

KOSMOS

CZASOPISMO POLSKIEGO TOW. IM. KOPERNIKA

ROCZNIK XLV. i XLVI.

MARZEC (1921).

ZESZYT: I.

O utlenianiu 8-sulfochinoliny

[Sur l'oxydation d'acide quinoléine-8-sulfonique],

podał

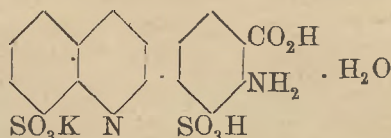
EDWARD SUCHARDA.

Przy utlenianiu większych ilości 8-sulfochinoliny w alkalicznym roztworze nadmanganianu potasowego, według pracy O. Fischera i Renoufa ¹⁾, zetknąłem się z dwoma ciałami barwnymi, stale występującymi w produktach utlenienia obok kwasu chinolinowego.

Pierwsze z tych ciał, barwy jasno-żółtej, występujące w ilościach pokąźniejszych, miał w ręku Zürcher ²⁾. Nie badając bliżej natury tego związku, wyosobnił z niego, przez krystalizację z kwasu solnego, kwas 2-amino-3-sulfobenzoesowy.

Celem określenia składu tego połączenia żółtego, poddałem je szczegółowemu badaniu.

W pierwszym rzędzie stwierdziłem, że zawiera ono pokąźniejsze ilości potasu. Poza tem w ługach pokrystalicznych, po wydzieleniu aminosulfobenzoesowego kwasu, znalazłem 8-sulfochinolinę, w ilościach równoważnych chemicznie masom wydzielanego kwasu sulfoantranilowego. Najprostsze zatem było przypuszczenie, że związek żółty jest solą potasową połączenia kwasu 2-amino-3-sulfobenzoesowego z 8-sulfochinoliną. Bliższe zbadanie, jakoteż synteza ciała żółtego, stwierdziły zupełną słuszność tego zapatrywania. Skład ciała odpowiada wzorowi:



¹⁾ B. 17, 755. ²⁾ B. 21. 180.

Syntetycznie można związek ten otrzymać, w postaci intensywnie żółto zabarwionych igieł, przez zmieszanie wodnych, nasyconych roztworów soli potasowej 8-sulfochinoliny i 2-amino-3-sulfobenzoesowego kwasu. Powstaje on także przy bezpośrednim zcieraniu tych dwu ciał. Zbadaniem konstytucji tego połączenia, w związku z jego zabarwieniem, nie zajmowałem się szczegółowo. Stwierdziłem jedynie, że przy miernem już rozcieńczaniu zgęszczonego, wodnego roztworu związku barwa żółta znika, a przy dalszem dodaniu wody występuje silna niebieska fluorescencja, właściwa kwasowi sulfoantranilowemu. Zjawisko to dowodzi łatwej hydrolizy omawianego kompleksu.

Kwas 2-amino-3-sulfobenzoesowy został we wspomnianej wyżej pracy Zürchera bardzo pobieżnie scharakteryzowany. Zidentyfikowanie go z kwasem, otrzymanym przez Limprichta i Ulsara¹⁾ drogą nitrowania m-sulfobenzoesowego kwasu i przez następną redukcję tak otrzymanego nitrosulfokwasu, okazuje się wręcz mylnie wobec nowszych prac A. F. Hollemana, względnie van Dorsena²⁾. Obaj ci badacze stwierdzili, że przy nitrowaniu któregośkolwiek sulfobenzoesowego kwasu zawsze grupa nitrowa wchodzi w meta-pozycję do grupy karboksylowej. Stwierdzenie tego pravidła nie zostało dotąd, odnośnie do kwasu 2-amino-3-sulfobenzoesowego uwzględnione w literaturze zbiorowej. O kwasie Zürchera znajdujemy tam jedynie wzmiankę, jako o kwasie identycznym z kwasem Limprichta i Ulsara.

Wszystkie te względy skłoniły mię do bliższego zapoznania się z własnościami 2-amino-3-sulfobenzoesowego kwasu, jakoteż do otrzymania kilku jego pochodnych.

W następstwie wyżej omówionego mylnego zidentyfikowania kwasu, nie ścisłem jest podanie w literaturze, jakoby 2-amino-3-sulfobenzoesowy kwas zwęglął się bez poprzedniego stopienia. Grzany w kapilarze, wykazuje on w temperaturze 263° C ostry punkt rozkładu, przyczem, tracąc bezwodnik węglowy, przechodzi w o-sulfoanilinę.

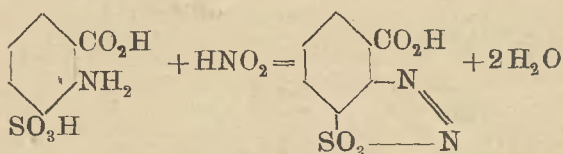
W pracy Zürchera pominięte jest nadto zjawisko silnej fluorescencji, którą ten kwas okazuje. Występuje ona tylko

¹⁾ A. 106. 29.

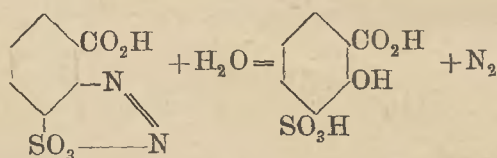
²⁾ A. F. Hollman: *Die direkte Einführung von Substituenten in den Benzolkern*. str. 340. (1910).

w roztworach bardzo rozcieńczonych, co przemawiałoby za tem, że własność fluorescencji należy przypisać wyłącznie zjonizowanemu kwasowi.

Wobec zupełnego zaniku własności zasadowych w tym kwasie, interesującym było zachowanie się związku w reakcji dwuazowania. W roztworze zgęszczonego kwasu siarkowego ulega on działaniu kwasu azotowego, z wytworzeniem bezwodnika wewnętrznego 2-azo-3-sulfobenzoesowego kwasu. Reakcja przebiega według równania:



Połączenie to jest w zwykłej temperaturze trwałe i daje się miareczkować $\frac{1}{10}$ n. ługiem, wykazując przytem obecność tylko jednej grupy kwaśnej. Z fenolami reaguje jako zwykły dwuazozwiązek. Przypomina on zatem tą własnością bezwodnik wewnętrzny kwasu o-dwuazobenzosulfonowego, powstający działaniem kwasu azotowego na o-sulfoanilinę. Dwuazozwiązek, ogrzany w roztworze kwasu solnego, przechodzi w nieznany dotąd kwas 2-oksy-3-sulfobenzoesowy. Reakcja zachodzi w temperaturze łaźni wodnej w myśl równania:

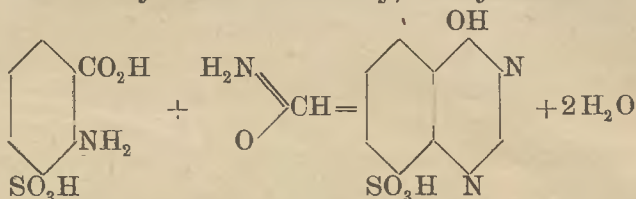


Kwas ten, rozpuszczalny niezwykle łatwo w wodzie i alkoholu, daje się bardzo dobrze przekrystalizowywać ze zgęszczonego kwasu solnego. Funkcje grupy wodorotlenowej nie uwiadcniają się w nim na skutek sąsiedztwa grupy sulfonowej i karboksylowej. W miareczkowaniu, jakoteż w tworzeniu soli, zachowuje się jako kwas dwuzasadowy.

Celem stwierdzenia czy kwas 2-amino-3-sulfobenzoesowy ulega kondensacjom, właściwym kwasowi antranilowemu¹⁾, ogrzewałem go z formamidem, aby tą drogą dojść do pochodnej

¹⁾ St. Niementowski: J. pr. (2) 51. 564.

chinazoliny. Reakcja przeszła w kierunku oczekiwanym, z wytworzeniem 4-okszy-8-sulfochinazoliny, w myśl równania:



Drugiem ciałem barwnem, występującem zwykle w ilościach nieznacznych przy utlenianiu 8-sulfochinoliny, jest substancja barwy pomarańczowej. Przy zwiększeniu szybkości przeprowadzanego utleniania zwiększa się również i wydajność tego związku. Bliższe zbadanie jego własności, jakoteż składu, wykazało, że jest to sól potasowa 7-sulfo-izatyny. Wolną sulfoizatynę wyosobniono z jej soli barowej przez wytrącenie baru obliczoną ilością kwasu siarkowego. Piękny ten związek krystalizuje się ze zgęszczonego kwasu solnego z czterema cząstkami wody i posiada wtedy barwę czerwono-pomarańczową. W 150° C. przechodzi w formę bezwodną, przyczem barwa zmienia się w żółtą. Substancja bezwodna, pozostawiona kilkanaście godzin na powietrzu, zyskuje zarówno utracone cztery cząstki wody, jak i swą pierwotną barwę czerwono-pomarańczową. Powstawanie sulfoizatyny z 8-sulfochinoliny jest zrozumiałe wobec znanego faktu tworzenia się izatyny przy utlenianiu karbostyrylu ¹⁾.

Omawiana sulfoizatyna nie jest identyczną z sulfoizatyną G. i A. Schliepera ²⁾, otrzymaną przy utlenianiu sulfoindyga.

Różnice zachodzą w solach barowych tych związków. Podczas gdy sól barowa mojej sulfoizatyny krystalizuje się w formie bezwodnych igieł, to analogiczny związek Schliepera przedstawia blaszki, zawierające cztery cząstki wody krystalizacyjnej.

Część doświadczalna.

I. Materiały wyjściowe.

Materiałem wyjściowym w pracy była 8-sulfochinolina. Otrzymałem ją drogą sulfonowania chinoliny. Użyta do tego

¹⁾ Friedländer, Ostermaier: B. 14. 1921.

²⁾ G. i A. Schlieper: A. 120. I.

celu chinolina była frakcją chinoliny technicznej, o granicach wrzenia od 235—239° C.

Sulfonowanie przeprowadziłem według przepisu Eug. Lellmanna¹⁾. W poszukiwaniu za kryterjami, określającymi czystość preparatu, znalazłem, że 8-sulfochinolina w stanie chemicznie czystym topi się ostro w temperaturze 367° C. Mieszanina jej z 5-sulfochinoliną topi się w temperaturach niższych.

II. Utlenianie 8-sulfochinoliny na kwas 2-amino-3-sulfobenzoesowy.

Celem otrzymania znaczniejszych ilości związku żółtego, należy przeprowadzać utlenienie w sposób następujący:

150 g. 8-sulfochinoliny rozpuszczono w 42 g. wodorotlenku potasowego i 4 litrach wody. Roztwór ten zadawano, po każdorazowym odbarwieniu cieczy, 300 cm³ 5%-owego nadmanganianu potasowego, zużywając łącznie 500 g. nadmanganianu. Po odsączeniu, osad dwutlenku manganu wygotowano trzema litrami wody i przesącz połączono z głównym filtratem. Płyn zneutralizowano kwasem siarkowym, pozostawiając reakcję słabo alkaliczną, poczem odparowano go na łaźni do małej objętości. Gorący roztwór odsączono od wydzielonego siarczanu potasowego, przesącz zadano na gorąco dwukrotną objętością alkoholu i odsączono powtórnie od siarczanu potasowego. Po odpędzeniu alkoholu płyn pozostawiono do krystalizacji. Wydzieloną po kilku godzinach sól potasową niezmienną 8-sulfochinoliny odsączono i przemyto małą ilością wody i alkoholem. Ważyła 33 g. Przesącz podgęszczono na łaźni i, po oziębieniu, zadano ostrożnie taką ilość kwasu siarkowego, by jeszcze nie wystąpiła reakcja z papierkiem, napojonym roztworem czerwieni Kongo. Wydzieloną żółtą sól potasową odsączono i przemyto w pierw rozcieńczonym, w końcu czystym alkoholem. Ważyła 55 g. Przesącz ukwaszono kwasem siarkowym do wystąpienia wyraźnej reakcji z papierkiem kongowym, a po kilku godzinach zebrano na sączek i przemyto wodą wydzielony kwas chinolinowy. Ważył 27 g.

Przesącz ostateczny zadano równą objętością kwasu solnego zgęszczonego. Wydzielony przytem kwas 2-amino-3-sulfo-

¹⁾ B. 20. 2172.

benzoesowy zebrano na sącdek i przemyto 20%-owym kwasem solnym. W stanie oczyszczonym ważył 2 g.

Żółty związek addycyjny przekrystalizowano z wody i dużych ilości alkoholu. Przedstawia on igły barwy żółtej, o punkcie rozkładu w temp. 248° C. W wodzie i ługach rozpuszcza się łatwo, w alkoholu trudno, w benzolu jest nierozpuszczalny. Silne kwasy powodują rozkład związku na składniki bezbarwne. Substancja jest w składzie swym jednopotasową solą addycyjnego połączenia kwasu 2-amino-3-sulfobenzoesowego z 8-sulfochinoliną. Krystalizuje się z jedną cząstką wody. Połączenie to otrzymuje się syntetycznie przez zmieszanie nasyconych, wodnych roztworów kwasu 2-amino-3-sulfobenzoesowego i soli potasowej 8-sulfochinoliny w ilościach molekularnych. Wydzielone w tych warunkach igły barwy żółtej zbiera się na sącdek i przemywa małą ilością wody i alkoholu.

I. 0,3000 g. związku, otrzymanego z utlenienia, straciło w 125° C 0,0110 g. wody i dało po wyprażeniu 0,0550 g. siarczany potasowego;

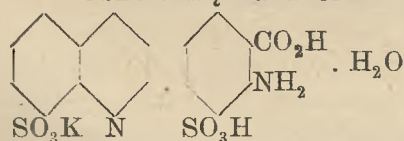
II. 0,1902 g. związku, otrzymanego syntetycznie, straciło w 125° C. 0,069 g. wody i dało po wyprażeniu 0,0345 g. siarczany potasowego;

III. 0,1515 g. związku, otrzymanego z utlenienia, zużyło przy miareczkowaniu wobec fenoltaleiny 6,37 cm.³ $\frac{1}{10}$ n. roztworu wodorotlenku sodowego;

IV. 0 1539 g. związku, otrzymanego syntetycznie, zużyło przy miareczkowaniu wobec fenoltaleiny 6,43 cm.³ $\frac{1}{10}$ n. roztworu wodorotlenku sodowego.

Oblicza się na wzór:

Znaleziono:



	I.	II.	III.	IV.
H ₂ O	3,73%;	3,66%;	3,63%;	—
K.	8,10%;	8,23%;	8,16%;	—
Liczba neutralności . .	483;	—	476	479

Kwas 2-amino-3-sulfobenzoesowy.

Jak już wyżej nadmieniono, kwas 2-amino-3-sulfobenzoesowy powstaje przy rozkładzie związku żółtego kwasem sol-

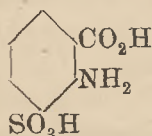
nym. W tym celu 2 g. związku żółtego, rozpuszczonego w 4 g. wody, zadaje się na gorąco 4-oma gramami kwasu solnego zgęszczonego. W tych warunkach opada natychmiast wolny kwas aminosulfobenzoesowy w formie bezbarwnych, lśniących igieł. Celem oczyszczenia, rozpuszcza się go w małej ilości wody i zadaje ten roztwór na gorąco równą objętością zgęszczonego kwasu solnego. Krysztaly zbiera się na sączku, przemywa 20%-wym kwasem solnym i suszy na powietrzu.

I. 0,1948 g. substancji, wysuszonej w 125° C, dało 0,2802 g. bezwodnika węglowego i 0,0567 gr. wody;

II. 0,5136 g. substancji, wysuszonej na powietrzu, zużyło przy miareczkowaniu wobec fenolftaleiny 4,69 cm. 1/n roztworu wodorotlenku sodowego.

Oblicza się na wzór:

Znaleziono:

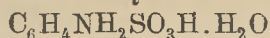


			I.	II.
C ₇	84	38,71%	39,23%	—
H ₇	7	3,22%	3,22%	—
O ₅	80	36,86%	—	—
N	14	6,45%	—	—
S	32	14,76%	—	—
	217	100,00%	—	219

Kwas 2-amino-3-sulfobenzoesowy krystalizuje się w dużych, bezbarwnych igłach o silnym połysku. Rozpuszcza się łatwo w wodzie i alkoholu; z kwasami mineralnymi nie łączy się, natomiast z zasadami tworzy sole jedno- i dwumetaliczne. Z chlorkiem żelazowym daje zabarwienie brunatne. Silnie rozcieńczone roztwory wodne kwasu lub jego soli barowej okazują intensywną, niebieską fluorescencję. Kwas 2-amino-3-sulfobenzoesowy, ogrzany w kapilarze, rozkłada się w 263° C., z wydzielaniem bezwodnika węglowego i wytworzeniem związku, który, po przekrystalizowaniu z rozcieńczonego kwasu octowego i zanalizowaniu, okazał się o-sulfoaniliną.

I. 0,2024 g. związku, wysuszonego na powietrzu, straciło przy ogrzewaniu w 150° C. 0,0189 g. wody;

Oblicza się na wzór:



Znaleziono:

I.

Wody 9,43% 9,34%

II. 0,1835 g. związku, wysuszonego w 150° C., dało 0,2804 g. bezwodnika węglowego i 0,0652 g. wody;

III. 0,2086 g. związku, wysuszonego w 140° C., zużyło przy miareczkowaniu wobec fenolftaleiny 12,11 cm³ 1/10 n. roztworu ługu sodowego.

Oblicza się na wzór:



Znaleziono:

II.

III.

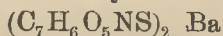
Liczba neutralności . . 173 — 172,3

Węgla 41,62% 41,66% —

Wodoru 4,05% 3,95% —

Sól barowa 2-amino-3-sulfobenzooesowego kwasu. Roztwór chlorku barowego wiano do wrzącego roztworu kwasu aminosulfobenzooesowego; po ostygnięciu cieczy, zebrano wydzieloną sól krystaliczną na sączku, przemyto ją wodą i wysuszone na powietrzu. Związek jest solą kwaśną, nie zawiera wody krystalizacyjnej; w zimnej wodzie rozpuszcza się bardzo trudno. 0,1768 g. soli, wysuszonej w 130° C., dało po wyprażeniu 0,0706 g. siarczanu barowego, co odpowiada 0,041565 g. baru.

Oblicza się na wzór:



Znaleziono:

Baru 24,13% 23,51%

Bezwodnik wewnętrzny 2-dwuazo-3-sulfobenzooesowego kwasu.

Dwuazowanie 2-amino-3-sulfobenzooesowego kwasu przeprowadza się w sposób następujący. 3 g. sulfoantranilowego kwasu, rozpuszczonego w 25 g. zgęszczonego kwasu siarkowego, zadaje się partjami, w ciągu dwu godzin, 1,7 g. azotynu potasowego, przy energicznem mieszaniu. Temperatura, w ciągu reakcji, nie powinna przekraczać 15° C. Po skończonem dwuazowaniu płyn wkrapla się, przy oziębianiu wodą i silnem mieszaniu, do 50 cm³ wody. Wydzielony przytem szary, krykrystaliczny proszek zbiera się na pompie, myje 20% kwasem solnym i alkoholem i suszy na powietrzu. Wydatek wynosi 78% teorji. W razie potrzeby oczyszcza się związek przez rozpuszczenie w 1/10 n. ługu i wytrącenie kwasem solnym.

I. 0,1641 g. związku, wysuszonego na powietrzu, dało 0,2247 g. bezwodnika węglowego i 0,0298 g. wody;

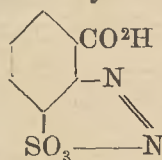
II. 0,1010 g. związku, wysuszonego na powietrzu, dało przy ogrzaniu z 20% kwasem solnym 10,5 cm³ azotu, w temp. 21° C., pod ciśnieniem 730,4 m/m rtęci;

III. 0,1020 g. związku, wysuszonego na powietrzu, dało przy ogrzaniu z 20% kwasem solnym 10,8 cm³ azotu, w temp. 23° C., pod ciśnieniem 728,6 m/m rtęci;

IV. 0,3220 g. związku, wysuszonego na powietrzu, zużyło przy miareczkowaniu wobec fenoltaleiny 14,13 cm³ 1/10 n. ługu sodowego:

Oblicza się na wzór:

Znaleziono:



			I.	II.	III.	IV.
C ₇	84	36,84%	37,35%	—	—	—
H ₄	4	1,75%	2,02%	—	—	—
O ₅	80	35,10%	—	—	—	—
N ₂	28	12,28%	—	11,31%	11,39%	—
S	32	14,03%	—	—	—	—
	228	100,00%	—	—	—	227,9

Bezwodnik 2-dwuazo-3-sulfobenzoesowego kwasu wydziela się, po zakwaszeniu kwasem solnym roztworów jego soli, w formie prawie białego osadu, o strukturze krystalicznej. W wodzie i alkoholu rozpuszcza się trudno; zagotowany z wodą rozkłada się z wydzieleniem azotu. Wykazuje reakcje związków dwuazowych. Ogrzany w kapilarze, rozkłada się gwałtownie w temp. 150° C. W obecności silnych ługów bardzo nietrwały, daje się jednak miareczkować 1/10 n. roztworami wodorotlenków alkaliów. Ogrzewany z silnym kwasem solnym rozpuszcza się powoli, tracąc równocześnie azot i przechodząc w odpowiedni kwas sulfosalicylowy.

Kwas 2-oxy-3-sulfobenzoesowy.

Celem otrzymania tego kwasu, zadano 1,4 g. dwuazowiazku 35 cm³ 20%-wego kwasu solnego i ogrzewano na łaźni wodnej trzy godziny. Następnie odparowano płyn do małej objętości,

a po przesączeniu i powtórnem podgęszczeniu do objętości czterech cm^3 , zadano roztwór czterema cm^3 dymiącego kwasu solnego. Wydzielony osad krystaliczny, biały zebrano na sączku i przemyto zrazu kwasem solnym zgęszczonym, a w końcu lodowym octem. Ważył 0,9 g.

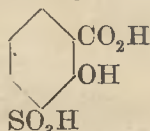
I. 0,1440 g. związku, wysuszonego w 150°C ., dało 0,2034 g. bezwodnika węglowego i 0,0356 g. wody;

II. 0,1226 g. związku, wysuszonego w 155°C ., zużyło przy miareczkowaniu wobec fenoltaleiny 11,23 cm^3 $\frac{1}{10}$ n. ługu sodowego;

III. 0,1204 g. związku, wysuszonego na powietrzu, straciło przy ogrzewaniu w 155°C . 0,0186 g. wody i zużyło następnie przy miareczkowaniu wobec fenoltaleiny 9,34 cm^3 $\frac{1}{10}$ n. ługu sodowego.

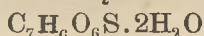
Oblicza się na wzór:

Znaleziono:



		I.	II.	III.
C_7	84 38,53%	38,51%	—	—
H_6	6 2,75%	2,75%	—	—
O_6	96 44,03%	—	—	—
S	32 14,69%	—	—	—
	218 100,00%	—	218,4	—

Oblicza się na wzór:



Wody	14,18%	—	—	15,44%
Liczba neutr.	254	—	—	257,8

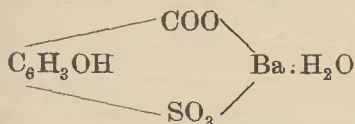
Kwas 2-oxy-3-sulfobenzoesowy krystalizuje się ze zgęszczonego kwasu solnego z dwiema cząsteczkami wody w formie grubokrystalicznej. Związek, zawierający wodę krystalizacyjną, topi się, zależnie od szybkości grzania, w temp. od 120 do 155°C . Wodę krystalizacyjną traci kwas oxysulfobenzoesowy całkowicie dopiero w 150°C . i wtedy posiada ostry punkt topności, bez rozkładu, w 213°C . Rozpuszcza się bardzo łatwo w zimnej wodzie i alkoholu, trudno w zimnym, łatwiej zaś w gorącym kwasie octowym. Ten ostatni rozczynnik nadaje się znakomicie do krystalizacji związku. Z chlorkiem żelazo-

wym nawet rozcieńczone roztwory sulfosalicylowego kwasu dają intensywne zabarwienie fioletowe.

Sól barowa. Zneutralizowany ługiem sodowym roztwór kwasu 2-oxy-sulfobenzoowego zadano na gorąco chlorkiem barowym. Wydzieloną po oziębieniu cieczy, krystaliczną, białą sól barową, zebrano na sączek, przemyto wodą i wysuszono na powietrzu. Krystalizuje się z jedną cząstką wody; w wodzie rozpuszcza się trudno. 0,1638 g. soli straciło przy suszeniu w 140° C. 0,0066 g. wody i dało po wyprażeniu 0,1029 g. siarczanu barowego, co odpowiada 0,060556 g. Ba.

Oblicza się na wzór:

Znaleziono:



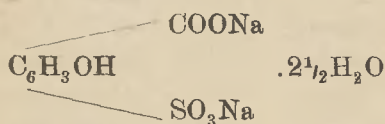
Wody	4,85%	4,03%
Baru	36,99%	36,97%

Sól sodowa. Sól sodową otrzymano przez dokładne zneutralizowanie związku ługiem sodowym wobec fenoltaleiny, poczem roztwór podgęszczono do krystalizacji. Przedstawia ona płytki o silnym połysku; w wodzie rozpuszcza się łatwo, krystalizuje się z 2½ cząsteczkami wody.

0,1432 g. soli straciło przy suszeniu w 150° C. 0,0206 g. wody i dało po wyprażeniu 0,0670 g. siarczanu sodowego, co odpowiada 0,021723 g. sodu.

Oblicza się na wzór:

Znaleziono:



Wody	14,68%	14,39%
Sodu	15,02%	15,17%

4-Oxy-8-sulfo-chinazolina.

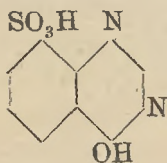
0,95 g. 2-amino-3-sulfobenzoowego kwasu ogrzewano dwie godziny z 1 g. formamidu w 160—180° C. Wytwór reakcji rozpuszczono w 20 cm³ wody, poczem roztwór ten zadano na gorąco kwasem solnym. Wydzielony osad mikrokryształiczny, biały

zebrano i przemyto wodą. Celem oczyszczenia przekrystalizowano związek dwukrotnie ze znaczniejszych ilości wody. Ważył 0,63 g. Wody krystalizacyjnej nie zawiera.

0,1121 g. substancji, wysuszonej w 150°C ., dało $13,3\text{ cm}^3$ azotu, w temp. 23°C ., pod ciśnieniem 742 m/m rtęci.

Oblicza się na wzór:

Znaleziono:



Azotu 12,39%

12,98%

4-Oxy-8 sulfo-chinazolina rozpuszcza się w wrzącej wodzie trudno i krystalizuje się z takiego roztworu w drobnych igielkach. Ogrzana w kapilarze, zwęglą się bez poprzedniego stopienia. Z chlorkiem żelazowym nie daje żadnego zabarwienia.

7-Sulfo-izatyna.

Celem otrzymania większych ilości sulfoizatyny, przeprowadzono utlenianie sulfochinoliny w sposób następujący. 40 g. 8-sulfochinoliny rozpuszczono w równoważnej ilości ługu potasowego, poczem płyn rozcieńczono wodą do objętości jednego litra. Do takiego roztworu wkroplono, w ciągu $2\frac{1}{2}$ godzin, 2800 cm^3 5%-owego roztworu nadmanganianu potasowego, przy turbinowem mieszaniu. Po skończonym wkrapłaniu ciecz ogrzano do wrzenia i przesączono. Osad dwutlenku manganu wygotowano 600 cm^3 wody i po przesączeniu połączono filtrat z przesączem głównym. Płyn zneutralizowano kwasem siarkowym, pozostawiając reakcję słabo alkaliczną, poczem podgęszczono go na łaźni wodnej do małej objętości. Ciecz, z wydzielonym obficie siarczanem potasowym, zadano podwójną objętością alkoholu i przesączono na gorąco. Alkohol odpędzono z przesącza przez ogrzanie na łaźni wodnej, a pozostałość, po częściowem podgęszczeniu, pozostawiono do krystalizacji. Wydzieloną po kilku godzinach sól potasową niezmienionej 8-sulfochinoliny zebrano na sączek i przemyto rozcieńczonym alkoholem. Ważyła 4 g. Przesącz po tym związku poddano parcjalnemu ukwaszeniu kwasem siarkowym. Wpierw wytrąca się w tych warunkach pomarańczowa sól potasowa 7-sulfoizatyny. Zebrano

ją na sączku i przemyto rozcieńczonym, w końcu zaś czystym alkoholem. Ważyła 6 g.

Z przesączu po tej soli otrzymuje się, przez dalsze ukwaszenie kwasem siarkowym, około 9 g. poprzednio omówionego związku żółtego i około 4 g kwasu chinolinowego.

Sól potasową sulfoizatyny oczyszczono przez kilkakrotną krystalizację z wody i kwasu solnego.

Celem otrzymania wolnego związku, wodny roztwór soli potasowej zadano na gorąco chlorkiem barowym. Po oziębieniu cieczy wykrystalizowała się czerwona sól barowa, którą zebrano na sączku i przemyto wodą. Gorący, wodny roztwór soli barowej zadano obliczoną ilością kwasu siarkowego, licząc 23,31% baru w związku suchym. Po odsączeniu od siarczanu barowego, przesącz podgęszczono do bardzo małej objętości i zadano równą objętością zgęszczonego kwasu solnego. Wykrystalizowaną w blaszkach sulfoizatynę zebrano na sączku, przemyto kwasem solnym zgęszczonym i wysuszono na powietrzu.

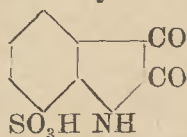
I. 0,1548 g. związku, wysuszonego w 150° C., dało 0,2402 g. bezwodnika węglowego i 0,0300 g. wody;

II. 0,1532 g. związku, wysuszonego w 150° C., dało 8,75 cm³ azotu, w temp. 23° C., pod ciśnieniem 742 m/m rtęci;

III. 0,1249 g. związku straciło przy powolnem ogrzewaniu do 155° C. 0,0303 g. wody.

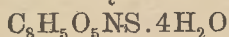
Oblicza się na wzór:

Znaleziono:



			I.	II.	III.
C ₈	96	42,30%	42,33%	—	—
H ₅	5	2,20%	2,15%	—	—
O ₅	80	35,25%	—	—	—
N	14	6,16%	—	6,25%	—
S	32	14,09%	—	—	—
	227	100,00%	—	—	—

Oblicza się na wzór:



Wody	24,07%	—	—	24,26%
------	--------	---	---	--------

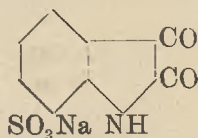
7-Sulfoizatyna krystalizuje się z czterema cząsteczkami wody w blaszkach zabarwionych intensywnie czerwono-poma-

rańczowo. Substancja, suszona w 150°C ., zmienia barwę na czysto żółtą, a po pozostawieniu przez 12 godzin na powietrzu, zyskuje swą barwę pierwotną z równoczesnym, pełnym przyrostem wagi, obliczonym na cztery, poprzednio w niej zawarte, cząstki wody. Rozpuszcza się bardzo łatwo w wodzie, łatwo w alkoholu i kwasie octowym.

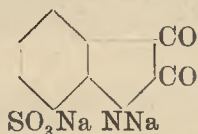
Sulfoizatyna, zawierająca wodę krystalizacyjną, topi się w 80°C ., przy dalszem zaś grzaniu, zastyga w masę żółtą, topniejącą ostro w 197°C . Punkt topliwości sulfoizatyny bezwodnej jest zatem identyczny z punktem topliwości izatyny samej.

Sulfoizatyna wykazuje reakcje analogiczne izatynie, n. p. z tiofenem tworzy niebieski barwnik pochodny indofeniny.

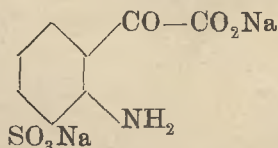
7-Sulfoizatyna daje się dokładnie miareczkować bez użycia indykatora, dzięki zmianie zabarwień tworzących się przytem soli. Przy użyciu połowy ilości potrzebnego do zmiareczkowania ługu, występuje w miejsce jasno-żółtej barwy, pochodzącej od soli wzoru



intensywne zabarwienie brunatne, właściwe związkowi o wzorze



Po dodaniu jednej kropli nadmiaru ługu, ponad ilość potrzebną do całkowitego zneutralizowania, barwa brunatna wyjaśnia się z powrotem do jasno-żółtej, odpowiadającej soli sodowej kwasu sulfoizatynowego, wzoru:

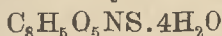


Rozszczepienie sulfoizatyny na kwas sulfoizatynowy nie zachodzi momentalnie, dlatego też, przy końcu miareczkowania, należy dodawać ługu mniej więcej w $\frac{1}{2}$ -minutowych odstępach czasu.

0.1542 g. związku, wysuszonego na powietrzu, zużyło do wystąpienia barwy brunatnej 5,42 cm³ $\frac{1}{10}$ n. ługu sodowego, a następnie, do okazania się barwy jasno-żółtej, ogółem 10,47 cm³ $\frac{1}{10}$ n. wodorotlenku sodowego.

Oblicza się na wzór:

Znaleziono:



Ciężar cząsteczkowy . . . 299

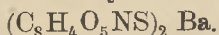
289

Sól barowa. Zgęszczony roztwór wodny sulfoizatyny zadano na gorąco chlorkiem barowym. Wykryształizowane, po ostygnięciu cieczy, czerwono-pomarańczowe igły zebrano na sączek, przemyto wodą i wysuszono na powietrzu. Sól barowa sulfoizatyny nie zawiera wody krystalizacyjnej, w wodzie zimnej jest trudno, w gorącej łatwiej rozpuszczalna.

0,1189 g. soli, wysuszonej w 150° C., dało po wyprażeniu 0,0471 g. siarczanu barowego, co odpowiada 0,027715 g. baru.

Oblicza się na wzór:

Znaleziono:



Baru 23,31%

23,31%

Laboratorium chemji ogólnej Wydziału Rolniczo-leśnego w Politechnice we Lwowie. W listopadzie 1920 r.

ZUSAMMENFASSUNG.

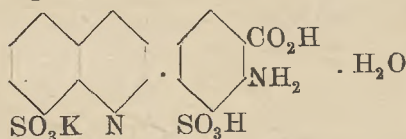
Über die Oxydation der Chinolin-ortho-sulfonsäure.

Von

EDWARD SUCHARDA.

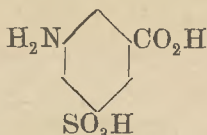
Bei der Oxydation der Chinolin-ortho-sulfonsäure mit der alkalischen Kaliumpermanganat-lösung entstehen, neben der Chinolinsäure, zwei gefärbte Körper.

Dem ersten, gelben Körper entspricht die Formel:



Er ist also ein saures Kaliumsalz einer Additionsverbindung, welche aus einem Mol. der Chinolin-ortho-sulfonsäure

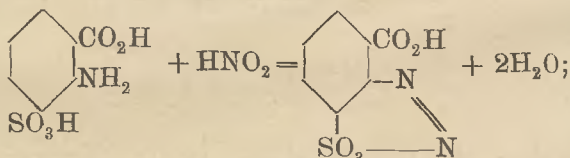
und einem Mol. der 2-Amino-3-sulfobenzoessäure besteht. Aus dieser Verbindung, ohne sie näher zu untersuchen, hat Zürcher¹⁾, durch Krystalisation aus Salzsäure, freie 2-Amino-3-sulfobenzoessäure dargestellt. Die zuletzt genannte Säure wird in der Literatur irrtümlich mit der von Limpricht und Ulsar²⁾ dargestellten Säure, als identisch betrachtet. Laut der von Holleman und von Dorsen³⁾ ausgeführten Untersuchungen muss aber der Limpricht-Ulsarschen Säure die Formel



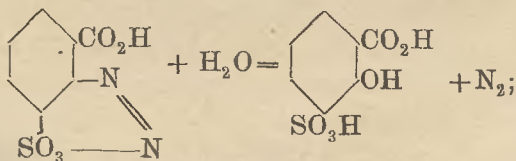
zukommen.

Wegen mangelhaften Beschreibung der Eigenschaften und der Reaktionsfähigkeit der 2-Amino-3-sulfobenzoessäure, wurde sie vom Verfasser näher untersucht.

Die 2-Amino-3-sulfobenzoessäure, in konz. Schwefelsäure gelöst, geht bei Einwirkung der Salpetrigensäure in das innere Anhydrid der 2-Diazo-3-sulfobenzoessäure, laut der Gleichung:



Diese Diazoverbindung liefert beim Erwärmen mit der 20%-gen Salzsäure die 2-Oxy-3-sulfobenzoessäure:

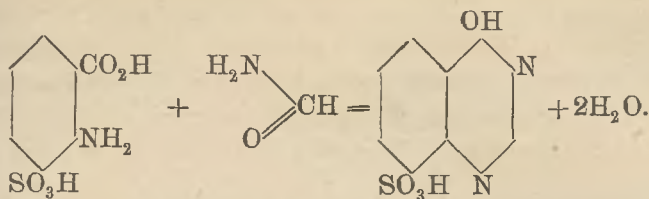


Die 2-Amino-3-sulfobenzoessäure kondensiert sich mit dem Formamid zu 4-oxy-8-sulfochinazolin:

¹⁾ B. 21, 180.

²⁾ A. 106, 29.

³⁾ A. F. Holleman: Die direkte Einführung von Substituenten in den Benzolkern. S. 340. (1910).



Der zweite, bei der Oxydation der Chinolin-ortho-sulfonsäure entstehende Körper ist orange gefärbt und wurde als Kaliumsalz des 7-Sulfo-isatin erkannt. Das freie 7-Sulfoisatin wurde über sein Bariumsalz dargestellt. Es ist nicht mit dem von G. und A. Schlieper¹⁾, bei der Oxydation des Sulfo-indigo, dargestellten Sulfoisatin identisch.

Bezüglich der Eigenschaften der im Gang der Untersuchung hergestellten Körper, ist anzugeben.

Die anfangs erwähnte, gelbe Additionsverbindung, aus der 2-Amino-3-sulfobenzoesäure und chinolin-ortho-sulfonsaurem Kalium bestehend, krystallisiert aus Wasser in gelben Nadeln vom Smp. 248° C. Leicht löslich in Wasser und Alkalien, schwer in Alkohol. Durch starke Säuren wird sie in Komponenten zerlegt. Beim Verdünnen ihrer konzentrierten wässrigen Lösung, verschwindet bald die gelbe Farbe und sodann erscheint die starke, blaue Fluoreszenz. Die Verbindung kann auch synthetisch, beim Zusammenbringen der gesättigten, wässrigen Lösungen der 2-Amino-3-sulfobenzoesäure und des Kaliumsalzes der Chinolin-ortho-sulfonsäure, dargestellt werden.

2-Amino-3 sulfobensoesäure krystallisiert in weissen, glänzenden Nadeln; schmilzt unter heftigem Aufschäumen bei 263° C. Ihre verdünnte, wässrige Lösung zeigt eine starke, blaue Fluoreszenz.

Inneres Anhydrid der 2-Diazo-sulfobenzoesäure ist ein krystallinisches, fast weisses Pulver. Beim Erhitzen zersetzt es sich gewaltig bei 150° C. Schwer löslich in Wasser und Alkohol, lässt es sich mit $\frac{1}{10}$ n. Alkali titrieren. Es zeigt im Allgemeinen die Reaktionen der Diazoverbindungen.

Die 2-Oxy-3-sulfobenzoesäure krystallisiert aus der konzentrierten Salzsäure in dicken, weissen Prismen mit zwei Mol. Wasser. Das Krystallwasser verliert sie gänzlich erst bei 150° C.

¹⁾ A. 120, 1.

und in dieser Form schmilzt sie scharf bei 213°C . Sie ist sehr leicht löslich in Wasser und in Alkohol, leicht in Eisessig und in der warmen, konzentrierten Salzsäure. Die wässerige, verdünnte Lösung gibt mit Eisenchlorid starke, violette Färbung.

Ihr Bariumsalz, $\text{C}_7\text{H}_4\text{O}_6\text{SBa}\cdot\text{H}_2\text{O}$, ist im Wasser schwer löslich.

Das Natriumsalz, $\text{C}_7\text{H}_4\text{O}_6\text{SNa}_2\cdot 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$, bildet leicht lösliche, glänzende Tafeln.

Das 4-Oxy-8-sulfochinazolin krystallisiert in kleinen, weissen Nadeln und ist in heissem Wasser schwer löslich. Beim Erhitzen verkohlt es ohne zu schmelzen; seine wässerige Lösung gibt mit Eisenchlorid keine Färbung.

Das 7-Sulfoisatin krystallisiert aus der starken Salzsäure in glänzenden, orange-roten Blättchen mit vier Mol. Wasser. Es schmilzt bei 80°C ., bei weiterem Erwärmen wird fest und schmilzt dann wiederum bei 197°C . Ohne Krystallwasser ist es gelb gefärbt. Es löst sich sehr leicht in Wasser, leicht in Alkohol und Essigsäure. Die Verbindung lässt sich ohne Indikator titrieren. Das entwässerte Sulfoisatin nimmt an der Luft rasch seine vier Mol. Krystallwasser wiederum auf.

Das Bariumsalz, $(\text{C}_8\text{H}_4\text{O}_5\text{NS})_2\text{Ba}$, bildet orange-rote Nadeln und ist im heissen Wasser ziemlich leicht löslich.

Lwów, Technische Hochschule.

November, 1920.

Czas, przestrzeń, materja i kosmos w świetle Einsteinowskiej teorii względności.

Wykłady w Polskiem Towarzystwie przyrodników im. Kopernika we
Lwowie w styczniu 1921 r.

[Le temps, l'espace, la matière et l'univers au point de vue de la théorie de relativité],
napisał

M. T. HUBER.

WSTĘP.

Niemal jednocześnie z rozegraniami się niebywałego co do rozmiarów światowego dramatu na polach bitew, dokonywał się w ciszy naukowych pracowni prawie bezprzykładny w dziejach wiedzy ostateczny przewrót fundamentalnych pojęć „filozofji przyrody“, radykalna przebudowa podstaw całej, tem mianem w Anglii nazwanej nauki o nieożywionej przyrodzie, t. j. fizyki.

Ten przewrót zapoczątkowała jeszcze w r. 1905 rozprawa Alberta Einsteina pod skromnym tytułem: „Zur Elektrodynamik bewegter Körper“ (Ann. d. Ph. 17), a zakończyła na razie w r. 1916 praca tegoż autora: „Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie“ (Ann. d. Ph. 49). Że ta rewolucja naukowa była częściowo zarazem decydującem zwycięstwem pewnych nurtujących od dawna filozoficznych poglądów, to, jak sądzę, w niczem nie umniejsza ogromnych zasług twórcy t. zw. „teorii względności“, który, jak zobaczymy, zajrzał może głębiej w ustrój rzeczywistości na tle społecznej nauki, niż to uczynił wielki fundator klasycznej mechaniki I. Newton na gruncie swojej epoki.

Podkreślając temi słowy mój szczerzy podziw dla całości koncepcji Einsteina, skryształizowanej ostatecznie w „ogólnej

teorii względności i grawitacji“, chcę zarazem wyrazić swoje najgłębsze przekonanie, że nowa teoria wyjdzie zwycięsko i z tych trudności, jakie jej następczają pewne doświadczalne fakty o charakterze *experimentum crucis*, niezbadane jeszcze tak dokładnie, aby mogły dać definitywne rozstrzygnięcie „za“ lub „przeciw“. Lecz o nich będzie mowa później; teraz zaś wypada przedewszystkiem skreślić nadzwyczajnie ciekawą genezę teorii względności, bo już sama ta geneza wyjaśni wiele i utoruje drogę na wyżynę nowożytnego reformatora fizyki.

I.

Fizyka materji i fizyka „eteru“. „Bezwzględny czas Newtona“.

Do niedawna rozpadała się cała fizyka na dwie dość luźnie ze sobą związane części: na fizykę podlegającą naszym zmysłom materji, oraz na fizykę zjawisk w pozbawionej materji przestrzeni, zwaną krótko fizyką eteru. Pod tem ostatniem mianem rozumiemy, jak wiadomo, fikcyjną substancję, jaką wypełniamy sobie w myśli materjalną próżnię owej przestrzeni dla umożliwienia najprzystępniejszej dla naszego umysłu, t. j. mechanicznej interpretacji tych zjawisk.

Im dalej cofamy się myślą w dziejach poznania przyrody, tem więcej napotykamy takich hipotetycznych, niematerjalnych substancyj. Nazywano je dawniej fluidami. Takim fluidem było np. niegdyś ciepło, nazywane u nas z tego powodu „ciepłikiem“. Tak ten fluid, jak i inne, poznikały bezpowrotnie z teoryj fizykalnych, a tylko chętnie wojują niemi jeszcze różni dyletanci, nie uznający oczywiście niedostępnej dla ich umysłów, poważnej, ścisłej nauki, którą z przekazem „ofcjalną“ zowią. Ostatni trwalszego, uniwersalnego znaczenia fluid, t. j. wszystko przenikający, niedostrzegalny i niewyczuwalny „eter“, przechodził dziwne koleje, a teraz, jak zobaczymy, zagroziła mu bankructwem teoria względności.

Prawie jedynym elementem, wiążącym ściśle obydwie wymienione działy fizyki, co prawda elementem ogromnej doniosłości, była od czasów J. R. Mayera, J. P. Joule'a i H. Helmholtza zasada zachowania energii. Z natury rzeczy fizyka materji, a więc przedewszystkiem mechanika, była zrazu bardziej rozwinięta od fizyki eteru. Na fundamentach dynamiki,

wzniesionych przez Galileusza i Newtona, wybudował ten ostatni wraz z całym szeregiem wybitnych badaczy dwu stuleci, na drodze matematycznej analizy, gmach teorii ruchu ciał materjalnych, imponujący prostotą i dokładnością w oddaniu niemal wszelkich obserwowanych w przyrodzie ruchów materji. Nader liczne i wielkie sukcesy tej teorii w astronomji, geofizyce, naukach technicznych i wielu innych są zbyt dobrze znane, ażeby je tutaj omawiać. Te sukcesy przyczyniły się do ugruntowania wiary w niewzruszoność podstaw mechaniki, sformułowanych przez Newtona w jego słynnem dziele *«Philosophiae naturalis principia mathematica»* (1687), jakkolwiek w minionem stuleciu coraz częściej wstrząsał temi podstawami sceptycyzm niektórych wybitnych myślicieli. Atoli ta słuszna krytyka filozoficzna fundamentów klasycznej mechaniki nie dała przez długi czas impulsu do ich radykalnej przebudowy, albowiem badania doświadczalne uspokajały niejako fizyków zapewnieniami, że przyroda nie domaga się tego. Doświadczenie zdawało się mimo wszystko przemawiać na korzyść poglądów Newtona, który np. w pojawieniu się sił odśrodkowych, warunkujących, jak wiadomo, spłaszczenie ziemi, (podobnie, jak i każdego ciała, wprawionego na ziemi w ruch obrotowy), kazał widzieć oczywisty dowód „bezwzględnego“ obrotu ziemi. Zmarły niedawno E. Mach podniósł już przed paru dziesiątkami lat („Die Mechanik in ihrer Entwicklung“ I. wyd. z r. 1883), że rozumowanie Newtona nie ma przekonującej siły, ale o tem później.

Teraz zajmmy się pierwszym punktem, w który godziły ataki sceptyków. Było nim postawione przez Newtona na czele mechaniki pojęcie „bezwzględnego czasu“, określonego przezeń w następujący sposób: „Bezwzględny, prawdziwy i matematyczny czas upływa z natury rzeczy jednostajnie i bez odniesienia do jakiegokolwiek przedmiotu“.

Bezwzględny czas Newtona jest najwidoczniej abstrakcją wyłącznie uprawnionego w fizyce fenomenologicznego pojęcia czasu, jako wielkości dającej się mierzyć zmiennością jakiegokolwiek dogodnie obranego zjawiska — krótko mówiąc: czasu fizykalnego. Jedynie bowiem po tem, że się cośkolwiek dzieje w przyrodzie, poznajemy, że czas upływa. (Wszak zdecydowawszy się wkroczyć chwilowo na grunt metafizyki, mo-

żemy sobie pomyśleć zatrzymanie, a potem znowu puszczenie w ruch całego, niezmiernego mechanizmu świata zjawisk; a wtedy cóż nam określi trwanie tej przerwy?) Fizyka może i powinna się zajmować tylko tem, co się da mierzyć, a Newton nie dał i nie mógł dać sposobu mierzenia swego „bezwzględnego“ czasu. Czas fizykalny można mierzyć tylko zjawiskami fizykalnemi, a to da się oczywiście wykonać w bardzo różnorodny sposób. Rzecz jasna, że przytem będzie korzystnem obierać takie zjawiska, aby odpowiadająca miara czasu prowadziła do możliwie najprostszych praw, czyli możliwie najprostszego opisu zjawisk przyrody — w tym przypadku ruchu ciał materjalnych.

Z tego to, a nie z innego powodu wypada ustalić sposób mierzenia czasu koniecznie tak, aby przedział czasu, odpowiadający jakiemukolwiek zjawisku powtarzającemu się kolejno w możliwie tych samych warunkach, można było uważać każdym razem za równy, z tem samem przybliżeniem, lub wreszcie prawdopodobieństwem, z jakim zachodzi równość warunków zjawiska. Na tym postulacie polegają najdawniejsze i najprostsze przyrządy do mierzenia czasu, t. j. klepsydry. Miały one oczywiście obok innych tę kardynalną wadę, że nie działały samoczynnie dowolnie długo, lecz zmuszały do wprowadzenia niepożądanego elementu subiektywnego, t. j. wmięszania się żywej istoty. Dlatego cenniejszą od dawien dawna miarą czasu był dzienny obrót pozornej kuli niebieskiej, którego regularność uderzyła najdawniejszych badaczy, każąc im wierzyć, że warunki tego zjawiska są zawsze jednakowe. Dziś wiemy, że te warunki ulegają pewnym, aczkolwiek drobnym zmianom i z tego zdawał sobie doskonale sprawę już Newton. Sądził jednak, że przynajmniej da się pomyśleć takie bądź to okresowe, bądź też nieokresowe zjawisko ruchu, którego warunki są zupełnie niezmiennie i które wskutek tego mogłoby służyć do pomiaru „bezwzględnego“ czasu.

Tego rodzaju fikcyjne zjawisko ruchu opisuje mianowicie podstawowe prawo mechaniki klasycznej, t. j. prawo bezwładności, które powiada, że ruch ciała, na które żadne siły nie działają, jest prostoliniowy i jednostajny. Ale pojęcie ruchu jest samo w sobie względne i, mówiąc o ruchu danego ciała, musimy ustalić jakieś inne ciało, lub związany z niem nie-

zmiennie układ współrzędnych, do którego ruch odnosimy, czyli układ odniesienia. Do jakiegoż układu odniesienia stosuje się prawo bezwładności?

Tutaj występuje druga abstrakcja mechaniki klasycznej, t. j. „bezwzględna przestrzeń“. Lecz wróćmy jeszcze do pierwszej, t. j. do bezwzględnego czasu. Ogromną użyteczność tego pojęcia ilustruje znakomicie dwuwiekowy rozwój mechaniki i opierających się na niej innych działów fizyki. Atoli przyjęcie bezwzględnego czasu było zarazem roztropną i konieczną rezygnacją z głębszego zajrzenia w rzeczywisty urządzenie świata zjawisk fizycznych. Roztropną, bo nadzwyczajnie upraszczała matematyczny obraz tego urządzenia; konieczną zaś, bo ani stan ówczesny matematyki, ani też wyniki badań doświadczalnych nie pozwalały na zapuszczenie wzroku teoretyka jeszcze głębiej. Mógł to uczynić dopiero Einstein nie tylko siłą swego geniuszu, lecz także dzięki temu, że już dojrzały niezbędne do tego warunki. Zdaje mi się, że chociaż angielscy uczeni w epoce newtonowskiej niezbyt wiele filozofowali na temat bezwzględnego czasu i przestrzeni, to jednak wybornie odczuwali utylitarny niejako i tymczasowy charakter tych abstrakcyj.

II.

„Bezwzględna“ przestrzeń Newtona. Zasada względności mechaniki klasycznej. Krytyka E. Macha. Daremne poszukiwania układu bezwzględnego w „eterze“. Uogólniona zasada względności.

Przejdźmy teraz do drugiej, już wymienionej abstrakcji klasycznej mechaniki, t. j. do „bezwzględnej przestrzeni“. Pojęcie tej przestrzeni powstało w następujący sposób. Ciała stałe przyrody okazują w zwykłych warunkach wysoki stopień niezmienności swej postaci, dzięki czemu można na nich i zapomocą nich wykonywać pomiary, przedewszystkiem pomiary długości. Przy takich pomiarach doświadczenie nie dawało dotąd powodu do przypuszczenia, że wymiary ciała mogą być zależne od stanu ruchu układu odniesienia, w którym ciało spoczywa. Ta sama n. p. płyta metalowa, zmierzona na ziemi, a potem na okręcie podczas jego ruchu, wykazałaby w obu wypadkach

te same rozmiary, a jeřliby znaleziono jakieř różnice, to one zawsze dawałyby się wytłumaczyć innemi wpływami, jak n. p. różnicą temperatur, ciśnień, błędami pomiarów i t. d. Nagromadzenie pomiarów i dořwiadczeń natury technicznej poprowadziło przez abstrakcję do pojęcia ciała sztywnego, absolutnie nie zmieniającego swojej postaci i rozmiarów przy jakiegokolwiek zmianie położenia względem innych ciał, a dalsza abstrakcja od materji, z której ciała są utworzone, dała pojęcie ciał, czyli brył geometrycznych.

Badaniem metrycznych własności tych abstrakcyjnych utworów zajmowano się, jak wiadomo, już w starożytności (a więc na długo przed naukowem traktowaniem mechaniki), stwarzając naukę matematyczną o wielkiej praktycznej użyteczności, zwaną geometrją. Jej najstarszym pomnikiem o przedziwnej doskonałości jest znane dzieło Euklidesa z III. wieku przed n. Chr. Logiczna budowa metrycznej geometriji jest w niem oparta na niewielu t. zw. pewnikach, z których jeden (piąty), wyrażający, że przez punkt obok prostej można zawsze jedną i tylko jedną równoległą do niej poprowadzić, budził z nowożytnym rozwojem nauki podejrzenia, że jest raczej zamaskowaniem twierdzeniem, czyli, że da się dowieść na podstawie reszty pewników Euklidesa. Atoli wszelkie próby dowodu okazały się daremne. Dłaczego, o tem wiemy od czasu słynnych prac J. Bolyai'a i M. J. Łobaczewskiego z r. 1830/31. Te prace bowiem wykazały, że można wznieść logicznie zwarty gmach metrycznej geometriji bez piątego pewnika Euklidesa; zastępując go innym, wyrażającym n. p., że jest więcej prostych przechodzących przez dany punkt i równoległych do danej prostej, albo że niema takich prostych.

Ale taka geometrja będzie inna, niż ta, która się zawiera w XII. księgach Euklidesa. Z tego wynikało, że piąty pewnik dowieść się nie da, a zarazem, że ten pewnik, a raczej postulat, charakteryzuje szczególny rodzaj geometriji traktowanej w dziele Euklidesa, którą z tego powodu nazwano Euklidesową. Wszelkie zaś inne geometrije zowią nieeuklidesowemi. Przestrzeń, zaludniona, że się tak wyrażę, utworami każdej z tych geometriji, jest dla każdej z nich różna i różne posiada własności. Każda z tych przestrzeni tworzy, jak mówią matematycy, inne trójwymiarowe *kontinuum* punktów.

Nasuwa się tedy pytanie, czy przestrzeń zjawisk fizycznych ma charakter przestrzeni euklidesowej, czy też nie? Za czasów Newtona nie było jeszcze o tem mowy; nie tedy dziwnego, że przestrzeni fizycznej, ucieleśnionej w postaci ciała sztywnego, którego rozmiary możemy we wszystkich kierunkach przedłużać bez granic, przypisywano charakter euklidesowy, a Newton przyjął tego rodzaju pomyślaną przestrzeń o euklidesowej strukturze za „bezwzględną“ przestrzeń swojej mechaniki, i, co zatem idzie, całej fizyki. Tak pojęta przestrzeń, niezależna od materji i zjawisk fizycznych, była niejako dogodnym rusztowaniem myślowym, z którego Newton patrzył na wsze strony w nieskończoność, widząc wszędzie materję posłuszną odkrytemu przez się, tajemniczemu prawu powszechnego ciążenia (gravitacji) i komunikującą się promieniami światła, utworzonymi według jego „emisyjnej“ teorii przez niezmiernie drobne ciała, wyrzucane prostoliniowo z olbrzymią prędkością 300.000 km./sek. Nic tedy dziwnego, że już Newton przypuszczał możliwość wpływu gravitacji na światło, o czem zapomniano później, kiedy undulacyjna teoria Huygensa zatryumfowała nad emisyjną, a tembardziej, gdy Maxwell przeobraził undulacyjną teorię na elektro-magnetyczną.

Abstrakcyjny obraz bezwzględnej przestrzeni i bezwzględnego czasu dawał umysłowi Newtona widocznie pewnego rodzaju zadowolenie i poczucie pewności, jakie i obecnie jest dla niektórych umysłów jednym ze źródeł rozpaczliwego oporu przeciw zwycięskiemu pochodowi nowoczesnej fizyki relatywistycznej. Przypomina się mimowoli, jak przed wiekami przeciwnicy nauki Kopernika trzymali się kurczowo dawnego poglądu Ptolemeusza, który ziemię uważał za „nieruchomy“ środek świata, bo to uprzywilejowane stanowisko ziemi napępniało ich duszę ambitnem zadowoleniem i wygodnem poczuciem pewności. Podobnie współcześni przeciwnicy teorii względności, odrzucającej bezwzględną przestrzeń i bezwzględny czas, widzą właśnie w tych pojęciach jak gdyby jedyne stałe punkty zakotwienia swoich myśli. Archimedesowe „*Δός μοι ποῦ στῶ...*“, bez czego, jak im się zdaje, pozostaliby bezradni i niezadowoleni.

Ale wróćmy jeszcze do mechaniki Newtonowskiej. Już sformułowanie zasadniczych praw dynamiki odebrało przestrzeni fizy-

kalnej Newtona w znacznej części charakter bezwzględności. Skoro bowiem znajdziemy jeden z układów odniesienia, w którym obowiązuje prawo bezwładności (układ Galileuszowy), to każdy układ, poruszający się względem niego jednostajnie i prostoliniowo, ma oczywiście również tę samą własność. Dzięki temu nie spostrzegamy np. żadnej różnicy w zjawiskach mechanicznych na ziemi, a na płynącym jednostajnie i prostoliniowo statku, lub w poruszającej się jednostajnie klatce liftu. We wszystkich trzech przypadkach okazuje się, że ciała, puszczane swobodnie, spadają pionowo z przyspieszeniem $g=9,81 \text{ cm/sek}^2$, że wahadło pobudzone do wahań ma okres wyrażony formułą $T=2\pi\sqrt{l/g}$ i t. d. (Biorąc ściśle, nie jest ziemia układem Galileuszowym, inaczej bowiem nie mówiłaby mechanika klasyczna o jej obrocie w takimże układzie, zrealizowanym z bardzo wielką dokładnością przez układ gwiazd stałych; ale ta nieścisłość przy powyższem uzmysłowieniu równouprawnienia układów o jednostajnej, względnej translacji nie psuje instryktywności tego obrazu).

Wszystkie zatem układy Galileuszowe, poruszające się względem siebie jednostajnie i prostoliniowo są równouprawnione przy opisie zjawisk ruchu ciał materialnych. Nie ma układu uprzywilejowanego, któryby grał rolę „przestrzeni bezwzględnej“.

Powyższe wysłowienie wyraża t. zw. zasadę względności mechaniki klasycznej, której uogólnienie stanowi punkt wyjścia Einsteinowskiej teorii względności.

Jakkolwiek Newton zdawał sobie bardzo dobrze sprawę ze znaczenia zasady względności w powyższej postaci, to jednak nie porzucił myśli o bezwzględnej przestrzeni, bo, jak już poprzednio wspomniałem, tylko przy jej pomocy umiał sobie objaśnić zjawisko spłaszczenia ziemi na biegunach, uwarunkowane siłami odśrodkowymi, jako siłami bezwładności przy obrocie. Sądził, że gdyby nawet ziemia była wiecznie otulona chmurami, niepozwalającymi obserwować gwiazdzistego nieba, to i tak z pomiaru ziemi i rozmieszczenia na niej siły ciężkości musielibyśmy wywnioskować, że ona się obraca w „przestrzeni bezwzględnej“, niezależnie od niedającego się w tych pomyślnych warunkach stwierdzić ruchu postępowego.

Muszę tutaj zapobiedz możliwemu nieporozumieniu. Sformułowaną poprzednio zasadę względności klasycznej mechaniki należy odróżnić od zasadniczej względności pojęcia ruchu, o jakiej mówi się w kinematyce, t. j. teorii ruchu, oderwanej od materji poruszających się ciał i sił, jako przyczyn ruchu. Ze stanowiska kinematyki jest np. system Kopernikowski równo-uprawniony z Ptolomeuszowym i zaleca go tylko prostota, podczas gdy rzecz się ma inaczej ze stanowiska Newtonowskiej dynamiki.

Wracając teraz do sprawy Newtonowskiego dowodu „bezwzględnego“ obrotu ziemi, przedstawię w jaki sposób E. Mach wykazał, że argumenty Newtona wcale nie zniewalają do przyjęcia bezwzględnego charakteru ruchów obrotowych.

Newton powołuje się na swoje doświadczenia z płynem wirującym w naczyniu walcowym, które wprowadził w ruch obrotowy w ten sposób, że zawiesił je na długim sznurku, a skręciwszy ten sznurek wielokrotnie przez obrót naczynia, napełnił je wodą i puścił następnie swobodnie. Sznurek, rozkręcając się, wprowadził z początku w obrót samo naczynie, podczas gdy woda w niem pozostawała w spoczynku (względem ziemi). Świadczyło o tem jej płaskie zwierciadło. W miarę jak tarcie na ścianach naczynia porywało wodę, udzielając jej stopniowo prędkości obrotowej, coraz bardziej zbliżonej do prędkości naczynia, staowało się zwierciadło wody wklęsłem. Newton widział w tem widoczny skutek sił odśrodkowych, których nie było na początku, kiedy ruch wody w naczyniu był tylko „względny“, a pojawiły się dopiero, gdy się stał bezwzględnym.

Otóż Mach zwraca słusznie uwagę na to, że, podczas gdy w pierwszym przypadku, tj. dopóki zwierciadło wody w naczyniu było płaskie, obracała się dokoła walca wodnego tylko masa naczynia, to w przypadku drugim zachodzi ze stanowiska kinematycznego obrót całej, niezmiernie wielkiej masy reszty wszechświata. Chociaż tedy Newton nie mógł dostrzedz powstania sił odśrodkowych w wodzie wskutek obrotu względnego znikomo małej masy naczynia, to jednak z tego powodu nie można z góry wykluczać przypuszczenia, że takie siły dałyby się może stwierdzić, gdybyśmy ścianom naczynia dali dostatecznie wielką grubość, np. kilkuset metrów, jeżeli nie kilo-

metrów. Tylko doświadczenie mogłoby zaprzeczyć temu przypuszczeniu.

Idąc za temi myślami Macha, próbowali bracia B. i J. Friedländer w r. 1896 stwierdzić doświadczalnie istnienie sił odśrodkowych, wywołanych względnym obrotem potężnego koła zamachowego, jakim są zaopatrzone spólczesne wielkie maszyny parowe. W tym celu umieścili w pobliżu koła na jego geometrycznej osi nader czułą wagę skręcenia i śledzili, czy obrót koła nie wywoła odchylenia igielki wagi ku płaszczyźnie obrotu. Wynik doświadczeń był, jak było do przewidzenia, ujemny, albowiem najcięższe koła, jakimi rozporządzamy, mają znikomo małą masę w porównaniu do masy reszty wszechświata. (Możnaby wprowadzić myśl o zwiększeniu szukanego wpływu na drodze powiększenia prędkości kątowej koła, ale temu znów stoi na przeszkodzie ograniczona wytrzymałość materiału i połączone z tem niebezpieczeństwa jego eksplozji, której fatalne skutki dobrze są znane w nowoczesnej technice).

Nie mogę tutaj przytaczać zdań całego szeregu wybitnych myślicieli epoki newtonowskiej, poczynwszy od Eulera a skończywszy na Poincaré'm, aby przedstawić, jak powoli coraz silniej utrwalalo się przekonanie o konieczności oparcia fundamentów mechaniki nie na transcendentalnych (według terminologii Kanta) pojęciach „bezwzględnej“ przestrzeni i czasu, lecz na pojęciach fizykalnych, podlegających faktycznie obserwacji. Toż samo odnosi się i do drugiej części fizyki, którą dla krótkości będziemy dalej nazywali po staremu „fizyką eteru“, a która również aż do naszych czasów borykała się z powyższemi abstrakcjami. Bo nawet zdawało się nie tak dawno, że sam eter będzie tym, dla wielu umysłów tak pożądanym, „nieruchomym“ układem odniesienia w „bezwzględnej“ przestrzeni.

Te szczałkowe, metafizyczne marzenia nie odrazu prysły w ogniu doświadczalnych badań fizyków Fizeau'a, Michelsona i Morleya, oraz obserwacyj astronoma de Sittera. Zrazu usiłowano, jak zobaczymy, ratować je nowemi hipotezami, aż znalazł się myśliciel, który rozbił je doszczętnie, pochwyciwszy z niesłychaną bystrością i odwagą, nie czerwona postulat u względności, wijącą się prawie od dwu wieków w filozofji przyrody i utkawszy z niej to arcydzieło, które pod

nazwą teorii względności uczyniło tak potężne wrażenie w sferach naukowych całego świata.

Ale przejdźmy do szczegółów, zaczynając od pierwszego ze wspomnianych doświadczeń. Fizeau postawił sobie za zadanie zbadać, jaki wpływ ma prędkość v wody, płynącej w rurze, na szybkość c' przenoszenia się światła przez tę wodę względem ścian rury. Doświadczenie Fizeau miało rozstrzygnąć następujące pytanie, postawione w duchu klasycznej mechaniki i undulacyjnej teorii światła: Czy materja porusza się względem eteru nieruchomego w „bezwzględnej“ przestrzeni, czy też zabiera niejako ze sobą swój eter, tak jak zamknięty wagon powietrze w swoim wnętrzu? W pierwszym przypadku dałoby doświadczenie tę samą prędkość w wodzie płynącej, co w spokojnej, w drugim zaś byłaby ta prędkość, stosownie do zasady względności klasycznej mechaniki, równa $c' + v$, lub $c' - v$ zależnie od tego, czy fala świetlna postępuje z prądem wody, czy też przeciw niemu. Tymczasem, ku wielkiemu zakłopotaniu ówczesnych teoretyków, doświadczenie nie potwierdziło żadnej z tych alternatyw lecz wykazało z wielką dokładnością, że wskutek ruchu jakiegokolwiek przeźroczystego środowiska materjalnego prędkość światła w nim przyrasta lub ubywa nie o v , lecz tylko o pewien drobny ułamek tej ostatniej prędkości, a mianowicie o $v(1 - 1/n^2)$, jeżeli n oznacza współczynnik załamania światła w odpowiadającym środowisku. Przytem jest, jak wiadomo, $c' = c/n$.

Powyższy wynik interpretowano zrazu w ten sposób, że materja, poruszając się w eterze, unosi go z sobą tylko częściowo. Dopiero głośna u progu bieżącego stulecia, Lorentzowska teoria zjawisk elektromagnetycznych w ciałach poruszających się pogodziła rezultat doświadczenia Fizeau z hipotezą stałego, bezwzględnie nieruchomego eteru, tłumacząc wystąpienie „współczynnika unoszenia“, jako skutek budowy materji, a w szczególności wzajemnego działania między elektromagnetykami a materją. Za to napotkała teoria Lorentza inną, bardzo poważną trudność. Nastręczyły ją słynne doświadczenia Michelsona, powtórzone później razem z Morleyem z jeszcze większą precyzją. Te doświadczenia miały na oku poprostu stwierdzenie ruchu ziemi względem eteru za pomocą optycznych pomiarów. Skoro bowiem przyjmiemy z Maxwellem, że za-

burzenia elektromagnetyczne przenoszą się przez eter w postaci fal poprzecznych, działających na wzrok przy pewnych długościach fal, jako promienie światła, a zarazem przypuścimy z Lorentzem, że eter jest nieruchomy w „bezwzględnej” przestrzeni, to prędkość światła ze źródeł ziemskich powinna się okazać inną w kierunku chwilowej prędkości ziemi w jej ruchu po ekliptyce, a inną w kierunku doń prostopadłym. Atoli wielokrotne pomiary nie wykazały żadnej różnicy, jakkolwiek dokładność użytej metody była tak wielka, że wystarczyłaby do stwierdzenia efektu kilkadziesiąt razy mniejszego od przewidywanego. Ten efekt był wyznaczony bardzo prostym rachunkiem, opartym na zasadzie względności klasycznej mechaniki. Skoro go nie znaleziono, to było to dowodem, że zasada względności klasycznej mechaniki nie stosuje się do zjawisk optycznych.

Atoli stwierdziwszy ten fakt (dowodzący zarazem, że światło ze źródeł ziemskich rozchodzi się z tą samą prędkością na wszystkie strony, bez względu na to pod jakim kątem promień światła jest nachylony do kierunku ruchu ziemi względem gwiazd stałych), należało jakoś objaśnić ujemny wynik doświadczeń Michelsona, zwłaszcza, że i inne doświadczenia, jakie obmyślano dla stwierdzenia ruchu materji względem eteru tak samo zawiodły. Fitzgerald i Lorentz uczynili to niezależnie od siebie zapomocą dodatkowej hipotezy, że wszystkie ciała doznają podczas ruchu w eterze (ruchu „bezwzględnego”) skurczenia w kierunku ruchu w stosunku $\sqrt{1-v^2/c^2}$, jeżeli v oznacza prędkość ciała, a c prędkość światła w próżni. Suponując tę wartość skurczenia, ratowano w ten sposób zasadę względności klasycznej mechaniki, z której wypływało, że fale, wzбудzone w „nieruchomym” eterze, musiałyby objawiać na ziemi w kierunku jej ruchu prędkość przenoszenia się o v różną od c . Ale prędkość rozchodzenia się w próżni falowania elektromagnetycznego okazała się doświadczalnie nie tylko dla światła, pochodzącego ze źródeł ziemskich, stałą we wszystkich kierunkach względem ziemi, jako układu odniesienia. De Sitter dowiódł na obserwacjach gwiazd podwójnych, że ta prędkość c jest także (dla ziemi jako układu odniesienia) niezależną od prędkości, z jaką źródło światła oddala się lub zbliża do ziemi, t. j. układu, na którym wykonywamy pomiar. Zważywszy nadto,

że, co już dawno stwierdzono, prędkość światła w próżni jest niezależna od jego barwy tj. od częstości drgań, czyli niezależna od długości fali, niepodobna zaprzeczyć, że mamy tutaj do czynienia ze stałą fizykalną wyjątkowego znaczenia.

Doniosłość tych faktów ocenił należycie dopiero Einstein, czyniąc uniwersalną stałość prędkości światła w próżni jednym, a uogólnioną stosownie zasadę względności drugim postulatem swojej „szczególnej teorii względności“, ogłoszonej w r. 1905.

Uogólniona przez Einsteina zasada względności powiada, że nie tylko zjawiska ruchu materji (zjawiska mechaniczne), ale i wszelkie inne zjawiska fizykalne są zawsze i wszędzie niezależne od prędkości ruchu postępowego układu odniesienia. Ta prosta fizykalna hipoteza jest widocznie w zgodzie z wynikami wymienionych fundamentalnych doświadczeń i, jak się później przekonano, nie koliduje z innemi doświadczalnymi faktami; obchodzi się nadto doskonale bez abstrakcyjnego, niefizykalnego pojęcia bezwzględnej przestrzeni i bez hipotetycznego eteru, a wreszcie z postulatem prędkości światła w próżni, jako uniwersalnej stałej w przyrodzie, prowadzi do zupełnie zadowalającego określenia fizykalnego czasu. W ten sposób, jak zobaczymy, usuwa za jednym zamachem wszelkie trudności i niejasności podstaw mechaniki klasycznej. Prowadząc do tych samych wyników w elektrodynamice, co teoria Lorentza, nie posiada jej słabych stron i czyni zadość wszelkim wymaganiom doskonałej teorii fizykalnej.

III.

Podstawy „szczególnej teorii względności“. Względność równoczesności. Względność pomiaru długości ciała sztywnego.

Dopiero teraz pora przystąpić do przedstawienia toku myśli Einsteina. Zestawmy przedtem krótko materiał faktyczny i myślowy, którym rozpoczął swoją budowę:

1. Zasada względności klasycznej mechaniki stosuje się do fizyki materji, a nie stosuje się do fizyki eteru.
2. Mimo to żadnemi doświadczeniami nie można było stwierdzić ruchu materji względem eteru.
3. Wszelkie zaburzenia elektromagnetyczne w próżni lub, jak kto chce, w eterze, a więc światło, elektryczność, ciepło

promieniste i t. d. rozprzestrzeniają się falami kulistemi w każdym z Galileuszowych układów odniesienia (poruszających się względem siebie jednostajnie i prostoliniowo) ¹⁾.

Toby był materiał faktyczny. Przejdźmy teraz do myślowego.

1. Skoro hipotetyczny eter nie posiada żadnych atrybutów fizycznej substancji, któreby dały się obserwować i mierzyć, to można będzie obejść się bez hipotezy eteru w teorii zasadniczej, opartej wyłącznie na materiale obserwacyjnym, bez elementów transcendentalnych.

2. Zjawiska dostrzegalne powinny dać się tak opisywać, czyli podlegać takim prawom, aby zasada względności stosowała się do całego świata zjawisk fizycznych, a nie tylko do fizyki materji.

3. Niedający się obserwować ani mierzyć „bezwzględny czas“ należy zastąpić czasem fizycznym, mierzonym najprostszym i najmniej alterowanem wpływami zewnętrznymi zjawiskiem, t. j. rozchodzeniem się światła w próżni.

Nie twierdzę, aby zestawiony w powyższych trzech punktach materiał myślowy był dokładnem tłem koncepcji Einsteina, ale nie o to idzie. Główna rzecz w tem, ażeby pójść najprostszą drogą za tokiem jego myśli. Nawiążmy w tym celu do ostatniego punktu, który prowadzi bezpośrednio do określenia jednostki czasu fizycznego w danym Galileuszowym układzie odniesienia. Będzie nią ten przedział czasu, w którym światło w próżni przebiega pewną określoną drogę. (Jednej sekundzie odpowiada droga 300.000 *km*) ²⁾. Ale to określenie nie wystarcza jeszcze do przydzielenia wartości czasu *t* jakemukolwiek zdarzeniu w danym miejscu tego układu. Do tego potrzebny nadto zegar znaczący w tem miejscu optycznie lub akustycznie owe sekundy, a postulat stałej prędkości światła dostarcza tylko ściśle określonego sposobu regulowania tego zegara. Dajmy na to, że posiadamy taki zegar, że posiadamy ich więcej, najdokładniej jednakowych, aby móc oznaczyć czas dla różnych zdarzeń, zachodzących w różnych miejscach układu.

¹⁾ Biorąc ściśle, jest to już uogólnieniem faktu doświadczalnego, stwierdzonego tylko dla jednego układu odniesienia, t. j. ziemi, bezpośrednio.

²⁾ Okrągłość tej liczby jest dziełem przypadku. Jako średnią wartość z najlepszych pomiarów podają 299.848 *km/sek*.

Wtedy pozostaje jeszcze koniecznie znaleźć sposób sprawdzenia, czy jakiegokolwiek dwa zegary w różnych punktach A i B idą synchronicznie. Stosownie do postulatu stałej prędkości światła będzie ten sposób teoretycznie bardzo prosty, a między innymi, równoważnymi, np. następujący. Obserwator staje w środku S prostej, łączącej AB i celuje przyrządem zwierciadełkowym lub pryzmowym, dobrze znanym każdemu inżynierowi, do obu punktów A i B . Jeżeli obrazy wskazówek wraz z tarczami się zlewają, to zegary idą równocześnie. Takie określenie równoczesności jest widocznie jednoznaczne, wolne od sprzeczności i odnosi się do wszelkich zjawisk, zachodzących w różnych punktach danego układu odniesienia.

Zobaczmy teraz, jakie z powyższych określeń wypływają konsekwencje dla innego układu odniesienia, który posuwa się jednostajnie względem danego. Niechaj nim będzie np. bardzo długi pociąg, jadący po prostym torze i złożony z wagonów równej znacznej długości. Umieścmy tuż obok toru, w odstępach równych długości jednego wagonu, zegary Z_1, Z_2, Z_3, \dots , których synchronizm sprawdziliśmy na ziemi w powyższy sposób. Niechaj każdy z tych zegarów (lub też z umieszczonych przy nich obserwatorów) wysyła sygnał świetlny w chwili, gdy miją go początek lub koniec jednego wagonu. Każdym teraz obserwatorom, znajdującym się w środku wagonów, przekonać się o synchronizmie sygnałów wysyłanych z Z_1, Z_2, Z_3, \dots (równoczesnych dla obserwatorów na ziemi). Łatwo zrozumieć, że dla obserwatorów w pociągu, którzy swoje zegary regulują promieniami światła ze źródeł, umieszczonych na pociągu, nie będą te sygnały synchroniczne. Mianowicie sygnał z Z_2 ukaże się odpowiadającemu obserwatorowi w wagonie wcześniej od sygnału Z_1 , albowiem środek wagonu, uciekając od fali świetlnej, idącej od Z_1 , biegnie zarazem na spotkanie fali, pochodzącej z Z_2 . Dla obserwatorów w pociągu przedstawiają się przeto zegary Z_1, Z_2, \dots na ziemi jako nie synchroniczne. Każdy następny pokazuje godzinę nieco późniejszą od poprzedzającego. Ale i nawzajem zegary W_1, W_2, W_3, \dots , umieszczone w przeciwnym porządku w takichże odstępach na pociągu i zsynchronizowane także zapomocą sygnałów świetlnych, nie mogą uchodzić za synchroniczne dla obserwatorów na ziemi. Odczytają oni na zegarze np. W_2 godzinę późniejszą nieco od W_1 , czyli

zupełnie tak samo, jak poprzednio, na zegarze, do którego się zbliżamy, odczytamy godzinę nieco późniejszą, niż godzina na zegarze, od którego się oddalamy.

Z tego widać, że czas jednego i tego samego zdarzenia musi się określać inaczej w układzie pierwszym, a inaczej w układzie drugim. Ale z pomiarem czasu jest ściśle związany pomiar długości wskutek postulatu stałej prędkości światła. Z tego łatwo sobie zdać sprawę w następujący sposób.

Dajmy na to, że chcemy zmierzyć długość wagonu w biegu ze stanowiska na ziemi. Wówczas polecimy obserwatorom umieszczonym na początku i na końcu wagonu zaznaczyć jednocześnie obadwa te punkty na torze. Ponieważ zdarzenia jednocześnie dla pociągu nie są jednocześnie dla ziemi, przeto odstęp znaków na torze nie będzie dokładnie równy długości wagonu. Będzie on, jak wypadnie z obliczenia, mniejszy w stosunku $\sqrt{1 - v^2/c^2}$: 1, a więc dokładnie o tyle, ile wynosi Lorentzowskie skurczenie. (Tutaj oznacza v względną prędkość obu układów, a c , jak poprzednio, prędkość światła). Podstawą rachunku jest oczywiście postulat stałej prędkości światła w każdym z układów i związany z tem, określony powyżej wybór jednostki czasu dla danego układu odniesienia. Te dane w ramach uogólnionej zasady względności układów Galileuszowych wystarczają do rozwiązania następującego ogólnego zadania.

Dane zjawisko fizyczne określają w układzie U wartości x, y, z, t spółrzędnych i czasu; jakie wartości x', y', z', t' określają to samo zjawisko w odniesieniu do układu U' , poruszającego się względem U jednostajnie i prostoliniowo, np. w kierunku osi X z prędkością v ? Osie obu układów przyjmujemy dla uproszczenia równoległe.

W duchu klasycznej mechaniki rozwiązują to zadanie równania:

$$x' = x - vt; \quad y' = y; \quad z' = z; \quad t' = t,$$

noszące nazwę przekształcenia Galileusza. Natomiast postulat uogólnionej zasady względności czyni zadość rozwiązaniem:

$$x' = \frac{1}{k}(x - vt); \quad y' = y; \quad z' = z; \quad t' = \frac{1}{k}\left(t - \frac{v}{c^2}x\right), \dots \dots \dots \text{I)}$$

przyczem

$$k = \sqrt{1 - v^2/c^2}.$$

Te podstawowe wzory „szczególnej teorii względności“ noszą nazwę równań przekształcenia Lorentza, ponieważ ten genialny fizyk wyprowadził je pierwszy zapomocą zawitych analitycznych rozważań nad niezmiennością Maxwellowskich równań różniczkowych pola elektromagnetycznego. Ich „szczególny“ („speziell“ w terminologii Einsteina) charakter polega na tem, że się odnoszą tylko do szczególnego przypadku układów odniesienia, przesuwających się względem siebie jednostajnie i prostoliniowo. Łatwo tedy zrozumieć, że stosowanie szczególnej teorii względności do innych przypadków może snadnie prowadzić do sprzeczności i wyników niemożliwych, jakie też wyszukiwali z upodobaniem przeciwnicy teorii, w zgoła płonnej nadziei jej obalenia. Źródła i psychologiczne pobudki takich przedsięwzięć starałem się oświetlić w broszurce p. t. „Albert Einstein i jego teoria“. (Lwów 1920. Nakładem Spółki wydawniczej „Słowa polskiego“). Każdy taki rzekomy „paradoks“ teorii względności wyjaśniał się najzupełniej ku konfuzji oponentów.

IV.

Uzasadnienie wzorów przekształcenia Lorentza. Zachowanie się miar (prętów) i zegarów.

Wzory przekształcenia Lorentza można wyprowadzić drogą całkiem elementarną z postulatów uogólnionej zasady względności i stałej prędkości światła. Skoro w obu układach rozpoczniemy czas mierzyć od chwili, w której się odpowiadające osie nakrywały, to początek układu U' ma w czasie t i w odniesieniu do układu U spółrzedną $x=vt$, czyli spółrzedną x początku układu U' czyni zadość równaniu

$$x' - vt = 0.$$

Tenże sam punkt ma w odniesieniu do układu U' spółrzedną

$$x' = 0.$$

Z tego wynika, że dla dowolnego punktu musi być

$$\frac{x-vt}{x'} = \text{stałej, np. } = k, \text{ czyli } kx' = x-vt,$$

albowiem związek między x i x' może być tylko linjowy i niezależny od pozostałych spółrzednych.

Ale według zasady względności są obydwa układy zupełnie równouprawnione; a zatem początek układu U ma w czasie t' i w odniesieniu do układu U' współrzędną $x' = -vt'$ (znak — dlatego, ponieważ prędkość względna układu U w odniesieniu do U' jest skierowana przeciwnie, jak prędkość względna układu U' w odniesieniu do U), czyli dla początku układu U spełnia się równanie

$$x' + vt' = 0,$$

a zarazem równanie

$$x = 0.$$

Rozumując tak samo, jak poprzednio, możemy napisać

$$\frac{x' + vt'}{x} = \text{stała},$$

która to stała ma tę samą, co poprzednio, wartość k z powodu równouprawnienia obu układów.

W ten sposób uzyskaliśmy równania

$$kx' = x - vt \text{ i } kx = x' + vt'.$$

Rugując z nich x' , znajdujemy z łatwością:

$$kt' = \frac{k^2 - 1}{v} x + t.$$

To równanie wraz z pierwszym z poprzedzających pozwoli obliczyć x' i t' , skoro x i t są dane, jeżeli jeszcze znajdziemy wartość nieoznaczonego współczynnika k . Wyznaczymy go z warunku, wyrażającego postulat stałej prędkości światła.

Ten warunek można napisać w postaci

$$x^2 + y^2 + z^2 - c^2 t^2 = 0 \text{ i } x'^2 + y'^2 + z'^2 - c^2 t'^2 = 0,$$

co wyraża, że sygnały świetlne wysłane z początków O i O' obu układów U i U' dosięgają w czasie t , wzgl. t' , z tą samą prędkością c powierzchni kulistych o środkach O i O' . Skoro tedy wysłano jeden sygnał w chwili, gdy oba początki układów były w jednym punkcie i od tej chwili zaczynamy mierzyć czas t i t' w obu układach, to musi się spełnić tożsamość

$$x^2 + y^2 + z^2 - c^2 t^2 = x'^2 + y'^2 + z'^2 - c^2 t'^2,$$

czyli — innemi słowy — wyrażenie

$$F = x^2 + y^2 + z^2 - c^2 t^2$$

jest niezmiennikiem dla szukanego przekształcenia. W myśl postulatu stałej prędkości światła musi to wyrażenie być niezmiennikiem przy dowolnym kierunku względnego przesuwania się obu układów ze stałą prędkością v . Ponieważ powyżej przyjęliśmy dla uproszczenia kierunek osi X -ów w obu układach

jako równoległy do v , a odpowiadające osie Y-ów i Z-ów także do siebie równoległe, przeto możemy przyjąć z góry

$$y' = y; \quad z' = z.$$

To pociąga za sobą tożsamość

$$y'^2 + z'^2 = y^2 + z^2,$$

wobec czego poprzedni warunek sprowadza się do niezmiennika

$$G = x^2 - c^2 t^2 = x'^2 - c^2 t'^2.$$

Wstawiawszy tutaj wartości powyżej znalezione

$$x' = \frac{1}{k}(x - vt), \quad t' = \left(k - \frac{1}{k}\right) \frac{x}{v} + \frac{t}{k},$$

mamy:

$$\begin{aligned} x^2 - c^2 t^2 &= \frac{1}{k^2} (x^2 - 2vtx + v^2 t^2) - c^2 \left[\left(k^2 - 2 + \frac{1}{k^2}\right) \frac{x^2}{v^2} + 2(k^2 - 1) \frac{xt}{v} + \right. \\ &\quad \left. + \frac{t^2}{k^2} \right] = x^2 \frac{1}{k^2} \left[1 - \frac{c^2}{v^2} (k^2 - 1)^2 \right] - 2tx \frac{1}{k^2} \left[v + \frac{c^2}{v} (k^2 - 1) \right] + t^2 \frac{v^2 - c^2}{k^2} \end{aligned}$$

Aby prawa strona tego równania stała się identyczną z lewą, muszą widocznie spełnić się 3 warunki:

$$\frac{1}{k^2} \left[1 - \frac{c^2}{v^2} (k^2 - 1)^2 \right] = 1, \quad v + \frac{c^2}{v} (k^2 - 1) = 0, \quad \frac{v^2 - c^2}{k^2} = -c^2.$$

Z każdego z nich wypływa zgodnie (najprościej z trzeciego):

$$k = \sqrt{1 - v^2/c^2}.$$

A zatem

$$t' = \frac{1}{k} \left[t + (k^2 - 1) \frac{x}{v} \right] = \frac{1}{k} \left(t - \frac{v}{c^2} x \right).$$

W ten sposób wyprowadziliśmy wszystkie cztery wzory przekształcenia Lorentza. Rozwiązawszy je względem x , y , z i t , znajdujemy:

$$x = \frac{1}{k} (x' + vt'), \quad y = y', \quad z = z', \quad t = \frac{1}{k} (t' + \frac{v}{c^2} x') \quad \dots \dots \dots \text{II}$$

Wzory przekształcenia odwrotnego są, jak widać, zupełnie tak samo zbudowane, jak wzory pierwotne, i można je z nich otrzymać wprost, zamieniając wielkości kreskowane na niekreskowane i nawzajem, tudzież zastępując v przez $-v$. To jest oczywiście matematycznym wyrazem zupełnej równoważności obu układów U i U' .

Nie trudno dowieść, że wzory Lorentza są jedynymi, które czynią zadość uogólnionej zasadzie względności i postu-

latowi stałej prędkości światła. Wszelako to wymaga dość długiego rachunku, na który tutaj nie ma miejsca.

Przypatrzmy się teraz, jak z równań przekształcenia Lorentza wypływają podane poprzednio konsekwencje co do miar i zegarów.

Niechaj każdy z obu obserwatorów w układzie U (ziemia) i U' (pociąg) rozporządza metrami i zegarami najdokładniej jednakowymi, t. j. sprawdzonemi, jako takie, w stanie spoczynku w jednym z układów. Obserwator w U' kładzie swój metr na osi X -ów tak, aby początek schodził się z początkiem współrzędnych. Wtedy oczywiście przypisze odciętym x_1' i x_2' początku i końca metra wartości

$$x_1' = 0 \quad x_2' = 1.$$

Co teraz powie o długości pręta obserwator w U ?

Dla niego początek i koniec obserwowanego pręta, (który spoczywa w układzie U') ma współrzędne x_1 i x_2 , zmieniające się z czasem i jako jego długość musi oczywiście uważać tylko tę różnicę współrzędnych $x_2 - x_1$, która jest niezależna od czasu t , t. j. czasu na zegarach spoczywających w jego układzie U . Niezależną zaś jest tylko różnica jednoczesnych (w U) współrzędnych x_2 i x_1 . Pierwsze z równań (I) daje:

$$0 = x_1' = \frac{1}{k}(x_1 - vt), \quad 1 = x_2' = \frac{1}{k}(x_2 - vt);$$

a stąd

$$x_1 = vt, \quad x_2 = k \cdot 1 + vt,$$

czyli

$$x_2 - x_1 = k \cdot 1 = \sqrt{1 - v^2/c^2}.$$

Obserwator w U musi przeto uznać pręt obserwatora w U' za krótszy w stosunku $k:1$ ¹⁾.

Ale do takiego samego wniosku dojdzie obserwator w U' (pociągu), mierząc metr spoczywający w U (na ziemi), któremu obserwator w U przypisze

$$x_1 = 0, \quad x_2 = 1.$$

¹⁾ Jak się przedstawia miara nachylona dowolnie do kierunku prędkości, o tem poucza następujący obraz geometryczny. Pomyślmy sobie kulę, której średnicą jest dana miara jednostkowa i spłaszczmy ją w kierunku prędkości v na sferoidę o tym samym równiku, co kula. Niechaj przy tem spłaszczeniu średnica kuli równoległa do v dozna skurczenia Lorentza, zamieniając się przez to na oś sferoidy. Natenczas każda dowolna średnica sferoidy w stosunku do odpowiadającej średnicy kuli określa wartość skurczenia tej ostatniej.

Obserwator w U' musi się posługiwać wzorami (II) i znajdzie

$$0 = x_1 = \frac{1}{k}(x_1 + vt'), \quad 1 = x_2 = \frac{1}{k}(x_2' + vt'),$$

a stąd przy tej samej wartości t' (jednoczesność w układzie U')

$$x_2' - x_1' = k(x_2 - x_1) = k \cdot 1;$$

wobec tego zawyrokuję, że metr obserwatora w U jest krótszy od jego własnego w stosunku $k:1$.

Tutaj słyszy się często pytanie: „który z nich ma słuszność?” To pytanie dowodzi niezrozumienia lub apriorycznego nieuznawania zasady względności.

W myśl tej zasady obaj mają słuszność, gdyż obydwa układy są równouprawnione do matematycznego sformułowania praw przyrody. Żadne doświadczenia nie dały powodu do wyróżnienia jednego z układów Galileuszowych, jako układu spoczywającego bezwzględnie. Kto zatem zasady względności „nie uznaje”, jak to się i teraz jeszcze po piętnastu latach jej nieprzerwanych sukcesów zdarza, ten winien podać fakt doświadczalny z nią niezgodny, t. j. wyróżniający jeden z układów w powyższy sposób. A możliwość tego staje się coraz mniej prawdopodobną. Tak zwane „filozoficzne” zarzuty, również niezadko napotymane, świadczą tylko o ślepej wierze oponentów w dogmaty „niezależności zdarzeń od przestrzeni i czasu”, kierujące niegdyś myślami Newtona w jego wiekopomnem dziele i wiążące przedmiotowy charakter pojęć fizycznych z podmiotowością pojęć metafizycznych. Obalił je raz na zawsze Einstein, relatywizując, a zarazem obiektywizując wszelkie pojęcia fizyczne.

Weźmy teraz pod uwagę zegary w obu układach U i U' . Niechaj wskazówka zegara spoczywającego w U obiega tarczę raz do koła w T sekundach. Pomyślmy sobie zegar tak mały, że spółrzedne końca wskazówek nie dają się odróżnić od spółrzednych środka tarczy. W rozważaniach teorii względności trzeba zawsze mieć na myśli taki zegar „punktowy”, czyli zegar Einsteiński. Taki sam zegar spoczywa w układzie U' , czyli porusza się względem U z prędkością v . („Taki sam”, to znaczy, że oba zegary umieszczone razem w tych samych warunkach fizycznych, a więc będące także i w tym samym stanie ruchu, czyli spoczywające w tym samym układzie, idą synchronicznie). Co teraz powie o zegarze w U' obserwator w U ?

Obserwator w U' (w pociągu) określi chwilę początkową wartością czasu $t_1 = 0$, zaś końcową (gdy wskazówka obiegła tarczę) wartością $t'_2 = T$, czyli zanotuje

$$t'_2 - t'_1 = T.$$

Dla obserwatora w U jest według trzeciego z równań (II)

$$t_1 = \frac{1}{k}(t'_1 + \frac{v}{c^2}x'), \quad t_2 = \frac{1}{k}(t'_2 + \frac{v}{c^2}x').$$

Nie można tutaj stosować wprost trzeciego z równań (I), ponieważ różnym wartościom t' dla naszego zegara odpowiadają różne wartości x , a tylko x' nie ulegają zmianie. Odjawszy od siebie powyższe równania, otrzymamy:

$$t_2 - t_1 = \frac{1}{k}(t'_2 - t'_1) = \frac{1}{k}T.$$

Obserwator w U zawyrokuję tedy, że zegary spoczywające w U' , t. j. poruszające się względem U prostoliniowo z prędkością stałą v , idą wolniej od zegarów spoczywających w U w stosunku $k:1$.

Nawzajem uznać musi obserwator w U' , że zegary spoczywające w układzie U , t. j. poruszające się jednostajnie i prostoliniowo w odniesieniu do U' , idą w tym samym stosunku wolniej od zegarów spoczywających w U' . O tem poucza rachunek zupełnie analogiczny do powyższego.

Wszystko to wynika jako prosta matematyczna konsekwencja wzorów Lorentza. Nie ma w tem nic dziwnego ze stanowiska zasady względności i tylko dzięki głęboko zakorzenionemu w naszych umysłach a wielce wygodnemu pojęciu bezwzględnego czasu, oraz wierze, iż wymiary ciał są zupełnie niezależne od ich stanu ruchu, mogły te wyniki budzić zrazu instynktowne niedowierzanie i wydawać się co najmniej dziwaczne. Atoli zważywszy, że całe rozumowanie, prowadzące do naszych równań — oparte z jednej strony na faktach doświadczalnych, a z drugiej na postulatcie, aby nie tylko prawa mechaniki, ale wszystkie prawa fizyczne były niezależne od układu odniesienia — jest najzupełniej ściśle, musimy się starać przyzwyczaić do mniej wygodnych pojęć względnego czasu i względnej miary długości, albowiem właśnie im tylko można przypisać byt realny.

V.

Znaczenie stałej c (prędkości światła). Einsteińskie prawo składania prędkości. Energia kinetyczna w mechanice relatywistycznej. Utożsamienie masy z energią. Zasada Dopplera i t. d. Heurystyczne znaczenie teorii względności.

Dla usunięcia trudności oswojenia się z nowymi pojęciami, trzeba dobrze zdać sobie sprawę ze znaczenia stałej c . Jeżeli równania teorii względności mają się odnosić do wszelkich zjawisk fizycznych, to stała c musi określać prędkość przenoszenia się wszelkich działań fizycznych przez próżnię (bez pośrednictwa materji), a więc także i grawitacji! Gdyby bowiem znaleziono działanie przenoszące się z inną prędkością, np. c' , to dla zjawisk, w których ono bierze udział, przestałaby być ważną zasada względności, prowadząca do równań Lorentza ze stałą c , a obowiązywałaby inna zasada określona takimiż równaniami ze stałą c' . Przypuśćmy na chwilę, co wprawdzie trudno pojąć, ale co uznawał milcząco Newton w swej teorii powszechnego ciężenia, że do przeniesienia jakiegoś działania nie potrzeba wcale czasu, czyli że $c' = \infty$, to wówczas równania Lorentza przechodzą widocznie w zwykłe równania przekształcenia Galileusza. Wtedy czas fizyczny przybrałby charakter czasu bezwzględnego, wobec czego dotychczasowa rola tego pojęcia w klasycznej mechanice staje się jasną i zrozumiałą. Tak samo jasnem i zrozumiałem jest stanowisko teorii względności, jak długo nie znajdziemy w przyrodzie działań przenoszących się na odległość (bez pośrednictwa materji) z prędkością różną od prędkości światła. Zdawało się nawet z początku, że właśnie w grawitacji mamy do czynienia z takim działaniem, atoli uogólniona teoria względności i grawitacji Einsteina usunęła wynikającą stąd ostatnią trudność najogólniejszego stosowania zasady względności. Zanim jednakże nią się zajmiemy, godzi się omówić bodaj po krótko inne najważniejsze, a niemniej zadziwiające konsekwencje szczególnej teorii względności.

1. Weźmy znów pod uwagę przykład pociągu jadącego po prostym torze ze stałą prędkością v . Niechaj wzdłuż tego pociągu spaceruje człowiek ku przodowi z również stałą prędkością w (względem pociągu). Na pytanie, jaka jest prędkość

V człowieka względem ziemi, odpowiada, jak wiadomo, mechanika klasyczna równaniem

$$V = v + w.$$

Tymczasem z teorii względności wypada ¹⁾

$$V = \frac{v + w}{1 + vw/c^2}$$

Na pozór wydaje się, że ten teoretyczny wynik nie ma żadnego praktycznego znaczenia, gdyż nawet przy prędkościach pociągów różnią się liczbowe wyniki obu wzorów dopiero na szóstym miejscu dziesiętnym. Skoro jednakże zastosujemy nowy wzór do doświadczeń Fizeau i za w podstawimy prędkość światła w wodzie lub innym płynie c/n , to otrzymujemy znakomitą zgodność liczbową.

Godną uwagi jest nadto ta własność nowego wzoru dla składania zgodnie skierowanych prędkości, że prędkość wypadkowa nie może przewyższać prędkości światła w próżni c ²⁾.

¹⁾ Prędkość V określa iloraz różniczkowy $\frac{dx}{dt}$. Aby go obliczyć, rozwiążmy pierwsze z równań (I) względem x i zróżniczkujmy. Mamy tedy

$$x = kx' + vt,$$

$$V = \frac{dx}{dt} = k \frac{dx'}{dt'} \cdot \frac{dt'}{dt} + v = kw \cdot \frac{dt'}{dt} + v,$$

zważywszy, że $w = \frac{dx'}{dt'}$. Iloraz różniczkowy $\frac{dt'}{dt}$ znajdziemy z ostatniego z równań (I), a mianowicie:

$$\frac{dt'}{dt} = \frac{1}{k} \left(1 - \frac{v}{c^2} \cdot \frac{dx}{dt} \right) = \frac{1}{k} \left(1 - \frac{v}{c^2} V \right).$$

Po wstawieniu tej wartości w wyrażenie dla V , otrzymamy:

$$V = w \left(1 - \frac{v}{c^2} V \right) + v,$$

a stąd wzór umieszczony w tekście.

²⁾ Skoro podstawimy $w = c$, to wzór dla prędkości wypadkowej daje

$$V = \frac{v + c}{1 + \frac{v}{c}} = c \cdot \frac{v + c}{c + v} = c,$$

zgodnie z postulatem stałej prędkości światła we wszystkich układach Galileuszowych.

W doświadczeniu Fizeau odpowiada v prędkości płynu, $w = c' = c/n$ prędkości światła w płynie spoczywającym, a V prędkości światła w odniesieniu do ścian rury w płynie poruszającym się.

2. Przez energję kinetyczną punktu materjalnego o masie m i prędkości v rozumiemy w mechanice klasycznej, jak wiadomo, wyrażenie

$$mv^2/2.$$

Otóż zatrzymując w nowej mechanice, opartej na teorii względności, jako postulat, zasadę zachowania energji, musimy energję kinetyczną mierzyć wyrażeniem

$$\frac{mc^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}},$$

które dla bardzo małych prędkości jest bardzo mało co większe od mc^2 . Wobec olbrzymiej wartości c przypisuje to wyrażenie nawet punktom materjalnym w spoczynku potężny zasób energji (tego samego charakteru, co kinetyczna w dawnym znaczeniu), która podczas ruchu wzrasta jeszcze bez granic, gdy wartość prędkości zdąża do c . Stąd wniosek, że żadna siła nie może cząstce materji udzielić prędkości równej prędkości światła.

Odkryte w naszych czasach zjawiska promieniotwórczości niektórych ciał chemicznych potwierdzają bardzo wyraźnie te wyniki teorii.

Związek nowego wyrażenia dla energji kinetycznej z dawnym staje się przejrzystym po rozwinięciu go na szereg

$$mc^2 + \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}mv^2 \left(\frac{3}{4} \frac{v^2}{c^2} + \frac{5}{8} \frac{v^4}{c^4} + \dots \right)$$

Przy niezbyt wielkich wartościach prędkości v znika trzeci wyraz wobec drugiego, uwzględnianego jedynie w mechanice klasycznej. Pierwszy zaś nie wchodzi w rachubę, dopóki tylko py-

Z wzoru Einsteina znajdujemy:

$$V = \frac{v + \frac{c}{n}}{1 + \frac{v}{cn}}.$$

Ponieważ $\frac{v}{cn}$ jest bardzo małe w porównaniu do 1, więc $1 : \left(1 + \frac{v}{cn}\right) = 1 - \frac{v}{cn} + \dots$ z pominięciem wielkości małych rzędu wyższego. A zatem

$$V = \frac{c}{n} + v \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) - \frac{v^2}{cn}.$$

Ale ostatni wyraz jest znowu zbyt mały, aby mógł wpłynąć na pomiar przy stosowanych wartościach v . Opuściwszy go przeto, otrzymujemy dokładnie wzór empiryczny Fizeau.

tamy, jak zależy energja kinetyczna punktu materialnego od jego prędkości.

3. Niezmiernie doniosłej zmianie uległo przez teorię względności pojęcie masy. Fizyka знаła dotąd dwie zasady zachowania o fundamentalnym znaczeniu, a mianowicie zasadę zachowania energii i zasadę zachowania masy, przyczem oba te zasadnicze prawa przedstawiały się jako zupełnie od siebie niezależne. Teorja względności, nie naruszając, jak wspomniałem, zasady zachowania energii, pozbawia temsamem samoistnego znaczenia zasadę zachowania masy, dowodząc, że skoro ciało poruszające się z prędkością v otrzymuje z zewnątrz w postaci promieniowania energję E (mierzoną ze stanowiska w układzie, poruszającym się razem z ciałem), to energja tego ciała zwiększa się o $E/\sqrt{1-v^2/c^2}$. Całkowitą energję naszego ciała określa przeto wyrażenie:

$$(m + E/c^2) \frac{c^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}},$$

które przedstawia zarazem energję kinetyczną ciała o masie $(m + E/c^2)$, poruszającego się z tą samą prędkością v . Przez pochłanianie energii promienistej z zewnątrz wzrasta zatem bezwładna masa ciała o E/c^2 , czyli nie jest wielkością stałą, jak przyjmowano dotychczas. Nasuwa się pytanie, dlaczego nie wykryto tego badaniem doświadczalnem, które przecież tak daleko posunęło dokładność mierzenia masy. Otóż po prostu dlatego, bo przez promieniowanie nie podobna było dotąd udzielić ciału tyle energii E , ażeby ona grała dostrzegalną rolę wobec olbrzymiej ilości energii mc^2 , jaką zawiera ciało w spoczynku. (Ta ilość energii jest okragło biljon razy większa od zwykłej energii kinetycznej tej samej masy pędzącej z szybkością armatniego pocisku). Tej to okoliczności zawdzięczaliśmy ustawienie prawa zachowania masy o samoistnym znaczeniu, które to prawo zostało teraz wchłonięte przez zasadę zachowania energii.

Zaznaczywszy jeszcze po krótko, że szczególna teorja względności prowadzi w całkiem prosty i naturalny sposób do tak ważnej w astrofizyce zasady Dopplera¹⁾ i tłumaczy

¹⁾ Niechaj wzdłuż osi X-ów układu U' rozchodzi się płaska fala jednorodnego światła o częstości drgań n' i kącie fazy α . (Źródło światła znajduje się gdzieś bardzo daleko na ujemnej części osi). Stosunek odchy-

również bez zarzutu odkryte jeszcze przez Bradley'a zjawisko aberacji światła, podkreślę heurystyczną wartość teorii, która wynika jasno z jej następującego sformułowania:

Każde ogólne prawo przyrody musi się dać ująć w formę matematyczną, nie ulegającą zmianie, jeżeli zamiast spólrzędnych przestrzenno-czasowych x, y, z, t pierwotnego układu U , wprowadzimy nowe x', y', z', t' dla układu U' , przyczem matematyczny związek między wielkościami kreskowanemi a niekreskowanemi określa przekształcenia Lorentza.

Matematyki wyrażają to samo zwięźle, a mianowicie:

Ogólne prawa przyrody są spólrzmiennie ze względu na przekształcenia Lorentzowskie.

lenia do amplitudy w miejscu określonym wartością x' przedstawia wtedy, jak wiadomo, wyrażenie

$$\cos [2\pi n' \left(t' - \frac{x'}{c} \right) + a].$$

Zapytajmy, jak to zjawisko przedstawi się dla obserwatora na osi X -ów układu U , do którego źródło światła się zbliża?

Wstawiając za t' i x' wartości z równań Lorentza, otrzymamy z powyższego:

$$\cos [2\pi n' \frac{1+v/c}{k} \left(t - \frac{x}{c} \right) + a], \text{ albo}$$

$$\cos [2\pi n \left(t - \frac{x}{c} \right) + a], \text{ jeżeli}$$

$$n = n' \sqrt{\frac{1+v/c}{1-v/c}}.$$

Dla obserwatora w układzie U będzie zatem częstość drgań n większa od n' w stosunku zależnym od ilorazu v/c powyższego wzoru, wyrażającego zasadę Dopplera w postaci relatywistycznej, zupełnie symetrycznej względem obu układów. (Rozwiązując bowiem równanie względem n' znajdujemy:

$$n' = n \sqrt{\frac{1-v/c}{1+v/c}},$$

czyli to samo, cobyśmy otrzymali zamieniając v na $-v$, i n na n'). Ta postać jest formalnie niezgodna ze znaną klasyczną:

$$n = n'(1+v/c),$$

tak jak wszystkie prawie formuły mechaniki klasycznej i nowiej, ale przy małych wartościach v/c , jakie jedynie występują w przyrodzie, jest widocznie

$$\sqrt{\frac{1+v/c}{1-v/c}} = \frac{1+\frac{1}{2}v/c+\dots}{1-\frac{1}{2}v/c+\dots} = 1+v/c + (\text{wielkości rzędu } v^2/c^2 \text{ i t. d.}), \text{ czem się tłumaczy}$$

zadowalająca zgodność formuły klasycznej z doświadczeniem.

W powyższem sformułowaniu teorii względności tkwi, jak widać, określony warunek matematyczny, przepisany przez teorię, przez co ona staje się cennym środkiem pomocniczym w poszukiwaniu ogólnych praw przyrody. Doskonałą ilustracją tego są np. wymienione poprzednio odkrycia zmienności masy i olbrzymiego zasobu energii w samej masie ciała, oczywiście poza energią chemiczną, termiczną, elektryczną i t. d. Gdyby znaleziono ogólne prawo przyrody, któreby nie odpowiadało powyższemu warunkowi, to — wedle własnych słów Einsteina — tem samem obalonyby przynajmniej jedno z dwu podstawowych założeń teorii, jakimi są stałość prędkości światła i zasada względności.

Jak już wspomniałem, próbowano to uczynić w ciągu 15 lat, jakie upłynęły od początku teorii względności, a i teraz nie brak odważnych, zwłaszcza między tymi, którzy teorii głębiej nie studjowali, lub jej niezrozumieli. Bo nie podlega wątpliwości, że nawet dla dobrze matematycznie-przyrodniczo wygimnastykowanego umysłu nie jest bagatelą gruntowne przemyślenie tej rzeczywiście niesłychanie śmiałej koncepcji. Nawet najprzystępniejsze wykłady teorii względności nie są i dla takich umysłów poobiednią lekturą, a już oryginalne, źródłowe prace Einsteina czyta się naprawdę „w pocie czoła“ (jak słusznie zauważył prof. Loria w dyskusji nad swemi wykładami w Towarzystwie Politechnicznym). Tyczy się to zwłaszcza uogólnionej teorii względności i grawitacji, do której właśnie przechodzę, a która stawia nadzwyczaj wysokie wymagania co do matematycznego przygotowania czytelnika. To też ograniczyć się muszę do przedstawienia myślowego tła teorii, objaśnienia jej podstaw i podania najważniejszych wyników, bez konkretnego sformułowania jej matematycznego szkieletu. Tylko bowiem szczególna teoria dopuszcza stosowane powyżej całkiem elementarne traktowanie matematyczne, przystępne dla każdego przyrodnika. Ogólna teoria jest w całości jednym wielkim tryumfem matematyki, niejako tryumfem ducha nad materją.

VI.

Ogólna zasada względności. Masa ciężka i masa bezwładna.

Einsteinowska zasada równoważności.

Sformułowaną poprzednio zasadę względności dla układów poruszających się względem siebie jednostajnie i prostoliniowo

nazwał Einstein szczególną (speziell), ponieważ ona się odnosi, biorąc ściśle, tylko do takich układów, w których obowiązuje prawo bezwładności, t. j. do układów, w których każde swobodne ciało, usunięte z pod działania wszelkich innych mas, porusza się jednostajnie i prostoliniowo. Takie układy nazwalismy już krótko Galileuszowemi. Punktem wyjścia ogólnej teorii względności jest ogólna zasada względności. Wyśłowimy ją na razie w następujący sposób:

Nietylko układy Galileuszowe, ale i wszelkie układy odniesienia są równouprawnione do matematycznego sformułowania ogólnych praw przyrody, bez względu na ich stan ruchu.

Sukcesy szczególnej teorii względności musiały u jej twórcy obudzić dążność do powyższego uogólnienia. Atoli zdawało się na pozór, że dopięcie tego najwyższego celu natrafi na nieprzewidywane przeszkody. Weźmy bowiem pod uwagę nasz przykład pociągu kolejowego jako układu U' ruchomego względem ziemi, t. j. układu U . Dopóki ruch pociągu jest prostoliniowy i jednostajny, bez żadnych wstrząśnień (przyspieszeń), nie doznajemy jako pasażerowie żadnego wrażenia ruchu, a spojrzawszy przez okno, dostrzegamy raczej ruch otoczenia pociągu. Dlatego bez żadnej trudności, bez zadania gwałtu intuicji, potrafimy w myśl zasady względności interpretować stan faktyczny także i w ten sposób, że pociąg spoczywa, a jego otoczenie się porusza.

Skoro jednakże skutek mniej lub więcej silnego zahamowania stanie się ruch pociągu wyraźnie niejednostajnym, to odczuwamy mniej lub więcej gwałtowne szarpnięcie ku przodowi i trudno nam się oprzeć uznaniu wraz z Newtonem, że ruch niejednostajny ma przecież charakter bezwzględnej fizycznej rzeczywistości¹⁾. Otóż Einstein wykazuje w nadzwyczajnie prosty i przekonujący sposób, że bynajmniej tak być nie musi. W tym celu zwraca przede wszystkim uwagę na fakt oddawna znany, lecz przedtem nie wyzyskany i uważany raczej za coś przypadkowego, a mianowicie na równość masy bezwładnej i ciężkiej. Tę równość stwierdził doświadczalnie z nadzwyczajną precyzją między innymi węgierski fizyk R.

¹⁾ Czytelnik zechce porównać refleksje Lenarda na ten temat i odpowiedź Einsteina w dodatku 4, umieszczonym na końcu.

Eötvös w r. 1890. (Dokładność pomiarów Eötvösa sięgała $1/20.000.000$. Te doświadczenia powtórzono około r. 1909 z dokładnością jednej stumiljonowej). Że klasyczna mechanika nie zniewalała do przyjęcia tej równości, tego dowodzą choćby i dawniejsze próby znalezienia różnicy między masą bezwładną a ciężką (grawitacyjną). Motywem tych poszukiwań była wielka zagadka grawitacji, urągająca uporczywie wszelkim usiłowaniom jej rozwiązania aż do najnowszych czasów. Nie próbował wyjaśnić grawitacji sam Newton zasłaniając się dumną dewizą: »*Hypotheses non fingo*« i zadowolnił się ustawieniem prawa proporcjonalności siły ciężkości względem masy, stwierdziwszy doświadczalnie jej niezależność od materjału i fizycznego stanu ciała. Z drugiej strony Newtonowskie prawo ruchu przedstawia masę bezwładną jako wielkość proporcjonalną względem siły, wyrażając to związkiem:

$Sila = (masa\ bezwł.) \cdot (przyspieszenie)$.

Skoro siłą przyspieszającą jest ciężar ciała, czyli, gdy siła ma siedzibę w polu grawitacyjnym np. ziemi, to według Newtonowskiego prawa grawitacji jest:

$Sila = (masa\ ciężka) \cdot (natężenie\ pola\ grawitacyjnego)$.

Ponieważ doświadczenia wykazują, że w tem samym miejscu pola grawitacyjnego ziemi wszelkie ciała spadają z tem samem przyspieszeniem, przeto przy stosownym obiorze jednostek musi być masa ciężka równa masie bezwładnej tego samego ciała. Einstein interpretuje ten fakt fizykalny słowami:

„Ta sama jakość ciał przyrody uzewnętrznia się stosownie do okoliczności bądź jako bezwładność, bądź też jako ciężkość“.

Dla powiązania tego wyniku z postulatem ogólnej względności przenieśmy się myślą z Einsteinem w takie miejsce wszechświata, położone zdala od wszelkich mas kosmicznych, iż można z dostateczną dokładnością przyjąć tam ważność zasady bezwładności. Niechaj w tem miejscu znajduje się obszerna, szczelnie zamknięta skrzynia, zaopatrzona we wszystko, co potrzeba do życia i do obserwacji fizykalnych. Dajmy na to, że jesteśmy we wnętrzu skrzyni i spostrzegamy oczywiście brak objawów siły ciężkości wraz z jego dość zabawnymi konsekwencjami. Musimy bowiem siebie przywiązać do podłogi, jeżeli nie chcemy za każdym potrąceniem o nią ulecieć pod sufit,

a każdy najlżej tracony przedmiot leci w powietrzu po linii prostej, dopóki nie trafi na ścianę lub sprzęt naszego pokoju. Niewielka liczba doświadczeń i pomiarów przekonywa nas o zupełnym braku pola grawitacyjnego (co możemy sobie wytłumaczyć także przypadkowym znalezieniem się naszego układu między dwoma lub więcej ciałami niebieskimi, w miejscu gdzie ich ciążenia się znoszą), a wobec tego, że tylko ta kwestja nas interesowała na razie, kładziemy się spać, przywiązawszy się starannie do łóżka.

Tymczasem w „nocy“ nadziemska jakaś istota, bo tylko taka mogłaby zrealizować ten eksperyment, rozpoczęła ze stałą siłą ciągnąć — mniejsza o to, skąd — za linę uwiązaną zewnątrz do stropu i udzieliła tym sposobem naszej skrzyni stałego przyspieszenia w naszym, oczywiście Galileuszowym, układzie odniesienia. Przebudziwszy się, stwierdzimy przeto odrazu jakąś zmianę, którą po niewielu doświadczeniach określimy z wielkiem prawdopodobieństwem jako pojawienie się jednorodnego pola ciężkości i zobaczywszy jeszcze przez dopiero przypadkowo odkryte okno w suficie wyprężoną linę, wywnioskujemy na pewno, że nasze mieszkanie zawieszono w polu grawitacyjnem jakiegoś ciała niebieskiego. Czy można powiedzieć, że jesteśmy w błędzie? Czy nie przedstawia się tutaj sprawa zupełnie podobnie, jak w przypadku jednostajnego biegu pociągu, w którym mieliśmy prawo twierdzić jako pasażerowie, że jesteśmy w spoczynku, a okolica się porusza? Wszak nasze przedstawienie sobie stanu układu jako spoczynku w jednorodnem polu grawitacyjnem prowadzi do zupełnie tych samych fizykalnych konsekwencji w obrębie układu, co poprzednie przedstawienie jako ruchu jednostajnie przyspieszonego w Galileuszowej „przestrzeni“ bez pola grawitacyjnego. Obydwa przedstawienia są ze stanowiska matematyczno-fizykalnego opisu zjawisk zupełnie równouprawnione, albowiem nie jesteśmy w stanie żadnemi doświadczeniami we wnętrzu skrzyni (w układzie U') rozstrzygnąć, która z obu alternatyw zachodzi w rzeczywistości.

Ogólna zasada, wynikająca z powyższego rozumowania, nazwana przez Einsteina „zasadą równoważności“ (Äquivalenzprinzip), odbiera ruchom niejednostajnym, jak np. naszego zahamowanego pociągu, charakter bezwzględnej fizykalnej rzeczywistości i dostarcza silnego argumentu dla uogólnionego po-

stulatu względności. W myśl tej zasady wolno mi bowiem powiedzieć w rozpatrywanym przykładzie, że pociąg jest układem w spoczynku, w którym pojawiło się pole grawitacyjne o poziomych linjach sił i danem natężeniu.

To samo odnosi się widocznie do omawianego już argumentu Macha na korzyść ogólnej zasady względności w odniesieniu do ruchów obrotowych, którym Newton przypisywał charakter bezwzględny. W obu przypadkach można wszystkie masy reszty wszechświata uważać za współdziałające przy wytworzeniu odpowiadającego pola grawitacyjnego, albowiem w okresie przyspieszenia rozpatrywanego układu U' (np. zahamowanego pociągu) są owe masy również przyspieszone i mogą przez to, jak dowodzi Einstein, indukować pole grawitacyjne, podobnie jak poruszane z przyspieszeniem naboje elektryczne indukują pole elektryczne.

VII.

Zakrzywienie promieni światła w polu grawitacyjnem. Matematyczny pomysł Minkowskiego.

Z poprzednich rozważań, obok ostatniego, anticipando przytoczonego wyniku, widać jasno, że ogólna teoria względności musi prowadzić do ważnych wyników dla praw grawitacji. Ale już z samej ogólnej zasady względności dadzą się wyprowadzić doniosłe wnioski. Każmy naszemu pociągowi jechać ze stałym przyspieszeniem p i na jego gładkiej podłodze puśćmy w ruch piłkę w poprzek lub na ukos względem podłużnej osi pociągu. Gdyby ruch pociągu był jednostajny, to piłka toczyłaby się (z pominięciem oporów) po linii prostej, Wskutek przyspieszenia pociągu powstanie według zasad klasycznej mechaniki ruch piłki po paraboli o promieniu krzywizny v^2/p (v = prędkość piłki) w wierzchołku, t. j. tam, gdzie kierunek prędkości jest prostopadły do kierunku przyspieszenia. Ze stanowiska szczególnej teorii względności będzie ten wynik niezupełnie ścisły, ale wystarczająco przybliżony do naszego rozważania. To samo stosuje się widocznie także do promienia światła obserwowanego w pociągu (który nie może być prostolinjowym, jak w układzie Galileusza), a zatem w myśl zasady równoważności i do promienia światła w jednorodnem polu grawitacyjnem o natężeniu p . Promień światła puszczony poziomo w próżni nad

ziemią zakrzywia się według tego w przybliżeniu promieniem c^2/g , t. j. około 9 biljonów *km*, co oczywiście usuwa się z pod obserwacji i pomiarów. Za to w pobliżu słońca, gdzie natężenie pola grawitacyjnego, a więc i zakrzywienie promieni światła jest znacznie większe, obliczył Einstein najpierw w przybliżeniu w r. 1911, a później dokładnie w r. 1916 (po opracowaniu ogólnej teorii względności), że promień światła od gwiazd musi się zakrzywić o $1,7''$ zanim dojdzie do naszego oka.

To przewidziane teoretycznie odgięcie promieni świetlnych przez pole grawitacyjne słońca znaleziono potem istotnie pomiarami fotograficznymi podczas zaćmienia słońca 29. maja 1919 r., a ogłoszenie wyników tych pomiarów w Royal Society 6. listopada tegoż roku wywołało w tem słynnem towarzystwie naukowem, któremu przewodniczył wielki Newton przez ostatnich 25 lat swego życia, tak potężne wrażenie, że, po wysłuchaniu sprawozdania astronomów Eddingtona i Crommellina, oświadczył prezydent Royal Society, iż „zebrani zapoznali się z faktem naukowym najbardziej znamienitym od odkrycia przepowiedzianej przez Leverriera i Adamsa planety Neptuna. Jeżeli zaś fakt ten rozpatruje się jako rezultat ludzkiej myśli, jest on jednym z najważniejszych, jeżeli nie najważniejszym w dziejach nauki“.

Ale powyższy wniosek z ogólnej zasady względności pociąga za sobą drugą nader ważną konsekwencję, znosząc ogólną ważność postulatu szczególnej teorii względności, iż prędkość światła w próżni jest stałą. Albowiem zakrzywienie promieni światła może zajść tylko wtedy, gdy prędkość rozchodzenia się światła zmienia się od miejsca do miejsca. Nie można w tem upatrywać obalenia szczególnej teorii przez ogólną, jak to czynili niektórzy przeciwnicy teorii względności, lecz tylko ograniczenie ważności szczególnej teorii do krańcowego przypadku braku pola grawitacyjnego. Najpiękniejszym losem fizycznej teorii jest, jak słusznie podnosi Einstein, wskazanie drogi do ustawienia teorii obszerniejszej, ażeby zamieszkać w niej nadal w skromniejszej nieco roli krańcowego przypadku.

Zbudowaniu ogólnej teorii względności i grawitacji poświęcił Einstein parę lat usilnej pracy, bo trudności, jakie trzeba było pokonać, były całkiem niezwykle. Sam zaznacza, że gdyby nie sukces, tkwiący w doniosłym pomysle matema-

tycznym Minkowskiego, to ogólna teoria nie wyszłaby prawdopodobnie dotąd z „powijaków“. Jakiż to pomysł? Na czele swego wykładu na 80 zjeździe niemieckich przyrodników i lekarzy w Kolonii we wrześniu 1908 r. wypowiedział Minkowski te pamiętne słowa:

„Zapatrywania na przestrzeń i czas, jakie tutaj rozwinęły, wyrosły na gruncie doświadczalnym. Na tem polega ich siła. Tendencja tych poglądów jest radykalna, bo od tej chwili schodzi przestrzeń sama w sobie i czas jako taki do rzędu cieni, a tylko rodzaj unji obu tych pojęć ma zachować samoistność“.

W tych słowach tkwi przedewszystkiem stwierdzenie faktu, że fizyka relatywistyczna pozbawiła przestrzeń i czas charakteru bezwzględnego, wskutek czego trójwymiarowe kontinuum przestrzenne i jednowymiarowe kontinuum czasowe, które istniały obok siebie niezależnie w poglądzie na świat klasycznej fizyki, tworzą obecnie jako jedność czterowymiarowe kontinuum przestrzenno-czasowe. Czas przybiera tedy rolę czwartej współrzędnej w pomyślanej czterowymiarowej przestrzeni zjawisk fizycznych. Otóż doniosłem dla formalnego rozwoju teorii względności odkryciem Minkowskiego było poznanie, że czterowymiarowe przestrzenno-czasowe kontinuum szczególnej teorii względności posiada co do swoich charakterystycznych własności formalnych jak najbliższe pokrewieństwo z trójwymiarowym kontinuum Euklidesowej geometrycznej przestrzeni. Najwyraźniej wychodzi to na jaw przez wprowadzenie do formuł teorii względności, zamiast zwykłej współrzędnej czasowej t , wielkości urojonej x_4 zapomocą podstawienia

$$x_4^2 = -c^2 t^2.$$

Wówczas bowiem przybierają prawa przyrody, czyniące zadość wymaganiom teorii względności, takie formy matematyczne, w których współrzędna czasowa jest najzupełniej równouprawniona z trzema pozostałymi współrzędnymi przestrzennymi, oznaczonemi przez x_1, x_2, x_3 . Wszystkie cztery współrzędne x_1, x_2, x_3, x_4 odpowiadają formalnie dokładnie trzem przestrzennym współrzędnym zwykłej analitycznej geometrii w przestrzeni Euklidesowej. (Każda z nich np. jest prostopadła do trzech pozostałych). Nawet dla najmniej matematycznie wyszkolonego umysłu staje się jasnem, że przez takie czysto formalne ujęcie sprawy zyskała teoria nadzwyczajnie na przejrzystości i pro-

stocie. Podkreślam jeszcze raz formalny charakter koncepcji Minkowskiego, aby od razu przeciąć nić, jaką chętnie nawiązują ze światem zjawisk fizykalnych drogą abstrakcyjnych idei matematycznych spirytyści, medjumiści i, jak ich tam jeszcze nazywają, wywoływacze duchów, czy też — honny soit qui (mal y pense) — badacze świata pozazmysłowego.

Tutaj przychodzi mi także na myśl wspomniana już dwukrotnie sprawa nazwy teorii Einsteina, obrana przezeń może o tyle niezbyt szczęśliwie, że prowadzi do nieporozumień całkiem fatalnych. Zupełnie trafnie podniósł prof. Loria w dyskusji nad swojemi wykładami w Towarz. politechn., że to jest raczej teoria bezwzględnej fizykalnej rzeczywistości, bo wyłącza wszelką zależność zjawisk przyrody od niewątpliwie oderwanych, niefizykalnych pojęć bezwzględnego czasu i przestrzeni. Właśnie zespół wszelkich zjawisk fizykalnych nakazuje nam nieodparcie mierzyć czas inaczej w każdym z poruszających się względem siebie układów odniesienia, a użycie do tego mierzenia zjawiska rozchodzenia się światła jest podyktowane jedynie i wyłącznie względami ekonomji myślowej w sensie Macha, czyli zupełnie zrozumiałem staraniem o możliwą prostotę w sformułowaniu ścisłych praw przyrody. Że ta prostota nie jest taką, do jakiej nawykliśmy suggestywnie przez przeszło dwa wieki bujnego rozkwitu fizyki na gruncie mechaniki Newtonowskiej, jest to oczywiście „winą“ samej przyrody, która jest właśnie taka, a nie inna.

VIII.

Niezgodność geometrii Euklidesowej z postulatem ogólnej względności. Spółrządne Gauss'a. Ścisłe sformułowanie ogólnej zasady względności.

Ale wróćmy do roli matematycznej koncepcji Minkowskiego, oraz trudności piętrzących się przy budowie ogólnej teorii na postulacie równouprawnienia w sformułowaniu praw przyrody nie tylko układów Galileuszowych, lecz także wszelkich innych układów o dowolnym, względnym ruchu. Te trudności wyjdą dobrze na jaw z następującego rozważania.

Pomyślmy sobie pewien obszar przestrzenno-czasowy w Galileuszowym układzie U , a zarazem drugi układ U' , obracający się jednostajnie względem poprzedniego. Dla uzmysłowienia

możemy, abstrahując od siły ciężkości, jako pierwszy układ U przyjąć ziemię, a jako drugi U' poziomy wielki krążek np. sceny obrotowej, karuzelu i t. p. Odrysujmy kołowy kontur krążka na położonej tuż pod nim, poziomej, gładkiej płaszczyźnie na ziemi. Jeżeli w układzie U , t. j. ziemi, obowiązuje geometria Euklidesa, to, mierząc obwód naszego koła i dzieląc go przez zmierzoną również średnicę, otrzymamy znaną liczbę $\pi=3,14159\dots$ Skoro jednakże pomyślimy sobie to samo koło mierzone w układzie U' (obracającym się) i użyjemy do pomiaru nieskończenie małych miarek nieruchomych w tym układzie, to otrzymamy wprawdzie tę samą wartość średnicy, co poprzednio, gdyż miarki są prostopadłe do kierunku prędkości, ale nieco większą wartość obwodu z powodu Lorentzowskiego skurczenia miarek, leżących w kierunku ruchu. Widać stąd, że w układzie U' , t. j. dla krążka, traci ważność geometria Euklidesowa. Ponieważ odśrodkowe działania bezwładności można według zasady równoważności pojmować w każdym punkcie jako działania grawitacji, przeto jest rzeczą jasną, że obecność pola grawitacyjnego domaga się użycia metrycznej geometrii nieuklidesowej. Otóż biorąc ściśle nie ma nigdzie na świecie skończonego obszaru całkiem wolnego od działań grawitacji; skoro więc chcemy w fizyce utrzymać ogólny postulat względności, to musimy zrezygnować z matematycznego opisu wzajemnego położenia ciał zapomocą metod zwykłej geometrii Euklidesowej. Nie trzeba jednakże sądzić, że nada się tutaj dla całej przestrzeni fizycznej któraś inna szczególna geometria, np. Bolyai'a-Łobaczewskiego. Bynajmniej! W każdym wogóle miejscu musimy przestrzeni przypisać inne metryczne własności, zależne widocznie od rodzaju pola grawitacyjnego, i zastosować odpowiadającą geometrię.

Widzimy w tem przedewszystkiem trudność matematyczną, do której pokonania utorował drogę już prawie przed wiekiem sławny Gauss. On podał metodę matematycznego traktowania najogólniejszych kontinuuów o określonych związkach metrycznych zapomocą całkiem ogólnych spólrzędnych, które nazywamy jego imieniem. Metodę Gaussa zastosował Riemann do rozważań najogólniejszej metrycznej geometrii trójwymiarowej w swojej słynnej rozprawie habilitacyjnej „Ueber die

Hypothesen, welche der Geometrie zugrunde liegen“ z r. 1854. Dopiero w ostatnich latach zwrócono uwagę na to, że genjusz tego matematyka przeczuł dobrze drogę, na którą dopiero w sześćdziesiąt lat później wstąpił z takim powodzeniem Einstein. Riemann wprowadził pojęcie krzywizny przestrzeni jako uogólnienia pojęcia krzywizny dwuwymiarowego kontinuum, t. j. powierzchni geometrycznej. Łatwo to objaśnić bez matematycznych wywodów przy pomocy analogji. Dwuwymiarowej płaszczyźnie odpowiada trójwymiarowa przestrzeń Euklidesowa. Obie mają krzywiznę równą zeru. Podobnie dwuwymiarowej powierzchni kuli odpowiada trójwymiarowa przestrzeń „sferyczna“. Obie mają krzywiznę skończoną, stałą.

Przestrzenno-czasowemu kontinuum fizyki relatywistycznej odpowiadają oczywiście cztery współrzędne Gaussa. Nie trudno teraz zauważyć, że poprzednie wysłowienie ogólnej zasady względności nie było ściśle, albowiem z wyłuszczonych powyżej powodów nie można, biorąc ściśle, używać ciał sztywnych jako układów odniesienia przy opisie przestrzenno-czasowym metodą, stosowaną w szczególnej teorii względności, gdyż metryczne własności tych ciał zależą od pola grawitacyjnego. W miejsce ciał, jako układów odniesienia, wchodzi teraz odpowiadające Gaussowskie układy współrzędnych. Podstawowej myśli ogólnej zasady względności odpowiada teraz następujące ściśle wysłowienie: „Wszystkie układy współrzędnych Gaussa są zasadniczo równoważne przy sformułowaniu ogólnych praw przyrody“.

Ogólną zasadę względności można jeszcze wysłowić w innej postaci, cechującej ją jeszcze wyraźniej, jako naturalne rozszerzenie szczególnej zasady względności. Równania wyrażające ogólne prawa przyrody w szczególnej teorii względności dla układu U , zamieniają się, jak wiadomo, na równania o tej samej postaci, skoro wprowadzimy zamiast zmiennych przestrzenno-czasowych x, y, z, t nowe zmienne x', y', z', t' , odniesione do układu U' przy zastosowaniu przekształcenia Lorentzowskiego. Natomiast podług ogólnej teorii względności muszą te równania przy dowolnych podstawieniach zmiennych Gaussa x_1, x_2, x_3, x_4 przybierać tę samą formę matematyczną, każdemu bowiem przekształceniu (dowolnemu, nie tylko Lorentzowskiemu)

odpowiada zamiana jednego układu spółrzędnych Gaussa na inny. Ten postulat wyraża Einstein w swej fundamentalnej rozprawie z r. 1916 następującemi słowy:

„Ogólne prawa przyrody należy wyrażać równaniami ważnemi dla wszelkich układów spółrzędnych, t. j. spółzmiennych przy wszelkich podstawieniach (ogólnie spółzmiennych)“.

A dalej pisze tamże:

„Jasne jest, że fizyka, dogadzająca powyższemu wymaganiu czyni zadość ogólnemu postulatowi względności. Albowiem pośród wszystkich podstawień muszą się w każdym razie znajdować i te, które odpowiadają wszystkim względnym ruchom układów spółrzędnych. Że to wymaganie spółzmienności ogólnej, zabierające przestrzeni i czasowi ostatnią resztę fizykalnej przedmiotowości, jest wymaganiem naturalnem, wynika z następującego rozważania.

Wszystkie nasze notowania faktów czasowo-przestrzennych sprowadzają się zawsze do wyznaczenia czasowo-przestrzennych koincydencji. Gdyby np. zjawiska (w przyrodzie) polegały jedynie na ruchach punktów materjalnych, to nie byłoby ostatecznie nic więcej spostrzegalnego, jak tylko spotkania dwu lub więcej z tych punktów. A i wyniki naszych pomiarów nie są czem innem, jak stwierdzeniem podobnych spotkań punktów materjalnych naszych miar z innemi punktami materjalnemi, albo też koincydencji między wskazówkami zegara lub punktami tarczy zegarowej a obserwowanemi punktowemi zdarzeniami, jakie zachodzą w tem samem miejscu i czasie.

Wprowadzenie układu spółrzędnych nie służy do niczego innego, jak tylko do łatwiejszego opisu zespołu takich koincydencji. Przydzielamy światu cztery zmienne czasowo-przestrzenne x_1, x_2, x_3, x_4 tak, aby każdemu punktowemu zdarzeniu odpowiadał jeden układ wartości tych zmiennych. Dwu koincydującym zdarzeniom punktowym odpowiada tenże sam układ wartości zmiennych x_1, \dots, x_4 ; czyli koincydencję charakteryzuje zupełna zgodność spółrzędnych. Skoro tedy wprowadzimy zamiast zmiennych x_1, \dots, x_4 ich dowolne funkcje x'_1, x'_2, x'_3, x'_4 , jako nowy układ spółrzędnych, tak, aby oba układy wartości odpowiadały sobie nawzajem jednoznacznie, to równość wszystkich czterech spółrzędnych jest także w nowym układzie wyrazem dla przestrzenno-czasowej koincydencji dwu zdarzeń punkto-

wych. A ponieważ wszystkie nasze fizykalne obserwacje i doświadczenia dadzą się ostatecznie sprowadzić do takich koincydencji, więc przedewszystkiem nie ma powodu, aby wyróżniać pewne układy z pośród innych, czyli dochodzimy do wymagania ogólnej spójności.

Widzę w myśli matematyków, zwłaszcza najnowszej szkoły, którzy, słysząc to, mocno kiwają głowami, oczywiście, jeżeli nie studjowali dotąd ogólnej teorii względności, a słyszą po raz pierwszy tak niesłychanie śmiałe pod względem matematycznym wymagania. Mogę ich uspokoić zapewnieniem, że te zastrzeżenia i ograniczenia, jakiegoś mieć chcieli, analogiczne np. do podkreślonych przez Boltzmann'a w odniesieniu do klasycznej mechaniki (ob. jego „Die Prinzipie der Mechanik“), znajdują się i w teorii Einsteina. Najważniejsze wynikają z rozumiejącego się samo przez się założenia:

„Dla nieskończonej małych obszarów czterowymiarowych (kontinuum przestrzenno-czasowego) spełnia się szczególna teoria względności przy stosownym obiorze współrzędnych“.

Co się tyczy matematycznej koncepcji Minkowskiego, to jej użyteczność dla celów ogólnej teorii względności łatwo pojąć z następującego rozważania. Dajmy na to, że torem danego punktu materialnego jest krzywa płaska, uzmysłowiona na płaszczyźnie rysunku, obranej za płaszczyznę $x_1 x_2$ prostokątnego układu współrzędnych. Sama krzywa toru nie wystarcza oczywiście do opisu ruchu. Aby ten opis uczynić kompletnym, winniśmy np. w każdym punkcie krzywej zanotować odpowiadającą wartość czasu t . Zamiast tego możemy z korzyścią przyjąć t , jako trzecią współrzedną x_3 , np. do tamtych prostopadła i tym sposobem dany ruch płaski przedstawić dokładnie krzywą przestrzenną w układzie x_1, x_2, x_3 . Np. ruch jednostajny po kole na płaszczyźnie x_1, x_2 będzie przedstawiony linią śrubową w trójwymiarowej rozmaitości x_1, x_2, x_3 . Minkowski nazwał tego rodzaju linie opisujące w zupełności ruch danego p.m-go, liniami światowymi (Weltlinien) tego punktu. Sam tor p.m-go wyraża niejako dowolnie jedną stronę jego ruchu, a mianowicie rzut trójwymiarowej linii światowej na płaszczyznę x_1, x_2 . Skoro teraz sam ruch punktu odbywa się już w trójwymiarowej przestrzeni, to jako jego linię światową otrzymamy krzywą w czterowymiarowej rozmaitości x_1, x_2, x_3, x_4 i możemy

na tej linii studjować nadzwyczajnie wygodnie wszelkie własności ruchu punktu. Przestrzenny tor punktu jest rzutem jego linii światowej na rozmaitość x_1, x_2, x_3 . Ten tor przedstawia zatem dowolnie i jednostronnie tylko niektóre własności ruchu, podczas gdy linja światowa wyraża je w zupełności.

IX.

Ogólne podstawowe prawo dynamiki relatywistycznej. Einsteinska teoria grawitacji. Wyjaśnienie perturbacji w ruchu perihelium Merkurego. Praktyczne i naukowe znaczenie teorii.

Bezwładność w świetle ogólnej teorii względności.

Dla ogólnego zrozumienia samego tylko wysłowienia fundamentalnego prawa nowej teorii (dynamiki relatywistycznej) potrzeba jeszcze objaśnić bliżej pewien jednowymiarowy utwór matematyczny, zwany linią geodezyjną. Wogóle można ją określić (choć nie zupełnie ściśle) jako najkrótszą linię, łączącą dwa niezbyt odległe punkty jakiegokolwiek kontinuum. Przymiotnik „geodezyjna“ pochodzi od pierwszego ważnego zastosowania takich linii w geodezji, zajmującej się pomiarem ziemi. Linią geodezyjną na płaszczyźnie lub w trójwymiarowej Euklidesowej przestrzeni jest, jak wiadomo, prosta, na powierzchni kuli — łuk koła wielkiego i t. d. Otóż podstawowe prawo ogólnej teorii względności, stanowiące najobszerniejsze uogólnienie prawa bezwładności klasycznej mechaniki brzmi;

„Światowa linja p.m-go jest linią geodezyjną w kontinuum przestrzennie-czasowym“.

Nie mogę tutaj wdawać się w interesujący wywód tego prawa, a tem mniej w matematyczną konstrukcję wiążącą się z niem arcykunsztownej szczytowej budowli teorii względności, t. j. teorii grawitacji; zaznaczę tylko, że powyższe ogólne prawo ruchu przedstawia się równaniem warjacyjnem

$$\delta \int ds = 0,$$

w którym ds oznacza linjowy element czterowymiarowego kontinuum x_1, x_2, x_3, x_4 , przyczem

$$ds^2 = g_{11} dx_1^2 + g_{12} dx_1 dx_2 + \dots + g_{44} dx_4^2$$

przedstawia kwadrat tego elementu. To równanie zaś jest równoważne czterem zupełnym równaniom różniczkowym drugiego rzędu. Spółczynniki g_{11}, g_{12}, \dots w liczbie 10-u określają tyleż

t. zw. „potencjałów grawitacyjnych“, do których wyznaczenia ustawił Einstein 10 równań różniczkowych. Razem tedy mamy 14 równań różniczkowych i to nieliniowych, czyli aparat teoretyczny mogący odebrać odwagę nawet wytrawnym matematykom. Nie uląkł się go sam twórca dzięki tej, łatwej do przewidzenia okoliczności, że najczęściej można poprzestać na rozwiązaniach przybliżonych. Inaczej bowiem mechanika klasyczna, jako teoria przybliżona ze stanowiska teorii względności, nie mogłaby tak dokładnie opisywać niemal wszystkich do niedawna doświadczalnie badanych ruchów w przyrodzie.

Wszakże przed odkryciem promieni katodowych i t. zw. promieni β , wysyłanych przez rad i inne ciała promieniotwórcze, znano właściwie tylko jedno zjawisko mechaniczne i to w astronomji, które się wyłamywało z pod praw Newtonowskiej mechaniki i teorii grawitacji. Jest niem stosunkowo nieznaczna, bo wynosząca $43''$ na stulecie przewyżka obrotu perihelium Merkurego ponad wartością obliczoną z teorii Newtona przy uwzględnieniu wpływów innych planet. To zboczenie stwierdzono jednakże z bardzo wielką dokładnością dzięki wyjątkowo znacznemu mimośrodowi orbity Merkurego. Jest rzeczą jasną, że astronomowie kusili się niejednokrotnie o wyjaśnienie tej anomalji od czasu jej stwierdzenia przez Leverriera, oczywiście przy pomocy samejże Newtonowskiej mechaniki. Zachęceni przytem słynnym tryumfem klasycznej teorii, jakim było odkrycie Neptuna przez Leverriera i Adamsa, wydedukowane matematycznie z perturbacji najdalszej podówczas znanej planety Urana, próbowali przedewszystkiem tej samej drogi i szukali t. zw. intramerkurjalnej planety, której działanie mogłoby wytłumaczyć powyższy ruch perihelium Merkurego. Tymczasem najstaranniejsze przeszukiwanie okolicy słońca nie wykazało nic nowego. Dzieje astronomji ubiegłego stulecia notują, przeszło pół tuzina prób objaśnienia anomalji ruchu Merkurego w duchu mechaniki klasycznej. Największem uznaniem u astronomów cieszyła się do niedawna odnośna teoria H. Seeligera, zastępująca jedno hipotetyczne ciało perturbacyjne całym bardzo obszernym rojem drobniutkich, w zwykłych warunkach niedostrzegalnych ciałek, czyli pyłem kosmicznym, jaki otacza słońce, wywołując między innemi znane zjawisko światła zodiacalnego. Ale przyjęcie działania roju zodiacalnego

jest hipotezą ad hoc, podczas gdy teoria względności i grawitacji Einsteina tłumaczy nasze zjawisko ilościowo w sposób najzupełniej zadowalający bez żadnych dodatkowych hipotez.

Einstein dowiódł istotnie, że w pierwszym przybliżeniu przekształcają się jego równania na trzy równania różniczkowe ruchu klasycznej mechaniki i jedno równanie Newtonowskiego potencjału grawitacyjnego; posuwając zaś rachunek do drugiego przybliżenia (dla jednej planety jako *p.m*-go w polu grawitacyjnym układu słońce-planeta), otrzymał powolny obrót perihelium planety, którego wartość dla Merkurego wypadła z rachunku zupełnie zgodnie z obserwacją w granicach jej dokładności. Ścisłe rozwiązanie, jakie znalazł wkrótce potem znakomity astronom getyngeski Schwarzschild potwierdziło tylko liczbowy wynik Einsteina. Ponieważ wielkość tego relatywistycznego ruchu perihelium maleje nader szybko ze wzrostem odległości planety od słońca (odwrotnie proporcjonalnie-względem średniej odległości z wykładnikiem $\frac{5}{2}$), przeto jeszcze tylko dla drugiej najbliższej słońcu planety Wenus osiąga ten ruch wartość teoretyczną nadającą się do sprawdzenia przez obserwacje ubiegłego stulecia. Na nieszczęście ma Wenus tak mały mimośród, że nie podobna wyznaczyć położenia perihelium tej planety z wystarczającą do porównania dokładnością¹⁾.

Do wymienionych już dwu prób ogniowych doświadczenia, z jakich wyszła zwycięsko teoria Einsteina, t. j. grawita-

¹⁾ Dodatkowo wspomnę o nowszych pracach teoretycznych, opartych na Einsteinowskiej teorii, które miały na celu przygotowanie materiału do dalszego jej sprawdzenia obserwacjami astronomicznymi. Holenderski astronom de Sitter (ten sam, który wykazał na gwiazdach podwójnych niezależność prędkości rozchodzenia się światła od ruchu ciała świecącego i przyczynił się przez to do ugruntowania znanego postulatu szczególnej teorii względności), oraz dwaj młodzi wiedeńscy badacze J. Lense i H. Thirring (Phys. Zeitschr. z r. 1918) obliczyli perturbacje relatywistyczne, wywołane wpływem rotacji planet na ich księżyce. Nie ma takiego wpływu w klasycznej teorii Newtona, ale musi on zachodzić według ogólnej teorii względności i grawitacji. Wszystkie te perturbacje okazały się oczywiście bardzo małe ku pewnej może przykości relatywistów, a ku zadowoleniu ich przeciwników. Największych zakłóceń doznaje V-ty księżyc Jowisza, a mianowicie wiekowa zmiana długości węzła $\Delta\Omega$ wypada dlań $1'58''$, a także zmiana średniego dziennego ruchu $1^m5,4^s$. Odpowiadające liczby dla naszego księżycy są $2''$ i 139^s .

cyjnej refrakcji promieni światła, przechodzących w pobliżu słońca i wiekowego ruchu perihelium planet, dołączyć należy trzecią, niemniej interesującą i ważną, której wynik nie odpowiedział dotychczas oczekiwaniom. Kombinując mianowicie zasadę Dopplera z Einsteińską zasadą równoważności, dochodzi się elementarną matematyczną drogą do wniosku, że okres drgania każdego określonego rodzaju promieniowania falowego przyrasta w polu grawitacyjnem proporcjonalnie względem przyrostu potencjału grawitacji. Wskutek tego pewna określona linja widmowa światła, pochodzącego od słońca lub innych gwiazd stałych, musi być przesunięta ku czerwonej części widma względem tejże samej linii światła ze źródeł ziemskich.

Trudność stwierdzenia tego dość nikłego efektu polega po pierwsze na tem, że nie łatwo go oddzielić od przesunięcia wynikającego z zasady Dopplerowskiej, powtóre zaś, że warunki emisji światła na słońcu nie są jeszcze dość dokładnie zbadane, nakoniec po trzecie, że nie znamy jeszcze dokładnie systematycznych zafałszowań długości fal także i u ziemskiego, porównawczego źródła światła, t. j. lampy łukowej. Staranna analiza spektroskopowych badań dość znacznej liczby gwiazd stałych, przewyższających słońce wielokroć swą masą, dokonana niedawno przez astronoma E. Freundlicha, dostarcza wcale pewnych oznak faktycznego grawitacyjnego przesunięcia linii widmowych, jakkolwiek podobno niektórzy amerykańscy astrofizycy dopatrzeć się tego nie mogą. Relatywiści wierzą oczywiście mocno, że dalsze doświadczalne badania muszą wypaść korzystnie dla teorii, a kiedy dokładność pomiaru grawitacyjnej składowej przesunięcia linii widmowych będzie niezbyt wiele ustępować dokładności w pomiarze przesunięcia Dopplerowskiego, to badania spektroskopowe pozwolą nie tylko mierzyć prędkość gwiazd po promieniu widzenia, lecz także ich masę. Ale to muzyka przyszłości. Stojąc na gruncie realnej teraźniejszości, musimy stwierdzić pełny sukces teorii na razie tylko w dwu pierwszych przypadkach. Zarazem widzimy, że jej czysto praktyczne znaczenie jest wcale nie wielkie. Trudno bowiem przewidzieć, kiedy pomiary astronomiczne staną się tak ścisłe, aby do ich uzgodnienia z teorią trzeba było jeszcze w innych przypadkach, jak powyższe, uciekać się do wysoce skomplikowanego matematycznego aparatu ogólnej teorii względności.

A już w mechanice ziemskiej, technicznej wystarczy, zdaje się, po wieki wieków to przybliżenie, jakie daje nadzwyczajnie stosunkowo prosta teoria klasyczna.

Za to znaczenie teoretycznie-poznawcze i ogólnonaukowe nowej teorii jest olbrzymie, prawie bezprzykładne w historii wiedzy. Nowa epoka w dziejach przyrodniczej myśli, datująca się od narodzin teorii względności, da się zestawić co do ogólnej doniosłości chyba tylko z jedną, zapoczątkowaną cztery wieki temu przez naukę naszego genialnego rodaka, Mikołaja Kopernika. Jak wówczas układ heliocentryczny Kopernika zmieniał radykalnie Ptolomeuszowy pogląd na budowę świata, ustalony od przeszło trzynastu stuleci, podobnie teraz teoria względności przeistacza z gruntu zapatrywania naukowe na cały ustrój świata zjawisk fizycznych, a tem samem i na budowę kosmosu, wiążąc przestrzeń, czas i materję w nierozdzielalną całość i pozbawiając każde z tych pojęć samoistności. Da się to lapidarnie wyrazić zdaniem: „Nie ma czasu i przestrzeni bez materji“. Nie należy tego oczywiście brać dosłownie, jak to niestety już się zdarzyło, lecz pojmować w następujący sposób:

Próżna przestrzeń sama w sobie jest „martwym“ zupełnie tworem abstrakcyjnym rzeczywistej fizycznej przestrzeni. Nie ma ona żadnych fizycznych jakości i żadnej struktury geometrycznej. Nie można przeto umieszczać w niej układów współrzędnych, służących do najprostszego, ścisłego, t. j. matematycznego opisu zjawisk, lecz te układy muszą być związane z materją. Dopiero materja „ożywia“ przestrzeń i nadaje jej cechy realne. W mechanice klasycznej była przestrzeń bezwzględna niejako zbiornikiem („domem czynszowym“, jak się dowcipnie wyraża szwajcarski matematyk, H. Weyl) w którym mieściła się materja. Obecnie zmieniły się role i raczej przedstawia się sprawa odwrotnie. Zaznaczyć przytem trzeba, że w myśl ważnych konsekwencji teorii względności należy pojmować materję w uogólnionem znaczeniu. Skoro się bowiem okazało, że energia posiada najważniejszy atrybut materji, t. j. bezwładność, przeto i przestrzeni, w której się rozchodzi promieniowanie, musimy przypisać cechy materialne. Dlatego to nie można odmówić realnego bytu t. zw. próżni, w której się rozchodzi światło. Jeżeli taką „próżnię“ nazwiemy sobie „eterem“ gwoili tradycji,

to nawet Einstein nie ma nic przeciw temu, tylko zupełnie słusznie się zastrzega, aby temu eterowi nie przepisywać żadnych własności materialnych, a więc np. nie można mówić o jego prędkości w jakimkolwiek miejscu. Byłoby to bowiem sprzeczne z ogólną zasadą względności, a do tego nie poparte żadnem doświadczeniem.

Co się tyczy Einsteirowskiej teorii grawitacji, to trzeba zaznaczyć, że ona nie zdąża do objaśnienia istoty wzajemnego ciężenia mas, nie szuka mechanicznego modelu uzmysławiającego to działanie na wzór różnych teorii eterowych. Jest zresztą nadzwyczaj wątpliwem czy tego rodzaju usiłowania mogą kiedy doprowadzić do zadowalającej teorii grawitacji. Teoria Einsteina jest teorią pola grawitacyjnego, które przenosi działanie grawitacji, ze skończoną prędkością przez próżnię. Usuwa ona z fizyki ostatnie „działanie na odległość“, jakie przypisywała grawitacji teoria Newtona i zdaje doskonale sprawę ze ścisłego związku między objawami bezwładności i ciężkości.

Rozważmy jeszcze, jak wygląda w świetle teorii względności tak ważna własność materji (utożsamionej przez teorię z energją), jak jej bezwładność. Według mechaniki klasycznej odnosiła się bezwładność do „bezwzględnego“ układu i mierzyła się w każdym punkcie nieskończonej Euklidesowej przestrzeni tą samą wielkością, t. j. masą. Z postulatów ogólnej teorii względności wypływa jako konsekwencja, że nie może być bezwładności względem „przestrzeni“, lecz tylko bezwładność wzajemna mas wszechświata. Gdybyśmy przeto byli w stanie jakąś masę oddalić od wszystkich innych mas wszechświata w nieskończoność, to jej bezwładność spadłaby do zera. Nie ma w tem oczywiście żadnej sprzeczności z zachowaniem się ciał, dających się obserwować, albowiem te są tak drobne wobec reszty mas w wszechświecie, że ich bezwładność można uważać z niezmiernie wielką dokładnością za stałą — w zgodzie z doświadczeniem i klasyczną mechaniką. Dopiero, gdy rozpatrujemy świat materialny w całości, musimy się liczyć z powyższym wnioskiem. Rozważania Einsteina na ten temat są godnem uwieńczeniem teorii. Ogłosił je w publikacjach Berlińskiej Akademji w r. 1917 i udoskonalił w dwa lata później. Nie są to oczywiście pierwsze wogóle dociekania w niezmiernie ciekawej kwestji budowy wszechświata, ale

w moich oczach przynajmniej najbardziej zadowalające, jakkolwiek nie mogą mieć, rzecz jasna, pretensji do ostatecznego załatwienia sprawy.

X.

Rozmiary i postać wszechświata w świetle ogólnej teorii względności.

Zastosowanie formuł nowej teorii do całego świata prowadziło zrazu do takichże trudności, jakie wychodziły na jaw w mechanice klasycznej. Jedyne bowiem, jak się zdawało, od czasów Giordana Bruno filozoficznie zadowalający obraz wszechświata nieograniczonego i nieskończonego, zaludnionego nieskończoną liczbą słońc, nie dał się pogodzić z mechaniką niebieską Newtona. Zauważono to już dość dawno, a wspomniany poprzednio astronom Seeliger próbował nawet zmodyfikować Newtonowskie prawo grawitacji, aby wybrnąć z tego kłopotu. Trudność polega na tem, że, przy ścisłej ważności tego prawa (według którego wszystkie masy przyciągają się z siłą odwrotnie proporcjonalną względem kwadratu ich wzajemnej odległości), musiałoby przyjęcie masy nieskończonej wielkiej, rozsianej mniej więcej równomiernie w nieskończonej przestrzeni, pociągnąć za sobą nieskończoną wartość i nieoznaczony kierunek siły pola grawitacyjnego w dowolnym punkcie przestrzeni. Ponieważ to jest niemożliwe, przeto przy zastosowaniu teorii Newtona wypadało przyjąć rodzaj środka wszechświata, w którym gęstość gwiazd jest największa, a od tego miejsca na zewnątrz maleje aż do zera w nieskończonej odległości. Ale wówczas, jak dowodzi rachunek, nie byłoby przeszkód, aby poszczególne gwiazdy nie wymykały się od czasu do czasu z głównego skupienia i nigdy doń nie wracały. Nadto wskutek promieniowania w przestrzeń zmniejszałyby się stale energia układu, nie mówiąc już o utracie materji z powodu ciśnienia promieniowania, przeciwdziałającego na drobnych cząsteczkach skutecznie grawitacji. W ten sposób zdążałby układ gwiazd systematycznie do rozprószenia się w nieskończonej przestrzeni, co oczywiście zadowolnić nas nie może. Omija ten szkopuł wprawdzie hipoteza Seeligera, iż przyciąganie dwu mas maleje przy wielkich, wzajemnych odległościach nieco silniej, niż według prawa odwrotnego kwadratu, atoli można wymyśleć

dowolną liczbę innych praw, dających to samo, bez możliwości podania powodu, dla którego należałoby dać pierwszeństwo jednemu z nich.

Przy zastosowaniu ogólnej teorii względności nie dały się w zupełnie zadowalający sposób ustawić warunki krańcowe dla nieskończonej odległości, któreby były zgodne z wymaganiami ogólnej względności, co było zresztą do przewidzenia. Dlatego Einstein uogólnił swoje równania różniczkowe dla potencjałów grawitacyjnych $g_{\mu\nu}$ w taki sposób, aby stało się możliwem zastosowanie nowej teorii grawitacji na cały wszechświat. Uczył to przez wprowadzenie t. zw. „kosmologicznego czynnika“ λ , co go samego nie zadowolało tak długo, aż w następnej pracy zdołał usunąć ten, jak się wyraził, „Schönheitsfehler“ teorii. Trudności warunków krańcowych odpadły przytem z wysoce interesującego powodu. Pokazało się mianowicie, że stosownie do formuł teorii przestrzeń wszechświata, wypełniona równomiernie materją w spoczynku, przedstawiałaby się w pierwszym przybliżeniu jako wprawdzie nieograniczona, ale skończona, wobec czego nie występują wcale warunki krańcowe dla nieskończoności. Chociaż założenia, prowadzące do tego wyniku, właściwie nie są spełnione w wszechświecie, bo ani materja nie jest w spoczynku, ani też nie jest całkiem równomiernie rozmieszczona, to jednak należy mieć na względzie, że prędkości materji, stwierdzone u gwiazd, są nadzwyczajnie małe w porównaniu do prędkości światła, występującej jako jednostka w teorii. A także i rozmieszczenie materji nie przedstawia wogóle żadnych tak rażących nierównomierności, aby schemat utrwalonego, równomiernie wypełnionego światła, był tak znowu dalekim od rzeczywistości. Według tego schematu miałyby przestrzeń wszechświata strukturę bardzo zbliżoną do „sferycznej“, którą już poprzednio omawialiśmy. Nie może ona być ściśle „sferyczną“ wskutek zachodzących nierównomierności w rozkładzie mas i ciągłych zmian tego rozkładu, jednakże różnić się będzie od sferycznej tylko bardzo nieznacznie, podobnie jak pomarszczone lekkim wietrzykiem zwierciadło wody w jeziorze od płaszczyzny. W takiej przestrzeni da się zupełnie dobrze pomyśleć trwała budowa wszechświata bez katastrofalnych zmian, psujących jego wspaniałą harmonję, którą duch ludzki podziwia od tysięcy lat. Skończono-

ność nieograniczonej przestrzeni zapobiega skutecznie opustoszeniu świata, gdyż żadna cząstka materji i energii nie może się oddalić w nieskończoność ¹⁾.

Jakkolwiek układ gwiazd dostępnych obserwacji przedstawia, choćby tylko przez samą drogę mleczną, znaczne zboczenia od przybliżonego teoretycznego schematu, to jednak widać, że i tutaj teoria względności toruje nowe drogi i otwiera nie dające się jeszcze objąć wzrokiem horyzonty dla pojmowania świata jako całości.

Uzupełnienia i dodatki²⁾.

A. Do art. VI. Zarzuty przeciwko teorii względności podnosili nie tylko filozofujący dyletanci, ale niektórzy wybitni badacze. Przytoczę tutaj jeden, wielce pouczający.

Głośny niemiecki fizyk Ph. Lenard, znany z badań w dziedzinie fosforescencji, promieni katodowych i t. d., omawiając w jednej ze swoich obszerniejszych publikacyj na temat eteru teorię względności, ilustruje szczególną teorię, jak zwykle, długim pociągiem kolejowym i pisze mniej więcej te słowa:

„Pozwólmy teraz naszemu pociągowi poruszać się z całkiem wybitną niejednostajnością ruchu, jaką np. pasażerowie pociągu odczuwają jako gwałtowne szarpnięcia. Skoro przytem wskutek sił bezwładności wszystko w pociągu leci w drzazgi, to, jak sądzę, nikt ze zdrowym rozsądkiem nie wysnuje stąd innego wniosku, jak ten, że właśnie pociąg zmienił swój ruch gwałtownie, a nie otoczenie. Otóż uogólniona zasada względności żąda po prostu przyznania i w tym przypadku, że przypuszczalnie całe otoczenie pociągu mogło doznać zmiany prędkości i że cała ta katastrofa pociągu jest skutkiem szarpnięcia świata zewnętrznego, przeniesionego przez „działanie grawi-

¹⁾ Einstein znajduje dla promienia krzywizny świata R i jego masy M wzory

$$R = \sqrt{\frac{2}{k\rho}}, \quad M = \sqrt{\frac{32\pi^2}{k^3\rho}}, \quad \text{jeżeli} \quad k = \frac{8\pi K}{c^2}$$

przyczem K oznacza stałą grawitacji, a ρ średnią gęstość rozmieszczenia materji w całej przestrzeni kosmicznej. Wstawiwszy znane wartości $K = 6,66 \cdot 10^{-8}$, $c = 3 \cdot 10^{10}$, mamy $k = 1,87 \cdot 10^{-27}$ w jednostkach c. g. s. Średnia gęstość kosmiczna ρ będzie się przedstawiać liczbą bardzo małą, ponieważ skupienia materji w postaci gwiazd są nadzwyczajnie drobne w porównaniu do ich wzajemnych odległości. Wyniki odnośnych obliczeń de Sittera znajdzie czytelnik w dodatku E.

²⁾ Z końca lutego 1921 r.

tacji“ na wewnątrz pociągu. Na nasuwające się pytanie, dlaczego nie zawałiła się wieża obok toru kolejowego, skoro doznała wraz z otoczeniem szarpnięcia — dlaczego te skutki szarpnięcia objawiają się tak jednostronnie tylko w pociągu, podczas gdy mimo to ma być niemożliwym jednostronny wniosek o siedlisku zmiany ruchu — na to pytanie nie dostarcza zasada względności, jak się zdaje, żadnej odpowiedzi, zadowalającej prosty rozum“.

Posłuchajmy teraz, jak na ten zarzut odpowiada Einstein:

„Tego przypadku nie można w myśl teorii względności pojmować w takim znaczeniu, „że przypuszczalnie całe otoczenie pociągu mogło doznać zmiany prędkości“. Nie chodzi bowiem tutaj o dwie różne nawzajem się wykluczające hipotezy co do siedliska ruchu, lecz raczej o dwa zasadniczo równoważne sposoby przedstawienia tego samego stanu rzeczy. [Że wieża się nie przewraca, to pochodzi według drugiego sposobu przedstawienia stąd, ponieważ ona wraz z ziemią spada swobodnie w polu grawitacyjnym, zachodzącym podczas szarpnięcia, podczas gdy swobodnemu spadkowi pociągu przeszkadzają siły zewnętrzne (hańbujące). A ciało swobodnie spadające zachowuje się co do swych zjawisk wewnętrznych zupełnie tak, jak ciało swobodne, usunięte z pod wszelkich wpływów zewnętrznych]. Które z dwu przedstawień stanu rzeczy wybrać, o tem mogą rozstrzygać tylko względy dogodności, a nie argumenty zasadniczego charakteru. Jak dalece zaś nie jest wskazaniem powoływać się w takich sprawach na t. zw. „zdrowy rozum“, okazuje następujący przykład odwrotny. Sam Lenard mówi, że nie można było dotąd podnieść żadnych słusznych zarzutów przeciwko ważności szczególnej zasady względności (t. j. odnoszącej się do układów przesuwających się jednostajnie). Jednostajnie jadący pociąg można przeto równie dobrze uważać za będący w „spoczynku“, a tor wraz z całą okolicą jako poruszający się jednostajnie. Czyż zgodzi się na to „zdrowy rozum“ maszynisty? Wszakże on zarzuci, że przecie nie musi wciąż opalać i smarować okolicy, lecz lokomotywę i że stosownie do tego ona właśnie jest tem, co się porusza za sprawą jego pracy“.

B. W sprawie eteru. Zdyskredytowanie przez teorię względności substancjonalnego, mechanomorficznego (jeżeli wolno się tak wyrazić per analogiam do „antropomorfizmu“) eteru jest jednym z kamieni obrazy, na których się potyka większość przyrodników przy zaznajomieniu się z nową teorią.

Jakkolwiek rozwój teorii fizykalnych podąża widocznie w kierunku zmatematyzowania fizyki, t. j. usunięcia mechanicznych modeli zjawisk niemechanicznych i zastąpienia ich równaniami różniczkowymi odpowiadających „pól wektorjalnych“, lub „tensorowych“, a kierunek ten ma niedającą się zaprzeczyć wyższość nad kierunkiem mechanomorficznym, reprezentowanym zwłaszcza w Anglii (Kelvin, Lodge), to jednak jeszcze teraz mam wrażenie, iż nawet taki Lorentz wierzy poprostu w eter na sposób mało różny od pierwszego lepszego przyrodniczo wykształconego profana. W jego klasycznej pracy z r. 1895

p. t. „Versuch einer Theorie der elektrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Körpern“, czytamy następujące słowa w rozdziale, poświęconym uzasadnieniu konieczności znanej hipotezy skurczenia:

„Jakkolwiek ta hipoteza wydaje się dziwaczną na pierwszy rzut oka, to jednak musimy przyznać, że ona nie leży wcale tak daleko, skoro przyjmemy, że także siły molekularne przenoszą się za pośrednictwem eteru, podobnie jak to obecnie możemy stanowczo twierdzić o siłach elektrycznych i magnetycznych. Jeżeli tak, to translacja zmienia najprawdopodobniej działanie między dwoma molekułami albo atomami w podobny sposób, jak zmienia przyciąganie lub odpychanie między naładowanymi cząsteczkami. Ponieważ zaś postać i rozmiary ciała stałego są w ostatniej instancji uwarunkowane nateżeniem działań molekularnych, przeto musi nastąpić zmiana wymiarów“. Prawie to samo powtórzył Lorentz w swoich wykładach Haarlemskich o „zasadzie względności“ w r. 1914 (str. 5 i 6), poczem jednak, zauważywszy, że w teorii elektronowej wypada przyjąć skurczenie $\sqrt{1 - v^2/c^2}$ dla każdego elektronu, aby uczynić zadość wynikom doświadczeń, dodaje z całą obiektywnością uczonego tej miary, że, „skoro postępujemy w ten sposób, to w teorii pozostaje coś niezadowolającego, jakieś szukanie po omacku (etwas *Tastendes*). Bardziej zasadniczo zabrał się do tej kwestji Einstein, wysuwając na pierwszy plan zasadę, że zawsze i we wszelkich okolicznościach są zjawiska fizyczne w układzie niezależne od prędkości translacji, jaką ten układ posiada jako całość. To stanowi hipotezę fizyczną, co do której ostateczną decyzję ma wydać doświadczenie. Ta hipoteza zaleca się zresztą przedewszystkiem swoją śmiałością“.

Aby zaś nie-fizykom dać wyobrażenie, kim jest Lorentz, wspomnę słowa śp. Smoluchowskiego, jakie słyszałem po jego powrocie z Getyngi w r. 1913. Uniwersytet getyngijski zaprosił wówczas szereg najwybitniejszych fizyków całego świata dla wygłoszenia wykładów o teorjach materji i elektryczności. Nawiasem mówiąc nie było wówczas jeszcze między nimi Einsteina, ale był Lorentz i Smoluchowski. Otóż kiedy Smoluchowski referował w kole tutejszych fizyków swoje wrażenia z naukowych dyskusyj w Getyndze, to wyraził się mniej więcej w ten sposób: „Wszystkich obecnych przerastał znacznie Lorentz; czuliśmy się czasem wobec niego, jak studenci“.

Poprzednio przytoczonym słowom Lorentza pozwolę sobie na koniec przeciwstawić wywody Einsteina, wyjęte z jego wyborczego dialogu (à la Galileusz) między krytykiem teorii względności, a relatywistą („Naturwissenschaften“ z r. 1918, zes. 48). Pod koniec dialogu zwraca się mianowicie krytyk z zapytaniem: „A cóż tam słyszać z tym chorym jegomościem teoretycznej fizyki, z eterem, którego niektórzy z was (relatywistów) ogłosili już za umarłego?“

A na to relatywista:

„Zmienne były koleje jego losu, a wcale nie można powiedzieć, że jest już nieboszczykiem. Przed Lorentzem żył już to jako przenikający wszystko płyn, to znów jako coś w rodzaju gazu, lub też w najrozmaitszych innych formach bytowania, zależnie od autora. Przy Lorentzu stał się sztywnym i ucieleśniał „spoczywający“ układ odniesienia, czyli uprzywilejowany stan ruchu w świecie. Stosownie do szczególnej teorii względności nie było już więcej żadnego uprzywilejowanego stanu ruchu, co oznaczało zaprzeczenie eteru w sensie dawniejszych teorii. Jeżeli bowiem istniał eter, to musiał mieć w każdym przestrzenno-czasowym punkcie określony stan ruchu, który musiałby grać rolę w optyce. Atoli, jak uczyła szczególna teoria względności, nie ma takiego uprzywilejowanego stanu ruchu i dlatego też nie ma eteru w dawnym znaczeniu. Ogólna teoria względności także nie zna żadnego uprzywilejowanego stanu ruchu w danym punkcie, któryby np. można interpretować jako prędkość eteru w tym punkcie. Jednakowoż, podczas gdy w szczególnej teorii względności część przestrzeni bez materji i bez pola elektromagnetycznego okazuje się jako próżna, t. zn. nie scharakteryzowana jakimikolwiek wielkościami fizykalnemi, to według ogólnej teorii względności ma także i przestrzeń próżna w tem znaczeniu jakości fizykalne, scharakteryzowane matematycznie składowemi potencjału grawitacyjnego, który określa metryczne zachowanie się tej części przestrzeni, a zarazem jej pole grawitacyjne. Ten stan rzeczy można bardzo dobrze pojmować tak, że się mówi o eterze, którego stan zmienia się od punktu do punktu w sposób ciągły. Trzeba się tylko wystrzegać przypisywania temu „eterowi“ własności materjalnych, jak np. określonej prędkości w każdym miejscu“.

C. *„Praktyczne“, a ogólno-naukowe znaczenie teorii względności.* W dyskusji, jaka się wywiązała po wspomnianych już wykładach prof. Lorii w Tow. polit., wygłosiłem między innemi uwagi następujące:

Że nie wszyscy z mówców podzielają moją głęboką wiarę w trwałość i najogólniejsze rozpowszechnienie zasadniczych podstaw całej teorii względności, mieliśmy dowód na pierwszym przemówieniu w dyskusji, przemówieniu szczególnej wagi z tego powodu, ponieważ pochodziło od przedstawiciela nauki, która miała dostarczyć pierwszych dowodów zgodności ogólnej teorii względności z doświadczeniem, a mianowicie astronomji. Poważne i rzeczowe argumenty prof. L. Grabowskiego zasługują w pełni na to, aby je traktować całkiem serjo, jakkolwiek szan. oponent zastrzegł się szczerze, że nie studiował bliżej nowej teorii.

Mimowoli przychodzi mi tutaj na myśl westchnienie ulgi, jakie zaraz po pierwszym wykładzie usłyszałem z piersi jednego z najpoważniejszych przedstawicieli nauk technicznych, który, dowiedziawszy się, że zmiany długości i czasu wynikające z teorii względności mają dla wszelkich technicznych prędkości wpływ dopiero na bardzo dalekie miejsca dziesiątne, powiedział do mnie: „Dobrze przynajmniej,

że my nie potrzebujemy“ uwzględniać tego. Podobne utylitarne stanowisko zajmuje prawdopodobnie znaczna część astronomów, gdyż i astronomiczne prędkości nie są tak wielkie, aby się wogóle „opłacało“ posługiwać w mechanice niebios skomplikowanym matematycznym aparatem teorii względności, dopóki wystarcza klasyczna mechanika. To też już w moich fejtetonach w „Słowie polskiem“ podkreśliłem, jakby dla uspokojenia wszystkich, którzy się posługują klasyczną mechaniką, że jej praktyczna doniosłość nie dozna po wsze czasy uszczerbku przez to, iż nowa, na teorii względności oparta mechanika zepchnęła klasyczną, biorąc ściśle, na stanowisko teorii przybliżonej.

I ja, jako inżynier, jeszcze przed wojną odetchnąłem z ulgą, przekonawszy się przy studjowaniu teorii względności, że nie ma na razie nawet widoków na jakieś zagadnienia techniczne, któreby się domagały traktowania przy pomocy nowej mechaniki. Atoli jako profesor mechaniki, wysilający przez szereg lat daremnie swój umysł, aby znaleźć ściśle fizykalne określenie miary czasu na gruncie mechaniki klasycznej, bez którego to określenia nie podobna przypisać ściśle określonego znaczenia prawu bezwładności, względnie wszystkim zasadniczym prawom dynamiki; jako taki, któryby rad w swojej umiłowanej nauce widzieć ścisłość np. euklidesowej geometrii, a przestudjowawszy co na ten temat pisali najwybitniejsi myśliciele, miał ciągle wrażenie zamknięcia w błędnym kole (najbardziej stosunkowo zadowolnił mnie Poincaré); jako taki, powtarzam, zobaczyłem nagle w teorii Einsteina „wyzwalającą“ z tego koła „potęgę“, bo ta teoria dała mi nareszcie upragnioną miarę czasu. Wszak postulat stałej prędkości światła we wszystkich układach Galileusza jest równoznaczny z określeniem: „Jednostką czasu w jakimkolwiek z tych układów jest czas potrzebny do odbycia przez promieniowanie w próżni drogi 300.000 km“.

To jasne światło w dotychczasowym mroku, w jakim nurzały się podstawy mechaniki, było dla mnie bodźcem do zagłębienia się w nowej teorii i im dalej w nią wnikałem, tem bardziej byłem olśniony filozoficzną głębią i naukową doniosłością koncepcji Einsteina. Dlatego to, aczkolwiek i mnie czasami niemile razi bombastyczny styl popularyzatorów nauki, nie zawahałem się ani na chwilę przemówić do czytelników „Słowa polskiego“ w zakończeniu jednego z fejtetonów pełnemi szczerem entuzjazmu słowami M. Schlicka (profesora uniwersytetu w Rostocku), które tak niemile drasnęły sceptyczną chłodną rozagę szan. Kolegi; dlatego też powtórzyłem przed chwilą prawie dosłownie frazes Schlicka o „wyzwalającej potęgę“ teorii względności, odczuwając ją szczerze na samym sobie po przeszło dziesięciu latach myślowego szamotania się, którego ślady spoczywają w niewydanych rękopisach.

Pewien jestem, że podobne przejścia były udziałem wielu innych, zajmujących się poważnie mechaniką. Miałem nawet dowody na to w postaci artykułu jednego ze starszych inżynierów prowincjonalnych

na temat definicji pomiaru czasu, nadesłanego około pół roku temu do redakcji Czasop. technicznego. Ta praca świadczyła (pominąwszy pewne cechy dyletantyzmu), że autor odczuwał również braki w przedstawieniu podstaw klasycznej mechaniki i próbował zdać sobie z nich sprawę.

D. Doświadczalne sprawdzenie teorii względności. Przytoczone w toku wykładów trzy możliwości doświadczalnego sprawdzenia teorii względności odnoszą się oczywiście do ogólnej teorii. Szczególna teoria względności rozporządza tak znaczną ilością doświadczalnych faktów, ją popierających, że nie podobna było omawiać wszystkich i podkreślać wyższości objaśnienia relatywistycznego w przypadkach, tłumaczonych także nieźle innemi teorjami. Ktoby te rzeczy chciał poznać gruntowniej bez znajomości wyższej matematyki, temu mogę polecić świetną książkę M. Born'a (profesora fizyki w Getyndze) p. t. „Die Relativitätstheorie Einsteins und ihre physikalischen Grundlagen“ (Berlin 1920). Do głębszego studjum na podkładzie matematycznym posłuży doskonale M. v. Laue'go „Die Relativitätstheorie, Bd. I, 4 Aufl.“ (Braunschweig 1921). Jedyną książką, traktującą obszernie teorię ogólną, jest obok oryginalnej pracy Einsteina, dostępnej w zbiorowym wydaniu fundamentalnych rozpraw Lorentza, Einsteina i Minkowskiego p. t. „Das Relativitätsprinzip“ (III wyd. u Teubnera w 1921) — H. Weyl'a „Raum-Zeit-Materie“; dzieło przedstawiające artystyczny splot filozoficznej myśli z wspaniałą matematyczną konstrukcją teorii, którego IV wydanie ma wyjść niebawem u Springer'a w Berlinie.

Z trzech sprawdzianów ogólnej teorii względności, t. j. I) perturbacji ruchu perihelium Merkurego, II) grawitacyjnej refrakcji i III) grawitacyjnego przesunięcia linii widmowych, był pierwszy znany przed powstaniem teorii, a dwa drugie były przepowiedziane przez teorię. To też nic dziwnego, że sprawdzenie się przepowiedni co do II wzmogło niesłychanie zainteresowanie się nią nawet u dość jeszcze wówczas licznych przeciwników. Znaleźli się między nimi tacy, którzy mówili: „Wszakże refrakcję promieni światła w pobliżu słońca można wytłumaczyć działaniem jego atmosfery. Wystarczy przyjąć stosowną optyczną gęstość i grubość przezroczystej części atmosfery, aby otrzymać stwierdzone przy obserwacji całkowitego zaćmienia słońca w r. 1919 wygięcie promieni gwiazdnych wklęsłością ku słońcu“.

Na ten zarzut odpowiedziałem przed kilku miesiącami we wspomnianej powyżej dyskusji następującemi słowy: „W odparciu tych wątpliwości mają zwolennicy teorii Einsteina wcale łatwe zadanie. Jakże bowiem mało prawdopodobnem jest, ażeby taka zgodność obserwacji z przepowiednią teorii, nie posługującej się żadną dodatkową hipotezą, była tylko przypadkowa! A do tego proponowane przez oponentów objaśnienie wymaga aż dwu hipotez ilościowych; jest zaś wielce wątpliwem, czy sama potrzebna tutaj wartość średniej gęstości

będzie w zgodzie z ustalonemi już poglądami na niezmiernie rozrzedzenie materji w przeźroczystych warstwach słonecznej atmosfery, Jestem przekonany, że w przyszłości, po zgromadzeniu większego materiału obserwacyjnego o znacznej dokładności, okaże się refrakcja atmosferyczna raczej drobną częścią refrakcji grawitacyjnej, zwłaszcza w większych odległościach od optycznego konturu słońca, t. j. od powierzchni chromosfery“.

Otóż dziś mogę zaznaczyć z pełną satysfakcją, że te przewidywania zostały całkiem potwierdzone teoretycznemi badaniami E. Emdena, jednego z najpoważniejszych znawców praw, rządzących budową atmosfer gazowych u ciał niebieskich. Z tych badań, ogłoszonych w publikacjach bawarskiej Akademji z r. 1920, zdaje właśnie sprawę w 6 zesz. „Naturwissenschaften“ z b. r. astronom E. F r e u n d l i c h. Emden oblicza, że gęstość chromosfery w miejscach odległych od powierzchni fotosfery o $\frac{1}{100}$ promienia słońca jest 10^{26} razy mniejsza od gęstości fotosfery i dochodzi do wniosku, że atmosfera słońca nie może wywołać żadnego dającego się dostrzedz ułamka grawitacyjnej refrakcji. Ten przeto „efekt Einsteina“ nie podlega już żadnej wątpliwości.

Podobnie mogę stwierdzić z przyjemnością, że obserwacja nie zawiodła zaufania zwolenników teorii względności i co do trzeciego „efektu“, o którym Einstein pisze w 11 wydaniu swej „przystępnej“ broszury tak: „Gdyby faktycznie nie zachodziły przesunięcia linii widmowych wskutek potencjału grawitacyjnego, toby upadła ogólna teoria względności“. W niedawno nadeszłych sprawozdaniach zjazdu niemieckich przyrodników w Nauheim w jesieni 1920 r. czytamy bowiem, że powtórne nadzwyczaj skrupulatne badania G r e b e g o i B a c h e m a w Bonn, dokonane na widmie słonecznem, stwierdziły ponad wszelką wątpliwość istnienie i trzeciego „efektu“ o wielkości przewidzianej przez teorię, tudzież wyjaśniły sprzeczności, znalezione przez niektórych amerykańskich badaczy (S. J o h n). Taką samą wiadomość przyszła drogą pism codziennych z Indyj odnośnie do powtórnych precyzyjnych pomiarów E v e r s h e d 'a, tak, iż można uważać przeciwników teorii za pozbawionych najważniejszej broni argumentów faktycznych. Wszelkie zaś inne nie wytrzymują, jak widzieliśmy i jeszcze zobaczymy, krytyki relatywistów.

E. Skończoność wszechświata jako „przepowiednia“ ogólnej teorii względności. Przy upraszczających założeniach wyprowadził Einstein (jak wiadomo z art. X) z równań ogólnej teorii względności i grawitacji niezmiernie interesujący wniosek, zgodny z przypuszczeniami Riemann'a, Helmholtz'a i Schwarzschilda, że przestrzeń wszechświata ma krzywiznę skończoną i w pierwszym przybliżeniu stałą, że zatem wszechświat jest wprawdzie nieograniczony (ograniczenie wszechświata nie dałoby się pomyśleć), ale skończony. Ta ważna konsekwencja jest, jak się zdaje, uwarunkowana już samym postulatem ogólnej względności. Gdyby bowiem wszechświat był nieskończony, to jakkolwiek dałaby się utrzymać zasada względności

układów Galileuszowych, jednakże trudnooby obstawać przy wymaganiu ogólnej względności. Można przeto powyższą konkluzję Einsteina uważać za przepowiednię ogólnej teorii względności i oczekiwać jej sprawdzenia przez obserwacje astronomiczne. Dobrze horoskopy co do tego daje już sam fakt próby obliczenia krzywizny przestrzeni kosmicznej przez Schwarzschilda jeszcze z r. 1900 (a więc przed powstaniem teorii względności) na podstawie samych dat astronomicznych. Astronom ten ocenił wówczas promień krzywizny przestrzeni na 10^8 promieni ekliptyki, przyjmując przytem, że otaczający nas układ gwiazd stałych wypełnia całą przestrzeń, a wszelkie mgławice znajdują się wewnątrz układu.

Teorię względności zastosował do tego rodzaju obliczeń de Sitter w r. 1917, wychodząc z prawdopodobniejszego założenia, że nasz układ gwiazd stałych jest jednym z wielu układów o rozmiarach tego samego rzędu, a stosunkowo wielkich wzajemnych odległościach, które to układy obserwujemy na niebie w postaci mgławic spiralnych, lub skupień gwiazdowych. De Sitter znajduje promień krzywizny przestrzeni równy 10^{12} promieni ekliptyki, czyli $1,5 \cdot 10^{20}$ km.

Przyszłość pokaże czy astronomja dostarczy dat potrzebnych do tak pewnego obliczenia krzywizny przestrzeni, aby stwierdzenie jej skończoności dostarczyło niewzruszonego fundamentu doświadczalnego ogólnej teorii względności, tak jak stwierdzona eksperymentalnie niezależność prędkości światła od kierunku ruchu ziemskiego laboratorium względem gwiazd stałych była fundamentem teorii szczególnej.

W związku z tem wypada jeszcze omówić zarzut, jaki już nieraz wysuwano przeciw ogólnej teorii względności z powodu (fizycznego, nie tylko kinematycznego) równouprawnienia przez nią dwu zdań następujących: 1) Ziemia obraca się względem układu gwiazd stałych; 2) Układ gwiazd stałych obraca się względem ziemi.

Oponenci rozumują tak: „Przecież według drugiego zdania musieliśmy gwiazdom stałym przypisać prędkości, przekraczające wielokrotnie prędkość światła, której według teorii względności materia osiągnąć nie może. Czyż nie tkwi w tem widoczna sprzeczność?” Bynajmniej! Albowiem w ogólnej teorii względności jest prędkość światła zmienna w dowolnych granicach, a jej wartość zależy od wielkości $g_{\mu\nu}$, charakteryzujących pole grawitacyjne w Gaussowskim układzie współrzędnych. Tylko w szczególnej teorii, obowiązującej ściśle w obszarach bez pola grawitacyjnego, a raczej o stałym potencjale grawitacyjnym, jest prędkość światła c stałą. Szczególna teoria jest oczywiście także ważna w jakimkolwiek obszarze, jeżeli ten obszar jest dostatecznie małym, aby w nim można było potencjał grawitacji uważać za stały. Określenie czasu w takim obszarze polega na postulatcie stałej prędkości światła, atoli mierząc otrzymaną jednostką czasu prędkość światła w innym obszarze dostatecznie odległym od pierwszego (ze stanowiska w pierwszym obszarze), znajdziemy wogóle inną wartość prędkości światła i tylko ta wartość będzie w drugim obszarze wartością nieprzekraczalną. W ogólnej

teorii względności pozostaje przeto ważnem twierdzenie, że żadna prędkość w przyrodzie nie może być większą od prędkości światła, ale od prędkości światła w tem samem miejscu. To zaś wcale nie stoi w sprzeczności ze zdaniem (2), iż gwiazdziste niebo obraca się dokoła ziemi. Obadwa zdania są zasadniczo równoważne, a tylko praktyczne względy mogą przemawiać na korzyść pierwszego.

Ta okoliczność, że wiążąc układ spółrzędnych z układem gwiazd stałych, otrzymujemy bardzo nieznaczne różnice prędkości światła w całym olbrzymim obszarze, obejmującym gwiazdy i ziemię, przemawia za praktyczną korzyścią wyboru tego właśnie układu odniesienia. Wtedy bowiem wystarczają w bardzo znacznem przybliżeniu prawidła geometrii Enklidesowej, jedynej, jaką się posługiwała mechanika Newtonowska. Nic tedy dziwnego, że prawa tej ostatniej wyróżniały ów układ odniesienia od układu związanego stale z ziemią i przypisywały pierwszemu charakter bezwzględny.

ZUSAMMENFASSUNG.

Die Entwicklung des Relativitätsgedankens und seine Durchführung durch Albert Einstein. Bedeutung der speziellen und der allgemeinen Relativitätstheorie und deren Prüfung durch die Erfahrung.

O wypławkach krynicznych w okolicy Lwowa.

[*Planaria alpina* Dana i *Planaria gonocephala* Dugès],

podał

BENEDYKT FULIŃSKI.

I.

Do wypławków krynicznych zaliczamy trzy gatunki: *Planaria alpina* (Dana), *Polycelis cornuta* (Johnson) i *Planaria gonocephala* (Dugès).

Planaria alpina, Wypławek alpejski jest robakiem, dochodzącym do 16 mm długości, a 5 mm szerokości. Kolor ciała od strony grzbietowej zazwyczaj ciemny z odcieniem brunatnym lub zielonawym. Rzadko są napotymane okazy bezbarwne. Kolor brzusznej części ciała popielatawy, czasem z odcieniem różowawym. Brzeg czołowy w środku lekko wypukły przechodzi po bokach w charakterystyczne dla tego zwierzątka czułki na 1 mm długie. Oczy małe; oddalenie wzajemne oczu także małe; oddalenie ich od brzegu czołowego i od brzegów bocznych znaczne, według Böhmig'a (2) trzy razy tak wielkie jak odstęp między oczyma. Główny koniec ciała jest zawsze jaśniejszy od reszty ciała. Otwór gębowy leży w końcu trzeciej, otwór płciowy w połowie czwartej i ostatniej części ciała.

To są najcharakterystyczniejsze cechy wypławka alpejskiego. Po tych znamionach można go łatwo wyróżnić od innych bez uciekania się do żmudnej i długiej metody badania na skrawkach jego organów rozrodczych.

Polycelis cornuta, Wieloooczka rogata z ogólnego kształtu przypomina Wypławka alpejskiego. Różni się jednak od niego licznymi oczkami, rozmieszczonemi na krańcach brzegów bocznych i brzegu czołowego, podobnie jak to występuje u pospolitej u nas *Polycelis nigra* (Ehrenb) Wieloooczki czarnej.

Kolor ciała zazwyczaj ciemny. Bywają jednak znajduwane i okazy szare, a nawet prawie bezbarwne. Wielkość ciała dochodzi do 18 mm długości.

Planaria gonocephala, Wyplawek kątogłowy posiada głowę trójkątną. Podstawa tego trójkąta jest większą od szerokości ciała. Wierzchołki przypodstawne trójkąta, uszkami zwane, przy swobodnem pływaniu są nieco w górę podjęte. Oczy czarne, jasną kolistą obwódką otoczone; oddalenie ich wzajemne jest tak samo wielkie, jak oddalenie od brzegów bocznych; oddalenie ich od szczytowego wierzchołka głowy większe od oddalenia ich od podstawy głowy. Zakłęsłości zmysłowe, zazwyczaj wyraźnie zaznaczone, są kształtu nerkowatego i mieszczą się tuż zaraz za wierzchołkami przypodstawnymi głowy. Kolor grzbietu jest zwykle ciemnobrunatny lub popielaty. Wzdłuż grzbietu ciągną się po bokach linii środkowej dwa ciemne pasy, dochodzące albo tylko do początku przełyku, albo nawet do końcowej części ciała. Brzuszna strona ciała jest zawsze jaśniejsza od grzbietowej. Otwór gębowy leży przy końcu drugiej części, otwór płciowy w środku trzeciej i ostatniej części ciała.

Wiadomości nasze o występowaniu wyplawków krynicznych na ziemiach polskich są dotąd bardzo skąpe. W Tatrach stwierdził występywanie wyplawka alpejskiego Hanko (12) w dorzeczu Popradu, później Poliński (patrz Fedorowicz (9) w potoku, wypływającym z Zielonego Stawu Gąsienicowego, w potoku z pod Pisanej i w dolinie Strążyńskiej. W Pieninach wykrył go również Poliński (22). W Ojcowie poławiał go pierwszy Roszkowski (23) w źródłach, zasilających Gaspówkę i Prądnik¹⁾. Dla Karpat Wschodnich podał go Fuliński (11). Wielococzki rogatej dotąd na naszych ziemiach nie stwierdzono. Pospolitszym od wyplawka alpejskiego jest wyplawek kątogłowy. Występywanie jego stwierdził w Tatrach i Pieninach Poliński (9) w Ojcowie Roszkowski (23), w okolicy Kałusza i w oko-

¹⁾ Pierwszeństwo wykrycia *Planaria alpina* w Ojcowie należy się bezprzecnie Roszkowskiemu, który miejsca występywania tego robaczka znalazł już przed r. 1914, kiedy jeszcze Pax'owi nie śnił się „Handbuch von Polen“. Twierdzenie zatem Pax'a, (21) że on pierwszy znalazł *Pl. alpina* na ziemiach Polski należy sprostować w tym sensie, że był jednym z tych, którzy po Roszkowskim *Pl. alpina* w Ojcowie widzieli.

licy Lwowa Fuliński (11). Prócz tych danych, zebranych z literatury tego przedmiotu, mam relację pisemną M. Krzysika o występowaniu wypławków krynicznych w okolicach Krakowa, którą in ekstenso podają: „W okolicach Krakowa, w dolinie strumyka Łączki, uchodzącego do Rudawki, w małym źródelku limnokrenowem, na północ od wnioski Łączki (półn. zach. od miejscowości Rudawa), tuż za leśniczówką, położoną między kotą 280 m przy młynie z lewej strony strumyka a kotą 300 m, znalazłem dnia 15. sierpnia 1910 wypławka *Planaria alpina* Dana obok wypławka *Planaria gonocephala* Dugès”.

„Źródélko to, leżące jeszcze na terenie Galicji pod samą jej granicą, znajduje się u stóp wznoszącej się w górę i porośniętej drzewami ściany wąwozu; brzegi źródélka ujęte są w sztuczne kamienne obramowanie. Wzniesienie nad poziom morza — 290 m; temperatura wody $+8.5^{\circ}\text{C}$, zbliżona zatem do temperatury, jaką spotykałem w strumieniach tatrzańskich, w których łowiłem *Planaria alpina* ($+5^{\circ}\text{C}$ — $+8^{\circ}\text{C}$)”.

Podczas gdy wypławek *Planaria gonocephala* występował w źródélku tem w dużej ilości egzemplarzy, przebywających bądź to pod znajdującymi się na dnie kamieniami, bądź to czołgających się po piaszczystem dnie, to wypławka *Planaria alpina* spotkałem w ilości w zestawieniu z poprzednią niewielkiej, wyłącznie pod kamieniami i to tuż pod ocienionymi brzegami. Okazy *Planaria alpina* wykazywały znaczną wielkość i rozmaite przejścia w ubarwieniu od barwy cielisto-popielatej do prawie czarnej”.

„W źródélkach, zupełnie podobnego charakteru, bijących w wąwozach strumyków, płynących równolegle do poprzednio wymienionego, a uchodzących również do Rudawki, jak n. p. w wąwozie strumyka Kluczвода, spotykałem liczne i duże okazy wypławka *Planaria gonocephala*, a mimo bardzo skrupulatnych poszukiwań nie znalazłem ani jednego okazu *Planaria alpina*; — prawda — że temperatury wody w tych źródélkach była wyższą niż w poprzednio wymienionem i wynosiła przeciętnie $+11^{\circ}\text{C}$ ”.

Relację p. Krzysika przytoczyłem w całości dlatego, by stwierdzić, że wypławki kryniczne nie są u nas rzadkością i że przy skrzętnem ich poszukiwaniu znajdziemy dla nich wiele stanowisk w Polsce. Z rozwojem badań fizjograficznych w tym

kierunku w naszym kraju, będziemy mogli wykazać się równą ilością punktów występowania wypławków krynicznych, jaką wykazuje literatura tego przedmiotu w Niemczech.

Dawno już czyniłem poszukiwania za wypławkiem alpejskim w źródłach, bijących na Roztoczu. O występowaniu tego wypławka w okolicy Lwowa kazała przypuszczać bliska linja południowego zasięgu ludowca skandynawskiego, biegnąca na północ od Lwowa. Poszukiwania długo nie odniosły skutku. Źródła, które badałem, nie wykazały poszukiwanego robaczka. Dopiero we wrześniu r. 1919 udało mi się wykryć trzy źródelka, w których wypławek alpejski w znacznej ilości żeruje; jedno w Hołosku a dwa źródła w Brzuchowicach.

Hołosko Wielkie, jak wiadomo rozbudowało się w dolinie, która wkroiła się od doliny pełtewskiej w wierzchowinę Roztocza w kierunku pół. zach. - połud. wschodnim. Przez dolinę płynie potok, tworzący stawki, a zasilany licznymi źródłami. Opoka kredowa odsłania się na kilka metrów przed dnem doliny u podnóża stoków południowych. W jednym z miejsc jej odsłaniania się bije największe w całej okolicy źródło, a w niem żeruje wypławek alpejski. Od tego źródła prowadzi w głębokim wąwozie drożyna polna ku punktowi 359 m w kierunku północno-zachodnim. Poziom wytrysku tego źródła leży na wysokości mniej więcej powyżej 300 m. Na kredzie w tem miejscu leży piaszczysta glina, uwarstwowana u spągu, z lito-tamniowem żwirowiskiem.

Temperatura źródła, mierzona d. 9. X. 1919 r. o godz. 10 rano wynosiła $+10^{\circ}\text{C}$.

Źródło to ujęte jest w dwie rury odpływowe. Dno jego pokryte jest odpadkami betonowymi i ceglami, spoczywającymi na opoce, w tem miejscu zbitej i twardej. Na dnie można znaleźć również zanieczyszczenia tego rodzaju, jak ogryzki jabłek, pestki śliwek, kasztany, łupy ziemniaczane i t. d. Źródło bowiem dostarcza mieszkańcom dokoła źródła mieszkającym wybornej wody, a w małym basenie, w którym się gromadzi woda źródłana, bywają oplukiwane naczynia ludzkie. Basen źródłany przechodzi w dalszym ciągu w maleńki stawek, ten w potok, wpływający w dalszym ciągu do większego stawku, tuż przy gościńcu. Brzegi obu stawów i potoku są porośłe bujną roślinnością. *Planaria alpina* żyje tylko w basenie, do którego woda

ze źródła wpływa, ani w stawku za basenem, ani w potoczku, ani w następnym stawku nie udało mi się tego robaczka znaleźć.

Postać wypławków alpejskich, w źródle wymienionym znalezionych, różni się od ryciny, podanej przez Micoletzky'ego. Są one więcej wąskie, smukłe. Okazy, złowione były rozmaitej wielkości, prócz form płciowo zupełnie dojrzałych, były formy niedorosłe i małe. nawet całkiem małe. Świadczy to o tem, że pochodzą z kokonów w lecie złożonych, albo, że powstały niedawno drogą podziałów naturalnych lub na drodze uszkodzeń. W tym wypadku, przychyliłbym się do zdania, że ta ostatnia możliwość częściej się realizuje, bo woda w basenie jest mącą i przez zwierzęta (konie, bydło, psy, kaczki, gęsi) i ludzi, o uszkodzenie zatem wypławków nie trudno.

Drugim miejscem występowania wypławka alpejskiego są źródła w Brzechowicach, bijące na przestrzeni Wielkiej Osowy. Występują one w debrze, ciągnącej się w kierunku północnym ku dolinie brzechowickiej, a kończącej się naprzeciw cerkiewki i cmentarza na wschód od punktu 337. W debrze tej odsłania się w jej najdolniejszej części opoka kredowa, pokryta litotamniami i piaskowcami muszlowymi.

Charakter otoczenia obu tych źródeł jest zgoła inny od charakteru otoczenia źródła w Hołosku. Debra jest okryta lasem liściastym, wśród drzew przeważa buk. Debrą płynie potok w kierunku północnym, zasilany wodą z 3 źródeł. Jedno bije u wejścia do debry ze strony doliny hamuleckiej, tuż przy ścieżce, drugie, nieco głębiej w debrze, wysoko na wschodnim jej stoku, trzecie jeszcze dalej na południe, taksamo wysoko, również na wschodnim jej stoku.

Wypławki alpejskie znalazłem w dwóch pierwszych źródłach. Źródło, tuż u wejścia do debry ma faunę wirków bardzo obfitą. Można nałowić w niem tych robaczków do syta: pod każdym większym złomem opoki jest tych zwierzątek kilka, kilkanaście. Występują one tylko na dnie źródła na przestrzeni kilku kroków, w miejscu, gdzie woda źródłana wsącza się do potoczka, już wypławków nie zauważyłem. Również w dalszym biegu potoku, gęsto roślinnością porośłego i obfitującego już w faunę raków wykryć ich nie zdołałem. Wypławek alpejski jest zatem w tem miejscu ograniczony do najbliższego otoczenia źródła. Warunki życiowe są dosyć szczególne. Woda, w miej-

scu występywania omawianego wypławka, płynie po stoku tak gwałtownie, że wprost trudno uwierzyć, by wypławki mogły tej gwałtowności podolać, nie dać się porwać prądowi wody i unieść w potok. Dno źródła jest czyste, wysłane okruchami opoki. Wodorostów bardzo mało. Żab w miesiącu października bardzo dużo.

Również i w tym źródle obok form zupełnie płciowo dojrzałych znalazłem formy młode i maleńkie, świadczące, że albo co niedawno wypełzły z kokonu albo drogą podziału lub uszkodzeń, odtwarzając całość organizmu, odpowiednio się pomniejszyły.

Temperatura źródła w dniu pomiaru (9. X. 1919) o godz. pół do 12 wynosiła $+9^{\circ}\text{C}$.

W drugim źródle, nieco głębiej w deprze bijącym i wysoko położonem znalazłem tylko dwa okazy.

W innych źródłach, które na krawędzi opoki i trzeciorzędu na północnym stoku doliny grzybowickiej biją, wypławka alpejskiego nie wykryłem. Również poszukiwania moje za tym robaczkiem w wąskiej dolinie między Wielką Osową a Czarnogórą w Grzybowicach, w kierunku na Michałowczyznę, nie odniosły pożąnanego skutku, mimo, że warunki tam występujące, zdają mi się być wcale odpowiednie dla życia omawianego wirka.

Drugi z kolei wypławek kryniczny, *planaria gonocephala*, Wypławek kątogłowy, żyje na obszarze okolicy Lwowa w innej zupełnie stronie. Stwierdziłem go dotychczas w 3 źródłach, mianowicie: w źródle na Marjówce, tuż pod browarem Grunda, na brzegu lasu, w źródłach Heleny w dolinie t. z. Mickiewiczowskiej i w jednym z źródeł w Kopiatynie, miejscowości między Sichowem a Dawidowem w t. zw. Wielkim Lesie. W innych źródłach, które na tym obszarze są tak liczne, zwierzątek tych nie znalazłem.

Charakter geologiczny miejsc, w których te źródła tryszcza, jest zupełnie tensam. Biją one z górnego poziomu kredy, bezpośrednio z pod ławicy grubych litotamniów, luźnie piaskiem zielonym spojonych.

O źródle na Marjówce, jako miejscu występywania *Planaria gonocephala* wspomniałem był już na innem miejscu (11). Obecnie chcę zaznaczyć, że wojna zmieniła w zupełności oto-

czenie źródła. Przed wojną było ono ujęte w rurę odpływową, ale pozatem dno jego i otoczenie było naturalne. Podczas wojny żołnierze niemieccy, popasający w browarze, dno źródła wybetonowali i rurę przedłużyli. Rzecz prosta, że temi użytecznymi dla człowieka urządzeniami uniemożliwili zwierzątkom pobyt na dnie źródła. Stąd też, gdy przed wojną można było tam tych robaków nałowić do woli, obecnie znajduje się ich po długim szukaniu zaledwie kilka okazów, małych, marnych, jak gdyby zdegenerowanych.

Za to w źródłach Heleny szczególnie w jednym z nich, bardzo obficie bijącym (na sekundę 1 l.), oraz w potoku z tych źródeł powstałym, robaczek tych jest bardzo dużo. W każdej porze, w lecie i w zimie można je tam w dowolnej ilości zebrać.

Temperatura źródła na Maryówce, mierzona d. 4. X. 1919 o godz. 4 po południu wynosiła $+10^{\circ}\text{C}$, temperatura źródeł Heleny o godz. 5-tej po południu $+9^{\circ}\text{C}$.

Źródło w Kopiatynie, w którym żyje wypławek kątogłowy, bije niedaleko leśniczówki, koło stawu, przy drodze leśnej, prowadzącej do Wulek Sichowskich. Wypławka kątogłowego stwierdziłem tam już przed paru laty. W ciągu wojny byłem tam raz jeden i nie zauważyłem żadnych zmian. *Planaria gonocephala* żyje swobodnie wśród pomyślnych dla niej warunków. Pomiarów temperatury tego źródła dotychczas nie zebrałem.

Do podanych stanowisk ogranicza się dotychczasowa nasza znajomość występowania wypławek krynicznych w najbliższej okolicy Lwowa. Poszukiwań jednak w tym kierunku bynajmniej nie należy uważać za ukończone. Badania dalej położonych źródeł, na Roztoczu przedewszystkiem bijących, mogą jeszcze wykazać dużo punktów występowania cmawianych wypławek.

II.

Z kolei przejdźmy do przedstawienia usiłowań rozmaitych fizjografów, zmierzających do wykrycia czynników, warunkujących rozmieszczenie wypławek krynicznych.

Pierwszym, który zwrócił baczniejszą uwagę na kwestję rozsiedlenia wypławek krynicznych był Voigt (28) biolog szwajcarski. Badając warunki życiowe tych trzech ustrojów w Siedmiogrodzie doszedł do wniosku, że *Planaria alpina* i *Polycelis cornuta* zostały wyparte do górnych części strumieni

przez *Planaria gonocephala*. Podobnie, jak Kennel (13) przyjmuje Voigt, że alpejski wypławek jest reliktem ostatniej ery lodowcowej i jako relik w niektórych strumieniach pozostał. Następnie jednak w obszar, zajmowany przez wypławek alpejski wtargnęła wielooczką rogata, a gdy następnież nastął okres cieplejszego klimatu z najbardziej dolnego brzegu potoków popłynęła w górę *Planaria gonocephala*. Wskutek braku pożywienia musiała zatem *Planaria alpina* i *Polycelis cornuta* cofnąć się w górne partye potoku. To cofanie się wypławka alpejskiego i wielooczki rogatej tłumaczył sobie Voigt początkowo nie temperaturą wody, lecz warunkami życiowymi, wynikającymi ze współżycia zwierzątek na tym samym terenie.

Rozumowanie Voigta było następujące:

Ponieważ tak *Planaria alpina*, jak i *Planaria gonocephala* żyją mniej więcej w tych samych warunkach, ten z dwu ustrojów w danym obszarze zwycięża, który jest do walki o byt lepiej uzbrojony. Wypławek alpejski zatem, bynajmniej nie będąc napastowanym przez *Pl. gonocephala* ucieka przed nią, jako przed silniejszą i większą w górę strumienia.

Wymieniony pogląd Voigta dzielił inny badacz wypławków krynicznych — Zschokke (32, 33. 34). W późniejszej atoli pracy, tę sprawę poruszającej, przypisuje Voigt (29) już i temperaturze znaczną rolę w rozsiedleniu wypławków krynicznych, przyczem według niego ma wpływ decydujący nie tyle przeciętna roczna temperatura, ile raczej maksymalna temperatura letnia poszczególnych miejsc w potoku. Zmodyfikowany pogląd Voigta, znany pod nazwą „teorii wygładzania“ przedstawia się następująco:

Wypieranie wzajemne wypławków krynicznych dokonywa się nadzwyczaj powoli. To wypieranie nie polega na bezpośrednich nieprzyjacielskich atakach, zmuszających pokonany gatunek do opuszczenia przez siebie zajmowanej przestrzeni, lecz polega na powolnem wygładzaniu nieprzyjaciela, który w swej życiowej energii przez temperaturę lata osłabiony, cofa się w górny bieg strumienia. Każdy potok, o ile posiada czystą i zimną wodę jest naturalnym terenem dla wypławków krynicznych. Weiśnie się jednak w rejon, zajęty przez wypławek alpejski, *Polycelis cornuta* lub *Planaria gonocephala* i nastana, w tem miejscu warunki klimatyczne tylko dla tych obu wy-

pławków korzystne — to to pociągnie za sobą wyginiecie odpowiedniej ilości wypławka alpejskiego. W regionach wspólnych przeważa na ilość gatunek przystosowany, w górnych zaś partjach potoku będzie przeważał gatunek przystosowany do zimnej, w dolnych partjach do cieplejszej temperatury. Nie ulega klimat wahaniu, — w danej okolicy wytwarza się stan pewnej równowagi, polegającej na tem, że granice rozmieszczenia pozostają trwałemi, a gatunki posiadany teren potoku skutecznie bronią przed napastliwością drugiego. Klimat się ociepli, — granice rozsiedlenia się gatunków, zależnie od silniejszego lub słabszego ogrzania przesuwają się więcej lub mniej w górę strumienia. Gdy cały bieg strumienia, z wyłączeniem obszaru źródeł równomiernie się ociepli, posuwa się ku górze jedna za drugą przestrzeń zajmowana przez poszczególne gatunki wypławków krynicznych. *Polycelis cornuta* i *Planaria gonocephala* zatrzymują się wtedy przed obszarem źródeł, z których wyłącznie już tylko żeruje wypławek alpejski. Skoro jednak i temperatura źródeł podniesie się poza optimum dla *Planaria alpina*, poczyną opadać energia życiowa tego robaka, jego zdolność skutecznej obrony obszaru przezeń zajętego przed inwazją *Polycelis cornuta* albo *Planaria gonocephala*. Początkowo jednak wdzierca pozostaje jeszcze w mniejszości, gdy atoli temperatura przekroczy punkt, znajdujący się między optimum dla *Pl. alpina* a optimum dla *Polycelis cornuta* lub *Plan. gonocephala*, wypławek alpejski ulega swemu współzawodnikowi i ilość jego pomniejsza się stale i nieprzerwanie aż do zupełnego zaniku.

Voigt, wyróżnia dla każdego gatunku wypławków krynicznych trojakiemu rodzaju granice rozsiedlenia: 1. Granice do którychby jeden gatunek sięgał, gdyby tam dwóch innych nie było. Granice te w tym wypadku wyznaczałaby wyłącznie temperatura potoku. Natenczas granice rozsiedlenia danego gatunku sięgałyby nieco dalej w górę i w dół strumienia, niż w wypadkach, gdy wypławki kryniczne żyją razem w jednym strumieniu. Wyjątek stanowiłaby dolna granica rozsiedlenia *Plan. gonocephala*, która w wymienionych warunkach, nakrywałaby się z granicą rzeczywistą. 2. Granice, w których gatunki mimo walki konkurencyjnej mogą jeszcze istnieć. W tym wypadku, obszary zajęte przez wypławki kryniczne wkraczają wzajemnie, a potok w dwóch miejscach wykaże obszary mię-

szane. 3. Granice, w których gatunki mogą skutecznie obronić się jeszcze przed drugimi. W tym wypadku granice rozsiadlenia muszą być oddalone od siebie.

Ścisłą zależność rozsiadlenia wypławków krynicznych od temperatury zauważył Borelli (3). Z innych prac o wypławkach krynicznych na wzmiankę zasługują prace Monti'ego (17, 18, 19, 20), de Beauchamp'a (1), Bruyand'a (6), Mercier'a (16), Virieuse'a (27), Zuther'a (15), Enslin'a (7, 8), Brinkmann'a (5) i innych, którzy jednak w analizie szczegółową warunków biologicznych nie wchodzili, a ograniczali się przeważnie do notowania stanowisk występowania poszczególnych gatunków wymienionych wypławków.

Natomiast dużo światła na sprawę rozmieszczenia wypławków krynicznych rzuciły spostrzeżenia Wilhelmi'ego (31). W strumykach, wypływających w pobliżu Wehrhausen koło Marburga znalazł wymieniony autor *Planaria alpina* i *Planaria gonocephala*. [Wieloooczka rogata w tamtejszych potokach nie występuje]. Rozmieszczenie obu wypławków było typowe. Oba gatunki żyją oddzielnie; *Pl. alpina* — w górnych, *Pl. gonocephala* — w dolnych częściach potoku. Obserwując jednak te strumyki w deszczowych i zimniejszych dniach, znajdował na tej samej przestrzeni potoku, w pewnym miejscu obie planarje obok siebie żerujące. Gdy atoli w tych miejscach woda nieco się ociepliła, *Pl. gonocephala* pozostawała, *Pl. alpina* cofała się natychmiast w górne części strumyka. Stąd słusznie wnioskuje Wilhelmi, że na rozsiadlanie się tych robaczków wpływa wyłącznie tylko temperatura.

Chcąc się przekonać, jak wypławek alpejski reaguje na zmiany temperatury, hodował go Wilhelmi w akwariach z wodą o wyższej temperaturze. Te doświadczenia przekonały go, że, gdy tylko przejście z jednej temperatury do drugiej jest stopniowe i powolne, wypławek alpejski znosi całkiem dobrze ową zmianę ciepłoty. To tłumaczy nam, dlaczego *Pl. alpina* może występować w małym górskim jeziorku na górze św. Bernarda, którego to jeziorka temperatura według pomiarów Zschokke'a w chwili robienia pomiaru wynosiła aż 18.5°C. Z drugiej strony jednak jest wypławek alpejski nadzwyczaj wrażliwy na nagłe zmiany temperatury. Ta czułość na nagłą zmianę temperatury według Wilhelmi'ego zniewala

wypławka do odbywania dosyć żmudnych dla niego wędrówek, zależnie bowiem od tego, czy temperatura pewnych miejsc w potoku podnosi się, czy opada, wypławek alpejski podchodzi w górę potoku lub schodzi w dół.

Ta ścisła zależność rozmieszczenia *Planaria alpina* od temperatury wynika również z pracy Fuhrmann'a (10), który badał wypławki kryniczne z okolicy Bazyleji. W pewnym strumieniu koło Bärschwil w Jura znalazł on w kwietniu na tem samym miejscu *Pl. alpina*, *Polycelis cornuta* i *Pl. gonocephala*. W czerwcu już w tem miejscu wypławka alpejskiego nie było, znalazł go jednak w małych strumyczkach bocznych. Tam właśnie cofnęły się robaczki nie mogąc znieść nieco cieplej wody w głównym potoku.

Zimna woda jest nieodzownym warunkiem do życia dla wypławka alpejskiego. Stąd też w zimie można go znaleźć nawet w większych potokach, w lecie natomiast cofa się do małych strumyków i źródeł. Wypławek alpejski zatem może robić wycieczki nawet dosyć żmudne. Za tem przemawiają prócz spostrzeżeń Wilhelmi'ego i Fuhrmanna, spostrzeżenia Volz'a (30) i Zschokke'a (33). Również występywanie wypławka alpejskiego na terenie Wielkiej Osowy, w drugim źródle, na brzegu debry, potwierdza, że robaczek jest w możności do podejmowania wędrówek po stromym dnie kryniczki, spływającej ze znaczną szybkością.

Że temperaturę należy uważać za główny czynnik rozmieszczenia wypławka alpejskiego, świadczy również fakt, zaobserwowany przez Wilhelmi'ego w potoku Marbach w okolicy Marburga. W górnym biegu tego potoku żyje *Planaria alpina*, w niższych partjach *Polycelis nigra*: *Planaria alpina* sięga tylko do pewnego miejsca, mianowicie do miejsca, gdzie potok rozlewa się szeroko i tworzy rodzaj bagienka. Od tego miejsca poniżej występuje tylko *Polycelis nigra*. Granica rozmieszczenia tych dwóch wypławków nie zacierала się w żadnej porze roku. *Polycelis nigra* lubi cieplejsze wody, a zmieniając miejsca pobytu nigdy na zimniejszy teren nie wchodzi. Objęcie zatem górnych części potoka przez wypławek alpejski jest wynikiem niskiej temperatury tych partyj strumienia.

Badania, powyżej skreślone, wykazały, że przyczyną, powodującą rozmieszczenie poszczególnych wypławków krynicz-

nych — są warunki ciepłoty strumienia. Wymagają one jednak pewnej precyzji, mianowicie — czy jakaś przeciętna, czy maksymalna, czy minimalna temperatura strumienia reguluje rozmieszczenie wypławków.

Voigt twierdzi, że przeciętna temperatura roczna mniej-szą rolę odgrywa, niż maximum ogrzania wody w strumieniach podczas lata, albowiem podniesienie się temperatury działa w ujemny sposób na zdolność odżywiania się i rozmnażania wypławków krynicznych. Skoro bowiem temperatura wody jest za wysoką, robaczki nie wykazują zwykłej sprawności życiowej, stają się jakby senne i w poszukiwaniu dla siebie zdobyczy nie są tak skrętne, jak dawniej. Najpierw ulega temu *Planaria alpina*, która okazuje się najczulszą na wyższą temperaturę, później ulega temu *Polycelis cornuta*. *Planaria gonocephala* natomiast może w ocieplonych strumieniach znajdować dla siebie jeszcze dogodne warunki życiowe. Na nienormalne warunki życiowe są przedewszystkiem czułe małe planarje, które zaledwie z konku wypelzły, stąd też każdy gatunek składa kokony wtedy, kiedy temperatura wody przedstawia dla niego optimum. Jako optimum dla *Planaria alpina* określił Voigt temperaturę od 5—6°C. W Niemczech i w Polsce tylko w zimie woda może być tak zimną. *Planaria gonocephala* według zapisków Thienemann'a (24) składa kokony w granicach temperatury 13—17°C. Tymczasem rozmnaża się ona też w źródle o temperaturze 10°C w październiku, jak np. w okolicy Lwowa. Jeżeli zatem chodzi o wykreślenie granic rozsiedlenia poszczególnych wypławków krynicznych zapomocą jakości temperatury w strumieniach, byłoby zdaniem Thienemann'a najbardziej wskazane uzyskanie liczb, odnoszących się do temperatury pewnych punktów w strumieniu podczas lata i zimy, a otrzymane maksymalne i minimalne temperatury będą najbardziej decydującymi czynnikami w rozmieszczeniu wypławków.

Zilustrujmy to przykładem. Mamy potok, w którym żyją wypławki kryniczne. Stwierdzamy w lecie, że np. *Planaria gonocephala* sięga w górę potoka do jakiegoś miejsca. W tym miejscu mierzymy temperaturę wody. Jest to minimalna temperatura letnia wody, poniżej której *Planaria gonocephala* już się rozmnażać nie może. Taksamo szukamy punktu, w dół potoka, do którego sięga *Planaria gonocephala* w lecie. Znalazłszy

to miejsce, mierzymy temperaturę wody. Otrzymamy maksymalną temperaturę lata. Po za to miejsce wypławek kątogłowy już się nie przesunie, bo poniżej tego punktu woda potoku jest już o wyższej temperaturze, przy której *Planaria gonocephala* rozmnażać się nie może.

Punkt górny, do którego w lecie sięga np. *Planaria gonocephala* stanowi górną granicę jej rozsiedlenia w tym potoku, a temperatura tego miejsca oznacza nam minimalną temperaturę lata, minimalną temperaturę płciową, jak ją Thienemann nazywa, przy której *Pl. gonocephala* rozmnażać się może. Wyżej ona pójść nie może, bo nie będzie się już rozmnażała. Powyżej miejsca minimalnej temperatury w lecie, zatem w górę potoku, jest już przestrzeń zajmowana przez *Polycelis cornuta*. Miejsce zatem, oznaczone w lecie jako minimum temperatury dla *Pl. gonocephala*, będzie dolną granicą zasięgu dla *Polycelis cornuta*. Minimum jednak dla *Pl. gonocephala* będzie taką temperaturą dla *Polycelis cornuta*, przy której wypławek ten może się jeszcze, rozmnażać i wytrzymać konkurencję z *Pl. gonocephala*; minimum znowu temperatury dla *Polycelis cornuta* jest znośną temperaturą dla wypławka alpejskiego, przy której ten ostatni posiada tyle sprawności życiowej, że może się oprzeć *Polycelis cornuta*. Podobne spostrzeżenia należy prowadzić i w zimie; rzecz oczywista że miejsca, w których dokonywa się pomiarów, muszą ulec znacznemu przesunięciu.

W myśl, powyżej przytoczonych wywodów, robił pomiary Thienemann i zestawiał je w poszczególnych tablicach. Z pomiarów Thienemann'a wynika, że *Planaria gonocephala* może jeszcze znieść temperaturę 24°C . Minimum temperatury jest bardzo niskie — 0.5°C . To nam tłumaczy, dlaczego *Pl. gonocephala* w wielu wypadkach sięga nawet do źródeł. W potokach, gdzie maksymalna temperatura nie przekracza $+16^{\circ}\text{C}$, a amplituda wahań nie wynosi więcej nad 15°C , są dogodne warunki dla *Polycelis cornuta*. Przeciętna letnia waha się między 9° a 11° , przeciętna zimowa między 3° — 6° , przeciętna roczna 7°C . Na przestrzeni zajętej wyłącznie przez *Planaria alpina* maksymalna temperatura wynosi 13°C , minimalna 2.2°C ; amplituda wahań 10° — 10.3° ; a przeciętna letnia 9° — 11° . W wypadkach, gdy w potokach występuje *Planaria gonocephala*

i *Planaria alpina*, ta ostatnia schodzi tak nisko w potoki, że amplituda wahań dochodzi powyżej 14° (14.3°). Wielkość jednak tej amplitudy jest wywołaną zimowem oziębieniem, dochodzącem poniżej całego jednego stopnia (0.7°). Przeciętna letnia mało co przekracza 11° (11.3). To samo można powiedzieć o wypadkach, kiedy w potoku żyją razem *Polycelis cornuta* i *Planaria gonocephala*.

Wartości otrzymane przez Thienemann'a drogą pomiarów temperatury zostały potwierdzone pomiarami w innych okolicach. Na wyspie Rugji według pomiarów tego samego Thienemann'a (25, 26) *Planaria alpina* znosiła jeszcze temperaturę maksymalną 14.5° , w granicach wahnienia 13.5° .

Fakt, że są przestrzenie zajęte przez wypławek jeden i drugi, czyli że są przestrzenie wspólne, świadczy, że w tych miejscach warunki temperatury są takie, iż obie formy żyć mogą. Gdyby jednak warunki temperatury były trochę inne, dla wypławka alpejskiego niedogodne, to nie wkroczyłby on do tej części potoka, choćby tam nie było ani *Polycelis cornuta* ani *Planaria gonocephala*.

Z powyżej przytoczonych spostrzeżeń wynika, że jednym z głównych czynników rozmieszczenia wypławków krynicznych jest temperatura miejsc, w których wymienione wypławki występują. Pozostaje jednak do rozwiązania zagadnienie, czy temperatura jest jedynym czynnikiem, warunkującym rozsiedlanie się wypławków krynicznych. Już Lampert (14) zwrócił na to uwagę, że obok warunków termicznych należy wziąć pod uwagę i podłoże skalne, po którym płynie badany potok. Myśl Lampert'a rozwinął szerzej Bornhauser (4), opracowując świat zwierzęcy źródeł w okolicy Bazyleji.

Rozsiedlanie się wypławków krynicznych — zdaniem Bornhauser'a — nie da się wytłumaczyć tylko stosunkami temperatury, bo w górskich okolicach występujące źródła wykazują mniej więcej tę samą temperaturę. Obok czynników termicznych muszą tu grać rolę i inne czynniki, a za takie uważa odległość źródeł od większych rzek i jakość skały, z której źródło bije. Bliskie sąsiedztwo wielkich rzek umożliwia wypławkowi kątogłowemu wtargnięcie do źródeł, większa natomiast zawartość wapnia polepsza warunki życiowe dla *Pl. alpina* i *Polycelis cornuta*.

Z powodu bliskości Renu *Planaria gonocephala* w obszarze lössowym na prawym brzegu rzeki zupełnie, na lewym prawie zupełnie wyparła już wypławka alpejskiego i wielooczkę rogatą. Tę ostatnią znalazł Bornhauser tylko w źródle przy Reinach, a *Planaria alpina* w Neuweiler w górnej Alzacji.

Woda bogata w wapień — zdaniem Bornhauser'a jest środowiskiem lepszym dla *Planaria alpina* niż uboga w wapień. O tem świadczy występywanie tego wypławka (i pod względem jakościowym i ilościowym) w Jurze i Dinkelbergu. O tem również świadczą źródła w Brzuchowicach i na Hołosku, które, jak w pierwszej części niniejszej pracy wspomniałem, mają podłoże kredowe. Potwierdzeniem spostrzeżeń Bornhauser'a — są obserwacje Roszkowskiego w Ojcowie i Krzysika w okolicy Krakowa.

Polycelis cornuta natomiast lubi wodę miękką. Pouczają o tem spostrzeżenia Bornhauser'a w okolicach Bazyleji, po obu stronach Renu. Po prawej stronie tej rzeki występuje *Planaria alpina* i *gonocephala* w Dinkelbergu obficie, często nawet razem, *Polycelis cornuta* tylko w czterech miejscach. Po lewej stronie Renu występuje ta ostatnia bardzo obficie, w tej okolicy w postaci rasy skarłowaciałej, wywołanej — zdaniem Bornhauser'a — chemicznymi właściwościami wody. Obserwacje Bornhauser'a potwierdzają relacje Lampert'a i Enslin'a. W frankońskim Jura *Polycelis cornuta* jest całkowicie wypartą przez *Planaria gonocephala*. W źródłach zatem wapiennych ulega wielooczką rogatą wypławkowi kątogłowemu. W źródłach znowu o wodzie miękkiej ulega wypławek alpejski wielooczce rogatej. W Szwarcwaldzie zwyciężyła całkowicie *Polycelis cornuta*.

Tak się przedstawiają w najogólniejszych zarysach dotychczasowe dociekania w sprawie rozmieszczenia wypławków krynicznych. Z czynników, warunkujących rozsiedlanie się omawianych wypławków na pierwszy plan wysuwa się czynnik termiczny. Zjawiska jednak biologiczne są za nadto skomplikowane, by je można tylko jednym czynnikiem tłumaczyć, stąd też umysł ludzki szuka całego kompleksu czynników, wywołujących dany efekt biologiczny. W omawianej sprawie bierze pod uwagę także ogół warunków życiowych, a analizując je dochodzi do wyróżnienia warunków nieodzownych od mniej istotnych. Tą drogą doszliśmy do poznania, że obok czynnika

termicznego w rozsiedlaniu się wypławków krynicznych bezwarunkowo wybitną rolę odgrywa i czynnik podłoża — jakość skały. Czy równą rolę odgrywa поближе wielkich rzek, lub też jakość roślinności i fauny w miejscach występowania omawianych zwierzątek — na co już niektórzy autorowie starali się zwrócić uwagę — pozostaje do rozstrzygnięcia przyszłym badaniom. Nie mniej jednak postawiony problemat przez dotychczasowe obserwacje był wszechstronnie badany i dzięki tym wysiłkom cała sprawa stała się nam więcej jasną i zrozumiałą.

Literatura.

1. de Beauchamp: Plagiostoma Lemani (Du Plessis) et Polycelis felina (Dalyell) conuta (Johnson) aux environs de Paris. Bul. soc. zool. France 34.
2. Böhmig L.: Tricladida. W dziele zbiorowem, wydawanem przez prof. Braner'a p. t. „Susswasserfauna Deutschlands“. Jena 1909.
3. Borelli A.: Osservazioni sulla Planaria alpina e catalogo dei Dendroceli a'acqua dolce trovati nell'Italia del Nord; Bullettino di Musei di Zoologia ed Anatomia comparata della R. Universita di Torino Vol. VIII. 1893.
4. Bornhauser K.: Die Tierwelt der Quellen in der Umgebung; Intern. Revue d. ges. Hydrobiol. und Hydrogr. Biol. Supplemente Ser. IV. Leipzig 1912.
5. Brinkmann A.: Om Planaria alpinas Forekomst i Danmark. Vidensk. Meddel. naturh. Foren. Kjobenhavn. 1907.
6. Bruyand: Note sur la présence de Planaria alpina Dana en Auvergne. An. Stat. limn. Besse C. R. Acad. Sc. Paris. 147.
7. Enslin Ed.: Die Höhlenfauna des Fränkischen Jura Mittheil. a. d. Kgl. Naturalien Gabinet zu Stuttgart Nr. 38.
8. Enslin Ed.: Die Verbreitung der Planarien im Gebiete der Wiesent. Mitteil. naturhistor. Gesel. Nurnberg I. Jahrg. 1907.
9. Fedorowicz: Wirki okolicy Wilna. Pamiętnik fizjograficzny. T. XXII. 1914.
10. Fuhrmann O.: Die Turbellarien der Umgegend von Basel. Revue Suisse de Zoologie. T. II. 1894.
11. Fuliński B.: Materjały do fauny wirków (Turbellaria) ziem polskich. Niektóre wirki z okolic Lwowa, Gródka i innych miejscowości. Rozprawy i wiadomości z Muzeum im. Dzieduszyckich. T. I. 1915.

12. H a n k o: Beiträge zur Planarienfauna Ungarns Zool. Anz. 37.
13. K e n n e l I.: Untersuchungen an neuen Turbellarien Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. Bd. III. 1889.
14. L a m p e r t: Ueber die Verbreitung der dendrocoelen Strudelwürmer in Süddeutschland. Jahrbefte d. V. f. vaterländ. Naturkunde in Württemberg. 60.
15. L u t h e r: Ueber das Vorkommen von *Planaria alpina* Dana in Lappland. Medel. af. Societas pro Flora et Fanna Fennica. 1907/8.
16. M e r c i e r: Sur la presence de *Planaria alpina* Dana aux environs de Naucy. Notes et Revue de Zoologie exepérimentale et générale. T. I.
17. M o n t i R.: Limnologische Untersuchungen über einige italienische Alpenseen. Forschungsbericht. Biol. Stat. zu Plön XI. Stuttgart 1904.
18. — Recherches sur quelques lacs du massif du Ruitor. Annal. d. Biol. lacustr. T. I. Bruscelles 1907.
19. — L'eteromorfosi nei Dendroceli d'acqua dolce ed in particolare nella *Planaria alpina*. „Rendiconti“ del R. Inst. Lomb. Ser. II. vol. XXXII. 1899.
20. — Le Condizione Fizico-Biologiche dei Laghi Ossolani e Valdostani in Rapporta alla Piscicoltura. Memoria letta al Reale Istituto Lombardo nella publica del. 26 Marzo 1903.
21. P a x F. (junior): Die Tierwelt Polens. Handbuch von Polen. Berlin 1917.
22. P o l i ŋ s k i Wł.: Sekcja krajoznawcza Kółka przyrodników U. U. J. w Krakowie. Ziemia 1913.
23. R o ś z k o w s k i W.: Wypławki: *Planeria alpina* Dana i *Planaria gonocephala* Dugés w Ojcowie. Spraw. Towarz. Nauk. Warszawskiego. Rok. VII, 1914. (wyd. w 1916).
24. T h i e n e m a n n: Der Bergbach des Sauerlandes. Faunistisch-biologische Untersuchungen. Revue d. g. Hydrobiol. u. Hydrogr. Biol. Suppl. IV. Ser. Hefl. 2. Leipzig 1912.
25. — *Planaria alpina* auf Rügen und die Eiszeit. X. Jahresbericht. d. Geogr. Gesell zu Greiswald.
26. — Die Tierwelt der kalten Bäche und Quellen auf Rügen. Mitt. natur. Verh. Neuropommern und Rügen 38.
27. V i r i e u s e I.: Sur la présence de *Polycelis cornuta* Johns. dans le Jura français. Feuille des Jeunes naturalistes (V^e Ser.) 41^e Année. Paris. 1911.
28. V o i g t W.: *Planaria gonocephala* als Eindringling in das Verbreitungsgebiet von. *Planaria alpina* und *Polycelis cornuta*. Zool. Jahrb. Abt. f. syst. Geogr. und. Biol. Bd. 8. 1894.
29. — Die Ursachen des Aussterbens von *Planaria alpina* in Hndsrückgebirge und von *Polycelis cornuta* im Faunus. Verhand. d. nat-hist. Ver. d. preuss. Rheinlande. Westf. u. d. Reg.-Bez. Osnabrück. 58. Jahrg. 1901.

30. Volz W.: Die Verbreitung einiger Turbellariem in den Bächen der Umgebung von Aarberg. Mitt. d. naturf. Gesel. in Bern. 1896.
31. Wilhelmi I.: Beiträge zur Kenntnis der Verbreitung und Biologie der Süßwassertricladen. Zool. Anz. 27. 1904.
32. Zschokke F.: Die Tierwelt unserer Gebirgsbäche. Chur. 1900.
33. — Die Tierwelt der Schweiz in ihren Beziehungen zu Eiszeit. Basel. 1901.
34. — Die Tierwelt eines Bergbaches bei Säckingen im südlichen Schwarzwald, Mitt. d. badischen zool. Ver. Nr. 11/12 1902.

R É S U M É.

Les planaires des sources et ruisseaux dans les environs de Léopol

(*Planaria alpina* Dana et *Planaria gonocephala* Dugés)

par BENOÎT FULIŃSKI

professeur à la H^e École Polytechnique de Léopol.

I.

Nos connaissances relatives à la présence des planaires des sources et ruisseaux en territoire polonais sont encore très sommaires. Dans les Tatras Mr. Hankó (12), et plus tard Mr. Poliński (F. Fedorowicz, 9), ont trouvé les *Planaria alpina*, Mr. Poliński aussi dans les Pienines (22), Mr. Roszkowski (23), et ensuite Pax (21), dans les sources tributaires de Gąspówka et de Prądnik à Ojców.

Plus communes que les *Planaria alpina* sont les *Planaria gonocephala*. Mr. Poliński (9) les trouve dans les Tatras et dans les Pienines, Mr. Roszkowski (33) à Ojców, Mr. Fuliński (11) dans les environs de Kałusz et de Léopol. Un compte-rendu inédit que Mr. Krzysik m'a communiqué m'apprend enfin la présence des *Planaria alpina* et des *Planaria gonocephala* dans les environs de Cracovie, dans la vallée du ruisseau Łączka, tributaire de la Rudawka.

Polycelis cornuta n'a pas encore été trouvée en territoire polonais.

J'ai cherché longtemps les *Planaria alpina* dans les sources du plateau „Roztocze de Léopol-Tomaszów“. La proximité de la limite méridionale maximum du glacier scandinave, située

au nord de Léopol, permettrait de croire à la présence des planaires dans les environs de cette ville. J'y ai découvert, en septembre 1919, trois sources dans lesquelles les *Planaria alpina* se trouvent en grande quantité, une à Hołosko wielkie et deux à Brzuchowice.

Hołosko wielkie est situé dans la vallée qui, de la vallée principale de Pełtew, est découpée dans le plateau de Roztocze, dans la direction nord-ouest — sud-est. La vallée est traversée par un ruisseau formant plusieurs étangs et augmenté par de nombreuses sources. Des couches crétacées se découvrent à la hauteur de quelques mètres au dessus du fond de la vallée, au pied des pentes méridionales. C'est ici qu'on trouve la plus grande source de ces parages, dans laquelle vivent les *Planaria alpina*. La température de la source, prise le 9 Octobre 1919 à 10^h du matin, était de +10° C. Le fond rocheux de la source est recouvert de débris de béton et de briques. Des pelures de pommes ou de pommes de terre, des noyaux, des fruits, des marrons d'Inde pourrissent dans l'eau.

La forme des *Planaria alpina* de cette source est différente de celle qu'offre l'illustration présentée par Mr. Micoletzky. Elle est plus svelte. Les exemplaires que j'ai capturés étaient de grandeur différente. Il y avait des exemplaires adultes, mais il y en avait de tout petits et des exemplaires qui n'étaient pas totalement développés: ils provenaient des capsules pondues en été, ou ils provenaient par voie de sectionnement naturel, ou enfin par voie de lésions accidentelles; cette dernière éventualité doit arriver fréquemment, due à l'intervention des hommes ou des animaux.

Le deuxième endroit où j'ai trouvé les *Planaria alpina* sont les sources qui sortent de la Wielka Osowa à Brzuchowice. Elles sont situées dans une dépression qui, dans la direction de la vallée de Brzuchowice, vient du nord, et qui se termine vis-à-vis de l'église et du cimetière, à l'est de la côte 337. Dans la partie inférieure des pentes de cette dépression, le crétacé est visible, recouvert pas des litotamnies et des grès à coquillages.

Le caractère des environs de ces sources est totalement différent de celui de la source de Hołosko. Une forêt d'arbres à feuilles, hêtres pour la plupart, tapisse la dépression. Un

ruisseau la traverse dans la direction nord, augmenté par 3 sources. Une d'elles se trouve à l'entrée de la dépression, du côté de la vallée de Hamulec, près du sentier, une autre est un peu plus à l'intérieur, la troisième est encore plus loin vers le sud, toutes les deux, assez haut sur ses pentes orientales.

Les *Planaria alpina* ne se trouvent que dans les deux premières sources. La première source a une faune très riche. Il y en a plusieurs sous chaque débris de roche. Elles vivent au fond de la source sur une longueur de quelques pas. Ni à l'endroit, où l'eau de la source s'infiltre dans l'eau du ruisseau, je n'ai pu constater leur présence, ni plus loin, dans le cours inférieur du ruisseau, qui a une vive végétation et une faune abondante des Crustacés. Les *planaria alpina* y sont donc limitées aux environs immédiats de la source. Les conditions vitales y sont particulières: à l'endroit où paraît la *Planaria alpina*, l'eau coule sur une pente si rapide, qu'il est étonnant que les Planaires puissent résister à la force du courant, sans être entraînées plus bas dans le ruisseau. Le fond de la source est propre, couvert de débris de roche. Très peu d'algues, au mois d'octobre beaucoup de grenouilles.

J'ai trouvé aussi dans cette source à côté des exemplaires adultes, des exemplaires jeunes ou petits, ce qui prouve qu'ils ont depuis peu quitté la capsule, ou qu'ils sont devenus petits en reformant la totalité de l'organisme après un sectionnement naturel ou accidentel.

Dans la seconde source je n'ai trouvé que deux exemplaires. Je n'ai trouvé de *Planaria alpina*, ni dans d'autres sources qui se trouvent dans la vallée de Grzybowice, sur ses pentes septentrionales, à la limite de la roche et du tertiaire, ni dans celles de la troisième vallée, entre Wielka Osowa et Czarnogóra à Grzybowice, dans la direction de Michałowszczyzna, bien que les conditions locales semblent lui être favorables.

L'autre planaire, *Planaria gonocephala* Dugés vit dans une partie différente des environs de Léopol. J'ai déjà constaté sa présence dans 3 sources à savoir, à Marjówka, à côté de la brasserie de Grund, à la lisière de la forêt, dans les sources d'Hélène, dans la vallée de Mickiewicz, et dans une des sources de Kopiatyn, localité située entre Sichów et Dawidów, dans la Grande Forêt. Dans les autres sources si nom-

breuses sur ce territoire, je n'ai pas trouvé de planaires. Le caractère géologique de ses sources est cependant le même, c'est le niveau supérieur du crétacé, immédiatement au dessous d'un banc épais de litotamnies faiblement liées par du sable vert.

J'ai parlé ailleurs (11) de la source de Marjówka, où apparaît la *Planaria gonocephala*. Avant la guerre son débit était amenagé par une conduite de tuyaux, mais son fond et son entourage immédiat étaient naturels. Pendant la guerre les Allemands stationnés à la brasserie prolongèrent les tuyaux et bétonnèrent le fond de la source. Les conditions de vie sont ainsi rendues défavorables pour les planaires et tandis qu'avant la guerre j'en y ai capturé beaucoup, maintenant il y en a à peine quelques exemplaires chétifs et comme dégénérés.

Par contre, dans les sources d'Hélène, surtout dans l'une d'elle, qui est très abondante (1 dm^3 par sec.), et dans le ruisseau qui en provient, il y a beaucoup de ces planaires. La température de la source de Marjówka, prise le 4 octobre 1919 à 4^h de l'après-midi, était de +10.4° C, la température des sources d'Hélène, le même jour à 5^h, de +9° C.

La source de Kopiatyn, où vit la *Planaria gonocephala*, se trouve non loin de la maison forestière. à coté de l'étang près du sentier qui va à Wulki Sichowskie. J'y ai trouvé la *Planaria gonocephala* avant la guerre. Pendant la guerre j'y ai été une fois, il n'y avait pas de changements.

Nos connaissances sur la présence des planaires dans les environs de Léopol se limitent aux données ci-dessus. Les recherches conduites surtout dans les autres sources, plus éloignées du plateau de Roztocze, peuvent découvrir, encore sur beaucoup d'autres points, l'apparition des planaires dans cette partie de la Pologne.

II.

Voigt (28) le premier fut attentif au problème de la repartition des planaires. En étudiant les conditions de vie de ces trois espèces, il est arrivé à la conclusion, que la *Planaria alpina* et la *Planaria cornuta* furent poussées dans les cours supérieurs par la *Planaria gonocephala*. Voigt expliquait d'abord leur regression par les conditions de vie analogues provenant de la cohabitation de ces animalcules sur le même terrain; mais il a donné ensuite à la température l'influence décisive

sur la repartition des planaires; Borelli (3) a aussi constaté la même chose. Il faut mentionner ensuite les travaux de: Monti (17, 18, 19, 20), Beauchamps (1), Bruyand (6), Mercier (16), Vivieux (27), Luther (15), Enslin (7, 8), Brickmann (5) et autres, qui n'entrent cependant pas dans l'analyse biologique détaillée. Les observations de Wilhelmi (31) ont jeté beaucoup de lumière sur la repartition des planaires; il en a prouvé que c'est la température qui influe sur leur repartition, ce qui a aussi été confirmé par les observations de Führmann (10), Volz (30) et Zschokke (33). Thienemann (34) est allé plus loin dans ses observations, en démontrant que les maxima et les minima de la température estivale et hivernale sur certains points dans les ruisseaux sont des facteurs décisifs pour la repartition des planaires. Il résulte des observations de Thienemann que l'amplitude d'oscillation de température pour la *Planaria gonocephala* est de 0.5° C.— 24° C. Les ruisseaux, dont la température maximum ne dépasse pas $+16^{\circ}$ C. et dont l'amplitude d'oscillation ne dépasse pas 15° C. ont des conditions favorables pour la *Polycelis cornuta*; la moyenne estivale oscille entre 9° et 11° C., la moyenne hivernale entre 3° — 6° C., la moyenne annuelle est de 7° C. Sur le territoire occupé exclusivement par les *Planaria alpina* la température maximum est de 13° C. le minimum 2.2° C. l'amplitude d'oscillation est de 10° C. à 10.3° C. la moyenne estivale 9° — 11° C. Les observations recueillies par Thienemann relatives à la température ont été confirmées par des observations recueillies sur d'autres endroits. Dans l'île de Rugen les *Planaria alpina* supportent encore, d'après le même Thienemann (25, 26), une température maximum de 14.5° C. dans les limites d'oscillation de 13.5° C.

Il résulte donc des observations recueillies, qu'un des facteurs principaux de la repartition des planaires est la température des endroits où elles vivent. Il reste cependant à établir, si la température est le seul facteur qui conditionne la repartition des ces animalcules. Déjà Lampert (14) a attiré l'attention sur le fait, qu'à côté des conditions thermiques, il faut prendre en considération aussi le fond rocheux sur lequel coule le ruisseau. Bornhauser (4) a développé cette idée en étudiant la faune des sources dans les environs de Bâle.

D'après Bornhauser, la distance entre les sources et les cours d'eau quelque peu importants et la qualité des roches d'où sort la source, joue un rôle important à côté des facteurs thermiques. La proximité des grands cours d'eau facilite aux *Planaria gonocephala* l'invasion des sources; un pourcentage plus élevé des calcaires améliore les conditions vitales pour les *Planaria alpina* et les *Polycelis cornuta*. A cause de la proximité du Rhin, les *Planaria gonocephala* sur le territoire de loëss de la rive droite du fleuve ont totalement, et sur la rive gauche, partiellement refoulé les *Planaria alpina* et les *Polycelis cornuta*. Bornhauser n'a réussi de trouver cette dernière que dans la source près de Reinach et les *Planaria alpina* à Neufwiller en Haute-Alsace.

L'eau riche en calcaires est, d'après Bornhauser, un milieu plus favorable aux *Planaria alpina*, que l'eau pauvre en calcaires. Cela est prouvé par la présence de ces planaires (qualitativement et quantitativement) dans le Jura et dans le Dinkelberg. Cela est prouvé aussi par les sources de Brzuchowice et de Hołosko Wielkie qui ont, comme on se le rappelle un fond calcaire. Les observations de Roszkowski à Ojców et de Krzysik à Cracovie confirment les observations de Bornhauser.

Les *Polycelis cornuta* préfèrent cependant l'eau douce. Dans les eaux calcaires les *Polycelis cornuta* succombent devant les *Planaria gonocephala*. Dans les sources d'eau douce les *Planaria alpina* succombent devant les *Polycelis cornuta*. Dans la Forêt noire les *Polycelis cornuta* a pris totalement le dessus.

Tels sont les résultats des recherches actuels sur la répartition des planaires.

D'autres facteurs peuvent aussi y exercer une certaine influence. On a parlé de l'influence de la flore et de la faune. Mais leur influence n'est pas encore déterminée. Un rôle important joue la qualité de la roche du fond et la proximité des grands cours d'eau. Mes recherches futures porteront sur le degré de l'influence de ces facteurs. Le problème de la répartition des planaires n'est donc pas encore totalement éclairci, mais il est déjà plus connu, grâce aux recherches récentes. Institut de Zoologie de la H^{TE} École Polytechnique de Léopol.

Sekcja entomologiczna Towarzystwa polsk. przyrodn. im Kopernika.

O mikrandrji u mrówki: zbójnicy krwistej.

(*Raptiformica sanguinea* Latr.).

[Sur la micrandrie chez la fourmi sanguine],

napisał

JAROSŁAW ŁOMNICKI.

Na wycieczce, odbytej dnia 4. lipca 1920 w towarzystwie Pana Prof. Jana Kinela w okolicy Lwowa, spotkałem w Małym Hołosku, pod grzbietem Roztocza, przy drożynce leśnej gniazdo mrówki: zbójnicy krwistej (*Raptiformica sanguinea* Latr.). Gniazdo to było mieszane, gdyż zawierało jako pomocnice nieliczne pierwomrówki krasnolice (*Serviformica rufibarbis* Fabr.). W niem spostrzegł Pan Prof. Kinel mrówkomirkę (*Lomechusa strumosa* Grav.), której wówczas zebraliśmy pewną ilość dla Muzeum im. Dzieduszyckich. Jest to kusak dotychczas z okolic Lwowa nie podawany.

W tem gnieździe znalazłem wówczas nadto samce zbójnicy nienormalne, mianowicie niezwykle małe (karłowate), prawie o połowę mniejsze od normalnych, gdyż długość ciała wynosi u nich 6—7 mm, podczas gdy normalny samiec z okolic Lwowa ma 11 mm długości (Rzęsna Polska 17. VI. 1917).

Takie samce małe, które nazywać będę w dalszym ciągu mikranerami z greckiego μικρός (mały) i άνήρ (samiec), spotkałem był już raz w Luhaczowicach na Morawach (Bielawy) ale nie zauważyłem, czy w gnieździe były mrówkomirki. Mikrandrję obserwował u innego gatunku mrówki Ruzsky¹⁾; mianowicie mikranery pierwomrówki krasnolicej (*Serviformica rufibarbis* Fabr.) wylęgły się u niego z jaj, zniesionych przez robotnice w sztucznem gnieździe.

¹⁾ Ruzsky M.: Formicaridae Imperii Rossici. Kazań 1905. Str. 388.

Dnia 13. lipca udaliśmy się powtórnie w tę samą okolicę i w gnieździe odmiennem od poprzednio poznanego znaleźliśmy dość licznie mrówkomirkę, w roli pomocnic robotnice pierwomrówki łagodnej (*Serviformica fusca* L.), jedną też widziałem samicę bezskrzydłą zbójnicę, zapewne królowę, ale ani jednej *pseudogyne*.

Dnia 14. października udaliśmy się jeszcze raz w okolicę, która dostarczyła tych ciekawych spostrzeżeń, ale zbójnice przeniosły się gdzieindziej na zimowanie, gdyż tam, gdzie w lipcu żyły, znaleźliśmy zaledwie jedną robotnicę.

Powstawanie mikranerów tłómaczę następującem przypuszczeniem. Obecność mrówkomirki i jej hodowla wpływa na robotnice zbójnic w ten sposób, że same znoszą jaja, z których się lęgną potem larwy na mikranery, albo też z jaj, zniesionych przez normalną królowę wychodują się skutkiem niedostatecznego wykarmiania takie karłowate istoty.

ZUSAMMENFASSUNG.

Ueber die Mikrandrie bei der blutroten Raubameise.

Die viel kleineren Männchen (Zwergmännchen, *Mikraneren*) dieser Ameisenart, als die normalen, wurden in einem Neste bei Lwów (=Lemberg) gesammelt, in dem der grosse Büschelkäfer gefunden worden ist. Der Verf. betrachtet daher die Mikrandrie in diesen Falle als die Folge der Zucht des grossen Büschelkäfers.

Kilka wyjaśnień w sprawie drwalnika znaczonego.

(*Xyloderus signatus* F.).

[Some explanation concerning the barkbeetle: *Xyloterus signatus* F.],

napisał

STEFAN KÉLER.

Drwalnik ten był w zbiorach Muzeum im. Dzieduszyckich do niedawna identyfikowany z krewniakiem swym, drwalnikiem paskowanym (*X. lineatus* Oliv.). Ponieważ zaś cechy odróżniające te dwa gatunki są przy powierzchownem badaniu, zwłaszcza dla niezajmujących się specjalnie kornikami, trudne do odnalezienia, a oprócz tego przez literaturę podręcznikową zbyt ogólnikowo traktowane, dlatego postanowiłem sprawę tą wyjaśnić, podając na podstawie przejranych materiałów i odnosnej literatury te cechy, przy których pomocy z całą pewnością oba gatunki będzie można oznaczyć.

Nie wchodzę tu naturalnie w szczegóły błędów terminologicznych i niedokładności lub omyłek w podawaniu cech morfologicznych, jakie często w literaturze (nawet u Ratzeburga) można spotkać; podam tylko z wszelką możliwą ścisłością cechy odróżniające oba te gatunki drwalników.

Wielkość: Już tutaj zachodzą różnice, które nie ujdą uwagi ipidologa; mianowicie *Xyloterus signatus* jest dłuższy i szerszy niż *X. lineatus*, a to średnio o $0.5 \frac{m}{m}$ dłuższy i o $0.3 \frac{m}{m}$ szerszy. Długość w cyfrach jest następująca: dla *X. signatus* $3.2-3.8 \frac{m}{m}$, dla *X. lineatus* $2.8-3.2 \frac{m}{m}$.

Barwa: Tutaj ściśle różnice nie dadzą się wynaleźć, gdyż zwłaszcza *X. lineatus* jest w ubarwieniu bardzo zmienny, desień ciemny jest raz szerzej rozpostarty, drugi raz szczuplej, bardziej lub mniej czarny i t. d. Jedynie zaznacza się różnica w kontraście między desieniem a tłem u jednego i dru-

giego gatunku, ale i to tylko u chrząszczy całkiem dojrzałych! Na gliniasto-żółtem tle, u *X. signatus* uwydatnia się mianowicie czarny deseń silniej i odgranicza ostrzej, niż to ma miejsce na brunatno, lub brudno żółtem tle u *X. lineatus*. Ale widzi się to tylko u chrząszczy zupełnie dojrzałych, gdyż pełne ubarwienie występuje dopiero z zupełnem schitynizowaniem szkieletu zewnętrznego co u korników specjalnie wymaga nieraz długiego czasu.

Skulptura pokryw. Znamiona wybitne i najważniejsze przy oznaczaniu przedstawia punktowanie pokryw.

U *Xyloterus signatus* F. punkty przedstawiają się jako dołeczki głębokie i o dużej średnicy, pozostawiające między sobą w tym samym rzędzie tylko wałeczki przegrodowe, na których najwyżej pół punkcika zmieścićby się mogło. Są one nawet nieco w szersz rozciągnięte, jak mówi Eichhoff. Rzędy tych punktów na bokach pokryw przebiegają lekko falisto i stają się nieco nieregularne przez to, że jedne wychodzą z rzędu i stają na uboczu, a podczas gdy inne zachowują kierunek. Ta rozpierzchłość występuje jeszcze silniej na ścięciu pokryw. O zmarszczkach jednak, które wspomina Reitter w „Fauna Germanica“ nie ma mowy, spadek pokryw jest tylko szagrynowany, a przez to nieco matowy, co jednak widzimy także u *X. lineatus*. Przestrzenie między rzędami na grzbiecie są zupełnie gładkie, połyskujące, nie zaś jak pisze Eichhoff, poprzecznie delikatnie marszczone. Z powodu głębokości punktów i gęstości ustawienia ich w rzędach uwydatniają się nadto przestrzenie te jako płasko-sklepione pasy.

Na przestrzeniach międzyrzędowych stają nadto pojedyncze mniejsze i płytsze punkciki, w odległościach najmniej co 6 punktów w rzędach.

U *Xyloterus lineatus* Oliv. punkty w rzędach stojące są płytkie, okrągłe, mniejsze i znajdują się na grzbiecie pokryw w większem oddaleniu, pozostawiając między sobą przestrzenie, w których jeden cały punkcik mógłby się zmieścić. Tutaj przegrody punktów jednego rzędu są płaskie i nie uwydatniają się wcale jako wałeczki. Rzędy tych punktów przebiegają na bokach pokryw tak samo regularnie, jak na grzbiecie. Na ścięciu pokryw punkty w rzędach zacieśniają się, stając się jednocześnie drobniejszymi. Nieregularności niema tu żadnej, jedne

rzędy dobiegają regularnie do końca inne skracają się przed końcem, pozostają jednak regularne. Szagrynowanie i związana z niem matowość ścięcia pokryw występuje tu, jak i u poprzedniego gatunku.

Przestrzenie międzyrzędowe na grzbiecie pokryw dają obraz delikatnej nierówności, spowodowanej przez różne co do formy wklęsłości, drobnutkie kreski i kropki. Nie są to zmarszczki, ale też nie jest to ta gładkość gatunku poprzedniego.

Budowa rożków. Stosunki te najlepiej ilustrują załączone rysunki (Fig. 1—3).

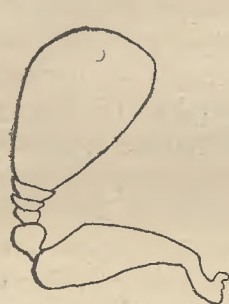


Fig. 1.

Xyloderus signatus F. ♂
według oryg.

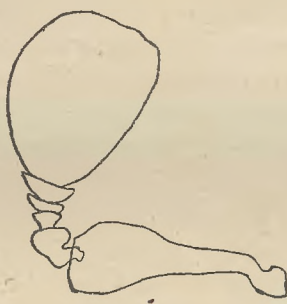


Fig. 2.

X. signatus F. ♀
według oryg.

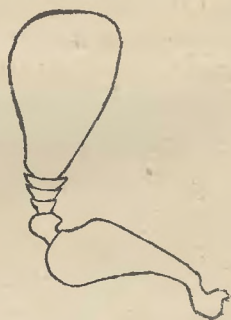


Fig. 3.

X. lineatus Oliv.
według oryg.

Wewnętrzny brzeg maczugi rożków u *X. signatus* przebiega bardziej prostolinijnie i dopiero u wierzchołka tworzy zagięcie przechodząc w łukowato przebiegającą krawędź zewnętrzną, która bez żadnych przewężeń dobiega do podstawy. Maczuga rożków u *X. lineatus* jest bardziej gruszkowata, t. j. przewęża się nieco ku podstawie mniej więcej od $\frac{1}{3}$ długości. Kąt wewnętrzny wierzchołka maczugi jest łagodny skutkiem tego, że zatacza szerszy łuk i łączy się z krawędzią wewnętrzną, która mniej więcej od połowy długości wygina się cośkolwiek, na zewnątrz.

Cechy te przy oznaczaniu zwyczajną lupą są trudne do uchwycenia i dlatego zapewne — tak przez Reittera, jak Kuhnta — w podręcznikach determinacyjnych zostały pominięte. Jak sam wielokrotnie miałem sposobność przekonać się

o tem, maczuga rożków *X. lineatus* daje przy skośnem badaniu lupą złudzenie ostrzejszego kąta wewnętrznego, co jednak znika, gdy badamy rożek w położeniu poziomem ułożywszy go pomiędzy dwoma szkiełkami na stoliku mikroskopu lub lupy ze statywem.

Co do długości maczugi w stosunku do długości biczyka, to u *X. signatus* stosunek ten wynosi 1:2, u *X. lineatus* zaś 1:3. Jak widać z rysunków Fig. 1 i 2, rożki samca i samicy u *X. signatus* różnią się dosyć znacznie.

Na podstawie powyższych uwag sprostowany i uzupełniony klucz do rozróżnienia tych dwóch gatunków wyglądać będzie następująco:

- 1'. Rzędy punktów na pokrywach wybitne, punkty głębokie i duże, blisko siebie, w odległości $\frac{1}{2}$ średnicy punktu, stojące, na bokach, a szczególnie na ścięciu pokryw, rozbieżne. Przestrzenie międzyrzędowe gładkie, połyskujące. Long. 3·2—3·8 $\frac{m}{m}$ *X. signatus* F.
- 1''. Rzędy punktów na pokrywach delikatne, punkty płytkie i małe, bardziej oddalone, w odległościach co najmniej równych średnicy punktu stojące, na bokach i ścięciu tak samo regularne, jak na grzbiecie. Przestrzenie międzyrzędowe nierówne, drobniutko kreskowane i punktowane, słabo połyskujące. Long. 2·8—3·2 $\frac{m}{m}$ *X. lineatus* Oliv.

SUMMARY.

Some explanation concerning the barkbeetle.

Xyloterus signatus F.

There is a great confusion in the literature in the description of the above named bark-beetle, so that it is very difficult to determinate it and especially to distinguish it from its next allied *X. lineatus* Oliv. To make possible the quite sure determination and distinction of these beetles, I have made a strict revision of various descriptions and having compared them with real marks of my own materials and those of the Higher School of Forestry in Lemberg. I give in the

following a short corrected and completed description of both insects:

1'. Rows of punctures on the elytra strongly marked, punctures deep and wide. The distance between singular punctures in the row amounts to a half diameter of the puncture. Along the outer margin and on the apical declivity these rows of punctures are a little dispersed. The intervals of the rows of punctures on the back of the elytra are smooth and brilliant. Long. 3.2—3.8mm...

X. signatus F.

1''. Rows of punctures on the elytra fine, punctures low and little, the intervals between them greater, at least as great as a diameter of the puncture. Along the outer margin and on the apical declivity of elytra no trace of dispersion in the rows of punctures. The intervals of the rows of punctures on the back of elytra not so smooth and brilliant as at the forenamed species, but very finely striated and punctuated, so that it appears a little rough. Long. 2.8—3.2mm.... *X. lineatus Oliv.*

Sprawozdania i oceny.

E. M. Reid. — *On two preglacial floras from Castle Eden.*
[Quarterly Journal of the Geol. Soc. (1920)].

Flory z Castle Eden pochodzą z brył gliny złożonej na wtórnem łożysku, wraz z innym materiałem lodowcowym, w szerokich szparach skał wapiennych wschodniego wybrzeża Anglii. Z wyjątkiem kilku gałązek mchów wydobyto jedynie nasiona i na tej podstawie wyróżniono 2 flory. Pierwsza, młodsza, zawiera gatunki dziś w Anglii żyjące i ta nie przedstawia większego interesu. Natomiast druga przedstawia pokaźną cyfrę 114 gatunków (w tem 9 mchów), z których 89 oznaczono zupełnie dokładnie.

Na podstawie krytycznego porównania badanej flory ze znanymi florami pliocenскими Europy zachodniej (Cramer, Tegelen, Renver, Pont de Goil) ustalono wiek flory jako średni pliocen, prostując zarazem dawne, błędne określenie wieku flory z Tegelen, uważanej za górną część średniego pliocenu, a należącej istotnie do pliocenu dolnego.

Większa część roślin z Castle Eden przedstawia roślinność suchych piasków; najpospolitszym gatunkiem jest *Potentilla argentea*, dalej występują: *Oxalis corniculata*, *Thymus serpyllum*, *Inula Conyza* i inne. *Liquidambar*, *Carpinus laxiflora*, *Betula alba*, *Alnus viridis*, *A. glutinosa*, *Aralia* sp. i szereg innych przedstawiają roślinność drzewną. Flora wodna — w przeciwieństwie do innych flor pliocenских — jest bardzo uboga: zaliczyć do niej można zaledwie 5 gatunków i to w małej ilości exemplarzy.

Z punktu widzenia geobotaniki najciekawszą grupę roślin stanowią gatunki »chińsko-pn. amerykańskie«. Należą tutaj: *Carpinus laxiflora*, *Crataegus* (3 gat. sekcji pn. amerykańskiej), 3 gatunki rodzaju *Rubus*, *Pilea pumila*, *Melissa*, *Rhus*, *Ilex*, *Aralia*, *Liquidambar*.

W części szczegółowej znajdujemy treściwe opisy znalezionych okazów, ich dokładne wymiary, dane o ich znajdowaniu się kopalnem i geograficznem rozmieszczeniu dzisiejszem.

Pozornie niekorzystny fakt, że flora z Castle Eden jest reprezentowana wyłącznie przez nasiona, stanowi istotną wartość pracy p. Reid. Zdołała ona mianowicie, na podstawie nasion, rozdzielić materiał dwu mieszanych na wtórnym łożu flor i określić ich wiek, co potwierdziły dane zoopaleontologiczne. Tem samym udowodniła — wbrew dotychczasowym zapatrywaniom — że nasiona są wystarczającą podstawą do badań tego rodzaju.

J. Lilpop.

E. M. Reid. — *A comparative Review of Pliocene Floras, based on the study of Fossil Seeds*. [Quart. Journ. of the Geol. Soc. (1920)].

Po szeregu opracowań nasion flor pliocenских przystąpiła autorka do zestawienia osiągniętych wyników. Wszystkie omawiane flory (Cromer, Tegelen, Castle Eden, Renver, Pont de Gail), wykazują różne elementy florystyczne: 1) gatunki egzotyczne dziś żyjące lub wymarłe, 2) gatunki »chińsko-pn. amerykańskie«, 3) gatunki dziś w danej okolicy żyjące. Grupy te występują w różnych florach w stosunkach ilościowych rozmaitych.

W pierwszej części swej pracy zajmuje się autorka grupą drugą; opierając się na teorii A. Grey'a, upatruje w niej trzeci strumień roślin wędrujących pod wpływem oziębienia klimatu z okolic podbiegunowych na południe. Dwa strumienie, skierowane do Ameryki pn. oraz Japonii i wschodniej Syberji, przetrwały do dziś dnia, stanowiąc roślinność »chińsko-pn. amerykańską«. Trzeci strumień zachodni, syberyjsko-europejski wymarł, natrafiając w swej wędrówce na nieprzekraczalne przeszkody w postaci równoleżnikowo przebiegających łańcuchów gór, mórz i pustyń.

Druga część pracy przedstawia, przy pomocy krzywych, ilościowe ustosunkowanie wymienionych grup roślin w czasach pliocenских i stopniowe zmiany, które zachodzą w niem z biegiem czasu, a polegają przede wszystkim na wypieraniu elementu egzotycznego i chińsko-pn. amerykańskiego przez gatunki nowe. Rozmieszczając na osi rzędnych ilość (w procentach) gatunków chińsko-amerykańskich, a na osi odciętych ilość wszystkich innych egzotyków, otrzymuje autorka punkty odpowiadające poszczególnym florom, położone na bardzo regularnej krzywej, której początek stanowi najstarsza (Cromer) a szczyt najmłodsza flora (Pont de Gail). Krzywa ilustruje stopniowy ubytek ilości przedstawicieli flor egzotycznych w miarę postępu czasu, wskazuje zatem na stopniowe wkraczanie nowej roślinności w miejsce ustępujących gatunków. Ten właśnie stosunek flory wypieranej do wkraczającej ilustruje druga krzywa, uderzająca również wielką regularnością.

Praca powyższa jest pierwszą w literaturze naukowej próbą wprowadzenia do rozważań paleobotaniczno-geograficznych metody

graficznej, która — zdaniem autorki — »nie tylko doprowadzi do szerokich i trafnych uogólnień, lecz nawet może otworzyć nowe pole badania«.

J. Lilpop.

H. Molisch. — *Aschenbild und Pflanzenverwandschaft*. [Sitzb. Akad. Wiss in Wien, Abt. I. Bd. 129. (1920)].

Celem rozprawy Molischa — jak to sam autor zaznacza — nie jest systematyczny opis obrazów, jakich dostarcza mikroskopowa analiza popiołów roślinnych, lecz jedynie zwrócenie uwagi botaników na tę, dotychczas wyjątkowo tylko stosowaną metodę — i podkreślenie znaczenia, jakie »spodogram« posiada zarówno dla botaniki teoretycznej, jak i stosowanej.

Przeznaczone do badania organa roślin — prawie wyłącznie liście — wyżarza autor do białości i bada mikroskopowo w kropli olejku anilinowego, lub fenolu. Otrzymane w ten sposób obrazy są istotnie nadzwyczaj charakterystyczne, jak to wynika z załączonych mikrofotografii.

Popioły są w roślinie umiejscowione — jak wiadomo — albo w błonie, albo w treści komórki. W drugim wypadku odróżnia autor popiół cystolitowy i 3 rodzaje popiołów z szczawianu wapnia: 1) rafidy, 2) piasek krystaliczny, 3) druzy i kryształy pojedyncze.

Najpiękniejszych jednak obrazów dostarcza popiół zawarty w błonach, szczególnie skrzemienienie błony. Ten typ śledził autor w następujących grupach: *Lycopodiaceae*, *Filices*, *Equisetaceae*, *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Orchideae*, *Maranthaceae*, *Zyngiberiaceae*, *Palmae*, *Pandanaeae*.

Twory takie, jak małe komórki w skórce traw (Kurzzellen), komórki skrzemieniałe (Kegelzellen) u turzyc, lub skrzemieniałe płytki (Deckplättchen) w rodzinie *Musaceae* i u pewnych storczyków, trudne zwykle do odszukania, wprost rzucają się w oczy na preparatach popiołowych.

W ostatnim rozdziale rozpatruje autor znaczenie »spodogramu«, przy badaniu środków lekarskich, surowców i środków spożywczych ze świata roślinnego. Dotychczas stosowana — między innymi — metoda anatomiczna była nadzwyczajnie żmudna. Uwzględnienie budowy popiołu znacznie rzecz ułatwi, a w pewnych wypadkach może rozstrzygnąć wątpliwości, anatomicznie nie dające się rozwiązać. Dlatego wskazaniem byłoby wprowadzenie opisów »spodogramu« do odpowiednich podręczników.

Referent pragnie zwrócić uwagę na rzecz, którą autor pominął, t. j. na wielkie usługi, jakie metoda mikroskopowego badania popiołów może oddać paleobotanice, zwłaszcza odnośnie do młodszych utworów. W torfowiskach dyluwjalnych n. p. spotykamy często liczne szczątki łodyg, czy liści traw lub turzyc, których oznaczenie zwykłymi metodami nie jest możliwe. Wobec bardzo charakterystycznego spodogramu, jakie wykazują gatunki do obu tych grup należące, ba-

danie popiołów może mieć w tym wypadku znaczenie rozstrzygające. Rzecz komplikuje się, gdy zwrócimy się do formacji starszych, gdyż szczątki roślinne bywają tam z reguły w ciągu procesu fossilizacji impregnowane solami mineralnemi. To wtórne wzbogacenie się w substancje popiołowe może stworzyć nowe, do pewnego stopnia, obrazy. W literaturze posiadamy już zresztą próby badań tego rodzaju, stosowane jednak tylko w wyjątkowych wypadkach (Gumbel). Dla osiągnięcia lepszych rezultatów należy jednak przydewszystkiem badania, ograniczone w pracy Molischa do liści, rozszerzyć na inne organa roślinne, co niewątpliwie skomplikuje metodykę, dziś bardzo prostą. Dopiero na podstawie dokładnej znajomości »spodogramu« różnych grup państwa roślinnego, będziemy w możności zastosowania metody popiołowej do badania wszelkich, dających się spopieleć, szczątków roślin kopalnych i ich złóż. J. Lilpop.

Nils-Heribert-Nilsson. *Experimentelle Studien über Variabilität, Spaltung, Artbildung und Evolution in der Gattung Salix. Länd's Universitäts Arskrift* N. F. Avd. 2. Bd. 14. 1918. (Lipsk, u Harrasowitza, ± 600 Mk. polskich).

Praca niniejsza dobrze znanego w kołach genetyków autora, którego studja nad wiesiołkiem (*Oenothera Lam.*), przyczyniły się do należytej oceny zjawiska mutacji, przynosi w krótkiej ale bardzo jasnej formie cały rezultat badań Heriberta-Nilssona nad mieszańcami wierzby. Kultury hodowlano-genetyczne wierzby prowadził przez lat 11, od 1906 do 1917 roku i zajął się sprawdzeniem, przy pomocy zdobyczy wiedzy genetycznej ostatniej doby, w swoim czasie klasycznej pracy Wichury (*Über Weidenbastarde*, Breslau 1865). Wichura deszedł do ostatecznego wniosku, że mieszańce wierzb, jako mieszańce gatunkowe, stanowią, co do swego pokroju, utwory pośrednie pomiędzy formami rodzicielskimi i są stałe czyli pokrój ich nie ulega zmianom w dalszych pokoleniach. Należy tu zaznaczyć pogląd, który istotnie do niedawnych czasów jeszcze (np. de Vries, *Mutationstheorie*, Bd. II) uważano za słuszny, że prawdziwe mieszańce są stałe i cechy ich nie ulegają segregacji czynników genetycznych; tę własność mają cechy mieszańców odmianowych (dawniej zwanych metysami). Dopiero jeden z twórców doświadczalnej nauki dziedziczności, Bateson, wykazał, że jestto nieuzasadniony przesąd, i udowodnił, że cechy gatunkowe ulegają rozszczepianiu taksamo, jak cechy odmianowe (prace B. w *Reports to the evolution Comité of the Royal Society*, 1903—1905). W późniejszych czasach, liczni badacze krzyżówek gatunkowych ten pogląd w zupełności potwierdzili, a nawet krzyżówki tego typu dały bodziec do rozważań teoretycznych nad powstawaniem gatunków, z czem jeszcze się w pracy Nilssona spotkamy.

Nilsson robił następujące kombinacje, łącząc osobniki, których czystość form sprawdził przez rozsiew nasion i dopiero wyrosłe siewki po zakwitnięciu poddał hybrydyzacji.

1. *Salix viminalis* × *caprea*, *viminalis* × *cinerea*, *aurita* × *viminalis*, *viminalis* × *phylicifolia*,
2. *Salix repens* × *aurita*, *repens* × *cinerea*, *repens* × *phylicifolia*, *repens* × *purpurea*.
3. *Salix purpurea* × *aurita*, *purpurea* × *caprea*, *purpurea* × *hastata*,
4. *Salix cinerea* × *aurita*, *cinerea* × *caprea*.
5. *Salix phylicifolia* × *cinerea*, *phylicifolia* × *nigricans*.
6. *Salix daphnoides* × *viminalis*, *daphnoides* × *purpurea*.
7. *Salix fragilis* × *alba*, *fragilis* × *viminalis*.

Bastardy tych wszystkich siedmiu grup miały w pokoleniu pierwszym, F_1 , pokrój pośredni a czasami dominowała bądź jedna lub druga forma rodzicielska w stosunku 1:1 lub 1:2. Nie mógł autor wszystkich bastardów hodować dalej, dla braku terenu, przeto wybrał z grupy I, dla otrzymania drugiego pokolenia, F_1 *viminalis* × *caprea*. Drobiazgowa analiza genetyczna tego mieszańca stanowi podstawę całej pracy autora. Nie możemy się wdawać w szczegóły, gdyż praca Nilssona jest tak zajmująca, że każdego biologa na pewno zachęci do całkowitego przestudjowania. Postaramy się streścić wywody autora i uwypuklić bieg jego rozumowania.

Cechą morfologiczną, którą Nilsson bierze za podstawę do różnic genetycznych, jest kształt i wielkość liścia. U 150 osobników F_2 było 71 osobników z liśćmi takimi, jak w F_1 ; reszta miała liści szersze lub węższe, jak F_1 , a nawet trażały się typy liści, które nie posiadały żadnych cech rodzicielskich lub mieszańców F_1 ; były to formy liści *S. cinerea*. Takie osobniki nazywa autor „extravagante Typen“. W ten sposób Heribert Nilsson wykazał błędność zapatrywań Wichury co do stałości mieszańców wierzb, które też ulegają rozszczepieniu w drugim pokoleniu, jednak usprawiedliwia Wichurę tem, że autor ten nie obserwował większego zespołu osobników oraz posługiwał się skąpym materiałem zielnikowym. Dalsze rozważania cyfr częstotliwości, w jakiej różne odrębne typy liści wystąpiły, skłaniają autora do przypuszczenia, że morfologia mieszańców wierzb jest uwarunkowana genami kumulatywnymi, o których powszechnie wiadomo, że przez częściowe (polimeryczne) przejawianie się w jakiejś cesze powodują w wymiarach, lub innych właściwościach tejsze cechy, całe szeregi przejść i zlewających się wielkości, od najmniejszej do największej. Utrudnia to otrzymanie ścisłych i dokładnie odróżniających się form. Przyjmując dla szerokości liści w wyżej omawianej krzyżowce *caprea* × *viminalis* conajmniej 2 czynniki u *caprea*, a jeden czynnik dla długości liści u *viminalis*, ponieważ te cechy rozszczepiają się samodzielnie, otrzymamy skład tych wierzb, pod względem liści następujący: $V_1 V_1$ — (*viminalis*), $C_1 C_1 C_2 C_2$ — (*caprea*) — $2V$ i $4C$, zaś F_1 — $V_1 v_1 C_1 c_1 C_2 c_2$, ($1V. 2C$). natomiast w F_2 otrzymamy 64 kombinacyj, przyczem fenotypy (czyli różne genetycznie, ale jednakowe w zewnętrznym pokroju liści) będą następujące:

skład genetyczny.	teoretycznie na 150.	znaleziono na 150.	wygląd liści.
4C.2V	2.3	3	szer. <i>caprea</i> , dług. <i>viminalis</i> .
4C.1V	32.8	37	szerokość <i>caprea</i> , długość F_1 .
3C.2V			szerszy, niż F_1 , dłuższy, niż F_1 .
3C.1V			szerszy niż F_1 , długi, jak F_1 .
2C.2V			szerokość F_1 , dłuższy, niż F_1 .
2C.1V	70.2	77	szerokość i długość, jak F_1 .
1C.2V			dłuższy i węższy, niż F_1 .
1C.1V			węższy, niż F_1 .
4C	2.3	1	wygląd, jak <i>caprea</i> .
3C	23.4	19	węższy, niż <i>caprea</i> .
2C			
1C	9.4	10	
2V	2.3	—	nie było (jak <i>viminalis</i>).
1V	4.7	2	wąski, dłuższy, niż F_1 .

Z przytoczonych obliczeń teoretycznych i otrzymanych z materiału jasno widać, że założenia autora nie wiele albo zupełnie nie różnią się od stanu faktycznego, a więc istotnie dla wytłómaczenia zmienności liści w mieszańcach wierzby należy przyjąć działanie czynników kumulatywnych. Pominiemy tutaj opis krzyżówek bastardów między sobą i bastardów z rodzicielskimi formami. Należy jednak zwrócić uwagę krzyżówki form dwupłciowych, które dają potomstwo jednopienne, rozdzielno — płciowe, przyczem otrzymuje się rozdzielenie płci takie, jak u chimer sektorialnych, to znaczy jedna strona gałęzi posiada jedną płeć — a drugą stronę biegną kwiaty płci przeciwnej. Szczególnie uderzającą jest ta monandria u wierzb, gdyż nie spotyka się jej wśród tego rodzaju (*Salix*), a więc tylko przez zabiegi sztuczne daje się wytworzyć. Naszem zdaniem w tym bardzo ciekawym rezultacie tkwi także problem powstawania chimer, które, ponieważ otrzymano je w tym wypadku na drodze płciowej, mają — być może — swoją przyczynę również w ugrupowaniu czynników genetycznych, a przeto cała natura „chimeryczności“ miałaby źródło w czynnikach genetycznych. Na zasadzie badań eksperymentalnych przychodzi autor do pewnych wywodów teoretycznych, których osią jest powstawanie gatunków. Zgadza się z Lutsym, który w krzyżowaniu widzi źródło nowych gatunków, jednakże Heribert Nilsson zaznacza, że prócz tego jeszcze zachodzi proces selekcyjny, który utrwała typ przeciętny gatunku, i dlatego ten nie może być przez systematyków dokładnie morfologicznie sprecyzowany, albowiem są oni w możności tylko opisywać różne reakcje jednego i tego samego czynnika genetycznego w organizmie. Gatunki obecne stanowią zakresy kombinacji genotypów, najlepiej uzdolnione do życia („die vitalsten“). Na rozstrzygnięcie teoretyczne powstawania gatunków zapatruje się autor sceptycznie i radzi pozostać przy badaniach indukcyjnych nad dziedzicznością, a natomiast nie poruszać dedukcyjnych

teorii ewolucji. Cała ta praca, napisana niezmiernie prosto i jasno, opatrzona dużą liczbą doskonałych fotografii, jest w powodzi mniejszych lub większych studjów genetycznych zjawiskiem niepowszedniem, a dla salikologii wprost klasycznym. Toruje ona nowe drogi w dziedzinie systematyki filogenetycznej wierzb i stanowi dowód, że ugrupowania gatunkowe, o ile chcą, chociaż w przybliżeniu, odpowiadać swemu naturalnemu porządkowi, muszą być sprawdzane doświadczalnie przez umiejętnie przeprowadzane badania mieszańców.

Dr. Feliks Kotowski.

Sprawozdania Polskiego Instytutu Geologicznego.
(Tom I., zeszyt I. Warszawa, 1920, 101 str., 8-a; z 7 tablicami światłodrukowymi).

Mamy przed sobą pierwszy zeszyt wydawnictwa Polskiego Instytutu Geologicznego, przedstawiający bardzo poważny dorobek naukowy nowej Instytucji w pierwszym roku istnienia. Pierwszy zeszyt zawiera dwie prace: W. Pawlicy „Ilaste rudy żelazne Starachowic” oraz J. Samsowicza: „O statygrafii kambru i ordowiku we wschodniej części gór Świętokrzyskich”.

Praca przewześnie zmarłego ś. p. W. Pawlicy, mimo skromnego tytułu, jest rzeczywistą monografią rud żelaznych całego obszaru, położonego na pn. Łysogór, obszaru, posiadającego w historii polskiego górnictwa, zarówno jak dla przyszłego rozwoju hutnictwa żelaznego w kraju, pierwszorzędne znaczenie. Istnienie licznych odkrywek rud żelaznych w Kieleckiem i Opoczyńskiem było znane już Puszwowi, a nieskończone mnóstwo oddawna zaniedbanych dróg bitych, prowadzących do rozrzuconych po lasach kopalń, świadczy o wielkim niegdyś ruchu górniczym w tej okolicy. W samej rzeczy hutnictwo żelazne w t. zw. okręgu „wschodnim” za ministra Lubeckiego zamierzono rozwinąć na wielką skalę. Powstanie Listopadowe i przejście okręgu górniczego w ręce władz moskiewskich zabiło jednak rzecz w zarodku. Rząd moskiewski taryfową polityką kolejową i całkowitem zaniedbaniem rządowych hut w Królestwie doprowadził w końcu do tego, że polskie huty żelazne sprowadzały dla siebie wysokoprocentową rudę żelazną z Uralu, a eksploatacja kopalń miejscowych została całkowicie niemal zaniechana. Należy się przeto uznanie Instytutowi geologicznemu, że sprawę tak doniosłą dla przyszłości państwa Polskiego, jak dokładne zbadanie zapasów tak cennej dzisiaj rudy żelaznej, postawił jako pierwszy cel swoich badań.

Obszar górniczego okręgu „wschodniego” obejmuje przestrzeń około 53 mil kwadrat., zawartą pomiędzy północnym stokiem Łysogór, od okolic Opatowa do Suchedniowa, a linią sięgającą do Ilży, Skrzynna, Drzewicy, Opoczna i Żarnowa. Na całym tym obszarze stwierdzono istnienie stałych, rozległych pokładów rudy żelaznej w czterech poziomach geologicznych, a to 1) w pstrym piaskowcu (kopalnia Dalejowska k. Suchedniowa), 2) na granicy wapienia muszlowego i kajpru (kopalnia w Skarżysku) i 3) w ilach formacji retyckiej (Starachowice),

oraz 4) w formacji jurajskiej (Tychów). Do pierwszej grupy należy 30 kopalń limonitu, zawierającego znaczny procent manganu, głównie w okolicy Zagnańska i Suchedniowa. W grupie 3-ej (retyckiej) widzimy najliczniejsze kopalnie (75) na linii Opoczno-Końskie-Wierzbnik-Ostrowiec, wydobywające ilasty sferosyderyt; w grupie 4-ej kopalnie limonitowe w utworach jurajskich, najmniej liczne (9), w północnej części ziemi Radomskiej (huta Bodzechowska). Główna część pracy Dra Pawlicy obejmuje szczegółowy opis kopalń Starachowickich, gdzie występują ilaste sferosyderyty w trzech poziomach, oddalonych od siebie o 2 m, przy słabym upadzie (5—10%). Warstwy rudy mają od 5—10 cm miąższości, razem 40 cm. Przeciętna zawartość żelaza i manganu wynosi 46%, domieszka manganu 0,8.

W części petrograficznej autor daje szczegółową analizę mikroskopową wszystkich skał, towarzyszących złożom rud Starachowickich, w których znajdują się obficie minerały takie, jak cyrkon, rutil, turmalin, apatyt, korund, chromit, magnetyt, ilmenit, hipersten, diallag, augit, amfibol, ortyt, granat. tytanit — świadczące o pochodzeniu materiału tych skał z jakichś skał wulkanicznych. Nie mogę jednak podzielić mniemania autora, iż materiał ten pochodzi bądź ze Skandynawii, bądź z płyty Ukrainskiej — raczej należy go odnieść do zniszczonych pokładów diabazowych, których trzony odkrył Czarnocki w kilku miejscach gór Świętokrzyskich (Bardo, Widelki).

Genezę rud żelaznych Starachowickiej kopalni autor przypisuje infiltracji żelazistych roztworów do ilów kajprowych (retyckich).

J. Samsonowicz, *O stratygrafji kambriu i ordowiku we wschodniej części gór Świętokrzyskich.*

Badania Samsonowicza i Czarnockiego, którym się udało zgromadzić obfity materiał paleontologiczny z piaskowców i łupków, uważanych dotychczas za sylurskie lub dewońskie, wykazały nader szerokie rozpowszechnienie w górach Świętokrzyskich wszystkich poziomów formacji kambryjskiej, dotychczas znanych z jednego tylko punktu koło Sandomierza.

Kambr dolny składa się z piaskowców, zlepieńców, iłołupków i szarowaki w okolicy Koprzywnicy (Przepiorów, Królewice, Konary, Kamieniec i inne) z fauną trylobitów: *Holmia Kjerulfi*, *Ellipsocephalus Nordenskiöldi*, *Strenuella primaeva*, *Conocoryphe*.

Kambr środkowy: iłołupki ałunowe z wkładami ciemnych kwarcytów i piaskowców; góry Pieprzowe p. Sandomierzem, Swojków, Usarzew, Malice etc., a dalej ku zachodowi — w Słabuszowicach i Komornie (*Paradoxides Tessini*, *Agnostus fallax*, *Agnostus gibbus*, *Liostracus Linnarsoni*, *Lingulella Vistulae*).

Kambr górny: w okolicy Lipnika, Kleczanowa i Lenarczyce piaskowce z *Lingulella* i *Hyolithes*. W okolicy Opatowa potężna serja warstw naprzemianległych piaskowców, zlepieńców, iłołupków i łupków talkowo serycytowych (Marcinkowice, Karwów etc.); skamieliny rzadkie: *Acrotreta* sp., *Obolus* sp., *Cruziana*, *Lingulella*, nieozn.

trylobity. W Wąworkowie — w białym i czerwonym piaskowcu liczne *Olenidae*, *Eocystites*, *Acrotreta* — warstwy górnokambryjskie są pokryte licznymi hieroglifami i mają typowy charakter „fliszu“.

Dolny sylur (*ordovician*) występuje w postaci ciemnozielonych kwarcytów glaukonitowych w Międzygórzu (*Obolus siluricus*, *Obolus Walcottii* n. sp., *Lingulella* sp.), oraz jako piaskowiec z chalcedonem z Podlesia około Bogorji (*Protospongia* sp., *Obolus siluricus*, *Lingulella*, *Acrotreta* cf. *subconica*).

Wyżej leżą piaskowce glaukonitowe z *Obolus siluricus*, *Lingulella*, *Acrotreta ceratopygarum*. Trzeci poziom ordowiku przedstawiają miękkie, żółtawo-szare piaskowce z Międzygórza, Lenarczyc i Kleczanowa z *Orthis moneta*, *O. calligramma*, *Orthisina plana*, *O. inflexa*, *Lycophoria nucella*, *Monticulipora petropolitana* etc.

Do wyższego poziomu należą wapienie z Mojczy pod Kielcami, zawierające *Asaph. tyrannus*, *Iliaenus revaliensis*, *Phacops*, *Orthoceras* i odpowiadające estońskiemu „Vaginatenskalk“. Najmłodsze wreszcie ogniwo dolnego syluru przedstawia w tejże Mojczy wapień, zawierający pęcherzowce nieoznaczone, *Cheirurus*, *Lichas* etc.; odpowiada on t. z. „Echinospaeritenkalk“ Estonji.

Graptolitowe łupki górnosylurskie leżą na powyższych utworach niezgodnie.

J. Smoleński. O „zubożałych“ żwirach tatrzańskich w północnej części karpackiego dorzecza Dunajca (wiad. tymczasowa).

Krótką notatką o znajdowaniu się żwirów rzecznych w okolicy Zakliczyna, złożonych z materiału tatrzańskiego, na wysokości 250 m ponad poziomem obecnej doliny Dunajca. Ich wiek autor odnosi do sarmatu lub pliocenu,
Józef Siemiradzki.

Jan Czarnocki: *Statygrafia i tektonika gór Świętokrzyskich*. (Prace Tow. naukowego Warszawskiego, III. wydział nauk mat. przyrodn. Nr. 28. Warszawa 1919).

Ktokolwiek choć pobieżnie zna niezwykle trudności rozpoznania dokładnych stosunków geologicznej budowy gór Świętokrzyskich, gdzie na ograniczonej przestrzeni leży szereg silnie zgniecionych i częściowo przesuniętych fałdów, w których biorą udział wszystkie poziomy warstw paleozoicznych od dolnego kambru po karbon i gdzie siodła te są jeszcze dwukrotnie sfałdowane przez późniejsze ruchy waryscyjskie, poprzysuwane licznymi uskokami, zasypane grubą warstwą piasku dyluwjalnego, i porośłe odwieczną puszcza — ktokolwiek, mówię, zetknął się z tą łamigłówką geologiczną, której nie zdołali rozstrzygnąć tak pracowici i niezmordowani badacze, jak Pusz, Zejszner i Michalski, będzie mógł w pełni ocenić doniosłość pracy p. Czarnockiego, której część pierwsza, licząca 170 stronic, opuściła prasę, jako objaśnienie do równocześnie wydanej mapy środkowego obszaru tego terenu. Jest to praca Syzyfowa — praca całego życia młodego uczonego, który od lat dziecinnych gromadził

skrętnie materiał paleontologiczny, dający możność należytej oceny tego niezwykle trudnego do badania terenu.

Do zupełnych niespodzianek dla geologa należy stwierdzenie niewątpliwej obecności wszystkich poziomów kambru na szerokich przestrzeniach. Lwią część przeróżnych kwarcytów, iłolupków, hjeroglifowych łupków i piaskowców, zaliczanych dotychczas do dolnego dewonu lub syluru, należy zaliczyć do utworów tej, do niedawna zaledwie z dwóch punktów (góry Pieprzowe i Mąchocice) znanej formacji. Bogaty materiał paleontologiczny, zajmujący w zbiorach Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie, którego p. Czarnocki jest jednym z najpracowitszych członków, kilka szaf, dotychczas nie mógł być jeszcze opracowany. Mnóstwo doskonale zachowanych trylobitów z typowo kambryjskich rodzajów *Paradoxides*, *Olenus*, *Olenellus* etc., zebranych w miejscowościach przez wielu geologów badanych bezskutecznie, dostarczyło całego szeregu form przewodnich, pozwalających na razie stwierdzić względny wiek poszczególnych odsłonieć.

W środkowej części gór Świętokrzyskich wyróżnił Czarnocki 7 smug, skupiających odsłonięcia kambrosyluru, które odpowiadają przeważnie fałdom [smuga Bronkowicka, Świętokrzyska (Łysogóry), Niewachłowska, Dymińska, Daleszycka, Chęcińska i Zbrzańska].

Najpotężniej odsłoniły się utwory kambryjskie we wschodniej części pasma — w Sandomierskiem, w okolicy Klimontowa i Koprzywnicy, przedstawiając pod poziomemi warstwami miocenu gładką peneplenę, mającą powyżej 7 km szerokości ku zachodowi. Gdzie abrazja miocenska nie sięgła tak daleko — pasma kambru są znacznie węższe i ukazują się jedynie na szczycie siodeł tektonicznych. Na obszarze, objętym mapą Czarnockiego, kambr dolny tworzy rozległy pas we wschodniej części fałdu Dymińskiego i Daleszyckiego, w okolicy pomiędzy Rakowem i Iwaniskami.

Kambr dolny zastępują tutaj (Ociosęki) utwory ładząco podobne do karpackiego fliszu — hjeroglifowe piaskowce, kwarcyty, szare iłolupki i miękkie piaskowce szarowakowe, często zielono zabarwione. W zielonych kwarcytach Czarnocki znalazł szczątki dolnokambryjskich trylobitów: *Olenellus* (*Holmia*) *Kjerulfi*, *Ellipsocephalus* cf. *Nordeskiöldi*, *Arionellus* sp., oprócz nich *Hyolithes* i *Cruziana* — przewodnie dla najwyższych warstw dolnego kambru skandynawskiego.

Kambr środkowy tworzy niemal całkowicie pasmo wzgórz między Orłowinami i Wolą Łagowską. — Są to znowu piaskowce fukoidowe, szarowaki i łupki iłowe, nadzwyczaj zmienne, o typie fliszowym. Czarnocki znalazł tutaj: *Paradoxides Tessini*, *Ellipsocephalus* cf. *politemus*, *Liostracus* cf. *muticus*., *Solenopleura* sp., *Agnostus* sp., *Lingulella*, *Obolus*, więc faunę środkowokambryjską, odpowiadającą wiekowi kambru gór Pieprzowych pod Sandomierzem.

Kambr górny rozwinął się szeroko w postaci t. zw. Świętokrzyskich kwarcytów, tworzących główne pasmo Łysogórskie. Wśród

tych kwarcytów, na przełomie rz. Czarnej koło Machocic, Czarnocki zebrał już przed kilkoma laty pewną ilość skamielin, zawartych wśród podrzędnych w kwarcytach wkładów iłowych, a pozwalających je odnieść do poziomu górnokambryjskiego (*Lingulella cf. concinna*, *Acrotreta cf. uplandica*, *Olenus cf. attenuatus*, *Cyclognathus sp.*, *Eoorthis sp.*).

Sylur dolny, znany dotychczas jedynie z dwóch punktów (Bukówka, Mojcza i Kleczanów-Międzygórze), nie tylko został znaleziony w szeregu nowych odkrywek w środkowej części gór Świętokrzyskich, ale rozpoznano w nim obecność nieznanych przedtem, najniższych, przejściowych do kambru poziomów. Jakkolwiek niewątpliwie dolny sylur na górnym kambrze leży przekraczając, co stwierdzono również w prowincjach nadbałtyckich, nie braknie jednak w nim ani jednego ogniwa. Najniższe położenie zajmują dość rozpowszechnione w pasmie Łysogórskim (Bęczków) czarne łupki, odpowiadające łupkom dictyonemowym Skadynawji i Estonji, w których jednak skamielin nie udało się dotychczas znaleźć. Bezpośrednio następny poziom ordowiku — z *Ceratopyge Niobe* — zastąpiony jest według Güricha i Samsonowicza przez czerwony wapień z próbnego szybu na Bukówce p. Kielcami (*Lingulella lepis*, *Eoorthis daunus*, *Eostrophomena elegantula*, *Metagnostus sp.*, *Orthoceras sp.*) Autor nie podziela zdania Güricha i Samsonowicza w tej mierze, zwracając uwagę na transgresję, jaka właśnie w tym czasie miała miejsce w Szwecji i Estonji, gdzie poziomu tego brak. O istnieniu takiej transgresji świadczy w Polsce nagła zmiana petrograficznego charakteru łupków na piaskowce i kwarcyty, tworzące najbardziej rozpowszechnione w Polsce piętro ordowiku — piaskowce glaukonitowe (Grünsand Estonji), odkryte przez Samsonowicza w Międzygórzu w Sandomierskiem (*Obolus siluricus*, *Obolus Walcottii*, *Lingulella quadrata*, *Acrotreta sp.*), a które Czarnocki odnalazł również w kilku miejscowościach na zachód Łagowa (Zbelutka, Zalesie, Koziół). Bezpośrednio nad zielonemi kwarcytami obolidowemi spoczywają cienką warstewką żółte lub czerwone dolomity i wapień z *Eoorthis daunus* (Bukówka), stanowiące spąg szarych piaskowców Dymińskich, już dawniej przez Michalskiego i Güricha rozpoznanych (*Orthis calligramma*, *Orthis moneta*, *Orthisina plana*, *Lycophoria nucella* etc.), a odpowiadający wapieniowi glaukonitowemu Estonji. W sąsiedniej Mojczy powyżej Dymińskiego piaskowca leży niewielka serja wapieni (*Asaphus expansus*, *Iliaenus revaliensis*, *Cheirururus polonicus*, *Orthis moneta*, *O. calligramma*, *Echinospaerites aurantium?*, *Echinoencrinus cf. striatus*, *Orthoceras*, *Endoceras*) — odpowiadająca t. zw. „Vaginatenskalk“ Estonji.

Sylur górny — łupki graptolitowe — rozpoznał dokładnie Gürich. Nowem jest znalezienie najniższego ich poziomu (*Climacograptus scalaris*) — oprócz znanej jeszcze Zejsznerowi Zbrzy — także we wsi Bardo.

Wśród graptolitowych górnosylurskich łupków znalazł autor w dwóch miejscach na południe Łysogór (Bardo, Widelki) znaczne

wkłady diabazu. W najwyższych warstwach syluru (szarowaka Niewachłowska), wyróżnił autor nieznany przedtem poziom arkozowych zlepieńców i łupków późniejszych od wylewów diabazowych (Passage beds), ze szczątkami Eurypteridów i ryb, występujących jedynie w północnej części gór Świętokrzyskich. Przejściowe te utwory w okolicy Niewachłowa, więc daleko na zachód od znanego przedtem zasięgu Old-Redu, przechodzą w wiśniowej barwy piaskowce plakodermowe ze szczątkami *Coccosteus*.

Znacznym postępem dla znajomości Łysogórskiej geologii jest przeprowadzona przez autora klasyfikacja dolnodewońskich utworów piaskowcowych, dająca się streścić w następujących wynikach. 1) Na spodzie — zlepieńce kwarcytowe (Miedziana góra, Niewachłów, etc.); 2) wiśniowe lub brunatne piaskowce podobne do Trembowelskich, wykształcone jedynie w północnej części gór Świętokrzyskich, na północ Kielc — dosięgając np. w górach Klonowskich kilkudziesięciu metrowej miąższości —; fauny dotychczas nie znaleziono; 3) jasne, białe, żółtawe, lub plamiste piaskowce plakodermowe z wkładami iłolupków lub piaszczystej szarowaki zielonej albo wiśniowej z przekątnem warstwowaniem, śladami fał, kropli deszczowych i t. d., świadczących o ich śródlądowym pochodzeniu. Znajdują się w nich wyłącznie szczątki ryb pancernych, niekiedy nagromadzone w olbrzymiej ilości, zawsze pokruszone, w postaci negatywnych odcisków; najpospolitszym jest *Machaeracanthus polonicus*, dalej *Coccosteidae*, *Asterolepidae*, *Drepanaspidae* i *Hybodontidae*. Zasięg piaskowców plakodermowych, znanych Gürichowi jedynie z okolic Łagowa, obejmuje prawie cały obszar środkowej części gór Świętokrzyskich — jest to główny i powszechny typ wykształcenia dolnego dewonu. 4) Piaskowiec spiriferowy, uważany przez Güricha za utwór spólrzędny z poprzednim, jest od niego młodszy (Masłów, Dyminy, Bieliny etc.) i wykształcił się jedynie w części północnej obszaru — transgresja morska ku południowi nastąpiła bowiem dopiero z początkiem środkowego dewonu.

W południowo-wschodniej części obszaru miejsce piaskowców spiriferowych, pomiędzy piaskowcem plakodermowym a wapieniem środkowowońskim, zajmują warstwy szarowakowych iłolupków cienkopłytowych z odciskami roślin (*Haliserites*); Daleszyce, Łagów, Iwaniska, Dyminy i t. d.

Piaskowce spiriferowe północnego regionu, oraz warstwy haliserytowe (najwyższy poziom Koblenckiej szarowaki) na południu, są przykryte już przez dolomity i wapienie ze *Spirifer dombrowiensis*, należące do dewonu środkowego.

Do pierwszej części pracy Czarnockiego dołączono 5 zdjęć fotograficznych z pasma Łysogórskiego.

Do rozprawy powyższej należy wreszcie szczegółowa mapa geologiczna zachodniej części gór Świętokrzyskich w skali 1:100.000, wydana nakładem Państwowego Instytutu Geologicznego. Nowemi są na niej szczegóły rozmieszczenia utworów permskich i węglowych,

oraz rozgraniczenie poziomowe utworów górnodewońskich; tekstu objaśniającego do niej z powodu opóźnienia druku dalszych części pracy Czarnockiego dotychczas niema. Wykonanie mapy w známym zakładzie Głównoczewskiego w Warszawie jest bez zarzutu. Jedną tylko okoliczność podnieść należy: brak znakowania poszczególnych formacji, oznaczonych jedynie barwami — co wobec wielkiej liczby wyróżnionych poziomów kambru i syluru, rozrzuconych w drobnych plamkach, nieraz dosyć słabo różniących się odcieniem zabarwienia, utrudnia orjentację, a po nieuniknionem w przyszłości wypłowieniu barw może rozpoznanie odkrywek na mapie bez pomocy objaśniającego tekstu całkowicie uniemożliwić.

Wschodnią połowę obszaru Świętokrzyskiego, od Łagowa po Sandomierz, opracowuje Samsonowicz; mapa jest na ukończeniu, z tekstu jedynie tymczasowa wiadomość w 1. zeszycie Sprawozdań Polskiego Instytutu Geologicznego.

J. Siemiradzki.

Schulze F. E. — *Das Tierreich. Eine Zusammenstellung und Kennzeichnung der rezenten Tierformen.* Im Antrage der kgl. preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, herausgegeben von F. E. Schulze. Berlin, R. Friedländer und Sohn.

Olbrzymie dzieło, wychodzące od r. 1896, ma na celu podać wyczerpujący przegląd świata zwierzęcego na całym obszarze ziemi; wyszło dotychczas w 42 częściach (Lieferungen), z których następujące są treści entomologicznej:

11. Lief. — Bormans und Krauss — *Forficulidae* und *Hemimeridae*. 1900.
14. „ — Pagenstecher — *Libytheidae*. 1901.
17. „ — Pagenstecher — *Callidulidae*. 1902.
22. „ — Stichel und Riffarth — *Heliconiidae*. 1905.
24. „ — von Dalla-Torre und Kieffer — *Cynipidae*. 1910.
25. „ — Stichel — *Brassolidae*. 1909.
28. „ — Friese — *Apidae*. I. *Megachilinae*. 1911.
30. „ — Kieffer — *Ichneumonidae*: *Evaniidae*. 1912.
34. „ — Stichel — *Amathusiidae*. 1912.
- 44.? „ — Kieffer — *Bethylidae*. 1914.
42. „ — Kieffer — *Serphidae* und *Calliceratidae*. 1914.

Schröder Chr. Dr. — *Die Insekten Mitteleuropas insbesondere Deutschlands.*

Wydawca dzieła tego, zakrojonego na 12 tomów i obejmującego wszystkie rzędy owadów, jest Dr. Chr. Schröder, a poszczególne rzędy lub rodziny opracowują wybitni entomologowie.

Dotychczas wyszły 3 tomy, w których opracowane są Hymenoptera.

Tom	I.	zawiera:	<i>Apidae, Vespidae, Sphegidae, Chrypididae.</i>
"	II.	"	<i>Formicidae, Ichneumonidae, Braconidae.</i>
"	III.	"	<i>Cynipidae, Tenthredinoidea.</i>
W tomie	IV. i V.	opracowane będą	<i>Lepidoptera.</i>
"	"	VI.	" " <i>Diptera.</i>
"	"	VII. i VIII.	" " <i>Coleoptera.</i>
"	"	IX. i X.	" " <i>Rhynchota.</i>
"	"	XI.	" " <i>Trichoptera, Plecoptera,</i> <i>Neuroptera, Planipennia, Aphaniptera,</i> <i>Corrodentia, Thysanoptera.</i>
"	"	XII.	opracowane będą <i>Odonata, Orthoptera, Dermaptera,</i> <i>Apterygota (Thysanura, Collembola).</i>

Dzieło przeznaczone głównie dla tych, którzy pragną w łatwy sposób zapoznać się ogólnie z danym rzędem owadów; przy pracach gruntowniejszych jest ono niewystarczające (przynajmniej trzy pierwsze tomy, traktujące o Hymenopterach), przy wielu bowiem rodzajach pominięte są niektóre gatunki.

Houard C. — *Les Zoocécidies des Plantes d' Europe et du Bassin de la Méditerranée.* — Avec 1365 figures dans le texte, 2 pl. et 4 portraits. — Paris, Librairie scientifique A. Hermann. Tome 1, 1908. Tome 2, 1909. W roku 1913 ukazał się tom 3, zawierający: Description des Galles. Illustration. Bibliographie détaillée. Répartition géographique. Index bibliographique. (Cena w roku 1913 50 Fr.).

Dzieło podstawowe i wyczerpujące, obejmuje wszystko, co do tego czasu w tej niezmiernie ciekawej dziedzinie wiedzy poznano; doskonale służyć może do oznaczania wszystkich *zoocécidia*, poznanych na obszarze Europy i śródziemno-morskim, a dla zajmującego się specjalnie studjami symbiozy zwierząt i roślin — niezbędne. Prawie równocześnie, bo w r. 1911, ukazała się w Niemczech książka podobnej treści p. t.

Die Pflanzengallen (Cecidien) Mittel- und Nordeuropas, ihre Erreger und Biologie und Bestimmungstabellen — von Dr. H. Ross. Mit 233 Fig. auf 10 Taf. nach der Natur gezeichnet und 24 Abb. im Text. Jena, 1911. Verlag von Gustav Fischer (Cena Mk. 18).

Autor, Dr. Ross, opracował nie tylko *Zoocécidia* lecz także *Phytoécidia*, dzieło to więc jest dobrem uzupełnieniem poprzedniego..

Schröder Chr. Dr. — *Handbuch der Entomologie* — Bearbeitet von: Börner, Deegener, Eckstein, Gross, Handlirsch, Heineck, Holdhaus, Prochnow, Reh, Rübsaamen, Schröder. Herausgegeben von Dr. Chr. Schröder. Jena, Verlag von Gustav Fischer.

Całość wychodzi w zeszytach, których ma być 14, zebranych w 3 tomy.

Tom I. zawiera: anatomję, histologję, morfologję, embriologję, i przeobrażenia owadów.

„ II. „ biologję, psychologję, geografję, entomologję experymentalną.

„ III. „ paleontologję, filogenję, systematykę.

Każdy rozdział jest opracowany porównawczo, obficie ilustrowany i zaopatrzony w szczegółowy wykaz literatury. Dla entomologów pracujących naukowo, czy to na polu faunistyki, systematyki, czy anatomji, embriologii i t. p., dzieło to stanowi ważną podstawę i źródło informacyjne.

Semenov-Tian-Shansky Andr. — *Die taxonomischen Grenzen der Art und ihrer Unterabteilungen. Versuche einer genauen Definition der untersten systematischen Kategorien* Berlin, 1910, Verlag von R. Friedländer und Sohn. (24 pag.).

Escherich K. — *Die Forstinsekten Mitteleuropas*. Als Neuauflage von Judeich-Nitsche: Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde, bearbeitet. — Berlin, Paul Parey 1914.

Reuter O. M. — *Lebensgewohnheiten und Instinkte der Insekten bis zum Erwachen der sozialen Instinkte*. Vom Verfasser revidierte Übersetzung nach dem schwedischen Manuskript, besorgt von A. und M. Buch. Berlin, 1913. Verlag von R. Friedländer und Sohn. (448 pag., 84 fig.) Cena 16 Mk.?

Znakomity uczony zebrał w dziele tem wszystko, co dotychczas w literaturze naukowej w tym kierunku napisano.

Kennel J. — *Die palaearktischen Tortriciden*. In „Zoologica“, Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Naegle und Dr. Sproesser).

W roku 1913 wyszła część III. (164 stron, 4 tablice i ryciny w tekście). W roku 1916 część IV. (140 stron, 4 tablice i ryciny w tekście).

Goot P. van der — *Beiträge zur Kenntnis der holländischen Blattläuse. Eine morphologisch-systematische Studie*. Mit 8 Taf. Berlin, 1915. R. Friedländer und Sohn.. (pag. VIII + 600). Cena 25 Mk.?

W części ogólnej podaje autor ogólne zarysy systematyki, omawia morfologję, anatomję, biologję, daje wskazówki do zbierania, preparowania i konserwowania. W części szczegółowej zawarte są tabele synoptyczne do oznaczania i szczegółowe opisy 154 gatunków, poznanych w Holandji. Dodany jest na końcu obfity spis literatury i spis roślin, żywicieli mszyc.

Bölsche Wilhelm. — *Der Stammbaum der Insekten*. Mit 13 Abb. (92 pag.), Stuttgart, 1916. Francksche Verlagshandlung. Książka wydana przez Kosmos — Gesellschaft der Naturfreunde.

Znany popularyzator niemiecki, posługując się dziełem Handlirscha o kopalnych owadach, daje szerszym kołom wykształconych czytelników obraz rozwoju świata owadziego.

Riebesell P. — *Die mathematischen Grundlagen der Variations- und Vererbungslehre* — Mathematische Bibliothek, Bd. 24 Leipzig, Berlin, 1916. Verlag Teubner B. G. Cena 80 Pf.?

Oswald Wilhelm — *Die Farbenfibel*. Zweite bis dritte verbesserte Auflage. Mit 8 Zeichnungen und 200 Farben. Leipzig, 1917. Verlag Unesma G. (47 pag.). Cena 12 Mk.?

W entomologicznej terminologii barw panuje jeszcze dotychczas pewien chaos i zamieszanie. Rozmaici entomologowie często określają jedną i tę samą barwę w rozmaity sposób, posługując się przytem niekiedy nazwani bądź fałszywymi, bądź nic nie mówiącymi. Określając barwy w sposób precyzyjny i ścisły, autor wypełnia ważną lukę w słownictwie naukowem.

Demoll Rich. — *Der Flug der Insekten und der Vögel* — Mit 5 Tafeln und 18 Abb. im Text. Verlag von Gustav Fischer. Jena, 1918. Cena Mk. 4.50.

Schoenichen Walther — *Praktikum der Insektenkunde. Nach bislogisch-ökologischen Gesichtspunkten bearbeitet*. — Jena, 1918. Verlag von Gustav Fischer. Cena Mk. 7.

Książka bardzo pożyteczna, mogąca oddać wielkie usługi zarówno nauczycielowi szkół średnich, jak i prowadzącemu ćwiczenia w pracowniach zoologicznych szkół wyższych oraz entomologowi. Na najpospolitszych przedstawicielach poszczególnych rzędów owadów rozpatruje autor rozmaite szczegóły budowy ciała (przetchlinki, łuski skrzydeł motyli, narządy zmysłowe, narządy okółoustne i t. p.), uczy przytem preparowania i sporządzania mikroskopowych preparatów, podkreślając przy każdej sposobności znaczenie rysowania.

Kurth F. — *Zwischen Keller und Dach. Tierische Mitbewohner des Hauses*. Mit 40 Textfiguren. Stuttgart, 1918. Franck'sche Verlagshandlung, nakładem Kosmos — Gesellschaft der Naturfreunde. Cena Mk. 2.

Książeczka popularna, omawiająca w sposób zajmujący świat zwierzęcy w najbliższem otoczeniu człowieka.

Zschokke F. — *Der Flug der Tiere*. Berlin, 1919. Verlag von Julius Springer. (110 pag.). Cena Mk. 5.

Ulbrich E. — *Deutsche Myrmekochoren*. Leipzig, Berlin, 1919. Verlag Theod. Fischer. Cena Mk. 3.20.

Myrmekochorami nazywa autor rośliny, które rozprzestrzeniane są prawie wyłącznie za pośrednictwem mrówek.

Arnold E. *Die Anlage und Erhaltung biologischer Insekten-sammlungen für unterrichtliche Zwecke*. München, 1920. Jos. C. Huber. (206 pag.). Cena 22 Mk.

Rzecz napisana dla nauczycieli, którzy pragną w tym kierunku z uczniami współpracować.

Wasmann Erich — *Die Gastpflege der Ameisen; ihre biologischen und philosophischen Probleme*. Mit 2 Taf. und 1 Abb. im Text. — Berlin, 1920. Gebrüder Bornträger. (pag. XVII + 176).

Rozprawa znakomitego znawcy życia mrówek ukazała się w 4 zeszycie wydawnictwa — *Abhandlungen zur theoretischen Biologie*, herausg. von Dr. Julius Schaxel. Zawiera ona własne poglądy Wasmanna na istotę i powołanie symfylji u mrówek i stanowi ważny przyczynek do myrmekologii.

A. Krasucki.

Ochrona Przyrody, organ Państwowej Komisji Ochrony Przyrody. — Kraków.

Idea ochrony przyrody ojczystej, szerzona w Polsce już przed światową wojną, zyskała pełne zrozumienie u władz rządzących w niepodległym państwie, czego oczywistym wyrazem jest powołanie do życia Tymczasowej Komisji Ochrony Przyrody. Rzeczona Komisja, obok prac organizacyjnych i badawczych, przystąpiła do szerzenia idei, której służy, przez specjalny organ, którego pierwszy zeszyt ukazał się na półkach księgarskich. Dobór komitetu redakcyjnego do którego należą Jan G. Pawlikowski, Eugeniusz Romer, Edward Schechtel, Stanisław Sokołowski i Władysław Szafer, daje pełną rękojmię, że czasopismo odpowie zadaniom, jakie sobie do zrealizowania postawiło.

Pierwszy zeszyt zawiera cały szereg cennych artykułów, które swą treścią wchodzą bądź to w zakres organizacji i realizacji podejmowanego hasła, bądź to są ciekawymi przyczynkami do fizjografii krajowej lub do historii usiłowań fizjograficznych w Polsce.

Na czele pomieszczono artykuł prof. J. G. Pawlikowskiego p. t. „O celach i środkach ochrony przyrody”. Znany myśliciel i esteta zaznacza słusznie, że ustawodawstwo, odnoszące się do ochrony przyrody, musi powstawać powoli i zharmonizować się z ustawodawstwem cywilnem, karnem i administracyjnem. Nadto o ile naprawdę idea ochrony przyrody ma być w Polsce zrealizowana — to przedewszystkiem społeczeństwo całe musi tę ideę zrozumieć i z całych sił popierać.

O wynikach pracy w kierunku ochrony przyrody na ziemiach polskich, w okresie przed wielką wojną zdobytych, informuje artykuł Wł. Szafera p. t. „Ochrona przyrody w Polsce”. Z zestawienia

rezultatów we wszystkich trzech zaborach okazuje się, że najintensywniej pracowano w Wielkopolsce i na Pomorzu, gdzie dzięki pracy prof. Conwentza zdołano wszystkie prawie pomniki przyrody odszukać i opisać. W zaborze austriackim idea ochrony przyrody znalazła znakomitych rzeczników w Akademji Umiejętności w Krakowie, w Polskiem Tow. Przyrodników im. Kopernika, w Gal. Towarzystwie leśnem, w Tow. Tatrzańskim i w Muzeum im. Dzieduszyckich. W pracy na tem polu niezłomnymi byli, Nowicki, Kotula, Janota, Łomnicki, Kulczyński a przede wszystkim Raciborski. Najslabiej rozkwitała idea ochrony przyrody w Kongresówce ze znanych nam powodów. Nie mniej jednak dzięki działalności Polskiego Tow. Krajoznawczego wiele również i w tej części Polski zrobiono.

O potrzebie zakładania rezerwatów leśnych poucza przepiękny artykuł prof. Sokołowskiego. Zachowanie lasu pierwotnego w niektórych okolicach, jako rezerwatu, ma wielkie znaczenie i dla nauki i dla życia. Przyrodnik bowiem znajduje w puszczy sposobność do studjowania najrozmaitszych przejawów biologicznych, leśnik — praktyczne wskazówki do racjonalnej hodowli lasu, geograf może badać czynniki, działające na zmianę krajobrazu, a każdy, umiający kochać i czuć przyrodę w nietkniętej puszczy, ma niewysychające źródło subtelnych wrażeń i wzruszeń.

Niestrudzonemu pionierowi na polu ochrony przyrody ojczystej, ś. p. M. Raciborskiemu, Komisja poświęciła osobny artykuł pióra W. Kuźniara.

O występowaniu w Polsce brekinji, rośliny ze względu na swą rzadkość i piękność wymagającej ochrony i pielęgnowania, traktuje artykuł B. Pawłowskiego. Opierając się na danych, pomieszczonych w literaturze tego przedmiotu, oraz na własnych spostrzeżeniach w Sądecczyźnie, nakreślił autor linię północno-wschodniego zasięgu tej rośliny, przechodzącą przez ziemie polskie.

W obszernym artykule sekretarz Zarządu Sekcji Ochrony Tatr, B. Wigilew, zestawił usiłowania tej sekcji, zmierzające do zachowania swoistego charakteru tego najpiękniejszego zakątka Polski.

Dobrym pomysłem redakcji „Ochrony Przyrody“ jest powiadamianie polskiego społeczeństwa o ruchu w kierunku ochrony przyrody u nas i w innych państwach.

W dziale „korespondencje“ na podkreślenie zasługują listy w sprawie ochrony lisa, zagrożonego świerzbem, oraz bociana.

Zeszyt pierwszy bogactwem treści, aktualnością spraw, prostą, lecz ujmującą szatą zewnętrzną zapowiada, że podjęte wydawnictwo będzie należało do jednych z lepszych w Polsce i zarazem powinno sobie zdobyć liczne grono czytelników i nabywców. B. Fułiński.

Sprawozdania z posiedzeń.

Oddział lwowski

Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika.

Posiedzenie administracyjne odbyło się dnia 26. października 1920 r. z następującym porządkiem dziennym:

1. Zagajenie prezesa Towarzystwa prof. Dr. Stanisława Niementowskiego.

2. Prezes Towarzystwa wnosi w imieniu Zarządu Głównego, by Zarząd Oddziału składał się z prezesa, wiceprezesa i dwunastu członków Zarządu, a komisja rewizyjna Oddziału z trzech członków, oraz aby Zarządowi Oddziału przyznać prawo kooptacji członków na wypadek wystąpienia któregoś z wybranych członków Zarządu. Uchwalono.

3. Wykład prof. Dr. Wiktora Syniewskiego p. t.: *Badania nad diastazą w zbożu.*

Mozolne doświadczenia prowadzone w ciągu kilku lat przez prelegenta nad diastazą jęczmienia doprowadziły do szeregu cennych i zajmujących wyników, które dadzą się streścić w następujący sposób: „badanie diastazy jest niezmiernie trudne i niewdzięczne z tego powodu, ponieważ ma się do czynienia z enzymem, który podobnie jak inne fermenty, nie dał się dotychczas, mimo licznych i blisko stuletnich usiłowań, chemicznie określić. Enzym ten pośredniczy, jak wiadomo, w przemianie skrobi (krochmalu) w cukier“.

Do badań nad diastazą jęczmienia został prelegent zachęcony wynikiem swych dociekań na temat chemicznej budowy skrobi. Nabral on przekonania, że w skrobi są poszczególne cząstki cukru (glukozy) powiązane między sobą pięcioma różnymi gatunkami wiązań. To kazało wnosić, że w rozkładzie skrobi bierze udział pięć różnych gatunków diastaz. Z tego zapatrywania wychodząc począł prelegent

szukać przypuszczalnych czynników diastatycznych i stwierdził w końcu, że diastaza słodu jest złożona z dwóch czynników nazwanych przez prelegenta *a* i *b* — diastazą; *a*-diastaza znajduje się w zbożu niesłodzonym, *b*-diastaza powstaje dopiero przez słodowanie, a mianowicie najprawdopodobniej z *a*-diastazy przez utlenienie. W każdym razie zostało stwierdzone, że substancji diastatycznej w ziarnie zbożowym nie przybywa podczas jego kiełkowania, lecz że część *a*-diastazy, mniejsza lub większa, zależy od długości czasu wyrastania ziarna, przemienia się w *b*-diastazę.

Znacznie silniejsze działanie słodu w porównaniu z ziarnem surowym należy przypisać dwom okolicznościom, a to po pierwsze tej, że w ciągu wyrastania ziarna następuje proteoliza, czyli odbudowa tych substancyj białkowych, które wiążąc *a*-diastazę, nie dopuszczają jej do działania, przychodzi więc do uwolnienia znacznej ilości *a*-diastazy, a powtórę tej, że po wytworzeniu się *b*-diastazy, działają obie razem znacznie energiczniej, aniżeli by to miało miejsce, gdyby każda z tych diastaz działała osobno.

W końcu objaśnił prelegent, jakie praktyczne korzyści możnaby w przemyśle słodowniczym odnieść, po zastosowaniu wyników tych badań, oraz wspomniał, że hodowla jęczmion będzie się musiała liczyć z tymi wynikami.

4. Wybór prezesa i członków Zarządu Oddziału lwowskiego. Wybrano prezesem prof. Dr. Jana Hirschlera, wiceprezesem prof. Dr. Wojciecha Rogalę, członkami Zarządu: prof. Dr. Ludwika Bykowskiego, prof. Dr. Benedykta Fulińskiego, prof. Dr. Tadeusza Godlewskiego, prof. Dr. Maksymiljana Hubera, prof. Jana Kinela, prof. Aleksandra Kozikowskiego, prof. Dr. Adama Krasuckiego, prof. Jarosława Łomnickiego, st. asystenta Uniwersytetu Jana Noskiewicza, Dr. Michała Świątkiewicza, prof. Dr. Juljana Tokarskiego i prof. Dr. Szymona Wierdaka.

5. Wybór Komisji Rewizyjnej Oddziału lwowskiego. Do Komisji wybrano: prof. Dr. Tadeusza Fiedlera, Dr. Władysława Kohlbergera i prof. Dr. Wiktora Syniewskiego.

Na pierwszym swem posiedzeniu, dnia 9. listopada 1920 r. ukonstytuował się Zarząd w następujący sposób: sekretarzem wybrano st. asystenta Uniwersytetu Jana Noskiewicza, zastępcą sekretarza prof. Jana Kinela, skarbnikiem prof. Dr. Szymona Wierdaka, zastępcą skarbnika prof. Aleksandra Kozikowskiego.

I. Posiedzenie naukowe odbyło się dnia 16. listopada 1920 r.

Na porządku dziennym wykład

Prof. Dr. Józefa Siemiradzkiego: *O pochodzeniu zwierząt kręgowych.*

Prelegent wskazuje na obecność już w najstarszych pokładach formacji kombryjskiej przedstawicieli wszystkich dziś istniejących szczepów świata zwierzęcego, z wyjątkiem jedynie kręgowców, które ukazują się na widowni światowej nieco później, przy końcu okresu sylurskiego, w postaci nielicznych i niezwykle dziwacznych ryb. Z tych najpierwotniejszych, mocno opancerzonych i pozbawionych odnóży przodków, jak dotąd mało jeszcze znanych, rozwinęły się drogą normalnej ewolucji, przez przystosowanie się do rozmaitych warunków życiowych, wszelkie kręgowce późniejsze. Okoliczność wszakże, iż przed końcem okresu sylurskiego kręgowców wogóle, jak się zdaje, nie było, zmusza nas do przypuszczeń, iż wykształciły się one z jakichś przodków, zaliczanych do innej gromady zwierzęcego świata. Wogóle podział systematyczny na gromady i rzędy dziś przyjęty, należy rozumieć jedynie w ten sposób, iż ugrupowania te przedstawiają wyłącznie pewien stopień rozwojowy organizmu, bynajmniej zaś nie są związane z sobą wspólnością pochodzenia od jednego hypotetycznego przodka.

Wspomniane wyżej, dziwaczne ryby z epoki sylurskiej posiadają obok nielicznych znamion rybich (łuska, zawiązek kręgosłupa, kostna tkanka zewnętrznego pancerza) wielkie mnóstwo najróżnorodniejszych znamion, całkowicie obcych kręgowcom późniejszym, łudząco natomiast podobnych do znamion przeróżnych skorupiaków. W dalszym swym rozwoju dziwaczne te ryby przetwarzają się częścią w normalne ryby kostołuskie i spodouste (ryby kostnószkieletowe są końcowem ogniwem ewolucji ryb kostołuskich, ukazującym się dopiero w okresie kredowym) — częścią zaś, przystosowując się do życia ziemnowodnego (ryby dwudyszne), przekształcają się stopniowo już z końcem epoki węglowej w liczne i różnorodne czworonogi podobne do traszek, salamander, a także jaszczurek i krokodyli, lecz odbywających przeobrażenie i oddychających za młodu skrzelami, jak płazy. W jeszcze późniejszym okresie permsko-triasowym te prapłazy zatracają swoje szczątkowe, płazowate i rybnie znamiona, osiągając stopień rozwojowy gadów (jaszczurki, węże, żółwie, krokodyle), trwających bez ważniejszych przeobrażeń do dnia dzisiejszego, oraz wytwarzają szereg bardzo różnorodnych czworonogów lądowych i wodnych (wyłączonych przez Haeckla w osobną gromadę razem z żółwiami i stekowcami Paratheria) — które łączą w sobie znamiona gadów, płazów i ssawców zarazem. Z owych paratheriów w następującym okresie jurajskim wytworzyły się liczne czworonogi, znane pod ogólną nazwą dinosaurów, niezwykle pomiędzy sobą się różniące, częścią podobne do ptaków, częścią do ssawców kopytnych lub owadożernych, których

jedynem wspólnem znamieniem jest budowa miednicy, podobna do ptasiej, co spowodowało zaliczenie ich do gromady gadów. W rzeczywistości dinozaury, rozpadające się na dwie odrębne grupy (*avireptilia* i *mammoreptilia*), były prawdopodobnie stekowcami, z których drogą ewolucji późniejszej, podczas epoki kredowej i eoceńskiej, powstały najpierwotniejsze ptaki z jednej strony, a ssawce kopytne i dydelfy z drugiej strony.

Mamy w ten sposób nieprzerwany szereg ewolucyjny od skorupiakowatych przodków paleozoicznej epoki, prowadzący przez stopnie rozwojowe płazów, gadów, stekowców do dwóch najwyższych, równorzędnych gromad: ptaków i ssawców.

W dyskusji zabierali głos: prof. Janeczko, prof. Dr. Fuliński, prof. Łomnicki, prof. Dr. Hirschler i prelegent.

II. Posiedzenie naukowe dnia 30. listopada 1920 r.

Porządek dzienny wypełnia odczyt prof. Dr. Jana Gwalberta Pawlikowskiego: „*O organizacji społecznej ochrony przyrody*“.

W gronie przyrodników — zaznaczył prelegent — zbyt rzadko byłoby uzasadniać znaczenie i potrzebę ochrony przyrody. Chce on jednak zwrócić uwagę, że ta idealna wartość, którą przyrodnik widzi w przyrodzie, wartość naukowo - poznawcza, nie jest jedyną, ale tylko jedną z pomiędzy idealnych wartości. Przyroda jest mieszkaniem nas wszystkich i można powiedzieć, że tak, jak kwestja mieszkania jest kwestją społeczną, tak samo jest nią kwestja tego wielkiego ogólnego mieszkania, przyrody. Jeśli to nie jest ogólnie uznane, to tylko dzięki brakowi dostatecznej kultury; dopiero wyższy stopień kultury przynosi poczucie potrzeby ochrony przyrody. Z tego faktu, że ochrona przyrody leży w interesie ogólnym, przyrodnik wysnuć winien pewne konsekwencje. Przedewszystkiem żądać należy ustawodawstwa ochronnego, uwzględniającego już nie jeden, przyrodniczo - naukowy, ale także wszystkie inne motywy ochrony przyrody, w tym bowiem szerokim prądzie łatwiej i przyrodnik postulaty swoje przeprowadzi. Pod tym względem rozmaite ustawodawstwa zachowują się rozmaicie; i tak w Prusiech przeważa motyw przyrodniczo - naukowy, we Francji estetyczny itd. Z pomiędzy innych motywów podnieść należy jeszcze motyw historyczno - pamiątkowy i motyw zachowania swoistych cech miejscowego krajobrazu. U nas pierwotne projekty ministerjalne stały na stanowisku jednego tylko motywu, przyrodniczo - naukowego, a nawet „zabytkowego“, chroniąc tylko przedmioty, którym już ostateczne wyginięcie zagraża. Niezależnie od tego Ministerstwo kultury i sztuki zainicjowało ochronę krajobrazu. Przeciw temu zwrócono zarzut, że akcja ochrony przyrody powinna być jednolita, a jedna ustawa powinna uwzględniać wszystkie motywy. Ta idea zwyciężyła,

a artykuł pierwszy projektowanego statutu organizacyjnego dla Państwowej Komisji Ochrony Przyrody powiada, że ochronie podlegać mają wszelkie twory przyrody, czy to poszczególne czy ich zbiorowiska, a także całe krajobrazy i okolice, których zachowanie czy to ze względów przyrodniczo-naukowych, czy estetycznych, czy pamiątkowych lub ze względu na swoiste cechy krajobrazowe, leży w interesie publicznym. Drugim wynikiem faktu różnorodności motywów ochrony jest zainteresowanie się tą sprawą szerszego ogółu. Bez takiego zainteresowania zaś niema mowy o skutecznej akcji ochronnej. Ochrona wymaga ograniczenia własności, które może być dobrowolne, względnie umowne lub przymusowe. Dla pierwszego musi przygotować teren opinia powszechna, co do drugiego, tj. wywłaszczenia czy to zupełnego, czy częściowego przez przymusowe ustanowienie tak zwanej „służebności administracyjnej“, to jest to środek kosztowny, którego tylko w ostateczności się używa i środek niepopularny. Trzeba przekonać opinię publiczną, że idzie tu istotnie o „interes dobra publicznego“. Opinia ta pozyskaną będzie niewątpliwie łatwiej dla innych motywów, jak dla motywu wyłącznie naukowego. Także i dla wykonania ochrony stosunek ogółu do niej jest bardzo ważny. Najlepszym konserwatorem przyrody jest uświadomienie i opinia publiczna. Rozmaite ustawodawstwa w rozmaitej mierze dopuszczają do udziału w akcji ochrony przyrody żywił obywatelski. Najdalej idzie Bawaria, gdzie akcja państwowa koordynuje tylko działania samodzielnych stowarzyszeń, we Francji w komisjach departamentalnych zasiada obok urzędników, w liczbie przeważającej, żywił obywatelski. Tak samo w komitetach prowincjonalnych pruskich; gdzieindziej istnieją „rady ochrony“ i „konserwatorowie“ ze sfer urzędniczych. U nas w Państwowej Komisji Ochrony Przyrody utworzonej w grudniu 1919 r. zasiadają obok delegatów ministerjalnych ludzie nauki, artyści i działacze społeczni; w prezydjum i wydziale wykonawczym nie ma wogóle urzędników. Organy prowincjonalne czyli „kuratorja“, mające siedzibę w miastach uniwersyteckich, zorganizowane są na wzór wydziału wykonawczego Komisji. Szerszą płaszczyznę zetknięcia ze społeczeństwem posiadają one nadto w „Radach Kuratorskich“ jako organie doradczym, złożonym z osób naukowo ukwalifikowanych, działaczy społecznych, reprezentantów stowarzyszeń itp. Nadto istnieje instytucja delegatów i korespondentów, zapomocą których sięga Komisja Państwowa w odległe kończyny kraju. Po za tą akcją państwową należy jednak budzić ruch w stowarzyszeniach; zaleca to wyraźnie artykuł 7-my statutu organizacyjnego Komisji; wchodzi tu w grę stowarzyszenia o pokrewnych tylko zadaniach (jak turystyczne, upiększania kraju itp.), które należy nakłaniać do rozszerzania działalności także na ochronę przyrody. Wreszcie zwrócił prelegent szczególną uwagę na znaczenie jednego typu stowarzyszeń, które za wzorem Niemiec rozszerzają się coraz silniej na Zachodzie, a mają i dla ochrony przyrody wielkie znaczenie; są to towarzystwa „ochrony swojszczyzny“ (Heimatsschutz). Strzegąc zachowania cech etno-

graficznych danej okolicy, stają także na straży jej zabytków historycznych, pamiątek i cech swoistych krajobrazu. Bodziec uczuciowo-patriotyczny podnosi w nich intensywność działania. Dla ochrony przyrody są one dziś w Niemczech najważniejszą właściwie ostoją. Należałoby pomyśleć o zaszczepieniu ich u nas. Pole działania jest szerokie — kończył prelegent — a początek zrobiony szczęśliwie dla wszystkich sił i zdolności; znajdzie się tu praca dla każdego w interesie wielkich zadań kulturalnych i narodowych.

W dyskusji zabierali głos: prof. Kozikowski, prof. Dr. Wierdak, prof. Dr. Hirschler i prelegent.

III. Posiedzenie naukowe dnia 14. grudnia 1920 r.

Na porządku dziennym wykład

1. Prof. Dr. J. a n a C z e k a n o w s k i e g o: „*Z badań antropologicznych nad uwarstwieniem etniczno-społecznym Polski*“.

W odczycie tym zaznacza prelegent na wstępie, że jakkolwiek co do antropologicznej strony zagadnień etniczno-społecznego uwarstwienia Polski posiadamy niedużo spostrzeżeń, jednakże krytyczna dyskusja istniejącego materiału otwiera już pewne perspektywy.

W antropologicznych cechach Piastów panujących w Krakowie i Polaków siedzących na Rusi Czerwonej zaznaczają się antropologiczne konsekwencje pierwotnego dominowania Wielkopolski w postaci ekspansji charakterystycznego dla niej północnego blondyna, tak liczego i na Nadwiślańskim Mazowszu.

Długotrwałe dominowanie Krakowa i wogóle Małopolski nie dało się dotąd stwierdzić w strukturze antropologicznej. Próby podjęte w tym kierunku przez Olechnowicza, a później przez Krzywickiego należy uważać za poronione co do szlachty. Mieszczenie natomiast tak lubelscy, jak i z płockiego, zdają się odchyłać w kierunku Małopolski.

Aktywna rola drobnej szlachty mazowiecko-podlaskiej za czasów Rzeczypospolitej odzwierciedla się w strukturze antropologicznej bardzo wyraźnie. Bez wątpienia z nią pozostaje w związku obecna przewaga typu krótkogłowych, krótkolichych, roślących blondynów wśród szlachty w porównaniu z ludem. Wobec tego, że główny rezerwoar drobnej szlachty znajduje się na terytorjum typu krótkogłowych, krótkolichych i roślących blondynów, emigrując przedewszystkiem na kresy południowo-wschodnie i podnosząc się szybko w hierarchii społecznej, czego najlepszym dowodem było ziemiaństwo na Podolu i Ukrainie, przesunęli oni w kierunku swego typu antropologicznego szlachtę polską w ogóle. O ile ten proces dotknął Wielkopolski i Małopolski właściwej, na zachód od Wisły i Sanu, nie wiemy dotąd, nie posiadamy bowiem stamtąd ani jednej serji spostrzeżeń.

Wobec tego, że dawniejsza szlachta polska i wielmoże, tworzący podstawy potęg Państwa polskiego, posiadali bezwarunkowo bardziej wielkopolski, bogatszy w cechy północno-europejskiego blondyna, skład antropologiczny, a okres upadku Rzeczypospolitej jest okresem wysuwania się innego typu antropologicznego krótkogłowych, krótkoliceych i rośłych blondynów, zwolennicy teorii Gobineau o wyraźnej nierówności państwowo-twórczych uzdolnień różnych ras Europy mogą uważać Polskę za przykład klasyczny, przemawiający na korzyść swych poglądów. Przykład to tem cenniejszy, że — jak wiadomo — żaden naród słowiański nie wytworzył tak trwałej organizacji państwowej i u żadnego typ północno-europejski blondyna nie jest tak liczny jak u Polaków.

W dyskusji zabierali głos prof. Bykowski i prelegent.

2. Prof. Dr. Józefa Siemiradzkiego: „O rodowym rozwoju ramienioplawów“.

Omawiając stanowisko systematyczne ramienioplawów zaznacza prelegent, że przez dłuższy czas uważano je za najniższą gromadę mięczaków, przy bliższem atoli rozpoznaniu ich budowy anatomicznej pierwszy Milne Edwards wyłączył je, przydzielając razem z mszywiolami i osłonikami do osobnej grupy, którą nazwał *Molluscoidea*. W roku 1847 Steenstrup uważał je za najbliżej spokrewnione z pierścienicami. W r. 1857 Gratiolet zbliża je do skorupiaków. Wątpliwości powyższe dotąd nie ustały. Jedni z zoologów jak Lacaze-Duthiers i Gegenbaur mieszczą je pomiędzy mięczakami, Steenstrup, Morse i Kowalewski zaliczają do robaków, inni do osłonic i mszywiolów. Wreszcie jeszcze inni, między nimi znakomity znawca tej grupy Oehlert, uznają je za samodzielny szczep, posiadający wybitne znamiona anatomiczne, różniące je całkowicie od wszystkich znanych grup zwierzęcego świata. Nie wdając się w tem miejscu w rozstrzygnięcie sprawy pochodzenia ramienioplawów, ograniczam się do zestawienia wyników badań embriologicznych z chronologicznym porządkiem ukazywania się rozmaitych typów tej grupy w kolejnem następstwie epok geologicznych — to bowiem może nam dać wskazówkę do rozstrzygnięcia sprawy zarówno filogenji, jak pokrewieństwa ramienioplawów z innymi gromadami zwierzęcego świata.

Z pomiędzy dziś żyjących ramienioplawów przewiertka (*Terebratula*) i jęczyczek (*Lingula*) różnią się zasadniczo w swojej budowie anatomicznej, tak, że stworzono dla nich dwa odrębne rzędy: *Ecardines* pozbawione zawiasy, posiadają długi przewód pokarmowy, zakończony odbytem na prawej stronie ciała, oraz *Testicardines*, o skorupkach połączonych zawiasą i krótkim przewodzie pokarmowym, zakończonym ślepo, bez otworu odbytowego. Atoli rozwój embriologiczny przewiertki wykazuje, że *Ecardines* stanowią jedynie przeżytki dawniejszych epok geologicznych, posiadają bowiem znamiona

takie same, jak 'embrjony ramieniopławów zawiasowych we wczesnem stadjum swego rozwoju. Przyjrzyjmy się teraz rozwojowi przewiertki, od najwcześniejszego stadjum poczynając. Z pierwotnej gastruli wytwarza się najpierw wolno pływająca larwa w kształcie orzęsionej torebki z długim przewodem pokarmowym, zamkniętym w jamie trzewiowej. Torebka ta okrywa się, jak u mięczaków, mięsistym płaszczem i również, jak u wyższych mięczaków (głównogów), dzieli się na trzy poziome odcinki: głowę, tułów i ogon. Na środku głowy leży otwór gęby. Koniec części ogonowej zapomocą pęczka szczecin przytwierdza się do twardej podstawy i wytwarza szypułkę, czyli t. zw. nogę. W dalszym rozwoju ciała larwy zwija się spiralnie, tak iż głowa znajduje się na środku brzusznej strony ciała i w tym czasie z płaszcza wydziela się pierwszy zawiązek skorupki, z kształtu podobnej do języczka (*Lingula*) — gęba leży w środku długości, nie posiada jednak jeszcze charakterystycznych dla ramieniopławów spiralnych przydatków czyli ramion, lecz jedynie 4 macki po bokach. Liczba tych macków rośnie coraz bardziej, noga (szypułka), jak u *Lingula*, przerasta znacznie całkowitą długość ciała.

W rozwoju późniejszym noga zanika, skorupka staje się szerszą, czułki okalające gębę tworzą okrągłą tarczę, a w skorupce na brzegu zawiasowym wytwarza się łukowate wykrojenie. Podobną budowę posiada dziś żyjący rodzaj *Platidia*. Przy średnicy 2—4 mm tarcza okalająca gębę rozrasta się w kształt podkowy, otwartej ku przodowi, gęba przesuwa się coraz bardziej wstecz, a czułki okalające podkową gębową (*cirrho*) są coraz liczniejsze i drobniejsze. Budowa skorupy w tym okresie jest podobną, jak u kredowego rodzaju *Magas*. Przy średnicy 5—6 mm końce podkowy zwijają się spiralnie, brzeg zawiasowy wyprostowuje się i wydłuża, a skorupka i zwierzę przybiera znamiona dziś żyjącego rodzaju *Mühlfeldia*. Przy średnicy 6—8 mm nasada ramion, umieszczona przy brzegu zawiasowym, rozrasta się ku środkowi, tworząc zamkniętą taśmę, jak u rodzaju *Terebratella*, wspartą na podłużnej przegrodzie, wyrastającej z wnętrza skorupy. W jeszcze późniejszym stopniu taśma rozrasta się coraz bardziej, odrywa się od środkowej przegrody, sama przegroda zanika całkowicie. Widzimy przeto, iż kształt narządu ramieniowego, na którym opiera się dotychczas systematyka ramieniopławów, jest znamięm nader zmiennem, skoro w ciągu rozwoju jednostki przechodzi przez najrozmaitsze kształty, uważane za typowe dla najrozmaitszych rodzajów i nawet rodzin. Co więcej, taśma ramieniowa, zwłaszcza jej końcowa część spiralnie zwinięta, bywa u niektórych postaci zwapniała (*Spirifer* itp.), u innych pozostaje miękka i w kopalnym stanie się nie zachowała. Że jednak i tutaj mamy do czynienia nie z różnicami zasadniczymi, lecz zmiennymi, dowodzi porównanie narządu ramieniowego dziś żyjących rodzajów przewiertek *Waldheimia* i *Terebratula* — posiadających całkowicie odmienne napozór taśmy ramieniowe. Za życia jednak taśmy te są zupełnie identyczne, jedynie tem się różnią, iż u *Waldheimia* dłuższy jej kawałek ulega zwapnieniu, przez co i taśma

staje się dłuższą. Badanie form najdawniejszych i ich kolejnego po sobie następstwa, w zupełności potwierdzają wyniki badań embriologicznych, uzupełniając je niekiedy. Najdawniejsze i najpierwotniejsze ramieniopławy z początku epoki kambryjskiej (*Rustela*) nie posiadają jeszcze ani zawiasy, ani narządu ramieniowego i odpowiadają stadjum rozwojowemu przewiertek, w którym się tworzy pierwszy związek skorupy. W środkowym kambrze szeroko rozpowszechnionym jest rodzaj *Obolus*, stanowiący przejście od *Rustela* do *Lingula*. Z początkiem syluru wyróżniają się trzy szeregi: zaginiona grupa *Siphonretacea*, oraz dwie dziś żyjące grupy: *Discinacea* i *Craniacea*, które uważać musimy na równi z rodzajem *Lingula* za niezmienione przeżytki epoki sylurskiej. Z innego pierwotypu dolnokambryjskiego (*Kutorgina*), posiadającego już związek zawiasy w skorupie, różniczkują się z początkiem syluru szeregi rozwojowe, po części trwające do dziś, jakkolwiek posiadają już odmienny, wyżej wykształcony narząd ramieniowy. Są niemi: *Orthacea* od sylurskiego rodzaju *Orthis*, szeregiem przejść (*Rhynchonellina* z epoki jurajskiej, *Terebratalla* z kredowej) połączone z żyjącymi dziś rodzajami *Megerlea* i *Krausia*, *Strophomenacea*, z końcem epoki djasowej przeradzające się w dziwaczne, do Hippurytów podobne, rafowe postacie, o których Steinmann przypuszcza, iż później musiały stopniowo utracić skorupę i przetrworzyć się w jakieś formy z pozoru podobne do osłonic — (potomkami tej grupy zdają się być dzisiejsze rodzaje śródziemnomorskie *Argiope* i *Cistella*), *Pentameracea*, przodkowie do dziś żyjącego rodzaju *Rhynchonella*, wreszcie *Terebratulacea* — gładkie jajowate formy, których przedstawiciele z epoki sylurskiej posiadały ramiona spiralnie zwapniałe.

W ten sposób możemy odtworzyć dość dokładnie drzewo genealogiczne ramieniopławów dzisiejszych, w którym łatwo się mieszczą wszystkie dotychczas znane formy kopalne. Co się zaś tyczy ich pierwotnego protoplasty z epoki przedkambryjskiej, przypuszczać należy, iż był podobny do dzisiejszej przewiertki w stadjach poprzedzających wytworzenie się pierwszej skorupy, kiedy kształt zwierzęcia ma jeszcze postać podzielonej na trzy odcinki, orzęsionej torebki, podobnej zarówno do larw głowonogów, jak do niektórych t. zw. robaków, przyczem nadmienić należy, iż według najnowszej systematyki zoologicznej szczep robaków (*Vermes*) został uznany za sztuczny zlepek i rozdzielony pomiędzy najrozmaitsze inne grupy świata zwierzęcego, a tak samo mszywioly, zaliczane razem z ramieniopławami do jednej grupy (*Molluscoidea*), rozdzielono na dwie zasadniczo różne grupy, z których jedną pozostawiono w pobliżu mięczaków, drugą zaś odniesiono w pobliże osłonic. Najbliższymi przeto krewniakami ramieniopławów pozostały tylko, jak to przypuszczali dawniejsi badacze — mięczaki.

W dyskusji zabierali głos prof. Dr. Hirschler, prof. Łomnicki i prelegent.

IV. i V. Posiedzenie naukowe dnia 18 i 25 stycznia 1921 r. wypełnił odczyt prof. Dr. Maksymiljana Hubera: *„Czas, przestrzeń, materja i kosmos w świetle Einsteinowskiej teorii względności“*.

Uzasadniewszy odczuwaną oddawna przez wybitnych myślicieli potrzebę oparcia fundamentu fizyki nie na wprowadzonych przez Newtona metafizycznych pojęciach „bezwzględnej“ przestrzeni i czasu, lecz na pojęciach wielkości fizykalnych, dających się bezpośrednio obserwować i mierzyć, prelegent wyprowadził Lorenzowskie, podstawowe równania t. zw. szczególniejszej teorii względności na drodze wskazanej przez Einsteina i objaśnił ich najważniejsze konsekwencje, jak nieosiągalność przez materję prędkości światła, względność pomiaru czasu i długości oraz utożsamienie materji z energią.

Przechodząc w drugim wykładzie do ogólnej teorii względności, związanej ściśle z teorią grawitacji, a wychodzącej z postulatu równoprawnienia wszelkich układów (bez względu na ich stan ruchu) przy matematycznym ujęciu praw przyrody, przedstawił prelegent Einsteinowską zasadę równoważności objawów bezwładności i grawitacji, jako najważniejszy argument uogólnionej zasady względności. Wskazawszy następnie na konieczność działania grawitacji na światło, potwierdzoną już doświadczalnie podczas zaćmienia słońca w r. 1919, tudzież na zależność metrycznych własności fizykalnej przestrzeni każdego układu odniesienia od pola grawitacyjnego, uzasadnił tem samem konieczność stosowania najogólniejszej geometrii nieeuklidesowej Riemanna przy użyciu ogólnych spólrzędnych Gaussa, określających czterowymiarowe kontinuum przestrzenno-czasowe świata zjawisk fizykalnych. Ustawione przy tych założeniach przez Einsteina cztery równania różniczkowe ruchu punktu materjalnego i dziewięć takichże równań dla potencjałów grawitacyjnych sprowadzają się w pierwszym przybliżeniu do równań klasycznej mechaniki Newtonowskiej teorii grawitacji. Drugie przybliżenie prowadzi do zupełnego objaśnienia obserwowanej oddawna perturbacji w ruchu Merkurego. Pod względem fizycznego znaczenia da się nowa teoria, przeistaczająca z gruntu nasz pogląd na ustrój świata zjawisk fizykalnych, zestawić zdaniem prelegenta, chyba tylko z nauką Kopernika.

Zastosowanie równań teorii względności do całego Losmosu każe, zgodnie z dawniejszemi zapatrywaniem niektórych wybitnych astronomów, uważać wszechświat za skończony w nieograniczonej przestrzeni o strukturze bardzo zbliżonej do „sferycznej“.

VI. Posiedzenie naukowe odbyło się dnia 15. lutego 1921 r. w sali Instytutu Geologicznego Uniwersytetu o godz. 6 wiecz. Przewodniczył prof. Dr. Jan Hirschler.

Porządek dzienny

1. Odczyt prof. Dra Benedykta Fulińskiego p. t.: *Z badań doświadczalnych nad wirkami.*

Studja eksperymentalne na przedstawicielach tej grupy zwierząt są wdzięcznym tematem do przeanalizowania zjawisk restytucyjnych. Ulubionym przedmiotem badań w tym kierunku były *Tricladida*. Morgan, Bardeon, Curtis, Hevens, Schultz, Steinmann, Lang i wielu innych, pracując nad tym obiektem, osiągnęli bardzo ciekawe rezultaty. Doświadczenia ich wykazały, że wypławki posiadają olbrzymią zdolność restytucyjną. Zwierzątko, pokrajane na kilka, a nawet kilkanaście części, odtwarza z czasem z każdej z nich całkowity organizm. Na podstawie tych wyników moglibyśmy uważać ciało wypławka za organizm, złożony z poszczególnych ogniw, związanych ze sobą w jednolitą całość. Gdy zabiegiem operacyjnym rozerwiemy ten związek, każde ogniwo ujawnia zdolność odtworzenia znowu całego organizmu. Ogniwa poszczególne w pewnych warunkach wykazują samodzielność rozwojową, ujawniającą się w t. zw. heteromorfozach i superregeneratach.

O ile przedstawiciele grupy *Tricladida* okazują się wprost „nieśmiertelnymi“ pod nożem operatora, o tyle druga grupa wirków *Rhabdocoela* w zjawiskach restytucyjnych przedstawia przedmiot o charakterze wprost przeciwnym. Prelegent doświadczenia swe przeprowadzał nad reprezentantami dwóch rodzin: *Dalyclidae* i *Typhloplanidae*. Cięcia były przeprowadzane głównie poprzecznie do długości zwierzątek. Zjawisk regeneracyjnych nie zauważył żadnych. Występowały tylko zjawiska reparacyjne. Za najgłówniejszą przyczynę braku zjawisk regeneracyjnych u *Rhabdocoela* uważa prelegent ubóstwo tkanki mesenchymatycznej.

W dyskusji nad tym wykładem zabierali głos: prof. Łomnicki, prof. Dr. Hirschler, prof. Dr. Wierdak, Dr. Kubik i prelegent. Prof. Hirschler, opierając się na własnych badaniach, zwrócił uwagę na ważność w procesach regeneracyjnych powierzchni rany. W pewnych warunkach mała powierzchnia zranienia nie prowadzi do zjawisk regeneracyjnych, ale do objawów reparacyjnych.

2. Odczyt p. Jana Noskiewicza: *O przemianie płci na podstawie badań R. Goldschmida.*

Jako drugi z kolei prelegent przedstawił asystent uniwersytetu Jan Noskiewicz rezultaty długich i niezmiennie mozolnych doświadczeń Ryszarda Goldschmida, profesora uniwersytetu monachijskiego, nad krzyżowaniem pewnych ras pospolitego i u nas motyla: rzapicy nieparki (*Lymantria dispar*). Za podstawę badań służyły Goldschmidowi niektóre rasy tego motyla, żyjące w Niemczech, Japonji i Płn. Ameryce, a wyniki krzyżowań — prowadzo-

nych w najrozmaitszych kombinacjach, pozwoliły podzielić je na grupę ras słabych i silnych. Różnica, jaka między obu temi grupami istnieje, polega na różnych wartościach potencjalnych pewnych stałych składników komórek rozrodczych i objawia się natychmiast, skoro tylko reprezentantów obu przeciwnych grup ze sobą skrzyżować. Zachodzić tu mogą dwa zasadnicze wypadki: 1. Jeśli rasę słabą połączyć jako matkę z przedstawicielem rasy silnej jako ojcem, to już w pokoleniu pierwszym wystąpią samce normalne i samice tylko obojnacze (z mniejszą lub większą ilością cech samczych). 2. Jeśli rasy silnej użyć jako matki, a słabej jako ojca, to pokolenie pierwsze okaże się u obu płci normalnem, lecz w pokoleniu drugim pojawiają się samce obojnacze.

Zjawisko występowania u osobników pewnej określonej płci znamion płci przeciwnej nazywa Goldschmid interseksualizmem, a osobniki, dotknięte tem zjawiskiem, interseksami.

Wszelkie inne kombinacje krzyżowań dają zawsze (lub prawie zawsze) wyniki normalne, jedynem przeto połączeniem, prowadzącem do wypadków interseksualizmu u samic, jest:

samica rasy słabej \times samiec rasy silnej; u samców:

samica rasy silnej \times samiec rasy słabej (w drugim pokoleniu) (\times jest znakiem skrzyżowania). U samców nie można jednak uważać tego za regułę. Rasami słabemi okazały się wszystkie rasy europejskie i płu. amerykańskie, silnemi niektóre z japońskich.

Poszczególne rasy, należące do każdej z dwu grup wyróżnionych, nie są ani jednakowo silne, ani jednakowo słabe, skutkiem czego, łącząc je między sobą na różne sposoby, można otrzymywać najrozmaitsze odcienie interseksualizmu. W wypadkach najsłabszych osobnik obojnaczy (np. samica) różni się tylko nieznacznie od samic normalnych, wykazuje instynkta często samicze, może kopulować i wydawać potomstwo. Dalej posunięty interseksualizm obejmuje już także organa rozrodcze i kopulacyjne, czyniąc zwierzę bezpłodnem, a końcowem wreszcie ogniwem tego długiego łańcucha przemian jest zupełne przekształcenie samicy (genetycznej) w samca lub odwrotnie (przemiana płci).

Wyniki takie daje np. skrzyżowanie rasy europejskiej *Fiume* (matka) z rasą japońską *Aomori* (ojciec). Potomstwo tych rodziców składa się wyłącznie z samców, wśród których mniej więcej 50% jest przekształconemi samicami (nibysamce).

Śledząc cykl przemian, zachodzących w każdym organie, podlegającym wypadkom interseksualizmu na wszystkich stopniach jego natężenia, doszedł Goldschmid do wykrycia ważnych praw, tłumaczących całokształt tych zjawisk ze stanowiska rozwojowo-fizjologicznego. Wykazał on, że kolejność przemian, spowodowanych przyczynami, wywołującemi interseksualizm, dokonywa się w kierunku odwrotnym do kolejności przekształceń, jakim podlega ustrój motyla w ciągu swej metamorfozy. Im później w rozwoju osobnikowym pewien organ osiąga swą postać ostateczną, w tem słabszych sta-

djach interseksualizmu przechyla się w kierunku płci przeciwnej. Organa (np. samca), które już we wczesnych fazach życia larwowego przyjęły postać definitywną, mogą u interseksu (słabego lub nawet średniego) pozostać nietkniętymi, podczas gdy organa, rozwijające się dłużej i wykończone dopiero w ostatniej dobie spoczynku poczwarcznego, nabywają we wszystkich szczegółach swej budowy makro- i mikroskopowej znamion samiczych. Osobniki, ulegające interseksualizmowi, rosną i rozróżniają się do pewnego okresu swego życia zgodnie z prawami płci, która im przypadła w udziale, by potem nagle (punkt zwrotny) załamać się w swym dotychczasowym rozwoju i wszelkie dalsze przekształcenia odbyć pod znakiem płci przeciwnej. Im wcześniej w okresie życia larwalnego zaznaczy się punkt zwrotny, tem więcej cech płci przeciwnej wykaże kompleks urządzeń somatycznych danego osobnika. Gdy wreszcie punkt zwrotny padnie u samej podstawy linii rozwojowej motyla, nastąpić musi zjawisko przemiany płci.

W dyskusji zabierali głos prof. Kozikowski i prelegent.

VII. Posiedzenie naukowe odbyło się we wtorek, dnia 1. marca 1921 r., o godz. 6 wiecz., w sali Instytutu Geologicznego Uniwersytetu. Przewodniczy prof. Dr. Jan Hirschler.

Porządek dzienny

Odczyt prof. Dra Benedykta Fulińskiego p. t.: *Bałtyk jako przedmiot badań biologicznych.*

Według badań Magnusa flora morza bałtyckiego rozpada się na trzy grupy. Pierwszą stanowią typowe rośliny morskie. Pochodzą one z morza północnego. Drugą grupą są rośliny zalewowe, trzecią rośliny słodkowodne, które rzeki do morza wnoszą. W miarę posuwania się na wschód ilość roślin słodkowodnych wzrasta na niekorzyść roślin morskich; w północnej części zatoki botnickiej dominują już formy słodkowodne.

Pod względem faunistycznym według badań Möbiusa zarysowują się dwie dziedziny: zachodnia i wschodnia. Granica biegnie południkiem, przechodzącym przez krańce zachodnich wybrzeży wyspy Rugii. Formy zwierzęce, występujące w Bałtyku, są eurytermicznymi i euryhalinowymi, t. z. są przystosowane do wielkich różnic temperatury i do znacznych różnic w zasoleniu wody morskiej. Część zachodnia morza bałtyckiego jest bogatsza w faunę, część wschodnia uboższa. W wschodniej części mogą żyć nawet niektóre zwierzęta słodkowodne, mogące znieść mały procent zasolenia. Najwięcej zwierząt przebywa do głębokości 120 stóp, mniej od 120—300 stóp, najmniej od 300—650 stóp.

Zachodnia część morza bałtyckiego, pozostająca w bezpośredniej łączności z morzem północnem, wykazuje w florze i faunie bardzo

wielką różnorodność, wschodnia natomiast część, aczkolwiek w ilość rodzajów i gatunków uboga, wykazuje masowe występowanie niektórych form.

Flora i fauna danego morza jest w ścisłej zależności od fizykalno-chemicznych warunków, w morzu badanem występujących. Badania dotychczasowe wykazały, że basen zachodni pod względem fizykalno-chemicznym różni się od basenu wschodniego. Już ekspedycja naukowa na statku Pomeranji stwierdziła granicę, do której w kierunku wschodnim sięga dopływ wody z morza Północnego o większym procencie soli, ale i w tym zachodnim basenie stopień zasolenia wody morskiej jest różny. W głębszych warstwach jest ona bardziej słona i tworzy prąd głębszy, idący z morza Północnego ku wschodowi. Na powierzchni jest mniej słona i tworzy prąd górny, wypływający z morza Bałtyckiego. Nadto i w płaszczyźnie poziomej stopień zasolenia jest różny, mianowicie maleje w miarę tego jak posuwamy się od zachodu na wschód. Uwarstwienie wód bardziej i mniej słonych ulega ustawicznym zaburzeniom, przeważnie wywołanym czynnikami klimatycznymi. Wiatry odgrywają tu rolę bardzo poważną. Nie mniejszy wpływ ma temperatura zależna od pór roku, powodująca t. zw. cyrkulację wody, raz na wiosnę, raz w jesieni. Wybitne znaczenie dla ogółu właściwości fizykalno-chemicznych wód morskich mają prądy główne, wnoszące do mórz i inną temperaturę i wodę o innym stopniu zasolenia.

Termika wody dla życia w wodzie morskiej jest — obok soli — pierwszorzędного znaczenia. Ciężota wody morskiej oscyluje. Obok wahań rocznych są nawet wahnięcia w ciągu doby. W lecie temperatura wód morza Bałtyckiego jest najwyższa, z głębokością wody maleje. W lecie występuje t. zw. prawidłowe uwarstwienie, na dole najzimniejsza, na górze najcieplejsza. W zimie zaznacza się uwarstwienie odwrotne. Przy dnie $+4^{\circ}\text{C}$. — ku górze woda coraz to zimniejsza aż do 0°C . Oczywiście warunki termiczne wody są ważnymi czynnikami w rozmieszczeniu geograficznym rozmaitych zwierząt morskich: wywołują one t. zw. cykliczną wariację, nazywaną także wariacją termiczną, wpływają na rozwój planktonu, są główną przyczyną rocznych i dziennych nawet przemieszczeń masy planktonowej, wywołują objaw t. zw. jaj trwałych, słowem są związane bezpośrednio z rozmaitymi objawami biologicznymi.

Problemat dna, badany przez Behrensa, wiąże się ściśle z jakością jestestw, w danym morzu żyjących. Dno morza Bałtyckiego na ogół ma być ubogie w wapień, z wyjątkiem rzecz prosta tych miejsc, w których skały wapienne występują. Część zachodnia jest w wapień bogatsza od wschodniej, co mogłoby nam tłumaczyć różnice we florze i faunie między częścią zachodnią a wschodnią.

Fauna Bałtyku wiąże się ściśle z fauną słodkowodną krajów ościennych. Dowodem na to jest występowanie raczka — *Mysis relicta* — w jeziorach północnej Europy, co tłumaczymy sobie w ten sposób. W okresie lodowym Bałtyk był połączony z morzem Białym i wyka-

zywał faunę arktyczną. W tej faunie była forma, zw. *Mysis oculata*. Z czasem jednak Bałtyk oddzielił się od morza lodowatego i utworzył wielkie, wysładżające się jezioro zw. ancylusowem, w którym *Mysis oculata*, forma morska, przekształca się w *Mysis relicta*, formę słodkowodną. Kiedy jednak z kolei jezioro ancylusowe połączyło się z morzem Północnem za pośrednictwem cieśnin duńskich i stało się znowu zbiornikiem wody słonej. *Mysis relicta* cofnąć się musiała do rzek a stąd do słodkowodnych jezior. W tej fazie połączenia się Bałtyku z morzem Północnem wtargnęła do niego ponownie *Mysis oculata*. Ponieważ jednak Bałtyk od tego czasu stale się wysładza, ta morska forma przechodzi z wolna w formę słodkowodną. I taką właśnie formę przejściową między *Mysis oculata* a *Mysis relicta* znaleziono w zatoce botnickiej.

W dyskusji zabierali głos prof. Łomnicki, prof. Hirschler i prelegent.

VIII. Posiedzenie naukowe odbyło się we wtorek, dnia 15. marca 1921 r., o godz. 6 wiecz., w sali Instytutu Geologicznego Uniwersytetu. Przewodniczy prof. Dr. Jan Hirschler.

Porządek dzienny

1. Prof. Dr. Hirschler zawiadania o darze p. Franciszka hr. Zamojskiego na rzecz Towarzystwa im. Kopernika parceli gruntowych, na których stoi stacja Towarzystwa w Drozdowicach.

2. Odczyt Dra Adama Dudzińskiego p. t.: *O geografji Bałtyku*.

Bałtyk jest płytkiem morzem śródziemnem, t. zw. panwiewem, o powierzchni 400.000 *klm*², średniej głębokości 55 *m* i objętości 22.000 *klm*. Morze Bałtyckie jest przytem dość bogato rozczłonkowane, tworzy bowiem trzy wielkie zatoki (Botnicką, Fińską i Ryską), cztery mniejsze (Kilońską, Lubecką, Pomorską i Gdańską) oraz wielką ilość małych.

Wybrzeża Bałtyku wykazują trzy typy. 1. Wybrzeże fjordowe będące odmianą wybrzeża riasowego (wschodnia Jutlandja). Posiada ono liczne, niewielkie lecz dość głębokie zatoki, a powstało przez zatopienie dojrzałego krajobrazu. 2. Wybrzeże wyrównane, często podwójne, na przestrzeni od zatoki Lubeckiej do Pomorskiej. Powstało skutkiem wyrównania przez fale i prąd brzegowy pierwotnie urozmaiconego wybrzeża, zbudowanego z luźnego materiału. Cechują je prostolinijne brzegi, płytkie zatoki lub jeziora, odcięte od morza wąskimi półwyspami, mierzejami (Fryska, Kurońska, Helska). Na brzegu usypały wiatry wydmy. 3. Wybrzeże szerowe, zajmujące największą część brzegów Bałtyku od zatoki Kurońskiej przez Estonję, Finlandję i Szwecję do Karlskrony. Odnacza się wielką ilością małych zatok

i wysepek (szerów), towarzyszących wybrzeżu. Powstało ono przez zatopienie nizko położonego kraju, zbudowanego ze skał twardych, wapieni, granitów i gnejsów.

Dno Bałtyku jest obszarem bryłowym, pociętym przez liczne uskoki, wzdłuż których jedne bryły obsunęły się w dół, tworząc głębsze części Bałtyku (niecki) inne pozostały w swoim położeniu, tworząc liczne progi, przedzielające niecki od siebie. Tak zbudowane dno uległo modyfikacji przez lodowiec dyluwialny, który w części północnej Bałtyku pozostawił przeważnie formy erozyjne (rynnny, baranie łby), na południu (od linii Kurlandja-Oeland) formy akumulacyjne (moreny, azary). Odrębnie ukształtowane jest dno zachodniej części Bałtyku, około wysp duńskich. Tutaj formy erozji rzecznej nie zostały jeszcze zatarte przez działalność morza. Przeważają formy dolinne.

Wyróżnić można w Bałtyku następujące części. 1. Kattegat, którego część wschodnia jest rynną do 100 *m* głęboką. 2. morze Bełtów, połączone z Kattegatem Wielkim i Małym Bełtem, którego głębokość poza rynnami nie przekracza 30 *m* (największa głębokość 58 *m*); ciągnie się ono aż do progu Darskiego (18 *m. gł.*), który oddziela je od 3. basenu głównego, rozpadającego się na szereg mniejszych części, a to: *a*) niecka Arkony, 65 *m. gł.*, *b*) na wschód niecka Bornholmu aż do ławicy Środkowej, do 100 *m. gł.*, *c*) niecka Środkowa, największa i najgłębsza, przedzielona ławicą Hoberg i wyspą Gotlandją na dwa ramiona, w których największe głębokości znajdują się w zatoce Gdańskiej, 109 *m*, na wschód od Gotlandji, 249 *m*, i na południe od Sztokholmu 462 *m*, *d*) niecka Ryska 53 *m. gł.* 4. Zatoka Botnicka, posiadająca trzy niecki: *a*) na zachód od wysp Alandzkich, 244 *m. gł.*, *b*) koło Hörnösand, 294 *m. gł.* i *c*) koło przyładka Björö, 124 *m. gł.*

Skład chemiczny wody Bałtyku niewiele się różni od składu wody Oceanu Atlantyckiego.

Zasolenie Bałtyku jest bardzo małe i wynosi średnio 7.8‰ (północny Atlantyk 35.8‰). Powodem jest oddzielenie płytkimi cieśninami od Oceanu, znaczny dopływ wód słodkich (powierzchnia zlewiska jest cztery razy większą od Bałtyku) i małe parowanie. Wymiana wód między Bałtykiem a Atlantykiem następuje zapomocą dwu prądów, słonego z Kattegatu, który przepływa przez Wielki Bełt dołem i słodkiego, który wypływa z Bałtyku i przepływa przez oba Bełty i Sund górny. Zasolenie Bałtyku jest bardzo zmienne, tak w przestrzeni jak w czasie, najsilniejsze jest na zachodzie (do 30‰), najsłabsze na północnym wschodzie (do 2‰). W ciągu roku zasolenie zmienia się w ten sposób że jego maksimum przypada na powierzchnię na luty, na dnie zaś na marzec. W basenie głównym należy wyróżniać dwie warstwy wody: wierzchnią (do 50 *m* grubą), której zasolenie jest nieznaczne (7.8‰) i ulega zmianom perjodycznym w ciągu roku, przyczem różnice zasolenia są nieznaczne (warstwa homohalinowa) i warstwę, wypełniającą niecki, o zasoleniu znacznie-

szem (do 12‰), ulegającym wielkim wahaniom, lecz nieperjodycznym, zależnym od odświeżania przez prąd słony.

Temperatura wód Bałtyku też bardzo zmienna, wynosi średnio 3.91°. Wyróżnić należy trzy warstwy wody. Wierzchnia, do 40 m gruba, ulega bardzo wielkim wahaniom w ciągu roku, odpowiednio do temperatury powietrza, tylko z właściwym wodzie opóźnieniem; amplituda roczna, bezwzględna tej warstwy wynosi 16° (amplituda roczna Helu 18°); warstwa średnia, ulega również wahaniom rocznym, lecz daleko mniejszym (amplituda 10°) a warstwa głębinowa, podlega bardzo małym wahaniom (2°), zupełnie od przebiegu temperatury powietrza niezależnym, a będącym w związku z odnawianiem się wody. W lecie występuje na Bałtyku bardzo silnie warstwa skokowa w głębokości 20—40 m, przyczem jej wyrazistość i głębokość pozostają w prostym stosunku do długości trwania okresu ciepłego. W zimie (luty) panuje na Bałtyku układ wód katotermiczny, w lecie (maj) dichotermiczny.

Lód tworzy się na Bałtyku teoretycznie (przy zasoleniu 7.5‰) w temperaturze 0.4°, jednak w razie ciszy może woda uleść przemrożeniu do kilku stopni. Zamarza corocznie północna część Bałtyku, t. j. zatoka Botnicka i Fińska, oprócz tego tworzy się lód u wybrzeży Szwecji i Inflant.

Fale na Bałtyku są nieznaczne (do 3 m wysok.), lecz z powodu krzyżowania dla żeglugi przykre.

Różnice przypływu i odpływu (tiden) nie odgrywają na Bałtyku żadnej roli, albowiem wynoszą na wybrzeżu połudn. maksymalnie 11 cm (w cieśninach duńskich 62 cm).

Poziom wód Bałtyku jest wyższy od Skagerraku — średnio o 15 cm. Powodem tego jest mniejsza gęstość wody. Różnica między poziomem zatoki Botnickiej a Skagerrakiem wynosi 37 cm, a więc w tym kierunku podnosi się woda Bałtyku.

Poszczególne wahania poziomu wód Bałtyku są dwojakie: spowodowane różnicą opadów atmosferycznych w zlewisku morza (do 22 cm) i wahaniami temperatury (do 32 cm). Pozatem burze są w stanie wywołać spiętrzenie wód do 3 m, które to zjawisko nosi nazwę „Scobär“.

Prądy na Bałtyku nie odgrywają większej roli. Oprócz dwu wyżej wymienionych, wywołanych różnicą zasolenia, są jeszcze prądy spiętrzeniowe, cyklonowe i dryftowe.

3. Odczyt Dra Bolesława Bujalskiego: *Szkic geologiczny Bałtyku.*

Pytanie, jak się zmieniały zarysy i rozmieszczenie lądów i mórz w ciągu historii ziemi, oddawna zajmowało geologów. Najlepiej poznanem pod tym względem morzem jest Bałtyk, którego powstanie nie sięga poza ostatnie dni historii ziemi.

Obszary, dziś zalane przez wody Bałtyku, nie są zbudowane jednolicie. Najdalej na północ wysunięta część Bałtyku, zatoka Botnicka, leży na starej, archaiczno-eozoicznej płycie. Płyta ta zbudowana z gnejsów z granitami i dolno-eozoicznych utworów piętra jatulskiego, uległa po osadzeniu się utworów jatulskich wypiętrzeniom, które rzuciły łańcuchy gór, biegnące z północnego zachodu na południowy-wschód. Drugi okres erozji zniszczył te góry przed osadzeniem się wyższych utworów eozoicznych, t. j. piętra jotnickiego (Sederholm). Piaskowce, konglomeraty i łupki do tego piętra należące, nie ulegały już wypiętrzeniom i leżą płasko na resztkach zniszczonych gór jatulskich. Ostatniem echem ruchów górotwórczych, które w poprzednich okresach wstrząsały tymi obszarami, są liczne uskoki i towarzyszące im prawdopodobnie wybuchy granitu rapakiwi. Z utworów paleozoicznych w północnej części zatoki Botnickiej niema żadnych osadów. Dopiero w zatoce Gefle, w zapadlisku tektonicznym, spotykamy resztki syluru dolnego, co pozwala nam przypuszczać, że i na dnie zatoki Botnickiej, w południowej jej części sylur znacznie się rozszerza.

W morzu Alandzkim, głębokiem do 300 m, mamy zapadlisko kotłowe z zachowanym sylurem górnym (Wimann). Tej dyslokacji towarzyszyły prawdopodobnie wybuchy porfirów kwarcowych, które zbudowały wyspy Alandzkie.

Na południe od opisanego obszaru leży strefa wielkich jezior rosyjskich (Ładoga, Onega). W zatoce Fińskiej i w obszarze jezior rosyjskich zamyka ją od południa glint skał paleozoicznych, w Szwecji natomiast masy granitu prowincji Smaland. Jak wynika z badań de Geera, Sederholma i innych, obszar wielkich jezior szwedzkich jest poprzecinany kilku systemami uskoków, które spowodowały zapadanie się, względnie wznoszenie pociętych przez nie brył. Przez to powstały rowy tektoniczne i horsty. Jeziora Wetteren, Wenern, Hjälmaren i Mälaren leżą w zapadliskach; tak samo i resztki utworów paleozoicznych, które w tym obszarze znajdujemy. Podobnie zbudowana jest okolica jezior rosyjskich. W przedłużeniu zatoki Fińskiej ku zachodowi spotykamy na N. od wyspy Gotska Sandön zapadlisko, które potwierdza przypuszczenie, że i część tego pasu, dziś stanowiąca dno morza, jest podobnie zbudowana, jak strefa wielkich jezior.

Główny kadłub Bałtyku tworzy nieckę, zbudowaną z utworów paleozoicznych, której oś ginie w kierunku południowo-wschodnim pod utworami młodszymi.

Południowo-zachodnia część morza Bałtyckiego należy do obszaru dyslokacyjnego herceyńskiego. Bornholm, stanowiąc przedłużenie tego obszaru, jest horstem wznoszącym się ponad zapadnięte obszary sąsiednie. Budowę tej części morza można odcyfrować w Skanji. Badania Nathorsta i innych wykazują tu istnienie wielkiej liczby uskoków różnego wieku, biegnących przeważnie w kierunku: północny-zachód, południowy-wschód. Większość uskoków, odbijających się dziś w morfologii, powstała w trzeciorzędzie.

Od paleozoikum do dyluwium obszar Fenno-Skanji był lądem. Historia Bałtyku zaczyna się dopiero od chwili, gdy lodowiec pokrywający Europę północną, cofnął się do łańcucha moren, biegnących z południowej Szwecji przez wyspę Oeland ku Estonji. W tym stadium południowo-wschodnia część Bałtyku tworzy jezioro lodowcowe. Lodowiec cofa się nierównomiernie, prędzej na wschodzie powolniej na zachodzie. Stąd jezioro to łączy się najpierw przez jeziora rosyjskie z morzem Białym. Przy maksimum rozwoju tej pierwszej transgresji uzyskuje Bałtyk połączenie z Kattegatem przez okolicę wielkich jezior skandynawskich. Jest to morze Yoldji. Powstanie jego uwarunkował ruch tektoniczny, który, według szwedzkich geologów, na kształt fal posuwa się za cofającym się lodowcem, zanurzając coraz to nowe obszary, a wynurzając poprzednio zanurzone. De Geer pierwszy ujął punkty równego wyniesienia w linje izobaz. Obiegają one wokół półwysp skandynawski koncentrycznie, a z przebiegu ich widać, że północna część Skandynawji silniej się wzniosła, niż inne. Osady morza Yoldji wykazują wstęgowanie, pozostające w związku z porami roku. Ciemne warstewki ilaste (zimowe) i bardziej jasne piaszczyste (letnie) leżą naprzemian. Na tej podstawie de Geer przeprowadził uwieńczoną dodatnim wynikiem próbę obliczenia w latach szybkości cofania się lodowca i towarzyszących temu zmian w zasięgu Bałtyku.

Z chwilą największego zasięgu morza Yoldji ku północy, na południu ujawia się fala elewacji, która, posuwając się ku północy, zamyka najpierw połączenie z morzem Białym, a następnie z Kattegatem. Z tą jednak chwilą, gdy fala elewacji dotarła do okolicy wielkich jezior szwedzkich, nowa depresja powoduje transgresję wód z północy na południe, nieco poza dzisiejsze wybrzeże Bałtyku i otwiera równocześnie połączenie z Kattegatem przez wąską cieśninę Oeresund. Bałtyk zmienia się więc znowu w jezioro śródlądowe, t. zw. jezioro Ancylusowe. Uboga fauna nosi charakter słodkowodny o ciepłym klimacie. Zwiększenie się amplitudy depresji na połud. powoduje rozszerzenie się zasięgu jeziora Ancylusowego i otwiera nową drogę do Kattegatu przez Bałty. Zasolenie wody się powiększa, jezioro Ancylusowe przemienia się w morze Litoriny (*Litorina litorea*). Sięgało ono do 160 m nad poziom dzisiejszego morza. Nowa fala elewacji, która podniosła północną część półwyspu skandynawskiego i spowodowała wysładzanie się wód tej części Bałtyku, zepchnęła jednak wkrótce faunę Litoriny ku południowi, a chwilę cofnięcia się tej fauny do wysokości Gotlandu uważa Munthe za początek nowej epoki, Limnei (*Limnaea ovata* var. *baltica*), stanowiącej początek dzisiejszej ery. Ta zaznacza się immigracją *Mya arenaria*. Dziś znajdujemy się w dalszej fazie elewacji Fennoskanji, przyczem północna część wznosi się z szybkością większą, niż część południowa. (Zatoka Botnicka około 100 cm na 100 lat, wybrzeże koło Sztokholmu około 42 cm na 100 lat).

Ile czasu potrzeba było dla przejścia wynienionych poprzednio zmian w zarysach Bałtyku i cofania się lodów, w przybliżeniu oblicza de Geer na podstawie wspomnianych poprzednio ilów wstęgowanych. Według tych obliczeń morze Yoldji istniało od 10 do 6 tysiąclecia przed Chrystusem. Jezioro Ancylusowe do 4 tysiąca lat, a morze Litoriny mniej więcej do 1500 przed Chrystusem. Jakkolwiek te cyfry mają tylko bardzo przybliżoną wartość, świadczą one jednak o tem, jak młodym jest Bałtyk i w jak krótkim stosunkowo czasie odbyły się wszystkie wyżej wymienione zmiany.

W dyskusji nad tym wykładem zabierali głos prof. Dr. Siemiradzki i prelegent.

IX. Posiedzenie naukowe odbyło się we wtorek, dnia 22. marca 1921 r., o godz. 6 wiecz., w sali Instytutu Geologicznego Uniwersytetu. Przewodniczył prof. Dr. Jan Hirschler.

Porządek dzienny

1. Odczyt prof. Dra Jana Czekanowskiego: *Z antropologii obszarów bałtyckich*. Prelegent streszczenia nie nadesłał.
2. Odczyt prof. Dra Wawrzyńca Teisseyrego: *Borysław w świetle tektoniki porównawczej*.

Tektonika porównawcza jest jedną z najmłodszych gałęzi geologii. Jestto niezbędne uzupełnienie wiadomości w zakresie geologii miejscowej, opartej na badaniu odsłonięć skał, na doświadczeniu zdobytem robotami górniczymi, wierceniami i t. d.

Metoda tektoniki porównawczej, jak np. porównanie Podola z przedmurzem Alp, przechodzi w Małopolsce próbę ogniową w chwili znanego głębokiego wiercenia na placu wystawowym we Lwowie w r. 1894. Różne przepowiednie co do tego wiercenia krążyły w kołach fachowców. Wynik wiercenia lwowskiego stwierdza doniosłość metody porównawczej i udowadnia niedostateczność dawniejszych badań tektonicznych, jako wyłącznie miejscowych.

W ten sposób wychodzi na jaw nieznana przedtem sieć dyslokacyj małopolskiego przedmurza Karpat. Główna linja w całej sieci załamania skorupy ziemskiej czyli uskoków i innych zaburzeń biegnie w Małopolsce przez Wysoki Zamek we Lwowie i jest do Karpat równoległa

W geologii miejscowej okolic Lwowa, jak i całego Podola, dyslokacje, któremi objaśniamy znany rezultat lwowskiego wiercenia, są źródłem, z którego czerpiemy coraz to nowe zagadnienia, jak np. co do zmiennych miejscowych warunków fizykalnych osadów morskich i słodkowodnych, co do procentu rozwoju plastyki powierzchni itd. Porównawcze zastosowanie tych dyslokacyj do zrozumienia geologicznej budowy krajów i okolic odległych, niedoceniane przez długi czas, stało się możliwe dopiero z chwilą, gdy one z literatury naukowej

polskiej przeszły także do literatury zagranicznej. Wtedy okazało się, że są to po części walne dyslokacje, bądź to wybiegające daleko poza granice Polski, bądź też pozostające w ścisłym związku z podziemnym ustrojem czyli tektoniką krajów ościennych, od Bałtyku do Morza Czarnego i od Wiednia do Morza Azowskiego.

Wskazując na znany fakt, że przedmurze Karpat, tj. płyta Sudetów i płyta Podola nurzają się ku południowi popod fałdy, z których powstało to dzisiejsze pasmo gór, prelegent wyróżnia dwa ważne systemy dyslokacyj wspólnych Karpatom i ich przedmurzom.

Olbrzymie na kilka tysięcy metrów głębokie zapadlisko, z równane niedopoznania sfałdowanymi osadami formacji solonośnej, ciągnie się pomiędzy brzegiem Karpat a Podolem. Ponad wewnętrznem, wzdłuż Karpat biegnącym skrzydłem tego zapadliska leży Borysław.

Budowa brzegu Karpat w Borysławiu, rozpatrywana dotychczas wyłącznie metodą techniki miejscowej, jakkolwiek zastosowaną w sposób niemal bezprzykładnie ścisły przez spożytkowanie wyników licznych wierceń, wymaga mimo to z kolei objaśnień metodą porównawczą, metodą, której doniosłości udowodniło u nas dawne wiercenie lwowskie z r. 1894.

W licznych podróżach wzdłuż brzegu Karpat w Małopolsce i Rumunii, od r. 1919 z ramienia świeżo powstałego Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie, przystąpiono do rewizji zdjęć geologicznych w celu zastosowania do nich metody porównawczej. Na tej podstawie prelegent uzasadnia różne tezy, ważne dla wyjaśnienia budowy podziemnej Borysławia.

1. Znana antyklina borysławska, będąca siedzibą tamtejszego bogactwa naftowego, ukryta w głębi podziemia pod grubym pokładem warstw dobrotowskich i ilów formacji solnej, nie jest częścią dna zapadliska podkarpackiego, czyli t. zw. fliszu tubylczego, jak dotychczas sądzą fachowcy, ale jest to część dzisiejszego brzegu Karpat, która się oberwała od tego brzegu i zapadła w głąb. Dzięki zapadnięciu się ten skrawek brzegu fliszowego zachował swój potężny, na setki metrów gruby płaszcz ilowo-margłowy (warstwy dobrotowskie i formacja solna), który natomiast w obrębie pozostałej, t. zw. wiszącej części brzegu fliszowego uległ doszczętnej denudacji. W stosunku do węglowodorów tworzących złoża naftowe w antyklinie borysławskiej ten płaszcz ilowo-margłowy osadów młodszych jest oczywiście warunkiem konserwacji złóż. Gdyby nie ten płaszcz ochronny złoża naftowe byłyby w Borysławiu tak ubogie, jak są istotnie w granicach sąsiedniej, ponad zapadliskiem podkarpackiem wiszącej części brzegu fliszowego Karpat.

2. Przekroje podłużne brzegu Karpat, dołączone do cennej monografii Kropaczka, przedwcześnie przez wojnę wyrwanego nauce, dzielnego krzewiciela naftowej geologii w Borysławiu, uzupełnić należy zdjęciami i wynikami wierceń, rozmieszczonych poza obszarem, objętym temi przekrojami. Tak uzupełnione przekroje podłużne Kro-

paczka świadczą o istnieniu w okolicy Borysławia transwersalnej fleksury, o budowie nadzwyczaj płaskiej, a zatem t. zw. „płytowej“.

W Karpatach tego rodzaju dyslokacja może być tylko odzwierciedleniem ukrytego pod fałdami fliszu przedmurza, a zatem w okolicy Borysławia ukrytego dalszego ciągu „płyty Podola“.

Linja Gołogór jest jedyną transwersalną dyslokacją przedmurza Karpat, co do której nie było dotąd wiadome, czy wybiega ona poza dzisiejsze Podole na obszar przedmurza, ukrytego pod Karpatami.

Dla powstania i geograficznego rozprzestrzenienia wzbogaconych złóż naftowych w Borysławiu jest rozstrzygające to skrzyżowanie się przedłużonej dyslokacji Gołogór z siodłem produktywnym Borysławia. Jest bowiem wiadome, że tego rodzaju skrzyżowania fałdów, czyli t. zw. „kopuły“, mają istotnie pierwszorzędne znaczenie dla sposobu migracji węglowodorów wzdłuż danej antykliny podłużnej. Poprzeczne depresje między kopułami są dla górnictwa naftowego mniej lub więcej niekorzystne albo też wogóle wykluczają złoża naftowe. Ponadto kopuła Borysławska przypada na taką linię tektoniczną transwersalną, która należy do najmłodszych dyslokacji wspólnych Karpatom i ich przedmurzu (por. Atlas geolog. Galicji, zes. 8).

Prelegent kładzie nacisk na potrzebę zreformowania poglądów co do czynników ważnych, dla pierwotnego rozwoju i migracji późniejszej węglowodorów. Teza: „Flisz i nafta“ nie jest ścisła, pomimo że hołdują jej poważne i cenne skodinał dzieła fachowe z zakresu geologii naftowej, jak kilkutomowa książka Höfera. Ale wskutek zbyt mało jeszcze znanych praw migracji węglowodorów, niema wzbogaconych złóż w otoczeniu bezpośrednim pierwotnych ich siedzib rozwojowych.

Prelegent wyróżnia w stosunku do soli i węglowodorów dyslokacje rozwojowe od innych dyslokacji, które mają znaczenie migracyjnych dyslokacji wzbogacających czyli dodatnich i to w przeciwieństwie do dyslokacji migracyjnych negatywnych, w których sąsiedztwie złoża, niegdyś wzbogacone, później ubożeją i zanikają. Dzisiaj są to zaledwie wykryte fakty, naprowadzające na ślad zjawisk wzajemnie zawisłych, ważnych ale nieznanych.

Podług danych, zestawionych w osobnej rozprawie, która niebawem się pojawi, ma dla węglowodorów doniosłe znaczenie budowa tektoniczna ukrytego pod Karpatami przedmurza.

Liczne wiercenia w różnych powiatach wsch. Małopolski, na brzegu fliszu Karpat rozmieszczone, zmierzają do wykrycia złóż naftowych, któreby w przyszłości mogły zastąpić Borysław. Jest na czasie spożytkować wiercenia borysławskie dla celów tektoniki porównawczej, bez której niema podstaw naukowych dla poszukiwań za przyszłym Borysławiem. Tak jak dawne wiercenie lwowskie (1894) dzięki dyslokacjom, które wówczas wyszły na jaw na Podolu, po dziś dzień rzuca snop światła na problemy dotyczące podziemia w okolicy Borysławia, tak też

w przyszłości wolna Polska nie obejdzie się bez głębokich wierzeń teoretycznych, rozmieszczonych w okolicach krytycznych dla tektoniki porównawczej Polski.

W dyskusji nad tym wykładem zabierali głos prof. Dr. Rogala i prelegent.

X. Posiedzenie naukowe odbyło się we wtorek, dnia 6. kwietnia 1921 r., o godz. 6 wiecz., w sali Instytutu Geologicznego Uniwersytetu. Przewodniczy prof. Dr Jan Hirschler.

Porządek dzienny

Odczyt prof. Dra Szymona Wierdaka: *O roślinności Bałtyku.*

Badania naukowe nad roślinnością Bałtyku datują się od 1871 r., w którym to roku udała się ekspedycja niemiecka z zatoki Kilońskiej na parowcu Pomeranja w celu poznania morza Bałtyckiego pod względem przyrodniczym. Referat botaniczny prowadził prof. P. Magnus. Zdolał on zebrać z różnych grup wodorostów morskich około 100 gatunków, z czego na rośliny kwiatowe przypada 6 gatunków. Odnośnie do występowania i rozmieszczenia flory środkowej części Bałtyku wyróżnił prof. Magnus trzy grupy roślin.

Do grupy pierwszej należą właściwi mieszkańcy wód morskich, dla których morze jest naturalnym siedliskiem. Rośliny tu należące posiadają zdolność życia w wodzie o bardzo różnorodnej zawartości soli i one to stanowią większość flory środkowego Bałtyku.

W kierunku ku zatoce Botnickiej występują one coraz rzadziej, aż wreszcie brakuje ich zupełnie. Podkreślić tu należy ważny szczegół biologiczny, a mianowicie, że flora ta tutaj rozwija się o wiele później w roku, aniżeli w Morzu Północnem, czego typowym przykładem jest morskocznik (*Fucus vesiculosus*), który w środkowej części Bałtyku, np. w pobliżu Gotlandji, znajduje się często w całkiem jeszcze młodym stanie, podczas gdy w Sundzie o tej samej porze roku jest już silnie rozrośnięty i owocujący. Przyczyn późniejszego rozwoju flory szukać należy częścią w jej powolniejszym i słabszym wzroście w wodzie mało słonej, częścią w dłuższem działaniu zimnej pory roku na wodę zamkniętego ładami morza.

Gatunki grupy drugiej należą do roślin, żyjących w wodach morskich, wysłodzonych. Udaają się one najlepiej w słabo słonej wodzie i nie potrafią trwale rość ani w wodzie bardzo słonej, ani w słodkiej.

Trzecią grupę flory Bałtyku tworzą rośliny, które przywędrowały z wód słodkich do morza.

Im bliżej zatoki Botnickiej, tem coraz więcej ubywa form morskich a przebywa słodkowodnych, tak że w części północnej tejże zatoki występują wyłącznie gatunki słodkowodne.

Przy końcu swoich sprawozdań botanicznych zaznacza Magnus, że dostateczne roślinno-geograficzne poznanie flory Bałtyku można osiągnąć tylko przez specjalne, szczegółowe badania. Że właśnie takie szczegółowe, miejscowe badania po tej wyprawie nastąpiły, świadczy o tem cały szereg specjalnych prac różnych badaczy, a przede wszystkim niemieckich i szwedzkich.

Ponieważ z natury rzeczy bliżej interesuje nas morze Bałtyckie, przytykające do wybrzeża polskiego, przeto dalsze uwagi poświęcę scharakteryzowania roślinności, występującej w zatoce Gdańskiej.

Głównymi składnikami roślinności zatoki Gdańskiej są typowe glony, a to: krasnorosty, brunatnice, zielenice i sinice. Z roślin kwiatowych rosną tam t. zw. trawy morskie (*Zostera marina* i i.), tworzące w miejscach zacisznych przybrzeżne łąki podwodne sięgające do 10 m głębokości (np. kępy Oxhöft, Inwiek, Ceynowa). W pasie zatoki otwartym, w części wschodniej i na zewnątrz półwyspu Helu łąk wymienionych brak zupełny. W miejscach płytszych przyłączają się do towarzystwa także rdestnice i i., zaś jako pionierów roślinności przybrzeżnej wymienić należy trzciny, sitowia a w niektórych miejscach i ramieniece.

Na stosunkowo małe rozprzestrzenienie się roślinności poziome, odnośnie do dna morskiego, wpływa brak odpowiedniego oświetlenia podłoża, powodowany tem, że rzeki sprowadzając dużo zanieczyszczonej wody, zwłaszcza po silnych deszczach, poza tem zaś duże ilości planktonu (tj. roślin i zwierząt pływających), przyczyniają się do zmniejszenia naświetlenia głębszych warstw wodnych. Jeszcze więcej, niż światło, decyduje o poziomie rozmieszczeniu flory właściwość samego dna, które jeśli pokrywa ruchomy piasek lub namul nieustalony, to wodorosty nie mogą się do niego odpowiednio przyczepić i w takich miejscach dno jest zupełnie roślin pozbawione. Taką samą zależność osiedlania się masowego glonów od jakości podłoża stwierdził również J. Reinke dla zachodniego Bałtyku.

Ze względu na pionowe rozmieszczenie glonów należy nadmienić, że dno morza w Skagerraku pokrywa szata glonów nawet w głębokości większej, niż 40 m poniżej poziomu zwierciadła wody; w części Bałtyku zach. sięga roślinność najwyżej do głębokości 45 m, a w obszarze zatoki Gdańskiej w najpomyślniejszym wypadku tylko do 25 m. W górnych warstwach przeważają glony zielone i sine; glony czerwone sięgają najgłębiej, a pośrednie mniej więcej stanowią wisko zajmują brunatnice. Poszczególne gatunki wymienionych grup glonów mieszają się z sobą, co zwłaszcza wybitne ma miejsce w głębokości 2—8 m.

Odnośnie do stanowiska roślinno-geograficznego należy zaznaczyć, że wszystkie gatunki znalezione w zatoce Gdańskiej są rozprzestrzenione w reszcie morza Bałtyckiego. Wyjątek stanowi wodorost *Bangia pumila*, który jest endemizmem wschodnio-bałtyckim. Z dokładniejszego porównania wyników badań uderza nas stosunkowo mała ilość

form w Bałtyku wschodnim, wobec bogactwa tychże w Bałtyku zachodnim. Ogólna ilość gatunków glonów w zatoce Gdańskiej dochodzi do liczby 95, zaś dla Bałtyku zach. podaje Reinke 255 gatunków.

Pewna liczba form dosięga w zatoce Gdańskiej wschodniej granicy zasięgu. Nadto przeważają w zatoce gatunki północne, pochodzące z Oceanu lodow. półn., zwane także elementami arktycznymi.

Ponieważ obecny stan roślinności morza Bałtyckiego jest naturalnym wynikiem, uwarunkowanym przeszłością, przeto i wyjaśnienie dzisiejszego obrazu roślinnego da się uskutecznić przedewszystkiem na podstawie historii geologicznej Bałtyku.

XI. Posiedzenie naukowe odbyło się we wtorek, dnia 19. kwietnia 1921 r., w sali Instytutu Geologicznego Uniwersytetu. Przewodniczy prof. Dr. Jan Hirschler.

Porządek dzienny

Odczyt prof. Dra Adama Maurizia p. t.: *Początki rolnictwa — teorie i fakty.*

Nowoczesne zapatrywanie na początki pracy ku uzyskaniu pożywienia daje się streścić jak następuje. Wszelkie zajęcie rozpoczyna się od zbierania dziko rosnących roślin, tj. od pierwotnego nabywania. Zbierane owoce, nasiona i ziele, drągiem do grzebania wykopane korzenie i kłaczce — oto pierwsze pożywienie roślinne; polewka jest pierwszą gotowaną potrawą. Potem ludzkość przechodzi do gospodarstwa t. zw. okopowego, do pierwszej uprawy, a posługuje się przy tem motyką. Z wielkiej ilości roślin zbieranych, tylko niektóre, rosnące w pobliżu siedzib, nadają się pod uprawę. Między niemi spotykamy prosoвате, nasze zboża, grykę, strączkowe i różne jarzyny. Obok polewki występuje jej zgęszczona postać, bryja; zgęszczona bryja jest pierwszym pieczywem, plackiem. W tych dwóch wymienionych okresach pracuje wyłącznie kobieta nad uzyskaniem pokarmu. Gospodarstwo przechodzi w rolne czyli pługowe, t. zw. od pługa, który wyszedł z sochy i z motyki. Niektóre rośliny zbierane i rośliny okopowe zostają wykluczone z pożywienia, zboże zyskuje coraz większe upodobanie. Ze zgęszczonej bryi i placka powstaje chleb. Wreszcie w późnym okresie gospodarstwa rolnego walczy chleb biały i czarny, pszenica i żyto o uznanie; jesteśmy świadkami tej walki. Poglądy te zawdzięczamy Ed. Hahn'owi, a prelegent rozszerzył je swemi dociekaniem nad postępem pożywienia roślinnego. Pożywienie prowadzi od polewki do chleba. Widocznem jest przy tem, iż wyszliśmy od pożywienia rzadkiego (90 i więcej % wody) do zgęszczonego (38—40 procent wody).

Ta teoria jest znana dzisiaj tylko niektórym przyrodnikom, ogólnie uznana natomiast jest teoria t. zw. trój-okresowa. Głosi ona, iż rozwój prowadził od myśliwstwa do pasterstwa, nareszcie do rolnictwa. Nie

znamy początków tej teorji, a prelegent stara się wyjaśnić jej pochodzenie, a zarazem powody tak ogólnego uznania.

Rzecz ma się według niego podobnie, jak z podaniami o powstaniu świata, które wyświeśla Arrhenius w znanem swem dziele. Badacz ten stwierdza, że wszystkie wierzenia, nie wyjąwszy chrześcijaństwa, wychodzą od upadku człowieka, straconego szczęścia w raju, od wieku złotego i t. p. przypuszczeń. Właściwym podkładem teorji trójkresowej są wedle Maurizia te same podania. Nie jest jednak dowiedzione, iż teorję trójkresową sformułowali pisarze starożytni. Twierdzenie, jakoby Dicaearchus był jej właściwym autorem, nie jest poparte żadnym bliższym szczegółem.

Jednakże ta teorja jest wyraźnie zarysowana u klasyków Grecji i Rzymu; była powtarzana w czasach Odrodzenia i poprzez XVIII wiek aż do naszych dni. Ręka w rękę z nią idą pochwały dzikich ludów, znane już w starożytności, odświeżone po odkryciu Ameryki, modne w XVIII wieku, a powtarzane do ostatnich czasów.

Z podaniami o utraconem pierwotnem szczęściu, wiąże się również mniej lub więcej ściśle przekonanie o doskonałości Aryjczyków i pierwszeństwie Azji w cywilizacji, o Robinsonie, o złotym wieku pierwotnego komunizmu czyli o Arkadii, zarówno konserwatywnych, jak socjalistycznych polityków.

Przypuszczenie Hahn'a, jakoby Fryd. List był twórcą teorji trójkresowej, nie jest słuszne. Prawdopodobnie powstała, jeśli nie w starożytności, to w XVI wieku. Lecz jej początki nie są dotychczas zbadane. Pod wpływem wykształcenia klasycznego i jego tradycji, a także z powodu zbyt utylitarne go kierunku niektórych gałęzi nauk przyrodniczych, utrzymała się teorja trójkresowa jako ogólnie panująca.

Przechodząc do objaśnionej na początku swego odczytu, nowoczesnej teorji przyrodniczej, wskazuje prelegent, iż pierwszym teoretykiem postępu i udoskonalenia w rolnictwie był Varro (ze swym dialogiem „de Rustica“, pisanym w latach 35—30 przed Chrystusem). Ale dopiero Lewis Morgan kreśli w roku 1875 nowożytną teorję o początkach uprawy, a od r. 1892 pogłębia ją w licznych pracach Edward Hahn. Nowa teorja jest owocem przeważającego, optymistycznego wpływu nauk przyrodniczych i stoi w rażącej sprzeczności z tysiącletnim pesymizmem wierzeń, w których musimy szukać źródeł dotąd ogólnie panującej teorji trójkresowej. Morgan-Hahn zyskują powoli zwolenników między przyrodnikami, natomiast ekonomiści i rolnicy nie znają ich prawie.

Podstawy tych dwóch hipotez o pracy na roli są zupełnie różne. U dawnej, odwieczne podania odpowiadające ludzkiej tęsknocie do szczęścia, piękna opowieść grecka; u nowej nauki przyrodnicze i badania czasów przedhistorycznych. Lecz w samej treści, w swych głębinach, mają oba kierunki wiele wspólności. Twórcy tych kierunków wygłaszają rady, przestrogi i przepowiednie przeznaczone dla współczesnych społeczeństw. Morgan i Hahn podnoszą ogromne

znaczenie pracy ręcznej i zasługę kobiety; cała praca — to praca drobnego włościanstwa. Przecież to słowo w słowo wyrażenie dążeń czasu. Nauka się nie spieszyła, nie wyprzedzała nas, dowodzi tego, co jest oczywiste każdemu.

Rozwiązanie, wyjście z wstrząśnięć społecznych, które przeżywamy, jest równie niepewne i trudne, jak było w strasznych przejściach gospodarczych upadającego Rzymu. Jak wtedy, tak i dzisiaj najlepsze siły odwracały się ze wstrętem od samolubnego porządku. Jak wtedy, tak po części i dzisiaj zwraca się ludzkość do przeszłości po dobrą radę.

Na pytanie, czy optymistyczne, przyrodnicze zapatrywanie o rozwoju i doskonaleniu będzie długotrwałe, trudno odpowiedzieć. Cała nasza wyższość polega może tylko na wyznaniu, że nowa teoria, komentując to, czego nowoczesna nauka dostarczyła, czerpie swoją godność również z trosk i cierpień swego czasu. A to jest może najsprawiedliwsze i najlepsze, co z pełną samowiedzą o niej powiedzieć możemy.

W dyskusji zabierali głos: rektor Pawlik, prof. Czekanowski, Dr. Rychlicki i prelegent.

Sekcja entomologiczna Oddziału lwowskiego polskiego Towarzystwa im. Kopernika.

I. Zebranie konstituujące dnia 13. grudnia 1920 r.

Dnia 13. grudnia 1920 r., o godz. 7 wieczór, zebrało się w Muzeum im. Dzieduszyckich grono entomologów lwowskich na zaproszenie pp. J. Łomnickiego, Dra A. Krasuckiego, J. Noskiewicza i J. Kinela dla naradzenia się nad zawiązaniem towarzystwa entomologicznego. Obecni byli pp.: Dr. Ludwik Jaxa Bykowski (jako gość), prof. Dr. Benedykt Fuliński, prof. Dr. Jan Hirschler, Tadeusz Jarosz, Stefan Kéler, Jan Kinel, Michał Kłapacz, prof. inż. Aleksander Koziński, dr. Adam Krasucki, prof. Jarosław Łomnicki, Jan Noskiewicz, Roman Patkiewicz, Jan Romaniszyn, Kazimierz Smulikowski, dr. Michał Świątkiewicz.

Po przemówieniu prof. Łomnickiego i dłuższej dyskusji uchwalono jednogłośnie następujący wniosek tegoż: Zebrani w dniu 13. grudnia 1920 r. w Muzeum im. Dzieduszyckich entomologowie uchwalają zawiązać autonomiczną Sekcję entomologiczną lwowskiego oddziału Polskiego Twa Przyrodników im. Kopernika, opartą na ustawach tegoż Twa z następującymi dodatkami: Członkiem Sekcji entomologicznej może być każda osoba, zajmująca się entomologją. Członkowie Sekcji dzielą się na zwyczajnych i nadzwyczajnych, zależnie od tego, czy należą do Polsk. Twa Przyrodników im. Kopernika,

czy też nie. Wszyscy członkowie Sekcji płacą osobne wkładki, które w całości, — prócz innych źródeł dochodu — stanowią majątek Sekcji.

Na podstawie tej uchwały Sekcja entomologiczna zaczęła formalnie swoje czynności.

Prof. Łomnicki oznajmia, że Zarząd lwowskiego oddziału P. T-wa Przyr. im. Kopernika na posiedzeniu z dn. 7. grudnia 1920 uchwalił na jego wniosek udzielić placet na powstanie Sekcji entomologicznej.

Do Zarządu Sekcji wybrani zostali pp. prof. J. Łomnicki, (przewodniczący), A. Stöckl (zastępca przew.), J. Noskiewicz, R. Patkiewicz (skarbnik), J. Kinel (sekretarz). Do komisji rewizyjnej pp. Dr. M. Świątkiewicz, inż. A. Kozikowski i J. Grolle.

Po dłuższej dyskusji nad programem prac powzięto szereg uchwał:

1. Odbywać miesięczne zebrania pierwszego poniedziałku każdego miesiąca o g. 6 wiecz., w Muzeum im. Dzieduszyckich, poświęcone swobodnej wymianie myśli bez przymusowych referatów.

2. Spisać literaturę entomologiczną we Lwowie.

3. Zregestrować zbiory entomologiczne lwowskie, publiczne i prywatne.

Prócz tego uchwalono: wkładkę roczną dla wszystkich członków w wysokości stu (100) Mp.; dalej, że majątek Sekcji w razie rozwiązania się jej, bez przeobrażenia się w pokrewne towarzystwo entomologiczne, przechodzi na rzecz P. T-wa Przyr. im. Kopernika, i że okresy administracyjne Sekcji są tesame, co Oddziału lwowskiego, t. zn. od lutego do lutego każdego roku.

Wreszcie postanowiono: zwrócić się do P. T-wa Przyr. im. Kopernika z prośbą o użyczenie w czasopiśmie *Kosmos* osobnego miejsca dla spraw Sekcji i zaprenumerować jedno z zagranicznych czasopism entomologicznych.

II. Posiedzenie zwyczajne dnia 3. stycznia 1921.

Prof. Jarosław Łomnicki mówi „O życiu mrówki zbójnicy *krwistej*“¹⁾ z przedstawieniem okazów, z których na szczególną uwagę zasługują zebrane w gnieździe tej mrówki w okolicy Lwowa: a) mrówkomirka²⁾, nowa dla fauny lwowskiej, którą dostrzegł w gnieździe prof. Kinel i którą po oznaczeniu wcielono do zbiorów im. Dzieduszyckich i b) karłowate samce (mikranery) tej mrówki.

P. J. Grolle mówi „O *Carabus Menetriesi* Hum. (biegacz torfowym Łom.)“⁴⁾.

W zbiorach entomologicznych rzadko widziany, a tem samem przez zbieraczy bardzo ceniony chrząszcz *Carabus Menetriesi* Hum.,

¹⁾ *Raptiformica sanguinea* Latr.

²⁾ *Lomechusa strumosa* Grav. (Coleop. Staphylin).

pojawia się u nas w większej ilości nad stawem Janowskim koło Lwowa, rzadziej w Rzęsnej polskiej, gdzie go p. August Stöckl jeszcze kilka lat przed wojną łapał w rowkach. W roku 1914 udało się mnie i p. Stöcklowi zdobyć z początkiem maja kilkaset sztuk tego rzadkiego chrząszcza, dzięki niezwykle sprzyjającym okolicznościom. Zmniejszono powierzchnię olbrzymiego stawu Janowskiego i w tym celu kopano długie rowy celem odprowadzenia nadmiaru wody. Wykopane płyty torfowe leżały rozrzucone wzdłuż rowów i pod nimi znachodziliśmy tego chrząszcza, wychodzącego na żer tylko w nocy ze swej kryjówki dziennej. Pojawia się on na olbrzymiej przestrzeni torfowisk i mokradeł rozciągających się od wschodniej Małopolski — przez błota Pińskie — aż po Finlandję, dociera na zachód do jezior Mazurskich Prus wschodnich, Liflandji i Kurlandji.

P. Grolle z kolei podaje wiadomość „*O Hesperia sao Hb.*“ Ten dzienny motyl, o którym dzieła niemieckie (Spuller i Lampert) podają, że pojawia się w okolicach podgórskich zachodniej Europy — od Belgji do Afryki północnej — znajduje się też u nas, w Małopolsce zachodniej, gdyż złapałem go w maju 1911 r. w Muszynie pod Krynicią w jednym okazie świeżo wylęgłym.

Przypuszczam, że doliną Popradu dociera on z północnych Węgier do nas i dzięki temu może wzbogaci naszą faunę nowym gatunkiem, o ile warunki klimatyczne pozwolą mu rozwijać się u nas.

Dr. Świątkiewicz komunikuje. W tych samych miejscowościach, gdzie został znaleziony *Corabus Menetriesie*, szukał motyli. Z rzadszych udało mu się znaleźć w Rzęsnej polskiej w r. 1918 jedną gąsienicę *Lycaena optilete* Kn. i dwie *Calocampa solidoginis* Hb. na *Vaccinium uliginosum*. Mimo, że roślina ta zarasta znaczne przestrzenie, nie zdołał zdobyć większej ilości gąsienic. *Lyc. optilete* wylęgl się z końcem czerwca, a na drugi dzień przemawiający złowił w Rzęsnej kilka okazów tego motyla. Z dwóch gąsienic *Calocampe* uzyskał jednego motyla 31/7. 1918.

W Janowie nie udało mu się znaleźć ani gąsienic ani motyli, jakkolwiek *Lyc. optilete* jest tam z pewnością, znaleziony już dawniej przez p. Romaniszyną. W Rzęsnej polskiej Dr. Świątkiewicz znalazł w 1912 27/7. i 3/8. kilka całkiem świeżych okazów *Lycaena baton* Bgstr., prawdopodobne z drugiej generacji. Później raz jedyny spotkał go w Brzuchowicach na pastwiskach piaszczystych, miejscami porośłych macierzanką (*Thymus serpyllum*), w stanie prawie zupełnie zlatanym, w końcu maja.

P. Kazimierz Smulikowski mówi wreszcie „*O nowym dla fauny polskiej chrząszczy Hypera viennensis Herbst. (Curculionidae)*“, którego w kilku egzemplarzach złowił 18/7. 1917, w Podciemnem (ok. 20 km na połud.-wschód od Lwowa). Uważa go za nową odmianę, względnie rasę gatunku występującego w Alpach Wschodnich. Oznaczył go razem z Stanisławem Smreczyńskim w Krakowie 1920 roku.

III. Posiedzenie zwyczajne dnia 7. lutego 1921.

P. Romaniszyn podaje wiadomość „*O Amphipyra tragopogonis* L.“ Złowiona ♀ 8. sierpnia 1920 r. na parkanie szkoły kadetów przy ul. Wuleckiej złożyła kilkadziesiąt jaj z końcem sierpnia. Jaja są kuliste, barwy czerwono-branatnej, zimują. W pierwszej połowie stycznia 1921 r., wylęgły się gąsieniczki barwy jasno-zielonej z główką jasno-żółtą. Chód gąsienic podobny do chodu gąsienic Geometrydów. Gąsienice w naturze żyją normalnie, w maju na artemizjach lub na *Epilobium*. Moje gąsienice wskutek braku powyższych roślin, choduję kiellem (!), i widoczna, iż kiel im wystarcza do życia, bo już są po pierwszej wylince.

P. Jarosz mówi „*O dwóch gatunkach motyli nowych dla fauny Małopolski*“. 1. *Phragmatoecia Castaneae* Hb. Samca tego gatunku schwyciłem 13. czerwca 1914 r. w Złoczowie (Małopolsce wschodniej), siedzącego na murze domu w świetle lampy łukowej. Okaz b. mało złotany. 2. *Celaena Haworthii* Curt. Jeden okaz, o tle skrzydeł czarno-brunatnym, na którym charakterystyczne białe plamki silnie występują, znalazłem w Złoczowie w lipcu 1911 r., siedzący rano na murze kamienicy. Niezlatany, uszkodzony trochę na prawem, przednim skrzydle.

P. Noskiewicz podaje zebrany wiadomość „*O Ancistrocens jucundus* Mocs, nowym dla fauny Polski gatunku osy“. Kilkanaście okazów samiczek i samców tej rzadkiej osy, opisanej przez Mocsary'ego z Węgier, odnalazłem w jarze Dniestru pod Zaleszczykami w dniach 10. i 11. lipca. Zwierzątka gnieździły się licznie w małej ściance lössowej, tuż obok okopiska. U wylotu gniazdek można było jeszcze zauważyć szczątkowe rurczki z gruzełek gliny, tak charakterystyczne dla przedstawicieli rodzaju *Odymentes*.

Prócz tego powzięto na tem zebraniu następujące dwie uchwały: 1. Zebrani zgadzają się na życzenie, wyrażone przez Zarząd Sekcji Entom., ażeby prace entymologiczne członków tejże, przeznaczone do druku w Kosmosie, były komunikowane co do swej treści na zebraniach Sekcji i zaopatrzone dopiskiem: zgłoszone przez Sekcję Entomologiczną Oddziału P. T. P. im. Kopernika we Lwowie. 2. Członkowie Sekcji Entom. zobowiązują się odstępować na rzecz Sekcji pewną ilość odbitek swoich prac entomologicznych dla celów wymiany na publikacje zagraniczne.

VI. Posiedzenie zwyczajne z dnia 7. marca 1921.

P. J. Kinel demonstrował krajowe gatunki Flisakowatych (*Haliplidae*) i rysunki narządu kopulacyjnego samców. Odnosna praca została przyjęta do druku na posiedzeniu wydziału mat.-przyr. Towarzystwa Naukowego we Lwowie, dnia 21. lutego 1921.

Dr. A. Krasucki odczytał pracę, przedłożoną przez p. T. Jaczewskiego z Warszawy do druku w „Kosmosie“ p. t. „*Parę*

słów o Nartniku“ *Mesovelia furcata* Mls. (*Heteroptera*, *Mesoveliidae*) i porównał ją z pracą G. Horwátha, odnoszącą się do tejże rodziny *Heteropterów*.

P. Kaucki zademonstrował okazy nowych dla Europy i Małopolski aberracyj motyli większych i odczytał spis tychże, zgłoszony do druku w „Kosmosie“.

K. Smulikowski podał wiadomość o *Barypithes Chevrolati* Boh. Złowił go w ogrodzie przy ul. Piekarskiej we Lwowie 20. maja 1920 w większej ilości okazów. Chrząszcz ten znamy z Śląska, lecz z jego części niemieckiej, może być uważany za gatunek nowy dla fauny ziem Polskich. Żyje na niskich roślinach, jak *Urtica*, *Lamium*, *Ranunculus* i t. p. i żywi się ich liśćmi.

V. Posiedzenie zwyczajne dnia 11. kwietnia 1921.

Wygłoszono na niem następujące referaty.

1. P. Noskiewicz: *Przyczynek do fauny pszczołowatych*. Prelegent podaje łacińską diagnozę nowego gatunku murarki. *Osmia volhynica* n. sp. z okolicy Krasnego Stawu.

2. P. Noskiewicz: *Z wycieczki hymenopterologicznej na Podole* w lipcu 1920 r. Nowymi dla fauny Polski okazały się następujące gatunki: *Systropha planideus* Gir., *Camptopoeum frontale* F., *Panurginus labiatus* Ever., *Andrena bucephala* Steph., *Osmia tergestensis* Ducke, *Melitta dimidiata* Mor., *Colletes punctatus* Moes.

3. P. Noskiewicz: *O kilku wypadkach zboczenia w użytkowaniu skrzydeł u pszczołowatych*. Wśród zboczeń, jakim użytkowanie skrzydeł u pszczołowatych ulega, zdają się być najczęstsze wypadki zanikania jednej z poprzecznych żyłek kubitalnych i wywołane przez to zmniejszenie się ilości komórek przez nie odgradzanych. Ponieważ ilość tych komórek (komórki kubitalne) w systematyce pszczołowatych odgrywa rolę bardzo ważną, służąc do oddzielania poszczególnych rodzajów od siebie, przeto i zmiany tego typu przynajmniej dla systematyki mają największe znaczenie. Zdarzało się, iż nienormalne tego rodzaju okazy opisywano jako osobne gatunki, a nawet rodzaje (*Nomadita montana* Mocs. = *Nomada Roberjeotiana* Paur.).

W materiałach swoich z okolic Lwowa i Tatr znalazł prelegent 5 wypadków zaniku drugiej poprzecznej żyłki kubitalnej, zawsze u rodzajów, które normalnie mają 3 takie żyłki i 3 komórki, a zmiany owe we wszystkich tych wypadkach dotyczą symetrycznie obu skrzydełek. Gatunki, u których tego rodzaju zmiany prelegent obserwował są następujące:

1. *Halictus gracilis* Mor., ♂, Lwów, Grzybowice Wk. 7. 10. 15.
2. *Halictus leucopus* R., ♀, Tatry, Dolina Małej Łąki, 18. 7. 19.
3. *Nomada ruficornis* L., ♀, Lwów, Pohulanka 14. 4. 16.
4. *Nomada flavoguttata* K., ♀, Tatry, Dolina ku Dziurze 9. 8. 19.
5. *Epeoloides coecutiens* F., ♀, Lwów, Morek Makowiniec 14. 7. 18.

Z powyższego zestawienia wynika, zdaniem preleganta, że redukcja użytkowania skrzydeł u pszczołowatych zdarza się stosunkowo najczęściej w okolicach górzystych. Na kilka tysięcy okazów, nagromadzonych w ciągu kilku lat z okolic Lwowa, zaledwie 3 wykazały nienormalne użytkowanie, podczas gdy niespełna 300 okazów, zebranych w jednym miesiącu w Tatrach, dostarczyło prelegentowi 2 okazów w ten sposób zmienionych.

4. P. Tadeusz Jarosz: *Nowe i rzadkie gatunki motyli większych (Macrolepidoptera)*. Są nimi:

I. *Lycæna minima* Leach. ab. *semicaeca* nov. (*alis posterioribus subtus sine ocellis*). Jeden z okazów *L. minima*, pochodzący ze Złoczowa, odznacza się zupełnym brakiem oczek na odwrocie skrzydeł tylnych. Ponieważ ten gatunek jest wogóle mało zmienny, a podobnym odmianom innych gatunków zostały nadane osobne nazwy, proponuje prelegent dla wyżej opisanej nazwę „*semicaeca*“.

II. *Crateronyx taraxaci* Esp. W dwu niezbyt czystych okazach schwytana przez p. L. Dworzaka w Kalnem k. Skolego (Wschodnia Małopolska), w sierpniu 1910 r. Jeden okaz został obecnie ofiarowany przez odkrywcę do zbioru Muzeum im. Dzieduszyckich.

III. *Plusia circumflexa* Esp. Odkryta dla Małopolski przez ks. Wartkę; od tego czasu nikt tego gatunku nie podał. Prelegent ma jeden okaz, schwytany w Złoczowie, 4. września 1913 r., na światło elektryczne, zupełnie świeży.

Towarzystwo Naukowe we Lwowie — Wydział Matematyczno-Przyrodniczy.

I. Posiedzenie naukowe odbyło się 22. listopada 1920 r. Przedstawiono na niem następujące prace naukowe.

1. W. Jankowska: *O bezwodnych sodalitach chromianowych* (przedstawia czł. cz. Z. Weyberg). 2. A. Kambówna: *O pirogenetycznych sodalitach siarczanych* (przedstawia czł. cz. Z. Weyberg). 3. Dr. Zygmunt Jakubowski: *O mangostynie* (przedstawia czł. cz. S. Niementowski. 4. czł. cz. M. Huber: *Teoria płyt prostokątne różnokierunkowych wraz z zastosowaniami*. 5. czł. cz. J. Czekański: *Prawa Mendla i Galtona i współczynniki dziedziczności*.

II. Posiedzenie naukowe odbyło się dnia 20. grudnia 1920 r. Przedstawiono na niem następujące prace naukowe.

1. Czł. cz. L. Grabowski: *Sferyczne uogólnienie pewnego zadania planimetrycznego*. 2. czł. cz. B. Dybowski: *Spis systematyczny ssawców wschodniej Syberji*. 3. czł. cz. B. Dybowski: *Spis systematyczny form awifauny wschodniej Syberji*. 4. czł. cz. B. Dybowski: *Spis systematyczny form awifauny Kamczatki i Wysp Ko-*

mandorskich. 5. czł. cz. B. Dybowski i Prof. Dr. Grochmalicki: *O rozkrętoskorupkowych formach ślimaków w ogólności, zaś specjalnie o formie bajkalskiej Liobaicalia Stidae W. Dyb.*

III. Posiedzenie naukowe odbyło się dnia 17. stycznia 1921 r. Przedstawiono na niem następujące prace naukowe.

1. A. Bolland: *O mikroanalizie optycznej w zakresie związków metali* (przedstawia czł. cz. Niementowski). 2. czł. cz. J. Hirschler: *O wpływie organów płazów przeobrażonych na metamorfozę larw płazich*. Z. Mayerówna: *O zachowaniu się plemników explantowanych żaby płowej* (przedstawia czł. cz. J. Hirschler).

IV. Posiedzenie naukowe z dnia 21. lutego 1921 r. Porządek dzienny:

1. Czł. cz. J. Łomnicki przedstawia pracę własną p. t.: *O mikrandrji u mrówki zbójnicy krwistej (Raptiformica sanguinea Latr.)*. 2. czł. cz. J. Łomnicki przedstawia pracę p. Jana Kinela p. t.: *Kilka uwag o Haliplidach ziem polskich*.

V. Posiedzenie naukowe z dnia 21. marca 1921 r. Porządek dzienny:

1. Czł. cz. M. Huber przedstawia pracę Dra Zygmunta Fuchsa p. t.: *Przyczynek do teorii oporu przy ślizganiu i toczeniu się ciał stałych*. 2. czł. cz. W. Nowicki przedstawia pracę Dra Zdzisława Steusinga p. t.: *O stosunku β-imidazolytelaminy do fizjologicznego działania krwi, wyciągów narządów, preparatów peptonowych i niektórych środków spożywczych i używek*. 3. czł. cz. T. Godlewski przedstawia pracę p. Grabczakówny p. t.: *O ochronnem działaniu koloidów*. 4. czł. cz. S. Niementowski przedstawia pracę A. Bollanda p. t. *O oznaczaniu miedzi w konserwach* i p. t. *O wpływie „nieaseptycznego“ wykonywania reakcyj mikrochemicznych na wyznaczenie granicy czułości tychże reakcyj*.

VI. Posiedzenie naukowe z dnia 18. kwietnia 1921 r. Porządek dzienny:

1. Czł. przybr. F. Gröer przedstawia prace własne p. t. *O wpływie stężenia jonów wodorowych na stopień dyspozycji toksyny dyfterytycznej* i p. t. *Badania fizyko-chemiczne nad powstającą toksyną dyfterytyczną*. 2. czł. cz. M. Thullie przedstawia pracę własną p. t. *Rozkład obciążenia na belki mostów żelbetowych*.

Sekcja Zoologiczna Komisji Fizjograficznej Tow. Naukowego Warszawskiego.

(Sprawozdanie za pierwsze półrocze r. 1921).

Posiedzenie 1. (od chwili utworzenia Sekcji 15), 25. stycznia 1921 r. Przewodniczą ś. p. E. Kiernik.

Przewodniczący, zagajając zebranie, wskazał na ujemny stan spraw finansowych Towarzystwa Naukowego oraz na wypadki polityczne, jako na dwie główne przyczyny, dla których Sekcja w roku ubiegłym nie mogła rozwinąć się należycie. W roku 1920 liczyła Sekcja 5 członków rzeczywistych i 22 współpracowników.

1. p. P. Słonimski zgłosił pracę: *Wrotki planktonu zimowego jeziora Chodeckiego*.

2. p. P. Słonimski zgłosił komunikat: *Nowy gatunek wyplawka dla fauny polskiej, Bdellocephala punctata Pallas, pod Warszawą*.

Następnie przyjęto kandydatury p. Piotra Słonimskiego i Jana Zaćwilichowskiego (Kraków) na współpracowników Sekcji, oraz dokonano wyborów do nowego Zarządu Sekcji; przewodniczącym został p. Jan Prüffer, sekretarzem zaś na miejsce p. Wł. Polińskiego — p. P. Słonimski.

Posiedzenie 2. (23. lutego 1921 r.). Przewodniczy p. J. Prüffer.

P. J. Prüffer zreferował część ekologiczną i morfologiczną pracy swej: *Studja nad motylami Tatr polskich*.

Posiedzenie 3. (3. marca 1921 r.). Przewodniczący p. J. Prüffer.

Posiedzenie poświęcono omówieniu projektów badań fizjograficznych w ciągu wakacyj bieżącego roku: a) w Tatrach, b) pod Warszawą, c) badań limnologicznych.

Następnie przyjęto kandydatury p. Wł. Kulmatyckiego (Poznań), S. Lubeckiego (Warszawa), i E. Schechtla (Warszawa) na współpracowników Sekcji.

Posiedzenie 4. (16. marca 1921 r.). Przewodniczy p. J. Prüffer.

P. P. Słonimski zgłosił pracę: *Wrotki rzeki Piny na Polesiu*.

Posiedzenie 5. (7. kwietnia 1921 r.). Przewodniczy p. J. Prüffer.

P. W. Roszkowski zgłosił komunikat: *Gervesia costata Waga pod Ojcowem*.

Posiedzenie 6. (21. kwietnia 1921 r.). Przewodniczy p. J. Prüffer.

1. P. Sz. Tenenbaum zdawał sprawozdanie z wycieczki naukowej do *Puszczy Białowieskiej i Worochty*.

2. P. Wł. Poliński omawiał sprawę *Podręcznika do zbierania okazów fauny krajowej*.

Wiadomości bieżące.

Revue de géologie et des sciences connexes, wychodzący w Liège, zwraca się do polskich geologów i mineralogów z prośbą, aby nadsyłali referaty swych prac albo na ręce profesora Friedberga w Poznaniu (Uniwersytet, Instytut paleontologiczny), albo wprost do Redakcji pod adresem Sekretarza, barona Iwona de Raditzky d' Ostrowick (secrétaire général de la Revue de Géologie, Liège, Laboratoire de Géologie de l'Université). Wspomniane „Revue“ wychodzi miesięcznie i jest wydawnictwem analogicznym do znanego „Centralblattu“ prof. Keilhacka. Prócz mineralogji, krystalografji, petrografji, geologji z wszystkimi jej działami (teoretycznej tudzież stosowanej), a wreszcie paleontologji, znajdujemy w belgijskiem czasopiśmie dział, poświęcony gleboznawstwu i geologji rolniczej, inny pod tytułem: *Rectification de nomenclature*, wreszcie rozdział: *Divers*. Obecnie mogą być referowane wszystkie prace, pisane po r. 1913. Redakcja prosi o podanie tytułu pracy w oryginalnem brzmieniu i w francuskim tłumaczeniu, nadto roku i tomu wydawnictwa, ilości stron, rycin, tablic, a także do którego z działów praca należy (cristallographie et mineralogie; petrographie et lithologie; géologie générale; sismologie; vulcanologie; tectonique; hydrologie; géologie glaciaire; stratigraphie; géographie physique; géologie regionale; cartes géologiques; matières exploitables et géologie appliqué; etude des sols et géologie agricole; paléontologie générale; paléozoologie; paléophytologie; rectifications de nomenclature; divers). Koryktę językową przeprowadzi sama Redakcja, prosi tylko o pismo czytelne.

Polskie Towarzystwo Geologiczne zawiązało się w Krakowie pod przewodnictwem prof. Szajnochy dnia 24. kwietnia r. b. i w ten sposób stało się zadość potrzebie, odczuwanej u nas od dawna. Siedzibą Towarzystwa w pierwszych 2 latach Kraków, w następnych Warszawa, w trzeciem dwuleciu Lwów, poczem Walne Zebranie oznaczy siedzibę na każde dalsze dwulecie. Wkładka człon-

ków będzie wynosiła na rok 1922 — 200 *mp.* Towarzystwo urządza według statutu, prócz stałych zebrań miesięcznych w miejscu swojej siedziby, jeszcze doroczne wędrowne zebrania (wraz z wycieczkami) w rozmaitych miejscowościach, mających większe znaczenie dla geologii lub górnictwa ziem polskich. W bieżącym roku pierwsza wycieczka wraz z Walnem Zebraniem odbędzie się w Kielcach w dniach 21. do 24. sierpnia. W programie interesujące wykłady i zwiedzenie Gałęzic, Miedzianki, Bukówki, Mojeży itd. Przewodnikiem Pp. Czarnocki i Samsonowicz. Zgłoszenia na wycieczkę członków PTG. przyjmuje p. Jan Czarnocki w Kielcach (Szeroka 9) najdalej do dnia 15. sierpnia z podaniem, czy ma być przygotowana kwatera na cały czas pobytu w Kielcach.

Ciężką stratę poniosła nauka polska i Politechnika we Lwowie. Zmarł dnia 28. lipca 1921 r.



D^{R.} TADEUSZ GODLEWSKI

Profesor i b. Rektor politechniki lwowskiej.

Członek - korespondent Akademji Umiejętności w Krakowie,
Członek Akademji nauk technicznych w Warszawie, Członek
czynny Towarzystwa naukowego we Lwowie i t. d.

Cześć pamięci zmarłego pracownika.

Obszerniejszy nekrolog pomieścimy w jednym z następnych zeszytów.

Sprawy Towarzystwa im. Kopernika.

Sprawozdanie z dwóch pierwszych posiedzeń Zarządu Głównego.

Zarząd Główny Polskiego T-wa Przyrodników im. Kopernika odbył w bieżącym okresie dwa posiedzenia (19. października i 8. marca b. r.) pod przewodnictwem przewodniczącego prof. Dra Stefana Niementowskiego. Na tych posiedzeniach zajmowano się następującymi sprawami:

I. Dokonano rozdziału czynności między członków Zarządu Głównego. Redakcję „Kosmosu“ objął prof. Dr. T. Wiśniowski, administrację wydawnictwa prof. Dr. W. Rogala, sekretariat prof. Dr. J. Tokarski, zastępstwo sekretariatu (drogą kooptacji) prof. Dr. B. Fuliński, skarb prof. Dr. J. Zakrzewski, kierownictwo stacji biologicznej w Drozdowicach prof. Dr. J. Hirschler. 2. Zajmowano się sprawą uruchomienia Oddziału warszawskiego. 3. Postawiono ściągnąć energicznie zaległe wkładki, oraz wnieść petycję do Rządu o poparcie materialne celów T-wa. 4. Omawiano sprawę nauczania przyrodoznawstwa w szkołach średnich, oraz potrzebę wydawnictwa popularnego pisma przyrodniczego. W sprawie ostatniej powzięto wnioski będące w toku realizacji. 5. Uchwalono nie sprzedawać kompletów „Kosmosu“ osobom prywatnym, lecz jedynie instytucjom naukowym, a to ze względu na ich już niewielką ilość. 6. Z powodu krótkości okresu sprawozdawczego, od czasu ostatniego Walnego Zgromadzenia do terminu (zastrzeżonego Ustawami T-wa) zwołania nowego Zgromadzenia, uchwalono na wniosek Oddziału lwowskiego i krakowskiego, wobec braku decyzji ze strony Oddziału warszawskiego, a wbrew uchwałom Oddziału poznańskiego, zwołać najbliższe Walne Zgromadzenie T-wa dopiero w roku 1922. 7. Przyjęto z radością do wiadomości utworzenie się Oddziału T-wa w Wilnie. 8. Zajmowano się sprawą parcelacji dóbr koronnych polskich. W tej mierze wygotowano odpowiednie natychmiastowe wnioski do M. W. R. i O. P. w Warszawie oraz wybrano komisję, której zadaniem ma być przygotowanie szczegółowych żądań T-wa w sprawie udziału w tej parcelacji. 9. Rozdzielono uzyskaną pierwszą ratę subwencji rządowej (200000 *mp.*) między wydawnictwo Kosmosu i stację biologiczną w Drozdowicach. Uzyskanie tej subwencji zawdzięcza T-wo uprzejmości p. St. Michalskiego, Szefa sekcji w Warszawie, który gorąco opiekuje się sprawami T-wa. 10. Uchwalono wydać dwa roczniki Kosmosu równolegle za lata 1920 i 1921, by w ten sposób wyrównać wszystkie zaległości, wywołane wypadkami wojennymi.

Errata

w artykule prof. Hubera: *Czas, przestrzeń, materja i kosmos* itd.

				<i>zamiast</i>	<i>ma być</i>	
Str.	20,	wiersz	9	od góry	wyżynę	wyżynę myśli
"	24,	"	7	" "	położenia	położenia
"	35,	"	7	" dołu	$x' - vt = 0$	$x - vt = 0$
"	37,	"	3	" góry	$y' = y$	$y' = y$;
"	39,	"	2	" "	$0 = x_1 = \frac{1}{k}(x_1 + vt')$	$0 = x_1 = \frac{1}{k}(x_1' + vt')$
"	40,	"	2	" "	$t_1 = 0$,	$t_1' = 0$
"	56,	"	5 i 6	" "	spółzmiennych	spółzmiennymi
"	63,	"	2	" "	przepisywać	przypisywać
"	65,	"	12	" dołu	światła	świata
"	65,	"	12	" "	anologiam	analogiam
"	68,	"	6 i 7	" "	wyborczego	wybornego
"	71,	"	14	" góry	Getyndze	Frankfurcie
"	73,	"	3	" dołu	stanowisza	stanowiska
"	74,	"	13	" "	Enklidesowej	Euklidesowej