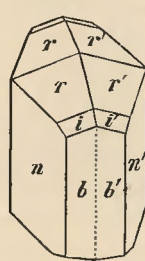


Fig. 4.



schoffa, powstawać z roztworów wodnych, ogrzewanych pod ciśnieniem (Jahrb. f. Min. 1891, II, str. 86). — Niektóre amfibole są utworami wtórnymi po oliwinie lub augicie.

Rzecz godna uwagi, że w meteorytach nie znaleziono żadnego przedstawiciela rodziny amfibolów.

Zwykle skupiamy rodzaje w sposób następujący:

**Tremolit.** Kryształy wydłużone pryzmatycznie odpowiadają fig. 1. Skupienia promieniste, włókniste, zbite występują najczęściej w obrębie łupków krystalicznych. Białe, szare, zielone. C. wł. 2·9 do 3·2.

Skł. chem. odpowiada mieszaninie równopostaciowej dwu krzemianów:

$\text{CuMg}_3\text{Si}_4\text{O}_{12} = 13\cdot4$ , wapna,  $28\cdot9$  magnezyi,  $57\cdot7$  krzemionki oraz

$\text{CaFe}_3\text{Si}_4\text{O}_{12} = 10\cdot9$  „  $42\cdot1$  tlenku żel.,  $47\cdot0$  „

Drobne ilości gliny, sodu, fluoru obecne są często.

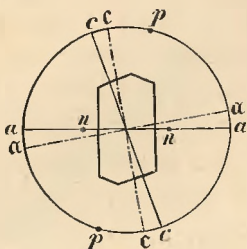
Kąt  $ar$  wynosi prawie  $75^\circ$ , czyli  $cr = 15^\circ$ . Ujemny kąt osi opt.  $2V = 88^\circ$  zmniejsza się w miarę zwiększania się zawartości żelaza (jak w bronzycie i dyopsydzie). Średni spółoś. załam.  $1\cdot622$  (tremolit z góry św. Gottharda). Zrosty równoległe z salitem dość pospolite.

Należące tutaj minerały białe lub jasno-popielate oznaczamy nazwą tremolitu albo gramatytu. Występują one najczęściej jako skupienia pręcikowe lub włókniste w wapieniach i dolomitach ziarnistych.

Porowo-zielony lub ciemno-zielony aktynolit (promieniec), którego okazy szczególnie piękne znajdują się w talku dol. Ziller, zawiera już znaczne ilości krzemianu żelazno-wapiennego.

Wszystkie tremolity i aktynolity cienkowłókniste otrzymały nazwę azbestu (amiantu, bysolutu). Częstokroć wyosobniają go z wapienia za pomocą kwa-

Fig. 5.



sów. Najznakomitsze jego łóżyska znajdują się w prowincjach Sondrio i Turyn, tudzież na Gamskarkogel pod Gasteinem. Azbesty, z powodu swej oporności względem ognia i kwasów, używane są jako ogniotrwałe powłoki, do ścisłego łączenia rur gazowych, na knoty do lamp, oraz w wielu czynnościach chemicznych; na tkaniny nie nadają się, albowiem są za kruche (patrz azbest serpentynowy). W Alpach występują łupki tremolitowe i aktynolitowe — ale w ilościach niewielkich.

Przeobrażanie się tremolitu w talk (str. 324) jest zjawiskiem pospolitem; talk pręcikowy oraz wiele łupków talkowych zdają się powstawać na tej właśnie drodze.

Nefryt, obrabiany już przez starożytnych, w pokładach kulturalnych Europy w postaci siekierek często znajdowany, a dziś jeszcze przez ludność tubylczą Nowej Zelandyi na oręż, dłuta, kołczyki i amulety używany (t. zw. kamień punamu), na wschodzie zaś rzeźbiony w kształt naczyń, rękojeści i t. p. — jest aktynolitem zawikłanie włóknistym lub zbitym. Berwerth zdołał zmierzyć odpowiedni kąt łupliwości. Nefryt jest nadzwyczajnie spoisty, przeświecający, porowo-zielony, zielonawo-szary lub zielonawo-biały, trudno topliwy i tem różniący się wybitnie od jadeitu, z którym go dawniej łączono. C. wł. 2.9 do 3 Tw. 55 do 6. Pokłady pierwotne znajdują się w Turkiestanie, w górach Nan-Chan (Chiny), na Nowej Zelandyi; Traube znalazł je także na Śląsku w Kamieniu (Jordansmühl). Jaczewski przed paru laty odkrył pierwotne złoża nefrytu w Syberyi na północnych stokach Alp Kitojskich, nad rz. Chara-dżelga, dopł. Białej i Angory — wśród łupków aktynolitowych — i nad rzeką Onotem (Ospą), wpadającą też do Białej, niedaleko wodospadu Czerskiego (według pryw. listu L. Jaczewskiego).

Rafilit jest aktynolitem, cymatyn (kimatyn) i pitkerandyt zdają się też doń należeć. Rychteryt z Langbanu zawiera mangan, włóknisty gruneryt ma składać się prawie wyłącznie z  $\text{FeSiO}_3$ .

Szmaragdyt jest nazwą aktynolitu blaszkowatego o pięknej barwie zielono-trawistej, występującego często w gabrze i będącego utworem wtórnym po oliwinie (pilit, Becke) lub dyalagu, a także zrastającego się nieraz z omfacytem w eklogicie. Niekiedy przez szmaragdyt oznaczane bywają zielone odmiany hornblendy.

Hornblenda. Blado-zielona, ciemno-zielona, czarna. C. wł. 3.1 do 3.3. Skł. chem. odpowiada mieszaninie izomorficznej, w której biorą udział obydwa krzemiany tremolitowe, a prócz nich jeszcze dwa glinokrzemiany: jeden o wzorze  $\text{CaMg}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ , drugi zaś odpowiada jadeitowi:  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ . Hornblendy przeto zawierają znaczne ilości glinki i bardzo często alkalia. Od zmienności składu chem. zależy chwiejność orientacji optycznej: kąt  $\alpha$  waha się między  $75^\circ$  a  $70^\circ$  (względnie  $c\alpha = 15^\circ - 20^\circ$ ), podobnie kąt osi opt. przybiera wielkości rozmaite, tak, że większość należących tu minerałów ma charakter opt. dodatni (+), niektóre jednak, zwłaszcza w żelazo obfitsze — odjemny (—). Na hornblendzie z Krageroe M. Lévy i Lacroix zmierzili:  $c\alpha = 15^\circ - 22^\circ$ , spółcz. załam.: 1.653, 1.642, 1.629;  $2V = 84^\circ$ ; różnobarwność: a blado-zielona, b zielona, c ciemno-zielona, a więc  $c > b > a$ . Zrastanie się z dyalagiem i augitem



pospolite. Na okazach, pochodzących z Wezuwiusza, v. Rath dowiódł, że ściany augitu *p* i *s* biegną prawie równolegle ze ścianami *p* i *s* hornblendy.

Pargasyt jest hornblendą niebiesko-zieloną do ciemno-zielonej, której krótkie kryształy występują wraz z flogopitem w wapieniach ziarnistych koło Pargas w Finlandyi i w kilku punktach Amer. Półn., karyntyn zaś — hornblendą ciemną, osadzoną w eklogicie Świńskiej Planiny (Saualpe) w Karyntyi.

Pod hornblendą pospolitą rozumiemy kryształy czarne narosłe, dalej skupienia pręcikowo-promieniste i ziarniste, rozpowszechnione jako część składowa wielu łupków krystalicznych, tudzież skał masowych, jak syenit, dyoryt. Łupek hornblendowy, czyli amfibolit, składa się w lwiej części z tego właśnie minerału.

Nazwa hornblendy bazaltowej obejmuje amfibole, których czarne kryształy występują w młodszych skałach wybuchowych, jak andezyt, trachit, lub w martwicach bazaltowych. Kryształy bywają zazwyczaj krótkie, o wykształceniu figur 2, 3, 4, niekiedy jednak i długie, jak w cieszyinitach. Zakończenie kryształów takie, jak na fig. 2, przypomina romboedr, albowiem krawędź *rr* mierzy  $31^{\circ} 32'$ , *pr* zaś  $34^{\circ} 25'$ . Stąd mineralogowie przedwernerowscy hornblendę tę mieli za gatunek turmalinu. Hornblenda bazaltowa stan swój pierwotny w wielu razach utraciła, utleniając się pod wpływem gorąca i wody oraz zmieniając odpowiednio własności optyczne. (Schneider, Zeitschr. f. Kryst., t. 18, str. 579).

Zjawiskiem pospolitem jest przeobrażanie się hornblendy w biotyt. W skałach masowych i łupkach krystalicznych pseudomorfoza ta jest wielce rozpowszechniona. Niekiedy hornblenda, rozkładając się, dostarcza częściowo materiału nowopowstającemu epidotowi.

Uralitem G. Rose nazwał kryształy o postaci augitu, występujące w t. zw. porfirze angitowym na Uralu, w Norwegii, południowym Tyrolu i t. d., a za uderzeniem rozpadające się na drobne równoległe uszykowane włókna hornblendy. Jest to więc paramorfoza. Czemś podobnem musi być także trawerselit Scheerera.

Włosowaty breislakit, koksazarowit, kumingtonit są też hornblendami.

Enigmatyt z Grenlandyi oraz identyczny z nim kossyryt z Pantellaryi są bardzo podobne do hornblendy, ale — trójskośne.

Etym. i synonim. Amphibole, *Hauy*, od ἀμφίβολος niepewny, dwuznaczny — ze względu na podobieństwo do turmalinu (niepewień *Zdzt.*, odmieniec *Rzep.*). Tremolit, *Saussure*, od Val Tremola. Grammatite, *Hauy* — od γραμματή linia (= kresień *Zdzt.*). Strahlstein *Wern.* = promieniec *Drzew.* = promieniowiec *Berd.* Aktinolith, *Kirwan*, od ἀκτίς promień i λίθος. Actinote, *Hauy* = aktynot. Asbest, od ἀσβεστος niewygasły, nigdy nieprzystający się żarzyć (= niezgorzeń, przedzeń *Zdzt.*); ἀπιάτος λίθος *Diosc.*, niesplamiony, nieskazitelny (gdyż w ogniu się czyści); byssolithe, *Saussure*, od βύσσης len i λίθος, stąd len górny *Berd.*, drzewo górne *Drzew.*; miętusia *Staszica* i t. p. Nephrit = lapis nephriticus, od νεφρός nerki, gdyż przypisywano mu pomocność na cierpienia nerek; nerkowiec *Symon*, *Kunel.* Beilstein *Emmerlinga* = siekiernik *Drzew.* Niem. Hornblende, od Horn róg i Blende; tak nazwana przez gwarków staroniemieckich dla podobieństwa do rogu kopyta końskiego oraz dla ciężkości i wejrzenia. Niekiedy metalicznego, które w błąd wprowadzały; hornblenda *Drzew.* (pospolita, bazaltyczna), rogowień *Zdzt.*, blenda rogowa *Lah.* Aenigmatit *Breith.*, od αἰνίγμα zagadka; cossyrit *Foerstnera* od starożytnej Cossyry (dziś. Pantellaria).

Rodzina amfibolu posiada również ogniwa, obfitujące w alkalia.

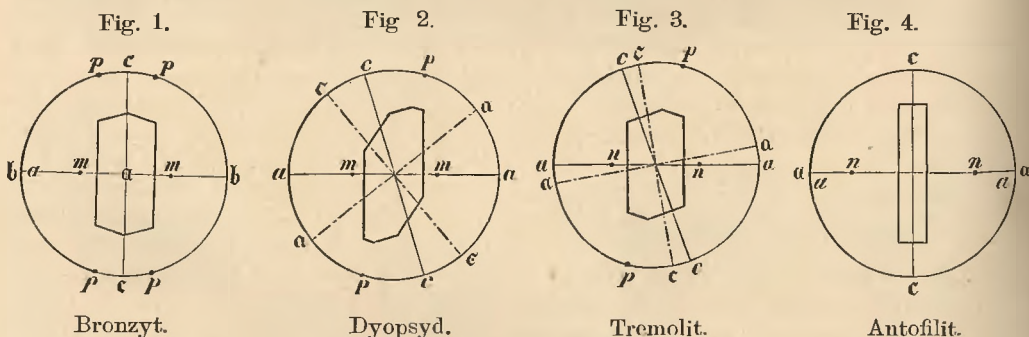
Glaukofan, szaro-niebieski, lawendowy, czarniawo-niebieski; pręcikowy, wykazujący słup łupliwości  $n$ , niekiedy też  $b$  i  $a$ . Tw. 6 do 6.5. C. wł. 3 do 3.1. Opt. dodatni (+),  $\alpha\epsilon = 84^\circ$  do  $86^\circ$  ( $\epsilon\epsilon = 4^\circ$  do  $6^\circ$ ), pozatem orientacja amfibolu. Mocna i piękna różnobarwność:  $\alpha$  żółtawo-zielona,  $b$  fioletowa,  $\epsilon$  ultramarynowo-niebieska (Zermatt). Przeważnie składa się z glinokrzemianu  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ , obecnego podrzędnie w hornblendzie, lecz zawiera także domieszkę metakrzemianu  $(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Ca})_4\text{Si}_4\text{O}_{12}$ . W pł. dm. łatwo topliwy, w kwasach nierozkładny. W łupkach mikowych i gnejsie na wyspie Syra i na Euboei, gdzie go odkrył Becke, jako część składową mikroskopijną; na wyspie Groix koło wybrzeża bretańskiego; koło St.-Marcel w Piemontie (gastaldyt), koło Tempelton w Kanadzie, na Śląsku koło Ludwikowa i t. d. — Etym. Glaukophan, *Hausm.*, od  $\gamma\lambda\omega\upsilon\varsigma$  niebieski i  $\varphi\alpha\iota\nu\alpha$  ukazuje się. Gastaldit *Strüvera* — na cześć prof. B. Gastaldiego.

Arfvedzonit, kruczo-czarny, o postaci i łupl. hornblendy. Tw. 6. C. wł. 3.4 do 3.6. Przeważnie zawiera  $\text{Na}_2\text{Fe}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$ . W pł. dm. topi się dość łatwo. Kangerdluar-suk na Grenlandyi, Fredriksvörn w Norwegii. Barkewikit z Barkevik nad Lange-sundfjordem jest do poprzedniego zbliżony. Rybekit z wyspy Socotora oraz z Kolorado zawiera przeważnie krzemian tleniku żelaza, odpowiadający glaukofanowi:  $\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ ; w pł. dm. topi się bardzo łatwo i barwi płomień na żółto. — Etym. Arfvedsonite, *Bronke* — na cześć chem. szw. Arfvedsona. Riebeckit *Sauera*, na cześć E. Riebeck'a.

Krokidolit, indygowo-niebieski lub brunatny, równoległo-włóknisty, o włóknach bardzo mocnych i spoistych; jest to azbest rybekitowy. Wraz z magnetytem nad rzeką Pomarańczową w Kaplandzie. Złocisto-brunatny produkt rozkładowy nazwano grykalandytem (z Griqualand-West). Mieszanina tego ostatniego z kwarcem używa się obecnie pod nazwą tygrysiego oka na wyroby galanteryjne. Mineral niebieski, włóknisty, osadzony w t. zw. kwarcu szafirowym z Golling, ma być także krokidolitem. — Etym. Krokidolith, *Hausm.*, od  $\kappa\rho\omicron\kappa\acute{\iota}\varsigma$  kosmyk, włókno i  $\lambda\acute{\iota}\theta\omicron\varsigma$ .

### Analogia pomiędzy rodzinami piroksenu i amfibolu.

Ponieważ różnica chemiczna obu rodzin jest nieznaczna, a niektóre ich ogniwa, jak bronzyt i antofilit, jadeit i glaukofan, akmit i rybekit, zgoła zdają się pomiędzy sobą nie różnić, ponieważ dalej z doświadczeń Mitscherlicha, Berthiera, G. Rosego wiemy, że ze stopionej hornblendy powstają kryształy augitu, przeto rodzaje obu tych rodzin możnaby prawie z jednego pnia wypro-



wadzić. Nowsze pomiary stwierdziły nadto, że postaci kryształów nie wiele się różnią nawet w tym przypadku, kiedy porównywać będziemy minerały rombowe i jednoskośne. Jeżeli słup amfibolu  $n$  oznaczmy przez  $(210)$ , a postaci  $p$  wszędzie nadamy znak  $\bar{1}02$ , wówczas znajdziemy, że

w bronzycie	stosunek osi $a : b : c$	$= 1.0308 : 1 : 0.5885$	$\beta = 90^\circ$
„ piroksenie	„ „ „	$= 1.0585 : 1 : 0.5942$	$= 89^\circ 38'$
„ amfibolu	„ „ „	$= 1.0581 : 1 : 0.5926$	$= 89^\circ 25'$
„ antofilicie	„ „ „	$= 1.05 : 1 :$	$= 90^\circ$

Podobieństwo optyczne ujawniają podane obok cztery figury. Tylko w bronzycie płaszczyzna osi opt. jest odmienna, wszakże  $\alpha$  wszędzie zbliża się do osi kryształu pionowej lub jest z nią równoległa; orientacje dyopsydu i tremolitu różnią się niewiele. Następujące zestawienie Crossa uwidocznia analogię co do kąta  $\alpha$  w obu rodzinach.

Enstatyt . .	90°	Antofilit . .	90°
Spodumen .	64	Glaukofan .	85
Dyopsyd . .	52	Tremolit . .	75
Hedenbergit	42	Hornblenda .	65
Augit . . .	36	Arfwedzonit.	15
Egiryń . . .	3	Rybekit . .	5

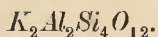
Odgraniczenie obu rodzin zasadza się na odmiennej łupliwości i różnem wykształceniu kryształów.

#### Grupa leucytu.

Minerały nieliczne o postaciach heksagonalnych, regularnych lub naśladowczo-regularnych, w stanie czystym bezbarwne lub białe, częstokroć zabarwione za sprawą wrostków, łupliwość wyraźną rzadko ujawniające. Są to glinokrzemiany sodu i potasu, pozbawione magnezyi i żelaza, rozkładające się całkowicie w kwasach. Jako części składowe skał, niektóre z nich mają znaczenie wybitne. Pod względem naukowym ważne dlatego, iż konstytucja ich chemiczna najpełniej dotychczas na drodze doświadczalnej poznana została.

Leucyt	$K_2Al_2Si_4O_{12}$	naśladowczo-regularny
Nefelin	$K_2Na_8Al_{10}Si_{11}O_{42}$	heksagonalny 1:0839
Kaliofilit	$K_2Al_2Si_2O_8$	„ —
Kankrynit	$CaCO_3 \cdot nNa_2Al_2Si_2O_8 \cdot H_2O$	„ 1:0441
Sodalit	$Na_2Cl_2 \cdot 3Na_2Al_2Si_2O_8$	regularny
Nozean	$Na_2SO_4 \cdot 3Na_2Al_2Si_2O_8$	„
Hauyn	$CaSO_4 \cdot 2(Na_2, Ca)Al_2Si_2O_8$	„
Lazuryt	$Na_2S \cdot nNa_2Al_2Si_2O_8$	„

#### Leucyt.



*Regularny, naśladowczy.*

Minerał bardzo interesujący ze względu na występowanie w lawach Wezuwiusza oraz jako wybitny przykład mimezyi.

Postać kryształów zbliża się prawie dokładnie do 24-ścianu deltoidowego. Stąd leucyt brano początkowo za minerał regularny, zanim G. v. Rath pomiarami swemi nie dowiódł, że kryształy jego są naśladowcze, że składają się z licznych blaszek, rozwiniętych równolegle do ścian, które w interpretacji regularnej odpowiadałyby 12-ścianowi rombowemu. Według v. Ratha, postacią zasadniczą jest piramida tetragonalna  $o = (111)$ , o stosunku osi 1 : 0.5264; wówczas  $i = (421)$ , płaszczyzny zaś bliźniacze odpowiadają ścianom piramidy wtórej (201). (Porówn. str. 100). Baumhauer postrzeżenia te stwierdził za po-



mocą metody wytrawiania. Wszakże późniejsze badania Weisbacha i Kleina przemawiają za symetrią blaszek niższą, mianowicie rombowa, gdy Mallard przypisuje im budowę jednoskośną.

Lupl. żadna. Płaszczyzny przełamu — muszlowe o połysku tłustym. Tw. 5·5 do 6. C. wł. 2.5.

Fig. 1.

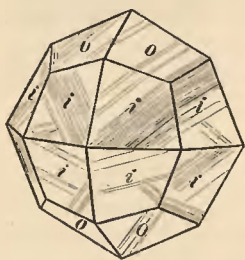


Fig. 2.

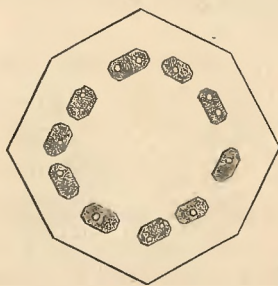
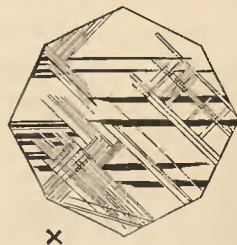


Fig. 3.



Opt. W świetle spolaryzowanym cienkie blaszki wykazują dwójłomność bardzo słabą:  $\omega = 1.508$ ,  $\epsilon = 1.509$  (św. sodowe) i są optycznie dodatnie (+). Prążkowatość bliźniacza wielokrotna, jak na fig. 3, najczęściej wyraźnie widoczna. Kryształy i blaszki, ogrzane do  $500^{\circ}$ , stają się regularne i jednołomne, a blaszki bliźniacze znikają (str. 221, 222). Drobne ziarnka leucytu prążkowatości nie ujawniają.

Chem. Podanemu wyżej wzorowi ( $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$ ) odpowiada 55.2 krzemionki, 23.3 glinki, 21.5 tlenku potasu. Często obecny jest także sod. Wzór ten stosuje się też do spodumenu i jadeitu, łącząc grupę leucytu z poprzedzającą. W istocie Lemberg zdołał na drodze hydrochemicznej obydwie te minerały przeprowadzić w leucyt za pośrednictwem analcymu. Klaproth odkrył po raz pierwszy w leucycie potas, jako część składową ciał mineralnych. Przedtem znajdowano go tylko w popiele roślin.

W pł. dm. nietopliwy; zwilżony roztworem kobaltu i wyżarzony, przybiera piękną barwę niebieską. W kwasie solnym rozkłada się, wydzielając krzemionkę w stanie proszku. — Topiąc części składowe leucytu w odpowiednich ilościach, Hautefeuille otrzymał zarówno kryształy leucytu właściwego, jak żelaznego, t. j. zawierającego zamiast glinki tlenek żelaza i także dwójłomnego. O doświadczeniach Fouquégo patrz str. 280.

Wielokrotne doświadczenia Lemberga wykazały w leucycie zdolność nadzwyczajnie łatwej wymiany zawartego w nim potasu na sod. Drobny proszek leucytu z Wezuwiusza, potraktowany roztworem soli kuchennej w temp.  $190^{\circ}$ , już w ciągu kilkunastu (18) godzin zamienia się na analcym  $Na_2Al_2Si_4O_{12} \cdot 2H_2O$ . Tak samo działa roztwór sody. Najciekawsza jednak, że analcym, w ten sposób otrzymany (i naturalny), pod wpływem roztworów  $K_2CO_3$  i  $KCl$  znów zamienia się na bezwodny krzemian leucytu (l. c. 1876, str. 537, porówn. też str. 320). Ta sama przemiana leucytu odbywa się i pod wpływem bardzo rozcieńczonych roztworów soli. Zachowaniem się swem względem 1-procento-

wego roztworu  $K_2CO_3$  leucyt (i analcym) różni się wybitnie od innych krzemianów tej grupy, np. nefelinu, sodalitu: nie ulega on rozkładowi i nie rozpada się na rodniki. Stąd Thugutt uważa go za sól trwałego kwasu glinokrzemianowego  $H_2Al_2Si_4O_{12}$ .

Występ. Leucyt znajduje się, w postaci kryształów zawieszonych, w lawach Wezuwiusza, jako ich istotna część składowa, podobnież w lawie okolic Rzymu, Roccamonfina, Kaiserstuhla koło Rieden, dalej, jako kryształki mikroskopijnie drobne, w wielu bazaltach i niektórych fonolitach. Podczas wybuchów Wezuwiusza zdarza się, iż wraz z popiołem spadają luźne kryształy 1-tu. Wszystkie tego rodzaju 1-ty są szare, białe, żółtawe, o ścianach najczęściej matowych, rysunku prążkowanego nienjawniających. Wewnątrz zawierają one często wzrostki prawidłowo uszykowane, jak na fig. 2 (porówn. też str. 120). W bombach Sommy dają się niekiedy dostrzegać kryształy narosłe, przezroczyste niemal jak woda, o ścianach połyskujących i subtelnie prążkowanych, podobnież kryształki narosłe dostrzeżono w szczelinach lawy — jako produkt pneumatolizy.

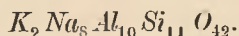
L. ulega przeobrażeniom wielce charakterystycznym. Najczęściej przeistacza się w analcym. Pseudomorfozy, których sposób powstawania wyjaśniają klasyczne doświadczenia Lemberga, bywają białe lub żółtawe, ziemiste. Na Wezuwiuszu dostrzeżono też pseudomorfozy, składające się z mieszaniny sanidynu i nefelinu; w Górach Kruszcowych, koło Oberwiesenthalu, duże pseudomorfozy składają się z ortoklazu, analcymu i muskowitu. Dowiedziona przez Lemberga łatwość przeobrażania się leucytu tlómaczy godną uwagi okoliczność, że w skałach wybuchowych dawniejszych nie znaleziono dotychczas z pewnością leucytu niezmiennego.

(Liter. G. v. Rath, Jahrb. Min. 1873, str. 113. Weisbach, tamże 1880. I, 143. C. Klein, tamże 1885. II, 234. Mallard, Ann. mines 1887. Baumhauer, Zeitschr. Kryst. I, 257. Lemberg, l. c. Thugutt, Jahrb. Min., t. d. IX, (1895).

Etym. i synonim. Leucit, *Wern.*, od λευκός biały (= białeń *Złzit.*). Wlawieck *Symon.* Amphigène, *Hauy*, od αμφίγονος wątpliwy (co do pochodzenia) = amfigen.

Rzadko napotykanym regularnym polluks (polucyt) jest jakby leucytem cezowym, zawierającym wszakże więcej krzemionki i przeszło 2 proc. wody:  $H_2Cs_4Al_4Si_9O_{27} = 2Cs_2O \cdot 2Al_2O_3 \cdot 9SiO_2 \cdot H_2O$ ; prócz tego obecne są zawsze drobne ilości sodu. Występuje w granitach Elby i w Heborn (Maine, Am. Półn.).

### Nefelin.



*Kl. piram. heksagon. (23).*

Tworzy kryształy o postaci heksagonalnej, będące kombinacją słupa i dwuścianu podstawowego, a często i piramidy heksagonalnej, której krawędzie równikowe mierzyłyby  $91^{\circ}50'$ . Niekiedy zdarzają się także połączenia, obfitujące w ściany. Według Baumhauera, ściany słupa dają figury wytrawień asymetryczne, skutkiem czego kryształy nefelinu należy zaliczyć do tetartoedryi hemimorficznej.

Lupl. równoległa do  $(10\bar{1}0)$  i  $(0001)$ . Tw. 5·5 do 6. C. wł. 2·6.

Opt. Połysk szklisty, na płaszczyznach przełamowych—tłusty. Dwójłomność słaba i ujemna (—):  $\omega = 1\cdot541$ ,  $\epsilon = 1\cdot536$  (Wezuwiusz, św. sodowe).



Chem. Podanemu w nagłówku wzorowi odpowiada 43·7 krzemionki, 33·7 glinki, 16·4 tlenku sodu, 6·2 tlenku potasu. Dawniej przypisywano nefelinowi wzór prostszy:  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ , który jednak zbyt jest daleki od zgodności z wynikami rozbiorów chemicznych. Nefelin należy do tych nielicznych krzemianów, których konstytucja chemiczna została bliżej poznana. Thugutt, na podstawie reakcji rozkładu oraz produktów przeobrażania się, wyprowadza dla nefelinu wzór konstytucyjny i określa minimum wagi jego cząsteczki, która musi być przynajmniej trzykrotnie większą od wyrażonej we wzorze empirycznym:



Złożona cząsteczka nefelinu składa się z trzech rodników: natrolitu sodowego (bezwodnego), takiegoż natrolitu potasowego i glinianu sodu w stosunku 8:3:4. (porówn. str. 264). — W pl. dm. topi się na szkło pęcherzowate; w kwasie solnym rozkłada się, wydzielając krzemionkę galaretową. Sztucznie kryształy nefelinu zostały odtworzone przez topienie części składowych.

Występ. Nefelin wulkaniczny tworzy kryształy bezbarwne lub białe narosłe, skupiające się w drobne szczotki, na Wezuwiuszu, w górach Albańskich i t. d.; kryształy wrosłe o barwie często szarej są istotną częścią składową nefelinitu, występującego koło Meiches w Hessyi, na Katzenbuckel w Odenwaldzie, dalej bazaltu nefelinowego i odpowiadających mu law, tudzież fonolitu.

Wielkie kryształy i osobniki o połysku wybitnie tłustym, barwie zielonej lub czerwonej, znane są pod nazwą eleolitu i występują w syenicie: Fredriksvårn w Norwegii, Miask na Uralu, Ditro w Siedmiogrodzie, Hotsprings w Arkanzasie, stopy Nogajskie (Märiupol) i in. m.

Przeobr. Nefelin zamienia się często na natrolit i towarzyszące mu niekiedy wodany glinu (dyaspor, hydrargilit), co najzupełniej odpowiada przytoczonej powyżej konstytucji chemicznej. Znane są również pseudomorfozy muskowitu (libenerytu) po nefelinie, a także przeobrażenia tego ostatniego w kanakrynit, wyjaśnione doświadczalnie przez Lemberga (l. c. 1883). Interesującym produktem rozkładu jest opisany przez Thugutta zeagonit, w którym z trzech pierwotnych rodników nefelinu zachował się w stanie niezmiennym tylko natrolit potasowy, gdy n. sodowy został zastąpiony przez odpowiedni związek wapienny, a glinian zupełnie wydalony (Rozprawy Akad. Um. w Krakowie, 1899, t. XXXIX, str. 92).

Etym. i synonim. Nepheline, *Hauy*, od νεφέλη obłok (aluzya do zmętnienia, spowodowanego przez kw. azotny), stąd obłocznic *Bogat*. Fettstein *Wern.* = kamień tłusty *Kumel*. Elaeolith, *Klapr.*, od ελαιον olej i λίθος.

Kaliophilite (facelit); kryształki igielkowate lub pierzaste, heksagonalne, o doskonałej łupliwości podstawowej, Wezuwiusz. Skł. chem.  $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ , a więc jakby nefelin potasowy. Lemberg odtworzył go na drodze hydrochemicznej w kryształach heksagonalnych (l. c. 1887). Thugutt, działając nań wodą dystylowaną w temp. 220°, otrzymał produkt, składem chem. przypominający mikę potasową. Eukryptyt, również heksagonalny, znaleziony przez Brusha i E. Danę pomiędzy produktami przeobrażeń spodumenu, zdaje się być nefelinem litynowym:  $\text{Li}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ . — Etym. Kaliophilite, *Mierisch*, od kalium i φίλος przyjaciel. Phacelite, *Hintze*, od φακός wiązka. Eukryptite, *Brush*, od εὖ dobrze i κρυπτός ukryty.



Tu wymienimy minerały, które postacią zbliżone są jeszcze do nefelinu, ale chemicznie stanowią już niejako przejście do podgrupy regularnej sodalitu. Kankrynit G. Rosego, z Miaska, Litfchfield, Ditro. Jest związkiem podwójnym glinokrzemianu  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  z  $\text{CaCO}_3$  i  $\text{H}_2\text{O}$ , podobnież dawyn (davyn) z Wezuwiusza, gdy pochodzący z tejże miejscowości kankrynit wapienny Lemberga jest w istocie  $n\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{CaCO}_3$ . Działając na eleolit, anortyt, kaolin i in. roztworem sody w temp. podniesionej, Lemberg otrzymał analogiczne związki sodowe („kankrynit sodowy“), będące zespoleniem glinokrzemianu i węglanu sodu, tudzież wody kryst. (l. c. 1883, 1887). Mikrosommit Scacchiego, również z Wezuwiusza, obok glinokrzemianu  $(\text{K}_2, \text{Na}_2, \text{Ca})\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ , zawiera jeszcze  $\text{NaCl}$  i  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Wszystkie te minerały są heksagonalne. (Rauff, Zeitschr. Kryst. t. 2, str. 468).

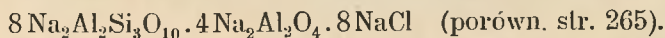
**Sodalit.**  $3\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{Na}_2\text{Cl}_2$ . Kl. 4-ścianu poszóstn. (31).

Regularny; najczęściej (110), także w połączeniu z (100). Dwojaki według (111) pospolite. Z postaci figur wytrawionych Brögger wnioskuje o krystalizacyi tetraedrycznej.

Lupl. || (110) mniej lub więcej wyraźna. Tw. 5·5. C. wł. 2·1 do 2·3.

Opt. Bezbarwny lub biały, często też żółtawy, szary, zielonawy, lazurowo-niebieski, wówczas obfitujący we wzrostki mikrolityczne. Przeświecający.  $n = 1.485$ .

Chem. Rozbiory stosują się do dwu wzorów, do podanego w nagłówku i do  $2\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{NaCl}$ . Pierwszemu odpowiada 7·3 chloru, 37·2 krzemionki, 31·6 glinki, 25·5 tlenku sodu, drugiemu zaś 5·6 chloru, 38·3 krzemionki, 32·6 glinki, 24·8 tlenku sodu. Obydwa te związki zostały otrzymane przez tłómacza w kryształkach (110) drogą topienia nefelinu z solą kuchenną lub kaolinu z sodą i solą; podobnież związki powstają na drodze hydrochemicznej (wodany sodalitu Lemberga, Thugutta). Roztwór  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , a nawet woda dysetylowana w temp. 200° rozkłada sodalit na trzy rodniki: natrolit, glinian i chlorek sodu, skąd, według Thugutta, wzór jego konstytucyi chemicznej:



Reakcyja ta jest odwracalna: natrolit, potraktowany chlorkiem glinu i wodanem sodu, przechodzi w tychże samych warunkach w związek sodalitu z 3 cz. wody. Proszek sodalitu z roztworem krzemianu sodu daje analcym (Lemberg, l. c. 1887, str. 600).

Dla odróżnienia sodalitu w szlifie lub w proszku Lemberg (l. c. 1890, str. 738) podaje doskonałą reakcyę, polegającą na działaniu kwaśnym roztworem azotanu srebra (4 proc.  $\text{HNO}_3$  na 2 proc.  $\text{AgNO}_3$ ) i wystawieniu preparatu na światło, poczem powierzchnia sodalitu, pokryta chlorkiem srebra, przybiera zabarwienie ciemno-fioletowe, lub też chlorek srebra redukuje się pirogalolem.

W pł. dm. topi się na szkło bezbarwne, przyczem chlorek sodu ułatwia się. Gorąca woda wyciąga zeń również chlorek sodu. Kwas solny wydziela galaretę krzemionkową.

Występ. Piękne okazy pochodzą z Brevig w Norwegii, z Grenlandyi, niebieskie z gór Ilmeńskich na Uralu oraz z Ditro w Siedmiogrodzie, gdzie są osadzone w skalach syenitowych. Sodalit wulkaniczny znajduje się w pięknych kryształach na Wezuwiuszu.

Etym. Sodalite, *Thomson*, od soda i λίθος (p. str. 340).

Nozean, z postaci kryształów i wyglądu zewnętrznego podobny do poprzedniego: szary, zielonawy, czarny; częstokroć przepelniony inkluzjami. Składowi chem.:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 3\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  odpowiada 8.0 bezwodnika kw. siarczanego, 36.2 krzemionki, 30.8 glinki, 25.0 tlenku sodu. Sztucznie łatwo się daje odtworzyć, jeśli na mieszaninę stosowną kaolinu i sody działać roztopionym siarczanem sodu w temp. ciemnej czerwoności. Na drodze hydrochemicznej też wielokrotnie otrzymywany w postaci wodoranów. Konstytucja i reakcje chemiczne sodalitu, w który łatwo przechodzi pod wpływem soli knchennej. Celem odróżnienia nozeanu (lub hauynu) w mieszaninie innych minerałów, Lemberg stosuje reakcję, podaną pod sodalitem, o ile nozean zawiera domieszkę chloru, w przeciwnym razie działa nań roztworem  $\text{HF}$  i  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , a powstający na powierzchni osad  $\text{PbSO}_4$  przeprowadza następnie w czarny siarek ołowiu za pomocą  $\text{Na}_2\text{S}$  (l. c. 1890 i 1892).—Występuje nad jez. Laach, w Rieden i in. m.; według Zirkla, jest częścią składową wielu fonolitów. — Etym. Nazwany tak na cześć K. W. Nose (1753—1835).

Hauyn, również regularny i (110) za postać charakterystyczną mający. Zwykle niebieski, rzadziej czarny lub czerwony, bardzo rzadko bezbarwny (berzelin). Jest cięższy od sodalitu i nozeanu: c. wł. 2.4 do 2.5. Chemicznie różni się od nozeanu tem, że zawiera wapno i znacznie więcej trójtlenku siarki, którego ilość wynosi 11.3 proc. Wzór empiryczny jest więc:  $(\text{Ca}, \text{Na}_2)\text{SO}_4 \cdot 2(\text{Na}_2, \text{Ca})\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ . Poza tem zupełnie podobny do nozeanu. Sztucznie otrzymany przez tlómacza na drodze ogniowej w mieszaninie z felpatem i piroksenem. Wezuwiusz, góry Albańskie, Niedermending (Eifel); na górze Vultur koło Melfi tworzy skalę (ławę), zwaną hauynofirem. — Etym. Nazwany na cześć ojca krystalografii współczesnej, opata Hany (1743—1892).

Itneryt i skolopsyt zawierają wodę i są produktami rozkładu hauynu.

Lazuryt. Kryształy o postaciach sodalitu — rzadkie. Przepyszna barwa lazuruwo-niebieska pochodzi prawdopodobnie od domieszki siarku żelaza. Brögger i Bäckström przypisują mu wzór  $2\text{Na}_2\text{S}_3 \cdot 3\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ , a więc znów mamy tu połączenie krzemianu sodalitowego z siarkiem sodu. Bywa zmieszany z hauynem, dyopsydem, amfibolem i in. krzemianami (*Zeitschr. f. Kryst.*, t. 18, str. 231). W pł. dm. odbarwia się i topi na szkło białe, wzdęte od pęcherzy. W kwasie solnym rozkłada się, wydzielając siarkowódór i galaretę krzemionki.

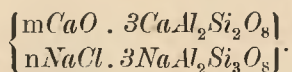
Znajduje się nad Bajkałem, w Syberyi, Tataryi, Bucharyi, Chili, zwykle przejęty pirytem i kalcytem. Starożytni porównywali mineral niebieski, usadzony ziarnkami pirytu, do błękitu nieba, usianego gwiazdami, i zaliczali go do szafru. Używano go dawniej, a nawet i dziś jeszcze używają na ozdoby i mozaiki. Do niedawna proszek lazurytu był cenną farbą malarską (ultramaryn naturalny). Ten został obecnie wyparty przez ultramarynę sztuczną, równie piękną a znacznie tańszą. Fabrykacja jej polega na wypalaniu kaolinu z sodą i siarczanem sodu, który przytem ulega redukcji na siarek sodu. (Vogelsang, *Die natürlichen Ultramarinverbindungen*. Amsterdam 1873. W. Stein, *Journ. f. prakt. Chem.* 1871). — Synonim. Łać. lapis Lazuli. Lazur, *Rzecz.* Niem. Lasurstein = kamień lazuruwy *Khuka*, *Drzew.* Lasulite, *Hauy* = lazulit (błękitień *Zldit.*). Lasurit, *Brögger*. Ultramaryn naturalny.

#### Grupa wernerytu.

Minerały tetragonalne, łupliwe, niezbyt rozpowszechnione, w stanie czystym zwykle bezbarwne lub białe, rzadziej zabarwione inaczej. Są to glino-krzemiany, zawierające wapno i prawie zawsze alkalia. Wiele z nich rozkłada się w kwasach. Niektóre występują w skałach, jako ich części składowe podrzędne.

Maryalit	$\text{NaCl} \cdot 3\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	1:0.4417	Sarkolit	$(\text{Ca}, \text{Na}_2)_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$	1:0.8874
Mejdzonit		1:0.4423	Melilit	$\text{Ca}_4\text{Si}_3\text{O}_{10}$	1:0.4548
Mejonit	$\text{CaO} \cdot 3\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	1:0.4393	Gelenit	$\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$	1:0.4001

**Skapolit.**



*Kl. bipiram. tetragon. (13).*

Kryształy pryzmatyczne, najczęściej narosłe, wykazujące zazwyczaj kombinację ścian prostą: słupów  $m = (110)$  i  $a = (100)$  z piramidą  $o = (111)$ , a także z piramidą wtórą  $t = (101)$ . Niekiedy ukazują się też ściany  $z = (311)$  oraz słup  $f = (210)$ . Z rozmieszczenia ścian  $z$ , postaci subindywiduów, tudzież figur wytrawionych wnioskujemy o hemiedryi piramidalnej, fig. 3. Nachylenie ściany  $111$  względem  $111$  wynosi  $44^\circ$ , względem  $110 = 58^\circ$ , względem  $100 = 68^\circ$ .

Fig. 1.

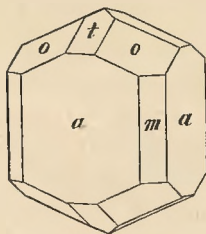


Fig. 2.

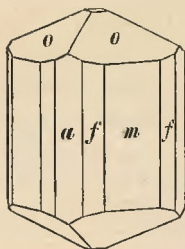
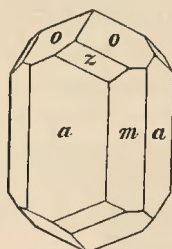


Fig. 3.

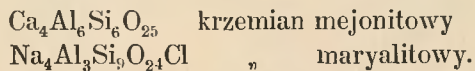


Lupl.  $\parallel (100)$  dość dokł.,  $\parallel (110)$  mniej dokł. Tw. 5 do 6. C. wł. 2:6 do 2:76.

Opt. Dwójłomność ujemna (—). Moc jej zależy od składu chem.: skapolity, bogatsze w wapno, są silniej dwójłomne i spółcz. załam. mają wyższe. Mejonit z Wezuwiusza:  $\omega = 1.594$ ,  $\epsilon = 1.558$  (św. żółte); mejdzonit z tegoż:  $\omega = 1.558$ ,  $\epsilon = 1.543$  (św. sodowe).

Chem. Skład, według poglądu autora, odpowiada mieszaninie izomorficznej dwu krzemianów, z których pierwszy:

$CaO \cdot 3CaAl_2Si_2O_8$  zawiera 25.1 wapna, 34.3 glinki, 40.6 krzemionki, drugi zaś:  $NaCl \cdot 3NaAlSi_3O_8$  „ 11 tlenku sodu, 18 glinki, 64.1 krzemionki oraz 6.9 chlorku sodu. Obecności chloru przez długi czas nie dostrzegano. Jakkolwiek obydwa krzemiany różnią się znacznie, to jednak ze względu na liczbę atomów są sobie równe (p. str. 273):



Drobne domieszki żelaza, magnezu, potasu pochodzą bądź od inkluzji, bądź też wraz z dwutlenkiem węgla i wodą, obecną w wielu skapolitach, są objawami poczynającego się rozkładu. W pł. dm. skapolity topią się na masę pumeksową, wzdętą, przyczem tracą NaCl. W kwasie solnym s-ty wapienne rozkładają się łatwo, sodowe—trudno. — Co się tyczy reakcji chemicznych, to skapolit z Ersby, potraktowany w temp.  $215^\circ$  10-procentowym roztworem siarczanu sodu, przechodzi w analcym, z 8-procentowym zaś roztworem sody daje kankrynit sodowy (Lemberg, l. c. 1887, str. 570). Dla odróżnienia skapolitów, zawierających chlor, Lemberg zwilża szlif roztworem srebra (6 proc. HF,  $4HNO_3$  i  $2AgNO_3$ ), poczem postępuje, jak z sodalitem (porówn. tenże).



**Występ.** Większość gatunków występuje w wapieniu ziarnistym na granicy skał krzemianowych — w obrębie łupków krystalicznych, w których także zdarza się dość często. Niektóre znów s-ty tworzą kryształy narosłe, zupełnie przezroczyste, w bombach wulkanicznych oraz w próżniach mas wybuchowych zawarte.

Ponieważ skapolity tworzą szereg równopostaciowy, możemy więc je podać następującemu trójdziałowi.

**Mejonit.** Krzemionki 40 do 48 procentów. Rozkłada się w kwasach i wydziela galaretę krzemionkową.

Mianem tem oznaczamy kryształy bezbarwne lub białe, narosłe, znajduwane w blokach krzemianowych Sommy na Wezuwiuszu, jak również kryształy z nad jeziora Laach; kryształy zaś, mające ten sam skład chemiczny, lecz mętnie, częstokroć szare, zielonawe lub też niebieskie, występujące koło Pargas, Bolton i t. d., skupiamy pod nazwą wernerytu.

Nazwy parantyn, nutalit, strogonowit, glaukolit (niebieski) stosują się głównie do wernerytów; algeryt, wilsonit — oznaczają werneryty przeobrażone.

**Mejdzonit.** Zawartość krzemionki 48 do 56 proc.; w kwasach rozkłada się niezupełnie.

G. v. Rath zaliczył tu kryształy przezroczyste z Wezuwiusza i z nad jeziora Laach, fig. 2. Cienkie przezroczyste graniastosłupy, osadzone w wapieniu ziarnistym pod Arendalem, wielkie kryształy przeświecające ze stanu New-York, białe z Malsjö, Pargas, Bolton i t. d., mają skład podobny lub odpowiadają temu działowi. Moznaby je też nazwać skapolitami właściwymi. Mineraly tego rodzaju występują niekiedy, jako części składowe gnejsu, dyorytu i amfibolu, a pod Örebro Län w Szwecyi tworzą wraz z dyalagiem i biotytem osobny gatunek skały.

Do niektórych należących tutaj minerałów stosują się nazwy ekebergitu, ateryastytu, paralogitu. Pasait (spat porcelanowy) jest sk. nieforemnym, występującym w Hafnerzell koło Passau (Pasawa). Dypir z Pirenejów oraz prenitoid z Kongsberga stanowią już przejścia do działu następującego. Kuzeranit jest dypirem zwierzęcym.

**Maryalit.** Krzemionki 56 do 64 proc. W kwasach nierozkładny.

Należą tu drobne przezroczyste graniastosłupy, osadzone w skale wybuchowej, zwanej piperno, pod Neapolem, także kryształy wielkie mętne z pod Boltonu, Solberga, Ripon.

**Przeobraż.** Skapolity ulegają bardzo często przeobrażeniom i zamianie na inne krzemiany. Przeistaczanie się w epidot dostrzeżono w Arendalu. Porównanie wzoru mejonitu:  $4\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$  z formułą epidotu, w której pominiemy żelazo:  $\text{H}_2\text{O} \cdot 4\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ , wskazuje prostotę tej przemiany. Inną pseudomorfozę poznano w Kragerö, gdzie postać sk-tu przybiera na się albit. Możliwość tej przemiany znów staje się oczywistą, skoro porównamy wzór maryalitu:  $\text{NaCl} \cdot 3(\text{NaAlSi}_3\text{O}_8)$  ze wzorem albitu:  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ . Trzecią grupę przemian stanowią przeobrażenia w biotyt (Arendal, Bolton etc.) i muskowit (Pargas). Wtrącimy tu nawiasowo, iż feldspaty, np. albit i in., często tym samym ulegają przemianom, co zresztą wypływa już z doświadczeń Lemberga, który, zarówno z feldspatów jak skapolitów, otrzymywał produkty zastą-

pień analogiczne. Sk-ty przeobrażone tworzą zwykle mieszaninę kilku krzemianów. Stają się one miękkimi a rozbiory chem. wykazują w nich ubytek NaCl na korzyść wody i dwutlenku węgla. — Postaciami sk-tów zajmowali się Kokscharow, Brzezina, v. Rath, składem chem. i przeobrażeniami — prócz tego ostatniego, jeszcze Bischof, Scheerer i autor. (Sitzb. d. Wiener Akad., t. 88, dział I, 1883).

Etym. i synonim. Wernerite, *d'Andraula*, na cześć Wernera (1750—1817). Skapolite, *d'Andr.*, od *σκάπτος* pręt i *λίθος*, stąd prętowiec, *Sym.* (kłączeń, *Zdzit.*). Meionit, *Haüy*, od *μείων* mniejszy, niższy, aluzya do tępości piramidy (drobnościan, *Zdzit.*). Paranthine, *Haüy*, od *παρὰνθεῖν* przekwitać. Nuttalit, strogonowit, algerit, wilsonit — od im. własnych i geogr. Glaukolith, *Fischer v. W.*, od *γλαυκός* niebieski i *λίθος*. Mizzonit, *Seacc.*, od *μείζων* większy, a więc po pol. poprawniej mejdzonit lub mejzonit, aluzya do ostrości piramidy. Dipyre, *Haüy*, od *δις* podwójnie i *πῦρ* ogień (zachowujący się dwójako w ogniu: topi się i fosforyz.; topień *Zdzit.*, stoplik *Bogat.*). Couzeranite, *Charp.*, od m. Couzerans. Prehnitoid. *Bloms.* = podobny do prenit. Marialith, v. Rath, na cześć żony swej, a córki G. Rosego, Maryi.

Sarkolit z Wezuwiusza, w krótkich czerwono-krwistych lub popielatych kryształach tetragonalnych, składem zbliża się do granatów:  $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ , lecz zawiera także alkalia. — Etym. Sarcolite, *Thompson*, od *σάρξ* mięso i *λίθος*, aluzya do koloru.

Do grupy wernerytu zaliczane bywają przez niektórych mineralogów jeszcze następujące dwa krzemiany.

Gelenit, kryształki krótko-pryzmatyczne, (110) i (001); ciemno-zielony — wątrobowo-brunatny. Opt. odjemny (—). Skł. chem.:  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ , co odpowiada 30.9 krzemionki, 26.2 glinki, 42.9 wapna; zwykle jednak zawiera trochę magnezu i żelaza. Z kwasem solnym daje żelatynę. Potraktowany roztworem  $\text{MgCl}_2$ , zamienia się na substancję serpentynową (Lemberg, l. c. 1872). Występ. jako minerał kontaktowy na Monzoni w Tyrolu; nieforemny koło Orawicy. Sztucznie otrzymany drogą topienia cz. składowych; w szlakach, jako produkt przypadkowy, dość pospolity. — Etym. Gelenit, *Fuchs*, na cześć chem. Gehlena.

Melilit, żółtawy, szaro-brunatny. Kryształy krótko-pryzmatyczne, o dwójłomności słabej i zmiennej (—, +). Vogt rozpatruje melility, jako mieszaniny izomorficzne dwu krzemianów: gelenitu i bezglinowego akermanitu  $\text{Ca}_4\text{Si}_3\text{O}_{10}$ , otrzymanego sztucznie i również tetragonalnego. Melility naturalne zawierają jednak zawsze żelazo, magnez, niekiedy też trochę sodu. Pod wpływem kwasu solnego wydziela galaretę krzemionki. Z roztworem  $\text{MgCl}_2$  również daje produkt serpentynowy. Otrzymany syntetycznie i, podobnie jak gelenit, w szlakach napotykaný dość często. — Wezuwiusz, Capo di Bove pod Rzymem; występuje też jako część składowa ław (Eifel) oraz niektórych bazaltów (Hochbohl). — Etym. Mélilite, *Delumeth.*, od *μέλι* miód i *λίθος*, aluzya do koloru. Humboldtilite, *Mont. i Covel.*, na cześć A. Humboldta = humboldyt.

#### Grupa feldspatów.

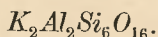
Minerały wśród krzemianów znaczenia najważniejszego. Postaci jednoskośne lub trójskośne. W stanie czystym bezbarwne. Tw. 6 do 6.5. Wszystkie mają dwa kierunki łupliwości doskonałej, w pł. dm. topią się na szkło lub emalię i barwią przytem płomień. Są glinokrzemianami potasu, sodu, wapnia (rzadko też baru). Ponieważ największe masy skał krystalicznych krzemianowych składają się przeważnie z feldspatów, a gliny i łupki gliniaste również je w stanie rozdrobnionym zawierają, przeto minerały te stanowią bardzo wielką część skorupy ziemskiej. Pomimo to jednak nie były one znane w starożytności, i dopiero w wieku przeszłym (XVIII) zaczęto je poniekąd odróżniać od minerałów pozostałych.

Ortoklaz	$KAlSi_3O_8$ jednosk., 0.6586 : 1 : 0.5558	$\beta = 116^\circ 7'$
Hyalofan	$BaAl_2Si_2O_8$ „ 0.6584 : 1 : 0.5512	„ $115^\circ 35'$
Mikroclin	$KAl_2Si_3O_8$ trójsk., 0.65 : 1 : 0.55	$\alpha = 94^\circ 40'$ $\beta = 116^\circ$ $\gamma = 90^\circ$ ca.
Albit	$NaAlSi_3O_8$ „ 0.6335 : 1 : 0.5577	„ $= 94^\circ 3'$ „ $= 116^\circ 29'$ „ $= 88^\circ 9'$
Oligoklaz	„ 0.6321 : 1 : 0.5525	„ $= 93^\circ 4'$ „ $= 116^\circ 23'$ „ $= 90^\circ 5'$
Andezyn	„ 0.6357 : 1 : 0.5521	„ $= 93^\circ 23'$ „ $= 116^\circ 29'$ „ $= 89^\circ 59'$
Labradoryt	„ 0.6377 : 1 : 0.5547	„ $= 93^\circ 31'$ „ $= 116^\circ 3'$ „ $= 89^\circ 54'$
Anortyt	$CaAl_2Si_2O_8$ „ 0.6347 : 1 : 0.5501	„ $= 93^\circ 13'$ „ $= 115^\circ 55'$ „ $= 91^\circ 19'$

Ze względu na kąt łupliwości i własności chemiczne grupa feldspatów rozpada się na dwa odłamy:

a) Feldspaty potasowo-sodowe. Kąt łupl.  $90^\circ$  lub nieco mniejszy, mianowicie  $89^\circ 40'$ .

### Ortoklaz.



*Kl. słupa jednoskośn. (5).*

Jednoskośny; typ kryształów pryzmatyczny; przeważającymi postaciami są: słup  $l = (110)$ , często też dwuscian podłużny  $M = (010)$ , zakończone półdaszkiem poprzecznym  $x = (\bar{1}01)$  oraz dwuscianem podstawowym  $P = (001)$ , które wraz z  $M$  także bywają panującymi postaciami połączeń. Pospolite są prócz tego ściany  $y = (201)$ ,  $n = (021)$ ,  $o = (\bar{1}11)$ , tudzież  $z = (130)$ .

Fig. 1.

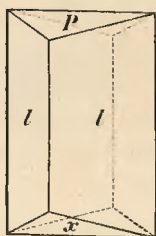


Fig. 2.

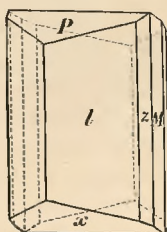


Fig. 3.

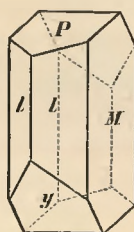


Fig. 4.

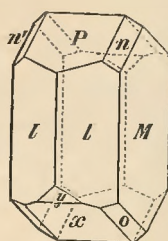


Fig. 5.

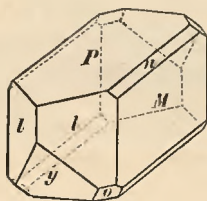


Fig. 6.

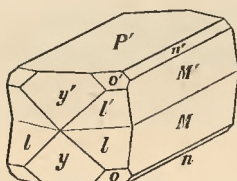
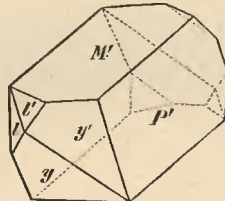


Fig. 7.



Ściany  $P$  z osią pionową czynią  $63^\circ 53'$ , ściany zaś  $x$   $65^\circ 47'$ , skutkiem czego kryształy, wyobrażone na fig. 1 i 2, przypominają kombinacje rombów. Najważniejsze kąty normalnych są:

$$l : l = 110 : \bar{1}10 = 61^\circ 12'$$

$$l : M = 110 : 010 = 59^\circ 24'$$

$$P : x = 001 : \bar{1}01 = 50^\circ 20'$$

$$P : y = 001 : \bar{2}01 = 80^\circ 23'$$

$$P : n = 001 : 021 = 44^\circ 57'$$

$$P : l = 001 : 110 = 67^\circ 44'$$

$$x : l = 10\bar{1} : 110 = 69^\circ 19'$$

$$x : o = 10\bar{1} : \bar{1}1\bar{1} = 26^\circ 53'$$

$$y : y' = \text{na fig. 6} = 19^\circ 14'$$

$$y : y' = \text{„ „ 7} = 13^\circ 34'$$

Utwory bliźniące bardzo pospolite. Odpowiadają one zwykle jednemu z trzech praw następujących:



a) Płaszczyzną bliźniaczą ściana podstawowa  $P$ . Jest to tak zw. prawo Manebachskie. Przykład jego widzimy na fig. 6. Bliźniaki tego rodzaju dostrzeżono zarówno na kryształach wrosłych, jak i narosłych.

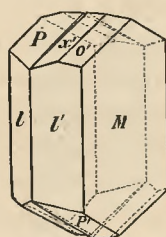
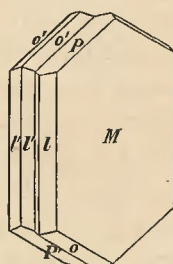
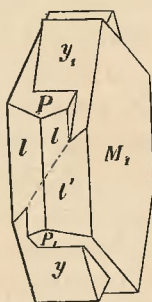
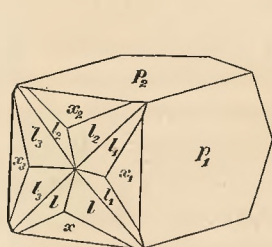
b) Płaszczyzną bliźniaczą jedna ze ścian  $n$ . Prawo Baweńskie. Kryształ dwoisty tego rodzaju wyobraża figura 7. Bliźniaki baweńskie ukazują się na kryształach narosłych oraz na niektórych wrosłych. Ponieważ  $P:n$  mierzy prawie dokładnie  $45^\circ$ , przeto ściana  $P$  jednego osobnika ze ścianą  $P'$  drugiego tworzą kąt niemal równy  $90^\circ$ . Wielokrotne powtórzenie się tego prawa prowadzi do bliźniaków kolankowych, jak na fig. 8. Atoli możemy je również poczytywać za rezultat równoczesnego działania prawa baweńskiego i manebachskiego.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.



c) Ośią bliźniaczą jest oś pionowa  $c$ . Tak zw. prawo Karlsbadzkie urzeczywistnia się przeważnie na kryształach wrosłych, z których jeden przedstawiono na fig. 9. Ponieważ w tych bliźniakach przerosłych najczęściej jeden osobnik wystaje z drugiego nawet na ścianach bocznych, przeto możemy tu odróżnić dwa przypadki, zależnie od tego, czy owe osobniki stykają się ścianami  $010$ , czy też  $0\bar{1}0$ . Bliźniaki zrosłe według tegoż samego prawa wyobrażono na fig. 10 i 11. Na bliźniakach stopnia wyższego urzeczywistnia się jednocześnie prawo karlsbadzkie i baweńskie. Bliźniaki, rzadziej występujące, za pł. bliźniące mają ściany  $l, z, y, \rho$  i t. d.

Lupl.  $\parallel P$  i  $M$  doskonała. Ściana  $P$  wykazuje często iryzę lub też połysk perłowo-maciczny. Lupl. niewyraźna, dostrzegana niekiedy na jednej ze ścian  $l$ , dawała dawniej pochoch do mniemania, jakoby ściany te nie są równoznaczne fizycznie; wszelako okazało się, iż postrzeżeń tych dokonano nie na ortoklazie, lecz na mikroklinie lub na zroście ich obu. Tw. 6. Przełam muszłowy. C. wł. 2·53 do 2·60.

Opt. Ujemny (—). Łamliwość światła mniejsza, niż w feldspatach pozostałych. Spółcz. załam. św. sod. 1·5195, 1·5233, 1·5253, według Zimányi.  $2E = 120^\circ$ ,  $\rho > v$ . Na płytce, odłupanej równolegle do  $M$ , jeden z kierunków zaćmienia czyni z krawędzią  $PM$  kąt  $5^\circ 18'$ , z krawędzią zaś  $LM$   $69^\circ 11'$  (św. czerwone). Oryentację optyczną i dyspersję podaliśmy na str. 211. Ponieważ zarówno jedna, jak druga, zmieniają się pod wpływem ciepła, a ciśnienie podobne wywołuje efekty, nie dziw przeto, że oryentacja opt. niektórych osobników różni się od tam przytoczonej i że osi opt. mogą się znaleźć w pł. symetrii.

Chem. Wzorowi chemicznemu, który może być wyrażony jeszcze w tej formie:  $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ , odpowiada 64·8 krzemionki, 18·3 glinki, 16·9 tlenku potasu, jakkolwiek bardzo często obecny też bywa sod, związany w postaci albitu:  $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 = 68·8$  krzemionki, 19·4 glinki, 11·8 tlenku sodu. Domieszka tego ostatniego krzemianu występuje po części jako mieszanina równopostaciowa, po części zaś jako widoczne pod mikroskopem blaszki i wtrącenia albitu, przerastające substancję ortoklazową, str. 121. Drobne ilości wapnia pochodzą od domieszanego plagioklazu, żelaza i magnezu — od wrostków obcych, wody zaś — od tych ostatnich lub od poczynającego się rozkładu. Znajdowana czasami nieznaczna zawartość baru wskazuje obecność feldspatu barowego. — W pł. dm. topi się trudno na szkło mętne (porówn. str. 224). W kwasach nie rozkłada się.

Ze względu na ważne znaczenie ortoklazu, otrzymanie kryształów tego związku było oddawna pożądanem. Atoli Mitscherlich, topiąc jego części składowe, zawsze otrzymywał tylko stopy szkliste. Z drugiej wszakże strony Hausmann, Freiesleben, Heine i in. dostrzegli kryształy, odpowiadające ortoklazowi, w szlakach pieców cynkowych i miedzianych, jako produkt krystalizacji przypadkowej. Później Hautefeuille zdołał jednak otrzymać drobne kryształy ortoklazu, używając stopionego wolframanu sodu, jako rozpuszczalnika. Friedel i Sarasin dokonali syntezy ortoklazu na drodze hydrochemicznej (str. 282).

Ortoklaz stopiony, potraktowany roztworem  $Na_2CO_3$  i  $NaHO$ , przechodzi w analcym. Tej samej przemianie ulega proszek ortoklazu i sanidynu nietopionego, ale reakcja trwa znacznie dłużej: glinokrzemian potasu przybiera przytem wodę i sól, wydziela zaś potas i część krzemionki. Roztwór  $Na_2SiO_3$  działa w sposób zupełnie analogiczny. Otrzymane tą drogą analcymy pod wpływem roztworu  $K_2CO_3$  w temp.  $100^\circ$  przechodzą w leucyt. Analcym stopiony, poddany działaniu roztworu  $Na_2SiO_3$  w temp.  $200^\circ$ , daje krzemian sodu, a ten pod wpływem  $KCl$  w temp.  $210^\circ$  przechodzi w krzemian potasowy, odpowiadający ortoklazowi. (Lemberg, l. c. 1883, str. 602; 1885, str. 993). Dwuprocentowy roztwór  $K_2CO_3$  działa na sanidyn rozkładająco, przyczem wyciąga zeń krzemionkę i glinian potasu; Thugutt wnioskuje stąd o konstytucji chemicznej feldspatu potasowego, którą wyraża wzorem:  $2K_2Al_2Si_3O_{10} \cdot K_2Al_2O_4 \cdot 12SiO_2$  (analogicznie do nefelinu i sodalitu).

W przyrodzie dostrzeżono tworzenie się ortoklazu z lomontytu, prenitu, analcymu (jak w doświadczeniu Lemberga), także z leucytu. Pseudomorfoza po kalcycie, którą opisał Blum, składała się z ort. zbitego i kwarcu.

Wystę p. Odróżniamy rodzaje ort. A) zwyczajne i B) wulkaniczne.

A) Kryształy, występujące w dawniejszych skałach krzemianowych, zwane a d u l a r e m, są przezroczyste lub przeświecające, narosłe. Odpowiadają one najczęściej typom, przedstawionym na fig. 1 i 2; bliźniaki, jak na fig. 6, 7, 8, pospolite. Niektóre okazy od wrostków chlorytu nabierają zabarwienia zielonego. W kierunku prostopadłym do (100) ukazuje się często odbłask błękitnawy (kamenień księżycowy). Pod względem chemicznym kryształy przezroczyste odznaczają się prostotą, albowiem zawierają prawie zupełnie czysty krzemian potasu. W próżniach granitu i gnejsu znajdują się zwykle kryształy mętne, skupione



w druzy i już zazwyczaj nazywane ortoklazem. Mają one postaci figur 2, 4, 7, 11. Na tych ostatnich bliźniakach ściany  $P$  i  $x'$  zlewają się niekiedy w jedną płaszczyznę, gdy według obliczenia powinny się różnić o  $2^\circ$ . Zrastanie się z albitem, w którym obydwa minerały mają wspólny pas  $M$ , należy do zjawisk dość częstych. (Patrz figury pod albitem). Alpy Szwajcarskie i Tyrolskie dostarczają pięknych okazów adularu, któremu często towarzyszy kryształ górny, kalcyt i t. p.; kryształy bardziej mętne, lecz przepięknie wykształcone, pochodzą z Jeleniej Góry i Strzygłowa na Śląsku, Elby, Baveno nad Lago maggiore. Występowanie adularu w żyłach kruszcowych, np. Felsöbányi, jakkolwiek nieobfite, naprowadziło jednak na myśl o wodnem jego powstawaniu; zwłaszcza tak nazwany przez Breithaupta paradoksyt, którego kryształy osadzone są w szczelinach zlepieńca porfirowego koło Euba w Saksonii, nie miały w swoim czasie budzić podziwu. Dzisiaj ten sposób powstawania nie wydaje się nam bynajmniej paradoksalnym.

Ortoklaz. Biały, różowy lub mięsisto-czerwony, żółtawy, zielonawy, szary. Kryształy duże, powstałe w zawieszeniu, o postaciach, przedstawionych na fig. 3, 4, 5. Bliźniaki, jak na fig. 6, 9 i 10, częstokroć stanowią część składową granitu porfirowego i gnejsu, mniejsze — także porfiru kwarcowego. Wskutek wietrzenia skały osobniki większe wypadają z masy skalnej, a podczas uprawy roli wyorywane bywają z podglebia, jak w okolicy Karlowych Warów (Karlsbadu). W niektórych granitach (Zawrat, Tatry), syenitach i gnejsach składnik feldspatowy tworzy osobniki wielkie, pozbawione wszakże postaci foremnej: pegmatolit Breithaupta. W rzadkich tylko przypadkach bywają one przezroczyste, rzucają niebieskawy odblask (kamień księżycowy) lub odznaczają się grą barw na (100), jak to ma miejsce na feldspacie norweskim z Fredriksvårn, nazwanym przez Breithaupta mikroklinem. Osobniki wielkie, np. Arendalskie, zawierają często blaszki albitu lub oligoklazu, jak na fig. 252, str. 121. Wtrącenia te występują najwyraźniej na pertycie z Perth w Kanadzie. Zrosty mikroskopijnie drobne nazwano mikropertytem. Niektóre ortoklasy obfitują w domieszkę równopostaciową krzemianu sodowego, tak, że loksoklaz z Hammond zawiera go już około 65 procentów, tyleż co i ortoklaz sodowy z Pantelaryi. Prawidłowe zrosty z kwarcem, tworzące masy żyłowe w granicie i gnejsie, otrzymały nazwę granitu napisowego. Z żył mineralnych i skał o wielkich osobnikach feldspat czysty wybierany bywa do fabrykacji porcelany (porówn. też kaolin).

Ort. najszerszej jest rozpowszechniony w postaci ziarn, będących cz. skł. granitu, gnejsu i syenitu; w postaci zbitej tworzy on ciasto skalne porfirów kwarcowych i ortoklazowych; ziarna i okrucy jego rozmaitej wielkości występują w pokładach wtórnych: w piasku, piaskowcu, ziemi rodzajnej, glinie i łupku ilastym, gdzie jest obecny w postaci najdrobniejszego mialu; w skałach osadowych starszych, jak szarogłazy i fility, piaskowce ortoklazowe i t. p., podlega częstokroć regeneracji, skoro ziarna pojedyncze znów się zrastają w masę kryształiczną. Porówn. str. 326.

B) Feldspat szklisty. Kryształy całkowicie przezroczyste, zwykle wskutek rozrastania się dwuścianu  $M$  tabliczkowate, nazwano spatem lodowym (rya-



kolit G. Rosego). Znajduje się w bryłach krzemianowych Sommy na Wezuwiuszu, w Górach Albańskich, nad jez. Laach. Godna uwagi jest chwiejność kątów, prawdopodobnie od domieszek krzemianu sodowego zależna; zauważono też odstępstwa od kątów adularu, gdyż, jak to wykazał Strüver, średni stosunek osi =  $0.653 : 1 : 0.552$ ,  $\beta' = 116^\circ$ . Kąt osi optycznych już w temp. zwykłej bywa niewielki.  $2E = 29^\circ$  w św. czerw. (Somma). Różnice te objaśniają się odmiennym sposobem powstawania.

Kryształy, powstałe w zawieszeniu, zwykle szarawe lub żółtawe, występujące w skałach trachitowych (np. w Szczawnicy) i fonolitach, otrzymały nazwę *sanidynu*. Bywają one niekiedy złamane i nadtopione. Postaci podobne do podanych na fig. 5 i 10. Kryształy duże bywają zwykle spękane i dają się łatwo rozdzielać w płaszczyznach nierównych, przybliżenie równoległych do (100). Szczelinom odpowiadają mętne prążki na *M*, które dawniej poczytywano za wtrącenia blaszek, gdy, według Zirkla, są to poprostu szeregi porów i spękań. W stanie zbitym *san.* kryje się w porcelanowatym cieście skalnym skał trachitowych. W szklawie obsydyanów, pumeksów, smołowców upatrujemy zwykle mieszaninę glinokrzemianu feldspatowego z krzemionką bezpostaciową.

Przeobraż. Ortoklaz ulega dwojakiego rodzaju przeobrażeniom, mającym znaczenie ogólne. Jedna z tych przemian, polegająca na przejściu w muskowit (mikę potasową), daje się stwierdzić na pseudomorfozach. Gdy potrójmy najprostszy wzór ortoklazu:  $K_3Al_3Si_3O_{24}$  i porównamy go ze wzorem powstającej zeń miki:  $KH_2Al_3Si_3O_{12}$ , to się okaże, iż większa część krzemionki, pierwotnie zawartej, została wydzielona. Zgadza się z tem postrzeżenie v. Rath'a, który na pseudomorfozach, występujących w granicie (Karkonosze), zauważył paragenezę miki i kwarcu. Prócz tego ilość pierwotna potasu zmniejszyła się do jednej trzeciej, przechodząc w dwóch trzecich do wód skalnych. Nowopowstałemu muskowitowi towarzyszy też często biotyt (mika magnezowa).

Drugim wielce rozpowszechnionem zjawiskiem jest wietrzenie ort. w kaolin. Pseudomorfozy, dobrze zachowane, są rzadkością, gdyż mają spójność zbyt luźną. Nowopowstający kaolin bywa najczęściej wypłukiwany i zdala od łożyska pierwotnego w postaci namulisk gliniastych osadzany. Zestawiając wzór ortoklazu  $K_2Al_2Si_6O_{16}$  ze wzorem kaolinu  $H_4Al_2Si_2O_9$ , widzimy, że kaolin przybiera wodę kosztem utraconej krzemionki i tlenu potasu. Ten ostatni, wydzielając się z wietrzącego a tak w ziemi rodzajnej pospolitego feldspatu, łączy się naprzód z dwutlenkiem węgla, a następnie, wstępując we wzajemną wymianę ze wszędzie w wodach gruntowych obecnymi siarczanami, zwłaszcza gipsem, przechodzi w siarczan potasu, który dostarcza roślinom łądowym niezbędnego dla ich wzrostu potasu. Proszek skał feldspatowych jest przeto doskonałym nawozem potasowym. Że woda rozkłada proszek ortoklazu, wyciągając zeń potas i krzemionkę, dowiodły tego doświadczenia Daubréego, str. 318.

Do częstszych przeobrażeń ort. należy też, według Bluma, epidot, do mniej pospolitych — turmalin. Tam, gdzie na skały feldspatowe działają pary dwutlenku siarki lub gdzie wietrzeją zawarte w nich piryty, tam powstają siarczany takie, jak alunit, alun, botryogen i t. p.

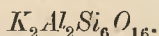
Etym. i synonim. Niem. Feldspath = pol. spat polowy *Kluka* = późn. spat polny. Klaproth, uznając niestosowność tej nazwy, zmienił ją na Felsspath = spat skalny, t. j. właściwy skalom. Pomimo to jednak nie tylko u Niemców, lecz nawet i u francuzów utrzymała się i utarła nazwa feldspath; anglicy piszą feldspar lub felspar (za Kirwanem). U nas wyraz feldspat użył pierwszy *Symonowicz* (1806), za nim *Drzew.*, *Kumel.*, *Lab.* i t. d. W książce niniejszej poszliśmy wszakże śladami Klaprotha i zamiast feldspat piszemy felspat (= felsspat). Niejednokrotnie usiłowano ważny ten wyraz spolszczyć. Oto szereg prób: polwik *Sym.*, lśnień *Zdzit.*, polowiec *Estr.*, porcelaniec *Jastrzęb.*, skaleń (*Alth.*), żywiec *Rzep.* i t. p. Najudatniejszym z tych wyrazów jest, bez wątpienia, skaleń, dziś powszechnie w Galicyi przyjęty; po raz pierwszy użył go w znaczeniu gabronitu *Labęcki* (tł. Bend. 1848). Orthoklas, *Breith.*, etym. na str. 340. Orthose, *Hauy* = ortoz *Lab.* Adulaire (Adularia), *Pini*, od gór Adula (Gotthard). Niem. Mondstein = kamień księżycowy *Drzew.* Pegmatolith *Breith.*, od πέγμα spójność i λίθος. Loxoklas tegoż, od λοξός poprzeczny i κλάσις łupliwość. Niem. Eisspath = spat lodowaty *Kumel.* Rhyakolith *Rosego*, od ῥαξ lava i λίθος. Sanidin, *Nögger.*, od σάνις tablica.

Nazwy: weisycyt, murecysonit, krablit ściągają się do ortoklazu i mieszanin. Czesterlit (chesterlith) jest mikroklinem, kasynit (cassinit) — ortoklazem, zawierającym bar.

Hyalofan jest nazwą, nadaną przez S. von Waltershausena mineralowi, występującemu w dolomitach szwajcarskich (Binuenthal), posiadającemu wejście i kąty adularny, będącemu zaś mieszaniną izomorficzną tego ostatniego i  $BaAl_2Si_2O_8$  (BaO do 20 proc., c. wł. 280).

Liter. ortoklazu: Kokscharow, Materialien, t. 5. G. v. Rath, Ann. der Phys. u. Chem., t. 135, str. 454. Strüver, Zeitschr. Kryst., I, 246. Klockmann, tamże, t. 6, str. 493 (bliźniaki). Autor, Sitzb. Wien. Ak., t. L. Bischof, Chem. u. Phys. Geologie, t. 2, str. 392. Autor, Mineral. Mitth. 1872, str. 100 (przeobrażenia).

### Mikroclin.



*Kl. dwuśc. trójskośn.* (2).

Naśladowczo-jednoskośny. Kształty kryształów w najwyższym stopniu podobne do postaci ortoklazu, atoli składają się prawie zawsze z niezliczonej ilości blaszek cienkich, których charakter trójskośny rozpoznał po raz pierwszy Descloizeaux. Blaszkę tę tworzą bliźniaki wielokrotne według  $M = (010)$ , tak, że na ścianach  $P$  i  $x$ , o ile te są błyszczące, dostrzedz można prążki nader subtelne, równoległe do krawędzi  $M$  (fig. 214, str. 99). Kąt łupl.  $P: M = 001: 010$  na blaszkach pojedynczych wynosi prawie  $89^\circ 40'$ , kąty  $001: 1\bar{1}0 = 67^\circ 35'$ ,  $110: 1\bar{1}0 = 61^\circ 29'$ ,  $110: 010 = 60^\circ 49'$  także niewiele się tylko różnią od kątów odpowiednich ortoklazu.

Prócz łupl. podstawowej i podłużnej, ujawnia jeszcze wyraźną łupl.  $\parallel T = 1\bar{1}0$ , mniej wyraźną  $\parallel l = 110$ .

Opt. Oryentacją optyczną różni się od ortoklazu. Płytki, równoległe do  $P$ , wykazują znikanie światła ukośne względem krawędzi  $P: M$ , przyczem kąt zaćmienia wynosi  $+15^\circ$  (patrz fig. 8 pod plagioklazem). Na płytkach zaś, równoległych do  $M$ , kąt zaćmienia względem tejże krawędzi mierzy  $+5^\circ$ , a więc tyleż, co i na ortoklazie.

Pozostałe własności fizyczne i chemiczne ma wspólne z ortoklazem, i dlatego też obydwie te minerały uważane są za różnopostaciowe. Mikrokliny, obfitujące w sod, nazwano mikroklinem sodowym i anortoklazem. Pod względem optycznym różnią się one nieco od mikroklinu właściwego.



Występ. Kryształy narosłe, składające się prawie całkowicie z mikroklinu, znaleziono koło Arendalu w Norwegii, Magnet Cove w Arkanzasie i t. d. Bardzo wybitną odmianę mikroklinu stanowi kamień amazoński (amazonit): góry Ilmeńskie na Uralu, Pikes Peak w Kolorado, Deleware w Pensylwanii i t. d. Składa się on, jak to już autor w r. 1864 wykazał, nie tylko z blaszek równoległych do  $M$ , lecz także z wielu takich, które biegną niemal równolegle do  $(100)$ . Stąd na ścianach  $P$  i  $x$  powstaje rysunek kratkowy, występujący bardzo wyraźnie i pięknie zwłaszcza w św. spolaryzowanym. Amazonit zawiera w sobie prócz tego ortoklaz, tudzież wtrącenia albitu. Grynspanowa barwa amazonitu w ogniu znika.

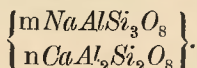
Płytki wielu ortoklazów, równoległe do  $P$ , oraz szlify ujawniają miejscami wspomniany powyżej rysunek kratkowy, po którym poznano rozpowszechnienie mikroklinu, zrosłego z ortoklazem, w wielu granitach, gnejsach i t. p. Osobniki pojedyncze dostrzeżono w granitach Meisseńskich.

Należy tu jeszcze podnieść tę okoliczność, że mikroklinu wulkanicznego, odpowiadającego sanidynowi, dotychczas nie znaleziono.

Etym. Mikroklin, *Breith.*, od μικρός mały i κλίω nachylam, aluzya do kąta łupl. mniejszego, niż na ortoklazie. Anorthoklas *Rosenb.* = nie ortoklaz, t. j. niejednoskośny. Franc. anorthose = anortoz.

b) Felspaty sodowo-wapienne. Kąt łupl. głównej  $86^{\circ}50'$  do  $85^{\circ}50'$ .

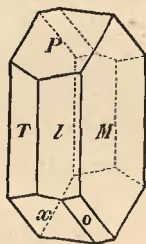
### Plagioklaz.



Kl. dwuśc. trójskośn. (2).

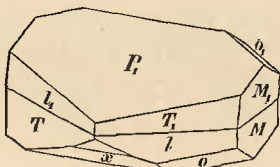
Postaci trójskośne; ściany najpospolitsze:  $P = (001)$ ,  $M = (010)$ ,  $T = (\bar{1}\bar{1}0)$ ,  $l = (110)$ ,  $z = (1\bar{3}0)$ ,  $f = (130)$  oraz  $x = (\bar{1}01)$ ,  $y = (\bar{2}01)$ , a więc jak na ortoklazie. W porównaniu z tym ostatnim kształty plagioklazu są nieco

Fig. 1.



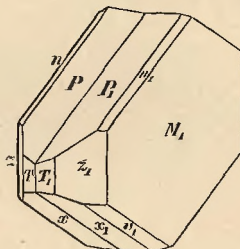
Albit.

Fig. 2.



Peryklin.

Fig. 3.



Albit.

ukośne, albowiem kryształy jego przyjęto ustawiać w taki sposób, by krawędź  $PM'$  (lewa) była ostra,  $PM$  (prawa) zaś aby była tępą. Charakter trójskośny (niesymetryczny) postaci uwidocznia się jeszcze wyraźniej przez to, iż ściany  $e = (021)$  i  $n = (0\bar{2}1)$ , dalej  $o = (11\bar{1})$  i  $v = (\bar{1}\bar{1}1)$  i t. d. nie zawsze ukazują się równocześnie z prawej i lewej strony kryształu. Kąty chwiejne, dla każdego rodzaju odmienne, atoli zmiany te odpowiadają ciągłości szeregu równopostaciowego, składającego się z rodzajów poszczególnych.

Utwory bliźniące bardzo rozmaite. 1. Prawo: płaszczyzna bliźniacza równoległa do  $M$ —prawo albitowe, zazwyczaj wielokrotnie powtórzone (p. str. 91);



2. pł. bliźn. prostopadła do osi *b*, prawo peryklinowe (str. 91), powtarzające się wielokrotnie ze wzajemnem przerastaniem się osobników; 3. pł. bliźn. prostopadła do osi *a*; 4. pł. bliźn. prostopadła do osi *c*, analogicznie do prawa karlsbadzkiego w ortoklazie; 5. pł. bliźn. równoległa do 100; 6. pł. bliźn.  $\parallel c$  i  $\perp M$ , podobnie jak w przypadku poprzedzającym; 7. pł. bliźniaczą ściana *P*, analogicznie do prawa manebachskiego; 8. pł. bliźniaczą ściana *n*, odpowiednio do prawa baweńskiego.

Fiz. Łupl. doskonała  $\parallel P$  i *M*, niedokł.  $\parallel T$ . Ściana *P* wskutek bliźnięcości (1) ujawnia zwykle prążkowatość, równoległą do krawędzi *PM*. (Felspaty prążkowane — trójskośne). Na *M* też dostrzedz niekiedy można prążki, spowodowane wielokrotnością prawa 2-go.

Tw. 6. Prócz gatunków bezbarwnych i białych, napotyka się też odmiany, zabarwione wrostkami na szaro, zielono, różowo. Ściana *M* odznacza się niekiedy piękną barwą zmiennością. C. wł. 2·624 do 2·758.

Chem. Skład odpowiada, jak to wyjaśnił autor w r. 1864, mieszaninie izomorficznej dwu krzemianów:

sodowego o wzorze empir.  $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$  lub  $NaAlSi_3O_8 = Ab$  i  
wapiennego „ „ „  $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$  „ „  $CaAl_2Si_2O_8 = An$ .

Każde ogniwo szeregu równopostaciowego może być zatem wyrażone za pomocą wzoru ogólnego  $mAb + nAn$ , któremu nadać też możemy postać  $Ab_mAn_n$  (porówn. str. 273). Domieszka krzemianu potasowego *Or* (ortoklazu) zdarza się pospolicie.

Zanim ten pogląd autora został przez naukę przyjęty, poprzednicy jego odróżniali nie tylko dwa końcowe i jeden środkowy wyraz szeregu równopostaciowego, co dla systematyki byłoby wystarczającym, lecz wystawili większą liczbę tychże wyrazów, które przytem ostro odgraniczali. Ażeby teorię mieszanin równopostaciowych pogodzić z tym utartym już zwyczajem, wypadło cały szereg izomorficzny podzielić na sześć części, wśród których, okrom wyrazów krańcowych, albitu i anortytu, mieszczą się jeszcze cztery ogniwa pośrednie, wybrane dowolnie, ale z zachowaniem ciągłości i równomierności.

*Ab* . . . . albit, zawartość anortytu wynosi 0 lub prawie 0 procentów  
*Ab* . . . do *Ab<sub>3</sub>An<sub>1</sub>* oligoklaz, zawartość anortytu wzrasta do 26·2 „  
*Ab<sub>3</sub>An<sub>1</sub>* „ „ *Ab<sub>1</sub>An<sub>1</sub>* andezyn, „ „ „ „ 51·5 „  
*Ab<sub>1</sub>An<sub>1</sub>* „ „ *Ab<sub>1</sub>An<sub>3</sub>* labradoryt „ „ „ „ 76·1 „  
*Ab<sub>1</sub>An<sub>3</sub>* „ „ *An* bytownit, „ „ „ „ 96 „  
                  *An* anortyt, „ „ „ „ równa się 100 procentom.

W następującej tabelce podajemy skład chemiczny plagioklazów, uszykowany w ten sposób, iż kolumna pierwsza odpowiada wzorowi albitu, ostatnia zaś — formule anortytu. Ponieważ c. wł. każdej mieszaniny może być obliczony z ciężarów ogniów krańcowych, przeto umieszczamy go wszędzie pod odpowiednią kolumną.

	<i>Ab</i>	<i>Ab<sub>3</sub>An<sub>1</sub></i>	<i>Ab<sub>1</sub>An<sub>1</sub></i>	<i>Ab<sub>1</sub>An<sub>3</sub></i>	<i>An</i>
Krzemionki . .	68·8	62·2	55·7	49·4	43·3
Glinki . . . .	19·4	23·9	28·3	32·5	36·6

	<i>Ab</i>	<i>Ab<sub>3</sub>An<sub>1</sub></i>	<i>Ab<sub>1</sub>An<sub>1</sub></i>	<i>Ab<sub>1</sub>An<sub>3</sub></i>	<i>An</i>
Wapna . . .	0·0	5·2	10·3	15·3	20·1
Tlenku sodu . .	11·8	8·7	5·7	2·8	0·0
C. wł. . . .	2·624	2·659	2·694	2·728	2·758

Że plagioklasy muszą mieć wogóle analogiczną konstytucję chemiczną (porówn. ortoklaz), wpływa to już z doświadczeń Lemberga, który otrzymał jednakowe produkty zastąpień, skoro na proszki oligoklazu, andezynu i labradorytu działał roztworem sody w temp. 200° do 220° — wszystkie one przechodzą w tych warunkach w analcym, a labradoryt daje też trochę kankrynit. Anortyt zachowuje się nieco odmiennie: potraktowany niestężonym roztworem K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> w temp. 200°, zamienia się na nefelin potasowy, z sodą tworzy związek kankrynitowy, w analcym zaś przechodzi dopiero pod wpływem roztworu Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> (Lemberg, l. c., 1883, str. 609; 1887, str. 564).

Ponieważ plagioklasy, wprowadzone w płomień Bunsena, zabarwiają go odpowiednio do zmiennej zawartości wapnia i sodu, przeto Szabó użył tej metody do odróżniania należących tu minerałów. Względem kwasów pl-zy zachowują się rozmaicie: albit i oligoklaz opierają się działaniu ich skutecznie, labradoryt tylko częściowo, gdy anortyt rozkłada się w nich całkowicie, wydzielając galaretę krzemionkową. O topliwości patrz na str. 224.

Co się tyczy syntezy plagioklazów, to szereg ważnych w tym względzie doświadczeń wykonali Hautefeuille, Fouqué i Lévy, jak również Friedel i Sarasin i in., o czem patrz na str. 281 i 282.

Opt. M. Schuster w r. 1881 wykazał, że orientacja optyczna plagioklazów odpowiada ściśle stosunkowi mieszaniny. Uwidocznia się to najlepiej przez określenie zaćmienia na obu ścianach łupliwości *P* i *M*, fig. 8. Jeżeli na jednej i drugiej nakreślimy proste, równoległe do krawędzi *P*: *M*, to zarówno tu, jak tam kierunek zaćmienia zbaczać będzie nieco od linii nakreślonych, przyczem już to w stronę, oznaczoną przez (+), już to w stronę przeciwną (—). Z pomiarów Schustera wynika, że zboczenie to dla poszczególnych wyrazów szeregu wynosi:

<i>Ab</i>	na <i>P</i> = +	4° 30'	na <i>M</i> = +	19° 0'
<i>Ab<sub>3</sub>An<sub>1</sub></i>	" "	+ 1° 4'	" "	+ 4° 36'
<i>Ab<sub>1</sub>An<sub>1</sub></i>	" "	— 5° 10'	" "	— 16°
<i>Ab<sub>1</sub>An<sub>3</sub></i>	" "	— 17° 40'	" "	— 29° 38'
<i>An</i>	" "	— 37° 0'	" "	— 36° 0'

Ciągłości tej odpowiada też zjawisko krystalograficzne, dostrzeżone przez v. Ratha. W bliźniakach według prawa peryklinowego (porówn. fig. 2 i 17) osobniki zrastają się płaszczyzną, która ze słupem *Tl* daje przekrój rombowy. Płaszczyzna ta na ścianie *M* przedstawia się tedy w postaci rzutu prostoliniowego, który z linią równoległą do krawędzi *PM* tworzy rozmaite kąty, zależnie od rodzaju plagioklazu; posilkując się znowu schematyczną fig. 8, otrzymamy co następuje:

na albicie . . . . .	<i>Ab</i> . . + 13° 30'
" plagioklazie . . . .	<i>Ab<sub>3</sub>An</i> + 4°
" " . . . .	<i>Ab An</i> — 2°

na plagioklazie . . . .  $Ab An_3$  —  $9^\circ$

„ anortycie . . . . .  $An$  —  $18^\circ$

dla ogniw pośrednich wypadają też i wartości pośrednie, tak, że i tutaj ciągłość szeregu rzuca się w oczy.

Gatunki plagioklazów szkliste (wulkaniczne), odpowiadające sanidynowi, autor oznacza nazwą mikrotyn.

Jakkolwiek literatura pl-zów jest bardzo obszerna, najważniejsze wszakże dane znaleźć można w pracach następujących: G. Rose, Gilbert's Ann. 1822, Pogg. Ann. 125, 129 (albit); Descloizeaux, Manuel de minéralogie (kąty); G. v. Rath, Monatsber. d. Berlin. Ak. 1876 (bliźniaki, przekrój rombowy), Pogg. Ann. 138, str. 461 (oligoklaz), tamże t. 138, str. 449, oraz t. 147, str. 22 (anortyt); Kokscharow, Materialien, t. 4, str. 200 (anortyt).

Autor, Sitzungsber. d. Wiener Ak., t. 50, str. 566 (1864, teoria mieszanin). G. v. Rath, Zeitschr. geol. Ges., t. 27, str. 295 (1875, potwierdzenie). M. Schuster, Miner. u. petrogr. Mitth., t. 3, str. 117 (1881, orient. opt.); tamże, t. 5, str. 189 (dodatek). F. Fouqué, Contribution à l'étude de feldspaths, Paryż 1894. Michel Lévy, Étude sur la détermination des feldspaths dans les plaques minces, Paryż 1894 i 1896. Fedorow, Zeitschr. Kryst., t. 22, str. 248.

Albit. Nazwany tak dla białej barwy. Kryształy zresztą bywają częstokroć przezroczyste, jak woda, ale przeciętnie mniejsze od adularu. Płytki,

Fig. 4.

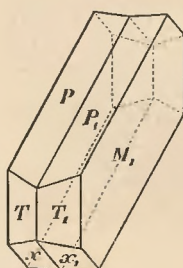


Fig. 5.

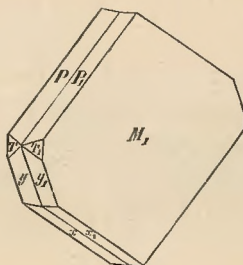


Fig. 6.

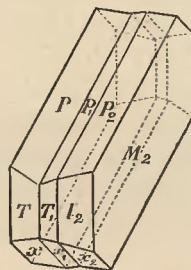


Fig. 7.

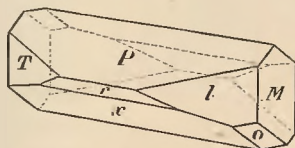


Fig. 8.

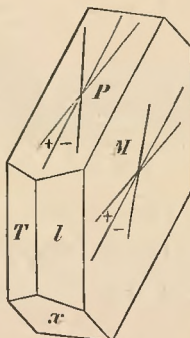
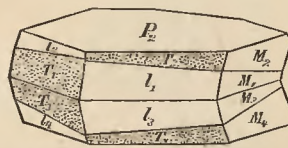


Fig. 9.



równoległe do ściany łupl.  $M$ , dają w konoskopie pierścienie barwne, z których wnioskować możemy o wielkim kącie osi opt. ( $2V = 80^\circ$ ,  $\rho > 0$ ) i o biegnącej względem  $M$  ukośnie dodatniej dwusiecznej. Opt. ujemny (—). Spółcz. złm.:



1·5287, 1·5331, 1·5392 (św. sodowe). Topliwość prawie ortoklazu, str. 224. Rozwiskanie złożonych utworów bliźnięcych zawdzięczamy głównie G. Rosemu i G. v. Rathowi.

\* Kryształy narosłe, skutkiem silnego rozwinięcia ścian  $M$ , miewają zwykle kształt tablic, nigdy nie bywają pojedyncze, lecz zespolone w bliźniaki, najczęściej wielokrotne, powtarzające się według prawa albitowego ( $\parallel M$ ), fig. 3 do 6. Nachylenie  $P : P_1$  na żłobkach wynosi  $7^\circ 12'$ . Bliźniaki, zrosłe naprzód według prawa albitowego, a następnie według karlsbadzkiego, spotykają się również dość często. Piękne druzi albitu z kalcylem występują w szarym dolomicie koło Schmirn w Tyrolu, z mezytynem — na Hainzenbergu w dol. Ziller, z kryształem górnym — na szczytach Gotthardu, z epidotem — koło Sobotina na Morawach i t. d.

Kryształy białe ze słabo rozwiniętym dwuścianem  $M$ , rozrośnięte skutkiem tego w kierunku osi poprzecznej, nazwano peryklinem, fig. 2, 7 i 9. Postaci odpowiadają ogniwu następującemu. Poczytywano je nawet początkowo za oligoklaz. Utwory bliźnięce podlegają prawu (2), wyjaśnionemu już na str. 92, fig. 184 i 185. Osobniki zrastają się płaszczyzną przekroju rombowego, skąd ich granica na  $M$  tworzy linię, biegnącą ukośnie względem krawędzi  $P : M$ , fig. 2. Jeżeli tego rodzaju bliźniaki łączą się odpowiednio do prawa manebachskiego, wówczas powstają utwory stopnia wyższego, jak na figurze 9, przedstawiającej peryklin ze Scopi w Szwajcaryi; ściany  $T$  są na nim matowe i jakby przyprószone chlorytem. Granice czterech osobników zbiegają się ku tyłowi, co na złożonej ścianie  $M$  uwidocznia się w sposób wyraźny. Duże kryształy z chlorytem znalaziono koło Pfunders w Tyrolu, wspaniałe druzi — w Rauris, Zillertal i w wielu punktach Alp Tyrolskich i Salzburskich.

Albit i peryklin często zrastają się w sposób prawidłowy z ortoklazem, mając wspólny pas  $T/M$ . Fig. 10 jest przykładem narastania kryształów albitu

Fig. 10.

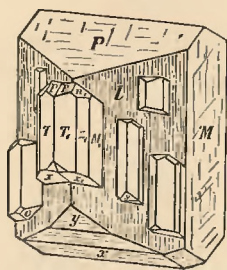


Fig. 11.

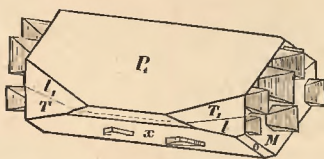
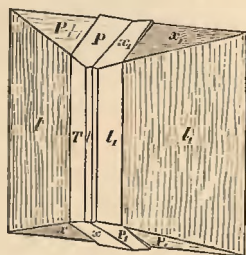


Fig. 12.



na ortoklazuie z Jeleniogóry na Śląsku. Fig. 12 przedstawia dwojak albitu ze skrzydlatymi narostami adularu, fig. zaś 11 — narosty adularu na kryształach peryklinu z Marsowy na Morawach.

Kryształy albitu, powstałe w zawieszeniu, występują często w chlorycie alpejskim. W pirycie magnetycznym ze Schneeberga (Passeyr) Rumpf znalazł kryształy pojedyncze, będące zjawiskiem rzadkiem. Jako minerał skałotwórczy, albit dostrzeżono w filitach, dyorytach, syenitach eleolitowych. Drobne

kryształy albitu występują też w wapieniach formacji dawnych aż do tryasu, a nawet w niektórych utworach wapiennych trzeciorzędu. Znane są również gatunki wulkaniczne. Co do przeobrażania się albitu w mikę i kaolin, to nie mamy w tym względzie postrzeżeń dokładniejszych, atoli nie ulega, zdaje się, wątpliwości, że przemiany albitu są podobne do przeistoczeń ortoklazu.

Kliwlandyt (cleavelandyt), hyposkleryt, olafit, perysteryt należą do albitu, podobnież zygadyt. Ortoklaz sodowy (Förstner) jest trójskośny i zbliża się własnościami swojemi do skupienia następującego. Mieszaniny równopostaciowe substancji ortoklazu i albitu w kształtach plagioklazu znalezione zostały przez Förstnera w ławach Pantellaryi, przez Fouquégo zaś — koło Quatre Ribeiras.

Oligoklaz: krzemionki 66 do 62 procentów. Kryształy narosłe zdarzają się nie często: wraz z epidotem koło Arendalu, z korundem koło Miaska, z augitem w bombach krzemianowych na Wezuwiuszu i t. d. Postaci bądź peryklinu, fig. 2, bądź też wydłużone pryzmatycznie w kierunku osi pionowej, jak na fig. 13. Bliźniaki obu typów łączą się nieraz w kryształy złożone. Blaszki, rów-

Fig. 13.

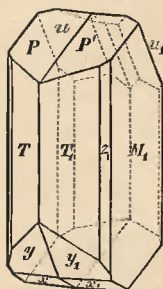


Fig. 14.

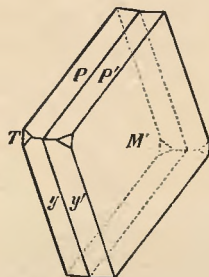
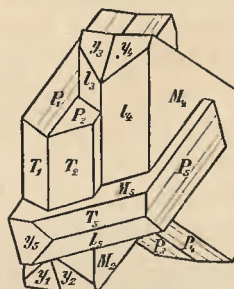


Fig. 15.



noległe do  $M$  i  $P$ , w św. spolaryzowanym zachowują się podobnie jak albit, kąty zaćmień wszakże, jak wiemy, wykazują odmienne.

Oligoklaz jest pospolitym minerałem skałotwórczym. W granicie i gnejsie tworzy on często wielkie osobniki o wejrzeniu pegmatytu, za który łatwo może być wzięty, jakkolwiek badanie uważniejsze zawsze wykaże obecność prążków subtelnych na ścianie  $P$ ; z kwarcem tworzy również t. zw. granit napisowy. Koło Tvedestrandu w Norwegii znaleziono kawałki przezroczyste z wrosłemi blaszkami hematytu: kamień słoneczny. Koło Bodenmais występują kryształy o powierzchni ciemnej, pokrytej magnetytem. Ziarna ol-zu bywają często rozpowszechnione równomiernie w granicie, gnejsie, dyorycie. W porfirach oligoklaz biały obejmuje częstokroć różowe kryształy ortoklazu, w trachitach tworzy nieraz masę zasadniczą (ciasto skalne), w której osadzone są sandyny, jak na Drachenfels pod Bonn, u nas zaś na Bryarce w Szczawnicy; przezroczyste lub przeświecające, lecz drobne jego kryształy znajdują się też w skałach trachitowych i bazaltowych — wtedy wykształcone najczęściej bywają na podobieństwo tablic, fig. 5 i 14.

Andezyn: krzemionki 62 do 55·5 procentu. Z postaci krystalicznej i utworów bliźniaczych zupełnie podobny do poprzedniego, optycznie i pod względem topliwości zbliżony. I ten dział plagioklazów reprezentowany jest



przez odpowiednie minerały skałotwórcze w obrębie granitów, np. w t. zw. tonalicie gór Adamello, w syenicie Wogezów i t. p., a także wśród skał wybuchowych, jak w porfiryście gór Esterl, w andezytach Siedmiogrodu i Andów.

**Labradoryt:** krzemionki 55·5 do 49 procentów. Z wybrzeży północno-amerykańskiego Labradoru jeszcze w wieku zeszłym przywożono do Europy okazy, ujawniające przepiękne mienienie się barw na ścianach *M*. Wielkie osobniki tworzą tam skałę. Podobnie utwory odkryto później w Ingermanlandzie, a następnie w Kamiennym Brodzie pod Kijowem, w Horoszkach na Wołyniu. Dla swych pięknych, mieniających się barw labradoryty tego rodzaju używane bywają niekiedy, jako kamienie ozdobne. Mieniający się feldspat z Ojamo w Finlandyi przedstawia mieszaninę, stojącą już na granicy andezynu. Ziarna labradorytu, pozbawione wzmiankowanych efektów optycznych, stanowią pospolitą część składową skał gabrowych, dyorytowych i t. p. Gatunki wulkaniczne rozpowszechnione są w dolerytach, bazaltach, andezytach. Przykładem postaci, w jakich występują w skałach wulkanicznych nietylko labradoryty, lecz i wogóle plagioklasy, są figury 14 i 15, z których pierwsza wyobraża luźny kryształ labradorytu, wyjęty z popiołu wulkanicznego na Monti rossi (Etna), gdy na drugiej widzimy grupę kryształów, zrosłych według prawa albitowego, a prócz tego przerosłych odpowiednio do praw: karlsbadzkiego i baweńskiego. Grupa ta została odtworzoną na podstawie okazu z Verespatak w Siedmiogrodzie, gdzie tego rodzaju zrosty, zarówno świeże jak zwietrzałe, występują w andezycie kwarcowym, według spostrzeżeń autora.

Płytki labradorytu, równoległe do *M* i *P*, dają w konoskopie pierścienie barwne jednej tylko osi, ukazującej się na skraju pola widzenia. — W gorących kwasach proszek I-tu rozkłada się stopniowo.

Labradoryt, będący cz. składową gabra, andezytu i t. d., podlega często przeobrażeniu w epidot. Podobne zmiany dostrzeżono jednak i na innych plagioklazach, zawierających wapno, a przechodzących także w mikę lub pinit.

**Bytownit:** krzemionki 49 do 45 procentów. Optycznie podobny do labradorytu. Plagioklasy, należące do tego działu, występują, jako część składowa gabra — w Starej Hucie (Neurode) na Śląsku, dyorytu kulistego na — Korsyce, skał Nārödału w Norwegii, jak również skał wulkanicznych, np. andezytów islandzkich, węgierskich i t. d.

**Anortyt** (chrystyanit, feldspat wapienny): krzemionki 45 do 43 procentów. Podczas gdy kryształy narosłe andezynu, labradorytu, bytownitu prawie wcale nie są znane, kryształy anortytu przezroczyste oraz druzy występują w bombach krzemianowych Sommy na Wezuwiuszu, a przeświecające lub mętne — w niektórych pokładach kontaktowych, np. na Monzoni w Tyrolu.

Wygląd postaci rozmaity, albowiem bądź ta, bądź inna para ścian przeważa, powodując podobieństwo do kryształów oligoklazu lub peryklinu. Niektóre kryształy odznaczają się prawdziwem ścian bogactwem. Fig. 16 wyobraża kryształ z Wezuwiusza, na którym prócz postaci, poprzednio wymienionych, występują jeszcze  $h = (100)$ ,  $t = (201)$ ,  $k = (0\bar{2}3)$ ,  $a = (1\bar{1}1)$ ,  $m = (111)$ ,  $\iota = (24\bar{1})$ ,  $g = (2\bar{2}1)$ . Przykładami wykształcenia zwykłego są fig. 17, wystawiająca dwojak peryklinowy, i fig. 18, będąca dwojakiem albitowym. Kryształy



pojedyncze należą do pospolitych, oddzielne zaś blaszki bliźniaków wielokrotnych są o wiele grubsze, niż w innych plagioklazach. Płytki równoległe do  $P$  i  $M$  ukazują w konoskopie obraz jednej osi optycznej. Optycznie dodatni (+). Spółcz. załam.: 1·574, 1·581, 1·586, według Lévye'a i Lacroix.  $2V = 77^\circ$ ,  $\rho < v$ . Topi się trudniej od innych plagioklazów (str. 224). Proszek an-tu rozkłada się w kwasie solnym, wydzielając galaretę krzemionkową.

Fig. 16.

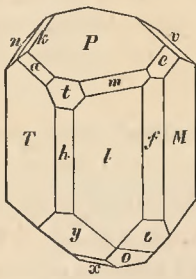


Fig. 17.

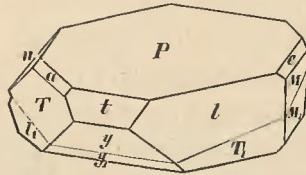
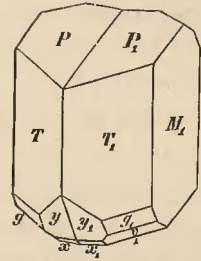


Fig. 18.



Podobnie jak inne plagioklasy, anortyt stanowi częstokroć istotną część składową skał zarówno dawniejszych, np. eukrytu z Hammerfestu, Bogosłowska, jak i wulkanicznych, np. na Islandyi, Antyllach i t. p. Razem z korundem tworzy jedyną w swoim rodzaju skałę, występującą koło Kysztymu na Uralu (kysztymit Ułomacza). Jest on również reprezentowany i w niektórych meteorytach.

An. ulega często przeobrażeniom, polegającym na przybieraniu wody i potasu, także magnezu, przyczem staje się miękkim. Jest to, prawdopodobnie, początek przeistaczania się w mikę (porówn. dośw. Lemberga, str. 516, oraz reakcyę Thugutta pod kaliofitem, str. 502).

Etym. i synonim. Plagioklas, *Breith.*, od  $\pi\lambda\acute{\alpha}\gamma\kappa\omicron\varsigma$  ukośny i  $\kappa\lambda\acute{\alpha}\varsigma$  łupliwość. Mikrotin *Tscherm.*, od  $\mu\iota\kappa\rho\acute{\tau}\eta\varsigma$  drobność, aluzya do małych rozmiarów. Albit, *Gahn*, od albus biały; tetartyn *Breith.*, gdyż na nim poznano tetartoedryę, t. j. trójskośność. Periklin tegoż, od  $\pi\epsilon\rho\iota\kappa\lambda\iota\nu\acute{\eta}\varsigma$  spadzisty, pochyły, aluz. do ściany wierzchołkowej. Oligoklas tegoż, od  $\omicron\lambda\iota\gamma\omicron\varsigma$  mały i  $\kappa\lambda\acute{\alpha}\varsigma$  łupliwość, która tu nie jest tak wyraźna, jak w in. plag. Andesit, *Abich*, od skały andezytu i od Andów. Bytownit, *Thomson*, od miejsc. Bytown koło Ottawy (Kanada). Anorthit, *G. Rose*, od  $\alpha\nu\omicron\rho\theta\acute{\iota}\varsigma$  nieprostokątny.

Do anortytu wypada też zaliczyć: cyklopit, lepolit, amfodelit, indyanit, a także prawdopodobnie barzowit. Esmarkit jest również, według Descloizeaux, anortytem. Rozelan, czyli rozyt, poliargit, latrobit, lindsait, tankit są anortytami zwietrzzałemi. Pod nazwą ersbyitu v. Rath opisał skapolit, Wiik zaś — labratoryt. Drobnodziarnisty sacharyt, występujący na Śląsku w serpentynie, oraz drobnodziarnisty lub zbity siosiuryt (saussuryt), podawany za składnik feldspatowy niektórych skał gabbrowych, są mieszaninami, składającymi się przeważnie z plagioklazu. Niektóre t. zw. siosiuryty są zoizytem.

Descloizeaux opisuje plagioklaz, zawierający 6·3 proc. BaO.

Skład, analogiczny do anortytu, posiada danburyt,  $\text{CaB}_2\text{Si}_2\text{O}_8 = 48\cdot8$  krzemionki, 28·4 bezw. kw. bornego, 22·8 wapna, o postaci kryształów rombowej, przypominającej topaz; stos. osi: 0·544:1:0·480. Tw. 7. C. wł. 2·9 do 3. Pł. osi opt. (001). I-sza dwusieczna =  $b$ . Opt. ujemny (—).  $2V = 88^\circ$ . Danbury, Connecticut; Rüssel, St. Lawrence Cty., New-York; Scopi, Szwajcarya.

Przy grupie feldspatów należy wspomnieć jeszcze o minerałach bezpostaciowych, stanowiących ciasto szkliste obsydyanów, perłowców, smołowców. Ponieważ szkliva te związane są ściśle z zawieszonymi w nich cząstkami krystalicznymi, przeto o ich własnościach sądzić możemy poprostu z zachowania się całej masy skalnej.

Obsydyan miewa barwę czarną, szarą, brunatną, czerwoną. Tw. 6, c. wł. 2-57. Skł. chem. każe przypuszczać przewagę substancji feldspatowej. W pł. dm. topi się na szkło lub emalię, przyczem się wzdyma. Pumeks sam przez się jest już przepelniony pęcherzami, nakształt piany. Marekanit jest odmianą obsydyanu przezroczystą, gdy mōldawit („kamień butelkowy“) z Czech i Morawy (po czesku wltawin) zdaje się być szkłem sztucznem.

Perłowiec (Kumel.) odznacza się skorupowatością drobną, prawie kuliastą, barwą perłowo-szarą, popielatą, brunatną i t. p. Tw. 6, c. wł. 2-2 do 2-4. Ze skł. chem. podobny do obsydyanu, ale zawiera trochę więcej wody. W pł. dm. wzdyma się i pieni, ale na szkło nie topi się. Należą tu również baulit i kralbit. Kulki promienisto-włókniste, występujące w obsydyanie i perłowcu a zwane sferulitami (od sphaerula), mają przybliżenie skł. chem. ciasta skalnego: składają się z feldspatu i trochy kwarcu. Nazwę litofizów nadano sferulitom przeobrażonym, mającym wygląd skorupowy i zawierającym próżnie, w których wydzieliły się niekiedy kwarc, mika, hypersten i t. p.

Smołowiec (Drzew.) o tw. 5-5 do 6, c. wł. 2-2 do 2-3, barwie żółtej, czerwonej, brunatnej, szarej; w kolbce wydziela wodę, w pł. dm. staje się białym i mętnym, poczem topi się spokojnie na białą emalię. Chemicznie podobny do poprzednich, ale wody zawiera znacznie więcej, bo do 10 proc.

Wszystkie te skały wulkaniczne rozpowszechnione są na Węgrzech, w Saksonii, Włoszech, Islandyi, Meksyku, Kolorado i t. d.

Wśród skał wybuchowych znaleziono też minerały czarne, szkliste, oznaczone nazwami tachilitu, hyalomelanu, syderomelanu, sordawalitu. Są one uboższe od poprzedzających w krzemionkę, za to bogatsze w żelazo; niektóre z nich rozkładają się w kwasie solnym. O ile minerały bezpostaciowe mogą być wogóle klasyfikowane, te należałoby umieścić w pobliżu grupy augitów.

O t. zw. tle szklistem (basis), sklejącem kryształy feldspatów, augitów i t. p., a występującem w wielu skałach wybuchowych o budowie porfirynej, ważną i ciekawą pracę ogłosił Lagorio (Tschermaks Mineral. u. petrogr. Mitth., t. 8, str. 421).

Lemberg wykazał doświadczalnie, że szkła naturalne i krzemiany, stopione sztucznie, łatwiej przybierają wodę i wogóle prędzej wstępują w reakcyę z rozтворami solnemi, niż odpowiednie minerały w stanie krystalicznym. Wobec tego znaczna zawartość wody w niektórych szklivach naturalnych oraz zwiertrzały stan tła szklistego w niektórych skałach porfiryjnych jest rzeczą wytłomaczoną (l. c. 1883, str. 569; 1888, str. 637). Thugutt dowodzi, że szkła głębinowe ulegają hydratyjacji trudniej, niż zastygłe na powierzchni (Mineralchem. Stud. str. 120).

Do feldspatów zbliża się też osobna grupa glinokrzemianów o wysokiej zawartości dwutlenku krzemu.

**Petalit**, jednoskośny. St. osi 1:1534:1:0:7436,  $\beta = 67^\circ 34'$ . Łupl.  $\parallel (001)$  doskonała,  $\parallel (201)$  wyraźna. Tw. 6-5. C. wł. 2-4 do 2-56. — Biały, różowy, szary. Pł. o. o.  $\perp 010$ , I-sza (+) dwuś.  $b$ ,  $2V = 83^\circ$ . Skład chem.:  $\text{Li}_2\text{Al}_2\text{Si}_8\text{O}_{20}$ , czyli teor.: 78-4 krzemionki, 16-7 glinki, 4-9 lityny. Wyspa Utö, Bolton i t. d. Kryształy na Elbie (kastor). — Etym. *Pétalite*, *d'Andr.*, od *πέταλον* liść, blaszka, aluzya do łupl.

**Milaryt**, naśladowczo-heksagonalny,  $a:c = 1:0:6620$ . Kryształy narosłe. Tw. 6. C. wł. 2-59. Bezbarwny, opt. anomalny. Skł. chem.:  $\text{HKCa}_2\text{Al}_2\text{Si}_{12}\text{O}_{30} = \text{teor. } 72-7$  krzemionki, 10-4 glinki, 11-3 wapna, 4-7 tlenku potasu, 0-9 wody. Val Giuf koło Ruñaras, Szwajcarya. — Etym. *Milarit*, *Kemg.*, od Val Milar.

**Eudydymit**, jednoskośny, st. osi 1:711:1:1:107,  $\beta = 86^\circ 14'$ . Zawsze w bliźniakach (skąd nazwa). Tw. 6. Łupl. dokładna  $\parallel (001)$ . C. wł. 2-55. Bezbarwny. Pł. o. o.  $(010)$ .  $2V = 30^\circ$ . Skł. chem.:  $\text{HNaBeSi}_3\text{O}_8$ . Wyspa Arö, Langesundfjord.

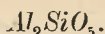
**Epidydymit**, rombowy, st. osi 0:575:1:534; różnopościowy z poprzedzającym. Łupl. doskonała  $\parallel (001)$  i  $(010)$ . Tw. 6. C. wł. 2-5. Bezbarwny. Pł. o. o.  $(001)$ . I-sza (—) dwusieczna  $b$ .  $2V = 31^\circ$ ,  $\rho > \nu$ . Grenlandya.

#### Grupa andaluzytu.

Krzemiany rombowe i trójskośne, wyraźnie albo doskonale łupliwe, bezbarwne lub jasno zabarwione, w pł. dm. nietopliwe, w kwasach nierozkładne. Zwilżone roztworem kobaltu i wypalone, nabierają barwy niebieskiej. Tw. 5 do 8.

Topaz  $\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{25}\text{F}_{10}$ , romb. 0:5285:1:0:4770 Sylimanit  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$  romb. 0:970:1: —  
Andaluzyt  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$  „ 0:5070:1:0:4794 Cyanit  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$  trójsk. 0:8994:1:0:7090  
[ $\alpha = 90^\circ 5'$ ,  $\beta = 101^\circ 2'$ ,  $\gamma = 105^\circ 44'$ ]

#### Andaluzyt.



*Kl. bipiram. romb. (8).*

Bardzo są znane wielkie pryzmatyczne kryształy rombowe, zwykle pokryte białą miką, osadzone wraz z kwarcem w granicie, gnejsie, łupku mikowym. Słup mierzy  $89^\circ 10'$ , a więc jest prawie prostokątny. Daszek  $(101) = 71^\circ$ . Kryształy, obfitujące w ściany, zdarzają się rzadko.

Łupl.  $\parallel (110)$  dość wyraźna. Tw. 7 do 7-5. C. wł. 3-1 do 3-2.

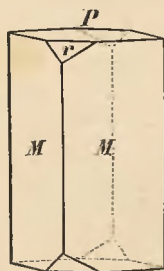
Opt. odjemny (—). Pł. o. o.  $010$ , I-sza dwusieczna  $c$ . Spółcz. załam.: 1-632, 1-638, 1-643.  $2V = 84^\circ$ .

Chem. Skład teor.: 62-9 glinki, 37-1 krzemionki. Stopiony z alkalią, rozkłada się. Jakkolwiek w mocnych kwasach nierozkładny, z roztworami soli alkalicznych łatwo wstępuje w reakcję. Proszek andaluzytu,

ogrzewany z 15-procentowym roztworem  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  w temp.  $220^\circ$ , przechodzi w analcym, z roztworem zaś  $\text{K}_2\text{SiO}_3$  daje krzemian potasowy, zawierający tylko 2 proc. wody; pod wpływem stężonych roztworów  $\text{K}_2\text{CO}_3$  i  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  zamienia się na glinokrzemiany wodne, także na kankrynit i dyaspor. (Lemberg, l. c. 1888, str. 652). Ogrzany do  $1350^\circ$ , przechodzi, według Vernadsky'ego, w sylimanit.

Występ. Kryształy bywają zazwyczaj szare, zielonawe lub różowe, mętne, niekiedy na agregat włóknisty cyanitu zamienione, lub też są miękkie, a wówczas często w mikę przeobrażone. Kryształy przeświecające i świeże w Europie zdarzają się rzadko. Dobrych okazów tego dość rozpowszechnionego

Fig. 1.





minerału dostarczają: Lisens w Tyrolu, Zwiesel i Wunsiedel w Bawaryi, Munzig i Penig w Saksonii. Z Brazylii pochodzą okazy przezroczyste, odznaczające się piękną różnobarwnością pomiędzy kolorami oliwkowo-zielonym a hyacyntowo-czerwonym. Zjawisko to właściwe jest również i drobnym kryształkom, występującym w łupkach krystalicznych.

Fig. 2.



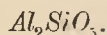
Do andaluzytu zalicza się również chialolit, którego graniastosłupy długie a cienkie osadzone są w łupku glinianym. Bardzo często dostrzegamy w nich ciemny kanał czterościenny, wypełniony jakby masą skalną, tudzież zawierający drobną kratkę krystaliczną; dalej widzimy w nich dwie pary ciemnych wtrąceń pryzmatycznych, przekątne zajmujących położenie i też same ujawniających własności. Na przekroju ukazuje się zwykle figura, kształt krzyża mająca. (Ob. Rohrbach, Becke, Min. u. petr. Mitth., t. 13, str. 256). Budowę całości wyjaśnia fig. 2, na której podano, według Dany, kilka jednakowo odległych przekrojów chialolitu ze Springfieldu w Massachusetts, i z której widać, że cały utwór składa się z czterech części sfenoidalnych. Zadziwiający ten lapid crucifer znano już w w. XVI z Compostela w Hiszpanii. Występuje on dość często w łupkach glinianych, jako utwór kontaktowy w pobliżu granitu: koło Strelna w Saksonii, Gefrees w Smreczynach, w Bretanii, Pirenejach i t. d.

Etym. i synonim. Andalusite, *Delaméth.*, od Andaluzyi. Chialolith *Karst.*, od χιάλιος przekątny, aluzya do krzyża na przekroju. Krzyżopłam *Lab.* Hohlspath *Wern.* = feldspat próżny *Drzew.*

Od andaluzytu odróżniać należy sylimanit, występujący w agregatach pręcikowatych żółtawo-szarych lub gwoździkowo-brunatnych, rzadziej bezbarwnych. Ujawnia on również słupek rombowy, ale kąt  $(110) = 69^\circ$ , lup. zaś ma  $\parallel (100)$ . C. wł. 3:2. Opt. dodatni (+), pł. o. o.  $(100)$ , I-sza dwusieczna c.  $2E = 35^\circ - 40^\circ$ .  $\rho > o$ . Spółcz. załam.: 1-659, 1-661, 1-680. Skł. chem. andaluzytu, a więc różnopostaciowy względem niego. Sztucznie został odtworzony przez topienie cz. składowych. — Norwich i Chester w Connecticut, Worcester w Mass. Cienko-włóknisty fibrolit (bucholcyt), występujący jako cz. skł. podrzędna w gnejsach i granulitach, został przez Descloizeaux zaliczony do sylimanitu, również jak monrolit, bamlit, ksenolit, wertyt (würthit). — Dumortieryt, też rombowy, ale bogatszy w glinę:  $Al_2Si_3O_{18}$ .

Etym. i synonim. Sillimanit, *Bowen*, na cześć prof. B. Sillimana (1779—1864). Fibrolith, *Bourneon*, od fibra włókno i λίθος; Faserkiesel, *Lindacker* = krzemień włóknisty, *Kunel*. Xenolith, *Nordensk.*, od ξένος obcy i λίθος, gdyż znaleziono go w gł. narzutowych. Inne synonimy od imion geogr. i własnych.

### Cyanit, dysten.



*Kł. dwusieczna trójskośn. (2).*

Osobniki trójskośne, najczęściej płasko-pryzmatyczne, z rozwiniętymi ścianami  $M = (100)$ ,  $T = (010)$  (kąt  $100 : 010 = 73^\circ 56'$ ) i  $o = (\bar{1}10)$ , także  $l = (110)$  i  $k = (210)$ , ale rzadko z zakończeniem, którem bywa np.  $P = (001)$ . Nachylenie  $100$  do  $110$  i  $110$  wynosi  $48^\circ 18'$  i  $34^\circ 17'$ .

Utwory bliźnięce rozmaitego rodzaju, niekiedy na podobieństwo plagioklawów. Najpospoliciej ujawniają się prawa: 1. pl. bliźniaczą ściana  $M$ , jak na fig. 3, niekiedy wielokrotnie powtórzone; 2. pl. bliźn. prostopadła do osi  $c$ ; 3. pl. bl. prostopadła do osi  $b$ ; 4. pl. bl. równoległa do  $P$ . To ostatnie prawo też się powtarza, tak, że kryształy wyglądają kolankowato; według Bauera, jest to prawdopodobnie skutek uskoków krystalicznych, powstałych pod wpływem ciśnienia, str. 141. (O postaciach: M. Bauer, Zeitschr. geol. Ges. 1878 i 1879; v. Rath, Zeitschr. Kryst., t. 3 i 5; zestawienie, tamże, t. 7, str. 595). Prawidłowe zrastanie się cyanitu ze staurolitem, jak to ma miejsce na okazach, pochodzących z Tessynu, przedstawia fig. 4. Ściana  $M$  na cyanicie i  $b = 010$  na staurolicie są równoległe, a nadto obie mają wspólny pas  $100 : 010$ .

Fig. 1.



Fig. 2.

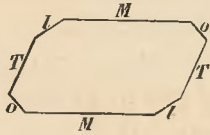


Fig. 3.

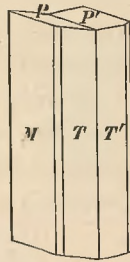


Fig. 4.



Lupl.  $\parallel M$  doskonała,  $\parallel T$  dokł. Tw. średnia 6. Twardość ścian wykazuje tu największe różnice, jakie wogóle na minerałach poznano. Na  $M$  jest ona najmniejsza, na  $o$  — największa. Rysując ścianę  $M$  w kierunku, równoległym do krawędzi  $MT$ , otrzymany tw. 5, rysując tęże ścianę w kierunku, do poprzedniego prostopadłym, określimy tw. 7. C. wł. 3·5 do 3·7.

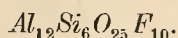
Opt. Blaszki równoległe do  $M$  nie dają w konoskopie obrazu osiowego, jakkolwiek I-sza dwusieczna (—) biegnie prawie prostopadle do  $M$ : kąt osi opt. jest zbyt wielki, a mianowicie  $2H = 100^\circ$  w olejku migdałowym, którego  $n = 1.4718$  (św. Na). Pl. o. o. przecina ścianę  $M$  przez ostry kąt, pomiędzy krawędziami  $PM$  i  $MT$ , zbaczając od tej ostatniej o  $30^\circ$ .

Chem. Składem nie różni się zgoła od andaluzytu, tak, że substancji  $Al_2SiO_5$  przypisać należy trójpostaciowość. W silnym ogniu przeobraża się w sylimanit, podobnie jak andaluzyt (porówn. ten ost.). — Z roztworem  $Na_2SiO_3$  w temp.  $210^\circ$  zamienia się na glinokrzemian analcymowy (Lemberg, l. c.).

Występ. Odmiany niebieskie płasko-prętowe, osadzone w łupku mikowym, pochodzą z Monte Campione w Tessynie, Greiner w dol. Ziller, Beczowa w Czechach i wielu in. miejscowości, agregaty zaś białe lub szare, cienkopięciokowe (retycyt) — z Pfilsch w Tyrolu, z Szumperku na Morawach. Cyanit tworzy przypadkową cz. skł. niektórych granulitów, jak koło Göttweig w Austrii Niższej, niektórych eklogitów, jak na Świńskiej Planinie (Sausalpe) i Gołoweu (Koralpe) w Karyntyi. Jako pokład samoistny o kilku metrach miąższości występuje koło Horschjoberga w Wermlandzie.



Etym. i synonim. Cyanit *Wern.*, od *κίανος* niebieski (stąd bławatyn *Bogat.*, modroluszczyk *Zdzit.* Błękitiec, *Zab.*) *Disthène*, *Hawy* = dysten *Zejszn.*, od *δύς* i *σθένος* siła, t. j. ujawniający podwójną elektryczność, gdyż jedne kr. nabierają przez tarcie elektr. dodatniej, drugie ujemnej. *Rhätizit Wern.*, od dawnej Recyi (dziś. Tyrol).

**Topaz.**

*Kl. bipiram. romb. (8).*

Ze względu na twardość należy do rzędu kamieni drogich. Kryształy, najczęściej narosłe, odznaczają się kształtami wybitnie rombami, a nieraz także wielkim ścian bogactwem. Zwykle panują słupy  $M = (110)$ ,  $l = (120)$ , zakończenie zaś tworzą ściany  $o = (111)$ ,  $n = (021)$ ,  $P = (001)$  lub też piramidy  $s = (223)$ ,  $k = (221)$ ,  $x = (243)$ , z którymi łączą się często postaci  $i = (201)$ ,  $y = (041)$ ,  $u = (130)$ . Kąty nieco chwiejne:  $(110) = 55^\circ 43'$ ,  $(120) = 86^\circ 49'$ ,  $(021) = 87^\circ 18'$ ,  $111 : 110 = 44^\circ 25'$ ,  $111 : \bar{1}11 = 78^\circ 20'$ . (Kokscharow, *Materialien*, t. 2 i 3. *Groth, Zeitschr. geol. Ges.*, t. 22).

Lupl.  $\parallel P = (001)$  doskonała. Tw. 8. C. wł. 3·5 do 3·7, a więc podobny jest w tym względzie do dyamentu. Kryształy, pocierane lub ogrzewane, stają się elektrycznymi, niektóre zaś biegunowo-elektrycznymi.

Opt. Barwy: winno-żółta, miodowo-żółta, szparagowo-zielona, trawia-  
sto-zielona, hyacyncowo-czerwona do fioletowo-niebieskiej; niektóre z nich białą na świetle; osobniki zupełnie przezroczyste i bezbarwne nie są też rzadkie. Opt. dodatni (+). Pł. o. o.  $010$ , I-sza dwusieczna  $c$ . Kąt osi opt. zmienny,  $2E = 71^\circ - 130^\circ$ ,  $\rho > v$ . Na kryształach altenberskich *Groth* określił spłócz. załam.: 1·6115, 1·6142, 1·6207,  $2V = 65^\circ 18'$ ,  $2E = 121^\circ 7'$  (św. żółte). Płytki odłupane ukazują w konoskopie obydwa systemy pierścieni bardzo pięknych. Zachowanie się optyczne dowodzi niekiedy budowy kryształów wielokrotnie bliźniaczej.

Chem. Wzorowi  $\text{Al}_{12}\text{Si}_6\text{O}_{25}\text{F}_{10} = 5\text{Al}_2\text{SiO}_5 \cdot \text{Al}_2\text{SiF}_{10}$  odpowiada 33·3 krzemionki, 56·5 glinki, 17·6 fluoru (= 107·4, mniej 7·4 tlenu, odpowiadającego fluorowi). W mocnym ogniu mętnieje, w pł. dm. prawie się nie zmienia. Ogrzany w rurce szklanej z solą fosforną, wydaje kwas fluowodórny obficie, z kwasem zaś siarczanym — skąpo. — Roztwór  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  w temp.  $210^\circ$  działa nań względnie prędko, a rezultatem tego działania jest znów analcym (*Lemberg*, l. c.). — *Friedel* i *Sarasin* dokonali syntezy topazu, traktując roztworem kwasu fluokrzmowodórnego mieszaninę krzemionki i glinki w temp.  $500^\circ$ .

Występ. Skałami macierzystymi t-zu są granit, gnejs, granulit, których szczeliny zawierają niekiedy narosłe jego kryształy. Miodowo-żółte kryształy z *Villarica* w Brazylii, ukazujące się zwykle w prostej ścian kombinacji, fig. 1, miały dawniej pokup, jako kamienie drogic. Przez wyżarzenie nabierają barwy białoróżowej (rubiny brazylijskie). Kryształy ze *Schneckensteinu* koło *Gottesberga* w Saksonii są winno-żółte i mniejsze, często o kształtach fig. 2. Charakterystycznym minerałem pokładów cynowych w górach *Kruszcowych* (*Altenberg*, *Cynwald*) i *Kornwalii* są kryształy t-zu drobne, przezroczyste, częstokroć tylko przeświecające. Wszystkie te łóżyska nie wytrzymują jednak porównania z topazami syberyjskimi. *Kokscharow* opisał kryształ z nad rzeki *Urulga*, mający 28 cm. długości, 16 cm. szerokości. Przepyszne kryształy bezbarwne lub rozmaicie zabarwione, a w ściany najobficiej zaopatrzone, pochodzą z *Miaska*,



Ałabaszki, Aduncyłonu. Pięknych, przezroczystych kryształów dostarcza też prowincya Mino w Japonii; drobnych, lecz nieskazitelnie przezroczystych—San Louis Potosi w Meksyku oraz góry Mourne w Irlandyi. Topaz ma się też znajdować i na Wołyniu. Kreutz opisuje grupę przezroczystych jego kryształków, do 1 cm. mierzących, nadesłaną przez G. Ossowskiego z Jahodenki pod Horoszkami (Anzeiger Akad. Krak. 1890, styczeń, str. 26).

Fig. 1.

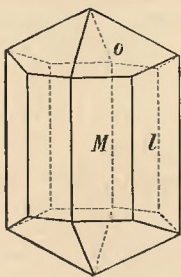


Fig. 2.

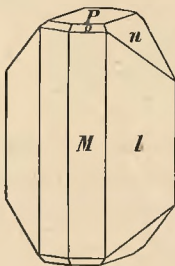


Fig. 3.

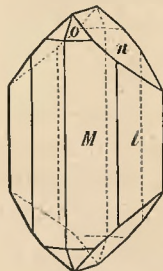


Fig. 4.

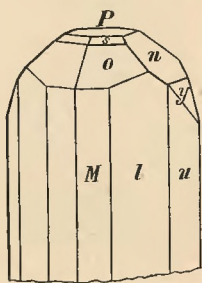


Fig. 5.

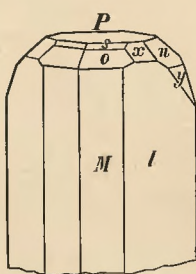
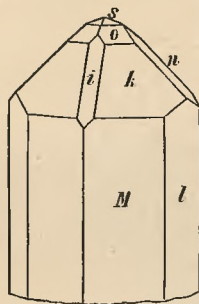


Fig. 6.



Osobniki mętne, z wejrzenia przypominające feldspat, o przełamie nierównym, występujące w granitach Szwecyi (Finbo) i in. m., nazwano pirofizalitem, masy zaś pręcikowe niekształtne z Altenberga, Sławkowa, Cynwaldu — piknitem.

Głaziki t-zu bezbarwnego lub zielonawego („krople wody“) znajduwane też są w pokładach wtórnych nad Rio Belmonte w Brazylii. Te podawane niekiedy bywają za dyamenty. W takich to t-zach brazylijskich i niektórych innych Brewster odkrył inkluzye cieczy, a między niemi pory, wypełnione ciekłym dwutlenkiem węgla, p. str. 119. Różne inkluzye z kryształkami Rosenbusch znalazł w t-zie ze Schneckensteinu. T. przeobraża się niekiedy w minerał, przypominający litomargę, prawdopodobnie damuryt.

Etym. *Τοπάσιος*, topazius *Plin.*, od wyspy na morzu Czerwonym, wszakże w znaczeniu dziś. chryzolit. Topaz, *Rzecz.* Pyrophyllit, *Berz.*, od πυρ ogień i φυσική πέcherz, aluzya do zachowania się w ogniu. Pycnite, *Iluy.*, od πυκνός gęsty, zbity.

Krzemianem gliun, zawierającym także fluor, jest krystalizujący się w czworoscianach regularnych z nymit z Kolorado, o tw. kwarcu, c. wł. 2,9, a skl. chem. przybliz.:  $(\text{HO})_3\text{F}_3\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$ .

## Grupa granatów.

Krzemiany rombowe, heksagonalne i regularne, najczęściej łupl. wyraźnej pozbawione, twarde (6·5 do 8), zwykle zabarwione, topliwe lub nietopliwe. Obfitują wogóle w glinę, występują często, jako cz. skł. przypadkowe, w granitach, gnejsach, łupkach mikowych lub też w ich szczelinach.

Staurolit  $\text{HFeAl}_3\text{Si}_2\text{O}_{13}$ , rombowy, 0·4734 : 1 : 0·6828.

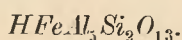
Kordyeryt  $\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{18}$ , „ 0·5871 : 1 : 0·5585.

Beryl  $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$  heksagonalny, 1 : 0·4989.

Turmalin  $\text{Al}_1\text{B}_6\text{O}_{15} \cdot 4\text{NaH}_2\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$ , romboedr.-hemimorf. 1 : 0·4476. Mieszaniiny rów-

Granat  $\text{R}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ , regularny. Mieszaniiny równopostaciowe. [nopostaciowe.

## Staurolit.



*Kl. bipiram. romb. (8).*

Ciemnobrunatne słupy rombowe lub nakrzyż przerosłe bliźniaki, zawieszane w łupku mikowym albo gnejsie. Ścianami zwykłemi są:  $m = (110)$ ,  $o = (010)$ ,  $r = (101)$ ,  $p = (001)$ . Kąty:  $(110) = 50^\circ 40'$ ,  $(101) = 110^\circ 28'$ . Prawa zrastania się bliźniaczego rozmaite: pł. bliźn. 032 — osobniki krzyżują się prawie pod  $90^\circ$ , fig. 2; pł. bliźn. 232 — osobniki tworzą kąt około  $60^\circ$ , fig. 3 i 4.

Łupl.  $\parallel a = (100)$  dokł.,  $\parallel m = (110)$  niedokł. Tw. 7 do 7·5. C. wł. 3·4 do 3·8.

Fig. 1.

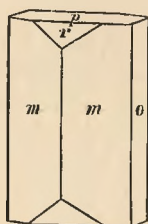


Fig. 2.

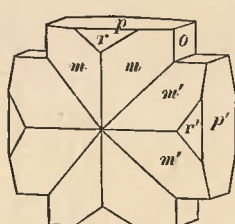


Fig. 3.

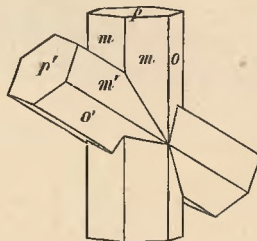
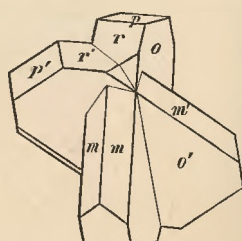


Fig. 4.



Opt. Przeświecający lub nieprzezroczysty. Pł. o. o. 100, I-sza dwusieczna (+) prostopadła do  $p$ .  $2V = 89^\circ$ ,  $\rho > v$ . Średni spółcz. załam. 1·749 (św. czerw.). Różnobarwność wyraźna:  $\alpha$  hyacynthowo-czerwona,  $\alpha$  i  $\beta$  żółtawa.

Chem. Skład nie został dotychczas ściśle ustalony; wzór, podany w nagłówku, jest tylko przybliżony; prócz żelaza tlenkowego, zawiera także ż. tlenikowe oraz magnez i mangan. St-lit z Petersdorfu zawiera, według Fiedela: krzemionki 28·2, glinki 52·1, tlenku żelaza 14·1, tleniku ż. 1·6, magnezy 2·4, wody 1·6. W pł. dm. nietopliwy, w kwasach nierozkładny. Sztucznie nie otrzymano go jeszcze dotychczas. — Potraktowany roztworem  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  w temp.  $200^\circ$ , daje kryształki analcymu. (Lemberg, l. c. 1892, str. 237).

Występ. St-lit bywa przypadkową cz. skł. wielu łupków mikowych. Kryształy najlepiej wykształcone występują w białym łupku paragonitowym na Faido (Ticino) i Airolo (Gotthard). Tu zrasta się często z cyanitem, przyczem obadwa minerały mają wspólny pas 100 : 010, a ściana  $o$  staurolitu biegnie równolegle ze ścianą  $M$  cyanitu. Koldsztyń i Sobotin na Morawach, Passeyr i Sterzing w Tyrolu, St. Radegund pod Gracem, Aschaffenburg w Bawaryi, Quimper

w dep. Finistère, Santiago di Compostela w Hiszpanii i wiele in. miejscowości dostarczają kryształów brunatnych.

Etym i synonim. Franc. pierres de croix, *de Robin* 1751. Lapis crucifer, *Cronst.* Staurolith, *Karsten*, od σταυρός krzyż i λίθος, stąd krzyżeń *Eab.* Staurotide, *Hauy* = stau-rotyd. Granatnik, *Bogal*.

Nordmarkitem mianuje Dana minerał, zawierający maugani i podobny do staurolitu. Rombowy kornerupin (pryzmatyn),  $MgAl_2SiO_6 = 29.7$  krzemionki, 50.5 glinki, 19.8 magnezyi, godny jest uwagi ze względu na skład (porówn. grupę augitu i amfibolu). Grenlandya (kornerupin), Waldheim w Saksonii (pryzmatyn). Safiryn, jednoskośny,  $Mg_5Al_2Si_2O_{27} = 12.9$  krzemionki, 65.7 glinki, 21.4 magnezyi. Fiskens na Grenlandyi. Obydwa minerały, ostatnio wymienione, kładziemy obok staurolitu ze względu na wysoką zawartość glinki.

### Turmalin.

Wzór?

*Kl. piram. dytrygon. (20).*

Minerał ten został przywieziony do Europy z Cejlonu w r. 1703 przez Holendrów, którzy też pierwsi poznali jego własności piroelektryczne. Że te ostatnie wiążą się z półpostaciowością, o tem wzmiankowaliśmy już na str. 225 i 227.

Postaci romboedryczne, wskutek półpostaciowości, przybierają wygląd niezwykle, gdyż nie tylko końce kryształów bywają częstokroć rozwinęte niejednakowo, lecz i ściany słupa  $l = (10\bar{1}0) = \infty R$  występują stałe w liczbie trójstej. Kąt  $R$   $46^\circ 40'$  do  $50'$ , a więc nieco chwiejny.

$P = (10\bar{1}1) = R$ ,  $o = (02\bar{2}1) = -2R$ ,  $t = (21\bar{3}1) = R3$ ,  $s = (11\bar{2}0) = \infty P2$ ,  
 $h = (1\bar{3}\bar{1}0) = \infty P\frac{1}{3}$ ,  $n = (01\bar{1}2) = -\frac{1}{2}R$ ,  $c = (0001) = 0R$ .

Fig. 1.



Fig. 2.

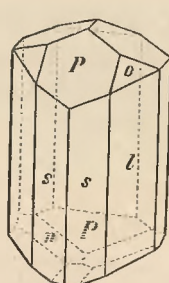


Fig. 3.

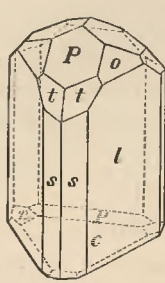
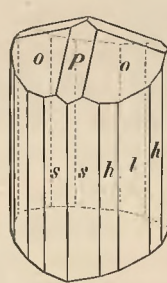


Fig. 4.

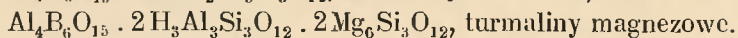
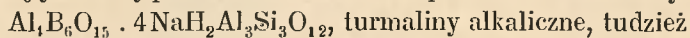


Łupl. wyraźnej nie ujawnia. Przełam nierówny — muszlowy, niewyraźny. Kruchy. Tw. 7. C. wł. 3.0 do 3.2.

Opt. ujemny (—).  $\omega = 1.64$ ,  $\epsilon = 1.62$ , przeciętnie dla św. czerw. Czarny krzyż rozrywa się niekiedy, jak u minerałów dwuosiowych o małym kącie. Dwubarwność niektórych odmian niezwykle silna. Równoległe do osi głównej postrzegamy zawsze barwę ciemniejszą lub zgoła czarną, w kierunku zaś prostopadłym — jaśniejszą i odmienną. Ponieważ promień zwyczajny w kryształach, mocniej zabarwionych, pochłaniany jest bez porównania silniej od nadzwyczajnego, przeto płytki, wykrojone równoległe do osi głównej, dają światło więcej lub mniej spolaryzowane. Dla tego to w historii optyki turmalin odegrał rolę tak wybitną.



Chem. Skład bardzo złożony i dotychczas zadawalniająco niewyjaśniony. Dane analityczne dadzą się wszakże tłómaczyć w ten sposób, że mamy tu do czynienia z boranem glinu  $Al_4B_6O_{15}$ , połączonym z glinokrzemianami, występującymi także w mikach; turmaliny byłyby tedy mieszaninami równopostaciowymi, składającymi się przeważnie z dwu kompleksów molekularnych:



Zauważyć jednak należy, że pierwszy z tych złożonych krzemianów zawierać może domieszkę odpowiedniego związku litynowego, drugi zaś — żelaznego lub manganowego. Ponieważ dalej obecne są jeszcze niewielkie ilości potasu, wapnia i fluoru, czasami także chromu, przeto w skład turmalinu wchodzi razem 13 pierwiastków, a niekiedy i więcej.

Wszystkie t-ny barwią pł. dm. na żółto lub czerwono. Jeżeli perłę, otrzymaną przez stopienie fluorytu z kwaśnym siarczanem potasu, posypiemy proszkiem turmalinu, to powtórne jej wprowadzenie do płomienia zabarwia ten ostatni chwilowo na kolor zielony. Względem kwasów t-ny zachowują się odporne, ale proszek minerału wypalonego lub stopionego rozkłada się powoli w gorącym kwasie siarczanym. Proszek turmalinu (czerwonego) pod wpływem roztworu  $Na_2SiO_3$  w temp.  $200^{\circ}$  przechodzi w analcym, przyczem wydziela się kwas borny (Lemberg, l. c. 1892, str. 237).

Występ. T-ny znajdują się w granitach i łupkach krystalicznych, wewnątrz których są osadzone, lub też tworzą kryształy narosłe w szczelinach. Liczny szereg gatunków podzielimy na cztery skupienia, które pozbawione są wszakże wyraźnych odgraniczeń.

Achroit. Kryształy bezbarwne, żółte, czerwone, blado-zielone. C. wł. 3:0. Zawiera krzemian pierwszy przeważnie. W pł. dm. wzdyma się nieco i mętnieje, ale się nie topi. Okazy bezbarwne i żółte pochodzą z Elby, Campolongo w Tesynie, Imfeld w dol. Binnen, tu osadzone w dolomicie; czerwone — z Elby, Murzinki na Uralu, Chesterfield; także kryształy w lepidolicie — z Rożny na Morawach, Pening w Saksonii, Paris w Maine (Am. Płn.). Drobnie przyrnaciki ulegają tu niekiedy przemianie w minerał, podobny do steatyty. Kryształy czerwone, zabarwione domieszką manganu, odznaczają się pięknym wyglądem: mocniej zabarwione chętnie są używane, jako klejnoty, przyczem karminowo-czerwone otrzymały nazwę rubelitu, różowe — syberyty, czerwone z odcieniem kwiatu brzoskwińskiego — apiryty. Kryształy elbańskie ujawniają częstokroć uwarstwienie równopastaciowe w sposób nader wybitny: są to cienkie graniastosłupy bladozielone o zakończeniu niebieskim lub czarnym (murzyńskie łebki) albo też jądra zielone o powłoce różowej; podobnież narastanie izomorficzne: czarny turmalin granitowy z zakończeniem bezbarwnem.

Turmalin szlachetny. Zielony, niebieski, brunatny, przezroczysty przynajmniej w warstewkach cieńszych. C. wł. 3:1. Mieszaniny krzemianu pierwszego z niewielką domieszką drugiego. W pł. dm. wzdyma się i mętnieje, topi się tylko w krawędziach na szkło pienne. T-ny zielone z Brazylii pod wpływem tarcia i ciepła elektryzują się najmocniej, brunatne z Cejlonu, Brazylii i in. m. najlepiej się nadają do celów optycznych. Niebieskie, zwane indygoitem, po-

chodzą z Utö, Brazylii, Goshen w Massachusetts i in. m. Okazy pięknie zabarwione szlifują się często na kamienie ozdobne.

**Drawit.** Brunatny do zielonawego i brunatno-czarnego. C. wł. 3·1. Mieszaniny krzemianu pierwszego i drugiego w równych prawie ilościach, zawierające niewiele tylko żelaza; ze wszystkich t-nów najobficiej w magnez zaopatrzone. W pł. dm. topią się łatwo na szkło białawe lub brunatne, ciskając pęcherzyki. Kryształy narosłe z mocno rozwiniętym skaleniedrem R5 pochodzą z Gouverneur w New-Yorku. Do bardzo znanych należą graniastosłupy brunatne, osadzone w białej mące (margarodycie), a występujące nad Drawą (Unterdrauburg) w Karyntyi: dały one pochop autorowi do wyodrębnienia osobnego skupienia. Gatunki ciemno-zabarwione aż do brunatno-czarnych znane są z Eibenstocku w Saksonii, z dol. Ziller, z Texas w Pensylwanii i in. m.

**Skoryl, turmalin czarny.** W cienkich trzaskach jeszcze nieraz błękitno, zielonawo lub brunatno przeświecający. C. wł. 3·1 do 3·2. Mieszaniny krzemianu pierwszego i drugiego, w którym wszakże większa część magnezu bywa zastąpiona przez żelazo. W pł. dm. topi się dość trudno na brunatną emalię lub żuzel brunatny, przyczem odskakują drobne pęcherzyki.

Minerał wielce rozpowszechniony, niekiedy występujący w kryształach grubych jak ręka. Wyjątkowo piękne kryształy znaleziono koło Pierrepont w New-Yorku. Niekiedy tkwią one w kwarcu. Z licznych miejscowości, zawierających łóżyska skorylu, wymienimy tu tylko kilka: Sonnenberg koło Andreasberga na Harcu, Bodenmais i Hörlberg w Bawarii, Meran i Ratschinges w Tyrolu, Schneeberg i Eibenstock w Saksonii, Frywałdów na Śląsku i t. d. Jako podrzędna część składowa granitu, tworzy bądź kryształy, bądź też skupienia pręcikowate, z wejżenia przypominające gąbki, których otwory wypełnione są kwarcem: Schneckenstein, Elba, Predazzo, Adunczyłon; występuje też przypadkowo i w gnejsie: Freiberg, Marszowa, Sterzing; na Wołyniu w granitach Horodnicy, Sokołowej góry (Kreutz, Rozpr. Akad. Um. Krak., t. XX, str. 33); dalej w łupkach chlorytowych Tyrolu i Karyntyi; zwłaszcza wielce jest rozpowszechniony, jako cz. skł. mikroskopijna filitów półkrystalicznych. Kryształy skorylu, najczęściej igiełkowate, występują również w pokładach magnetytu koło Arendalu i Veny, pospólnie z syderitem i kwarcem koło Neuberga w Styrii. Podobnież wykształcenie osobników ujawnia zeuksyty z Kornwalii.

W pokładach wtórnych znajduwane też bywają głaziki s-lu, np. koło Merunice w Czechach, na polach dyamentowych Brazylii, na Cejlonie, tu także t-lin szlachetny. Wichmann i Renard dostrzegli drobne kryształki w piasku; te wszakże zdają się być nowotworami.

Skoryl występuje, według Breithaupta i Bluma, w pseudomorfozach, wskazujących powstawanie z feldspatu; Genth opisał kr. fałszywe po korundzie. Kryształy t-nu częstokroć przeobrażają się w mikę. Przemiana ta po tem, cośmy mówili o składzie chemicznym, jest zrozumiałą.

**Etym. i synonim.** Turmalin, od cejl. turmali, gdyż tak syngalezi kamień ten zowią. Niem. Schörl, szwedz. skörl = pol. skoryl *Lab.* (wyraz pochodz. niepewnego). Holend. Aschentrecker = przyciągacz popiołu. Achroït, *Herm.*, od ἀχρoος bezbarwny. Apyrit, *Hausm.*, t. j. nietopliwy.

**Granat.**

Kl. 48-ścianu (32).

Niektóre gatunki tego rozpowszechnionego minerału były już znane starożytnym. Nazwę, wyprowadzoną od kwiatu drzewa granatowego, spotykamy po raz pierwszy u Alberta Wielkiego (Albertus Magnus, w. XIII).

Wszystkie granaty mają postaci kryształów regularne: kr. zawieszono ukazują się jako (110) i (211), narosłe także w innych kształtach, atoli 12-ścian rombówy (110) jest ich postacią typową (stąd granatoedr). Ściany 211 pokryte zwykle bywają prążkami równoległymi do krawędzi kombinacyjnej. Ściany wycinalne są tu zjawiskiem zwykłym. Bliźniaki rzadkie, np. według 012.

Lupl. || (110) najczęściej prawie niewidoczna. Tw. 6·5 do 7·5. C. wł. 3·4 do 4·3.

Opt. Większość kryształów mikroskopijnych zachowuje się w św. spolaryzowanym anomalnie, ujawniając dwójłomność. Płytki rozpadają się przytem na pola i wycinki, których ilość i ugrupowanie zależy, jak to wykazał Klein, od zewnętrznego ograniczenia kryształu. Załamanie światła wogóle mocne,  $n = 1·7$  do  $1·8$ , rozpraszanie także.

Fig. 1.

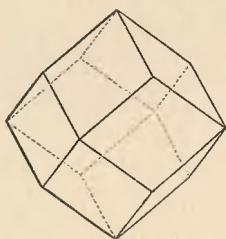


Fig. 2.

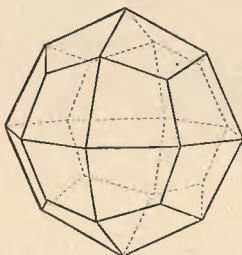
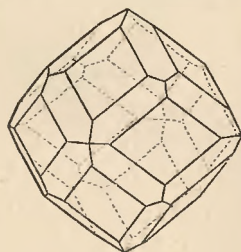


Fig. 3.



Chem. Skład odpowiada ogólnemu wzorowi  $\overset{\text{II}}{\text{Me}_3}\overset{\text{III}}{\text{R}_2}\overset{\text{II}}{\text{Si}_3}\text{O}_{12}$ , gdzie  $\overset{\text{II}}{\text{Me}} = \text{Ca, Mg, Fe, Mn} \dots$ ,  $\overset{\text{III}}{\text{R}} = \text{Al, Fe, Cr} \dots$ . Są to więc mieszaniny równopostaciowe kilku analogicznych krzemianów, występujących też niekiedy w stanie mniej więcej czystym, jak np. grosular  $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ , czyli  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$ . W pł. dm. topią się wszystkie na szkło, z rozmałą wszakże łatwością; w kwasach prawie się nie rozkładają. C. wł. granatów wypalonych lub stopionych zmniejsza się często o  $\frac{1}{2}$ , a proszek ich łatwo się wówczas rozkłada w kwasach. Substancja granatów stopionych, powolnie ostudzona, krystalizuje się napowrót, ale już nie w postaci granatu, jak mniemali Klaproth, Kobell i in., lecz rozpada się na mieszaninę krzemianów takich, jak anortyt, oliwin wapienny, melilit i t. p. (Descloizeaux, Bourgeois i in.). Rozkład np. grosularu następuje według równania:  $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12} = \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + \text{Ca}_2\text{SiO}_4$  (anortyt i oliwin wapienny). Reakcyą tą, zdaniem tlómacza, rzuca światło na budowę chemiczną granatu, zbliżając go do grupy sodalitu. — Gdy Lemberg proszek stopionego grosularu poddał działaniu roztworu  $\text{MgCl}_2$ , otrzymał produkt, przypominający serpentyn (l. c. 1872, str. 64). — Niektóre rodzaje granatu odtworzono sztucznie na drodze ogniowej (melanit, spesartyn), innych dotychczas nie otrzymano.



**Występ.** Granaty rozpowszechnione są w łupkach krystalicznych i granitach; jako minerały kontaktowe występują też w wapieniu ziarnistym, rzadziej obecne są w skałach wybuchowych.

Ze względu na skł. chem. odróżnimy skupienia następujące.

**Grosular.** Bezbarwny, żółty, szparagowo-zielony — trawiasto-zielony, hyacynutowo-czerwony — brunatny. Tw. 6·5 do 7. C. wł. 3·4 do 3·6. Topi się łatwo na szkło bezbarwne lub zielonawe. Składa się przeważnie z wymienionego powyżej glinokrzemianu wapnia:  $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ , któremu odpowiada 37·3 wapna, 22·6 glinki, 40·1 krzemionki. — Grosular bezbarwny znajduje się w Kamieniu na Śląsku (Jordansmühl), Telemarken w Norwegii. Grosular właściwy, o barwie szparagowo-zielonej, występuje nad rz. Wiłuj, w dol. Fassa, Rezbanyj, Cziklowie, gdzie jest minerałem kontaktowym, osadzonym wraz z wolastonitem i t. p. w wapieniu niebieskawym. Okazy miodowo-żółte, hyacyntowe, odróżniane pod mianem hesonitu (kamienia cyrkonowego), pochodzą z Cejlonu, Ali w Piemoncie, Malsjö w Wermalandzie, Amity w New-Yorku. Odmiany najpiękniej zabarwione używane są jako klejnoty.

**Almandyn** (granat szlachetny). Krwisto-czerwony, wiśniowy, kolumbinowy, brunatnawo-czerwony, często skorupowy. Tw. 7 do 7·5. C. wł. 4·1 do 4·3. Składa się przeważnie z krzemianu  $\text{Fe}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12} = 3\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$ , który zawiera 43·3 tlenku żelaza, 20·4 glinki, 36·3 krzemionki. W pł. dm. topi się na szkło ciemne lub czarne, najczęściej wyraźnie magnetyczne. — Almandyn rozpowszechniony jest wielce w łupkach mikowych i gnejsach, np. na Wołyniu (Krzywy Bród, Samczyk, Rynewki), w Tatrach (Granatnica). Okazy piękne, przezroczyste pochodzą z Cejlonu, Pegu, Brazylii; ładne druzdy — z Fahlunu. Śląska, Tyrolu, góry św. Gottharda. Almandyn jest bardzo popularnym kamieniem ozdobnym.

**Melanit.** Żółty, zielony, czerwony, brunatny — czarny. Tw. 7. C. wł. 3·8 do 4·1. Tu przeważa krzemian  $\text{Ca}_3\text{Fe}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ , czyli  $3\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$ , któremu odpowiada 33·0 wapna, 31·4 tlenniku żelaza, 35·6 krzemionki. W pł. dm. topi się na szkło czarne, silnie magnetyczne. Kryształów żółtych przezroczystych (topazolitów) dostarcza Zermatt, Mussa, zielonych (apłom) — Schwarzenberg w Saksonii, porzeczce Leny w Syberji. Charakterystyczne jest występowanie kryształów żółtawo-zielonych w serpentynie, np. koło Dobszyny na Węgrzech. Na Elbie znaleziono blade-żółte ośmiościany (111), będące rzadkością; kryształy brunatne o kształtach zwykłych są pospolite w okol. Arendalu, na Wezuwiuszu, w Marchii Półn. Skupienia niekształtne żółto-zielone z Sysert-ska na Uralu nazwano demantoidem. Właściwy melanit aksamitno-czarny znajduje się w martwicy wulkanicznej koło Frascati pod Rzymem i na Kaisers-thulu w Badenie. Zachowaniem się swem jest już bardzo podobny do skupienia następującego. Zawiera też tytan.

Granat, mający w swym składzie przeważnie krzemian  $\text{Mn}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12} =$  = teor. 36·3 krzemionki, 20·7 glinki, 43·0 tlenku manganu, otrzymał nazwę spesartynu; kryształy przeważnie (211). Aschaffenburg, Salm-Chateau, Haddam, Ural.

Granat pospolity. Zielony, brunatny. Tw. 7. C. wł. 3·3 do 3·8. Jest mieszaniną krzemianów, poprzednio wymienionych. W pł. dm. topi się na szkło zielone lub czarniawe, słabo magnetyczne. W kryształach narosłych zdarza się często: Zillerthal, Morawica, Schwarzenberg, Breitenbrunn (Szeleskut), Wezuwiusz. Brunatny jest bardzo pospolity w łupku mikowym, filicie, eklogicie, zielony także w postaci skupień ziarnistych lub zbitych (alochroit) na Morawach, w Tyrolu, Drammen w Norwegii, nad jez. Bajkalskiem. Brunatny kolofonit często występuje w kryształach, niekiedy zaś tworzy pokłady ziarniste, np. koło Arendalu wraz z magnetytem, koło Wilsboro w New-Yorku. Używa się jako dodatek przy fabrykacji żelaza. Kolofonitem nazywany też bywa błędnie brunatny wezuwian z Arendalu i in. m. Granat pospolity używa się często, jako materiał szlifierski.

Pirop. Ciemno-hyacyntowo-czerwony lub krwisto-czerwony; zwykle w luźnych ziarnach, które rzadko tylko przybierają niewyraźną postać sześcianu. Tw. 7·5. C. wł. 3·7 do 3·78. Topi się dość trudno na szkło czarne, niemagnetyczne. Przeważa tu krzemian magnezowy  $Mg_3Al_2Si_3O_{12}$ , zawierający teor. 44·8 krzemionki, 25·4 glinki, 29·8 magnezyi, atoli zawsze z domieszką substancji almandynowej; zawiera też trochę tlenniku żelaza i chromu. Rozpowszechniony, jako przypadkowa cz. skł. niektórych serpentynów: Karlstättten w Austrii Niższej, Krzemże koło Budejowic w Czechach, Zöblitz w Saksonii. W pokładach wtórnych — koło Merunice i Podsedice w Czechach, gdzie tworzy ziarna luźne lub osadzone w półopalu, który nadto zawiera serpentyn. Używa się jako kamień ozdobny (czeski granat) i do szlifowania. Dawna nazwa karbunkułu, używana najczęściej na oznaczenie granatu czerwonego, odnosiła się przedewszystkiem do piropu, podobnież nazwa kamienia cudownego „karfunkel“.

Uwarowit, ciemno-szmaragdowo-zielony. Kryształy narosłe składają się przeważnie z chromokrzemianu wapnia  $Ca_3Cr_2Si_3O_{12}$  = teor. 38·2 krzemionki, 32·5 tl. chromu, 29·3 wapna. Tw. 7·5 do 8. C. wł. 3·42. Mineral rzadki. Znajduje się koło Bisertska i Kysztymu na Uralu, gdzie tworzy druzi w chromicie.

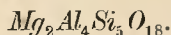
Przeobraż. Granaty podlegają przemianom najrozmaitszym, najczęściej jednak przechodzą w chloryt (Świńska-Planina, Zöblitz i t. d.) i mikę (Arendal, Oetzthal). Godnem uwagi zjawiskiem jest przeobrażanie się niektórych granatów, występujących w skale oliwinowej i serpentynie, które to granaty w pierwotnem stadiu przeistoczenia pokrywają się skorupą promienisto-włóknistą (kelifit). Utwór ten spostrzegli i opisali H. Müller i autor. Mieszanina włóknista składa się, według Beckego, z hornblendy, antofilitu, pikotyту: Greifendorf w Saksonii, Karlstättten, Krzemże i in. Blum zauważył także przeobrażanie się w amfibol. Niekiedy w serpentynie zdarzają się jego pseudomorfozy po granacie (porówn. dośw. Lemberga). Granaty, zawierające żelazo, wietrzejąc, dają produkty rdzawe, obfitujące w tlenik ż.

Etym. i synonim. Granat *Rzecz.*, granatek *Khuka*. Grossular, *Wern.*, z łac. r. grossularia, agrest, skąd u *Kumel.* agrestnik. Kaneelstein *Wern.* = kamień cynamonowy *Kumel.* = cynamiec *Symon*. Hessonite, *Hauy*, od *ήσσων* gorszy, pośledniejszy (niż hyacynt właściwy). Almandin, prawdopodob. skażenie *Pliniuszowego* Alabandicus, od miasta Alaban-

da w Azji Mniejszej, gdzie go szlifowano. Melanit, *Wern.*, od μέλας czarny, stąd u *Zdzt* czarnień. Aplome, *Huuy*, od ἀπλῶς prosty, co do powstawania 12-ścianu romb. z sześciianu przez dekrescencyę. Spessortine, *Beud.*, od Spessart w Bawaryi. Allochroite, *d'Andr.*, od ἀλλόχρους zmieniający barwę, mianow. podczas topienia w soli fosfornej. Kolophonit, *Wern.*, z łac. kolophonium (żywiczeń, *Zdzt.*). Pyrop, *Wern.*, od πυρόπης ognistości, aluzya do koloru (żareniec, *Symon*). — Romancowit należy do grosularu, rothofit, poliadelfit, pireneit — do melanitn.

Nadzwyczaj rzadki jednoskośny parczyn z Oláhpián w Siedmiogrodzie składem zbliża się do spesartynu:  $(\text{Mn}, \text{Fe})_3\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$ . Stosunek osi  $1.223:1:0.790$ ,  $\beta = 52^\circ$ . C. wł. 4.0. (Etym. Partschin, na cześć mineral. wied. P. Partscha).

### Kordyeryt.



*Kl. bipiram. romb.* (8).

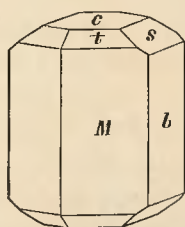
Interesujący ze względu na wybitną różnobarwność i przeobrażenia; zawsze osadzony w skałach. Kryształy rombowe wykazują słup (110) o kącie  $60^\circ 50'$ , który, skombinowany z (010), naśladuje częstokroć prawidłowy graniastosłup sześcioboczny. Prócz tego zwykle występują:  $c = (001)$ ,  $s = (011)$  i  $t = (112)$ .

Bliźniaki według 110 (wielokrotne) zdarzają się dość często i przypominają utwory aragonitowe tegoż rodzaju.

Łupl. || (010) dość wyraźna; skorupowatość, równoległa do  $c$ , częsta. Tw. 7 do 7.5. C. wł. 2.60 do 2.66.

Opt. Niebieskawy lub ciemnoniebieski, żółtawy i szary. Przezroczysty lub tylko przeświecający. Opt. odjemny (—). Pł. o. o. 100, I-sza dwusieczna równoległa do osi  $c$ . Kąt osi zmienny, łamliwość i dwójłomność słabe; na kordyerycie z Bodenmais Descloizeaux znalazł  $2V = 84^\circ$ , spółcz. załam. 1.535, 1.541, 1.546. O różnobarwności patrz str. 206.

Fig. 1.



Chem. Podanemu w nagłówku wzorowi  $(2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2)$  odpowiada 51.4 krzemionki, 35.0 glinki, 13.6 magnezyi, atoli zawsze część magnezu zastąpiona bywa przez żelazo. W pł. dm. topi się trudno i tylko w krawędziach; kwasy działają nań niewiele. Tłómacz otrzymał bezbarwne kryształki kordyerytu (zrostki aragonitowe) w stopie krzemianowym, analogicznie do korundu, spinelu i sylimanitu. Proszek k-tu pod wpływem roztworów  $\text{K}_2\text{CO}_3$  i  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  w temp.  $200^\circ$  przechodzi w krzemiany wodne, zawierające potas i sod. (Lemberg, l. c. 1892, str. 240).

Występ. Kryształy pojedyncze lub zespolenia kilku kryształów, a także skupienia nieforemne — w granicie z Bodenmais wraz z pirytem magnetycznym, w pokładzie kruszców miedzi koło Orijärfvi w Finlandyi, na obszarze Gotthardu, w gnejsie koło Lunzenau w Saksonii, Fahlunu w Szwecyi, Arendalu i Kragerø w Norwegii; jako minerał kontaktowy (kerazyt), w łupku gliniastym na granicy z granitem koło Kodsuke w Japonii; jako część składowa skał trachitowych, koło Campiglia maritima w Toskanii, tudzież w andezytach węgierskich. W gładzikach wyszlifowanych zawierają go pokłady wtórne Cejlonu.

Przeobraż. Przemiany chemiczne, jakim k-yt podlega, prowadzą do pseudomorfoz miękkich, zabarwionych jasno lub ciemno, częstokroć pokrytych listkami miki, a rozmaitemi oznaczanych imionami. Produktem ostatecznym jest

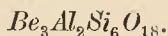


pinit, zachowujący nieraz dokładną postać k-tu, lecz składający się przeważnie z muskowitu i biotyту.

Kordyeryt posiada liczną synonimikę: peliom, szteinheilit, jolit, falunit twardy, linkur, szafir wodny, polichroit, dychroit. K-yt, częściowo zmieniony, otrzymał nazwy aspazyolitu, chlorofilitu, bonsdorfitu, praeolitu, peplolitu, huronitu, esmarkitu. Ta ostatnia odnosi się jednak, jak to zauważył Descloizeaux, także do skapolitu i anortytu. Produktom przeobrażeń, zbliżonym do pinitu, nadano imiona: falunit, gigantolit, iberyt, oozyt, weisyt, gropit. (O przeobrażeniach: Bischof, Chem. u. phys. Geologie, II, str. 569; Wichmann, Zeitschr. geol. Ges., t. 26, str. 675).

Etym. Cordierite, Lucas, na cześć geol. franc. Cordiera (1777—1861). Kerasit, Kikuchi, od κέρατος wiśnia, tłóm. nazwy indowej japońskiej (sakura-ishi). Jolith, Wern., od ἰὼν fiolek. Peliom, Wern., od πελώμα siniec. Dichroite, Cordier, od διχρoος dwubarwny = dychroit. Niem. Luchssaphir = linkur Kluka (od lynx ryś) i t. p.

### Beryl.



Kl. bipiram. dyheksagon. (27).

Wśród kamieni drogich poczesne zajmuje miejsce. Wyrazy beryl i szmaragd spotykamy już u Teofrasta i Pliniusza. Postaci kryształów są wybitnym przykładem symetrii całkowicie-heksagonalnej. Wśród kryształów narosłych zdarzają się obfitujące w ściany niezwykle. Postacią panującą jest zawsze graniastosłup, często też ściana wierzchołkowa; pospolity jest również słup wtóry, piramida pierwotna  $p = (10\bar{1}1)$ , tudzież wtóra  $r = (11\bar{2}1) = 2P2$ . Nie są też rzadkie ściany  $u = (20\bar{2}1) = 2P$  i  $v = (21\bar{3}1) = 3P\frac{3}{2}$ . Kąty:  $pc = 29^\circ 57'$ ,  $uc = 49^\circ 2'$ ,  $rc = 44^\circ 56'$ . Pas słupa często zabródzony. Wiele kryształów ujawnia w sposób nader piękny uwarstwienie równopostaciowe.

Fig. 1.

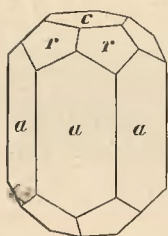
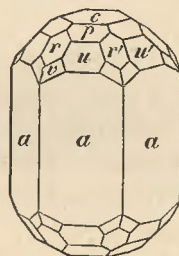


Fig. 2.



Fig. 3.



Lupl. podstawowa, wyraźna. Tw. 7.5 do 8. C. wł. 2.67 do 2.76.

Opt. ujemny (—). Dwójłomność słaba:  $\omega = 1.5771$ ,  $\epsilon = 1.5720$  (beryl bezbarwny z Elby, prom. zielone, wedł. Descloizeaux). Kryształy przezroczyste zachowują się w św. spolaryzowanym nienormalnie; ramiona czarnego krzyża rozchodzą się. Mallard uważa przeto kryształy berylu za naśladowcze. Na okazach, wyraźnie zabarwionych, dwubarwność dobrze widoczna (str. 206).

Chem. Wzorowi  $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$  odpowiada teor. 14.0 glucyny, 18.9 glinki, 67.1 krzemionki. Znalezione też drobne ilości wody i alkaliów. Przyczyną zabarwienia kryształów zielonych jest, według Wöhlera, drobna domieszka chromu. — Ebelmen otrzymał kryształki berylu, topiąc proszek szma-

ragdu w nadmiarze kwasu bornego, Hautefeuille zaś i Perrey — topiąc mieszaninę tlenków w kwaśnym molibdenianie litynu. W pł. dm. topi się zaledwie w krawędziach; w kwasach nierozkładny. Proszek berylu pod wpływem roztworu  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  w temp.  $200^\circ$  traci Be, zamieniając się na glinokrzemian wodny sodowy, rozkładający się w kwasie solnym. (Lemberg, l. c. 1892, str. 237).

Gatunki przezroczyste o pięknym zabarwieniu zielonem otrzymały nazwę szmaragdu. Ten dla swej przyjemnej barwy z dawien dawna ceniony był nadzwyczajnie. Pliniusz kładzie go w rzędzie klejnotów najkosztowniejszych, tuż za dyamentem i perłami. W pierścieniu Polikratesa miał być osadzony szmaragd. Kopalnie szmaragdów w Zabarah koło Kosseiru nad morzem Czerwonym były prowadzone już na 1650 lat przed Chr., jak głoszą znalezione tamże napisy hieroglificzne. Znakomite kopalnie kolumbijskie w dol. Tunka zostały odkryte w r. 1555, kopalnie zaś Muzo w Nowej Granadzie Hiszpanie znali od r. 1537. Tu szmaragd w przepysznych kryształach narosłych występuje wraz z kalcytem, kwarcem, pirytem w wapieniu smolistym, obfitującym w skamieniałości, oraz w łupku gliniastym czarnym. Szmaragdy, osadzone w łupku mikowym nad rz. Takowaja pod Ekaterynburgiem, odkryto w r. 1830. Drobne kryształy, znajdujące się w łupku mikowym Hobachthalu w Salzburskiem, bywają zwykle zamętne, by mogły mieć zastosowanie w jubilerstwie.

Beryle przezroczyste o zabarwieniu żółtem lub niebieskiem, a także bladzielone akwamaryny pochodzą z nad rz. Takowaja, z Murzinki i Szajtanki pod Ekaterynburgiem, z gór Adunczyłonu, z nad rz. Urułga w okręgu Nerczyńskim; okazy prawie bezbarwne znajdują się na Elbie, także kryształy narosłe zawiera granit gór irlandzkich Mourne. — Głazy „pięknego akwamarynu“ napotyka się, według Ossowskiego, w okol. Owruca (Suszczany, Kaleńskie).

Beryl pospolity bywa przeświecający lub mętny, zielonawo-biały, słomiano-żółty, woskowo-żółty. Jako przypadkowa cz. skł. granitu, występuje koło Bodenmais, Ehrenfriedensdorf, Limoges, Slawkowa w Czechach, Strzygłowa na Śląsku i in. m. niekiedy w kryształach wielkich. Koło Ackworth i Grafton w New-Hampshire napotymano okazy, ważące do 30 centnarów.

Według spostrzeżeń Bluma i in., beryl przeobraża się często w mikę. Wietrzejąc, przechodzi, według Damoura, w kaolin. Zjawiska te przypominają przemiany ortoklazu, w którym stosunek Al do Si jest taki sam, jak w berylu.

Etym. Nazwy  $\sigma\mu\acute{\alpha}\rho\alpha\gamma\acute{\epsilon}\varsigma$  i  $\beta\acute{\epsilon}\rho\upsilon\lambda\lambda\omicron\varsigma$  zapożyczone od starożytnych, etym. wszakże tych wyrazów nie jest znana. Nazwa aquamarina używana jest przez Włochów na oznaczenie kamieni zielonych koloru morskiej wody; stąd wodomoryn Bogut.

W osobnej grupie zestawiane często bywają minerały następujące:

Euklaz	$\text{H}_2\text{Be}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$	jednoskośny,	0.6474 : 1 : 1.3330, $\beta = 79^\circ 44'$
Datolit	$\text{H}_2\text{Ca}_2\text{B}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$	„	0.6345 : 1 : 1.2657 „ = $89^\circ 51'$
Homilit	$\text{Ca}_3\text{FeB}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$	„	0.6249 : 1 : 1.2824 „ = $89^\circ 21'$ . Langesundfjord.
Gadolinit	$\text{Be}_2\text{FeY}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$	„	0.6273 : 1 : 1.3215 „ = $89^\circ 26'$

Euklaz jest minerałem bardzo rzadkim o postaci kryształów jednoskośnej, doskonałej łupliwości  $\parallel (010)$ , tw. 7.5. Teor. zawiera 41.3 krzemionki, 35.2 glinki, 17.3 glicyny, 6.2 wody. Villarica w Brazylii, wraz z topazem w łupku chlorytowym; kryształy luźne pospół z korundem i in. w piaskach Sanarki na Uralu; nader rzadko narosły na



peryklinie koło Grieswies w Rauris. — Etym. Euklase, *Haug*, od εὐ i κλάσις = łatwo łupliwy, stąd krnszyniec *Estr.*, złamiec *Symon*.

Datolit tworzy często kryształy krótkie, obfitujące w ściany. Bywa bezbarwny, biały, zielonawy, różowy. Połysk szklisty, na przełamie tłusty; łupl. wyraźnej pozbawiony. Tw. 5 do 5·5. C. wł. 2·9 do 3. Pł. o. o. 010, I-sza dwusieczna (—) prawie prostopadła do 001 i leży w kącie ostrym 4c. Spłcz. zm.: 1·626, 1·653, 1·670, 2V = 74° (św. żółt.). — Wzór odpowiada teor. 37·6 krzemionki, 21·8 bezw. kw. bornego, 35·0 wapna, 5·6 wody. W pł. dm. topi się na szkło zwyczajne. W kwasach rozkłada się, wydzielając galaretę krzemionki. Toggiana w Modenie, Theiss w Tyrolu, Andreasberg, Arendal (skupienia groniaste), Jezioro Wyższe i t. d. — Etym. Datolith, *Esmark*, od δατέομαι dzielić, aluzya do łatwego rozpad. na ziarna. Borokrzem *Bogat.* Botryolith, *Hausm.*, od βότρυς grono = botryolit, gronobor *Bogat.*, gronowiec *Kunel*.

Gadolinit, smolisto-czarny, o przełamie muszlowym, tw. 6·5 do 7. C. wł. 4 do 4·5. Prócz pierwiastków, podanych we wzorze, zawiera nadto cer, lantan, dydym, tor. Występuje też w stanie zmienionym i wówczas jest opt. jednołomny. W granitach Fahlunu, Hitteröe, w Radauthal na Harcu, koło Schreiberhau w Riesengrundzie i t. d. — Etym. Gadolinit, *Ekeberg*, na cześć chem. szwedzkiego, I. Gadolina (1760—1852).

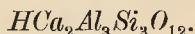
Wspomniemy tu również o lawsonicie, znalezionym w łupku glaukofanowym Kalifornii. Rombowy, 0·6652:1:0·7385, łupl. || 010 dokł. Tw. 8. C. wł. 3·08. Niebieski lub bezbarwny. Skł. chem.  $H_4CaAl_2Si_2O_{10}$  nie harmonizuje z podaną twardością i gęstością.

#### Grupa epidotu.

Minerały o łupl. dokładnej lub niewyraźnej. Tw. 6 do 7. Najczęściej zabarwione. Wszystkie, topiąc się, ciskają pęcherzyki, zawierają bowiem wodór zasadowy. Pod względem chem. są glinokrzemianami zasadowymi. Występują w kryształach narosłych lub zawieszonych, tudzież w skupieniach nieforemnych.

Zoizyt	$HCa_2Al_3Si_3O_{13}$	rombowy, 0·6196:1:0·3429
Epidot	$HCa_2Fe_3Si_3O_{13}$	jednosk., 1·5787:1:1·8036, $\beta = 64^\circ 37'$ . Pistacyt.
Piemontyt	$HCa_2Mn_3Si_3O_{13}$	„ 1·6100:1:1·8326 „ $= 64^\circ 39'$
Allanit	$HCa_2Ce_3Si_3O_{13}$	„ 1·5509:1:1·7691 „ $= 64^\circ 59'$ . Ortyt.
Wezuwian	$H_4Ca_{12}Al_6Si_{10}O_{43}$	tetragonalny, 1:0·5372
Prenit	$H_2Ca_2Al_2Si_2O_{12}$	rombowy, 0·8401:1:0·5549
Aksynit	$HCa_3BaAl_3Si_4O_{16}$	trójskośny, 0·4921:1:0·4797, $\alpha = 82^\circ 54'$ , $\beta = 91^\circ 52'$ , $\gamma = 131^\circ 32'$

#### Zoizyt.



*Kl. bipiram. romb. (8).*

Kryształy pryzmatyczne, mocno wzdłuż zrysowane, prawie statecznie w skale osadzone, zazwyczaj bez wyraźnych zakończeń. Kąt (110) = 63° 34', (021) = 68° 54'.

Łupl. || (010) doskonała. Tw. 6. C. wł. 3·25 do 3·36.

Opt. Najczęściej tylko przeświecający lub zgoła mętny. Barwy: popielata, żółtawo-szara, zielonawo-biała do zielonej. Kryształy optycznie niejednorodne. Błaski || 100 dają obraz osiowy, ale pł. o. o. leży bądź || 010, bądź też || 001, często w jednym i tymże samym kryształe. I-szą dwusieczną (+) jest oś *a*. Dwójłomność słaba. Śr. spłcz. załm. 1·70, 2E = 98°,  $\rho > v$ .

Chem. Wzór  $H_2O \cdot 4CaO \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$  odpowiada jednemu z krzemianów, obecnych w epidocie; teor. zawiera 39·8 krzemionki, 33·6 glinki, 24·6 wapna, 2·0 wody, atoli zawsze też trochę żelaza, magnezu i t. p. W pł. dm. topi się w krawędziach na szkło przezroczyste, burząc się i ciskając pęcherzyki; w kwasach rozkłada się bardzo trudno, stopiony — łatwo. Potraktowany roz-



tworem  $K_2CO_3$  w temp.  $210^\circ$ , przechodzi w nefelin potasowy, z roztworem  $Na_2CO_3$  daje kankrynit sodowy (Lemberg, l. c. 1888, str. 627).

Występuje w łupkach krystalicznych, zwłaszcza w ł. amfibolowym, także w niektórych granitach, gdzie tworzy już to pręciki pojedyncze, już to ich skupienia. Powstaje często z plagioklazu i zrasta się zwykle z kwarcem. Znane jego łożyska znajdują się koło Sterzing, w Pfitsch, Passeyr, koło Pregratten w Tyrolu; w dol. Grossarl, Fusch w Salzburgu, w Karyntyi, koło Gefrees w Smreczynach i t. d. Piękne, przezroczyste, zielone kryształy z Ducktown w Tennessee pozwoliły autorowi dokonać określenia krystalograficznego. (Sitzb. Wien. Ak., t. 82, I, str. 141). Kryształy różowe z Souland w Telemarken oznaczono nazwą tulitu.

Etym. Zoisit, *Wern.*, na cześć barona von Zois. Coizyt, *Kumel.* Thulit, *Brooke*, od Thule, dawnej nazwy Norwegii. Sitowień *Zdżit*.

**Epidot.**  $HCa_2(Al, Fe)_3Si_3O_{13}$ . *Kl. słupa jednoskośn. (5).*

Godny uwagi ze względu na krystalizację i sposób powstawania. Ukazuje się często w pięknych kryształach narosłych o symetrii jednoskośnej, które to kryształy odznaczają się niezwyklej rozwojem, albowiem są wydłużone w kierunku

Fig. 1.

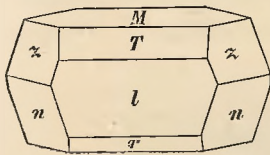


Fig. 2.

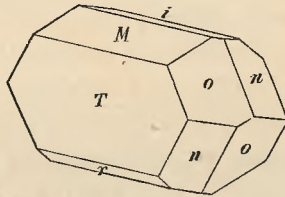


Fig. 3.

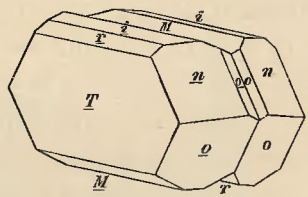


Fig. 4.

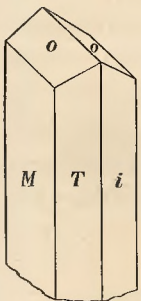


Fig. 5.

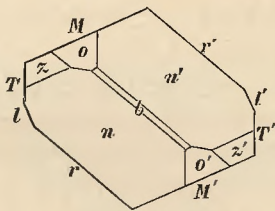


Fig. 6.

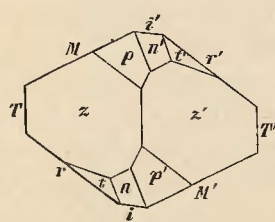
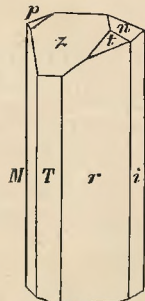


Fig. 7.



ku osi  $b$ . Tego rodzaju kryształy, skoro je ustawimy pionowo, pł. symetrii mają poziomą, jak na fig. 4 i 7. Ścianami najpospolitszymi są:  $T = (100)$ ,  $M = (001)$ ,  $r = (10\bar{1})$ ,  $l = (20\bar{1})$ ,  $o = (011)$ ,  $n = (11\bar{1})$ ,  $z = (110)$ . Częściej obecne też bywają  $i = (10\bar{2})$ ,  $p = (\bar{2}31)$ ,  $t = (\bar{4}23)$ ,  $b = (010)$ .

Do kątów ważniejszych należą:

$$T : M = 100 : 001 = 64^\circ 36'$$

$$M : r' = 001 : \bar{1}01 = 63^\circ 42'$$

$$r : l = 10\bar{1} : 20\bar{1} = 25^\circ 45'$$

$$l : T = 20\bar{1} : 100 = 25^\circ 57'$$

$$z : z' = 110 : \bar{1}10 = 70^\circ 0'$$

$$n' : n = \bar{1}11 : 11\bar{1} = 70^\circ 26'$$

$$o : o' = 011 : 0\bar{1}\bar{1} = 63^\circ 2'$$

$$z : n = 110 : 11\bar{1} = 62^\circ 20'$$

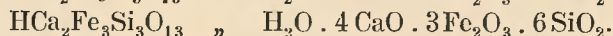
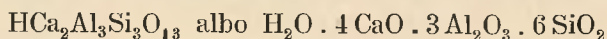
Wspaniałe często kryształy doskonale nadają się do pomiarów. Wielu badaczy, jak Hessenberg, Kokscharow, Zepharovich, v. Rath, Klein, Bücking poświęcało swoją uwagę postaciom epidotu, których już dziś znamy 220. Patrz u Bückinga, Zeitschr. f. Kryst., t. 2, str. 320 (1878).

Blizniaki według  $T = 100$  pospolite. Kryształy, z wejrzenia pojedyncze, zwykle też ujawniają cienkie blaszki bliźniacze, wtrącone równolegle do  $T$ . Rzadziej pł. bliźniaczą bywa ściana  $M$ .

Lupl.  $\parallel M = (001)$  doskonała, pł. odłupane rzucają blask żywy,  $\parallel T$  dokładna. Tw. 6·5. C. wł. 3·32 do 3·49.

Opt. Barwa żółto-zielona, pistacyowo-zielona do czarno-zielonej, także szaro-zielona, rzadziej czerwona. Różnobarwność mocna:  $\alpha$  żółta,  $\beta$  brunatna,  $\gamma$  zielona;  $\beta > \gamma > \alpha$ . Optycznie odjemny (—). Pł. o. o.  $010$ . Kąt  $100$ .  $\gamma = 2^\circ 56'$ ,  $\gamma . 001 = 61^\circ 40'$  w św. czerwonym.  $2V = 73^\circ 30'$ , śr. spółcz. załm. 1·757 (św. żółte, epidot z Sulzbachthal, wedł. Kleina). Płytką równoległą do  $M$  daje w konoskopie obraz osi opt.; na wielu kryształach epidotu, uważanych przez  $M$  pod światło, dostrzegamy też samoukazujący się obraz osiowy, składający się z dwu ciemnych mioteł. (Berlin, Zeitschr. Kryst., t. 3, str. 449). Odpowiednio do tego kryształy takie, rozpatrywane przez  $M$ , wydają się ciemnymi, gdy w innych kierunkach zdają się być znacznie jaśniej zabarwione. (O pochłanianiu św.: Ramsay, Zeitschr. f. Kryst., t. 13, str. 97).

Chem. Skład odpowiada mieszaninie dwu krzemianów:



Pierwszy zawiera 24·6 wapna, 33·6 glinki, 39·8 krzemionki, 2·0 wody;  
drugi „ 20·7 „ 44·3 tleniku żel., 33·4 „ 1·6 „

Pierwszy krzemian, krystalizujący się także rombowo, jest przeto dwupościowy. Według dotychczasowych postrzeżeń, ilość drugiego krzemianu w mieszaninie nie bywa większą od odpowiadającej 17 procentom tleniku żelaza. (Autor, Sitzber. Ak. Wied., t. 50, str. 586. Ludwig, Tschermak's Mineral. Mitth. 1872, str. 187). — W pł. dm. epidoty topią się tylko w krawędziach i dają masę wzdętą, kształtem przypominającą kalafior, dalej już nietopliwą. Okazy bogatsze w żelazo są łatwiej topliwe. W stanie niezmienionym działaniu kwasów opiera się dość energicznie; wyżarzony, rozkłada się całkowicie.

Występ. Epidot znajduje się we wszystkich skałach krzemianowych, aż do najdawniejszych utworów osadowych, wszakże obecność jego zależną bywa najczęściej od feldspatów i minerałów grupy piroksenu. Kryształy narosłe występują pojedynczo lub gromadnie, połączone w zespoły pręcikowe lub promieniste, w żyłach i szczelinach, przerywających lupki krystaliczne, zwłaszcza amfibolowe i chlorytowe, także w dyorycie, dyabazie, gabrze, syenicie i t. d., nakońiec w niektórych migdałowcach, tudzież w pokładach kruszcowych. Częstymi jego towarzyszami są kwarc, albit, klinochlor, rypidolit, azbest. Pięknych dużych kryształów i druz dostarcza Knappenwand w dol. Untersulzbach (Salz-

burg), Sobotin na Morawach, Ala i Traversella w Piemencie; Hasli i Tavetsch, Zermatt w Szwajcaryi, Bourg d'Oisans w dep. Izery; Achmatowsk na Uralu, Arendal w Norwegii, Strzyglów, Jeleniogóra na Śląsku Pr. i t. d. Epidot czerwony z dol. Ziller w Tyrolu błędnie nazywano tulitem. Kryształy zawieszono są dość pospolite w niektórych łupkach chlorytowych, np. w Turniach, dalej w filitach; znajdują się także w wapieniu koło Achmatowska, gdzie zostały nazwane buklandytem.

Najbardziej wszakże jest rozpowszechniony, jako zdecydowany utwór wtórny, występujący w skupieniach włóknistych, ziarnistych i zbitych. Znany nie tylko całkowite pseudomorfozy, dowodzące jego powstawania z plagioklazu, ortoklazu i skapolitu, dalej z augitu, amfibolu, biotyту, a nawet granatu, lecz dostrzegamy także początek tego procesu w plagioklazach skał wielu. Im skała jest bardziej zwietrzała, tem więcej zawiera epidotu. Powstaje on atoli najobficiej w skałach, zawierających jednocześnie plagioklaz i jakiś minerał z grupy piroksenu i amfibolu. Skład epidotu przemawia za tem, że minerały wymienione muszą być obecne równocześnie, by epidot mógł się wytworzyć. Porfir zielony, przez starożytnych często stosowany, barwę swoją zawdzięcza przedewszystkiem nowopowstałemu epidotowi; barwa właściwych „łupków zielonych“ z tegoż pochodzi źródła. W granitach Tatr pospolity, powłoki i drobne kryształki tworzący.

Etym. i synonim. Epidote, *Haüy*, od ἐπίδοτος darzący, t. j. powiększający liczbę minerałów znanych. Pistacit, *Wern.* = pistacyt *Kumel.*, od koloru zielonego, właściwego pistacy. Bucklandite, *Lévy*, na cześć geologa Bucklanda.

Jednakowego z epidotem składu, lecz różnej postaci jest jednoskośny fukeit (fouquéit), występujący w gnejsie anortytowym w Salem i w Kandy na Cejlonie. (Nazw. na cześć mineraloga franc., F. Fouqué).

Piemontyt (epidot manganowy) z St. Marcel w Piemencie, Jakobsberga w Szwecyi i in. m.; czarny z odcieniem fioletowym; równopostaciowy z epidotem, lecz oprócz obu jego krzemianów zawiera jeszcze odpowiedni związek manganowy:  $\text{HCa}_2\text{Mn}_3\text{Si}_3\text{O}_{13}$ . W Japonii znaleziono łupkę piemontytowy.

Withamit i pnszkinit należą do epidotu.

Ortyt (allanit) o barwie brunatnej lub czarnej, z wejrzenia niekiedy prawie półmetaliczny, równopostaciowy z epidotem, pod względem chem. również doń analogiczny, ale zawierający wiele pierwiastków rzadkich: cer, lantan, dydym, erb, iterb. Niektóre okazy, według Descloizeaux, jednolomne, prawdopodobnie wskutek rozkładu. Hitteröe, Fahlun, Miask (uralortyt), Plauen pod Dreznem, na Wezuwiuszu i nad jez. Laach; również jako minerał skałotwórczy. Buklandyt z Arendalu jest ortytem; bagraty-onit, muromontyt, bodenit zdają się również tu należeć; pirortytem nazywają zwykle ortyt zwietrzały. — Etym. Allanite, *Thomson*, na cześć min. szkoc. Allana. Orthit, *Berz.*, od ὀρθός, alnzya do pręgiowatości.

Do grupy epidotu zdają się jeszcze należeć minerały jednoskośne: mozandryt, džonstrupit (johnstrupit), rynkit, zawierające, prócz elementów epidotu, także cer, lantan, dydym i tytan. Langesndfjord koło Barkeviku.

**Wezuwian.**  $\text{H}_4\text{Ca}_{12}\text{Al}_6\text{Si}_{10}\text{O}_{43}$ . *Kl. bipiram. dytetragon. (15).*

Odkryty nasamprzód na Wezuwiuszu, minerał ten znajdujący był następnie często, jako utwór kontaktowy w wapieniu ziarnistym oraz w szczelinach dawnych skał krzemianowych. Tworzy on kryształy, najczęściej narosłe, o postaciach tetragonalnych. Wielkości kątów chwiejne o tyle, iż na kryształach, jaśniejszabarwionych, piramida zasadnicza (111) mierzy średnio  $105^\circ 33'$ , na ciemniej-



szych zaś  $106^{\circ} 31'$ . Piramida więc to dość płaska. Obfitość postaci wielka, albowiem poznano już 22 piramidy czterograniaste i prawie tyleż piramid ośmiobocznych. Zepharovich (Sitzb. Ak. Wied., t. 49, str. 106), Kokscharow, Strüver (Zeitschr. Kryst., t. 1, str. 251) dali staranne opracowania postaci.

Prócz słupów  $m = (110)$ ,  $a = (100)$ , piramidy  $u = (111)$  i dwuscianu podstawowego  $c = (001)$ , do postaci pospolitych należą jeszcze:  $e = (101)$ ,  $s = (311)$ ,  $t = (331)$ ; ukazują się też i piramidy bardzo płaskie, np.  $i = (113)$  lub  $\gamma = (118)$ . Kryształy rozwinięte najczęściej bywają pryzmatycznie, rzadziej piramidalnie; w pasie słupa często mocno zbróždzone. Wewnątrz kryształów większych występuje nieraz w sposób wybitny budowa skorupowa.

Fig. 1.

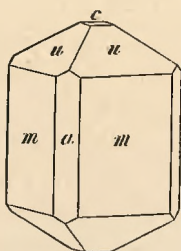


Fig. 2.

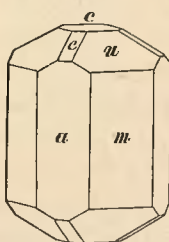


Fig. 3.

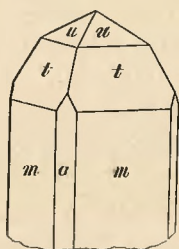


Fig. 4.

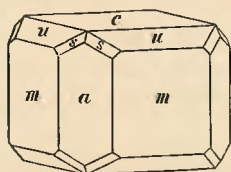


Fig. 5.

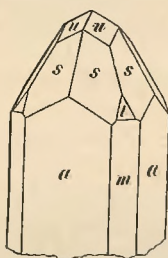
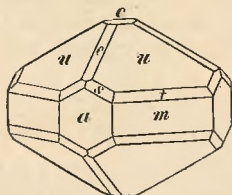


Fig. 6.



Lupl.  $\parallel a$  i  $m$  niedokł. Tw. 6·5. C. wł. 3·3 do 3·5.

O pt. Barwy: żółta, zielona, brunatna do czarnej, rzadziej czerwona lub niebieska. Różnobarwność mała; dwójłomność bardzo słaba i najczęściej odjemna (—).  $\omega = 1.723$ ,  $\epsilon = 1.722$  (wezuv. z Ali, podług Osanna). Obraz osiowy ujawnia częstokroć zaburzenia lub zgoła jest dwuosiowy (2E dosięga  $62^{\circ}$ ). Mallard uważa przeto kryształy wezuwianu za naśladowcze, przypisując im sym. istotną jednoskośną.

Chem. Skład nieco skomplikowany. Do większości rozbiorów stosuje się wzór:  $2H_2O \cdot 12CaO \cdot 3Al_2O_3 \cdot 10SiO_2$ , odpowiadający 41·6 wapna, 18·9 glinki, 37·3 krzemionki, 2·2 wody; prócz tego jednak obecna jest zawsze domieszka analogicznego krzemianu żelaza tlenikowego, który nadto zawiera magnezję i tlenek żelaza. (Weibull, Zeitschr. f. Kryst., t. 25, str. 2). W niektórych wezuwianach znaleziono też trochę fluoru i kwasu bornego. — W pł. dm. wzdyma się i topi na szkło zielonawe lub brunatnawe. W stanie przyrodzonym działaniu kwasów opiera się wytrwale, stopiony — rozkłada się w nich całkowicie.

Proszek w-nu stopionego pod wpływem gorącego roztworu  $MgCl_2$  daje produkt, przypominający serpentyn (Lemberg, l. c. 1872, str. 63).

Występ. Znakomitem jest występowanie na Wezuwiuszu w bombach wapiennych Sommy, w których bywają osadzone kryształy o barwie żółtej, brunatnej aż do czarno-brunatnej, ujawniające najrozmaitsze ścian połączenia. Już Hany odrysował kombinację o 90 ścianach. Towarzyszami w-nu są tu granaty, augit, amfibol, meroksen, nefelin i t. p. Dokoła Monzoni w dol. Fassa, koło Orawicy i Dognaczki w Banacie, koło Auerbachu na Bergstrasse i w. in. m. jest on minerałem kontaktowym: tu tworzy kryształy żółte i brunatne, często piramidalne, osadzone w wapieniu obok granatu, wolastonitu i t. p. Nad rzeką Wiłuj w Syberii znajdują się kryształy powstałe w zawieszeniu i dobrze wykształcone (wiłuit). Te są optycznie dodatnie (+) i zawierają kwas borny. Koło Ali w Piemontie, Zermatt w Szwajcaryi, Schwarzenstein w Tyrolu, Achmatowska na Uralu narosłe kr. w-nu występują często w szczelinach łupków krystalicznych, w towarzystwie dyopsydu i klinochloru. Z barwy zielonej jest on tu nieraz podobny do epidotu, z którym przeto bywa brany za jedno. Koło Egg i Ecker w Norwegii znajdują się kryształy bardzo wielkie, grube. Graniastosłupy brunatne a mocno zbrózdzone, występujące w Hazlowie koło Chebu (Eger) w Czechach, Werner nazwał egeranem.

W-an skorupowy, podobnie jak niektóre granaty skorupowe, kryje w sobie niekiedy cząstki swoich towarzyszków. Przerastanie się to brane często bywa za pseudomorfozy. Wszakże przeobrażenie się w klinochlor miewa miejsce istotnie.

Etym i synonim. Vesuvian *Wern.* = wezuwian *Drzew.* Idocrase *Hauy* = idokraz *Lab.*, od *εἶδος* postać i *κρύπτειν* zmieszanie, niby że w swych wielorakich postaciach mieści kształty kilku innych minerałów.

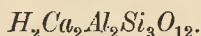
Niebieski cypryn z Soulandu w Telemarchii jest wezuwianem, zabarwionym tlenkiem miedzi; frugardyt obfituje w magnezyę; ksantyt należy do wezuwianu, podobnie występujący w wapieniu kolofonit z Arendalu. Azbestokształtny pilinit ze Strzygłowa na Śląsku także tutaj zaliczyć chyba należy.

Rombowy ardenit, pręcikowaty lub włóknisty, zbliża się do wezuwianu, zawiera jednak mangan oraz trochę wwanadu i arsenu:  $H_{10}Mn_{10}Al_{10}Si_{10}(V, As)_2O_{55}$ . W żyłach kwarcowej, przerywającej łupki ardeńskie koło Salm-Château w Luksemburgu belg.

Jednoskośny karfolit jest minerałem żółtym lub zielonym, cienkowłóknistym, obdarzonym połyskiem jedwabistym, tworzącym często pęczki i wypełnienia szczelin. Skł. chem.  $H_4MnAl_2Si_2O_{10}$ . Bardzo znanem jest jego występowanie w tow. niebieskiego fluorytu koło Slawkowa w Czechach; Lossen odkrył go też koło Wippra na Harcu, gdzie tworzy pięknie włókniste zielone żyłki w kwarcu. — Etym. Karpholith, *Wern.*, od *κάρφος* słoma, aluzya do wyglądu.

Do grupy epidotu zaliczymy też następujące minerały, które topią się na szkło, ciskając pęcherzyki.

#### Prenit.



*Kl. piram. romb. (7).*

Postać rombową, (110) =  $82^\circ 2'$ ; według Traubego, hemimorficzny. Często w skupieniach wachlarzowatych oraz grupach kulistych i druzach.

Łupl. || 001 dość wyraźna. Tw. 6·5. C. wł. 2·8 do 3.

Opt. Bezbarwny lub zielonawy. Pł. o. o. zwykle (010); I-sza dodatnia (+) dwusieczna  $\perp$  001. Dwójłomność mocna. Spółcz. załam.: 1·616, 1·626,

1·649 (św. sod., Descloizeaux).  $2V = 70^\circ$ . Niektóre okazy odznaczają się jednak odmienną orientacją optyczną, a blaszki ich w św. spolar. rozpadają się na pola.

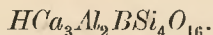
Chem. Skład: wzorowi  $H_2O \cdot 2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2$  odpowiada 43·7 krzemionki, 24·8 glinki, 27·2 wapna, 4·3 wody. W kwasach rozkłada się trudno i tylko częściowo, po wyżarzeniu — łatwo. Ogrzewany z roztworem  $K_2CO_3$  w temp.  $220^\circ$ , zmienia się na glinokrzemian potasowy, zawierający 23·6 proc.  $H_2O$ ; z roztworem sody w tych samych warunkach daje kaukrynit sodowy (Lemberg, l. c. 1887, str. 579).

Występuje często wraz z epidotem, np. koło Bourg d'Oisans w Delfinacie, w Teplice na Morawach, w dol. Fassa w Tyrolu. Osadzony bywa w szczelinach granitu (np. koło Strzygłowa na Śląsku pr.), częściej w dyorycie oraz w pęcherzach skał wulkanicznych. Zalicza się przeto zwykle do zeolitów, od których się wszakże różni małą rozkładnością w kwasach.

Etym. Prehnit, *Wern.* = prenit *Kuncl.*, od v. Prehna, pułk. holend., który go przywiózł z przyl. Dobrej Nadziei.

Cienkowlókniasty zielony chloroastrolit, znajdujący w drobnych gładzikach nad jez. Wyższem w Am. Półn. i używany na ozdoby, jest, według Hawesa, nieczystym prenitem, według Lacroix — tomsonitem.

### Aksynit.



*Kl. 2-ścianu trójskośn. (2).*

Kryształy trójskośne, na których pospolicie występują ściany  $p = (1\bar{1}0)$ ,  $a = (100)$ ,  $u = (110)$ ,  $r = (1\bar{1}1)$ ,  $s = (201)$ ,  $x = (111)$ . Kąty:  $ru = 64^\circ 22'$ ,  $rp = 45^\circ 15'$ ,  $pu = 44^\circ 29'$ . Kryształy szwajcarskie, np. obok przedstawiony, mają brzegi krawędzi jak nóż ostre.

Lupl.  $\parallel (110)$  wyraźna,  $\parallel (1\bar{1}0)$  i  $\parallel (111)$  mniej widoczna. Tw. 6·5 do 7. C. wł. 3·29 do 3.

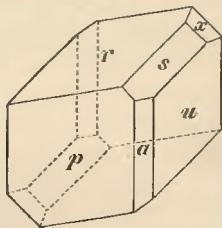
Opt. Barwa gwoździkowo-brunatna do dymnoszarej, śliwkowo-niebieska, brzoskwiniowo-czerwona. Różnobarwność wybitna. Pł. o. o. i I-sza odjemna (—) dwusieczna są prawie prostopadłe do  $(201)$ . Spółcz. złm. 1·672, 1·678, 1·681 (św. czerw.),  $2V = 71^\circ - 74^\circ$  (Descloizeaux).

Chem. Skład zwraca uwagę obecnością boru. Prócz wzoru, zamieszczonego w nagłówku, podawany jest jeszcze inny:  $2H_2O \cdot 8CaO \cdot 3Al_2O_3 \cdot B_2O_3 \cdot 10SiO_2$ , któremu odpowiada 41·1 krzemionki, 4·8 bezw. kw. bornego, 21·0 glinki, 30·6 wapna, 2·5 wody. Atoli obydwie te wzory są tylko przybliżone: w istocie aksynit zawsze zawiera domieszki tlenków żelaza, manganu i magnezu, niekiedy w ilościach znacznych. W kwasach nie rozkłada się.

Występuje w szczelinach dawnych skał krzemianowych: Bourg d'Oisans w Delfinacie, Barèges w Pirenejach; Andreasberg, Treseburg na Harcu; Thum w Saksonii; Scopi, Gotthard w Szwajcarii; Botallack w Kornwalii; koło Strzygłowa na Śląsku pr. i t. d. Kryształy bywają niekiedy mocno zanieczyszczone chlorytem.

Etym. Axinite, *Huny*, od *axivn* siekiera, aluzya do ogólnego wejrzenia i ostrości krawędzi, stąd kliniastek *Lab.* Sklistyniec *Bogat.* Skluteń *Zdzit.*

Fig. 1.





**Rząd 3. Wodorokrzemiany.**

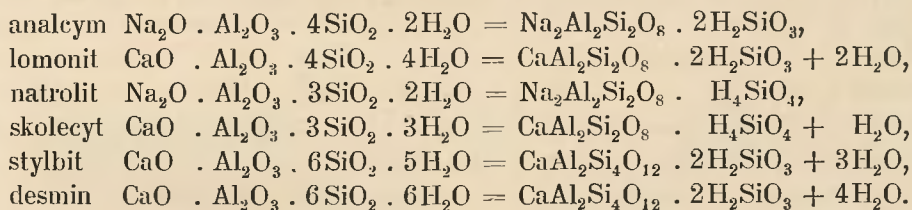
I ten dział krzemianów liczne zawiera rodzaje. Są to minerały o tw. nieznacznej (najczęściej poniżej 5, zwykle około 3) z właściwą im wszystkim istotną zawartością wody lub jej elementów. Połysk ujawniają szklisty lub tłusty, gatunki o łupl. dokładnej — często także perłowo-macieczny; bywają przezroczyste do prawie całkiem nieprzezroczystych, kruche lub łagodne. Ogrzane w kolbce, oddają zwykle zawartą w nich wodę.

Bardzo wiele należących tutaj gatunków jest pochodzenia wtórnego, będącego wynikiem przeobrażania się lub wietrzenia krzemianów bezwodnych.

**Zeolity.**

Większość zaliczanych tu minerałów w ogniu wzdyma się i pieni, zanim się całkowicie na szkło stopi. Właściwość tę poznał po raz pierwszy Cronstedt na pięknych gatunkach islandzkich, które objął ogólną nazwą zeolitów <sup>1)</sup>. Bergmann zauważył drugą własność charakterystyczną wielu zeolitów, a mianowicie ich łatwe rozkładanie się w kwasach i wydzielanie krzemionki galaretowatej. Zeolity tworzą kryształy ładne, prawie zawsze narosłe, bezbarwne lub białe. Domieszki równopostaciowe krzemianów żelaza są im obce. C. wł., dla znacznej nieraz zawartości wody, bywa niski, zwykle 2-2; twardość nieznaczna, najczęściej 3-5 do 5. Własności optyczne często anomalne.

Skład chemiczny wielce szczegółowy. Zeolity są prawie wyłącznie wodnemi glinokrzemianami wapnia i sodu. Woda bywa w nich związana trwalej, przynajmniej w części. Zeolity moglibyśmy przeto rozpatrywać jako sole kwasne, w których pewna tylko część wodoru, związanego z krzemionką, została zastąpioną przez grupy  $\text{CaAl}_2$  lub  $\text{NaAl}$ . Celem uwidocznienia takiego poglądu, wzory zeolitów moglibyśmy podzielić w ten sposób, że pierwsza część wyrażałaby sól normalną, druga — wodan krzemu, wreszcie często obecna część trzecia — wodę krystalizacyi, np.:

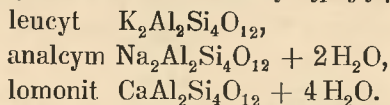


Reakcje chemiczne zeolitów, zbadane doświadczalnie przez Lemberga, pozwalają jednak zasadniej odróżniać wodę krystalizacyi od wody konstytucyjnej: jeżeli mianowicie krzemian wapienny, przechodząc w odpowiedni sodowy, traci część wody, to strata ta dotyczy wody krystalizacyi, o ile reakcja jest odwracalna, t. j. o ile krzemian sodowy daje się drogą podstawienia zamienić powtórnie na związek wapienny z pierwotną a właściwą mu ilością wody. Ponieważ, jak wiemy z poprzedniego, analcym z łatwością przechodzi w leucyt potasowy, całkiem wody pozbawiony, a ten znów zamienia się pod wpływem roztworów

<sup>1)</sup> Od  $\xi\epsilon\omega$  pienię się, wzdymam i  $\lambda\iota\theta\omicron\varsigma$ , więc po polsku poprawniejszą byłaby forma dzeolit, nigdy zaś ceolit, jak u Kunelskiego i in. (z niemiecką!).

sodowych na analcym, przeto wszystka woda tego ostatniego jest wodą krystalizacji:  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} + 2\text{H}_2\text{O}$ ; tak samo rzecz się ma z jedną cząsteczką wody, którą traci skolecyt przy przejściu w natrolit, i t. p.

Już z przytoczonych powyżej przykładów widać, że zeolity, zawierające glinę i krzemionkę w stosunku jednakowym, łączą się z rozmaitemi ilościami wody, zależnie od obecnej w nich zasady: przyczem zeolity wapienne są zaopatrzone w wodę obficie od sodowych, a te od analogicznych związków potasowych, dających się otrzymać sztucznie lub występujących w przyrodzie, np.:

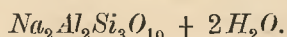


Zestawienie to wyjaśnia, dlaczego wśród zeolitów przeważają związki wapienne i sodowe. (Lemberg, l. c. 1876, str. 567).

Zeolity, zawierające wodę krystalizacji, są nadzwyczaj hygroskopijne. Ogrzane lub wystawione na suche powietrze, tracą one wodę wszystką lub znaczne jej ilości, którą wszakże z powietrza wilgotnego pochłaniają napowrót. Ważne w tym względzie doświadczenia zostały wykonane przez Damoura, ob. str. 266, także przez Lemberga (l. c. 1885, str. 981).

Powstawanie zeolitów kosztem minerałów grupy leucytu i feldspatu jest zjawiskiem wielokrotnie sprawdzonem. Łatwa ich rozkładność w kwasach idzie tu w parze ze zdolnością do innych przeobrażeń chemicznych, nie burzących zasadniczej budowy molekularnej. Zawarte w zeolitach zasady, wapień i sod, mogą być z łatwością zastąpione przez potas, amon, tal i t. p. Licznych tego rodzaju zastąpień dokonał Lemberg (l. c. 1876, 1883, 1885, 1887, 1888. Eichhorn, Poggend. Ann., t. 105, str. 126). Z badań Lemberga i Thugutta wypływa też nadzwyczajna pochopność niektórych związków zeolitowych (woda nefelinu) do łączenia się z solami kwasów mineralnych i organicznych, jak węglany, azotany, siarczany, fosforany, szczawiany i t. p., które zastępują w nich część wody krystalizacji (p. str. 321). Ziemia rodzajna zawiera również krzemiany, łatwo rozkładające się w kwasach, i zdolna jest do wspomnianej wymiany zasad. Te jej w najwyższym stopniu ważne własności, umożliwiające kołową wymianę pierwiastków, należy zatem przypisać obecności zeolitów, które i tutaj powstają z substancji feldpatowej.

Tomsonit	$\text{CaAl}_2\text{H}_4\text{Si}_2\text{O}_{10} + \text{H}_2\text{O}$	rombowy	0.9932	: 1 : 1.0066	
Natrolit	$\text{Na}_2\text{Al}_2\text{H}_4\text{Si}_3\text{O}_{12}$	"	0.9785	: 1 : 0.9536	
Skolecyt	$\text{CaAl}_2\text{H}_4\text{Si}_3\text{O}_{12} + \text{H}_2\text{O}$	jednosk.	0.9764	: 1 : 0.9434,	$\beta = 89^\circ 18'$
Edyngtonit	$\text{BaAl}_2\text{H}_4\text{Si}_3\text{O}_{12} + \text{H}_2\text{O}$	rombowy	0.9872	: 1 : 0.9733	
Lomonit	$\text{CaAl}_2\text{H}_4\text{Si}_4\text{O}_{14} + 2\text{H}_2\text{O}$	jednosk.	1.1451	: 1 : 0.5906,	$\beta = 68^\circ 46'$
Analcym	$\text{Na}_2\text{Al}_2\text{H}_4\text{Si}_4\text{O}_{14}$	regularny			
Chabazyt	$\text{CaAl}_2\text{H}_8\text{Si}_4\text{O}_{16} + 2\text{H}_2\text{O}$	romboedr.	1	: 1.0858	
Gmelinit	$\text{Na}_2\text{Al}_2\text{H}_8\text{Si}_4\text{O}_{16} + \text{H}_2\text{O}$	"	1	: 1.1017	
Filipsyt	$\text{CaAl}_2\text{H}_2\text{Si}_5\text{O}_{15} + 4\text{H}_2\text{O}$	jednosk.	0.70949	: 1 : 1.2563,	$\beta = 55^\circ 37'$
Harmotom	$\text{BaAl}_2\text{H}_2\text{Si}_5\text{O}_{15} + 4\text{H}_2\text{O}$	"	0.70315	: 1 : 1.2310	" $55^\circ 10'$
Desmin	$\text{CaAl}_2\text{H}_4\text{Si}_6\text{O}_{18} + 4\text{H}_2\text{O}$	"	0.76227	: 1 : 1.1940	" $50^\circ 50'$
Epistylbit	$\text{CaAl}_2\text{H}_4\text{Si}_6\text{O}_{18} + 3\text{H}_2\text{O}$	"	0.50430	: 1 : 0.58006	" $54^\circ 53'$
Stylbit	$\text{CaAl}_2\text{H}_4\text{Si}_6\text{O}_{18} + 3\text{H}_2\text{O}$	"	0.40347	: 1 : 0.42929	" $88^\circ 34'$
Brewsteryt	$\text{CrAl}_2\text{H}_4\text{Si}_6\text{O}_{18} + 3\text{H}_2\text{O}$	"	0.40486	: 1 : 0.42042	" $86^\circ 20'$

**Natrolit.**Kl. *bipiram. romb.* (8).

Jeden z zeolitów najpospolitszych, najpierwej też przez Cronstedta zbadany. Tworzy kryształy rombowe, wydłużone pryzmatycznie — aż do najdrobniejszych włókien, skąd nazywano go dawniej zeolitem włóknistym. Słup prawie prostokątny  $(110) = 89^\circ$ . Zakończenie jego stanowi piramida niska, dająca z  $110$  kąt  $63^\circ 16'$ . Według Bröggera, niektóre natrolity są jednoskośne, jakkolwiek różnicy kątów nie wykazują. (Zeitschr. f. Kryst., t. 16).

Lupl.  $\parallel (110)$  dokładna. Tw. 5 do 5·5. C. wł. 2·17 do 2·26.

Opt. dodatni (+). Pł. o. o.  $010$ , I-sza dwusieczna  $c$ . Spółcz. załam.: 1·477, 1·480, 1·490;  $2V = 63^\circ$  (św. Na). Kryształy atoli składają się z wielu osobników.

Chem. Wzorowi, podanemu w nagłówku, odpowiada 47·5 krzemionki, 26·8 glinki, 16·7 tlenku sodu, 9·4 wody. W pł. dm. wzdyma się i topi na szkło przezroczyste; z kwasami rozkłada się i wydziela galaretę krzemionkową. — Natrolit, potraktowany roztworem  $\text{K}_2\text{CO}_3$  lub  $\text{KCl}$ , przechodzi w odpowiedni krzemian potasowy, a ten z roztworami soli sodowych zamienia się znów na natrolit; pod wpływem chlorku baru daje edyngtonit (Lemberg, l. c. 1876, str. 559). Proszek natrolitu stopionego, ogrzewany z roztworem  $\text{K}_2\text{CO}_3$  w temp.  $100^\circ$ , przechodzi w krzemian potasowy, który z roztworem  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  daje związek sodowy o 20·7 proc. wody; ten zaś, tracąc pod wpływem czystej wody część sodu i glinki, zamienia się na analcym krystaliczny (Lemberg, l. c. 1887, str. 582). Jak już wiemy z poprzedniego, krzemian natrolitowy jest rodnikiem konstytucyjnym wielu minerałów z grupy leucytu i feldspatu (porówn. te ostatnie, oraz str. 264). Według Thugutta, jest on solą trwałego kwasu glinokrzemnego:  $\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} + n\text{H}_2\text{O}$ . Reakcję mikrochemiczną  $n$ -tu patrz pod chabazytem.

Występ. Na-lit rozpowszechniony jest mocno w obrębie skał wulkanicznych, gdzie tworzy szczotki, wyścielające próżnie, dalej powłoki włókniste, niekiedy żółto zabarwione; wogóle wypełnia szczeliny i pęcherze, tworzy wsiąki. Przykłady: Usti i Teplíce w Czechach, Hohentwiel w Württembergu (w fonolicie), dol. Fassa w Tyrolu, Tekerö w Siedmiogrodzie (w zwietrzałym porfirze augitowym), Owernia, Sontra w Hessyi, wyspy Faroer (w zwietrzałym bazalcie i dolerycie). Piękne i duże kryształy (browicyt) pochodzą z Brevig w Norwegii. W syenitach południowej Norwegii ukazuje się często na-lit zawikłanie włóknisty (bergmanit, kamień plewisty, radyolit), tworzący też pseudomorfozy po eleolicie i ortoklazie (Eckenbrecher, Tschermak's Min. u. petr. Mitth., t. 3, str. 20).

Etym. i synonim. Natrolith *Klapr.*, od natron soda i λίθος, stąd sodowiec Bogat. Po cz. mesotype, Hauy = mezotyp, od μέσος pośredni i τύπος kształt. Niem. Spreunstein = kamień plewisty Kumel. Bergmannit *Schum.*, na cześć Bergmanna (1735–1784). Radiolith *Esm.* = kamień promienisty i t. p.

Skolecyt jest bardzo podobny do natrolitu. Kryształy wykazują prawie też same wielkości kątów, atoli ze względu na inne wł. krystalograficzne i optyczne są jednoskośne (według Rinnego, połówkowe, kl. 4). Ogrzane, elektryzują się biegunowo, przy-

Fig. 1.

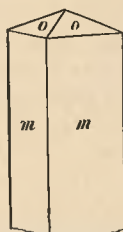
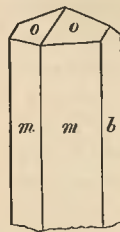


Fig. 2.





czem koniec wolny staje się podczas ostygnięcia dodatnim. Pł. osi opt. prostopadła do (010). I-sza odjemna (—) dwusieczna tworzy z osią pionową  $17^\circ$ .  $2V = 35^\circ$ , śr. spółcz. załam. 1·502. — Skł. chem.:  $2H_2O \cdot CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 + H_2O =$  krzemionki 45·9, glinki 26·0, wapna 14·3, wody 13·8. Potraktowany roztworem  $K_2CO_3$  w temp.  $210^\circ$ , a następnie NaCl w temp.  $100^\circ$ , przechodzi w natrolit, a ten z  $CaCl_2$  w temp.  $220^\circ$  daje znów skolecyt (Lemberg, l. c. 1876, 1887). — Występuje w skałach bazaltowych Oweruii, na wysp. Staffa, Faroe etc., atoli znacznie rzadziej od natrolitu. — Etym. Skolecit, *Fuchs*, od σκῶληξ robak, aluzya do skręcania się w ogniu.

Mezolit jest znów pospolitszy. Kryształy również podobne do postaci natrolitu, ale według Descloizeaux trójskośne, według zaś C. Schmidta — jednoskośne. Chemicznie jest mieszaniną skolecytu i natrolitu:  $Na_2CaAl_2Si_3O_{10} \cdot 4H_2O + H_2O$ . Roztwór KCl przeprowadza go w mezolit potasowy, który z NaCl daje natrolit (Lemberg, l. c. 1876, str. 552). Islandya, Faroe, Skye, Grobla olbrzymów w Irlandyi (w bazalcie), Seisseralpe w Tyrolu (w porfirze augitowym). — Etym. Mezolith, *Fuchs*, od μέσος środek i λίθος, aluzya do składu chem.

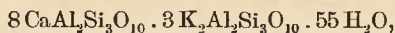
Galaktyt, lehuntyt należą do natrolitu, poonalit do skolecytu, antrymolit zaś do mezolitu. Haryngtonit jest, według Lacroix, zeolitem, kształtów foremnych pozabawionym, zawierającym igły natrolitu i skolecytu.

Do zeolitów, obfitujących w krzemionkę, należą: ptylit  $(Ca, K_2, Na_2)Al_2Si_{10}O_{24} + 5H_2O$  i jednoskośny mordenit  $(K_2, Na_2, Ca)Al_2Si_{10}O_{24} + 7H_2O$ .

Tomsonit, którego krótko-pryzmatyczne kryształy rombowe z łóżysk czeskich znane są lepiej pod nazwą komptonitu, tworzy częstokroć grupy kuliste lub snopkowate. Na kryształach komptonitu występuje słup podłużny nadzwyczaj płaski, podobny raczej do pary ścian wicynalnych lub do przełamanej ściany wierzchołkowej 001. Żupl. || (010) dokł., || (100) mniej. Pł. o. o. 001. I-sza dodatnia (+) dwusieczna b. Spółcz. załam.: 1·497, 1·503, 1·525,  $2E = 85^\circ$ . — Chem. jest zeolitem wapnia i sodu  $2[(Ca, Na_2)Al_2Si_2O_8] \cdot 5H_2O$ , przypominającym krzemian anortytu i sodalitu. Lemberg, traktując proszek t-tu kolejno roztworami  $K_2CO_3$ , NaCl i  $Na_2CO_3$ , przeprowadził go w kankrynit sodowy, lecz nie zdołał otrzymać analcymu (l. c. 1887, str. 583). Seeberg koło Kadania, okolice Usti, Vallec, Hauenstein w Czechach, w zwietrzonym bazalcie i fonolicie. Na Seisseralpe w melafirze, na Wezuwiuszu w dawnych lawach. Tomsonit właściwy — koło Dumbarton w Szkocyi, na wysp. Faroe, koło Eisenach w Turynii. — Etym. Thomsonite, *Brooke*, na cześć Th. Thomsona. Comptonite, *Brew.*, od hr. Compton.

Faroelit (mesole) należy do tomsonitu, podobnież chalilit.

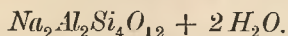
Zeagonit (gismondyn) tworzy kryształy drobne, naśladowczo-tetragonalne (w istocie jednoskośne), opt. dwuosiowe: Wezuwiusz, Capo di Bove, Giessen etc. Według Thugutta, stanowi (wraz z hydrargilem, dyasporem i limonitem) produkt wietrzenia nefelinu (w nefelinicie z Löbau), ciekawy z tego względu, iż posiada w składzie swym jeden tylko z pierwotnych rodników nefelinu, a mianowicie natrolit potasowy (patrz pod nefelinem, str. 502). Konstytucję chemiczną zeagonitu Thugutt wyraża wzorem:



któremu odpowiada 41·0 krzemionki, 23·3 glinki, 9·3 wapna, 5·9 potasu, 20·5 wody. (Rozpr. Akad. Um. w Krakowie, t. XXXIX, 1899, str. 92).

Hydronefelit, zbity lub promienisto-włóknisty, opt. jednoosiowy i dodatni (+). Skład odpowiada wzorowi:  $HNa_3Al_3Si_3O_{13} + 3H_2O = 39·3$  krzemionki, 33·4 glinki, 13·5 tlenku sodu, 13·8 wody. Jest również produktem wietrzenia eieolitu (Maine, Norwegia). Według Thugutta, zdaje się być mieszaniną natrolitu i hydrargilitu.

### Analcytm.



Kl. 48-ścianu (32).

Z zeolitów pospolitszych — jedyny regularny. 24-ścian deltoidowy (21f), samoistnie lub w zespole z sześcianem, jest postacią kryształów zazwyczaj dro-

bnych, niekiedy jednak wielkość pięści mających (dol. Fassa, Seisseralpe). Osobniki—narosłe pojedynczo lub skupione w druzach, bezbarwne, białe, szare, także różowe i czerwone.

Lupl. wyraźnej nie ujawnia. Tw. 5·5. C. wł. 2·1 do 2·28.

Opt. W świetle spolaryzowanym daje się częstokroć dostrzegać dwójłomność i podział na pola, które jednak znikają podczas ogrzewania płytki w parze wodnej. (Klein, Jahrb. Min. 1884, I). Spółcz. załam. św. żółt.,  $n = 1.487$  (Zimanyi).

Chem. Podanemu wzorowi odpowiada 54·7 krzemionki, 23·1 glinki, 14·0 tl. sodu, 8·2 wody. Według do-

Fig. 1.

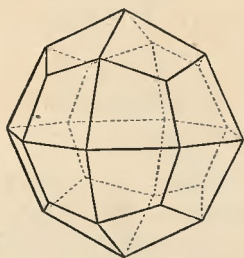
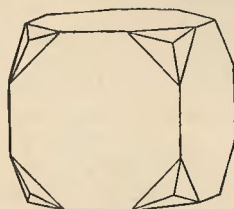


Fig. 2.



świadczeń Damoura, woda uchodzi stopniowo dopiero w temperaturach, przenoszących 200°, skąd wniosek, iż jest związana z krzemianem trwalej:  $H_4Na_2Al_2Si_4O_{14}$ . Wobec jednak nadzwyczajnej łatwości, z jaką analcym pod wpływem roztworów soli potasowych przechodzi w bezwodny leucyt, Lemberg wodę analcymu uważa za krystalizacyjną. Krzemian analcymu zdaje się być związkiem solnym bardzo trwałego kwasu glinokrzemianowego  $H_2Al_2Si_4O_{12}$  (Thugutt, l. c.). Wypływa to już z licznych doświadczeń Lemberga, który na drodze podstawień otrzymał kryształki analcymu z najrozmaitszych krzemianów bezwodnych: ortoklazu, oligoklazu, spodumenu, jadeitu, leucytu, oraz zeolitów: chabazytu, lomonitu, filipsytu, stylbitu, desminu i t. d. Proszek analcymu stopionego pod działaniem roztworu  $Na_2O \cdot 2\frac{1}{2}SiO_2$  w temp. 200° daje krzemian sodowy, który z KCl zamienia się na krzemian ortoklazowy z 1 proc. wody. (Lemberg, l. c. 1876, str. 537; 1885, str. 993, etc.). — W pł. dm. topi się spokojnie na szkło przezroczyste. W kwasach rozkłada się całkowicie, wydzielając krzemionkę w postaci proszku szlamistego.

Schulten, ogrzewając przez czas dłuższy w naczyniu zamkniętem roztwór krzemianu sodu ze szkłem, zawierającym glinę, otrzymał kryształki o składzie i własnościach analcymu. Były one bądź dwójłomne, bądź załamujące pojedynczo, co dowodzi, iż dwójłomność analcymu jest po prostu zjawiskiem przypadkowym. Daleko wszechstronniej (i wcześniej) powstawanie analcymu badał Lemberg, zarówno na drodze „analcymowania” rozmaitych glinokrzemianów, jak i czysto syntetycznej: badacz ten odtworzył kryształki, będące kombinacją (100) i (211), działając wodanem glinu na roztwór krzemianu sodu (1 cz.  $AlO_3H_3$  na 5  $Na_2SiO_3$ ) w temp. 190°. (L. c. 1883, str. 597, także 1885, str. 992).

Występ. A-cym jest minerałem pospolicie napotykanym w zwietrzałych skałach bazaltowych, których próżnie wyściela wraz z innymi zeolitami, jak natrolit, chabazyt. Kryształy nieskazitelnie przezroczyste i bezbarwne osadzone są w martwicy na wyspie Cyklopów koło Katanii, prawie przezroczyste—w bazalcie koło Montecchio maggiore, w pobliżu Vicenzy. Kryształy wielkie, występujące na Seisseralpe i w dol. Fassa, zawarte są w melafirze, podobnie jak

koło Tekerö w Siedmiogrodzie i nad jez. Wyższem. Bazalty i doleryty koło Dumbarton w Szkocyi, na grobli Olbrzymów w Irlandyi, na wyspie Staffa, na Islandyi zachodniej, koło Strzekowa w Czechach zamieniły się częściowo na migdałowce, zawierające druzo analcymu. Koło Usti w Czechach podobne utwory znajdują się w zwietrzałym fonolicie. A-cym trafia się również często w dyabazach i dyorytach; w połudn. Norwegii zawierają go też i syenity. Do niezwykłych łóżysk należą żyły kruszcowe Andreasbergą na Harcu, Nowej Mołdawy w Banacie, pokłady magnetytu koło Arendalu w Norwegii, góra Błahodat' na Uralu (kuboit Breithaupta).

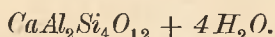
A-cym bywa często zbity lub ziemisty, tworzący pseudomorfozy po leucycie, jak na Rocca Monfina pod Neapolem.

Haidinger dostrzegł pierwszy, że analcym podlega niekiedy przemianie chemicznej, przeprowadzającej go w prenit; przeobrażanie się w ortoklaz zostało także poznane. Jeżeli weźmiemy pod uwagę analcymy, powstałe z leucytu lub minerałów pokrewnych, to w przemianie na ortoklaz będziemy mieli przykład godnego uwagi powrotu do stanu bezwodnego, wyjaśnionego doświadczalnie przez Lemberga. A-cym występuje też, jako minerał skałotwórczy, w ciesszynitach, np. koło Nowego Iczyna na Morawach, dalej, jako eudnofit, w syenicie koło Brevig.

Ety m. i synonim. *Analcime*, *Ilauy*, od *avalau* bezsilny, aluzya do pobudl. elektr., stąd niesieć *Bogat*. Kubizit *Wern.* = kubicyt = kostkowień *Zdzt.* = kostkowiec *Lab.*

Klitalit (cluthalit) zdaje się być tylko analcymem przeobrażonym; nazwę zaś pikranalcym ukuto poprostu na podstawie błędnego rozbioru chemicznego.

### Lomonit.



*Kl. słupa jednoskośn. (5).*

Zeolit, na suchem powietrzu rozsypujący się w proszek (wietszejący). Kryształy jednoskośne, pryzmatyczne, objęte najczęściej tylko ścianami słupa (110), zwróconego ostrą krawędzią ku przodowi, oraz ścianami  $p = (101)$ . Kąt (110) =  $93^\circ 44'$ ,  $101 : 110 = 66^\circ 30'$ .

Lupl.  $\parallel (110)$  wyraźna. Tw. 3 do 3·5. C. wł. 2·25 do 2·35.

Opt. Pł. o. o.  $\parallel (010)$ ,  $ac = 20^\circ - 25^\circ$ ,  $2E = 52\frac{1}{2}^\circ$  (w św. czerw.). Spółcz. załam.: 1·513, 1·524, 1·525;  $2V = 30^\circ$ .

Chem. Podanemu w nagłówku wzorowi odpowiada 51·2 krzemionki, 21·7 glinki, 11·9 wapna, 15·0 wody (= 7·6 konstytucyjnej, 7·4 krystalizacyjnej). Prawie połowa wody krystalizacji ulatnia się podczas wietszenia, przez co minerał staje się mętnym i ziemistym. Często też w takim stanie bywa znajdowany (leonardyt, kaporczjanit). Pozostała woda kr. uchodzi, według Smity, dopiero w temperaturach, sięgających  $300^\circ$ , woda zaś konstytucyjna dopiero po wyżarzeniu. Stąd racjonalniejszym zdaje się być wzór:  $\text{CaAl}_2\text{H}_4\text{Si}_4\text{O}_{14} + 2\text{H}_2\text{O}$ , co zgadza się też z reakcją Lemberga, który, działając roztworem  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  na lomonityt w temp.  $200^\circ$ , otrzymał kryształki analcymu, mającego o dwie cząsteczki wody mniej (l. c. 1885, str. 985). W pł. dm. wzdyma się i topi na białą emalię, która w ogniu mocniejszym staje się przezroczystą. W kwasach rozkłada się, wydzielając galaretę krzemionkową.



Występuje najczęściej w szczelinach skał krzemianowych dawniejszych, zwykle w towarzystwie kalcytu, kwarcu, ortoklazu, epidotu. Dumbarton w Szkocji, Jilove (Eule) pod Pragą czeską, Sarnthal koło Bozen, Gotthard. W żyłach kruszczowych galeny znaleziono go koło Huelgoat w Bretanii, wraz z miedzią — w melaфирze nad jez. Wyższem. Leonardyt pochodzi ze Szczawnicy węg., dol. Floiten w Tyrolu, kaporcjanit zaś — z Caporciano koło Monte Catini w Toskanii.

Etym. Lomonit *Wern.* Laumonite *Hauy.* Laumontit, *Leonhard* (= lomontyt), na cześć odkrywcy Gillet-Laumonta.

Pokrewny lomonitowi jest lubanit (niem. laubanit),  $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{Si}_5\text{O}_{15} + 6\text{H}_2\text{O} = 48.1$  krzemionki, 16.5 glinki, 18.0 wapna, 17.4 wody (z trochę magnezji); włóknisty, śnieżno-biały; prawdopodobnie jednoskośny. Występuje na Śląsku koło Lubania (niem. Lauben) w pęcherzach bazaltu.

**Chabazyt.**  $(\text{Ca}, \text{Na}_2)\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} + 6\text{H}_2\text{O}$ . *Kl. skalenoedru dytrygon. (21)?*

Przedstawiciel szeregu zeolitów romboedrycznych. Kryształy tworzą romboedry o kącie  $85^\circ$  do  $85^\circ 46'$ , a także połączenia, w których, prócz romboedru zasadniczego  $P$ , zwykle występują jeszcze  $r = (01\bar{1}2) = -\frac{1}{2}R$  i  $n = (02\bar{2}1) = -2R$ , fig. 1. Pospolite są bliźniaki przerosłe według prawa: pł. bliźniaczą

ściana podstawowa, fig. 2.

Lupl.  $\parallel (10\bar{1}1) = P$  dość wyraźna. Tw. 4 do 4.5. C. wł. 2.07 do 2.15.

Opt. Kryształy bywają bezbarwne albo białe, także zabarwione przypadkiem na różowo lub brunatno. Anomalie optyczne polegają na tem, iż płytki, równoległe do dwuścianu

Fig. 1.

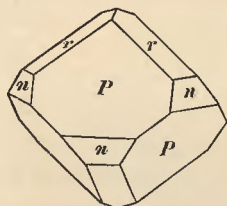
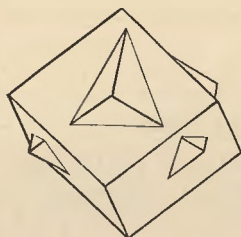


Fig. 2.



podstawowego, ujawniają podział na sześć wycinków dwuosiowych, odpowiadających stożkom przyrostu ścian romboedrycznych. Dwójłonność słaba i najczęściej odjemna (—). Śr. spłcz. załm.  $1.50$ ,  $\omega - \epsilon = 0.002$ ,  $2V = 0^\circ - 18^\circ$ .

Chem. Skład chwiejny, odpowiadający mieszaninie dwu związków:  $\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} + 8\text{H}_2\text{O}$ , tudzież  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} + 4\text{H}_2\text{O}$ , wszakże zawsze z niewielką zawartością potasu. Mieszaninie, zawierającej wapń i sod w stosunku  $1 : 1 = \text{Ca} : \text{Na}_2$ , odpowiada 47.2 krzemionki, 20.0 glinki, 5.5 wapna, 6.1 tl. sodu, 21.2 wody. W pł. dm. pieni się i topi na emalię wzdętą od pęcherzy. Woda, po wypaleniu, powraca. W kwasach rozkłada się, wydzielając proszek krzemionki szlamisty. — Chabazyt pod wpływem roztworu  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  w temp.  $200^\circ$  przechodzi w analcym, z KCl daje „chabazyt potasowy“, który pod działaniem  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  przechodzi w „chabazyt sodowy“; roztwór  $\text{BaCl}_2$  zamienia ch. na harmotom i t. p. (Lemberg, l. c. 1876, str. 556; 1885, str. 973). Celem odróżnienia chabazytu od innych zeolitów (np. tomsonitu, analcymu), Lemberg stosuje godną uwagi reakcję mikrochemiczną. Proszek lub szlif minerału traktuje on obojętnym 10-procentowym roztworem azotanu talu  $\text{TlNO}_3$  (lub  $\text{AgNO}_3$ ), ogrzanym do  $70^\circ$ , poczem w ciągu 5 do 6 minut powstaje „chabazyt talowy“ (lub srebrny), zamieniający się pod wpływem siarku amonu  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  na „chabazyt amonowy“,

gdy siarek talu (lub srebra) wydziela się na powierzchni i zabarwia badany obiekt na brunatno lub ciemno-brunatno. Zamiast siarku amonu, może też być zastosowany z powodzeniem chromian potasu  $K_2CrO_4$ , dający z talem i srebrem osady barwne (czerwony i żółty). (L. c. 1890, str. 741; 1892, str. 234).

Występuje często w towarzystwie innych zeolitów, jak desmin, stylbit, harmołom, a także obok kalcytu lub aragonitu. Podobnie jak rodzaj poprzedni, jest pospolity w migdałach bazaltów, dolerytów, melafirów, tudzież w zwietrzałych fonolitach. Takim go znajdujemy koło Obersteinu nad rz. Nahe, na Stemplu pod Marburgiem, w górach Ptasich, w dol. Fassa, koło Tekerö w Siedmiogrodzie, koło Rzepczyc w Czechach, koło Kilpatrik w Szkocyi, na wyspach Faroer, Grenlandyi, Nowej Szkocyi. Rzadziej napotyka się w próżniach granitu, jak koło Strzygłowa na Śląsku, Baveno nad Lago maggiore, lub też w żyłach kruszcowych, np. koło Andreasberga na Harcu, Gustavsberga w Szwecyi. Znany też jest jako utwór młodociany w muszlach kopalnych koło Husavik na Islandyi i jako osad cieplicy Plombières we Francyi.

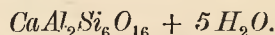
Etym. Chabasie, *Haug.* Chabasit, *Breith.* — od  $\chiαβασος$  = kamień, opiewany przez Orfeusza (orfelec, *Bogat.*). U *Lab.* błędnie szabazyt, u *Zejszn.* szabasyt (!).

Haydenit jest chabazytem. Zaliczane też tu bywają minerały następujące: fakolit, herszelit, zebachit (seebachit), gmelinit (ledereryt), grodekit (groddeckit) i lewin (levyn); kształty ich romboedryczne dają się wyprowadzić z zasadniczej postaci chabazytu. Pod względem chemicznym odpowiadają mieszaninie krzemianów, składających chabazyt właściwy. O tym ostatnim i minerałach pokrewnych: Streng, *Oberrhein. Ges. f. Natur- u. Heilkunde*, 1877, str. 74. Becke, *Tschermak's Min. u. petr. Mitth.*, t. II, 135 (1879). Klein, *Jahrb. f. Min.* 1891, I, str. 96. Brauns, *Optische Anomalien*.

Gottalit zdaje się tutaj także należeć.

Fożazyt,  $H_4Na_2CaAl_4Si_{10}O_{30} + 18H_2O = 46.8$  krzemionki, 15.9 glinki, 4.4 wapna, 4.8 tlenku sodu, 28.1 wody. Regularny. Tw. 5. C. wł. 1.923. Tracąc wodę, staje się dwójłomnym. Kaisersthal, w próżniach limburgitu. — Etym. Faujasite, *Damour*, na cześć Faujas de Saint-Fond.

### Stylbit.



*Kl. słupa jednoskośn. (5).*

Kryształy jednoskośne; postaciami zwykłemi są:  $M = (010)$ ,  $T = (001)$ ,  $N = (100)$ ,  $P = (\bar{1}01)$ , dość często ukazują się także  $z = (\bar{2}21)$  i  $r = (021)$ .

$T : N = 63^\circ 40'$ .  $N : P = 50^\circ 20'$ ,  $z : z = 43^\circ 56'$ .

Według v. Ratha i Hessenberga, symetria kryształów jest naśladowcza, albowiem składają się one z wielu osobników trójskośnych, zrosłych, jak w plagioklazach, ścianą  $M$  (*Jahrb. f. Min.* 1874, str. 517). Figury wytrawień ujawniają jednak symetrię

Fig. 1.

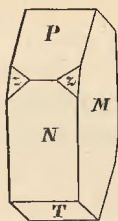


Fig. 2.

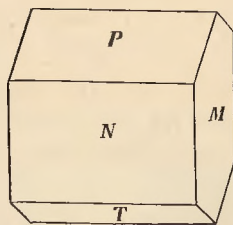
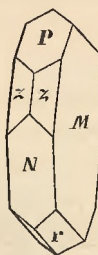


Fig. 3.



jednoskośną (Rinne, tamże, 1887, II, str. 33).

Lupl.  $\parallel M = (010)$  doskonała, wywołująca często połysk perłowo-maciczny. Tw. 3.5 do 4. C. wł. 2.1 do 2.2.

Opt. Pł. o. o. najczęściej prawie równoległa do  $T(001)$ . I-szą dodatnią (+) dwusieczną jest zawsze oś symetrii  $b$ . Wybitna dyspersja skrzyżowana. Płaszczyzny osi w św. czerwonym i niebieskim różnią się o  $10^\circ$ . Kąt osi opt. zmienny, zwykle  $2E = 50^\circ$  (około). M. Lévy i Lacroix na kryształach z wysp Faroer zmierzili spółcz. załam.: 1·498, 1·499, 1·505. Ogrzewanie spowoduje silne zaburzenia optyczne: zmniejszanie się kąta osi i zamianę ich płaszczyzny na prostopadłą.

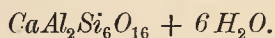
Chem. Skład, odpowiadający wzorowi:  $59\cdot3$  krzemionki,  $16\cdot7$  glinki,  $9\cdot2$  wapna,  $14\cdot8$  wody, jednak zawsze obecne są drobne ilości sodu, także strontu i in. Wodę krystalizacyi, wydaloną przez ogrzewanie, pochłania st-bit na powrót z powietrza wilgotnego (str. 266), stąd wzór:  $H_4CaAl_2Si_6O_{18} + 3H_2O$ . W pł. dm. wzdyma się i topi na emalię. W kwasach rozkłada się, wydzielając szlamisty proszek krzemionki. Gotowany z rozcieńczonym kwasem siarczanym lub solnym, zamienia się na krzemionkę krystaliczną. Pod wpływem roztworów KCl i NaCl przechodzi w odpowiednie związki alkaliczne („stylbit potasowy i sodowy”), a także w analcym (Lemberg, l. c. 1876, str. 558; 1885, str. 987). Wykazuje też reakcję talową, podaną pod chabazytem.

Występ. Stylbit bywa zwykle bezbarwny, biały lub szarawy. Taki mianowicie występuje w próżniach bazaltów i melafirów na Islandyi, na Faroer, w Szkocyi, taki też napotyka się w granitach, koło Viesch w Wallisie, niekiedy nawet w żyłach kruszcowych, np. koło Andreasberga na Harcu, Kongsberga w Norwegii. St-bit ceglasto-czerwony, zwany heulandytem, którego zabarwienie pochodzi, według Kenngotta, od zawartych w nim blaszek gelytu, występuje w dol. Fassa, koło Vaczy w Siedmiogrodzie, Campsie w Szkocyi i in. m. Według Leonharda, ma też znajdować się i u nas w migdałowcu koło Poręby (?).

Etym. \*Stilbite, *Hany*, od  $\sigma\tau\iota\lambda\beta\eta$  polysk; stylbit *Lab.* Heulandite, *Brooke*, od ang. zbieracza min. H. Heulanda.

Bomontyt (beaumontyt) i oryzyt zdają się należeć do stylbitu. Równopostaciowy brewsteryt zawiera stront, bar i trochę wapnia:  $H_4(Sr, Ba, Ca)Al_2Si_6O_{18} + 3H_2O$ . Jednoskośny (lecz różnopostaciowy) epistylbit, pod względem chem. nie różniący się bynajmniej od stylbitu, jest minerałem rzadkim. Łupl.  $\parallel(010)$  dość dokł. Pł. o. o.  $010$ . I-sza odjemna (—) dwusieczna z normalną do  $100$  tworzy  $9^\circ$ .  $2E =$  około  $70^\circ$ ; śr. spółcz. załam. 1·51. Parastylbit jest uboższy w wodę. O stylbicie i epistylbicie: Trechmann, *Jahrb. f. Min.* 1882, II, 276.

### Desmin.



Kl. słupa jednoskośn. (5).

Skłonność do tworzenia grup przewężistych nakształt snopka lub wiązki, cechująca desmin, dała pochop Breithauptowi do oznaczenia go tem mianem ( $\delta\acute{\epsilon}\sigma\mu\eta$  wiązka). We Francyi i Anglii zatrzymano dlań jednak nazwę stylbitu, co jest przyczyną nieporozumień. Postać kryształów z wejrzenia rombową, atoli składające ją osobniki są, według Breithaupta i Lasaulx, jednoskośne, według zaś Langemanna — trójskośne.  $m = (110)$ ,  $b = (010)$ ,  $c = (001)$ . Znanne są wszakże tylko utwory bliźniące. Zwykłą ich postać widzimy na fig. 1, wyobrażającej dwojak przerosły wedle prawa: pł. bliźniaczą ściana  $001$  (porówn. fig. 2). Kąt  $(110) = 61^\circ 10'$ ,  $mc = 57^\circ 4'$ .

Łupl.  $\parallel b = (010)$  dokł.,  $\parallel c = (001)$  niedokł. Tw. 3 do 4. C. wł. 2·1 do 2·2.



Opt. Połysk perłowo-maciczny na  $b$  bywa często w sposób szczególny tłustawy. Kryształy zwykle bezbarwne lub białe. Pł. o. o. 010. I-sza odjemna (—) dwusieczna z osią podłużną  $a$  tworzy około  $5^\circ$ . Na kryształach z Kilpatricku zmierzono spółcz. załam. św. Na: 1·494, 1·498, 1·500;  $2V = 33^\circ$ ,  $2E = 52^\circ$ .

Fig. 1.

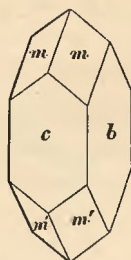


Fig. 2.

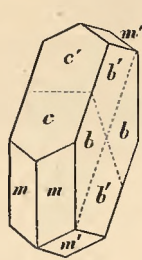


Fig. 3.



dobnie jak stylbit. Roztwory soli alkalicznych reagują nań w sposób analogiczny do stylbitu, podobnież azotan talu (Lemberg, l. c.).

Występ. Desmin jest minerałem nie tylko dość rozpowszechnionym, ale i występującym nieraz obficie, jako grube białe powłoki, wypełnienia szczelin, tudzież masy naciekowe. W skałach bazaltowych często trafiają się piękne druzy, jak na wyspach Faroerskich, na Staffie, koło Kilpatricku w Szkocji, nad Berufjordem na Islandyi. Interesujące jest występowanie desminu nad islandzkim Eskifjordem koło Helgustadiru, gdzie m. ten tworzy inkrustacje w spacie dwójłomnym. Zawierają go midałowce melafirowe koło Tekerö i Almas w Siedmiogrodzie, migdały agatowe z nad Cisy pod Koloswarem, Seisseralpe w Tyrolu (pufleryt), granity Baveno i Bodenmais, rozpadliny łupków krystalicznych na Gottardzie, koło Göschenen w kant. Uri, szczeliny Banatu, żyły kruszcowe Andreasberga i Kongsberga, pokłady rud żelaznych w Arendalu. Jako nowotwór dsm. został znaleziony w osadach cieplicy koło Olette w Pirenejach.

**Filipsyt.**  $(Ca, K_2)Al_2Si_3O_{14} + 5H_2O$ . Kl. słupa jednoskośn. (5).

Godny uwagi ze względu na utwory bliźniące. Postać zasadnicza zbliża się do tej, którą poznaliśmy na desminie;  $(110) = 60^\circ 42'$ ,  $mc = 60^\circ 51'$ . Osob-

Fig. 1.

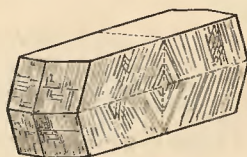


Fig. 2.

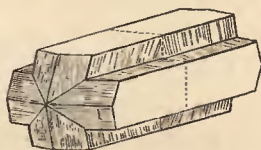
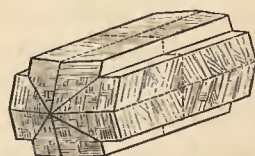


Fig. 3.



niki, według Grotha, jednoskośne, według Langemanna — trójskośne, tworzą, jak w desminie, dwojaki nakrzyż przerosłe o wejrzeniu rombowem, fig. 1. Te jednak łączą się statecznie w czworaki, według innego prawa, w którym pł. bliźniaczą jest 011, fig. 2 i 3. Są to utwory analogiczne do czworaków adularu,

podanych na fig. 8, str. 509. Streng odróżnia wśród nich dwa rodzaje: w jednym ściany  $c$  ( $001$ ) zwrócone są nazewnątrż, te na figurach 1 i 2 nie są zrysowane, w drugim zewnętrzne ścianami są ściany  $b$  ( $010$ ), fig. 3.

Niekiedy napotykają się też bliźniaki stopnia wyższego, będące połączeniem trzech czworaków przerosłych nakrzyż według prawa, którego mocą 110 jest pł. bliźniacza, fig. 4. Te ozdobne zrostki, występujące koło Marburga (Stempel), wykazują 9 płaszczyzn bliźniaczych, a więc tyleż pł. symetrii, co odpowiada zarysom postaci regularnej. W rzeczy samej, znane są utwory podobne do fig. 4, na których ściany zewnętrzne rozrastają się tak dalece, iż kąty wklęsłe znikają. Wówczas podobieństwo do 12-ścianu rombowego jest całkowite.

Łupl.  $\parallel c$  ( $001$ ) i  $b$  ( $010$ ) wyraźna. Tw. 4·5. C. wł. 2·2.

Opt. Pł. o. o.  $\perp$  ( $010$ ), ze ścianą ( $001$ ) tworzy  $15^\circ - 20^\circ$ . Oś symetrii jest dwusieczną II-gą, odjemną.  $2V = 65^\circ - 80^\circ$ . Trippke i Fresenius wykazali, że podział na pola odpowiada wyłożonej budowie bliźnięcej.

Chem. Skład chwiejny, albowiem obok krzemianu wapiennego zawsze zawiera analogiczny związek potasowy i sodowy w ilościach zmiennych. W pł. dm. wzdyma się i topi z trudnością na szkło pumeksowate. W kwasie solnym rozkłada się, pozostawiając krzemionkę szlamistą. Roztwór KCl wypiera zeń wapno i zamienia na krzemian potasowy, który pod wpływem  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  i NaCl przechodzi w analcym (Lemberg, l. c. 1885, str. 987). Wchodzi w wymianę wzajemną z azotanem talu i srebra, przez co może być odróżniony mikrochemicznie (p. pod chabazytem).

Występuje w próżniach bazaltów i tym podobnych skał wulkanicznych: Stempel pod Marborgiem, koło Annerode w Giesseńskim, Sasbach na Kaisers-thulu, Usti w Czechach, Aci Castello na Sycylii, Capo di Bove pod Rzymem, Wezuwiusz etc.

Etym. i synonim. Phillipsite, Lévy, na cześć minerlg. ang. W. Phillipsa. Christianite, Descl., chrystyanit, na cześć króla duń. Chrystyana VIII. Harmotom wapienny.

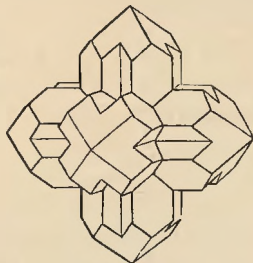
**Harmotom.**  $\text{BaAl}_2\text{Si}_5\text{O}_{14} + 5\text{H}_2\text{O}$ . Kl. słupa jednoskośn. (5).

Wybitny ze względu na zawartość baru. Krystalograficznie zupełnie podobny do filipsytu. Postaci zasadnicze różnią się bardzo niewiele: ( $110$ )= $59^\circ 59'$ ,  $mc = 60^\circ 21'$ . Dwojaki, jak na fig. 1 pod filipsytem, zdarzają się niekiedy i oznaczane są nazwą morwenitu. Zwykle jednak ukazuje się harmotom w czworakach, podanych na fig. 2 i 3; te ostatnie są pospolitsze.

Łupl.  $\parallel b$  ( $010$ ) dość wyraźna,  $\parallel c$  ( $001$ ) mniej. Tw. 4·5. C. wł. 2·44 do 2·5.

Opt. Descloizeaux wykazał, że zachowanie się optyczne odpowiada budowie bliźnięcej, właściwej filipsytowi. Oryentacja optyczna też filipsytu, ale pł. o. o. nachylona do  $001$  pod kątem  $25^\circ - 28^\circ$ . Spółcz. załam. św. Na: 1·503, 1·506, 1·508 (kryształy ze Strontianu).

Fig. 4.



Chem. Skład teor.: 46·6 krzemionki, 15·8 glinki, 23·7 baryty, 13·9 wody; prócz tego drobne ilości potasu, sodu, wapnia. W pł. dm. topi się trudno, lecz spokojnie na szkło białe, przeświecające. W kwasie solnym rozkłada się, pozostawiając krzemionkę w postaci proszku. Z roztworem KCl daje harmotom potasowy, a ten za sprawą NaCl przechodzi w analcym w temp. 200°. (Lemberg, l. c. 1885, str. 986). Mikrochemicznie może być odkryty bądź za pomocą reakcji talowej, bądź też obojętnego roztworu  $K_2CrO_4$ , który po półgodzinnem działaniu w temp. 100°, strąca na powierzchni preparatu żółty osad  $BaCrO_4$  (tenże, l. c. 1890, str. 743).

Występuje w próżniach migdałowców koło Obersteinu, Dumbartonu, Przybramu; w żyłach kruszcowych z blendą, galeną, kwarcem, barytem koło Andreasberga na Harcu, Kongsberga w Norwegii, Strontianu w Szkocyi i w. in. m.

Etym. i synonim. Harmotome, *Ilauy*, od  $\epsilon\pi\omega\mu\omicron\varsigma$  szczelina, rysa i  $\tau\omicron\mu\eta$  przekrój, aluzya do łupl. Krenzstein *Wern.* = kamień krzyżowy *Drzew.*; krzyżowiec *Bogat.*, krzyżeń *Zdżit.* Harmotom barowy.

Podobny do desminu forezyt zbliża się już raczej do margarytu. (O desminie, filipsycie, harmotomie: Fresenius, *Zeitschr. f. Kryst.*, III, str. 42. Langemann, *Jahrb. f. Min.* 1886, II, 88).

Przegląd zeolitów zakończymy charakterystyką kilku minerałów, pozbawionych glinu, które stanowią jednocześnie przejście do grupy następującej.

**Apofilit.**  $H_2(Ca, K_2)Si_2O_6 + H_2O$ . *Kl. bipiram. dytetragon.* (15).

Doskonała łupliwość w jednym kierunku, wywołująca częstokroć rozpadywanie się na blaszki oraz połysk perłowo-macieczny, jest wybitną własnością tego minerału tetragonalnego. Wspaniałe, nieskazitelnie przezroczyste jego kryształy o zakończeniu piramidalnem występują zwłaszcza w Andreasbergu, wydłużone pryzmatycznie lub tabliczkowate — w innych miejscowościach. Ściany pospolite:  $p = (111)$ ,  $m = (100)$ ,  $o = (001)$ . St. osi = 1 : 1·2515. Kąt  $(111) = 58^\circ 56'$ ,  $111 : \bar{1}\bar{1}\bar{1} = 76^\circ$ . Kryształy bywają często skupione i pokryte subindywiduami (Rumpf, *Min. u. petr. Mitth.*, t. 2, str. 369).

Fig. 1.

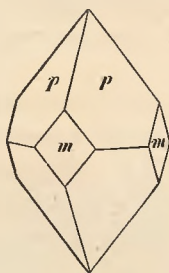


Fig. 2.

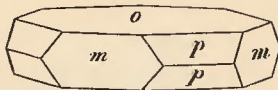
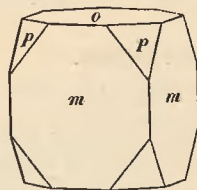


Fig. 3.



Łupl.  $\parallel o$  doskonała,  $\parallel m$  niedokładna. Tw. 4·5 do 5. C. wł. 2·3 do 2·4.

Opt. Oprócz kryształów bezbarwnych i białych (albin), zdarzają się też żółtawe, różowe i brunatne. Dwójłomność słaba, najczęściej dodatnia (+), ale też i odjemna (—).  $\omega = 1·534$ ,  $\epsilon = 1·536$ , św. sodowe, kryształy Andreasbergskie, według Zimányi. Blaszki w ortoskopie zachowują się nienormalnie, albo-



wiem rozpadają się najczęściej na pola dwuosiowe, odpowiednio do stożków przyrostu ścian zewnętrznych. W konoskopie ukazują się pierścienie o szczególniejszem zabarwieniu (tylko białe i czarne, stąd leukocyklit Herschla), zależnem prawdopodobnie od równopostaciowej naprężanległości substancji opt. dodatniej i ujemnej (Klein, Sitzungsber. Berl. Ak., t. 18, str. 217). Rozwartość kąta osiowego od  $0^{\circ}$  do  $50^{\circ}$ , najczęściej  $20^{\circ}$  —  $30^{\circ}$ . Pomimo to jednak figury wytrawiane odpowiadają symetrii tetragonalnej (Rinne, N. Jahrb. Min. 1885, II, str. 19). Anomalie optyczne apofilitu zajmowały już Herschela, Biota i Brewstera.

Chem. Rozbiory odpowiadają najlepiej wzorowi nieco złożęszemu:  $H_7KCa_4Si_8O_{24} + 4\frac{1}{2}H_2O$ , czyli  $K_2O \cdot 8CaO \cdot 16SiO_2 \cdot 16H_2O$  = krzemionki 53·7, wapna 25·0, tlenku potasu 5·2, wody 16·1. Zwykle jednak część tlenu bywa zastąpiona przez fluor F (do 2 proc.). W temp.  $240^{\circ}$  —  $260^{\circ}$  traci około połowy wody, którą po ostudzeniu pochłania napowrót. W pł. dm. rozpada się na listki, co ma wyrażać nadana mu przez Hauyego nazwa. Topi się łatwo na szkło przeświecające. W kwasie solnym rozkłada się, wydzielając krzemionkę kłaczkowatą. O rozpuszczalności w wodzie pod wysokiem ciśnieniu i w temp. podniesionej ob. str. 307. Roztwór  $MgSO_4$  w temp.  $180^{\circ}$  wypiera zeń wapień i potas, których miejsce zajmuje magnez. Z roztworem  $Na_2SiO_3$  przechodzi w pektolit. Pod wpływem roztworu glinianów alkalicznych przybiera glinę i alkalia, zamieniając się na glinokrzemian zasadowy (Lemberg, l. c. 1870, str. 353; 1883, str. 596 i 616).

Występ. Piękne druzi pochodzą z próżni skał wulkanicznych, np. na Islandyi, Faroer, Seisseralpe, Poonah w Indyach Wschodnich. Drobne białe kryształki narosłe znaleziono w fonolicie zwietrzałym koło Usti, zabarwione na ciemno-brunatno — w drzewie kopalnem, osadzonem w martwicy bazaltowej koło Montecchio maggiore pod Vicenzą, tudzież na Islandyi (ksylochlor Walterhausena). Apofility bezbarwne i różowe znajdują się w żyłach Andreassberga, drobne przezroczyste — w rozpadlinach wapiennych Orawicy i Cziklowy w Banacie. Jako utwór osadowy źródeł gorących, ap. został znaleziony przez Daubréego w cieplicy Plombières w Wogezach.

Ap. podlega dość często rozkładowi, przyczem tworzy się  $CaCO_3$ . Już albin burzy się z kwasem. Substancja jego bywa też niekiedy przez kwarc wypierana. Przypuszczamy, że w tym ostatnim przypadku najprzód powstał węglan wapnia, którego miejsce zajęła następnie krzemionka, strącająca się pod wpływem  $CaCO_3$ .

Etym. i synonim. Apophyllite, *Hauy*, od ἀποφύλλισεν zrzucać liście, aluzya do zachowania się w ogniu. Ichthyophthalmite, *d'Andr.* (= ichtyoftalm) od ἰχθὺς ryba i ὀφθαλμός oko, aluzya do połysku perłowego na (001). Rybie oko, *Drzew.* Potasiec, *Bogat.* Albin, *Wern.* Xylochlor, *Walterh.*, od ξύλον drzewo i χλωρὸς zielony.

Zbliżony do apofilitu jest okenit, włóknisty lub zbity, o składzie:  $CaSi_2O_5 + 2H_2O$  = 56·8 krzemionki, 26·3 wapna, 16·9 wody; także blaszkowato-promienisty girolit,  $Ca_2Si_3O_8 + 3H_2O$  = krzemionki 52·1, wapna 32·3, wody 15·6.

#### Grupa galmanu.

Krzemiany zasadowe metali ciężkich szeregu 1 do 4. Tw. 2 do 5·5. Najczęściej jasno-barwiste, także bezbarwne. C. wł. 3 do 5. W kolbee dają wodę,

w pł. dm. nietopliwe, w kwasach rozkładne i zazwyczaj galaretę krzemionkową wydzielające.

**Kalamin.**

*Kl. piram. romb. (7).*

Jest to „galman krzemowy“, tak nieraz nazywany dla odróżnienia od ważniejszego technicznie spatu cynkowego, czyli „galmanu węglowego“.

Hemimorfizm kryształów został po raz pierwszy opisany przez Mohsa, własności piroelektryczne — przez Hauyego. Postać rombowa. St. osi =  $0.78340 : 1 : 0.47782$ . Ściany zwykłe:  $a=(100)$ ,  $g=(110)$ ,  $b=(010)$ ,  $o=(101)$ ,  $p=(301)$ ,  $r=(011)$ ,  $m=(031)$ ,  $s=(12\bar{1})$ . Kryształy wrastają w podłoże końcami ostre, t. j. temi, które na fig. 1 do 3 zwrócone są ku dołowi. Kąty:  $gg=110:1\bar{1}0=76^\circ 10'$ ,  $rr=011:0\bar{1}1=51^\circ 5'$ ,  $oo=101:\bar{1}01=62^\circ 46'$ . Ciekawymi utworami bywają niekiedy dopełniające się dwojaki według  $001$ , jak na fig. 4. (O postaciach: G. Rose, Pogg. Ann., t. 59. Schrauf, Sitzber. Ak. Wied., t. 38, str. 789). Figury wytrawień omówiliśmy na str. 151.

Fig. 1.



Fig. 2.

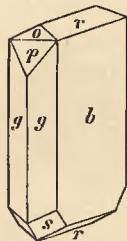


Fig. 3.

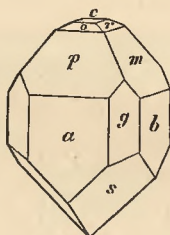
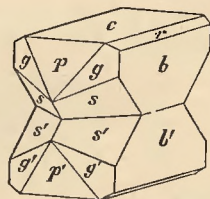


Fig. 4.



Lupl.  $\parallel g$  dokł.,  $\parallel o$  dość dokł. Tw. 5. C. wł.  $3.35$  do  $3.5$ .

Opt. Kryształy przezroczyste i bezbarwne zdarzają się dość często, pospolitsze są jednak osobniki przeświecające. Okazy zabarwione przybierają zwykle kolory jasne: szary, żółty, zielony, niebieski, brunatny. Połysk zbliża się już ku blaskowi dyamentowemu; na  $b$  niekiedy perłowo-mączyny. Pł. o. o.  $100$ , I-sza dwusieczna równoległa do osi  $c$ . Dodatni (+). Spółcz. złm. św. żółt.:  $1.615$ ,  $1.618$ ,  $1.635$ ;  $2V=46^\circ$ ,  $2E=80^\circ$  (około). Dyspersja mocna,  $\rho > \sigma$ . — Kryształy, ogrzane, stają się na górnym końcu elektrycznie dodatniemi.

Chem. Zasadowy krzemian cynku  $(HOZn)_2SiO_3$ , zawierający  $25.0$  krzemionki,  $67.5$  tlenku cynku,  $7.5$  wody. Ta ostatnia nie ulatnia się nawet w temp.  $340^\circ$ ; uchodzi dopiero w żarze ciemno-czerwonym. W pł. dm. trochę trzaska i topi się zaledwie tylko w krawędziach. Stopiony z sodą na węglu, daje nalot nieznaczny. Kwasy wydzielają zeń galaretę krzemionkową. Dzięki temu łatwo może być odróżniony od smitsonitu, z którym zwykły wspólnie występować: należy tylko powstałą na kalaminie żelatynę zabarwić roztworem fuksyny. (Z. Toeplitz, Pam. fizyogr., t. VII, 1887, str. 92).

Występ. Kryształy kalaminu znajdują się w niektórych żyłach kruszcowych, dalej w próżniach spatu cynkowego oraz sąsiadującego z nim wapienia. W skupieniach groniastych i nerkowatych o budowie promienisto-włóknistej

tworzy nieraz znacznych rozmiarów powłoki; występuje też w postaci pozostałości dziurkowatych i wypełnień ziarnistych. Tam, gdzie, jak u nas, towarzyszy spatowi cynkowemu, bywa wraz z nim na metal przetwarzany.

Sposobu powstawania wtórnego dowodzą okazy, znajdowane na blendzie nagryzionej. Jako krzemian trudno rozpuszczalny, wypiera on częstokroć inne minerały. Do miejscowości, posiadających pokłady kalaminu znaczniejsze, należą: Rabel i Pliberk w Karyntyi, Altenberg koło Akwisgranu, Iserlohn w Westfalii, Rezbanya na Węgrzech, Matlock w Anglii, Nerczyńsk na Syberyi, Phönixville w Pensylwanii i t. p.

W Polsce ważne złoża kalaminu kryją się w wapieniu muszlowym pasma olkusko-bytomsko-tarnowickiego, gdzie galmanowi krzemowemu stale towarzyszy smitsonit, cerusyt, galena i blenda (porówn. str. 380, 397, 460, 478). Dobrze wykształcone kryształki, skupione w szczotki lub pojedynczo narosłe na „zwykłej rudzie krzemionkowej”, zdarzają się w Bobrownikach (kopalnia Herkules). Kryształy kalaminu bywają tu też niekiedy spojone żelaziakiem brunatnym (Rozbiory chem. Z. Toeplitza, l c.). Na Śląsku piękne nieraz kryształy znajdowano w okol. Tarnowic i Bytomia, zwłaszcza w kopalniach Szarlej, Helena, Radzionków.

Pseudomorfozy po kalcycie występują koło Goslaru, Iserlohnu i in. m., po galenie koło Freiburga, po piromorficie koło Cadbeck Fell w Kumberlandzie, gdzie też zdarzają się powłoki naciekowe o barwie niebieskiej. Kalamin przeobraża się także niekiedy w wilemit lub bywa wypierany przez kwarc i malachit.

Etym. i synonim. Niem. Galmei, franc. calamine, prawdopodobnie z łac. lapis calaminaris. Polski galman (po raz pierwszy, zdaje się, u Łudowskiego 1783) oznacza zarówno węglan jak krzemian cynku. Łab. i Zejszner utartą tę nazwę zatrzymali tylko dla krzemianu. Kieselgalmei u. Kohlengalmei, Kobell = galman krzemowy i węglowy = krzemogalman i galman Altha. Hemimorphit Kennig. = hemimorf. Cynkokrusz Kluka. — Naskorupienia kalaminu jasno-niebieskie lub zielonawe z Uralu (Niżni Jagurt) Radoszkowski nazwał wagitem, na cześć Ant. Wagi, entomologa pol.

Dyoptaz. Kryształy szmaragdowo-zielone, godne uwagi ze względu na tetartoedryę romboedryczną (kl. 17, patrz str. 68, fig. 132). St. osi = 1:0.53417. Tw. 5. C. wł. 3.3. Opt. dodatni (+).  $\omega=1.667$ ,  $\epsilon=1.723$ . Skł. chem.  $H_2CuSiO_4=38.2$  krzemionki, 50.4 tlenniku miedzi, 11.4 wody. Z kwasami wydziela żelatynę. Znajduje się w ilościach niewielkich; dostarczają go głównie stopy Kirgizkie, gdzie osadzony jest w wapieniu góry Alтын-tobe, także Chili, Clifton w Aryzonie, Kongo.—Etym. Dioprase, Haüy, od *διὰ πλάττω* nawskroś widzę. Kupfersmaragd Wern. = Miedź szmaragdowa Drzew. Miedniak szmaragdowy Łab. Miedziosmaragd, Alth.

Chryzokola, grynszpanowa, na przełomie drobno-zadziorowa. Tworzy często powłoki groniaste, niekiedy też pseudomorfozy po azorycie, kalcycie i t. d.; występuje zwykle razem z malachitem. Tw. 2 do 4. C. wł. 2 do 2.2 Skł. chem.  $H_2CuSiO_4+H_2O=34.3$  krzemionki, 45.2 tlenniku miedzi, 20.5 wody; często rozm. domieszki. Z kwasami żelatyny nie daje. Schneeberg w Saksonii, Kupferberg w Bawarii, Miedzianogóra na Śląsku, Rezbarya i Mołdawa na Węgrzech, Bogosłowsk na Uralu i t. d.

Etym. *Χρυσόκολα*, Teofr. = kley złotniczy, Rzącz. Kupfergrün Wern. = zielen miedzi(ana) Drzew. Zielonokrusz Kluka. Malachit krzemionkowy i t. p. — Pokrewny jest błękit miedzi (Kupferblau G. Rosego), asperolit  $CuSiO_3+3H_2O$  i demidowit (mieszanina).



Ceryt, rombowy, st. osi = 0.998:1:0.812; zwykle droboziarnisty, brunatny jest krzemianem ceru, lantanu, dydymu, zawierającym wodę:  $(\text{Ca}, \text{Fe})_2(\text{Ce}, \text{La}, \text{Di})_6\text{Si}_6\text{O}_{23} + 3\text{H}_2\text{O}$ . Z kwasami daje żelatynę. Riddarhytta w Szwecyi.

#### Grupa nontronitu.

Krzemiany wodne metali ciężkich szeregu 6 do 8. Wiele z nich znamy tylko w stanie zbitym. Wszystkie są barwne. W kwasach rozkładają się, wydzielając galaretę lub proszek krzemionki.

Wołchonskoit tworzy powłoki nerkowate lub bywa zbity. Trawiasto-zielony lub czarno-zielony. Jest w istocie wodnym krzemianem chromu (37 krzemionki, 18 tl. chromu, 22 wody etc.). Występuje w piaskowcu, w okręgu Ochańskim gub. Permskiej.

Uranofanem nazwał Websky wodny krystaliczny (rombowy) krzemian uranu i wapnia:  $\text{CaO} \cdot 2\text{UO}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$  = krzemionki 13.9, trójtł. uranu 67.0, wapna 6.5, wody 12.6. Miodowo-żółty, czyżowo-zielony lub czarniawo-zielony. Miedzianogóra na Śląsku. Pokrewny mu jest uranotyl z Wölsendorfu i Jachimowa.

Pirosmalit, romboedryczny;  $a:c = 1:0.5308$ . Łupl. dokł. podstawowa. Tw. 4. C. wł. 3-15. Brunatny lub oliwkowo-zielony, opt. ujemny (—). Skł. chem., według Ludwiga, wielce szczególny:  $\text{H}_7(\text{Fe}, \text{Mn})_5\text{Si}_4\text{O}_{16}\text{Cl}$  = krzemionki 34.9, tlenku żel. 26.2, tlenku mang. 25.8, chloru 5.1, wody 9.2 (mniej 1.2 tlenu, odpow. chlorowi). W kwasach rozkładny. Nordmarken koło Philipstadu w Szwecyi. — Etym Pyrosmalith *Hausm.*, od πυρ ogień, σμῆλη zapach i λίθος.

Romboedryczny fryedelit (friedelit),  $a:c = 1:0.5624$ , zawiera tylko mangan:  $\text{H}_2\text{Mn}_3\text{Si}_4\text{O}_{16}\text{Cl}$  = krzemionki 35.1, tlenku mang. 51.7, chloru 5.2, wody 9.2 (mniej 1.2 tlenu, odpow. chlorowi). Aderville w Pirenejach, Pajsberg. Do pirosmalitu należy prawdopodobnie i ekmanit.

Klipsztajnit, zbity, brunatny, niekiedy metalicznie połyskujący, jest wodnym krzemianem tlenku i tlenniku manganowego. Herborn w Nassauskiem. Pokrewnie mu zdają się być stratopeit i czarny manganokrzem (Mangankiesel Leonharda), zawierający 89 krzemionki, i 8.5 tlenku manganu. Penwityt (penwithit) z Kornwalii jest prawie  $\text{MnSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Inezyt (rodotytil), trójskośny,  $2(\text{Mn}, \text{Ca})\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  = krzemionki 43.8, tlenku mang. 41.4, wapna 8.2, wody 6.6; mikokształtny ganofilit, jednokośny,  $7\text{MnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  = krzemionki 40.5, glinki 8.6, tlenku mang. 41.8, wody 9.1; naciekowy karyopilit, przybliż.  $4\text{MnO} \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  — wszystkie trzy z Pajsberga w Szwecyi. Blaszkowaty bementyt z New-Jersey jest także wodnym krzemianem manganu:  $2\text{MnSiO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  = krzemionki 42.9, tlenku mang. 50.7, wody 6.4.

Chlorofeit (chlorophäit), zbity, zwykle wypełniający pęcherze w migdałowcach, pistacyowy lub oliwkowo-zielony; na powietrzu brunatnieje lub czarnieje (skąd nazwa: χλωρός zielony i φαίος brunatny). Jest w istocie wodnym krzemianem tlenków żelaza. Szkocya, Hebrydy, Faroer.

Hizyngeryt (hisingerit), nerkowaty lub rozsiany, smolisto-czarny, zawiera krzemionkę, obydwa tlenki żelaza i wodę. Langban, Riddarhytta. Należą doń: trauilit, degeroit, gilingit, melanolit. Podobnyż jest lilit z Przybramu.

Nontronit, słomiano-żółty — czyżowo-zielony, miękki, w dotknięciu tłusty; tworzy często skupienia niekoksztatne, zawiera przybliż. 43.9 krzemionki, 37.3 tlenku żelaza, 20.9 wody, co odpowiada wzorowi:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Nontron w departamencie Dordogne, Tirschenreuth w Bawaryi, Mokra w Czechach. Pokrewnie mu są: ungwaryt albo chloropal, pingwit i graminit.

Konaryt, żółto-zielony, ziarnisty, w jednym kierunku łupliwy, jest wodnym krzemianem niklu:  $2\text{NiO} \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  = krzemionki 49.3, tlenku nikl. 40.8, wody 9.9. Podobny doń jest retzyt (röttisit), szmaragdowo-zielony lub jabłkowo-zielony, zbity. Röttis koło Reichenbachu w Saksonii.

Minerałem technicznie ważnym, w ostatnich dopiero czasach poznanym, jest garnieryt (numeit); zbity, często porowaty lub ziemisty, zielony; w isto-

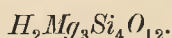
cie składa się z wodnego krzemianu niklu (NiO do 46 proc.), lecz zawiera także krzemian magnezu. Występuje w towarzystwie serpentynu koło Numei na Nowej Kaledonii; znaleziono go też w Oregonie. Wytapia się zeń czysty nikiel, który, jak wiemy, nie daje się w takim stanie otrzymywać z pirytów (ob. str. 362). Mineral ten należałoby chyba połączyć z poznanym wcześniej gentytem (gimnitem niklowym), którego skład wyraża wzór:  $2\text{NiO} \cdot 2\text{MgO} \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  = krzemionki 34·8, tlenu nikl. 28·8, magnezyi 15·5, wody 20·9. (Teksas).

Etym. Garnierite, *Clarke*, na cześć min. Garniera. Genthite, *Dana*, od min. Genth.

#### Grupa serpentynu.

Krzemiany magnezu wodne. Kryształów wyraźnych nigdy zgoła nie tworzą; zwykle zbite lub bezpostaciowe, rzadziej blaszkowate lub włókniste. W pł. dm. najczęściej bardzo trudno topliwe, twardniejące. Zwilżone roztworem kobaltu, przybierają zabarwienie blade-różowe.

#### Talk.



*Jednoskośny?*

Zdarzające się niekiedy tabliczki o zarysie sześciobocznym lub rombowym nie pozwalają na dokładniejsze określenie postaci krystalicznej, wszakże, ze względu na podobieństwo do chlorytu i miki, symetria jednoskośna zdaje się bardzo prawdopodobną. Ograniczenie stanowiłby wówczas dwuścian podstawowy  $c = (001)$ , słup  $(110)$  i dwuścian podłużny  $b = (010)$ .

Łupl.  $\parallel c$  doskonała, stąd zwykle mocny połysk perłowo-maciczny na dwuścianie podstawowym. Tw. 1. Wszystkie gatunki są łagodne i tłuste w dotknięciu. Figura, powstająca pod uderzeniem, sześciopromienna. Blaszkki są bardzo giętkie, białe, bezbarwne lub zielonawe.

Opt. W konoskopie ukazuje się obraz dwuosiowy o kącie pozornym  $2E = 17^\circ$ . Pł. o. o.  $b (010)$ , a więc równoległa do jednego z promieni figury spekań. I-sza odjemna (—) dwusieczna prostopadła do  $c (001)$ . Średni spółcz. załam. 1·55.

Chem. Wzorowi  $\text{H}_2\text{O} \cdot 3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2$  odpowiada 63·5 krzemionki, 31·8 magnezyi, 4·7 wody. Często obecna jest niewielka domieszka żelaza. Woda ulatuje dopiero w tęgim ogniu. W pł. dm. twardnieje, do 6, mocno świeci, topi się jednak zaledwie w cieniutkich blaszkach lub trzaskach. Kwasy nań nie działają.

#### Odróżniamy:

1. Talk blaszkowy. Występuje w obrębie łupków krystalicznych, zwłaszcza w ł. chlorytowym, serpentynie, dolomicie. Pięknych blaszek przezroczystych dostarczają okazy z Greiner w Tyrolu, z Gotthardu, z dol. Chamouny i t. d. Żyły o budowie prętowo-blaszkowej, osadzone w serpentynie, znaleziono koło Kraubatu w Styrii. C. wł. 2·7 do 2·8.

Łupek talkowy, biały, żółty, zielony, także różowy, o złożeniu łuskowatym, tworzy pokłady i soczewki, rozpowszechnione wśród łupków krystalicznych Alp, Uralu, Brazylii, Amer. Półn. i t. d. Mieszanina z chlorytem stanowi t. zw. kamień garnkowy (garnkowiec) koło Chiavenny, Sobotina etc. Wyrabiają zeń koryta, kafle do pieców; używa się on także jako kamień ogniotrwały

przy budowie pieców wielkich, w Norwegii półn. też jako materiał budowlany. W łupku talkowym i garnkowcu osadzone często bywają piękne minerały, jak słupy aktynolitu, przezroczyste romboedry dolomitu i magnezytu, dalej granaty, na Uralu także bezkształtne masy oliwinu.

Talk drobnoblaszkowy tworzy często pseudomorfozy po aktynolicie, bronzycie, salicie. Przeobrażenia te wskazują, że i łupki talkowe są utworami, pochodzącymi z minerałów pokrewnych.

2. **Steatyt.** Talk zbity, dający się łatwo krajać. Bywa biały, zielonawy, szarawy, w dotknięciu tłusty; do języka nie przylega. C. wł. 2·6 do 2·8. Występuje w skupieniach nieforemnych lub bulach, mających często powierzchnię nerkowatą, a osadzonych w ziarnistym wapieniu i dolomicie, w serpentynie, łupku mikowym, granicie. Często napotymane pseudomorfozy należą do dwu rodzajów: jedne — po salicie i aktynolicie — są przeobrażeniami, drugie — po kwarcu i dolomicie — zastąpieniami.

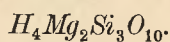
Na bliższą w tym względzie uwagę zasługuje występowanie steatytu w Göpfersgrünie koło Wunsiedel w Bawarii, opisane przez Naucka (Pogg. Ann. 75, str. 129). Zalega on tu pomiędzy granitem a łupkiem mikowym i filitem. Wszystko przemawia za tem, że pierwotny pokład wapienia przeobraził się naprzód w dolomit, przyczem w szczelinach osadziły się kryształy tego ostatniego i kwarcu, i że następnie pokład ten został stopniowo wyparty przez substancję talkową. Z masy steatytu zbitej dają się niekiedy odłupać pseudomorfozy, rozpowszechnione po zbiorach. Znane łóżyska steatytu znajdują się też w Briançon we Francji, Lowell w Massachusetts.

Użyt. Steatyt, podobnie jak talk, używa się jako smar, bielidło, także do pisania, na ogniotrwałe palniki do lamp gazowych i t. p. Wiele rzeźb chińskich, których materiał nazwano obrazkowcem, agalmatolitem, pagodytem, składa się ze steatytu lub pirofilitu.

Etym. i synonim. Nazwę talk (talc, talco, talcum) spotykamy już u pisarzy arabskich w. IX, którzy ją wzięli prawdop. ze wschodu. U nas *Rzecz.* i *Lud.* pisali talk, *Kluk* — talek. *Łabęcki*, sądząc, że pochodzi z niem. Talg, spolszczył ją na łojek, co się przyjęło. Niem. Topfstein = kamień garnkowy *Drzew.*, garnkowiec *Kluka*, *Symon*. Steatites *Plin.*, od στεῖατ tłuszcz, lój. Niem. Speckstein = słoninnik *Kluka*, słoniniec *Symon*, słoninowiec *Kuszań*. Kreda hiszpańska *Kluka*, etc. Agalmatolithus, *Klapr.*, od ἀγάλμα posąg i λίθος, stąd niem. Bildstein = pol. obrazkowiec *Symon*.

Należą tu również talkoid, talk żelazisty (Eisentalc), renseleryt (reusselärit).

### Sepiolit.



*Zbity.*

Dla ważności w technice minerał ten, skąpo zresztą rozpowszechniony, rozpatrzmy osobno. Bywa on zbity lub występuje w skupieniach bulastych. Przełam płaskomuszlowy, matowy. Tw. 2 do 2·5. Rysę ma połyskującą, w dotknięciu jest tłusty, przylega do języka; jest nieprzezroczysty, bywa żółtawo-biały lub szarawo-biały. C. wł. 2, pozornie jednak mniejszy, niekiedy poniżej 1.

Chem. Wzór  $2H_2O \cdot 2MgO \cdot 3SiO_2$  odpowiada substancji wysuszonej, minerał świeży zawiera wody więcej o  $2H_2O$ . Skład teor. w obu razach: krzemionki 60·8 (54·2), magnezyi 27·0 (24·1), wody 12·2 (21·7). W pł. dm. marszczy

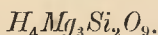


się, twardnieje i topi się w krawędziach na białą emalię. W kwasach rozkłada się, wydzielając krzemionkę kłaczkowatą.

Występuje, jako wtrącenia, wśród młodocianych utworów osadowych, u podnóża pagórków serpentynowych: w Azji Mniejszej na równinie Eski-Szer, wraz z kwarcem tłustym na Negroponte, ilości niewielkie zawarte są także w serpentynie koło Hrubszyc na Morawach i t. d. Używa się, jak wiadomo, na wyrób cygarnic i fajek. Zdaje się, że minerał ten obrabiano też w starożytności na kosztowne naczynia (samoskie). Podobny doń jest afrodyt z Langbanshytta.

Etym. i synonim. *Sepiolith*, *Glocker*, dla podobieństwa do sepii z lekkości i porowatości. *Meerschäum Wern.* = piana morska *Drzew.*, późn. pianka morska (*Lab.*). *Lulkówka Symon.* *Aphrodit*, *Berlin*, od ἀφρός piana.

### Serpentyn.



Zbitą.

Kryształów nigdy nie tworzy, lecz tylko masy, żyły i wtrącenia zbite o przełamanie muszlowym lub zadzierzystym, rzadziej żyły cienko-włókniste. W świetle spolaryzowanem widać jednak, że i odmiany zbite składają się z blaszek i włókien nadzwyczaj drobnych.

Tw. 3 do 4, nieco tylko kruchy. Twardość okazów, zawierających jeszcze oliwin lub wsiąki opalu, jest większa. C. wł. 2·5 do 2·7.

Opt. Gatunki włókniste (antygoryt, chryzotyl) dają wyraźny obraz dwuosiowy: I-sza dodatnia (+) dwusieczna równoległa do osi włóknistości. Pozorny kąt osi nadzwyczaj zmienny, od 16° do 98°,  $\rho > v$ . Spółcz. załam.: 1·560, 1·570, 1·571 (antygoryt z Piemontu).

Chem. Wzorowi  $2H_2O \cdot 3MgO \cdot 2SiO_2$  odpowiada 43·5 krzemionki, 43·5 magnezyi, 13·0 wody, atoli zawsze obecna jest domieszka odpowiedniego krzemianu żelaznego  $H_4Fe_3Si_2O_9$  w ilości takiej, że zawartość tlenku żelaza nie przekracza zwykle 12 proc. W serpentynie po raz pierwszy został odkryty przez Marggrafa magn(ez). W pł. dm. żarzy się białło lub jasno i topi zaledwie w krawędziach najostrzejszych; po wypaleniu, potraktowany wodą w temp. 210°, znów się z nią łączy w ilości 16 proc., co odpowiada  $3H_2O$  (Lemberg). W kwasie solnym rozkłada się powoli, w siarczonym — prędzej.

Powsta w. Znajduje się najczęściej w obrębie łupków krystalicznych, pozatem wogóle tam, gdzie zwykł występować oliwin. Ukazuje się często w pseudomorfozach, które powstają z minerałów, obfitujących w magnez. Dokładniej poznano kryształy fałszywe po oliwinie, chondrocyte, montyczelicie, dalej po granacie, augicie, amfibolu. Dostrzeżono prócz tego pseudomorfozy zastąpień po dolomicie, kalcycie i w. in. Do wyników najpomysłniejszych doprowadziły badania nad pseudomorfozami po oliwinie. Dawniej miano je za kryształy prawdziwe; odkąd jednak Quenstedt i Haidinger dowiedli, że postać ich jest postacią oliwinu, i kiedy G. Rose i Websky wykazali zbitą ich budowę, pochodzenie wtórne tych utworów żadnej nie pozostawiało wątpliwości. Zresztą koło Snarum w Norwegii znaleziono okazy, posiadające niezmiennione jeszcze jądra oliwinowe.

Początek przeobrażenia ujawniają owe drobne kryształy z Trawerselli, którym nadano nazwę wilarsytu. Mają one skł. chem. oliwinu wodnego,

orientację zaś optyczną zmienioną w takiż sam sposób, jak w bronzycie, częściowo przeobrażonym (porówn. protobastyt i bastyt). Dalszy ciąg przemiany polega najczęściej na tem, że nowopowstający serpentyn, posiadając objętość większą, niż minerał pierwotny, rozsadza ten ostatni stopniowo, torując przenikającej wodzie wciąż nowe drogi. Rozrasta się on nakształt sieci i przybiera budowę komórkową, str. 130.

Odróżniono większą liczbę gatunków, które atoli dadzą się skupić w sposób następujący.

Serpentynem szlachetnym zwane są gatunki zbite jasnokolorowe o zabarwieniu czystem, przełamie muszlowym nieco połyskującym. Barwa bywa słomiano-żółta, siarczysto-żółta, czyżowo-zielona, szparagowa, porowa. Serp. szlachetny napotyka się dość często w wapieniu ziarnistym, jako utwór powstały najczęściej z oliwinu, rzadziej z chondrodytu, które w wapieniu takim często bywają osadzone. Należą tu również żółte pseudomorfozy po oliwinie ze Snarum w Norwegii, Atwerp w New-Yorku, Ekaterynburga na Uralu, także kryształły fałszywe po augicie i amfibolu z Easton w Pensylwanii, po montyczelicie z Monzoni etc.

Williamsyt i bowenit są serpentynami jabłkowo-zielonemi; retynalit jest jak miód żółty. Nazwa pikrolitu stosuje się do żył i powłók przegowatych o kolorze jaśniejszym. Interesujący pod względem optycznym jest czarniawo-zielony cienkołupkowy antygoryt, którego cienkie płytki ujawniają piękną barwę porowo-zieloną i zachowują się, jak kryształ opt. dwuosiowy (p. wyżej), prawdopodobnie wskutek równoległego uszykowania włókien oddzielnych. Błazkowaty i jasno zabarwiony marmolit jest też słabo dwójłomny.

Serpentyn pospolity. Nazwa ta ściąga się do minerału nieczystego oraz do mas jego skalnych. Barwa najczęściej ciemniejsza: ciemno-zielona do czarno-zielonej, zwykle w połączeniu z rysunkiem plamistym, żyłkowatym, przypominającym deseń skóry węża. Podobieństwo to bywa zwykle podawane za przyczynę nazwy. Przełam zadziorowy, matowy. Skała serpentynowa tworzy zazwyczaj pokłady wśród gnejsów, granulitów, wapieni ziarnistych, amfibolitów i t. p. lub też wiąże się z gabbrem. Kopulaste masy serp. wrzynają się nieraz w spoczywające na nich warstwy młodsze. Wzmiankowane również często bywają niekształtne pnie serpentynu, tudzież żyły. Serpentyn pospolity odznacza się zwykle budową komórkową, wskazującą pochodzenie oliwinowe, a serpentyny twarde przepełnione są jeszcze ziarnkami oliwinu, tkwiącemi w oczkach sieci. Sandberger i autor, którzy sprawą przemiany oliwinu zajmowali się bliżej, zjawisko to objaśniają w ten sposób, że przedewszystkiem woda zwyczajna unosi część magnezu:  $2(2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2) + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{MgO} \cdot \text{CO}_2$ . Reakcja ta tłómaczy, dlaczego zwykłym towarzyszem serp. bywa magnezyt. Żelazny krzemian oliwinu podlega w części przeobrażeniu analogicznemu i daje krzemian żelaza serpentynowy, albo też pod wpływem wód deszczowych rozkłada się całkowicie, zamieniając się z jednej strony na magnetyt, z drugiej zaś wydzielając krzemionkę wolną. Tak objaśnia się ciągle w tym procesie powstawanie magnetytu, mające w swym skutku ciemny rysunek siatkowy, tudzież stateczne występowanie opalu, półopalu, chalcedonu w sąsiedz-

twie serpentynu. Obecność niklu, stwierdzona w niektórych serpentynach, zgadza się z faktem, iż metal ten znaleziono również w wielu oliwinach.

W serpentynie zbitym dostrzegamy niekiedy ziarna, rzucające odblaski metaliczne, obdarzone wybitną skorupowatością oraz barwą zieloną do brąnatnej: jest to bastyt, czyli spat migający, tworzący pseudomorfozy po bronzycie (str. 488). Niektóre z nich zachowały niewyraźne zarysy kryształów; bastyt z Harzburga przejęty jest ziarnami serpentynu. Skład chem. bastytu bywa atoli inny, niż otaczającego serpentynu, albowiem zawiera mniej magnezyi. W serpentynie występują też niekiedy minerały takie, jak melanit, pirop (str. 533), klinochlor, chromit, piryty arsenowe i t. p. W niektórych skałach serpentynowych dają się zauważyć resztki amfibolu, skąd Weigand wnosi, że powstać one musiały ze skały amfibolowej. (O pochodzeniu serpentynów: G. Rose, Zeitschr. geol. Ges., t. 3, str. 109. Websky, tamże, t. 10, str. 277. Sandberger, Jahrb. Min. 1866, str. 385, oraz 1867, str. 171. Autor, Sitzber. Ak. Wiedeń., t. 65, dział I, str. 261. Weigand, Tschermak's Min. Mitth., 1875, str. 183).

Użył. Serpentyń bywa często stosowany w architekturze. We Włoszech używano go dawniej wraz z marmurem na fasady; brekcyja serpentynowo-wapienna używa się często również do celów dekoracyjnych. Koło Zöblitz w Saksonii, Epinal we Francyi powstały niewielkie ogniska przemysłowe, oparte na obrabianiu serpentynu w kształt kubków, waz, lichtarzy, puszek, statuetek i t. p.

Hydrofit, dženkinsyt (jenkinsit), forhauzeryt zaliczają się do serpentynu.

Chryzotyl, azbest serpentynowy. Jest to minerał cienko-włóknisty o pięknym połysku jedwabistym, tworzący często żyły w serpentynie pospolitym. Budowa serpentynu włóknista występuje tu zatem makroskopijnie. Barwa oliwno-zielona, niekiedy też ciemniejsza lub jaśniejsza do białawej (leukotyl). Włókna zawsze są ustawione prostopadle do płaszczyzny szczelinowej, agregaty zaś ich zachowują się pod względem optycznym (p. wyżej) w sposób, zniewalający Webskiego do przypisania im krystalizacji rombowej. Piękne zielone i żółte sznury azbestowe przebiegają serpentyn w Reichensteinie na Śląsku, Zöblitz w Saksonii. Większe ilości azbestu serpentynowego pochodzą z Włoch północnych, Uralu, Kanady.

Użył. Przez rozcieranie i skubanie daje się łatwo zamienić na masę miękką, wełnistą, używaną dawniej na wyrób ogniotrwałych tkanin, papieru i t. p. Obecnie przygotowana z tego azbestu masa (papka) używa się do ścisłego spajania rur gazowych, wełna azbestowa — na ściany kas ogniotrwałych, tkanina — na rękawiczki dla straży ogniowej i t. p.

Etym. i synonim. U *Dioscoridesa* λίθος ὀφίτης, u *Plin.* ophites (ὄφις wąż). Później zlatynizowany na serpentaria *Agric.*, 1546, serpentina *Boetius*, serpentini *Cronstedt* 1758. Serpentyń *Kłuka*, *Drzew.* = żmijowiec *Symon.*, *Drzew.*, *Kłęska* = wężowiec *Drzew.*, *Lab.*, *Altha.* Pikrolith *Hausm.*, od πικρός gorzki i λίθος, aluzya do magnezyi. Antigorit *Schweizera*, od dol. Antigorio w Piemoncie. Bastit *Haid.*, od miejsc. Baste pod Harzburgiem; niem. Schillerspath, Schillerstein = pol. spat migający, kamień migający (*Drzew.*). Chrysotil, *Kobel.*, od χρυσός złoto i τιλα włókna.

Baltymoryt należy do chryzotyłu, skóra górna z dol. Ziller i Norwegii jest zawikłanie włóknistym chryzotyłem. Drzewo górne (ksylotyl) oraz korek górny zdają się być produktami przeobrażeńiowemi. Metaksyt (od μέταξα surowy jedwab')



jest pozbawiony wyraźnego połysku jedwabistego, albowiem nie ujawnia budowy chryzotyłu równoległo-włóknistej.

Obok serpentynu położyć należy minerały, różniące się odeń zarówno zawartością wody, jak i stosunkiem krzemionki do magnezyi.

Do minerałów w wodę uboższych należą:

Pikrosmin,  $H_2Mg_2Si_2O_7$ , przecikowy do włóknistego. Tw. około 3, łagodny. Barwa zielona, zielonawo-szara do czarniawo-zielonej. Haidinger przypisuje mu krystalizację rombowa z powodu dwu jednakowych pł. łupliwości. Prawdopodobnie jest produktem rozkładowym. Przysecznice w Czechach, Windischmatri i Greiner w Tyrolu. (Od *πικρός* gorzki i *ἰσμή* zapach, który wydaje przy zwilżaniu wodą. *Haid.*).

Blaszkowaty pirkofil jest, według Dany, piroksenem zwietrzałym, podobnież przecikowaty lub ziarnisty piralolit.

Spadait  $H_8Mg_5Si_6O_{21}$ , zbity, przeświecający, łagodny. Saponit (mydleniec *Klu-ka*), bardzo łagodny i miękki, szarawy do brunatnego; podobnież piotyn. Neolit, miękki, mydlasty, ciemno-zielony — czarniawy.

Minerałami w wodę zasobniejszymi są:

Gimnit (od *γυμνός* nagi), inaczej deweylit,  $Mg_4Si_3O_{10} + 5 - 6H_2O$ , przypomina żywicę, bywa splekany, miodowo-żółty; webskit  $H_2(Mg, Fe)SiO_4 + 2H_2O$  czarno-zielony, bezpostaciowy; cerolit (kerolit),  $H_6Mg_2Si_2O_9$ , żółty, szary, czerwony; pimelit (od *πυμελή* tłuszcz),<sup>6</sup> jableczano-zielony, tłusty w dotknięciu; dermatyn (od *δέρμα* skóra), ciemno-zielony, przeświecający w krawędziach. Wypalone, wszystkie ciemnieją lub czernieją.

#### Grupa chlorytu.

Krzemiany zasadowe, zawierające magnez i glin, bardzo często też i żelazo, alkaliów pozbawione. Woda ulatnia się dopiero w tęgim żarze. Wszystkie łupią się doskonale w kierunku ściany podstawowej i dają zwykle blaszki giętkie; często ukazują się w kryształach, pozatem bywają blaszkowate, łuskowate, także zbite i ziemiste. Najczęściej są zabarwione na zielono lub dają rysę bladzieloną. Zazwyczaj topią się trudno. (Autor, Sitzungsber. Ak. Wiedeń., t. 99, str. 174, oraz t. 100, str. 29).

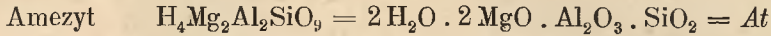
**Chloryt, ortochloryt.**  $H_8Mg_5Al_2Si_3O_{18}$ . *Kl. słupa jednoskośn. (5).*

Kryształy jednoskośne, o zarysie ogólnym sześciolub trójbocznym, przypominającym postaci heksagonalne lub romboedryczne.

Łupl. podstawowa || *c* doskonała, blaszki giętkie i łagodne. Tw. 2 do 3, niekiedy pozornie mniejsza. Figury splekań krystalicznych sześciopromienne, jak na mice. C. wł. 2·65 do 2·97.

Opt. Barwa zielonawo-biała, porowo-zielona, szarawo-zielona, czarniawo-zielona, niekiedy też niebiesko-zielona. Na ścianie łupl. *c* często połysk perłowo-maciezny. Różnobarwność częstokroć bardzo mocna: uważany przez *c*, wydaje się zielonym, w kierunku zaś prostopadłym—żółtym lub czerwonym. Blaszkę odłupaną daje w konoskopie obraz jedno- lub dwuosiowy o kącie nader zmiennym. Pł. o. o. najczęściej || (010), rzadziej ⊥ (010). I-sza dwusieczna bądź prostopadła do *c*, bądź też nieco nachylona (w odmianach wyraźnie dwuosiowych). Charakter opt. raz dodatni (+), drugi raz ujemny (—).

Chem. Chloryty, według autora, są mieszaniną równopostaciową dwu krzemianów, z których jeden, glinu pozbawiony, odpowiada serpentynowi, drugi zaś glinowy — rzadkiemu ameytowi.



Obadwa związki atomistycznie są sobie równe. Wzorowi, podanemu w nagłówku, wyrażającemu zespolenie obu krzemianów w stosunku cząsteczkowym ( $SpAt$ ), odpowiada 32·5 krzemionki, 18·4 glinki, 36·1 magnezyi, 13·0 wody. Prócz tego obecne są domieszki krzemianów, zawierających zamiast magnezyi tlenek żelaza, miasto zaś glinki — tlennik żelaza lub chromu. W pł. dm. ch-ty topią się bardzo trudno i tylko w blaszkach najcieńszych; gatunki, w żelazo zasobniejsze, topią się łatwiej na szkło czarne. Kwas solny działa na nie słabo; gatunki żelaziste są już łatwiej rozkładne.

Według przyjętego zwyczaju odróżniamy ogniw następujące:

penin . . . . .	$Sp_3At_2$	do $Sp At$
klinochlor . . . . .	$SpAt$	" $Sp_2At_3$
prochloryt . . . . .	$Sp_2At_3$	" $Sp_3At_7$
korundofilit . . . . .	$Sp_3At_7$	" $SpAt_4$
amezyt . . . . .	$SpAt_4$	" $At$

Występ. Kryształy chlorytów występują w rozpadlinach łupków „zielonych“, chlorytowych, tremolitowych, serpentynu i t. p., także w pokładach magnetytu, chromitu. Gatunki blaszkowate i łuskowate tworzą skałę — łupkę chlorytową.

O sposobie powstawania wtórnym świadczą liczne pseudomorfozy, będące w części przeobrażeniami aktynotu, granatu, oliwinu, wezuwianu, feldspatu, w części zaś zastąpieniami kalcytu, fluorytu, magnetytu, błyszczu żelaza.

Chloryty najpospolitsze należą do pierwszych trzech ogniw.

Penin. Bardzo są znane kryształy zielonawo-niebieskie z Zermatt, u podnóża Monte Rosa, mające wygląd romboedryczny, jak na fig. 1 i 2. Ściany  $i$ ,  $w$

Fig. 1.

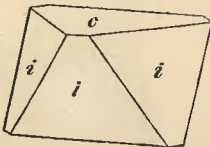


Fig. 2.

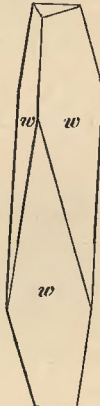


Fig. 4.

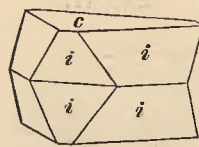


Fig. 3.

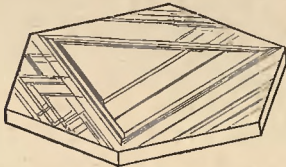
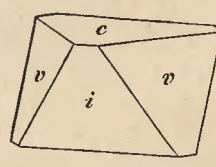


Fig. 5.



są zrysowane poziomo. Kąt  $ci = 76^\circ 5'$ ,  $cw = 85^\circ 10'$ . Postaci  $i$  oraz  $w$  na kryształach szwajcarskich pozostają względem siebie w stosunku takim, jak  $R$  do  $3R$ . Bliźniaki według prawa: pł. bliźniaczą ściana podstawowa  $c$ , jak na fig. 4, dość pospolite. Kryształy tabliczkowe, o trójkątnym rysunku schodkowatym, zależnym od ścian wązkich, fig. 3, występują przeważnie w dol. Ziller-



Powstawanie kryształów pozornie romboedrycznych z osobników jednoskośnych, posiadających kąty klinochloru, wyjaśniliśmy na str. 99 i 100.

Opt. Jedne kryształy bywają dodatnie (+), drugie — ujemne (—). Dwój-  
lomność tak nieznaczna, że cienkie blaszki nie dają zgoła pierścieni barwnych.  
Spółcz. załam.: najmn. 1·576, najw. 1·578. Czarny krzyż rozrywa się często,  
i wówczas poznajemy pola, których pł. osiowe różnią się o 120°, odpowiednio  
do budowy bliźnięcej.

Skład chem. odpowiada zwykle stosunkowi  $Sp_3At_2 = 34\cdot7$  krzemionki,  
14·6 glinki, 37·7 magnezyi, 13 wody; prócz tego najczęściej obecne jest jeszcze  
żelazo w obydwu stopniach utlenienia. W niektórych, nielicznych zresztą, ga-  
tunkach stosunek ten jest  $SpAt$ , zbliża się przeto już do działu następnego.

Kryształy największe i najpiękniejsze pochodzą z Findelengletscher i Rym-  
fischwäng ponad Zermattem. Kryształy znajdowane również bywają w dol. Bin-  
nen w Szwajcaryi, koło Ali w Piemontcie i w dol. tyrolskiej Ziller. W łupkach  
chlorytowych penin bywa rzadszy, niż klinochlor.

Fig. 7.

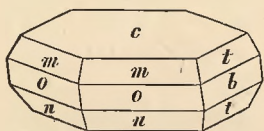


Fig. 6.

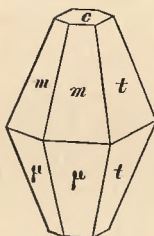


Fig. 9.

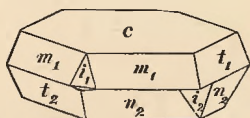


Fig. 8.

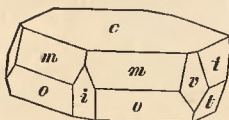


Fig. 10.

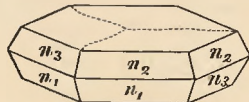


Fig. 12.

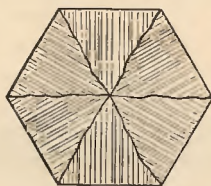


Fig. 11.

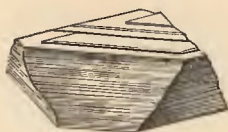


Fig. 13.



Kemereryt o barwie różowej kwiatu brzoskwiniowego, niebieskawej lub zielonej,  
zawiera chrom. Kryształy jego miewają często wejrzenie heksagonalne, jak na fig. 6;  
optycznie zachowuje się jak penin. Niekiedy jądro kryształu składa się z kemererytu,  
równoległą zaś powłoka z klinochloru. W szczelinach chromitu w Texas, w Pensylwa-  
nii, w Bissertsku na Uralu, nad jez. Itkul koło Miaska, koło Kraubat w Styryi. Należy  
tu również i zbity rodochrom. Również chrom zawierający koczubeit, co do skł.  
chem., stoi pomiędzy peninem a klinochlorem. Tabergit zdaje się być mieszaniną ści-  
słą peninu z flogopitem.

Pseudofit Kenngotta ze Ždiaru na Morawach, Plawa i Czkinia w Czechach jest  
chlorytem, przypominającym serpentyn, zbitym, jableczano-zielonym, prawie odpowiada-  
jącym peninowi. W dwu ostatnio wymienionych miejscowościach powstał on drogą  
przeobrażenia feldspatu. Piknotrop z Waldsteinu w Saksonii zdaje się również być pro-  
duktem przeobrażenia, zmieszany wszelako z muskowitem. Loganit jest minerałem  
wtórnym, ujawniającym często postać amfibolu.



Klinochlor. Kryształy bywają często tabliczkowate i ujawniają wyraźniej symetrię jednoskośną. Na takich zwykłych ścianach są:  $c = (001)$ ,  $t = (013)$ ,  $b = (010)$ ,  $m = (112)$ ,  $\mu = (11\bar{2})$ ,  $n = (\bar{2}2\bar{5})$ ,  $o = (\bar{1}11)$ . Niektóre kombinacje mają wejrzenie heksagonalne, jak na fig. 6, inne znów, na których przeważa  $i = (10\bar{1})$  i  $v = (132)$ , fig. 5, są identyczne z kryształami peninu. Koło Westchester w Pensylwanii występują kryształy wielkie o postaci niezwyklej, fig. 11.

$$\begin{array}{llll} \text{Kąty: } oo = 58^{\circ} 32' & mm = 54^{\circ} 23' & ci = 76^{\circ} 5' & co = 77^{\circ} 53' \\ & cn = 61^{\circ} 28' & cm = 66^{\circ} 3' & cv = 75^{\circ} 37' & ct = 71^{\circ} 46' \end{array}$$

Stosunek osi =  $0.57735 : 1 : 2.2771$ ,  $\beta = 89^{\circ} 40'$ .

Dwojaki—według prawa miki (str. 93), którego mocą dwa osobniki obrócone są względem siebie o  $120^{\circ}$ , zdarzają się często; również pospolite są trojaki według tego samego prawa. Te mają wygląd kryształów zgoła heksagonalnych. Fig. 10 wyobraża zrostek trzech takich osobników. Najczęściej jednak kryształy składają się z wielu blaszek bliźniaczych. Prążkowatość, widoczna na ścianie podstawowej, fig. 12, pochodzi od bliźnięcości, podobnie jak budowa postaci robako-kształtnych, fig. 13, występujących w Piemontcie, a będących skutkiem wielokrotnego zrastania się blaszek.

Opt. Oryentacja również zmienna. Charakter dodatni (+). Kąt osi opt. niekiedy bardzo mały, częściej dość wielki; kąt osi pozorny sięga nieraz  $90^{\circ}$ . Pł. o. o.  $\parallel b$  lub też  $\perp b$ . I-sza dwusieczna w kryształach pojedynczych z normalną do ściany wierzchołkowej tworzy  $6^{\circ}$  do  $8^{\circ}$ . Spółcz. załam.: 1.585, 1.588, 1.596 (M. Lévy i Lacroix). Na kryształach z Achmatowska autor zmierzył:  $2E = 32^{\circ}$ ,  $\rho < v$ ,  $\epsilon c = 2^{\circ} 30'$ ; na kryształach zaś z Westchester:  $2E = 89^{\circ} 40'$ ,  $\epsilon c = 7^{\circ} 10'$ . W obu razach pł. o. o. była  $\parallel (010)$ .

Skł. chem. często odpowiada stosunkowi  $Sp_2At_3 = 30.3$  krzemionki, 22.0 glinki, 34.8 magnezyi, 12.9 wody; atoli i tutaj najczęściej z pewną domieszką żelaza.

Kryształy, wyraźnie rozwinięte, występujące w towarzystwie granatu i dyopsydu, znamy z Achmatowska na Uralu, Schwarzensteinu w dol. Ziller, Pfitsch i Pfunders w Tyrolu, Zermatt w Wallisie. Klinochlor blaszkowy znajduje się koło Trawerselli w Piemontcie, Markt Leugast w Bawaryi, koło Arendalu i t. d. Łupki chlorytowe składają się przeważnie z klinochloru. Niekiedy napotyka się zrosty równoległe z biotytem.

Blado-zielony lub żółtawy leuchtenbergit ze Zlatoustu na Uralu i in. m. należy do klinochloru. Jest on prawie pozbawiony żelaza. Piroskleryt z Elby zdaje się należeć do chlorytu, towarzyszący zaś jemu chonikryt różni się zawartością wapna.

Prochloryt. Kryształy drobne o wejrzeniu heksagonalnem, prawie jak na fig. 6 i 7, często zrosłe nakształ grzebienia lub poduszeczki, wałka, albo też graniastostupy sześcioboczne, skręcone na podobieństwo robaka, fig. 13; najczęściej atoli skupienia luźne, ziarniste, łuskowate, ziemiste, których najdrobniejsze plewki tworzą nieraz powłoki na kryształach lub nawet całkowicie je przejmują. Barwa wszystkich gatunków zielona do czarno-zielonej, rysa seledynowo-zielona. Podobnie jak kryształy nie nadają się do pomiarów, tak też i oryentacja ich optyczna nie została bliżej zbadana.

Skł. chem. odpowiada często stosunkowi  $SpAt_2$ , ale zawsze ze znaczną zawartością żelaza. O ile krzemiany magnezyi i tlenku żelaza równoważą się, wzór ten wymagałby 25·5 krzemionki, 21·6 glinki, 26·6 tlenku żelaza, 14·9 magnezyi, 11·4 wody. Tego rodzaju chloryty, w żelazo obfitujące, Breithaupt oznacza nazwą onkoitu, uboższym zaś daje miano lofoitu.

Prochloryt rzadko występuje w kryształach cokolwiek większych lub okazach blaszkowatych; zazwyczaj tworzy on skupienia łuskowato-ziarniste, wypełniające gniazda i szczeliny w gniejsie, granicie, łupku chlorytowym, tudzież w dawniejszych łupkach gliniastych. Tego rodzaju masy otaczają nieraz kryształy kwarcu, apatytu, albitu, fluorytu. Powłoki zielone mączyste na druzach adularu, kr. górnego, peryklinu, na kryształach tytanitu etc. są również prochlorytem. Przykładów dostarczają liczne miejscowości Alp austriackich, szwajcarskich, francuskich. Skręcone nakszałt robaka drobne słupki, częstokroć w kryształach wymienionych zawarte, nazwane przez Volgera helminthem, należą po największej części do prochlorytu. Skupienia jego łuskowate i ziemiste rozpadają się niekiedy na pręciki i występują w żyłach oraz pokładach rud żelaznych Kornwalii, Arendalu, Sali i t. d.

Pseudomorfozy chlorytu po promieniowcu, granacie, kalcycie składają się zwykle z prochlorytu. Zastąpienia, rugujące kwarc i felspaty, zdarzają się też niekiedy.

Grochowit, występujący koło Grochowy na Śląsku, należy do prochlorytu. Korundofilit z Chester w Mass., podobny do klinochloru, odpowiada stosunkowi  $SpAt_4$ . Amezyt, występujący tamże, składa się prawie wyłącznie ze związku  $At = H_4(Mg, Fe)_2Al_2SiO_9$  = krzemionki 21·4, glinki 32·3, tlenku żelaza 15·8, magnezyi 19·9, wody 10·9.

Etym. i synonim. Chlorit, *Wern.*, od  $\chiλωρός$  zielony. Orthochlorit, *Tscherm.*, od  $\sigmaρθός$  prosty, właściwy i chloryt. Pennin, *Fröbel*, od Alp pennińskich (w kant. Wallis). Kämmererit, *Nordensk.*, na cześć aptek. Kämmerera. Rhodochrom, *Fiedler*, od  $\rhoόδον$  róża i  $\χρῶμα$  kolor, aluzya do koloru. Klinochlor, *Blake*, od  $\κλίω$  nachylam, aluzya do kryształizacji, wyraźnie jednoskośnej. Ripidolith, *Kobell*, od  $\rhoιπίς$  wachlarz i  $λίθος$ , aluzya do złożenia (= klinochlor). Leuchtenbergit, *Jewreinow*, na cześć ks. Maksym. Leuchtenberskiego. Prochlorit, *Dana*, od  $\piρό$  przed i chloryt, t. j. chloryt najpierw poznany. Helminth, *Volger*, od  $\ελμυς$  robak. Korundophilite, *Shepard*, od korund i  $\ φίλος$  przyjaciel, aluzya do wspólnego występ. Amesite tegoż, od  $\acute{\alpha}\muετος$  bezpośredni, aluzya do odrębności składu (?).

Chloryty, różniące się skł. chem. od ortochlorytów (chl. właściwych), autor skupia pod nazwą leptochlorytów (od  $\lambdaεπτός$  drobny, słaby, niepokaźny). Te rozpadają się na dwa szeregi.

Do szeregu pierwszego należą: szamozyt, minerał zielony, zbity, rozpowszechniony wraz z magnetytem w rudach żelaznych oolitowych koło Chamoson w Wallisie, w dol. Maderan, w sylurze czeskim. Dafnit, groniasty, koncentrycznie skorupowy, promienisty, seledynowy. Dyabantyt, afrosydyryt, czarniawo-zielony, zbity, łuskowaty, drobno-ziarnisty. Delessyt także promienisto-pręcikowy lub ziemisty wypełnia próżnie migdałowe w melafirze; rumpfit, drobno-ziarnisty, zielonawo-biały. Skład chem. tych chlorytów daje się wyprowadzić ze skł. ortochlorytów, skoro w tych ostatnich część  $MgHO$  zastąpimy przez  $H$  lub  $Mg$ .

Do szeregu drugiego zaliczają się: stryglówit (strygowit), ciemno-zielony, zbity, w granitach Strzygłowa (niem. Striegau) na Śląsku osadzony, obfitujący w żelazo:  $H_4(Fe, Mn)_2(Al, Fe)_2Si_2O_{11}$ , czyli  $At \cdot SiO_2$ . Kronsztedyt (cronstedtit), kruczo-czarny,



kryształy pozornie romboedryczno-hemimorficzne, wyglądające jak wierzchołki ostrego romboedru w na peninie i podobnie wykazujące kąty. Lostwithiel w Kornwalii, Hora Kutna w Czechach; skupienia pręcikowe koło Przybramu. Skł. chem. odpowiada stosunkowi  $\text{At}_2 \cdot \text{SiO}_2$ , przychem glin i magnez prawie całkowicie wyparte są przez żelazo:  $3\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . Turyngit, zbity, oliwkowo-zielony, należy do poprzedniego, ale jest uboższy w żelazo. Metachloryt, podobny do poprzedniego, stoi pomiędzy nim a klinochlorem. Czy podobny do kronsztedytu a występujący w Zuckmantel, Weiburgu, Nordmarku stylpnomelan należy tutaj, dotychczas nie wyjaśniono.

Pomiędzy chlorytami a mikami właściwymi może być postawiona grupa mik kruchych (gr. klintonitu), obejmująca glinokrzemiany, które wyróżniają się z pośród wodorokrzemianów twardością większą, dochodzącą do 6 (Autor i Sipöcz, Zeitschr. f. Kryst., t. 3, str. 496).

Chlorytoid (spat chlorytowy), jednoskośny; najczęściej masy ciemno-porowo-zielone lub czarno-zielone, blaszkowate lub skorupowe, kruche, osadzone w kwarcu koło Pregratten w Tyrolu, w wapieniu ziarnistym koło Ekaterynburga na Uralu, pozatem także w łupkach półkrystalicznych. C. wł. 3-4 do 3-6. Pł. o. o. 010, I-sza dwusieczna (+) z normalną do 001 tworzy  $12^\circ$ ; kąt osi opt. duży,  $\rho > v$ ; różnobarwność bardzo mocna: żółtawo-zielona — indygowo-niebieska. Skł. chem.:  $\text{H}_2\text{FeAl}_2\text{SiO}_7 = 23.7$  krzemionki, 40.7 glinki, 28.5 tlenku żelaza, 7.1 wody. Należy tu również zysmondyn (sismondin), mazonit (masonit), otrelit; ten ostatni tworzy łuski w łupku gliniastym koło Ottreza na granicy belgijskiej, w Pirenejach i in. m.

Ksantofilit (wałujewit) z Achmatowska (opt. ujemny (—), pł. o. o. || 010),  $2E = 17^\circ - 32^\circ$ ,  $\rho < v$ ), brandyzyt z Monzoni etc., klintonit (seybertyt) z Amity (pł. o. o.  $\perp$  010), opt. odjemny (—),  $2E = 3^\circ - 13^\circ$ ,  $\rho < v$ ) mogą być rozpatrywane, jako mieszaniny krzemianu  $\text{H}_2\text{CaMg}_4\text{Si}_3\text{O}_{12}$  z glinianem  $\text{H}_2\text{CaMgAl}_6\text{O}_{12}$ . Tworzą one kryształy jednoskośne, tabliczkowate lub krótko-pryzmatyczne, żółte, zielone, brunatne, albo też skupienia blaszkowate o łupl. doskonałej, równoległej do ściany podstawowej. Pokrewny im jest prawdopodobnie astrofilit: rombowy, łupl. doskonała || 100, pł. o. o. 001, I-szą dodatnią (+) dwusieczną jest oś  $b$ , kąt osi wielki,  $\rho < v$ . Brevig, Kolorado.

Margaryt (mika perłowa, wapienna), bezbarwny, biały, szary. Tworzy doskonałe łupliwe blaszki jednoskośne. Orientacja optyczna muskowitu, ale  $\rho < v$ . Skł. chem.:  $\text{H}_2\text{CaAl}_4\text{Si}_2\text{O}_{12} = 30.2$  krzemionki, 51.3 glinki, 14.0 wapna, 4.5 wody. Stateczna domieszka alkaliów wskazuje bliskie pokrewieństwo z mikami właściwymi. Greiner w dol. Ziller, Naksos, Chester w Massachusetts i in. m. Korundelit, klingmanit, emerylit, dyfanit, dudleit — wszystkie są margarytami.

#### Grupa miki \*).

Minerały wybitne przez swą niezwykle doskonałą łupl. równoległą do ściany podstawowej  $c = 001$ . Blaszkki są elastyczne. Wszystkie miki krystalizują się jednoskośnie, ale postaci miewają często zbliżone do heksagonalnych. Dość pospolite utwory bliżniące podlegają prawu, którego mocą osobniki pojedyncze mają ścianę 001 wspólną, krawędzie zaś poziome 001:110 i 001:010 naprzemian równoległe (str. 93). Tw. 2 do 3. Wszystkim mikom właściwe są figury spękań sześciopromienne, powstające pod uderzeniem i złożone z trzech linii, przecinających się nakształt gwiazdy. Jedna z tych linii jest równoległa do płaszczyzny symetrii, dwie zaś pozostałe biegną równoległe z krawędziami

\*) Od micare polyskiwać. Mica, *Agricola*, 1546. Franc. mica, *Ilary*, 1801. Angl. mica. Łyszczyk *Kłuka*. „Mika albo błyszczak“ *Drzew*. Mika, *Kumel*. Błyszcz *Staszica*. Łyszczyk *Lab*. To ostatnie spolszczenie przyjęte przez wielu autorów, jako synonim miki. U *Altha* i *Zejsznera* — tylko mika.



$c:110$  i  $c:\bar{1}\bar{1}0$ . (Ob. fig. 6 pod muskowitem i meroksenem). Pod naciskiem ostrza stępnego powstają, według Bauera, spękania, tworzące również gwiazdę sześciopromienną. (Linie kropkowane na figurach wskazanych). Linie te, co do swego kierunku, różnią się od poprzedzających o  $30^\circ$ , tak, że jedna z nich biegnie prostopadłe do pł. symetrii, dwie zaś pozostałe — prostopadłe do krawędzi kombinacyjnych słupa.

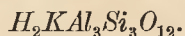
Pod względem optycznym wszystkie miki zachowują się jednakowo o tyle, iż płytki ich odłupane dają obraz osiowy i że I-sza dwusieczna, względem  $c$  prawie prostopadła, jest zawsze ujemna (—). Atoli gdy w jednych mikach pł. o. o. biegnie prostopadłe do pł. symetrii  $b$  (miki pierwszego rodzaju), w drugich jest ona równoległa do tej ostatniej (miki drugiego rodzaju, według Reuscha). Ponieważ jedna z trzech szczelin, powstających pod uderzeniem, zawsze jest równoległa do  $b$ , przeto w mikach 1-go rodzaju pł. o. o. biegnie do jednej z linii spękań prostopadłe, w mikach zaś 2-go rodzaju — równoległe. Stąd wypada, że obydwa rodzaje mik możemy odróżniać, niezależnie od ich ograniczenia zewnętrznego.

Chemicznie wszystkie miki są wogóle glinokrzemianami alkalicznymi, sprawującymi wyraźne zabarwienie płomienia. Topią się najczęściej dość trudno na emalię. Pewna część mik zawiera też krzemian magnezu i żelaza. Sztuczne odtworzenie kryształków miki zostało dokonane przez kilku badaczy na drodze topienia części składowych lub zbliżonych składem minerałów naturalnych w nadmiarze fluorków alkalicznych. (Hautefeuille, Chrustschoff, Dölter).

Różnica od chlorytów polega w części na elastyczności blaszek, przeważnie jednak na obecności alkaliów. (Liter. Autor, Sitzungsber. Ak. Wiedeń., dział I, t. 76 i 78; Zeitschr. Kryst., t. 2, str. 14; t. 3, str. 122. Bauer, Zeitschr. geol. Ges., t. 26, str. 137. Kokscharow, Mem. Akad. Petersb., serya 7, t. 24, № 9. Rammelsberg, Ann. Chem. Phys., ć. n., t. 9).

#### a) Rodzina muskowitu (miki potasowej).

##### Muskowit.



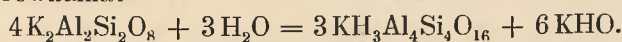
Kl. słupa jednoskośn. (5).

Kryształy zazwyczaj tabliczkowate o zarysie rombowym, niekiedy zaś prawidłowo-sześciobocznym. Jeżeli ściany boczne są rozwinięte wyraźnie, symetria jednoskośna staje się widoczną. Prócz dwuscianu podstawowego  $c=(001)$ , występują wówczas pospolicie  $M=(110)$ ,  $m=(11\bar{1})$ ,  $b=(010)$ , także  $e=(011)$ , niekiedy  $x=(13\bar{1})$ ,  $N=(130)$ . Utwory bliźniące zdarzają się często i to zwykle w tem wykształceniu, kiedy osobniki zrastają się nie pł. bliźniaczą, lecz ścianą  $c$ , a więc leżą jeden na drugim, fig. 3; porówn. też str. 93. Kąty:  $(110) MM=59^\circ 49'$ ,  $cM=85^\circ 36'$ ,  $cm=001:\bar{1}11=81^\circ 39'$ . St. osi  $=0.5774:1:2.217$ ,  $\beta=84^\circ 55'$ . O figurach wytrawień, powstających na  $001$ , ob. str. 150.

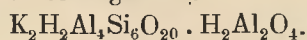
Opt. Muskowit jest miką 1-go rodzaju, fig. 6. Kąt osi opt. dość wielki, kąt pozorny m-tu o normalnym składzie chem. wynosi około  $70^\circ$ ,  $\rho > v$ . W konoskopie przeto ukazują się obrazy obu osi, a blaszki m-tu są dogodnym przykładem środowisk optycznie dwuosiowych. I-sza dwusieczna odchyła się od normalnej do  $001$  ku tyłowi mniej więcej o  $1^\circ$ . Spółcz. załam. św. sodowego: 1.5609, 1.5941, 1.5997 (według Kohlrauscha). Muskowit bywa niekiedy bez-

barwny, najczęściej jednak blado-żółty, blado-zielony do szarego, zielony i brunatny; blaszki cienkie są zawsze słabo zabarwione. Różnobarwność nieznaczna. Na niektórych odmianach ujawnia się asteryzm, zależący od drobnych wrostków igiełkowatych, porówn. str. 121.

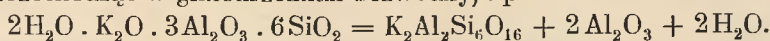
Chem. Wzorowi  $2\text{H}_2\text{O} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$  odpowiada 45·3 krzemionki, 38·4 glinki, 11·8 tlenku potasowego, 4·5 wody. Odstępstwa od tego składu normalnego powodowane są domieszkami miki magnezylanej, sodowej lub zasobniejszej w krzemionkę i zawierającej fluor. Thugutt, działając na nefelin potasowy wodą dystylowaną w temp.  $200^\circ - 230^\circ$ , otrzymał wodan potasu i związek, trudno rozkładający się w kwasach, a skł. chem. odpowiadający muskowitowi, według równania:



Stąd, przez analogię do nefelinów i sodalitów, musimy w budowie chem. muskowitu przyjąć dwa rodniki, natrolit i glinian:



Thugutt przypuszcza nadto, że muskowity tego wzoru, tracąc jeden z rodników, mianowicie glinian, przechodzić mogą w ogniwa, obficie w krzemionkę zaopatrzone. Ten pogląd na konstytucję chemiczną m-tu zgadza się z faktem, wyjaśnionym przez tłomacza, a polegającym na tem, że mika potasowa, stopiona, wydziela wodę i glinę w postaci korundu (a więc elementy rodnika glinianowego), przechodząc w glinokrzemian bezwodny, np.:



Muskowit, ogrzany w kolbecie, wydziela trochę wody; w kwasach nie rozkłada się. — O składzie chem. mik tatrzańskich: L. Gorazdowski, Pam. Fizyogr. t. XV, 1898.

Fig. 1.

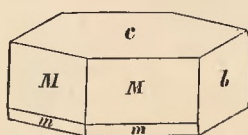


Fig. 2.

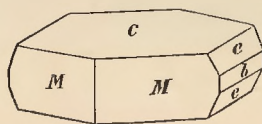


Fig. 3.

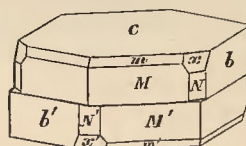


Fig. 4.



Fig. 5.

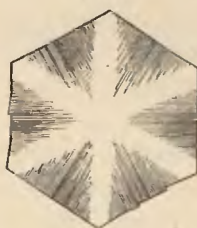


Fig. 6.

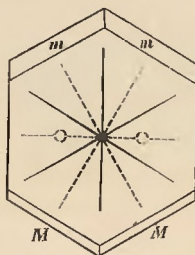
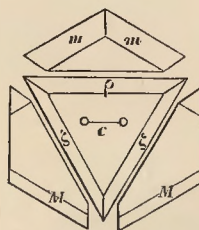


Fig. 7.



Występn. Kryształy m-tu narosłe, jak na fig. 1 i 3, napotykają się w szczelinach i próżniach granitu, gnejsu, wraz z adularem, albitem, kr. górnym, np. na Gotthardzie, w dol. Ziller, koło San Domingo w Brazylii, w górach Mourne na Irlandyi, koło Nerczyńska, Ochocka, Pargasu etc. Niektóre z takich kryszta-



łów odznaczają się wgłębieniami prostopadłymi do krawędzi bocznych, fig. 5. Kryształy wrosłe, jak na fig. 2 i 4, występują w gruboziarnistych granitach i gnejsach. Nad wschodnimi brzegami jez. Ilmeńskiego na Uralu, w granicie zdarzają się kryształy o nader śpiczastych postaciach, ujęte poprostu w ściany  $M$ ,  $m$  i  $b$ , fig. 4.

Wielkie tafle znajdują się w New-Hampshire koło Acworth i Grafton, w New-Yorku, koło Warwick. Niekiedy tafle tego rodzaju zawierają pomiędzy oddzielnymi blaszkami wtrącenia płaskich, cienkich jak papier, kryształów turmalinu, granatu, kwarcu; w taflach z Pennsbury w Pensylwanii znaleziono też pomiędzy wtrąceniami siatki magnetytu nadzwyczajnie subtelne. Płyty niezwykle wielkie, których dawniej dostarczała Syberya, obecnie zaś dostarczają przeważnie Indye Wschodnie, obrabiane bywają na okulary, zabezpieczające od ognia, okienka do pieców, cylindry do lamp i t. p., jako materiał zarazem przezroczysty, w ogniu nie pękający i będący złym przewodnikiem ciepła.

Na taflach miki dają się niekiedy dostrzegać uskoki krystaliczne, odpowiadające szczelinom naciskowym i występujące jako ściany  $\rho = 102$ ,  $\zeta = 133$ . i  $\xi = 133$ . Fig. 7 przedstawia je w sposób schematyczny. Zanim te ściany uskokowe, powstające pod naciskiem otaczających mas skalnych, zostały poznane, ujawniające je okazy bywały nieraz przyczyną nieporozumień. Niektórzy badacze, dostrzegłszy, iż pł. o. o. biegnie równolegle z krawędzią boczną, sądzili mieć przed sobą mikę rodzaju 2-go. Stąd pochodzą dawniejsze przypuszczenia o chwiejności orientacyi optycznej muskowitu. Płaszczyzny uskokowe, odpowiadające figurom uderzeń, występują tylko podrzędnie.

Muskowit bywa istotną częścią składową wielu granitów, gnejsów i łupków krystalicznych, ukazując się już to samoistnie, już w towarzystwie swego najbliższego krewniaka, meroksenu. W łupku mikowym i gnejsie obydwie występują w postaci drobnych łusk i plewek. I w innych łupkach krystalicznych, w ziarnistym wapieniu, dolomicie m-wit obecny bywa sporadycznie. W skałach wybuchowych młodszych brak go natomiast zupełny: jest on zgoła obcy wulkanizmowi.

P o w s t a w. W skałach krzemianowych dawnych zdarzają się nieraz pseudomorfozy, pozwalające wnioskować o powstawaniu muskowitu z innych minerałów, w glinę obfitujących. Utwory te składają się z m-tu bądź blaszkowatego, bądź też zbitego, przypominającego steatyt. Kryształy fałszywe po andaluzycie i dystenie należą do bardzo znanych; Genth opisuje też pseudomorfozy po korundzie. Felspaty oraz minerały pokrewne przeobrażają się w ten sposób dość często. Należą tu mianowicie pseudomorfozy po skapolicie (zwane mikarelą) i po eleolicie (znane pod mianem gizekitu i libenerytu). Ps-zy po ortoklazie, także po plagioklazach, dostrzegano niejednokrotnie w granitach i gnejsach, niekiedy też w porfirach. Wzmiankowaliśmy już poprzednio (str. 512), że, podczas przeobrażania się felspatów alkalicznych w mikę, wydziela się krzemionka, występująca w pseudomorfozach często powtórnie, jako kwarc. Minerały grupy granatu podlegają też niekiedy tego rodzaju przeobrażeniom. Znamy ps-zy po urmalinie, granacie, berylu, kordyerycie. Ta ostatnia zwie się niekiedy pini-



tem, jakkolwiek ps-zy kordyerytowe bywają najczęściej mieszaninami, noszącymi imiona najrozmaitsze (str. 536).

Ponieważ substancja muskowitu powstaje częściej, niż inne pokrewne, ze związków najrozmaitszych, wnosić przeto należy, iż jest ona wśród nich najtrwalszą. Stąd w wielu minerałach i ich mieszaninach daje się zauważyć pewna jakby skłonność do przeobrażania się w muskowitz, być może dlatego, iż skład jego zbliża się do trwałego rodnika natrolitowego.

W skałach osadowych, a więc w łóżyskach wtórnych, muskowitz jest szeroko rozpowszechniony. Łuski, obecne w łupku gliniastym, piaskowcu i piasku (kocie srebro), w łosie i marglu, pochodzą z dawnych skał krzemianowych. W filitach i szarogłazach półkrystalicznych występuje też muskowitz i kwarc wtórny, powstające kosztem feldspatu, jak to już przypuszczał Bischof i jak tego dowodzą badania mikroskopowe. Przyjąć więc musimy, iż przeobrażanie się feldspatów podlega stopniowemu rozwojowi postępowemu.

Muskowitz opiera się bardzo energicznie czynnikom chemicznym i dlatego też tylko tam, gdzie skały granitowe i gnejsowe procesowi wietrzenia czoła stać nie mogą, zamienia się on wraz z feldspatem na kaolin.

Etym. i synonim. *Lapis specularis*, *Plin.* = kámién przeyrzysty, *Rzecz.* Vitrum Muscoviticum *Waller.*, albowiem „maxima ejus quantitas in Moscovia invenitur“ = szkło moskiewskie *Kłuka*, moskiewski kámién *Rzecz.*; stąd muscovite, *Dana*, 1850 (poprawnie: moscovite, moskowitz). Niem. Katzensilber = kocie srebro *Kłuka*. Niem. Kaliglimmer = mika potażowa *Zejsn.* = łyszczyk potasowy *Lab.*

Muskowitz zbity, o wejrzeniu steatytowym, przez długi czas miano za rodzaj osobny. M-wit, wykazujący jeszcze nieco budowę drobnoluskową, stanowiący masę, w której osadzony bywa dysten i staurolit (depart. Morbihan), występujący jako pseudomorfoza po cyanicie w Turniach (Tanern), w Norwegii etc., został nazwany przez Dellesea damurytem; m-wit zaś o barwie żółtawej lub zielonawej, występujący w postaci wtrąceń i słoików w filitach i piaskowcach półkrystalicznych, jako też równomiernie w nich rozśiany, wziął od Lista nazwę serycytu (od *σφρηξ* jedwabny, al. do połysku). M-wit drobnoluskowy nazwano dżylbertytem (gilbertit). Mikę, przypominającą z wejrzenia talk, występującą w niektórych granitach (protogin), oraz takąż mikę łupkową nazywają często talkiem i łupkiem talkowym, jakkolwiek różnica łatwo daje się uwidocznąć w pł. dm.

Dydymit, amfilogit, adamsyt są nazwy gatunków poszczególnych. Onkoczyn zdaje się być przeważnie muskowitzem zbitym. Nazwa elacherytu (oellacherit) stosuje się do muskowitzów zbitych, zawierających bar, który, według autora, tworzy krzemian analogiczny do margarytu (mika barowa). Fuksyt (fuchsyt) zawiera trochę chromu, podobnież mika chromowa. Roscoelit Blakego jest miką, zawierającą wiele wanadu ( $V_2O_5$  do 29 proc.).

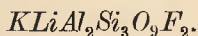
Do muskowitzów, wykazujących większą zawartość krzemionki (Freiberg w Saksonii, Soboth w Styrii), autor zastosował nazwę Kobella fengit, używaną dawniej na oznaczenie muskowitu (Phengit, od *φείγος* blask). Skład chem. tych mik zdaje się odpowiadać składowi lepidolitu.

Paragonit (mika sodowa, kossait). Wł. fizycznymi nie różni się prawie od muskowitu. Skł. chem. analogiczny:  $H_2NaAl_3Si_3O_{12}$  = krzemionki 47.1, glinki 40.1, tlenku sodowego 8.1, wody 4.7. Konstytucja chem., według Thugutta:  $6HNaAl_3Si_3O_{10} \cdot 3H_2Al_2O_4$ . Ogrzany z  $K_2CO_3$  w temp. 210°, przechodzi w nefelin potasowy, z  $Na_2CO_3$  daje kankrynit (Lemberg, l. c., 1888, str. 655). Dotychczas znajdowano paragonit tylko w masach niekształtnych, zbitych lub drobnoluskowych. Tworzy on złożę pięknych słupek cya-

nitu i staurolitu koło Faido w Tessynie i na wyspie Syra. — Etym. Paragonit, *Schafhäutl*, od *παράγω* uwodzę, oszukuję, z powodu podobieństwa do talku. Cossait, *Gastal*, na część geol. Cossy.

Pregratyt należy do paragonitu; margarodyt i eufilit są mieszaninami mechanicznymi lub równopostaciowymi paragonitu, muskowitu i trochy margarytu.

### Lepidolit.



*Kl. stupa jednoskośn. (5).*

Kryształy, pozwalające na pomiary dokładniejsze, nie zostały dotychczas znalezione; niezupełnie zaś wykształcone z Elby mają wejście muskowitu, od którego mika ta nie różni się zgoła ani figurą spekań krystalicznych, ani też orientacją optyczną. Bezbarwny lub różowy z odcieniem kwiatu brzoskwiniowego, pochodzącym od domieszki manganu. C. wł. 2·8.

Chem. Podanemu w nagłówku wzorowi odpowiada 49·3 krzemionki, 27·8 glinki, 12·8 tlenku potasowego, 4·1 lityny, 10·4 fluoru, wszelako *Li* bywa częściowo zastąpiony przez *Na*, fluor zaś — przez *OH*. Podstawiając we wzorze lepidolitu *O* zamiast  $F_2$ , otrzymamy  $R_2Al_2Si_3O_{10}$ , czyli jeden tylko rodnik natrolitowy muskowitu (ob. tenże). W pł. dm. 1-lit burzy się i topi bardzo łatwo na białą emalię, zabarwiając przytem płomień czerwono. 1-lit świeży opiera się działaniu kwasów, gdy stopiony rozkłada się w nich całkowicie.

Lepidolit występuje w niewielu tylko punktach w granicie, zwykle w towarzystwie minerałów, fluor zawierających, jak topaz, turmalin. Na Elbie tworzy kryształy narosłe; koło Rożny na Morawach bywa drobno-ziarnisty, różowy; ten ostatni zawiera, według Bunsena, drobne ilości rubidu i cezu. Bardziej grubo-ziarnisty: koło Penig w Saksonii, Paris w stanie Maine, koło Ekaterynburga na Uralu.

Etym. i synonim. Lepidolith, *Klaproth*, od *λίπες* łuska i *λίθος* — stąd łuszczkowiec *Kumel*, łuszczeń *Zdzit*, motylak *Bogat*. Mika potasowo-litynowa. Po cz. łyszczyk litynowy *Lab*.

Cynwaldyt (lityonit, mika litynowa po cz.), szary, żółtawy, brunatny, ciemno-zielony. Kryształy miewają często zarysy sześcioboku prawidłowego i tworzą bliźniaki na podobieństwo muskowitowych. Zwykle bywają one pogięte (jak na fig. 5 pod muskowitem), sknione nakształt wachlarza lub beczulki, o ścianach bocznych matowych, zbrózdzonych. Kąty i orientacja opt. meroksenu, ale kąt osi opt. dość duży:  $2E=50^\circ$  do  $70^\circ$ . C. wł. 2·9 do 3·1. Skł. chem.:  $(K, Li)_3Al_2Si_3O_9F_2$ , ale z domieszką ortokrzemianu  $Fe_2SiO_4$ , wynoszącą około 20 proc. W pł. dm. topi się bardzo łatwo na perlę ciemno-szarą, barwiąc płomień na czerwono. W pokładach kruszcu cynowego koło Cynwaldu i Altenberga, tudzież w Kornwalii.

Mika krucza (Rabenglimmer Breithaupt) jest cynwaldytem zielonawo-czarnym lub ciemno-szarym; krewni się też z nim kryofilit Cookea, gdy kukit (cookeit) zbliża się bardziej do lepidolitu.

### b) Rodzina biotyту (miki magnezowej).

**Meroksen.**  $HK_2(Al, Fe)_3Si_3O_{12} \cdot (Mg, Fe)_2SiO_4$ . *Kl. stupa jednoskośn. (5).*

Postać kryształów najlepiej została poznana na mikach z Wezuwiusza. Jest ona jednoskośna, jakkolwiek niektóre kryształy naśladują symetrię romboedryczną lub heksagonalną. Rozwartością krawędzi nie różni się od kątów muskowitu, skutkiem czego należy przyjąć równopostaciowość nie tylko ich obu, lecz i wszystkich mik wogóle. Ścianami zwykłymi są:  $c = (001)$ ,  $b = (010)$ ,  $a =$

$= (111)$ ,  $m = (\bar{1}11)$ ,  $z = (1\bar{3}1)$ ,  $r = (101)$ , rzadko zdarza się  $M = (110)$ . Kąty:  $co = 73^\circ 2'$ ,  $cM = 85^\circ 38'$ ,  $cm = 001 : \bar{1}11 = 81^\circ 19'$ ,  $\beta = 84^\circ 57'$ . St. osi, jak w muskowicie.

Ściany  $m$  i  $o$ , a także wszystkie inne do tegoż należące pasa, tworzą często stopnie nakształt schodów, przyczem rozwinięte są równomiernie, gdy ściany  $r$  i  $z$  są gładkie. Nadaje to kryształom takim wejrzeń romboedryczne, fig. 3, a ponieważ nadto ściany  $r$  i  $z$  tworzą ze ścianą  $c$  kąt jednakowy  $80^\circ$ , rzecz przeto

Fig. 1.

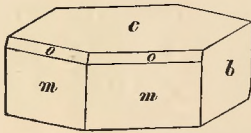


Fig. 2.

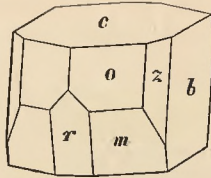


Fig. 4.

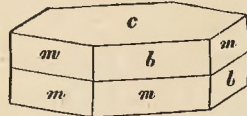


Fig. 3.

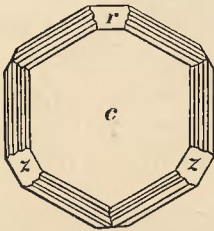


Fig. 6.

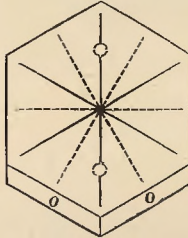


Fig. 5.

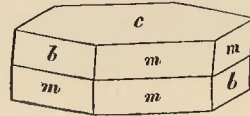
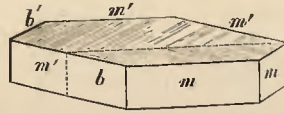


Fig. 7.



zrozumiała, że meroksen poczytywano dawniej za minerał romboedryczny. Do tego dodać jeszcze należy, że kąt osi opt. równa się często prawie zeru. Zaczem mika „jednoosiowa“ i „magnezyalna“ stanowiła dawniej ogólną nazwę nie tylko meroksen, lecz i wszystkich mik pozostałych, do rodziny biotyту należących.

Utwory bliźniące pospolite, według prawa, stosującego się do muskowitu. Wśród bliźniaków, które się składają z osobników, spoczywających jeden na drugim, można odróżnić dwa rodzaje: jedne zrastają się ścianami  $001$ , fig. 4, drugie —  $00\bar{1}$ , fig. 5. Bliźniaki, zrastające się ścianą boczną, jak na fig. 7, zdarzają się rzadziej.

Figury spękań krystalicznych, powstających od uderzenia i ciśnienia, są wogóle te same, jakie poznaliśmy na muskowicie. Okazy zgniecione, wyglądające jak środkowa część fig. 7 pod musk., brano nieraz za kryształy romboedryczne. Figury wytrawień na  $(001)$  są prawidłowemi sześciobokami. C. wł. 2·8 do 3·2.

Opt. Meroksen jest miką 2-go rodzaju, fig. 6; dyspersja:  $\rho < v$ . I-sza dwusieczna z normalną do  $c$  czyni kąt bardzo niewielki. Kąt osi opt. (2 E), często równy prawie zeru lub wynoszący kilka do kilkunastu stopni, wzrasta niekiedy do  $56^\circ$ . Spółcz. załam.: 1·562 (najmn.), 1·606 (najw.), według M. Lévyego i Lacroix, zmierzone na flogopicie z Kanady. Barwy: blado-żółta, blado-zielona do ciemno-zielonej, ciemno-brunatna i czarna. Różnobarwność na gatunkach intensywniej zabarwionych nadzwyczaj silna. Wszakże płytki odłupane nie



wykazują prawie żadnej różnicy w dychroskopie; przeciwnie, przekroje, prostopadłe do ścian  $c$  albo też tylko ukośne, jak to często bywa w szlifach, ze skał przygotowanych, dają zazwyczaj barwy tak odmienne, np. jasno-żółtą i ciemno-brunatną, że różnica ich występuje tu jeszcze jaskrawiej, niż na hornblendzie.

Chem. Skład odpowiada często wzorowi  $\text{HK}_2\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12} \cdot 3\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ , jakkolwiek ilość krzemianu drugiego bywa niekiedy mniejszą. Prócz glinokrzemianu obecny jest zwykle odpowiedni związek żelaza tlenkowego, obok zaś ortokrzemianu magnu występuje także sól żelaza tlenkowego; stąd merokseny barwne zawierają żelazo zarówno dwu- jak trójwartościowe. W pł. dm. merokseny blade zabarwione topią się trudniej na szkło żółtawe, ciemne zaś — nieco łatwiej na szkło czarne. W obu przypadkach powstają przytem drobne kryształki spinelu (porówn. muskowit). W kwasie solnym rozkładają się wszystkie tylko częściowo, w kw. zaś siarczany gorącym — całkowicie, pozostawiając krzemionkę skieletową.

Wystę p. Kryształły narosłe, najpiękniej wykształcone i rozmaicie zabarwione: żółte, brunatne, czarne — znajdują się w bombach krzemianowych Sommy na Wezuwiuszu, mniej rozmaite — w górach Albańskich, nad jez. Laach, a więc w miejscowościach wulkanicznych; pozatem niekiedy także w próżniach granitu. Kryształły, osadzone w granicie, tworzą nieraz tafle wielkie a czarne, jakie np. znamy z Grenlandyi i Syberyi. G. Rose dostrzegł napotykające się niekiedy zrosty miki czarnej z białą. Meroksen otoczony jest muskowitem, uszykowanym zupełnie równolegle, tak, że płaszczyzna łupliwości biegnie nieprzerwanie przez oba minerały.

Meroksen w kryształach, tabliczkach i łuskach wrosłych tworzy istotną część składową wielu skał, po części takich, w których obecny jest równocześnie muskowit, jak granit, gnejs, łupek mikowy, po części zaś skał masowych, muskowitu nie posiadających, jak syenit, dyoryt mikowy, porfir, aż do młodszych skał wybuchowych: trachitu, andezytu etc. Przypadkowo zdarza się on i w innych krzemianowych skałach krystalicznych — rozpowszechniony więc jest nadzwyczajnie.

W skałach dawniejszych występują częstokroć utwory wtórne. Znamy pseudomorfozy meroksenu po skapolicie i granacie; zawierają go również i pseudomorfozy kordyerytowe. Najważniejszymi jednak utworami są przeobrażenia, dotyczące augitu w martwicach dawniejszych i porfirach, oraz przemiany amfibolu w granicie, gnejsie, andezycie i t. p. Meroksen, zawarty w gnejsach środkowych pasma Turni (Tauern), jest całkowicie utworem wtórnym w postaci hornblendy.

W skałach osadowych meroksen odgrywa rolę podrzędną, albowiem nie posiada ani giętkości muskowitu, ani też jego oporności względem czynników chemicznych. Stąd to w glinach, piaskach i piaskowcach znajdują się najczęściej tylko produkty jego przeobrażeń („kocie złoto“ — w piasku).

Ponieważ meroksen zawiera w swym składzie krzemian, odpowiadający oliwinowi, łatwa jego przeobrażalność jest przeto zrozumiała. W rzeczy samej zamienia się on wszędzie tam, gdzie podlega wietrzeniu, na produkty próchniste i miękkie, jak rubelan, trafiający się w martwicy bazaltowej, jak voigtyt, aspidolit, helwetan, eukamptyt i t. p., występujące w granicie

i gnejsie, a poczytywane niekiedy za chloryt. Hallit, rastolit są również tego rodzaju utworami. Produktem ostatecznym bywa pozostałość krzemianu czerwonego lub brunatnego, ziemistego.

Etym. i synonim. Biotit, *Hausm.*, na cześć fizyka franc. Biota (1774—1862). Meroksen, *Breith.*, od μέρος część i ξένος gość, „gdyż zajmuje jakby środek pomiędzy chlorytami a mikami jednoosiowymi“. Mika magnezowa = „łyszczyk łojkowy czyli magnezowy“ *Lab.*

Flogopit, najczęściej czerwony lub czerwono-brunatny, także zielony lub też bladziej zabarwiony, został odróżniony po raz pierwszy przez Breithaupta. Krystalograficznie i optycznie jest on podobny do meroksenu. Kąt osi opt. często równy około 15°. Utwory bliźniące mik pozostałych, atoli dwójaki, zrosłe ścianą boczną, jak na fig. 7 (pod meroksenem), zdarzają się częściej. Niektóre okazy odznaczają się asteryzmem (porówn. str. 121 i 156). Znamienne dlań jest występowanie w ziarnistym wapieniu, dolomicie i serpentynie, tudzież zawartość fluoru (gatunki czerwone i brunatne). Ze składu chem. podobny jest do meroksenu, atoli obecny w nim glinokrzemian potasu odpowiada lepidolitowi. Stąd pokrewieństwo z cynwaldytem. Wiele flogopitów zawiera też drobne ilości litynu.

Prawie bezbarwny koło Rezbanyi, czerwono-brunatny z pargasytem i dyopsydem koło Pargas w Finlandyi, zielony i brunatny w dol. Fassa, w St.-Lawrence Cty., koło Natural Bridge i Penneville w Jefferson Cty., Burgess w Ontario i w kilku innych miejscowościach Am. Półn. — w wapieniu ziarnistym, w dolomicie zaś koło Campo longo w Tessynie.

Produkty rozkładu dały pochoy zwłaszcza w Am. Półn. do tworzenia nazw takich, jak wermikulit, protowermikulit, żeferyzyt (jefferisit), kulsazeit (culsageeit), filadelfit. Te utwory wtórne, podobnie jak merokseny zwierzałe, w pł. dm. rozpadają się często na blaszki i skręcają naksztalt robaka. — Etym. Phlogopit, *Breith.*, od φλογώπός ognisty, aluzya do koloru. Vermiculite, *Webb*, od vermis robak, aluzya do zachowania się w ogniu.

Anomit jest miką 1-go rodzaju, a więc wyjątkiem wśród mik magnezowych. Glinokrzemianu potasowego, obecnego w meroksenie, zawiera więcej, niż ten ostatni. Kryształły nad Bajkałem, wielkie tafle koło Greenwood furnace, koło Monroe, blaszkowaty w gnejsie koło Krems w Austrii Niższej. — Etym. Antor nazwę tę urobił z grec. ἄνωμος bezprawny, t. j. zachowujący się wbrew prawu ogólnemu.

Lepidomelan Hausmanna jest miką czarną, wybitną ze względu na wysoką zawartość żelaza ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$  do 38 proc.). Pterolit *Breith.* zdaje się być mu pokrewnym. Haugtonit ma zawierać szczególnie dużo żelaza tlenkowego. Manganofil z Pajsberga jest biotytem, obficie w mangan zaopatrzonym ( $\text{MnO}$  do 20 proc.). — Etym. Lepidomelan, od λέπιδς łuska i μέλας czarny. Pterolith, od πτέρον pióro i λίθος. Mangano-phyll, *Igelstr.*, od manganu i φύλλον liść.

Seladonit, występujący niekiedy jako pseudomorfoza po angicie, a częściej w postaci powłoki ziemistej lub masy, wypełniającej próżnie w zwietrzałych martwicach i migdałowcach, zdaje się należeć tutaj ze względu na skład chem. Używa się niekiedy jako zielona farba. — Etym. Seladonit, *Glocker*, z franc. céladon, blade-zielony, seledynowy. Niem. Grünerde = „zielonka albo ziemia zielona“, *Kunel*. Zielonoziem, *Lab.*

Glaukonit, tworzący ziarna drobne, zielone, kragławce, do prochu podobne, osadzone w marglu, glinie, piaskowcu, lub też występujący jako rozcieralny piasek zielony, jest wodnym krzemianem żelaza tlenkowego i potasu. Zawartość tlenku potasowego, sięgająca 12 proc., czyni go minerałem, sprzyjającym wegetacji roślinnej; bywa on też stosowany jako nawóz potasowy. (Gümbel, Sitzb. Akad. Bawarskiej, 1886, str. 417). — Etym. Glaukonit, *Kcferstein*, od γλαυκός niebieskawo-zielony.

#### Grupa gliny.

Minerały najczęściej ziemiste, krystaliczne lub bezpostaciowe, zawierające w istocie tylko krzemionkę, glinę i wodę. Czyściejsze z nich, zwilżone roztwo-

rem kobaltu i wypalone, stają się niebieskimi. Składają się pospolicie z mieszaniny kilku związków tej grupy albo też zawierają domieszki innych minerałów, co społem wzięte utrudnia często ich klasyfikację.

**Kaolin.**

*Kl. słupa jednoskośn. (5).*

Rzadko w drobnych kryształkach o symetrii jednoskośnej, ścianach  $c = (001)$ ,  $b = (010)$ ,  $m = (110)$ ,  $n = (11\bar{1})$ , kątach  $cm = 84^\circ 5'$ ,  $cn = 78^\circ 8'$ . St. osi  $= 0.5748 : 1 : 1.5997$ ,  $\beta = 83^\circ 11'$ . Kryształki takie znaleziono na wyspie Anglesey i w Kolorado. Niekiedy występuje w skupieniach blaszkowatych, częściej bywa zbity, najpospoliciej ziemisty i sypki. Biały, różowy, żółtawy, zielonawy. C. wł. 2.2 do 2.6.

Chem. Wzorowi  $2H_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$  odpowiada 46.4 krzemionki, 39.7 glinki, 13.9 wody. Pozbawiony przez wyżarzenie tej ostatniej, przybiera ją, według Lemberga, napowrót w ilości pierwotnej, skoro zostanie poddany działaniu wody dystylowanej w temp.  $215^\circ$ . Wzór, podany w nagłówku, odpowiada kwasowi glinokrzemienemu soli takich, jak kaliofilit, sodalit i t. p. W pł. dm. nietopliwy, względem kwasu solnego oporny; gorący kwas siarczany nagryza go mocno.

Ze względu na olbrzymie rozpowszechnienie kaolinu na powierzchni ziemi, tudzież jego pierwszorzędne znaczenie w życiu kulturalnem (rolnictwie) człowieka, bliższe poznanie własności chemicznych tego minerału jest bardzo pożądane i ważne. Jakoż studia doświadczalne Lemberga i Thugutta dają nam w tym względzie sporo cennych i ciekawych wskazówek. Naprzód, co się tyczy konstytucji chem. kaolinu, to o tej mówiliśmy już na str. 265. Kaolin, podobnie jak minerały grupy feldspatu i leucytu, składa się z rodników natrolitu i glinianu, oraz wody:



Lemberg, działając na kaolin 15-procentowym roztworem ługu sodowego w temp.  $200^\circ$ , otrzymał w r. 1887 związek krystaliczny (rombowy), t. zw. wodan nefelinu, o wzorze empirycznym  $4Na_2Al_2Si_2O_8 + 5H_2O$ , który to związek, potraktowany następnie roztworem  $K_2CO_3$  w temp.  $220^\circ$ , dał mu bezwodny nefelin potasowy  $K_2Al_2Si_2O_8$ , również w kryształach. Z następnych badań Thugutta okazało się, że wodan nefelinu z nadzwyczajną łatwością wymienia część wody krystalizacji na sole sodowe rozmaitych kwasów mineralnych i organicznych, tworząc z nimi związki złożone (porówn. str. 321), z których niektóre, np. t. zw. azotany i fosforany sodalitu, mogą mieć ważne znaczenie w sprawie odżywiania się roślin. W podobny sposób działają na kaolin roztwory węglanów:  $K_2CO_3$  zamienia go na nefelin potasowy,  $Na_2CO_3$  zaś — na kankrynit sodowy. Potraktowany roztworem krzemianu sodu  $Na_2SiO_3$  w temp.  $200^\circ$  do  $220^\circ$ , daje analcym, który pod wpływem KCl przechodzi w leucyt. Reakeye te dowodzą z jednej strony blizkiego pokrewieństwa kaolinu z minerałami grupy leucytu i feldspatu, z drugiej zaś — łatwości odradzania się, czyli powtórnego łączenia się z alkaliami na glinokrzemiany, z których drogą rozkładu w przyrodzie powstaje. Reakcja, mająca w swym skutku nefelin potasowy, należy do odwracalnych, albowiem krzemian ten pod wpływem kwasu karbolowego w temp.  $200^\circ$



traci potas całkowicie, przechodząc w związek kaolinowy  $\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ , w kwasie solnym trudno rozkładny i posiadający o jedną cząsteczkę wody więcej, niż kaolin naturalny. (Lemberg, l. c. 1883, str. 576; 1885, str. 960; 1887, str. 559. Thugutt, Mineralchem. Stud. 1891).

Odróżniamy rodzaje kaolinu następujące:

Nakryt, krystaliczny, tworzy blaszki sześciokątne, optycznie dwuosiowe i odjemne (—), o wielkim kącie osi i łupl. podstawowej. Blaszki, skupiające się często nakszałt wachlarza, są przeświecające, w św. spolaryzowanym podobne do muskowitu, ale, według Deschoizeaux, rozpadające się na trzy trójkątne wycinki (porówn. fig. 10 pod klinochlorem). Połysk perłowo-maciczny. Tw. 1. C. wł. blaszek czystych 2·627. Występuje w żyłach kruszcowych koło Freiberga i Marienberg w Saksonii.

Litomarga (mózg skalny), zbita, często twardsza od poprzedniego. Tw. 2 do 3. Występuje w postaciach nerkowatych i skorupiastych lub nieforemnych, tworząc żyłki i gniazda. Biała, żółtawa, także cielisto-czerwona, w dotknięciu tłustawa. Skałą jej macierzystą jest porfir: Rochlice w Saksonii (mielin, karminat Breithaupt), okolice Szaszk w Banacie i in. m.

Kaolin właściwy (ziemia porcelanowa), ziemisty, sypki, rozcieralny, w dotknięciu chudy, w stanie mokrym plastyczny. C. wł. 2·51. Pod mikr. ukazują się cząstki kłaczkowate, jakkolwiek, według Knopa, dają się też dostrzec niekiedy płatki sześcioboczne, jak w litomardze i nakrycie. W kwasach rozkłada się łatwiej, niż poprzedzające.

Występ. Kaolin występuje w pseudomorfozach po felpacie, skapolicie, berylu, topazie, na wielką zaś skalę, jako produkt wietrzenia skal feldpatowych. Pokłady kaolinu koło Karlowych Warów w Czechach, Schneeberga i Meissen w Saksonii, St. Stephans w Kornwalii powstały z leżącego pod nimi granitu, koło Yrieux na połudn. od Limoges we Francji—z gnejsu; podobnie na płycie granitowej wołyńsko-ukraińskiej koło Korca (porcelana korecka), Horodnicy, Majdanu, Baranówki nad Słuczą i w wielu in. m. Częstokroć w kaolinie zawarte są jeszcze resztki feldpatu. Kware oddala się przez szlamowanie.

Nazwę kaolinu przejęliśmy od Chińczyków, którzy są pierwotnymi wynalazcami porcelany. W Europie sposób fabrykacyi został ponownie odkryty przez alchemika Böttgera w r. 1706, kiedy w Saksonii koło Awy znaleziono po raz pierwszy pokład kaolinu w granicie (t. zw. ziemia Schnorra). Do fabrykacyi porcelany potrzebny jest nie tylko sam kaolin, który dawałby masę porowatą, lecz także domieszki sproszkowanego ortoklazu lub też kwarcu i gipsu.

Glina (il) jest mieszaniną, składającą się w części tylko z kaolinu, w części zaś z innych produktów rozkładowych, jako też z drobnego proszku minerałów niezwiędłych. Wody bieżące z jednej strony unoszą w postaci mgłów produkty wietrzenia ziemiste, z drugiej zaś toczą po swem korycie okruchy skalne od gór oderwane. Skutkiem ciągłego tarcia się materiału okruchowego powstają zaokrąglone głaziki, żwir, lecz jednocześnie i miał drobny, unoszony prędzej i dalej. Strumienie i rzeki są jakby młynami skalnymi i płuczkarniami. Il, osiadający w miejscach zaciszniejszych, składa się więc jużto z przeważających cząstek kłaczkowatych, powstałych drogą wietrzenia, jużto z obfitszych

drzażdżek i drobniutkich odłupków feldspatu, kwarcu, łuszczyk miki, szczątków promiennic i t. p. Domieszka ziarnu kwarcu bywa zwykle obfita, albowiem minerał ten nie wietrzeje, pozbawiony jest łupliwości, a twardość ma przytem większą, niż jego towarzysze. Im więcej cząstek kłaczkowatych zawiera glina, tem jest plastyczniejszą. Domieszki żelaziaku brunatnego i czerwonego, które także należą do produktów wietrzenia, zabarwiają glinę często na żółto, brunatno lub czerwono. Również często obecna bywa w iłach i glinach pewna zawartość węglanu wapnia, powstała bądź przez rozkład feldspatu wapiennego, albo też będąca rozartym wapniakiem. Większe ilości wapna pozbawiają glinę plastyczności i czynią z niej margiel. Tam, gdzie wybuchy bazaltu oddziaływały na pokłady gliniaste, występuje częstokroć t. zw. jaspis bazaltowy, będący masą wypaloną o przełamie muszlowym, tam zaś, gdzie gliny były wystawione na działanie pożarów węgla, powstaje produkt podobny, zwany jaspisem porcelanowym.

W ziemi roślinnej i uprawnej odróżniamy zwykle części grubsze, jak piasek, żwir, glazy, okruchy skalne, ujawniające cechy podglebia, od części drobniejszych, nieraz jak pył subtelnych, a odpowiadających wogóle glinie lub margłowi — czyli od t. zw. miału. Ten bywa wypłukiwany przez ulewy, a dżdżownice wywłóczą go też na powierzchnię, na której składają swoje ekskrementy (Darwin). Miał jest najważniejszą częścią składową gleby, albowiem skutkiem wielkiej powierzchni, jaką przedstawia, tudzież obecności cząstek kłaczkowatych, skupia w sobie warunki, sprzyjające powstawaniu owych związków dzieolitowych, o których wspominaliśmy wyżej. Stąd to górna warstwa gleby ma własność zatrzymywania w sobie rozmaitych soli, które głębiej spływać nie mogą.

Użyt. Gliny czystsze służą do fabrykacyi wyrobów glinianych. Naczynia „kamiennic” (sztajngutowe) przypominają porcelanę; fajans i majolika mają przełam drobnoziarnisty, porowaty; zwyczajne wyroby zdunskie są na przełamie grubsze. W starożytności wyrabiano najczęściej naczynia czerwone, a gliny wypalonej, terra cotta, używano do celów dekoracyjnych. Skutkiem swej niezniszczalności, starodawne naczynia gliniane mają dla historii kultury znaczenie wielkie. Il drobny używa się też na wypalanie fajek, czysty — na tygle ogniotrwałe i w mularstwie. Zastosowanie do wałkowania (folowania) sukna i modelowania znane było od dawien dawna. Glin bardziej zanieczyszczonych, pospolitych, używają jako materiału budowlanego, do wylepienia ścian (lepianki), na cegły, kamienie piecowe i t. p. Wyda się to, być może, rzeczą szczególną, jeśli dodamy, że w niektórych krajach Am. połudn., zwłaszcza zaś w Boliwii, glina biaława, łagodna uważana jest za „ziemię jadalną” i bywa spożywana. Gdzieindziej ziemiami jadalnymi są steatyt i ziemia okrzemkowa.

Glina plastyczna jest dla wody nieprzepuszczalna, stąd na powierzchni jej pokładów tworzą się często bagno. Według Seelheima, przepuszczalność piasku jest około 3070 razy większą od takiejże własności gliny. Grunta gliniaste są dla rolnika glebą zimną, piaszczyste i margłowate — ciepłą. T. zw. löss (głina manutowa) składa się najczęściej z drobniutkich drzażdżek i zawiera węglan wapnia; bywa sypki, jakby zakurzony; według Volgera, jest osadem na-

powietrznym, nadmuchiwany przez wiatry peryodyczne (np. samum i t. p.). Stanowi doskonałe podglebie, zwłaszcza dla kultury winorośli.

Etym i synonim. Kaolin, z chiń. kao-ling, co oznacza ziemię porcelanową. Nacrit, *Brogn.*, z franc. nacre, perłowa macica. Niem. Steinmark = łac. medulla saxi, argilla lithomarga = pol. szpik kamienny *Kłuka*; litomarga, mózg kamienny *Drzew.*, mózgowiec *Bogat.*—aluzya do żył w skałach. Myelin *Breith.*, od *μωλεῖς* szpik; carnat tegoż, od carnis mięso. Niem. Porzellanerde = ziemia porcelanowa *Drzew.* = porcelanka *Symon.* = porcelanówka *Lab.* Nakryt, litomargę i kaolin *Johnson* i *Blake* łączą pod ogólną nazwę kaolinitu. It, ilomargiel, *Staszic.* Margiel, ob. str. 473. Niem. Walkerde = pol. ziemia wałkarska, folarska = ż. suknowska *Drzew.* (?)

Do litomargi należy też foleryt Guillemina (od *φολίς* łuska). Gliną podobną do kaolinu jest halozyt (halloysit), dalej lencyn (lenzin), glageryt, maltacyt.

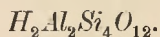
Glinami żelazistymi, z których niektóre stanowią przejście do grupy nontronitu, są: melinit (glinka żółta *Drzew.*, żółtnica *Symon.* złotnica *Bogat.*, żółcianka *Lab.*, rudawizna), mydło górne *Drzew.* (mydlowiec *Bogat.*), plintyt.

Bolusem (z grec. βολος gleba, kula ziemiska) nazywano dawniej rozmaitego rodzaju gliny brunatne. Werner ograniczył nazwę tę do utworów litomargowych, osadzonych w bazalcie i migdalcu, rozpadających się i pękających w wodzie. Ziemią pieczętną, terra sigillata, nazywały się w starożytności rozmaite gliny łagodne i plastyczne; odpowiednio uformowane i zaopatrzone przez kapłanów w odcisk „pieczęci Dya-ny z wyobrażeniem kozy, albo herb panującego lub rządcy wyspy“ (zwł. Lemnos), szły do handlu jako „bardzo skuteczne lekarstwo przeciwko rozmaitym chorobom“ (*Drzew.*); stąd nazwy: ziemia lemnejska, sfragid (σφραγίς pieczęć), późn. cudowna ziemia saska (teratolit, od *τέρας* cud i *λίθος*). Były pomiędzy niemi i gliny popielate.

Niektóre minerały, wymieniane zwykle w tem miejscu, zawierają krzemionki mniej, niż kaolin. Należą tu: szreteryt (schrötterit), alofan o wejrzeniu opalowym, częstokroć naciekowym, samoit, koliryt, miłoszyn (serbian) o przełamie już to muszlowym, już drobnodziemistym. Domieszkami bywają nieraz zabarwione na żółto, czerwono, brunatno, także niebiesko i zielono. Wszystkie w kwasach rozkładają się łatwo. Zdają się one zawierać hydrargilit.

Obficie są w krzemionkę zaopatrzone: razumowski, montmorylonit, cymolit, pelikanit i ochra chromowa, tak nazwana dla malej domieszki chromu.

### Pirolilit.



*Rombowy?*

Skupienia promienisto-pręcikowe, gwiazdziste; oddzielne pręciki łupią się doskonale na blaszki, równoległe do ich długości i ujawniające połysk perłowo-macieczny.

Opt. dwuosiowy i odjemny (—); pł. o. o. równoległa do długości blaszek,  $2E = 108^\circ$ ,  $\rho > v$ . Według M. Lévy i Lacroix,  $2V = 62^\circ$ , śred. spłcz. zln. 1.58. Tw. 1; łagodny, giętki. C. wł. 2.78 do 2.9.

Chem. Wzorowi  $H_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$  odpowiada 66.6 krzemionki, 28.4 glinki, 5.0 wody. Pirolilit jest więc kwasem tych soli, które poznaliśmy pod nazwami petalitu, jadeitu, leucytu, analcymu i t. p. W pł. dm. rozpada się na blaszki i wzdyma, wijąc się w sposób najrozmaitszy. W kolbce oddaje wodę i przybiera blask srebrny. Kwas siarczany nagryza go częściowo.

Występuje w rozpadlinach granitowych: Ottrez w Luksemburgu, Berzowsk na Uralu, Westana w Szwecyi, Brazylia.

Do pirolilitu, podobnie jak do nakrytu, należą też minerały zbite i ziemiste. Część chińskiego agalmatolitu (obrazkowca) jest pirolitem.



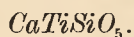
Minerał drobnoluskowy, o połysku perłowo-macicznym, znajdujący w Tarantaise, jako materiał skamielinowy graptolitów oraz jako powłoka szczątków roślinnych, podobnie cienkowlókniasty gimbelit (na cześć geol. baw. Gumbela) zbliżają się do pirofilitu, lubo zawierają już trochę potasu. Produkty przeobrażeń ziemiste lub łuskowate, występujące jako pseudomorfozy po augicie koło Biliny w Czechach i na Kaiserstuhlu, oznaczane są raz nazwą cymolitu ( $\gamma$  *Κιμωλία Teofr.*), drugi raz — anauksytu (od *ἀναψής* nierosnący — w ogniu).

Pod mianem pinitoidu Knop skupił minerały zbite, zielonawe, w dotknięciu tłuste, do języka przylegające, po chuchnięciu wydające zapach stęchły gliny; sądząc z zawartości potasu, są to mieszaniny związków grupy gliny z miką. Tw. 2-5. C. wł. 2-8. Osadzone bywają w porfirze gliniastym Saksonii. Pokrewne im są: brawesyt (brawaisit), kilinit; higrofililit Laspeyresa, będący gliną nieplastyczną, również zawiera potas.

#### Rząd 4. Tytaniany.

Należą tu zarówno tytaniany właściwe, jak związki tytanianów z krzemianami i cyrkonianami.

##### Tytanit.



*Kl. słupa jednoskośn. (5).*

Postaci jednoskośne tego dosyć rozpowszechnionego minerału zostały po raz pierwszy dokładniej opisane przez G. Rosego. Kryształy, zwykle nieduże, wykształcone bywają rozmaicie. Dotychczas poznano 44 postaci proste. Badali je Hessenberg i Zepharovich. Oto ściany najpospolitsze:  $P = (001)$ ,  $x = (10\bar{2})$ ,  $y = (101)$ ,  $l = (110)$ ,  $r = (011)$ ,  $o = (013)$ ,  $n = (12\bar{3})$ . St. osi  $= 0.4272 : 1 : 0.6575$ ,  $\beta = 85^\circ 22'$ . Kąty:  $(110) = 46^\circ 8'$ ,  $001 : \bar{1}02 = 39^\circ 17'$ ,  $001 : \bar{1}01 = 60^\circ 17'$ ,  $001 : \bar{1}01 = 60^\circ 17'$ ,  $001 : 110 = 85^\circ 45'$ ,  $12\bar{3} : 1\bar{2}\bar{3} = 43^\circ 48'$ . (Busz, Jahrb. f. Min., t. d. V, str. 330). Kryształy bywają bądź płaskie, rozwinięte w płaszczyźnie  $P$ , bądź też rozmaicie wydłużone. Bliźniaki, zwłaszcza zrosłe ścianą  $P = (001)$ , pospolite, fig. 2; bliźniaki przerosłe nakrzyż według tegoż samego prawa nie należą również do rzadkich.

Lupl. niewyraźna; niekiedy skorupowatość równoległa do ściany  $l$  lub  $r$ . Tw. 5 do 5.5. C. wł. 3.4 do 3.6.

Opt. Połysk szklisty, przechodzący w dyamentowy lub tłusty. Barwy żółte, zielone, brunatne. Opt. dodatni (+). Pł. o. o.  $010$ . 1-sza dwusieczna prawie prostopadła do  $x$ . Płytki, do ściany tej równoległe, dają w konoskopie wspaniały obraz osiowy, albowiem hyperbole posiadają szerokie obrzeżenia barwne, wewnątrz intensywnie czerwone, zewnątrz zaś — pięknie niebieskie. Dyspersja bardzo mocna:  $2V = 26^\circ$  (Li),  $23^\circ$  (Na),  $20^\circ$  (Ti),  $\rho > \nu$ . Spłcz. załm. św. sodowego: 1.9133, 1.9206, 2.0536 (bliźn. z Zillerthal, według Busza).

Chem. Odpowiednio do wzoru  $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2$ , zawiera 40.8 dwutlenku tytanu, 30.6 krzemionki, 28.6 wapna, ale często też trochę żelaza. W pł. dm. wzdyma się nieco i topi w krawędziach na szkło ciemne. Kwas solny działa nań słabo, siarczany rozkłada całkowicie. Ebelman i Hautefeuille dokonali syntezy tytanitu, topiąc jego części składowe.

Występ. Tytanit znajduje się w rozpadlinach granitu, gnejsu, łupku mikowego i chlorytowego; tworzy on tam mianowicie kryształy narosłe, jak w Tavetsch, dol. Ezli, na Gotthardzie w Szwajcaryi, Val Maggia w Piemencie,

Pfisch i Pfunders w Tyrolu, Untersulzbach w Salzburgu, w Achmatowsku na Uralu. Kryształy mają częstego towarzysza w rypidolicie, który je pokrywa i przejmuje. Łożyskom wymienionym właściwe są kryształy o zarysach fig. 1, dwojaki według *P*, jak na fig. 2<sup>1)</sup>, oraz inne utwory bliźniące.

Fig. 1.

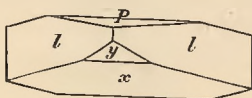


Fig. 2.

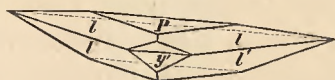


Fig. 3<sup>1)</sup>.

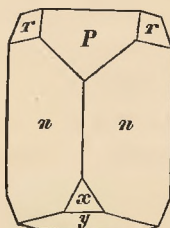
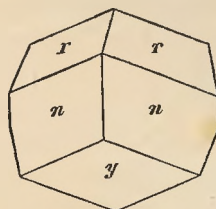


Fig. 4<sup>1)</sup>.



Kryształy t-tu, powstałe w zawieszeniu, są charakterystyczną, acz podrzędną częścią składową wielu syenitów, dyorytów i amfibolitów (np. tatrzańskich z pod Pysnej), dalej niektórych trachitów, fonolitów. Tworzą one połączenia proste, często o kształtach fig. 3, i bywają zazwyczaj zabarwione brunatno. Kryształki i ziarnka drobne, żółte dają się dostrzegać pod mikr. w wielu łupkach krystalicznych, zawierających amfibol. W Am. półn. kryształy brunatne a wielkie, odpowiadające fig. 4, występują w wapieniu ziarnistym, np. koło Boltonu wraz z piroksenem i skapolitem, koło Attleboro w Pensylwanii pospół z wola-tonitem i grafitem, dalej koło Edenville, Monroe, Magnet Cove i w in. m. T. zdarza się również i w pokładach magnetytu, np. koło Arendalu.

Okazy przezroczyste usiłowano wprowadzić do jubilerstwa.

Etym. i synonim. Titanit, *Klapr.* Sphène, *Hauy* = sfen, z grec. σφην klin, aluzya do ostrości postaci.

Czerwony grenowit (greenovit) z St. Marcel jest tytanitem, zawierającym mangan. Grotytem (grothit) Dana nazwał tytanit żelazisty, występujący w Pławnie (Plaunscher Grund) pod Dreznem. Produkt rozkładowy, stanowiący zewnętrzną powłokę blaszek żelaziaku tytanowego, a w niektórych skalach całkowite pseudomorfozy, nazywano leukoksenem i tytanomorfitem. Jestto przeważnie tytanit. Jednoskośny itrotytanit (keilhaut) z Arendalu, blisko spokrewniony z tytanitem, zawiera do 12 proc.  $Y_2O_3$ . Czy należy tu również rombowy guarynit,  $(Na, K)_4Ca_8(Al, Ce)_{10}Si_{10}O_{45}$ , nie jest pewna.

Krzemo-tytanianami są jeszcze minerały następujące.

Regularny szorlomit,  $3CaO \cdot (Fe, Ti)_2O_3 \cdot 3(Si, Ti)O_2$ , zaliczany przez niektórych do grupy granatów; jednoskośny neptunit:  $(Na, K)_2(Fe, Mn)(Si, Ti)_5O_{13}$ , tudzież bezpostaciowy czewkinit:  $(Ca, Fe)_2(Di, Ce, La, Fe)_2(Si, Ti)_5O_{15}$ . Wszystkie czarne.

### Perowskit.



*Naśladowczo-regularny.*

Nie należy wprowadzić do minerałów rozpowszechnionych, ale jest wybitny ze względu na pseudosymetryę. Kryształy tworzy naśladowczo-regularne, jak tego dowiodły postrzeżenia Descloizeaux, Baumhauera i Ben Saudea. Mie-wają one często kształt sześcianu oraz naśladują wiele połączeń regularnych.

<sup>1)</sup> Fig. 3 i 4 wyobrażają kryształy tytanitu w ustawieniu nieco odmiennem.

Brózkowatość ścian wykazuje pewne podobieństwo do prążkowatości postaci pirytoedrycznych, atoli kryształ p-tu składają się z wielu osobników, zrósłych bliźniaczo ścianami, które w interpretacji regularnej byłyby (100) i (110). Porównaj str. 101, fig. 219.

Lupl. dość wyraźna || (100). Tw. 5·5, kruchy. C. wł. 4·0 do 4·1.

Opt. Barwa najczęściej czarna, jakkolwiek zdarzają się też kryształy czerwone i żółte. Blask dyamentowy, na gatunkach ciemnych—nieco metaliczny. W św. spolaryzowanym ujawnia dwójłomność i dwuosiowość, tudzież złożoną budowę pni bliźnięcych.

Chem. Skład: odpowiednio do wzoru  $\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2$ , zawiera 58·8 dwutlenku tytanu, 41·2 wapna, wszelako zazwyczaj jeszcze trochę żelaza. W pł. dm. nietopliwy, w kwasach nierozkładny. Odpowiedni tytanian wapnia, otrzymany sztucznie przez Ebelmena i Hautefeuillea, wykazuje postać i dwujłomność perowskitu.

Występ. Kryształy narosłe rzadkie: Pfitsch w Tyrolu; wrosłe nieco pospolitsze: w wapieniu ziarnistym koło Achmatowska na Urału, w łupku talkowym koło Zermatt w Szwajcarii, dalej koło Magnet Cove w Arkanzasie. Jako część składowa podrzędna, perowskit występuje w bazaltach nefelinowych i melilitowych.

Ety m. Perowskit, *G. Rose*, od Perowskiego, wyższ. urzęd. w Petersburgu.

Pokrewny geikilit jest podobny do rutylu, dwójłomny. Skł. chem.  $\text{MgTiO}_3 = 66·7$  dwutlenku tytanu, 33·3 magnezyi. Głaziki w piaskach Rakwany na Ceylonie.—Ety m. Geikilith, *Dick*, na cześć geol. ang. A. Geikie.

Z pomiędzy krzemocytkonianów wymienimy następujące:

La wenit, jednoskośny, żółtawo-brunatny; zawiera Ca, Mn, Na; w sycenie cleolitowym na Laven, w niektórych fonolitach.

Hiordalit, trójskośny, żółty; zawiera Ca, Na, F. Langesundfjord.

Rozenbuszyt, jednoskośny, blado-żółtawo-szary; zawiera Ti, Ca, Na, La, F. Langesundfjord. (Rosenbuschit, *Brügg*, na cześć prof. H. Rosenbuscha).

Eudyalit, romboedryczny, brunatno-czerwony,  $\text{Na}_{13}(\text{Ca}, \text{Fe})_6(\text{Si}, \text{Zr})_{20}\text{O}_{52}\text{Cl}$ , Kangerdluarsuk na Grenlandyi, Magnet Cove. Należy tu również eukolit z Brevigu.

Katapleit, jednoskośny, w temp. 140° romboedryczny,  $\text{H}_4(\text{Na}_2, \text{Ca})\text{ZrSi}_3\text{O}_{11}$ . Brevig w Norwegii.

Weleryt, jednoskośny, żółty,  $\text{Na}_5\text{Ca}_{10}\text{Nb}_2\text{Zr}_3\text{Si}_{10}\text{O}_{43}\text{F}_3$ . Brevig. (Na cześć chem. Wöhlera).

Elpidyt, rombowy, o połysku perłowo-macicznym, białawy — ceglasto-czerwony,  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{ZrO}_2 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . Igaliko na Grenlandyi.

Tytanocytkoniany:

Polimignit, romboedryczny, czarny; zawiera Fe, Y, Th, Ce, La, Di. Frederiksvärn w Norwegii.

Mengit, rombowy, czarny. Miask.

Cyrkilit, oktaedryczny, czarny, zawiera Fe, Ca. Sao Paulo w Brazylii. (Na cześć prof. F. Zirkela).

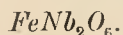
## Gromada VI. Saletrowce.

Należą tu związki solne, wyprowadzane z kwasów: niobowego, tantalowego, wanadynowego, fosforowego, azotnego, tudzież kwasów arsenowych i antymonowych.



**Rząd 1. Niobiany i tantalany.**

Minerały mało rozpowszechnione, pochodzące przeważnie z krain północnych, a będące solami kwasu niobowego i tantalowego.

**Kolumbit, niobit.**

*Kl. bipiram. romb. (8).*

Kryształy rombowe czarne; st. osi = 0.8148 : 1 : 0.6642. Przypominają one wolframit, do którego też są podobne z rozwartości kątów. Tw. 6. C. wł. 5.4 do 6.4. Lupl. || (100).

Chem. Skład: niobian żelaza dwuwartościowego,  $\text{FeO} \cdot \text{Nb}_2\text{O}_5 = 82.7$  pięciotlenku niobu, 17.3 tlenku żelaza, zawierający jednak najczęściej równopostaciową domieszkę tantalanu żelaza,  $\text{FeTa}_2\text{O}_6$ . Nietopliwy; rozkłada się w stopionym kwaśnym siarczanie potasu.

Występ. Osadzony w granicie koło Bodenmais, Zwiesel, Tirschenreuth w Bawaryi, koło Chanteloube we Francyi, Tammela w Finlandyi, koło Miaska w gór. Ilmeńskich, Haddam w Connecticut, Pikes Peak w Kolorado, kopal. Etta w Dakocie. Zawiera go też kryolit koło Evgotoku na Grenlandyi.

Etym. Columbite, *James.*, od metalu columbium = niobium. Niobit, *Haid.*

Równopostaciowy z kolumbitem jest tantalit,  $\text{FeTa}_2\text{O}_6 = \text{FeO} \cdot \text{Ta}_2\text{O}_5 = 86.1$  pięciotlenku tantalu, 13.9 tlenku żelaza. Barwy i występowanie ma też wspólne, ale jest rzadszy; podobnież tantalit manganowy,  $\text{MnTa}_2\text{O}_6$ , oraz iksyolit, zawierający trochę cyny (*Ixiolite*, *Nordensk.*, od *Ixion* = mitolog. Tantal).

Substancja tantalitu i kolumbitu krystalizuje się też tetragonalnie z kątami rutylu,  $a:c = 1:0.6464$ . Odpowiednie kryształy z Tammeli w Finlandyi zostały nazwane tapiolitem,  $\text{Fe}(\text{Ta}, \text{Nb})_2\text{O}_6$ . Jeżeli wzór rutylu potroimy,  $\text{Ti}_2\text{O}_6$ , to łatwo dostrzeżemy analogię atomistyczną z substancjami  $\text{FeNb}_2\text{O}_6$  i  $\text{FeTa}_2\text{O}_6$ .

Tantalo-niobianami są także rombowy itrotantalit (z Y, Er, Ce etc.) i hjelmit (z Sn, Y etc.), znalezione w Ytterby, Finbo. Korarfvat w Szwecyi. Dodać tu jeszcze należy tetragonalny (kl. 10) fergusonit (tyryt),  $\text{Y}(\text{Nb}, \text{Ta})\text{O}_4$ , i rombowy samarskit (itroilmenit, prócz Nb i Ta, zawiera Y, U, Ce, La, Di, Y, Er, także argon, hel etc.). Pokrewne im są: nolit, haczetolit (hatchettolit), sypilit. Kopit jest przeważnie niobianem wapnia, anerodyt — niobianem uranu i itru.

Do tantalo-niobianów zaliczają się jeszcze:

Pirochlor, regularny (zawiera Ti, Th, Ce, Ca, Na, F), w syenitach eleolit. Miaska, Brevig, Frederiksvärn; mikrolit, regularny, przeważ.  $\text{Ca}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ , z Amelii i Chesterfieldu; dyzanalit <sup>1)</sup> z Kaisersthulu (tytano-niobian Ca i Fe), również regularny; dalej minerały rombowe: polikraz <sup>1)</sup> (tytano-niobian Y, Er, Ce, U etc.), eschinit <sup>1)</sup> (miesz. izm. niobianu, tytanianu i toranu metali cerowych), euksenit <sup>1)</sup> (tytano-niobian Y, Er, Ce i H, zawiera też germ, argon i hel).

**Rząd 2. Arseniany, antymoniany, wanadyniany.**

Związki solne, które wyprowadzamy z kwasów: antymonowego, arsenowego i wanadynowego. Odpowiadają one typowi  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ . Należy tu także

<sup>1)</sup> Charakterystyczne nazwy tych rzadkich minerałów wskazują trudności analityczne, napotymane przy ich rozbiornie, lub złożoność składu chem.: Dysanalit, *Knop.*, od *δυσανάλωτος* nierozwiązalny. Polycras, *Scheerer*, od *πολύς* mnogi i *κράσις* mieszanina. Aeschynit, *Berz.*, od *αἰσχύνη* wstyd (a więc po pol. nie eszynit!), aluzya do niedokładności metod analizy chem. Euxenit, *Scheerer*, od *εὐξενος* gościnny, aluzya do obecności wielu pierwiastków.

kilka arsenionów, odpowiadających typowi  $\text{HAsO}_2$ . Utwory wtórne żył kruszcowych.

#### a) Antymoniany.

Minerały rzadkie, poznane najczęściej dopiero w czasach ostatnich. A topit, regularny,  $\text{Ca}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$ , zawiera też sod; lewizyt, oktaedryczny,  $5\text{CaO} \cdot 3\text{SbO}_5 \cdot 2\text{TiO}_2$ , z Ouro Preto; bindheimit, zbity, o przełamie muszlowym, jest wodnym antymonianem ołowiu o skl. chwiejnym. Związki pośrednie, zawierające też sole typu 2-go: tetragonalny romeit, przybl.  $\text{Ca}_3\text{Sb}_3\text{O}_8$ ; rombowy nadoryt,  $\text{PbSb}_2\text{O}_4 \cdot \text{PbCl}_2$ ; bezpostaciowy rywotyt zawiera  $\text{Sb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{CO}_2$ . Należy tu też prawdopodobnie i trombolit.

#### b) Arseniany wodne.

##### 1. Białe, zawierające Ca i Mg:

Hajdyngeryt, rombowy,  $\text{HCaAsO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ , bardzo rzadki. (Haidingeryt).  
Farmakolit,  $2\text{HCaAsO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$ , jednoskośny, 0.6137:1:0.3622,  $\beta = 83^\circ 13'$ . Kryształy igiełkowate, skupienia promienisto-włókniste. Andreasberg, Jachimów, Wittichen, Riechelsdorf, Markirch. Pikrofarmakolit zawiera trochę magnezu.  
Wapleryt,  $2\text{HCaAsO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ , także zawiera magnez. Jednoskośny, 0.9125:1:0.2660,  $\beta = 81^\circ 35'$ . Towarzyszy farmakolitowi.  
Hernesyt, jednoskośny, promienisty, blaszkowy.  $\text{Mg}_3\text{As}_2\text{O}_8 + 8\text{H}_2\text{O}$ . Banat i Nagyag w Siedmiogrodzie. (Hörnesyt).

##### 2. Arseniany zasadowe Cu i Zn:

Adamin,  $\text{HOZn}_2\text{AsO}_4$ , rombowy, 0.9733:1:0.7158. Chaniarcillo, Cap Garonne, Laurion.  
Oliwenit,  $\text{HOCu}_2\text{AsO}_4$ , rombowy, 0.9369:1:0.6726. Redruth, Cynwald, Niżnie-Tagilsk.  
Erynit,  $(\text{HO})_4\text{Cu}_5\text{As}_2\text{O}_8$ , krystaliczny, pozatem podobny do oliwenitu. Nawiasowo tu wtrącimy, że tem samem imieniem ochrzczono jeden z minerałów bolusowych.  
Euchroit,  $\text{HOCu}_4\text{AsO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$ , rombowy, 0.6088:1:1.0379, zielony. Lubietów na Węgrzech.  
Abichit,  $(\text{HOCu})_3\text{AsO}_4$ , jednoskośny, 1.9069:1:3.8507,  $\beta = 80^\circ 30'$ , ciemno-zielony, promienisto-pręcikowy. Kornwalia, Tavistock, Saida. (Strahlerz *Wern.* = miedź promienista *Kunel.*; Klinoklas, *Breith.* = klinoklaz).  
Konichalcyt,  $(\text{Cu}, \text{Ca})_3\text{As}_2\text{O}_8 \cdot (\text{Cu}, \text{Ca})(\text{OH})_3 + 1\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ , oliwkowo-zielony, promienisto-pręcikowy. Utah.  
Tyrolit,  $\text{Cu}_3\text{As}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{Cu}(\text{OH})_2 + 7\text{H}_2\text{O}$ , zawiera też  $\text{CaCO}_3$ , grynspanowy do niebieskiego, promienisto-blaszkowy. Schwaz w Tyrolu. (Kupferschaum *Wern.* = miedź pie-nista).  
Lirokonit,  $18\text{CuO} \cdot 4\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{As}_2\text{O}_5 \cdot 55\text{H}_2\text{O}$ , jednoskośny, 1.3191:1:1.6808,  $\beta = 88^\circ 33'$ ; niebieski — grynspanowy. Kornwalia, Pańska Dolina na Węgrzech. (Linsenerz *Wern.* = miedź soczewkowa *Drzew.*).  
Chalkofilit,  $9\text{CuO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{As}_2\text{O}_5 \cdot 27\text{H}_2\text{O}$ , romboedryczny, 1:2.5538; blaszkowaty, grynspanowy — szmaragdowo-zielony. Redruth, Saida, Niżnie-Tagilsk. (Kupferglimmer *Karst.* = mika miedziana, miedź mikowa *Kunel.*).  
Miksyty,  $20\text{CuO} \cdot \text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{As}_2\text{O}_5 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$ , promienisto-włóknisty. Jachimów.

##### 3. Arseniany bizmutu i uranu.

Ragit,  $2\text{BiAsO}_4 \cdot 3\text{Bi}(\text{OH})_3$ , kulki żółtawo-zielone, występujące w towarzystwie kruszców uranu. Schneeberg w Saksonii.  
Atelestyt,  $\text{H}_3\text{Bi}_3\text{AsO}_8$ , jednoskośny, podobny do poprzedniego. Tamże.  
Tregeryt,  $(\text{UO}_2)_3\text{As}_2\text{O}_8 + 12\text{H}_2\text{O}$ , jednoskośny, cytrynowo-żółty. Tamże. (Trögeryt).  
Walpurgin,  $5\text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{HO}_2 \cdot 2\text{As}_2\text{O}_5 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , kryształki trójskośne, wydłużone, żółte. Tamże.  
Uranospinit,  $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2\text{As}_2\text{O}_8 + 8\text{H}_2\text{O}$ , rombowy, 1:1:2.9136 ca., łuskowy, czyżowo-zielony; występ. wraz z poprzednim.

Zeunneryt,  $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2\text{As}_2\text{O}_8 + 8\text{H}_2\text{O}$ , tetragonalny, 1:2:9125, trawiasto-zielony. Schneeberg, Jachimów, Cynwald. Dwa ostatnie należą do szeregu izomorficznego t. zw. miki uranowej.

#### 4. Arseniany metali gr. manganu i żelaza.

Chondroarsenit,  $\text{Mn}_3\text{As}_2\text{O}_8 \cdot 3\text{MnO}_2\text{H}_2$ , ziarnka żółte, żywicę przypominające. Pajsberg. Alaktyt,  $\text{Mn}_3\text{As}_2\text{O}_8 \cdot 4\text{MnO}_2\text{H}_2$ , jednoskośny, 0:61278:1:0:33385,  $\beta = 84^\circ 17'$ ; czerwony i zielony; trójbarwny.

Hemafibryt,  $\text{Mn}_3\text{As}_2\text{O}_8 \cdot 3\text{MnO}_2\text{H}_2$ , rombowy, 0:5261:1:1:1510, czerwony, w stanie zwietrzałym czarny.

Hematolt (dyadelfit),  $\text{MnAsO}_4 \cdot 4\text{MnO}_2\text{H}_2$ , ale z Al, Fe, Mg, romboedryczny, 1:0:8885, brunatno-czerwony. Podobny doń jest zbity arseniopleit.

Synadelfit (flinkit),  $2\text{MnAsO}_4 \cdot 5\text{MnO}_2\text{H}_2$ , jednoskośny, 0:8582:1:0:9192,  $\beta = 90^\circ$ , czarny. Cztery ostatnie koło Nordmarken w Szwecyi.

Sarkinit (poliarsenit),  $\text{HOMn}_3\text{AsO}_4$ , jednoskośny, 2:0017:1:1:5154,  $\beta = 62^\circ 13'$ .

Rozelit,  $\text{Ca}_3\text{As}_2\text{O}_8 + 2\text{H}_2\text{O}$ , z Co i Mg, trójskośny, 0:4536:1:0:6560,  $\alpha = 90^\circ 34'$ ,  $\beta = 91^\circ$ ,  $\gamma = 89^\circ 20'$ , ciemno-różowy. Schneeberg.

Brandyt,  $\text{CaMn}_2\text{As}_2\text{O}_8 + 2\text{H}_2\text{O}$ , trójskośny, biały. Pajsberg.

Erytryn,  $\text{Co}_3\text{As}_2\text{O}_8 + 8\text{H}_2\text{O} = 38\cdot4$  pięciotlenku arsenu, 37:5 tlenku kobaltu, 24:1 wody; jednoskośny, 0:75:1:0:70,  $\beta = 75^\circ$  ca. Kryształy, skupienia snopkowate, promieniste; na pł. łupl. połysk perłowo-maciczny. Karmazynowy do brzoskwiniowo-czerwonego. Z kwasem solnym daje roztwór niebieski, czerwieniejący za dodaniem wody. Produkt rozkładowy perytów kobaltowych, niekiedy widocznie—smaltynu. Schneeberg, Saalfeld, Riechelsdorf. Często zmieszany z  $\text{As}_2\text{O}_3$ , jako t. zw. nalot kobaltowy (niem. Kobaltbeschlag, kobalt ziemisty *Drzew.*). — Etym. i synonim. Erythrine *Beud.*, od *ἐρυθρός* czerwony. Niem. Kobaltblüthe = kwiat kobaltowy *Lab.* = kobalt czerwony promienisty *Drzew.*

Ketygit,  $\text{Zn}_3\text{As}_2\text{O}_8 + 8\text{H}_2\text{O}$ , z dom. Co, Ni, jednoskośny, równopostaciowy z poprzedzającym, ale bladej zabarwiony. Schneeberg. (Köttigit).

Annabergit,  $\text{Ni}_3\text{As}_2\text{O}_8 + 8\text{H}_2\text{O}$ , jednoskośny, włosowaty, kłaczkowaty, jabłczano-zielony — zielonawo-biały. Produkt rozkładu perytów niklowych. Występuje wraz z kwiatem kobaltowym (Niem. Nickelblüthe = pol. kwiat niklowy). Należy doń również zawierający trochę magnezu kabreryt (cabreryt).

Symplezyt,  $\text{Fe}_3\text{As}_2\text{O}_8 + 8\text{H}_2\text{O}$ , jednoskośny, 0:7806:1:0:6812,  $\beta = 72^\circ 48'$ , seledynowy lub blade-indygowo-niebieski. Lölling, Lobenstein.

Skorodyt,  $\text{FeAsO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 49\cdot8$  pięciotlenku arsenu, 34:6 tlenniku żelaza, 15:6 wody, rombowy, 0:86578:1:0:95414. Kryształy piramidalne lub krótko-pryzmatyczne; także skupienia pręcikowe, włókniste, zbite. Porowo-zielony, seledynowy, zielonawo-czarny, także indygowo-niebieski, czerwony i brunatny. Topi się na szlakę szarą magnetyczną, z kwasem solnym daje roztwór brunatny. Schwarzenberg w Saksonii, Dernbach w Nassauskiem, Lölling w Karyntyi, Chanteloube, Nerczyńsk, Antonio Pareira w Brazylii, Kornwalia i t. d. — Etym. Skorodit, *Breith.*, od *σκόρον* czosnek, aluzya do zapachu, wydawanego w ogniu.

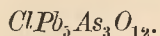
Farmakosyderyt,  $6\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{FeO}_3\text{H}_3 + 12\text{H}_2\text{O}$ . Pozornie regularny, ściany kostki i czworoscianu wykazujące, ale dwójłomny. Żółty, pistacyowo-zielony, brunatny. Schwarzenberg, Szczawnica Węg., Neustadt w Czarнымlesie, Kornwalia i t. d. (Niem. Würfelers = pol. ruda żelazna kostkowa *Drzew.* = żelaziak kostkowy *Lab.*).

Arsenosyderyt,  $\text{Ca}_3\text{Fe}(\text{AsO}_4)_3 \cdot 3\text{FeO}_3\text{H}_3$ , w kulkach włóknistych, brunatnych. Schneeberg.

Pitycyt, arsenian żelaza tlennikowego z domieszką siarczynu, bezpostaciowy, brunatny. Produkt wietrzenia arsenoperytów. Freiberg, Schwarzenberg. (Niem. Eisensinter = naciek żelazny *Kumel.*, Arseneisensinter = skrzep arsenowo-żelazny). Pokrewny mu jest ganomatyt z Andreásberga, Jachimowa, Szczawnicy Węg. i t. d. (Niem. Gänseköthigerz = pol. kruszec „kurze łajno“).



## c) Arseniany bezwodne.

**Mimetyt.**Kl. *bipiram. heksagon.* (25).

Kryształy heksagonalne należą do kl. hemiedryczno-piramidalnej; najczęściej słup ( $10\bar{1}0$ ) z piramidą ( $10\bar{1}1$ ) i dwuścianem podstawowym ( $0001$ ). Kąt ( $10\bar{1}1$ ) mierzy około  $100^\circ$ . St. osi =  $1:0.7224$ . Kąty nieco chwiejne, ale zbliżone do kątów piromorfitu i wanadynitu. Ogólny kształt kryształów krótkopryzmatyczny do tabliczkowatego, także piramidalny. Występuje w grupach rozetkowatych lub na podobieństwo pęczka rozwiniętych, także w kryształach pojedynczych. Niekiedy zrasta się w sposób równoległy z piromorfitem.

Lupl. niewyraźna. Tw. 3.5 do 4. C. wł. 7.2.

Opt. Barwa zwykle woskowo-żółta, miodowo-żółta i żółtawo-zielona. Dwójłomność dodatnia (+). Według Bertranda, stanowczo dwuosiowy i mimetyczny.

Chem. Skł. teor.: tlenku ołowiu 74.9, pięciotlenku arsenu 23.2, chloru 2.4, czyli arsenianu ołowiu 90.7, chlorku 9.3 (=  $3\text{Pb}_3\text{As}_2\text{O}_8 \cdot \text{PbCl}_2$ ). Rozpuszcza się w kwasie azotnym i ługu potasowym.

Występuje w Johanngeorgenstadzie, Cynwaldzie, Przybramie, Badenweiler, Phönixville. Kryształy o ścianach pękatych, tworzących beczułkowate słupki sześcioboczne koloru pomarańczowo-żółtego, otrzymały nazwę *kampilitu*. Zawierają one trochę kwasu fosforowego i chromowego. Okazy najpiękniejsze pochodzą z Kumberlandyi.

Etym. i synonim. *Mimetit* *Haid.*, od  $\mu\mu\eta\tau\acute{\iota}\varsigma$  naśladowca – postaci piromorfitu. *Mimetese* *Bewl.* = *Mimetesit* *Breith.* = *mimetezyt* *Alth.* (forma niepoprawna). *Kampylit*, *Breith.*, od  $\kappa\alpha\mu\acute{\pi}\lambda\omicron\varsigma$  zgięty, krzywy.

Skł. chem. zbliża się do mimetytu jednoskośny hedyfan z Langbanshyttan.

Berzelit,  $\text{Ca}_3\text{As}_2\text{O}_8$ , z dom. Mn i Mg, regularny. Langban w Szwecji.

Spat karminowy Sandbergera,  $\text{Pb}_3\text{As}_2\text{O}_8 \cdot 10\text{FeAsO}_4$ , czerwony, tworzy pęczki, grona.

Horhausen. (Carminite, *Dana* = karminit).

Durangit,  $(\text{Fe})\text{NaAsO}_4$ , jednoskośny, 0.77158 : 1 : 0.8250,  $\beta = 64^\circ 47'$ , czerwono-żółty.

Coneto w Durango, Meksyk.

## d) Arseniony.

Trypkeit,  $n\text{CuO} \cdot \text{As}_2\text{O}_3$ , tetragonalny, 1 : 0.916, niebieskawo-zielony. Z oliwitem w próżniach kuprytu w Copiapo.

Ekdemit (heliofilit),  $\text{Pb}_4\text{As}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{PbCl}_2$ , tetragonalny, blady, zielonawo-żółty, osadzony w kalcyicie. Långban.

## e) Wanadyniany.

Wanadynit. Drobne słupy heksagonalne z piramidą i dwuścianem podstawowym oraz innymi postaciami. Według Webskiego, piramidalno-hemiedryczny, jak poprzedni. St. osi  $1:0.71218$ . Kąt ( $10\bar{1}1$ ) =  $100^\circ$ . Równopostaciowy z piromorfitem i apatytem. Skupienia nerkowate o złożeniu włóknistym. Tw. 3. Żółty, brązowy, rzadziej czerwony. C. wł. 6.8 do 7.2. -- Skł. chem.:  $\text{ClPb}_5\text{V}_3\text{O}_{12}$  = 78.7 tlenku ołowiu, 19.4 pięciotlenku wanadu, 2.5 chloru, czyli wanadynianu ołowiu 90.2, chlorku 9.8 =  $(3\text{Pb}_3\text{V}_2\text{O}_8 \cdot \text{PbCl}_2)$ ; niekiedy zawiera domieszkę piromorfitu. W pł. dm. na węglu topi się i daje ziarnko ołowiu; w kwasie azotnym łatwo rozpuszczalny. Obir koło Żelaznej Kapłji w Karyntyi, Berezowsk na Uralu, Zimapan w Meksyku i wiele punktów w Aryzonie.

Dekluazyt,  $\text{Pb}_3\text{V}_2\text{O}_8 \cdot \text{ZnO}_2\text{H}_2$ , rombowy, 0.6368 : 1 : 0.8045, oliwkowo-zielony – czarny.

Ajuadita w Sierra di Cordoba w Argentynie, Obir w Karyntyi. (Etym. Descloizite,

- Dumour*, na cześć mineraloga franc. Descloizeaux). Należą doń kuprodekluzyt i trytochoryt, oba miedź zawierające.
- Folbortyt, przypuszczalnie heksagonalny, żółty, zielony. Wodny (zasadowy) wanadynian miedzi, baru i wapnia. Sysertsk, Niżne-Tagilsk na Uralu, Friedrichsrode. (Volborthit, Hess.).
- Motramit, krystaliczny, czarny, o rysie żółtej. Zasadowy wanadynian ołowiu i miedzi. Mottram koło St. Andrews, Cheshire, w Anglii.
- Dechenit,  $PbV_2O_6$ , kryształy rombowe. skupienia kuliste; czerwony, żółty, gwoźdźkowo-brunatny. Niederschlettenbach w Bawarii Nadreńskiej, Zühlingen koło Fryburga w Badenie, Obir w Karyntyi.
- Eusynchit (areoksen),  $(Pb, Zn)_3V_2O_8$ , kulisty, groniasty, cienko-włóknisty, żółtawo-czerwony. Hofgrund pod Fryburgiem w Badeńskim, Niederschlettenbach w Bawarii Nadreńskiej.
- Pucheryt,  $BiVO_4$ , rombowy, 0-5327 : 1 : 2-3357. hyacyntowo-czerwony, brunatny. Schneeberg (kop. Pucher), Ullersreuth.

### Rząd 3. Fosforany.

Minerały te składają się ze związków, pochodzących od trójjasadowego kwasu fosforowego  $H_3PO_4$  i będących solami już to normalnymi lub zasadowymi, już haloidowo-tlenowemi, odpowiadającemi tamtym (porówn. str. 261 i 262).

#### a) Fosforany bezwodne.

Apatyt	$FCa_5P_3O_{12}$	heksg. hem.-piram.	1 : 0-73460
Piromorfit	$ClPb_5P_3O_{12}$	" " "	1 : 0-7362
Wagneryt	$FMg_2PO_4$	jednosk.	1-9145 : 1 : 1-5059, $\beta = 71^\circ 53'$
Tryplit	$FMnFePO_4$	"	"
Tryploidyt	$HO Mn_2PO_4$	"	1-8571 : 1 : 1-4925, $\beta = 71^\circ 46'$
Herderyt	$FCaBePO_4$	"	0-6206 : 1 : 0-4234, $\beta = 90^\circ$
Hydroherderyt	$HO CaBePO_4$	"	0-6307 : 1 : 0-4274, $\beta = 89^\circ 54'$ . Paris, Maine. A. P.
Ambligonit	$FAiLiPO_4$	trójsk.	0-7334 : 1 : 0-7633, $\alpha = 108^\circ 52'$ , $\beta = 97^\circ 48'$ , $[\gamma = 106^\circ 27']$
Berylinit	$NaBePO_4$	rombowy	0-57243 : 1 : 0-54901, Stoneham.
Tryfilin	$LiFePO_4$	"	0-4348 : 1 : 0-5265
Monacyt	$CePO_4$	jednosk.	0-9693 : 1 : 0-9256, $\beta = 76^\circ 20'$
Ksenotym	$YPO_4$	tetragonalny	: 1 : 0-61867

**Apatyt.**  $(F, Cl)Ca_5P_3O_{12}$ . *Kl. bipiram. heksagon. (25).*

Dla szerokiego rozpowszechnienia i użyteczności z fosforanów najważniejszy. Przez długi czas nie był znany, brano go bowiem za fluoryt, akwamaryn i t. p.; dopiero Werner rozpoznał w nim osobny rodzaj, a Klaproth zbadał chemicznie. Nazwa zawiera aluzję do tych trudności, jakie wówczas napotymano w jego odróżnieniu.

Kryształy pospolite. Postać ich heksagonalna, do klasy piramidalnie-he-miedrycznej należąca. Kryształy mętne ukazują się zazwyczaj w łakich tylko kształtach, któreby za holodryczne pożytywać należało, fig. 1, 2, 3.  $a = (10\bar{1}0) = \infty P$ ,  $e = (11\bar{2}0)$ ,  $= \infty P2$ ,  $x = (10\bar{1}1) = P$ ,  $r = (1012) = \frac{1}{2}P$ ,  $s = (11\bar{2}1) = 2P2$ ,  $c = (0001) = 0P$ .

Wszakże na kryształach przezroczystych występują często ściany takie, jak  $u, t$  na fig. 6 i 7, które położeniem swem odpowiadają piramidzie dwunastobocznej, ale najczęściej rozwinięte bywają tylko w naprzemianległych polach kryształu.

Podobnież postać  $h$ , odpowiadająca słupowi dwunastograniastemu, ukazuje się tylko w połowicznej liczbie.

$$h = \pi(12\bar{3}0) = \infty P_{\frac{3}{2}}, t = \pi(13\bar{4}1) = 4P_{\frac{4}{3}}, u = \pi(12\bar{3}1) = 3P_{\frac{3}{2}}.$$

Kąt  $(10\bar{1}0) = 99^{\circ} 34'$ , atoli nieco chwiejny; równopostaciowość z piromorfitem, wanadynitem, mimetytem widoczna. Połówkowość postaci występuje, według Baumhauera, bardzo wyraźnie na figurach wytrawionych. Wszystkie ściany pryzmatyczne dają figury jednosymetryczne, albowiem przecina je tylko jedna, pozioma pł. sym., fig. 4.

Fig. 1.

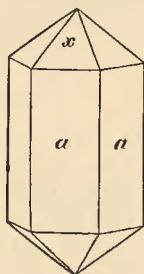


Fig. 2.

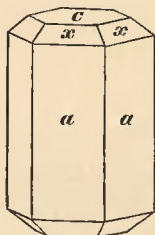


Fig. 3.

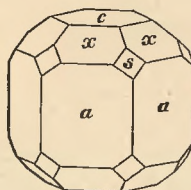


Fig. 4.

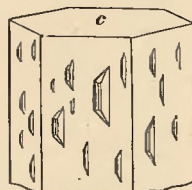


Fig. 5.

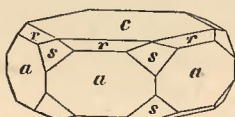


Fig. 6.

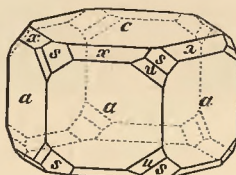
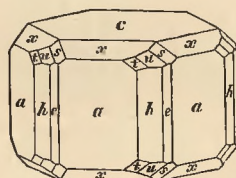


Fig. 7.



Lupl.  $\parallel a$  i  $c$  niewyraźna. Tw. 5. C. wł. 3·16 do 3·22.

Opt. Ściany kryształów równe mają połysk szklisty, ściany nierówne i pł. przełamowe — tłusty. Apatyty zupełnie bezbarwne lub białe nie są rzadkością, wszakże częściej zdarzają się okazy rozmaicie zabarwione, zwłaszcza żółte, zielone, niebieskie, fioletowe, także czerwone i brunatne. Na takich daje się dostrzegać dwubarwność. Dwójłomność słaba:  $\omega = 1.646$ ,  $\epsilon = 1.642$  (św. żółte), a więc odjemna (—). Atoli wiele okazów przezroczystych odznacza się dwuosiowością i rozpada na wycinki, które pozwalają rozpatrywać tego rodzaju kryształy, jako trojaki osobników jednoskośnych. Mallard uważa przeto kryształy apatyty za naśladowcze.

Chem. Wzorowi  $\text{FCa}_5\text{P}_3\text{O}_{12}$  ( $= 3\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8 + \text{CaF}_2$ ) odpowiada 55.5 wapna, 42.3 bezw. fosforowego, 3.8 fluoru, ale ponieważ zawsze prawie obecne są domieszki odpowiedniego związku chlorowego, przeto przyjmujemy w apatycie obecność dwu substancji: apatyty fluorowego  $\text{FCa}_5\text{P}_3\text{O}_{12}$  i apatyty chlorowego  $\text{ClCa}_5\text{P}_3\text{O}_{12}$ . Ten ostatni ( $3\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8 \cdot \text{CaCl}_2$ ) zawierałby 53.8 wapna, 40.9 bezw. fosforowego, 6.8 chloru. Domieszkę ciał obcych stanowią drobne ilości Mg, Fe, Mn. W pł. dm. drzażdżki apatyty topią się z trudnością i tylko w kwawędziach. W kwasie solnym i azotnym proszek rozpuszcza się łatwo. — Apatyt chlorowy (także mimetyt i piromorfyt) w mieszaninie innych minerałów, np. krzemianów,



może być odróżniony za pomocą reakcy mikrochemicznej, którą Lemberg zastosował do sodalitu (porówn. str. 503). Inna, ogólniejsza, metoda polega na tem, że szlif traktuje się w ciągu 2 minut 1-procentowym roztworem kwasu szczawowego, ogrzanego do 60 — 70°, poczem powstały na powierzchni apatyty szczawian wapnia przeprowadza się w odpowiedni związek srebra za sprawą obojętnego 10-procentowego roztworu  $\text{AgNO}_3$ . Szczawian srebra redukuje się następnie alkalicznym roztworem pirogalolu na czarny metal lub też traktuje chromianem potasu, który sprowadza na apatycie czerwony osad chromianu srebra. (Lemberg, l. c., 1892, str. 233).

Forchhammer, topiąc odpowiednie części składowe z solą kuchenną, otrzymał kryształki o własnościach apatyty chlorowego i wykazał jednocześnie, że zawartość apatyty, obecnego w wielu skałach, daje się wyciągnąć za pomocą stopionego chlorku sodu, w którym się ten minerał krystalizuje powtórnie. H. Saint-Claire Deville i Caron do stopionego chlorku wapnia wprowadzali części skl. apatyty fluorowego, którego kryształy tą drogą odtworzyli. Otrzymano też sztucznie apatyt bromowy, tudzież odpowiedni arsenian.

Występ. Apatyt rozpowszechniony jest przeważnie w obrębie skał krzemianowych, i to zarówno w utworach krystalicznych jak osadowych.

Kryształy narosłe, bezbarwne lub białe, znajdują się w rozpadlinach gnejsów oraz innych łupków krystalicznych, np. na szczytach Gotthardu, w dol. Ziller. Tablice przezroczyste rzadkiej wielkości i przepiękne kryształy drobniejsze znalezione zostały wraz z epidotem w Untersulzbachu, w Alpach Salzburskich. W próżniach granitowych kryją się też często piękne kryształy apatyty wraz z turmalinem, lepidolitem i t. p. Kryształy ładnie zabarwione występują w pokładach kruszcu cynowego koło Slawkowa, Cynwaldu, Ehrenfriedersdorfu. Skupienia nerkowate z Devonshire otrzymały nazwę frankolitu. Wielkich kryształów dostarcza Arendal, Snarum, Hammond w New-Yorku oraz inne punkty Am. Płn., gdzie apatyt występuje z kalcytem, skapolitem i t. d., wśród utworów kontaktowych.

Kryształy wrosłe, z obu stron wykształcone, napotykają się też dość często w wapieniu ziarnistym, np. w Arendalu: zielonawo - niebieski moroksyt. Kryształy te bywają zwykle zaokrąglone lub zgoła niewyraźne. Do takich również należą osobniki winno-żółte lub żółtawo-zielone, osadzone w łupkach talkowych Greineru w dol. Ziller (szparagowiec). Podobnie apatyt żółty z Jumilla w Hiszpanii. Kryształki drobne, częstokroć tylko pod mikr. dostrzegalne, rozpowszechnione są w najrozmaitszych skałach krzemianowych.

Pokłady żyłowe ap-ty gruboziarnistego odbudowują się koło Kragerö, Bamle i w in. miejsc. Norwegii połudn., także koło Estremadury w Hiszpanii. W Kanadzie odkryto na 100 stóp grube masy pniste, składające się z mieszaniny apatyty, feldspatu, piroksenu, biotyty i t. p.

Fosforytem został przez Wernera nazwany apatyt promienisty o powierzchni nerkowatej; dzisiaj atoli nazwa ta stosuje się do wszystkich większych pokładów fosforanu wapnia. Masę ziemistą, wypełniającą rozpadliny dolerytu i bazaltu, nazwano osteolitem. Fosforyt ziemisty spoczywa na rudach żelaznych koło Amberga w Bawarii. Anglia i ks. Nassauskie posiadają pokła-

dy fosforytu długie na mil kilka. Do pokładów najbogatszych należą obecnie złoża fosforytu w Karolinie płd. i we Florydzie. Skupienia bulaste, związane niekiedy ze szczątkami organicznymi i ujawniające częstokroć budowę promienisto-włóknistą, rozpowszechnione są szeroko we Francyi, Algieryi, Rosyi środkowej, gdzie są osadzone w glinie i marglu. Słynne kule fosforytowe, występujące na Podolu, w dol. Dniestru, pomiędzy Uszycą a Mohilowem, zawierają nieraz wewnątrz galenę, chalkopiryt, a w porach—apatyt. Fosforyty podolskie występują w piaskach, piaskowcach i marglach kredowych, gdzie tworzą najczęściej materiał skamieniałych a licznych gąbek. Właściwe atoli kule fosforytowe leżą niżej, w warstwach gliniastych syluru, do których się dostały prawdopodobnie drogą wsiąków, skupiających się w konkretye promienisto-kuliste (Alth, Jahrb. Geol. Reichsanst., t. XIX, str. 69. Gautier, Comptes rend., t. 116. Penrose i Shaler, Bull. U. S. Geol. Survey, 1888. Levat, Ann. d. mines, t. 7, str. 249).

Stafelit Steina oznacza powłoki groniaste i nerkowate o niewyraźnej budowie włóknistej, spoczywające na fosforycie zbitym w Nassauskiem (Staffel). Zawierają one do 9 proc węglanu wapnia oraz ślady jodu. Jestto prawdopodobnie związek podwójny. Sandberger i Streng dostrzegli w nim postaci apatyty. Podobny jest doń dalit z Bamle w Norwegii:  $2\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ .

Guano, znalezione w pokładach największych na kilku wyspach mórz południowych, zwłaszcza zaś koło wybrzeży peruwiańskich na wyspach Chincha, a będące nagromadzeniem ekskrementów zwierzęcych, przeważnie zaś ptasich, zawiera wiele fosforanu wapnia, lecz także fosforan magnezu i amonu. Bywa najczęściej popielate, żółtawe lub brunatne, ziemiste lub zbite. Wody deszczowe, przenikające do podłoża wapiennego, powodują powstawanie zbitego fosforanu wapnia, nazwanego sombrerytem. Guano jest miejscowem nagromadzeniem tych fosforanów, które zwykle, rozrzucone w postaci kości, odchodów i t. p., dostają się do warstw osadowych.

Ważne i ogólne znaczenie posiada apatyt, rozpowszechniony jako podrzędna część składowa skał krzemianowych. W dolerycie z Meiches, w cie-szynie, w bombach jez. Laachskiego można go odróżniać nawet okiem nieuzbrojonym. Zaczawszy od młodszych skał wybuchowych, jak trachit, andezyt, bazalt, a kończąc na najstarszych utworach krzemianowych, jak granit i gnejs—wszędzie znajdujemy drobne ilości apatyty. Skały wymienione są prą-źródłem, z którego pochodzą zarówno większe kryształy i pokłady apatyty, jak i te jego ilości, które obecne są w skałach osadowych i w szczątkach organicznych. Analiza chemiczna wykazała już od dawna w skałach krystalicznych drobne ilości kwasu fosforowego, ale dopiero badania mikroskopowe stwierdziły, że jest on zawsze związany w postaci apatyty. Ten ukazuje się zwykle w słupkach ostro zarysowanych, wydłużonych, kształtem zbliżonych do fig. 1 i 2, niekiedy rozerwanych na kilka ogniw lub też podzielonych na drobne ziarenka. Mocne załamywanie światła wyróżnia go z pośród otoczenia; podobny z postaci do nefelinu, różni się odeń nie tylko wyższym spłcz. załam. św., lecz nadewszystko reakcyami chemicznymi, o których mówiliśmy wyżej (porówn. też sposób



wykrycia kwasu fosforowego za pomocą zakwaszonego molibdenianu amonu, str. 241).

Fosforan wapnia rozpowszechniony jest przeto wszędzie w skałach krystalicznych, jako apatyt, w osadowych zaś — także w jakiejś innej nieznannej postaci. Rosliny, krzewiące się na skałach najrozmaitszych, mają więc na każdym miejscu fosfor w tej ilości, która im jest potrzebna do normalnego rozwoju i którą czerpią z gruntu, przyswajając swemu organizmowi.

Rolnik dopomaga prócz tego przyrodzie i, pragnąc, by ta jak najobfiusze wydawała plony, używa fosforytu, wytrawionego pierwiej kwasem siarczanym, jako doskonałego i skutecznego nawozu mineralnego. Do tegoż celu używane są także fosforany, obecne w kościach, pokładach guano, koprolitach i t. p.

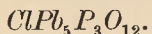
Apatyt ukazuje się dość często w stanie zwietrzałym. Zawiera on wówczas wodę i dwutlenek węgla, staje się nadto ziemistym i mętnym. Hydroapatyt, pseudoapatyt, talkapatyt (zawiera 8 proc. magnezyi), eupirchroit są nazwy, do takich właśnie apatytów stosowane.

Etym. i synonim. Apatit, *Wern.*, 1786, od *ἀπατάω* oszukuję, myślę, stąd mylnik *Kumel.* Spargelstein *Wern.* = kamień szparagowy *Drzew.* = szparagowiec *Symon.* Moroxit, *Abildg.* (etym.?). Phosphorit, *Kirw.*, „tak nazwany dlatego, iż jego proszek na rozżarzonych węglach okrywa się światłem fosforyczném“ (*Kumel.*) = świetlikowiec *Bogat.* Stąd też pochodzi nazwa eupyrchroite *Emmons*a (εὖ piękny, πῦρ ogień, χρῶα kolor). Inne nazwy są zrozumiałe same przez się lub od imion własnych i geogr. zapożyczone.

Jednoskośny wagneryt jest  $\text{FMg}_2\text{PO}_4$ , Werfen w Salzburgu. Kjerulfina z Balme w Norwegii nie różni się odeń zgola. Herderyt,  $\text{FCaBePO}_4$ , pochodzi z Ehrenfriedersdorf w Saksonii, Stoneham i Hebron w stan. Maine, z Murzińska i Miaska na Uralu.

Trójskośny ambligonit jest, według Penfielda,  $\text{FLiAlPO}_4$  z domieszką odpowiedniej soli zasadowej. Pening, Arendal, Branchville w Connecticut. Ambligonit z Montebbras we Francji i Heborn w Maine Descloizeaux uważał za osobny rodzaj, któremu dał nazwę montebrasytu. (Etym. Amblygonit, *Breith.*, od ἀμβλῆς tępy i γόνυ kąt).

### Piromorfit.



*Kl. bipiram. heksagon. (25).*

Często w kryształach. Postaci heksagonalne pryzmatyczne, jak na fig. 2 i 3 pod apatylem, z którym piromorfit jest równopostaciowy. Kąty ma też jednakowe, jak również figury wytrawień, dowodzące hemiedryi piramidalnej. Kryształy często pękate nakształt beczki, na ścianie podstawowej wydrążone. Zwykle zebrane bywają w szczotki, rzadziej są pojedynczo narosłe. Skupienia groniaste, nerkokształtne lub nieforemne zdarzają się też dość często.

Lupl. niewyraźna. Tw. 3·5 do 4. C. wł. 6·9 do 7.

Opt. Połysk tłusty. Przezroczystość niewielka. Barwy najczęściej zielone i brunatne: trawiasta, pistacyowa, oliwkowa, czyżowa, gwoździkowa, rzadziej woskowa, miodowa. Dwójłomność odjemna (—), dwuosiowość anomalna, jak w mimetycie.

Chem. Skł. teor.: 82·3 tlenku ołowiu, 15·7 bezw. fosforowego, 2·6 chloru, czyli 89·7 fosforanu ołowiu i 10·3 chlorku ( $= 3\text{Pb}_3\text{P}_2\text{O}_8 \cdot \text{PbCl}_2$ ). Domieszki wapna i fluoru pochodzą od równopostaciowego apatytu, arsenu zaś od izomorficznego mimetytu. W pł. dm. topi się bardzo łatwo, poczem zastyga w postaci ziarenka wielograniastego, branego częstokroć za kryształ pojedynczy, gdy w isto-



cie jest tylko agregatem krystalicznym. Stopiony z sodą na węglu, daje ziarno ołowiu; rozpuszcza się w kwasie azotnym oraz w ługu potasowym.

Powstawa i przeobraż. P-fit jest utworem wtórnym, występującym w pokładach kruszców ołowianych na galenie lub też w jej sąsiedztwie. Przykładami takiego występowania są żyły Freiberga, Zellerfeldu, Przybramu, Strzybra, dalej pokłady w Braubach, Ems, Schapbach, Poullaouen, Berezowsku, Phönixville.

Pseudomorfozy p-tu po galenie znajdowano niejednokrotnie, jak również po cerusycie. Z drugiej strony p-fit bywa często wypierany przez galenę, a więc powraca niejako do stanu pierwotnego, jak to dostrzeżono koło Strzybra, Ems, Freiberga, Poullaouen, Berncastel (kruszec ołowiu niebieski). Koło Berncastel nad Mozela Blum stwierdził ciekawe zjawisko: pseudomorfoza znów pokrywa się piromorfitem i cerusytem później powstałym, co jest dowodem zmiany roztworów w żyłach kruszczowych. Do minerałów, wypierających piromorfity żyłowy, należą również kalaminy, limonity i in.

Etym i synonim. Pyromorphit, *Hausm.*, od  $\pi\acute{o}\rho$  ogień i  $\mu\omicron\rho\phi\acute{\eta}$  kształt, aluzyja do owej kulki wielościenniej, powstającej w ogniu. Niem. Blaubleierz, Grünbleierz, Graubleierz = ołów błękitny, zielony, brunatny *Drzew.*, siniec *Bogat.*, ołowiak zielony *Łab.*, właśc. kruszec ołowiu zielony, brunatny etc.

Mizyt (miesit), nusyeryt (nussierit), polisferyt są piromorfitymi brunatnymi, zawierającymi wapno.

Fosforanem, zawierającym flnor, jest następnie tryplit (cwizelit, ruda żelaza smolista), niekształtny, dwuosiowy, opt. dodatni (+), prawdopodobnie jednoskośny; brunatny, o połysku tłustym. Skł. chem.  $\text{FFeMnPO}_4$ . Limoges, Sławków, Bodeuinais (Zwiesel). Sarkopsyd jest, zdaje się, także tryplitem.

Fosforany, fluoru pozbawione.

Rombowy tryfilin, zielonawo-szary, często z niebieskimi plamami, połysk tłusty. Skł. chem.  $\text{Li(Fe, Mn)PO}_4$ . Bodenmais, Grafton, Norwich. Wietrzejąc, daje mieszaninę, obfitującą w rudę żelaza zieloną, czyli pseudotryplit. Podobnież produktami wietrzenia, w części też tryplitu, zdają się być: heterozyt, aluodyt (alluandyt) oraz jednoskośny hurolit (hureaulit),  $5\text{MnO} \cdot 2\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Koło Branchville występują pokrewne tryplitowi: lityofilin  $\text{LiMnPO}_4$  i natrofilin  $\text{NaMnPO}_4$ .

Fosforany metali rzadkich.

Monacyt (turneryt), jednoskośny, 0.9693:1:0.9255,  $\beta = 76^\circ 20'$ . Tw. 5 do 5.5, c. wł. 5.0 do 5.2. Żółty, hyacyntowo-czerwony, cielisty, oliwno-zielony, o połysku tłustym; opt. dodatni (+), pł. o. o.  $\perp 010$  i prawie równoległa do 100,  $2E = 25^\circ - 34^\circ$ , śr. spólc. załam. 1.9465. Bywa niekiedy częścią składową mas skalnych. Skł. chem.: istotnie  $\text{(Ce, La, Di)PO}_4$ , zawiera jednak prócz tego tor, a także argon i hel. Kryształy wrosłe w granitach Miaska, Złatoust, Sanarki na Uralu, koło Norwich w Massachusetts, Schreiberhan w Karkonoszach, Suszyce (Schüttenhofen) w Czechach. Koło Nil St.-Victent w Belgii Renard znalazł drobne kryształki monacytu z turmalinem i łuskami muskowitu w masie gliniastej, wypełniającej rozpadlinę kwarcytową. Piaski monacytowe znaleziono w Brazylii. Jako turneryt, tworzy on kryształki drobne, żółte, narosłe wraz z anatazem na ścianach rozpadlin gnejsów szwajcarskich, w dol. Tavetsch, Cornera, Binnen. — Zarówno monacyt, jak inne minerały, zawierające La, Y, Th, Di, Er, Zr, także Ce, Nb (toryt, oranzyt, euksenit, eschinit, itrotantalit, gadolinit, ortyt, ceryt, cyrkon), dobywane są dziś w znacznych ilościach na wytwarzanie ciał świecących do lamp gazowo-żarowych. — Etym. Monazit *Breith.*, od  $\mu\omicron\nu\acute{\alpha}\xi\epsilon\tau\nu$  trwać w samotności, aluzyja do rzadkości; po pol. więc byłoby poprawniej: monadzyt. Turnerite, *Levy*, na cześć chem. ang., E. H. Turnera.

Eremit zdaje się być monadzytem. Kryptolit, tworzący koło Arendalu igły w apatycie czerwonawym, dał Wöhlerowi skl. chem. monadzytu.

Ksenotym, tetragonalny,  $a:c = 1:0.6186$ ; łupl. || (110) dokł.; tw. 4 do 5, c. wł. 4.5. Brunatny, czerwony, żółty, w połysku tłusty, opt. dodatni (+). W istocie jest fosforanem itru,  $YPO_4 = Y_2O_3 \cdot P_2O_5 = 38.6$  bezw. fosforowego, 61.4 półtoratlenku itrowego, zawiera jednak równopostaciowy związek ceru  $CePO_4$ . Hitteroe w Norwegii, Ytterby w Szwecyi, Schreiberhau w Karkonoszach, Königshayn koło Zgorzelca na Śląsku. — Etym. i synonim. Xenotime, *Beud.*, od ξένος obcy i τιμή honor, aluzya do Berzeliusa, który jakoby odkrył w nim nowy metal (tor, późn. itr). Ytterspath, *Glocker* = spat itrowy.

#### b) Fosforany wodne.

Wymienimy naprzód fosforany wodne żelaza i manganu.

**Wiwianit.**  $Fe_3P_2O_8 + 8H_2O$ . *Kl. słupa jednokośn. (5).*

Kryształy jednokośne, doskonale łupliwe, na (010) połysk perłowo-maciczny ujawniające. Blaszki odłupane giętkie, gips przypominające. Kształt kryształów pryzmatycznie wydłużony. Kąt (110) =  $72^\circ$ . St. osi =  $0.7498 : 1 : 0.7015$ ,  $\beta = 75^\circ 34'$ . Równopostaciowy z kwiatem kobaltu i symplezytem. Skupienia pręcikowe i włókniste są pospolite.

Łupl. || (010) doskonała. Tw. 2. C. wł. 2.6 do 2.7.

Opt. W stanie niezmienionym bezbarwny lub jasno-zielony, atoli na powietrzu i w zetknięciu z wodą deszczową staje się niebieski; taki też najczęściej bywa znajdowany. Dwójłomność mocna. Pł. o. o.  $\perp$  (010),  $cr = 61^\circ$ . Dodatni (+). Kąt osi opt. bardzo wielki i dlatego płytki odłup. nie dają całkowitego ich obrazu.  $2V = 73^\circ$ , śr. spółcz. załam. 1.592 (św. żółte),  $\rho < v$ .

Chem. Wzorowi  $3FeO \cdot 2P_2O_5 \cdot 8H_2O$  odpowiada 43.0 tlenku żelaza, 28.3 bezw. fosforowego, 28.7 wody. Taki skład dały Fisherowi kryształy blado-zielone, znalezione w piasku koło Middletownu w Delaware. W-ty niebieskie zawierają fosforan żelaza trójwartościowego. W pł. dm. na węglu czerwienieje, zaczem topi się na kulkę szarą, błyszczącą i magnetyczną. W kwasach łatwo rozpuszczalny; zagotowany z ługiem potasowym, czernieje.

Występ. Kryształy znaleziono w próżniach pirytu koło St.-Agnes w Kornwalii, koło Tavistock w Devonshire, wraz z pirytem magnetycznym — koło Bodenmais w Bawaryi. Skupienia promienisto-pręcikowe, cylindryczne występują koło Mullica Hill w New-Jersey; tu oraz na półwyspie Kercz wiwianit długo-pręcikowy i ziemisty tworzy jądra, czyli wypełnienia muszli kopalnych. W dawnych paleniskach węgla kamiennego, w rudach błotnych, w torfowiskach w-nit nie jest rzadki. W-nit ziemisty, zanieczyszczony, występuje w niektórych pokładach gliny. W stanie świeżym ziemia ta jest biaława, na powietrzu jednak niebawem błękitnieje. Kości, które przez dłuższy czas leżały w ziemi lub torfie, zawierają też niekiedy wiwianit. U nas pospolity w glinach trzeciorzędowych.

Wietrzejąc, w-nit przechodzi w fosforan tlennikowy brunatny, nazywany zwykle berunitem.

Etym. i synonim. Vivianit, *Wern.*, na cześć min. angl. J. G. Viviana. Niem. Blau-eisenerde = ruda żelazna błękitna *Drzew.*, żelazo błękitne *Kumel.* Anglarite, *Berthier* = anglaryt, od miejsc. Anglar. Mullicite, *Thoms.* = mulicyt, od Mullica Hill w N.-Jer.



Ludlamit,  $2\text{Fe}_3\text{P}_2\text{O}_8 \cdot \text{FeO}_2\text{H}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$ , jednoskośny, 2:2520:1:1:9819,  $\beta = 79^\circ 27'$ . Łupl. || 001 dokł., żółtawo-zielony, przezroczysty. Z wiwianitem w pirycie koło Truro w Kornwalii.

Redyngit,  $\text{Mn}_3\text{P}_2\text{O}_8 + 2\text{H}_2\text{O}$ , rombowy, 0:8678:1:0:9486, homeomorficzny ze skorodytem, żółtawy; wietrzejąc, staje się brunatno-czerwonym. Branchville, Fairfield Cty, Connecticut.

Fillowit i dikinsonit, obydwa jednoskośne, ale pozornie romboedryczne; prócz Mn, zawierają Fe, Ca, Na. Żółte, brunatne. Branchville.

Strengit,  $\text{FePO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ , rombowy, 0:86517:1:0:98272, równopostaciowy ze skorodytem, brzoskwiniowo- lub hyacyntowo-czerwony. Giessen, Waldgirmes, Rockbridge. Pokrewny mu jest barrandyt, który zawiera też glinę.

Berunit, (eleonoryt),  $2\text{FePO}_4 \cdot \text{FeO}_3\text{H}_3$ , jednoskośny, 2:7538:1:4:0165,  $\beta = 48^\circ 33'$ ; hyacyntowo-czerwony, czerwono-brunatny. Kopal. Svata Dobrotiva koło Berunia w Czechach, Scheibenberg w Saksonii. (Beruń, Bieruń, niem. Beraun, stąd beraunit Breith.).

Krauryt (ruda żel. zielona, dufrenit), groniasty, ciemno-zielony, na powietrzu brunatniejący. Zasadowy fosforan żelaza trójwartościowego. Siegen, Waldgirmes, Hirschberg w Westfalii, Limoges, Allentown.

Kakoksen,  $\text{FePO}_4 \cdot \text{FeO}_3\text{H}_3 + 4\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ , promienisto-włóknisty, w połysku jedwabisty, ochrzano-żółty. Svata Dobrotiva i Cerhovice w Czechach, Amberg, Waldgirmes.

Picyt, bezpostaciowy, ciemno-brunatny, również wodny fosforan żelaza tlenikowego. Waldgirmes. Podobny doń jest delwoksyt (fr. delvauxite).

Chalkosyderyt,  $\text{CuO} \cdot 3\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , zawiera też glinę, trójskośny, kryształły jasno-zielone. Kornwalia.

Fosforany, zawierające uran.

Torbernit,  $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2\text{P}_2\text{O}_8 + 8\text{H}_2\text{O} = 61.2$  trójtlenku uranu, 8.4 tlenniku miedzi, 15.1 bezw. fosfornego, 15.3 wody. Tetragonalny, 1:1:2936, kryształły tabliczkowate, o połysku perłowo-macicznym i dokł. łupliwości || 001. Trawiasto-zielony, szmaragdowo-zielony, rzadziej grynspanowy. Opt. ujemny (—). Schneeberg, Johanngeorgenstadt, Eibenstock, Jachimów, Limoges, Kornwalia. Należy tu również fryczeyt. (Etym. i synonim. Torbernit, *Wern.*, na cześć chem. Torbera Bergmanna (łac. Torbernus). Uranglimmer, *Wern.*, po cz. = uran błyszczak *Drzew.* = uran mikiowy *Kumel.* Chalkolith tegoż, od *χαλκός* miedź i *λίθος* = chalkolit. Uranit miedziany).

Uranocyrcyt,  $\text{Ba}(\text{UO}_2)_2\text{P}_2\text{O}_8 + 8\text{H}_2\text{O}$ , rombowy, pozornie tetragonalny, kryształły tabliczkowate. Łupl. || 001 dokł., czyżowo-zielony. Falkenstein w Saksonii.

Autunit,  $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2\text{P}_2\text{O}_8 + 8\text{H}_2\text{O}$ ; kryształły rombowe, tabliczkowate o wejrzeniu tetragonalnym, 0:9875:1:2:8517. Czyżowo-zielony — siarczysto-żółty, pozatem podobny do torbernit. Blaszki dają jednak dwuosiowy obraz interferencyjny. Niekiedy zraasta się z torbernitem równolegle. Łupl. i występowanie torbernit, ale znajduje się też w Autun we Francji, Chesterfield w Massachusetts. (Synonim. Uran mikiowy po cz., uranit wapienny, uranit).

Fosforany miedzi i cynku.

Libetenit,  $(\text{HO})\text{Cu}_2\text{PO}_4$ , rombowy, 0:9601:1:0:7019, równopostaciowy z oliwenitem i adaminem; porowo-zielony, oliwkowo-zielony, czarniawo-zielony. Lubietów (niem. Libetten) na Węgrzech, Niżnie-Tagilsk, Ullersreuth. Pseudolibetenit zawiera wodę.

Tagilit, jednoskośny, szmaragdowo-zielony. Skł. chem. przybliz.  $(\text{CuOH})_2\text{HPO}_4$ . Niżnie-Tagilsk, Mercedes, Ullersreuth.

Fosforochalcyt (lunit, pseudomalachit, kruszec miedzi fosforycznej),  $(\text{CuOH})_2\text{PO}_4$ , jednoskośny, groniasty, nerkowaty, promienisto-włóknisty, czarniawo-zielony, szmaragdowo-zielony, grynspanowy. Kornwalia, Said. Podobny doń jest dyhydryt,  $\text{Cu}_3\text{P}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{CuO}_2\text{H}_2$ .



Elit (prazyn), rombowy, groniasty, nerkowaty, promienisto-blaszkowy. Chem. jest jakby połączeniem obu poprzednich. Ehl koło Linz nad Renem, Lubietów na Węgrzech, Niżnie-Tagilsk na Uralu, Kornwalia.

Hopetit,  $\text{Zn}_3\text{P}_2\text{O}_8 + \text{H}_2\text{O}$ , rombowy, 0·5722:1:0·4717, szarawo-biały. Altenberg pod Akwizgranem, bardzo rzadki.

Fosforany, zawierające glin.

Childrenit,  $(\text{OH})_2\text{AlFePO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ , rombowy, 0·77801:1:0·52575, ochrzano-żółty, brunatny, czarny. St. Austel w Kornwalii, Tavistock w Devonshire, Hebron w Maine.

Eosforyt,  $(\text{OH})_2\text{AlMnPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ , rombowy, 0·77680:1:0·51501. Branchville.

Henwudyt (henwoodit), nerkokształtny, niebieski, zawiera miedź. Plumbogumit (niem. Bleigummi), groniasty, naciekowy, żółty, zielony, brunatny, zawiera ołów.

Lazulit (spat błękitny, klaprotyn),  $(\text{OHAl})_2\text{MgP}_2\text{O}_8$ , ale część Mg zastąpiona przez Fe; jednoskośny, 0·97496:1:1·6483,  $\beta = 89^\circ 14'$ . Kryształy piramidalne, tabliczkowate lub przyrządkowe, ale rzadko kiedy wyraźne. Najczęściej nieforemny, osadzony. Tw. 5 do 6. C. wł. 3 do 3·12. Indygowo-niebieski, błękitnawo-biały. Rysa biała. Pł. o. o. 010,  $\alpha c = 9^\circ$ , kąt osi b. wielki, opt. odjemny (—), spłcz. zhm.: 1·603, 1·632, 1·639. W pł. dm. wzdyma się, lecz nie topi. W kwasach rozpuszcza się tylko wyprażony. Krieglach w Styrii, Werfen w Salzburgu, Zermatt w Wallisie, Sinclair County w Karolinie półn., Graves Mountain w Georgii, tu kryształy zawieszzone w kwarcycie. Pokrewne mu są: cyrolit,  $\text{Ca}_3\text{Al}(\text{PO}_4)_3 \cdot \text{AlO}_3\text{H}_3$ , i tawistokit,  $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8 \cdot 3\text{AlO}_3\text{H}_3$ . Kalait (turkus), nerkowaty, naciekowy, osadzony w postaci żyłek, zbity. Pod mikr. składa się z drobnych cząstek dwójłomnych. Tw. 6. C. wł. 2·6 do 2·8. Niebieski, grynszpanowy, jabłczano-zielony. Skł. chem. przybliż.  $\text{AlPO}_4 \cdot \text{AlO}_3\text{H}_3 + \text{H}_2\text{O} = 32·6$  bezw. fosforowego, 46·8 glinki, 20·6 wody, atoli zawsze z domieszką związków miedzi i żelaza. Wyprażony, ciemnieje, nie topi się. W kwasach rozpuszczalny.

Turkus niebieski jest lubianym dla swej miłej barwy kamieniem ozdobnym, jakkolwiek twardość ma niewielką. Kamienie cenniejsze (turkus orientalny) występują w Persyi koło Niszapur, na Pn.-W. od Heratu, także w dol. Megara na Sy-naju w porfirze; w Meksyku kryją się w andezycie augitowym (Cerillos). W czasach ostatnich piękne okazy przywożono jakoby z Egiptu. Koło Kamienia na Śląsku, Oleśnicy w Saksonii znaleziono złoża turkusu podlegszego, najczęściej zielonego. Obecnie turkus otrzymuje się ze sztucznie przyrządzonego fosforanu glinu, zawierającego miedź i poddanego bardzo wysokiemu ciśnieniu. Produkt ten jest kruchszy od minerału. Pozatem bywa też, jako turkus, sprzedawana kopalna kość słoniowa o zabarwieniu niebieskiem (osteolit, turkus kostny). — Etym. Kallait, od Pliniusowego callais, callaina, callaica. Wyraz turques spotyka się już w w. XVI; niem. Türkis, franc. turquois, t. j. kamień turecki, czyli przywożony z Turcyi.

Fosforanami, pokrewnymi turkusowi, są: troleit, berlinit, augelit.

Wawelit,  $(\text{HOAl})_3\text{P}_2\text{O}_8 + 5\text{H}_2\text{O}$ , rombowy, 0·50489:1:0·37514; promienisto-włóknisty, bezbarwny, żółtawy, rzadko kiedy zielony lub niebieski. Tw. 3·5 do 4. Przeświecający. C. wł. 2·3 do 2·5. W pł. dm. wzdyma się, lecz nie topi; w kwasach rozpuszczalny. W rozpadlinach łupku krzemienego koło Langenstriegis, Waldgirmes, w szarogłazie koło Cerhowic, w fosforycie koło Staffel, Amberg, dalej koło Barnstapel, Montebras i w in. m. (Etym. Wavellite, Babing., na cześć odkrywcy, d-ra Wavel). Strygizan (striegisan) jest wawelitem.

Planeryt, ceruleolaktyn, sferyt są fosforanami pokrewnymi, podobnież waryscyt, fiszeryt, peganit, zefarowichit. Fosforanem bezpostaciowym, drobno-groniastym, często naciekowym jest ewansyt,  $2\text{AlPO}_4 \cdot 4\text{AlO}_3\text{H}_3 + 12\text{H}_2\text{O}$ , z Szirk na Węgrzech. Gojazyt zawiera też Ca.

Fosforany, zawierające wapń i magnez.

Ferfildyt (fairfieldite), izoklaz, messelit, wszystkie są przeważnie fosforanami wapnia; luneburgit, prócz fosforanu, zawiera też boran magnezu.

Dalej jeszcze minerały guanowe:

Bruszyt (brushit),  $\text{HCaPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ , jednoskośny, 0·6221:1:0·3415,  $\beta = 84^\circ 45'$ , żółta-wo-biały. Sobrero. Metabruszyt zawiera  $3\text{H}_2\text{O}$ . Rombowy newberryit jest odpowiednim fosforanem magnezu,  $\text{HMgPO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ .

Struwit (guanit), rombowy, hemimorficzny (kl. 7), 0·56643:1:0·91207, bezbarwny, żółty, brunatny.  $(\text{NH}_4)\text{MgPO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$ . Jest to skład soli, strącającej się z amoniakalnych roztworów magnezu za dodaniem fosforanu sodu (str. 241, magnez) i doskonale ujawniającej pod mikr. postać hemimorficzną. W guanie, np. w jaskiniach Skipton koło Ballaratu w Australii, w kanałach ściekowych, np. niegdyś w Hamburgu. Fosforanem magnezu i amonu trójskośnym jest też hannait,  $\text{Mg}_3\text{P}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2(\text{NH}_4)\text{PO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ .

#### Rząd 4. Azotany, czyli saletry.

Minerały najczęściej niepozorne, występujące tylko w postaci wsiaków i wykwitów. Kwas saletrzany (azotny), z którego związki te wyprowadzają się, bywa zazwyczaj produktem rozkładu i gnicia, wywoływanego przez bakterye. Powstający tą drogą kwas azotny rozkłada węglany Ca, Mg, K, Na, znajdujące się w roli, i daje odpowiednie azotany. Stąd te ostatnie rozpowszechnione są wszędzie w ziemi rodzajnej, zwłaszcza w glebach unawożonych i wodach zaskórnych.

##### Saletra potasowa.



Kl. *biram. romb.* (8).

Rombowa, st. osi = 0·5910:1:0·7010, równopostaciowa z aragonitem i często z wykształcenia kryształów do niego podobna (ob. pod aragonitem fig. 1 i 2). Lupl. i orientacją opt. też się odeń nie różni. Tw. 2. Bezbarwna, biała, szara. C. wł. 1·989.

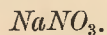
Opt. odjemna (—). Pł. o. o.  $\parallel (100)$ , I-szą dwusieczną oś *c*. Spółcz. złm. św. Na: 1·33463, 1·50562, 1·50643,  $2V = 7^\circ$ ,  $2E = 10^\circ 50'$  (według Schraufa).

Chem. Azotan potasu zawiera teor. 46·6 tlenku potasu, 53·4 bezwodnika azotnego. W pł. dm. topi się bardzo łatwo i zabarwia go fioletowo; na węglu wybucha. W wodzie rozpuszcza się łatwo, wszakże w gorącej o wiele łatwiej, niż w zimnej: 1 cz. saletry w temp.  $0^\circ$  wymaga 7·7 cz. wody, gdy w temp.  $97^\circ$ —tylko 0·43 części.

Występ. Saletra potasowa, zmieszana z innymi solami, zdarza się w niektórych jaskiniach wapiennych, np. na Cejlonie, w Kalabrii, koło Hamburga; jako wykity na powierzchni gruntu—w Aragonii, Indyach Wschodnich, Węgrzech; wszakże najczęściej bywa wynikiem rozkładu ekskrementów ciekłych. Dawniej ten sposób powstawania zużytkowywano w t. zw. saletarniach, w których ziemia, zaprawiona węglanem wapnia lub potasu oraz zmieszana z odpadkami organicznymi, zawierającymi azot, polana gnojówką lub moczem, bywała wystawiana na działanie powietrza. Do wyciągu wodnego tej zaprawy dodawano następnie popiołu drzewnego, wreszcie przez krystalizację otrzymywano saletrę. Obecnie saletra potasowa otrzymuje się zwykle z chilijskiej (następującej) drogą zamiany sodu na potas.

Użyt. Saletra służy do fabrykacyi prochu strzelniczego, kwasu azotnego i siarczanego (angielskiego); używa się też jako środek utleniający i topnik przy obrabianiu metali, tudzież do celów lekarskich.

Etym. i synonim. Saletra, z łac. *sal nitri*. Saletra rodzima *Drzew.* Saletra (wprost). Nitrit, *Alth* = nitryt.

**Saletra sodowa.***Kl. skalenoedru dytrygon. (21).*

Romboedryczna, st. osi = 1 : 0·8276, równopostaciowa z kalcylem, od którego też nie różni się zgoła ani pod względem łupliwości, twardości, spękań kryształicznych, figur wytrawionych, ani tworzeniem bliźniaków sztucznych według  $\frac{1}{2}R$ , ani też wreszcie orientacją optyczną. Postacią, otrzymywaną przez krystalizację, bywa prawie zawsze romboedr zasadniczy, niekiedy z dwuścianem podstawowym połączony.

Opt. odjemna (—). Dwójłomność mocna:  $\omega = 1\cdot58739$ ,  $\epsilon = 1\cdot33608$ . (św. Na). Bezbarwna lub blado zabarwiona, smak słonawo-chłodzący. Tw. 1·5 do 2. C. wł. 2·265.

Chem. Azotan sodu zawiera 36·5 tlenku sodu i 63·5 bezw. azotnego. Topi się łatwo i zabarwia płomień na żółto, wybucha na węglu rozżarzonym, w wodzie rozpuszcza się jeszcze łatwiej od poprzedzającej. 1 cz. soli wymaga tylko 1·14 cz. rozpuszczalnika w temp. 18°.

Występ. Saletra sodowa występuje w pasie bezdżdżystym koło Iquique i Tarapaca w depart. Arequipa, w Chili, na przestrzeni, mierzącej około 38 kilometrów długości, a także w Boliwii koło Arané. Tworzy ona warstwy na skałach osadowych i porfirach, częstokroć naprzemianległe z gipsem, mieszane z piaskiem, związane statecznie z solą kuchenną oraz innemi solami morskimi, a często towarzyszące guanu, tudzież innym odpadkom organicznym. Drobnie ilości jodu zawsze są obecne w masie soli. Te szczegóły występowania wskazują, iż pokłady saletry sodowej wytworzyły się ze szczątków organicznych pod wpływem pierwiastków wody morskiej. (Ochsenius, *Die Bildung des Natronsalpeters aus Mutterlaugensalzen*, Sztutgard 1887).

Użyt. Z saletry sodowej otrzymuje się s. potasowa oraz kwasy azotny i siarczany; używa się też jako nawóz mineralny. Do fabrykacyi prochu nie nadaje się, albowiem przyciąga wilgoć z powietrza.

Synonim. Saletra chilijska, nazwa ta pochodzi stąd, iż minerał ten dostawał się do Europy z portów chilijskich. Nitratin, *Haid.* = nitratyn, *Zejszn.*

Nitrokalcylt (saletra wapienna) i nitromagnezyt (saletra magnezowa) zawierają wodę krystalizacyi. Występują w wykwitach, wspomnianych pod saletrą potasową. Groth przytacza też saletrę barową (nitrobaryt),  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ , krystalizującą się w ośmiościanach regul., ale należącą do tetartoedryi (kl. 28). Azotany metali ciężkich mają swego przedstawiciela w rombowym gerardycie,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{CuO}_2\text{H}_2$ , z Aryzonu.

## Gromada VII. Gipsowce.

Gromada ta obejmuje wszystkie związki solne, wywodzące się z kwasów: siarczanego, chromowego, wolframowego, molibdenowego, które to kwasy padają pod ogólny typ  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .



**Rząd 1. Siarczany.**

Rozpuszczają się w wodzie lub kwasie solnym; roztwór ujawnia reakcję kwasu siarczanego; stopione z sodą, dają reakcję na siarkę, str. 242. Twardość wzrasta niekiedy do 4. Połysk szklisty lub blask dyamentowy.

**a) Siarczany bezwodne.**

Bezbarwne lub zabarwione przypadkowo; twardość najczęściej 2·5 do 3·5. W kolbce wody nie wydzielają.

Tenardyt	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	rombowy	0·5970 : 1 : 1·2541
Hanksyt	$4\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3$	heksagonalny	1 : 1·0056
Sulfohalit	$3\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{NaCl}$	regularny	
Arkanit	$\text{K}_2\text{SO}_4$	rombowy	0·5727 : 1 : 0·7464
Glazeryt	$3\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$	romboedryczny	1 : 1·2839
Maskanit	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	rombowy	0·5642 : 1 : 0·7309
Anhydryt	$\text{CaSO}_4$	"	0·8915 : 1 : 0·9988
Baryt	$\text{BaSO}_4$	"	0·6206 : 1 : 0·7618
Celestyn	$\text{SrSO}_4$	"	0·6086 : 1 : 0·7793
Anglezyt	$\text{PbSO}_4$	"	0·6088 : 1 : 0·7757
Glauberyt	$\text{CaSO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$	jednoskośny	1·220 : 1 : 1·0275, $\beta = 67^\circ 49'$

Tenardyt, rombowy, krystalizuje się w postaciach piramidalnych, tworzy też skupienia niekształtne, ziarniste, zbite, tudzież wykwitzi ziemiste. Bezbarwny, biały, czerwonawy. Smak słabo-słony. Skład chem.:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 =$  trójtlenku siarki 43·7, tlenku sodowego 56·3. Występuje w sposób podobny, jak saletra sodowa, ale nie tak obficie, w Atakamie i koło Tarapaki; dalej, jako pokład obszerny, nad Rio verde w Aryzonie, jako osad źródeł, w Salinas d'Espartinas koło Aranjuezu i w in. m., niekiedy też na lawach Wezuwiusza.

Minerał to łatwo rozpuszczalny, zamieniający się w środowisku wilgotnem na sól glauberską,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 10\text{H}_2\text{O}$ . Używają go jako soli bydłowej, do fabrykacji sody i t. p. Sól glauberska, stopiona we własnej wodzie krystalizacji lub wietszejąca, przechodzi w związek, odpowiadający tenardytowi.

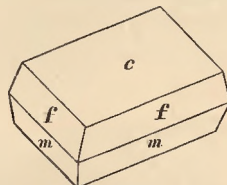
Hanksyt,  $4\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3$ , heksagonalny. Jezioro boraksove (Boraks Lake) w Kalifornii. Na kryształach spoczywa często sulfohalit.

Arkanit, rombowy,  $(110) = 59^\circ 36'$ , niekiedy tworzy kryształy pozornie heksagonalne (jak aragonit, witeryt). Bezbarwny, biały. Smak słonawo-gorzki. Skł. chem.:  $\text{K}_2\text{SO}_4 =$  46·0 trójtlenku siarki, 54·0 tlenku potasowego. (Alchem. arcanum duplicatum). Glazeryt, romboedryczny, składający się z  $\text{K}_2\text{SO}_4$  i  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  w stosunku zmiennym. Racalmuto na Sycylii, na lawach Wezuwiusza, koło Westeregeln. (Łać. sal Glaseri).

Maskanit, rombowy, równopostaciowy z arkanitem:  $(110) = 58^\circ 52'$ . Naskorupienia i nacieki. Bezbarwny, biały, żółtawy, w smaku ostry i gorzkawy. Skł. chem.:  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 =$  60·6 bezw. siarczanego, 39·4 tlenku amonu. Występuje na lawach Wezuwiusza, jako nalot. (Mascagnin, Karst. = maskanin).

Glauberyt, jednoskośny; kryształy płaskie, postać panująca:  $c = 001$ , dalej  $f = (111)$ ,  $m = (110)$ , fig. 1. Kąt  $(110) = 96^\circ 58'$ ,  $111 : 111 = 32^\circ 29'$ . Bezbarwny, żółtawy, szarawy, przezroczysty. Na powietrzu wilgotnem powierzchnia matowieje i mętnieje. Tw. 2·5 do 3. C. wł. 2·7 do 2·8. Opt. ujemny (—). Pł. o. o.  $\perp b$ ,  $ca = 30\frac{1}{2}^\circ$ ,  $2E = 14^\circ$  (św. Na, temp.  $5^\circ$ ). Porówn. str. 187 i 221. Skł. chem.:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4 =$  57·6 bezw. siarczanego, 20·1 wapna, 22·3 tl. sodu, czyli 51·1 siarczanu sodu i 48·9 siarczanu wapnia. W wodzie rozpuszcza się częściowo, gips pozostaje. W pł. dm. trzaska i topi się na masę przezroczystą. Pokłady soli kamiennej koło Villarubia w Hiszpanii, Vic w Lotaryngii, Westeregeln

Fig. 1.



koło Stasfurtu, Iquique w Peru, kopal. Mayo w Pendźabie i in. m. (Etym. Glauberite, *Brogn.*, od chem. niem. Glaubera z połowy w. XVII).

**Anhydryt.***Kl. bipiram. romb. (8).*

Bezwodny, czem różni się od gipsu. Rombowy, ale w kryształach rzadki. Na okazach z Aussee, fig. 1, panującymi postaciami są dwuściany, obok których

Fig. 1.

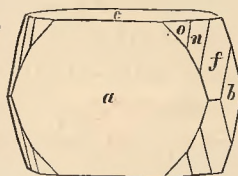
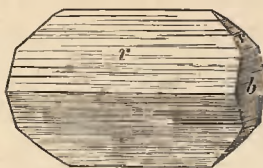


Fig. 2.



występują podrzędnie piramidy  $o = (111)$ ,  $n = (121)$ ,  $f = (131)$ , a także słup podłużny  $s = (011) = 89^\circ 56'$ ; na kryształach ze Stasfurtu, fig. 2, przeważają ściany  $r = (101) = 83^\circ 30'$ . An-yt nie ujawnia równopostawności

z minerałami następnymi o podobnym składzie chemicznym.

Lupl. wybitna, do trzech ścian podstawowych równoległa. Najdokładniejsza  $\parallel c = 001$  (połysk perłowo-macieczny), najmniej dokł.  $\parallel a = 100$  (połysk tłustawy). Na  $b = (010)$  ukazują się często drobne prążki, równoległe do  $r$ , pochodzące od ukrytej bliźnięcości, która powstaje też pod wpływem ciśnienia i ogrzewania. Z an-tu krystalicznego można tedy z łatwością odłupać postaci kostkowe. — Tw. 3 do 3·5. C. wł. 2·8 do 3.

Opt. Pł. o. o.  $010$ , I-szą dwusieczną oś  $a$ , dodatni (+). Spółcz. załam.: 1·571, 1·576, 1·614,  $2E = 70\frac{1}{2}^\circ$  (św. czerw.). Bezbarwny, biały, niekiedy też niebieskawy lub wyraźnie niebieski, pozatem popielaty i czerwony.

Chem. Siarczan wapnia zawiera 41·2 wapnia i 58·8 bezw. siarczanego. W pł. dm. an-yt topi się trudno na białą emalię, zabarwiając go na kolor czerwono-żółty. Stopiony z fluorytem, daje perłę przezroczystą. Kwas solny nagryza go niewiele, stężony kwas siarczany rozpuszcza dość łatwo. Proszek wilgotny po dłuższym czasie przechodzi częściowo w gips. — Jeżeli proszek lub szlif an-tu (także gipsu) potraktujemy 10-procentowym roztworem  $\text{K}_2\text{CO}_3$  w temp.  $60^\circ - 70^\circ$ , to pokryje się on w ciągu 3 do 4 minut warstewką  $\text{CaCO}_3$ , który pod wpływem roztworu  $\text{AgNO}_3$  zamienia się na  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$ . Ten ostatni w obecności pirogalolu redukuje się i daje osad czarny, zetknięty zaś z roztworem  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ , przeistacza się w czerwony  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ; w obu razach ziarna lub przekroje an-tu zostają uwidocznione. (Lemberg, l. c. 1892, str. 232).

Według Braunsa, an-yt (obok gipsu) powstaje przez zetknięcie się  $\text{MgSO}_4$  z  $\text{CaCl}_2$  w roztworach, nasyconych chlorkami sodu i potasu. Hoppe-Seyler wykazał, że gips może być całkowicie wody pozbawiony, jeżeli będzie ogrzany z nasyconym roztworem soli kuchennej w naczyniu zamkniętym. G. Rose zauważył nadto, iż okazy an-tu z Lüneburga, Stasfurtu etc. ujawniają budowę gipsu, skąd wypada, że powstawanie an-tu z tego ostatniego przez utratę wody jest zjawiskiem pospolitem.

Występ. Kryształy an-tu narosłe zdarzają się w pokładach soli koło Aussee, Halleinu, Ischlu; kryształy dookoła wykształcone wyłaniają się z rozpuszczanego kizerytu stasfurskiego, rzadziej z potraktowanej wodą czerwonej

soli kamiennej z Aussee. An-yt blaszkowaty (spatyczny), ziarnisty, niekiedy też pręcikowy występuje w pokładach soli alpejskich: Aussee, Ischl, Hallein, Berchtesgaden, Hall w Tyrolu, Bex w Szwajcarii. Na Sommeraukogel pod Hallstatem dostrzeżono an-yt ziarnisty w komorach muszli amonitowych.

An-yt zbity jest wielce rozpowszechniony w pokładach soli kamiennej. W dolnem piętrze (anhydrytowem) salin Stasfurckich tworzy niezliczone, cienkie jak papier, warstewki, prześcielające się w sposób prawidłowy z warstwami soli kamiennej; podobną naprzemianległość anhydrytu z solą kamienną stwierdzono w Bochni i Wieliczce; w innych pokładach ułożony jest bądź warstwami wyraźnemi, bądź też bywa rozrzucony nieprawidłowo, skupiony nakształt grona lub główki kalafloru, wreszcie z solą kamienną ściśle zmieszany. T. zw. kamień trzewiowy, stanowiący właściwość Wieliczki i Bochni, zdaje się być utworzony z warstewek ściśniętych i pofałdowanych. „Najpiękniej wykształcona ta odmiana jest w Bochni, rzadziej w Wieliczce, gdzie częściej tworzy warstewki nad solą, lub kłębami bywa wrosła w samej soli“ (Zejszn.).

An-yt ziarnisty występuje też bez soli kamiennej, ale zawsze w towarzystwie gipsu, wśród rozmaitych warstw osadowych, jak w Val Canaria (Szwajcarya), koło Volpino w Val Camonica (Lombardia), koło Lüneburga, na Harzu i w in. m. Koło Pliberka w Karyntyi kryje się w wapieniu obok gniazd galeny, koło Fahlunu — w pokładach kruszcowych. W żyłach kruszcowych, np. kapnickich, jest rzadkością, podobnież jako produkt wulkaniczny, np. w bombach Wezuwiusza (drobne kryształki) lub w lawie wyspy Afressa (jednej z Santoryńskich).

Użyt. Niebieskiego anhydrytu z Volpino (wulpinit) używano na rzeźby. An-yt, występujący wraz z gipsem, bywa z nim bez szkody mielony, albowiem nie znosi on własności sklejającej gipsu przeważającego. Do polepszania roli an-yt nadaje się tak dobrze, jak gips.

Przeobraż. Pod wpływem wody an-yt zamienia się stopniowo na gips, przyczem objętość jego zwiększa się o 60 proc. Przeobrażaniu się temu, które można niekiedy wyraźnie dostrzegać, towarzyszy więc często wzdymanie się i pękanie całego pokładu. Przemianę tę należy rozpatrywać jako powrót do stanu pierwotnego (str. 320).

Etym. i synonim. Anhydrit, *Wern.*, od *ἄνυδρος* bezwodny, w przeciwstawieniu do gipsu; stąd bezwodyn *Lab.*, bezwodnik *Jastrzęb.* Würfelspath *Wern.* = spat sześcienny *Drzew.* Muriazit, *Pod.*, = muryacyt *Drzew.* = muryacyt. Karstenit, *Hausm.* Gekrösstein *Wern.* = kamień trzewiowy *Zejszn.* = bezwodyn trzewiowy *Lab.*

### Baryt.



*Kl. piram. romb.* (8).

Od początków górnictwa znany już był, jako częsty gość żył kruszcowskiarzystych, w pięknych występujący kryształach, a dla swej łupliwości za krewniaka gipsu uważany.

Postaci zawsze wybitnie rombowe. Na kryształach tablicowatych występują ściany  $b=(010)$  i  $m=(101)$ . Fig. 1 odpowiada również kształtowi łupliwości barytu. Niekiedy krawędzie pomiędzy  $b$  i  $m$  ścięte są przez ściany  $z=(111)$  lub  $s=(212)$ .



Kryształy pryzmatyczne rozwinięte bywają bądź w pasie słupa pionowego, wówczas występują ściany  $u = (110)$ ,  $d = (120)$  i  $l = (140)$ , albo też w pasie słupa podłużnego, do którego zwykle należą  $o = (011)$  i  $c = (001)$ . Kryształy, rozrośnięte w pasie słupa poprzecznego  $m$ , zdarzają się także niekiedy (wolnyn). Wygląd zewnętrzny kryształów podlega zatem wielu zmianom. Niektóre osobniki odznaczają się nadto wielkiem ścian bogactwem, a liczba znanych postaci pojedynczych jest bardzo znaczna, gdyż sięga 60.

Kąty postaci typowych.

$$\begin{array}{ll} m : m = 101 : 10\bar{1} = 78^\circ 20' & o : o = 011 : 01\bar{1} = 105^\circ 24' \\ u : u = 110 : 1\bar{1}0 = 63^\circ 39' & m : d = 101 : 120 = 60^\circ 54' \\ d : d = 120 : 1\bar{2}0 = 102^\circ 17' & d : o = 120 : 011 = 61^\circ 50' \end{array}$$

Kryształy dwuokresowe, str. 16, czyli zaopatrzone w jądro, dalej kryształy o warstwach przezroczystych i mętnych, kolejno się zmieniających, napotykają się dość często. (Helmhacker, Denkschr. Ak. Wied., t. 32).

Fig. 1.

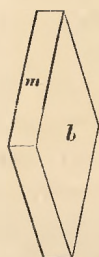


Fig. 2.

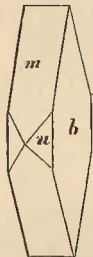


Fig. 3.

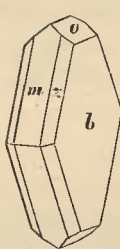


Fig. 4.

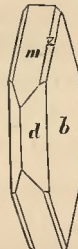


Fig. 5.

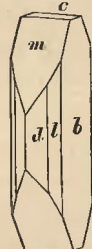


Fig. 6.

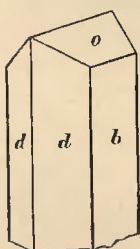


Fig. 7.

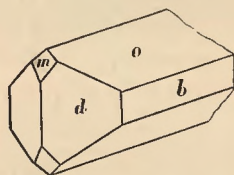


Fig. 8.

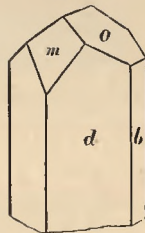
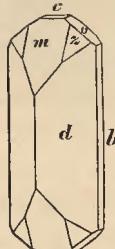


Fig. 9.



Lupl.  $\parallel b$  doskonała,  $\parallel m$  niewiele tylko jej ustępuje. Tw. 3 do 3·5. Promienie figury spękań, powstającej pod uderzeniem na  $b$ , biegną równolegle z przekątnymi, szczeliny więc są równoległe do  $100$  i  $001$ . Oryentację twardości podaliśmy na str. 148, figury wytrawione — na str. 150. C. wł. 4·3 do 4·7.

Opt. dodatni (+). Pł. o. o.  $\parallel 001$ , I-sza dwusieczna  $\perp 100$ .  $2E = 63\frac{1}{2}^\circ$ , w temp.  $200^\circ$  wzrasta do  $75^\circ$  (porówn. str. 212). Splcz. złm.: 1·63609, 1·63712, 1·64795,  $2V = 37\frac{1}{2}$  (linia D, t.  $20^\circ$ , Arzruni). Często bezbarwny lub biały, miewa jednak i rozmaite zabarwienia: szare, białe, czerwone, niebieskawe, zielonawe, brunatne.

Chem. Siarczan baru zawiera 65·7 tlenku barowego i 34·3 bezw. siarczanego. Domieszki siarczanu strontu częste. W pł. dm. mocno trzaska i roz-

pryskuje się, topi się w krawędziach nader trudno, z sodą daje stop mętny, płomień barwi na kolor żółtawo-zielony. Kwas solny nań nie działa, stężony siarczany wszakże rozpuszcza. Roztwór, rozcieńczony wodą, znów z siebie wydziela  $\text{BaSO}_4$ . Od celestynu może być odróżniony za pomocą reakcy mikrochemicznej, podanej pod anhydrytem: baryt, potraktowany roztworem  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , następnie  $\text{AgNO}_3$  i pirogalolem, wcale się nie zmienia, gdy celestyn czernieje lub czerwienieje (to ostatnie po dodaniu  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  zamiast pirogalolu).

Z pomiędzy uśiłowañ, które miały na celu sztuczne odtworzenie kryształów o własnościach barytu, do najważniejszych należą doświadczenia Macégo i Frémyego, którzy dowiedli, że kryształy barytu powstają przez stopniowe mieszanie się roztworów: z jednej strony azotanu baru, z drugiej zaś jakiegokolwiek siarczynu (p. str. 282). Zbytecznie byłoby tedy dowodzić za pomocą osobnych doświadczeń tworzenia się barytu z roztworów, gdyż każde jego występowanie w przyrodzie ten właśnie sposób powstawania ujawnia. Jako przekonywujące dowody tego poglądu, podawane są zwykle osady młodociane w piasku i marglu, baryty, znajdujące w skamieniałościach zagłębia Mogunckiego, dalej w Württembergu, Dordonii, Yorkshire. Prócz tego baryt znaleziono we współczesnych osadach solanki w dol. Lauten na Harcu (żyła Leopolda).

Występowanie. Baryt jest minerałem dość szeroko rozpowszechnionym, jakkolwiek ani nie występuje samoistnie w masach wielkich, ani też nie bierze udziału w budowie skał, jako ich cz. składowa. W żyłach tworzy kryształy, zebrane często we wspaniałe druzy albo skupione nakształt rozetek, kogucich grzebieni, krzewów i t. p. Zwykle wraz z kwarcem towarzyszy galenie, żyłom kruszców srebrzadajnych oraz tworzących „formację kobaltową“. W żyłach kruszczu cynowego baryt jest bardzo rzadki. Przykłady żył kruszczowo-barytowych mamy w okolicach Szczawnicy Bańskiej, Kremnicy, Nagybanyi i Felsőbanyi na Węgrzech. Tu baryt bywa nieraz zabarwiony aury pigmentem na żółto, tu towarzyszy mu również antymonit. Piękne tablice barytu są jakby naszpilkowane lub poprzebijane igłami błyszczu antymonowego.

Koło Przybramu występują przynajmniej dwa pokolenia barytu, z których starsze uległo już powtórnie pewnym przeobrażeniom. Kryształy nadgryzione, odciski próżne, powstałe przez wylugowanie, wypieranie substancji barytowej przez kwarc, piryty i t. p. napotyka się tutaj dość często. Rozgłośnem łóżyiskiem druz pięknych a rozmaicie zabarwionych jest Dedova hora (Giftberg) koło Komarowa w Czechach, gdzie żyła barytu przerzyna pokład hematytu. Koło Freiburga, Marienbergu również piękne znajdują się kryształy, a Kumberland dostarcza dobrych przykładów skupiania się osobników w agregaty nerkokształtne.

Żyły barytowe występują koło Brixlegg i Schwaz w Tyrolu, te zawierają jeszcze tetraedryt, żyły całkowicie płonne — koło Reichelsdorfu w Hessyi, koło Brotterode w granitach Lasu Turyngskiego i t. d. Do tej też kategorii należą prawdopodobnie żyły kwarcowo-barytowe, przecinające gnejsy i łupki krystaliczne tatrzańskie w dol. Starorobociańskiej, Dziewiętej, Kościeliskiej pod Pyszną; baryt zbity lub włóknisty zawiera tu wprysnięcia tetraedrytu i chalkopiryty.

Występowanie barytu zwykle — w próżniach, gniazdach i szczelinach, świadczące o pochodzeniu jego substancji ze skał otaczających. W pęcherzach migda-

łowców zdarzają się niekiedy kryształy narosłe; w porfirach, trachitach, wapieniach i piaskowcach baryt wypełnia często szczeliny. Do najpiękniejszych okazów, występujących w próżniach skalnych, należą wielkie kryształy z Dufton w Anglii. Utwory naciekowe znane są z Newhaven w Derbyshire, powłoki brunatne włókniste z Durham; używają się one często do celów ornamentacyjnych. Baryt ziemisty znajduje się w gniazdach marglu, np. koło Kansteinu w Westfalii, w Jaworznie pod Kielcami (Zejszn.), a także w żyłach i rozpadlinach koło Freiberga. W niektórych piaskowcach baryt bywa rozpowszechniony dość równomiernie; w marglach tworzy niekiedy konkrecye. Z tych najznakomitsze kryją się w Monte Paterno koło Bolonii (boloński kamień lub spat), albowiem na nich to po raz pierwszy zrobiono postrzeżenie, iż baryt, zaprawiony służem tragantu lub innem ciałem podobnem i wyżarzony, daje masę, która po wyświeetleniu fosforyzuje. Później okazało się, że nie tylko siarek baru, lecz także siarczyk strontu i in. tę samą ujawniają własność. Kryształy barytu w Swoszowicach osadzone są gromadkami na żółtawo-szarej skorupie kalcytu, powlekającej ściany próżni w marglu siarkonośnym. (Kreutz, Kosmos, 1877, str. 384).

Baryt niekształtny, blaszkowaty bywa też częstym towarzyszem pokładów syderytu, jak koło Neuberga (Nowej góry) w Styrii, Hüttenberga w Karyntyi, Dobszyny na Węgrzech. Wiąże się to z faktem, że i rudy manganowe, jak manganit, piroluzyt, występują pospolicie w towarzystwie barytu: np. w Ilfeldzie, Ochrenstocku koło Ilmenau etc. Składy i warstwy samoistne baryt formuje bardzo rzadko. Baryt zbity występuje w takiej postaci koło Meggen w Westfalii, gdzie składy jego powtarzają się kilkakrotnie. Baryt ziarnisty, podobny do takiegoż wapienia, tworzy warstwy w łupkach krystalicznych koło Villarica w Brazylii. Zejszner przytacza też odmianę „niewyraźnie krystaliczną lub blaszkowatą, barwy wina, na pokładzie siarki w Swoszowicach pod Krakowem“.

Użył. Z barytu wyrabiają się preparaty barowe; niektóre z nich mają zastosowanie w przemyśle. W stanie zmielonym baryt bywa często dodawany do bieli ołowianej. Obecnie jednak na farbę używa się najczęściej siarczan baru, strącony sztucznie (blanc fixe).

Etym. i synonim. Lapis Bononiensis, litheosphorus, *F. Licetus* 1640. Schwer-spath *Wern.* = spat ciężki *Drzew.* = ciężonka *Zdzit.* = brzemiospath *Staszica* = brzemień *Eab.* = brzemieniec *Rzep.* Baryt, *Karst.* 1800, od βαρύς ciężki. Barytine *Beul.* = barytyn *Zejszn.*

Wolnyn w wydłużonych kryształach z Węgier oraz skorupowy alomorfit z Unterwirlbach są barytami; baryt wapnisty krzywoskorupowy z Freiberga zawiera trochę siarczanu wapnia, którego znacznie więcej posiada romboedryczny dreelit z Bejauen.

### Celestyn.

$\text{SrSO}_4$ .

*Kl. bipiram. romb. (8).*

Nazwę tę otrzymał od niebieskiego zabarwienia gatunku najpierw poznanego. Kryształy rombów, równopostaciowe z barytem i tak doń nieraz podobne, że odróżnienie ich bywa niełatwe. Kąty nieco chwiejne; według Arzruniego (*Zeitschr. f. Kryst.* 25, str. 38):

$$\begin{aligned} m : m &= 101 : 10\bar{1} = 75^\circ 58' & o : o &= 011 : 01\bar{1} = 104^\circ 8' \\ d : d &= 120 : 1\bar{2}0 = 101^\circ 11' & o : m &= 011 : 101 = 61^\circ 2' \end{aligned}$$



Postaci przeważnie pryzmatyczne, rozwinięte w pasie  $bo$  lub  $bd$ ; tablice rombowe, jak na barycie, niezbyt częste.

Lupl.  $\parallel b$  i  $m$ , jak na barycie. Tw. 3 do 3·5. C. wł. 3·9 do 4; gęstość celestynu czystego, według Arzruniego, 3·9665.

Opt. Oryentacya barytu. Spółcz. załam.: 1·62198, 1·62367, 1·62092;  $2E = 89^\circ$ ,  $2V = 51^\circ$  (linia D, t.  $20^\circ$ , Arzruni).

Chem. Skład: siarczan strontu zawiera teor. 56·5 tlenku strontu i 43·5 bezwodn. siarczanego. W pł. dm. rozpryskuje się i topi łatwo na kulkę mleczno-białą, barwiąc płomień na kolor karminowo-czerwony (różnica od barytu). Kwas solny działa nań niewiele, stężony kwas siarczany rozpuszcza go, podobnie jak baryt. Gotowany z roztworem węglanów alkalicznych, zamienia się na węglan strontu: na tej własności polega reakcyja mikrochemiczna Lemberga, odróżniająca go od barytu (ob. pod tym ostatnim). Celem odróżnienia celestynu od siarki, Lemberg traktuje szlif mieszaniną, złożoną z 1 cz. objęł. nasyconego roztworu  $TiNO_3$  i 4 cz. 15-procentowego ługu potasowego w temp.  $40^\circ$  do  $50^\circ$ . Po kilku minutach siarka barwi się siarkiem talu  $Tl_2S$  na czarno lub brunatno, gdy celestyn pozostaje niezabarwiony. (L. c. 1892, str. 230).

Występ. Piękne kryształy bezbarwne lub białe, występujące z siarką i gipsem w marglu, wydobywane są z szybów siarkodajnych Sycylii; osobniki, obfitujące w ściany, kryją się w wapieniu pszowskim pod Raciborzem na Śląsku, niebieskie, różnobarwne koło Jeny, drobne kryształki niebieskie w żyłach koło Herrengrund, Leogang, często też w skamieniałych amonitach Württemberga. Kryształy duże znajdują się koło Mokkatam w Egipcie w warstwach numulitowych, a często też w skamieniałościach; szerokie, barytokształtne, pochodzą z wyspy Strontian na jez. Eri w Am. Płn., fig. 2.

Fig. 1.

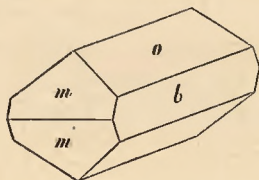


Fig. 2.

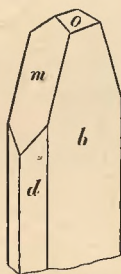
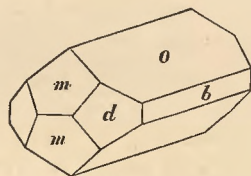


Fig. 3.



Niebieski celestyn włóknisty z Frankstown w Pensylwanii był właśnie tym, który przez Wernera został określony i nazwany; dawno są również znane płytki włókniste, występujące, jako wypełnienia szczelin, w marglach Dornburga pod Jeną.

C-tyń żyłowy, niekształtny, występuje koło Condorcet w Drome (Francya), gdzie pospół z galeną i blendą tworzy w gipsie i marglu żyłę 5 metrów grubą. Buły c-ny zawiera pokład gipsowy pod Paryżem. Skupienia kuliste, niekiedy pokryte woskiem ziemnym lub przejęte substancjami bitumicznymi, osadzone w glinie pospół z ozokerytem, siarką, aragonitem i t. p., zdarzają się też w Po-

miarkach koło Truskawca w Galicyi. (Niedzwiedzki, Jahrb. Geol. Reichsanst., 1888, str. 239). Zawierają go też, według Puscha, buły marglowe w Kazimierzu nad Wisłą.

Etym. i synonim. *Coelestin Wern.* = celestyna *Drzew.*, z łac. *coelestis* niebieski, stąd modryn *Bogat.*, niebiesiec *Lab.* *Sicilianite, Lenz* = sycylianit. *Schütztit, Gerh.*, etc.

Barytocelestin jest zrostem obu siarczanów. Imfeld w dol. Binnen, Jocketa w Saksonii, Greiner w Tyrolu, tu obok dolomitu w łupku talkowym, koło Werfen w Salzburgu wraz z wagnerytem.

### Anglezyt.



*Kl. bipiram. romb. (8).*

Rombowy, równopostaciowy z barytem i celestynem, albowiem  $mm = 76^\circ 17'$ ,  $dd = 101^\circ 13'$ ,  $oo = 104^\circ 24'$ . Prócz ścian barytu, posiada też często ściany  $y = (122)$ . Kryształy rozwinięte bywają w pasie  $dd$  lub w  $oo$ . Obfitość postaci dość znaczna, już bowiem v. Lang wymienia 31 form rozmaitych (Sitzb. Ak. Wied., t. 36, str. 241), których później poznano jeszcze więcej, niż drugie tyle (Sella, Zeitschr. Kryst., t. 4, str. 400).

Fig. 1.

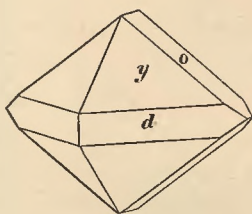


Fig. 2.

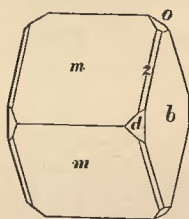


Fig. 3.

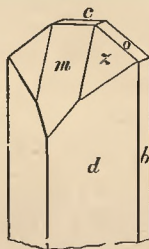
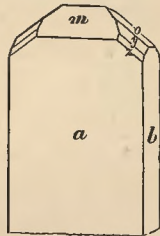


Fig. 4.



Łupl.  $\parallel b$  i  $m$  nie bardzo wyraźna. Tw. 3. C. wł. 6·2 do 6·35.

Opt. Blask dyamentowy lub połysk szklisty. Częstość nieskazitelnie przezroczysty, stąd górnicy zwali go dawniej szkłem ołowianem, jakkolwiek bywa też często szary, żółtawy, brunatny. Orientacją opt. niewiele się różni od barytu; pł. o. o.  $001$ , I-sza dodatnia (+) dwusieczna  $\perp 100$ , ale kąt osi opt. większy, załamywanie zaś światła mocniejsze. Spółcz. załam.: 1·87709, 1·88226, 1·89365,  $2V = 68^\circ$  (linia D, t. 20°, Arzruni).

Chem. Skład teor.: 73·6 tlenku ołowiu, 26·4 bezw. siarczanego. Ogrzany, rozpryskuje się, w pł. dm. topi się na perlę po ostudzeniu mętną, w ogniu odtleniającym daje kulkę ołowiu; w kwasie solnym rozpuszcza się bardzo trudno, w ługu potasowym łatwo i całkowicie, względem stężonego kw. siarczanego zachowuje się, jak baryt. — Sztucznego odtworzenia kryształów dokonano za pomocą topienia i dyfuzji, a więc tak samo, jak syntezy barytu i celestynu.

Występ. Anglezyt jest produktem wietrzenia galeny dość pospolitym, jakkolwiek rzadszym od cerusytu. Kryształy bywają zwykle osadzone w wydrążeniach galeny, nagryzionej wówczas i szerniałej. Niekiedy trafiają się też pseudomorfozy po błyszczu ołowianym. Pięknych kryształów dostarcza wyspa Anglesea koło półn.-zachodnich wybrzeży Walii, Iglesias i Monte Poni na Sardynii, Zellerfeld na Harcu, Czerna i Możyca w Karyntyi, a prócz tego Dognaczka, Morawica, Felsöbanya na Węgrzech, Nerczyńsk w Sybirze i t. d.

Etym. i synonim. Anglesite, *Beud.*, od wyspy Anglosea, gdzie był najsam-przód przez Witheringa znaleziony. Niem. Bleivitriol = siarczan ołowin *Drzew.* Ołowień *Lab.*

Lanarkit, jednoskośny,  $\text{PbSO}_4 \cdot \text{PbO}$ , Leadhills. Breithaupt opisuje też cynko-zyt,  $\text{ZnSO}_4$ , równopostaciowy z anglezytem; dalej alumian, będący siarczanem glinu,  $\text{Al}_2\text{S}_2\text{O}_9 = \text{Al}_2\text{O} \cdot 2\text{SO}_3$ .

**b) Siarczany wodne (salinowe).** Pospolite w pokładach soli kamiennej.

Mirabilit	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + 10\text{H}_2\text{O}$	jednosk.	1:1584 : 1:1:2372, $\beta = 72^\circ 15'$
Gips	$\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	"	0:68994 : 1:0:41241, $\beta = 80^\circ 42'$
Kizeryt	$\text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	"	0:9046 : 1:1:7739, $\beta = 88^\circ 53'$
Epsomit	$\text{MgSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$	rombowy	0:9902 : 1:0:5709
Syngenit	$\text{CaSO}_4 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	jednosk.	1:3699 : 1:0:8738, $\beta = 76^\circ 0'$ (Kałuszyt).
Bledyt	$\text{MgSO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$	"	1:3494 : 1:0:67048, $\beta = 79^\circ 22'$ (Blodyt).
Kainit	$\text{MgSO}_4 \cdot \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$	"	1:2187 : 1:0:58635, $\beta = 85^\circ 6'$

**Mirabilit.**  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 10\text{H}_2\text{O}$ . *Kl. słupa jednoskośn. (5).*

Sól bezbarwna, przezroczysta, krystalizująca się jednoskośnie, niekiedy w kryształach wielkich; te występują mianowicie w pokładach soli w Aussee, Hallstatt, Berchtesgaden etc. Kąt  $(110) = 93^\circ 29'$ .

Tw. 1·5 do 2. Smak chłodzący i słono-gorzki. C. wł. 1·4 do 1·5.

Opt. odjemny (—). Pl. o. o. i I-sza dwusieczna  $\perp 010$ .  $2E = 122\frac{1}{4}^\circ$ .

Chem. Podanemu wzorowi odpowiada 24·8 bezw. siarczanego, 19·3 tl. sodowego oraz 55·9 wody. W wodzie rozpuszcza się łatwo, topi się we własnej wodzie krystalizacyi. Tę ostatnią traci na powietrzu i rozsypuje się w proszek.

Występuje wraz z solą kamienną w pokładach naprzemianległych koło Logrono nad Ebro; samoistnie, lecz nie tak obficie koło Bompensieri na Sycylii, w Muchrewaniu na Kaukazie; jako nowotwór w pokładach soli alpejskich. Wody źródlane zawierają go często w roztworze, str. 297 i 402.

Etym. i synonim. Sal mirabile (t. j. sól cudowna) *Glaubera*, stąd Mirabilit, *Haid.* Niem. Glaubersalz = pol. sól glauberska, od chem. niem. Glaubera (z połowy w. XVII), który ją otrzymał sztucznie w mieszaninie kw. siarczanego i soli zwyczajnej, co go mocno zdumilo (stąd s. mirabile).

Darapskit jest związkem podwójnym,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ; jednoskośny, bezbarwny, znaleziony w pustyni Atakama.

**Gips.**  $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ . *Kl. słupa jednoskośn. (5).*

Najpospolitszy z siarczanów, godny uwagi ze względu na występowanie w masach wielkich i częste towarzyszenie soli kamiennej. Już starożytni znali go dobrze, umieli wypalać, robić odlewy i na sztukaterie używać.

Kryształy jednoskośne, zwykle spłaszczone w dwusieczanie podłużnym  $b = (010)$ , często też grubo-pryzmatyczne z panującym słupem  $f = (110)$  lub soczewkowate, skutkiem przewagi ścian piramidalnych, jak  $\delta$ , i daszków poprzecznych, jak  $o$  i  $p$ . Te ostatnie często bywają skrzywione, owalnie wypukłe.

$l = (111)$ ,  $n = (11\bar{1})$ ,  $\delta = (\bar{5}, 10, 3)$ ,  $o = (\bar{1}03)$ ,  $p = (103)$ ,  $h = (120)$ .

Kąty postaci typowych:

$(110) = 68^\circ 30'$ ,  $ll = \bar{1}\bar{1}\bar{1} : 111 = 36^\circ 30'$ ,  $nn = \bar{1}\bar{1}\bar{1} : \bar{1}\bar{1}\bar{1} = 41^\circ 28'$ ,  $oa = \bar{1}03 : 100 = 92^\circ 40'$ .



Utwory bliźniacze pospolite, zwłaszcza według 100, fig. 3. Prócz tego zdarzają się bliźniaki według 101, za pł. bliźn. mające ścianę, która ścina prosto krawędź  $ll$ . Dwojaki tego ostatniego rodzaju miałyby wygląd fig. 7, gdyby były ujęte tylko w ściany  $l, n, b, o$ , atoli na wielkich kryształach z Montmartre ściany boczne bywają zwykle łukowato wygięte, fig. 8 („jaskółcze ogony“). O postaciach: Descloizeaux, Bull. soc. min., t. 9, str. 175, tudzież Zeitschr. f. Kryst., t. 14, str. 271.

Kryształy narosłe należą do utworów zwykłych; skupiają się one często w druzi i szczotki gwiazdźdźiste lub półkuliste, niekiedy bardzo ozdobne. Kryształy długo-pryzmatyczne bywają wielokrotnie pogięte tak, że ściana  $b$  staje się krzywizną falistą. Osobniki wrosłe są jużto kryształami pojedynczymi, już bliźniakami, tworzącymi częstokroć grupy kuliste.

Fig. 1.

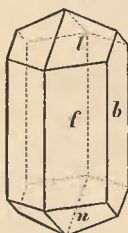


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

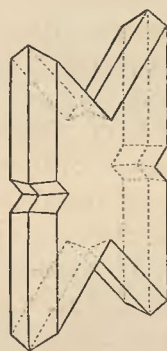


Fig. 5.

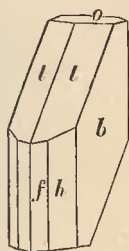


Fig. 6.

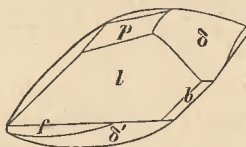


Fig. 7.

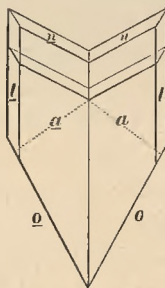


Fig. 8.



Fig. 9.



Łupl.  $\parallel b = 010$  doskonała, skąd na ścianie tej zwykle powstaje połysk perłowo-maciczny.  $\parallel a = 100$  ujawnia się łupl. niedokł., dająca płaszczyzny nieco skrzywione. Trzeci rodzaj łupl.  $\parallel n = (11\bar{1})$  jest znów wyraźny: odpowiada on dwum ścianom piramidalnym, skutkiem czego łupliwość ta nie daje płaszczyzn równych i gładkich, lecz jakby włókniste, połyskujące jedwabieście. Fig. 9 ilustruje łupl. zwykłego kryształu bliźniaczego, poddanego zginaniu i ciśnieniu. Dla łatwiejszego zorientowania się na fig. 7 wskazana jest również łupl.  $\parallel n$  i  $a$ . Znany prócz tego dalszą jeszcze łupl.  $\parallel o = \bar{1}03$ , ale ta jest już bardziej ukryta.

Reusch, który starannie zbadał stosunki spójności gipsu, znalazł jeszcze kilka innych kierunków podzielności, które wszakże dają się uwidocznić nie przez łupanie, lecz za pomocą odpowiedniego zginania i ciśnienia, np. prostopadłe do ścian 101, 509.

Rzecz godna uwagi, że, jakkolwiek blaszki gipsu bywają po największej części giętkie, to jednak płytki niektórych gipsów, np. z Montmartre, są dość kruche. Tw. 1·5 do 2. C. wł. 2·2 do 2·4. Gęstość gipsu czystego jest 2·32, według Kenngotta.

O p t. Gips bezbarwny lub biały zdarza się pospolicie, niektóre wszakże gatunki przybierają zabarwienie żółtawe do miodowo-żółtego, inne — różowe do cielisto-czerwonego, jeszcze inne — szare do czarniawego. Charakter dwójłomności dodatni (+). Pł. o. o. 010. Ażeby otrzymać obraz osi opt., należy wyszlifować płytkę prostopadłe do pł. symetrii w ten sposób, by tępe naroże, objęte ścianami *l* i *f*, zostało ścięte. Kąt  $\alpha = 52\frac{1}{2}^\circ$ . O innych szczegółach orientacji ob. str. 210. Spółcz. załam.: 1·5207, 1·5228, 1·5305.  $2V = 58^\circ 8'$  (linia D, t. 17°, Lang). O zmianie pł. o. o. pod wpływem ogrzewania mówiliśmy na str. 221.

Chem. Wzorowi  $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  odpowiada 32·5 wapna, 46·5 bezw. siarszanego, 21·0 wody krystalizacji. W kolbce gips wydziela wodę obficie. W pł. dm. mętnieje, często łuszczy się i topi na emalię białą, reagującą alkaicznie. Stopiony z fluorytem, daje perłę w gorącu przezroczystą, po ostudzeniu mętną. W wodzie rozpuszcza się trudno: 1 cz. gipsu w temp. zwyczajnej (21° C.) wymaga 420 cz. wody, aby się zupełnie rozpuścić mogła, str. 306. Pod wpływem gorącego roztworu sody przechodzi w węglan wapnia, a mianowicie w aragonit. Poddając działaniu sody kryształy całkowite, możemy w ten sposób odtworzać pseudomorfozy sztuczne. O reakcji mikrochemicznej, zastosowanej przez Lemberga, patrz pod anhydrytem, str. 603.

Kryształy o własnościach i składzie gipsu dają się łatwo otrzymywać z roztworów, zarówno w badaniach mikroskopowych (str. 244), jak i na większą skalę. W wielu kopalniach znajdowano kryształy nowopowstałe, które częstokroć pokrywały cembrowania odbudowy górniczej. W rurach, odprowadzających wodę z salin, powstają nieraz krystalizacye wspaniałe, zatykające wylot ich całkowicie. Solanki, powstające w komorach i szybach, zawierają w sobie nie tylko sól kamienną, i lecz gips rozpuszczony. Na ścianach komór zarzuconych często wyrastają kryształy nader piękne.

Powstawanie gipsu można niekiedy postrzegać na powierzchni ziemi tam, gdzie osadzają go źródła. Osady wody morskiej, prócz soli kuchennej, statecznie zawierają domieszkę gipsu. W jeziorach słonych, skoro roztwór stężeje, gips wydziela się przed solą kamienną, str. 314 stąd zrozumiałem jest wspólne obu minerałów występowanie. Gips tworzy się wówczas, gdy wody, zawierające siarkowodor, stykają się w obecności powietrza z wapieniami, dolomit, marglem, a to pod działaniem kwasu siarszanego, powstającego z siarkowodoru utlenionego; podobnież w solfatarach. Przytem wydziela się często siarka rodzima, str. 310. Wietrzejące piryty rodzą wolny kwas siarszany, który rozkłada nie tylko wapienie, lecz i krzemiany, zamieniając je na gips oraz inne



siarczany. Ze gips powstaje często z anhydrytu i że w procesie tym upatrywać należy regenerację, o tem wspominaliśmy już wyżej. Rozpuszczalność gipsu jest przyczyną wędrówek jego substancji. Gdy roztwór gipsu spotka się z osadzeniem w skale kryształami soli kamiennej, wówczas powstać może jego pseudomorfoza po soli, co w rzeczy samej dostrzeżono koło Weyera w Austrii Niższej, Weissenbachu w Styrii i in. m.

**Występ.** Gatunki gipsu są liczne. Niektóre z nich mają rozpowszechnienie wielkie. Zbierzemy je w skupienia następujące.

Kryształy narosłe znajdują się pospolicie w pokładach soli kamiennej, jak w Wieliczce, Bochni, Ischlu, Hallstacie, tudzież w próżniach gór gipsowych—wszędzie jako nowotwory, powstałe za sprawą wód zaskórnych. Do bardzo znanych należą też piękne, długo-pryzmatyczne i jak Iza przezroczyste, częstokroć żmijowato pogieęte kryształy z Friedrichsrody na północnej krawędzi Lasu Tyryńskiego, nieskazitelnie przezroczyste, ładne kryształy z Kadania w Czechach, z Girgenti na Sycylii, Castelliny w Toskanii, Swoszowie w naszej Galicyi i w. in. m. W żyłach kruszczowych występują zarówno takie kryształy, których pochodzenie wtórne zdradzają sąsiadujące piryty zwietrzałe, jak i zespolone z minerałami świeżymi. Kryształy pochodzenia wulkanicznego dostrzeżono na Wezuwiuszu, na wyspach Liparyjskich i t. d.

Kryształy wrosłe (zawieszone) tkwią niekiedy w gipsie ziarnistym, jak np. wspomniane powyżej dwojaki z Montmartre pod Paryżem, albo też w glinach i ilach, np. w Badenie pod Wiedniem, w Podgórzu pod Krakowem, dalej w glinach trzeciorzędowych nad brzegami Wisły (Dobrzyń), Warty (Owińsk) i t. d., wreszcie w piasku, którego znaczne ilości nieraz zawierają, np. koło Smyrny i in.

Selenit (gips spatowy, lodowaty) tworzy osobniki wielkie, dające się łupać na tafle przezroczyste. Gatunek ten był, zdaje się, używany w starożytności na szyby do uli pszczelnych, później jako symbol czystości i niepokalaności, często na obrazach świętych zawieszany. W Polsce pospolity: piękne okazy występują w Kieleckiem, w Wieliczce, na Śląsku Górnym; także w Bex, Reinhartsbrunn i wielu in. m. Warunki występowania podobne do dwu poprzedzających gatunków.

Gips promienisty jest niezbyt rozpowszechniony; gips włóknisty o połysku jedwabistym tworzy żyłki i sznury w marglu i glinie bardzo wielu miejscowości. Czasami wyrabiają zeń dużych rozmiarów perły i t. p.

Gips ziarnisty, łuskowaty, zbity (alabaster) występuje w potężnych pniach i składach i dlatego też często bywa wymieniany, jako przykład skał osadowych jednorodnych.

Gips jest zawsze obecną częścią składową pokładów solnych, albowiem podobnie jak anhydryt, związany jest genetycznie z solą kamienną.

Pokłady gipsu samoistne, o miąższości znacznej, są dość pospolite. Nie ujawniają one częstokroć żadnego uwarstwienia wyraźnego i wówczas są zwykle mocno zmienione, popękane i pokruszone. Niekiedy zdarzają się w nich wielkie próżnie (groty gipsowe), powstałe przez wypłukanie. Skutkiem zapa-



dania się sklepień nad temi próżniami, powstają na powierzchni ziemi lejkowate kotliny.

W pokładach gipsu napotykają się niekiedy drobne ilości soli kamiennej, np. koło Segeberga w Holsztynie. Stąd przypuszczamy, że gipsy w wielu razach są pozostałościami pokładów solnych, jakby już tylko próżnemi worami, z których wszystko łatwiej rozpuszczalne zostało wypłukane. Boracyt, występujący w gipsie koło Lüneburga, jest, według Volgera, także dowodem podobnej przeszłości, albowiem w pokładzie solnym Stasfurtu jest on również obecny. Inne inkluzye niektórych gipsów, jak magnezyt, dolomit, kwarc, zdają się być rezultatem wędrówki ciał mineralnych. Kryształy górne znajdują się w gipsach Kittelsthalu koło Eisenbachu, także w gipsach swoszowickich, kałuskich i t. d., kwarc żelazisty dostrzeżono w gipsie koło Sant-Jago di Compostela w Hiszpanii.

W szwajcarskiej Val Canaria gips kryje się wewnątrz łupku mikowego, na Semmeringu (Austria Niższa) — w dawnych piaskowcach i łupkach gliniastych, tu wraz z bułami anhydrytu i siarką. Na obszarze ziem niemieckich i Alp występuje najczęściej w utworach tryasowych, gdzie też spoczywa największa część pokładów solnych. Koło Sulz nad Neckarą w Württembergu gips otacza bryły anhydrytu. Trzeciorzędowy gips zagłębia paryskiego zawiera częstokroć szczątki zwierząt ssących. Tu występuje też gips porfirychny o wspomnianych powyżej kryształach, podobnież w dolinie szwajcarskiej Chamounix. Na Sycylii gips jest pospolity w marglach siarczastych.

W krajach polskich gips rozpowszechniony jest obficie. Występuje on tu przeważnie w glinach, ilach i marglach, rzadziej w wapieniach i piaskowcach trzeciorzędowych (miocénskich). W Król. Kongr., w południowo-wschodnim kącie Kieleckiego, wzdłuż lewego brzegu Wisły i jej dopływów (Nida, Nidzica, Szreniawa), tworzy pokłady grube na kilka i więcej metrów, zajmujące nieraz znaczne przestrzenie i formujące całe pagórki, np. pomiędzy Skalbierzem a Proszowicami, pomiędzy Wiślicą a Pińczowem, w okolicach Buska i na Pu-Z od tegoż. Według Zejsznera i Kontkiewicza, kryształy, a raczej osobniki, selenitu dochodzą tu do olbrzymich rozmiarów: są to słupy na trzy nieraz metry wysokie, ustawione obok siebie równolegle, lecz zawsze prostopadłe do uławicenia swego podłoża (marglu kredowego i t. p.), tak, że grubość całego pokładu równa się niekiedy długości osobników pojedynczych (Goryslowice, Wiślica). Te mają płaszczyzny łupliwości prawie równoległe, zlewające się we wspólną powierzchnię, „na której widać pierzaste kreskowanie, pochodzące z dwojakowatego zrastania się pojedynczych kryształów i z łupl. w drugim kierunku“. W gipsach tych istnieją groty na 100 metrów długie (np. we wsi Skorocice pod Buskiem). Selenit nadnidziański spławia się Wisłą do Warszawy. W Czarkowach i Staszowie gipsowi naszemu towarzyszy siarka (porówn. str. 346), podobnież jak w Swoszowicach pod Krakowem, tudzież koło Rybnika i Raciborza na Śląsku. W Galicyi gips występuje w wielu bardzo miejscowościach, w t. zw. podkarpackiej formacyi solonośnej (miocen środkowy), tworząc wraz z ilem, piaskiem i gliną jej ogniwo górne, jak np. w Wieliczce i in. Bardzo pospolite są pokłady gipsowe w Galicyi wschodniej, gdzie „zdradzają swoją obecność w bardzo wielu miejscach przez charakterystyczne lejkowate zapadliska“. W okolicach Stanisławo-

wa, Halicza, Tłumacza, Zaleszczyce gips występuje w „dwu odmianach, jako alabaster, tworzący zawsze podkład solny i gips krystaliczny na szczycie odsłonięć“. Pas gipsów wschodnio-galicyskich ciągnie się po obu brzegach Dniestru „od Lwowa i Szerca aż do Czarnokoniec i Zawala na Podolu ros.“, kryjąc się w t. zw. warstwach litolamniowych <sup>1)</sup>.

Bardzo drobne ziarenka gipsu rozsiane są w piaskach pustyń afrykańskich, gdzie zdarzają się też piaskowce o spoju gipsowym. W ziemi rodzajnej gips obecny jest wszędzie, przynajmniej w ilościach drobnych. Dla roli posiada on znaczenie ważne, albowiem węglan potasu zamienia na siarazan, w której to postaci potas jest przez rośliny przyswajany.

Użyty. Zastosowania gipsu są liczne i rozmaite. W stanie naturalnym gips (zmielony) używa się do ulepszania roli, w której wykonywa czynność tylko co wspomnianą. Służy też jako dodatek przy fabrykacji porcelany i niektórych polew. Drobnno-ziarnisty gips biały pod nazwą alabastru stosowany jest w rzeźbiarstwie. Szczególnie piękna jego odmiana występuje koło Volterra we Włoszech. Gips, przeznaczony na odlewy, miele się, a następnie wypala, t. j. poddaje się działaniu temp. nieco wyższej ponad 100°, w której traci trzy czwarte wody krystalizacji. Masa sproszkowana burzy się przytem i ciska pęcherzyki, na podobieństwo wrzącej cieczy. Ogrzany mocniej (do 200° lub wyżej), gips przepala się: traci on wówczas własność prędkiego powtórnego łączenia się z wodą, czyli zachowuje się jak anhydryt. Gips palony zaprawia się wodą i w takim stanie używany bywa zamiast wapna, na sztukaterie, na posadzki, do tynkowania ścian, na odlewy biustów i posągów, tudzież w operacjach chirurgicznych i t. p.

Przeobraż. Gips, według G. Rosego, przeistacza się dość często w anhydryt, czego przykładem są anhydryty włókniste z Lüneburga i in. m. Bardziej jeszcze znanem jest przeobrażanie się w aragonit. Pseudomorfoza tego rodzaju blaszkowata zwie się wapieniem pienistym. Wypierania gipsu przez kwarc doprowadzą pseudomorfozy z Passy pod Paryżem. Prócz tego znane są jeszcze krysztale fałszywe linonitu i fosforytu po gipsie.

Etym. i synonim. Nazwy zapożyczone od starożytnych: γύψος *Teofr.*, gypsum *Plin.*, σεληνίτης *Dioscor.*, po cz. ἀλαστρίτης *Teofr.*, *Plin.* Grec. γύψος powstało z γῆ ziemia i ἔψεν gotować, a więc oznacza wogóle ziemię paloną. Selenites, od σεληνή księżyc, aluzywa do połysku = lapis specularis *Plin.* Łać. glacies Mariae = niem. Marienglas. Freuencis *Wern.* = gips lodowaty *Eab.*, przeyrzeń *Zilzit.*

Syngenit, czyli kałuszit tworzy wydłużone krysztale jednoskośne. Kąt (110) = 106° 5'. Łupl. || (110) i 100 dokł. Tw. 2-5. C. wł. 2-60. Bezbarwny, opt. odjemny (—),

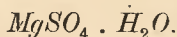
<sup>1)</sup> Z dość obszernej literatury geologicznej, zawierającej szczegóły o gipsach polskich, przytoczymy tu tylko prace ważniejsze i nowsze, w których czytelnik znajdzie też wskazówki co do liter. dawniejszej: Zejszner, O mijocen. gipsach i marglach w pld.-zach. str. Król. Pol., Bibl. Warsz., r. 1861, t. 4, str. 230, 472 i 715; Kontkiewicz, Pam. Fizyogr. 1882, str. 185; Michalski, tamże, 1884, str. 84 (wszyscy trzej o gipsach kieleckich). Łomnicki, Formacja gipsu na zachodn.-płd. krawędzi płskgwzg. podolskiego, Kosmos, 1881, str. 174; Dunikowski, tamże, 1881, str. 265 (gipsy podolskie). Zaręczny, O luźn. kryszt. gipsu w ilach trzeciorzęd. w Podgórzu pod Krak., Kraków 1887 — jedyna rozprawka polska, traktująca o własnościach postaciowych. Porówn. także Siemiradzkiego i Dunikowskiego, Szkic geologiczny Król. Pol. etc., Pam. Fizyogr. t. XI, 1891, str. 53—73 i in.



pl. o. o.  $\perp$  010, I-sza dwusieczna prawie prostopadła do 100.  $2E = 44\frac{1}{2}^\circ$  (św. żółt.). śr. spłcz. złm. 1:55. — Skł. chem.  $K_2SO_4 \cdot CaSO_4 + H_2O = 48.8$  bezw. siarczanego, 17.1 wapna, 28.6 tl. potasu, 5.5 wody, czyli 41.5 siarczanu wapnia, 53.0 siarczanu potasu i 5.5 wody. Jest minerałem wyłącznie polskim, występuje wraz z solą kamienną w znakomitych pokładach solnych (potasowo-magnezowych) koło Kałusza w Galicyi. — Etym. Syngenit, v. *Zepharov.*, od  $\sigma\gamma\gamma\epsilon\nu\acute{\eta}\varsigma$  spokrewniony, mianowicie z polihalitytem. Kałuszit, *Rumpf.*

Taumadzyt z Jemtlandu w Szwecyi i West Patterson (New-Jersey), niekształtny, bezbarwny, opt. jednoosiowy i odjemny (—). Skł. chem.:  $CaSO_4 \cdot CaCO_3 \cdot CaSiO_3 + 15H_2O = 9.6$  krzemionki, 7.1 bezw. węgl., 12.9 bezw. siarcz., 27.0 wapna, 43.4 wody. Etym. Thaumaside, *Nordensk.*, z grec.  $\theta\alpha\upsilon\mu\acute{\alpha}\xi\epsilon\iota\nu$  podziwiać, aluzya do niezwyklego istotnie składu chem.

### Kizeryt.



Kł. słupa jednoskośn. (5).

Jednoskośny, w Hallstacie niekiedy duże, piramidalnie rozwinięte, kryształy tworzący: (111), ( $\bar{1}11$ ), (113), ( $\bar{1}13$ ). Żółtawy lub biały; uważany przez ścianę  $\bar{1}02$ , ujawnia odbłask niebieskawy. (Autor, Sitzb. Akad. Wied., t. 63, dział I). Na drobnych przezroczystych kryształkach z Westeregeln występują też ściany (012), (101), (335).

Lupl.  $\parallel$  ( $\bar{1}11$ ) i ( $\bar{1}13$ ) dokł. Tw. 3. C. wł. 2:569.

Opt. dodatni (+). Pl. o. o.  $\parallel$  (010).  $\epsilon c = 76\frac{1}{2}^\circ$ ,  $2E = 90^\circ$ ,  $\rho > v$ .

Chem. Skład teor.: 29.0 magnezyi, 58.0 bezw. siarczanego, 13.0 wody. Ogrzany, trzaska. Woda ulatnia się dopiero powyżej 200° C. Na powietrzu wilgotnem pokrywa się mętną skorupą. Proszek kizerytu, zaprawiony wodą, zastyga na podobieństwo odlewów gipsowych. W obecności większych ilości wody zamienia się na sól gorzką.

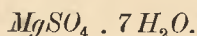
Kizeryt niekształtny, drobno-ziarnisty lub zbity, występuje w wielkich ilościach koło Stasfurtu, gdzie w górnych piętrach pokładu solnego tworzy wtrącenia, wielokrotnie warstwuujące się naprzemian z solą kamienną. W Hallstacie tworzy niewielką masę ziarnistą, w Kałuszu jest drobno rozsiany.

Powstawanie k-tu jest analogiczne do genezy gipsu, albowiem w jeziorach słonych osadza się początkowo epsomit (sól gorzka), który, dopiero tracąc wodę, przechodzi w kizeryt.

Z k-tu przyrządzają sól gorzką, ma on również zastosowanie pośrednie przy fabrykacyi soli potasowych.

Etym. Kieserit, *Reichardt*, na cześć Kiesera, prezyd. Akdm. w Jenie.

### Epsomit.



Kł. bisfenoidu romb. (6).

Kryształy napotykać się rzadko. Postaci zostały poznane na kryształach sztucznych. Są one połówkowo-rombowe, fig. 1 i 2. Kąty: (110) = 89° 22', 111 :  $\bar{1}11 = 78^\circ 6'$ .

Lupl.  $\parallel$  (010) bardzo dokł.,  $\parallel$  (011) mniej dokł. Tw. 2 do 2.5. C. wł. 1:678 w temp. 16°, według Retgersa. Smak słono-gorzki.

Opt. odjemny (—), bezbarwny, przezroczysty. Pl. o. o.  $\parallel$  001. Płytką wyciętą równoległe do 010 daje obraz osi opt.: I-szą dwusieczną oś b.  $2E = 78^\circ$ ; spłcz. złm.: 1:4325, 1:4554, 1:4608,  $2V = 51^\circ$ .

Chem. Wzór wymaga 16.3 magnezyi, 32.5 bezw. siarcz., 51.2 wody. Ponieważ ostatnia cząsteczka wody ulatuje dopiero w temp. wyższych, przeto



$6\text{H}_2\text{O}$  (43·9 proc.) należy uważać za wodę krystalizacyi, jedną zaś cząsteczkę (7·3 proc.) za wodę związaną ściślej. W kolbce topi się i wydziela wodę. W pł. dm. na węglu topi się tylko z początku, poczem zamienia się na masę nietopliwą, mocno świecącą i wykazującą odczyn alkaliczny. W środowisku suchem większe, w temp.  $150^\circ\text{C}$ . przechodzi w związek, odpowiadający kizerytowi.

**Występ.** Epsomit tworzy nacieki w kopalniach Doliny Pańskiej (Herrengrund) na Węgrzech, wykwity — na stepach Syberyjskich, w Katalonii, w rozmaitych odbudowach górniczych, jak koło Idryi (Wydrzi), w łomach gipsowych, np. koło Montmartre; jako przeobrażenie kizerytu — w Stasfurcie, Hallstacie, Kałuszu i in. m. Zawierają go również w roztworze wody gorzkie Epsomu w Anglii, Zajeczce i Byłany w Czechach, Budy na Węgrzech, a zwłaszcza w znacznej ilości woda morska. — Zastosowanie lecznicze epsomitu (soli gorzkiej) jest powszechnie znane.

Z roztworów przesyconych łatwo jest otrzymać kryształy jednoskośne o składzie chem. epsomitu, które to kryształy na powietrzu jednak wkrótce mętnieją. Fakt ten zyskuje na znaczeniu z tego powodu, iż związki do epsomitu analogiczne (witryole) przybierają postaci najczęściej jednoskośne.

**Etym. i synonim.** Epsomite, *Beud.*, od miejsc. Epsom w Anglii *Sal anglicum Wall* 1747 = sól angielska. *Bittersalz Wern.* = sól gorzka.

**Bledyt** (blödyt) został znaleziony naprzód koło Ischlu, a następnie w osadach jezior gorzkich na wschodnim brzegu uścia Wołgi (astrachanit). Badania soli hallsztackiej (symonit) i stasfurckiej ujawniły postać jednoskośną, a skład chem.  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ . Ogrzany do  $100^\circ$  traci, według autora, część wody, przechodząc w leweit. Opt. odjemny (—). Pł. o. o.  $\parallel (010)$ .  $\alpha c = 44^\circ$ ,  $2V = 70^\circ$  ca., śr. splez. złm. 1:500.

**Leweit** (löweit), tetragonalny, opt. dodatni (+), żółtawy — cielisto-czerwony; występuje koło Ischlu wraz z przerastającym go anhydrytem. Skł. chem.  $2\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{MgSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$ .

**Sulfoboryt**,  $3\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{Mg}_3\text{B}_4\text{O}_9 + 12\text{H}_2\text{O}$ , rombowy, 0·6196 : 1 : 8100, tworzy igły bezbarwne koło Westeregelu.

**Kainit.**  $\text{MgSO}_4 \cdot \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ .

*Kl. słupa jednoskośn. (5).*

Zdarzające się niekiedy kryształy są jednoskośne. Prócz panującego dwuścianu (001), ukazują się też półpiramidy (111), ( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ ) oraz dwuścian podłużny (010). Kąt  $001 : 111 = 35^\circ 58'$ ,  $001 : \bar{1}\bar{1}\bar{1} = 38^\circ 15'$ . Najczęściej ziarnisty, żółtawy lub jasno-popielaty.

Lupl.  $\parallel 001$  bardzo dokł.,  $\parallel (110)$  wyraźna. Tw. 2. C. wł. 2:13.

Opt. odjemny (—). Pł. o. o.  $\parallel (010)$ ,  $\alpha c = 8^\circ$ .  $2V = 84\frac{1}{2}^\circ$ .

**Chem.** W stanie pierwotnym zawiera 32·1 bezw. siarczanego, 14·3 chloru, 16·1 magnezyi, 18·9 tl. potasu, 12·8 wody, czyli 48·2 siarczanu magnezu, 30·0 chlorku potasu i 12·8 wody. Ogrzany, daje wodę i parę chlorowodoru; w wodzie łatwo rozpuszczalny.

Fig. 1.

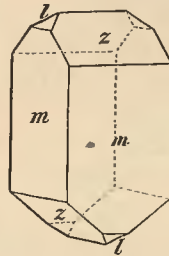
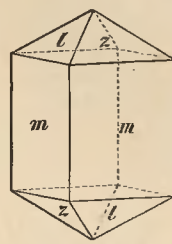


Fig. 2.

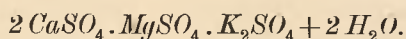


Występuje grubymi warstwami w pokładach soli w Stasfurcie i Wester-egel pod Magdeburgiem, podobnież u nas w Kałuszu.

Sól ta nie daje się krystalizować. Wodny jej roztwór, parując, daje sól podwójną:  $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 + 6H_2O$  (pikromeryt). Ten ostatni został otrzy-many przez Scacchiego, który rozpuszczał naskorupienia solne Wezuwiusza. Jako minerał, pikromeryt występuje w pokładzie solnym koło Aschersleben, mianowicie w jego piętrze polihalitowem. — Kainit jest dobrym materiałem do fabrykacyi soli potasowych.

Etym. Kainit, *Zincken*. Pikromerite, *Scacchi*, od *πικρός* gorzki i *μέρος* część, aluzya do częściowej zawartości magnezyi.

### Polihalit.



*Jednoskośny?*

W kryształach wyraźnych jeszcze nie znalezione. Z lupl. i wł. opt. autor wnioskuje o krystalizacyi jednoskośnej. (Sitzber. Ak. Wied., t. 63, dział 1). Najczęściej włóknisty lub zbity, rzadziej pręcikowo-błaskowy. Niekiedy biały, zwykle jednak szary, cielisto-czerwony do ceglanego. Miewa połysk tłustawy. Tw. 3-5. C. wł. 2-72 do 2-77.

Chem. Złożony ten związek zawiera 53-2 trójtlenku siarki, 18-6 wapna, 6-6 magnezyi, 15-6 tl. potasu, 6-0 wody, czyli 45-2 siarczanu wapnia, 19-9 siar-czanu magnu, 28-9 siarczanu potasu i 6-0 wody. W pł. dm. topi się łatwo na perlę mętną. Woda go rozkłada, przyczem wydziela się gips, inne zaś siar-czany przechodzą do roztworu.

Wystę p. W Stasfurcie polihalit jest istotną częścią składową tamecz-nych pokładów solnych, gdzie tworzy bardzo cienkie warstewki (podobnie jak anhydryt), prześcielające się wielokrotnie z solą kamienną (piętro polihalitowe). W salinach Alpejskich: Ischl, Hallstatt, Berchtesgaden, Hallein, Aussee, zalega najczęściej w ich dolnych częściach, formując płyty włókniste, pręcikowe lub masy zbite, stalecznie na kolor czerwony zabarwione. Znalezione go również koło Stebnika w Galicyi.

Etym. Polyhalit, *Stromeyer*, od *πολύς* mnogi i *ἅλς* sól.

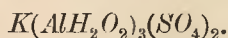
Krugit ze Stasfurtu zajmuje miejsce pośrednie pomiędzy anhydrytem a poliha-litem:  $4CaSO_4 \cdot MgSO_4 \cdot K_2SO_4 + 2H_2O$ .

### Siarczany glinowe.

Aluminit, biały, ziemisty, tworzący drobne buły w piasku i piaskowcu koło Halli, Kralup, New-Haven, Auteuil. Skł. chem.  $Al_2SO_6 + 9H_2O = 23-3$  trójtł. siarki, 29-6 glinki, 47-1 wody. Pokrewny mu jest felsöbanyit,  $2Al_2O_3 \cdot SO_3 \cdot 10H_2O = 17-2$  bezw. siarcz., 44-0 glinki, 38-8 wody.

Keramohalit Glockera (sól włosista, po cz. halotrychit), biały, włóknisty. Two-rzy żyłki w obrębie pokładów węgla brunatnego koło Kolozruky w Czechach, w obrę-bie zaś węgla kamiennego koło Poczaplic na Łużycach, w skałach wulkanicznych — koło Królewca na Węgrzech, na wyspie greckiej Milo etc. Skł. chem.  $Al_2(SO_4)_3 + 18H_2O = 36-0$  trójtł. siarki, 15-3 glinki, 48-7 wody. (Alunogène, *Beud.* = alunogen).

### Ałunit.



*Kł. skalenoedru dytrygon. (21).*

Kryształy drobne, romboedryczne, kął  $R = 90^\circ 50'$ ,  $a : c = 1 : 1-2520$ . Bywa także ziarnisty, zbity lub ziemisty. Barwę miewa białą, żółtą, różową, szarą; opt. dodatni (+).

Lupl. podstawowa dokł. Tw. 3·5 do 4. C. wł. 2·6 do 2·8.

Chem. Według wzoru, podanego w nagłówku, jest zasadowym siarczanem glinu i potasu; zawiera 38·6 bezw. siarczanego, 37·0 glinki, 11·4 tl. potasu, 13·0 wody =  $4\text{SO}_3 \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . W pł. dm. trzaska mocno; zwilżony roztworem kobaltowym i wypalony, niebieszczeje; w kw. solnym nie rozpuszcza się. Z minerału wypalonego woda wyciąga alun, gdy glinka pozostaje nierozpuszczona.

Występ. Alunit jest produktem przeobrażenia feldspatów. Kryształki jego wyściełają próżnie skały porowatej, powstałej z rozkładu trachitów. Koło Civitavecchia we Włoszech, gdzie leżą słynne starodawne kopalnie, można dokładnie przypatrzeć się szeregowi zmian, jakich skała doznała pod wpływem niegdyś tu czynnej solfatary. Na Węgrzech, koło Muszay, Bereghszasz skały porowatej używano dawniej na wyrób kamieni młyńskich. Alunit jest tu zmieszany z kwarcem i resztkami feldspatu. Na wyspie Milo, na Mont Dore podobnież znaleziono łóżyska; przeciwnie w piasku kwarcowym koło Wurzen pod Lipskiem odkryto tylko konkręce.

Użytk. Alunit jest tem cennem ciałem kopalnem, z którego wyrabia się alun sztuczny. T. zw. „alun rzymski“ z Tolfy, dla swej czystości, był dawniej wynoszony ponad wszystkie inne.

Etym i synonim. „Alumen de Tolpha, quod primum fassum est in Italia, Pii 2-di Pontificis temporibus“ (Piccolomini, 1458—1464). Alaunstein, Wern.=kamień alunowy *Drzew.*=aluniak *Bogat.* Alunite, *Beud.*, 1824.

Lewigit (Löwigit Mitscherlicha) z Tolfy, Muszay i z pokł. węgla kamiennego w Zabrze na Śląsku jest bezpostaciowy, żółtawy, rozpuszczalny w kwasie solnym. Prócz cz. skł. alunitu, zawiera jeszcze wodę:  $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ .

Interesującą, aczkolwiek mało rozpowszechnioną, grupę siarczanów stanowią aluny. Krystalizowane z roztworów wodnych, dają one zwykle ośmiościany, nieraz skombinowane z (110) i (100). Kryształy te uważano dawniej za holodryczne, atoli Weber dowiódł (Pogg. Ann. 109, str. 380), że alun potasowy, krystalizujący się z roztworu, zakwaszonego chlorowodorem, przybiera ściany pirytoedru; Brewster zaś jeszcze wcześniej otrzymał na ośmiościanie, wytrawionym wodą, figury świetlne, odpowiadające hemiedryi pirytoedrycznej (Philos. Magazine 1853). Jeżeli do roztworu alunu potasowego dodamy roztworu sodu w takiej ilości, by powstający osad rozpuścił się napowrót, wówczas alun krystalizuje się w sześciiany: alun kostkowy, znany z Tolfy. W czasach nowszych Mallard, Klocke (Jahrb. f. Min. 1881, II, 249) i in. zajmowali się dwójłomnością alunów, którą, według ostatniego badacza, należy uważać za anomalną.

Powstawanie alunów naturalnych objaśniamy działalnością gazów wulkanicznych lub wietrzeniem pirytu, z którego tworzy się kwas siarczany, nagryzający substancje feldspatowe.

Odróżniamy: kalinit (alun potasowy, u *Rzycz.* hałun),  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2\text{S}_3\text{O}_{12} + 24\text{H}_2\text{O} = 33·7$  trójtł. siarki, 10·8 glinki, 9·9 tl. potasu, 45·6 wody, dostrzegany w postaci wykwitów na lawach i jako nowotwór zwietrzałych łupków gliniastych, zawierających pirit (łupek alunowy); mendozyt (alun sodowy),  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2\text{S}_3\text{O}_{12} + 24\text{H}_2\text{O} = 34·9$  trójtł. siarki, 11·1 glinki, 6·8 tl. sodu, 47·2 wody, znaleziony w masie włóknistej koło Mendoza w Argentynie i na wyspie Milo; czermikit (alun amonowy),  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2\text{S}_3\text{O}_{12} + 24\text{H}_2\text{O} = 35·3$  trójtł. siarki, 11·3 glinki, 5·7 tl. amonu, 47·7 wody, występuje koło Czerniky pod Kadaniem i koło Duchcowa w Czechach, gdzie tworzy żyłki przecikowe w węglu brunatnym, także koło Tokadu na Węgrzech, w kraterze Etny i t. d.



Znany również kilka innych siarczanów glinowych, niewłaściwie nazywanych niekiedy też alunami i krystalizujących się nieregularnie: pikeryngit,  $\text{MgSO}_4 \cdot \text{Al}_2\text{S}_3\text{O}_{12} + 22\text{H}_2\text{O}$ ; apjonit, będący prawdopodobnie odpowiednim związkiem manganowym; bosjemanit, zajmujący miejsce pośrednie; tudzież halotrychit (alun pierzasty),  $\text{FeSO}_4 \cdot \text{Al}_2\text{S}_3\text{O}_{12} + 24\text{H}_2\text{O}$ , występ. w Dobrzyniu nad Wisłą. Masło górne *Kumel*. (= *Bergbutter Wern.*), które niekiedy z łupków gliniastych wysiada i początkowo konsystencję masła ujawnia, zdaje się być tutaj należącą mieszaniną.

Heksagonalny i doskonale przezroczysty etryngit z nad jeż. Laachskiego jest siarczanem wapnia i glinu ( $6\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SO}_3 \cdot 33\text{H}_2\text{O}$ ), romboedryczny zaś swanbergit—wodnym fosforano-siarczanem glinu, sodu i wapnia.

### III

#### Siarczany żelaza (Fe). W wodzie całkiem nierozpuszczalne lub tylko częściowo.

Kokimbit (coquimbit),  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 9\text{H}_2\text{O}$ , romboedryczny, 1:1.5613, biały, żółtawy, brunatny, niebieskawy; kwensztedyt (quenstedtyt),  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 10\text{H}_2\text{O}$ , jednoskośny, 0.39397:1:0.40584,  $\beta = 78^\circ 7'$ , czerwono-fioletowy — obydwu z Copiapo w prow. chilijskiej Coquimbo. Należą tu również: trójskośny amarantyt (homanit),  $\text{Fe}_2\text{S}_2\text{O}_9 + 7\text{H}_2\text{O}$ , brunatno-czerwony; styptycyt (fibroferyt),  $\text{Fe}_2\text{S}_2\text{O}_9 + 11\text{H}_2\text{O}$ , żółtawy; dalej rajmondyt,  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; karfosyderyt  $3\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SO}_3 + 10\text{H}_2\text{O}$ ; tudzież kopiapit,  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SO}_3 + 18\text{H}_2\text{O}$ , jednoskośny, 0.47904:1:0.9751,  $\beta = 72^\circ 3'$ , żółty. Tem samem również są: mizi (misy, *muco Dioscor.*), ihleit ( $\text{Fe}_2\text{S}_3\text{O}_{12} + 12\text{H}_2\text{O}$ ), czemś pokrewnem—glokeryt ( $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$ ), apatelit ( $4\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ). Wiele z tych siarczanów powstało przez utlenienie się wytryolu żelaza.

Jarozyt (jarosyt, ruda ż. żółta), romboedryczny, żółty, brunatny. Równopostaciowy z alunitem,  $a:c=1:1.2492$ . Według Königa,  $\text{K}(\text{FeH}_2\text{O}_2)_3(\text{SO}_4)_2 = \text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = 31.9$  trójtł. siarki, 47.9 tlenniku żel., 9.4 tl. potasu, 10.8 wody. Barranco Jaroso w Sierra Almagrera w Hiszpanii, Schwarzenberg i Hauptmannsgrün w Saksonii. Siarczany żelaza, sod zawierające: ferronatryt  $3\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$ , bartolomit, syderonatryt (urusyt)  $2\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ .

Jednoskośny botryogen, ( $\text{MgO} \cdot \text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SO}_3 + 18\text{H}_2\text{O}$ ), i trójskośny remeryt (römeryt,  $\text{FeSO}_4 \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3\text{O}_{12} + 12\text{H}_2\text{O}$ ) — obydwu hyacynutowo-czerwone, obydwu też są siarczanami żelaza dwu- i trójwartościowego; tetragonalny woltait zawiera prócz tego siarczan potasu, tworzy czarno-zielone ośmiościany, znajduje się w Solfatarze pod Neapolem, koło Kremnicy, Goslaru i in. m. Pokrewny temu ostatniemu jest metawoltyn.

Romboedryczny bendantyt z Horhausen zawiera, prócz tlenniku żelaza i tlenu ołowiu, kwas siarczany i wodę, także kw. arsenny, a b-yt z Dernbachu i Corka — nadto jeszcze kw. fosforny. Zbity, żółty lub brunatny dyadochit (skrzep) jest mieszaniną siarczanu i fosforanu żelaza tlennikowego: Saalfeld, Nuczycze, Freienstein etc.

Dodatkowo wspomniny tu jeszcze o jednoskośnym, trawiasto-zielonym johannicie ( $\text{UO}_3$  68 proc.), który w istocie jest wodnym siarczanem uranu i miedzi, tudzież o uranopilicie,  $\text{CaO} \cdot 8\text{UO}_3 \cdot 2\text{SO}_3 \cdot 25\text{H}_2\text{O}$ , obu występujących w Jahimowie i Johann-georgenstademie.

### Witryole\*).

Szereg analogiczny siarczanów metalicznych, łatwo rozpuszczalnych, w wodę krystalizacyi zaopatrzonych.

Melanteryt (witryol żelazny), jednoskośny, 1.1828:1:1.5427,  $\beta = 75^\circ 44'$ . Postaci poznano na kryształach sztucznych, które wykazują częstokroć tylko  $c=(001)$ ,  $f=(110)$ , fig. 1. Ponieważ  $110:1\bar{1}0 = 97^\circ 48'$ , a  $110:00\bar{1} = 99^\circ 23'$ , przeto Hauy, posługujący się goniometrem niedokładnym, przypuszczał, że ma tu do czynienia z postacią zasadniczą

\*) Zwane też koperwasami (*Rzącz.*, *Kluk*, *Kumel* i in.) z niem. Kupferwaser (*Agric.* 1546). Witryol, z łac. vitriolum, od vitreum szkło i oleum olej.

romboedryczną. Zwykle też występują  $b=(010)$ ,  $p=(111)$ ,  $v=(101)$ ,  $t=(10\bar{1})$ ,  $u=(011)$ , fig. 2.

Łupl.  $\parallel c$  dokł.,  $\parallel f$  niedokł. Tw. 2. C. wł. 1:899. Smak ściągający. Barwa zielona. Opt. dodatni (+). Pł. o. o.  $010$ ,  $\angle c = 61^\circ$  — przez  $c$  widać jedną tylko oś optyczną;  $2V = 86^\circ$ , śr. spłcz. zm. 1:470.

Skł. chem.:  $\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O} = 28.8$  trójtł. siarki, 25.9 tlenku żelaza, 45.3 wody. Topi się we własnej wodzie krystalizacyi, pozostawiając masę białą, która w pł. dm. daje czerwony tlenik żelaza.

Występuje, jako produkt rozkładowy pirytu, markasytu, chalkopirytu, w postaci nacieków i naskorupień, koło Goslaru na Harzu, Bodenmais w Bawaryi, Szczawnicy Węgierskiej, w Dobrzyniu nad Wisłą etc. — Koperwas zielony, u Dioscor. *μελαντερία* (od *μελαν* czernidło), u Plin. atramentum sutorium, albowiem był używany przez szewców do czernienia skóry. Obecnie w technice (farbierstwo, druk etc.) używa się wyłącznie witryolu, otrzymywany sztucznie.

Jednoskośny jest również malardyt (witryol manganowy),  $\text{MnSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ . Również z melanterytem postaci jest biberyt (witryol kobaltowy),  $\text{CoSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ . jednoskośny, 1:1815:1:1:5325,  $\beta = 75^\circ 20'$ .

Morenozyt (witryol nikłowy),  $\text{NiSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ , 0.9816:1:0.5655, jest natomiast rombowy, równopostaciowy z epsomitą, podobnie jak goslaryt (witryol cynkowy biały),  $\text{ZnSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ , 0.9807:1:0.5631, ale bez wyraźnie uwidocznionej hemiedryi. Tw. 2 do 2.5. Oryentacja opt., jak w soli gorzkiej. Bezbarwny, biały, szarawy. Smak przykry i ściągający. Topi się we własnej wodzie krystalizacyi, na węglu daje nalot cynku. Spotyka się, jako produkt rozkładowy blendy, w postaci nacieków i naskorupień, koło Goslar, Szczawnicy Węg., Fahlun. Sól, otrzymywana sztucznie, używa się w farbierstwie i drukarstwie, do fabrykacyi pokostu i w medycynie.

Chalkantyt (witryol miedziany), różni się od witryolów pozostałych zawartością wody. Skł. chem.:  $\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O} = 32.1$  trójtł. siarki, 31.8 tleniku miedzi, 36.1 wody. Postać, którą poznano na kryształach sztucznych, jest trójskośna. St. osi  $0.56562:1:0.55067$ ,  $\alpha = 82^\circ 21'$ ,  $\beta = 73^\circ 11'$ ,  $\gamma = 77^\circ 37'$ .  $m=(1\bar{1}0)$ ,  $l=(2\bar{1}0)$ ,  $a=(100)$ ,  $t=(110)$ ,  $b=(010)$ ,  $p=(111)$ ,  $s=(121)$ , fig. 3. Kąt  $110:110 = 56^\circ 50'$ ,  $110:111 = 52^\circ 20'$ ,  $111:110 = 71^\circ 38'$ .

Łupl. wyraźnej pozbawiony. Tw. 2.5. C. wł. 2:286. Przecięcający, niebieski, błękitny. Opt. odjemny (—),  $2V = 56^\circ$ . Smak wstrętny. W pł. dm. wzdyma się i bieje. Z roztworu żelazo metaliczne strąca osad miedzi metalicznej. Porów. miedź cementową, str. 374.

Chalkantyt jest produktem wietrzenia pirytów miedzianych; nacieki, naskorupienia i naloty jego zdarzają się w kopalniach Goslaru, Doliny Pańskiej, Mołdawy i t. d. Sól, otrzymywana sztucznie, ma zastosowania w galwanoplastyce, farbierstwie, drukarstwie, fabrykacyi papieru.—Etym. i synonim. *Χάλκανθον* Dioscor. Chalkanthis, v. Kobell, od *χαλκός* miedź i *άνθος* kwiat. Cyanose, Beud., od *ζάανος* niebieski. Witryol niebieski. Koperwas właściwy.

Prócz witryolów pojedynczych, znany też ich mieszaniny. Pizanit jest melanterytem, obfitującym w miedź; pod kupromagnezytem rozumiemy siarczan magnu i miedzi o postaci melanterytu; nazwa fauzeryt ściaga się do witryolu manganowego, zawierającego domieszkę siarczanu magnu.

Fig. 1.

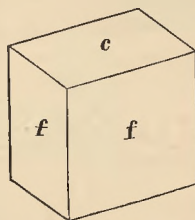


Fig. 2.

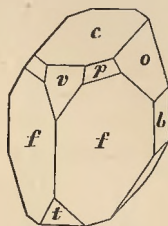
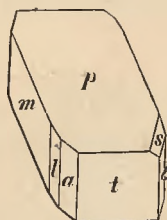


Fig. 3.



**Zasadowe siarczany miedzi i ołowiu.**

Brochantyt (broszantyt), szmaragdowo-zielony do czarniawo-zielonego, rombowy. St. osi = 0.7739:1:0.4871. W drobnych kryształkach lub drobnopręcikowy. Tw. 3.5 do 4. C. wł. 3.78 do 3.9. — Skł. chem.:  $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{CuO}_2\text{H}_2 = 70.3$  tlenniku miedzi, 17.7 bezw. siarczanego, 12.0 wody. Niżnie-Tagilsk, Rezbanya, Nassau, Chili. Należy doń waryngtonit. Zielonawo-niebieski rombowy langit z Kornwalii zawiera nadto  $\text{H}_2\text{O}$ . Spangolit,  $\text{AlAlSO}_4 \cdot 6\text{CuO}_2\text{H}_2$ , romboedryczny, ciemno-zielony z Arizony oraz podobny doń konelit (connellit) z Kornwalii są związkami mocno zasadowymi.

Letsomit (cyanotrychit, miedź aksamitna) tworzy piękne, do pluszu podobne powłoki smaltowo-niebieskie, składające się, według Bertranda, z igiełek rombowych. Skł. chem.:  $4\text{CuO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ . Stara Mołdawa w Banacie, La Garonne w departamencie Var. Pokrewny mu chemicznie jest wodwardyt z Kornwalii.

Herrengrundyt (urvölgyit),  $\text{CaO} \cdot 4\text{CuO} \cdot 2\text{SO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , jednoskośny, st. osi = 1.8161:1:2.8004,  $\beta = 88^\circ 50'$ . W dolinie Pańskiej (Herrengrund) na Węgrzech tworzy ciemno-zielone tablice; tuż obok niego stoi arnimit,  $5\text{CuO} \cdot 2\text{SO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  z Planicy w Saksonii.

Błękitny serpieryt z Laurium w Grecyi, rombowy, 0.8586:1:1.3637, jest zasadowym siarczanem miedzi i cynku.

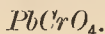
Linaryt, jednoskośny, 1.7161:1:0.8296,  $\beta = 77^\circ 23'$ , lazurkowo-niebieski. Tw. 2.5 do 3, c. wł. 5.3 do 5.45. Przybliż. skł. chem.:  $(\text{PbOH})(\text{CuOH})\text{SO}_4$ . Linares w Hiszpanii, Leadhills w Szkocyi, Rezbanya, Nassau, Lölling, Nerczyńsk.

Kaledonit, rombowy, 0.9187:1:1.4004, o barwie grynszpanowej lub jasno-zielonej, składem chem. zbliża się do poprzedniego:  $(\text{Pb}, \text{Cu})\text{SO}_4 \cdot (\text{Pb}, \text{Cu})(\text{OH})_2$ .

Jednoskośny leadhillit (maksyt) jest zasadowym siarczano-węglanem ołowiu:  $4\text{PbO} \cdot \text{SO}_3 \cdot 2\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . St. osi = 1.7476:1:2.2155,  $\beta = 89^\circ 48'$ . Barwa żółtawo-biała do zielonawej lub brunatnej. Zuzannit (susannit) jest doń podobny.

Dodatkowo przytoczymy tu jeszcze kilka selenionów, selenianów i teluranów.

Chalkomenit, jednoskośny, niebieski; chem. jest selenionem miedzi:  $\text{CuSeO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = 49.1$  dwutlenku selenu, 35.0 tlenniku miedzi, 15.9 wody. Mendoza w Argentynie, skąd też pochodzą: kobaltomenit i molibdomenit. Kerstenit (spat selenowo-ołowiany), przypuszczalnie selenian ołowiu, Friedrichsglück i Eisfeld w Lesie Turyng. Montanit  $\text{Bi}_2\text{TeO}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$ , ziemisty produkt wietrzenia tetradymitu z Montany w Karolinie Pn. Magnolit  $\text{Hg}_2\text{FeO}_4$ , produkt utlenienia koloradoitu.

**Rzęd 2. Chromiany.****Krokoit.**

Kl. słupa jednoskośn. (5).

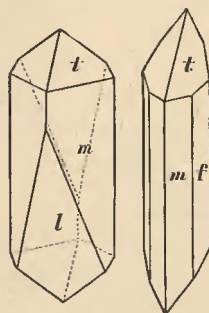
Minerał o rozpowszechnieniu nieznacznym, ale interesujący ze względu na niezwykle skład chem. Kryształy jednoskośne, z wejrzenia bardzo rozmaite. Do postaci pospolitych należą:  $m = (110)$ ,  $f = (120)$ ,  $a = (100)$ ,  $t = (111)$ ,  $l = 40\bar{1}$ . Kąt  $(110) = 86^\circ 18'$ ,  $111:111 = 60^\circ 18'$ . St. osi = 0.96034:1:0.91586,  $\beta = 77^\circ 33'$ .

Lupl. ||  $(110)$  dość wyraźna. Tw. 2.5 do 3, łagodny. C. wł. 5.9 do 6.

Opt. Blask dyamentowy, barwa hyacynutowo-czerwona, rysa pomarańczowa. Dodatni (+). Pł. o. o. 010,  $rc = 5\frac{1}{2}^\circ$ .  $2V = 54^\circ$ .

Chem. Skład: chromian ołowiu, zawierający 68.9

Fig. 1. Fig. 2.





tlenku ołowiu i 31·1 trójtł. chromu. W pł. dm. rozpryskuje się, na węglu topi się, trzaskając, na szlakę, zawierającą ziarenka ołowiu.

Występuje w żyłach Berezowska, Murzinki, Niżnie-Tagilska na Uralu, Labo na Luzonie, rzadko koło Rezbanyi.

Kryształy sztuczne otrzymał Manross, topiąc chlorek ołowiu z chromianem potasu, Drevermann zaś—drogą dyfuzji, str. 282. Kryształy, odtworzone przez Bourgeois, okazały się jednak rombami, równopostaciowymi z anglezytem. Chromian ołowiu w postaci proszku używa się pod nazwą „żółtochromu“, jako farba nieprzezroczysta.

Etym. i synonim. Krokoit *Breith.*, od *κρόκος* szafran. Stąd krokosz ołowiany *Lab.* Rottbleierz *Wern.* = ołów czerwony *Drzew.* = kruszec ołowiu czerwony. Niem. Chromgelb = pol. żółtochrom (*Lab.*).

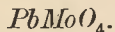
Fenicyt (phönicyt, melanochoit) z Berezowska jest  $Pb_3Cr_2O_9$ ; jednoskośny wokelinit (vanuelinit), występujący tamże, zawiera też miedź i kwas fosforowy:  $2(Pb, Cu)CrO_4 \cdot (Pb, Cu)_3P_2O_8$ ; należy też do laksmanit. Żółte zabarwienie saletry sodowej z Tarapaki ma pochodzić, według Raimondiego, od chromianu potasu,  $K_2CrO_4$  (tarapakait).

### Rząd 3. Wolframiany i molibdeniany <sup>1)</sup>.

Minerały o wysokim ciężarze właściwym (6 do 7·5).

Wulfenit $PbMoO_4$ tetragonalny	1:1·5771	Powelit $CaMoO_4$ tetragon.	1:1·5445
Sztolcyt $PbWO_4$ „	1:1·5667	Szelit $CaWO_4$ „	1:1·5356
Wolframit $FeWO_4$ jednosk.	0·8300:1:0·8678, $\beta = 89^\circ 22'$		
Hibneryt $MnWO_4$ „	0·8662:1:0·8668, $\beta = 89^\circ 8'$		

#### Wulfenit.



*Kl. piram. tetragon (10).*

Kryształy tetragonalne o kształtach piramidalnych lub tablicowych; równopostaciowy ze sztolcytem i szelitem, które wraz z nim należą do klasy piramidarno-połówkowej. Postaciami zwykłymi są:  $c = (001)$ ,  $s = (113)$ ,  $p = (111)$ ,  $m = (110)$ ,  $d = (203)$ ,  $e = (101)$ ,  $r = (210)$ . Na kryształach piramidalnych hemiedrya uwidoczni się niekiedy przez brak naprzemianających się ścian słupa ośmiograniastego. Kąt  $(111) = 48^\circ 17'$ ,  $111:1\bar{1}1 = 80^\circ 22'$ ,  $(101) = 64^\circ 44'$ . Niektóre kryształy rozwinięte są hemimorficznie.

Fig. 1.

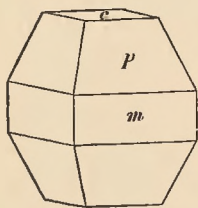


Fig. 2.

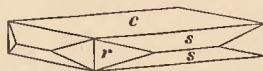
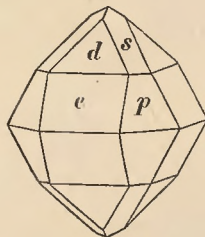


Fig. 3.



Lupl.  $\parallel (111)$  wyraźna,  $\parallel (001)$  niewyraźna. Tw. 3. C. wł. 6·3 do 6·9.

Opt. połysk tłusty, blask dyamentowy. Rzadko bezbarwny i przezroczysty, najczęściej żółtawo-szary, woskowo-żółty, miodowo-żółty, pomarańczowy, jutrzeny. Charakter optyczny odjemny (—).  $\omega = 2·402$ ,  $\epsilon = 2·304$ .

<sup>1)</sup> Molibdeniaki *Labęckiego*.

Chem. Skład teor.: 61.4 tlenku ołowiu, 38.6 trójtł. molibdenu. W niektórych gatunkach znaleziono drobne domieszki kwasu chromowego lub wana-dynowego, w innych—znaczłą zawartość wapna, co dowodzi domieszki izomor-ficznej molibdenianu wapnia. W pł. dm. wulfenit trzaska mocno, na węglu topi się, wsiąka węń, pozostawiając ziarna ołowiu. Perła boraksowa żółta, w pł. odtleniającym staje się czarną; perła zaś soli fosfornej jest ciemno-zielona. Proszek w-tu ze stężonym kw. siarczany daje roztwór niebieski, w kw. solnym rozkłada się, pozostawiając biały chlorek ołowiu. Kryształy sztuczne, zarówno wulfenitu jak sztolcytu i szelitu, zostały odtworzone za pomocą metody, podane-j na str. 281.

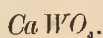
Występ. Wulfenit jest towarzyszem pokładów galeny koło Pliberga w Karyntyi, koło Przybramu, Rezbanyi, gdzie tworzy kryształy pojedynczo narosłe oraz piękne druzi, dalej około Badenweiler, Zacatecas w Meksyku, Phö-nixville w Pensylwanii. Koło Czernej (Schwarzenbach) w Karyntyi znaleziono też kryształy, powstałe w zawieszeniu a osadzone w glinie, wypełniającej szcze-liny. Z kopalni Tecoma w Utah pochodzą wspaniałe druzi kryształów cienko-tabliczkowych.

Wtórniego pochodzenia w-tu dowodzą pseudomorfozy po galenie, znale-zione w Badenweiler (Baden) i Borggiesshübl (Saksonia). O postaciach: Koch, Zeitschr. f. Kryst., t. 6, str. 389.

Etym. i synonim. Wulfenit, *Haid*, na cześć mineraloga austr. Wülfena (1728—1805). Gelbbleierz *Wern.* = kruszec ołowiu żółty, ołów żółty *Drzew.* = żółcień ołowiu *Lab.* Niem. Molybdänbleispath = pol. spat molibdenowo-ołowiany.

Sztolcyt, równopostaciowy z poprzednim. Kryształy ostro-piramidalne lub krótko-pryzmatyczne o ścianach  $m = (110)$ ,  $o = (221)$ ,  $c = (001)$ . Hemiedrya piramidalna czę-sto uwidocznioma. Szary, brunatny, zielony, czerwony. Skł. chem.:  $PbWO_4 = 51.0$  trójtł. wolframu, 49.0 tlenku ołowiu. Topi się łatwo na ziarno krystaliczne. Perła soli fosfornej staje się w ogniu o tleniającym niebieska. Cynwald, Coquimbo, Southampton w Mas-sachusetts. — Etym. i synonim. Stolzit, *Haid.*, od d-ra Stolza z Cieplie. Niem. Scheel-bleierz, Wolframbleierz = pol. kruszec wolframowo-ołowiany.

### Szelit.



*Kl. piram. tetragon. (10).*

Tetragonalny, równopostaciowy z poprzednimi. Kryształy najczęściej piramidalne, rzadziej tabliczkowate, narosłe pojedynczo lub skupione w druzi; kryształy wrosłe zdarzają się rzadko.  $p = (111)$ ,  $c = (001)$ ,  $e = (101)$ . Postaci

Fig. 1.

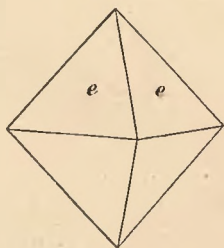


Fig. 2.

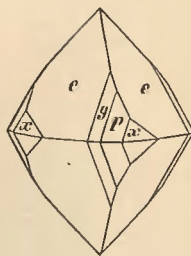
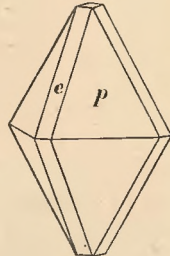


Fig. 3.



połówkowe  $g = \pi(313)$  oraz  $x = \pi(131)$  obecne są często; ściana  $e$  zaopa-trzona bywa w prążki równoległe do krawędzi  $ex$ . Wówczas hemiedrya pira-

midalna widoczna jest bardzo wyraźnie. Kąt  $(111) = 49^{\circ} 27'$ ,  $(101) = 66^{\circ} 8'$ ,  $111 : \bar{1}\bar{1}1 = 79^{\circ} 56'$ . Niekiedy występują dopełniające się bliźniaki, co można poznać już po owej prążkowatości na  $e$ .

Lupl.  $\parallel e$  wyraźna,  $\parallel p$  i  $c$  mniej. Tw. 4·5 do 5. C. wł. 5·9 do 6·2.

Opt. Polysk tłusty, przechodzący w blask dyamentowy. Bezbarwny, biały, często też szary, brunatny, żółty, czerwony, rzadziej zielony. Optycznie dodatni (+):  $\omega = 1\cdot918$ ,  $\epsilon = 1\cdot934$ . Czarny krzyż rozwiera się niekiedy, jak w minerałach o małym kącie osi optycznych.

Chem. Wolframian wapnia zawiera teor. 19·5 wapna i 80·5 trójtł. wolframu; domieszki: drobne ilości krzemionki, żelaza. W pł. dm. szelit topi się trudno na szkło przeświecające. Perła soli fosfornej, zaraz po wyżarzeniu w ogniu odtleniającym, jest zielona lub żółta, po ostygnięciu zaś staje się niebieska. W kwasie solnym szelit rozkłada się, pozostawiając osad żółty kw. wolframowego; roztwór, ogrzany z cyną, niebieszczeje.

Występ. Charakterystycznymi łóżyskami szelitu są dawne skały krystaliczne, granit i gnejs, gdzie mu zwykle towarzyszą kasyteryt, topaz, fluoryt, apatyt, wolframit, kwarc.

Kryształy drobniejsze, brunatne, występują na kwarcu koło Cynwaldu, większe, białe — koło Sławkowa (tu także skupienia nieforemne), kryształy duże i piękne znajdują się koło Ehrenfriedersdorfu i Fürstenberga w Saksonii pospołu z fluorytem i kalcytem; rzadkością są przepyszne kryształy, znajdowane w Untersulzbachu wraz z epidotem i tytanitem. Koło Neudorf na Harzu napotykają się małe żółte piramidy z wolframitem i syderytem, koło Traverselli — kryształy większe brunatne, koło Fraumont w Lotaryngii — piękne bliźniaki. Kopalnie kruszcu cynowego w Monroe (Connecticut) zawierają większe masy szelitu, z którego otrzymuje się kwas wolframowy. — Pseudomorfozy szelitu po wolframie dostrzeżono w kilku miejscowościach, wyżej wymienionych. (O postaciach: M. Bauer, Württemb. naturw. Jahresheften, 1871).

Użył. Niektóre sole kwasu wolframowego używane są jako farby. Wolframian sodu używa się też jako środek, zapobiegający łatwej zapalności tkanin.

Etym. i synonim. Scheelit, *Leonh.*, na cześć chem. szwedz. Scheelego, który odkrył w nim po raz pierwszy kw. wolframowy w r. 1781; szelit *Lab.* Szwedz. Tungsten = niem. Schwerstein = pol. ciężki kamień = tunsten *Drzew.*

Powelit,  $\text{CaMoO}_4$  = trójtł. molibdenu 72·0, wapna 28·0. Równopostaciowy z szelitem. Idaho i Michigan.

### Wolframit.

$(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$ .

Kl. słupa jednoskośn. (5).

Kryształy grube i czarne, towarzyszące kruszcowi cynowemu, znane już były Agricoli. Brano je za rudę bądź żelazną, bądź manganową, dopóki Scheele nie odkrył kw. wolframowego. Hauy i G. Rose przypisywali im krystalizację rombową, Descloizeaux stwierdził symetrię jednoskośną.

$a = (100)$ ,  $l = (210)$ ,  $m = (110)$ ,  $p = (102)$ ,  $n = (10\bar{2})$ ,  $u = (011)$ ,  $s = (121)$ ,  $o = (111)$ . Bliźniaki według  $(100)$ , a także według słupa  $(023)$  zdarzają się dość często. Kąt  $(110) = 79^{\circ} 23'$ ,  $100 : 102 = 61^{\circ} 51'$ ,  $100 : 10\bar{2} = 62^{\circ} 54'$ ,  $011 : 102 = 47^{\circ} 55'$ .

Lupl.  $\parallel 010$  doskonała,  $\parallel 100$  niedokł. Tw. 5 do 5·5. C. wł. 7·1 do 7·5.



Opt. Blask dyamentowy, na płaszczyznach łupl. przechodzący w metaliczny, także połysk tłusty. Barwa brunatno-czarna. Rysa czerwono-brunatna. Nieprzezroczysty, wszakże niektóre gatunki dają blaszki cienkie, przezroczyste, na których można skonstatować ukośne znikanie światła na *OIO*.

Chem. Skład odpowiada mieszaninie izomorficznej  $\text{FeWO}_4 = 76.3$  trójtł. wolframu, 23.7 tlenku żel., oraz  $\text{MnWO}_4 = 76.6$  trójtł. wolframu, 23.4 tlenku manganu. Niektóre gatunki zawierają trochę kwasu niobowego i tantalowego. W pł. dm. na węglu topi się i daje kulkę magnetyczną o powierzchni kryształicznej. Proszek, ogrzany z mocnym kw. siarczanym, przybiera barwę niebieską; kwas solny, działający w cieple i dostępne powietrza, rozkłada go, przyczem wydziela się osad żółtawy, po większej części rozpuszczalny w amoniaku. Mineral ten używa się na wyrób stali wolframowej i preparatów wolframowych.

Występ. Łożyska wolframitu bardzo przypominają występowanie szelitu. Kryształy krótkie, grube, znajdują się koło Cynwaldu, Slawkowa, Ehrenfriedersdorfu. W pasie słupa *mm* są one mocno zbrózdzone i często w sposób bardzo szczególny promienisto zrosłe. W miejscowościach podanych i koło Neudorf na Harzu napotykają się także skupienia promienisto-blaszkowe, koło Chanteloube — kryształy cienko-tabliczkowe, koło Nerczyńska — osobniki o wyglądzie rombowym, w towarzystwie berylu. W skałach młodszych wolframit jest gościem rzadkim: należą tu kryształy igiełkowate, występujące w trachitach Felsöbanyi, fig. 2. Wyraz końcowy całego szeregu izomorficznego, hybneryt,  $\text{MnWO}_4$  (czarny, w cienkich blaszkach czerwono przezroczysty), znaleziono w okręgu Mammoth w Newadzie, tudzież w Bajewce pod Ekaterynburgiem i w Slawkowie.

Etym. i synonim. Łać. *Spuma lupi*, *Agric.* 1546. Szwedz. *Wolfram* = pol. wilcza piana. *Wolfram*, *Drzew.* i in. *Scheeline ferruginé*, *Huuy* = szelin żżelaziony, *Lab.* *Wolframit*, *Breith.*, 1832. *Hübnerite*, *E. Riote*.

Czysty  $\text{FeWO}_4$ , reinit z Japonii, postać ma mieć tetragonalną; ferberyty jest także wolframianem żelaza.

W ostatnich czasach zostały też opisane jodany, np. jednoskośny lautaryt,  $\text{CaJ}_2\text{O}_6$  = pięciotł. jodu 85.6, wapna 14.4, znaleziony w pokładach saletry w Atakamie.

Fig. 1.

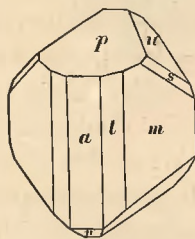
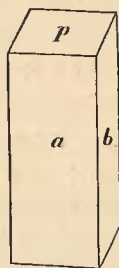


Fig. 2.



## Gromada VIII. Solowce.

Solowce — od soli kamiennej, najważniejszej przedstawicielki całej gromady. Są to związki metali ciężkich lub lekkich z chlorem, bromem, jodem lub fluorem, łatwo dające się, jako takie, rozpoznać. Połysk szklisty, wzrastający niekiedy do blasku dyamentowego; barwy najczęściej jasne, twardość nieznaczna.

### Rząd 1. Chlorki metali ciężkich.

Zaliczamy tu związki metali ciężkich z chlorem (bromem i jodem), jak również niektóre związki pośrednie, zawierające także tlen, względnie dwutlenek węgla. Niektóre z nich są łagodne w dotknięciu i ujawniają podobieństwo do rogu (srebro rogowe etc.). Minerale to skąpo rozpowszechnione.

Molizyt (chlornik żelaza),  $\text{FeCl}_3$ , tworzy żółte lub brunatno-czerwone powłoki i wsiąki law Wezuwiusza, będące produktem wyziewów wulkanicznych (fumaroli). Erytrozyderyt, rombowy,  $2\text{KCl} \cdot \text{FeCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

Kremersyt, ośmiościany rubinowo-czerwone,  $2\text{KCl} \cdot 2\text{NH}_4\text{Cl} \cdot 2\text{FeCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .

Kotunit (cotunnit),  $\text{PbCl}_2$ , w drobnych białych lub żółtawych kryształkach rombowych. Wszystkie z Wezuwiusza.

Matlokit,  $\text{Pb}_2\text{Cl}_2\text{O}$ , kryształy tetragonalne, tabliczkowe, żółte,  $a:c = 1:1.763$ , na galenie wraz z cerusytem i fluorytem koło Matlock w Derbyshire. Mendypit,  $\text{PbCl}_2 \cdot 2\text{PbO}$ , w kryształach rombowych, żółtawych lub różowych, na wzgórzach Mendip w Somersetshire, Brilon w Westfalii.

Lauryonit,  $\text{PbClOH}$ , produkt wtórny na dawnych szlakach hutniczych.

Fosgenit (phosgenit, kerazyn, ołów rogowy),  $\text{Pb}_2\text{Cl}_2\text{CO}_3$ , w pięknych, przezroczystych kryształach tetragonalnych,  $a:c = 1:1.0876$ ; bezbarwny koło Monte Poni i Gibbas w Sardynii, żółtawy lub zielonawy koło Matlock; koło Tarnowie na Śląsku kryształy mętne, najczęściej w cerusyt przeobrażone. Szwarcerbergit z Atakamy, zwany dawniej jodkiem ołowiu, zawiera prócz niego także chlorek i tlenek ołowiu,  $\text{Pb}(\text{J}, \text{Cl})_2 \cdot 2\text{PbO}$ .

Kalomel (rtęć rogowa),  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ , chlorek rtęci, tworzy kryształy tetragonalne, żółtawe lub popielate. St. osi  $= 1:1.723$ . Opt. dodatni (+),  $\omega = 1.96$ ,  $\epsilon = 2.60$ . Jest łagodny, sublimuje się w kolbce; ogrzany z sodą, daje rtęć metaliczną. Almaden w Hiszpanii, El Doctor w Meksyku, Moschellandsberg w Bawarii nadreńskiej, Horzowice (Dedowa hora) w Czechach, Wydrza (Idria) w Krainie. Kokcynit (coccinit, jodek rtęci) z Meksyku nie został jeszcze dokładniej poznany, podobnie jak zawierający chlorek bizmutu dobreit (daubreit Domeyki) z Boliwii,  $(2\text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot \text{BiCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ .

Nantokit z Chili, o łupl. kostkowej, bezbarwny, jest chlorkiem miedzi,  $\text{Cu}_2\text{Cl}_2$ .

Atakamit (solan miedzi *Drzew.*), rombowy, kryształy bywają najczęściej kombinacją dwu słupów i dwuscianu podłużnego  $(110) = 66^\circ 57'$ ,  $(011) = 73^\circ 50'$ , st. osi  $= 0.6613:1:0.7515$ . Łupl. ||  $(010)$  dokł. Tw. 3 do 3.5. C. wł. 3.76. — Porowo-zielony, trawiasty do czarniawo-zielonego. Rysa jabłkowo-zielona. Opt. ujemny (—). Pł. o. o. ||  $(100)$ , I-sza dwusieczna  $\perp (010)$ .  $2\text{H} = 93^\circ$  (św. żółte),  $\rho < v$ . — Skł. chem.:  $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{CuO}_2\text{H}_2 =$  chloru 16.6, miedzi 14.9, tlenniku miedzi 55.8, wody 12.7. Plomień barwi na kolor niebiesko-zielony, rozpuszcza się w kwasach i amoniaku. Kryształy duże, przepiękne, pochodzą z Burra-Burra w Australii, druzy kryształów drobniejszych i osobniki niekształtne — z Algodonbai w Boliwii, Remolinos, Copiapo w Chili, Gila Cty. w Arizonie. Na okazach z Bogosłowska w Uralu postrzeżono pseudomorfozy malachitu po atakamicie, które autor odtworzył sztucznie, porówn str 322. Tallingit ma skł. chem. zbliżony do atakamitu.

Boleit (percyilit), niebieskie sześciiany o skł. chem.  $\text{PbCl}_2 \cdot \text{CuO}_2\text{H}_2$ . Boléo w Kalifornii. Zrasta się niekiedy z podobnym doń kumengeitem (cumengeit).

Kerargiryt (chlorek srebra). Kryształy regularne, najczęściej kostki, lub naskorupienia i masy osadzone. Kowalny. Tw. 1 do 1.5. C. wł. 5.5. Szary, niebieskawo, zielonawy,  $n = 2.061$  (św. Na). Według v. Lasaulx, pod wpływem ciśnienia staje się różnobarwnym. Skł. chem.:  $\text{AgCl} = 75.3$  srebra, 24.7 chloru. Łatwo topliwy, w kwasach nierozkładny, w amoniaku rozpuszczający się łatwo. Jest produktem przeobrażenia lamprytów srebronośnych, skupiającym się w górnych piętrach żył kruszcowych Freiberga, Kongsberga Zmeinogorska na Altaju; także w Newadzie, Idaho, najobficiej wszakże w Peru, Chili i Meksyku. — Etym. Kerargyre *Beud.*, niem. Kerargyrit, od *κέρας* róg i *ἄργυρος* srebro, a więc popraw. cerargiryt. Niem. Hornsilber, Hornerz = srebro rogowe *Drzew.*



Równopostaciowe z poprzednim, ale zabarwione na żółto lub zielono, są mieszaniny  $\text{AgCl}$  i  $\text{AgBr}$ , pochodzące z Meksyku i Chili, a zwane bromitem (bromargytem)  $\text{AgBr}$ , embolitem  $\text{Ag}(\text{Cl}, \text{Br})$ , megabromitem, mikrobromitem. Jodobromit z Dernbach w Nassauskiem, regularny, zawiera jod:  $2\text{AgCl} \cdot 2\text{AgBr} \cdot \text{AgJ}$ , gdy z tejże miejscowości pochodzący jodyt (jodoargyrt)  $\text{AgJ}$  krystalizuje się heksagonalnie, a występuje także w Zacatecas (Meksyk) i Chanarcillo (Chili).

### Rząd 2. Chlorki metali lekkich.

Chlorki (bromki, jodki) metali alkalicznych i alkaliczno-ziemnych o połysku szklistym, twardości nieznacznej, najwyżej = 2, bezbarwne lub zabarwione przypadkowo.

#### Sól kamienna.

*NaCl.*

*Kl. 24-ścianu pentagon. (29)?*

Nazwa sól, używana pierwotnie na oznaczenie tego tylko minerału, z biegiem czasu przybrała znaczenie odmienne, ogólniejsze, i dlatego stało się rzeczą konieczną odróżniać tę sól typową za pomocą dodanego przymiotnika. Dla swych własności pokarmowych należy ona do ciał najpospolitszych.

Kryształy regularne, prawie zawsze sześcianny tylko; inne postaci należą do rzadkości, jak (111) i (110) na kryształach z jezior sodowych Egiptu, jak (210) na kryształach ze Staruni w Galicyi lub połączenie (100) i (210) na soli kamiennej z Kałusza (Niedźwiedzki, Kosmos, 1877, str. 73). Wielkie osobniki o kształtach przypadkowych zdarzają się natomiast często; odznaczają się one doskonałą łupliwością kostkową, przez co wybornie się nadają do pomiarów i doświadczeń fizycznych. Jamki, wytrawione na ścianach (100), mają postać wgłębień schodkowatych, regularnych, fig. 3; atoli, przez analogię do salmiaku i sylwinu, krystalizacyę soli kam., wypada, zdaje się, zaliczyć do hemiedryi gi-roedrycznej (str. 75).

Fig. 1.

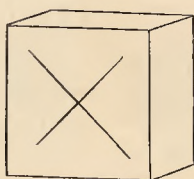


Fig. 2.

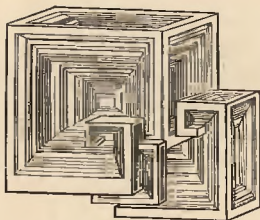
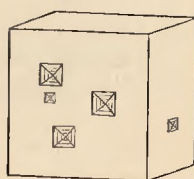


Fig. 3.



Fiz. Figura, powstająca od uderzenia na ścianie łupliwości, przedstawia dwa dyagonalne spękania, fig. 1, odpowiadające ścianom (110), które zarazem są pł. uskokowemi. Łupl.  $\parallel$  (100) doskonała. Tw. 2. C. wł. 2:1 do 2:2; sól czysta, według Retgersa, 2:167 w temp. 17°.

Opt. Połysk szklisty; w stanie czystym bezbarwna i zupełnie przezroczysta. Spółcz. załam. św. niezbyt mocny,  $n = 1.5442$  (św. sodowe). Sól kamienna jest ciałem w najwyższym stopniu dyaterycznym (str. 218).

Chem. Skład teor.: chlorek sodu zawiera 39.3 sodu i 60.7 chloru. Topi się łatwo, płomień zabarwia na żółto, w silnym ogniu ulatnia się. W wodzie rozpuszcza się łatwo: 1 cz. soli w 2.8 cz. wody, przyczem prawie jednakowo



w wodzie ciepłej i zimnej. Na wilgotnem powietrzu rozplywa się bardzo wolno (zależnie od domieszek).

Przez prędkie odparowanie roztworu niepodobna otrzymać kryształów większych o ścianach równych i gładkich. Na powierzchni cieczy tworzą się w takich razach tylko skielety krystaliczne, mające postać talerzyków czterobocznych, wyglądających z góry, jak przednia ściana fig. 2. W panwiach, używanych w warzelniach soli, osadzają się takie właśnie skielety. Z roztworu, parującego bardzo powoli, otrzymać można sześciiany przezroczyste i prawidłowe, z roztworów zaś zanieczyszczonych lub zaopatrzonych celowo w rozmaite domieszki (chlorki metaliczne) krystalizują się także ośmiościany i inne postaci regularne. Kryształy soli dają się także odtwarzać przez sublimację; przypadkowo powstają one na tej drodze w procesach hutniczych. Ze chlorek sodu w temperaturach niższych ścina się z wodą krystalizacyi, o tem wzmiankowaliśmy na str. 266.

Występ. Kryształy soli kamiennej, często bezbarwne lub białe, tworzą druzy w tych miejscach, gdzie woda, przenikająca do pokładów solnych, wywołuje ich krystalizację powtórna. Niekiedy powstają wykwity, składające się z osobników włosowatych (sól włosista). Zdarzają się też dość często powłoki i nacieki. Kryształy zawieszone znajdują się czasami w glinie, tudzież w szlamie jezior słonych. Jako produkt wulkaniczny, sól kamienna, powstała przez sublimację, występuje w postaciach wzrostu przyspieszonego, fig. 2, na lawie Wezuwiusza. Zarówno na tym ostatnim, jak i na innych wulkanach, sól pokrywa często po wybuchu górną część stożka popiołowego, który jest wówczas jakby uśnieżony, ale zaraz po pierwszym deszczu ozdobę swą traci. Według Bischofa, sól wulkaniczna zawiera często dość znaczną domieszkę KCl.

Sól kamienna ziarnista tworzy główną masę pokładów solnych. Miejsca najbardziej gruboziarniste są wynikiem krystalizacyi powtórnej, tak samo jak kryształy. Wewnątrz ziaren zawarte są często ujemne kryształy o postaci sześcianu, wypełnione ługiem macierzystym lub gazami. Te ostatnie podczas rozpuszczania wydzierają się niekiedy z trzaskiem (sól trzaskająca z Wieliczki \*, Borysławia, str. 117). W niektórych solach ziarnistych znaleziono też niewielkie ilości argonu, pierwiastku odkrytego przed niedawnym czasem w powietrzu. Sól kam. ziarnista bywa często zabarwiona na szaro lub zielono, jak w Wieliczce, albo też na żółto, czerwono, brunatno, jak w salinach alpejskich. Sól niebieska zdarza się rzadko. Barwnik niebieski skupia się w masie soli bezbarwnej bądź nakształt obłoków, jak w Wieliczce i Hallstacie, bądź też niebieskie ziarna soli kam. wrastają w masę sylwinu, jak w Kałuszu i Stasfurcie. Ogrzewanie lub rozpuszczanie soli barwę tę znosi. Domieszki makroskopijne gliny, anhydrytu, smoły lub niedostrzegalne dla oka — gipsu, chlorku magnezu, chlorku potasu i t. p. zdarzają się często. Sól blaszkowa i włóknista też napotyka się niekiedy.

Soli kamiennej, występującej w pokładach, statecznie towarzyszą minerały takie, jak anhydryt, polihalit, kizeryt, karnalit, gips i t. p. Do pokładów,

\* Z jednego funta berliń. soli wielickiej H. Rose otrzymał 1  $cm^3$  gazu, składającego się przeważnie z wodoru, metanu i dwutlenku węgla (Poggend. Ann., t. 43, str. 351).

w których stosunki paragenezy ujawniają się w sposób najbardziej typowy, należą saliny stasfurckie pod Magdeburgiem, opisane pociągającym piórem F. Bischofa. Zachowały się one prawdopodobnie w stanie niezmienionym, albowiem ziarnistych produktów przeobrażenia znajdujemy tu bardzo mało. Porządek uławicenia mas mineralnych odpowiada wogóle ich rozpuszczalności. Część pokładu najniższa i najstarsza składa się z naprzemianległych warstw soli kamiennej, nie grubszych od dłoni, i — anhydrytu, cienkich jak papier (piętro anhydrytowe). Na nich w podobny sposób prześcielają się warstwy soli kam. i polihalitu (piętro polihalitowe). Powyżej spoczywają osady przeważającej jeszcze soli kam. z wtrąceniami kizerytu (piętro kizerytowe), wreszcie zakończenie górne całego pokładu stanowią warstwy, w których sól kam. ustępuje miejsca panującemu tu karnalitowi (piętro karnalitowe). Dwa dolne piętra stanowią właściwy pokład solny, piętra zaś górne (kizerytowe i karnalitowe) składają się przeważnie z soli, które się na powietrzu rozplývają, a przez górników niem. zwane są „śmietnikiem solnym“ (Abraumsalze) dlatego, że musiano je wpierw uprzątać, aby dostać się do czystej soli kamiennej.

Galicja należy do krajów, obficie w sól kamienną zaopatrzonych. Wzdłuż podgórze karpackiego, łukiem ku północo-wschodowi wygiętym, ciągnie się (ze znacznymi przerwami) t. zw. formacja solonośna (miocen), poczynając od Swoiszowic, Wieliczki i Bochni na zachodzie aż do Kałusza, Kossowa i Kut na południo-wschodzie. Do najwspanialszych, najstarszych i na świat cały słynnych pokładów soli należą mianowicie żupy solne Wieliczki i Bochni. W Wieliczce utwór solny składa się z dwu pięter poniekąd odrębnych: dolnego, wyraźnie uwarstwionego, i górnego, całkiem uławicenia pozbawionego. Piętro dolne, odbudowane do 300 metr. głębokości, tworzy warstwy soli kam., anhydrytu, gipsu, naprzemianległe z iłem i piaskowcem solnym, nieraz kopulasto wygięte i na południe pochylone. Miąższość tego piętra wynosi około 150 m. Na niem spoczywa i wrzyna się weń nieprawidłowemi wgłębieniami nieuwarstwiona masa gliny solnej, mającej u wierzchu margiel solny i gips. Ta glina górna przejęta jest nawskroś solą, tworzącą w niej wsiąki, ziarna i skupienia pniste, pokryte lub przerosłe anhydrytem, o postaci bądź zaokrąglonej, bądź wydłużonej i całkiem nieprawidłowej, a objętości najrozmaitszej, sięgającej nieraz kilku tysięcy metr. sześć.<sup>1)</sup> Górnicy wieliccy odróżniają kilka gatunków soli. Najczystszą z nich jest sól szybikowa, zwana też niekiedy jarką, solą perłową, lodowatą, oczkową etc.; jest to masa grubo-ziarnista, szarawa, używana przeważnie do celów pokarmowych. Sól spiżowa składa się z osobników wydłużonych lub spłaszczonych, jest ciemniejsza, zawiera w zmiennych ilościach wrostki i zanieczyszczenia piasku, gliny, a także dość często skorupy wapienne pochodzenia organicznego (sól spiżowa bardziej zanieczyszczona nazywa się smulcem). Trzeci gatunek soli wielickiej — sól zielona — nazwę swą zawdzięcza zielonawo-szaremu zabarwieniu, uwidoczniającemu się zwłaszcza w świetle przechodzącym; jestto odmiana grubo-ziarnista, najczęściej zmieszana z gliną i anhydrytem (mieszani-

<sup>1)</sup> Te odosobnione masy soli, po ich całkowitem wyczerpaniu i ukończeniu odbudowy górniczej, zamieniają się na rodzaj jaskiń i grot, niekiedy bardzo pięknych i wielce przez turystów podziwianych.



ny, obficie w glinę zaopatrzone, zwane są błotnikiem, zuberem). Piętro dolne zawiera wszystkie trzy odmiany soli, gdy w górnym skupia się tylko sól zielona. Sól potasowych brak zupełny. Pod tym względem przeciwieństwo Wieliczki stanowi Kałusz, którego pokłady, będące mieszaniną soli kam., gliny, anhydrytu i gipsu, kryją nadto w górnej swej części znaczne ilości sylwinu, kainitu, a także syngenitu (kałuszytu) i karnalitu. — W ostatnich latach produkcy soli kam. w Galicyi wynosiła oko  $1\frac{1}{2}$  miliona centn. metr., stanowiących wartość około 8 mil. zł. austr., z czego na Wieliczkę przypada prawie część trzecia. Co się tyczy innych salin polskich, to wspomnimy tu jeszcze o Inowrocławiu w Poznańskim, gdzie stosunkowo niedawno odkryto pokłady soli kamiennej, spoczywające pod wapieniami jurskimi. (Liter. Zejszner, Krótki opis Wieliczki, Berlin, 1843. Tenże, Bibl. Warsz. 1861, I, str. 562. Niedźwiedzki, Stosunki geologiczne formacyi solonośnej Wieliczki i Bochni, Kosmos, 1883, 1884, 1886. Szajnocha, Płody kopalne Galicyi, II, str. 52. Szczegóły Historyczne patrz u Hrdiny, Geschichte der Wieliczkaer Saline, Wiedeń 1842, i Łabęckiego, Górnictwo w Polsce, Warszawa 1841).

Siedmiogród obfituje również w pokłady solne, częstokroć pięknie uwarstwione i mocno sfałdowane. Pokłady alpejskie, koło Ischl, Aussee, Hallstatt, Berchtesgaden, Hallein, tudzież koło Hall w Tyrolu i Bex w Szwajcaryi, odznaczają się uławiczeniem zgoła nieprawidłowem, nastręczającem wiele trudności co do ich pojmowania geologicznego. Mamy tu mieszaniny soli z gliną, gipsem, anhydrytem i polihalitem, a wśród nich w wielu miejscach skupienia minerałów gruboziarnistych. W Hallstacie znajduje się też kizeryt. (Poszepny, Jahrb. geol. Reichsanst., t. 20, str. 347. Mojsisovics, tamże, t. 19, str. 128).

Znane pokłady kryją się także koło Friedrichshall w Württembergu, Vic w Lotaryngii, Northwich w Anglii. Pod Kordoną w Katalonii obnaża się masa soli kam., tworząca zbocza skalne na 180 m. wysokie, z wejrzenia przypominające lodowiec. (Stapff, Zeitschr. geol. Ges., t. 36, str. 401).

W Ilecku koło Orenburga potężne pokłady soli zajmują przestrzeń mili kwadratowej. Z pomiędzy pokładów Azji godne jest uwagi pasmo solne, ciągnące się na północ Pendżabu. Kopalnie Mayo, prócz soli kam., dostarczają też sylwinu i kizerytu.

Powstawa. Odbudowa salin stasfurckich najbardziej się przyczyniła do wyjaśnienia sposobu powstawania pokładów solnych. Przedtem jeszcze doświadczenia Usiglio wykazały, że z parującej wody morskiej wydziela się naprzód trochę gipsu, później krystalizuje się sól kamienna, wreszcie osadzają się sole magnezu i potasu. Takiej kolejności odpowiada wogóle porządek uławiczenia pokładów stasfurckich. Naprzemianległość warstw soli kam. i anhydrytu w piętrze dolnem wyjaśniają zjawiska, dostrzegane w jeziorach słonych, a mianowicie w jez. Elton, w którym corocznie osiada naprzód cienka warstwa gipsu, a następnie grubsza — soli kamiennej (str. 314). Każda warstwa soli — to jakby pierścień przyrostu rocznego drzew naszych. Jak to wiemy z doświadczeń Rosego, Hoppe-Seylera i in., gips w obecności soli kam. łatwo przeistacza się w anhydryt (str. 603). Warstwy soli w pokładach dawniejszych są wprawdzie grubsze i bardziej krystaliczne od takichże warstw jez. Eltońskiego, atoli przypuścić



należy, że ziarnka soli pod wpływem leżącego na nich ługu macierzystego mogły się następnie wciąż powiększać. Przypuszczenie to tłumaczy także przyczynę wyginania się i fałdowania warstw soli, wszędzie dostrzeganego.

Wiemy również, że w niektórych jeziorach słonych Persyi osadza się już nie sól kamienna, lecz karnalit. Ten ostatni, co jeszcze był Liebig wykazał, można otrzymać przez odparowanie wody morskiej. Piętro soli potasowo-magnowych powstaje zatem w razie całkowitego wysychania jeziora słonego. Ponieważ kizeryt i karnalit bardzo łatwo rozpuszczają się w wodzie, domyślać się przeto możemy, że górne piętro wielu pokładów solnych zostało wypłukane lub uległo przeobrażeniu (to ostatnie mianowicie w Kałuszu, Mayo).

Powstawanie pokładów wielickich i in., zawierających szczątki zwierzęce, odbywać się musiało pod bezpośrednim wpływem wody morskiej. Przypuszczamy mianowicie, że były to jeziora lagunowe stref gorących, podczas przypływu morza wciąż zaopatrywane w wodę słoną. (Liter., str. 315; porówn. także hipotezę Kreutza o pochodzeniu soli podkarpackiej ze źródeł słonych, Verh. geol. Reichsanst. 1881).

Sól kam. rozpowszechniona jest w postaci wykwitów na stepach, otaczających morze Kaspijskie, w niektórych pustyniach Afryki, w Chili. W skałach tworzy ona wsiąki drobno rozsiane, dla oka niewidoczne, skąd jest wypłukiwana przez wody źródlane. Woda morska i solanki zawierają chlorek sodu w ilościach większych, wszystkie zaś wody pozostałe—w mniejszych. Pod względem szerokiego rozpowszechnienia sól kam. ustępuje więc tylko wodzie.

Sól, mocno zanieczyszczona, jak w pokładach alpejskich, ługuje się na-przód za pomocą wody, a gdy po jej dłuższem działaniu powstanie roztwór stężony, wówczas w warzelniach otrzymują zeń sól kuchenną (warzonkę), podobnie jak ze źródeł słonych (solanek), zwłaszcza od pokładów soli odleglejszych. Tego rodzaju warzelnie istnieją w Karpatach wschodnio-galicyskich: Stebnik, Drohobycz, Kałusz, Kossów i t. d.; dalej w porzeczu Wisły: Ciechocinek, Busk (niegdyś) i in. Na wybrzeżach morskich, w krajach gorących, odparowywanie wody uskutecznia się za pomocą ciepła słonecznego i płytkich ogrodzeń, w których osadzają się wielkie ilości soli morskiej. Ostateczny ług macierzysty, obfitujący w sole magnu i potasu, bywa zwykle napowrót do morza spuszcany.

Użytki. Sól kam. jest jednym z minerałów najpożyteczniejszych. Zastosowania jej do przyprawiania pokarmów, do konserwowania mięsa i ryb, jako soli bydlęcej i nawozu pochłaniają zaledwie jedną część produkcyi rocznej, gdy ilość pozostała przerabia się fabrycznie na sodę, mydło, szkło. Sól kam. używa się również w niektórych czynnościach hutniczych (na polewę) i metalurgicznych oraz w rozmaitych gałęziach przemysłu chemicznego.

Etym. i synonim. Niem. Steinsalz = pol. sól kamienna, sól kopalna *Kłuka*, sól skalista *Kumel*; niem. Kochssalz = pol. sól kuchenna. Halites, *Glock.* = halit, od ἅλς sól. Nazwy wielickie: sól szybikowa, t. j. wydobywająca się za pomocą szybów, głębiej leżąca; sól spiżowa, prawdopodobnie od górników spiskich, którzy ją znaleźli; sól oczkowa, aluzya do budowy, etc.

**Sylwin.***KCl.**Kl. 24-ścianu pentagon. (29).*

Zanim znaleziono większe jego ilości w pokładach solnych, znany był dawniej tylko jako domieszka soli kam. wulkanicznej. Tworzy sześciany, często w połączeniu z ośmiościanem, albo masy ziarniste. W Kałuszu z mas tych dają się wyosobnić kryształy o rozmaitych postaciach regularnych. Z formy i położenia figur wytrawionych Brauns i Linck wnioskują o równopostaciowości sylwinu z salmiakiem (hemiedrya plagioedryczna).

Fiz. Sylwin jest bardzo podobny do soli kam., tak ze swej postaci, łupliwości i twardości, jak i z własności dyaterymicznych oraz topliwości. Załamanie światła słabsze:  $n = 1.490$  (św. żółte, temp. zwyczajna) i bardzo czule na ciepło. Smak gorzkawo-słony. C. wł. 1.9 do 2, sylwinu czystego 1.989 w temp. 16°, według Retgersa.

Chem. Chlorek potasowy, zawierający 52.4 potasu, 47.6 chloru. Barwi płomień na fioletowo. Używa się do fabrykacji soli potasowych.

Występuje w Stasfurcie, gdzie bywa różowo zabarwiony, i w Kałuszu, gdzie wiąże się często z ziarnami soli kam. niebieskiej. Gruboziarnistość budowy, tudzież szczegóły występowania przemawiają za tem, że sylwin powstał z karnalitu. (Autor, Sitzber. Ak. Wied., t. 63, dział I, kwiecień 1871. Niedzwiedzki, Das Salzgebirge von Kałusz, Lwów 1891).

Etym. Sylvine, *Beud.*, z łac. sal digestivus Sylvii.

**Salmiak.***NH<sub>4</sub>Cl.**Kl. 24-ścianu pentagon. (29).*

Regularny, zwykle (111) lub (311), często w postaciach mocno zeszcpeczonych. Na kryształach sztucznych autor dostrzegł po raz pierwszy hemiedryę giroedryczną (kl. 29), przedtem nieznaną (Tscherma's Min. u. petr. Mitth., t. 4, str. 531).

Fiz. Łupl. niewyraźna. Tw. 1.5. Łagodny i ciągliwy, bezbarwny lub zabarwiony.  $n = 1.6422$  (św. żółte, według Grailicha). Smak szczypiąco-słony. C. wł. 1.5 do 1.6.

Chem. Skład: chlorek amonu, zawierający 26.2 azotu, 7.5 wodoru, 66.3 chloru. W gorącu lotny, w kolbce sublimujący się. Ogrzany z sodą, wydaje zapach amoniaku. W wodzie łatwo rozpuszczalny.

Występuje w kryształach, które tworzą naskorupienia w rozpadlinach i szparach wulkanicznych, np. na Wezuwiuszu, Etnie; naskorupienia te przybierają niekiedy od chlorniku żelaza zabarwienie żółte lub brunatne. Zdarza się też jako produkt pożarów podziemnych węgla, np. koło Hainichen w Saksonii.

Etym. *ἄλς ἀμμωνιακός*, *Dioscor.*; łac. sal ammoniacum = sal amoniak *Kluka* = sól amoniacka *Drzew.* Niem. Salmiak.

**Karnalit.***KCl. MgCl<sub>2</sub> + 6H<sub>2</sub>O.**Kl. bipiram. romb. (8).*

Kryształy rombowe powstają niekiedy w tych miejscach kopalni stasfurckich, gdzie przedostaje się woda.  $m = (110)$ ,  $o = (111)$ ,  $s = (223)$ ,  $e = (021)$ ,  $d = (043)$ ,  $b = (010)$ . Kąt  $(110) = 61^{\circ} 23'$ ,  $(111) = 72^{\circ} 40'$ . St. osi = 0.59356 : 1 : 0.69062. Kombinacje podobne są z wejrzenia do postaci heksagonalnych. W stanie pierwotnym karnalit zawsze tworzy agregaty gruboziarniste,

Ziarna często zawierają subtelne płatki hematytu, ułożonego równolegle i powodującego migotliwość metaliczną, dalej kryształki anhydrytu i kwarcu, a także pirytu.

Lupl. pozbawiony. Tw. 1. C. wł. 1·60. Smak gorzki.

Opt. dodatni (+). Dwójłomność mocna. Pł. o. o. 010, I-sza dwusieczna  $\perp$  100.  $2E = 115^\circ$ ,  $\rho < 0$ .

Chem. Podanemu wzorowi odpowiada 26·8 chlorku potasu, 34·2 chlorku magnu, -39·0 wody, czyli 38·3 chloru, 14·1 potasu, 8·7 magnezu, 39·0 wody. Łatwo topliwy, w wodzie bardzo łatwo rozpuszczalny, rozplywający się na powietrzu. Pod wpływem wody, stopniowo dopływającej, karnalit rozkłada się, przyczem powstają kryształy i ziarna sylwinu, chlorek zaś magnowy zostaje wylugowany.

Występuje w Stasfurcie i Kałuszu, jako część składowa tamecznych sa-lin. Używa się do fabrykacyi soli potasowych. Przemysł potasowy Stasfurtu opiera się przeważnie na tym mineralu, gdy w Kałuszu podstawę jego stanowią sylwin i kainit.

Etym. Carnallit, *H. Rose*, na cześć górn. prus. von Carnalla.

Biszofit (bischofit),  $MgCl_2 + 6H_2O$ , bezbarwny, występuje w piętrze karnalito-wem w Leopoldshallu pod Stasfurtem (na cześć G. Bischofa, chem. i geol. niem., 1792—1870). Tachhydryt,  $CaCl_2 \cdot 2MgCl_2 + 12H_2O$ , żółtawy, romboedryczny, znajduje się w Stasfurcie. Obydwa rozplywają się prędko na powietrzu, co też wyraża nazwa związku ostatniego (ταχύς prędko, ύδωρ woda). Chlorokalcyt,  $CaCl_2$ , regularny, na bombach Wezwinsza. Douglassyt (douglasit),  $2KCl \cdot FeCl_2 \cdot 2H_2O$ , kryształki drobne, zielone w Leopoldshallu pod Stasfurtem. Obecności jodku sodu, NaJ, należy się domyslać w pokładach saletry atakamskich, jód zawierających.

### Rząd 3. Fluorki.

Związki fluoru z metalami, najczęściej lekkimi.

#### Fluoryt, fluspat.



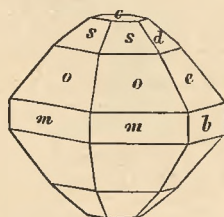
Kl. 48-ścianu (32).

Minerał, którego piękne i różnobarwne druzy są tak pospolitemi utworami żył kruszcowych, zwracał oddawna uwagę górników. Scheele odkrył w nim w r. 1771 „kwas fluspatowy“, jakkolwiek już monachijczyk Schwanhard (1650) wiedział, że mieszanina fluorytu i kwasu siarczanego nagryza szkło.

Kryształy regularne, najczęściej (100), niekiedy też (111) i (110), rzadziej, w rozwoju samoistnym, inne postaci, jak (421) lub (331). W kombinacjach występują zarówno postaci wymienione jak i wiele innych, mianowicie sześciany piramidalne, np. (310), 24-ściany deltoidealne, np. (211), i niektóre 48-ściany.

Blizniaki przerosłe, fig. 5, według prawa: oś blizniacza prostopadła do 111, zdarzają się często. Kształty zeszepecone dość pospolite, podobnież pnie krystaliczne, jakby z wielu sześcianków złożone a posiadające zarysy oktaedru. Ściany ujawniają często subtelny rysunek schodkowy, zwłaszcza ściany blizniaków tam, gdzie wylaniają się naroża kryształu drugiego. Wgłębienia, odpowiadające czterobocznym figurom wytrawionym, dają się często dostrzegać; ota-

Fig. 1.





czają je ściany (311). O figurach wytrawionych i zależności postaci kryształów od środowiska, w którym powstają, porówn. ciekawą pracę F. Beckego: Aetzversuche am Fluorit, *Tschermaks Min. u. petr. Mitth.*, s. n., t. XI, r. 1890.

Lupl. || (111) dokładna. Tw. 4. C. wł. 3:1 do 3:2, średnio 3:183.

Opt. Załamanie światła słabsze, niż w soli kamiennej,  $n = 1.434$ . Dostrzeżono jednak ślady dwójłomności. Połysk szklisty, często nieco tłustawy. Fluoryt bywa bezbarwny i zupełnie przezroczysty, pospoliciej jednak pięknie zabarwiony w rozmaitych odcieniach: żółtych, zielonych, niebieskich, fioletowych i czerwonych; bywa też biały i szary. Często na jednym i tym samym kryształach występują barwy odmienne: wówczas bądź naroża są zabarwione inaczej, bądź cały kryształ składa się z warstw różnobarwnych, bądź wreszcie jądro i powłoka rozmaite przybierają kolory. Barwnikiem, według Wyruboffa, bywają najczęściej węglowodory; ciała te obecne są prawdopodobnie i we fluspacie śmierdzącym z Wölsendorfu, który, potarty, wydaje zapach chloru wapna i w którym podejrzewano obecność ozonu. Większość fluorytów przez ogrzewanie nabiera fosforescencji. Tracą one przytem pewną część substancji i zabarwienie.

Fig. 1.

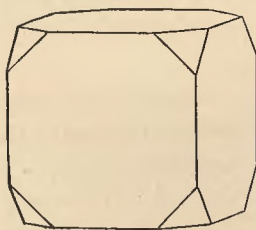


Fig. 2.

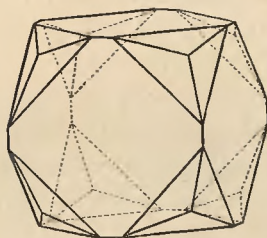


Fig. 3.

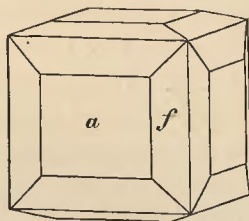


Fig. 4.

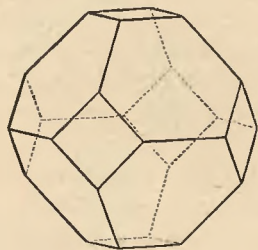


Fig. 5.

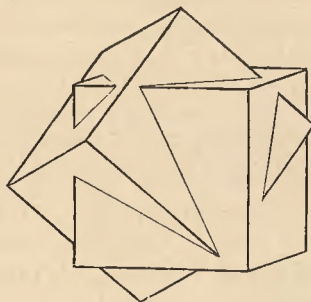
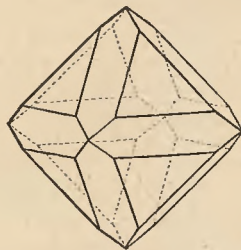


Fig. 6.



Chem. Fluorek wapnia składa się z 51.3 wapnia i 48.7 fluoru. W pł. dm. trzaska, rozpryskuje się i topi tylko w najcieńszych drzażdżkach. Z gipsem topi się na perlę przezroczystą, mętniejącą po ostudzeniu. Przez ogrzewanie fluorytu sproszkowanego z solą fosforną w rurce szklanej wytwarza się kwas fluowodorny, nagryzający naczynie. Kwas siarczany rozkłada fluspał, wypierając zeń fluowodór całkowicie, inne kwasy działają nań słabo. Kryształy sztuczne

odtworzył Sénarmont, ogrzewając bezpostaciowy osad fluorku wapnia z rozcieńczonym roztworem kwasu solnego w naczyniu szklanem zamkniętem.

**Występ.** Fluoryt jest wybitnym minerałem żyłowym. Towarzyszy on żyłom kruszczy cynowego w Saksonii, Czechach, Kornwalii. Kryształy bywają często ciemno-niebieskie do czarnych, niekiedy pokryte pirytem lub chalkopirytem. W żyłach srebrodajnych Freiberga, Marienberg, Annaberga, gdzie wiernym towarzyszem fluspatu jest baryt, kryształy miewają często zabarwienie winno-żółte lub miodowo-żółte, gdy w Kongsbergu są nieskazitelnie przezroczyste. Żyły galeny w Derbyshire dostarczają pięknych kryształów zielonych, Kumberlandu zaś — fiołkowo-niebieskich, fluoryzujących (str. 217). Fluspat występuje też samoistnie w żyłach i rozpadlinach, czego przykładem są piękne niebieskie sześciany z Karnika (Gams) w Styrii, osadzone w wapieniu, lub wielkie kryształy różowe, znajdujące w łupkach krystalicznych Gotthardu. Znany żyły, całkowicie wypełnione fluspatem ziarnistym: koło Liebensteinu w lesie Tyryngskim, tu żyła do 13 metrów gruba przecina granit i gnejs; koło Wölsendorfu w Bawarii, gdzie czarno-niebieski fluspat cuchnący tworzy żyłę również w granicie; koło Stolberga na Harcu, gdzie żyły fluorytu zielonego i kwarcu komórkowego występują w dawnych łupkach gliniastych, i t. p. Fluspat zbity, jako utwór wulkaniczny, został dostrzeżony przez Scacchiego w martwicach Kampanii, koło Fiano, w towarzystwie miki i noczerytu. — Nieprawidłowo rozrzucone ziarna fluspatu stanowią niekiedy przypadkową część składową granitów wołyńskich (Noryńsk pod Owruchem) i in.

**Użytk.** Fluspat bywał dawniej często stosowany w metalurgii, jako dodatek, ułatwiający topienie (flus). W Anglii ładnie zabarwione odmiany fluspatu ziarnistego lub pręcikowego są obrabiane na wazy, lichtarze i drobiazgi ozdobne. Według Thierscha, vasa murrhina rzymian starożytnych były wyrabiane z tegoż minerału. Zapotrzebowanie fluspatu do fabrykacji kwasu fluowodorowego i trawienia na szkło zwiększa się dziś stale. Fluoryt doskonale przezroczysty zaczęto też w ostatnich czasach stosować w optyce, jako część składową soczewek.

**Etym. i synonim.** Fluores, *Agricola* 1529. Niem. Flussspath = fluspat *Drzew.* („Fluss po niemiecku znaczy istotę, ułatwiającą topienie się ciał innych“, *Kumel*) = spat topny *Kuszak.*, topnik *Estreich.*, *Lob.*, i in. Fluorite, *Napione*, 1797. Liparit *Glock.* Chlorophan, *Grotthaus* = chlorofan, od *χλωρός* zielony i *φαίνεσθαι* ukazywać się: „odmiana fluspatu fioletowego, pochodząca z Syberii, która w ogniu okrywa się pięknym światłem szmaragdowo-zielonem, a potem traci swą farbę, i staie się doskonale przezroczystą“, *Drzew.*

Rzadki itroceryt składa się z fluorków Ca, Y, Ce.

Sellait Strüvera,  $MgF_2$ , krystalizuje się tetragonalnie. Moutiers w Sabaudyi, osadzony w anhydrycie.

Noczeryt (nocerina Scacchiego) z Nocera pod Neapolem jest, zdaje się, fluorkiem magnezu i wapnia.

Dość rozmaite są związki fluoru i glinu.

Fluelit,  $AlF_3 + H_2O$ , rombowy, 0-7700:1:1-8776. Kornwalia.

Kryolit, jednoskośny,  $m = (110)$ ,  $p = (111)$ ,  $c = (001)$ ,  $r = (011)$ ,  $v = (101)$ ,  $k = (10\bar{1})$ . Fig. 1, str. 637. Kąt  $(110) = 88^\circ 3'$ . St. osi = 0-96626:1:1-38824,  $\beta = 89^\circ 49'$ .

Łupl. ||  $(110)$  i  $(001)$ . Tw. 2-5 do 3. C. wł. 2-95 do 2-97. Bezbarwny, biały, szary, żółtawy, różowy. Opt. dodatni (+). Pł. o. o.  $\perp 010$ ,  $ct = 44^\circ$ .  $2E = 60^\circ$ ,  $\rho < v$ . — Skł. chem.:  $Na_3AlF_6 = 3NaF \cdot AlF_3$  = fluoru 54-4, glinu 12-8, sodu 32-8. Topi się bardzo łatwo;

ogrzany, pozostawia białe naskorupienie, które z roztworem kobaltu w ogniu niebieszczeje. Względem kwasów zachowuje się jak fluspat. Występuje w kilku pokładach w gnejsie, zawierającym kruszec cynowy, koło Evigtoku na Grenlandyi Pd.; bywa często pomieszany z syderytem, kwarcem, pirytem, chalkopirytem, galeną. Używa się na wyrób alunu i fluowodoru. Dostrzeżono go również koło Miaska na Uralu i Pikes Peak w Kolorado. — Etym. Kryolith, *Karst.*, od κρύος lód i λίθος, t. j. lodowy kamień. Łatwotopek *Lab.*, aluzya do zachowania się w ogniu.

Chiolit (od χιών śnieg i λίθος),  $\text{Na}_5\text{Al}_3\text{F}_{14}$ , tetragonalny. Miask. Należy doń także arksutył.

Pachnolit (πάχυν szron),  $\text{NaCaAlF}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , jednoskośny, 1:1626:1:1:5320,  $\beta = 89^\circ 40'$ . Występuje wraz z kryolitem na Grenlandyi.

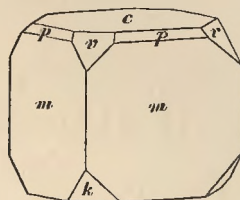
Tomsenolit (hagemanit). Jednoskośny, 0:9975:1:1:0329,  $\beta = 86^\circ 48'$ , o słupie prawie tetragonalnym. Składem chem. nie różni się od pachnolitu:  $\text{NaCaAlF}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Towarzyszy kryolitowi, Evigtok, Pikes Peak.

Prozopit, ralstonit, ewigtokit, gearksutył zbliżają się do poprzedniego. O minerałach grupy kryolitn: Groth, Zeitschr. f. Kryst., t. 7, str. 375, 457. Cross i Hilbrand, Americ. Journ., t. 26, str. 267.

Regularny hieratył,  $2\text{KF} \cdot \text{SiF}_4$ , z Vulcano jest przedstawicielem nowej grupy fluorków.

Do związków fluoru rzadkich należą: heksagonalny tysonit (fluoceryt),  $(\text{Ce}, \text{La}, \text{Di})\text{F}_3$ , oraz powstające zeń hydrofluoceryt i hamartył (bastnezyt). Ten ostatni, a także heksagonalny paryzyt, składają się też po części z węglanów.

Fig. 1.



## Gromada IX. Węglowce.

Są to połączenia węgla z wodorem, lub wodorem i tlenem, a także wywołujące się z tych ostatnich związki pochodne. Wszystkie należące tutaj minerały mają własność łączenia się z tlenem, czyli spalania. Klasyfikacya ich jest niedokładna, albowiem węglowce tworzą najczęściej mieszaniny bezpostaciowe kilku lub wielu związków chemicznych i w rzadkich tylko przypadkach są ciałami krystalicznymi, jednorodnymi. Charakterystyka i odgraniczenie rodzajów miewa przeto zazwyczaj charakter tymczasowy.

### Rząd 1. Sole organiczne.

Nieliczne związki solne metali lekkich, pochodne kwasów organicznych, zawierających C, H, O. Ogrzane, zwęglają się, wszakże nie palą wyraźnie.

Melit, tetragonalny; kryształy pojedyncze lub w grupach: (111), często też (110) i (001). Kąt (111) =  $86^\circ 55'$ . St. osi = 1:0:7463. Barwa miodowo- lub woskowo-żółta, połysk tłusty. Opt. odjemny (—),  $\omega = 1:539$ ,  $\epsilon = 1:511$ , wszakże w św. spolaryzowanym często rozpadający się na kilka pól dwuosiowych. Tw. 2 do 2:5. C. wł. 1:57 do 1:64. Skł. chem.: miodan glinu z wodą krystalizacyi,  $\text{Al}_2\text{C}_3\text{O}_{12} + 18\text{H}_2\text{O}$ , odpowiadający kwasowi miodowemu  $\text{H}_2\text{C}_4\text{O}_4$  i zawierający 14:3 glinki. Ogrzany w dostępie powietrza, pozostawia ciało białe, będące  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Występuje w węglu brunatnym koło Artern w Tyryngii, koło Łużyc w Czechach, w węglu zaś kamiennym koło Tuły w Rosyi śr. etc. — Etym. Mellite, *Hauy*, od μέλι miód. Honigstein *Wern.* = kamień miodowy, *Jakowicki*; miodowiec, *Symon*.



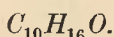
**Oksalit** (humboldyn), ochrowo- lub słomiano-żółty, włóknisty lub zbity, jest szczawianem żelaza dwuwartościowego,  $2\text{FeC}_2\text{O}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ , zawierającym 42·1 FeO. Znajduje się w węglu brunatnym koło Kolozruky w Czechach, Grossalmerode w Hessyi.

**Wewelit**, szczawian wapnia,  $\text{CaC}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}$ , jednoskośny, 0·8696 : 1 : 1·3695,  $\beta = 72^\circ 42'$ , bezbarwny, biały; znaleziono go koło Ćwikawy i Burgk w Saksonii.

## Rząd 2. Żywice.

Związki C, H i O bezpostaciowe, najczęściej jasno zabarwione; w ogniu topią się i palą płomieniem.

### Bursztyn.



*Bezpostaciowy.*

Znany już był starożytnym, którzy podziwiali jego własność przyciągania ciał lekkich, skoro zostanie potarty. Bursztyn jest żywicą kopalną, pochodzącą z drzew iglastych zaginionych (*Pinites succinifer* Gaeperta i kilka innych; Conwentz, *Monographie der baltischen Bernsteinbäume*, Gdańsk 1890). Jak na współczesnych nam żywicach drzewnych, tak też i na bursztynie widzimy kształty zaokrąglone, rozlane lub naciekowe, a wewnątrz częste inkluzje mrówek, much, komarów, chrabąszczy i t. p.

Fiz. Przezroczysty, kolor miodowo-żółty do hyacyntowo-czerwonego i brunatnego, albo też mętny, białawy; często na jednym kawałku miejsca przezroczyste układają się naprzemian z nieprzezroczystymi w deseń płomienisty. Z Sycylii pochodzą okazy, fluoryzujące barwą niebieską. Bursztyn, podobnie jak żywice wogóle, wykazuje miejscami dwójłomność. Potarty ręką, staje się elektrycznie ujemnym; tarcie mocniejsze lub ogrzewanie wywołuje w nim zapach przyjemny. Tw. 2 do 2·5. C. wł. 1 do 1·1, stąd w wodzie zwyczajnej bursztyn tonie, gdy w morskiej często pływa.

Chem. Skład chwiejny; według Schröttera, zawiera około 79 proc. węgla, 10·5 wodoru, 10·5 tlenu, co odpowiada stosunkowi, podanemu w nagłówku. Główną częścią składową mieszaniny jest żywica nierozpuszczalna w alkoholu i eterze, atoli oprócz niej znaleziono też żywicę rozpuszczalną, trochę kwasu bursztynowego i olejku eterycznego. Około 287° bursztyn topi się, pali płomieniem jasnym i wydaje woń przyjemną, dla której używany był dawniej jako kadzidło.

Bursztyn występuje na wybrzeżach morza Bałtyckiego, zwłaszcza na zachód od Królewca, gdzie fale morskie wypłukują go z piasku podczas burzliwej pory roku. Poławiacze bursztynu zagarniają go w sieci. Ale napotyka się też często i w głębi lądu, wśród piasków i glin trzeciorzędowych, w Prusiech, na Żmudzi (Połoga), Inflantach, na Litwie (koło Grodna), obficie nad Narwią koło Ostrołki i w puszczy Myszynieckiej, gdzie z jednego dołu wydobywają nieraz po kilkadziesiąt funtów żywicy kopalnej; trafia się też w Warszawie (przy robotach wodociagowych i kanalizacyjnych), w okolicach Krakowa (Trzebinia, Krzeszowice) i Lwowa — w ilościach niewielkich. Luźne kawałki rozrzucone w pokładach starego trzeciorzędu Rosji środkowej i południowej. Pliniusz znalazł już ojczyznę bursztynu, zowiąc ją ziemią Gotów. W Hiszpanii bursztyn znajduje się nad rzeką Simeto koło Katanii.

Użyt. Bursztynu używają na fajki i cygarnice, koleczyki, paciorki, guziki i inne drobiazgi, także na pokost. Noszenie ozdób bursztynowych wychodzi

jednak obecnie z mody. Nauczono się dziś spajać oddzielne kawałki bursztynu za pomocą lutowania, a okazy nieprzezroczyste klarować przez gotowanie w oleju i t. p.

Etym i synonim. Grec. *ῥηκτρον* u *Homera* i in. Łać *succinum* u *Plin.* i in., stąd *Succinit*, *Breith.* = sukcy nit. Niem. *Berustein*, od *börnen* (palić się) = pol. bursztyn. U *Kluka* też ambra, ziemna żywica etc.

*Euosmit* i *kopal* (*copalin*) są do bursztynu podobne. Mianem *retynitu* oznaczono kilka żywic żółtych lub brązowych, napotykaných najczęściej w węglu brunatnym, lecz także w glinie i marglu. Elem. składem chem. nie różnią się one zasadniczo od bursztynu, w alkoholu rozpuszczają się niewiele. Są to: *walchowit*, *ambryt*, *krancyt*, *jaulingit*, *iksolit*, *rostornit*, *zygburgit* (*siegburgit*). W alkoholu łatwo rozpuszcza się trójskośny *bombiczyt* z *Castelnuovo*. Siarkę w ilości, sięgającej 6 proc. zawiera *tasmanit*, składający się po największej części z torebek sporowych paproci kopalnych, tudzież *trynkeryt*. Domieszkami węgla zabarwione są na brązowo lub czarno *piancyt* i *piroretyn*. Odmienne zachowuje się brązowo-czarny *dopleryt* z pokładów torfu w *Aussee*, *Berchtesgaden*, *Gonten* etc. W stanie świeżym jest on rozciągliwy i elastyczny, jak kanczuk; ale, wysuszony na powietrzu, twardnieje i rozpada się na drobne kawałki. Zawiera Ca, jako istotną część składową, będąc, według *Demela*, mieszaniną soli wapiennych, wywodzących się z kwasów humusowych. Stosunek pierwiastków przybliżony:  $C_{24}H_{32}CaO_{12}$ .

### Rząd 3. Węgle.

Mieszaniny węgla bezpostaciowego z ciałami żywicznymi i smolistymi, często zawierające jeszcze włókna drzewnika, w istocie swej z C, H, O złożone. Węgłe są produktami przeobrażenia szczątków roślinnych.

#### Torf.

*Drzewnik zbitwały. C = 53 do 60 proc.*

Nazwą tą oznaczamy nagromadzenia części roślinnych, nakszałt wołoku splecione, pulchne lub zbite, wykazujące barwę żółtą, brązową do czarnej i będące utworami bardzo młodocianymi. Składają się one ze szczątków obumarłych tych roślin, które w liczbie osobników bardzo wielkiej zwykły porastać miejsca błotniste i krzewić się nader obficie a prędko: są to mchy błotne (*torfowce*), turzyce, wrzosey etc.

Składem chem. torf nie różni się zbytnio od włókien drzewnych. W niektórych jego pokładach znajdują się też pnie drzewne, szczątki zwierzęce, dalej minerały takie, jak gips, *piryt*, *markasyt*, *wiwianit*, niekiedy nawet produkty działalności człowieka, jak naczynia, narzędzia, oręż i t. p. Niektóre torfy utraciły już budowę roślinną. Zdarza się też torf szlamisty; taki po wydobyciu prasują i nadają mu kształty sztuczne cegiełek, kostek etc.

Pokłady torfu zajmują znaczne przestrzenie na nizinach i w niektórych kotlinach górskich. W Irlandyi zajmują one 10 proc. ogólnej powierzchni kraju, w Niemczech około 4-6 proc. Kraje polskie, zwłaszcza północne, niemniej w torf obfitują. Grube jego pokłady występują mianowicie nad *Narwią*, w *Służewie* i *Dzikowie* pod *Ciechocinkiem* i t. d., lecz także i w okolicach górzystych, np. w dolinie *Nowotarskiej*, w *Tatrach* i t. d. W Ameryce północnej istnieją liczne pola torfowe. Na niektórych wybrzeżach morskich, np. północno-niemieckich, przez nagromadzanie się wodorostów powstaje t. zw. torf morski.



Torf jest użytecznym materiałem palnym; dla niektórych krajów, np. Holandyi, jest on równie ważny, jak węgiel kamienny dla Anglii. (Liter.: Senft, *Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen*, Lipsk 1872. Hausding, *Die industrielle Torfgewinnung und Torfverwerthung*, Berlin 1876. Tenze, *Die Torfwirtschaft Süddeutschlands und Oesterreichs*, tamże, 1878).

Etym. Franc. *tourbe*, niem. *Torf*. „U podhalan tatrowych“ nazywa się bory (Zejszner).

### **Lignit, węgiel brunatny.**

*C = 60 do 75 proc.*

Jestto węgiel młodszych skał osadowych, zawierający często dobrze jeszcze zachowane szczątki roślinne. Budowa zbita, ziemista lub drzewna, barwa brunatna do smołowo-czarnej, rysa brunatna. C. wł. 1·2 do 1·4.

Składem chem. różni się od włókien drzewnych o tyle, że zawartość wodoru i tlenu jest znacznie mniejsza. Lignit pali się łatwo i wydaje woń nieprzyjemną. Ogrzany z ługiem potasowym, oddaje mu 2 do 75 proc. części rozpuszczalnych, przyczem roztwór przybiera barwę brunatną. Produktem dystalacji suchej lignitu, podobnie jak torfu, prócz ciał innych, jest także kwas octowy.

Lignit jest rozpowszechniony zwłaszcza na nizinie północno-niemieckiej, gdzie często występuje bezpośrednio na powierzchni, tak, że może być dobywany za pomocą odkrywek. Do najbogatszych należą pokłady lignitu w Czechach północnych pomiędzy Chebem a Cieplicami. Bogate pokłady znaleziono też w krajach alpejskich, a także na Węgrzech i w Siedmiogrodzie. W Polsce „formacja lignitowa“ stanowi dalszy ciąg pokładów węgla br. północno-niemieckich. W glinach i piaskach trzeciorzędowych napotykają się często grubsze lub cieńsze warstwy lignitu, zwłaszcza na prawym brzegu Wisły, koło Płocka i Dobrzynia, w Dąbrowce pod Zgierzem, w okolicy Krzemieńca na Wołyniu i w wielu in. m. Węgiel brunatny kryje się także w pokładach jurskich, np. w Łazach i Rudnikach pod Częstochową. Własnościami lignitu odznaczają się też węgle tryasowe, wydobywane w okolicach Siewierza i Kromołowa, mianowicie w Porębie Mrzygłodzkiej, Blanowicach, Kuźnicy Masłowski i t. d. Galicya posiada liczne pokłady węgla brunatnego (miocenińskiego). Szajnocha dzieli je na dwie grupy: karpacką i podolską. W Karpatach pokłady lignitu występują w okolicach Nowego Sącza (Podegrodzie, Niskowa), Czchowa (Iwkowa), Kołomyi (Myszyn, Kowalówka, Stopczatów), Zabłotowa (Nowosielica) i t. d. Na Podolu pokłady lignitu odkryto w okolicach Rawy ruskiej, Glinśka, Grodziska, Trościanca, Strusowa. Ogólna produkcja węgla br. w r. 1890 wynosiła jednak tylko 70 000 centr. (Szajnocha, Płody kopalne Galicyi).

Lignit o przełamie muszlowym i połyskującym bywa oznaczany nazwą *gagatu* (czarnego bursztynu). Wybuchy bazaltu zamieniają go niekiedy na masę prętową, jak na górze Meissner w Hessyi. Już starożytni znali węgiel zbity, dający się obrabiać i polerować, a w czasach nowszych w Anglii koło Whitby i in. m. powstał nawet drobny przemysł, wytwarzający z tego gatunku węgla artykuły galanteryjne, zwane dżetami, jak paciorki, różańce, naszyjniki, bransolety i t. p. Są to ozdoby, noszone najczęściej podczas żałoby. U nas gagat ma



się znajdować w Opoczyńskim, w Zameczku (Choroszewski, Pam. Fizyogr., t. VII, 1887, str. 82), według Kreutza, także w Galicyi (Dolina w Styryjskiem).

Lignit drzewiasty odznacza się wyraźną jeszcze włóknistością, a prócz tego zawiera dość często pnie, sęki, korzenie drzewa smolnego. Lyko i szyszki jodłowe zachowały kształty swe całkowicie. W kopalni Bleibtreu w Siedmiogórzu znaleziono pionowe pnie drzewne z korzeniami. Lignit ziemisty z okolic Kolonii znany jest w handlu pod nazwą umbry kolońskiej.

Lignit błotny przełam ma równy i zawiera wiele wilgoci, skutkiem czego na suchem powietrzu rozpada się i pęka. Niekiedy bywa też szlamisty i daje się formować, jak torf. Wysuszony na powietrzu, staje się lignitem ziemistym. Lignit łupkowy składa się z warstewek cienkich, giętkich, częstokroć wejrzenie skóry mających i mocno gliną zanieczyszczonych. Gdy warstwy są bardzo cienkie, wówczas mamy t. zw. lignit papierowy. Niektóre lignity, prócz gliny, zawierają też drobno rozsiały pył żelazny. Te, wietrzejąc, dają siarczan glinu, a więc mogą być używane na wyrób alunu (ziemia alunowa).

Lignit jest wielce użytecznem paliwem, którego zastosowanie w czasach ostatnich wciąż się wzmaga, dzięki odpowiednio urządzonym paleniskom. Obecnie z niektórych gatunków lignitu otrzymuje się gaz oświetlający i ogrzewający, a przez dystylację suchą także parafina, t. zw. nafta niemiecka, benzyna, kwas karbolowy i t. p. Do fabrykacji farb smoła lignitowa używa się rzadko.

Produkcya Niemiec w r. 1876 wynosiła przeszło 222 miliony centnarów, wartości 38·4 milionów marek. (Liter. Zincken, Die Physiographie der Braunkohle, Hala 1867, dodatek 1871).

Etym. Lignit, od lignum drzewo, stąd drzewiak *Lab.* Niem. Braunkohle = węgiel kopalny brunatny *Drzew.*, węgiel ziemny *Lab.*, węgiel brunatny *Bogat.*, rudowęgiel *Pasz.*, *Alth.* *Gagates Dioscor.* i *Plin.*, od rzeki Gagasy w Cylicyi (Azji Mniejszej) = gagatek *Siennika* 1568, *Rzecz.*, *Kluku*. Czarny bursztyn *Lad.* Dżet, z ang. jet.

### Węgiel kamienny.

*C* = 75 do 90 proc.

Zbity, niekiedy łupkowy lub włóknisty, często tworzy ławice poprzecznie splekane. Połysk szklisty lub tłusty. Barwa czarniawo-brunatna, smolistoczarna, aksamitno-czarna. Rysa brunatno- lub szarawo-czarna. Tw. 2 do 2·5. C. wł. 1·2 do 1·5. Budowa organiczna dla oka nieuzbrojonego bywa rzadko tylko widoczna, przeciwnie pod mikr. dostrzegać się daje wyraźnie, zwłaszcza po odpowiedniem przyrządzeniu szlifu, np. wybieleniu go mieszaniną chloranu potasu i kw. azotnego i następniem wypłukaniu alkoholem bezwodnym. Wówczas budowa tkanek roślinnych (str. 317) występuje z całą wyrazistością. (Zir-  
kel, Die mikr. Besch. d. Min. und Gest., 1873. Gümbel, Sitzungsber. Akad. Bawar., 1883, str. 111).

Chemicznie różni się od węgla brunatnego mniejszą zawartością H i O, tak, że ilość czystego węgla wynosi częstokroć 80 do 90 proc. Węgiel kam. pali się łatwo płomieniem obfitym, przyczem nie wydaje zapachu nieprzyjemnego; ługu potasowego nie barwi na brunatno. Pod względem zachowania się w gorącu odróżniamy węgle tłuste (smoliste), dające się już rozpoznać po połysku, a wśród nich węgle koksujące się, t. j. przydatne do otrzymywania koksu, oraz

węgłe chude, w substancye smoliste ubogie, koksu nie dające, lecz często spiekające się tylko.

Węgiel kamienny rozpowszechniony jest w starszych warstwach osadowych wielu krajów; tworzy on pokłady nieraz na przestrzeni wielu mil kwadratowych rozpostarte a zwane polami węglowemi. Na ziemiach polskich utworem tego rodzaju jest t. zw. zagłębie śląsko-polskie, ciągnące się od Morawskiej Ostrowy przez Śląsk Austriacki i Pruski do Siewierza w Król. Kongr., a Tenczynka i Alwernii w Galicyi. Przestrzeń, jaką kotlina ta zajmuje, wynosi około 100 mil kwadratowych. Pokłady węgla, poprzerywane częstemi spękaniami i uskokami, tudzież rozmaicie wygięte, kryją się wśród warstw piaskowca i łupków gliniastych, tworzących pospółu t. zw. produkcyjną formację węglową. Niekiedy wynurzają się one na powierzchnię ziemi lub są pokryte tylko piaskami lotnemi, np. w pasmie, ciągnącym się od Chrzanowa i Trzebinii, przez Dąbrowę Górniczą i Będzin, aż do Tarnowic. W zagłębiu Dąbrowskiem oddzielnych pokładów i warstw węgla poznano dotychczas około 20; całkowita ich grubość równa się około 115 metrów. Miąższość ławic pojedynczych, zwykle od kilku do kilkunastu stóp wynosząca, w Dąbrowie Górniczej wyjątkowo dosięga stóp 60. Pokład najgrubszy oznaczają górnicy nasi nazwą reden (od hr. Redena), mianując warstwy pod nim leżące, czyli starsze, podredenowskimi, spoczywające zaś powyżej, czyli młodsze — nadredenowskimi. Ogólna produkcya zagłębia śląsko-polskiego wynosiła w r. 1895 około 30 milionów tonn, z czego na Król. Polskie (zagłębie Dąbrowskie) przypada około 4 mil. tonn, na Śląsk Pruski 18 mil., wreszcie na Śląsk austriacki około 6 milionów tonn (produkcya okręgu krakowskiego, koncentrująca się w Jaworznie, Sierszy, Dąbrowie i t. d., czyni zaledwie nieznaczny ułamek wydajności ogólnej).

Najobficiej w pokłady węgla kam. zaopatrzona jest Anglia, posiadająca w okolicach Newcastle niezwykle bogate pola węglowe. W Szkocyi liczne pokłady występują koło Pairley. W Niemczech, prócz wspomnianych powyżej pól górno- i dolno-śląskich, wymienimy tu jeszcze okolice Kamienicy i Ćwikaw, Dortmundu, Saarbrücken, Akwizgranu. Dalszy ciąg pokładów akwizgrańskich znajdujemy w Belgii koło Leodyum. We Francyi najbogatsze pokłady rozwinęły się koło St. Etienne i Creuzot. W Austrii pola węglowe są mniejsze, np. koło Zaclerza i Ostrowy na Morawach, koło Strzybra (Mies) i Rosic w Czechach, dalej koło Fünfkirchen, Steierdorf. Rosya południowa posiada obszerne pokłady węgla kam. w zagłębiu Donieckiem i t. d. Posiadaczką niewyczerpanych wprost pokładów jest Ameryka Pn., której pola węglowe skupiają się w Pensylwanii, Illinois, Michigan i Nowej Szkocyi.

Produkcję Europy i Stanów Zjednoczonych w r. 1893 Hübner ocenil na 533 miliony tonn à 1000 kilogramów, z czego na Wielką Brytanię przypada 167, na Stany Zjednoczone 186, Niemcy 95, Austro-Węgry 30, Francję 26, Belgię 19 milionów tonn.

Co się tyczy gatunków węgla kamiennego, to wymienimy tu następujące: w. błyszczący, kruchy, o przełamie muszlowym, barwie aksamitno-czarnej; w. smolisty ma przełam wielkomuszłowy, kolor smoły, nie jest zbyt kruchy; w. kannelski, na przełamie trochę matowy, pali się płomieniem chwiejnym,



jak świeca. Gatunek ten daje się łatwo politurować i dlatego wyrabiają zeń, zwłaszcza w Szkocyi, tabakierki, kałamarze, lichtarze, guziki i t. p. W. włóknisty jest szarawo-czarny, nieco smolący.

Węgłem łupkowym nazwano odmianę wyraźnie uwarstwioną, prześciełającą się często z w. błyszczącym i włóknistym. W. gruby odznacza się za-wikłanem uławiceniem, w. blaszkowy rozpada się na cienkie płytki. Węgłem błotnym (ang. bogheadcoal) nazwano napotykane w niektórych pokładach masy ciemno-brunatne, miękkie, dające się krajać, łatwo zapalne i wydzielające niezwykle wielką ilość gazu. Zawartość tlenu mniejsza, niż w asfalcie.

W wielu węglach kamiennych obecne są domieszki pirytu, także syderytu, a zwłaszcza gliny. Pokłady węgla kamiennego i brunatnego zapalają się niekiedy same przez się, najczęściej skutkiem ciepła, wydzielającego się skutkiem rozkładu piritów. Powstają wówczas pożary węgla podziemne.

Użytk. Węgiel kam. dostarcza paliwa wielce poszukiwanego, albowiem wartość jego opałowa jest trzy razy większa od takiejże wartości węgla drzewnego bukowego. Na użytek pieców wielkich, do fabrykacji żelaza, węgiel kam. zużycia się przez ogrzewanie na koks, który posiada własności antracytu, a więc jeszcze większą wartość opałową, i jest pozbawiony pirytu. Przez suchą dystalację węgla otrzymuje się z jednej strony gaz oświetlający i smoła, z drugiej zaś koks. Ze smoły dają się następnie wydzielić węglowodory ciekłe, jak benzol, toluol, oraz stałe, jak naftalina, antracen, a także kwas karbolowy, które znów służą do fabrykacji farb anilinowych. (Liter.: Geinitz, Fleck i Hartig, Die Steinkohlen Deutschlands und anderer Länder Europas, Monachium 1865. Mietzsch, Geologie der Kohlenlager, Lipsk 1875. Pechar, Kohle und Eisen in allen Ländern der Erde, Sztutgard 1878).

Synonim. Niem. Steinkohle = pol. węgiel kamienny, *Kłuk*, *Kuszań.*, *Eab.* Niem. Schwarzkohle = w. kopalny czarny *Drzew.*, węglak czarny *Bogat.*, czarnowęgiel *Altha* etc.

### Antracyt.

*C > 90 proc.*

Masy żelazno-czarne i szarawo-czarne o przełamie muszlowym, często rozpadające się na pręty, także ziemiste, smolące. Kruche. Tw. 2 do 2·5. C. wł. 1·4 do 1·7. Połysk szklisty, czasami zbliżony do metalicznego z pstrą naleciałością. Zarówno w preparatach mikroskopowych, jak w popiele, zauważono kształty komórek roślinnych.

Chem. Pod względem składu elementarnego różni się od węgla kam. wyższą zawartością węgla, która wynosi przeszło 90 proc. Wodór i tlen obecne są w ilościach niewielkich. Antracyt pali się trudno, płomieniem słabym, nie koksując się przedtem. Ługu potasowego nie barwi.

Antracyt znajduje się w najstarszych skałach osadowych oraz łupkach krystalicznych, wśród których tworzy pokłady, soczewice, wtrącenia, gniazda lub jest drobno rozsiany. Występuje bądź samoistnie, bądź też zmieszany z węglem kamiennym, w który przechodzi. Antracyt smolący poczytywany bywa nieraz za grafit. Okazy an-tu piękne, o przełamie wielkomuszlowym, pochodzą z Rhode Island i z Pensylwanii, przypominające grafit — ze Styryi i Morawy. Liczne pokłady występują w Alpach francuskich i piemonckich.



Antracyt, podobnie jak koks, używa się do ogrzewania wielkich pieców, zaopatrzonych w mocny ciąg powietrza; antracyt ziemisty — też jako czernidło i do posypywania. Współczesna produkcja Pensylwanii wynosi około 46 milionów tonn.

Grafitoidem i szungitem nazwano węgle bezpostaciowe, drobno niekiedy rozsiane w gnejsie, łupku mikowym i kwarcycie.

Etym. i synonim. Anthracit *Karst.*, od *ανθραξ* węgiel = antracyt, węgiel błyszczący *Drzew.*, węglobłysk, węglowiec *Lub.* Węglikowiec *Bogat.* (?). Niem. Kohlenblende = pol. blenda węglowa, węglomień *Paszk.*, *Altha.*

Wszystkie węgle mineralne, zgodnie z dotychczasowymi badaniami mikroskopowymi, uważać należy za przeobrażone szczątki roślinne. Przebieg tego przeistoczenia jest wogóle taki, że pod przykryciem wody, skutkiem pewnego rodzaju fermentacji, część wodoru i tlenu włókien drzewnych łączy się na wodę, część zaś węgla z temiż pierwiastkami daje kwas węglany i gaz błotny, tak, że zawartość wodoru i tlenu statecznie się zmniejsza, gdy względna ilość węgla, od torfu do antracytu, wciąż się powiększa. (Tappeiner, Ber. d. d. chem. Ges., 1883, str. 1734, 1744). Pogląd ten zgadza się z cyframi, wyrażającymi przeciętny skład chemiczny a załączonymi w tej oto tabelce.

	C	H	O	N
Włókna drzewne . . . . .	50	6	43	1
Torf . . . . .	59	6	33	2
Lignit . . . . .	69	5.5	25	0.8
Węgiel kam. . . . .	82	5	13	0.8
Antracyt . . . . .	95	2.5	2.5	—

#### Rząd 4. Smoły ziemne.

Węglowodory stałe i ciekłe, niekiedy pomieszane z ciałami żywicznymi i węglowami. Smoły stałe bywają niekiedy krystaliczne. Wszystkie palą się nader łatwo płomieniem kopącym.

#### Asfalt.

C = 75 do 88 proc.

Masa smolisto-czarna, o przełamie muszlowym, łagodna. Tw. 2. C. wł. 1.1 do 1.2. Połysk tłusty. Wydaje zapach smoły, zwłaszcza potarty lub ogrzany. Topi się około 100°, zapala się łatwo.

Chem. W oleju skalnym rozpuszcza się często całkowicie; potraktowany eterem, daje niekiedy pozostałość, która się znów rozpuszcza w olejku terpentynowym. Już zachowanie się to wskazuje, że asfalt jest mieszaniną kilku związków. W rzeczy samej otrzymano zeń węglowodory, przypominające smołę, związki żywiczne i olej skalny. Zawartość węgla wynosi 75 do 88 proc. Asfalt lipki obfituje w olej skalny i tworzy przejście do smoły ziemnej.

Występ. Asfalt był już znany głębokiej starożytności, słynęło zwłaszcza jego występowanie nad m. Martwem w Palestynie, gdzie znajduje się nie tylko na wybrzeżach, lecz i pływający na powierzchni. Na wyspie Trynidad, w pobliżu Am. Pd., odkryto okrągłe jezioro asfaltowe o średnicy 2 kilom., które w porze zimnej można przejść pieszo. Zwykle jednak asfalt tworzy pokłady, jak koło

Avlony w Albanii, lub też rozgałęziające się żyłki, jak koło Bentheim w Hanowerze, często wypełnia septarye, geody, wreszcie występuje w postaci wsiaków, przejmujących piaskowce, wapienie, margle, skąd powstają t. zw. łupki i wapniaki bitumiczne (smoliste).

Na asfaltowe posadzki, chodniki, bruki i t. p. używa się mieszanina asfaltu ze sproszkowanym wapieniem lub, jeszcze lepiej, ze zmielonym wapniakiem bitumicznym. Asfalt używa się prócz tego, podobnie jak smoła zwyczajna, do zalewania szpar okrętowych, do przyrządzania tektury dachowej, do pokostowania i kitowania.

Znane jego łóżyska spoczywają w miejscowościach następujących: Val Travers w Neufchâtel, Lobsan w Alzacy, Verwohl w Hanowerze, dalej Dannemora i in. m. w Szwecyi, gdzie występuje wraz z magnetytem i hematytem, Iberg na Harzu, gdzie go znajdują na gniazdach syderytu i limonitu, i t. d.

Etym. i synonim. *ἄσφαλτος* *Aristot.* = asfalt. *Bitumen* *Plin.* = kley *Rzqcz.* = = ziemny balsam *Kluka.* Niem. Erdpech = pol. smoła ziemna (czartowskie łajno) *Kluka, Drzew.* Judenpech = żydowska smoła *Kluka.*

Albertyt, grahamit, walaït należą tutaj. Elateryt (smoła ziemna sprężysta, elastyczna), rozciągliwy, często lipki. Idryalit z Idryi jest zwykle mieszaniną, zawierającą cynober.

### Ozokeryt.

$C_nH_{2n}$ .

*Bezpostaciowy.*

Zbity, niekiedy blaszkowaty lub pręgowo-włóknisty. Bardzo jest podobny do wosku, skąd też często woskiem ziemnym zwany. W świetle przechodzącem żółtawo-brunatny aż do hyacyntowo-czerwonego, w świetle zaś odbitem porowo-zielony do brunatnawo-zielonego, a więc wyraźnie fluoryzujący, Ogrzany w palcach, staje się lipkim. Zapach ma aromatyczny. C. wł. 0-94 do 0-97.

Chem. Skład przybliżony: węgla 85, wodoru 15 proc.; odpowiada to wzorowi, który jest wielokrotnością  $CH_2$ ; w istocie jednak ozokeryt jest mieszaniną kilku węglowodorów, których punkty topliwości leżą pomiędzy 56° a 82°. Przez ogrzewanie zamienia się na ciecz oleistą. W olejku terpentynowym i benzolu rozpuszcza się łatwo, w alkoholu i eterze — trudno. Z roztworu parującego wydzielają się połyskujące blaszki krystaliczne.

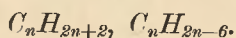
Wystę p. Ozokeryt został odkryty nasamprzód w Mołdawii (Slanik), a następnie w Galicyi, mianowicie w Borysławiu i Truskawcu, gdzie bogate jego złoża kryją się we wspominanej już kilkakrotnie formacji solonośnej (miocen), zawierającej także sól kam., gips, anhydryt, często też naftę. Wosk ziemny tworzy tu wśród piaskowców i iłów łupkowych warstwy i wtrącenia lub wypełnia szczeliny i spękania, biegnące nieprawidłowo w rozmaitych kierunkach. Bywa on często sprasowany, skutkiem czego przybiera budowę pręgowatą, a na powierzchni połysk. O powstawaniu patrz pod naftą. Kopalnie ozokerytu, istniejące dziś w Borysławiu, Dźwiniaczu i Staruni, wyprodukowały w r. 1898 około 80 tysięcy centnarów (à 100 kg.) wartości około 2½ milionów złr. (Porówn.: Szajnocha, Płody kopalne Galicyi; Polski Kalendarz Naftowy, Lwów 1900. Ob. też pod olejem skalnym). T. zw. neftgil z wyspy Czeleken na morzu Kaspijskim jest ozokerytem.

Użyt. Przez dystylację i bielenie z oz-tu otrzymuje się parafina, z której początkowo wyrabiano świece; te jednak topiły się zbyt łatwo. Obecnie parafina czystsza i twardsza, otrzymywana też z ropy naftowej i lignitu, dostaje się do handlu pod nazwą cerezyny, z której fabrykują świece i t. p., a nawet sztuczne komórki pszczele. (Berlinerblau, Das Erdwachs, Brunświk 1897).

Etym. i synonim. Ozokerit, *Glocker*, od  $\omega$  pachną i  $\kappa\epsilon\rho\acute{o}\varsigma$  wosk, a więc po pol. poprawniej odzokieryt. Niem. Erdwachs = pol. wosk ziemny, kopalny. Parafina. Kindybał u górników borysławskich oznacza masę czarną, lipką, będącą mieszaniną odzokierytu i oleju skalnego.

Podobny do parafiny jest hartyt z węgla brunatnego koło Köflach i Oberdorf w Styryi, tworzy on kryształy trójskośne, białe, w jednym kierunku łupliwe, topi się w temp. 74°, składem odpowiada stosunkowi  $C_5H_8$ ; dalej fichtelit z torfu koło Redwitz w Bawaryi i koło Oldenburga, występujący w białych blaszkach jednoskośnych z punktem topl. 46°; haczetyn (hatchettin), ukazujący się w blaszkach żółtawych, w dotknięciu tłustych, o tym samym punkcie topliwości, gdy kenleinit (szereryt) ścina się w blaszki i igły o wyższym punkcie topliwości (około 110°) i większej zawartości węgla (98 proc.). Szarawo-brunatny rozcielalny piropisyt zajmuje miejsce pośrednie pomiędzy odzokieritem a żywicami.

### Olej skalny.



*Ciekły.*

Oleje bitumiczne tworzą cały szereg mieszanin, począwszy od półciekłej brunatnej ropy, która się zbliża do asfaltu, i żółtego oleju ziemnego, aż do nafty, będącej cieczą ruchliwą i lotną. Szereg ten kończy się dopiero na ogniwach gazowych. Ciężar wł. olejów tych waha się pomiędzy 0.6 a 0.9. Wszystkie posiadają właściwy im zapach aromatyczny.

Chem. Węglowodory, których mieszanina tworzy olej skalny, różnią się pomiędzy sobą tak co do składu chemicznego, jak co do gęstości i topliwości. Zwykle są to związki, odpowiadające ogólnemu wzorowi  $C_nH_{2n+2}$ , jak np. te oto, w zwykłym oleju ziemnym obecne:

		Ć. wł. w 15°	P. topl.	C	H
Normalny pentan . .	$C_5H_{12}$	0.626	37°	83.3	16.7
„ heksan . .	$C_6H_{14}$	0.663	71°	83.7	16.3
„ heptan . .	$C_7H_{16}$	0.688	98°	84.0	16.0
„ oktan . .	$C_8H_{18}$	0.703	125°	84.2	15.8
„ nonan . .	$C_9H_{20}$	0.710	151°	84.4	15.6

Prócz tego odkryto kilka węglowodorów izomerycznych i bardziej złożonych, od  $C_{10}H_{22}$  do  $C_{16}H_{34}$ , z ć. wł. 0.825 do 0.830. Surowy olej skalny zawiera nadto rozpuszczone w sobie węglowodory gazowe: etan  $C_2H_6$ , propan  $C_3H_8$ , pierwotny butan  $C_4H_{10}$ , a także domieszkę węglowodorów  $C_nH_n$ .

W niektórych olejach skalnych obecne są również węglowodory szeregu benzolowego  $C_nH_{2n-6}$ , o wspólnym ć. wł. około 0.86.

		P. topl.	C	H
Benzol . .	$C_6H_6$	82°	92.3	7.7
Toluol . .	$C_7H_8$	111°	91.3	8.7
Ksylol . .	$C_8H_{10}$	139°	90.6	9.4
Kumol . .	$C_9H_{12}$	148°	90.0	10.0
Cymol . .	$C_{10}H_{14}$	175°	89.5	10.5



Ropa skalna, prócz olejów, zawiera też parafinę, otrzymywaną przez destylację. Doskonale ciekła nafta na powietrzu żółknie i brudnieje, zamieniając się na zwykły gęsty olej ziemny.

**Występ.** Olej skalny występuje w skałach osadowych rozmaitego wieku, często w towarzystwie innych ciał bitumicznych albo w sąsiedztwie szczątków roślinnych i zwierzęcych (np. ryb w Galicji). Wytryskuje on, pospół z wodą lub bez niej, ze szczelin, z warstw skalnych lub też ziemi sypkiej. Niekiedy pozostaje w związku z wulkanami błotnemi, które są nagromadzeniami gliny i piasku, wyrzucanemi przez wybuchy gazów węglowodornych. Nad morzem Kaspijskiem, w okolicach Baku, słyną i oddawna powszechną wzbudzają uwagę t. zw. ognie wieczyste, czyli zapalone źródła gazowe, które mają płonąć od r. 900 po Chr. Drobnie ilości oleju skalnego oraz wyziewy węglowodorów lotnych dostrzeżono też i na niektórych wulkanach właściwych, np. na Etnie. Godne uwagi jest również wspólne występowanie źródeł gazowych, wydzielających węglowodory (np. Bełkotka w Iwoniczu), oraz oleju skalnego i pokładów soli. Olej skalny wytryskuje nieraz z otworów świdrowych w postaci wysokich fontan, skąd wnosimy, iż musi on w niektórych miejscowościach wypełniać znacznych rozmiarów próżnie podziemne i doznawać mocnego ciśnienia od spoczywających na nim mas skalnych.

**Powstawa.** Biorąc pod uwagę geologiczne warunki występowania oleju skalnego, tudzież doświadczenia Englera, Radziszewskiego i in. nad powstawaniem węglowodorów z tłuszczów zwierzęcych i roślinnych oraz drzewnika, który pod wpływem fermentu rozpada się na dwutlenek węgla, gaz błotny i in. węglowodory, przyjść musimy do przekonania, że olej skalny jest produktem przeobrażenia szczątków organicznych, zarówno zwierzęcych jak roślinnych. Szczątki te nagromadzać się musiały w zacisznych, lecz głębokich zatokach morskich, gdzie wkrótce zostały zamulone osadami nadbrzeżnemi. Obecność soli morskich wpływa, jak mniema Radziszewski, na powstawanie przeważnie węglowodorów stałych (ozokeryt) lub ciekłych, gdy woda słodka sprzyja bardziej tworzeniu się węglowodorów gazowych i węgla. Ozokeryt powstaje więc tą samą drogą, co olej skalny, prztem, według Kreutza, pod wpływem ciśnienia i innych czynników może się przeobrażać w olej ciekły. (R. Zuber, *Kritische Bemerk. über die modern. Petroleum-Entstehungs-Hypoth.*, *Zeitschr. f. prakt. Geologie*, 1898; referat we *Wszechświecie* z tegoż r. F. Kreutz, O tworzeniu się i przeobrażaniu wosku i oleju ziemnego w Galicji, *Kosmos*, 1881, str. 150). Wspomnimy tu także nawiasowo o hipotezie Mendelejewa (mało uzasadnionej, jakkolwiek dowcipnej), który olej skalny uważa za produkt działania wody na metaliczne, rozpalone i węgiel zawierające jądro ziemi.

**Rozpowsz.** Olej skalny znany już był starożytnym, np. na greckiej wyspie Zante. Naftę z Agrygentu palono w lampach pod nazwą oleju sycylijskiego. W w. XVIII używano ol. sk. z Amiano pod Parmą do oświetlania ulic Genui, tudzież innych miast włoskich. Stosowano go też i w medycynie: „olej kwirynusowy“ z Tegernsee w Bawaryi, „olej Seneki“ z gór Allegańskich. Stopniowo zaczęła wchodzić w użycie, jako materiał oświetlający, nafta kaukazka, galicyjska, indochińska (Rangoon); wszystkie te kraje zostały jednak

zaćmione w ostatnich lat dziesiątkach przez kolosalną produkcję Amer. Półn. Na całym obszarze, zajętym przez zachodnie części stanów New-York i Pensylwania oraz części Wirginii i Ohio, poczęto bić szyby naftowe, zwłaszcza zaś w Pensylwanii koło Oil City, gdzie w r. 1859 wykopano pierwszą studnię naftową, a w r. 1861 otrzymano pierwsze źródło nafty tryskającej, podobnież koło Mecca, Titusville etc. Do r. 1886 wywiercono około 53 000 źródeł i wydobyto 310 milionów beczek ropy. Obecnie wzmogła się jednak znacznie i produkcja innych krajów, jak Kalifornii i Kanady, zwłaszcza zaś Baku nad morzem Kaspijskiem, okręgu Samborskiego w Galicyi, gdzie olej skalny czerpią ze studzien. Koło Peine w Hannoverze wywiercono potężne źródło tryskające.

Pokłady naftowe w Galicyi ciągną się wzdłuż północnego stoku Karpat pasmem długiem na jakie 400, szerokiem niekiedy na 40 km. Zaczynają się one koło Limanowej, Nowego Sącza i Grybowa na zachodzie, a przez Gorlice, Libuszę, Żmigród, Iwonicz, Sanok, Krościenko, Borysław, Schodnicę przechodzą do Galicyi wschodniej, gdzie już są mniej obfite, jakkolwiek z małemi przerwami występują koło Bolechowa, Doliny, Majdanu, Dźwiniacza, Słobody Rungórskiej i koło Kut nad Czeremoszem, gdzie przekraczają granicę Bukowińską. Geologicznie cała ta przestrzeń należy do formacji t. zw. piaskowca karpackiego. Według Zuber'a, olej skalny kryje się w kilku określonych poziomach, należących do systemu kredowego i trzeciorzędowego. Najważniejsze z nich są: 1) t. zw. warstwy ropianieckie, składające się z łupków, piaskowców i margli, a należące do form. kredowej (przeważnie w Galicyi zachodniej); 2) warstwy eocńskie, najobficiej w naftę zaopatrzone, z ilów, łupków i piaskowców złożone; 3) piaskowiec ciężkowicki wraz z łupkami menilitowemi i popielatami łupkami margłowemi (oligocen); 4) wreszcie formacja solonośna (miocen). Warstwy te są rozmaicie wygięte, spękanie i poprzesuwane. Obszar terenów naftowych, dokładniej dotąd poznanych i eksploatowanych, wynosi co najmniej 8000 hektarów, z których w r. 1898 wydobyto za pomocą 1500 przeszło szybów około 3½ miliona centnarów (à 100 kg.) ropy wartości przeszło 10 milionów złr. (Liter.: R. Zuber, Nafta i воск ziemny w Galicyi, Wszechświat, 1883. Tenże, Mapa obszarów naftowych w Galicyi, Lwów 1897. Tenże, Geologia pokładów naftowych w Karpatach galicyjskich, zeszyt I, Lwów 1899. O śladach nafty w Kieleckiem, ob. A. Michalskiego, Nafta w Wójczy, Pam. Fizyogr., t. VII, r. 1887).

Użytk. Celem otrzymania odpowiedniego materiału oświetlającego, olej skalny uwalnia się przez dystylację od węglowodorów łatwo zapalnych (eteru naftowego). Olej rafinowany dostaje się do handlu pod nazwą nafty, a niekiedy też fotogenu. Węglowodory trudniej lotne, tworzące przy rafinowaniu pozostałość, używają się jako smary lub przerabiają na parafinę, wazelinę i gaz naftowy, mający zastosowanie to samo, co gaz oświetlający, otrzymywany z węgla. Z drugiej strony, eter naftowy daje benzynę, ligroinę i t. p. W ostatnich latach w Amer. Półn. wywiercono wielką ilość źródeł gazowych, których produkt lotny zużytkowuywa się, jako materiał oświetlający i opałowy.

Literatura ogólna, oleju skalnego dotycząca, jest bardzo obszerna. Oto kilka ważniejszych dzieł informacyjnych: R. Wagner, Chem. Technologie. Hirzel, Das

Petroleum, Lipsk 1864. Ott, Das Petroleum, Zurych 1875. L. Strippelmann, Die Petroleumindustrie Oesterreich-Ungarns, Lipsk 1878. Schädler, Technologie der fetten Oele der Fossilien, Lipsk 1887. H. Höfer, Das Erdöl und seine Verwandten, Brunświk 1888. A. Veith, Das Erdöl und seine Verarbeitung, tamże 1892. A. Jaccard, Le pétrole, l'asphalte et le bitume au point de vue géologique, Paryż 1895. Boverton Redwood, Petroleum and its Products, 2 tomy, Londyn 1896.

Etym. i synonim. *Νάφθα*, *Strabo*, *Dioscor*, z pers. *nafta*, co znaczy pocić się. Petroleum, *Agric.* 1546. Kley ognisty *Rzącz.* Niem. Erdöl, Bergöl, Steinöl = pol. olej ziemny *Kłuka*, *Drzew.*, oléy skalny *Drzew.* Niem. Bergther = dziegieć ziemny *Drzew.* Skołolej *Staszica*. Ropa, kipiączka, porkura — nazwy ludowe.



## DODATEK.

### Części składowe meteorytów.

Zdarza się często, że z wysokości nieznanych spadają na ziemię masy kamienne lub żelazne; spadkowi temu towarzyszą zwykle detonacje akustyczne, tudzież zjawiska świetlne. W zabytkach piśmiennictwa najdawniejszych znajdują się wzmianki o kamiennych deszczach lub spadaniu kamieni i brył żelaza pojedynczych. W wieku zeszłym (XVIII) badacze ignorowali to szczególniejsze zjawisko przyrody, a niektórzy powątpiewali nawet o jego możliwości. Dopiero fizyk Chladni fakt ten uznał za niewątpliwy, a zarazem wystawił przekonywające dowody kosmicznego owych ciał pochodzenia. (Ueber den Unspung der von Pallas gefundenen und anderer Eisenmassen etc., Ryga 1794). Masy pochodzenia niebieskiego w czasach starożytnych stanowiły niekiedy przedmiot czci boskiej, jak ancile, żelazo kształtu tarczy, spadłe w Rzymie za Numy Pompiliusa, lub ów kamień czarny, przechowywany w świątyni Kaaba w Mekce, który, według Partscha, jest także meteoritem. Świadomość tego, że masy te spadają z powietrza, jak również wyobrażenie o ich powstawaniu w atmosferze, stworzyły dawniejszą nazwę aerolitów, czyli kamieni napowietrznych (αἰρ πο-  
wιετρe i λίθος), gdy używana dziś pospolicie nazwa meteoryt (od μετέωρα zjawiska napowietrzne) jest od hipotezy tej wolna. Spadaniu meteorytów w nocy towarzyszy zjawisko ognia, dniem zaś — tylko niewielki obłok. Meteor, spadający w ciemności, wydaje się kulą ognistą, żywo mknącą po sklepieniu niebios. Po pewnym czasie kula ta zatrzymuje się jakby, niekiedy trzaska z hukiem potężnym, gaśnie i spada na ziemię, jako masa jednolita lub na drobniejsze kawałki spękana.

Prędkość, którą meteor spadający posiada przed zetknięciem się z atmosferą, wynosi na sekundę 4 mile i więcej, równa się zatem tej prędkości, z jaką poruszają się planety w układzie słonecznym. Wnosimy stąd, że meteority krążą pierwotnie w przestrzeni niebieskiej na podobieństwo planet, i że tylko te z nich, które się bardziej do ziemi zbliżą, są przez tę ostatnią przyciągane.

Zjawiska, towarzyszące spadaniu meteorytów, Haidinger objaśnia w sposób następujący. Nadzwyczajna szybkość, z jaką ciała kosmiczne wpadają do atmosfery, sprawia, iż powietrze pod ich gwałtownym naciskiem kurczy się, jakby w dziale pneumatycznym, a, nie mogąc się natychmiast z pod ciśnienia tego uwolnić, poczyną się żarzyć. Ciepło powietrza przenosi się także na me-

teoryt, którego warstwa powierzchniowa wnet topi się na masę szklistą, a uchodzące z pod ucisku powietrze porywa krople stopione. Dokoła meteorytu powstaje przez to ognista powłoka, znacznie go przenosząca rozmiarami. Z tyłu za meteorytem tworzy się próżnia, którą, w pewnej odległości od szybko mknącej kuli, wypełnia powietrze, wdzierające się z głośnym hukiem. W ten sposób objaśnia się ów grzmot gromowy, uważany często na początku zjawiska.

Meteoryt, ściskający powietrze, wykonywa pracę i, co za tem idzie, traci stopniowo swą energię pierwotną, która wreszcie zmniejsza się tak dalece, że jego ruch postępowy znosi się przez opór powietrza ściśnionego. Wówczas meteoryt zatrzymuje się na mgnienie oka, lecz, ulegając prawu ciężkości, spada w dalszym ciągu na ziemię. Podczas tej chwili zatrzymania się meteorytu powietrze ściśnione, parte jego czołem, odzyskuje naraz prężność normalną, próżnia zaś, będąca z tyłu, wypełnia się raptownie powietrzem, wywołując gwałtowną detonację. (Haidinger, Ber. d. Wiener Akad., t. 43, str. 289; t. 58, dział II). Mach i Doss zjawisko to objaśniają w sposób odmienny (Jahrb. f. Min., 1892, t. I, str. 580).

Wielkość meteorytów nigdy nie bywa znaczna i nigdy nie przekracza jednego metra sześciennego. Bryła najcięższa spadła w Knyahinya, waży ona 294 kilogramów, a objętości ma około 0·084 m<sup>3</sup>. Okazy rzadko tylko przenoszą wielkość pięści, a wśród meteorytów, spadających rojami, w postaci deszczu kamiennego, wiele bywa mniejszych od grochu, a nawet wprost jak pył drobnych.

Meteoryty posiadają stopioną powierzchnię, czyli t. zw. skorupę, która na masach kamiennych bywa zwykle czarna i matowa, rzadziej połyskująca. Zewnętrzna powłoka mas żelaznych ujawnia własności t. zw. żędry, mającej skład magnetytu a powstającej na powierzchni żelaza kutego, ogrzewanego na powietrzu. Z uszykowania drobnych sopli stopionych, dostrzeganych na niektórych meteorytach, tudzież z położenia pasa porowatego można niekiedy rozpoznać, którą stroną meteoryt podczas przebiegu przez atmosferę zwrócony był naprzód, a którą w tył (czoło i tył meteorytu).

Wnętrze meteorytów bywa niekiedy jednorodne, częściej jednak złożone z kilku elementów. Części ich składowe odpowiadają — z małemi wyjątkami — znanym na ziemi minerałom, w znaczeniu rodzaju. Budowa, często wyraźnie krystaliczna, np. ziarnista lub porfiryeczna, posiada jednak nierzadko własności brekcyi, a w wielu razach — złożenie właściwe niektórym tufom. W zwykłych kamieniach meteorycznych obecne są w wielkiej ilości okrągławe inkluzye krystaliczne, które G. Rose nazwał chondrami (od *χόνδρος* kulka). Stąd meteoryty najpospolitsze otrzymały od tegoż badacza nazwę *chondrytów*.

Budowa krystaliczna meteorytów odpowiada złożeniu niektórych skał ziemskich, okruczowa zaś — martwicy wulkanicznej. Chondry są skałom ziemskim całkiem obce. Atoli kulki te mają własności produktów ogniowych; autor uważa je przeto za krople zastygłe, objaśniając ich powstawanie wybuchami stopu ciekłego.

Meteoryty nie posiadają określonych kształtów zewnętrznych, lecz przypadkowe, zaokrąglone lub ostro-kanciaste. Często widać wyraźnie, że zaokrąglenie krawędzi nastąpiło skutkiem obtopienia się powierzchniowego. Stąd wy-



pada, że meteoryty zawsze mają kształt pierwotny okruchów i że nie są bynajmniej ciałami samoistnymi, lecz ułamkami większych mas kosmicznych.

O pochodzeniu i sposobie powstawania meteorytów możemy dziś wypowiadać tylko domysły, więcej lub mniej prawdopodobne. Gdybyśmy wraz z Daubrée (*Journ. des savants*, 1870) wyobrazili sobie, że owe ułamki znów się zlały w jedną masę kosmiczną i że środek jej zajęty okruchy cięższe gatunkowo, to otrzymalibyśmy ciało podobne do ziemi, które wewnątrz skorupy kamienistej posiada jądro cięższe, najprawdopodobniej metaliczne, a mianowicie żelazne. Rzecz przeto możliwa, iż meteoryty pochodzą z jednego lub kilku, podobnie jak ziemia zbudowanych, ciał niebieskich, które się rozpadły na okruchy całkowicie lub tylko częściowo. Przyczynę tego rozpadu autor upatruje nie tyle w spotkaniu się dwu ciał niebieskich, gdyż w takim razie mogłyby się potworzyć i większe odłamy, lecz raczej w czynności wulkanicznej (*Sitzungsber. Akad. Wied.*, dział II, t. 71, r. 1875, oraz t. 75, r. 1877). Jeżeli mianowicie ciała planetarne posiadają rozmiary zbyt drobne, wówczas siła ich ciężkości nie zdoła przyciągnąć napowrót wyrzucanych przez wulkany odłamów. Rozrzucone w ten sposób okruchy krążą po wszechświecie, większe i cięższe spadają czasami na ziemię, drobniejsze i słabiej spojone rozpraszają się już w atmosferze, powodując zjawisko gwiazd spadających. (O tych ostatnich: Schiaparelli, *Zarys astronomicznej teorii gwiazd spadających*, tł. niem. Bogusławskiego, Szczecin 1871).

Meteoryty rozpylone w powietrzu spadają na ziemię tylko stopniowo. W śniegu już kilkakrotnie zauważono pył żelazny. Ciekawe jest postrzeżenie Renarda, który w osadzie, zaczerpniętym z dna Oceanu Spokojnego, znalazł drobne kulki bronzytu otoczone powłoką magnetytu, podobne do chondrów kamieni meteorycznych. Odkrywca zalicza je do cząstek meteorytów rozpylonych.

Części składowe meteorytów, zgodnie z założeniem, wypowiedzianem we wstępie, nie są właściwie minerałami, ale porównanie ich z ciałami telurycznymi jest, jak łatwo pojąć, bardzo ciekawe i ważne. Liczba poznanych dotąd rodzajów jest szczupła. Najpospolitsze z nich odpowiadają minerałom z gromady pierwiastków, lamprytów, tlenków, sylikoidów. Gatunki różnią się od minerałów postacią, budową i wrostkami, atoli wiele z nich ujawnia podobieństwo do minerałów wulkanicznych.

Żelazo. W największej liczbie meteorytów obecne. Masy żelaza meteorycznego składają się przeważnie z tego tylko metalu. Zbliżają się do nich także meteoryty, zawierające kryształy i ziarna krzemianów, osadzonych porfiryicznie w masie zasadniczej żelaza; wreszcie masy kamienne, w których żelazo tworzy zaledwie sieć drobną lub tylko pojedyncze blaszki.

Żelazo meteoryczne statecznie zawiera nikiel (zwykle 3 do 8 proc. Ni), a więc jest aliażem dwu metali. Postać kryształów regularna, łupliwość kostkowa dokładna. Celem uwidocznienia budowy powierzchni wypolerowane wytrawiają się zwykle za pomocą kwasu saletrzanego (str. 152).

Niektóre meteoryty, np. żelazo spadłe 14 czerwca 1847 r. koło Broumowa w Czechach, składają się przeważnie z jednego tylko osobnika. Przez całą bryłę biegnie jedna i taż sama płaszczyzna łupliwości. Osobnik główny przecinają jednak liczne a cienkie blaszki bliźniacze, wtrącone według prawa: osi



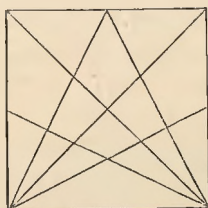
blizniaczą normalna do ściany oktaedru, a po wytrawieniu występujące w postaci cienkich linii. Prócz tych ostatnich na płaszczyźnie wytrawionej ukazują się jednocześnie migotliwość adamaszkowa, zależna od drobnych figur wytrawionych, które odpowiadają sześciannowi.

Fig. 1 przedstawia występowanie linii wytrawionych na ścianie kostki. Rozmaite kierunki tych linii pochodzą stąd, że sześciann główny przerastają blizniaczo blaszki innych osobników, na podobieństwo dwójaka fluorytu, podanego na fig. 209, str. 97. Każda ściana kostki głównej przecina się ze ścianami kostki pobocznej w liniach, których kierunki odpowiadają: 1) przekątnym kwadratu

Fig. 1.



Fig. 2.



i 2) prostym, poprowadzonym ze środka któregośkolwiek boku kwadratu do kątów naprzeciwległych. Atoli odpowiednio do czterech naroży, sześcianny poboczne mogą występować w czterech odrębnych położeniach. Stąd otrzymujemy 12 linii przecięć, które wszakże są do siebie równoległe parami, i dlatego

liczba przecięć o kierunkach różnych redukuje się do sześciu. Na fig. 2 nakreślono je w sposób schematyczny. Sześcianny poboczne nie występują jednak jako bryły zupełne, lecz tylko w postaci skieletów, składających się z blaszek, do ścian kostki równoległych, i dających po wytrawieniu cienkie prążki o 6 kierunkach. (Autor, Sitzungsber. Akad. Wied., t. 70, dział I, 1874. Linck, Zeitschr. f. Kryst., t. 20, str. 209). Żelazo sztuczne, o ile jest gruboziarniste, również ujawnia linie wytrawień meteorytu broumowskiego.

Większość meteorytów, po wytrawieniu, odznacza się pięknym rysunkiem, zwanym zwykle figurami Widmanstättena, który je po raz pierwszy odkrył na żelazie z Zagrzebia (spadłem 26 maja 1751 r.). Deseenie te pochodzą od mnó-

Fig. 3.



Fig. 4.



stwa drobnych grzbiecików i wklęsłości, nawzajem się krzyżujących, fig. 3 i 4. Według G. Rosego, są one skutkiem budowy skorupowej, równoległej do ścian oktaedru, jak to widać z przykładów następujących.

Masa, złożona z wielu krzyżujących się blaszek, do ścian oktaedru równoległych, może być przepiłowana w płaszczyźnie, odpowiadającej jednej ze ścian ośmiościanu. Na takiej płaszczyźnie blaszki wydadzą się wązkimi prążkami, biegnącymi w trzech kierunkach i przecinającymi się pod  $60^\circ$ , fig. 5. Przypadek ten zdarza się niekiedy na przekrojach, poprowadzonych dowolnie. Fig. 3 jest właśnie odbiciem takiego przekroju, otrzymanem bezpośrednio z trawionki żelaza meteorycznego, pochodzącego z Kartaginy w Amer. Półn. Na przekroju, równoległym do (100), powstaną natomiast tylko dwa kierunki prążków, które się przetną pod kątem  $90^\circ$ , jak to podaje fig. 6. Przekrój, równoległy do (110), wykaże trzy takie kierunki, z których dwa zawrą kąt  $109^\circ 28'$ , trzeci zaś będzie go dzielił na dwoje, fig. 7. Przekroje, któreby odpowiadały 48-ścianowi lub też zgoła nie ujawniały równoległości do żadnej ze ścian układu regularnego, mieścić będą prążki o czterech różnych kierunkach, przecinających się pod rozmaitemi kątami, fig. 8. Ten ostatni przypadek zdarza się najczęściej na przekrojach,

Fig 5.

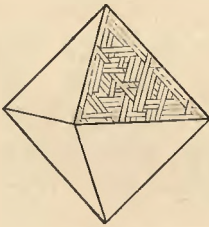


Fig. 6.

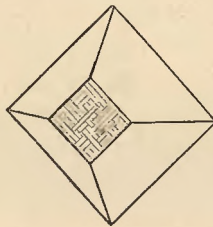


Fig. 7.

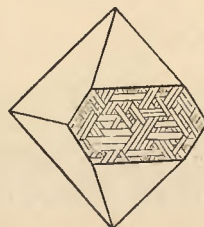
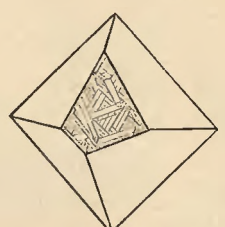


Fig. 8.



poprowadzonych przez bryły żelaza meteorycznego dowolnie. W rzeczy samej wspomniane cztery kierunki prążków widzimy na bardzo wielu powierzchniach wypolerowanych i wytrawionych, jak np. na żelazie meteorycznym z Lenarto, fig. 4. Odbicie otrzymano nie z samego meteorytu, lecz z jego odlewu. (O orientacyi, Brzezina, Denkschr. Akad. Wied., t. 44).

Figury Widmanstättena powstają stąd, iż kwasy nagryzają mocniej żelazo w nikiel uboższe; żelazo, zaopatrzone w nikiel obficie, tworzy skutkiem tego po wytrawieniu wyniosłości w postaci grzbiecików. Baron v. Reichenbach (Pogg. Ann., t. 114) odróżnia gatunki żelaza meteorycznego ściślej i nazywa żelazo, tworzące na fig. 3 smugi wydłużone i ciemne, żelazem belkowym (kamacytem, od *καμάξ* belka, żerdź). Jestto aliaz, zawierający niewiele niklu i wykazujący na małą skalę linie wytrawione żelaza broumowskiego oraz połysk adamaszkowy. Smugi żelaza belkowego obrzeżone są z obu stron bardzo wązkimi prążkami żelaza wstęgowego (tenitu, od *ταenia* taenia, wstęga), będącego aliazem, w nikiel obfitującym. Pomiędzy wymienionemi tylko co przekrojami blaszek pozostają pola pośrednie, trójkątne lub czteroboczne, zajęte przez żelazo wypełniające (plesyt, od *πληθος* mnogość, pełność). To ostatnie bywa jednak dwojakiego rodzaju: składa się ono bądź z wielu drobnych blaszek żelaza wstęgowego, tworzących t. zw. grzebienie, uwidocznione miejscami wyraźnie na fig. 3, albo też bywa równomiernie szare i składa się przeważnie z żelaza belkowego, jak w dolnej części fig. 3.



Zdarzają się też meteoryty żelazne ziarniste; pojedyncze ziarnka mają wówczas budowę żelaza broumowskiego (kostkowego) lub zagrzebskiego (oktaedrycznego). Znamy też kilka zbitych meteorytów żelaznych.

**Szrajbersyt.** Jestto część składowa o mocnym blasku metalicznym, giętka, barwy cynowo-białej do jasno-stalowo-szarej. Tw. 6·5, ć. wł. 7·1. Postaci kryształów najczęściej niewyraźne. Skł. chem.: związek żelaza, niklu i fosforu, odpowiadający niekiedy wzorowi  $Ni_2Fe_4P$ , częściej jednak  $(Fe, Ni, Co)_3P$ . Szrajbersyt w postaciach rozciągniętych bywa często osadzony wewnątrz blaszek żelaza meteor. skorupowego, np. pochodzącego z Lenarto, fig. 4. Tu wszystkie miejsca białe w żelazie belkowem odpowiadają szrajbersytowi, który nadto występuje jeszcze jako powłoka kulek troilitu, wyglądających na odbiciu czarno. W żelazie broumowskiem szrajbersyt tworzy drobne igły o przekroju prostokątnym, które G. Rose nazwał *rabdytem*. (Schreibersyt, od prof. Schreibersa; rhabdit, od ῥάβδος pręt).

**Kohenit**, podobny do szrajbersytu, jest w istocie węglikiem żelaza, zawierającym około 6 proc. węgla,  $(Fe, Ni, Co)_3C$ . Podobną część składową jest chalapit, przybl.  $Fe_2C$ . (Cohenit, od prof. Cohena; chalypit, od χαλψ stal).

**Grafit.** Niektóre meteoryty żelazne, np. z Poluca, zawierają w sobie skupienia kuliste grafitu drobnołuskowego. Godne uwagi jest występowanie grafitu w postaci regularnej (kliftonit). W niektórych meteorytach obecny jest węgiel bezpostaciowy, stanowiący ich czarny barwnik. W żelazie z Canion Diablo w Aryzonie, poczytywanem za meteoryczne, odkryto też, jako część składową, dyament.

**Troilit.** Pojedynczy siarek żelaza,  $FeS$ , tombakowo-brunatny, metalicznie błyszczący, o ć. wł. 4·8; występuje w wielu meteorytach w postaci kul, mających często budowę skorupową. Na fig. 4 widzimy go w żelazie z Lenarto. Poniżej tego wrostka kulistego dostrzedz łatwo można smugę jasną, prostą, która stanowi drugi rodzaj występowania troilitu — w cienkich blaszkach równoległych do (100). Na ziemi troilit nie jest znany. W meteorytach kamiennych siarek żelaza ma barwę jaśniejszą, brązowo-żółtą, a własności pirytu magnetycznego. (Troilit, na cześć jezuitę D. Troili).

Rzadkimi siarczycami są: oldhamit,  $CaS$ , w kamieniu z Busti, oraz dobreilit (daubrélith),  $CrS$ , znaleziony w niektórych meteorytach żelaznych. Obydwa na ziemi nie są znane.

**Chromit**, w ziarnach, niekiedy też w ośmiościanach, jest pospolitą cz. skl. meteorytów.

Z pomiędzy tlenków występują jeszcze niekiedy magnetyt, w ziarnach, trydymit (przezwany przez Maskelynea *asmanitem*), w ziarnach i tabliczkach.

**Oliwin.** Rozpowszechniony w bardzo wielu meteorytach. W żelazie meteor. porfirokrystalicznym, nazwanem przez G. Rosego *pallasystem*, oliwin tworzy ziarna. Masa żelazna, którą znakomity podróżnik Pallas odkrył koło Krasnojarska w Syberyi, a która Chladniemu dała pochoch do twierdzenia o kosmicznem pochodzeniu meteorytów, zawiera ziarna oliwinu, ujawniające często wyraźne ściany krystaliczne. Na fig. 9 mamy je oznaczone temi samemi głoskami, których na str. 483 użyliśmy do odróżnienia ścian oliwinu telurycznego.



Kryształy o zwykłych postaciach oliwinu często zdarzają się w kulkach chondrytów. Obfitują one zwykle w rozciągnięte inkluzye szkliste, których przykład podaje fig. 10. Kulki, czyli chondry, składają się najczęściej z jednego tylko osobnika oliwinu i zawierają wewnątrz wrostki szkła brunatnego w postaci płytek. Fig. 11 wyobraża przekrój kulki oliwinowej w kamieniu z Mezö-Madaras w Siedmiogrodzie. Pozatem oliwin tworzy ziarnka i drzażdżki, zwykle zmieszane z bronzylem.

Fig. 9.

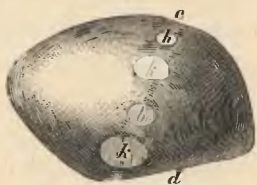


Fig. 10.

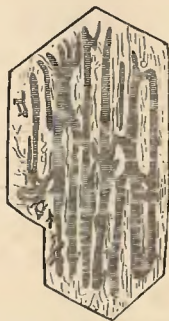


Fig. 11.



Bronzyt jest również pospolitą cz. składową wielu meteorytów. Postać kryształów odpowiada bronzytowi ziemskiemu, skl. chem. jużto enstatytowi, już właściwemu bronzytowi i hyperstenowi. Niektóre meteoryty o wyglądzie porfiryjnym, np. meteoryt z Rittersgrün w Saksonii, zawierają w masie żelaznej kryształy i ziarna bronzytu. W chondrytach bronzyt rzadko tworzy kryształy wyraźne, ukazuje się jednak często w kulkach samoistnych o budowie ekscentrycznie włóknistej lub pręcikowej, jak na fig. 12. Enstatyt biały w meteorycie z Bishopville otrzymał nazwę chladnitu. Często spotykająca się mieszanina bronzytu z oliwinem odpowiada ziemskiej skale oliwinowej.

Fig. 12.

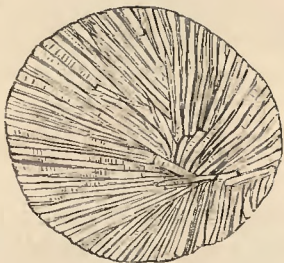


Fig 13

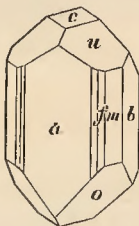
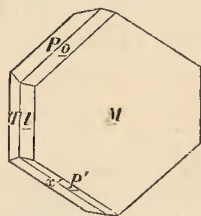


Fig. 14.



Piroksen. W wielu meteorytach występują ziarnka piroksenu, jako część skl. podrzędna, w innych atoli ziarna i kryształy stanowią cz. skl. główną, np. w meteorytach, które G. Rose nazwał eukrytami. Skład jego chem. różni się jednak od minerałów szeregu dyopsydowego mniejszą zawartością wapna. Postać kryształów w kamieniu z Juvinas odtwarza fig. 13. Głoska *f* oznacza (310) i (510).

Plagioklaz. Eukryty, do których należą kamienie ze Stonarowa na Morawach oraz z Juvinas we Francyi, są mieszaninami anortytu i piroksenu. Anortyt tworzy kryształy i ziarna. Fig. 14 wyobraża zwykłą postać kryształów anortytu w kamieniu z Juvinas. Bliźniaki według prawa karlsbadzkiego. Kamienie te, pozbawione prawie całkowicie żelaza, podobne są do skał telurycznych, znanych pod nazwą dolerytu, a jeśli plagioklazem ich jest anortyt, także—eukrytu. W wielu innych meteorytach plagioklaz obecny jest w ilościach większych lub mniejszych (te ostatnie w chondrytach). Część skł. bezbarwną, załamującą światło pojedynczo, posiadającą zarysy kryształu wydłużone, a składem chem. odpowiadającą labratorytowi, autor nazwał maskelinitem.

Szkło. Pomijając wrostki oliwinu, bronzytu, anortytu i t. p., szkło brunatne napotyka się pospolicie w kulkach chondrytów, dalej w żyłkach czarnych, przerzynających niektóre chondryty, wreszcie w skorupie meteorytów kamiennych.

Do rzadkich cz. składowych w niektórych kamieniach, zawierających węgiel, należą węglowodory stałe, dalej węglan, odpowiadający brejnerytowi, etc.

Ważne jest odkrycie Grahama, który w żelazie meteorycznem znalazł wodór pochłonięty. Może on być wydalony przez ogrzewanie. Zawartość wody, której drobne ilości dostrzeżono w niektórych kamieniach, nie jest, zdaje się, pierwotna, lecz przybrana z otoczenia już po spadnięciu. Zgadza się z tem nieobecność kwarcu, tudzież wszystkich krzemianów wodnych, co społem wzięte wyklucza udział wody w powstawaniu meteorytów.

Wnosimy stąd, że meteoryty pochodzą z jednego lub kilku ciał niebieskich, których skorupy, powstałe z masy ognistociekłej, znajdowały się dopiero w pierwszym stadium rozwojowem i nie doznały jeszcze przeobrażeń, powstających pod wpływem wody.

Liter. G. Rose, Beschreibung u. Eintheilung der Meteoriten etc., Abhandl. Akad. Berlín. 1864. Rammelsberg, Die chemische Natur der Meteoriten, tamże 1870 i 1881. Daubrée, Études synthétiques de Géologie Expérimentale, Paryż 1879, str. 475 (podział i synteza meteorytów). Autor, Beitrag zur Classification der M., Berichte Akad. Wied., t. 88, dział I, str. 347 (1883). Tenże, Die mikroskopische Beschaffenheit der Meteoriten, erläutert durch photographische Abbildungen, Sztutgard 1883. Brezina i Cohen, Die Structur u. Zusammensetzung der Meteoreisen (23 tablice fotogr.), Sztutgard. Cohen, Meteoritenkunde, Zeszyt I. Sztutgard 1894.

Meteoryty, dla przyczyn łatwo zrozumiałych, stały się, w ostatnich zwłaszcza czasach, przedmiotem bardzo dokładnych i szczegółowych studyów naukowych. Badania dotyczą nie tylko strony chemicznej i morfologicznej tych przybyszów zaziemskich, lecz także samego ich spadania na naszą planetę. Skrzętnie więc są uotowane wszystkie okoliczności, temu niezwykłemu zjawisku towarzyszące: czas i miejsce spadku, kierunek biegu kul ognistych na sklepieniu niebieskiem (w nocy), ich ilość, kształt i t. d., a także natężenie i długość detonacji akustycznych oraz inne szczegóły. Instytucje naukowo-przyrodnicze wszystkich krajów cywilizowanych współubiegają się o posiadanie jak najdokładniejszych zbiorów kamieni meteorycznych, nabywając je najczęściej drogą wymiany wzajemnej. Rządy niektórych państw ogłosiły meteoryty za własność państwową. Niektóre muzea naukowe zgromadziły już pokaźne ilości meteorytów: najbo-



gatszy ich zbiór posiada muzeum Brytańskie w Londynie (ok. 5·85 tys. kilogr.), dalej idzie muzeum Narodowe w Waszyngtonie (ok. 2·65 tys. kg.), muzeum Historii naturalnej w Paryżu (ok. 2·25 tys. kg.), Muzeum Cesarskie w Wiedniu i t. d. Według przybliżonych obliczeń, wszystkie zbiory naukowe świata posiadają przeszło 20 000 kg. meteorytów, z czego ok. 15 000 przypada na żelazo meteoryczne, reszta na meteoryty kamienne i mieszane. Jestto oczywiście tylko drobna część meteorytów, spadłych na ziemię, ta część mianowicie, której spadanie zauważono lub którą odnaleziono przypadkiem. O kamieniach, spadłych przed w. XIX, mamy po większej części wiadomości niedokładne lub tylko podania. — Celem wyrobienia przybliżonego przynajmniej pojęcia o tem, jak często na danej przestrzeni spadają meteoryty, podajemy spis kamieni pochodzenia kosmicznego, zebranych w w. XIX na terytorium b. Rzeczypospolitej Polskiej, z oznaczeniem miejsca i daty spadku (sp.) lub znalezienia (zn.) oraz rodzaju kamienia.

- Zielonogóra, ks. Lignickie, Śląsk Pr. Sp. 22 marca 1841. Chondryt.  
 Gradenfrei, powiat Rychbachowski, Śląsk Pr. Sp. 17 maja 1879 Chondryt.  
 Świecie nad Wisłą, Prusy Zach. Zn. 1850. Żelazo typu zagrzebskiego (oktaedr.).  
 Lipno w Płockiem. Sp. 1820? Chondryt?  
 Pułtusk (okolice). Sp. 30 stycznia 1868. Chondryt.  
 Białystok (okolice). Sp. 5 paźdź. 1827. Żelazo typu broumowskiego (kostkowe).  
 Ruszany (?) koło Słonima. Sp. 7 grud. 1894 Kamień?  
 Jodzie na Litwie (?). Sp. 17 czerwca 1877. Żelazo kostkowe.  
 Liksna, Lasdany, pow. Dźwiński w Witebskiem. Sp. 12 czerwca 1820. Chondryt.  
 Kikino, pow. Wiaziemski w Smoleńskim Sp. 1809. Chondryt.  
 Cimoszyn (Timoszyn), pow. Juchnowski w Smoleń. Sp. 25 marca 1807. Chondryt.  
 Słobódka, pow. Juchnowski w Smoleń. Sp. 10 sierpnia 1818. Chondryt.  
 Mohilów. Czas? Kamień.  
 Braham (Rokicki), pow. Rzeczycki w Mińskiem. Zn. 1810. Pallasyt.  
 Cmień koło Stolina, pow. Piński w Mińskiem. Żelazo kostkowe.  
 Żabokrzyki, pow. Zwiąhelski (?), Wołyń. Sp. 10 kwietnia 1818. Chondryt.  
 Czartorya, pow. Zwiąhelski na Wołyniu. Opisany 1859. Chondryt.  
 Okniny, pow. Krzemieniecki, Wołyń. Sp. 8 stycznia 1834. Chondryt.  
 Dółhowała, pow. Łucki, Wołyń. Sp. 26 czerwca 1864. Chondryt.  
 Białokrynica pod Krzemieńcem na Wołyniu. Sp. 1 stycznia 1887. Chondryt.  
 Biała Cerkiew w Kijowskiem. Sp. 16 stycznia 1796. Chondryt.  
 Oczeretnia, pow. Lipowiecki w Kijowskiem. Zn. 1871. Chondryt.

Z meteorytów wymienionych, które w ogromnej większości przypadków należą do pospolitego typu chondrytów (bronzyt, oliwin, żelazo), najlepiej poznanymi i najdokładniej opisanymi oraz najczęściej w zbiorach naszych napotykanymi są kamienie pułtuskie. Spadły one w postaci deszczu kamiennego na przestrzeni, zajmującej około 20 km<sup>2</sup>, na PnW od Pułtuską, na polach wsi Obryte, Ciołków, Gostków, Rowy (na lewym brzegu Narwi), oraz wsi Sielec na brzegu prawym, które to wsie leżą w jednym pasie, ciągnącym się z PdZ na PnW. Ponieważ zjawisko, będące w mowie, odbywało się o godz 7 wieczorem, widziano przeto wielką kulę ognistą, mknącą z PnW na PdZ i, uibys olbrzymiego pożaru, oświetlającą przebiegane padoly. Niezwykły ten fenomen świetlny był podziwiany na ogromnej przestrzeni od Dorpatu, Kowna i Grodna, aż do Krakowa, Wiednia i Pragi. Nad Warszawą przeleciało światło zielonawo-niebieskie tak mocne, że przażenia tą nieoczekiwaną iluminacją mieszkańcy wylegli tłumnie na ulice miasta. Najczęściej usiane kamieniami zostały brzegi Narwi i pokrywająca ją powłoka lodowa, pomiędzy Gostkowem a Sielcem (odległość pojedynczych kam. 20 — 30 metrów). Rzecz godna uwagi, że wielkość kamieni zwiększała się stopniowo od PdZ ku PnW, czyli że kamienie największe spadły najwcześniej, a mianowicie w Rzewni, odległej o 3 klm. od Sielca. Waga pojedynczych meteorytów wynosiła tu 4 do 7 kg., gdy w Sielcu wahała się od 1·2 kg. do 1·6 kg., w Gostkowie — od 400 do 800 gr., w Ciołkowie równała się około 200 gr., wreszcie w Obrytem, najbardziej ku PdZ wy-



suniętem, tylko około 100 gr. i mniej. Płóć odnalezionych kamieni podają na 400 sztuk. Cyfra ta bynajmniej nie wyraża liczebności całego roju kamiennego, którego część znaczna zatoneła na łąkach wsi Sokołowa i Sielca, zalanych wówczas wodą, a także w Narwi. Waga ogólna kamieni zebranych równa się 500 do 600 kilogramów. — Meteoryt pułtuskowski jest chondrytem na przełamie szarym, ziarnistym, o c. wł. 3-7185, skorupie szklistej czarno-brunatnej, 0-5 mm. grubej. Żelazo niklowe nie jest w nim rozrzucone bezładnie, lecz skupia się szeregami w pewnych płaszczyznach. Skład chemiczny wyrażają cyfry następujące: żelaza niklowego (ze ślad. P, Co) 24-8, siarku żelaza (troilitu) 5-3, chromitu 1-0, krzemianów rozp. w HCl (przew. oliwinu) 32-4, krzem. nierozp. (przew. bronzytu) 36-5. Prócz tego znaleziono anortyt w chondrach, ślady węgla bezpostaciowego i chloru, a także gazów: H, CO<sub>2</sub>, CO, N, CH<sub>4</sub> i trochę H<sub>2</sub>O. (Porówn. Notice sur la météorite tombée le 30 Janvier 1868 aux environs de la ville de Pułtusk, publiée par la Haute École de Varsovie. Wülfing, Meteoriten in Sammlungen, 1897).

---

## DOPEŁNIENIE CZĘŚCI SZCZEGÓŁOWEJ.

### Spis minerałów, zebranych w Polsce przez Radcę Górniczego, Jerzego Bogumiła Puscha.

[Wobec zupełnego prawie braku nowszych poszukiwań w dziedzinie występowania i rozpowszechnienia minerałów w Polsce, uważamy za pożyteczne podać tu spis minerałów, zebranych w pierwszej ćwierci w. b. przez najznakomitszego badacza-geologa krajów polskich, J. B. Puscha. Spis ten jest tłómaczonym wyciągiem z niemieckiego katalogu zbiorów geognostycznych Puscha, przechowywanych obecnie w Gabinetie geologii i paleontologii przy Uniwersytecie Warszawskim, a nabytych jeszcze w r. 1833 przez Kom. Rząd. Spr. Wewnętrz., Duch. i Ośw. Publ. dla Gabinetu Mineralogicznego po b. Król. Uniw. Aleksandrowskim (za 6000 złp.). Ponieważ zbiory Puscha są niejako ilustracją jego klasycznego dzieła „Geognostische Beschreibung von Polen”—pozostawiamy przeto bez zmiany użytą w niem terminologię i podział na formacje geologiczne (obecnie już przestarzały), a to w tym mianowicie celu, by ułatwić korzystanie z tego po dziś dzień pierwszorzędного źródła. W tym też celu zachowaliśmy przy każdym minérale numer bieżący zbioru, do którego mineralogowie nasi częściej być może w przyszłości, niż dotąd, zaglądać będą. Kolekcya Puscha jest bowiem najzupełniejszym i najdokładniejszym dotychczas obrazem występowania i rozpowszechnienia minerałów w Polsce. Radca Pusch, jako Profesor Szkoły Górniczej w Kielcach, miał możność zebrania okazów z takich poziomów górniczych oraz z takich kopalni i szybów próbnych, które dziś bądź są zarzucone, bądź też po cz. całkiem zapomniane i niedostępne. Opracowanie tej kolekcji odpowiednio do wymagań wiedzy współczesnej, stanowiłoby więc, zdaniem naszym, wdzięczne zadanie dla miłośnika przyrody ojczystej. W każdym razie przyszły autor monografii minerałów polskich zadanie to przedewszystkiem wykonać musi].

#### I. Sandomierskie góry przechodowe.

##### a) Wapienie przechodowe.

- 1—15. Marmury kolorowe Chęcińskie z góry Zamkowej, Sulejowej i Miedzianki pod Chęcinami, tudzież ze Słupca między Kielcami a Daleszycami.
30. Smoła ziemna ciekła, wypełniająca próżnie druzowe w spacie wapiennym, tworzącym żyłki w cienkołupkowym wapieniu bitumicznym. Łągów, między Kielcami a Opatowem.
- 43—51. Piryty promienisty w bułach, niekiedy wyraźne (*111*) tworzący, osadzone w wapieniu lub luźny, na powierzchni w żel. brunatny przeobrażony. Kielce, Kadzielnia.
- 53—60. Rozmaite odmiany marmuru brekcyowego z Sulejowej góry, Zamkowej góry, Zagród, Bolechowiec, Brzeziny i Lurowizny pod Chęcinami. Kolumna Zygmunowska w Warszawie z tego marmuru była wykuta (dziś zastąpionego granitem śląskim).

##### c) Żyły kruszczowe w wapieniu przechodowym.

- 156—160. Malachit i azuryt z zarzuconej obecnie kopalni miedzi Marya na Miedziance pod Chęcinami.
161. Tetraedryt z tejże kopalni.
- 162—163. Azuryt ziemisty, tworzący nalot w szczelinach wapienia, z tej samej kopalni.
164. Azuryt promienisty ze szczeliny żyłowej w sztolni Teresa na Miedziance.
- 165—167. Azuryt gwiazdzisto-promienisty, osadzony w wapieniu. Sztolnia Antoni koło Miedzianki.
168. Galena drobno rozsiana w kalcycie żyłowym. Sulejowa góra pod Chęcinami.
173. Skrzep wapienny krzywoskorupowy z żyły kruszczu ołowianego. Karczówka pod Kielcami

- 175—182. Odmiany kalcytu prętowego, tworzącego grubą żyłę w wapieniu przechod. na Szubienicy i Kadzielni pod Kielcami.
- 183—185. Kalcyt w kryształach (połączenie 3 postaci). Żyły galeny na Dalniej górze pod Kielcami.
186. Baryt krzywo-skorupowy z żyły galeny na górze Zamkowej w Chęcinach.
187. Galena drobno rozsiana w kalcyecie drobnoziarnistym żyłowym. Dálnia góra pod Kielcami.
- 188—189. Galena gruboziarnista z żyły Machałowska szpara na Karczówce pod Kielcami.
190. Galena gruboziarnista z Jaworzna pod Kielcami.
- 191—193 Galena wielkoblaskowa ze szpary Malina na Karczówce pod Kielcami
194. Galena drobnoziarnista z żyły na Dalniej górze pod Kielcami.
195. Galena, przechodząca w kruszec ołowiu czarny i ołowiankę zbitą. Gratkowska szpara na Karczówce.
196. Galena zbita z żyły na Karczówce pod Kielcami.
- 197—199. Galena z cerusytem i kruszczem ołowiu czarnym. Kopalnia ołowiu w Jaworznie pod Kielcami
- 200—207. Kryształy cerusytu: słupy 4-o i 8-boczne, niekiedy zupełnie do sześciannu podobne, narosłe w próżniach galeny. Jaworzno pod Kielcami.
208. Cerusyt w bardzo ostrych piramidach 4-bocznych. Tamże.
209. Cerusyt w luźnych kryształach bliźniaczych, nakrzyż przerosłych (2 słupy rombów). Tamże.
212. Ochra żelazna brunatna i galena w rozpadlinach wapienia przechodowego. Szlachetna góra pod Miedzianą górą.
- 213 Żelaziak czerwony w szczelinach wapienia przechod. Niewachlowski las pod Kielcami.
- d) Kruszcze i inne minerały z pokładu kruszczowego na Miedzianej górze, pomiędzy wapieniem przechodowym a kwarcytem.
- 220—234. Alofan ziemisty, zbity i bulasty, biały lub zielonawy; odmiany znane tylko z tej miejscowości, osadzone w porowatym marglu 15—20 łatrów<sup>1)</sup> pod powierzchnią. Szyb Stanisław.
- 235—237. Alofan niebieski i szparagowo-zielony, szklisty. Tamże.
- 245—246 \*. Azuryt krystaliczny, jako powłoka szczelin żyłowych. Kopalnia miedzi na Miedzianej g.
- 247—252 \*. Malachit włóknisty z głęb 20 łatrów. Kop. Zygmunt na Miedzianej g.
- 255—268 \*\*. Błyszcz miedzi zbity i czern miedzi ziemista, tworzące pokład główny w glinach szarych bitumicznych. Tamże.
- 269—270 Środek pomiędzy błyszczem miedzi a tetradrytem, zmieszany ściśle z żel. brunatnym. Tamże.
271. Ziarna azurytu ziemistego w pstrej glinie. Tamże
272. Mieszanina ścisła ziemistego azurytu, malachitu, błyszczu miedzi i pirytu. Tamże.
- 274 Piryty, zawierający miedź, na kwarcu rogowcowym leżący. Tamże.
- 275—276. Piryty (markasyt?), środek pomiędzy pir. wątrobowym a promienistym, buły w glinie szarej. Tamże.

<sup>1)</sup> 1 polski łatr = 0.496 metra.

\* Trzy analizy chem. malachitu i tyleż rozbiórów azurytu z Miedzianki i Miedzianej góry wykonał p. M. Flaum (Pam. fizyogr. t. VI, 1886); jakkolwiek materiały do tych rozbiórów został zaczerpnięty z kolekcji Puscha, p. Flaum nie uważał jednak za stosowne ani przytoczyć numeru okazu, ani dokładniej jego pochodzenia, skutkiem czego wartość swej pracy zredukował do połowy

\*\* 4 Rozbiory chem. p. M. Flauma (Pam. fizyogr. t. VII, r. 1887), ale znów bez wskazania numeru i bliższego określenia miejsca.



- 277—280. Miedź rodzima, wrosła w glinie szarej i pstrej. Kopalnia Zygmunt na Miedzianej g.
- 281—282. Miedź rodzima w luźnych ziarnach i rozmaicie zrosłych kryształach oktaedrycznych. Tamże.
283. Miedź rodzima w drutach, w żelazniku czerwonym i żółtym. Tamże.
- 284—285. Azuryt krystaliczny na żel. brunatnym. Tamże.
- 286—287. Galena wrosła i rozsiana w czarnej glinie. Pokład kruszcowy Miedzianej g.
- 300—304. Żelaznik brunatny ziarnisty, zbity, jaspisowaty, nerkowaty. Tamże.
- 305—312. Hematyt włóknisty w rozmaitych kształtach. Tamże.
- 313—314. Żelaznik czerwony zbity i włóknisty. Ławeczna góra koło Miedzianej g.
- 315—316. Hematyt naciekowy i groniasty na żel. brunatnym. Szyb Jan na Miedzianej g.
- 317—323. Mika rubinowa (Hausmann), czyli pirosyderyt (?) blaszkowy na żel. br. Ławeczna g., szyb Jan.
- 324—325. Lepidokrokit (żel. br. włóknisto-blaszkowy) na żel. czerw. Ławeczna góra.
- 326—333. Lepidokrokit nerkowy lub niekształtny, związany z żel. br. i czerw. Szyb Jan na Miedzianej g.
- 335—337. Skrzep arsenowo-żelazny (pitycyt), jako cienka powłoka na wadzie nerkowym. Miedziana góra.
- 338—346. Lepidokrokit groniasty, związany z wadem i rudą manganu czarną. Miedziana góra.
- 347—351. Środek pom. steatytem a półopalem w żel. brunatnym. Miedziana góra.
- 354—357. Cerusyt krystaliczny w piaskowcu luźnie osadzony, niekiedy z powłoką malachitu. Tamże.
- 358—360. Kryształy cerusytu na żel. brunatnym. Kopalnia Zygmunt na Miedzianej g.
- f) Kruszcze z pokładu rudy żelaznej w kwarcycie przechodowym w Dąbrowie pod Kielcami.
- 415—420. Sferosyderyt wapienno-gliniasty z głęb. 20 łatrów. Kop. Włodzimierz w Dąbrowie.
- 421—423. Tenże sferosyderyt z drobno rozsianą galeną. Kop. Włodzimierz w Dąbrowie.
429. Kryształy kwarcu (półwójne piram. 6-boczne) w żółtej glinie osadzone. Tamże.
- 431—444. Rozmaite odmiany żelaz. brunatnego. Kop. Włodzimierz w Dąbrowie pod Kielcami.
- 445—446. Żel. brunatny z troczą manganu szarego. Pokł. kruszcowy w kwarcycie. Góra Kamin koło Miedzianej góry.
- 447—450. Galena i pirit wprysnięte w szarą glinę. Pokład kruszcowy w Płucz-
451. Kryształy galeny (100 i 111 w równowadze) / kach pod Łagowem.

### III. Główna formacja węgla kamiennego w Województwie Krakowskim i okolicy wolnego miasta Krakowa.

#### a) Wapień górski okolic Dębника.

- 460—472. Rozmaite odmiany marmuru czarnego, szarego i pstrego. Dębnik, Czerna pod Krzeszowicami, Dubice, Szklary.
473. Druza kryształów kalcytu. Czerna pod Krzeszowicami.

#### b) Skały i pokłady normalne tej formacji.

518. Węgiel łupkowy z antracytem włóknistym z kop. Nadzieja Ludwika. Sielce pod Modrzejowem.
- 523—525. Węgiel gruby z pokł. Reden w Dąbrowie pod Będzinem.
526. Węgiel gruby z kop. Feliks w Niemcach pod Sławkowem
- 527—532 Odmiany węgla grubego i smolistego z Niemców pod Sławkowem, z Dąbrowy pod Będzinem, Filipowice pod Krzeszowicami, Jaworzna w okr. Krakowskim.

- 533—536 Węgiel blaszkowy. Milowice koło Będzina, Strzyżowice pod Siewierzem, kop. Tadeusz tamże, Zabrze na Śląsku Górnym.
537. Węgiel smolisty. Strzyżowice koło Siewierza.
542. Piryty z wrosłymi weń kawałkami węgla. Kop. Królewska w Chorzowie pod Bytomiem, Śląsk Górny.
543. Kula pirytu z ziarnami kwarcu w piaskowcu Niedzielisko w okręgu Krakowskim.
544. Witryol żelaza w kryształkach włosistych. Kop. węgla w Niedzielisku.
545. Pitycyt (skrzep arsenowo-żelazny). Kop. Henryk w Łosisku na Śl. Górn.
546. Gips zbity w pokł. form. węgl. pomiędzy Siedlcami a Pisarami pod Krzeszowicami.
547. Sferosyderyt ilasty z pokł. Reden w Dąbrowie pod Będzinem.
- 548—549. Kryształy syderytu na sferosyderycie ilastym. Tamże.

d) Utwory nienormalne, pozostające w związku z form. węglową.

- 616—621. Ametyst biały i fioletowo-niebieski, wypełniający kule chalcedonu w migdałowcu, pomiędzy zam. Tęczyńskim a Rudką pod Krzeszowicami.
622. Kwarc w kryształach z migdałowca koło Poręby Żegoty w okręgu Krak.
623. Chalcedon w kulach z tejże miejsc.
626. Zeolit czerwony (heulandyt?), wypełniający próżnie w migdałowcu. Poręba Żegota.

#### IV. Formacja czerwonego piaskowca w Górach Środkowych Sandomierskich.

657. Kryształy kwarcu z czerwonego piaskowca. Wzdół pod Bodzentynem.

#### V. Formacja wapienia muszlowego.

#### B. Form. kruszcowa w Województwie Krakowskim, Śląsku Górn. i w okręgu wolnego miasta Krakowa

b) Dolne piętro formacyi poniżej pokł. kruszcowego.

791. Kryształy kwarcu na wapieniu muszlowym. Góra Dorota w Grójcu pod Będzinem.
792. Kalcyt włóknisty, tworzący żyłę w wap. muszlowym. Miękinia pod Krzeszowicami.

d) Górny oddział formacyi kruszcowej: dolomit i wapień porowaty.

837. Dolomit jasnobrunatny (bardzo szczególny!). Sławków (także w Olkusz, Czeladzi, Siewierzu, Kawiej górze pod Sławkowem, Tarnowicach i t. d.).

- 850—851. Rogowiec odłupkowy w dolomicie. Nowa góra pom. Olkuszem a Krzeszowicami.

- 860—861. Dolomit jasno-żółty, ziarnisto-blaszkowy. Sławków i Okradzionów.

- 862—865. Spat perłowy. Czatkowice i Czarna pod Krzeszowicami, Sączów pod Siewierzem.

- 880—881. Dolomit (prawdziwy!) drobnoziarnisty. Ciężkowice w okr. Krak.

- 893—894. Takież dolomit z ziarnami galeny, przeobraż. po cz. w cerusyt, ze starej kop. w Siewierzu.

- 899—900. Kryształy galeny (III) w próżniach dolomitu. Okradzionów pod Sławkowem.

- 901—902. Krzemień z galeną w dolomicie. Sikorka pod Siewierzem.

e) Kruszcze z formacyi wapienia muszlowego.

α) Kruszcze ołowiu.

911. Galena rozsiana, z głównego pokładu ołowianego w Tarnowicach.

- 912—913. Galena w kryształach, z gliny główn. pokł. ołow. Tamże.

- 914—915. Galena z główn. pokł. ołow. w Starym Olkusz

- 916—919. Galena z galmanem, z główn. pokł. ołow.: Niesułowice (kop. Kopanina) pod Olkszszem, Jaworzno w okr. Krak., Ząbkowice koło Sławkowa, Żychlice pod Czeladzią.
- 920—923. Cerusyt niekształtny z haldy dawnej kop. w Życheicach pod Czeladzią.

β) Kruszec cynku.

1) T. zw. galmany białe.

- \* 924. Galman biały ziemisty z galeną. Żąbkowice pod Sławkowem.  
925. " " " " Lgota pom. Olkuszem a Nową Górą.  
926—927. Galman ochrowo-żółty ziemisty z dawn. kopal. Markówka. Byczyn pod Chrzanowem.  
928—929. Galman biały ziemisty z osadzonemi w nim (111) galeny. Kop. Jerzy w Starczynowie pod Olkuszem.  
\* 930—932. Galman biały ziemisty, nerkowaty. Kop. Kasper w Wojkowicach Komornych pod Będzinem.  
933—934 Taki sam galman z kop. Barbara w Żychlicach pod Czeladzią.  
935 Galman słomiano-żółty ziemisty. Danielec pod Tarnowicami.  
936—937. Galman biały zbity z Suchej góry pod Tarnowicami.  
938—940. Galman żółtawy zbity, porowaty z droбноziarn. spatem cynkowym i galeną. Dawna kop. Worfia pod Chrzanowem.  
941—944. Spat cynkowy droбноziarn. zmieszany z blendą. Lgota pom. Olkuszem a Nową górą.  
945. Spat cynkowy droбноziarnisty, zmieszany z galeną. Tamże.  
\* 946—947. Spat cynkowy blaszkowy, gruboziarnisty. Z tejże miejscowości.  
951—952. Galman biały skorupowy, nerkowy z okruciami wapniaka. Skalka pod Skarczynowem, Olkusz.  
\* 953—957. Galman biały skorupowy, porowaty, nerkowy. Kop. Anna w Małych Strzemieszycach pod Sławkowem.  
\* 955—958. Galman cienkoskorupowy, nerkowy. Kop. Józef w Starym Olkusz.  
\* 961—970. Spat cynkowy nerkowy i groniasty (czysty!), wyściełający próżnie w zwyczaj. galmanie zbitym. Lgota pom. Olkuszem a Nową Górą.  
972. Spat cynkowy różowy zbity, niekształtny z narosłemi kryształami kalcytu. Tamże.  
973—976. Spat cynkowy w drobnych perlitych kropkach na galmanie czerwonym zbitym. Lgota.  
977. Spat cynkowy, tworzący powłokę krystaliczną na galmanie zbitym. Lgota.  
978. Spat cynkowy, jako powłoka galmanu zbitego, w drobnych tępokrawędziowych romboedrach (w Polsce b. rzadki!). Lgota pomiędzy Olkuszem a Nową Górą.

2. Galnan krzemowy (kalamín).

979. Kalamin nerkowy z grubego pokł. glin brunatnych. Kop. Herkules w Bobrownikach.
980. Takiż z kop. Kasper w Wojkowicach Komornych koło Będzina.
- \* 981—984. Kalamin blaszkowo-promienisty o powierzchni nerkowej. Kop. Kasper w Wojkowicach Kom. i kop. Herkules w Bobrownikach.
- 985—986. Kalamin, jako powłoka na galmanie. Tamże i kop. Anna w Małych Strzemieszycach pod Sławkowem.
- \* 987—992. Kalamiu w kryształach drobnych, skupionych w druzi. (Tabliczki 4-boczne z zastrzonymi ścianami wierzchołk. oraz słupy 6-boczne z zastrzeniem piramidalnem). Kopalnia Herkules w Bobrownikach pod Siewierzem. (Występowanie rzadkie!!).

\* Okazy, oznaczone gwiazdkami, były analizowane przez S. Pfaffiusa i Z. Toeplitza, Pam. fizyogr., t. VI, 1886, oraz t. VII, 1887.



993—998. Kalamin promienisto-blaszkowy, w drobne kryształy ścięty, tworzący cienkie naskorupienie na galmanie białym zbitym i na wapieniu (t. zw. suchary). Sucha góra pod Tarnowicami.

999. Kalamin krystaliczny na galmanie brunatnym, żelazistym. Kop. Barbara w Żychcicach pod Czeladzią.

1000—3. Kalamin w drobnych druzach, w dolomicie ochrowym zwietrzałym. Kop. Anna w Małych Strzemieszycach pod Sławkowem.

\* 1004—6. T. zw. galman brunatny, mieszanina kalaminu z limonitem. Kop. Barbara w Żychcicach pod Czeladzią, kop. Herkules pod Bobrownikami\*, Rogoźnik pod Siewierzem.

3. T. zw. galman czerwony.

1009—10. Galman czerwony z kop. Szarley koło Bytomia na Śląsku.

1011. Takiż galman z galeną " " " "

1012—18. Galman czerwony zbity i skorupowy w rozmaitych odm. Kop. Józef w Starym Olkusz.

1019—21. Galman czerwony drobnoziarnisty żelazisty. Tamże.

\* 1022—24. Galman czerwony skorupowy mocno żelazisty, przechodzący w żel. brunatny. Żychcice pod Czeladzią.

1025—26. Galman czerwony spółśrodkowo-skorupowy, w drobnych nerkach. Kop. Herkules w Bobrownikach pod Siewierzem.

1027. Ochra żel. żółta, zawierająca cynk i trochę spatu brunatnego. Tamże.

1028—27. Bolus brunatny z pokładu galmanowego. Tamże.

1030. Piryty z pokładn galmanowego. Kop. Ulisses koło Bukowna w pobliżu Sławkowa.

1031. Piryty wątrobowy, w którego wnętrzu powstał gips wtórny. Tamże

4. Kruszcze z pokładu górnego, w samym dolomicie zawarte.

1036—39. Spat cynkowy, zlepiający brekcyę dolomityczną. Kop. Anna w Małych Strzemieszycach pod Sławkowem.

1040. Spat cynkowy z blendą brunatną. Żyłki w pokł. galmanu. Tamże.

1041—42. Blenda cynkowa brunatna, skorupowa. Tamże.

1049—51. Spat cynkowy (galman biały), skorupowo-nerkowy, porowaty, którego próżnie wewnątrz są znów wyłożone cienkimi naskorupieniami galeny, tworzącej niekiedy ośmiościany (111). Tamże. (Sukcesya!)

1053. Galena z górnego pokładu galmanowego w dolomicie. Sikorka pod Siewierzem.

γ. Rudy żelazne z formacji wapienia muszłowego.

1057—58. Żelaziak brunatny z grubego pokładu rudy. Nakło pod Tarnowicami.

1059—60. Żelaziak czarny. Tamże.

1061—62. Żel. brunatny z wprysniętą galeną. Tamże.

1063 " " w dolomicie, Boguchwałowice koło Siewierza.

1064. " " z grubego pokładu między Górą a Prynkowicami koło Siewierza.

1065—66. Żelaziak ilasty. Siemonia koło Siewierza.

1067. Żel. brunatny. Sączów pod Siewierzem.

VI. Formacja białego piaskowca (líasowego) w Województwie Sandomierskiem.

a) Oddział dolny, zaw. węgiel kamienny.

1076—77. Łupek palny. Miłków pod Ostrowcem.

1080—81. Węgiel kamienny, cienkie pokłady w piaskowcu. Bukowie koło Kunowa.

1082—83 " " " " " " Miłków i Gromadzie pod Ostrowcem.

1084—92. Sferosyderyt ilasty z rozsianą galeną, blendą i chalkopirytem. Gromadzie pod Opatowem, Miłków pomiędzy Ostrowcem i Opatowem.

\* Ob. odsyłacz na str. 664.

## e) Rudy żelazne z białego piaskowca liasowego.

- 1133—42. Sferosyderyt ilasty zbity. Miłków, Szewno, Jędrzejowice pod Ostrowcem, Kunów, Starachowice pod Wąchockiem.
- 1143—50. Sferosyderyt ilasty płytowy (ruda płaskurowa). Kop. Jan w Dziadku koło Kamiennej Woli, pomiędzy Końskiem a Królewcem, kop. Stefan pod Królewcem.
- 1153—56. Żel. brunatny i żółty ilasty, powstały ze sferosyderytu. Szewno pod Ostrowcem, Calciński Las pod Starachowicami i Wąchockiem.
1160. Stroncyanit w kryształkach igiełkowych na żel. ilastym. Kop. Calciński Smug koło Starachowic pod Wąchockiem.
- 1163—69. Żel. ilasty brunatny i żółty, obfitujący w mangan. Kop. Piotr w rewirze leśn Olejówka koło Bzina.
- 1170—71. Żel. ilasty czerwony, skorupowy, z jądrem jasnego sferosyderytu. Kop. Dąbrowski Smug, Czerwona Góra, Brody pod Wierzbnikiem.
- 1177—80. Mangan szary krystaliczny (manganit?) na żel. ilastym. Kop. Franciszek w Lubiance.
- 1181—90. Żel. ilasty czerwony, brunatny i żółty, zbity. niekiedy przechodzący w rubrykę. Kop. Józef w Lubiance pod Wąchockiem, kop. Calciński Smug koło Starachowic, rewir leśny Siatka pod Bzinem.
- 1191—96. Rubryka (ziemista, pisząca). Kop. Czerwona Góra, Brody pod Wierzbnikiem.
- 1197—98. Żel. brunatny ilasty ziarnisty z kop. Calciński Smug pod Starachowicami.
- 1199—1206. Żel. brunatny ilasty, skorupowo-ziarnisty, nerkowy. Kop. Anna w rew. leśnym Laski koło Mejkowa pod Wąchockiem.
1207. Żel. ilasty ikrowcowy. Kop. Młodziawa pod Parszowem.
- 1209—10. Żel. brun. ilasty, zmieszany obficie z rudą manganu szarą. Kop. Dąbrowa pod Parszowem.
- 1212—15. Żel. ilasty, czarny od obfitej domieszki tlenków manganu. Kop. Paweł w Pleśniówce koło Parszowa.
- 1218—19. Wad. spoisty, wypełniający próżnie w żel. brun. ilastym. Kop. Piotr, Siatka i Olejówka pod Bzinem.
- 1225—26. Manganit promienisty na żel. brunatnym. Rew. leśny Laski i Granica koło Parszowa.
1227. Żel. brunatny, pociągnięty pianą manganową, srebrzyście błyszczącą. Tamże.
1228. Żel. brunatny z nalotem pstrym, metalicznie błyszczącym. Tamże.

## VII. Formacja wapienia jurskiego.

## A. Wapienie oolityczne gór Sandomierskich.

- 1232—34. Wapienie oolityczne z głębokości 189—197 latrów. Szyb Szczerbatowski pod Wiślicą.
1253. „ „ o bardzo dużych kulkach. Brzegi pod Chęcunami.
1257. „ „ drobnoziarnisty. Sobków nad Nidą.
- 1264—68. „ „ z Małgoszczy.
- 1277—79. „ „ z Góry Zamkowej pod Iłżą.

## B. Wapienie marglowe i dolomityczne, ciągnące się od Krakowa do Kalisza.

- 1295—99. Ruda bobowa, wypełniająca nieprawidłowe próżnie w wapieniu zbitym. Pazurek pod Olkuszem.
- 1329—32. Skrzep wapienny, tworzący piękne stalaktyty w grocie Olsztyńskiej pod Częstochową.
1333. Kalcyt rozwinięty naciekowo z tejże groty.
- 1334—35. Żelaziak żółty i brunatny z wapienia jurskiego. Jerzmanowice pod Olkuszem.

## C. Wapienie, zawierające pokłady rud bobowych.

- 1336—38. Ruda oolityczna (bobowa) w wapieniu. Skalka koło Rudnika pod Włodowicami w wojew. Krakowskim.

1346—47. Ruda bobowa, gruboziarnista, tworząca pokład w wapieniu żelazistym na głęb. 10 łatrów. Szyb Stanisław pod Olkuszem.

**VIII. Formacja, złożona z piasków żelazistych i zielonych, węgeli brunatnych i glin, pomiędzy wapieniem jurskim a kredą.**

**B. Oddział środkowy z pokładami węgla brunatnego.**

1519. Galena wprysnięta w luźnie spojonym piasku. Wysoka pod Siewierzem.  
1520—25. Węgiel brunatny. Rokitno pod Kromolowem, Kromolów, Poręba koło Siewierza, Siewierz, Dziechciarze pod Mrzygłodem.

**D. Rudy żelazne z tej formacji.**

1548—51. Sferosyderyt ilasty, zbity. Rudnik pod Włodowicami, Kromolów.  
1552—55. „ nerkowy, wewnątrz nerek drobne kryształy syderytu kryjącego. Poręba pod Siewierzem.  
1556. Sferosyderyt nerkowy, wewnątrz nerek drobne kryształy piryty kryjącego. Tamże.  
1557—59. Sferosyderyt nerkowy, wewnątrz nerek drobne kryształy kalcytu kryjącego. Tamże.  
1560—61. Sferosyderyt w bulach, osadzonych w niebieskiej glinie. Kop. Kostrzyn w Pankach pod Krzepicami.  
1562—64. Sferosyderyt ilasty, zbity, 50—60 proc. żelaza zawierający. Tamże.  
1566—69. Nerki żelazne, zawierające aragonit. Kop. Zwierzyniec, pod Pankami koło Krzepic.  
1582—86. Sferosyderyt ilasty w drobnych kulach, zawierających wewnątrz kryształy blendy cynkowej. Kop. Kostrzyn pod Krzepicami.  
1589. Sferosyderyt ilasty. Inowłódz pod Pilicą.  
1592—93. Żelaziak brunatny, tworzący gruby pokład w piaskach i piaskowcach. Tychów między Wąchockiem a Ilżą.  
1594—1601. Żel. brunatny włóknisty o kształtach naciekowych. Tamże.

**IX. Formacja kredowa.**

**a) Opoka (margiel kredowy) i kreda chlorytowa.**

1637. Krzemień, tworzący warstwę w wapieniu. Szyb próbny w Owczarach pod Buskiem.  
1698—1700. Mineral szczególny, nieco przypominający piankę morską, wodny krzemian glinu, z marglu kredowego pod pokładem siarki w Czarkowach nad Nidą.  
1710—12. Kreda chlorytowa. Kazimierz nad Wisłą.  
1713. Celestyn, w bulach marglu kredowego osadzony. Kazimierz nad Wisłą.  
1717—19. Margiel kredowy z odciskami śnópów rombów 4-bocznych, pozostałych po wypłukanym celestynie. Starościce pod Łęczną

**b) Kreda górna, miękka, biała, pisząca.**

1723—28. Kreda miękka, pisząca. Rejowiec pod Chelmem, Góra Zamkowa w Chelmie, Udrycze pod Zamościem, Częstochowice pod Piaskami.  
1729—31. Buły kredy, zawierające celestyn. Częstochowice pod Piaskami.  
1732. Kreda z Grodna.

**c) Pokłady gipsu i siarki (dziś miosceńskie) związane z formacją kredową, w Województwie Krakowskim.**

1734. Gips zmieszany z marglem. Szczerbaków pod Wiślicą.  
1736—37. „ zbity, nad marglem leżący. Goryslawice pod Wiślicą, Staszów.  
1738. „ śmierzający. Skorocice pod Buskiem.  
1739. „ drobnoziarnisty. Goryslawice pod Wiślicą.  
1740—42. „ zbity. Skorocice pod Buskiem, Tonie pod Krakowem.



- 1743—46. Gips zbity szary i blaszkowy z głęb. 26 łatrów. Szyb próbny (na sól) w Solcu pod Nowem Miastem Korczynem.
- 1747—48. Gips ziarnisty i blaszkowy. Owczary pod Buskiem.
- 1749—50. „ zbity i blaszkowy. Górki i Szczerbaków pod Wiślicą.
- 1751—55 „ blaszkowy. Chotel i Goryslawice pod Wiślicą, Skorocice pod Buskiem, Staszów.
- 1756—59. Gips blaszkowy (selenit) z grotu gipsowej pomiędzy Skotnikami małemi a Owczarami pod Buskiem.
- 1760—63. Nacieki (stalaktyty) gipsu z grotu gipsowej w Skorocicach, pomiędzy Buskiem a Wiślicą.
- 1764—65. Kryształy gipsu z pokładu siarki w Czarkowach nad Nidą.
- 1766—75. Siarka rodzima w rozmaitych odmianach: wprysnięta i wrosła w marglu, z pokładu siarki w Czarkowach nad Nidą.
- 1776—79. Siarka rodzima czysta i zbita. Tamże.
1780. „ „ mączysta. „
- 1781—89. „ „ naciekowa, groniasta, nerkowa z górnej cz. pokładu w Czarkowach, który doznał niegdyś zaburzeń.
1790. Siarka rodzima z drzewem bitumicznym. Tamże.
- 1791—93. Chalcedon naciekowy, pokryty drobnymi kryształkami gipsu. Próźnie górnego, mocno zdzłokowanego pokładu siarki w Czarkowach nad Nidą.
- 1794—97. Kryształy gipsu, skupione w druzi, z tychże próżni.
1798. Siarka rodzima w kryształach. Tamże.

#### X. Formacja trzeciorzędowa w Polsce, na Wołyniu i Podolu.

- a) Gлина plastyczna i formacja lignitowa nad kredą.
1909. Gлина plastyczna z nad marglu i gipsu. Solec pod Nowem Miastem Korczynem.
- 1913—14. Gлина łupkowa, nieco bitumiczna z nad marglu i gipsu, z głęb. 18 łatrów. Szczerbaków nad Wiślicą.
1915. Gлина plastyczna z kryształami gipsu, z form. lignitowej. Urwisty brzeg Wisły w Dobrzyniu, wojew. Płockie.
- 1916—20. Gлина plastyczna z naturalnym zielonym witryolem żelaza, powstałym z rozkładu piritu. Tamże.
- 1921—24. Witryol żelaza zielony i halotrychit w glinie plastycznej. Tamże.
- 1925—26. Gips ziemisty, w bulach i gniazdach. Piaski i gliny form. lignitowej w Dobrzyniu.
- 1927—28. Gips w luźnych kryształach z gliny plastycznej w Dobrzyniu nad Wisłą.
- 1929—31. Kryształy gipsu, skupione w druzi. Z tegoż pokładu.
- b) Wapień gruby piaszczysty.
- 1951—52. Tlenki manganu ziemiste czarne, związane z piaskiem chlorytowym, tworzącym pokład w wapieniu grubym. Pińczów.
- c) Wapień gruby pizolityczny.
- 1962—69. Wapień gruby pizolityczny, Górki pom. Kielcami a Pińczowem, Pińczów, Skotniki pod Buskiem, Skotnica, Ossówka pod Szydłowem.
- 1983—90. Celestyn, tworzący całą warstwę w piaskowcu chlorytowym w Staszowie.
- 1998—2000. Chloryt ziemisty (glaukonit), tworzący grubą warstwę w grubym wapieniu pizolitycznym. Goraj w wojew. Lubelskim.
- 2001—2. Wapień gruby pizolityczny. Hołowsko, Horodenka w Galicyi.
- 2004—5. Wapień oolityczny. Bałta na Podolu, Górniki koło Dubna na Wołyniu, Panasówka pod Demeczynem koło Kamieńca Podolskiego.
- d) Piaszkowce i piaski młodsze od wapienia grubego.
2048. Martwica wapienna w piaskowcu certytowym. Chmielnik.
2049. Mleko skalne. Tamże.

## XI. Dyluwium.

- 2447—52. Martwica wapienna, osiadająca w źródle św. Kadłubka w Karwowie pod Opatowem.  
 2453—58. Martwica wapienna ze Sternalic pod Klimontowem, dol. Czernej pod Krzeszowicami.  
 2461—62. Ruda darniowa. Garwolin pod Łukowem na Podlasiu.  
 2463. Ziemia niebieska z rudy darniowej pod Radomskiem.  
 2464. Ruda darniowa. Dąbrowa pod Kielcami.  
 2465—6. „ „ Kossowski (?) pod Sochaczewem na Mazowszu.

## Z formacji solnej w Galicyi. (Numer. osobna).

318. Gips ziarnisty. Wola Duchnacka pomiędzy Krakowem a Wieliczką.  
 319—22. Gips ziarnisty i włóknisty z Bochni.  
 323—27. Gips włóknisty, zbity i promienisty. Nowe Pole koło Bobrka w okręgu Krakowskim.  
 328—31. Sól szybikowa. Wieliczka.  
 332—39. Anhydryt (kamień trzewiowy). Wieliczka.  
 340—42. Kryształy gipsu w druzach z najniższych pokładów soli. Wieliczka.  
 343—48. Anhydryt nerkowy, pokryty solą kryształową, z pokł. soli szybikowej w Wieliczce.  
 349. Kryształy soli kamiennej. Wieliczka.  
 350—52. Jarka (sól ziarnista, luźna) i sól kryształowa z pokładu soli szybikowej. Wieliczka.  
 353—58. Sól kamienna z najniższego pokł. szybikowego. Wieliczka.  
 365. Gips promienisty z pomiędzy pokł. soli spiżowej i szybikowej. Wieliczka.  
 368—74. Jarka i sól spiżowa. Wieliczka.  
 378—79. Węgiel brunatny w soli spiżowej. Wieliczka.  
 386—87. Sól zielona. Wieliczka.  
 390—93. Sól włóknista, czyli t. zw. szpak. Wieliczka.  
 394—95. Sól naciekowa (nowotwór). Tamże.  
 398—400. Siarka rodzima z pokładu siarkodajnego w Szwoszowicach.  
 401. Gips włóknisty „ „ „  
 402. Baryt „ „ „



## Skorowidz części ogólnej.

### A.

Absorbeyca światła 165.  
Adamaszek kryształowy 150.  
Alochromatyczne minerały 168.  
Alotropia 271.  
Amorficzne ciała 12.  
Analiza 234, 240.  
Anizometryczny układ 53.  
Anizotropowe ciała 163.  
Anomalne kryształy 216.  
Anortyczny układ 48.  
Asteryzm 121, 156.  
Atomowe ciężary 249.  
Augitowy układ 50.

### B.

Badanie drogą mokrą 238.  
Badanie drogą suchą 236.  
Barwy minerałów 166.  
Barwy ścian 205.  
Bazopinakoid 50, 53, 55.  
Bezpostaciowe ciała 12.  
Blask 158.  
Błaszczkowa budowa 124.  
Bliźniaki kolankowe 90.  
Bliźniacze kryształy 86.  
Bliźniacza oś 86.  
Bliźniacza płaszczysta 86.  
Bliźniaczy szew 89.  
Bliźniaki przerosłe 89.  
Bliźniaki stopnia wyższego 97.  
Bliźniaki sztuczne 140.  
Bliźniaki wtórne 140.  
Bliźniaki zrosłe 89.  
Brachydoma 50, 55.  
Brachypinakoid 50, 55.

Brachypiramidy 49, 55  
Brekye żyłowe 290.  
Budowa kryształów 28.  
Budowa minerałów 124.

### C.

Centrowanie 20.  
Charakter dwójłomności 196  
Ciała krystaliczne 11.  
Cienkie płytki 184.  
Ciężar właściwy 231.  
Ciężkie ciecze 233.  
Ciosowe postaci 289.  
Ciosowe spękania 288.  
Czapy 328.  
Cząsteczka krystaliczna 29.  
Cząsteczkowe ciężary 249.  
Czworościan 73.  
Czworościan piramidalny 74  
Czworościan poszostny 74.  
Czworościan rombowy 55  
Czworościan tetragonalny 59.  
Czterdziestościan 72.  
Ćwiartkowe postaci 38.  
Ćwierćpiramidy 49, 50.

### D.

Dendryty 126.  
Diploedr 75.  
Dmuchawka 152.  
Dodekaedr rombowy 70.  
Dopelniające postaci 37.  
Druzgoty kruszcowe 290.  
Druzy 122.  
Dwojaki 86.  
Dwubarwność 205.  
Dwudziestoczterościan deltoidowy 72.

Dwudziestoczterościan trapezoidowy 75.

Dwójłomność dodatnia 164.  
Dwójłomności poznawanie 180.

Dwójłomność ujemna 164.  
Dwunastościan deltoidowy 73

Dwunastościan pentagonalny 74.

Dwunastościan rombowy 70.

Dwunastościan trójkątowy 74

Dwuosiowe ciała 164.

Dwupostaciowe ciała 269.

Dwuścian podstawowy 51.

Dyakisdodekaedr 75.

Dyamagnetyczne ciała 230.

Dychroskop 206.

Dyheksagonalna piramida 64.

Dyheksagonalny słup 64.

Dymorficzne ciała 269

Dyspersja 165

Dyspersja osi optycznych 189.

Dytetragonalna piramida 58.

Dytetragonalny słup 58.

### E.

Elektryczność 225

Elementy symetrii 77.

Elipsoida sprężystości 202.

Enancjomorfizm 68.

Epimorfozy 124, 126.

### F.

Fałszywe kryształy 128.

Fałszywe ściany 112.

Figury nacisku 143.



Figury spękań 142.  
 Figura sprężystości 134.  
 Figury wytrawień 150.  
 Fitogeniczne minerały 316.  
 Fluidalna budowa 127.  
 Fluorescencya 216.  
 Fosforescencya 216.  
 Fumarole 305.

**G.**

Galwanizm 227.  
 Gatunek mineralogiczny 333  
 Geody 123.  
 Giroedryczna hemiedrya 75.  
 Gniazda 293.  
 Goniometry 18.  
 Gra barw 171.  
 Grań 21.  
 Gromady mineralogiczne 336,  
 338.  
 Grupy kryształów 122.

**H.**

Heksaedr 69.  
 Heksagonalny układ 60.  
 Heksakisoktaedr 72.  
 Heksakistetraedr 74.  
 Hemiedrya 36.  
 Hemidomy 49.  
 Hemimorfizm 38.  
 Hemipiramida 53.  
 Hemipryzmy 49.  
 Hemitropia 86.  
 Heteromorfizm 271.  
 Holiedrya 36.  
 Homeomorfizm 274.  
 Hyalinowe minerały 12.

**I.**

Idyochromatyczne minerały  
 168.  
 Iksitetraedr 72.  
 Impregnacya 294.  
 Inkluzye 116.  
 Interferencya 169.  
 Interferencyjne obrazy 185.  
 Iryzya 169.  
 Izogonizm 272.  
 Izometryczny układ 69.  
 Izomorfizm 271.  
 Izomorficzne mieszaniny 116,  
 275.  
 Izomorficzne uwarstwienia  
 115.  
 Izotropowe ciała 163.

**J.**

Jednodwuosiowy układ 56.  
 Jednoosiowe ciała 164.  
 Jednoskośnoosiowy układ 50.  
 Jednoskośny układ 50.  
 Jednotrójosiowy układ 60.  
 Justowanie 20.

**K.**

Kaleniec 55.  
 Katodálne promienie 228.  
 Kątomiary 18.  
 Kąt osi optycznych 192.  
 Kierunki drgań 176.  
 Kierunki załamienia 182.  
 Klasyfikacya mineralogiczna  
 330, 337.  
 Klasyfikacya krystalograficz-  
 na 79.  
 Klasy symetrii 82.  
 Kleina ciecz 233.  
 Kliniec 59.  
 Klinodoma 53.  
 Klinodyagonalna oś 51.  
 Klinopinakoid 52.  
 Klinopiramida 53.  
 Kłęb skalny 288.  
 Kobella skala 223.  
 Kolistą polaryzacją 209.  
 Koloidy 12.  
 Kombinacye 76.  
 Konglomeraty 286.  
 Konkrecye 125.  
 Konoskop 186.  
 Konstytucya chemiczna 262.  
 Kontaktowe utwory 294.  
 Kostka 69.  
 Krawędzie 21.  
 Krażenie ciał 329.  
 Krystaliczne ciała 11.  
 Krystality 109.  
 Krystaloidy 12.  
 Kryształy 11.  
 Kryształy fałszywe 13, 128.  
 Kryształy siatkowe 105.  
 Krzywa sprężystości 134.  
 Krzywe twardości 147.  
 Kształty przypadkowe 124.  
 Kształty minerałów bezpo-  
 staciowych 127.  
 Kwadratowy układ 56.

**L.**

Lawy 303.  
 Leucytoedr 72.

Linie cząsteczkowe 30.  
 Lupa Haidingera 206.

**Ł.**

Łączność pasowa 22, 46.  
 Ługowanie 308.  
 Łupki 296.  
 Łupliwość 12, 137.

**M.**

Magnetyzm 229.  
 Makrodoma 50, 55.  
 Makropinakoid 50, 55.  
 Makropiramidy 49, 55.  
 Martwica 296.  
 Masowe skały 295.  
 Mezosklerometr 149.  
 Mienienie się barw 171.  
 Mieszaniny równopostaciowe  
 275.  
 Migdałowe utwory 293.  
 Migotliwość 157.  
 Mikrochemiczna analiza 243.  
 Mikrolity 108.  
 Mikroskopowe badanie 109.  
 Mimetyczne kryształy 98.  
 Mimezya 99.  
 Mineralogia 1.  
 Mineral 2.  
 Minerogenia 299.  
 Mohsa skala 144.  
 Molekularne związki 267.  
 Molekuła krystaliczna 29.  
 Monokliniczny układ 50.  
 Monosymetryczny układ 50.  
 Morfotropia 274.

**N.**

Nadzwyczajny promień 163.  
 Nacieki 310.  
 Naleciałe barwy 171.  
 Naloty 126.  
 Naroża 21.  
 Naskorupienia 289.  
 Naśladowcze kryształy 98.  
 Nicola pryzmat 177.  
 Niesymetryczna dyspersya  
 191.  
 Nikol 177.

**O.**

Obrazy osi samoukazujące  
 się 208.  
 Obrotowa polaryzacya 208.  
 Odbicie całkowite 160.

Odbijanie światła 155.  
 Odpowiadające postaci 37.  
 Odszklenie 127.  
 Okruchowe utwory 286.  
 Oktaedr 71.  
 Ortodoma 53.  
 Ortodyagonalna oś 51.  
 Ortopinakoid 52.  
 Ortopiramida 53.  
 Ortoskop 178.  
 Osady 309.  
 Osi kryształu 23.  
 Osi sprężystości 202.  
 Osi symetrii 78.  
 Ośmiościan 71.  
 Ośmiościan piramidalny 71.  
 Oś pasa 22.  
 Oryentacja optyczna 198.

## P.

Parageneza 284.  
 Paramagnetyczne ciała 230.  
 Parametry 23, 24.  
 Parametryczne prawo 26.  
 Paramorfozy 228.  
 Para ścian 22.  
 Parowanie 222.  
 Pas 22.  
 Perymorfozy 107.  
 Pień krystaliczny 85.  
 Pień skalny 288.  
 Pierścienie Newtona 170.  
 Pierwiastki chemiczne 235.  
 Pierwiastki symetrii 77.  
 Pierwotne ściany 42  
 Piknometr 231.  
 Pinakoid 50.  
 Piramidalna hemiedrya 60.  
 Piramidalne ściany 25.  
 Piramidarno - hemiedryczna  
 klasa 67.  
 Piramidalny układ 56.  
 Piramida pierwotna 58.  
 Piramidatrzeciego rodzaju 60.  
 Piramida wtóra 58.  
 Piramidy przyrostu 115.  
 Piroelektryczność 225.  
 Pirytoedr 74.  
 Pirytoedryczna hemiedrya 74.  
 Plagioedryczna hemiedrya 75.  
 Plaskur 286.  
 Pleochroizm 205.  
 Pleromorfozy 128.  
 Płaszczyzny cząsteczkowe 30.

Płaszczyzny osiowe 24.  
 Pneumatoliza 305.  
 Pochłanianie 319.  
 Pochylona dyspersja 191.  
 Pochyłościenna hemiedrya 73.  
 Podstawowe ściany 25.  
 Podwójne załamanie światła  
 162.  
 Pojedyncze załamanie światła  
 162.  
 Pokłady 286.  
 Polaryzacja 172.  
 Polaryzacyjne przyrządy 177.  
 Poliedrya 112.  
 Polimorficzne ciała 269.  
 Polisyntetyczne bliźniaki 90.  
 Położenie ścian 21.  
 Połówkowe postaci 36.  
 Polysk 158.  
 Półpostaciowe kryształy 38.  
 Półścienne postaci 36.  
 Pomiar kryształów 18.  
 Porodynowe minerały 12.  
 Postać fali 203.  
 Powierzchnia kryształów 110.  
 Powstawanie kryształów 13.  
 Pozioma dyspersja 191.  
 Prawo wielokrotności sto-  
 sunków 248.  
 Prerozyjne ściany 154.  
 Pręcikowa budowa 124.  
 Promienie X 228.  
 Promieniowanie 218.  
 Proste znikanie 182.  
 Pryzmat Nicola 177  
 Pryzmatyczny układ 53.  
 Pryzmatyczne ściany 25.  
 Przełam 143.  
 Przeobrażanie się minerałów  
 317.  
 Przewodnictwo ciepła 218.  
 Pseudomorfozy 128, 321.  
 Pseudosymetria 98.

## R.

Reakcje na pierwiastki 240.  
 Regularny układ 69.  
 Rodzaje ścian 25.  
 Rodzaje występowania 285.  
 Rodzaj mineralogiczny 333.  
 Rohrbacha ciecz 234.  
 Romboedr 64.  
 Romboedryczno-hemiedrycz-  
 na klasa 64.

Romboedryczno - hemimorfi-  
 czna klasa 68.  
 Romboedryczno-tetartoedry-  
 czna klasa 68.  
 Romboedryczny układ 60.  
 Rombowy układ 53.  
 Röntgena promienie 228.  
 Rozkład minerałów 318.  
 Rozpowszechnienie minera-  
 łów 283.  
 Rozpraszanie barw 165.  
 Rozszerzanie się krysz. od  
 ciepła 219.  
 Roztwory 306  
 Równokątność 272.  
 Równoległościenna hemie-  
 drya 74.  
 Równokierunkowe ciała 163.  
 Równoośiowy układ 69.  
 Równopostaciowe uwarstwie-  
 nie 115.  
 Równopostaciowość 271.  
 Rozwój mineralogii 2.  
 Różnobarwność 205.  
 Różnokierunkowe ciała 163.  
 Różnokliniec 66.  
 Różnoośiowy układ 53.  
 Różnopostaciowość 270.  
 Rysa 168.  
 Rysunki barwne 167.  
 Rzędy mineralogiczne 336,  
 338.  
 Rzuty krystalograficzne 43.

## S.

Ściany prerozyjne 153.  
 Sekrecja boczna 308.  
 Sfenoide 55, 59.  
 Sfenoidalna hemiedrya 59.  
 Siatkowe kryształy 105.  
 Skala Kobella 223  
 Skala Mohsa 145.  
 Skala topliwości 223.  
 Skalenoedr heksagonalny 66.  
 Skalenoedr tetragonalny 59  
 Skąły 286.  
 Skąły masowe 288, 295.  
 Skąły osadowe 288.  
 Skąły wybuchowe 288.  
 Skamieliny 131.  
 Skamieniałości 131.  
 Skamieniałości powstawanie  
 324.  
 Skielety krystaliczne 105

Sklerometry 145.  
 Składy kryształów 293.  
 Skruszczenie 132.  
 Skrzyżowana dyspersja 191.  
 Słownictwo mineralog. 340.  
 Słup trzeciego rodzaju 60.  
 Soczewica 288.  
 Sole 260.  
 Solfatary 305.  
 Sople 126, 310.  
 Spękania krystaliczne 141.  
 Spolaryzowane światło 172.  
 Spójność 133.  
 Spółczynnik załamania 160  
 Spółczyn. załam. główne 200.  
 Sprężystość 133.  
 Stalagmity 310.  
 Stalaktyty 126, 310.  
 Stałość kątów 17.  
 Stauroskop 124.  
 Stosunek osi 26.  
 Stosunki wagowe 246.  
 Stożki przyrostu 115.  
 Stożki wytrawione 152.  
 Subindywidua 111.  
 Sublimacja 305.  
 Sukcesja 284.  
 Symetria 33.  
 Symetria fałszywa 98.  
 Synteza 234.  
 Synteza minerałów 280.  
 Systematyka mineralogiczna 330, 337.  
 Sześcian 69.  
 Sześcian piramidalny 70.  
 Szczotki kryształów 122.  
 Środek symetrii 79.

**T.**

Tantozonalne ściany 22.  
 Tesseralny układ 69.

Tetartoedrya 38.  
 Tetartopiramidy 49.  
 Tetraedr 73.  
 Tetraedryczna hemiedrya 73.  
 Tetragonalny układ 56.  
 Tetrakisheksaedr 70.  
 Tęczowanie 169.  
 Thouleta ciecz 233.  
 Tępliwość 222.  
 Totalreflektometr 161.  
 Trapezoedr 67, 72.  
 Trapezoedryczno-tetartoedryczna klasa 67.  
 Trójbarwność 205.  
 Trójpostaciowość 270.  
 Trójskośnoosiowy układ 48.  
 Trójskośny układ 48.  
 Tryakisoktaedr 71.  
 Trychity 108.  
 Trykliniczny układ 48.  
 Tuf 296.  
 Twardość 144.

**U.**

Ujemne kryształy 116.  
 Układy krystalograficzne 48, 82.  
 Układy mineralogiczne 331.  
 Ukośne znikanie 182.  
 Ukośnec 67.  
 Undulacyjna teoria 169.  
 Uskoki 289.  
 Uskoki krystaliczne 141.  
 Uwarstwienie izmorficzne 115.  
 Uwarstwione skały 296.

**W.**

Wartościowość 256.  
 Westphala wążka 232.  
 Wiązane postaci 105.

Wicynalne ściany 112.  
 Wielopostaciowość 269.  
 Wietrzenie 327.  
 Wietszenie 154.  
 Wnętrze kryształów 113.  
 Woda 296.  
 Woda krystalizacji 265.  
 Wrostki 116.  
 Wsiaki 293.  
 Wskaźniki krystalograficzne 42.  
 Wydzielanie 319.  
 Wymiana 320.  
 Wysiłkanie boczne 308.  
 Występowanie minerałów 282.  
 Wytrawianie 149.  
 Wytrawione figury 149.  
 Wytrawione stożki 152.  
 Wytrawione ściany 149.  
 Wzory chemiczne 253.  
 Wzrost kryształów 14.

**Z.**

Zachowanie symetrii 16.  
 Zaskórne wody 313.  
 Zastąpienia 328.  
 Ziarnista budowa 124.  
 Złożenie minerałów 124.  
 Zmiana budowy minerałów 325.  
 Znakowanie krystalograficzne 41.  
 Zona 22.  
 Zoogeniczne minerały 315.  
 Zrastanie się równoległe 85.  
 Zwyczajny promień 163.

**Ż.**

Żyły 126, 288.



## Skorowidz części szczegółowej.

### A.

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <p>Abichit 588.<br/>         Abraumsalze 630.<br/>         Achroit 530, 531.<br/>         Achtaragdyt 485.<br/>         Actinote 497.<br/>         Adamin 588.<br/>         Adamsyt 575.<br/>         Adulaire 513.<br/>         Adular 510.<br/>         Aegirin 493.<br/>         Aenigmatit 497.<br/>         Aerolity 650.<br/>         Aerugo nobilis 457.<br/>         Aeschnit 587.<br/>         Aetites 440.<br/>         Afrodyt 563.<br/>         Afrosyderyt 570.<br/>         Aftonit 389.<br/>         Agalmatolit 562, 583.<br/>         Agalmatolithus 562.<br/>         Agat 416.<br/>         Agat forteczny 417.<br/>         Agat koralowy 417.<br/>         Agat kropkowany 417.<br/>         Agat mchowy 417.<br/>         Agat obłoczny 416.<br/>         Agat ruinowy 417.<br/>         Agat wstęgowy 417.<br/>         Agrestnik 534.<br/>         Agrykolit 485.<br/>         Ajkinit 384.<br/>         Akantyt 377.<br/>         Akermanit 507.<br/>         Akmit 486, 493.<br/>         Akratotermiy 402.<br/>         Aksynit 538, 544.<br/>         Aktinolit 497.<br/>         Aktynolit 495.</p> | <p>Aktynot 497.<br/>         Akwamaryn 537.<br/>         Alabandyn 399.<br/>         Alabaster 613, 615.<br/>         Alabaster wschodni 470.<br/>         Alaktyt 589.<br/>         Alaskait 383.<br/>         Alaunstein 619.<br/>         Albandyn 395.<br/>         Albertyt 645.<br/>         Albin 556, 557.<br/>         Albit 508, 515, 517.<br/>         Albitowe prawo 514.<br/>         Aleksandryt 451.<br/>         Alemontyt 351.<br/>         Alfenid 362.<br/>         Algeryt 506, 507.<br/>         Algodonit 362.<br/>         Alisonit 399.<br/>         Alkaliczne wody 402.<br/>         Allagit 493.<br/>         Allanit 538, 541.<br/>         Allanite 541.<br/>         Allochroite 535.<br/>         Alloklas 364.<br/>         Alluaudyt 596.<br/>         Alm 472.<br/>         Almandin 534.<br/>         Almandyn 450, 533.<br/>         Alochroit 534.<br/>         Alofan 583, 661.<br/>         Aloklaz 364.<br/>         Alomorfit 607.<br/>         Alpaka 362.<br/>         Alstonit 461.<br/>         Alteryt 645.<br/>         Alumen 619.<br/>         Alumian 610.<br/>         Aluminit 618.<br/>         Alumite 619.</p> | <p>Alunogen 618.<br/>         Alunogène 618.<br/>         Aluodyt 596.<br/>         Altait 375, 382.<br/>         Ałun amonowy 619.<br/>             — pierzasty 620.<br/>             — potasowy 619.<br/>             — rzymski 619.<br/>             — sodowy 619.<br/>         Ałuniak 619.<br/>         Ałunit 618.<br/>         Ałunowa ziemia 641.<br/>         Ałunowy kamień 619.<br/>             — łupek 619.<br/>         Ałuny 619.<br/>         Amalgama 355.<br/>             — srebra 355.<br/>             — złota 354.<br/>         Amarantyt 620.<br/>         Amazonit 514.<br/>         Amazoński kamień 514.<br/>         Ambligonit 591, 595.<br/>         Amblistegit 489.<br/>         Amblygonit 595.<br/>         Amblystegit 489.<br/>         Ambra 639.<br/>         Ambryt 639.<br/>         Amesite 570.<br/>         Ametyst 413, 663.<br/>         Ametyst wschodni 407.<br/>         Amezyt 567, 570.<br/>         Amfibol 494, 499.<br/>         Amfibolu rodzina 494.<br/>         Amfigen 501.<br/>         Amfilogit 575.<br/>         Amfodelit 521.<br/>         Amiant 496.<br/>         Amonowy ałun 619.<br/>         Amphibole 497.<br/>         Amphigène 501.</p> |
|--|---|--|

Analcime 550.  
 Analcym 545, 546, 548.  
 Anatase 424.  
 Anataz 421, 423.  
 Anauksyt 584.  
 Ancile 650.  
 Andalusite 524.  
 Andaluzyt 523.  
 Andaluzytu grupa 523.  
 Andesit 521.  
 Andezyn 508, 515, 519  
 Andoryt 390.  
 Anerodyt 587.  
 Angielska sól 617.  
 Anglarite 597.  
 Anglaryt 597.  
 Anglesite 610.  
 Anglezyt 602, 609.  
 Anhydrit 604.  
 Anhydryt 602, 603, 669.  
 Anhydryt spatyczny 604.  
 Anhydrytowe piętro 630.  
 Ankeryt 476.  
 Ankieryt 476.  
 Annabergit 589.  
 Auniwit 389.  
 Anomit 579.  
 Anorthit 521.  
 Anorthoklas 514.  
 Anortoklaz 513.  
 Anorthose 514.  
 Anortoz 514.  
 Anortyt 508, 515, 520.  
 Anthracit 644.  
 Antigorit 565.  
 Antimonblütthe 429.  
 Autimonglanz 382.  
 Antimonit 382.  
 Antimonium 351.  
 Antimonnickelglanz 365.  
 Antimonsilberblende 393.  
 Antochroit 493.  
 Antofililit 486, 494, 499.  
 Antophyllit 494.  
 Antracyt 643.  
 Antrakonit 472.  
 Antrymolit 548.  
 Antygoryt 563, 564.  
 Antymon 351, 382.  
 — biały 429.  
 — czarny 386.  
 — czerwony 400.  
 — pierzasty 382.  
 — promienisty 382.

Antymon szary 382.  
 — szary pierzasty 384.  
 — zbity 351.  
 Antymoniany 587.  
 Antymonit 375, 381.  
 Apatelit 620.  
 Apatit 595.  
 Apatyt 591.  
 Aphrodit 563.  
 Apiryt 530.  
 Apjonit 620.  
 Aplom 533.  
 Apofililit 556.  
 Apophyllite 557.  
 Apyrit 531.  
 Aragonit 454, 462, 667.  
 Aragonitowe skrzepy 464.  
 Arcanum duplicatum 602.  
 Ardenit 543.  
 Areoksen 591.  
 Arfvedsonite 498.  
 Arfwedzonit 486, 498, 499.  
 Argentan 362.  
 Argentit 377.  
 Argentopiryt 371.  
 Argentum vivum 355.  
 Argentyt 375, 377.  
 Argilla lithomarga 583.  
 Argirodyt 390.  
 Argiropiryt 371.  
 Argon 448.  
 Arkanit 602.  
 Arkanzyt 424.  
 Arkeryt 355.  
 Arksutyty 637.  
 Arnimit 622.  
 Arragonit 465.  
 Arragonite 465.  
 Arsen 350.  
 Arseneisensinter 589.  
 Arsenek miedzi 362.  
 Arseniany 587.  
 Arsenikalkies 360.  
 Arsenikblütthe 428.  
 Arsenikkies 363.  
 Arseniknickel 361.  
 Arseniknickelglanz 364.  
 Arseniolepit 589.  
 Arseniosyderyt 589.  
 Arsenit 428.  
 Arsenkies 363.  
 Arsenolit 428.  
 Arsenolampryt 351.

Arsenopiryt 359, 362.  
 Arsenopiryt nikłowy 364.  
 Arsenopyrit 363.  
 Arsensilberblende 394.  
 Arsenik 351.  
 — biały 428.  
 — rodziny 428.  
 — szklisty biały 428.

Asbest 497.  
 Asbolan 434.  
 Aschentrecker 531.  
 Asfalt 644.  
 Asmanit 655.  
 Aspazyolit 536.  
 Asperolit 559.  
 Aspidolit 578.  
 Asteria 408.  
 Astrachanit 617.  
 Astrofilit 571.  
 Atakamit 627.  
 Atelestyt 588.  
 Ateryastyt 506.  
 Atlasyt 457.  
 Atopit 588.  
 Atramentum sutorium 621.  
 Auera światło 596.  
 Auerbachit 422.  
 Augelit 599.  
 Augit 486, 491, 492, 499.  
 Augit pospolity 492.  
 Auripigmentum 400.  
 Aurychalcyt 456.  
 Aurypigment 395, 400.  
 Automolit 450.  
 Autunit 598.  
 Awauturyt 414.  
 Awaruit 358.  
 Axinite 544.  
 Azbest 496.  
 Azbest serpentynowy 565.  
 Azotany 600.  
 Azurite 458.  
 Azuryt 455, 457, 660—662.

## B.

Babingtonit 486, 493.  
 Badeleit 421.  
 Bagratyonit 541.  
 Bajkalit 490.  
 Balas 450.  
 Baltymoryt 565.  
 Bamlit 524.

Barkewikit 498.  
 Barnardyt 375.  
 Barnhardtite 375.  
 Barolit 461.  
 Barrandyt 598.  
 Bartolomit 620.  
 Barzowit 521.  
 Baryt 602, 604, 661, 669.  
 Baryt wapnisty 607.  
 Barytine 607.  
 Barytocelestyn 609.  
 Barytokalcyt 458, 461.  
 Barytostroncyanit 462.  
 Barytyn 607.  
 Baryzylit 485.  
 Basis 522.  
 Bastit 565.  
 Bastnezyt 637.  
 Bastyt 488, 565.  
 Batrachit 482, 484.  
 Baudyseryt 477.  
 Bauksyt 405.  
 Baulit 522.  
 Baweńskie prawo 509, 515.  
 Bazanomelan 444.  
 Beaumontyt 553.  
 Bechilit 454.  
 Beegerit 383.  
 Beilstein 497.  
 Bejrychit 372.  
 Bekilit 454.  
 Belonit 384.  
 Bementyt 560.  
 Benzyna 648.  
 Beraunit 598.  
 Bercelin 382.  
 Bergbutter 620.  
 Bergöl 649.  
 Bergther 649.  
 Bergmanit 547.  
 Bergmannit 547.  
 Bergmehl 473.  
 Bergmilch 473.  
 Berlinit 599.  
 Bernstein 639.  
 Bertrandyt 482, 485.  
 Berteryt 384.  
 Berunit 598.  
 Beryl 528, 536.  
 Beryl pospolity 537.  
 Berylolit 591.  
 Berzelin 504.  
 Berzelit 590.  
 Bendantyt 620.

Bezwodnik 604.  
 Bezwodyn 604.  
 Bezwodyn trzewiowy 604  
 Białeń 501.  
 Białe złoto 358.  
 Białokrusz 363, 388.  
 Białomiedziak popłatny 388.  
 Biberyt 621.  
 Bielkit 383.  
 Bigeryt 383.  
 Bildstein 562.  
 Bindheimit 588.  
 Binit 383, 385.  
 Binnit 385.  
 Biotit 579.  
 Biotytu rodzina 576.  
 Bisematum 352.  
 Bischofit 634.  
 Biszofit 634.  
 Bittersalz 617.  
 Bitterspath 476.  
 Bitumen 645.  
 Bitumiczne wapniaki 645.  
 Bizmut 351.  
 Bizmutoferryt 485.  
 Bizmutosferyt 458.  
 Bizmutyn 375, 382.  
 Bizmutyt 458.  
 Blanc fixe 607.  
 Blaskoty 359.  
 Blaubleierz 596.  
 Blaneisenerde 597.  
 Bledyt 610, 617.  
 Bleierde 460.  
 Bleiglanz 380  
 Bleigummi 599.  
 Bleivitriol 610.  
 Blenda 395, 664, 665, 667.  
 — aksamitna 435.  
 — antymonowa 400.  
 — antymonowo-srebrna 393.  
 — arsenowo-srebrna 394.  
 — bizmutowa 485.  
 — cynkowa 397.  
 — manganowa 395, 399.  
 — merkuryalna 399.  
 — miedziana 389.  
 — ognista 394.  
 — rogowa 497.  
 — rtęciowa 399.  
 — smolista 448.

Blende 397.  
 Blendy 395.  
 — skorupowe 396.  
 — wątrobowe 396.  
 Bley Spath 460.  
 Blödyt 617.  
 Bławatyn 526.  
 Błękiciec 526.  
 Błękicień 504.  
 Błękit kobaltu 360.  
 — miedzi 458, 559.  
 Błękitnokrusz 458.  
 Błotnik 631.  
 Błyskawka 444.  
 Błyszcz 571.  
 — arsenoniklowy 364.  
 — antymoniklowy 365.  
 — autymonowo-miedziany 386.  
 — antymonowy 382.  
 — bizmutu 382.  
 — bizmutu selenowy 382.  
 — kobaltu 364, 372  
 — miedzi 376, 661.  
 — miedziano-antymonowy 384.  
 — miedziano-bizmutowy 384.  
 — miedziano-srebrny 377.  
 — molibdenowy 381.  
 — niklu 364.  
 — ołowiu 380.  
 — srebra 377.  
 — żelazny 441, 444.  
 — żelaza blaszkowaty 442.  
 — żelaza 441.  
 — żelaza wulkaniczny 442.  
 — żelaza ziarnisty 442.  
 Błyszczak 571.  
 — żelazny 444.  
 Błyszczce 375.  
 — selenowe 382.  
 — siarkowe 375.  
 — telurowe 382.  
 Bodenit 541.  
 Bogheadcoal 643.  
 Bohnerz 440.



Boksyt 405.  
 Boleit 627.  
 Boliwit 401.  
 Boloński kamień 607.  
 Boltonit 483  
 Bolus 583, 665.  
 Bombiczyt 639.  
 Bomontyt 553-  
 Bonanza 391.  
 Bonsdorfit 536.  
 Boracyt 452.  
 Boraks 453.  
 Borany 451.  
 Borany bezwodne 452.  
 Borany wodne 453.  
 Borrax 454.  
 Borax 454.  
 Borazit 453.  
 Bornit 359, 375.  
 Borokalcyt 454.  
 Borokrzem 533.  
 Boronatrokalcyt 454.  
 Bort 347.  
 Bory 640.  
 Bosjemanit 620.  
 Botryogen 620.  
 Botryolit 538.  
 Botryolith 538.  
 Boulangerit 384.  
 Bowenit 564.  
 Brandyt 589.  
 Brandzyt 571.  
 Brauneisenerz 440.  
 Brauneisenstein 440.  
 Brauner Glaskopf 440.  
 Braunit 429, 430.  
 Braunkohle 641.  
 Braunspath 476.  
 Braunstein 434.  
 Braunsztyn 434.  
 Braunsztyn czarny 432.  
 Braunsztyn miękki 431.  
 Braunsztynszary 430, 431.  
 Bravaisit 584.  
 Brawesy 584.  
 Brazylit 421.  
 Breislakit 497.  
 Breithauptyt 359, 362.  
 Brejneryt 477, 657.  
 Breunnerit 477.  
 Brewicyt 547  
 Brewsteryt 546, 553.  
 Brochantyt 622.  
 Bromargiryt 628.

Bromit 628.  
 Bromlit 461.  
 Bromowy Ing 351.  
 Bronz 374.  
 Bronzit 489.  
 Bronzium 374.  
 Bronzyt 487, 488, 499,  
 656.  
 Brookite 425.  
 Broszantyt 622.  
 Bröggeryt 488  
 Brucite 405.  
 Brucyt 404.  
 Brukit 421, 424.  
 Brushit 600.  
 Bruszyt 600.  
 Brylant 349.  
 Brytański metal 426.  
 Brzemień 607.  
 Brzemieniec 607.  
 Brzemiospath 607.  
 Bucholcyt 524.  
 Bucklandite 541.  
 Buklandyt 541.  
 Bulanżeryt 383, 384.  
 Buły manganowe 433.  
 Buntkupfererz 375.  
 Buntkupferkies 375.  
 Bunzenin 382.  
 Bunzenit 404, 421.  
 Buraq 454.  
 Buratyt 456.  
 Burnonit 384, 385.  
 Burnonite 386.  
 Buropat 476.  
 Bursztyn 638.  
 Bursztyn czarny 640.  
 Bustamit 493.  
 Butelkowy kamień 522.  
 Bysolit 496.  
 Byssolithe 497.  
 Bytownit 515, 520, 521.

## C.

Cabreryt 589.  
 Calamine 559.  
 Calcit 473.  
 Callaica 599.  
 Callaina 599.  
 Callais 599.  
 Caput mortuum 368.  
 Carminite 590.  
 Carnallit 634.

Carnat 583.  
 Carollit 372.  
 Cassinit 513.  
 Cassiterite 426.  
 Cejlanit 450.  
 Cejlonit 450.  
 Céladonite 579.  
 Celestyn 602, 607, 667, 668.  
 Celestyna 609.  
 Cement biały 476.  
 Ceolity 545.  
 Cerargiryt 627.  
 Cerolit 566.  
 Ceruleolaktyn 599.  
 Cerussa nativa 460.  
 Cerussit 460.  
 Cerussyt 460.  
 Cerusyt 458, 661, 662, 664.  
 Ceryt 560, 596.  
 Chabasie 552.  
 Chabasit 552.  
 Chabazyt 546, 551  
 Chalcedon 416, 663, 668.  
 Chalcedon mętny 416.  
 Chalcedon przeświecający  
 416.  
 Chalcedonius 417.  
 Chalilit 548.  
 Chalipit 655.  
 Chalkanthit 621.  
 Chalkantyt 621.  
 Chalkofanit 430.  
 Chalkofilit 588.  
 Chalkolit 598.  
 Chalkolith 598.  
 Chalkomenit 622.  
 Chalkopiryty 359, 372  
 Chalkopyrites 374.  
 Chalkosine 376.  
 Chalkosyderyt 598.  
 Chalkotrychit 427.  
 Chalkozyn 375.  
 Chalypit 655.  
 Chessylit 458.  
 Chesterlith 513.  
 Chiasolit 524.  
 Chiasolith 524.  
 Childrenit 599.  
 Chilenit 383.  
 Chiolit 637.  
 Chiwiatyt 383.  
 Chladnit 656.  
 Chloantyt 359, 361.  
 Chloanthit 361.

Chlorek srebra 627.  
 Chlorit 570.  
 Chlorki metali ciężkich 627.  
 Chlorki metali lekkich 628.  
 Chlornik żelaza 627.  
 Chloroastrolit 544.  
 Chlorokalcyt 634.  
 Chlorofan 636.  
 Chlorofeit 560.  
 Chlorofilit 536.  
 Chloromelanit 493.  
 Chloropal 560.  
 Chlorophan 636.  
 Chlorophäit 560.  
 Chlorospinel 450.  
 Chloryt 566, 668.  
 Chlorytoid 571.  
 Chlorytowy spat 571.  
 Chlorytu grupa 566.  
 Chondroarsenit 589.  
 Chondrodite 484.  
 Chondrodyt 482, 484.  
 Chondry 651.  
 Chondryty 651.  
 Chonikryt 569.  
 Christianite 555.  
 Chromeisenerz 448.  
 Chromgelb 623.  
 Chromiany 622.  
 Chromit 448, 655.  
 Chrompikotyt 448.  
 Chrysoberyll 451.  
 Chrysocolla 454, 559.  
 Chrysolit 481.  
 Chrysolithus 484.  
 Chrysotil 565.  
 Chrystofit 397.  
 Chrystyanit 520, 555.  
 Chryzoberyl 449, 450.  
 Chryzokola 454, 559.  
 Chryzolit 483, 527.  
 Chryzopraz 416.  
 Chryzotyl 563, 565.  
 Ciasto skalne 519.  
 Cieplice 402.  
 Ciężki kamień 625.  
 Ciężonka 607.  
 Ciunabaris 399.  
 Claudetit 429.  
 Cleavelandyt 519.  
 Clinohumite 484.  
 Cluthalit 550.  
 Cobaltine 364.  
 Coccinit 627.

Coccolit 492.  
 Coelestin 609.  
 Cohenit 655.  
 Coizyt 539.  
 Columbit 587.  
 Comptonite 548.  
 Connelit 622.  
 Cookeit 576.  
 Copalin 639.  
 Coquimbit 620.  
 Cordierite 536.  
 Cossait 576.  
 Cossyrit 497.  
 Cotunnit 627.  
 Couzeranite 507.  
 Crookesit 382.  
 Cronstedtit 570.  
 Cuban 375.  
 Cubanite 375.  
 Culsageeit 579.  
 Cumengeit 627.  
 Cuprit 428.  
 Cuprum vitreum 376.  
 Cyanit 523, 524.  
 Cyanose 621.  
 Cyanotrychit 622.  
 Cyklopit 521.  
 Cymatolit 493.  
 Cymatyn 496.  
 Cymolit 492, 583, 584.  
 Cymofan 451.  
 Cymophane 451.  
 Cyna 356.  
 Cynamiec 534.  
 Cynamonowy kamień 533.  
 Cyniak 426.  
 Cyniak drzewny 426.  
 Cynkenit 383, 384.  
 Cynkit 421, 426.  
 Cynkokrusz 559.  
 Cynkomien 397.  
 Cynkozyt 610.  
 Cynnabaryt 399.  
 Cynober 395, 397.  
 Cynobrowce 395.  
 Cynowa formacja 426.  
 Cynowe piaski 426.  
 Cynwaldyt 576.  
 Cypryn 543.  
 Cyrolit 599.  
 Cyrkelit 586.  
 Cyrkon 421, 596.  
 Cyrtolit 422.  
 Cytryn 413.

Cwizelit 596.  
 Czarniec 535.  
 Czarnowegiel 643.  
 Czarny bursztyn 641.  
 Czartowskie łajno 645.  
 Czermit 619.  
 Czerń miedziana 434.  
 Czeski granat 534.  
 Czesterlit 513.  
 Czerwonokrusz 393, 394, 426.  
 Czewkinit 585.

## D.

Dafnit 570.  
 Dalit 594.  
 Damuryt 575.  
 Danait 363.  
 Danalit 485.  
 Danburyt 521.  
 Darapskit 610.  
 Darwinit 362.  
 Datolit 537, 538.  
 Datolith 538.  
 Daubrélith 655.  
 Daubreit 627.  
 Davyn 503.  
 Dawsonit 456.  
 Dawyn 503.  
 Dechenit 591.  
 Degeroit 560.  
 Dekluazyt 590.  
 Delessyt 570.  
 Delvauxite 598.  
 Delwoksyt 598.  
 Demantoid 533.  
 Demantspath 408.  
 Demidowit 559.  
 Denny lód 403.  
 Dermatyn 566.  
 Descloizite 590.  
 Desmin 545, 546, 553.  
 Deweylit 566.  
 Diallage 493.  
 Dialogit 481.  
 Diaspore 406.  
 Dichroite 536.  
 Dickinsonit 598.  
 Diopside 492.  
 Diopase 559.  
 Dipyre 507.  
 Disthène 526.  
 Diufrenuazyt 383.

Dobreit 627.  
 Dobrelit 655.  
 Dolomie 476.  
 Dolomit 458, 473, 663.  
   — grochowcowy 475.  
   — krystaliczny 475.  
   — manganowy 481.  
   — rudonośny 439, 478.  
   — skała 475.  
   — zbity 475.  
   — ziarnisty 475.  
 Dolomite 476.  
 Domeykit 362.  
 Dopleryt 639.  
 Doppelspath 473.  
 Douglassit 634.  
 Drawit 531.  
 Dreelit 607.  
 Drobnoscian 507.  
 Druzy papierowe 470.  
 Drzewiak 641.  
 Drzewo górne 497, 565.  
 Drzewocyniak 426.  
 Dudleit 571.  
 Dufrenit 598.  
 Dufrenoyzit 385.  
 Duglasyt 634.  
 Dumortieryt 524.  
 Dunit 483.  
 Dunkles Rothgiltigerz 393.  
 Durangit 590.  
 Dwojaki krzyża żelaznego 365.  
 Dwutlenek krzemu 408.  
 Dyabantyt 570.  
 Dyadelfit 589.  
 Dyadochit 620.  
 Dyaforyt 390.  
 Dyaklasyt 488.  
 Dyalag 491.  
 Dyalogit 458, 481.  
 Dyament 346, 655.  
 Dyamenty marmaroskopie 413.  
 Dyaspor 404, 405.  
 Dychroit 536.  
 Dyhydrit 598.  
 Dydymit 575.  
 Dyfanit 571.  
 Dylmit 405.  
 Dymorfina 400.  
 Dypir 506.  
 Dyopsyd 486, 490, 499.

Dyopsyd chromowy 492.  
 Dyoptaz 559.  
 Dysanalit 587.  
 Dyskrazyt 382.  
 Dysten 524.  
 Dyzanalit 587.  
 Dyzluit 450.  
 Dzeolity 545.  
 Dziegieć ziemny 649.  
 Dżefersonit 492.  
 Dżemsonit 383, 384.  
 Dżenkinsyt 565.  
 Dżety 640, 641.  
 Dżiobertyt 477.  
 Dżonstonit 380.  
 Dżonstrupit 541.  
 Dżylbertyt 575.

## E.

Edelforsyt 487.  
 Edisonit 423.  
 Edyngtonit 546, 547.  
 Egeran 543.  
 Egiryn 493, 499.  
 Eichwaldyt 452.  
 Eisenglanz 444.  
 Eisenglimmer 444.  
 Eisenkies 368.  
 Eisenkobaltkies 360.  
 Eisensinter 589.  
 Eisenspath 480.  
 Eisentalk 562.  
 Eisspath 513.  
 Ekdemit 590.  
 Ekebergit 506.  
 Eklogit 483.  
 Ekmanit 560.  
 Elacheryt 575.  
 Elaeolith 502.  
 Elateryt 645.  
 Elektrum 354.  
 Eleolit 502.  
 Eleonoryt 598.  
 Eliasyt 429.  
 Elit 599.  
 Elpidyt 586.  
 Embolit 628.  
 Emerylit 571.  
 Emmonit 462.  
 Emplektyt 384.  
 Enargit 385, 389.  
 Enhydros 417.  
 Enigmatyt 486, 497.

Enstatit 489.  
 Enstatyt 485, 487, 499.  
 Eosforyt 599.  
 Epidot 538, 539.  
 Epidot manganowy 541.  
 Epidote 541.  
 Epidotu grupa 538.  
 Epidydymit 523.  
 Epigenit 385.  
 Epistylbit 546, 553.  
 Epsomit 610, 616.  
 Epsomite 617.  
 Erbsenstein 473.  
 Erdöl 649.  
 Erdpech 645.  
 Erdwachs 646.  
 Eremit 597.  
 Ersbyit 521.  
 Erstedyt 422.  
 Erubescite 375.  
 Erubescyt 375.  
 Erynit 588.  
 Erythrine 589.  
 Erytrosyderyt 627.  
 Erytryn 589.  
 Eschinit 587, 596.  
 Esmarkit 521, 536.  
 Eszynit 587.  
 Eter naftowy 618.  
 Etryngit 620.  
 Euchroit 588.  
 Eudnofit 550.  
 Eudyalit 586.  
 Eudydymit 523.  
 Eufilit 576.  
 Eufodyt 491.  
 Eukairyt 382.  
 Eukamptyt 578.  
 Euklase 538.  
 Euklaz 537.  
 Enkolit 586.  
 Enkriptite 502.  
 Enkryptyt 502.  
 Enkryty 656.  
 Enksenit 587, 596.  
 Eulityn 482, 485.  
 Eulizyt 483.  
 Euosmit 639.  
 Eupirchroit 595.  
 Eupyrchroite 595.  
 Eusynchit 591.  
 Euxenit 587.  
 Ewansyt 599.  
 Ewigtokit 637.



## F.

Facelit 502.  
 Fahle 383.  
 Fairfieldite 599.  
 Fajalit 482, 483.  
 Fajans 582.  
 Fakolit 552.  
 Falbandy 393.  
 Falunit 536.  
 Falunit twardy 536.  
 Famatynit 385.  
 Farmakolit 588.  
 Farmakosyderyt 589.  
 Faroelit 548.  
 Fasait 492.  
 Faserkiesel 524.  
 Fasetka 349.  
 Faujasite 552.  
 Fauzeryt 621.  
 Federerz 384.  
 Feldspar 513.  
 Feldspat 513.  
 — próżny 524.  
 Feldspath 513.  
 Felkneryt 405.  
 Felsöbanyit 618.  
 Felspar 513.  
 Felspat szklisty 511.  
 Felspat wapienny 520.  
 Felspatów grupa 507.  
 Felspatów przekrój rom-  
 bowy 517.  
 Felspaty 507.  
 — potasowo-sodo-  
 we 508.  
 — prążkowane 515.  
 — sodowo-wapien-  
 ne 514.  
 — trójskośne 515.  
 Felsspath 513.  
 Fenacyt 485.  
 Fenakit 482, 485.  
 Fengit 575.  
 Fenicyt 623.  
 Fer oligiste 444.  
 — spatique 480.  
 Ferberyt 626.  
 Ferfildyt 599.  
 Fergusonit 587.  
 Ferromangan 434, 447.  
 Ferronatryt 620.  
 Festyn 488.  
 Fettstein 502.

Fibroferryt 620.  
 Fibrolit 524.  
 Fibrolith 524.  
 Fichtelit 646.  
 Figury Widmanstättena  
 653.  
 Filadelfit 579.  
 Filipsyt 546, 554.  
 Fillowit 598.  
 Firm 404.  
 Fiszeryt 599.  
 Flinkit 589.  
 Flogopit 579.  
 Flos ferri 464.  
 Fluelit 636.  
 Fluoceryt 637.  
 Fluores 636.  
 Fluorite 636.  
 Fluorki 634.  
 Fluoryt 634.  
 Flus 636.  
 Fluspat 634.  
 — cuchnący 636.  
 — śmierzący 635.  
 Fluspatowy kwas 634.  
 Flussspath 636.  
 Foglit 458.  
 Folbortyt 591.  
 Foleryt 583.  
 Folgeryt 371.  
 Folowanie 582.  
 Forcheryt 420.  
 Forezyt 556.  
 Forhauzeryt 565.  
 Formacya lignitowa 640.  
 — solonośna 630.  
 Forsterite 484.  
 Forsteryt 482, 483.  
 Fosforany 591.  
 Fosforochalcyt 598.  
 Fosforyt 593.  
 Fosgenit 627.  
 Fotogen 648.  
 Fotycyt 493.  
 Fouquéit 541.  
 Fowleryt 493.  
 Fozazyt 552.  
 Frajbergit 386, 388.  
 Frajeslebenit 390.  
 Frankeit 384.  
 Franklandyt 454.  
 Franklinit 448.  
 Frankolit 593.  
 Fraueneis 615.

Frencelit 382.  
 Friedelit 560.  
 Frieseit 371.  
 Frugardyt 543.  
 Fryczeit 598.  
 Frydelit 560.  
 Fryzeit 371.  
 Fuchsyt 575.  
 Fukeit 541.  
 Fuksyt 575.  
 Fulguryty 415.

## G.

Gabro 483, 491.  
 Gabronit 513.  
 Gadolinit 537, 538, 596.  
 Gagat 640.  
 Gagatek 641.  
 Gagatus 641.  
 Galaktyt 548.  
 Galena 375, 378, 660—665,  
 667.  
 Galena inanis 397.  
 — mieniąca 379.  
 Galenit 380  
 Galenobizmutyt 383  
 Galenoidy 375.  
 Galman 478, 558, 559, 665.  
 — biały 478, 664.  
 — czerwony 478, 665.  
 — komórkowy 478.  
 — krzemowy 558, 664.  
 — węglowy 558.  
 Galmanu grupa 557.  
 Galmei 559.  
 Ganofilit 560.  
 Ganit 450.  
 Ganomalit 485.  
 Ganomatyt 589.  
 Garnierite 561.  
 Garnieryt 560.  
 Garnkowiec 561.  
 Garnkowy kamień 561.  
 Gastaldit 498.  
 Gastaldyt 498.  
 Gaylussit 456.  
 Gänseköthigerz 589.  
 Gearksutyt 637.  
 Gedryt 486.  
 Gehlenit 507.  
 Geieryt 363.  
 Geikielith 586.  
 Geikilit 586.  
 Gejzeryt 419.

Gelbbleierz 624.  
 Gelbeisenstein 437.  
 Gelenit 504, 507.  
 Gelusyt 455.  
 Gekrösstein 604.  
 Geokronit 383.  
 Genthite 561.  
 Gentyt 561.  
 Gerardyt 601.  
 Germ 390.  
 Gersdorfit 359, 364.  
 Getyt 429, 434.  
 Gibbsit 405.  
 Gibsyty 405.  
 Gigantolit 536.  
 Gilbertit 575.  
 Gilingit 560.  
 Gimbelit 584.  
 Gimnit 566.  
 — niklowy 561.  
 Giobertyt 477.  
 Gips 610, 663, 665, 668, 669.  
 — lodowaty 613, 615.  
 — luskowaty 613.  
 — promienisty 613  
 — spatowy 613.  
 — włóknisty 613.  
 — w Polsce 614.  
 — zbity 613.  
 — ziarnisty 613.  
 Gipsowce 601.  
 Gipsowe groty 613.  
 Girolit 557.  
 Gismondyn 548.  
 Gizekit 574.  
 Glacies Mariae 615.  
 Glageryt 583.  
 Glauzokobalt 364.  
 Glaserz 377.  
 Glauberite 603.  
 Glaubersalz 610.  
 Glauberska sól 610.  
 Glauberskie wody 402.  
 Glauberit 602.  
 Glauconit 579.  
 Glaukodot 359, 364.  
 Glaukolit 506.  
 Glaukofan 486, 498, 499.  
 Glaukophan 498.  
 Glaukopiryt 360.  
 Glaukonit 579, 668.  
 Glazeryt 602.  
 Gleby ciepłe 582.  
 — zimne 582.

Glejta 426.  
 Glimmer, patrz Mika.  
 Glinka 581, 668.  
 — mamutowa 582.  
 Gliniany 449.  
 Glinka żółta 583.  
 Glinkit 483.  
 Glinokrzemiany 481.  
 Glinowe siarczany 618.  
 Gliny grupa 579.  
 Glokeryt 620.  
 Glottalit 552.  
 Glucyna 451.  
 Gmelinit 546, 552.  
 Gojazyt 599.  
 Gorzka sól 617.  
 Gorzkie wody 402.  
 Goslaryt 521.  
 Goździkowiec 494.  
 Göthit 435.  
 Górna mąka 473.  
 — skóra 565  
 Górne drzewo 565.  
 — masło 620.  
 Górny korek 565.  
 Górski śnieg 404.  
 Grad 403.  
 Grafit 349, 655.  
 Grafitoid 644.  
 Grahamit 645.  
 Gramatyt 495.  
 Grammatite 497.  
 Graminit 560.  
 Granat 528, 532.  
 — czeski 534.  
 — pospolity 534.  
 — szlachetny 533.  
 Granatek 534.  
 Granatnik 529.  
 Granatu grupa 528.  
 Granit napisowy 511.  
 Graniton 491.  
 Granbleierz 596.  
 Granbraunstein 430, 431.  
 Graner Speisskobalt 360.  
 Grauspiessglaserz 382.  
 Greenovit 585.  
 Grenokit 395, 397.  
 Grenovit 585.  
 Grochaut = Grochowitz.  
 Grochowce 470.  
 Grochowiec 464, 473.  
 Grochowitz 570.  
 Grodeckit 552.

Grodekkit 552.  
 Gronobor 538.  
 Gronowiec 538.  
 Gropit 536.  
 Grorilit 433.  
 Grosular 533.  
 Grothit 585.  
 Groty gipsowe 613.  
 Grotyt 585.  
 Gruneryt 496.  
 Gruntowy łód 403.  
 Grünbleierz 596.  
 Grünerde 579.  
 Grykalandyt 498.  
 Guanit 600.  
 Gnano 594.  
 Guarynit 585.  
 Guejaryt 385.  
 Gumit 429.  
 Gurhofian 476.  
 Gurofit 476.  
 Gurolit = Girolit.  
 Gwadalkazaryt 399.  
 Gypsum 615.

## H.

Haarkies 372.  
 Haczetolit 587.  
 Haczetyn 646.  
 Haematit 444.  
 Haematites 444.  
 Hagemanit 637.  
 Haidingerit 588.  
 Hajdyngeryt 588.  
 Hajucyt 454.  
 Hajtoryt 416.  
 Halit 632.  
 Halites 632.  
 Hallit 579.  
 Halloysit 583.  
 Hallsztacka sól 617  
 Haloizyt 583.  
 Halotrychit 618, 620, 668.  
 Halun 619  
 Hamartyt 637.  
 Hambergit 453.  
 Hanksyt 602.  
 Hannait 600.  
 Harnotom 546, 555.  
 — barowy 556.  
 — wapienny 555.  
 Harnotome 556.  
 Harrisit 376.

Hartmanganerz 433.  
 Hartyt 646.  
 Haryngtonit 548.  
 Haryzyt 376.  
 Hatchettin 646.  
 Hatchettolith 587.  
 Haueryt 395, 399.  
 Haugtonit 579.  
 Hausmanit 429, 432.  
 Haunyn 499, 504.  
 Haydenit 552.  
 Hayezyn 454.  
 Hedenbergit 486, 491, 492, 499.  
 Hedyfan 590.  
 Hel 448.  
 Heliofilit 590.  
 Heliotrop 416.  
 Helmint 570.  
 Helminth 570.  
 Helwetan 578.  
 Helwin 482, 485.  
 Helvin 485.  
 Hemafibryt 589.  
 Hematokonit 472.  
 Hematolit 589.  
 Hematyt 429, 440.  
   — brunatny 440.  
   — czerwony 444.  
   — ochrowy 443.  
   — włóknisty 442, 662.  
   — zbity 443.  
 Hemimorfit 559.  
 Hemimorphit 559.  
 Henwoodit 599.  
 Henwudyt 599.  
 Hercynit 450.  
 Herderyt 591, 595.  
 Hereryt 479.  
 Hernesyty 588.  
 Herrengrundyty 622.  
 Herszelit 552.  
 Hesonit 533.  
 Hessonite 534.  
 Hesyty 375, 382.  
 Hetairyt 434.  
 Heterogenit 434.  
 Heteromorfit 384.  
 Heteromorphit 384.  
 Heterolit 434.  
 Heterozyt 596.  
 Heubachit 434.  
 Heulandite 553.  
 Heulandyt 553, 663.

Hibneryt 623.  
 Hiddenit 493.  
 Hieratyt 637.  
 Higrofilit 584.  
 Himbeerspath 481.  
 Hinceit 454.  
 Hiordalit 586.  
 Hisingeryt 560.  
 Hlizingeryt 560.  
 Hjelmit 587.  
 Hohlspace 524.  
 Holzzinuerz 426.  
 Homanit 620.  
 Homichlin 375.  
 Homilit 537.  
 Honigstein 637.  
 Hopeit 599.  
 Horbachit 372.  
 Hornblenda 486, 496, 499.  
   — bazaltowa 497.  
   — bazaltyczna 497.  
   — pospolita 497.  
 Hornblende 497.  
 Hornerz 627.  
 Hornsilber 627.  
 Horsfordyt 362.  
 Hortonolit 484.  
 Houghit 405.  
 Howlit 454.  
 Hörnesyt 588.  
 Hugit 405.  
 Humboldtillit 507.  
 Humboldyn 638.  
 Humboldyt 507.  
 Humit 482, 484.  
 Humite 484.  
 Hureaulit 596.  
 Hurolit 596.  
 Huronit 536.  
 Hübnerite 626.  
 Hyacynt 421.  
 Hyalit 419.  
 Hyalofan 508, 513.  
 Hyalomelan 522.  
 Hyalosiderit 484.  
 Hyalosyderyt 483.  
 Hyalotekit 485.  
 Hybneryt 626.  
 Hydroapatyt 595.  
 Hydrargilit 404, 405.  
 Hydroboracyt 454.  
 Hydrocernsyty 458.  
 Hydrocynkit 456.  
 Hydrodolomit 456.

Hydrofan 420.  
 Hydrofit 565.  
 Hydrofluoceryt 637.  
 Hydrohematyt 436.  
 Hydroherderyt 591.  
 Hydroity 401.  
 Hydromagnezyt 455, 456.  
 Hydromagnokalcyt 456.  
 Hydronefelit 548.  
 Hydropit 493.  
 Hydrotalkit 405.  
 Hydrozinkit 456.  
 Hypersten 485, 487, 488.  
 Hyperstenit 489.  
 Hypersthène 489.  
 Hypoksantyt 437.  
 Hyposkleryt 519.  
 Hystatyt 444.

## I.

Iadzeń 492.  
 Iberyt 536.  
 Ichtyofthalm 557.  
 Ichthyophthalmine 557.  
 Idocrase 543.  
 Idokraz 543.  
 Idryalin 398.  
 Idryalit 645.  
 Igelsztremit 484.  
 Iglésiasite 460.  
 Iglezyazyt 460.  
 Ihleit 620.  
 Ikrowce 472.  
 Ikrowiec 473.  
 Ikrzyca 473.  
 Iksolit 639.  
 Iksyolit 587.  
 Ilmenit 429, 444.  
 Ilmenorutyl 423.  
 Ilwait 485.  
 Il 581.  
 Ilomargiel 583.  
 Inczyt 560.  
 Indyanit 521.  
 Indygolit 530.  
 Iryd 358.  
 Irydo-osm 358.  
 Iskrzyk 368  
   — magnetyczny 371.  
   — szary 370.  
   — złocisty 368.  
 Iskrzyki 359.



Itabiryt 442.  
 Itakolumit 348.  
 Itneryt 504.  
 Itroceryt 636.  
 Itroilmenit 587.  
 Itrotantalit 587, 596.  
 Itrotytanit 585.  
 Ixiolite 587.  
 Izeryn 445.  
 Izeryt = nigryn.  
 Izoklaz 599.

## J.

Jadeit 493.  
 Jadéite 493.  
 Jakobsyt 448.  
 Jalpait 378.  
 Jamesonit 384.  
 Jarka 630, 669.  
 Jarosyt 620.  
 Jarozyt 620.  
 Jarzec 456, 471.  
 Jaskółcze ogony 611.  
 Jaspis 415.  
 — bazaltowy 582.  
 — porcelanowy 582.  
 Jaulingit 639.  
 Jefferisit 579.  
 Jeffersonit 492.  
 Jenkinsit 565.  
 Jeremiejewit 452.  
 Jet 641.  
 Jodek ołowiu 627.  
 — rtęci 627.  
 — sodu 634.  
 Jodoargiryt 628.  
 Jodobromit 628.  
 Jodyt 628.  
 Johanit 620.  
 Johnstrupit 541.  
 Jolit 536.  
 Jolith 536.  
 Jordanit 383.  
 Jozeit 382.  
 Judenpech 645.  
 Julianit 389.

## K.

Kabreryt 589.  
 Kacholong 418.  
 Kainit 610, 617.  
 Kakoksen 598.

Kalait 599.  
 Kalamín 558, 664, 665.  
 Kalaweryt 382.  
 Kalcyt 458, 465, 661, 662.  
 — krystaliczny 470, 666.  
 — włóknisty 470, 663.  
 Kaledonit 622.  
 Kaliglimmer 575.  
 Kalinit 619.  
 Kaliofilit 499, 502.  
 Kaliophilite 502.  
 Kalkmalachit 457.  
 Kalkspath 473.  
 Kalkstein 473.  
 Kalktuff 473.  
 Kallait 599.  
 Kalomel 627.  
 Kalusit 616.  
 Kaluszyt 615.  
 Kamacyt 654.  
 Kamienie siarczyste 359.  
 Kamienne naczynia 582.  
 Kamień alunowy 619.  
 — amazoński 514.  
 — boloński 607.  
 — butelkowy 522.  
 — ciekący 473.  
 — ciężki 625.  
 — cynamonowy 533.  
 — cynowy 426.  
 — garnkowy 561.  
 — gruchający 438.  
 — ikrzasty 473.  
 — kapany 473.  
 — kroplisty 473.  
 — krzyżowy 556.  
 — księżycowy 510, 511.  
 — lazurowy 504.  
 — litograficzny 473.  
 — łupny 473.  
 — migający 565.  
 — miodowy 637.  
 — plewisty 547.  
 — probierski 418.  
 — promienisty 547.  
 — przejrzysty 575.  
 — pudyngowy 417.  
 — punamu 496.  
 — słoneczny 519.  
 — szprudlowy 464.  
 — śmierzdzący 473.  
 — tłusty 502.  
 — turecki 599.

Kamień trzewiowy 604, 669.  
 — wapienny 473.  
 — xiężycowy 513.  
 — złotogorący 484.  
 — złoty 484.  
 Kammkies 370.  
 Kampilit 590.  
 Kampilit 590.  
 Kaneelstein 534.  
 Kankrynit 499, 503.  
 — sodowy 503.  
 — wapienny 503.  
 Kantonit 399.  
 Kaolin 580.  
 Kaolin właściwy 581.  
 Kao-ling 583.  
 Kaolinit 583.  
 Kapnit 479.  
 Kaporczyjanit 550.  
 Karat 349.  
 Karbonado 347.  
 Karbonat 347.  
 Karbunkul 407, 534.  
 Karelini 401.  
 Karfolit 543.  
 Karfesydyt 620.  
 Karfunkel 534.  
 Karlsbadzkie prawo 509, 515.  
 Karminit 590.  
 Karnalit 633.  
 Karnalitowe piętro 630.  
 Karnat 581.  
 Karnie 437.  
 Karniol 416.  
 Karń 480.  
 Karolit 359, 372.  
 Karpholit 543.  
 Karstenit 604.  
 Karund 408.  
 Karyntyn 497.  
 Karyopilit 560.  
 Kastor 523.  
 Kasynit 513.  
 Kasyteryt 421, 425.  
 Kaszolong 416.  
 Katapleit 586.  
 Katzensilber 575.  
 Kausimkies 370.  
 Kämmererit 570.  
 Keilhanit 585.  
 Kelift 534.  
 Kemereryt 568.  
 Kengoty 390.

Kenleinit 646.  
 Kentrolit 485.  
 Keramohalit 618.  
 Kerargiryt 627.  
 Kerargyre 627.  
 Kerargyrit 627.  
 Kerasit 536.  
 Kerazyn 627.  
 Kerazyt 535.  
 Kermes 401.  
 Kermesyt 400.  
 Kerolit 566.  
 Kerstenit 622.  
 Ketygit 589.  
 Kibdelofan 445.  
 Kieselgalmei 559.  
 Kieserit 616.  
 Kilbrekenit 384.  
 Kilindryt 384.  
 Kilinit 584.  
 Kimatolit 493.  
 Kimatyn 496.  
 Kindybał 646.  
 Kipiączka 649.  
 Kirozyt 370.  
 Kizel 416.  
 Kizel arsenikowy 363.  
 Kizeryt 610, 616.  
 Kizerytowe piętro 630.  
 Kizy 359.  
 Kjerulfin 595.  
 Klaprotyn 599.  
 Klaprotyt 385.  
 Klaryt 390.  
 Klaustalit 375, 382.  
 Kleweit 448.  
 Kley 645.  
 — ognisty 649.  
 — złotniczy 454, 559.  
 Kliftonit 655.  
 Klingmanit 571.  
 Kliniastek 544.  
 Klinochlor 567, 569, 570.  
 Klinohumit 482, 484.  
 Klinoklas 588.  
 Klinoklaz 588.  
 Klintonit 571.  
 Klintonitu grupa 571.  
 Klipsztajnit 560.  
 Kliwlandyt 519.  
 Klodetyt 428.  
 Klutalit 550.  
 Kłączeń 507.  
 Knebelit 484.

Kobalt biały 360.  
 — błyszczący 364.  
 — czerwony promienisty 589.  
 — skorupowy 351.  
 — ziemisty 589.  
 — — czarny 434.  
 Kobaltbeschlag 589.  
 Kobaltblüthe 589.  
 Kobaltglanz 364.  
 Kobaltokrusz 364.  
 Kobaltomenit 622.  
 Kobaltowa formacja 606.  
 Kobaltowy nalot 589.  
 Kobaltyn 359, 363.  
 Kobelit 383.  
 Kochsalz 632.  
 Kocie oko 414.  
 — srebro 575.  
 — złoto 578.  
 Koczubeit 568.  
 Kohenit 655.  
 Kohlenblende 644.  
 Kohlengalmei 559.  
 Kokcynit 627.  
 Kokimbit 620.  
 Kokolit 490.  
 Koks 643.  
 Kokszarowit 497.  
 Kolemanit 453, 454.  
 Koliryt 583.  
 Kolofonit 534, 543.  
 Kolophonit 535.  
 Koloradoit 382.  
 Kolumbit 587.  
 Komptonit 548.  
 Konaryt 560.  
 Konduryt 362.  
 Konelit 622.  
 Konsbergit 355.  
 Konichalcyt 588.  
 Kontryfał 397.  
 Kopal 639.  
 Koperwas właściwy 621.  
 — zielony 621.  
 Koperwasy 620.  
 Kopiafit 620.  
 Kopit 587.  
 Koprofit 595.  
 Koracyt 448.  
 Korek górny 565.  
 Kordyeryt 528, 535.  
 Kornerupin 529.  
 Korund 404, 406, 408.

Korundelit 571.  
 Korundofilite 567, 570.  
 Korundophilite 570.  
 Korundowy syenit 408.  
 Korynit 364.  
 Kossait 575.  
 Kossyryt 497.  
 Kostkokrusz 380.  
 Kostkowiec 550.  
 Kostkowień 550.  
 Kotunit 627.  
 Kowelin 395, 399.  
 Kozalit 383.  
 Köttigit 589.  
 Krablit 513, 522.  
 Krajtonit 450.  
 Krancyt 639.  
 Kranryt 598.  
 Kreda 472, 667.  
 — czerwona 444.  
 — glaukonitowa 472.  
 — hiszpańska 562.  
 — jeziorowa 472.  
 — piaslna 473.  
 Kredneryt 434.  
 Kreittonit 450.  
 Kremersyt 627.  
 Kreneryt 382.  
 Kresen 497.  
 Kreuzstein 556.  
 Krokidolit 498.  
 Krokoit 622.  
 Krokosz 360.  
 — ołowiany 623.  
 Krokydolith 498.  
 Kronsztedyt 570.  
 Krople wody 527.  
 Krugit 618.  
 Kruksyt 382.  
 Krupki cynowe 426.  
 Krupy 403.  
 Krusiec ołowiu 380.  
 Krusz antymoniklu 365.  
 — arsenikalny 363.  
 — miedzi indygowej 399.  
 — — pstry 375.  
 — miedziany 374.  
 — niklu 372.  
 Kruszec 401, 429.  
 — cynku czerwony 426, 664.  
 — cynowy 426.  
 — cyny 426.

Kruszec cyny iglasty 425.  
 — gruzłowy 380.  
 — iglasty 384.  
 — kobaltu 362.  
 — koralowy 398.  
 — kurze łajno 589.  
 — miedzi i bizmutu 384.  
 — — czerwony 428.  
 — — fosforycznej 598.  
 — niklu 362.  
 — ołowiu 380, 663.  
 — — błękitnego 379.  
 — — brunatny 596.  
 — — czerwony 623.  
 — — niebieski 596.  
 — — zielony 596.  
 — — żółty 624.  
 — wolframowo-ołowiany 624.  
 — żółty 382.  
 Kruszeń 406.  
 Kruszyńiec 538.  
 Krwawiec 444.  
 Krwawnica 442, 444.  
 Krwawnik 416, 444.  
 Krychtonit 445.  
 Kryofilit 576.  
 Kryolit 636, 637.  
 Kryptolit 597.  
 Kryptomorfit 454.  
 Krystobalit 419.  
 Kryształ 408.  
 — górny 412.  
 Kryształokrusz 426.  
 Krzemiany 481.  
 — bezwodne 481.  
 Krzemieny łupek 417.  
 Krzemień 417, 663.  
 — włóknisty 524.  
 Krzemionka 416.  
 Krzemionkowa martwica 420.  
 Krzemionkowe wody 402.  
 Krzemionkowyskrzep 419.  
 Krzemocykoniany 586.  
 Krzemogalman 559.  
 Krzesak 418.

Krzyża żelaznego dwojaki 365.  
 Krzyżeń 529, 556.  
 Krzyżoplam 524.  
 Krzyżowień 556.  
 Krzyżowy kamień 556.  
 Ksantofilit 571.  
 Ksantokon 394.  
 Ksantosyderyt 437.  
 Ksantyt 543.  
 Ksenolit 524.  
 Ksenotym 591, 597.  
 Ksylochlor 557.  
 Ksyłotyl 565.  
 Kuban 359.  
 Kubanit 375.  
 Kubicyt 550.  
 Kuboit 550.  
 Kukit 576.  
 Kulsazeit 579.  
 Kumengeit 627.  
 Kumingtonit 497.  
 Kupferblau 559.  
 Kupferblende 389.  
 Kupferblüthe 428.  
 Kupferglanz 376.  
 Kupferglas 376.  
 Kupferglaserz 376.  
 Kupferglimmer 583.  
 Kupfergrün 559.  
 Kupferkies 374.  
 Kupferlazur 458.  
 Kupfernickel 361.  
 Kupferschaun 588.  
 Kupfersmaragd 559.  
 Kupferyt 494.  
 Kuprodekhuazyt 591.  
 Kupromagnezyt 621.  
 Kuproplumbit 380.  
 Kupryt 421, 427.  
 Kuzeranit 506.  
 Kwarc 404, 408, 662, 663.  
 — granitowy 414.  
 — gwiaździsty 414.  
 — kapturowy 411.  
 — komórkowy 414.  
 — mleczny 414.  
 — pokładowy 415.  
 — porfirowy 414.  
 — różowy 414.  
 — stopiony 415.  
 — szafirowy 414.  
 — śmierzący 414.  
 — włóknisty 414.

Kwarc zadymiony 413.  
 — ziarnisty 414.  
 — żelazisty 414.  
 — żyłowy 413.  
 Kwarcu grupa 408.  
 Kwarcyn 416.  
 Kwarcyt 415.  
 Kwarzec pospolity 416.  
 Kwas fluspatowy 634  
 Kwaśnice 402.  
 Kwiat antymonu 429.  
 — cynkowy 456.  
 — kobaltowy 589.  
 — miedziany 427.  
 — mosiężny 456.  
 — nikłowy 589.  
 — żelaza 464.  
 Kwensztedyt 620.  
 Kyrosit 370.  
 Kysztymit 408, 521.

## L.

Labradora 491, 508, 515, 520.  
 Lagonit 454.  
 Laksmanit 623.  
 Lampryty 359.  
 Lanarkit 610.  
 Langbanit 430.  
 Langit 622.  
 Lankasteryt 456.  
 Lansfordyt 456.  
 Lantanit 455.  
 Lapis Bononiensis 607.  
 — calaminaris 559.  
 — calcarius 473.  
 — crucifer 524, 529.  
 — Lazuli 504.  
 — litheosphorus 607.  
 — nephriticus 497.  
 — specularis 575, 615.  
 — tiburtinus 472.  
 Larderelit 454.  
 Lasulite 504.  
 Lasur 458.  
 Lasurit 504.  
 Latrobit 521.  
 Laubanit 551.  
 Laumonite 551.  
 Laumontit 551.  
 Lauryonit 627.  
 Lauryt 359, 368.  
 Lautaryt 626.



Lawenit 586.  
 Lawsonit 538.  
 Lazulit 504, 599.  
 Lazur 458, 504.  
 Lazurit 458.  
 Lazurstein 504.  
 Lazuryt 458, 499, 504.  
 Leadhillit 622.  
 Leberkies 370.  
 Ledereryt 552.  
 Lehuntyt 548.  
 Lelingit 359.  
 Len górny 497.  
 Lencyn 583.  
 Lenzin 583.  
 Leonardyt 550.  
 Lepa 404.  
 Lepidokrokite 435, 662.  
 Lepidolit 576.  
 Lepidolith 576.  
 Lepidomelan 579.  
 Lepolit 521.  
 Leptochloryty 570.  
 Lerbachit 382.  
 Lerzolit 483.  
 Letsomit 622.  
 Leuchtenbergit 569, 570.  
 Leucit 501.  
 Lencyt 499.  
 Lencyt czowoy 501.  
 Leucytu grupa 499.  
 Lenkocyklit 557.  
 Leukofan 485.  
 Leukoksen 585.  
 Leukopiryt 360.  
 Leukotyl 565.  
 Leweit 617.  
 Lewigit 619.  
 Lewin 552.  
 Lewizyt 588.  
 Levyn 552.  
 Libeneryt 574.  
 Libetenit 598.  
 Libigit 458.  
 Lichtes Rothgiltigerz 394.  
 Lidy 417.  
 Liewryt 482, 485.  
 Lievrit 485.  
 Lignit 640.  
 — błotny 641.  
 — drzewiasty 641.  
 — łupkowy 641.  
 — papierowy 641.  
 Ligroina 648.

Lilianit 383.  
 Lilit 560.  
 Limonit 429, 435.  
 — bulasty 437.  
 — dziurkowaty 437.  
 — grochowcowy 438.  
 — ochrowy 437.  
 — piaszczysty 437.  
 — szklisty 437.  
 — tłusty 437.  
 — włóknisty 436.  
 — zbity 436.  
 — ziemisty 437.  
 — w Polsce 439.  
 Limonite 440.  
 Linaryt 622.  
 Lindsait 521.  
 Lineit 372.  
 Linkur 536.  
 Linneit 359.  
 Linsenerz 588.  
 Liparit 636.  
 Lirokonit 588.  
 Litofizy 522.  
 Litomarga 581.  
 Lityofilite 596.  
 Lityoforyt 433.  
 Lityonit 576.  
 Liwingstonit 384.  
 Lodowce 404.  
 Lodowcowy lód 404.  
 Lofoit 570.  
 Loganit 569.  
 Loksoklaz 511.  
 Lorandyt 394.  
 Lomonit 545, 546, 550.  
 Lomontyt 551.  
 Lonchidit 370.  
 Lonchidyt 370.  
 Loxoklas 513.  
 Łód 402.  
 — denny 403.  
 — gruntowy 403.  
 — lodowcowy 404.  
 — naciekowy 403.  
 — płytowy 403.  
 — powłoczysty 403.  
 Löllingit 359.  
 Lös 582.  
 Löweit 617.  
 Löwigit 619.  
 Łśnień 513.  
 Lubanit 551.  
 Lubryka 444.

Luchssapphir 536.  
 Ludlamit 598.  
 Ludwigit 452, 453.  
 Lulkówka 563.  
 Lumachella 471.  
 Luneburgit 599.  
 Lunit 598.  
 Lupus metallorum 382.  
 Lusatyt 416.  
 Lutecyt 416.  
 Luzonit 385.

## L.

Łatwotopek 637.  
 Łojek 562.  
 Łomikost 473.  
 Ług bromowy 351.  
 Ługowe wody 402.  
 Łupek alunowy 619.  
 — chlorytowy 567.  
 — krzemienisty 417.  
 — palny 665.  
 — szlifierski 420.  
 — talkowy 561.  
 Łuskowiec 473.  
 Łuszczeń 576.  
 Łuszczkowiec 576.  
 Łysak 480.  
 Łyszcza 571.  
 Łyszczyk 571  
 — litynowy 576.  
 — łojkowy 579.  
 — magnezyowy 579.  
 — potasowy 575.

## M.

Magnes 447.  
 Magnesia nigra 434.  
 Magnesit 477.  
 Magnesitspath 477.  
 Magnesowiec 447.  
 Magnet kámién 447.  
 Magnetisenerz 447.  
 Magnetischer Kies 371.  
 Magnetit 447.  
 Magnetkies 371.  
 Magnetopiryt 371.  
 Magnetopyrit 371.  
 Magnetyt 429, 445, 655.  
 Magnezoferryt 448.

- Magnezyt 458, 477.  
 Magnoferryt 448.  
 Magnolit 622.  
 Majolika 582.  
 Maksyt 622.  
 Malachit 455, 456, 660, 661.  
 — krzemionkowy 559.  
 — wapienny 457.  
 Malacolith 492.  
 Malakolit 490.  
 Malakon 422.  
 Malardyt 621.  
 Maldonit 383.  
 Malinowskit 388.  
 Maltacyt 583.  
 Manebachskie prawo 509, 515.  
 Mangan miękki 431.  
 — szary 662, 666.  
 — twardy 433.  
 Manganes 431.  
 Manganecz czarny 433.  
 — czerwony 481.  
 — szary 430.  
 Manganit 429, 666.  
 Mangankiesel 560.  
 Manganofil 579.  
 Manganokalcyt 473.  
 Manganokrzem 560.  
 Manganophyll 579.  
 Manganowa piana 431.  
 Manganowe buły 433.  
 Manganozyt 404, 421.  
 Manganspath 481.  
 Marcelin 430.  
 Marchasita 370.  
 Marekanit 522.  
 Margarodyt 576.  
 Margaryt 571.  
 Margiel 472, 473, 582, 661.  
 Marialith 507.  
 Marienglas 315.  
 Markasit 370.  
 Markasyt 359, 368, 661.  
 Markazyt 368, 370.  
 Marmaroskie dyamenty 413.  
 Marmolit 564.  
 Marmur biały 471.  
 — kararyjski 471.  
 — muszlowy 471.  
 — onyksowy 470.  
 — orański 470.  
 — paroski 471.  
 — pentelijski 471.  
 Marmur posagowy 471.  
 — ruinowy 472, 660.  
 — zwaliskowy 472.  
 Marmury kolorowe 472, 660.  
 Martwica kredowa 472.  
 — krzemionkowa 420.  
 — wapienna 472, 668, 669.  
 Martyt 443.  
 Maryalit 504, 505, 506.  
 Mascagnin 602.  
 Maskanin 602.  
 Maskanit 602.  
 Maskelinit 657.  
 Masło górne 620.  
 Masonit 571.  
 Masykot 426.  
 Matlokit 627.  
 Mazonit 571.  
 Mącz skalny 473.  
 Mąka arszemikalna 428.  
 — skalna 470.  
 Medulla saxi 583.  
 Meerschäum 563.  
 Megabromit 628.  
 Meionit 507.  
 Mejdzonit 504, 506.  
 Mejmacyt 429.  
 Mejonit 504, 505, 506.  
 Mejzonit 507.  
 Melakonit 434.  
 Melafir 483.  
 Melanit 533.  
 Melanochroit 623.  
 Melanoflogit 420.  
 Melanolit 560.  
 Melanotekit 485.  
 Melanteryt 620.  
 Melinofan 485.  
 Melilit 504, 507.  
 Melilite 507.  
 Melinit 583.  
 Melit 637.  
 Mellite 637.  
 Melonit 372.  
 Menakanit 445.  
 Mendozyt 619.  
 Mendypit 627.  
 Meneginit 383.  
 Mengit 586.  
 Menilit 420.  
 Mercublende 399.  
 Mercurius 355.  
 Merkuryusz 355.  
 Meroksen 576.  
 Meroxen 579.  
 Mesole 548.  
 Mesotype 547.  
 Messelit 599.  
 Metabruszyt 600.  
 Metachloryt 571.  
 Metacinnabarite 395.  
 Metacynnabaryt 399.  
 Metacynober 395.  
 Metakrzemiany 481.  
 Metaksyt 565.  
 Metal brytański 426.  
 Metale ciężkie 352.  
 — kruche 350.  
 Metaliczne tlenki 421.  
 Metaloidy 344.  
 Metawoltyn 620.  
 Meteoryty 650.  
 Mezolit 548.  
 Mezolith 548.  
 Mezotyp 547.  
 Mezytyn 481.  
 Miał 582.  
 Miargiryt 390.  
 Mica 571.  
 Miedziak błękitny 458.  
 — ceglasty 428.  
 — czerwony 428.  
 — szmaragdowy 559.  
 — zielony 457.  
 Miedziak pstry 375.  
 Miedzianka 428.  
 Miedzioczerń 434.  
 Miedziokrzyk 374.  
 Miedziokrusz 361.  
 Miedziomangan 434.  
 Miedzioszmaragd 559.  
 Miedz 356, 662.  
 — aksamitna 622.  
 — błękitna 458.  
 — ceglasta 428.  
 — cementowa 374.  
 — czarna 434.  
 — czerwona 428.  
 — — włosista 428.  
 — fioletowa 375.  
 — mikowa 588.  
 — pienista 588.  
 — promienista 588.

Miedź pstra 375.  
 — soczewkowa 588.  
 — szklista 376.  
 — szmaragdowa 559.

Mielin 581.

Mieniokrusz 382.

Miesit 596.

Miętusia 497.

Mignik 492.

Mika 571.

— barowa 575.

— chromowa 575.

— krucza 576.

— litynowa 576.

— magnezowa 579.

— miedziana 588.

— perłowa 571.

— potasowo-litynowa  
576.

— potażowa 575.

— rubinowa 435, 662.

— sodowa 575.

— wapienna 571.

— żelazna 442.

Mikarela 574.

Miki grupa 571.

— jednoosiowe 577.

— kruche 571.

— magnezowej rodzina  
576

— potasowej rodzina  
572.

Mikrobromit 628.

Mikroclin 508, 511, 513.

— sodowy 513.

Mikrolit 587.

Mikropertyt 511.

Mikrosommit 503.

Mikrotin 521.

Mikrotyn 517.

Miksyt 588.

Milarit 523.

Milaryt 523.

Mileryt 359, 371.

Milleryt 372.

Miłoszyn 583.

Mimetese 590.

Minetesit 590.

Mimetezyt 590.

Mimetit 590.

Mimetyt 590.

Minia 426.

Minium 399.

Miodan glinu 637.

Miodowiec 637.

Miodowy kamień 637.

Mirabilit 610.

Mispickel 363.

Mispickel 362.

— kobaltowy 363.

Mistpuckel 363.

Misy 368, 620.

Mizi 620

Mizyt 596.

Mizzonit 507.

Mleko górne 470.

— skalne 668.

Modrołuszc 526.

Modryn 609.

Molibdeniaki 623.

Molibdeniany 623.

Molibdenit 375, 380

Molibdomenit 622.

Molibdyt 429.

Molizyt 627.

Molochit 457.

Molybdänbleispath 624.

Molybdänglanz 381.

Molybden giętki 381.

Molybdénite 381.

Moldawit 522.

Monacyt 591, 596.

Monadzyt 596.

Monazit 596.

Mondstein 513.

Monhajmit 479.

Monradyt 488.

Monrolit 524.

Montanit 622.

Montebrasyt 595

Monticellit 484.

Montmorylonit 583.

Montyczelit 482, 484.

Mordenit 548.

Morenozyt 621.

Mormorion 416.

Moroksyt 593.

Moroxit 595.

Morska woda 632.

Morwenit 555.

Moryon 413.

Moscovite 575.

Mosiadz 374.

Moskiewski kámién 575.

Moskiewskie szkło 575

Moskowit 575.

Motramit 591.

Motylak 576.

Mozandryt 541.

Mózg kamienny 583.

— skalny 581.

Mózgowiec 583.

Mulicyt 597.

Mullicite 597.

Murczysonit 513.

Muriazit 604.

Muromontyt 541.

Muryacyt 604.

Murzynka 437.

Murzyńskie łebki 530.

Muscovite 575.

Muskowit 572.

Muskowitu rodzina 572.

Mydlenieć 566.

Mydło górne 583.

Mydłowiec 583.

Myelin 583.

Mylnik 595.

Myzoryn 457.

## N.

Naciek 473.

— żelazny 589.

Naciekowy лёд 403.

Nacrit 583.

Nadelerz 384.

Nadoryt 588.

Nadrenenowskie warstwy  
642.

Nafata 649.

Nafta 646.

— niemiecka 641.

Nagyagit 382.

Nakryt 581.

Nalot kobaltowy 589.

Nantokit 627.

Nasturan 448.

Natroborokalcyt 454

Natrofilit 596.

Natron 455.

Natrolit 545, 546, 547

Natrolith 547.

Naumanit 375, 382.

Nejzylber 362.

Nefelin 499, 501.

— litynowy 502.

— potasowy 502.

Nefryt 496.

Neftgil 645.

Nekeonit 455.

Nemalit 405.

Neolit 566.



Neotyp 473.  
 Nepheline 502.  
 Nephrit 497.  
 Neptunit 585.  
 Nerkowiec 497.  
 Newberryit 600.  
 Newjańskit 358.  
 Nickel arsenicale 361.  
 Nickelarsenkić 364.  
 Nickelblütthe 589.  
 Nickelglanz 364.  
 Nickeline 361.  
 Nickelkies 372.  
 Niebieska ziemia 348.  
 Niebiesciec 609.  
 Niepewnień 497.  
 Niesilec 550.  
 Niezgorzeń 497.  
 Nigryn 423, 445.  
 Nikiel arsenikalny 361.  
 — arsenikowy 361.  
 — włosisty 372.  
 Nikielin 359, 361.  
 Niobiany 587.  
 Niobit 587.  
 Nitratin 601.  
 Nitratin 601.  
 Nitrit 601.  
 Nitrobaryt 601.  
 Nitrokalcyt 601.  
 Nitromagnezyt 601.  
 Nitryt 601.  
 Niwenit 448.  
 Nocerina 636.  
 Noceryt 636.  
 Nolit 587.  
 Nontronit 560.  
 Nontronitu grupa 560.  
 Nordenszeldyn 452.  
 Nordmarkit 529.  
 Nowe srebro 362.  
 Nozean 499, 504.  
 Numeit 560.  
 Nusyeryt 596.  
 Nussierit 596.  
 Nutalit 506.  
 Nuttalit 507.

**O.**

Obłocznik 502.  
 Obrazkowiec 562, 583.  
 Obsydyan 522.  
 Ochra antymonowa 429.  
 — bizmutowa 429.

Ochra brunatna 661.  
 — chromowa 583.  
 — czerwona 443.  
 — molibdenowa 429.  
 — nativa 440.  
 — tantalowa 429.  
 — telurowa 429.  
 — uranu 429.  
 — wolframowa 429.  
 Ochry 428, 437.  
 Ociecz 473.  
 Odmieniec 497.  
 Odzokieryt 646.  
 Oellacherit 575.  
 Oerstedtit 422.  
 Okenit 557.  
 Okry 428.  
 Okrzemkowa ziemia 420.  
 Oksalit 638.  
 Oktaedrit 424.  
 Oktaedryt 424.  
 Olafit 519.  
 Oldhamit 655.  
 Olej kwirynusowy 647.  
 — Seneki 647.  
 — skalny 646.  
 — sycylijski 647.  
 — ziemny 646.  
 Oleje bitumiczne 646.  
 Oléy skalny 649.  
 Oley ziemny 649.  
 Oligist 444.  
 Oligoklas 521.  
 Oligoklaz 508, 515, 519.  
 Oligonit 481.  
 Olivin 484.  
 Oliwenit 588.  
 Oliwin 482, 483, 655.  
 Oliwinowa skała 483.  
 Ołowiak zielony 596.  
 Ołowiane szkło 609.  
 Ołowianka 460.  
 Ołowiec 378, 380.  
 Ołowień 610.  
 Olów 355.  
 — biały 460.  
 — błękitny 596.  
 — błyszczący 380.  
 — brunatny 596.  
 — czarny 460.  
 — czerwony 623.  
 — rogowy 627.  
 — zielony 596.  
 — złoty 624.

Ołówek 350.  
 Omfacyt 492.  
 Omphazit 492.  
 Onegit 435.  
 Onkoit 570.  
 Onkozyn 575.  
 Onofryt 399.  
 Onyks 417.  
 Onyx 418.  
 Oolity 472.  
 Oozyt 536.  
 Opal 419.  
 — bulasty 420.  
 — drzewny 420.  
 — jaspisowy 420.  
 — kaszolongowy 419.  
 — ognisty 420.  
 — szlachetny 419.  
 — zwyczajny 420.  
 Operment 400.  
 Opoka 667.  
 Ophites 565.  
 Oranżyt 422, 596.  
 Orfelec 552.  
 Organiczne sole 637.  
 Orli kamień 438.  
 Orthit 541.  
 Orthochlorit 570.  
 Orthoklas 513.  
 Orthose 513.  
 Ortochloryt 566.  
 Ortochloryty 570.  
 Ortoklaz 508, 511.  
 — sodowy 511, 519.  
 Ortoklasy wulkaniczne 511.  
 — zwyczajne 510.  
 Ortokrzemiany 481.  
 Ortoz 513.  
 Ortyt 541, 596.  
 Oryzyt 553.  
 Orzechy marglowe 367.  
 Osmek irydu 358.  
 Osmelit 487.  
 Osmo-iryd 358.  
 Osteolit 593, 599.  
 Otrelit 571.  
 Owenit = Turyngit.  
 Ozokerit 646.  
 Ozokeryt 645.

**P.**

Pachnolit 637.  
 Packfong 362.

Pagodyt 562.  
 Pajsbergit 493.  
 Pakfong 362.  
 Palad 358.  
 Pallasyt 655.  
 Pancerze 366.  
 Pandemit 454.  
 Paradoksyt 511.  
 Parafina 646.  
 Paragonit 575.  
 Paralgit 506.  
 Paranthine 507.  
 Parantyn 506.  
 Parastylbit 553.  
 Parazyt 453.  
 Parczyn 535.  
 Pargasyt 497.  
 Partschin 535.  
 Paryzyt 637.  
 Pasait 506.  
 Patrynit 384.  
 Patyna 374, 457.  
 Paulit 488.  
 Pawlit 489.  
 Pechblenda 448.  
 Pecyt 382.  
 Peganit 599.  
 Pegmatolit 511.  
 Pegmatolith 513.  
 Pektolit 486, 487.  
 Pelagit 433.  
 Pelikanit 583.  
 Peliom 536.  
 Penin 567.  
 Penkatyt 456.  
 Pennin 570.  
 Pentlandyt 359, 371.  
 Penwithit 560.  
 Penwityt 560.  
 Peplolit 536.  
 Percylit 627.  
 Peridote 484.  
 Periklin 521.  
 Perlit = perłowiec.  
 Perłowa mika 571.  
 — sól 630.  
 Perłowiec 522.  
 Perowskit 585.  
 Pertyt 511.  
 Perydot 484.  
 Peryklaz 404, 405.  
 Peryklin 518.  
 Peryklinowe prawo 515.  
 Perysteryt 519.

Petalit 523.  
 Pétalite 523.  
 Petroleum 649.  
 Phacelite 502.  
 Phenakit 485.  
 Phengit 575.  
 Phillipsite 555.  
 Phlogopit 579.  
 Phosgenit 627.  
 Phosphorit 595.  
 Photicit 493.  
 Phönicyt 623.  
 Piana manganowa 431.  
 — morska 563.  
 — wilcza 626.  
 Pianka morska 563.  
 Piasek magnetyczny 447.  
 Piaskokrusz 352.  
 Piancyt 639.  
 Picotite 450.  
 Piecyt 598.  
 Piemontyt 538, 541.  
 Pienisty wapień 464.  
 Pierres de croix 529.  
 Pierwiastki 344.  
 Piętro anhydrytowe 630.  
 — karnalitowe 630.  
 — kizerytowe 630.  
 — polihalitowe 630.  
 Pikeryngit 620.  
 Piknit 527.  
 Piknotrop 569.  
 Pikotyt 450.  
 — chromowy 448.  
 Pikranalcym 550.  
 Pikrofarmakolit 588.  
 Pikrofil 492.  
 Pikrolit 564.  
 Pikrolith 565.  
 Pikromerite 618.  
 Pikromeryt 618.  
 Pikrosmin 566.  
 Pikrotefroit 484.  
 Pikrotitanite 445.  
 Pikrotytanit 444.  
 Pikryt 483.  
 Pilinit 543.  
 Pilit 496.  
 Pimelit 566.  
 Pinakiolit 452, 453.  
 Pingwit 560.  
 Pinit 536, 574, 575.  
 Pinitoid 584.  
 Pinnoit 453.

Pinolit 477.  
 Piorunkowa rurka 415.  
 Piotyn 566.  
 Piórokrusz 384.  
 Piperno 506.  
 Piralolit 492, 566.  
 Pirargiryt 390, 391.  
 Pireneit 535.  
 Pirgom = fassait.  
 Pirkofil 566.  
 Pirochlor 587.  
 Pirochroit 404, 421.  
 Pirofanit 429, 445.  
 Pirofilit 583.  
 Pirofizalit 527.  
 Piroksen 489, 499, 656.  
 Piroksenu i amfibolu analogia 498.  
 — i amfibolu grupa 485.  
 — rodzina 487.  
 Piroluzyt 429, 431.  
 Piromorfit 591, 595.  
 Pirop 534.  
 Piropisytyt 646.  
 Pioretyn 639.  
 Pirortyt 541.  
 Piroskleryt 569.  
 Pirosmalit 560.  
 Pirostybit 400.  
 Pirostylpnit 394.  
 Pirotyn 371.  
 Pirytyt 359, 365, 661, 662, 663, 665, 667.  
 — arsenikalny 360.  
 — arsenikowy 363.  
 — biały 360, 370.  
 — bizmutowo-kobaltowy 360.  
 — cynowy 375.  
 — grzebieńasty 369.  
 — kobaltowy 372.  
 — kobaltowo-nikłowy 372.  
 — magnetyczny 359, 370.  
 — miedziany 374.  
 — miedziany pstry 375.  
 — nikłowy 372.  
 — — biały 361.  
 — — czerwony 361.  
 Pirytyt niebieski 360.

- Piryłt oszczepowy 370.  
 — platynowy 361.  
 — promienisty 369, 660.  
 — srebrny 371.  
 — tesselarny 360.  
 — wątrobowy 369, 665.  
 — włosisty 372.  
 — wodnisty 370.  
 — żelazisto-kobaltowy 360.  
 — żelazny 368.  
 — żelazno-nikłowy 371.  
 — żelazny grzebień-  
 sty 370.  
 — — magnety-  
 czny 371.  
 — — miękki 370.  
 — — promieni-  
 sty 370.  
 — — spiżowy 370.  
 — — wątrobowy 370.  
 Pirytoidy 359.  
 Pirrosyderyt 435, 662.  
 Pirrotyn 371.  
 Pistacit 541.  
 Pistacyt 541.  
 Pistomezyt 481.  
 Pitkarandyt 496.  
 Pitycyt 589, 662, 663.  
 Pizanit 621.  
 Pizolity 470.  
 Plagioklas 521.  
 Plagioklaz 514, 657.  
 Plagionit 383.  
 Planeryt 599.  
 Plata 358.  
 Platina 358.  
 Platneryt 421, 426.  
 Platyna 358.  
 Platynoiryd 358.  
 Plazma 416.  
 Pleonast 450.  
 Pléonaste 450.  
 Plesyt 654.  
 Plewisty kamień 547.  
 Plinian 363.  
 Plintyt 583.  
 Plumbogumit 599.  
 Plumbokaleyt 473.  
 Plumboferryt 448.  
 Plumbum cinereum 352.  
 Plumosit 384.  
 Plumozyt 384.  
 Płowokrusze 384.  
 Płytkowy lód 403.  
 Poddarniówka 440.  
 Podrednowskie warstwy 642.  
 Podwoień 492.  
 Pokwit arsenikalny 428.  
 Pola węglowe 642.  
 Poliadelfit 535.  
 Polianit 429, 430.  
 Poliargit 521.  
 Poliarsenit 589.  
 Polibazyt 390.  
 Polichroit 536.  
 Polidymit 371.  
 Polihalit 618.  
 Polihalitowe piętro 630.  
 Polikraz 587.  
 Polimignit 586.  
 Polisferyt 596.  
 Polluks 501.  
 Polon 448.  
 Polowiec 513.  
 Polucyt 501.  
 Polwik 513.  
 Polybasit 390.  
 Polycras 587.  
 Polyhalit 618.  
 Pomocnik 444.  
 Poonalit 548.  
 Popieleń 493.  
 Porcelanec 513.  
 Porcelanka 583.  
 Porcelanowa ziemia 581.  
 Porcelanówka 583.  
 Porkura 649.  
 Porost kruchy 377.  
 — miękki 377.  
 Porpecyt 354.  
 Porzellanerde 583.  
 Potasiec 557.  
 Powelit 623, 625.  
 Powłóczysty lód 403.  
 Pożary podziemne 643.  
 Pólopál 420, 662.  
 Praz 414.  
 Prazem 414.  
 Prazeolit 536.  
 Prazyn 599.  
 Predacyt 456.  
 Pregratyt 576.  
 Prehnit 544.  
 Prehnitoid 507.  
 Prenit 538, 543.  
 Prenitoid 506.  
 Prętowiec 507.  
 Prochlorit 570.  
 Prochloryt 567, 569.  
 Promieniec 495, 497.  
 — szklisty 490.  
 Promieniokrusz 382.  
 Promieniowiec 497.  
 Promienisty kamień 547.  
 Protobastyt 488.  
 Protowermikulit 579.  
 Proustite 394.  
 Prozopit 637.  
 Próchnica żelazna 447.  
 Prustyt 390, 393.  
 Pryceit 454.  
 Pryzmatyn 529.  
 Przekrój rombówy felspa-  
 tów 516.  
 Przeczeń 615.  
 Przędzeń 497.  
 Przybramit 435.  
 Pseudoapatyt 595.  
 Pseudobrukite 429, 445.  
 Pseudofit 568.  
 Pseudogalena 397.  
 Pseudolibetenit 598.  
 Pseudomalachit 598.  
 Pseudotryplit 596.  
 Psilomelan 433.  
 Pstrokusz 382.  
 Psylomelan 432.  
 Pterolit 579.  
 Pterolith 579.  
 Pylolit 548.  
 Pucheryt 591.  
 Pudyngowy kamień 417.  
 Pufleryt 554.  
 Pumeks 522.  
 Punamu 496.  
 Puskinit 541.  
 Pycnite 527.  
 Pyrargyrit 393.  
 Pyrit 368.  
 Pyrites 368.  
 Pyrites flavus 374.  
 Pyrolusit 431.  
 Pyromorphit 596.  
 Pyrop 535.  
 Pyrophysalit 527.  
 Pyrosmalith 560.  
 Pyroxène 492.



Pyrrhosiderit 435.  
Pyrrotin 371.

## Q.

Quartzum 416.  
Quenstedtyt 620.  
Quertze 416.

## R.

Rabenglimmer 576.  
Rabdyt 655.  
Rad 448.  
Radiolith 547.  
Radyolit 547.  
Rafilit 496.  
Ragit 588.  
Rajmondyt 620.  
Ralstonit 637.  
Ramelsbergit 361.  
Raseneisenerz 440.  
Rastolit 579.  
Raut 349.  
Razumowskin 583.  
Realgar 395, 399.  
— czerwony 400.  
— żółty 400.  
Reden 642, 662.  
Redruthite 376.  
Redrutyt 376.  
Redyngit 598.  
Reinit 626.  
Remeryt 620.  
Remingtonit 458.  
Renseleryt 562.  
Rensselärit 562.  
Reperyt 483.  
Retynalit 564.  
Retynit 639.  
Retyzyt 560.  
Rhabdit 655.  
Rhätizit 526.  
Rhodochrom 570.  
Rhodochrosit 481.  
Rhyakolith 513.  
Riebeckite 498.  
Ripidolith 570.  
Rod 358.  
Rodochrom 568.  
Rodochrozyt 481.  
Rodonit 486, 493.  
Rodotylyt 560.

Rodtguldenerz 394.  
Rodycyt 452.  
Rogenstein 473.  
Rogowiec 415, 663.  
Rogowień 497.  
Romancowit 535.  
Romeit 588.  
Ropa 646, 649.  
Roscoelit 575.  
Rosenbuschit 586.  
Rosenbuszyt 586.  
Rostornit 639.  
Rothbleierz 623.  
Rothgolderz 393.  
Rotheisenerz 444.  
Rother Glaskopf 444.  
Rothkupfererz 428.  
Rothnickelkies 361.  
Rothofit 535.  
Rothzinkerz 426.  
Rozelan 521.  
Rozelit 589.  
Rozeta 349.  
Roztwór srebra 351.  
Rozyt 521.  
Róża 349.  
Róże żelazne 411.  
Różyczka 349.  
Römeryt 620.  
Röthel 444.  
Röttisit 560.  
Rtęć 355.  
— rogowa 627.  
— wątrobową 398.  
Rubelan 578.  
Rubelit 530.  
Rubicel 450.  
Rubin 407.  
— balas 450.  
— spinel 450.  
— wschodni 407.  
Rubiny brazylijskie 526.  
Rubryka 443, 666.  
Ruda 429.  
— błękitna 437.  
— błotna 440.  
— bobowa 438, 666, 667.  
— bulasta 480.  
— czarna 437.  
— iglasta 435.  
— jeziorowa 438.  
— kamionkowa 480.  
— karniowa 480.

Ruda kobaltowo-manganowa 434.  
— krzemionkowa zwykła 559.  
— łączna 440.  
— manganu twarda 433.  
— miedzi smolista 437.  
— — zielona 457.  
— miedziano-manganowa 434.  
— ołowiu czarna 460.  
— oolityczna 666.  
— stalowa 480.  
— zdrojowa 437.  
— żelaza darniowa 437, 669.  
— — łąkowa 438, 666, 667.  
— — nerkowa 438.  
— — smolista 437, 596.  
— żelazna błękitna 597.  
— — kostkowa 589.  
— — zielona 598.

Rudawizna 583.  
Rudowęgiel 641.  
Rudy 429.  
— bagniste 438.  
— brunatne 480.  
— niebieskie 480.  
Rudzieniec 423.  
Rumphit 570.  
Rurki piorunkowe 415.  
Ruten 358.  
Rutil 423.  
Rutyl 421, 422.  
Ryakolit 511, 512.  
Rybekit 486, 498, 499.  
Rybie oko 557.  
Rychteryt 496.  
Rynkit 541.  
Ryonit 389.  
Rytyngeryt 394.  
Rywotytyt 588.

## S.

Saboit 489.  
Sacharyt 521.  
Sadż 403.  
Safiry 529.

- Saflor 360.  
 Safloryt 360.  
 Sagenit 423.  
 Sahlit 492.  
 Sainit 371.  
 Sakura-ishi 536.  
 Sal ammoniacum 633.  
 — anglicum 617.  
 — digestivus Sylvii 633.  
 — Glaseri 602.  
 — mirabile 610.  
 — nitri 601.  
 Salamoniak 633.  
 Saletra barowa 601.  
 — chilijska 601.  
 — magnezowa 601.  
 — potasowa 600.  
 — rodzima 601.  
 — sodowa 601.  
 — wapienna 601.  
 Saletrowce 586.  
 Saletry 600.  
 Salmiak 633.  
 Salinowe siarczany 610.  
 Salit 490.  
 Samarskit 587.  
 Sametka 435.  
 Samoit 583.  
 Sandaracha 400.  
 Sandaraka 400.  
 Sandbergeryt 389.  
 Sanidin 513.  
 Sanidyn 512.  
 Saponit 566.  
 Sapphir 408.  
 Sarcelite 507.  
 Sard 416.  
 Sardonik 417.  
 Sardonyks 417.  
 Sardonyx 418.  
 Sardus 417.  
 Sardyk 418.  
 Sarkinit 589.  
 Sarkolit 504, 507.  
 Sarkopsyd 596.  
 Sartoryt 383.  
 Sasolin 404, 405.  
 Satin spar 470.  
 Saussuryt 521.  
 Saxum calcis 473.  
 Saynit 371.  
 Schaalstein 486.  
 Schaumkalk 465.  
 Scheelbleierz 624.  
 Scheeline ferruginé 626.  
 Scheelit 625.  
 Schefferit 492.  
 Schillerspath 565.  
 Schillerstein 565.  
 Schorlomit 585.  
 Schörl 531.  
 Schreibersit 655.  
 Schrötterit 583.  
 Schützit 609.  
 Schwarzbleierz 460.  
 Schwarz-Braunstein 432.  
 Schwarzer Glaskopf 433.  
 Schwarzerz 440.  
 Schwarzkohle 643.  
 Szwarspiessglaserz 386.  
 Schwerspath 607.  
 Schwerstein 625.  
 Seebachit 552.  
 Seladonit 579.  
 Sellait 636.  
 Selenit 613, 668.  
 Selenites 615.  
 Selenowe błyszczce 382.  
 Semseit 384.  
 Senarmontyt 428.  
 Sepiolit 562.  
 Sepiolith 563.  
 Serbian 583.  
 Serpentina 565.  
 Serpentin 565.  
 Serpentina 565.  
 Serpentyt 563, 567.  
 — pospolity 564.  
 — szlachetny 564.  
 Serpentytowy azbest 565.  
 Serpentytu grupa 561.  
 Serpieryt 622.  
 Serwantyt 429.  
 Serycyt 575.  
 Seyberyt 571.  
 Sfaleryt 397.  
 Sfen 585.  
 Sferokobaltyt 481.  
 Sferosyderyt 479, 662, 663, 665—667.  
 Sferosyderyt ilasty 480.  
 Sferulity 522.  
 Sferyt 599.  
 Sfragid 583.  
 Siarczan ołowiu 610.  
 Siarczane wody 402.  
 Siarczany 602.  
 — glinowe 618.  
 Siarczany salinowe 610.  
 — wodne 610.  
 — żelaza 620.  
 Siarka 344, 668, 669.  
 — rubinowa 400.  
 Siarkosole 383.  
 — miedzi 384.  
 — ołowiu 383.  
 — srebra 390.  
 Siarkowe wody 402.  
 Sicilianite 609.  
 Siderit 480.  
 Sieburgit 639.  
 Siegenit 372.  
 Siekiernik 497.  
 Silberglaux 377.  
 Silberglasierz 377.  
 Sillimanit 524.  
 Siniec 596.  
 Sismondin 571.  
 Sitowień 539.  
 Skaleń 513.  
 Skapolit 505.  
 Skapolite 507.  
 Skapolity właściwe 506.  
 Skalka 418.  
 Skalkoklej 649.  
 Skleroklaz 383.  
 Sklistyn 492.  
 Sklistyniec 544.  
 Skluteń 544.  
 Skolecit 548.  
 Skolecyt 545, 546, 547.  
 Skolopsyt 504.  
 Skorodit 589.  
 Skorodyt 589.  
 Skorupokrusz 351.  
 Skoryl 531.  
 Skóra górna 565.  
 Skörl 531.  
 Skrzep arsenowo-żelazny 589, 662, 663.  
 Skrzepkrzemionkowy 419.  
 — wapienny 660, 666.  
 Skrzepy aragonitowe 464.  
 Skuterudyt 359, 360.  
 Słabe wody 402.  
 Słoniniec 562.  
 Słoninnik 562.  
 Słoninowiec 562.  
 Smalt 360.  
 Smalta 360.  
 Smaltine 360.  
 Smaltyn 359, 360.

- Smithsonite 478.  
 Smitsonit 458, 477.  
 Smolne wapniaki i łupki 645.  
 Smoła ziemna 645, 660.  
   — — elastyczna 645.  
   — — sprężysta 645.  
   — żydowska 645.  
 Smołowiec 522.  
 Smoły ziemne 644,  
 Smulec 630.  
 Smyris 408.  
 Soda 455.  
 Sodalit 499, 503.  
 Sodalite 504.  
 Sodowiec 547.  
 Soffioni 405, 454.  
 Solan miedzi 627.  
 Solanki 401, 632.  
 Sole organiczne 637.  
   — stasfurckie 617, 618, 631.  
 Solne wody 402.  
 Solonośna formacja 630.  
 Solowce 626.  
 Sombrieryt 594.  
 Sommervillit = Melilit.  
 Sopel 473.  
 Sopeniec 473.  
 Sopleń 473.  
 Sordawalit 522.  
 Sosiuryt 521.  
 Sowy 403.  
 Sól amoniacka 633.  
   — angielska 617.  
   — glauberska 602, 610.  
   — gorzka 617.  
   — halsztacka 617.  
   — kamienna 628, 632, 669.  
   — kamienna ziarnista 629.  
   — kopalna 632.  
   — kuchenna 632.  
   — lodowata 630.  
   — oczkowa 630, 632.  
   — perłowa 630.  
   — skalista 632.  
   — spiżowa 630, 632.  
   — sztyfikowa 630, 632, 669.  
   — trzaskająca 629.  
 Sól włosista 618, 629.  
   — zielona 630, 669.  
 Spadaite 566.  
 Spangolit 622.  
 Spaniolit 386, 388.  
 Spargelstein 595.  
 Spartait 473.  
 Spat 473.  
   — atlasowy 470.  
   — bizmutowy 458.  
   — błękitny 599.  
   — boloński 607.  
   — brunatny 476.  
   — chlorytowy 571.  
   — ciężki 607.  
   — cynkowo-olowiany 460.  
   — cynkowo-żelazny 479, 481.  
   — cynkowy 478, 664, 665.  
   — ćwiekowy 470.  
   — dubeltowy 473.  
   — dwójłomny 469, 473.  
   — dyamentowy 408.  
   — gorzki 476.  
   — islandzki dwójłomny 469.  
   — itrowy 597.  
   — karminowy 590.  
   — kobaltowy 481.  
   — lodowaty 513.  
   — lodowy 511.  
   — lojkowy 477.  
   — magnezyowy 476, 477.  
   — malinowy 481.  
   — manganowy 481.  
   — migający 488, 565.  
   — molibdenowo-olowiany 624.  
   — ołowiany 460.  
   — perłowy 475, 663.  
   — polny 513.  
   — połowy 513.  
   — porcelanowy 506.  
   — selenowo-olowiany 622.  
   — skalny 513.  
   — skorupowy 471.  
   — sześcienny 604.  
   — tabliczkowy 486.  
   — topny 636.  
   — wapienny 473.  
 Spat żelazno-cynkowy 479.  
   — żelazny 480.  
 Spatheisenstein 480.  
 Spaty działowe 470.  
 Spatyopiryt 360.  
 Speckstein 562.  
 Speerkies 370.  
 Speiskobalt 360.  
 Sperylit 359, 361.  
 Spessartyn 533.  
 Spessartine 535.  
 Sphaerosiderit 480.  
 Sphalerit 397.  
 Sphéne 585.  
 Spianter 397.  
 Spiauteryt 397.  
 Spiessglas 351.  
 Spinell 449.  
   — almandyn 450.  
   — półszlachetny 450.  
   — szlachetny 449.  
 Spinell 450.  
 Spinelowce 449.  
 Spiżglas 351.  
 Spiżowa sól 630.  
 Spiżowiec 489.  
 Spodumen 486, 493, 499.  
 Spopielec 493.  
 Spreustein 547.  
 Sprödglasserz 391.  
 Sprudelstein 465.  
 Spuma lupi 626.  
 Sreberko 358.  
 Srebrniak czerwono-ciemny 393.  
   — czerwonyjasny 394.  
   — szklisty kruchy 391.  
 Srebro 354.  
   — arsenikalne 383.  
   — białe 388.  
   — bizmutyczne 383.  
   — chińskie 362.  
   — czerwono-ciemne 393.  
   — — jasne 394.  
   — peruwiańskie 362.  
   — rogowe 627.  
   — szkliste kruche 391.  
   — — miedziste 377.  
   — — miękkie 377.



Srebro Tiersa 362.  
 — złociste 355.  
 Srebrobłyszcz 377.  
 Srebrzak czerwony 393.  
 Stafelit 594.  
 Stahlerz 480.  
 Stal 447.  
 Stalówka 480.  
 Stanin 375.  
 Stannin 359.  
 Stannine 375.  
 Stannit 426.  
 Stasfurckie sole 617, 618, 631.  
 Stasfurtyt 453.  
 Stanrolit 528.  
 Staurolith 529.  
 Stanrotide 529.  
 Staurotyd 529.  
 Steatites 562.  
 Steatyt 562, 662  
 Stefanit 390.  
 Steinkohle 643.  
 Steinmark 583.  
 Steinöl 649.  
 Steinsalz 632.  
 Stellit 487.  
 Stephanit 391.  
 Sternbergit 371.  
 Sterile nigrum 397.  
 Stibium 382.  
 Stibnite 382.  
 Stilbite 553.  
 Stilpnosiderit 440.  
 Stinkkalk 473.  
 Stolzit 624.  
 Stopień szpruflowy 465.  
 Stoplik 507.  
 Strahlerz 588.  
 Strahlkies 370.  
 Strahlstein 497.  
 Stras 349.  
 Stratopeit 560.  
 Strengit 598.  
 Striegisan 599.  
 Strogonowit 506, 507.  
 Stromnit 462.  
 Stroncyanit 458, 461, 666.  
 Stroncyanokalcyt 473.  
 Strontianit 462.  
 Struwit 600.  
 Strygizan 599.  
 Strygowit 570.  
 Strzygłowit 570.

Styblit 429.  
 Stybnit 382.  
 Stylbit 545, 546, 552  
 Stylotyp 389.  
 Stylpnomelan 571.  
 Stylpnosyderyt 437.  
 Styptycyt 620.  
 Styrlingit 484.  
 Succinit 639.  
 Suchary 665  
 Sukcynit 639.  
 Sulfoboryt 617.  
 Sulfohalit 602.  
 Sulfosole 383.  
 Sumpferz 440.  
 Surma 382  
 Surmik 351.  
 Surowiec 447.  
 Susannit 622.  
 Suseksyt 454.  
 Syberytyt 530.  
 Sycyliant 609.  
 Syderokonit 472.  
 Syderomelan 522.  
 Syderonatryt 620.  
 Syderoplezyt 481.  
 Syderyt 458, 479, 663, 667.  
 — ilasty 480.  
 — zbity 480.  
 Syenit korundowy 408.  
 Sylfbergit 494.  
 Sylikoborokalcyt 454  
 Sylikoidy 455.  
 Sylimanit 523, 524.  
 Sylwan 382.  
 Sylwanit 382  
 Sylvine 633.  
 Sylwin 633.  
 Symonyit 617.  
 Symplezyt 589.  
 Synadelfit 589.  
 Syngenit 610, 615.  
 Syplit 587.  
 Szabasyt 552.  
 Szabazyt 552.  
 Szaboit = Saboit.  
 Szafir 407.  
 — wodny 536.  
 Szajbelit 454.  
 Szamozyt 570.  
 Szarki 383.  
 Szarogłazy 511.  
 Szaromiedniak cynowy 375.

Szaromiedniak ołowiany 386.  
 Szaromiedniaki 384.  
 Szczawy 402.  
 Szeferyt 492.  
 Szelin żelaziony 626.  
 Szelit 623, 624.  
 Szereryt 646.  
 Szesylit 458  
 Szkło krzemienne 415.  
 — moskiewskie 575.  
 — ołowiane 609.  
 Szlifierski łupek 420.  
 Szmaragd 536, 537.  
 — nikłowy 458.  
 Szmaragdyt 496.  
 Szmirgel 408.  
 Szpak 669.  
 Szparagowiec 593, 595.  
 Szpat ołowiany 460.  
 Szpik kamienny 583.  
 Szpruflowy kamień 464.  
 Szrajbersyt 655.  
 Szreteryt 533.  
 Szron 403.  
 Sztajngut 582.  
 Sztajnmanit 380.  
 Szteinhellit 536.  
 Sztolcyt 623, 624.  
 Sztromeyeryt 375, 377.  
 Sztuderyt 389.  
 Szungit 644.  
 Szwacyt 388.  
 Szwanbergit 620.  
 Szwarcembergite 627.  
 Szybikowa sól 630, 669.  
 Szybka 349.

## Ś.

Śklanokrusz 377.  
 Ślazowy kamień 457.  
 Śmietana żelazna 442.  
 Śmietnik solny 630  
 Śnieg 403.  
 — górski 404.  
 Śnieżyca 404.  
 Śrezia 404.  
 Świetlikowiec 595.

## T.

Tabergit 568.  
 Tachydryt 634.

- Tachylit 522.  
 Tafelspath 486.  
 Tafelsztyna 349.  
 Tagilit 598.  
 Talc 562.  
 Talco 562.  
 Talcum 562.  
 Talek 562.  
 Talk 561.  
 — blaszkowy 561.  
 — żelazisty 562.  
 Talkapatyt 595.  
 Talkoid 562.  
 Talkowy łupek 561.  
 Talkspath 477.  
 Tallingit 627.  
 Tankit 521.  
 Tantalauy 587.  
 Tantalit 587.  
 — manganowy 587.  
 Tantalo-niobiany 587.  
 Tapanhoacanga 447.  
 Tapiolit 587.  
 Tarapakait 623.  
 Tarnowicyt 464.  
 Tasmanit 639.  
 Taumadzyt 616.  
 Tawistokit 599.  
 Tefroit 482, 484.  
 Telur 352.  
 — biały 382.  
 — blaszkowy 382.  
 Telurek bizmutu 382.  
 — niklu 372.  
 — ołowiu 382.  
 — złota 382.  
 Telurowe błyszczce 382.  
 Teluryt 428, 429.  
 Tenantyt 386, 389.  
 Tenardyt 602.  
 Tenit 654.  
 Tenoryt 434.  
 Tennantite 389.  
 Teratolit 583.  
 Termonatryt 455.  
 Terra cotta 582.  
 — di Siena 437.  
 — sigillata 583.  
 Tesseralkies 361.  
 Tetartyn 521.  
 Tetradymit 382.  
 Tetraedryt antymonowy 386.  
 Tetraedryt arsenowo-miedziany 389.  
 — arsenowo-żelazisty 389.  
 — arsenowy 386, 389.  
 — arsenowy pospolity 389.  
 — cynkowy 387.  
 — pospolity 387, 660, 661.  
 — rtęciowy 388.  
 — srebrny 388.  
 — zwyczajny 386.  
 Tetraedryty 385, 386.  
 — antymonowo-arsenowe 387.  
 Tęgokrusz 351.  
 Thaumassite 616.  
 Thomsonite 548.  
 Thulit 539.  
 Tiers-argent 362.  
 Timanit 382.  
 Tincal 454.  
 Tinkal 454.  
 Tinolit 456.  
 Titaneisenerz 445.  
 Titanit 585.  
 Tiza 454.  
 Tlenek wapnia 468.  
 Tlenki 401.  
 — metaliczne 421.  
 — szkliste 404.  
 Tło szkliste 522.  
 Tłuka 404.  
 Tombak 374.  
 Tomsenolit 637.  
 Tomsonit 546, 548.  
 Topaz 523, 526.  
 — oryentalny 407.  
 — zadymiony 413.  
 Topazius 527.  
 Topazolit 533.  
 Topfstein 562.  
 Topień 507.  
 Topnik 636.  
 Torbernit 598.  
 Torf 639.  
 Torfowce 639.  
 Toryt 422, 596.  
 Tourbe 640.  
 Traulit 560.  
 Trawerselit 497.  
 Trawertyn 472.  
 Tregeryt 588.  
 Tremolit 486, 495, 497, 499.  
 Tremolitowe łupki 496.  
 Triphane 493.  
 Troilit 655.  
 Troleit 599.  
 Trombolit 588.  
 Trona 455.  
 Troostite 485.  
 Tropfstein 473.  
 Trójtlenek arsenu 428.  
 Trögeryt 588.  
 Trtęć 355.  
 Truień 461.  
 Trustyt 485.  
 Trutka arzenikalna 428.  
 Trychopiryt 372.  
 Trydymit 404, 418, 655.  
 Tryfan 493.  
 Tryfilin 591, 596.  
 Trymeryt 485.  
 Trynkeryt 639.  
 Trypkeit 590.  
 Trypla 420.  
 Tryplit 591, 596.  
 Tryploidyt 591.  
 Trytochoryt 591.  
 Trztcęć 355.  
 Tuf wapienny 473.  
 Tulit 541.  
 Tungsten 625.  
 Tunsten 625.  
 Tunstyt 429.  
 Turgit 436.  
 Turkus 599.  
 — kostny 599.  
 — oryentalny 599.  
 Turmali 531.  
 Turmalin 528, 529.  
 — szlachetny 530.  
 Turmaliny alkaliczne 530.  
 — magnezyczne 530.  
 Turnerite 596.  
 Turneryt 596.  
 Turques 599.  
 Turquois 599.  
 Turyt = Turgit.  
 Turyngit 571.  
 Türkis 599.  
 Twardocyniec 426.  
 Tygrysie oko 498.  
 Tynkal 454.

Tynkalcyt 454.  
 Tyrolit 588.  
 Tyryt 587.  
 Tysonit 637.  
 Tytan brunatny 423.  
 Tytan oktaedryczny 424.  
 Tytaniany 584.  
 Tytanit 584.  
 Tytanocyrrkoniany 586.  
 Tytanomorfit 585.  
 Tytanowo-żelazny piasek  
 magnetyczny 447.

## U.

Ugier 428, 437.  
 Uleksyt 454.  
 Ulmanit 359, 365.  
 Ullmanit 365.  
 Ultramarzyn naturalny 504.  
 Umbra 437.  
 Ungwaryt 560.  
 Uralit 497.  
 Uralortyt 541.  
 Uran błyszczak 598.  
 — czarny 448.  
 — mikiowy 598.  
 Uranglimmer 598.  
 Uranin 448.  
 Uranit 448, 598.  
 — miedziany 598.  
 — wapienny 598.  
 Uranocyrcyt 598.  
 Uranofan 560.  
 Uranopilit 429, 620.  
 Uranosferyt 429.  
 Uranospinit 588.  
 Uranotalit 458.  
 Uranotyl 560.  
 Urao 455.  
 Urbanit 493.  
 Urusyt 620.  
 Urvölgysit 622.  
 Uwarowit 534.

## V.

Valentinit 429.  
 Valleriit 375.  
 Vauquelinit 623.  
 Vermiculite 579.  
 Vesuvian 543.  
 Vitrum Muscoviticum 575.  
 Vivianit 597.

Voigtyt 578.  
 Volborthit 591.  
 Völknerit 405.

## W.

Wad 432, 662, 663.  
 Wagit 559.  
 Wagneryt 591, 595.  
 Walait 645.  
 Walchowit 639.  
 Walentynit 428.  
 Waleryt 375.  
 Walkerde 583.  
 Walpurgin 588.  
 Walujewit 571.  
 Wanadyniany 587.  
 Wanadynit 590.  
 Wapleryt 588.  
 Wapienie słodkowodne  
 472.  
 Wapiennik 473.  
 Wapień komórkowy 472.  
 — muszlowy 478.  
 — oolityczny 666,  
 668.  
 — pienisty 464.  
 — pizolityczny 668.  
 — podstawowy 439.  
 — zbity 471.  
 — ziarnisty 471.  
 Wapniak 471.  
 — śmierzający 472.  
 Wapniaki bitumiczne 645.  
 — dolomityczne  
 472, 476.  
 — fitogeniczne  
 472.  
 — krzemionkowe  
 472.  
 — marglowe 472.  
 — morskie 472.  
 — smolne 645.  
 — zoogeniczne  
 472.  
 Wapno gąbczaste 473.  
 — niegaszone 468.  
 — pieniste 465.  
 Wapno krzep 473.  
 Wapnopian 465.  
 Wapnoskał 473.  
 Wapnospat 473.  
 Warstowiec 486.  
 Warwicyt 431.

Warwikit 453.  
 Waryngtonit 622.  
 Waryscyt 599.  
 Waskelinit 657.  
 Wasserblei 381.  
 Wasserkies 370.  
 Waszyngtonit 444, 445.  
 Wavellit 599.  
 Wawelit 599.  
 Wątrobnica 398.  
 Webskit 566.  
 Websteryt = Aluminit.  
 Weichbraunstein 431.  
 Weicheisenkies 370.  
 Weichmangan 431.  
 Weissbleierz 460.  
 Weisserkies 370.  
 Weisser Speisskobalt 360.  
 Weissgiltigerz 388.  
 Weissnickelkies 361.  
 Weiss-spiessglanz 429.  
 Weisgyt 513.  
 Weisyt 536.  
 Welchit 386.  
 Weleryt 586.  
 Werlit 382.  
 Wermikulit 579.  
 Wernerite 507.  
 Werneryt 506.  
 Wernerytu grupa 504.  
 Wertyt 524.  
 Wewelit 638.  
 Wezuwian 538, 541.  
 Węgiel bezpostaciowy 655.  
 — blaszkowy 643,  
 663.  
 — błotnisty 643.  
 — błyszczący 642, 644.  
 — brunatny 640, 667  
 669.  
 — gruby 643, 662.  
 — kamienny 641, 665.  
 — kannelski 642.  
 — kopalny brunatny  
 641.  
 — — czarny  
 643.  
 — łupkowy 643, 662.  
 — smolisty 662, 663.  
 — smolowy 642.  
 — włóknisty 643.  
 — ziemny 641.  
 Węglak brunatny 641.  
 — czarny 643.



Węgłany 455.  
 — bezwodne 458.  
 — wodne i zasadowe 455.  
 Węgle 639.  
 — chude 642.  
 — koksujące się 641.  
 — smoliste 641.  
 — tłuste 641.  
 Węglikowiec 644.  
 Węglóbłysk 644.  
 Węglomień 644.  
 Węglowce 637.  
 Węglowe pola 642.  
 Węglowiec 644.  
 Wężowiec 565.  
 Widmanstättena figury 653.  
 Wiesenerz 440.  
 Wilarsyt 483, 563.  
 Wilcza piana 626.  
 Wilemit 482, 485.  
 Wiliamsyt 564.  
 Willemite 485.  
 Wilnit 486.  
 Wilsonit 506, 507.  
 Wilit 543.  
 Wiolan 493.  
 Wismutkobaltkies 360.  
 Witeryt 458, 460.  
 Withamit 541.  
 Witherit 461.  
 Witneit 362.  
 Witryol cynkowy 621.  
 — kobaltowy 621.  
 — manganowy 621.  
 — miedziany 621.  
 — niebieski 621.  
 — nikłowy 621.  
 — żelazny 620, 663, 668.  
 Witryole 620.  
 Witychenit 384.  
 Wiwianit 597.  
 Wizeryn 424.  
 Wizeryt 458.  
 Wławiec 501.  
 Wltawin 522.  
 Wocheinit 405.  
 Woda 401.  
 — morska 617, 632.  
 Wodan nefelinu 580.  
 Wodorokrzemiany 545.  
 Wodorotlenki 401.

Wodmoryn 537.  
 Wodwardyt 622.  
 Wody alkaliczne 402.  
 — glauberskie 402.  
 — gorzkie 402.  
 — krzemionkowe 402.  
 — ługowe 402.  
 — siarczane 402.  
 — siarkowe 402.  
 — słabe 402.  
 — solne 402.  
 — ziemno-alkaliczne 402.  
 — żelaziste 402.  
 Wokelinit 623.  
 Wolastonit 486.  
 Wolcyn 401.  
 Wolfachit 364.  
 Wolfram 626.  
 Wolframbleierz 624.  
 Wolframiany 623.  
 Wolframit 623, 625.  
 Wolfsbergit 384.  
 Wollastonite 486.  
 Wolnyn 605, 607.  
 Woltait 620.  
 Wolchonskoit 560.  
 Wosk kopalny 646.  
 — ziemny 646.  
 Wörthit 524.  
 Wulfenit 623, 624.  
 Wulpinit 604.  
 Wurcyt 395, 397.  
 Würfelerz 380, 589.  
 Würfelspath 604.

## X.

Xanthosiderit 440.  
 Xenolith 524.  
 Xenotime 597.  
 Xylochlor 557.

## Y.

Ytterspath 597.

## Z.

Zanokcica 416.  
 Zanokecień 416.  
 Zaratyt 458.  
 Zbytnień 450.  
 Zeagonit 548.

Zebachit 552.  
 Zefarowichit 599.  
 Zeolit włókniasty 547.  
 Zeolity 545.  
 Zeuksyt 531.  
 Zeuneryt 589.  
 Zgorzelica 398.  
 Ziarnowiec 493.  
 Ziegelerz 428.  
 Zieleń miedzi 559.  
 — miedziana 559.  
 Zielona sól 630.  
 Zielonka 579.  
 Zielonokrusz 559.  
 Zielonoziem 579.  
 Ziemian blaszkowy 382.  
 — napisowy 382.  
 — rodzimy 352.  
 Ziemna żywica 639.  
 Ziemno-alkaliczne wody 402.  
 Ziemny balsam 645.  
 Ziemia alunowa 641.  
 — folarska 583.  
 — jadalna 582.  
 — lemnejska 583.  
 — niebieska 669.  
 — okrzemkowa 420.  
 — ołowiana 460.  
 — pieczętna 583.  
 — porcelanowa 581.  
 — saska cudowna 583.  
 — suknowska 583.  
 — Schnorra 581.  
 — wałkarska 583.  
 — zielona 579.  
 Zinkblütthe 456.  
 Zinkenit 384.  
 Zinkspath 478.  
 Zinnerz 426.  
 Zinngrauen 426.  
 Zinnkies 375.  
 Zinnober 399.  
 Zinnstein 426.  
 Złamiec 538.  
 Złotnica 583.  
 Złoto 352.  
 — białe 358.  
 — bizmutyczne 383.  
 — pisarskie 382.  
 Złotoberyl 451.  
 Złotogórek 451.  
 Złotofusk 400.

Złotołusk czerwony 400.  
 Złotomień 484.  
 Zoisit 539.  
 Zoizyt 538.  
 Zorgit 382.  
 Zuber 631.  
 Zundyt 390.  
 Zunyt 527.  
 Zuzannit 622.  
 Zwitter 426.  
 Zygadyt 519.  
 Zygburgit 639.  
 Zygienit 372.  
 Zysmondyn 571.

### Ż.

Żareniec 535.  
 Żargon 421.  
 Żeferyzyt 579.  
 Żelaziak błyszczący 444  
 — brunatny 440,  
 662, 665—667.  
 — brunatny włók-  
 nisty 436.  
 — brunatny zbity  
 436.  
 — brunatny żyło-  
 wy 436.  
 — chromowy 448.

Żelaziak czerwony 444,  
 661, 662.  
 — — ilasty  
 443.  
 — — włókni-  
 sty 442.  
 — kostkowy 589.  
 — magnetyczny  
 447.  
 — spatowy 480.  
 — tytanowy 445.  
 — żółty 437, 666.

Żelaziste wody 402.

Żelazne róże 441.

Żelazo 357.

— bagniste 440.  
 — belkowe 654.  
 — białe 447.  
 — błękitne 597.  
 — błyszczące 444.  
 — broumowskie 655.  
 — brunatne 440.  
 — — włókni-  
 ste 440.  
 — chromiczne 448.  
 — czerwone 444.  
 — darniowe 440.  
 — kostkowe 655.  
 — kowalne 447.  
 — lane 447.

Żelazo łukowe 440.  
 — magnetyczne 447.  
 — meteoryczne 652.  
 — niklowe 358.  
 — noryjskie 479.  
 — oktaedryczne 655.  
 — spatyczne 480.  
 — tytanowe 445.  
 — zagrzebskie 655.  
 — zwierciadlane 447.  
 — włókniste 444.  
 — wstęgowe 654.  
 — wypełniające 651.

Żelazobłyszcz 444.

Żmijowiec 565.

Żółcianka 583.

Żółcień ołowiu 624.

Żółtnica 583.

Żółtochrom 623.

Żółtokrusz 374.

Żupy solne 630.

Żydowska smoła 645.

Żywe srebro 355.

Żywica ziemna 639.

Żywice 638.

Żywiczeń 535.

### Ż.

Żródlenieć 465.





## Sprostowania.

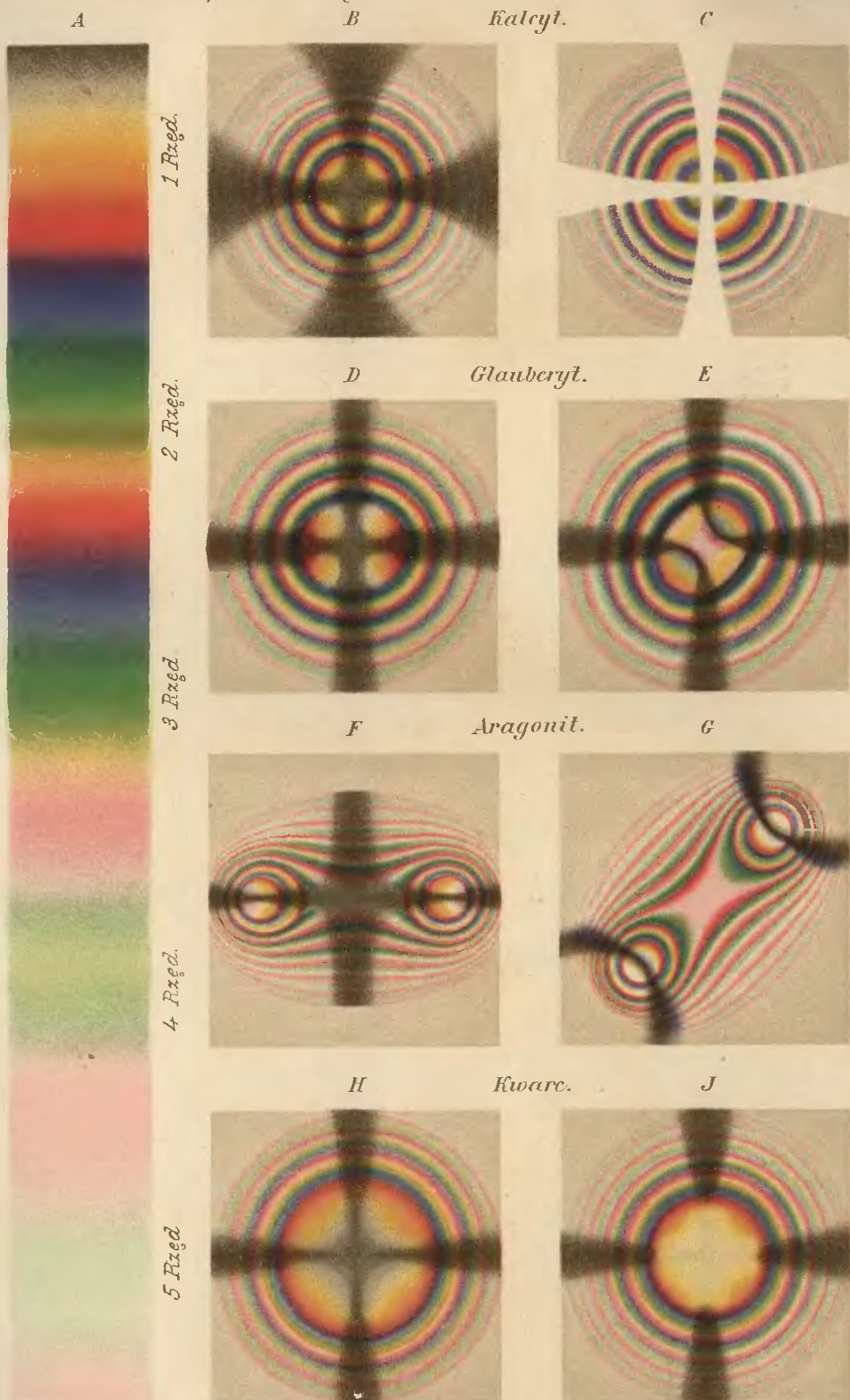
Str. 59,	wiersz 2 od dołu,	jest (Łomnicki).	powinno być (Alth).
" 64	" 1 "	" "	" "
" 66	" 1 "	" Łomnickiego	" " Altha
" 78	" 5 "	" fig. 164	" " fig. 163
" 78	" 6 "	" fig. 163	" " fig. 164
" 82	" 1 "	" pojęcie	" " pojęcia
" 88	" 4 "	" hydragilitu	" " hydragilitu
" 104	" 6 "	" zawieszym	" " zawieszonym
" 125	" 3 i 4 od góry	" komfaktny	" " kompaktny
" 144	" 18 "	" ziarnistego	" " ziemistego
" 154	" 3 od dołu	" Wietszenia	" " Wietszenie
" 165	" 13 "	" Soveta	" " Soreta
" 226	" 5 "	" Fig. 371	" " Fig. 372
" 227	" 1 od góry	" Fig. 372	" " Fig. 371
" 256	" 1 od dołu	" $\text{FeCl}_2$	" " $\text{FeCl}_3$
" 256	" " "	" $\text{FeCl}_3$	" " $\text{FeCl}_2$
" 256	" 2 "	" $\text{CuCl}$	" " $\text{CuCl}_2$
" 256	" " "	" $\text{CaCl}_2$	" " $\text{CuCl}$
" 264	" 6 od góry	" izometryą	" " izomeryą
" 267	" 8 od dołu	" $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{12}$	" " $\text{Al}_2\text{S}_2\text{O}_{12}$
" 305	" 4 "	" pneumetalizą	" " pneumatolizą
" 362	" 11 "	" algadonit	" " algodonit
" 384	" 7 "	" Empektyt	" " Emplektyt
" 386	" 19 "	" tenatycie	" " tenantycie
" 389	" 20 od góry	" Tenatyt	" " Tenantyt
" 393	" 19 od dołu	" czwonokrusz	" " czerwonokrusz
" 435	" 21 "	" Kabell	" " Kobell
" 448	" 6 "	" rodu	" " radu
" 457	" 19 "	" wapnienia	" " wapienia
" 477	" 24 "	" plinolit	" " pinolit
" 516	" 9 "	" peryklinowago	" " peryklinowego
" 535	" 3 od góry	" Spessortine	" " Spessartine
" 552	" 22 od dołu	" Gottalit	" " Glottalit
" 560	" 21 od góry	" frydelit	" " frydelit
" 589	" 10 "	" Hematolt	" " Hematolit
" 596	" 3 od dołu	" $\mu\omicron\nu\acute{\alpha}\xi\epsilon\iota\tau$	" " $\mu\omicron\nu\acute{\alpha}\xi\epsilon\iota\tau$
" 615	" 14 "	" Freueneis	" " Fraueneis
" 619	" 5 "	" czermikit	" " czermit

Nadto na str. 244 należy wstawić uzupełnienie następujące:

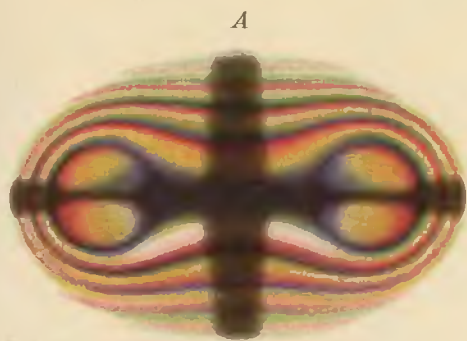
**156a. Reakcje mikrochemiczne Lemberga.** Analiza mikrochemiczna ujawnia pierwiastki, obecne w minerale. Ponieważ jednak rozmaite minerały zawierają często te same pierwiastki, przeto analiza taka w wielu bardzo razach nie wystarcza do ścisłego określenia minerału. Lemberg wypracował

szereg reakcyi mikrochemicznych, które charakteryzują jeden tylko rodzaj minerału i pozwalają na ścisłe jego odróżnienie w mieszaninie z innemi. Są to reakcyje nie na pojedyncze już pierwiastki, lecz na minerały, będące określonymi związkami chemicznymi. Metoda Lemberga polega na strącaniu osadów barwnych, pokrywających powierzchnię szlifu lub proszku mineralnego. Proszek kalcytu, potraktowany roztworem chlorku żelaza, pokrywa się w ciągu kilku sekund wodanem żelaza bladobrunatnym. Ten ostatni, zwilżony roztworem siarku amonu, zamienia się na czarny siarek żelaza. Podobny do kalcytu dolomit zachowuje się względem chlorku żelaza znacznie oporniej, skutkiem czego oba te minerały mogą być odróżnione bardzo wyraźnie. Minerały, zawierające w składzie swoim chlor, np. sodalit, Lemberg traktuje roztworem kwaśnym azotanu srebra, który na powierzchni ich strąca osad chlorku srebra, czerniejący pod wpływem światła. Postępowanie to ujawnia najdrobniejsze cząstki sodalitu, ukrytego w szlifie pośród minerałów innych, chloru nie zawierających. Reakcyje Lemberga mają bardzo ważne znaczenie w badaniach mikroskopowych, albowiem wskazują najdrobniejsze ilości minerału, jako takiego. (Lemberg, Zur mikrochemischen Untersuchung einiger Minerale, Zeitschr. d. deutsch. Geol. Gesellschaft, 1890, 1892, 1894).

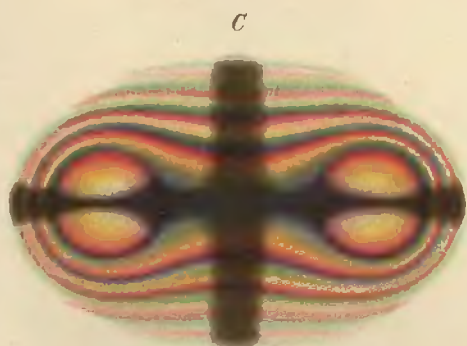




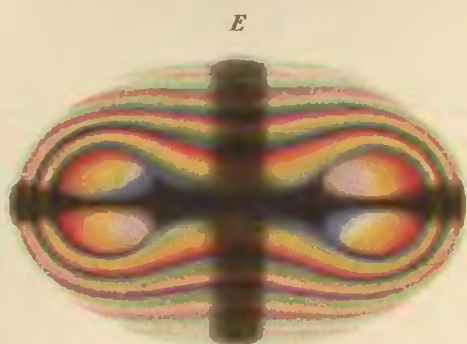
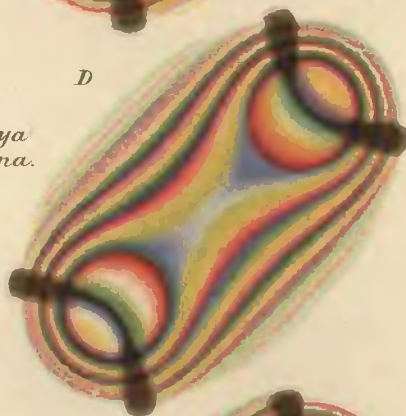




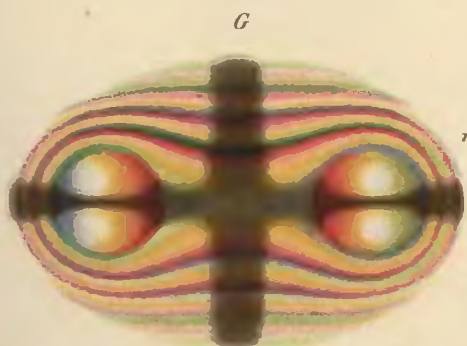
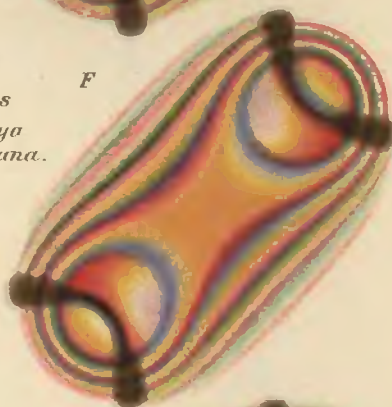
*Adular*  
*Dyspersya*  
*pozioma.*



*Gips*  
*Dyspersya*  
*pochylona.*



*Boraks*  
*Dyspersya*  
*skrzyżowana.*



*Oligoklaz*  
*Dyspersya*  
*niesymetryczna.*



