

BIBLIOTEKA WIEDZY

CLARENCE AUGUST CHANT

CUDA
WSZECHŚWIATA



TRZASKA, EVERT I MICHAŁSKI

CUDA WSZECHŚWIATA

LF 154

BIBLIOTEKA WIEDZY TOM I

CLARENCE AUGUST CHANT
PROFESOR ASTROFIZYKI UNIwersYTETU W TORONTO, KANADA

CUDA WSZECHŚWIATA

ŁATWY WSTĘP
DO POZNAWANIA NIEBA

ze 132 ilustracjami

PRZEŁOŻYŁ
Inż. ZYGMUNT CHEŁMOŃSKI

WYDANIE DRUGIE
PRZEJRZANE I UZUPEŁNIONE



[1929?]

TRZASKA, EVERT i MICHAŁSKI S. A.
WARSZAWA, KRAKOWSKIE PRZEDMIEŚCIE 13
GMACH HOTELU EUROPEJSKIEGO

Własności
Lech

~~BIBLIOTEKA~~
 Górniczego Domu Kultury
 Kopalni „Kościszka-Nowa” w Jaworznie
 Numer 328 ~~Wzrost~~ 52

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

~~Świetlica~~ 52
~~BIBLIOTEKA~~ Chan...
~~Przy ul. Krowczyńskiej~~ Cud...
~~Polska~~
~~Jaworznie~~
 3434

S 09 524.8
 X Miejska Biblioteka
 Czytelnia
 Miejska
 JAWORZNIĘ
 7191/02

DRUKARNIA NARODOWA W KRAKOWIE

7/28/98

SPIS RZECZY

CZĘŚĆ I

GLOB NIEBIESKI I JEGO RUCHY

Rozdział I

GLOB NIEBIESKI

Kulisty kształt nieba. Ruch dzienny Słońca. Ruch dzienny Księżyca. Ruch dzienny gwiazd. Zdjęcia fotograficzne w dzień i w nocy. Fotografie gwiazd. Wszystkie gwiazdy opisują koła na niebie. Czy sklepienie niebieskie rzeczywiście obraca się? Doświadczenie z aparatem fotograficznym i lampą. Stwierdzenie obrotu Ziemi za pomocą girokompasu. Przyczyna zjawiska dnia i nocy	Str. 1—17
--	--------------

Rozdział II

RUCHY SŁOŃCA I KSIĘŻYCA NA NIEBIE

Droga Księżyca między gwiazdami. Ruch Słońca na niebie. Droga Słońca (ekliptyka). Zodiak. Ruch pozorny Słońca. Widok nieba w różnych porach roku. Obraz wszechświata	17—32
--	-------

CZĘŚĆ II

SŁOŃCE I UKŁAD SŁONECZNY

Rozdział III

UKŁAD SŁONECZNY — ZIEMIA

Rzut oka na układ słoneczny. Ziemia. Położenie Gwiazdy Polarnej w zależności od szerokości geograficznej na Ziemi	33—41
---	-------

Rozdział IV

SŁOŃCE I KSIĘŻYC

Odległość Słońca od Ziemi. Wielkość Słońca. Plamy słoneczne i pochodnie. Ruch wirowy Słońca dookoła osi.	
--	--

P R Z E D M O W A

Zadaniem tej książki jest podanie czytelnikom w sposób łatwy i zajmujący zasadniczych wiadomości z astronomii, jako podstawy do studiów nad niebem.

Jest ona napisana w formie opowiadania i zawiera liczne ryciny, będące w większości reprodukcjami rzeczywistych zdjęć fotograficznych.

Autor spodziewa się, iż czytelnicy, studiując je pilnie jednocześnie podczas czytania treści, zapoznają się łatwo i blisko z ciałami niebieskimi.

Traktowanie tematu jest ujęte w formę niejako obserwacji. Czytelnik zostaje wyprowadzony na otwarte powietrze i tam dopiero uwagę jego zwracają zjawiska, jakie zachodzą na rozpościerającym się nad głową jego stropie nieba.

Od tych zjawisk drogą prostego i logicznego rozumowania obserwator dochodzi do zrozumienia całokształtu i charakteru ich oraz do pojęcia twierdzeń astronomów o ruchu wirowym Ziemi i jednoczesnym biegu jej dokoła Słońca. Zdaje sobie sprawę, jak łatwo może ulegać złudzeniu i jak niezbędna jest pilna kontrola otrzymywanych wrażeń, aby móc zorientować się, co jest złudzeniem, które należy odrzucić, a co istotną rzeczywistością.

W części pierwszej podane są zasadnicze pojęcia o ogólnym ustroju wszechświata. Objęcie ich stopniowe i całkowite wymaga pewnej pracy umysłu, autor jednak wyraża przekonanie, że warto podjąć ją, gdyż da ona fundament

VI

do należytego zrozumienia całokształtu struktury wszechświata.

Zadanie to przy tym nie przechodzi granic zdolności przeciętnych uczniów szkół średnich, nie mówiąc już o wyżej rozwiniętych.

Część II i III traktuje w oddzielnych rozdziałach o Ziemi, Słońcu, Księżycu, planetach, gwiazdach i innych ciałach niebieskich. Każdy z tych rozdziałów i ustępów może być czytany jako oddzielna całość i daje pełnię interesujących wiadomości o opisywanym zjawisku lub przedmiocie.

Poszczególne tematy wypływają stopniowo i konsekwentnie, według określonego planu, w ten sposób, że wszystkie razem obejmują całokształt zagadnienia — przedstawienia ogólnej struktury wszechświata. Autor jednakże zastrzega się, iż nie miał bynajmniej zamiaru, aby książka ta mogła być traktowana jako systematyczny podręcznik do nauki o niebie.

Wytycznym celem autora było dać tak wyraźny, żywy obraz wszechświata, aby czytelnik mógł ujrzeć go oczami wyobraźni, widzieć rzeszę planet krążących dokola Słońca, i miriady ciał niebieskich — podobnych do naszego słońca, unoszących się w nieskończonych przestrzeniach. Pragnieniem jego było pobudzić zainteresowanie czytelników, rozpalic ich wyobraźnię a jednocześnie wzbudzić podziw i cześć dla tajemnic, majestatu i doskonałości wszechświata.

Ci, dla których cuda wszechświata, jego natura i całe przestworza, rozciągające się nad głową, są nieznane i obce — nie wiedzą, ile rozkoszy umysłu i ducha tracą w swym życiu.

W starożytnym Egipcie umieszczano nad drzwiami świątyń wizerunek uskrzydlonego Słońca. Miało to na celu zwrócenie uwagi wchodzących na błogosławionego „kierownika dnia“ a jednocześnie wpojenie w nich nadziei, że umysły ich zostaną tak oświecone, aby byli oni zdolni zrozumieć tajemnicę życia tak doczesnego jak i przyszłego.

Jest skromnym pragnieniem autora, aby każdy, kto zapracnie wejść do świątyni astronomii ścieżką wytkniętą przez rozdziały niniejszej książki, otrzymał moralne zadowolenie a jednocześnie — aby wzbudziła się w nim i utrwaliła cześć dla cudownych dzieł Wszechmocnego Stwórcy Świata.

X

Masa Słońca. Plamy słoneczne, Zorza Północna, burze magnetyczne. Fotosfera, chromosfera, wyskoki. Korona Słoneczna. Kult Słońca w starożytności. Z czego zbudowane jest Słońce? Księżyc. Jego odległość od Ziemi i wielkość. Fazy Księżyca. Rzekomy wpływ Księżyca na pogodę. Obraz Księżyca widzianego gołym okiem. Fotografia Księżyca. Czy Księżyc ukazuje nam stale tylko jedną część swej powierzchni? Kult Księżyca w starożytności. Księżyc — świat umarły	Str. 42—70
---	---------------

Rozdział V

MERKURY I WENUS

Merkury. Wenus. Gwiazda Wieczorna i Jutrzenka. Wenus przy świetle dziennym	71—79
--	-------

Rozdział VI

MARS

Odległość i wielkość Marsa. Orbity Ziemi i Marsa. Widok Marsa w lunecie. Kanały na Marsie. Atmosfera Marsa. Czy Mars jest zamieszkały? Księżyc Marsa	79—92
--	-------

Rozdział VII

JOWISZ, SATURN, URAN, NEPTUN, PLUTON

Jowisz. Widok Jowisza w lunecie. Masa Jowisza. Ruchy satelitów Jowisza. Fotografie Jowisza. Saturn. Pierścienie Saturna. Fazy pierścienia Saturna. Uran. Dwa rodzaje lunet. Jak został odkryty Uran? Uran i Ziemia. Neptun. Odkrycie Neptuna przez matematyków. Odkrycie satelity Neptuna. Planeta Pluton	92—113
---	--------

Rozdział VIII

PLANETOIDY — HIPOTEZA MGLAWICOWA, KOMETY, METEORY

Planetoidy. Rodzina składająca się z 1.500 członków. Dawne teorie powstania układu słonecznego. Jak powstał układ słoneczny? Komety i meteory. Niezwykłe kształty komet. Kometa Halleya. Właściwości fizyczne komet. Gwiazdy spadające. Kule ogniste — meteory	113—128
--	---------

CZĘŚĆ III

Str.

ŚWIAT GWIAZD

Rozdział IX

Gwiazdy w różnych porach roku. Gwiazda Polarna. Wielka i Mała Niedźwiedzica. Kasjopea i jej sąsiedzi. Gwiazdy równikowe. Gwiazdy zimowe. Pies Wielki, Byk, Bliźnięta. Gwiazdy wiosenne. Gwiazdy letnie. Gwiazdy jesienne	129—144
--	---------

Rozdział X

LICZBA GWIAZD, ICH ODLEGŁOŚCI—MGLAWICE

Liczba gwiazd. Gwiazdy widzialne gołym okiem i przez lunetę. Obraz zawierający pół miliona gwiazd . . .	144—150
---	---------

WAŻNIEJSZE GWIAZDOZBIORY — MGLAWICE

Wielka Niedźwiedzica. Orion. Byk. Andromeda. Trójkąt i jego mgławica. Inne mgławice spiralne. Inne rodzaje mgławic. Odległość gwiazd. „Skrzydła poranku”. Pajęczyna a gwiazdy	151—168
---	---------

Rozdział XI

CIEMNE MGLAWICE — SKUPIENIA GWIAZD
PRZYRODA GWIAZD

Ciemne miejsca i utwory w Drodze Mlecznej. Skupienia gwiazd. Z czego są zbudowane gwiazdy?	168—179
--	---------

Dodatek.

WAŻNIEJSZE DANE ASTRONOMICZNE

I. Układ słoneczny, II. Gwiazdy	180—182
---	---------

CZEŚĆ PIERWSZA

GLOB NIEBIESKI I JEGO RUCHY

ROZDZIAŁ I

GLOB NIEBIESKI

Kulisty kształt nieba.

Wyjdźmy na otwartą przestrzeń i rzućmy okiem dokoła siebie. Wydaje się nam, że stoimy pośrodku płaskiej równiny pod olbrzymią kopułą sklepienia nieba.

W mieście, gdzie budynki zasłaniają widok, trudno jest widzieć całą półkulę nieba; natomiast w czystym polu lub na przestrzeni wodnej forma półkulista stropu niebieskiego jest widoczna dokładnie.

Nasuwa się siłą rzeczy pytanie: czy niebo tworzy jedynie półkulę, czy też jest jeszcze druga połowa kuli pod horyzontem, której nie widzimy?

Jak przekonamy się dalej przy zapoznawaniu się stopniowym z niebem, niebo ma kształt całkowitej kuli, której jedna połowa wisi, jak sklepienie, nad nami, druga zaś znajduje się pod nami — tak jak to przedstawia rysunek 1, gdzie człowiek stojący pośrodku równiny ma nad głową jedną połowę kuli, druga zaś, znajdująca się niżej horyzontu, jest dla niego niewidoczna.

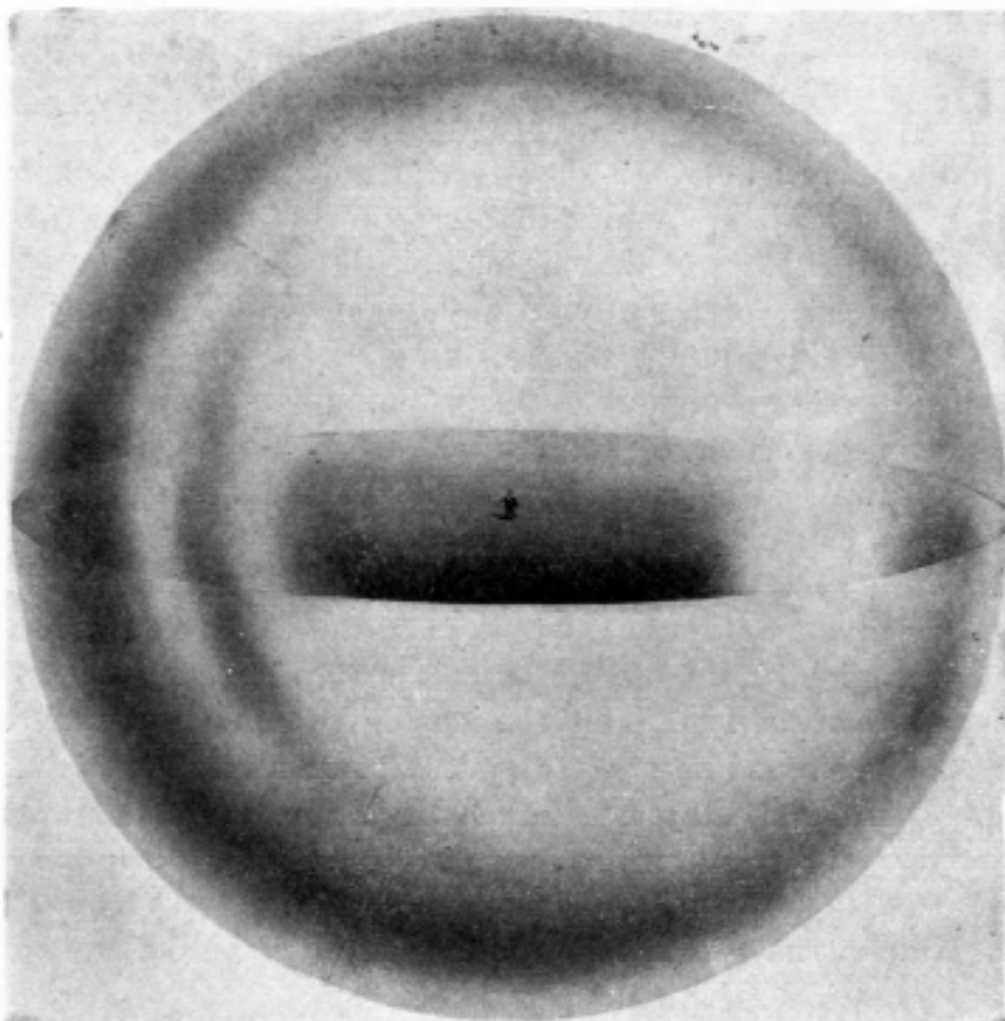
Kulę tę nazywamy kulą lub globem niebieskim.

Ruch dzienny Słońca.

Przypuśćmy, iż jest godzina 9 z rana. Niebo czyste, błękitne, tu i owdzie płyną po nim niewielkie obłoczki, a w południowo-wschodniej stronie, jakby na wewnętrznej powierzchni sklepienia, błyszczy oślepiająco okrągła tarcza Słońca.

Aczkolwiek niewiele osób widuje wschód Słońca, jednakże wiemy wszyscy, iż ukazuje się ono na wschodniej stronie horyzontu, podnosząc się coraz wyżej na stropie

niebieskim, posuwa się ku zachodowi, osiąga najwyższe położenie, po czym zaczyna się zniżać, aż wreszcie w końcu swej dziennej wędrówki znika pod horyzontem na zachodzie. Ta wędrówka Słońca po stropie niebieskim jest po-



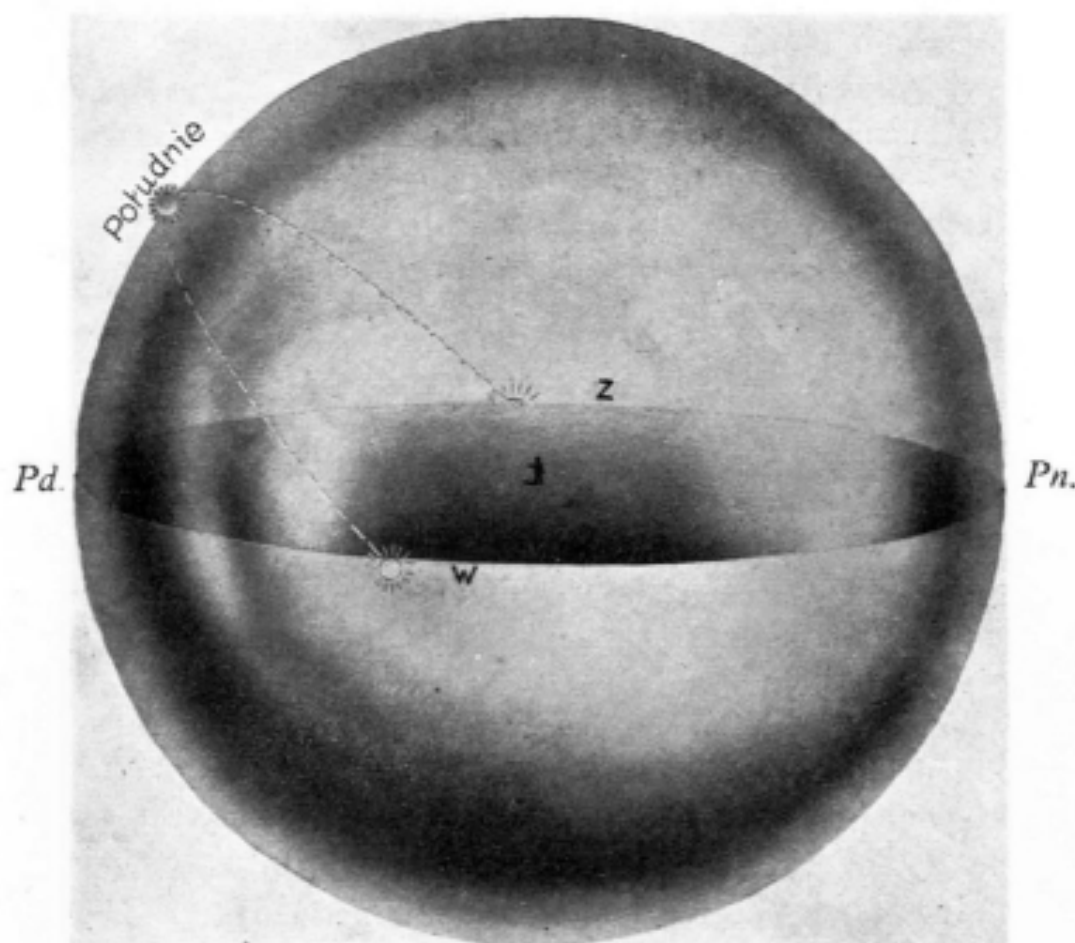
Rys. 1. Kula nieba.

Człowiek znajduje się wewnątrz kuli, pośrodku płaszczyzny poziomej, mając nad głową połowę kuli, tj. sklepienie niebieskie.

kazana na rysunku 2. Naprzód na wschodzie ukazuje się zza horyzontu rąbek tarczy słonecznej, potem wysuwa się stopniowo całe Słońce, wznosi wyżej, idąc ku zachodowi, w południe dosięga najwyższego punktu, po czym zniża się, aby w końcu zanurzyć się pod linię horyzontu na zachodzie i zniknąć całkowicie.

Musimy zastanowić się nad kwestią: czy Słońce samo przesuwa się po niebie, czy też porusza się razem z nim, jakby przymocowane do niego?

Czy też przyszło komu do głowy to pytanie?



Rys. 2. Kula nieba.

Stojący pośrodku płaszczyzny człowiek widzi, jak Słońce wschodzi we wschodniej stronie, wznosi się coraz wyżej, posuwając jednocześnie ku zachodowi i osiągnąwszy najwyższy punkt na sklepieniu niebieskim w południe stopniowo zniża się, aż zniknie pod horyzontem na zachodzie.

Ruch dzienny Księżyca.

Inny całkowicie obraz daje nam noc. Niebo ciemno granatowe lub czarne, a na nim rozsiane niezliczone błyszczące punkciki, które nazywamy gwiazdami — jedne wielkie i błyszczące silnie, inne słabe, zaledwie widoczne.

Niektóre zbiegły się w grupy; tworzą rozmaite figury:

trójkąty, prostokąty i inne zarysy przedmiotów, np. wozu. Przyjrzymy się im później bliżej i dokładniej.

W takie noce widzimy też i Księżyc w jednej z tych dobrze nam znanych postaci, zwanych fazami, jakie na zmianę przybiera; kiedy np. wysuwa się spoza horyzontu na wschodzie w kształcie wielkiej błyszczącej silnie tarczy, mówimy, że jest on „w pełni“. Gdybyśmy śledzili całonocną podróż księżyca po niebie, ujrzelibyśmy, iż droga jego jest podobna do drogi Słońca: po wejściu odsuwa się coraz wyżej od horyzontu, dochodzi na niebie po pewnym czasie do najwyższego punktu, po czym zniżając się stopniowo niknie na zachodzie.

Ruch dzienny gwiazd.

Popatrzmy również na gwiazdy. Widzimy np. nisko nad horyzontem we wschodniej stronie nieba trzy gwiazdy ułożone w formie trójkąta, na zachodzie — kilka leżących prawie na prostej linii, w północnej zaś stronie zwraca uwagę grupa siedmiu dużych gwiazd, tworzących charakterystyczną figurę. Figurę tę nazywają u nas „Wielkim Wozem“, w Anglii — „Pługiem“, a w Ameryce — „Ważącym“ (Czerpak), a stanowi ona część konstelacji noszącej nazwę „Wielkiej Niedźwiedzicy“. Wielka Niedźwiedzica jesienią ukazuje się z wieczora w prawej stronie horyzontu.

Gdy jednak spojrzymy na te same gwiazdy w godzinę lub dwie później, zauważymy pewną zmianę. Widziane przez nas uprzednio na wschodzie, wzniosły się na niebie wysoko: te, co były na stronie zachodniej, zniżyły się tak znacznie, że niektóre z nich zniknęły nawet całkowicie pod horyzontem, Wielka Niedźwiedzica zaś obróciła się tylko, tak jakby była przymocowana na rękojeści, dokoła jakiegoś punktu.

W ten sposób więc wydaje się, że całe niebo obraca się stale ze wschodu na zachód razem ze Słońcem, Księżycem i gwiazdami, przy czym wykonuje całkowity obrót w ciągu doby.

Zdjęcia fotograficzne w dzień i w nocy.

Bardzo dogodnym sposobem obserwowania ruchów ciał świecących jest fotografia. Poniżej rysunek 3 przedstawia zwykły codzienny widok w zimowe popołudnie w mieście Toronto w Kanadzie. Aparat fotograficzny był umieszczony w oknie na jednym z wyższych pięter gmachu Parlamentu Krajowego i skierowany na północny zachód. Poprzez

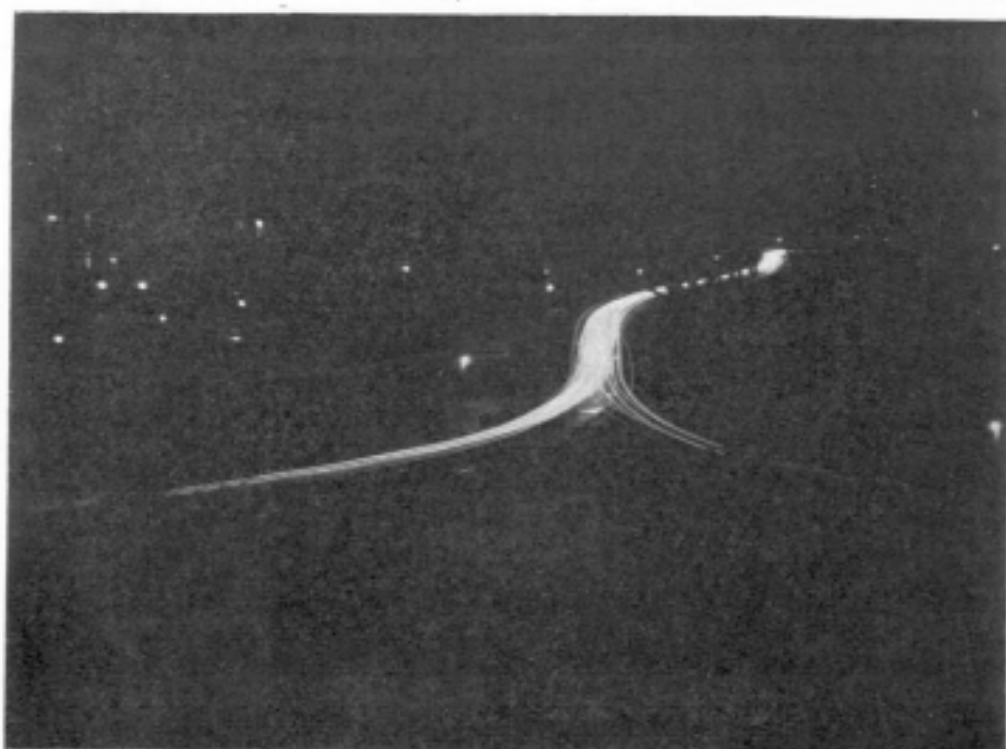


Rys. 3. Fragment parku w Toronto (Kanada). Widok w dzień.
Zdjęcie zrobione zimą z okna gmachu Parlamentu Krajowego, w kierunku północno-zachodnim.

bezlistne drzewa widać budynek uniwersytetu a tuż na prawo od niego kopuły Trinity College (Kolegium Św. Trójcy). Bliżej dwa samochody jadące w kierunku południowym oraz trzy osoby kroczące po śniegu. Ponieważ samochody wydają się być stojące bez ruchu, dowodzi to, że ekspozycja trwała bardzo krótki czas — ułamek sekundy.

A teraz spojrzymy na zdjęcie dokonane tym samym aparatem z tej samej pozycji, lecz nocą, przy czym ekspozycja

zycja trwała pięć minut (rysunek 4). Od razu występuje jasno oświetlona droga i światło w oknach budynków. Gdzie jednak są samochody, które tak silnie oświetlają drogę? W rzeczywistości jest ich dużo, sunących po niej. Przednie latarnie każdego wozu rzucają wyginające się stosownie do ruchu i kierunku jego smugi światła, a że wozów jest wiele i tyleż smug, to w rezultacie cała droga



Rys. 4. Fragment parku w Toronto (Kanada). Widok w nocy. Zdjęcie dokonane z tego samego miejsca, co na rysunku poprzednim, o godz. 8 wieczorem przy pięciominutowej ekspozycji.

wyduje się oświetloną. Przypatrzwszy się uważnie rysunkowi można rozróżnić smugi światła, rzucane przez jeden z samochodów skręcający nieco w bok, aby wyminąć idący przed nim. Podobnie wyraźnie widoczne są kierunki innych samochodów, zjeżdżających na boczną drogę.

Rysunek 5 wreszcie daje nam zdjęcie tegoż samego miejsca, również tym samym aparatem i z tej samej pozycji, lecz przy ekspozycji dwudziestominutowej. Tu już widać budynki i drzewa oraz zupełnie dokładnie drogi,

oświetlone światłami samochodów. I tu jeszcze wyraźniej wydzielają się linie światła, rzucane przez samochody mijające się lub skręcające na boczne drogi.

Fotografie gwiazd.

Teraz zrobimy podobne doświadczenie z gwiazdami. Stanąwszy twarzą ku północy i skierowawszy wzrok

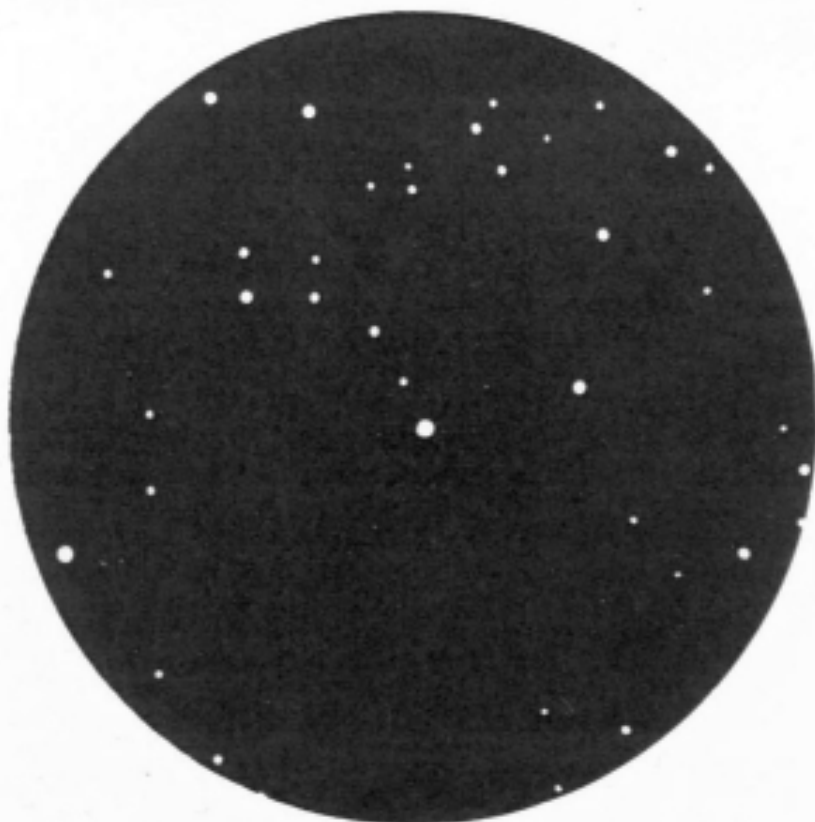


Rys. 5. Fragment parku w Toronto (Kanada). Widok w nocy. Ekspozycja długa. Tym razem ekspozycja trwała 20 minut, skutkiem czego jest widocznych wiele szczegółów.

(w zależności od szerokości geograficznej miejscowości, gdzie się znajdujemy) o 45 lub nieco więcej stopni ku górze, ujrzymy wprost gwiazdę, zwaną Gwiazdą Polarną, w otoczeniu kilku innych. Rysunek 6 przedstawia część nieba z gwiazdami, tak jak wyglądają one około godziny 9 wieczorem 1 października (szer. geograficzna około 40° półn.). Gwiazda Polarna znajduje się pośrodku, w zakończeniu ogona Małej Niedźwiedzicy, konstelacji podobnej do Wielkiej Niedźwiedzicy, lecz nie tak wyraziście zarysowanej.

Spróbujemy sfotografować tę część nieba.

Wybrawszy najmniej jasne miejsce w północnej części nieba ustawimy aparat fotograficzny na framudze okna lub na jakiej innej nie drgającej podstawie i tak przy tym, aby obiektyw był skierowany ku Gwieździe Polarnej. Nastawimy go na daleką odległość, otworzymy za-



Rys. 6. Gwiazda Polarna i sąsiednie.

Rysunek przedstawia gwiazdy w promieniu 30° od północnego bieguna nieba. Gwiazda Polarna jest pośrodku; w dole zaś znajduje się jedna z gwiazd — najjaśniejsza — Wielkiej Niedźwiedzicy.

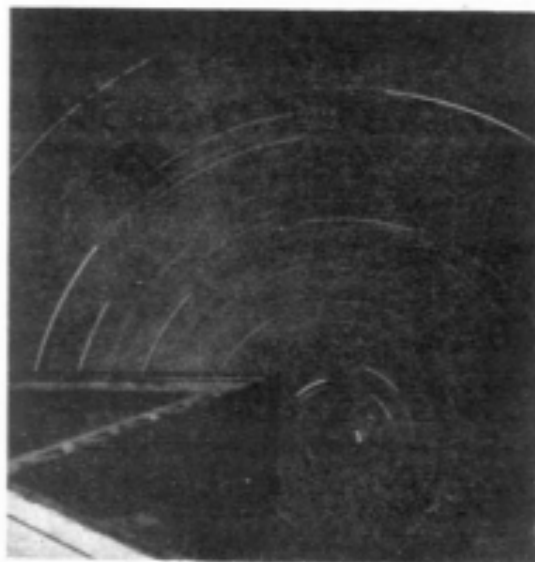
słonek i pozostawimy tak na dłuższy przeciąg czasu — możliwie na kilka godzin. Na rysunku 7 widzimy obraz, jaki otrzymamy w ten sposób, eksponując w ciągu około dwóch godzin. Pełno jest na nim jasnych kresek w kształcie łuków lub części kół, mających jeden wspólny środek; kreski te są to ślady wytworzone na kliszy przez gwiazdy. Widać stąd jasno, że gwiazdy na północnej stronie nieba obiegają koła, które mają jeden wspólny punkt środkowy,

przy czym długość kresek zależna jest od tego, jak długo trwała ekspozycja. Najgrubsza kreśka blisko środka jest śladem Gwiazdy Polarnej, która, jak widzimy, nie znajduje się ściśle w środku kół, lecz bardzo blisko niego.

O wiele dokładniejszą fotografię otrzyma się za pomocą aparatu fotograficznego specjalnie przystosowanego do fotografowania nieba. Rysunek 8 przedstawia nam zdjęcie dokonane takim właśnie aparatem w Obserwatorium Licka w Kalifornii. Z długości śladów widzimy, że ekspozycja trwała długo. — Ile też czasu? I w jakiej porze roku było wykonane to zdjęcie?

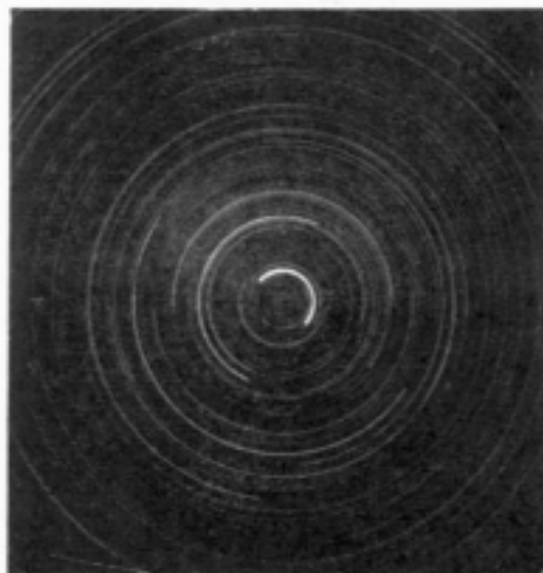
Ale powróćmy do naszego pierwszego aparatu. Teraz skierujemy go na południe, nastawimy obiektyw mniej więcej na 45° stopni

ku górze i odkryjemy obiektyw na przeciąg około godziny. Otrzymamy zdjęcie przedstawione na rysunku 9. Jak widać, zdjęć nieba może dokonywać każdy najzwyklejszym aparatem fotograficznym; spróbujcie więc zrobić to sami.



Rys. 7. Fotografia amatorska, ukazująca ślady gwiazd otaczających Gwiazdę Polarą.

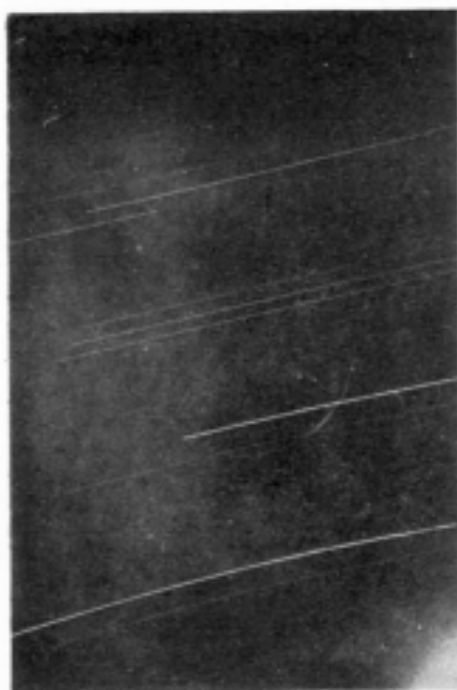
Zdjęcie dokonane za pomocą zwykłego aparatu fotograficznego, ustawionego na oknie, przy ekspozycji trwającej dwie godziny. Pośrodku kół znajduje się północny biegun świata; jasny łuk dookoła niego jest to ślad pozostawiony przez Gwiazdę Polarą.



Rys. 8. Zdjęcie zimą przy ekspozycji w ciągu 12 godzin.

Wszystkie gwiazdy opisują koła na niebie.

Rozpatrzmy rysunek 9 szczegółowo. Blisko środka są widoczne trzy linie równoległe, prawie proste. Są one śladami trzech gwiazd, tzw. Pasa Oriona — z gwiazdozbioru,



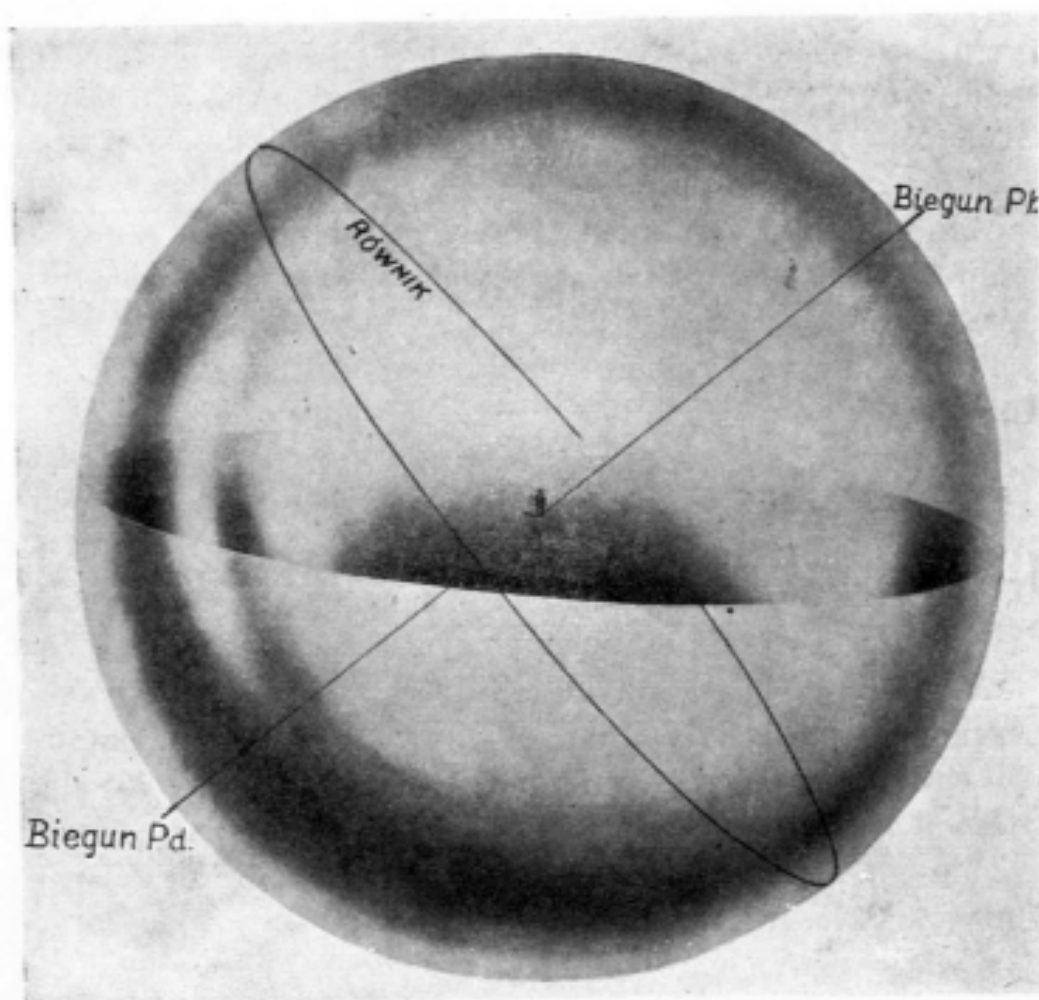
Rys. 9. Gwiazdy nad równikiem nieba. Zdjęcie południowej części nieba, około 45° ponad horyzontem, przy jednogodzinnej ekspozycji. Jasne kreski są śladami wywołanymi przez gwiazdy Pasa Oriona.

który, jak wiadomo ogólnie, jest jednym z najwspanialszych i ukazuje się jesienią i zimą. Nad tymi liniami biegnie jedna wygięta ku górze — ślad znanej czerwonej gwiazdy, noszącej nazwę Betelgeuze. Nieco niżej środka — szeroka jasna — od gwiazdy Rigel, a w samym dole wreszcie ślad najjaśniejszej i dlatego wywołującej najwyraźniejszą kreskę — Syriusza, jednej z gwiazd konstelacji Wielkiego Psa. Ostatnie linie, jak widać, mają wygięcie ku dołowi. Jedne i drugie są łukami kół, jedynie trzy gwiazdy Pasa Oriona pozostawiają ślady prostolinijne.

Jak wytłumaczyć to wszystko? Zupełnie łatwo.

Całe sklepienie niebieskie wraz z gwiazdami, zdającymi się być przymocowanymi do jego powierzchni wewnętrznej, wydaje się obracać wokół jakiejś osi, wskutek czego każda gwiazda opisuje koło. Oś ta przechodzi przez wspólny dla wszystkich kół środek, który widzieliśmy na fotografii Gwiazdy Polarnej na rysunkach 7 i 8, oraz przez podobny środek kół, opisywanych przez gwiazdy w półkuli południowej, która jest dla nas niewidoczna. Środkowy punkt ten na północy zowie się północnym biegunem nieba, w południowej półkuli — biegunem południowym. Schematycz-

nie wyobrażone jest to na rysunku 10. Gwiazda Polarna leży tuż przy biegunie północnym, na południu zaś nie ma gwiazdy blisko bieguna. Pośrodku między biegunami znajduje się równik nieba.



Rys. 10. Kula nieba z biegunami i równikiem.

Kula niebieska wydaje się obracająca dookoła osi przechodzącej przez bieguny świata — północny i południowy, między którymi pośrodku leży równik świata.

Z powyższych naszych obserwacji i doświadczeń otrzymuje się wrażenie, iż Słońce, Księżyc i gwiazdy są przymocowane do wewnętrznej powierzchni sklepienia niebieskiego, które obraca się wraz z nimi dookoła osi wykonując pełny obrót w ciągu doby. Taki stan rzeczy tłumaczyłby, dlaczego Słońce, Księżyc i gwiazdy wschodzą na wschodzie, wznoszą się na niebie, po czym zachodzą na zachodzie.

Czy sklepienie niebieskie rzeczywiście obraca się?

Bądźmy rozważni! Zastanówmy się.

Czy istotnie Słońce, Księżyc i wszystkie gwiazdy na niebie krążą nad Ziemią raz w ciągu doby? Tak się wydaje i ludzie w dawnych czasach wierzyli, że tak jest istotnie. Czyż więc jesteśmy w błędzie? Czy istnieje może jakieś inne wytłumaczenie tego, co widzimy? Owszem, istnieje.

Przez cały czas dotąd uważaliśmy, że Ziemia, na której mieszkamy, jest nieruchoma i stoi stale w jednym miejscu. Jakżeby jednak zachowało się Słońce i gwiazdy, gdybyśmy my byli w ruchu a one nieruchome?

Przypuśćmy — wybieramy się w podróż koleją. Udamy się na dworzec kolejowy i zajmujemy miejsce w wagonie. Tuż obok naszego stoi inny pociąg i w pewnej chwili, wyglądając przez okno, spostrzegamy, iż zaczyna on ruszać; przynajmniej tak się nam zdaje.

Przez kilka chwil jednak nie możemy powiedzieć na pewno, czy to tamten pociąg czy nasz idzie, tak że aż staramy się spojrzeć na koła tamtego pociągu, żeby się przekonać, jak jest istotnie, gdyż wydaje się nam, iż posuwa się on wstecz. Dopiero w końcu przekonujemy się, że to nasz pociąg idzie, a tamten stoi w miejscu.

Takie samo złudzenie zachodzi właśnie z Ziemią i gwiazdami.

Wydaje nam się, że niebo z gwiazdami obraca się ze wschodu na zachód, tymczasem zaś to samo zdawałoby się nam, gdyby gwiazdy pozostawały nieruchome, a Ziemia obracała się w kierunku przeciwnym, tj. z zachodu na wschód.

Jakże więc zdecydować ostatecznie — czy Ziemia, czy niebo się obraca?

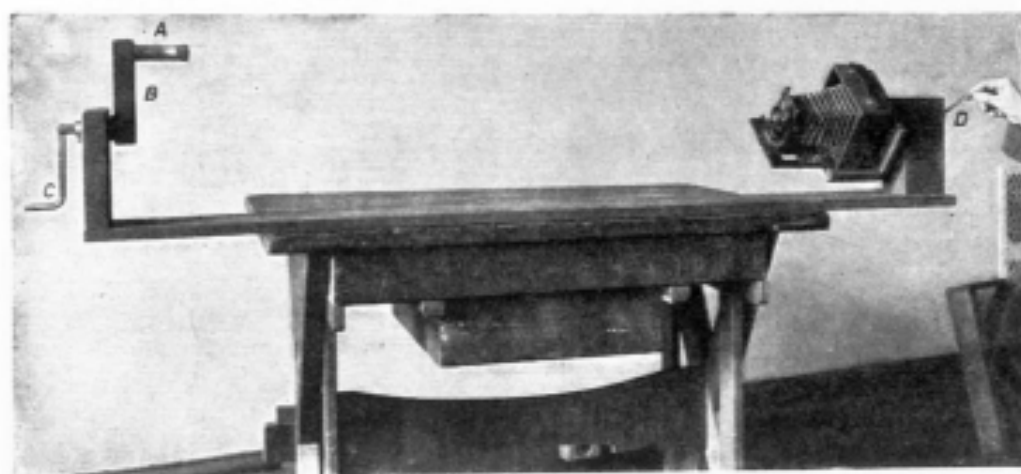
Doświadczenie z aparatem fotograficznym i lampą.

Rysunek 11 przedstawia przyrząd, za pomocą którego można dokonywać ciekawych doświadczeń. Na jednym

końcu deski na specjalnej podstawce znajduje się lampa (A), przymocowana do drewnianego ramienia (B), z którym razem może być obracana za pomocą korby (C). Dzięki temu przy obrotach korby światelko lampy opisuje koło. Na drugim końcu deski w podobny sposób przytwierdzony jest aparat fotograficzny, również obracany za pomocą korby (D).

Przeprowadzimy następujące doświadczenie.

Cały przyrząd przeniesiemy do ciemnego pokoju, pozo-



Rys. 11. Doświadczenie z aparatem fotograficznym i ruchomą lampą. Albo ustawia się aparat nieruchomo a obraca lampę za pomocą korby, albo też — odwrotnie.

stawimy otwarty aparat fotograficzny nieruchomo a zaczniemy kręcić korbę (C). Wskutek tego będzie obracała się lampa (A) opisując koło. Na kliszy światelko lampy da obraz jasnego koła. Następnie zrobimy odwrotnie: umocujemy nieruchomo lampę, a będziemy obracali korbą (D) otwarty aparat.

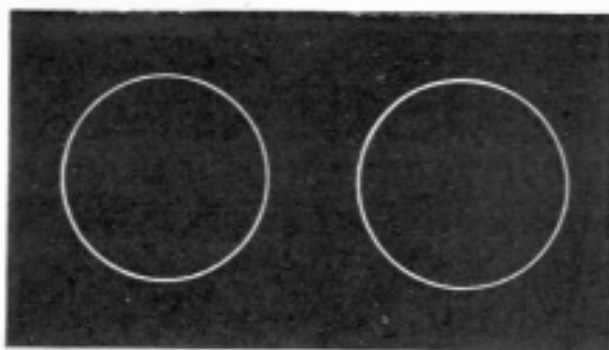
Jaki otrzymamy wynik?

Rezultat obydwóch doświadczeń przedstawia rysunek 12. Widzimy, że za pierwszym i drugim razem na kliszy odbiły się prawidłowe koła, niczym nie różniące się między sobą.

To samo właśnie jest i przy fotografowaniu gwiazd i Ziemi: nie można powiedzieć — czy to gwiazdy opisują

koła, czy też kamera fotograficzna obraca się, unoszona przez Ziemię.

Jakże więc ostatecznie przekonać się, co się porusza? Wymyślono wiele różnych doświadczeń mających stwierdzać, że porusza się Ziemia; są one jednak na ogół trudne



Rys. 12. Obrazy otrzymane przy doświadczeniu z poprzednim przyrządem. Dwa koła całkowicie jednakowe. Jedno z kół otrzymano przy obracaniu lampy, drugie — aparatu fotograficznego.

do przeprowadzenia. Jednym z najczęściej znanych jest doświadczenie z olbrzymim wahadłem; podobnie — z giroskopem oraz doświadczenie z rzucaniem ciężkich ciał ze znacznej wysokości. Wszystkie one są opisane w dziełach naukowych astronomicznych.

Stwierdzenie obrotu Ziemi za pomocą giroskopu.

Jednym z najniezbędniejszych przyrządów w żeglarsztwie jest kompas. Bez kompasu kapitan okrętu nie mógłby znaleźć drogi do portu, do którego zamierzałby zawinąć.

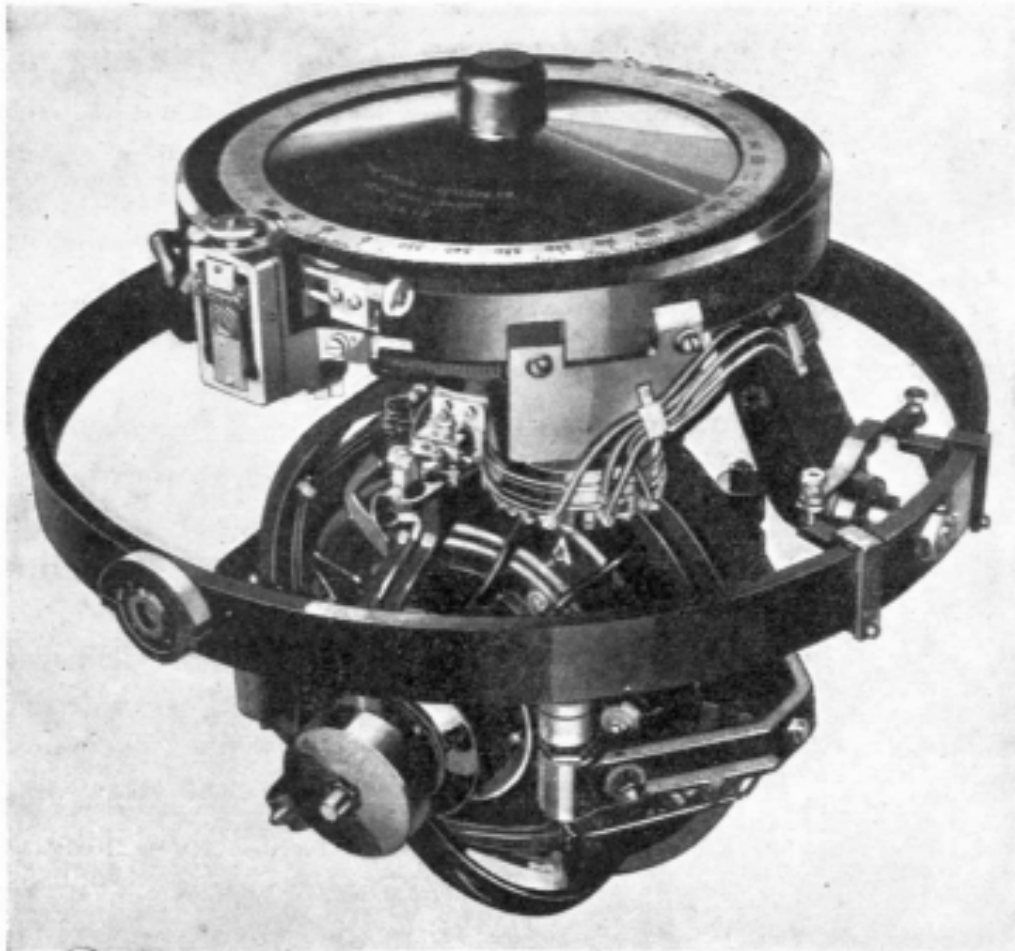
W niedawnych czasach zwykły kompas magnesowy został prawie powszechnie już zastąpiony innym przyrządem, zwanym giroskopem. Ten przyrząd okazał się wprost niezbędnym, zwłaszcza w łodziach podwodnych, w których, jako zbudowanych całkowicie z żelaza, dawny kompas magnesowy jest zupełnie nie do użytku. Rysunek 13 przedstawia mechanizm giroskopu, rysunek 14 zaś — tenże kompas umieszczony w specjalnym pudle metalowym na pokładzie okrętu.

Główną i zasadniczą część giroskopu stanowi ciężkie metalowe koło, które może być wprowadzone w niezmiar-



nie szybki obrót. Samo przez się rozumie się, iż musi ono być dokładnie wykonane i umocowane w mechanizmie, gdyż inaczej mogłoby rozerwać cały przyrząd na kawałki.

Koło to jest umieszczone w kamerze (A) i w tym typie

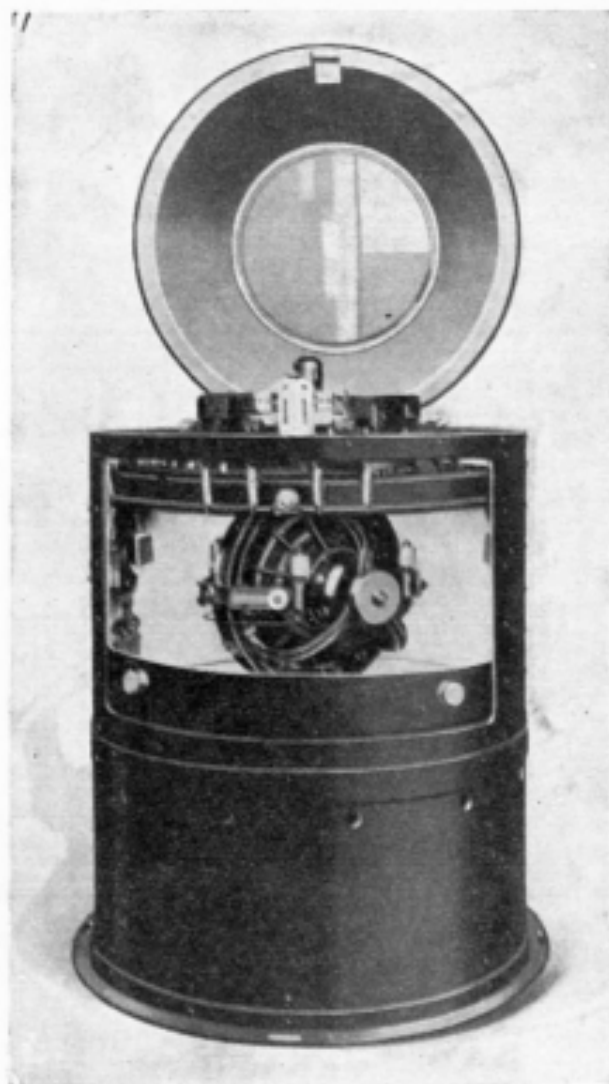


Rys. 13. Mechanizm girokompasu.

Przyrząd do wskazywania północy i południa na horyzoncie; działanie oparte na ruchu wirowym ziemi.

instrumentu ma ono średnicę 31,2 cm, waży 20 kg i robi 8.600 obrotów na minutę. W innych girokompasach liczba obrotów jest nieraz dwukrotnie większa, lecz wówczas koła te nie są tak duże i ciężkie. Specjalną uwagę zwraca się, jak nadmieniałem, na dokładne wykonanie przyrządu.

Działanie girokompasu polega na tym, że puszczone w ruch koło wiruje, tak że zawsze w końcu ustawia oś swą w kierunku z północy na południe, czyli — jak mówią astronomowie — w płaszczyźnie południka.



Rys. 14. Urządzenie girokompasu na okręcie.

Girokompas umieszcza się na okręcie w specjalnym ochronnym metalowym pudle, zbudowanym tak, aby oficer dyżurny miał możliwość łatwo i dogodnie odczytywać wskazania przyrządu. Zwykle znajduje się na okręcie jeden główny girokompas i kilka dodatkowych które są regulowane według głównego.

Przymocowana do futerału aparatu i ustawiona odpowiednio do osi koła tarcza stron świata, podzielona na stopnie, daje możliwość oficerowi okrętowemu każdej chwili najdokładniej określić kierunek, w jakim okręt płynie.

Gdyby ziemia nie wirowała, to girokompas nie mógłby obracać się i ustawiać swej osi, tak jak opisano; z całą pewnością więc na podstawie tego działania możemy twierdzić, że nie gwiazdy, lecz Ziemia się kręci. I właśnie ta oś, około której Ziemia wiruje, jest jednocześnie osią, dookoła której, wydaje się nam, że obraca się sklepienie niebieskie.

Gdybyśmy więc np. znajdowali się na biegunie północnym Ziemi, to w którym miejscu byłby północny biegun świata?

Akurat nad naszą głową.

Przyczyna zjawiska dnia i nocy.

Wiemy już więc z całą pewnością, iż Ziemia obraca się dookoła swej osi z zachodu na wschód. Ten to właśnie ruch wirowy Ziemi powoduje zjawisko dnia i nocy.

Jesteśmy, przypuśćmy, w polu wśród głębokiej nocy; nad nami niebo czarne; nie ma choćby najmniejszego promyczka Słońca, który by rozjaśnił ciemności.

Ziemia jednak bez chwili przerwy odbywa swój ruch, wiruje dookoła swej osi. Mijają godziny, aż po pewnym czasie niebo na wschodzie zaczyna różowieć. Coraz silniej, wyraźniej i wreszcie spoza horyzontu wynurza się ogniste Słońce. To Ziemia wirowym ruchem swym niosła nas ku niemu, aż w końcu pozwoliła je ujrzeć. Lecz biegnie ona nie zatrzymując się dalej; więc Słońce wznosi się coraz wyżej, aż dochodzi do naszego południka i wtedy jest południe. Od tej chwili oddalamy się już na wirującej Ziemi coraz bardziej ku wschodowi i Słońce poczyną schylać się ku zachodowi coraz więcej, aż w końcu znikło za horyzontem — zaszło.

Zaszło jednak tylko dla nas; bo wiemy przecież, że dla krain położonych dalej na zachód od nas świeci ono jeszcze i grzeje w całej pełni; a mieszkańcy drugiej półkuli, znajdujący się, wprost przez Ziemię, pod nami, mają właśnie dopiero wschód Słońca.

ROZDZIAŁ II

RUCHY SŁOŃCA I KSIĘŻYCA NA NIEBIE

Droga Księżyca między gwiazdami.

Poświęćmy teraz nieco uwagi Księżycowi. Jak już wi-
dzieliśmy poprzednio, wschodzi on i zachodzi podobnie
jak Słońce.

Ciekawą jest jednak rzeczą przekonać się, czy znajduje

Cuda wszechświata



~~BIBLIOTEKA~~
Górniczego Domu Kultury
Kopalni „Kościszko Nowa” w Jaworznie
Numer _____ Dział _____

się on stale w jednym miejscu na niebie, które obraca się codziennie, a ściśle mówiąc — gdy Ziemia wiruje dookoła swej osi.

Możemy przekonać się o tym łatwo obserwując przez kilka nocy z kolei, w jakim miejscu między gwiazdami znajduje się Księżyc.

Wiemy, że gwiazdy są widoczne, nawet gdy Księżyc świeci.

Zróbmy więc sobie mapkę części nieba z gwiazdami i codziennie zaznaczajmy na niej dokładnie położenie Księżyca między nimi.

Na mapce (rys. 15) jest pokazane położenie i droga Księżyca między gwiazdami, wyznaczone przez sześć wieczorów poczynawszy od 20 lutego 1926 r.

Jak widać — 20 znajdował się Księżyc w bliskości Aldebarana, najjaśniejszej gwiazdy z gwiazdozbioru Byka (Taurus); stąd stopniowo przeszedł przez tę konstelację, posunął się do gwiazdozbioru Bliźniąt (Gemini) i doszedł do gwiazdozbioru Raka (Cancer).

Rysując w ten sposób na mapie nieba drogę Księżyca noc po nocy przekonamy się, że posuwa się on w kierunku z zachodu na wschód i okrążywszy w przeciągu miesiąca całe niebo wraca na to samo miejsce między gwiazdami, gdzie widzieliśmy go pierwszego wieczora.

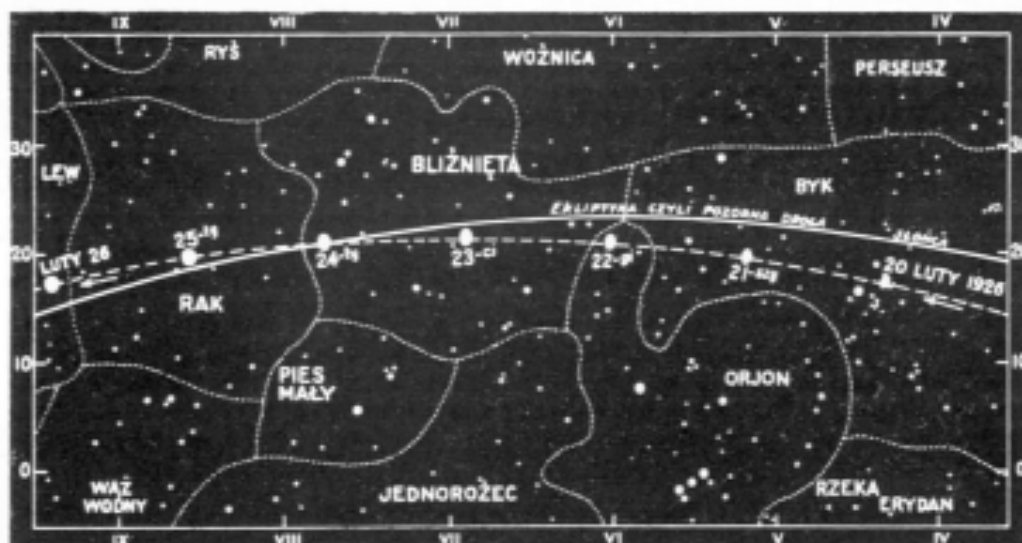
Lecz wstrzymajmy się i zastanówmy chwilę, czy znów nie podlegamy złudzeniu jak poprzednio? Czy istotnie Księżyc obiega dookoła Ziemi? Tak jest; rzeczywiście okrąża ją i ten okres czasu, jakiego potrzebuje do pełnego okrążenia jej, nazywamy miesiącem.

Ruch Słońca na niebie.

Upewniwszy się co do ruchu Księżyca zajmijmy się Słońcem. Postanowimy też zbadać, czy Słońce pozostaje niezmiennie w jednym miejscu sklepienia niebieskiego, tak jakby było przymocowane do niego.

Tu jednak napotykaemy tę trudność, że wskutek blasku

Słońca nie widzimy przy nim gwiazd, nie możemy więc narysować mapy nieba i oznaczyć miejsca Słońca między gwiazdami. Nawet moglibyśmy powątpiewać, czy są w ogóle jakieś gwiazdy koło niego.



Rys. 15. Droga Księżyca pomiędzy gwiazdami 20—26 lutego 1926 r.
W ciągu wskazanego okresu Księżyc przeszedł przez gwiazdozbiory Byka, Bliźniąt i Raka, przy czym zmienił kształt tarczy.

Gdy jednak czasami zdarzy się, że Księżyc stanie akurat naprzeciw Słońca i zakryje je dla naszych oczu, tj. następuje całkowite zaćmienie Słońca, wtedy gwiazdy znajdujące się w bliskości Słońca są widoczne i mogą być nawet sfotografowane. A więc w dzień podczas zaćmienia, jeżeli nakierujemy właściwie lunetę, możemy widzieć gwiazdy i przy Słońcu, co dowodzi, iż znajdują się one na całym sklepieniu niebieskim, tylko w dzień przy świetle Słońca nie są widoczne.

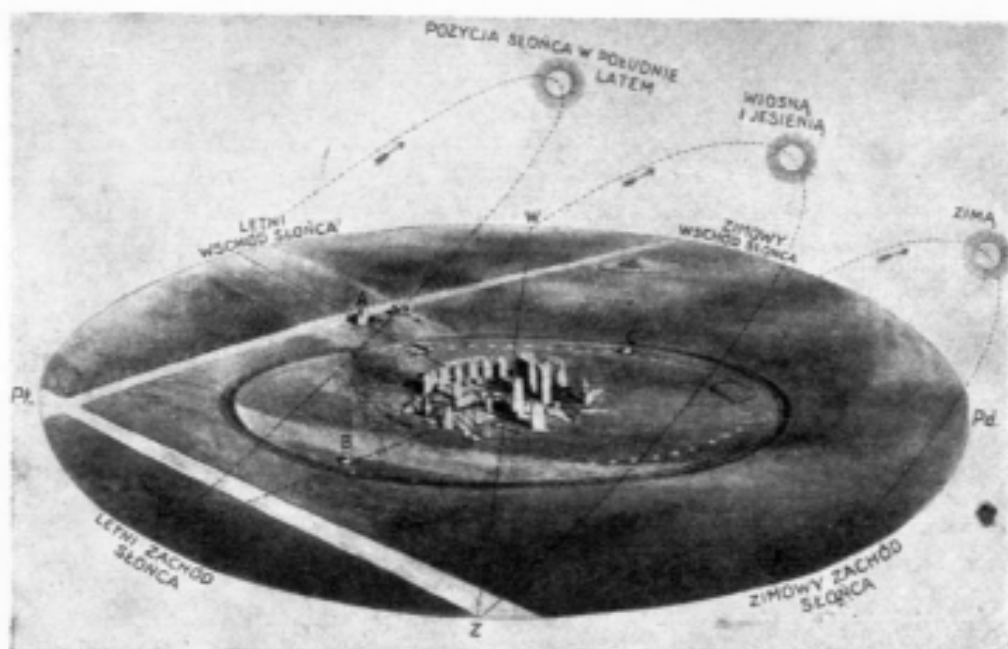
Jak już poznaliśmy poprzednio, Słońce przesuwa się na niebie w kierunku północnym i południowym. Zimą dochodzi daleko więcej ku południowi niż latem.

Przypatrzmy się rysunkowi 16.

W samym środku widać ugrupowanie olbrzymich głazów, ułożonych rękami ludzi, którzy zamieszkiwali dzisiejszą Anglię tysiące lat temu. Budowle takie, jak sądzą



dzisiaj, były rodzajem świątyń ówczesnych, gdzie kapłani odprawiali praktyki i ceremonie religijne. Rysunek ten przedstawia miejscowość zwaną Stonehenge, znajdującą się na równinie Salisbury w hrabstwie Wiltshire w Anglii, a powstanie budowli tej przypada na 3600 lat wstecz.



Rys. 16. Miejscowość Stonehenge w Anglii.

Na rysunku pokazana jest różna wysokość Słońca w południe: latem, jesienią i zimą. Widoczne na równinie głazy są ułożone w ten sposób, że wskazują punkty horyzontu, w których wschodzi i zachodzi Słońce w dniach: 21 czerwca i 21 grudnia.

Składa się ona z koncentrycznych kół, zbudowanych z większych lub mniejszych głazów, umocowanych w ziemi pionowo oraz układanych jeden na drugim.

W centrum tych kół leży olbrzymi płaski głaz, zwany ołtarzem. Jeżeli stanąć na nim przed wschodem Słońca w dniu 21 czerwca i patrzeć w otwór między dwoma prostopadłymi głazami tuż ponad szczyt stojącego opodal, sterczącego pionowo z ziemi, innego głazu, noszącego nazwę „Pięty Mnicha“ (Friar's Heel), to kierunek ten przetnie linię horyzontu akurat w punkcie, gdzie dnia tego — najdłuższego w roku — ukazuje się wschodzące Słońce.

Gdy z tego samego środkowego kamienia patrzeć ku

północo-zachodowi na głaz oznaczony na rysunku literą (B), to na horyzoncie trafimy na punkt, gdzie tegoż dnia słońce zachodzi.

O ile zaś znajdziemy się tutaj 21 grudnia, gdy dzień



Rys. 17. Wycieczka oczekująca w Stonehenge na wschód Słońca w dniu 21 czerwca. Miejscowość Stonehenge jest odwiedzana w dniu 21 czerwca przez liczne wycieczki dla obserwowania wschodu Słońca. W oddali widać skalę, zwaną Piętą Mnicha, nad którą właśnie ukazuje się Słońce w chwili wschodu.

jest najkrótszy, to patrząc w kierunku punktu (C) ujrzymy również miejsce, w którym dnia tego Słońce wschodzi.

Rysunek 17 właśnie przedstawia ludzi zebranych wewnątrz jednego ze wspomnianych kamiennych pierścieni, obserwujących wschód Słońca w dniu 21 czerwca nad

jeszcze, czego naturalnym następstwem jest, że gwiazdozbiorów tych we wzmiankowanych miesiącach widzieć nie możemy.

Droga Słońca (ekliptyka).

Pójdziemy teraz za Słońcem przez wszystkie pory roku.

W dniu 21 marca znajduje się ono na równiku niebieskim, a dzień i noc są równe sobie. Stąd sunie wciąż w kierunku północnym a jednocześnie nieco wschodnim, wznosząc się stale coraz wyżej na niebie w południe aż do 21 czerwca, kiedy najdalej jest odsunięte od równika ku północy, i wówczas dzień jest najdłuższy. Moment ten nosi nazwę letniego przesilenia dnia z nocą.

Od tej chwili Słońce rozpoczyna zbliżanie się ku równikowi i zbaczając teraz stale ku wschodowi dochodzi powtórnie do równika w dniu 22 września. Nie ustaje jednak w biegu i utrzymując nadal kierunek posuwania się dochodzi 21 grudnia do momentu tzw. zimowego przesilenia dnia z nocą, tj. do chwili, gdy dzień jest najkrótszy. W tym punkcie następuje zmiana kierunku — z południowego na północny ze stałym zawsze odchyleniem ku wschodowi; aż wreszcie po trzech miesiącach słońce w dniu 21 marca znowu przechodzi przez równik i następuje tzw. wiosenne porównanie dnia z nocą, tj. dzień i noc są równe sobie.

Droga Słońca nosi nazwę ekliptyki i leży jedną połową na północ od równika nieba, drugą zaś na południe.

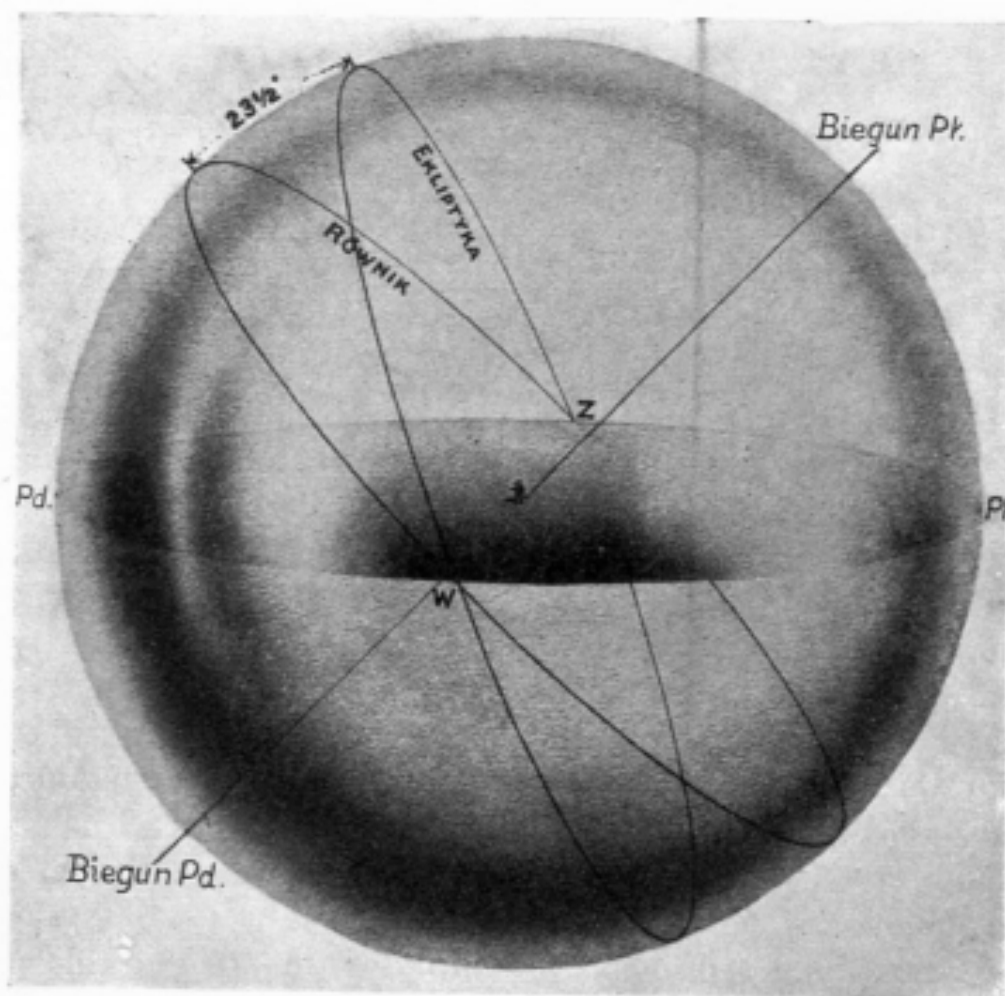
Po niej Słońce odbywa swą wędrówkę na niebie i przebywa ją całą w ciągu okresu czasu, który nazywamy rokiem (Rys. 19).

Jakże byłoby dogodnie studiować niebo, gdyby tak jakaś dobra wróżka uniosła się w przestworza i narysowała na sklepieniu niebieskim równik nieba i ekliptykę!

Niestety pozostanie to tylko marzeniem i trzeba wysilać umysł oraz przywoływać na pomoc wyobraźnię, aby przedstawić sobie Słońce dzień po dniu, rok po roku, sunące

niezmiennie po wyznaczonej mu od wieków, choć niewidocznej, drodze na niebie.

Starożytni Grecy wyobrażali sobie Słońce pod postacią boga Słońca, Feba, który pędził na ognistym rydwanie



Rys. 19. Równik świata i ekliptyka.

Równik świata rozciąga się na jednakowej odległości od obydwóch biegunów świata. Płaszczyzna ekliptyki, tj. pozornej drogi Słońca na niebie, nachylona jest do niego pod kątem $23\frac{1}{2}^{\circ}$.

między gwiazdami. Gościńcem była mu właśnie ekliptyka, a jako dzielny woźnica kierował swymi rumakami tak zręcznie, że nie zboczył nigdy z drogi. Podanie głosi, że kiedyś syn Feba, Faeton, uprosił ojca, aby pozwolił mu kierować rydwanem. Stary Feb wahał się długo, lecz w końcu uległ. Porywczy i lekkomyślny młodzieniec

tak nieostrożnie poprowadził zaprząg, że zboczył z drogi i o mało nie spalił zupełnie Ziemi.

Rysunek 20 przedstawia właśnie znajdujące się w dziele wydanym w r. 1482 w Wenecji wyobrażenie Słońca (Sol) pędzącego na ognistym rydwanie. Zapewne teraz już łatwiej pojąć i wyobrazić sobie potężne Słońce, sunące po szlaku niebieskim.

Zodiak.

Wyobraźmy sobie olbrzymią taśmę szeroką na 16° , opasującą dokoła glob niebieski, tak że cała ekliptyka leży akurat wzdłuż niej. Taśma ta jest to tzw. Zodiak, na którym gdzieś zawsze znajduje się Księżyc i planety.

Od niepamiętnych czasów Zodiak dzielono na dwanaście równych części, długich na 30 a szerokich na 16 stopni. Części te zwano Znakami Zodiaku

i każda z nich miała swą nazwę i znak: mianowicie; Baran (γ), Byk (β), Bliźnięta ($\square$), Rak ($\textcircled{a}$), Lew ($\textcircled{b}$), Panna ($\textcircled{c}$), Waga ($\textcircled{d}$), Niedźwiadek ($\textcircled{e}$), Strzelec ($\textcircled{f}$), Koziorożec ($\textcircled{g}$), Wodnik ($\textcircled{h}$), Ryby ($\textcircled{i}$).

Bardzo niewiele pracy wymaga, zwłaszcza przy posilkowaniu się mapami nieba podanymi na rysunkach 98, 100, 102, 104, zaznajomienie się z gwiazdozbiorami leżącymi wzdłuż ekliptyki oraz z położeniem ich na



Rys. 20. Słońce (Sol) na swym rydwanie.

Rycina przedstawia Sol (Słońce), jadące po niebie na rydwanie zaprzężonym w cztery ogniste rumaki. Rycina jest wzięta z greckiego dzieła p. t. „Poetikon Astronomikon” (Astronomia w rysunkach), wydanego w 1482 r. w Wenecji a napisanego przez Higinusa, bibliotekarza Cezara Augusta. Rysunek wykonał sławny w wieku XV-m malarz Ratdolt.

niebie w każdym czasie, kiedy tylko gwiazdy są widoczne.

Należy pamiętać, że obieg roczny Słońca po ekliptyce jest całkowicie różny od pozornego dziennego ruchu Słońca, kiedy ukazujące się rankiem na wschodzie a niknące na zachodzie powoduje ono zjawisko dnia i nocy.

Ruch pozorny Słońca.

Jakże więc jest jednak ostatecznie? Czy Słońce rzeczywiście krąży dokoła po niebie w ciągu roku?

Bynajmniej! Jak poprzednio — znów ulegliśmy złudzeniu. Nam się tylko wydaje, że to Słońce obiega dokoła Ziemię; w rzeczywistości zaś dzieje się wprost przeciwnie — Ziemia krąży wokół Słońca. Wyjaśnia to nam zrozumiałe rysunek 21. Ziemia okrąża Słońce po drodze mającej kształt elipsy. W pewnym momencie, gdy Ziemia 1-go stycznia jest w punkcie (A), to Słońce widzimy w punkcie (a) ekliptyki, w miejscu gdzie znajduje się gwiazdozbiór Niedźwiadka (Scorpio); dlatego też jest on i sąsiednie gwiazdozbiory Herkulesa (Hercules) oraz Korony Północnej (Corona Borealis) dla nas w tym czasie niewidoczny.

Gdy zaś na skutek wirowego ruchu Ziemi nastąpi dla nas noc, to widzimy gwiazdozbiory akurat przeciwległe wymienionym wyżej, mianowicie: Byka (Taurus), Oriona, Perseusza i inne, zwykle na niebie zimowym.

Po upływie trzech miesięcy Ziemia w dniu 1 kwietnia znajduje się w (B); wówczas Słońce ukazuje się nam na ekliptyce w punkcie (b), przy gwiazdozbiorach Łabędzia (Cygnus), Pegaza (Pegasus) i Orła (Aquila), zaćmiewając je przy tym całkowicie swym blaskiem. Nocą natomiast widać Lwa (Leo), Raka (Cancer), Wielką Niedźwiedźcę (Ursa Maior) i sąsiednie konstelacje.

Ziemia jednak biegnie dalej i po nowych trzech miesiącach — 1 lipca — jest już w punkcie (C) orbity, Słońce zaś w c; jeszcze trzy miesiące przesuną Ziemię do D a Słońce

do *d*, aż wreszcie następnego już 1 stycznia powracają oboje do pierwotnej pozycji — w (A) i (a).

Jak widać więc, dzięki jedynie temu, że Ziemia prze-



Rys. 21. Pozorna droga Słońca i rzeczywista orbita Ziemi. Ziemia obiega istotnie dookoła Słońca po drodze mającej kształt elipsy, przy czym Słońce znajduje się w jednym z jej ognisk. Mieszkańcom Ziemi, nie odczuwającym jej ruchu, wydaje się, iż Słońce przesuwa się po niebie po wielkim kole, które nosi nazwę ekliptyki.

suwa się po swej orbicie, wydaje się, że Słońce opisuje tę ogromną kolistą drogę na niebie, którą nazwaliśmy ekliptyką.

Widok nieba w różnych porach roku.

Rysunek 21 już nam dał pierwsze pojęcie, dlaczego widzimy różne gwiazdy w różnych porach roku. Zagadnienie

to jednak trzeba zrozumieć dokładnie, dlatego też rozpatrzmy je jeszcze bardziej szczegółowo. Gdy patrzymy nocą na niebo, wydaje się nam, że gwiazdy są jakby przytwierdzone do wewnętrznej strony olbrzymiego ciemnego stropu nieba, wiszącego nad naszymi głowami. Rozpatrzmy jeszcze ten sam rysunek. Widzimy, iż pośrodku znajduje się Słońce, dokoła którego krąży Ziemia po eliptycznej orbicie, oznaczonej na rysunku strzałkami, przy czym kierunek osi ziemskiej zawsze pozostaje niezmienny.

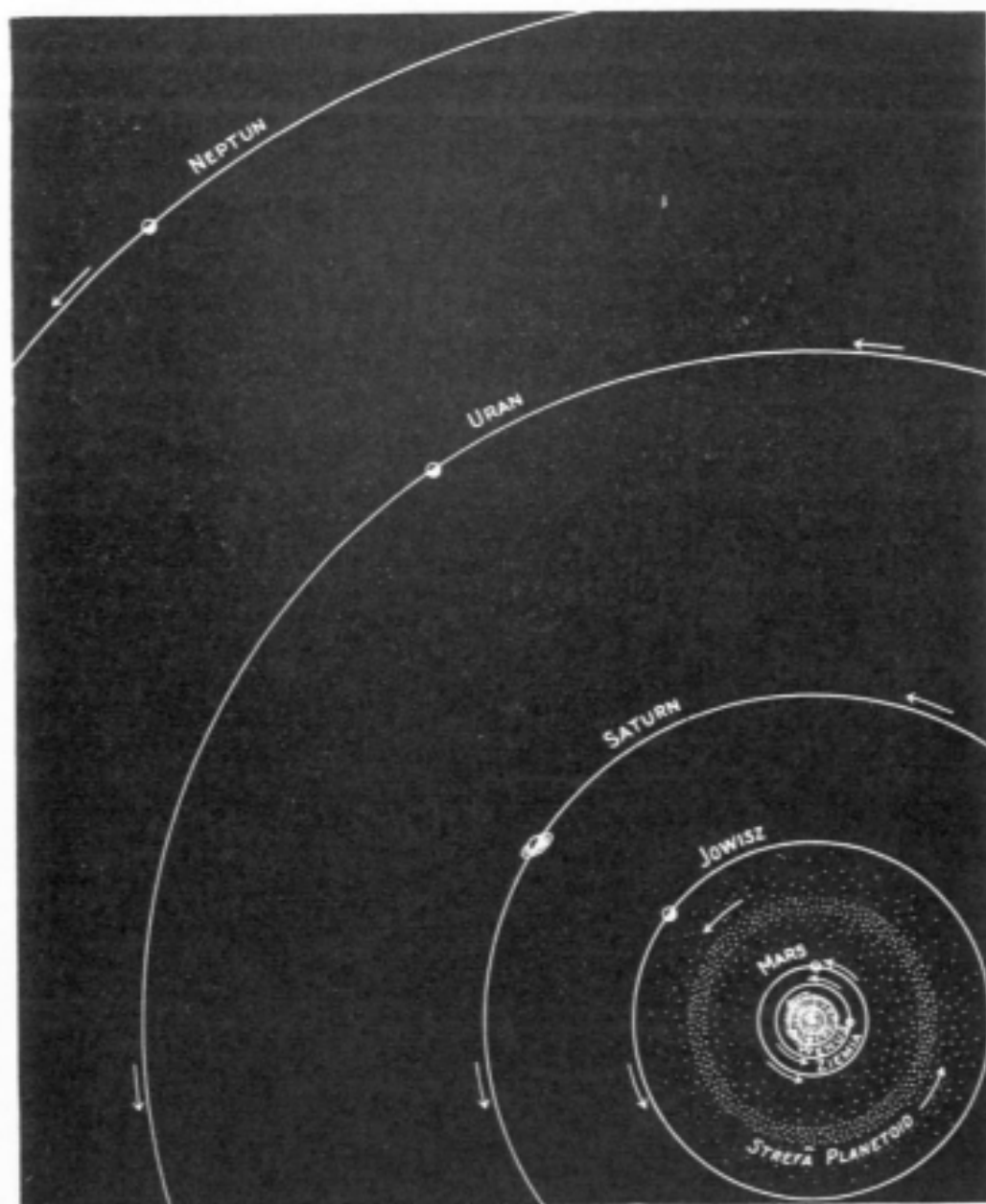
Przypuśćmy, że Ziemia znajduje się w punkcie *A* orbity. Wówczas na północnej półkuli zimą, ponieważ promieni Słońca jest tam mało, natomiast na półkuli południowej sięgają one nawet poza biegun.

My, oczywiście, jesteśmy na powierzchni Ziemi i w półkuli północnej. W dzień widzimy na niebie Słońce, nocą zaś, gdy Ziemia wskutek swego ruchu wirowego dokoła osi zakryje nam je, blask promieni słonecznych nie przeszkadza już nam podziwiać niezliczone gwiazdy, skrzące się na czarnym sklepieniu nieba.

Które jednak? Oczywiście te, co znajdują się w stronie nieba oznaczonej na rysunku literą *c*, tj. akurat w kierunku przeciwnym punktowi *a*, w którym widzieliśmy Słońce w dzień.

Po trzech miesiącach Ziemia przechodzi do punktu *B*, półkula północna będzie miała już wiosnę; Słońce ukazuje się wówczas mieszkańcom w kierunku *b*, gwiazdy zaś — w nocy w części nieba *d*. W pół roku od pozycji *A* znajdziemy się z Ziemią w punkcie *C* orbity; na północnej półkuli będzie w całej pełni lato, gwiazd w części nieba około punktu *c* nie dojrzymy w blaskach Słońca, ale za to nocami będą ukazywały się nam wszystkie z okolic nieba przy punkcie *a*. Gdy zaś po nowych trzech miesiącach nastanie jesień na naszej półkuli, to będziemy mogli widywać tylko te gwiazdy, które znajdują się w dolnej części firmamentu wyobrażonego na rysunku.

Tak więc oto rozumiemy teraz dokładnie, dlaczego



Rys. 22. Schematyczny rysunek orbit planet.

Orbity są wykonane w skali. Najbliżej słońca krążą: Merkury, Wenus, Ziemia, Mars; dalej szeroką przestrzeń zajmują obszary planetoid, a za nimi rozciągają się olbrzymie orbity Jowisza, Saturna, Urana i Neptuna. Wszystkie planety poruszają się w jednym kierunku.

ukazują się nam w różnych porach roku inne, ale stale zawsze dla każdej pory — konstelacje gwiazd.

Z faktu niezmienności kierunku osi ziemskiej nasuwa się oczywisty wniosek, że gwiazdy tych okolic nieba, ku którym jest zwrócony górny koniec osi ziemskiej, tj. inaczej

mówiąc — leżące dokoła północnego bieguna nieba, zawsze cały rok są widoczne dla mieszkańców północnych stref Ziemi i podobnie — dla okolic bieguna południowego Ziemi — gwiazdy przy biegunie południowym nieba.

Obraz wszechświata.

Przekonaliśmy się z dotychczasowych rozważań, że dwa razy byliśmy w błędzie, gdyż braliśmy złudzenie za rzeczywistość.

Co było przyczyną tego?

Przyczyną tego jest ruch Ziemi. Posuwa się ona tak spokojnie, równomiernie, bez wstrząsów — zarówno w biegu swym dokoła Słońca jak i wirując około swej osi — że nie mamy możliwości wyczuć tych jej ruchów.

Inaczej byłoby, gdybyśmy mogli oderwać się od Ziemi, ulecieć gdzieś daleko w przestrzeń od niej oraz od Słońca i stamtąd, jak z lotu ptaka lub z aeroplanu, rzucić okiem na wszechświat, by ujrzeć jego obraz rzeczywisty.

Gdybyśmy spojrzeli od strony Gwiazdy Polarnej, to w odległości blisko 20.000 milionów km ujrzelibyśmy cały nasz układ słoneczny.

Pośrodku, choć tak dalekie, ale wciąż oślepiające Słońce, a dokoła niego krążąca rzesza innych ciał niebieskich, zwanych planetami, które widzielibyśmy jednak tylko każdą w kształcie połowy błyszczącej tarczy. Po krótkim zastanowieniu doszlibyśmy do wniosku, że muszą to być ciała kuliste, nie świecące; jedynie tylko ta półkula każdego z nich, która jest zwrócona ku Słońcu i oświetlona przez nie, błyszczy jasno i dlatego jest widoczna.

Przyglądając się zaczęlibyśmy następnie liczyć — ile też jest tych ciał błyszczących i jak się one poruszają.

Najbliżej Słońca widać najmniejszą ze wszystkich i najszybciej obiegającą planetę — Merkurego. Dalej niż ona, większa nieco i wolniejsza w biegu, krąży Wenus. Następna ukazuje się oczom naszym ojczyzna nasza — Ziemia,

podobna do Wenus wielkością, lecz jeszcze powolniejsza, natomiast posiadająca małego towarzysza, stale obiegającego dokoła niej. Poznajemy w nim znajomy Księżyc. Czwarty z kolei świeci czerwono Mars, prawie o połowę mniejszy od Ziemi, lecz już z dwoma towarzyszami-księżycami. Dalej nie ma on blisko sąsiadów. Dopiero w ogromnej odległości od niego krąży olbrzymi, większy od innych planet, Jowisz w otoczeniu aż dziewięciu swych księżyców — czterech znacznych i pięciu małych, z trudem zaledwie widocznych.

Dalej dojrzelibyśmy mniejszą od Jowisza, lecz również znacznych rozmiarów, szóstą planetę, zachwycającą cudowną, niezwykłą swą postacią. Jest to Saturn, otoczony olbrzymim, wspaniałym, jaśniejącym pierścieniem a poza nim licznymi księżycami. Niedaleko od niego przesuwają się w gronie czterech towarzyszy Uran, za nim powolny Neptun (wszystkie planety — im dalej od Słońca, tym wolniej krążą po swych orbitach), mając przy boku jednego tylko towarzysza, i wreszcie na krańcach układu — świeżo odkryty Pluton.

Prócz planet komety szybują w przestworzach lecąc ku Słońcu; okrążają je i znów polecą gdzieś w nieskończoną przestrzeń, aby nigdy już nie powrócić.

Czyż może być coś więcej imponującego nad widok tej rodziny olbrzymów niebieskich, majestatycznie sunących po swych niewidzialnych drogach: jednych — samotnych, innych — otoczonych swą satelitów, krążących dokoła nich nieustannie.

Gdybyśmy zwrócili się w kierunku przeciwnym od Słońca i planet, inny widok roztoczyłby się przed naszymi oczami; nieskończona przestrzeń, wśród której niezliczone gwiazdy rzucają różnokolorowe swe blaski w czarne milczące przestworza dokoła.

Lecz choć tak daleko odbiegliśmy od Słońca, ku zdziwieniu naszemu widzimy na niebie te same gwiazdy, te same ich figury i układy. Ten sam wspaniały Orion z błę-

szczącym Pasem, Pies Wielki, Byk, ta sama tajemnicza Droga Mleczna... i wszystkie inne znane z Ziemi... Tak są one bowiem niesłychanie daleko, że ta odległość, dokąd zabieглиśmy, jest nikłą, nic nie znaczącą w drodze do gwiazd.

Zaiste zdumiewający jest wszechświat!

CZĘŚĆ DRUGA

SŁOŃCE I UKŁAD SŁONECZNY

ROZDZIAŁ III

UKŁAD SŁONECZNY — ZIEMIA

Rzut oka na układ słoneczny.

Przejrzyjmy teraz nieco szczegółowiej to wszystko, cośmy dotąd poznali i wyciągnijmy z tego dalszą jeszcze naukę.

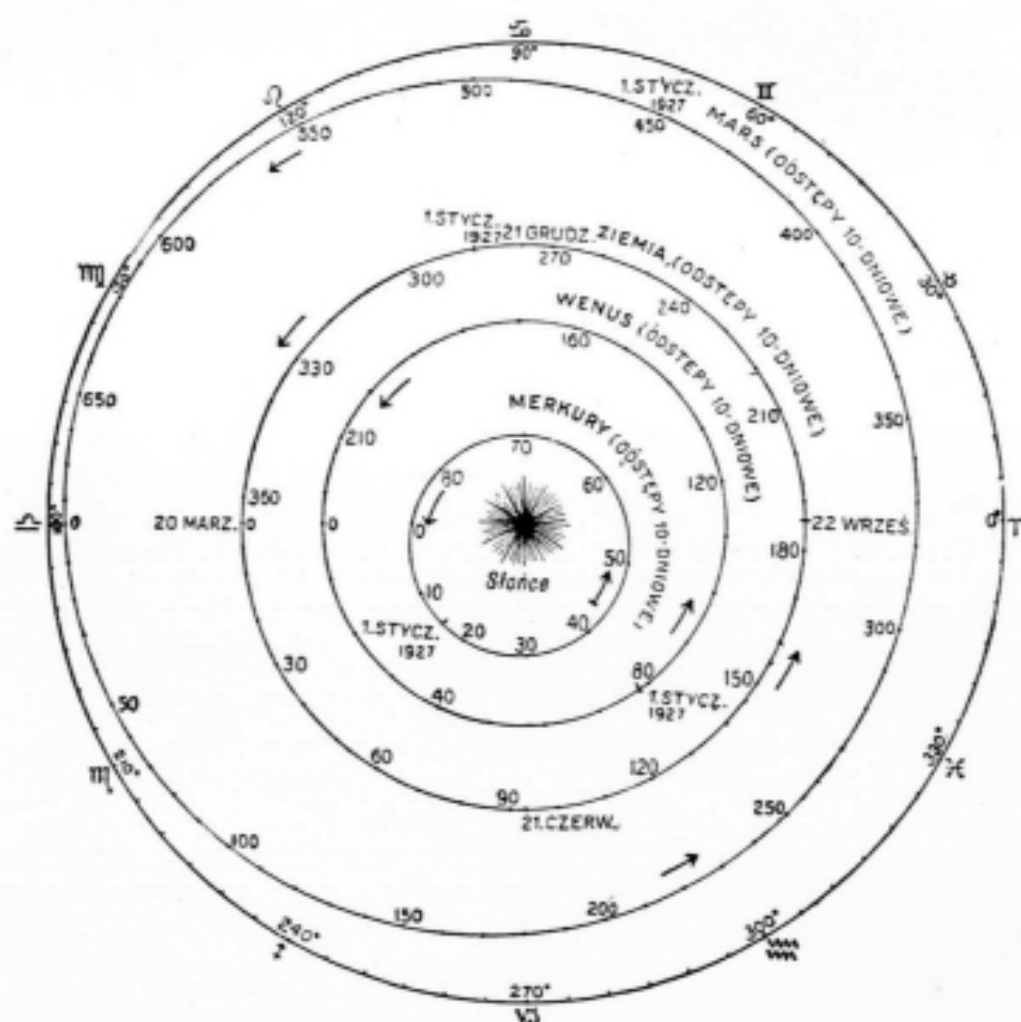
Przede wszystkim rozpatrzmy orbity ośmiu planet, jak je wyobraża rysunek 23. Widzimy cztery z nich bardzo blisko Słońca. Są to orbity Merkurego, Wenus, Ziemi i Marsa. Dalej jest wielki odstęp w przestrzeni i dopiero następują orbity czterech pozostałych planet — Jowisza, Saturna, Urana i Neptuna. W ten sposób więc możemy zrobić podział planet na dwie grupy: bliskie Słońca i bardzo od niego oddalone.

W odstępie między Marsem a Jowiszem krąży przeszło tysiąc drobniutkich planet, zwanych planetoidami lub asteroidami. Niektóre są tak małe, że dostrzec je można tylko przez lunety, przy pomocy których właśnie wszystkie planetoidy były odkryte.

Wróćmy jednak do wspomnianych dwóch grup planet — wewnętrznych i zewnętrznych — i rozpatrzmy każdą grupę szczegółowo. Na rys. 23 przedstawione są orbity planet pierwszej grupy — wewnętrznych: Merkurego, Wenus, Ziemi i Marsa, których odległości od Słońca wynoszą średnio: 57.87, 108.14, 149.45 i 227.79 miliona kilometrów. Postarajmy się zapamiętać te cyfry. Punkty na orbitach oznaczają miejsca znajdowania się planet co dziesięć dni. Niezależnie od tego wskazane są miejsca — w dniu 1-go stycznia 1927 r.

Następny rysunek 24 podaje orbity zewnętrznych planet.

O wiele dalej odsunięte są one od Słońca, a mianowicie: Jowisz — 777.8, Saturn — 1425.8, Uran 2868.5, Neptun — 4496 milionów kilometrów. Na orbitach Jowisza i Saturna są oznaczone miejsca znajdowania się planet w od-



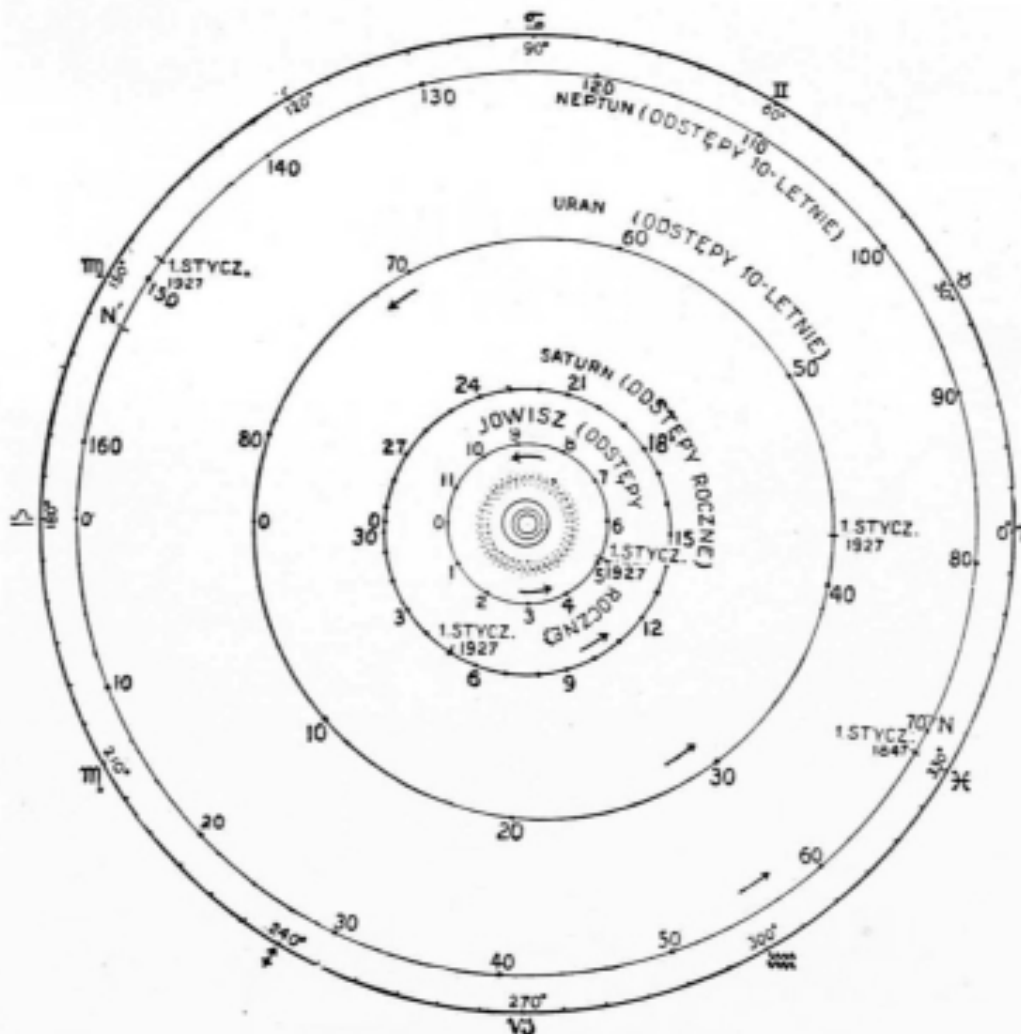
Rys. 23. Orbity planet wewnętrznych.

Orbity Merkurego, Wenus, Ziemi i Marsa są wykonane w skali, przy czym wskazane jest na nich położenie każdej planety w dniu 1 stycznia 1927 r. i w odstępach czasu co dziesięć dni.

stępach rocznych, na orbitach zaś Urana i Neptuna — co dziesięć lat. Oczywiście rzeczą jest, że posuwając się po tych olbrzymich orbitach planety potrzebują wielu lat, aby przebiec je całe. Istotnie też: Jowisz zużywa na całą swą drogę dwanaście lat, Saturn dwadzieścia dziewięć i pół, Uran osiemdziesiąt cztery, Neptun zaś sto sześćdziesiąt pięć.

Na rysunkach wszystkie orbity są wyobrażone w kształcie kół, w rzeczywistości jednak są one eliptyczne.

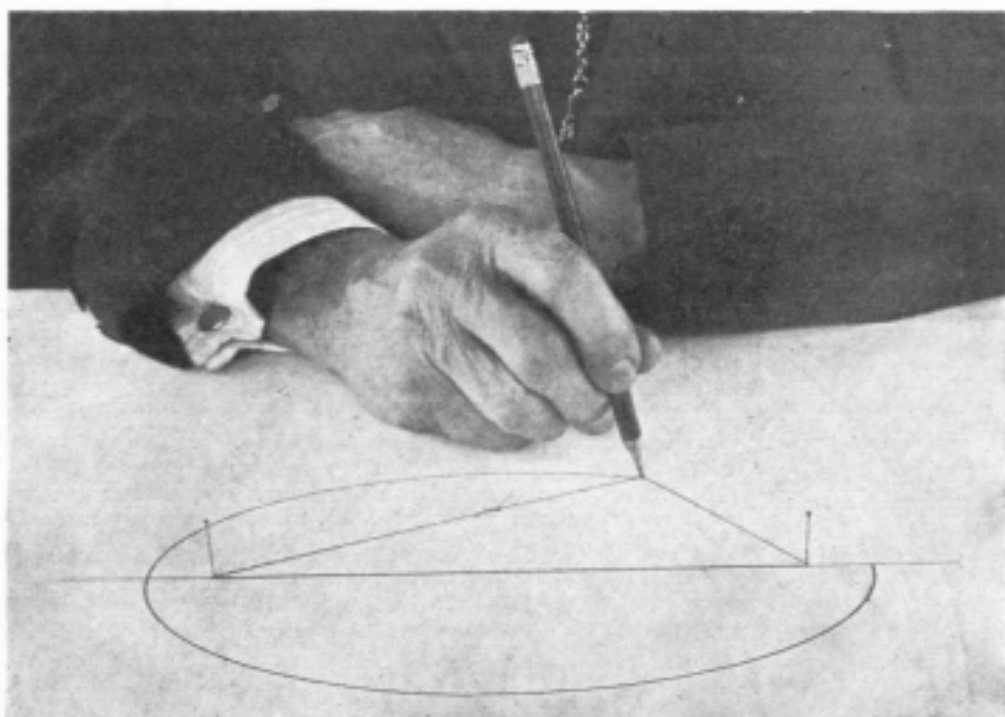
Prosty sposób rysowania elipsy jest powszechnie znany. Mianowicie wpinamy dwie szpilki w arkusz papieru



Rys. 24. Orbity planet zewnętrznych.

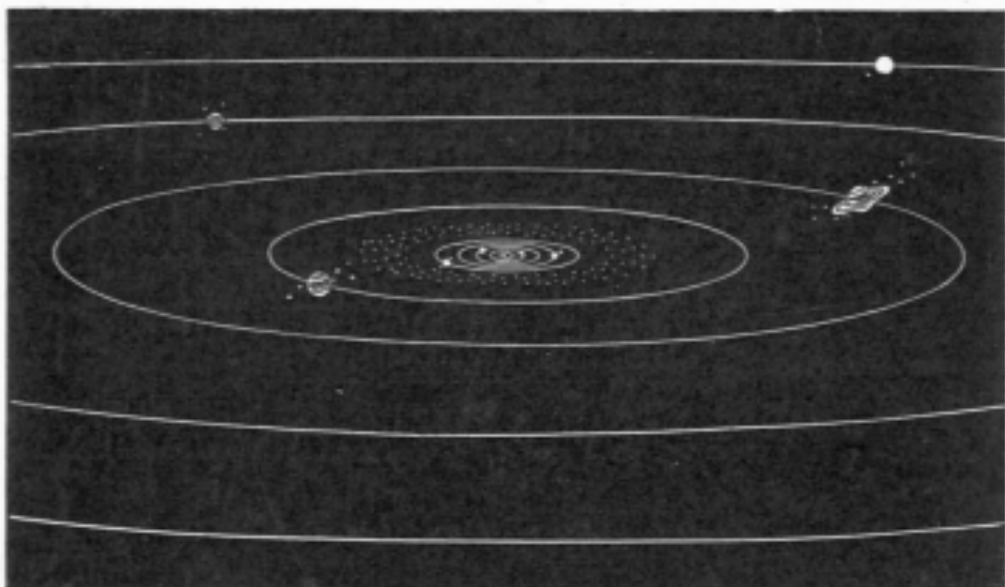
Orbity Jowisza, Saturna, Urana i Neptuna są wykonane w jednej skali, różnej jednak od skali orbit planet wewnętrznych (rys. 23), wyobrażonych małymi kołami pośrodku. Pozycje planet są wskazane na dzień 1 stycznia 1927 r. i następnie — w odstępach rocznych i dziesięcioletnich.

i między nimi przewiązujemy luźno nitkę; gdy naciągniemy ją ołówkiem (jak to wskazuje rys. 25) i będziemy wodzić nim po papierze, opisując linię krzywą, tak jak pozwala naciągnięta nitka, to otrzymamy rysunek elipsy. Punkty, w których są wpięte szpilki, nazywają się ogniskami



Rys. 25. Jak narysować elipsę.

Przy naciąganiu stale nitki obówkiem otrzyma się rysunek elipsy, przy czym szpilki znajdują się w miejscach ognisk elipsy.

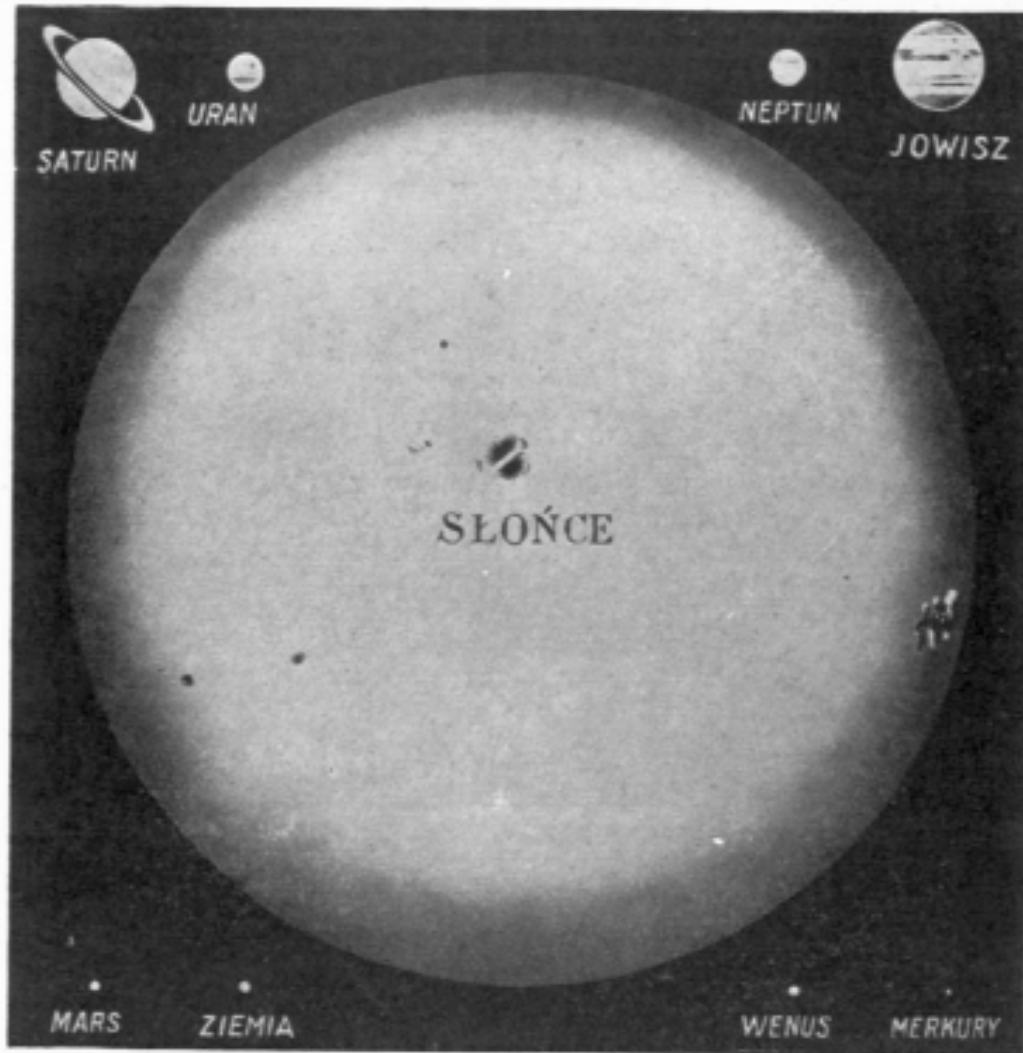


Rys. 26. Orbity planet, wyobrażone w jednej płaszczyźnie.

Rycina przedstawia widok perspektywiczny planet, okrążających Słońce na płaszczyznach prawie zlewających się.

elipsy; im bliżej do siebie są wpięte szpilki, tym elipsa wyjdzie podobniejsza do koła.

Wszystkie orbity planet są prawie koncentryczne między sobą. Posiadają one nadto jeszcze dwie interesujące właści-



Rys. 27. Wielkość porównawcza Słońca i planet.

Planety wewnętrzne, znajdujące się w dole, są stosunkowo małe. Zewnętrzne — u góry — są znacznie większe; Słońce zaś wielkością pżenosi niepomieranie wszystkie planety wzięte razem.

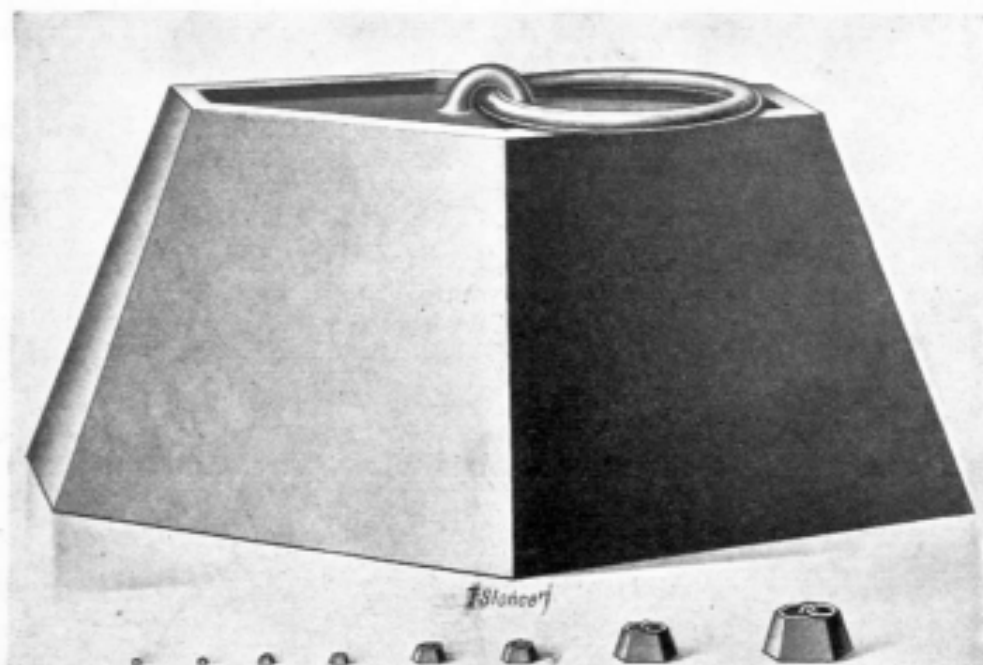
wości: mianowicie iż leżą wszystkie prawie ściśle w jednej płaszczyźnie oraz — że wszystkie planety obiegają po nich w jednym i tym samym kierunku (rys. 26).

Musi być jakaś przyczyna tego.

Na rys. 27 jest przedstawiona wielkość stosunkowa

Słońca i planet. Cztery wewnętrzne planety: Merkury, Wenus, Ziemia i Mars (u dołu rysunku) są małe, cztery zewnętrzne (w górze rysunku): Jowisz, Saturn, Uran i Neptun — wielkie.

Jak widać, Słońce jest wielokrotnie większe od wszystkich planet nawet razem wziętych.



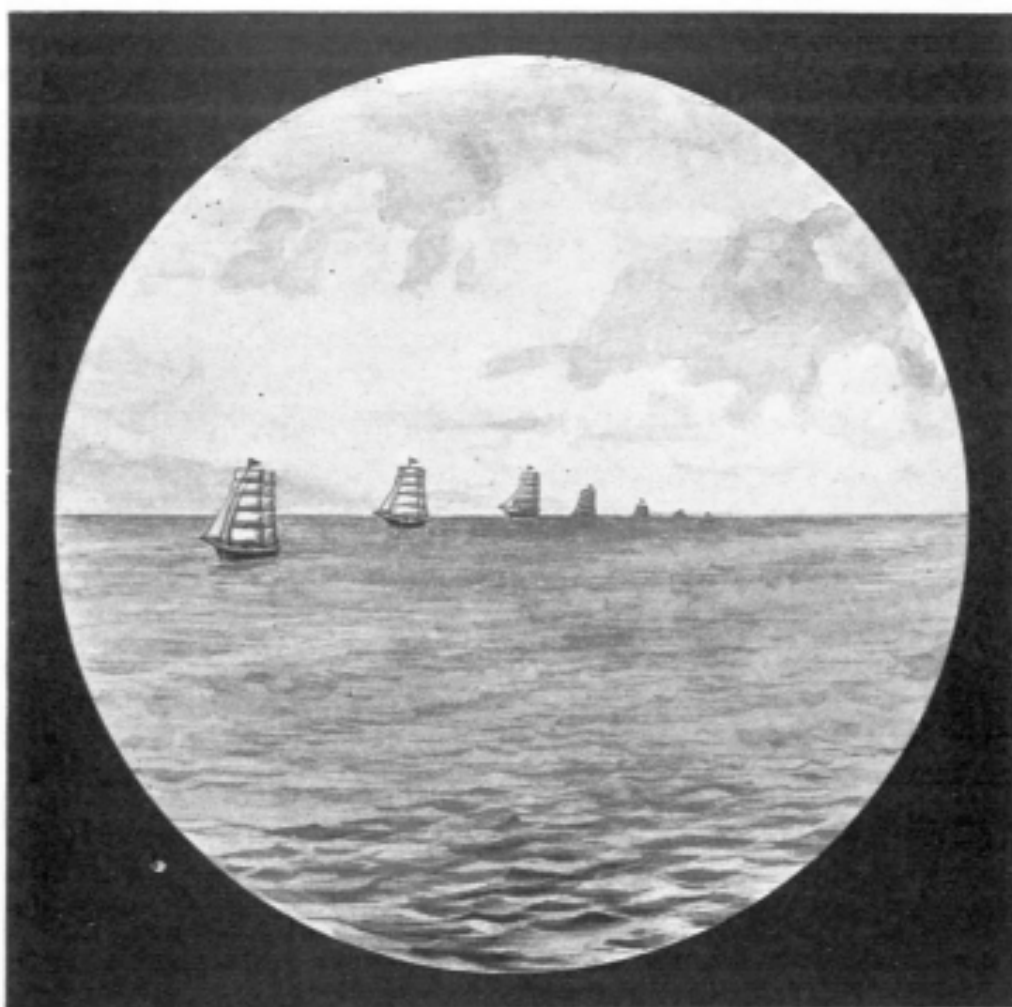
Rys. 28. Porównanie mas Słońca i planet.

Wielki żelazny odważnik wyobraża masę Słońca, mniejsze — masy planet. Materiału Słońca wystarczy na 746 „kompletów” planet.

Porównanie mas Słońca i planet podaje poglądowo rysunek 28. Wielki żelazny odważnik wyobraża masę Słońca, mniejsze — planet. Podobnie jak wyżej, planety wewnętrzne mają masy mniejsze, zewnętrzne zaś znacznie większe. Masa Słońca zaś jest tak wielka, że można by z niej zbudować 746 „kompletów” wszystkich planet.

Mając więc obecnie ogólne pojęcie o całości układu słonecznego zajmijmy się poznaniem dokładniejszym każdego z poszczególnych ciał niebieskich, wchodzących w skład tego układu.

Zacznijmy od planety, na której żyjemy — od Ziemi.



Rys. 29. Okręt zbliżający się do portu.

Przy zbliżaniu się okrętu do lądu widoczne są naprzód czubki masztów, później żagle dopiero w końcu kadłub statku. Gdyby ziemia była płaska, ujrzelibyśmy od razu cały okręt.

Ziemia.

Ziemia jest ogromną kulą o średnicy 12.757 km. Pięćset lat temu jednak wierzono, że jest ona płaska, a i dotąd jeszcze ludzie ciemni mają takie przekonanie. Jednakże wiele dowodów, uzyskanych z odpowiednich obserwacji, potwierdza kulistość kształtu Ziemi.

Gdy okręt zbliża się ku portowi, najpierw spostrzegamy szczyty masztów jego, przy parowcu zaś — dym z kominów. Stopniowo potem ukazują się żagle lub kominy i dopiero w końcu tułów statku (rys. 29). Tak właśnie musi

być przy kulistości Ziemi, gdyż gdyby była ona płaska, to ujrzelibyśmy od razu cały okręt.

Dzisiaj za cenę około 8.500 złotych można nabyć już bilet, za którym objechalibyśmy Ziemię dookoła. Podróże takie są nawet specjalnie ogłaszane. Podróżnicy z Anglii np. wyjeżdżają przeważnie z Southampton, kierując się na południe ku Gibraltarowi. Wyjeżdżający zaś z Ameryki opuszczają ją w Nowym Jorku i również przecinając ukośnie Atlantyk, zmierzają do Cieśniny Gibraltarskiej, czasem zachodząc po drodze do Wysp Azorskich. Od Gibraltaru jedni i drudzy płyną Morzem Śródziemnym, przebywają Kanał Sueski, Morze Czerwone, Ocean Indyjski aż do Indii Wschodnich, po czym skręcają na północ ku Japonii, od której poprzez Ocean Spokojny koło Honolulu docierają do portu Victoria w Kolumbii Brytyjskiej. Stąd stale w kierunku południowym opuszczają się obok San Francisco, wzdłuż zachodnich brzegów Ameryki Północnej, aż do Kanału Panamskiego, po przebyciu którego, płynąc wprost na północ przy wschodnich brzegach Ameryki, powracają znów do Nowego Jorku. Podróżnicy angielscy muszą jeszcze nadto przepłynąć w poprzek cały Ocean Atlantycki, zanim staną w miejscu, skąd wyruszyli w podróż.

Taka podróż zajmuje zwykle cztery miesiące czasu. O ile jednak korzystać po drodze z kolei, samolotów, pociągów, to można skrócić czas ten znacznie, tak że okrąży się Ziemię (nie po wskazanej marszrucie, naturalnie) już w ciągu bez mała dwudziestu ośmiu i pół dnia; a i ten okres czasu na pewno w niedalekiej przyszłości jeszcze będzie zmniejszony.

Położenie Gwiazdy Polarnej w zależności od szerokości geograficznej na Ziemi.

Być może, że ktoś z czytelników podróżował kiedyś w krainach dalekiej północy i zdarzało mu się patrzeć na Gwiazdę Polarną; musiał zwrócić uwagę jego fakt, że znajdowała się ona o wiele wyżej na niebie niż w jego kraju.

Przeciwnie zaś — płynący po Morzu Śródziemnym lub przebywający na Florydzie widzą ją zawsze nisko nad horyzontem.

Istotnie, na każde mniej więcej 110 km w kierunku ku północy lądem czy morzem Gwiazda Polarna wznosi się o 1 stopień wyżej na niebie; tak że gdybyśmy stanęli na samym biegunie północnym, to mielibyśmy ją akurat nad głową.

I odwrotnie — na każde 110 km posuwania się ku południowi — zniża się ona o 1 stopień. Na równiku zaś leży akurat na linii horyzontu, tak że z trudnością można ją odnaleźć.

Jest to właśnie też jednym z dowodów kulistości Ziemi, gdyż niepodobieństwem byłoby wyobrazić sobie inny kształt Ziemi, który by mógł powodować takie, jak opisane, wznoszenie się i zniżanie Gwiazdy Polarnej w różnych szerokościach geograficznych.

W rzeczywistości jednak, ściśle biorąc, jak tego dowiedli astronomowie dokładnymi pomiarami i obliczeniami, Ziemia nie jest prawidłową kulą, lecz lekko spłaszczoną u biegunów, tak że średnica przechodząca przez bieguny jest o 43 km krótsza od średnicy na równiku.

Istnieje jeszcze jeden dowód, iż Ziemia jest kulista. Astronomowie mogą obliczyć na tysiące lat naprzód zaćmienia Słońca i wszystkie okoliczności towarzyszące im. Mogą wyznaczyć ściśle czas, kiedy zaćmienie zacznie się, kiedy skończy, do jakiej miejscowości na Ziemi należy się udać, aby je widzieć. Przepowiednie swe opierają na założeniu, że Ziemia jest kulista. Jak wiemy, wyliczenia ich sprawdzają się; gdyby więc Ziemia miała inny kształt, to musiałyby zawodzić.

Tak więc dziś nikt, znając opisane fakty, nie może już mieć żadnych wątpliwości co do kulistego kształtu Ziemi.

Dowody, że Ziemia obraca się dookoła swej osi, podałyśmy wcześniej, nie ma więc już potrzeby zajmowania się tą sprawą więcej.

ROZDZIAŁ IV SŁOŃCE I KSIĘŻYC

Odległość Słońca od Ziemi.

Teraz zapoznamy się z naszym wspaniałym Słońcem.

Żadne z ciał niebieskich nie może równać się ze Słońcem co do znaczenia dla nas. Możemy bowiem żyć bez Księżyca i gwiazd, lecz gdyby odjęto nam Słońce, jego światło i ciepło, to istnieć nie moglibyśmy.

Jak daleko od nas znajduje się Słońce?

Przed odpowiedzią na to pytanie musimy poznać sposób, jakim można wymierzyć odległość między Słońcem a Ziemią.

Sposoby są takie same, jakie stosują geometrzy lub podróżnicy określając odległości przedmiotów niedostępnych. Spójrzmy na rysunek 30. Dajmy na to znajdujemy się na jednym (bliższym) brzegu rzeki i potrzebujemy zmierzyć odległość do drzewa stojącego na drugim. Możemy uczynić to z dużą dokładnością, posiadając jako narzędzie jedynie zwykłą miarkę — calówkę i trochę sznurka, sposobem następującym.

W jednym miejscu, np. w punkcie *A*, wbijamy w ziemię kołek i od niego odmierzamy prostą linię długości 50 metrów; w końcu jej wbijamy drugi kołek (punkt *B*), po czym między kołkami przeciągamy sznurek, zamocowany gwoździami na czubkach kołków.

Następnie przybliżywszy oko tuż do wierzchołka kołka *A* patrzymy w kierunku drzewa *C* na drugim brzegu rzeki, a ktośkolwiek pomagający zamocowuje w ziemi na tej linii wzroku trzeci kołek *D*, ściśle tak, aby znalazł się on na prostej linii od *A* do *C*; wówczas przeciągamy sznurek między wierzchołkami *A* i *D*. Podobnie ściśle postępujemy z kołkiem *B*. W ten sposób otrzymamy, przedłużając myślowo linie *AD* i *BE*, figurę trójkąta, którego wierzchołek znajduje się w *C*, za podstawę zaś służy odmierzona 50 me-

trowa linia AB. Jeżeli więc będziemy mogli określić długości boków tego trójkąta — AC i BC, to tym samym otrzymamy odległość drzewa C od nas, tj. do punktu A lub B. W tym celu postępujemy dalej następująco: podkładamy w rogu kąta przy wierzchołku kołka A arkusz papieru i ostrożnie dokładnie odrysowujemy na nim kąt, jaki tworzy sznurek



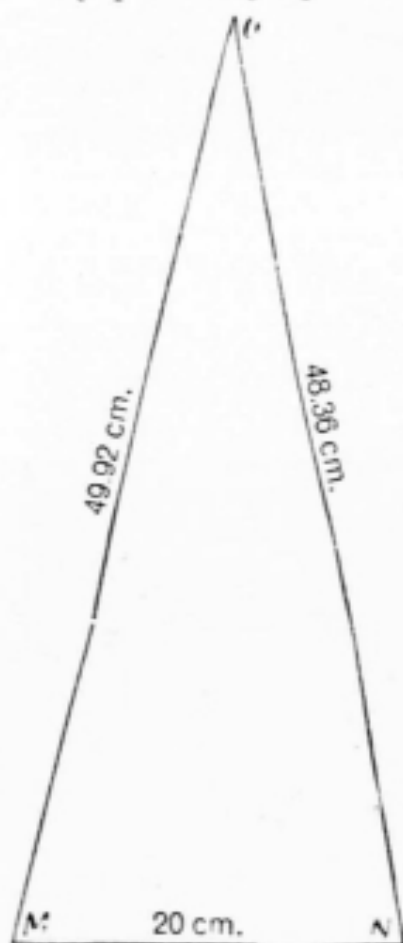
Rys. 30. Wymierzanie odległości punktu niedostępnego.

Rysunek wskazuje, jak można wymierzyć odległość punktu niedostępnego używając jako narzędzi jedynie kawałka sznurka.

przeciągnięty w kierunkach AB i AC; zupełnie to samo wykonujemy przy wierzchołku B.

Mamy zatem podstawę trójkąta — 50 metrów i obydwa kąty przylegające do niej, możemy więc narysować na papierze trójkąt podobny ściśle do naszego. Wrysujemy go w skali 250 razy mniejszej (rysunek 31). A więc linię MN na rysunku zrobimy długą na 20 centymetrów; przy obu końcach jej odrysujemy ściśle te same kąty, jakie wrysowaliśmy przy kołkach A i B, i przeciągnawszy boki ich, aż do spotkania w punkcie O, otrzymamy trójkąt dokład-

nie podobny do naszego, tylko 250 razy mniejszy. Dla określenia więc odległości rzeczywistej AC lub BC należy jedynie zmierzyć dokładnie na rysunku linie MO i NO i rezultaty pomnożyć przez 250. Wykonamy to; przypuścimy, że



Rys. 31. Obliczenie odległości punktu niedostępnego.

Rysunek przedstawia trójkąt, ściśle taki sam jak wyobrażony na rysunku 30. Jeżeli więc wiadoma nam jest długość AB, to możemy wyliczyć długość dwóch pozostałych boków trójkąta.

linia MO równa się 49.92 cm, linia zaś NO—48.36 cm. W rzeczywistości więc odległość AC jest 250 razy większa, tj. 12.480 cm, czyli 124,80 m, odległość zaś BC—12.090 cm, czyli 120.90 m.

Geometry oczywiście używają do mierzenia kątów instrumentów precyzyjnych, nadzwyczaj dokładnych, oraz starają się podstawę trójkąta AB brać ile można najdłuższą. To też potem rysunek trójkąta na papierze jest bardzo dokładny, tak że omyłka w ostatecznym obliczeniu długości AC lub BC nie przenosi 1 cm na 10 km.

Astronom jest takim samym geometrą, wymierza jedynie odległości nie na Ziemi, lecz w przestrzeni. Zadanie jednak ma o wiele trudniejsze z tego względu, że podstawa trójkąta — linia odmierzona na Ziemi, samej tak małej w stosunku do

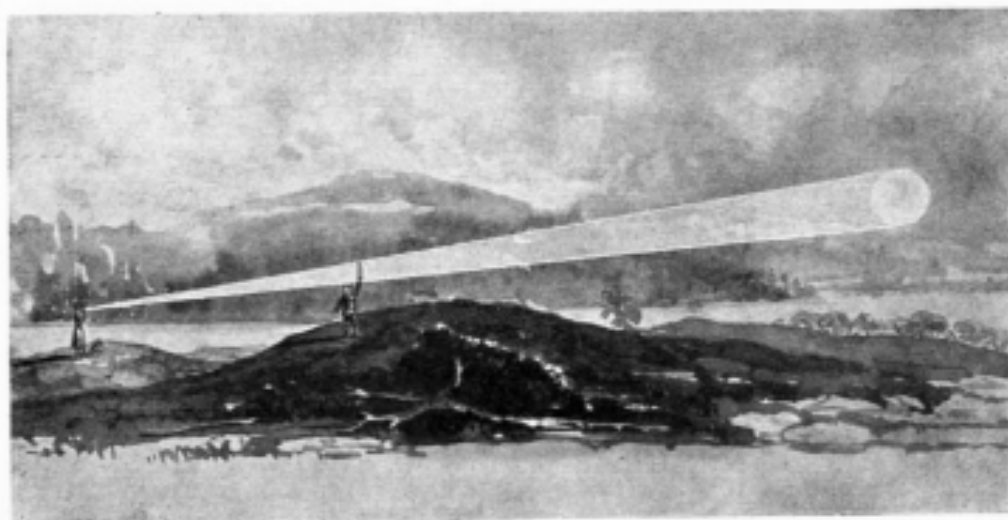
odległości Słońca — jest w porównaniu z tą odległością zupełnie nikła.

Używając jednak nadzwyczaj czułych i dokładnych instrumentów, przeprowadzając manipulacje z wielką ostrożnością i dokładnością, przy czym powtarzając mierzenie kilka razy, astronomowie otrzymują całkowicie

ściśle i wiarogodne wyniki określenia odległości Słońca od Ziemi.¹

Odległość ta wynosi około 149,450.000 kilometrów (średnia).

Trudno jest przedstawić sobie myślą tak olbrzymią odległość. Łatwiej uprzytomnimy sobie ją takim porównaniem: gdyby przeprowadzić od Ziemi do Słońca linię kolejową i puścić po niej pociąg biegnący z szybkością 100 km



Rys. 32. Określenie wielkości średnicy Słońca.

Stojący na wzgórku chłopiec trzyma w ręku okrągłą tarczę z tektury, o średnicy 35 cm, i zakrywa nią dokoła tarczę Słońca. Jeżeli zmierzymy odległość między chłopcem a dziewczynką, to mając odległość Słońca od Ziemi, możemy porównać średnicę jego ze średnicą tarczy tekturowej.

na godzinę, to dotarłby on do Słońca po upływie około 170 lat, co się równa przeszło dwóm życiom ludzkim.

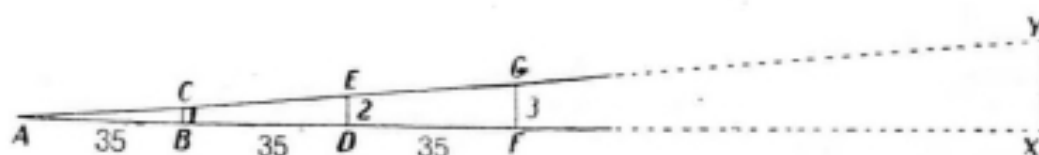
Wielkość Słońca.

Jak wielkie jest Słońce?

Skoro znamy już odległość Słońca od Ziemi, to określenie wielkości jego nie będzie nastroczało trudności. Na rysunku

¹ Podana jest tu tylko zasada pomiaru. W rzeczywistości astronomowie wyznaczają odległość od Ziemi jednej z sąsiednich planet lub planetoid i z otrzymanych wyników obliczają odległość Ziemi od Słońca.

32 jest przedstawiony sposób, w jaki każdy może zrobić to bardzo łatwo. W jednym miejscu stoi dziewczynka i patrzy na Słońce (np. przyćmione nieco chmurami); opodal chłopiec, trzymając wysoko w ręku wykrojoną z tektury tarczę o średnicy 35 cm, stara się stanąć w takiej odległości od dziewczynki, aby tarczą tą zakryć ściśle tarczę Słońca. Gdy znajdzie taki punkt, zatrzymuje się, po czym odległość jego od dziewczynki zostaje dokładnie wymierzona. Dajmy na to, że wynosi ona 35 metrów.



Rys. 33. Schemat obliczenia wielkości średnicy Słońca.

Linia AB oznacza odległość między chłopcem a dziewczynką, linia zaś AX — odległość od Ziemi.

A teraz popatrzmy na rysunek 33. Punkt A będzie oznaczał oko dziewczynki, linia pionowa XY — średnicę Słońca, podobna linia CB — tarczę tekturową, którą zasłonił chłopiec Słońce, mającą, jak wiemy, 35 cm w średnicy i oddaloną od dziewczynki o 35 metrów — tam gdzie chłopiec zatrzymał się ostatecznie.

Jest oczywistą rzeczą, że gdyby Słońce było np. w miejscu ED, odległym o 70 metrów, tj. dwa razy po 35 metrów, i wtedy dopiero tarcza chłopca zakrywałaby je, to średnica Słońca byłaby też dwa razy większa od średnicy tarczy. Dalej — gdyby tarcza zakrywała Słońce w miejscu FG, trzy razy po 35 metrów odsuniętym od dziewczynki — to średnica jego byłaby znów trzy razy większa od tarczy itd. Widzimy więc, że średnica Słońca jest tyle razy większa od średnicy tarczy, ile razy odległość rzeczywista Słońca od Ziemi jest większa od 35 metrów. Że zaś z poprzedniego rozdziału wiemy, że odległość ta wynosi 149.45 miliona kilometrów, więc podzielimy je przez 35 metrów; otrzymamy 4.270 milionów, czyli tyle razy większa jest średnica Słońca od średnicy tarczy, tj. ma 1,366.400 km. —

Ścisłe pomiary za pomocą instrumentów podają 1,390.600 km. Taką też istotnie wielkość ma średnica Słońca.

Ponieważ zaś średnica Ziemi wynosi 12.757 km, przeto średnica Słońca jest od niej blisko 110 razy większa.

Słońce w porównaniu z Ziemią jest olbrzymie. Gdyby np. wyobrazić sobie kulę słoneczną, równą wielkością piłce nożnej, to Ziemia w porównaniu z nią nie byłaby większa od drobnutkiego ziarnka grochu.

Plamy słoneczne i pochodnie.

Gdy spojrzeć na Słońce gołym okiem (naturalnie zawsze przez ciemne lub zakopcone szkło), wydaje się ono gładką błyszczącą tarczą. Inny natomiast widok — wiele różnych szczegółów — otrzymuje się przy obserwowaniu przez niewielką nawet lunetę.

Widać na tarczy w różnych miejscach większe i mniejsze ciemne plamki, które noszą istotnie nazwę plam słonecznych.

Każda z nich jest ciemniejsza pośrodku a jaśniejsza po brzegach. Jedne występują oddzielnie, inne — zgrupowane po kilka; wielkości zaś ich są takie, że w niejednej można by zmieścić kilka kul takich jak Ziemia i jeszcze zostałoby dużo nie wypełnionego miejsca w ich wnętrzu.

Plamy słoneczne są to wiry rozgrzanych gazów na powierzchni Słońca. W środku plam gazy, wznosząc się ku górze, ochładzają się i świecą słabszym blaskiem, stąd przez kontrast z otaczającą fotosferą wrażenie czerni; jednak takie czarne wnętrza promieniuje 100.000 razy silniej niż księżyc w pełni.

Można również zauważyć, że i tarcza Słońca jest ciemniejsza przy brzegach niż pośrodku. Dowodzi to, że Słońce posiada pewnego rodzaju własną atmosferę. Należy jednak nie zapominać, iż to, co nazywamy „brzegiem“ Słońca, jest w rzeczywistości jedynie częścią powierzchni słonecznej, odchyłoną od nas więcej niż środek, wskutek kulistego

kształtu Słońca. Światło więc z tych części idąc ku nam przechodzi przez gęstsze warstwy atmosfery słonecznej niż wypływające ze środka tarczy i zostaje wskutek tego silniej pochłaniane przez atmosferę, dzięki czemu właśnie środek Słońca wydaje się jaśniejszy.

Dokoła wielkich plam przy brzegach tarczy widoczne bywają jednocześnie jasne białawe obłoczki. Noszą one w astronomii nazwę pochodni (łac. faculae) i są masami materii słonecznej, wyrzucanej z wnętrza tak wysoko, że wybiegają aż ponad pochłaniającą światło atmosferę Słońca i dlatego wydają się jaśniejsze, podobnie jak np. szczyty wysokich gór, wystające ponad warstwy chmur.

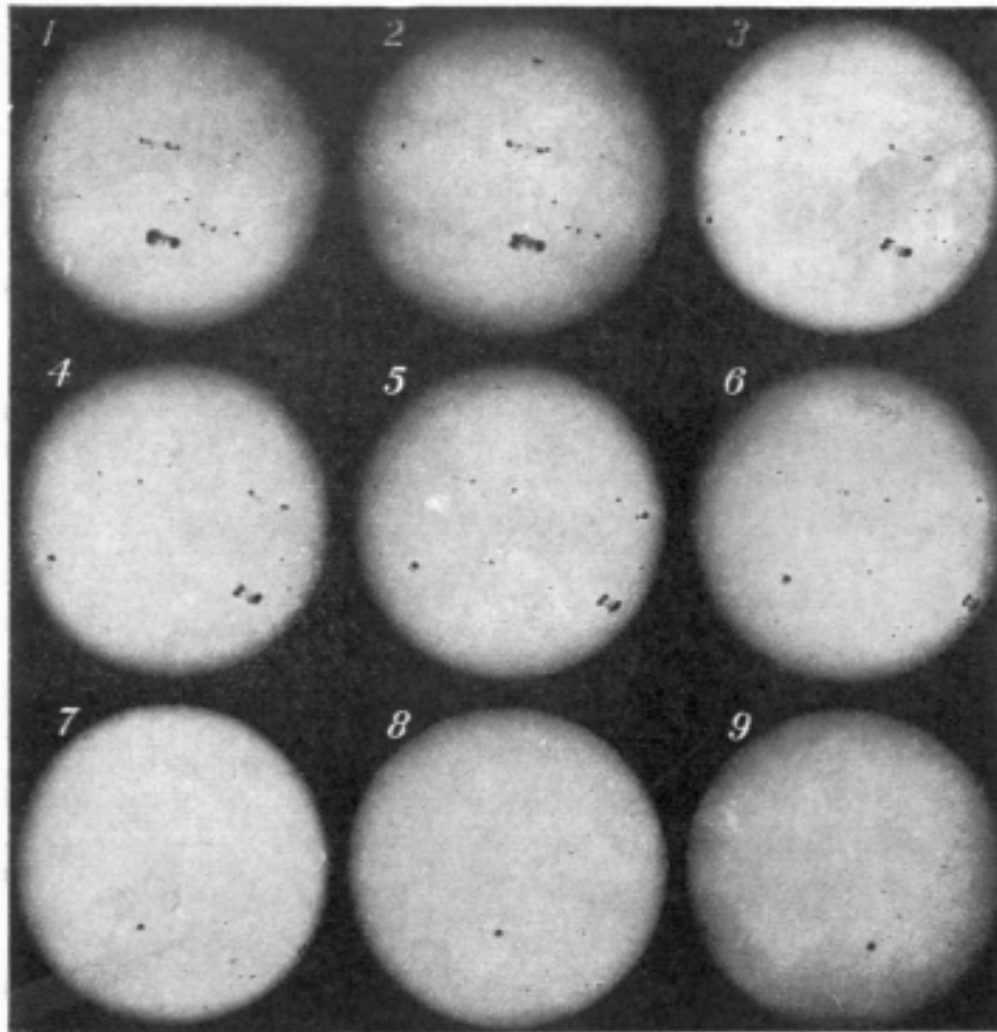
Ruch wirowy Słońca dokoła osi.

Na rysunku 34 widzimy dziewięć fotografii tarczy słonecznej, wykonanych dzień po dniu. Zwróćmy uwagę na wielką grupę plam słonecznych np. na pierwszej fotografii. Pamiętamy, że średnica Słońca wynosi 1,390.600 km. A więc wzmiankowana grupa dosięgała wielkością blisko jednej dziesiątej średnicy Słońca, tj. około 140.000 km. Istotnie też dzięki tak wielkim rozmiarom można było dojrzeć ją nawet gołym okiem. Bywają jednak grupy plam jeszcze o wiele większe.

Widzimy na fotografii 2-giej, że ta sama grupa przesunęła się już nieco ku prawej stronie, a jak widać z następnych — stale posuwa się w tym kierunku, tak że na 7-mej zaledwie można zauważyć ślad jej na samej krawędzi; naza jutrz zaś była już niewidoczna. Inne plamy zachowują się podobnie. Jak wytłumaczyć to zjawisko? Z pewnością każdy od razu odpowie, że Słońce obraca się dokoła osi; i przy uważnym obserwowaniu przez jakiś czas zachowania się plam słonecznych można ustalić, gdzie znajduje się oś Słońca i ile czasu potrzebuje ono do wykonania całkowitego obrotu. Zużywa na to prawie dwadzieścia pięć dni.

Masa Słońca.

Gdybyśmy chcieli zbudować ze Słońca kule wielkości Ziemi — na ile też kul takich wystarczyło by całej masy słonecznej? Wystarczyło by na 333.400. A więc wniosek



Rys. 34. Fotografie Słońca, wykonane w ciągu dziewięciu dni kolejnych. Z obserwacji dzień po dniu położenia plam na tarczy Słońca widać, że obraca się ono dookoła osi; z szybkości zaś zmieniania miejsc przez plamy można obliczyć szybkość ruchu wirowego Słońca. Wynosi ona prawie 25 dni. Zdjęcia były wykonywane między 6 a 14 stycznia 1893 r.; ilość plam na Słońcu była wówczas znaczna.

stąd, że masa Słońca jest 333.400 razy większa od masy Ziemi. Że zaś objętość Słońca jest 1,300.000 razy większa od objętości Ziemi, więc gęstość Słońca będzie około 4 razy mniejsza niż gęstość Ziemi.

Możemy to sobie wyobrazić przez następujące porównanie:

Powróćmy na chwilę do rysunku 28. Otóż jeden metr sześcienny Słońca nie waży bynajmniej tyle, co np. metr sześcienny Ziemi. Mianowicie metr sześcienny wody waży 1.000 kg; takież metr Słońca ma wagę 1,4 raza większą, tj. waży 1.400 kg, tymczasem zaś metr sześcienny Ziemi jest cięższy średnio 5,5 raza od wody, tj. waży 5.500 kg.

Plamy słoneczne, Zorza Północna, burze magnetyczne.

Przy obserwacjach plam słonecznych zauważono wiele ciekawych zjawisk. Przede wszystkim — iż liczba plam bywa w pewnych okresach czasu większa, w innych mniejsza. W niektórych latach, np. w r. 1913, plamy zaledwie niekiedy ukazywały się; w następnych latach zaczęły pojawiać się liczniej, aż wreszcie po pięciu latach powierzchnia Słońca była tak usiana nimi, że prawie nie było miejsca bez nich. Od tego roku jednak zaczęły ubywać, znikać i w końcu znów stały się tak nieliczne, że jedynie z rzadka udawało się ujrzeć jakąś.

To zjawisko zmniejszania się ilości plam a następnie zwiększania powtarza się regularnie około dziewięciu razy na sto lat.

W okresach gdy ilość plam na Słońcu zaczyna się zwiększać, na Ziemi zachodzą różne niezwykle zjawiska. Mianowicie: gdy plamy są liczne, to igła magnetyczna kompasu podlegać zaczyna silnym zakłóceniom; dowodzi to istnienia w tym czasie burzy magnetycznej. Jednocześnie zaś zjawisko Zorzy Północnej występuje niezwykle często i silnie. Jakiż może zachodzić związek między tymi tak różnorodnymi zjawiskami? Niestety — nie wiemy; pozostaje to jeszcze tajemnicą.

Fotosfera, chromosfera, wyskoki.

Jasna, widzialna powierzchnia Słońca nosi nazwę fotosfery. Blask jej jest tak silny, że nie pozwala nam nic do-

strzec na niebie w bliskości Słońca, podobnie jak np. światła latarni nadjeżdżającego samochodu oślepiają oczy nasze, tak że nie można widzieć nic w ich kierunku. Gdyby więc jakaś część masy Słońca znajdowała się poza granicą fotosfery, to z powodu blasku fotosfery nie moglibyśmy jej dojrzeć. Przy pomocy jednak instrumentu, zwanego spektroskopem, możemy badać sam brzeg fotosfery i wykryć ciekawe szczegóły a mianowicie: całą fotosferę otacza do-



Rys. 35. Wyskok słoneczny — „Heliosaurus”.

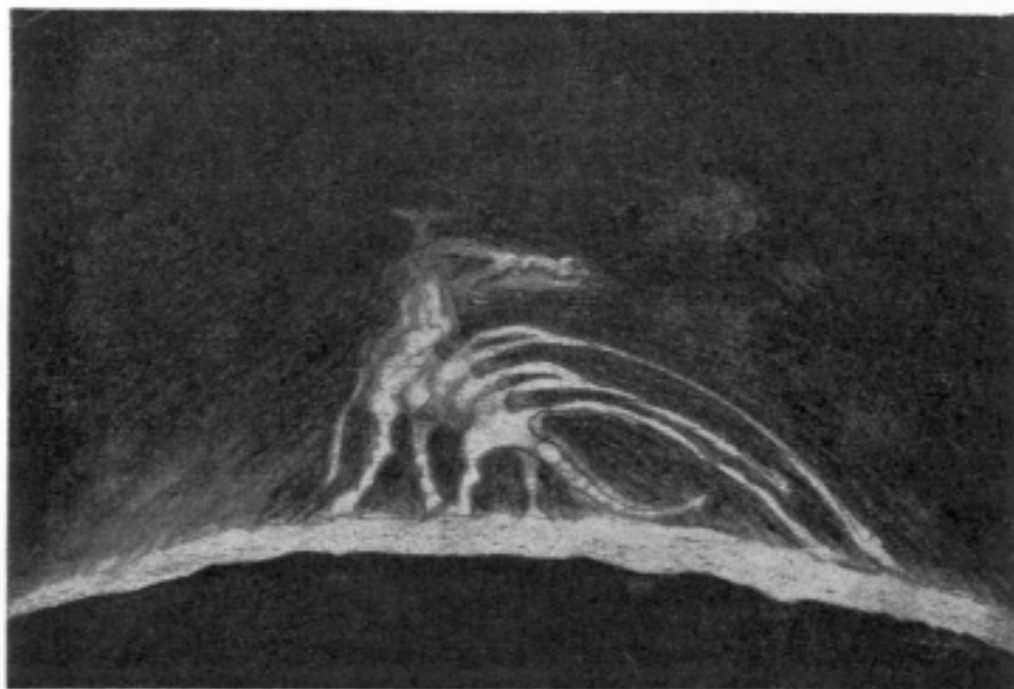
Ten wyskok niezwyklej kształtów był widoczny podczas całkowitego zaćmienia Słońca w dniu 8 czerwca 1918 r. Pas zaćmienia przechodził przez Stany Zjednoczone, od stanu Washington do Florydy. Zdjęcie to było dokonane w m. Green River w stanie Wyoming. Z boku rysunku wyobrażona jest Ziemia w jednakowej skali z wyskokiem dla porównania wielkości.

koła warstwa t. zw. chromosfery, której masa w pewnych miejscach wybucha na zewnątrz i tworzy wytryski, noszące w astronomii nazwę wyskoków (protuberancje). Są one zwykle pięknego karminowo-ognistego koloru i najróżnorodniejszych kształtów. Znajduje się w nich przeważnie wodór pary wapnia.

Wyskoki trwają jedne bardzo krótko, inne pozostają prawie bez zmian, nieraz przeszło tydzień. Na rysunku 35 widzimy zrobioną 8 czerwca 1918 r. fotografię wyskoku, mającego niezwyklej kształt jakiegoś potwora, wyrzucającego przez nozdrza płomień. Artysta malarz wykonał nawet rysunek z tej fotografii, który przedstawia właśnie rycinę 36. Z powodu kształtu swego wyskok ten otrzymał nazwę „Heliosaurus”, czyli „Jaszczur Słoneczny”.

Mała okrągła tarcza na rysunku 35 wyobraża Ziemię, przedstawioną w tej samej skali co wyskok.

Na rysunku 37 są podane kształty, jakie przybierał jeden z wyskoków. Pierwszy, fotografowany 8 października 1920 r. o godzinie 9 min. 30 z rana, miał formę jak na obrazku pierwszym i wysokość przeszło 130.000 km;



Rys. 36. Rysunek ręczny wysoku słonecznego, zwanego „Heliosaurus”. Jest to powiększenie kształtów wysoku, przedstawionego na rys. 35, tak jak wyglądał on w lunecie, i wyobraża jakiegoś potwora, podobnego do dinozaura z epoki przedhistorycznej. Nazwa łacińska *Heliosaurus* oznacza „Jaszczur Słoneczny”.

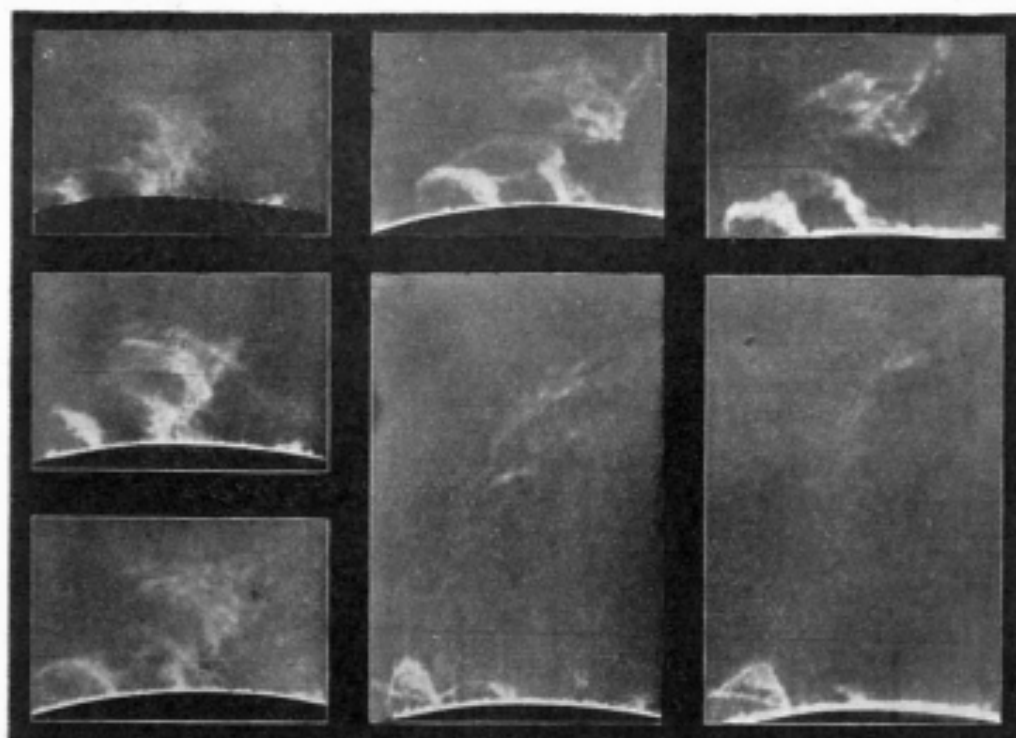
w postaci ostatniej, o godz. 1 min. 54 po południu, już blisko 500.000 km, a w 40 minut potem osiągnął ponad 800.000 km, tj. największą wysokość, jaką notowano w wyskokach.

Kształt jego również był niezwykle, jak to widać na obrazku 4-tym, gdzie ma on pewne podobieństwo do psa.

Podczas całkowitych zaćmień Słońca, gdy Księżyc staje między nim a Ziemią i zasłania blask fotosfery, wyskoki są widoczne gołym okiem, a nadto można dostrzec wiele szczegółów poza krawędzią tarczy słonecznej.

Korona Słoneczna.

Zjawisko zaćmienia Słońca powstaje, gdy Księżyc, stając między Słońcem a Ziemią, rzuca długi wąski stożek cienia dosięgający Ziemi, który z powodu ruchu Księżyca prze-

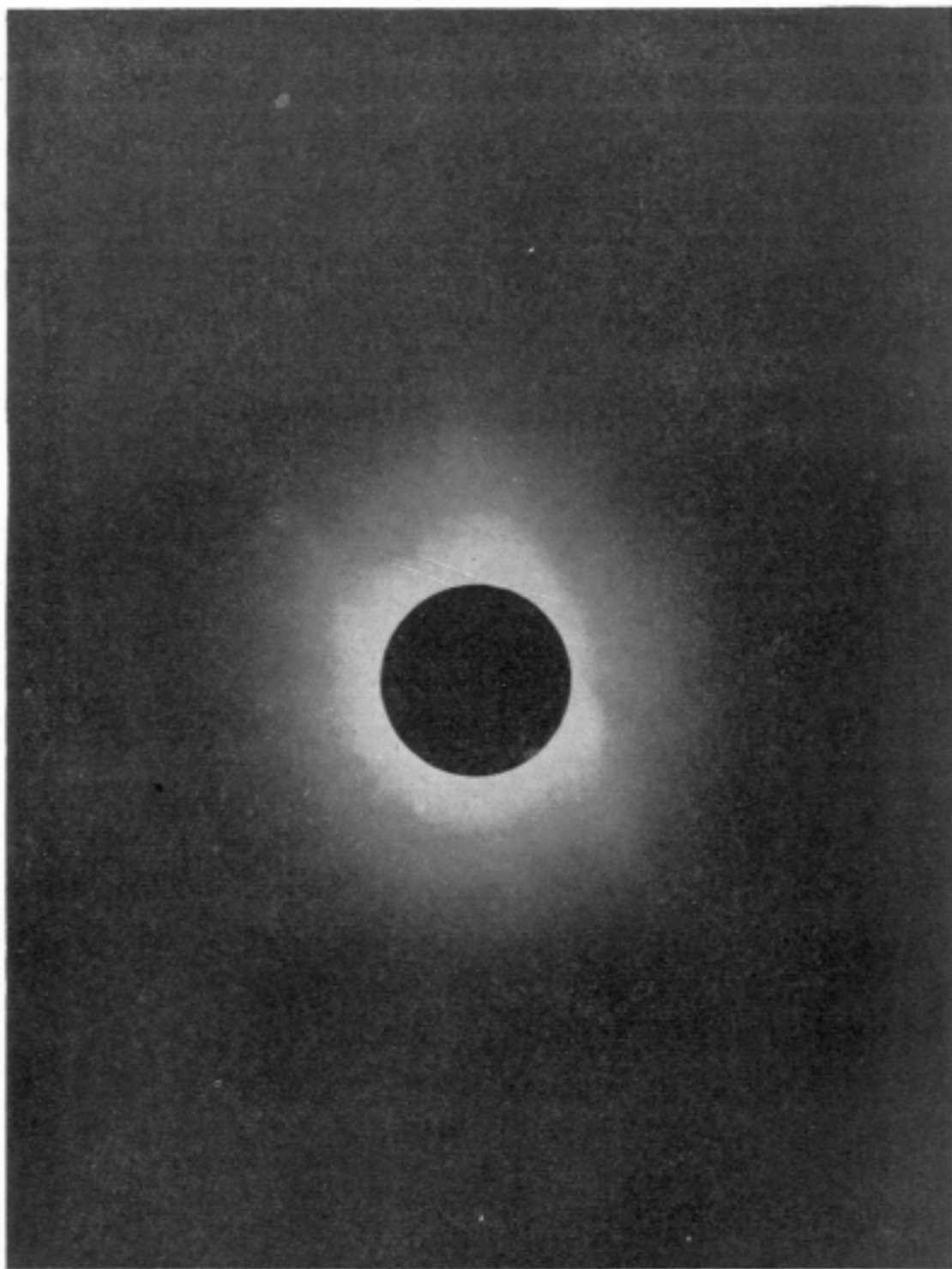


Rys. 37. Siedem widoków wielkiego wysoku z 8 października 1920 r. Olbrzymi ten wyskok przybierał rozmaite kształty; jeden z nich np. ma niejakie podobieństwo do psa. Stąd też powstała nazwa tego wysoku „Pies Słoneczny”. Na pierwszej kliszy z boku u góry jest wyobrażona Ziemia w tej samej skali co wyskok.

suwa się po powierzchni Ziemi. Drogę tę na Ziemi nazywamy drogą cienia lub drogą zaćmienia.

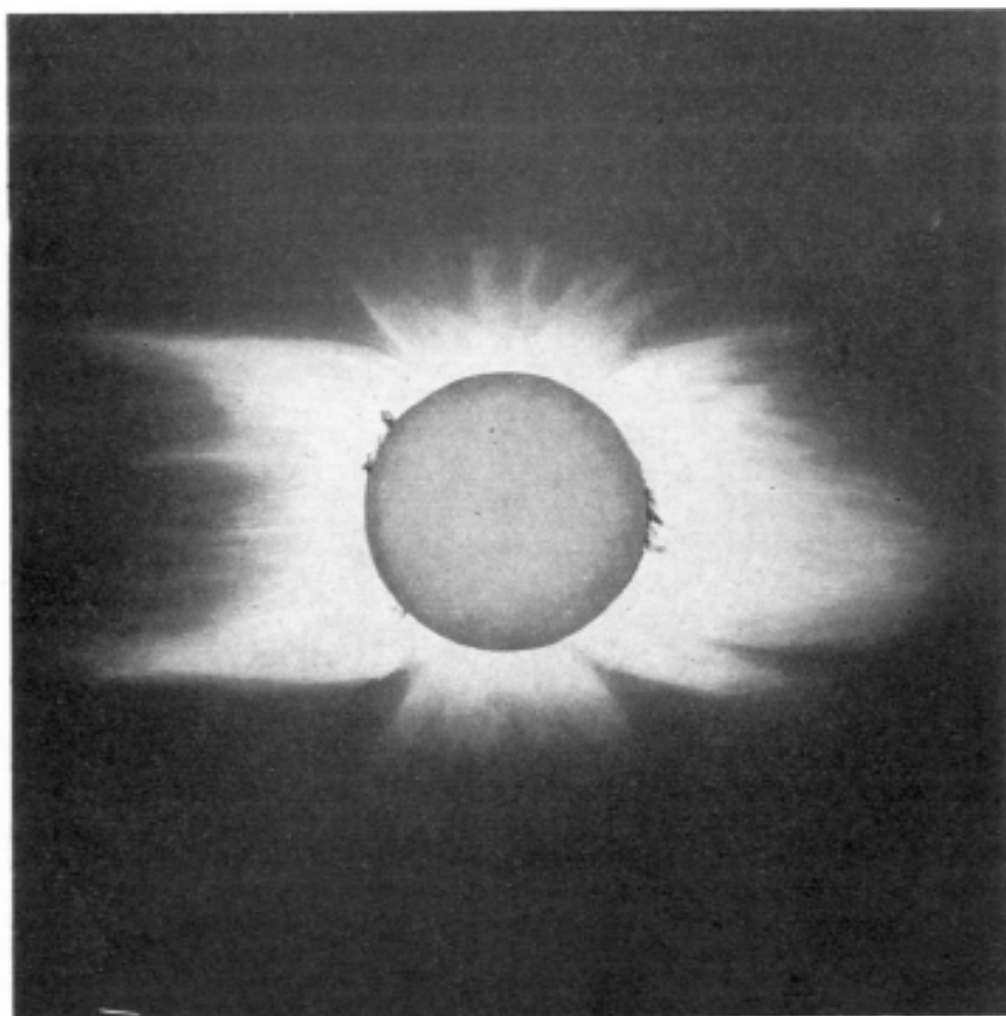
Jeżeli znajdziemy się akurat na tej linii, tj. wewnątrz obszaru objętego cieniem, to nie ujrzymy Słońca, aż dopóki cień nie przesunie się dalej, co następuje zwykle po dwóch lub trzech minutach — najdłuższym okresie czasu, przez jaki zwykle trwa całkowite zaćmienie Słońca dla danego punktu Ziemi.¹

¹ W najbardziej sprzyjających warunkach najdłuższe zaćmienie całkowite Słońca trwałoby ok. 8 minut.



Rys. 38. Korona słoneczna 21 września 1922 r.

Fotografia ta została wykonana przez kanadyjską ekspedycję dla obserwacji zaćmienia Słońca w dn. 21 września 1922 r. Punkt obserwacyjny znajdował się w miejscowości Wallal pod 20 stop. szerokości południowej, na północno-zachodnim brzegu Australii.

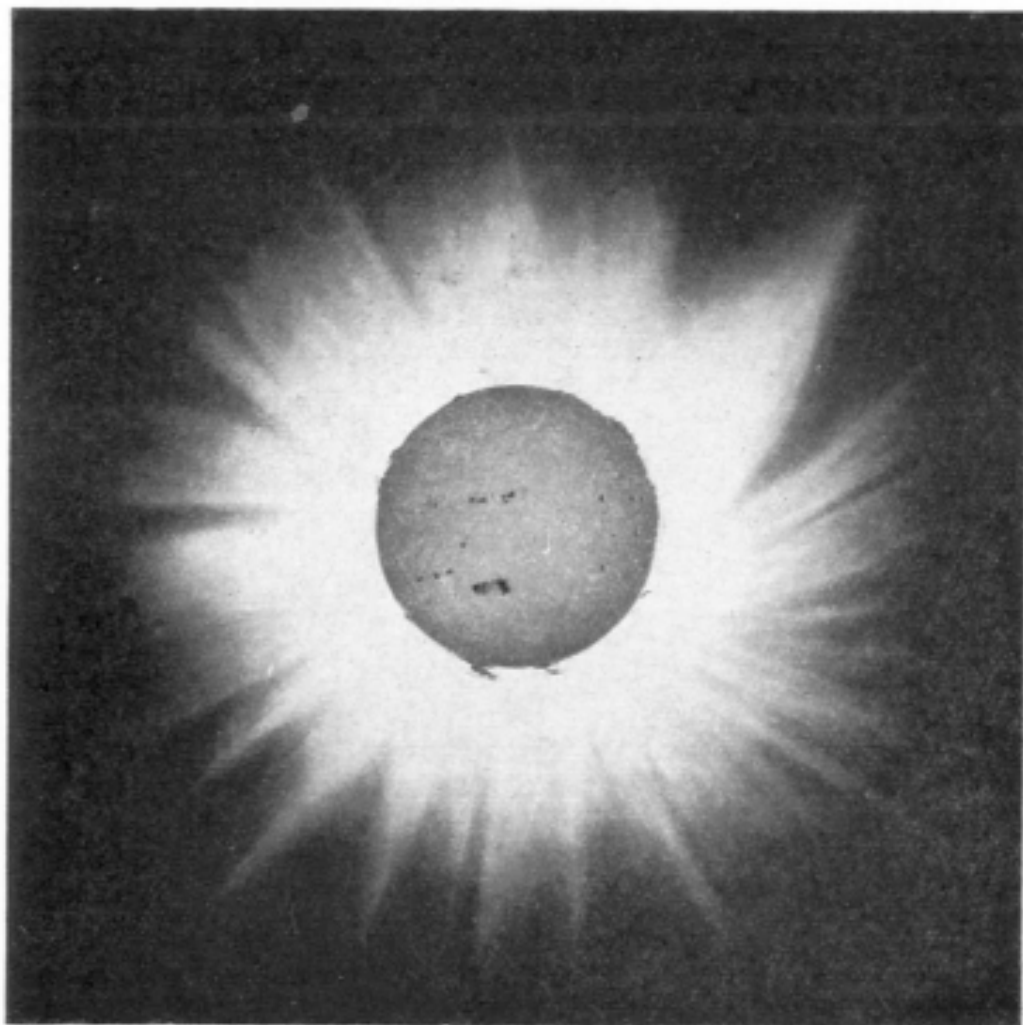


Rys. 39. Fotostera, wyskoki i korona słoneczna podczas minimum plam na Słońcu.

Jest to rysunek kompozycyjny, wyobrażający, jak wyglądałoby Słońce, gdyby jednocześnie były widoczne: fotosfera, korona słoneczna i wyskoki. Forma korony zmienia się w zależności od ilości plam na Słońcu; wyobrażona na rysunku odpowiada okresowi bardzo małej ilości plam. Zwrócić należy uwagę na olbrzymią rozciągłość promieni korony, wybiegających z pasa równikowego Słońca na odległość blisko dwóch milionów kilometrów. Widać również stosunkowo nieliczne wyskoki. Korona i wyskoki były sfotografowane przez ekspedycję z Obserwatorium Licka w Georgii dn. 28 maja 1900 r. Fotografia zaś fotosfery była w tym samym dniu wykonana w Królewskim Obserwatorium w Greenwich.

Prócz wyskoków w momencie zaćmienia Słońca jest widoczna jasna perłowo-biała aureola, otaczająca Słońce. Nosi ona nazwę korony słonecznej i przedstawia jedno z piękniejszych i wspanialszych zjawisk niebieskich.

Ekspedycja kanadyjska dla obserwacji całkowitego zaćmienia Słońca w dniu 21 września 1922 r. dokonała na północno-zachodnim brzegu Australii zdjęcia fotograficz-



Rys. 40. Fotosfera, wysoki i korona słoneczna przy maximum plam na Słońcu.

Rysunek kompozycyjny, podobnie jak poprzedni, dla okresu największej ilości plam na Słońcu. Promienie korony rozchodzą się równomiernie ze wszystkich części Słońca, ilość wysoków duża. Fotografję korony i wysoków wykonała ekspedycja Obserwatorium Licka dnia 16 kwietnia 1893 r. w Chili; fotosfery — w tymże Obserwatorium 9 sierpnia 1893 r.

nego korony słonecznej. Fotografia ta pokazana jest na rysunku 38. Czarna tarcza, widoczna na niej, jest to Księżyc, zasłaniający całkowicie sobą Słońce.

Niezmiernie ciekawa jest zależność kształtu korony słonecznej od ilości plam na Słońcu.

W okresie licznych plam promienie korony rozchodzą się mniej więcej równomiernie we wszystkie strony; gdy zaś ilość plam jest mała, promienie wybiegają głównie z okolic równika Słońca i rozciągają się w przestrzeń dalej

w tym kierunku; natomiast z części przybiegunowych wydziela się niewiele i krótkich. Równikowe promienie ciągną się zwykle na olbrzymią odległość, przewyższającą kilkakrotnie — dwa, trzy razy — średnicę Słońca, tj. wynoszącą około 3—4 milionów kilometrów.

Rysunki 39 i 40 dają obrazy Słońca, które ujrzelibyśmy, gdybyśmy mogli widzieć jednocześnie: fotosferę, chromosferę i koronę słoneczną. Zwróćmy uwagę na różnicę kształtu tej korony na rysunku pierwszym w okresie minimalnej ilości plam na Słońcu i na rysunku następnym — z okresu bardzo licznych plam.

Kult Słońca w starożytności.

Słońce, jako źródło światła i ciepła, a więc niezbędne dla egzystencji wszelkich istot żyjących, było z dawna, już w głębokiej starożytności, przedmiotem kultu religijnego u wielu ludów. Czciicielami Słońca byli m. in. Egipcjanie. Przy wielkiej mnogości bogów, których uznawała mitologia egipska, najpierwszym i najważniejszym był Ra, bóg słońca, którego wizerunki takie jak np. przedstawiony na rysunku 42 spotyka się na wielu pomnikach budownictwa egipskiego.

Wyobrażany był on w postaci ludzkiej z głową jastrzębia. Do takiego porównania, należy mniemać, skłoniły Egipcjan zwyczaje jastrzębia — to spadającego błyskawicznie z obłoków, to zawieszonego bez ruchu na rozpostartych skrzydłach w niedoścignionych wysokościach.

Takie połączenie pojęć o nim i o Słońcu pociągnęło za sobą uważanie jastrzębia za ptaka świętego.



Rys. 41. Egipski bóg słońca Ra. Wizerunek boga słońca Ra spotyka się na wielu pomnikach i świątyniach starożytnego Egiptu.

Ra na głowie ma tarczę słoneczną, około której owija się „uraeus”-żmija, symbol królewski w Egipcie. W prawej ręce trzyma tzw. „ankh”, znak życia, a w lewej berło — godło władzy. Ponad postacią Ra jest wypisane pismem hieroglificznym, inaczej zwanym obrazowym, imię boga; obok napisu zaś kółko z punktem w środku — znak Słońca, używany przez astronomów od najdawniejszych czasów.

Z czego zbudowane jest Słońce?

Aczkolwiek Słońce znajduje się tak daleko od Ziemi, jednakże astronomowie potrafili zbadać, z jakich materiałów jest ono zbudowane. Dokonali tego za pomocą spektrografu, przyrządu, o którym wspominaliśmy już poprzednio.

Z czego więc składa się ono? Z tych samych pierwiastków co nasza Ziemia, mianowicie: z żelaza, miedzi, cynku, sodu, wapnia, wodoru i wielu innych.

Czyż nie jest więc wiele mówiącą taka jednorodność składu Ziemi i Słońca?

Bez wątpienia; każe ona wierzyć, że ongi w dawno zaginionej przeszłości Ziemia i Słońce stanowiły jedno ciało aż do chwili, gdy nastąpił moment rozerwania.

Księżyc. Jego odległość od Ziemi i wielkość.

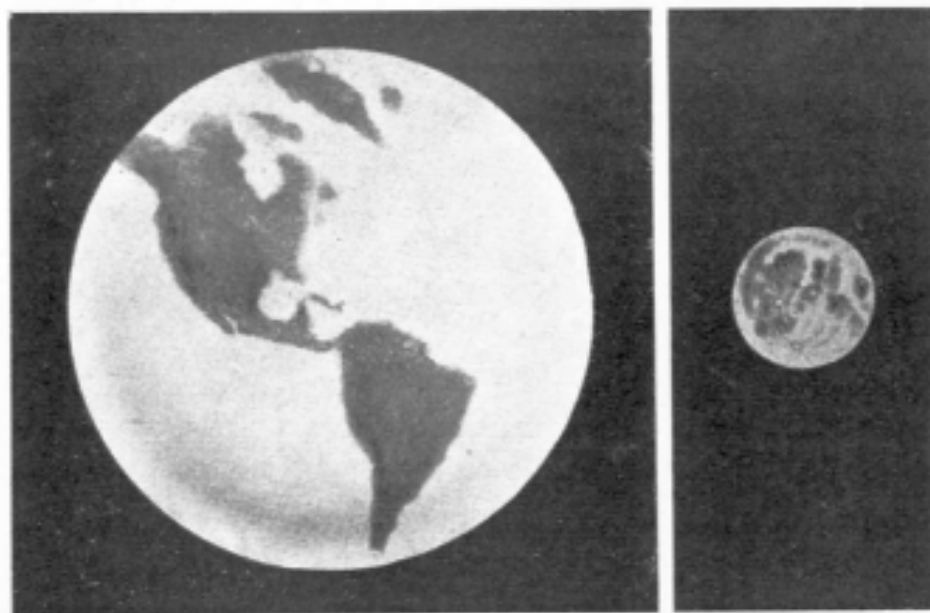
Kiedy widzimy Księżyc w pełni unoszący się w przestworzach, wydaje się on nam tej samej wielkości co Słońce.

Na pewno więc zadziwi nas wiadomość, że w rzeczywistości jest on 400 razy mniejszy od Słońca. Tak bowiem jest istotnie; a wydaje się nam równy mu z tego powodu, że jest 400 razy bliżej od nas niż Słońce.

Średnia odległość Księżyca od Ziemi wynosi 384.403 km. Jest to odległość, w porównaniu z odległościami spotykanymi w astronomii, zupełnie nieznaczna. Pociąg przebywający odległość np. między Londynem a Berwick lub od Toronto do Montrealu (580 km) sześć razy w ciągu

jednego tygodnia szedłby do Księżyca dwa lata, na przejazd zaś do Słońca potrzebowalby przeszło 800 lat.

Średnica Księżyca wynosi 3.476 km tj. nieco ~~mniej~~ ^{więcej} niż czwartą część średnicy Ziemi, masa wynosi 0.012 masy Ziemi, tak że z jednej kuli ziemskiej można by zbudować 81 kul takich jak Księżyc. Porównanie wielkości Ziemi i Księżyca przedstawia rysunek 42.

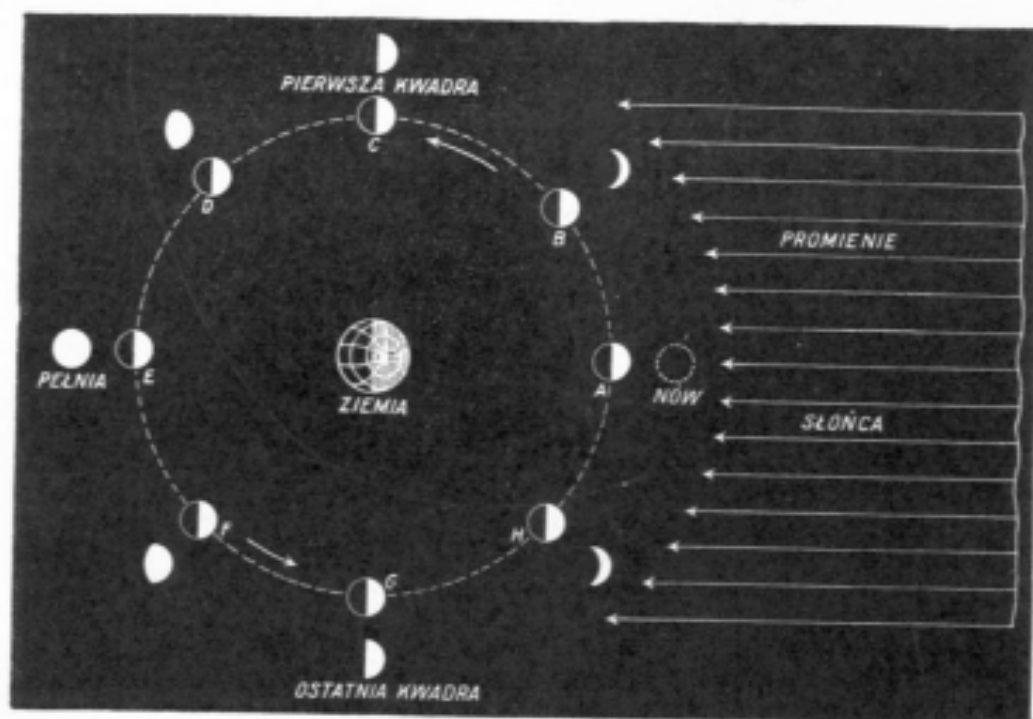


Rys. 42. Wielkość porównawcza Ziemi i Księżyca.
Średnice wynoszą odpowiednio: 12.757 km i 3.476 km tj. stosunek 100:27.

Fazy Księżyca.

Jak wiemy już, Księżyc obiegaokoła Ziemi. Jest on przy tym ciałem niebieskim ciemnym, widzialnym jedynie wtedy, gdy oświetlają go promienie Słońca. Dzięki tym dwom właściwościom powstają fazy, czyli odmiany Księżyca. Wyjaśnienie i zrozumienie zjawiska tego też nie jest trudne. Spójrzmy na rysunek 43. Słońce znajduje się gdzieś bardzo daleko w prawej stronie od rysunku, a wysyłane przez nie w kierunku Ziemi promienie są wyobrażone na rysunku przez strzałki. Padając na Księżyc oświetlają one połowę jego, zarówno i połowę Ziemi, tak

jak i każde w ogóle okrągłe ciało. Księżyc obiega Ziemię w kierunku wskazanym strzałką. W chwili gdy znajduje się on w miejscu A, tj. leży na linii prostej między Ziemią a Słońcem, część jego oświetlona jest zwrócona ku Słońcu i widzieć jej nie możemy. Taką pozycję Księżyca nazywamy nowiem. Po niecałych trzech dniach Księżyc przesuwa



Rys. 43. Fazy Księżyca.

Słońce znajduje się daleko w prawej stronie i promienie jego oświetlają zawsze połowę kuli Księżyca, którą widzimy w różnym kształcie w zależności od położenia Księżyca. — Gdy znajduje się on w A, nie możemy widzieć części oświetlonej, jest wówczas dla nas niewidoczny; w E — widzimy całą jasną półkulę, w C i G — połowę jej.

się do punktu B i wówczas patrząc na niego z Ziemi widzi już oświetloną część w kształcie wąskiego sierpa, wyobrażonego na rysunku obok punktu B. Kiedy zaś po upływie następnych czterech dni Księżyc dojdzie do C, to z Ziemi jest widoczna już cała jego połowa oświetlona Słońcem, jako pół jasnej błyszczącej tarczy.

Wówczas mówimy, iż jest pierwsza kwadra; a że przy posuwaniu się Księżyca w kierunku D oświetlona część tarczy stopniowo zwiększa się, nazywamy, że Księżyc przybywa.

Po dwóch tygodniach od pozycji A dochodzi on do punktu E, tak że Ziemia leży między nim a Słońcem i cała tarcza jego oświetlona jest widoczna z Ziemi, czyli jest pełnia Księżyca. Ponieważ znajduje się on w kierunku ściśle przeciwnym od Słońca, więc gdy Słońce znika na zachodzie — Księżyc wschodzi na wschodzie i o północy jest akurat w południku naszego miejsca na Ziemi.

W tydzień po pełni znajduje się on w punkcie G, znów ukazując nam tylko połowę oświetlonej tarczy, tj. — jak przyjęto nazywać — w ostatniej kwadrze, i wreszcie po upływie jeszcze tygodnia wraca znów do punktu A, w którym był miesiąc temu: następuje ponownie nów. Mówiąc ściślej, okres między jedną fazą Księżyca i następną taką samą wynosi nie miesiąc, lecz dwadzieścia dziewięć i pół dnia.

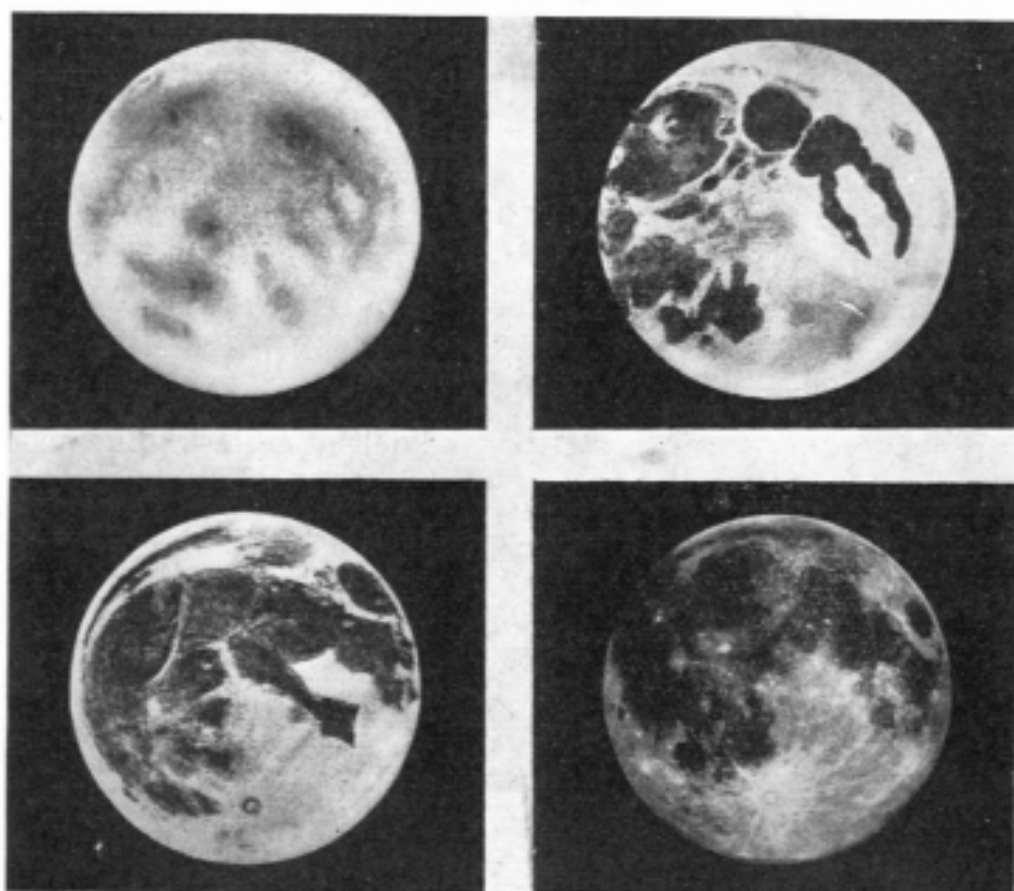
Księżyc na nowiu, jak powiedzieliśmy, jest dla nas całkowicie niewidoczny i dopiero musi mieć około dwóch dni, to znaczy mniej więcej we dwa dni po nowiu możemy ujrzeć go w postaci wąskiego sierpa. Młody Księżyc po nowiu może być dostrzeżony na zachodzie zaraz po zachodzie Słońca. Podobnie w takiej samej postaci ukazuje się on nam po raz ostatni na dwa dni przed nastąpieniem nowiu. Należy wówczas oczekiwać go na wschodzie na krótko przed wschodem Słońca.

Rzekomy wpływ Księżyca na pogodę.

Powróćmy do rysunku 43. Widzimy, że rogi Księżyca, gdy jest on w postaci sierpa, są zwrócone w kierunku przeciwnym od Słońca, przy tym tak że linia łącząca je tworzy kąt prosty z linią przeprowadzoną od Księżyca do Słońca. Dla nas, zamieszkujących w tzw. środkowych szerokościach geograficznych Ziemi, rogi Księżyca w miesiącach wiosennych są zwrócone ku górze, tj. Księżyc można by porównać do naczynia, w którym wówczas mogłaby się utrzymać woda; przeciwnie jest jesienią: rogi są nachylone, tak że woda wylałaby się. W krainach

zwrotnikowych młody sierp Księżyca ma zawsze rogi skierowane ku górze, tj. zawsze mógłby utrzymać wodę; pod biegunami zaś — jeden róg jest zawsze nad drugim — naczynie wylewające wodę.

Jednakże w rzeczywistości, w tej czy innej pozycji,



Rys. 44. Księżyc widziany gołym okiem.

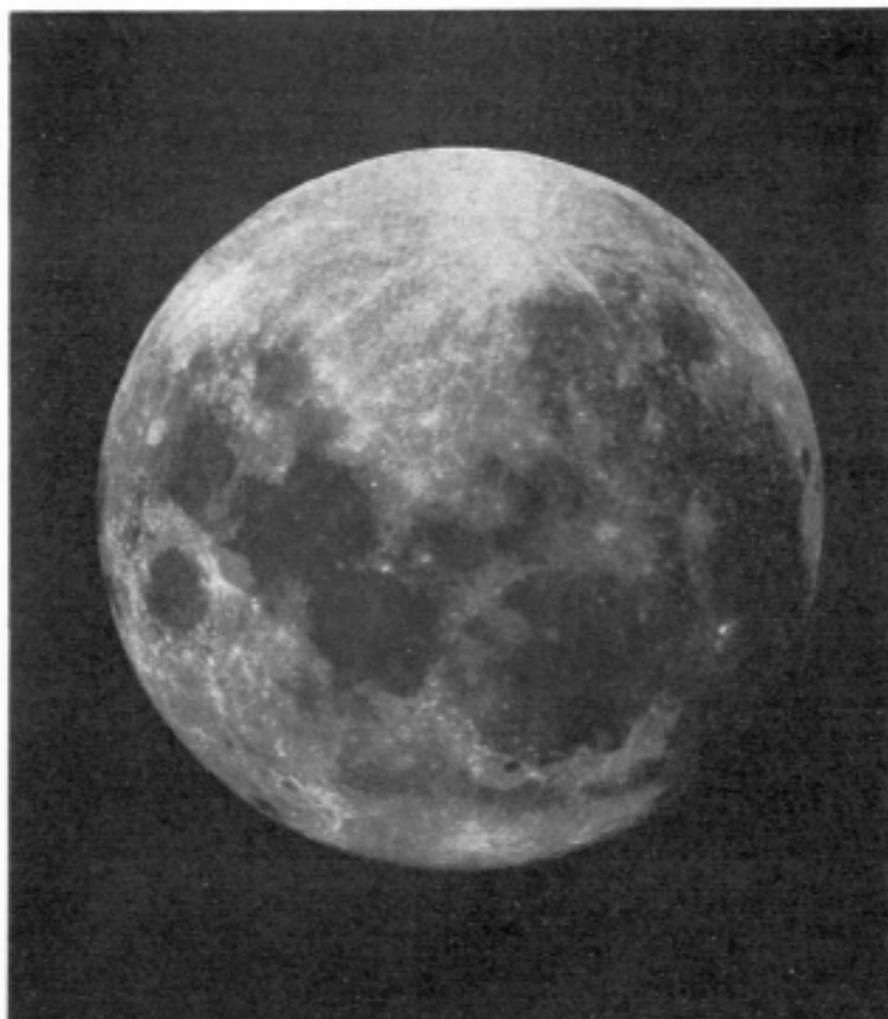
Obraz lewy u góry wyobraża „twarz ludzką” na powierzchni Księżyca, następny w górze — zarysy „kraba”, na lewo w dole — „kobietę czytającą książkę”, ostatni zaś przedstawia fotografię istotnego obrazu tarczy księżycowej, na której bujna wyobraźnia może dopatrywać się jeszcze innych obrazów.

Księżyc nie ma najmniejszego wpływu na pogodę, deszcz itp. i tylko nieoświecone umysły mogą przypisywać np. częste deszcze wiosenne wpływowi wschodzącego Księżyca.

Obraz Księżyca, widzianego gołym okiem.

Na rysunku 44 figura prawa na dole wyobraża Księżyc, tak jak wygląda on oglądany przez niewielką lunetę

lub lornetę polową. Trzy pozostałe zaś — te obrazy, jakie wynajduje na jego tarczy wyobraźnia ludzi, przyglądających się mu podczas pełni gołym okiem. Na lewo u góry



Rys. 45. Księżyc w pełni.

Ciemne przestrzenie noszą nazwę „mórz”, aczkolwiek nie zawierają wcale wody; małe okrągławe otwory są to kratery, według wszelkiego prawdopodobieństwa pochodzenia wulkanicznego. Uderzającym zjawiskiem są jasne „promienie”, długie na tysiące kilometrów, rozchodzące się od krateru Tycho w górze globu Księżyca. Dotąd nie ma ostatecznego wyjaśnienia natury tych promieni.

widzimy zarysy twarzy ludzkiej, gdzie, przy dobrych chęciach, można rozróżnić oczy, nos, usta i podbródek. Podobny obraz twarzy widoczny jest na Księżycu zbliżającym się do pełni, jesienią a także w kilka dni po niej. Następna figura u góry przedstawia zarys kraba, dolna

zaś z lewej strony — „kobiety czytającej książkę“, w kapeluszu na głowie i pochylonej nad książką trzymaną w ręku. Takie to i podobne fantazyjne obrazy wynajduje wyobraźnia ludzka, zwłaszcza gdy koniecznie chce doszukać się czegoś na Księżycu.

Fotografia Księżyca.

Rysunek 45 daje obraz Księżyca otrzymany sposobem fotograficznym przez lunetę. W stosunku do rzeczywistego położenia jest on tzw. odwrócony, tj. taki, jaki zawsze daje luneta, odwracając obserwowane przedmioty — górą rzeczywistą na dół, stronę prawą — na lewo.

Widzimy przede wszystkim na powierzchni rozległe ciemne przestrzenie kształtu okrągłego. Są to tzw. morza księżycowe. Nazwę tę nadali im najpierw astronomowie, którzy odkryli je i sądzili, że są one przestrzeniami wodnymi. Aczkolwiek więc obecnie jest wiadomo, że na Księżycu nie ma wcale wody, jednakże określenie to pozostało.

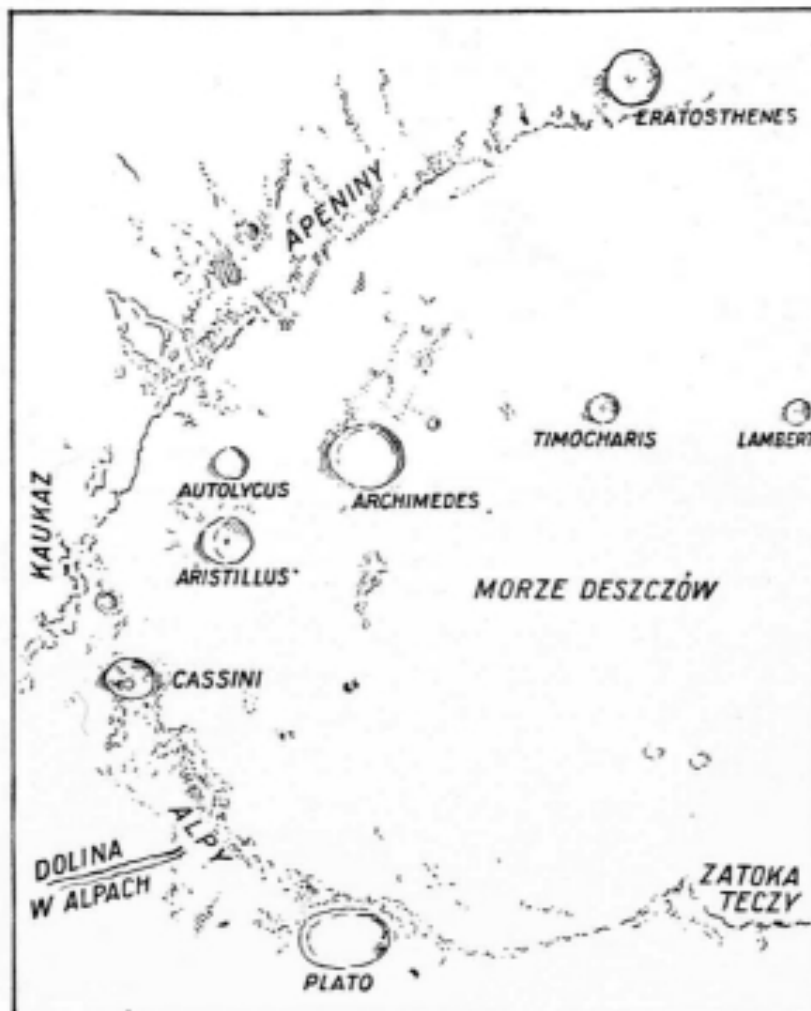
Morza księżycowe otrzymały również wówczas fantazyjne nazwy. Np. owalna plama z lewej strony blisko środka nosi nazwę Morza Niebezpieczeństw; tuż obok na prawo — Morze Spokoju, a pod nim owalne Morze Światłości, jeszcze niżej i na prawo — Morze Deszczów.

Zwrócić należy uwagę na ciekawy okrągły jasny punkt w górze globu, od którego rozchodzą się we wszystkie strony długie również jasne promienie. Nie jest to morze, lecz krater, zwany Tycho, od nazwiska sławnego astronoma duńskiego Tycho de Brahe.

Następny rysunek 46 przedstawia Księżyc w pierwszej kwadrze, tj. około siedmiu dni po nowiu. Widać na nim niektóre morza, lecz więcej charakterystyczne są niezmiernie liczne okrągłe otwory, widoczne najwyraźniej przy prawym brzegu. Są to kratery księżycowe, które według przypuszczeń powstanie swe zawdzięczają siłom i zjawiskom wulkanicznym, jakie ongi zaszły na Księżycu.

największego krateru wulkanu ziemskiego, w Japonii, wynosi zaledwie 12 km.

Niemniej ciekawe są jasne punkty, rozrzucone tu i ówdzie na ciemnych powierzchniach blisko nierównej gra-



Rys. 48. Mapa orientacyjna do rys. 47.

Kraterzy na ogół noszą nazwiska sławniejszych astronomów, góry — nazwy gór ziemskich.

nicy światła i cienia na tarczy Księżyca. Są to szczyty gór księżycowych, oświetlone światłem wschodzącego Słońca.

Na rysunku 47 jest podana fotografia powierzchni Księżyca, wykonana przez największy teleskop na świecie, mianowicie w obserwatorium na Mount Wilson (Góra Wilsona) w Kalifornii Południowej. Przedstawia ona pół-

nocną część Księżyca, widoczną podczas ostatniej kwadry i zawierającą Morze Deszczów. Na następnym (rys. 48) zaś jest mapa orientacyjna tej samej części, z nazwami punktów widocznych na fotografii. Pośrodku rozciąga się Morze Deszczów. Górny lewy brzeg morza tego stanowi łańcuch górski, zwany Apeninami, analogicznie do Gór Apenińskich w Italii; niżej ku dołowi ciągnie się drugi łańcuch — Kaukaz a za nim — Alpy. Przy Alpach widoczna jest wąska długa dolina, rozciągająca się 5 do 10 km wszerz i 140 km wzdłuż.

Tuż przy Alpach znajduje się krater Plato, mający na rysunku formę owalną, lecz w rzeczywistości jest on kołisty, a pozorna forma owalu jest spowodowana skrótem koła na kulistej powierzchni Księżyca, zaginającej się w tym miejscu w głąb.

Ma on około 110 km w przecięciu.

W prawym rogu u dołu widać Zatokę Tęczy a wyżej, na przestrzeni Morza Deszczów, pojedyncze kratery: Archimedes, Eratostenes i inne. Wysoka góra przy lewym brzegu Morza Deszczów zwraca uwagę długim i wyraźnym cieniem, jaki rzuca od siebie, wskazując jednocześnie tym samym kierunek, skąd świeci Słońce.

Na tymże rysunku znajdują się jeszcze i inne utwory powierzchni, lecz nazwy ich nie są podane.

Czy Księżyc ukazuje nam stale tylko jedną część swej powierzchni?

Przy obserwowaniu Księżyca przez dłuższy czas, np. w ciągu kilku miesięcy, zauważymy, że widzimy na nim zawsze te same obrazy. I rzeczywiście przywykliśmy uważać, że ukazuje on nam stale tylko jedną część swej powierzchni. Tak też jest w istocie; i gdyby Hiparch, sławny astronom grecki, który żył przeszło dwa tysiące lat temu, mógł wstać z grobu, to ujrzałby na Księżycu te same obrazy, jakie oglądał za życia w obserwatorium swym na Wyspie Rodos na Morzu Egejskim.

ROZDZIAŁ V

MERKURY I WENUS

Merkury.

Teraz zapoznamy się z planetami. Najbliższą Słońca jest najmniejsza ze wszystkich planeta Merkury. Znajduje się ona w odległości średnio 57,870.000 km od niego, choć w rzeczywistości odległość ta waha się od 46 do 70 milionów km.

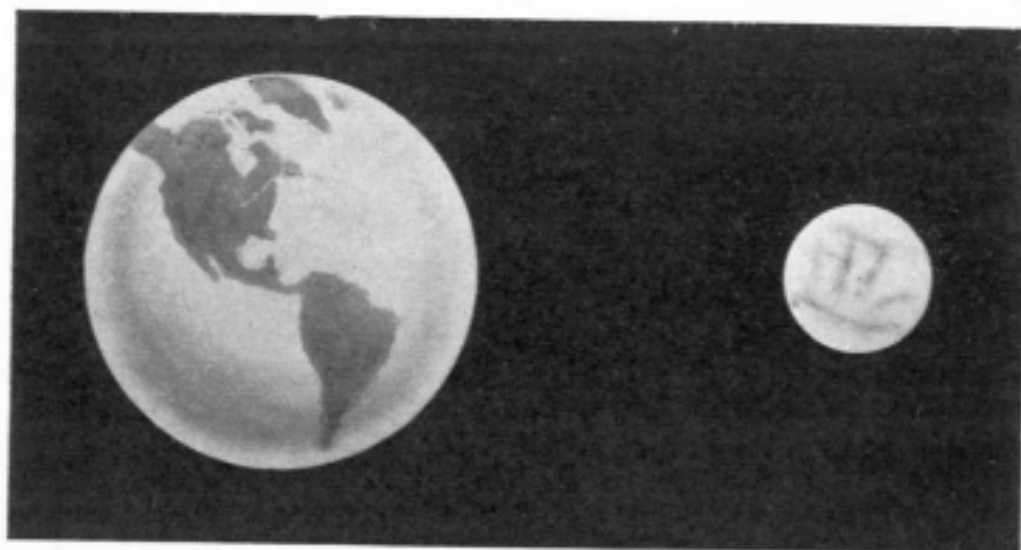
W mitologii greckiej Merkury był uważany za gońca bogów. Miał on postać pięknego młodzieńca z przymocowanymi do nóg skrzydełkami, które umożliwiały mu przebywanie z niezmierną szybkością przestrzeni, gdy pędził z poleceniami bogów. Postać Merkurego stanowiła ulubiony temat dla malarzy i rzeźbiarzy, którzy wiele razy odtwarzali go na obrazach lub rzeźbach. Rysunek 51 jest właśnie fotografią jednej z postaci Merkurego, wykonanej w r. 1575 przez włoskiego rzeźbiarza Giovanniego da Bologna i znajdującej się w Galerii Florenckiej.

Przy nadawaniu planetom imion bogów pogańskich, dla tych właśnie cech jego nadano imię Merkurego planecie najbliższej Słońca i przy tym najszybciej ze wszystkich poruszającej się na niebie. Istotnie bowiem planeta Merkury obiega Słońce z szyb-



Rys. 51. Gонец bogów — Merkury. W lewej ręce trzyma charakterystyczną laskę swą, czyli berło. Prawa noga uniesiona w górę przez wiatr zachodni.

kością nie mniejszą nigdy od 37 km na sekundę, a w pewnych momentach osiąga nawet przeszło 56 km (średnia szybkość = 47,8), dzięki czemu już w 88 dni okrąża dookoła Słońce; tj. rok na Merkurym trwa niespełna trzy miesiące ziemskie. Niewielkich rozmiarów, gdyż średnica jego wynosi 4.800 km, posiada masę równającą się 0.037 masy Ziemi. Rysunek 52 przedstawia stosunek wielkości Merkurego i Ziemi.



Rys. 52. Wielkość porównawcza Ziemi i Merkurego.
Odpowiednie średnice wynoszą: 12.757 km i 4.800 km, tj. stosunek 100:39.

Od wielu lat astronomowie starają się obserwować i dostrzec więcej szczegółów na powierzchni planety, które by m. in. pozwoliły określić szybkość wirowania Merkurego około osi, lecz jak dotąd bez jakichkolwiek rzeczowych wyników. Uważa się jednak za pewne, że Merkury nie posiada wcale lub co najmniej niezmiernie rzadką atmosferę i podobnie jak Księżyc ku Ziemi stale jedną tylko częścią swego globu zwraca się ku Słońcu. Wskutek tego na części oświetlonej musi panować niesłychany żar, odwrotna zaś przedstawia mroźną pustynię.¹

¹ Ostatnie badania wykonane w Obserwatorium Mount Wilson wykazują, że temperatura części zwróconej ku słońcu wynosi około 450° C, a więc ołów byłby tam w stanie ciekłym.

Wenus.

Następną z kolei od Słońca planetą jest Wenus, odległa od niego o 108,140.000 km. Podobnie jak bogini Wenus była najpiękniejszą z bogiń w starożytności, tak też planeta Wenus jest najpiękniejsza wśród planet. Czy to jako Gwiazda Wieczorna na zachodzie czy Gwiazda Poranna — Jutrzenka — na wschodzie, zawsze wspaniałym blaskiem zaćmiewa inne planety i gwiazdy i pociąga swym urokiem.



Rys. 53. Wielkość porównawcza Ziemi i Wenus.
Odpowiednie średnice wynoszą 12.757 km i 12.200, tj. stosunek 100:97.

Wenus krąży ze średnią szybkością 35 km na sekundę i obiega Słońce w ciągu 225 dni, tj. siedmiu i pół miesiąca ziemskiego.

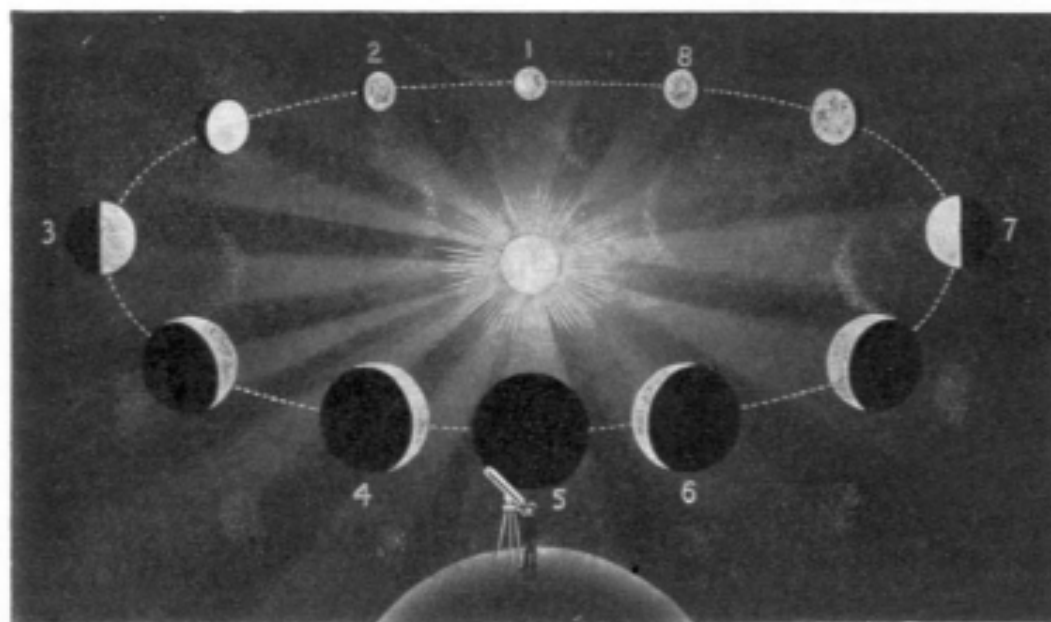
Wielkością zbliża się do Ziemi, gdyż ma średnicę 12.200 km, tak że można by Ziemię i Wenus nazwać planetami bliźniaczymi (rys. 53).

Zanim przystąpimy do rozpatrzenia bliżej natury Wenus, musimy przypomnieć sobie, że:

- 1) Wenus nie posiada własnego światła, lecz świeci jedynie odbitym światłem słonecznym.
- 2) W każdym momencie połowa planety jest oświetlona przez Słońce, a mianowicie półkula zwrócona ku Słońcu.

3) Widzimy ją z Ziemi odległej prawie o 150 milionów kilometrów od Słońca, tj. z odległości większej niż orbita planety.

Na rysunku 54, przedstawiającym obieg Wenus około Słońca, widzimy, że gdy jest ona w punkcie 1, wówczas znajduje się w największej odległości od Ziemi, mianowicie $108,1 + 149,45$, czyli o 257,55 miliona kilometrów. Na tak olbrzymiej odległości wydaje się ona zupełnie nie-



Rys. 54. Fazy Wenus.

Astronom ziemski obserwuje Wenus, przesuwaną się od górnego połączenia ze Słońcem (pozycja 1) do połączenia dolnego (pozycja 5). Pozorna wielkość planety zwiększa się i widoczne są fazy.

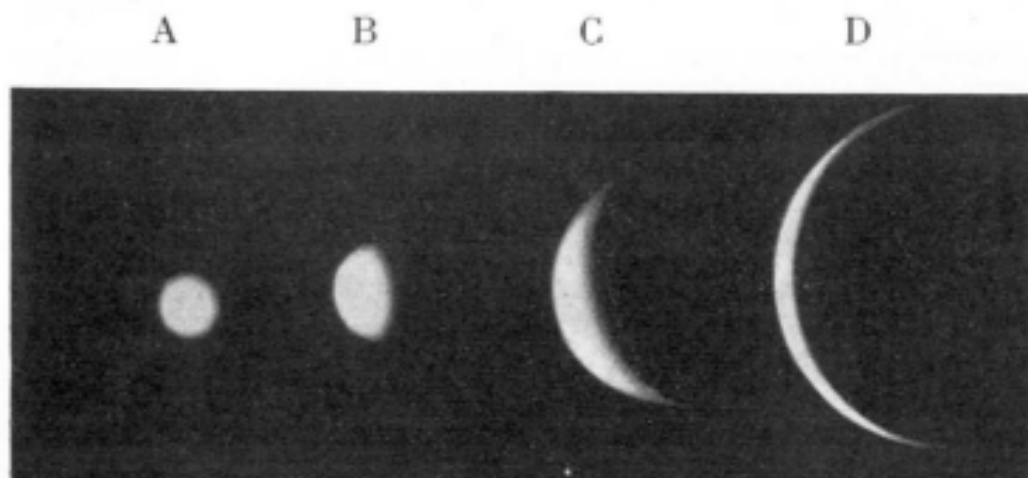
wielką; ponieważ zaś tonie cała w blaskach Słońca, to prawie nie podobna jest dokonywać wówczas jej obserwacji.

Mogłaby być obserwowana dopiero po odsunięciu się nieco na północ lub południe od Słońca, lecz i w tej pozycji bliskość Słońca nie pozwala nam widzieć jej dobrze. Dopiero w momentach gdy Księżyc stając naprzeciw Słońca zasłoni nam jego blaski, planeta poddaje się obserwacji i przez lunetę wydaje się jako nieduża jasna tarcza.

Jest to w porządku rzeczy, gdyż oświetlona część jej

jest właśnie zwrócona ku Słońcu. W tej postaci jest wyobrażona pod literą A na rysunku 55.

W dalszym biegu swym, kiedy przejdzie do punktu 2, jest wówczas już nieco bliżej Ziemi i nieco większa, lecz wówczas nie widzimy już całej oświetlonej jej połowy. W ogóle gołym okiem konturów tarczy nie podobna dojrzeć i dopiero niewielka choćby luneta daje właściwy jej obraz.



Rys. 55. Fotografie Wenus.

Rysunek przedstawia rzeczywisty widok fotograficzny Wenus. Widoczne jest zwiększanie się pozornej średnicy oraz fazy od „pełni” aż do wąskiego sierpa.

Przechodząc przez pozycję 3-cią i 4-tą jeszcze zwiększa się stopniowo, przy czym w czwartej wygląda w lunecie już jako duży wąski sierp. (Porównać figury B, C, D na rys. 55.)

Stąd w pięć tygodni dosięga pozycji 5-tej i przysuwa się najbliżej do Ziemi — o 149,45—108,1, tj. zaledwie o 41,35 miliona kilometrów, ponieważ jednak oświetloną połową jest zwrócona ku Słońcu, ciemną zaś do Ziemi, przeto skrywa piękne oblicze swe całkowicie i jest dla nas niewidoczna.

Posuwając się wciąż dalej po orbicie po upływie następnych pięciu tygodni przesuwa się do pozycji 6-tej, w kształcie sierpa jak w pozycji 4-tej, lecz odwróconego w przeciwnym kierunku, po czym dalej przechodzi przez punkty 7, 8 z powrotem do pozycji 1-szej.

Widzimy więc, że ukazuje się ona w fazach, tak jak Księżyc. Fazy Wenus odkrył Galileusz, skierowawszy ku niej swą lunetę.

Gwiazda Wieczorna i Jutrzenka.

Nie skończyliśmy jednak jeszcze z tym rysunkiem.

Gdy Wenus jest w pozycjach 2, 3 lub 4, to dla patrzącego z Ziemi znajduje się na niebie w kierunku na lewo, tj. ku wschodowi, od Słońca i przy biegu Słońca po niebie w ciągu dnia będzie posuwała się za nim. Kiedy więc Słońce zajdzie, to Wenus jeszcze będzie widoczna ponad horyzontem.

Nazywamy ją wtedy Gwiazdą Wieczorną.

Przeciwnie zaś przy znajdowaniu się Wenus w pozycjach 6, 7 i 8 zajmować będzie ona na niebie położenie na prawo, tj. na zachód od Słońca. Będzie więc postępowała przed Słońcem, czyli poprzedzała je, jak mówią astronomowie, i oczywiście zajdzie wcześniej przed Słońcem, natomiast następnego ranka ukaże się wcześniej przed nim, jako Gwiazda Poranna lub Jutrzenka.

Dzięki tym właściwościom właśnie uważano w starożytności planetę Wenus za dwie różne gwiazdy i nadano im odpowiednie imiona: wieczornej — Hesperus, porannej zaś — Fosforus.

Na powierzchni Wenus nie udało się dotąd dojrzeć jakichkolwiek stałych zarysów, tak że nie podobna ustalić ściśle, w jakim okresie czasu wykonuje ona obrót dookoła swej osi. Długo sądzono, że potrzebuje na to nieco mniej niż dwadzieścia cztery godziny. Późniejsze jednak obserwacje skłoniły do przekonania, iż zwraca ona ku Słońcu stale tę samą część swego globu, a więc okres obrotu jej dookoła osi i obiegu dookoła Słońca byłby jednakowy, mianowicie 225 dni.

Gdyby okres ten był bliski jednego dnia, Wenus musiałaby być spłaszczona u biegunów, jak to bywa u wszystkich planet z krótkim okresem obrotu dookoła osi.

Liczne i najdokładniejsze wszakże pomiary nie wykazały żadnej różnicy między średnicami przechodzącymi przez równik planety i bieguny jej, tak że obecnie utrzymuje się pogląd, iż posiada ona okres obrotu równy okresowi obiegu dookoła Słońca, tj. 225 dni.

W przeciwieństwie do Merkurego Wenus otoczona jest gęstą atmosferą, która chroni ją zarówno od zbytniego żaru Słońca jak i od wielkiego zimna. Ta jednak atmosfera właśnie nie pozwala nam dojrzeć, co się znajduje na powierzchni planety.

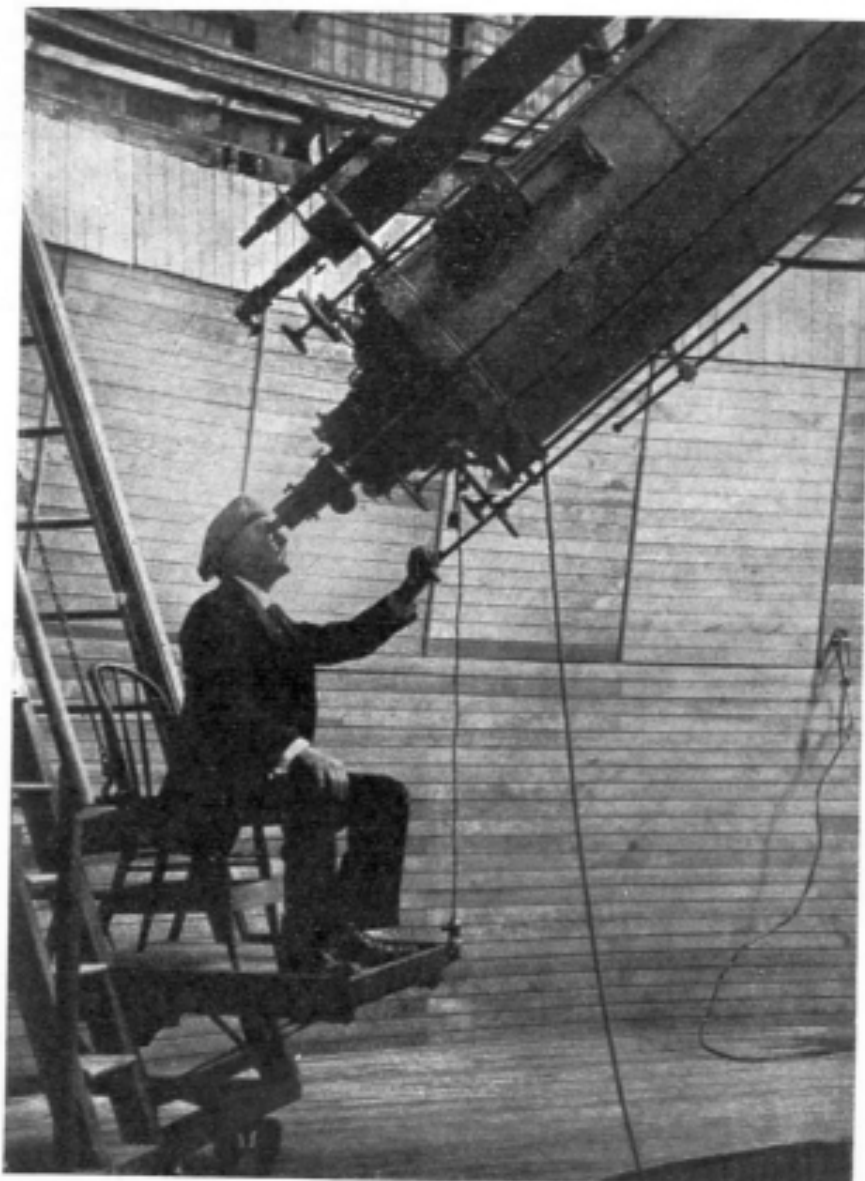
Wenus przy świetle dziennym.

Wenus, gdy znajduje się w fazie, w której posiada najsilniejszy blask, błyszczy jaśniej niż każda inna planeta lub gwiazda i wówczas możemy dostrzec ją nawet przy świetle dziennym, jeżeli tylko znamy miejsce znajdowania się jej na niebie.

Niewiele stosunkowo osób widziało Wenus w dzień, lecz w niektórych wypadkach, gdy była widoczna, wywoływała wielkie poruszenie i zaniepokojenie. W roku 1716 na przykład mieszkańcy Londynu byli niezmiernie zaniepokojeni widokiem w biały dzień jasnej gwiazdy na niebie i wielu wyrażało obawę, czy nie jest ona zapowiedzią jakichś klęsk. Dopiero astronom Halley uspokoił strwożonych wyjaśnieniem, że jest to planeta Wenus, odbywająca swą zwykłą drogę po niebie.

Podobny wypadek notują z czasów Napoleona. Mianowicie, kiedy pewnego razu udawał się on w samo południe na jakąś uroczystość oficjalną w Paryżu, uderzyło go, że ludność o wiele więcej była zainteresowana przyglądaniem się czemuś na niebie niż jemu i jego świetnej świcie. Zapytał więc o przyczynę i wtedy wskazano mu planetę.

Nawet niedawno ogromne podniecenie wśród mieszkańców miasta Los Angeles wzbudziła Wenus, widoczna wyraźnie na niebie w dzień, dzięki wysokim budynkom zasłaniającym promienie Słońca i pozwalającym przeto do-



Rys. 56. Astronom P. Lowell, obserwujący Wenus w dzień.

Najlepszą porą do obserwacji Wenus jest dzień, gdyż wówczas znajduje się ona najwyżej nad horyzontem. P. Lowell posilkował się 60 cm teleskopem w zbudowanym przez siebie obserwatorium we Flagstaff w stanie Arizona. Przy pomocy tegoż teleskopu P. Lowell dokonał licznych obserwacji Marsa i innych planet.

kładnie obserwować tę część nieba, gdzie znajdowała się planeta.

Była ona jednak widoczna również i poza miastem w różnych okolicach.

Przed paru laty kilka osób, zamieszkujących w Kanadzie Zachodniej, ujrzawszy Wenus w dzień roztelegrafowało

po całym kraju o pojawieniu się planety o tej porze, jako o nadzwyczajnym zjawisku.

Wenus oglądana przez lunetę przedstawia się zawsze niezwykle świetnie, zwłaszcza gdy znajduje się wysoko nad horyzontem. Rysunek 56 wyobraża astronoma dra Percivala Lowella przy obserwowaniu Wenus w swym obserwatorium w miejscowości Flagstaff w Arizonie, właśnie w biały dzień.

W okresie najsilniejszego blasku Wenus ma kształt Księżyca w 5 dni po nowiu, tj. taki, jak np. między pozycją 3 i 4 lub 6 i 7 na rysunku 54.

ROZDZIAŁ VI

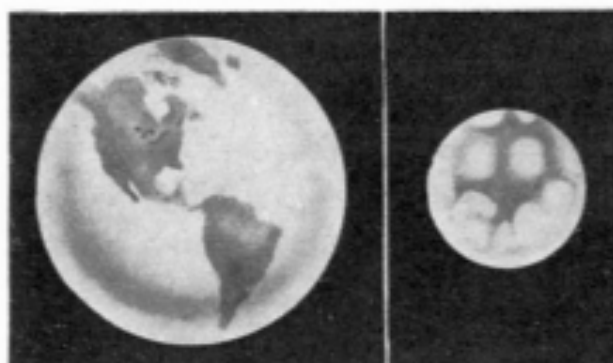
MARS

Odległość i wielkość Marsa.

Ze wszystkich planet Mars wzbudzał zawsze największe zainteresowanie ze względu na swe podobieństwo do Ziemi.

Pytanie, czy znajdują się na nim istoty żyjące, budziło powszechną ciekawość.

Jest on odległy od Słońca o 227,790.000 km, co równa się przeszło półtorej odległości Ziemi, i obiega Słońce w ciągu prawie 687 dni, ze średnią szybkością około 24 km na sekundę.



Rys. 57. Wielkości porównawcze Ziemi i Marsa. Średnice ich wynoszą: 12.757 km i 6.800 km, tj. są w stosunku 100:53.

Średnica Marsa wynosi 6.800 km, wielkością nieznacznie przewyższając połowę średnicy Ziemi (rys. 57), przy masie równej 0,108 masy ziemskiej. Materiału więc Ziemi wystarczyłoby na zbudowanie dziewięciu takich planet jak Mars.

Orbity Ziemi i Marsa.

Rozpatrzmy biegi Marsa i Ziemi na rysunku 58, na którym wyobrażone są orbity tych planet. Zewnętrzna orbita jest drogą Marsa, wewnętrzna — Ziemi, przy czym jest oznaczone położenie Ziemi na niej w pierwszym dniu każdego miesiąca, co powtarza się niezmiennie corocznie.



wyobrażają odległość jednej od drugiej w różnych datach, podaną w kilometrach.

Pierwszego stycznia Mars był odległy o 335 milionów kilometrów od Ziemi, lecz już na 1 lutego odległość ta zredukowała się do 302 milionów, tj. przybliżył się do ziemi o 33 miliony, czyli szybkość przybliżania się wynosiła prawie 12 km na sekundę.

Następnie odległość między Ziemią i Marsem zmniejszała się nieustannie aż do listopada. W dniu 4-tym tego miesiąca, jak to widać na rysunku, Słońce, Ziemia i Mars były na jednej linii, przy tym dla obserwatora z Ziemi Słońce i Mars zajmowały ściśle przeciwne położenie, czyli, jak nazywają astronomowie, Mars był w opozycji ze Słońcem i gdy Słońce zachodziło na zachodzie, jednocześnie wschodził Mars na wschodzie i pozostawał na niebie całą noc, widoczny wyraźnie. W opozycji tej dnia 4 listopada 1926 r. był on oddalony o 69 milionów kilometrów od Ziemi.

Okres między jedną opozycją a drugą wynosi około 780 dni, tak że poprzednia była 23 sierpnia 1924 r. i Mars wówczas znajdował się o niecałe 56 milionów kilometrów od Ziemi. Na rysunku położenie to jest również wskazane. Była to najmniejsza od wielu lat wstecz i na wiele lat naprzód odległość między Ziemią a Marsem. Następna po 4-tym listopada opozycja wypadła po 780 dniach, tj. 21 grudnia 1928 r. i wówczas już Mars był o wiele dalej, bo o 88 milionów kilometrów od Ziemi.

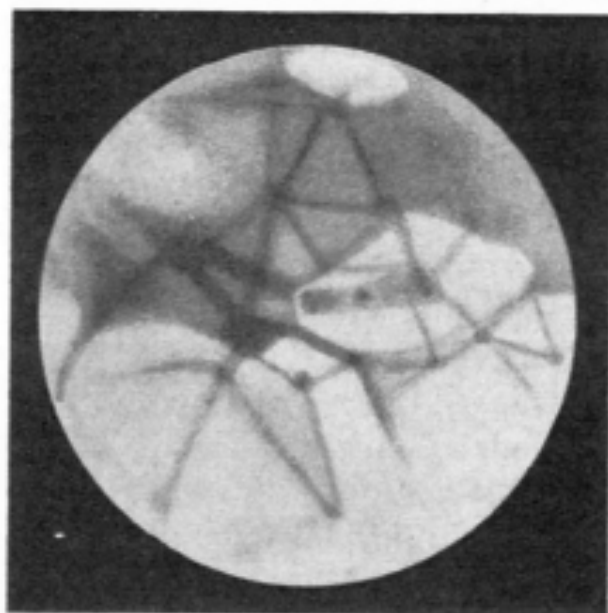
Widok Marsa w lunecie.

W okresach gdy Mars znajduje się bardzo daleko od Ziemi, np. jak był w styczniu 1926 r., blask jego nie jest zbyt silny i dorównywa np. Gwiazdzie Polarnej; gdy jednak jest blisko, wtedy staje się jednym z piękniejszych ciał niebieskich. Czerwonokrwisty kolor jego skłonił starożytnych do nadania mu imienia boga wojny, Marsa.

Merkury i Wenus, rozpatrywane nawet przez silne lu-

nety, nie dają nam obrazu jakichkolwiek mniej lub więcej określonych zarysów na swych powierzchniach.

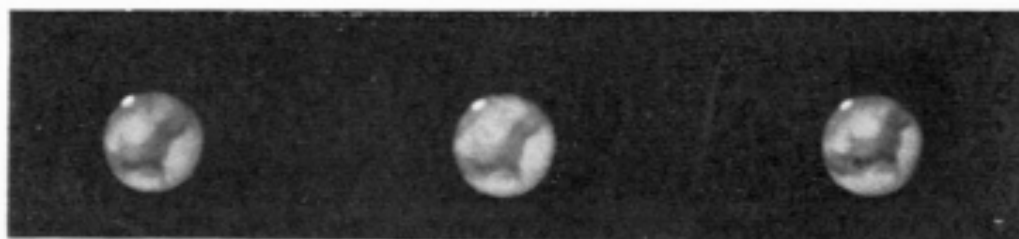
Wręcz przeciwnie ma się rzecz z Marsem; ukazuje on nam



Rys. 59. Widok Marsa.

wiele niezmiernie interesujących szczegółów (rysunek 59). Widok planety zmienia się nawet w ciągu kilku godzin, jak to widać na rysunku 60, który przedstawia trzy fotografie Marsa, wykonane w obserwatorium Licka w Kalifornii, kolejno: o godz. 9 min. 24, o godz. 10 min. 24 i o godz. 10 min. 46 wieczorem.

Różnica w obrazie 1-szym i 3-cim planety jest niewątpliwa; spowodowana była zaś częściowym obrotem się planety dookoła osi w ciągu jednej godziny i dwudziestu dwóch minut, jakie upłynęły od pierwszego



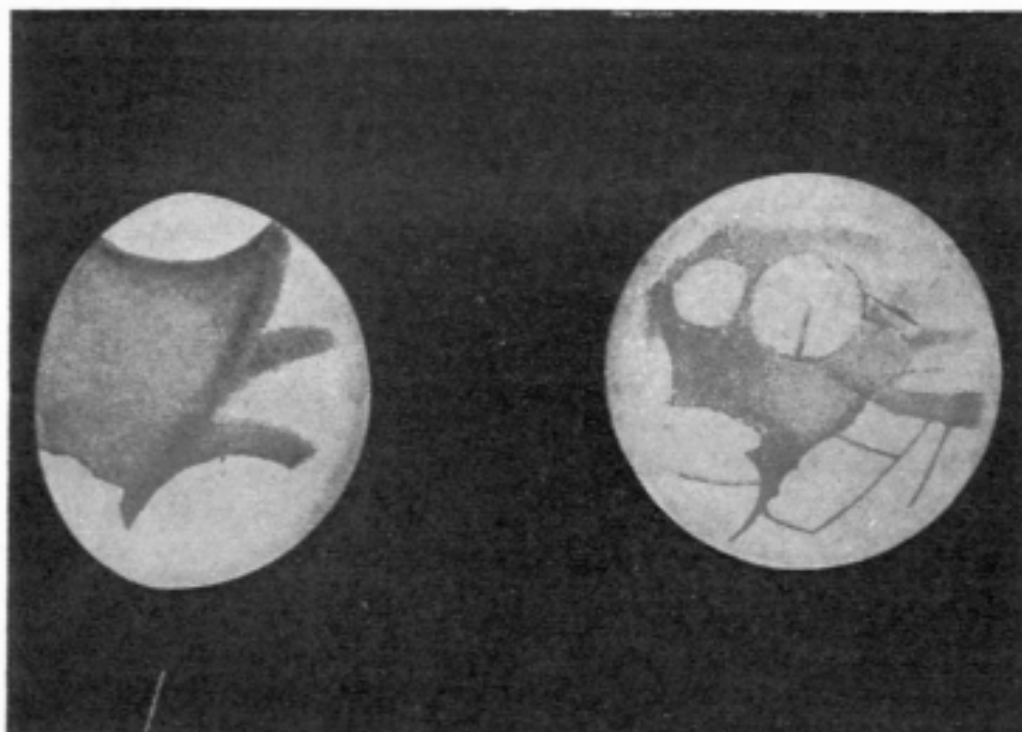
Rys. 60. Mars: trzy fotografie, ukazujące ruch wirowy planety.

Fotografie te zostały wykonane kolejno: o godz. 9 m. 24, 10 m. 24 i 10 m. 46. — W odstępie czasu od pierwszego do trzeciego zdjęcia widać wyraźnie, iż planeta wykonała ruch wirowy.

do trzeciego zdjęcia. Na podstawie obserwacji właśnie zmian widoku powierzchni Marsa został obliczony okres czasu, w jakim planeta dokonywa pełnego obrotu około osi.

Wynosi on 24 godziny 37,4 minuty; tak więc długi jest dzień marsowy.

Mars posiada również pory roku podobne do ziemskich, lecz dwa razy dłuższe; a przy tym temperatura na nim jest

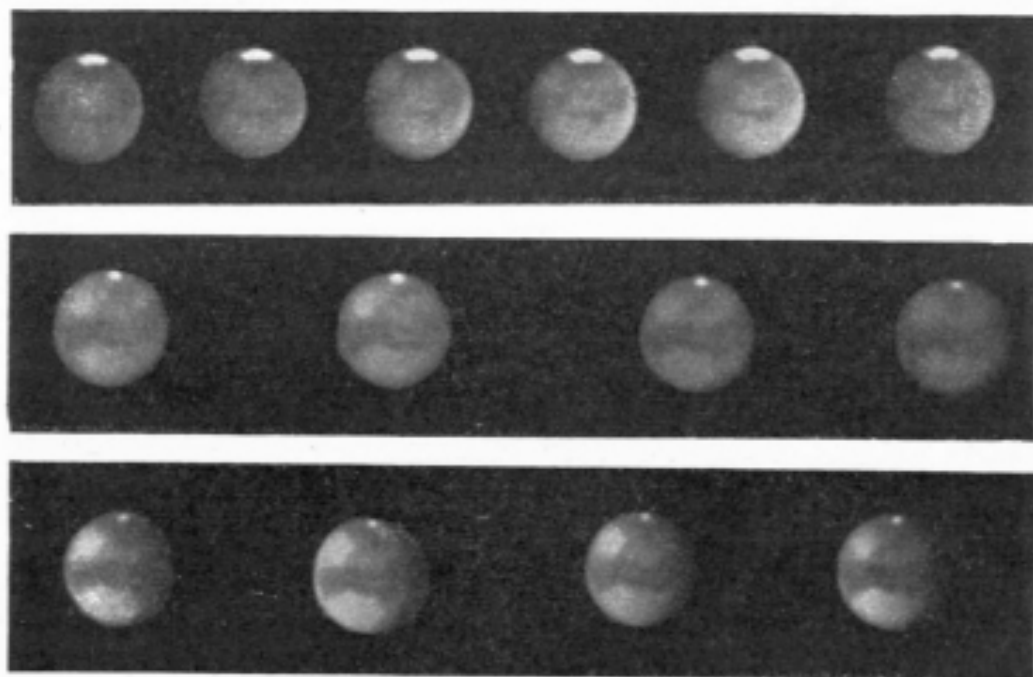


Rys. 61. Dwa widoki Marsa ze zmianami na powierzchni w zależności od pór roku.

o wiele niższa od ziemskiej, ponieważ znajduje się on półtora raza tak daleko od źródła ciepła, tj. Słońca, jak Ziemia. Podczas długich zim spada ona bardzo nisko, tak nisko, że wątpliwe jest, czy np. człowiek mógłby znieść ją i egzystować na planecie.

Widok Marsa jest różny latem i zimą (marsową). Różnice wyglądu powierzchni w rozmaitych porach roku wskazują rysunki 61 i 62. Na pierwszym widzimy dwa obrazy powierzchni planety: lewy — zimą, prawy — latem. Na rysunku 62 zaś mamy szereg fotografii Marsa, wykonany w porze roku na Marsie, odpowiadającej mniej więcej naszemu miesiącowi majowi i później — aż do marsowego

lata. Zmiany są widoczne już na pierwszy rzut oka: biała plama na biegunie, która według przypuszczeń składa się ze śniegu lub lodu, stopniowo zmniejsza się — taje i w końcu prawie znika całkowicie, gdy jednocześnie kontury w okolicach równika stają się coraz szersze i ciemniejsze.



Rys. 62. Fotografie Marsa, ukazujące zmiany powierzchni w ciągu wiosny i lata. Bardzo trudno jest otrzymać wyraźne fotografie Marsa, w skali pozwalającej na różnicowanie szczegółów na powierzchni planet, gdyż obrazy na kliszy są bardzo małe; w każdym razie powyższe fotografie pozwalają już zauważyć wyraźnie zmiany, zachodzące na powierzchni planety w ciągu roku marsowego.

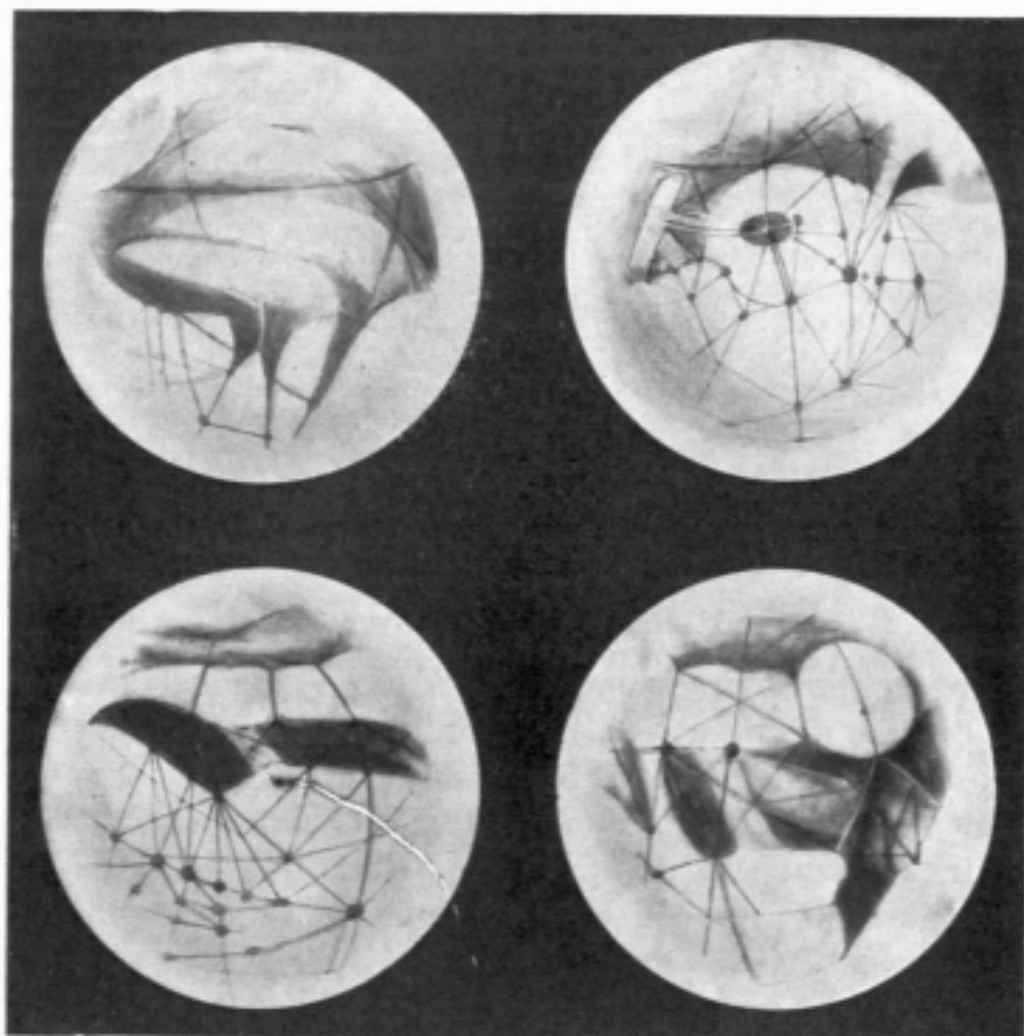
Kanały na Marsie.

W okresie ostatnich lat pięćdziesięciu niektórzy astronomowie¹ dojrzeli na powierzchni Marsa znaczną ilość cienkich prostych linii, które nazwali „kanałami”.

Jednym z odkrywców był astronom amerykański dr Percival Lowell. Obraz powierzchni Marsa, wykonany przez niego, przedstawiony jest na rysunku 63. Ciemne proste linie są to właśnie „kanały”. Jasne przestrzenie na

¹ Po raz pierwszy Schiaparelli, astronom włoski, w r. 1877 zauważył utwory prostoliniowe, które nazwał „kanałami”.

powierzchni, widoczne w lunecie, mają zabarwienie czerwone, ciemne zaś — zielonkawe, co dało powód do uważania pierwszych za pustynie a drugich za powierzchnie pokryte jakiegoś rodzaju roślinnością.



Rys. 63. Cztery widoki Marsa, według Lowella.
Rysunki przedstawiają cztery „strony” Marsa, tak jak ukazują się one przy obrotach planety o 90° dokoła osi. — Okres pełnego obrotu wynosi 24 g. 37,4 min.

Część astronomów idzie w przypuszczeniach swych tak daleko, że uważa te linie — „kanały” za rzeczywiste kanały, zbudowane przez istoty rozumne, zamieszkujące Marsa; większość jednak ustosunkowuje się do tej hipotezy bardzo sceptycznie.

Kanały zostały odkryte przy obserwacjach planety przez lunety; są one tak subtelne, że nie dają się należycie sfotografować. Niezmiernie ciekawe porównanie fotografii Marsa z widokiem rysowanym ręcznie daje rysunek 64. Figury: 1, 2 i 3 są fotografiami wykonanymi zwykłym



Rys. 64. Równoczesne fotografie i rysunki powierzchni Marsa.

Nawet gdy Mars znajduje się najbliżej Ziemi, zdjęcia fotograficzne jego są tak małe, że nie podobna odróżnić na nich szczegółów powierzchni, tych, które są widoczne przez lunety. Trzy pierwsze obrazy są fotografiami, czwarty — rysunkiem ręcznym, wykonanym jednocześnie, piąty zaś przedstawia fotografię z tego właśnie rysunku ręcznego, umieszczonego przed kamerą na takiej odległości, że obraz na kliszy wyszedł równej wielkości z pierwszymi trzema fotografiami. Jak widać, obraz powierzchni na tej fotografii jest bardzo zbliżony do obrazów na fotografiach bezpośrednich.

sposobem, tj. za pomocą kamery osadzonej w końcu lunety. Jednocześnie zaś zrobiono rysunek ręczny, przedstawiony na figurze 4-tej; potem rysunek ten umieszczono przed aparatem fotograficznym, tak aby zdjęcie wypadło tej samej wielkości co pierwsze fotografie. Otrzymano fotografię pokazaną na figurze 5-tej. Jak widać, obraz jest zupełnie taki sam, jak pierwsze fotografie — 1, 2 i 3-cia.

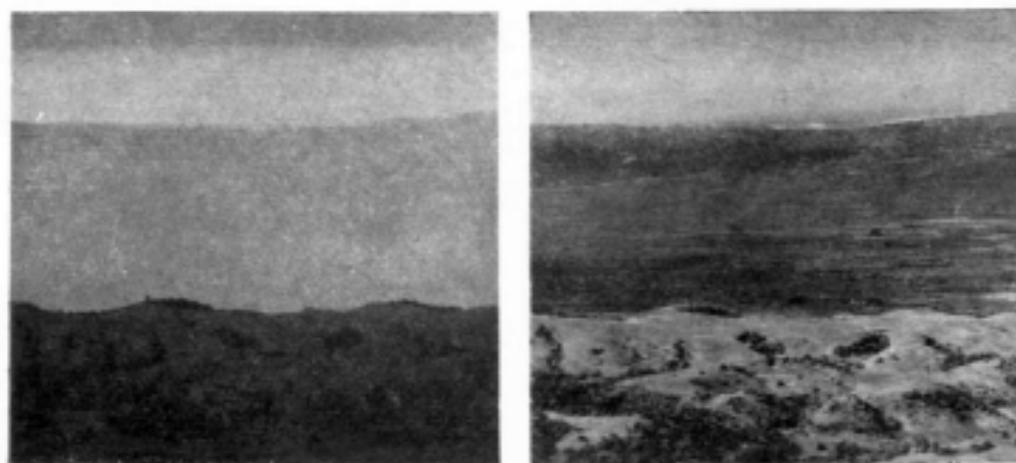
Atmosfera Marsa.

Ponieważ powierzchnia Marsa jest widoczna zawsze, dowodzi to, że atmosfera nad nim jest bardzo rzadka i przezroczysta, nie zaś gęsta i nieprzenikliwa, jak np. u Wenus.

Podczas wielu obserwacji planety zdarzyło się raz zauważyć coś w rodzaju niewielkiego obłoczka; ogólnie jednak przyjęte jest przez astronomów, że na Marsie panuje wieczna pogoda bez żadnych zakłóceń, jakie powodują np. burze na Ziemi.

Niezbite dowody istnienia atmosfery na planecie uzyskano w latach 1924 i 1926 prostym i pewnym sposobem.

Profesor obserwatorium Licka w Kalifornii W. H. Wright robił w ciągu kilku lat próby otrzymania możliwie najlepszych zdjęć fotograficznych na Ziemi przy zastosowaniu lunety i przekonał się, że najdokładniejsze foto-



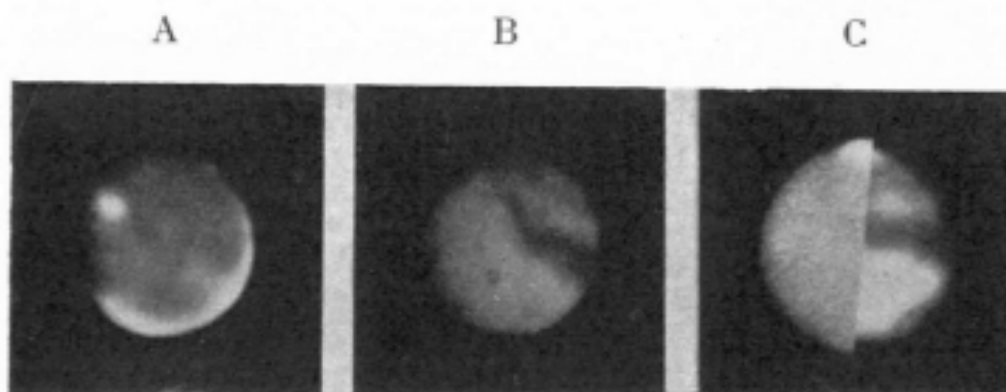
Rys. 65. Fotografie oddalonego krajobrazu, wykonane w świetle fioletowym i czerwonym. Zdjęcie lewe zostało otrzymane przy założeniu przed kliszami fioletowego filtra, tj. przepuszczającego tylko fioletowe promienie; zdjęcie prawe zaś — przy użyciu filtra czerwonego. Są to fotografie miasta San José, oddalonego o przeszło 20 km od obserwatorium Licka na szczycie Góry Hamiltona (Mount Hamilton).

grafie uzyskiwał, gdy przed kliszą umieszczał tzw. filtr, tj. kolorowe — mianowicie czerwone — szkiełko. Działały wówczas na kliszę tylko promienie czerwone i negatyw wykazywał wiele szczegółów, jakie przy użyciu filtrów innego koloru, np. szafirowego lub fioletowego, albo w ogóle bez zastosowania filtra, nie ukazywały się wcale. Wzory takich fotografii podaje rysunek 65. Są na nim dwa zdjęcia jednej i tej samej miejscowości, dokonane ze szczytu Mount Hamilton (Góry Hamiltona), na której znajduje się Obserwatorium Licka.

Obraz prawy przedstawia fotografię wykonaną przy filtrze czerwonym. Widać na nim wyraźnie prócz wielu szczegółów miasto San José w sławnej dolinie Santa Clara, oddalone o 24 kilometry, a nawet drzewa i drogi w dolinie.

Zupełnie inny efekt dało lewe zdjęcie, przy zastosowaniu filtru fioletowego¹. Widoczna jest jedynie wyraźnie okolica w bliskości obserwatorium, dalszy zaś teren przedstawia tylko mętną plamę.

Jak wiemy, światło białe zawiera promienie wszystkich kolorów. Wynika więc z powyższego, że promienie czerwone przechodzą swobodnie przez atmosferę, wówczas gdy inne zostają przez nią pochłonięte.



Rys. 66. Fotografie Marsa przy świetle fioletowym i czerwonym.
A — przy świetle fioletowym, B — przy czerwonym, C — przedstawia dwie połówki każdej z poprzednich fotografii, przyłożone do siebie. Jak widać, obraz fioletowy jest znacznie większy od czerwonego. Stąd wyprowadza się wniosek, iż Mars posiada grubą warstwę atmosfery.

Kiedy w r. 1924 Mars znalazł się niezwykle blisko Ziemi, profesor Wright powziął myśl sfotografowania go w świetle czerwonym i fioletowym. Wynik okazał się nadspodziewany.

Niektóre z takich fotografii są przedstawione na rysunkach 66 i 67. Zdjęcia oznaczone literą A są dokonane w świetle fioletowym, literą B — w czerwonym. Na tych drugich widać właśnie pełno szczegółów, nie występujących wcale na fotografiach w świetle fioletowym.

Drugą różnicą, jaką zauważymy od razu, jest różnica wielkości obrazów: wszystkie w świetle fioletowym są większe od czerwonych.

¹ Ściśle biorąc, zdjęcia te były dokonane w świetle podczerwonym i pozafioletowym, tj. przy promieniach poza czerwonym i poza fioletowym końcem widma.

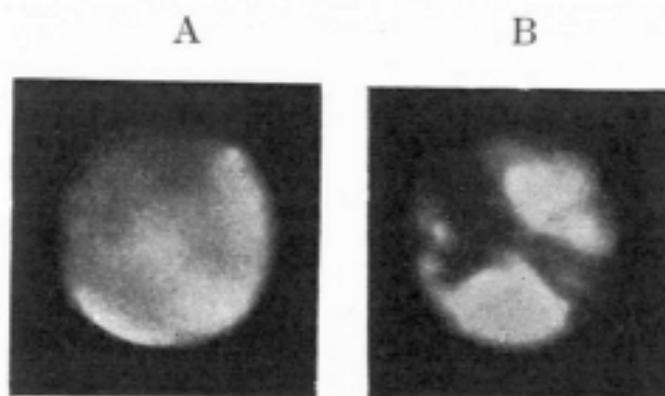
Czym się to tłumaczy? Najlepiej w następujący sposób: promienie fioletowe światła słonecznego, oświetlającego Marsa, doszedłszy do atmosfery planety nie są zdolne przeniknąć przez atmosferę do powierzchni planety i zostają odbite od atmosfery; dlatego też wchodząc do kamery fotograficznej dają na kliszy obraz jedynie atmosfery, nie zaś powierzchni Marsa. — Inaczej zachowują się promienie czerwone. Przechodzą one swobodnie przez atmosferę planety aż do samej powierzchni jej i odbite od niej wracają podobnie łatwo, a w kamerze aparatu dają obraz powierzchni planety.

Przyłożywszy jedną połowę fioletowego zdjęcia do połowy czerwonego (rys. 66) od ra-

zu widzimy różnicę wielkości. Dokładne wymierzenia jednych i drugich stwierdzają, że średnica obrazów fioletowych jest przeciętnie o 5,7% większa od średnicy czerwonych. W związku więc z powiedzianym wyżej — obraz czerwony jest obrazem samej właściwej powierzchni planety, a dodatkowe 5,7% musi być atmosferą. Ponieważ zaś promień Marsa ma 3.400 km, to 5,7% tej wielkości wynosi przeszło 190 km, taka więc musi być wysokość atmosfery na planecie.

Ciekawe jest też białe „wypiętrzenie” nad tarczą planety, widoczne na figurze A na rys. 66. Prawdopodobnie jest ono jakąś niezwykle wielką chmurą; na figurze B jednak nie ma wcale śladu jej.

Podobnie na rysunku 67 obraz B posiada białawą plamę w połowie tarczy przy lewym brzegu.



Rys. 67. Inne fotografie Marsa przy świetle fioletowym i czerwonym.
Obraz B jest czerwony, mniejszy i ukazuje więcej szczegółów niż fioletowy — A.

Muszą to być także chmury, lecz na obrazie A również niewidoczne.

Tak oto z rozrywek fotografa-amatora powstał ogromny pożytek dla astronomii.

Czy Mars jest zamieszkały?

Jak wzmiankowaliśmy poprzednio, zimy na Marsie muszą być niesłychanie mroźne. A jakże jest latem?

W ostatnich czasach został skonstruowany niezmiernie czuły i dokładny instrument, nazwany termoelementem, za pomocą którego było mierzone ciepło, jakie Mars wysyła w kierunku Ziemi, i z ilości tego ciepła wyliczono temperaturę różnych części powierzchni planety.

Znaleziono m. in., iż temperatura jasno oświetlonych miejsc na powierzchni Marsa zbliżona jest do temperatury chłodnego dnia na Ziemi, waha się między 7°C do 18°C . Pomimo stwierdzenia istnienia atmosfery na Marsie, nowsze pomiary wykazały nieobecność tlenu i pary wodnej, a w każdym razie ilość wolnego tlenu i pary wodnej, czynników niezbędnych dla wszelkich procesów życiowych — jest znikoma.

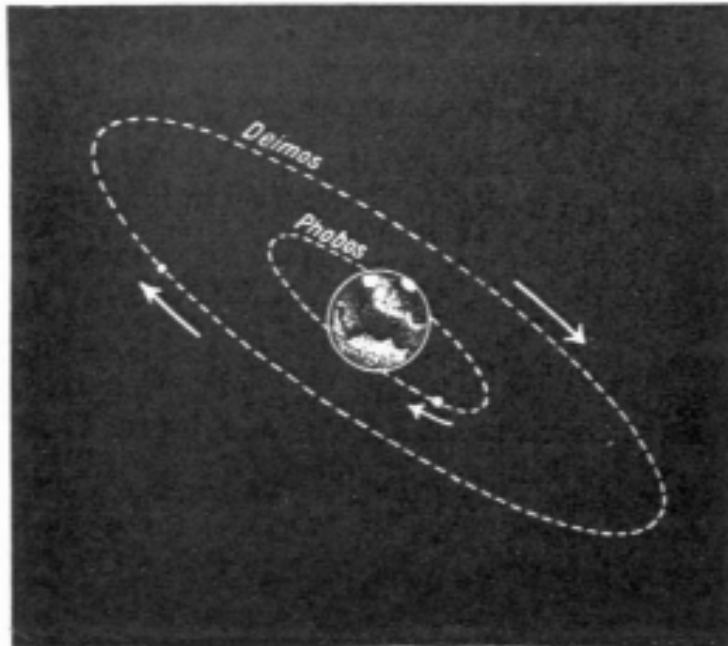
Jest więc mało prawdopodobne, aby pewne rodzaje roślinności czy świata zwierzęcego mogły egzystować na planecie.

Siła ciężenia, dzięki której każde ciało pada na Ziemi w kierunku środka jej, na Marsie jest o wiele słabsza i wynosi zaledwie $\frac{2}{5}$ siły ziemskiej. Np. ciało ważące na Ziemi 100 kg, zważone na Marsie, miałoby tam wagę zaledwie 40 kg. Człowiek przeniesiony na Marsa z niezwykle lekkością podnosiłby się upadłszy, a jeśliby potrafił on na Ziemi podskoczyć na wysokość 3 metrów, to na Marsie dałby skok na $7\frac{1}{2}$ metra wysoko.

Księżyce Marsa.

Mars posiada dwa księżyce (rys. 68). Zostały one odkryte w r. 1877 przez astronoma amerykańskiego Asapha Halla.

Tego roku latem Mars był bardzo blisko Ziemi, aczkolwiek nie tak blisko jak w r. 1924, i akurat w tym czasie w stolicy Stanów Zjednoczonych, Waszyngtonie, był zbudowany największy na owe czasy teleskop o średnicy 26 cali (675 mm). Hall noc po nocy w ciągu sierpnia przeszukiwał niebo w sąsiedztwie Marsa próbując, czy nie znaj-



Rys. 68. Orbity księżyców Marsa.

Wewnętrzny księżyc okrąża planetę w ciągu 7 g. 39 m., zewnętrzny — w 30 g. 18 m., sama planeta zaś wykonuje obrót dookoła osi w ciągu 24 g. 37 m. W ten sposób wewnętrzny księżyc obiega planetę trzy razy w ciągu jednego dnia marsowego, przy czym skutkiem tak szybkiego krążenia wschodzi na zachodzie a zachodzi na wschodzie planety.

dzie jakiego satelity planety; w końcu jednak zniechęcony bezowocnymi poszukiwaniami zamierzał już zaniechać ich, lecz żona jego skłoniła go do nieprzerwywania pracy tej przez jakiś czas jeszcze. Nie porzucił więc pracy i w rezultacie 11-go sierpnia odkrył jeden księżyc a w 6 dni potem drugi.

Otrzymały one nazwy Deimos i Fobos — imiona, jakie Homer dał dwom rumakom, które ciągnęły rydwan boga wojny Marsa.

Księżycy Marsa są niewielkie, o średnicach wynoszących zaledwie kilkanaście kilometrów (9—15 km) i świecą bardzo słabo.

Krążą one dookoła planety w bardzo małej odległości od niej i z wielką szybkością. Bliższy, Fobos, okrąża ją w ciągu 7 godzin i 39 minut, dalszy zaś, Deimos, w ciągu 30 godzin i 18 minut.

W ten sposób Fobos trzy razy obiegnie planetę w czasie, gdy ona sama wykona jeden pełny obrót wokół osi; wschodzi na zachodzie i przebiegłszy drogę swą nad horyzontem planety zachodzi na wschodzie. Jest to jedyny tego rodzaju wypadek w naszym układzie planetarnym.

Nasz Księżyc na okążenie Ziemi potrzebuje czterech tygodni.

ROZDZIAŁ VII

JOWISZ, SATURN, URAN, NEPTUN

Jowisz.

Tak więc poznaliśmy już cztery planety, tzw. wewnętrzne, tj. znajdujące się stosunkowo blisko tego wielkiego ciała, dookoła którego krążą. Są one w porównaniu z innymi niewielkie i zbudowane z gęstego i ciężkiego materiału.

Teraz zaś uniesiemy się w o wiele dalsze przestrzenie i zapoznamy z pozostałymi członkami rodziny Słońca, odbywającymi swe odwieczne wędrówki w olbrzymim oddaleniu od niego.

Pierwszy, którego napotkamy, będzie olbrzym Jowisz — największa ze wszystkich planet.

Od Słońca odległy jest o 777,800.000 km, tj. 5,2 raza dalej niż Ziemia, a okrąża je dookoła w ciągu prawie dwunastu naszych lat, przebiegając po orbicie swej 13 kilometrów na sekundę.

Widok Jowisza w lunecie.

Jowisz oglądany nawet przez słabą lunetę przedstawia niezmiernie piękny widok wielką tarczą swą, błyszczącą na ciemnym tle nieba, z czterema księżycami, które ustawione prawie w prostej linii, jak perły nanizane na nitkę, towarzyszą mu w jego wędrówce (rys. 69).

Są one tak niewielkie, że gołym okiem ujrzeć ich nie można, lecz przez dobrą polową lornetę, trzymaną spokojnie, można już je dojrzeć. Były one pierwszymi ciałami niebieskimi, odkrytymi przez Galileusza w r. 1610 przy pomocy pierwszej lunety, którą on właśnie zbudował.

Przez silne zaś lunety są widoczne na powierzchni Jowisza ciekawe ciemne równoległe pasy i inne zarysy kształtów (rys. 70); jednocześnie też od razu można spostrzec, że nie jest on prawidłową kulą, lecz silnie spłaszczoną w kierunku biegunów. Spłaszczenie to zostało najdokładniej wymierzone i pomiary wykazały znaczną różnicę długości średnic — przechodzącej przez równik i przez bieguny; pierwsza wynosi 142.700 km, druga zaś ok. 132.000 km.

Jaka jest przyczyna tak silnego spłaszczenia? Należy przypisać to niezmiernie szybkiemu obrotowi planety dookoła osi. Istotnie, jeden obrót wykonuje Jowisz w ciągu 9 godzin i 55 minut, skutkiem czego każdy punkt na równiku jego przebiega w godzinę odległość 45.000 km.

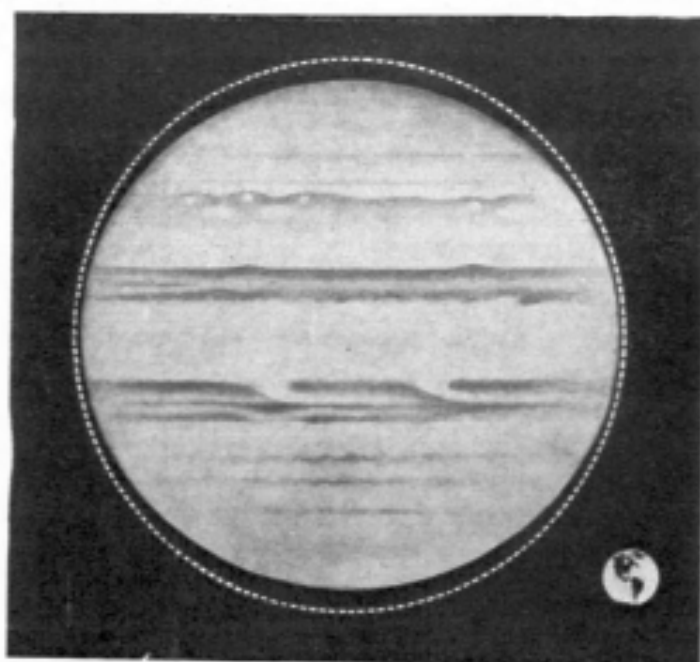
Masa Jowisza.

Materiału planety Jowisza wystarczyłoby na zbudowanie 318 kul ziemskich; jednak jego gęstość jest o wiele



Rys. 69. Jowisz widziany przez masą lunetę. Widoczne są cztery księżyce, leżące prawie na jednej linii. Jowisz posiada nadto jeszcze pięć innych księżyców, lecz tak małych, że dostrzec je można jedynie przy pomocy silnych lunet.

mniejsza niż gęstość Ziemi. Bliska jest gęstości masy Słońca, co dało też powód niektórym wyrażać przypuszczenie, iż Jowisz jest podobnie gorący. Tak jednak nie jest; nie posiada on własnego światła, widoczny zaś jest jedynie wskutek oświetlenia przez Słońce. Ponadto dokonane w ostatnich czasach pomiary jego temperatury stwierdziły, iż jest ona dość niska (około -130°C).



Rys. 70. Jowisz widziany przez silną lunetę.

Przy oglądaniu Jowisza przez silną lunetę widać ciekawe szczegóły, smugi oraz rozmaite zabarwienia, od brązowego do oliwkowego, co sprawia piękny efekt. Obraz zmienia się całkowicie w ciągu dwóch lub trzech godzin, dzięki szybkiemu ruchowi wirowemu planety dookoła osi, gdyż pełny obrót trwa mniej niż dziesięć godzin. Widoczne jest również silne spłaszczenie planety.

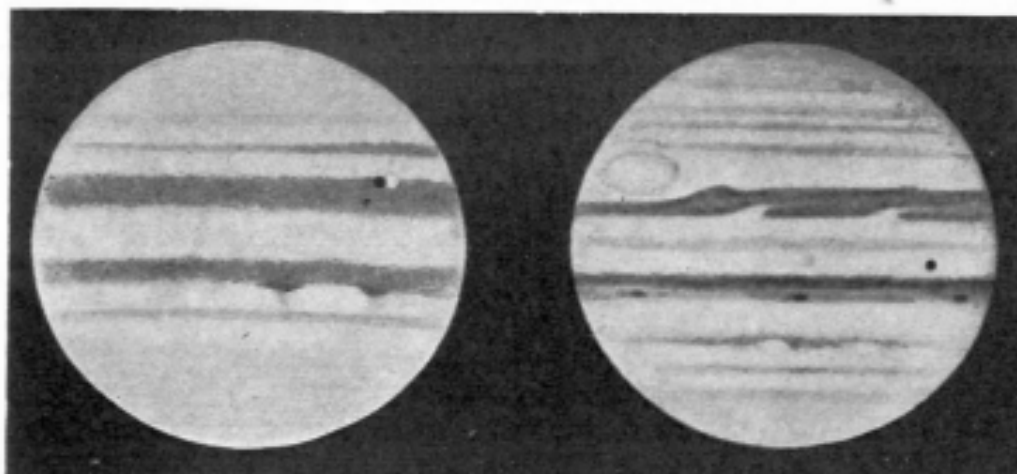
Ruchy satelitów Jowisza.

Niezmiernie zajmujące jest obserwowanie księżyców Jowisza przy pomocy niewielkiej lunety. Jest ich większych cztery i oznaczone są kolejnymi liczbami I, II, III, IV, stosownie do bliskości ich do planety.

Wszystkie one są większe od naszego Księżyca, a okrążają Jowisza odpowiednio w następujących okresach:

czterdzieści dwie godziny, trzy i pół dnia, siedem dni i szesnaście i pół dnia.

Śledzenie ruchów ich, jak krążą dookoła macierzystej swej planety, jest ogromnie ciekawe. Co pewien czas któryś z nich przechodzi przed tarczą (dla patrzącego z Ziemi) i rzucając cień na nią przesuwa się powoli a za nim jego cień, aż w końcu zsuwa się z brzegu tarczy.



Rys. 71. Dwa widoki Jowisza z przechodzącym przed tarczą jednym księżycem planety oraz jego cieniem.

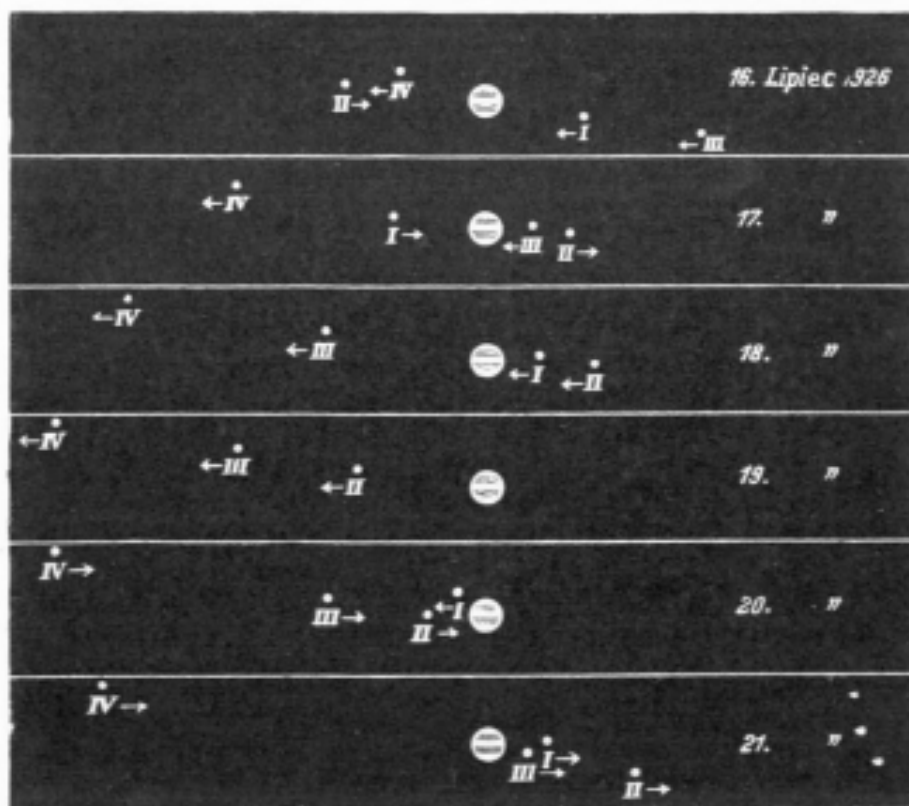
Ciemny okrągły punkt jest to cień rzucany przez księżyc na planetę. Na tym obrazie księżyc (jasny) znajduje się tuż przy cieniu, na ciemnym pasie poprzecznym. Obydwa obrazy są w tej pozycji, jak widać je przez lunetę, tj. u góry znajduje się strona południowa. Księżyc i jego cień nasuwa się na tarczę od prawej krawędzi i posuwa w lewo przed tarczą. W czasie wykonywania tych obrazów księżyc znajdował się na tarczy w ciągu 16 minut, cień zaś 22 minuty. — Na obrazie prawym cień jest widoczny bardzo wyraźnie, sam zaś księżyc znajduje się trochę na prawo od środka tarczy, słabo widoczny z powodu małej różnicy jasności między nim a pasem znajdującym się poza nim.

Takie przejście przedstawia właśnie rysunek 71. Na lewym obrazie księżyc przechodzi przed tarczą a wraz z nim cień jego; na prawym cień jest wyraźnie widoczny bliżej brzegu tarczy na jaśniejszym pasmie, sam zaś księżyc znajduje się nieco w lewo, ku środkowi. Dostrzec go trudno, gdyż sam jasny a jest na jasnym tle.

Należy również zwrócić uwagę na owalny kontur przy samym brzegu tarczy, nieco nad ciemnym pasmem przy równiku. Jest to tak zwana wielka pomarańczowa plama, zauważona pierwszy raz w roku 1878, wówczas i w ciągu szeregu lat następnych bardzo wyrazista. Została wtedy

wymierzona i okazało się, że miała ok. 50.000 km długości a blisko 11.000 km szerokości. Obecnie znikła prawie zupełnie i jest jedynie zauważalna w postaci lekkiej wklęsłości na powierzchni planety.

Rysunek 72 daje pozycje księżyców Jowisza o godzinie



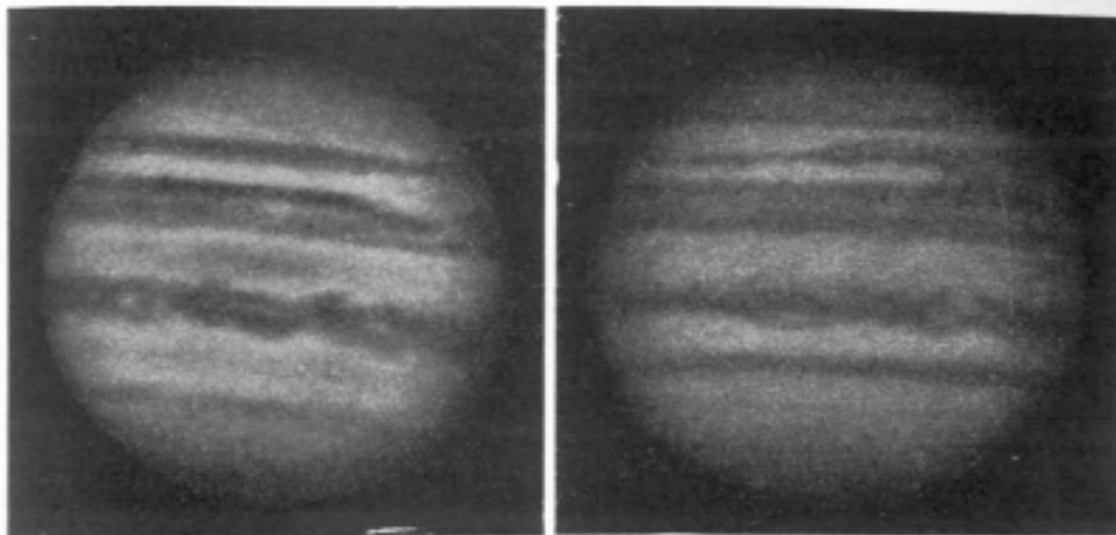
Rys. 72. Jowisz i jego księżycy w okresie 6 dni.

Tarcze środkowe wyobrażają samą planetę, białe punkty zaś — cztery większe księżycy. Na rysunku pozycje księżyców dotyczą godziny 1-ej w nocy między 16 a 21 lipca 1926 r. Strzałki wskazują kierunek ruchu księżyców. Ciekawe jest obserwowanie przesuwania się ich dzień po dniu.

pierwszej w nocy w ciągu sześciu dni w miesiącu lipcu 1926 roku. Strzałki wskazują kierunek ich ruchu, dzięki czemu widzimy przesuwanie się każdego księżycy stopniowo co jeden dzień.

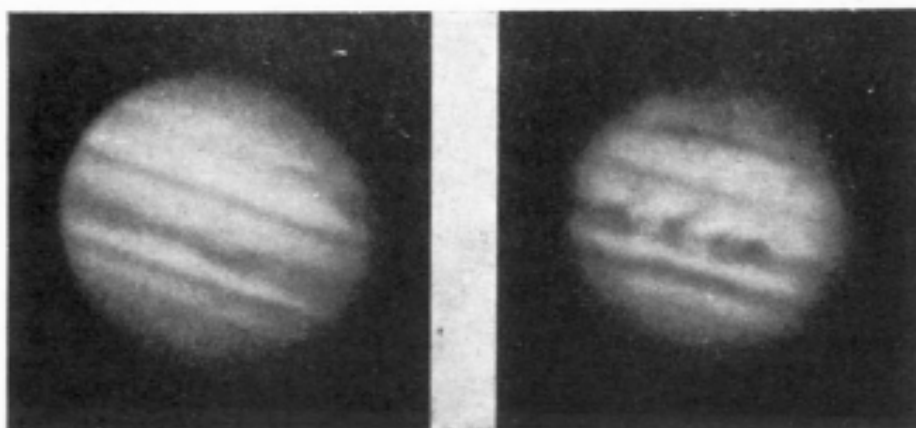
Fotografie Jowisza.

Fotografie Jowisza, przy tym bardzo dokładne, można uzyskać nawet wtedy, gdy znajduje się on w odległości



Rys. 73. Fotografie Jowisza.

Na tych zdjęciach, wykonanych w rozmaitych latach, zmiany smug są widoczne tak dokładnie, jak na rysunkach ręcznych, robionych jednocześnie przez lunetę.



Rys. 74. Fotografie Jowisza w świetle fioletowym i czerwonym.

Obraz lewy zdjęty jest przy świetle pozafioletowym, prawy przy podczerwonym. Pierwsze zdjęcie było wykonane 18 października 1926 r. o godz. 3-ciej min. 9 w nocy, drugie w 1 godzinę 16 minut później. — W tym odstępie czasu planeta obróciła się o 45° w kierunku od prawej ku lewej stronie. Ślad, gdzie znajdowała się ongi wielka plama czerwona, winien znajdować się blisko środka na lewym obrazie, lecz jest niewidoczny. — Większy rozmiar pierwszego obrazu niż drugiego a zarówno spłaszczenie planety jest widoczne od razu. Brzegi planety są niewyraźne z powodu silnej absorpcji światła w atmosferze Jowisza.

przeszło 600 milionów kilometrów od Ziemi. Dwie fotografie wykonane w Obserwatorium Lowella w r. 1915 i 1917 podaje rysunek 73.

Widać wyraźnie na nich poprzeczne pasy i inne szczególności; np. na lewej ponad równikową smugą widoczny jest, jako wielkie wgłębienie, ślad po wspomnianej wyżej wielkiej pomarańczowej plamie.

Profesor Wright dokonał kilku zdjęć Jowisza również w świetle pozafioletowym i pozaczzerwonym. Na rysunku 74 są zamieszczone fotografie zrobione z przerwą jednej godziny i szesnastu minut. Podobnie jak to widzie-



Rys. 75. Saturn z księżycami, widziany przez małą lunetę. Saturn, opasany niezwykłym pierścieniem i otoczony rzeszą księżyców, daje prześliczny widok w lunecie.

liśmy u Marsa, obraz czerwony jest mniejszy i widać na nim wiele więcej szczegółów niż na fioletowym. W czasie między jednym zdjęciem a drugim planeta wykonała $\frac{1}{8}$ obrotu wokół osi, w kierunku, jak widać na rysunku, z prawa na lewo. Zagłębienie po wielkiej pomarańczowej plamie występuje na obrazie

czerwonym; na fioletowym znajduje się też blisko środka, lecz jest niewidoczne.

Saturn.

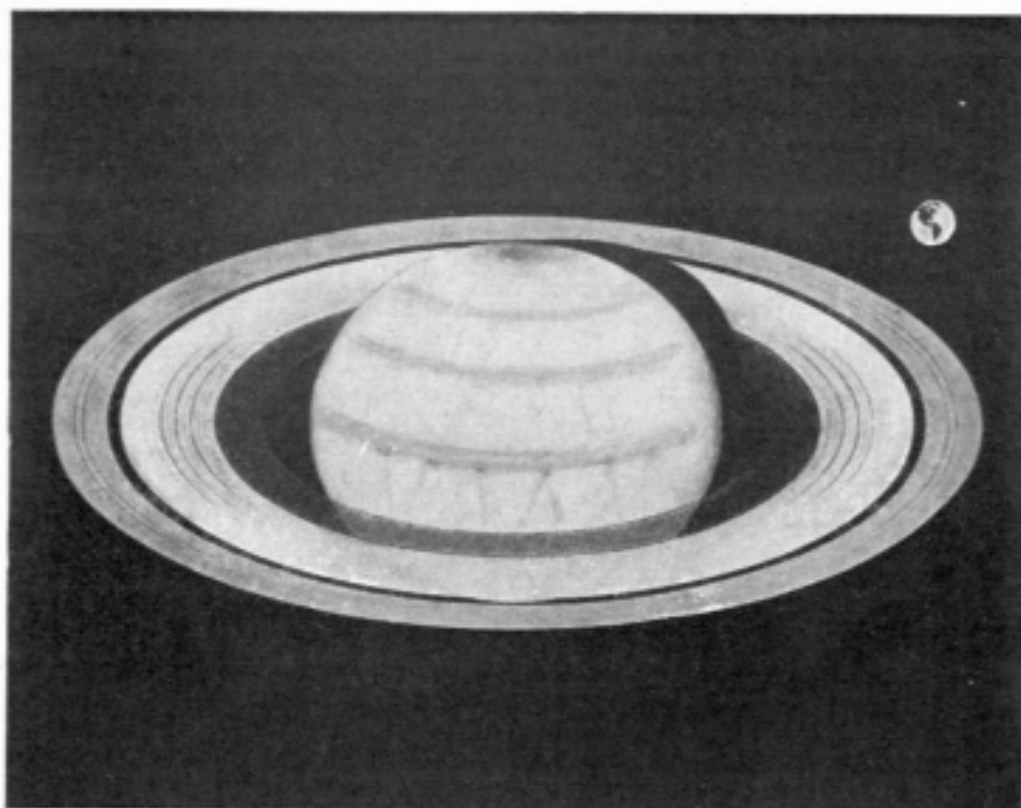
Następnym członkiem rodziny słonecznej, dalej jeszcze niż Jowisz odsuniętym od Słońca, jest jedyna co do swego kształtu planeta, Saturn (rys. 75).

Oddalona od Słońca przeszło dziewięć i pół raza tak daleko jak Ziemia, tj. o 1.425,800.000 kilometra, biegnie po swej orbicie z szybkością 9,6 kilometra na sekundę i przebywa ją całą w ciągu prawie $29\frac{1}{2}$ roku.

Dokoła globu planety rozciąga się wspaniały świetlisty pierścień, złożony z kilku oddzielnych, a za nim dziewięć

księżyców — jedne bliżej, inne dalej — towarzyszą planecie w biegu po niebieskim szlaku.

W kierunku biegunów ma Saturn średnicę około 109.000 km, w równiku zaś — 120.800. Jak widać więc, jest on



Rys. 76. Planeta Saturn.

Widać wyraźnie szczelinę, oddzielającą pierścień zewnętrzny od wewnętrznych.

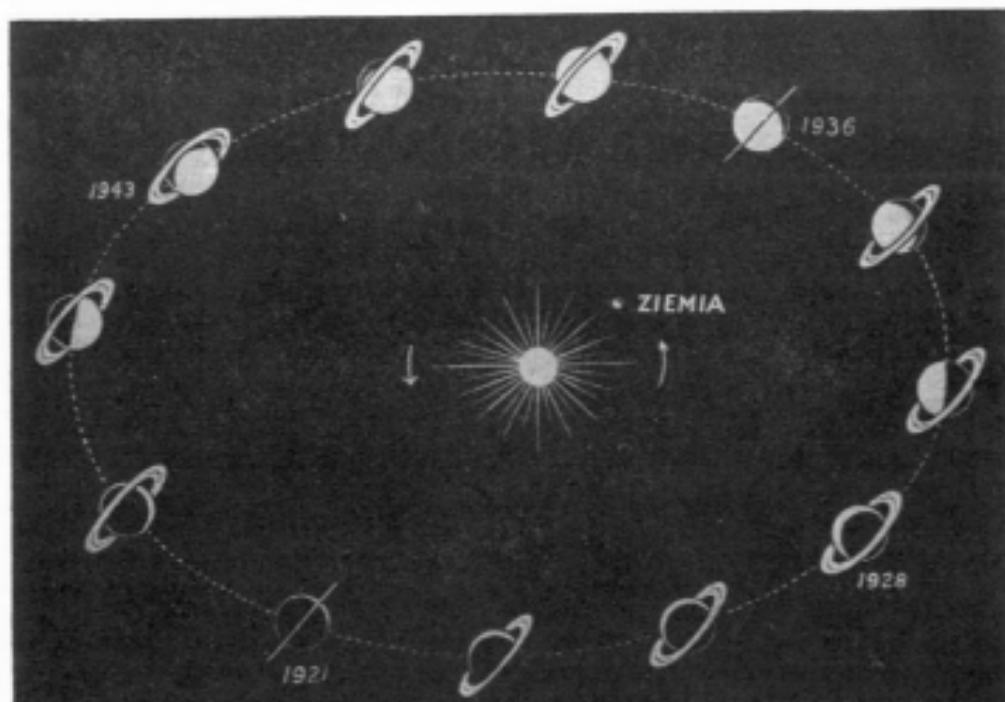
podobnie jak Jowisz silnie spłaszczony, co również nasuwa wniosek o bardzo szybkim ruchu wirowym planety wokół osi. Tak jest też w istocie; jeden obrót wykonywa Saturn w ciągu 10 godzin i 14,4 minuty.

Materiał, z jakiego zbudowany jest Saturn, ma gęstość taką jak np. suche drzewo dębowe lub klonowe (ciężar właściwy 0,69); tak że planeta mogłaby pływać na wodzie, gdyby naturalnie istniał taki olbrzymi ocean, w którym mogłaby się zmieścić.

Wszystkie zaś inne planety tonęłyby (to znaczy ich gęstość jest większa od gęstości wody).

Pierścienie Saturna.

Otoczający glob Saturna pierścień składa się z trzech oddzielnych. Pierścień zewnętrzny jest ciemną szczeliną oddzielony od następnego środkowego, szerszego i jaśniejszego, wewnętrzny zaś, najbliższy planety, jest najmniej jasny.



Rys. 77. Fazy pierścienia Saturna.

Przy obiegu Saturna dookoła Słońca pierścień jego jest zwrócony krawędzią do Słońca i Ziemi dwa razy w okresie $29\frac{1}{2}$ roku. W tych momentach pierścień jest widoczny zaledwie przez najsilniejsze lunety. Na rysunku są wskazane lata, w których właśnie zachodzi to zjawisko.

Średnica zewnętrznego pierścienia wynosi przeszło 277.000 km, grubość jednak jest zupełnie nieznaczna — nie przenosi prawdopodobnie 20 kilometrów. Gdyby zrobić z najcieńszego papieru model pierścieni, to należałoby wyciąć koło o średnicy 44 centymetrów, a grubość papieru byłaby stosunkową grubością pierścieni.

Jak zbudowane są te pierścienie? Składają się one z niezliczonej ilości oddzielnych ciał stałych, wielkości dużych kamieni, gęsto obok siebie rozmieszczonych, tak że światło

z trudem przenika pomiędzy nimi. Ciała te krążą wszystkie razem dokoła planety, na podobieństwo gęstego tłumu księżyców, niezależnych jeden od drugiego.

Fazy pierścienia Saturna.

Ponieważ Saturn krąży dokoła Słońca, więc w zależności od położenia planety pierścień widoczny jest również



Rys. 78. Fotografie Saturna, ukazujące jego fazy.

Piękne te fotografie, wykonane w lutym 1916 r., kwietniu 1921 r. i maju 1922 r., ukazują Saturna, gdy pierścień jego był najbardziej otwarty i zwrócony krawędzią; i w rok później, gdy był nieco rozchylony. Należy zwrócić uwagę na szczelinę Cassiniego i cień rzucony przez glob planety na pierścień.

w różnych pozycjach, tj. fazach (rys. 77). Gdy Ziemia lub Słońce znajduje się akurat w płaszczyźnie pierścienia, co powtarza się co $14\frac{1}{4}$ roku, to pierścień staje się dla nas niewidoczny.

Tak zniknęły one w r. 1907, 1921 i w 1936. Pozycje te są wskazane na tymże rysunku.

Aczkolwiek Saturn nawet w najmniejszej odległości od Ziemi oddalony jest prawie o 1.300 milionów kilometrów, to jednak fotografie jego dają dokładny obraz planety i faz jej pierścienia. Na rysunku 78 przedstawione są trzy takie fotografie, wykonane w Obserwatorium Lowella.

Widziany gołym okiem Saturn wydaje się świecącym równym, lecz nieco mdłym światłem. Wenus można bez wahania odróżnić po jej świetnym blasku. Jowisz posiada blask nieco słabszy od Wenus, pomimo swej odległości od

Ziemi i Słońca przewyższa jednak światłem najjaśniejsze gwiazdy. Mars w rzadkich tylko wypadkach świeci silniej od niego, na ogół zaś ma światło słabsze i odróżnić go łatwo dzięki czerwonawemu zabarwieniu. Saturn zaś podobny jest



Rys. 79. Miłośnik astronomii z lunetą.

Zwierciadło (nie soczewka) umieszczone jest w niższym końcu metalowej rury, umocowanej na drewnianej podstawie za pomocą żelaznych rur i przeciwwagi. Wykonawca A. R. Harrard z Toronto obserwuje przez okular w górnej części rury.

do gwiazdy pierwszej wielkości, tak jasnej jak Arktur lub Procyon, ma jednak odcień żółtawy i nie migocze jak one. W ogóle planety z wyjątkiem Merkurego nie migocą wcale, chyba że znajdują się bardzo nisko nad horyzontem.

Uran.

Przez wiele wieków powszechne było przekonanie, że Saturn jest ostatnią i najdalszą planetą, a orbita jego stanowi zewnętrzną granicę układu słonecznego. Jednakże niespodziewane odkrycie, dokonane w roku 1781, przeko-

Teleskop ten jest prawdziwym arcydziełem sztuki technicznej. Pomimo ciężaru i skomplikowanej budowy manewrowanie nim jest niezmiernie łatwe i porusza się on z dokładnością zegarka.

Na rysunku zaś 81 przedstawiony jest największy na świecie teleskop — refraktor (soczewkowy), znajdujący się w Obserwatorium Yerkesa w stanie Wisconsin przy Williams Bay (Zatoce Williamsa), należącym do uniwersytetu w Chicago.

Luneta, przy pomocy której Herschel odkrył 13 marca 1781 roku planetę Urana, miała średnicę zaledwie $16\frac{1}{4}$ cm, a długość niecałe $2\frac{1}{2}$ metra.

Herschel zwykle zaraz po koncercie lub zajęciach śpieszył do domu i resztę nocy spędzał na obserwacjach nieba. Towarzyszyła mu prawie zawsze siostra Karolina, która zapisywała to, co obserwował.

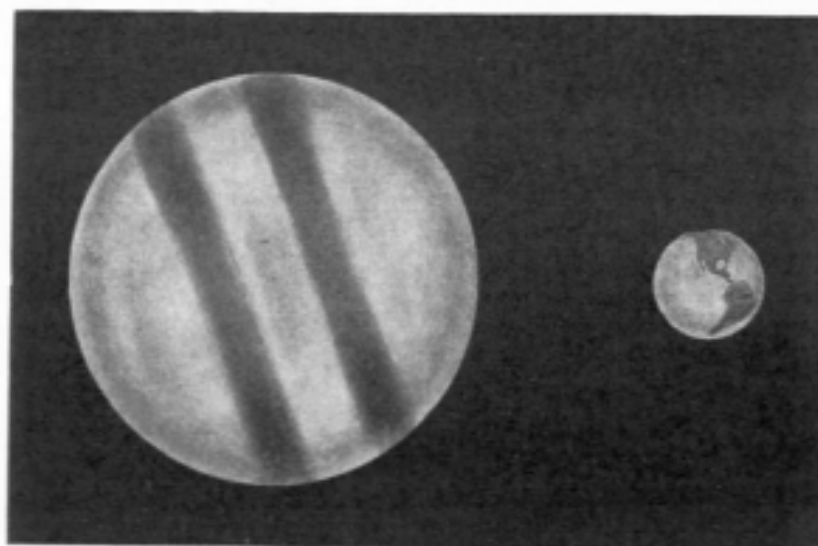
Jak został odkryty Uran.

Pewnego razu, gdy Herschel studiował jedną po drugiej gwiazdy w gwiazdozbiorze Bliźniąt, natrafił na jedną, która wydawała mu się niezwykłą. W lunecie bowiem gwiazdy przedstawiają się w postaci świetlnych punkcików, u tej gwiazdy zaś bystre oko Herschla dostrzegło zarys jakby tarczy. Niezwłocznie zastosował silniejsze powiększenie i ujrzał istotnie okrągłą tarczę. Wobec tego od razu zdecydował, że nie jest to zwykła gwiazda. W kilka dni potem skonstatował, że przesunęła się ona między innymi gwiazdami, wobec czego powziął przekonanie, iż jest to kometa bardzo odległa i bez warkocza; myśl bowiem o planecie nie przyszła mu nawet do głowy.

konstrukcji stalowej. Wielkie zwierciadło znajduje się w dolnej zakrytej części. Przedstawia ono ogromną tafłę szklaną o średnicy 187 cm, grubą po brzegach 31 cm, a $28\frac{1}{2}$ pośrodku, gdzie wycięty jest prawie 24-centymetrowy otwór. Do otworu tego przymocowany spektrograf, przyrząd do badania widm gwiazd.

Dopiero w kilka miesięcy potem ustalono, że była to planeta, i nadano jej wówczas imię Urana.

Król angielski za to odkrycie nadał Herschlowi tytuł szlachecki, wyznaczył stałą pensję i mianował królewskim astronomem. W następstwie Herschel zbudował wiele doskonałych lunet, które stały się sławne w całej Europie.



Rys. 82. Wielkość porównawcza Urana i Ziemi.
Średnice ich wynoszą: 49.700 km i 12.757 km, tj. stosunek 3,9:1.

Poświęcając odtąd wiele czasu studiom nad niebem, stał się on stopniowo jednym ze sławniejszych astronomów-obszerników swej epoki.

Uran i Ziemia.

Wielkość Urana w stosunku do Ziemi przedstawia rysunek 82. Uran krąży około Słońca na olbrzymiej odległości 2.868,500.000 km, a orbita jego jest tak wielka, że pomimo szybkości prawie siedmiu kilometrów na sekundę, z jaką posuwa się po niej, na wykonanie całej drogi potrzebuje osiemdziesiąt cztery lata.

Średnica Urana wynosi 49.700 km, czyli jest on 59 razy większy od Ziemi; gęstość materii jego jest jednak niższa od ziemskiej, tak że waży on zaledwie piętnaście razy więcej niż ziemia.

Uran posiada 4 księżyce; są one jednakże tak małe, że aby dojrzeć je, trzeba użyć silnej lunety. Pomimo tych nieznacznych ich rozmiarów oraz ogromnej odległości od Ziemi mogą one być fotografowane, jak to właśnie wiadać na rys. 83, gdzie cztery drobne punkciki w bliskości planety są właśnie księżycami Urana. Imiona ich i pozycje są pokazane na schemacie w dole rysunku.



Neptun.

Na Uranie nie kończą się jeszcze granice układu słonecznego. Następną planetą, na krańcach, jest Neptun, odkryty w sposób całkowicie odmienny niż Uran. Uran, jak wiemy, wykryty został zupełnie przypadkowo, o istnieniu zaś Neptuna zdecydowała matematyka.

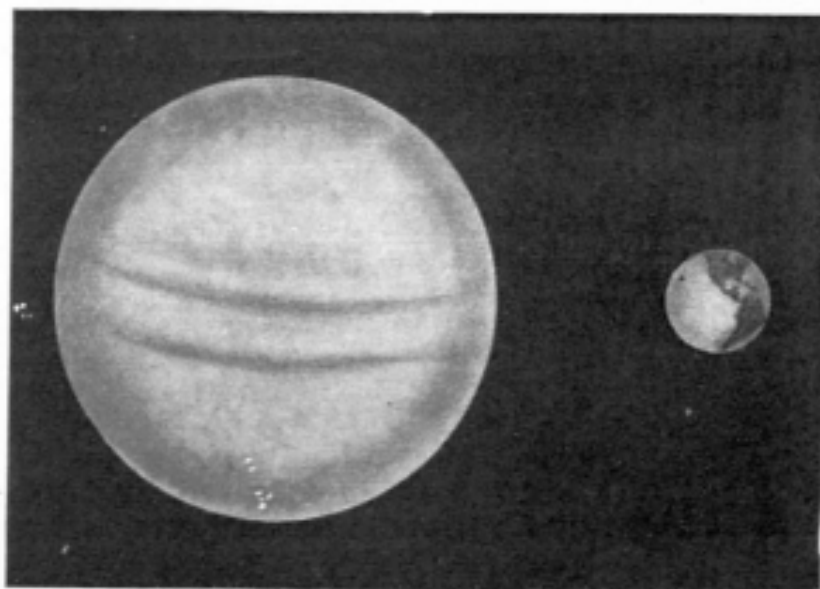
Astronomowie po odkryciu Urana, na podstawie materiału zebranego z obserwacji dokonywanych nad nim w ciągu kilku miesięcy, obliczyli drogę jego na niebie, wielkość orbity, tak że miejsce znajdowania się jego mogło być określone zawczasu na dowolny okres i moment naprzód.

Tymczasem z biegiem lat zaczęto zauważać, że nie znajduje się on jednak w pewnych momentach ściśle w tych miejscach, gdzie powinien być według obliczeń. Aczkolwiek odchylenia te nie były znaczne, jednakże dostatecznie duże, aby zmusić astronomów do uznania konieczności

Rys. 83. Fotografia Urana z księżycami.

Księżyce Urana są tak małe, że widoczne są jedynie przez silne lunety; zostały jednak sfotografowane. Nazwy i położenie ich wskazane są na tabliczce w dole rysunku.

wyjaśnienia powodów niezrozumiałego zjawiska. W wyniku badań i prac doszli oni do wniosku, iż zakłócenia ruchów Urana musi wywoływać dalsze jeszcze od niego jakieś ciało niebieskie, które swym przyciąganiem wytrąca go z drogi ściśle wyliczonej.



Rys. 84. Wielkość porównawcza Neptuna i Ziemi.
Średnice ich wynoszą: 53.000 km i 12.757 km, tj. stosunek 4,2:1.

Odkrycie Neptuna przez matematyków.

Dwaj astronomowie-matematycy: Francuz Leverrier i Anglik Adams, podjęli, nie wiedząc o tym, w jednym i tym samym czasie pracę nad wyliczeniem, gdzie mogłoby znajdować się to nieznane ciało niebieskie. Zadanie było niełatwe, mimo to jednak w końcu dopięli swego i udało się im wyznaczyć miejsce przebywania przybysza. W dniu 23 września 1846 r. astronom berliński Galle skierował swą lunetę na miejsce podane przez Leverriera i ujrzał planetę. Odkrycie to naturalnie wywołało wielką sensację.

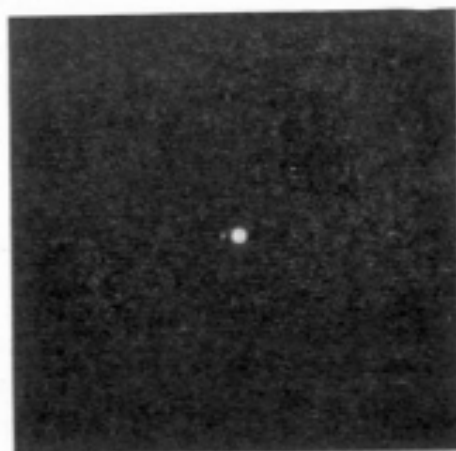
Neptun jest odległy od Słońca o 4.496 milionów km. Biegnie po orbicie z szybkością 5,2 km na sekundę i przebywa ją całą w ciągu 164,8 roku. Tak więc od chwili odkrycia przeszedł on dopiero połowę swej drogi dookoła Słońca.

Gołym okiem jest on niewidzialny, dostrzec go można jedynie przez silną lornetę polową lub też niedużą lunetę.

Jak widać z rysunku 84, jest on większy — mianowicie przeszło 72 razy — od Ziemi i ma średnicę 53.000 km, gęstość zaś jego jest o tyle mniejsza od gęstości Ziemi, że z materiału z niego można by zbudować zaledwie siedemnaście kul ziemskich.

Odkrycie satelity Neptuna.

Już w pierwszym miesiącu po odkryciu Neptuna zauważono małego satelitę, krążącego dookoła planety. Pomimo tak olbrzymiej odległości udało się uzyskać fotografię jego wraz z planetą. Na rysunku 85 mały jasny krążek pośrodku jest to Neptun a drobnutki punkcik obok niego — księżyc, oddalony od planety na taką samą odległość jak nasz Księżyc od Ziemi.



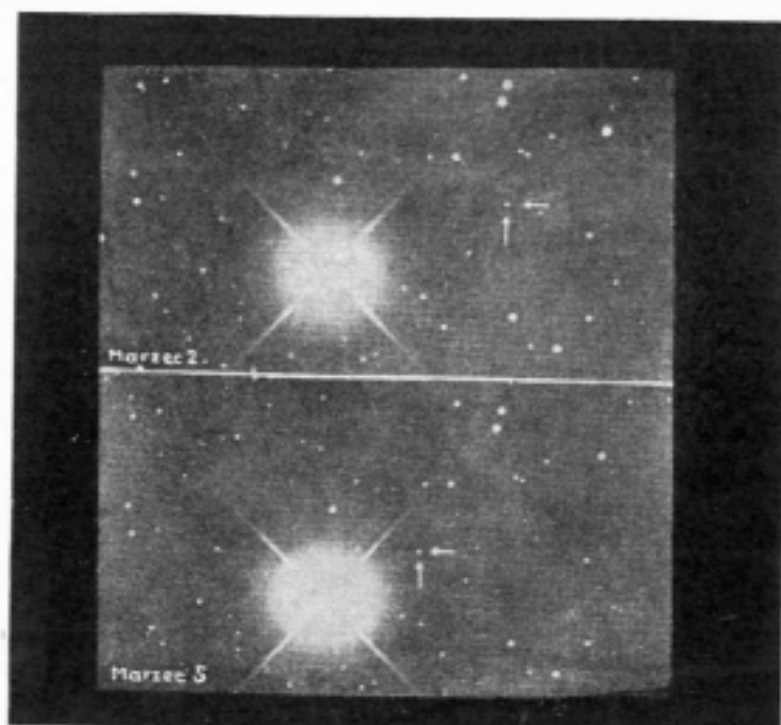
Rys. 85. Fotografia Neptuna z księżycem. Duża jasna tarcza pośrodku jest to planeta, błądy mały punkcik tuż obok na lewo — księżyc planety, znajdujący się od niej w odległości 353.300 km i okrążający ją w ciągu 5 dni i 21 godzin.

Planeta Pluton.¹

Rok 1930 przyniósł rozszerzenie granic naszego układu słonecznego, którego kresem była planeta Neptun. Już w r. 1834, tj. jeszcze przed odkryciem tej planety, astronom niemiecki P. A. Hansen wyrażał przypuszczenie, iż poza ostatnim znanym wówczas Uranem istnieją jeszcze dwie planety dalsze. Odkrywca Neptuna, Laverrier, podzielał to zdanie i nie uważał Neptuna za kres układu słonecznego. Badania ruchów Urana już od r. 1840 wykazywały pewne różnice między rzeczywistym położeniem jego w przestworzach a przewidywanym na podstawie rachun-

¹ Przypisek tłumacza.

ków. I już wówczas astronomowie stwierdzali, iż odchylen tych nie można kłaść na karb działania siły przyciągającej Neptuna i coraz więcej skłaniali się ku przypuszczeniu, iż musi istnieć jeszcze dalsza planeta, poza Neptunem, która właśnie wywołuje te zakłócenia biegu Urana.



Rys. 86. Planeta Pluton.

Dwa zdjęcia otrzymane w Obserwatorium Lowella 2 i 5 marca 1930 r. Strzałki wskazują miejsce planety, która w ciągu 3-ch dni wyraźnie przesunęła się wśród gwiazd. Jasna gwiazda pośrodku jest to δ Geminorum. Cztery promienie wychodzące z niej powstały skutkiem ugięcia światła w reflektorze.

Gorącym rzecznikiem tej hipotezy był astronom amerykański Percival Lowell (o którym była mowa wyżej przy zagadnieniu tzw. kanałów Marsa), który już od r. 1915 pracował pilnie nad obliczeniami, mającymi udowodnić istnienie i wyznaczyć położenie planety pozaneptunowej; doszedł on wreszcie do wyników stwierdzających obecność planety i podał położenie jej w 1916 r. Asystent Obserwatorium Lowella, Clyde W. Tombaugh, opierając się na rachunkach Lowella, istotnie odkrył tę planetę na niebie za pomocą fotografii w dniu 21 stycznia 1930 r. (rys. 86).

W ten sposób granice naszego układu słonecznego, zamykające się na orbicie Neptuna, rozszerzyły się od razu dość znacznie. Nowoodkryta planeta, nazwana Plutonom, krąży w znacznej odległości przeszło 6 miliardów średnio od Słońca, przysuwając się najbliżej o prawie $4\frac{1}{2}$ miliarda km, odsuwając zaś w najdalszej pozycji przeszło o 7 miliardów km od niego.

Cały obieg zaś dookoła Słońca wykonywa w ciągu około 250 lat. Tak długo trwa rok na Plutonie.

Aczkolwiek wielkością przypuszczalnie jest rozmiarów Marsa, to jednak wskutek tej olbrzymiej odległości może być dojrzany jedynie przez najsilniejsze lunety i wtedy przedstawia się zaledwie jako gwiazda 14—15 wielkości.

Orbita tej planety jest, w przeciwieństwie do orbit pozostałych planet, bardziej wydłużoną elipsą, tak że w punkcie przysłonecznym Pluton przechodzi wewnątrz orbity Neptuna, w odsłonecznym znajduje się przeszło 3 miliardy km poza nią.

Czy na nim kończą się granice naszego słonecznego świata, czy też obejmują i dalsze jeszcze obszary — czas to pokaże.

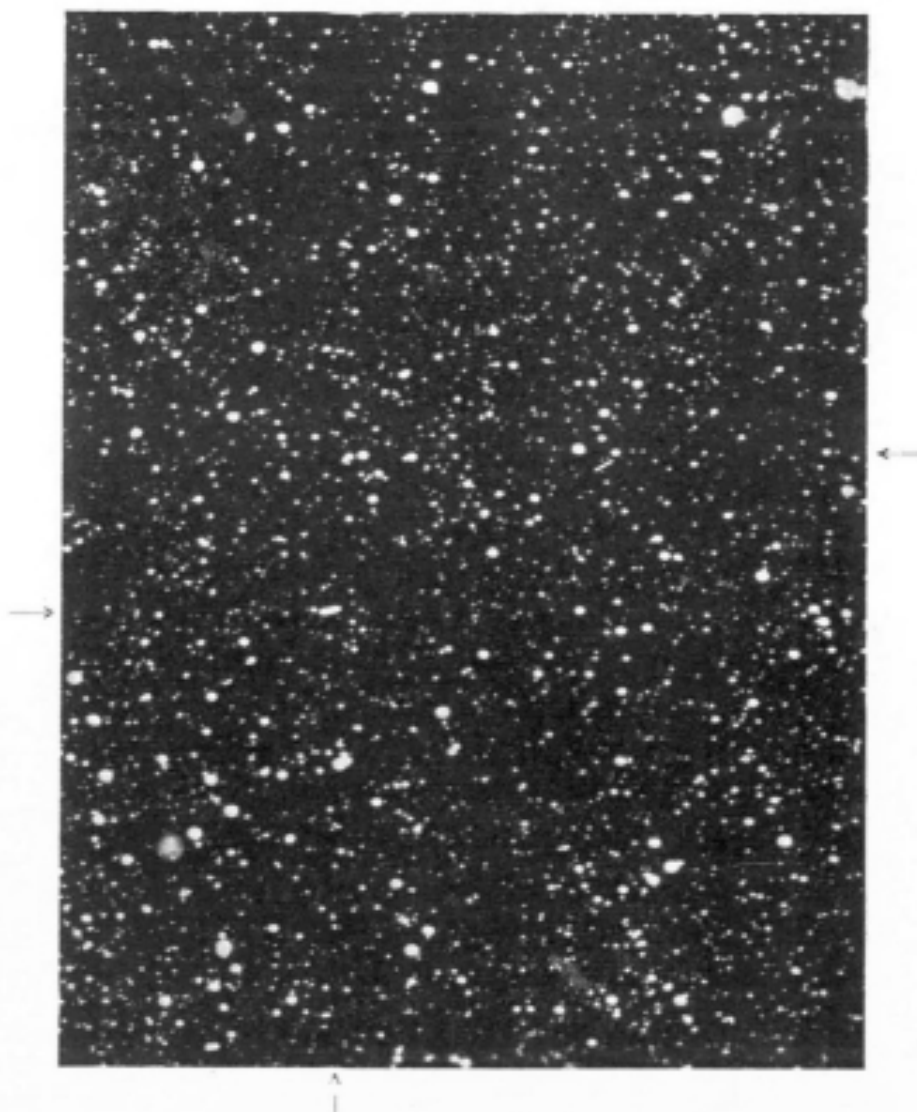
ROZDZIAŁ VIII

PLANETOIDY. HIPOTEZA MGŁAWICOWA KOMETY, METEORY

Planetoidy.

Doszliśmy więc do granic układu słonecznego. Zanim jednak opuścimy go zupełnie, musimy jeszcze rozpatrzyć kilka zagadnień.

Wróćmy mianowicie do pustej przestrzeni między orbitą Marsa i Jowisza. Istnienie tak wielkiej przerwy, jak to widać na rysunku 23, musi wydawać się nienaturalnym.



Rys. 87. Fotografia ukazująca dwa ślady planetoid.

Planetoidy, czyli drobne planety, zmieniają wciąż miejsca w stosunku do gwiazd. Przy niniejszym zdjęciu kamera fotograficzna poruszała się tak, że gwiazdy były na kliszy nieruchome, skutkiem czego wyszły jako okrągłe punkty, planety zaś przesuwały się przed kliszą, dzięki czemu pozostawiły na niej linie-ślady. Dwie takie kreski są widoczne blisko środka rysunku.

Toteż w ciągu wielu lat utrzymywało się mniemanie, iż muszą się tam pewno znajdować jakieś planety, również krążące dookoła Słońca, lecz najwidoczniej bardzo małe.

W końcu pewna grupa astronomów utworzyła rodzaj zrzeszenia, które żartobliwie nazwano „Policją Niebieską“, a które postawiło sobie za zadanie poszukiwanie tych ukrywających się przed oczami ludzi członków rodziny słonecznej. Pierwszy winowajca był przyłapany, całkowicie przy-

padkowo, 1 stycznia 1801 roku, a od tego dnia w ciągu nieco dłużej niż jednego stulecia odkryto stopniowo przeszło półtora tysiąca małych planet, ku końcowi głównie za pomocą fotografii. Rok 1926 przyniósł 115 nowych, rok 1927—96, rok 1928 — 166, w r. 1935 odkryto 268 nowych planet.

Sposób ich wykrywania jest obecnie następujący. Astronom ustawia aparat fotograficzny w kierunku tej okolicy nieba, w której podejrzewa obecność planetoidy, i nastawia przyrząd zegarowy, tak aby posuwał kamerę ruchem odpowiadającym szybkości ruchu nieba; gwiazdy więc wychodzą na kliszy jako okrągłe świetlne punkty. Ponieważ zaś planeta przesuwa się pomiędzy gwiazdami, więc o ile znajduje się ona w fotografowanej okolicy nieba, to pozostawia na kliszy ślad swój w postaci kreski. Jedną z takich fotografii przedstawia rysunek 87. Pośród mnóstwa gwiazd widoczne są w bliskości środka rysunku dwa podłużne ślady planetoid. Ekspozycja przy tym zdjęciu trwała dwie godziny.

Rodzina składająca się z 1.500 członków.

Rodzina planetoid stała się obecnie już tak liczną, że wiele pracy i trudu wymaga prowadzenie rejestru zachowania się ich. Wszystkie one są bardzo drobne — kilkunastokilometrowej średnicy, tak że tylko niektóre z nich mają średnice kilkusetkilometrowe; np. wykryta w roku 1807 Westa jest widzialna gołym okiem, gdyż ma średnicę około 480 km; inne zaś — zaledwie 4—6 kilometrów i przedstawiają prawdopodobnie nieregularne bryły skalne.

Dawne teorie powstania układu słonecznego.

Zanim pójdziemy dalej, cofnijmy się myślą i zrobmy ogólny przegląd układu słonecznego. Wynotujemy więc wszystko, cośmy dotąd poznali; mianowicie:

1) Orbity planet wszystkie są prawie koliste i płą-

szczyzny ich prawie zlewają się, tj. kąty między nimi są małe.

Przyjęte jest* uważać płaszczyznę orbity Ziemi (będącą jednocześnie płaszczyzną ekliptyki) za zasadniczą, w stosunku do której określa się położenie płaszczyzn orbit innych planet. Tworzą one wszystkie małe kąty z nią (z wyjątkiem planetoid).

2) Wszystkie planety poruszają się po swych orbitach w jednym kierunku.

3) Pośrodku orbit znajduje się Słońce, które kieruje ruchami planet, obraca się w tym samym kierunku co i one, a równik jego leży prawie w płaszczyźnie ekliptyki.

4) Ruch wirowy planet dookoła swych osi odbywa się, przynajmniej jak dotąd zbadano, w tym samym kierunku, co ruch ich postępowy po orbitach.

5) Księżyce-satelici planet okrążają planety (z nieznacznymi wyjątkami) w tym samym kierunku, w jakim one wirują wokół swych osi, płaszczyzny ich orbit również prawie zlewają się z płaszczyzną ekliptyki.

6) Ziemia i Słońce są zbudowane z tych samych pierwiastków; podobnie przyjmujemy, że i planety również, aczkolwiek niektóre z nich znajdują się w warunkach fizycznych innych niż Ziemia.

Jakież wnioski mogą nasuwać takie uderzające podobieństwa? Oczywiście, najpierwszy — że wszystkie te ciała mają wspólne pochodzenie.

Zagadnieniem interesującym żywo wielu jest kwestia wyjaśnienia, jak powstał układ słoneczny i jaką drogą doszedł do obecnej formy. Odpowiedź na to pytanie, tj. dawną historię świata, starano się oprzeć na studiach nad jego stanem obecnym.

Jak powstał układ słoneczny?

Pierwszą próbą wyjaśnienia powstania układu słonecznego była tzw. „teoria mgławicowa“, wysunięta około stu lat temu. Według niej cała przestrzeń, sięgająca daleko

poza granice najdalszej ze znanych dzisiaj planet, była wypełniona przez olbrzymią mgławicę, składającą się z silnie rozrzedzonego gazu, posiadającego wysoką temperaturę, i cała ta masa gazowa wirowała dokoła swej osi.

Co nastąpiło dalej?

Z biegiem czasu gaz ochładzał się, mgławica kurczyła w swej objętości, a jednocześnie dzięki temu zwiększała się szybkość jej ruchu wirowego. W pewnym okresie nastąpił moment, że szybkość ta stała się tak wielka, iż części mgławicy, znajdujące się najdalej od środka, oderwały się od całości — podobnie jak błoto odrywa się i odpryskuje od kół biegnącego samochodu.

Oderwane części mgławicy, siłą swego przyciągania, skupiły się w jedno nowe ciało i tak powstała najdalsza planeta układu.

Proces taki — stygnięcia mgławicy, kurczenia się i zwiększania szybkości wirowania — trwał i następowały coraz to nowe odrywania się stopniowo części jej i tworzenie się nowych ciał — planet. W końcu w całości pozostała największa część pierwotnej mgławicy i stała się ośrodkiem, jako Słońce, wszystkie zaś oderwane ułożyły się w dzisiejszy układ słoneczny.

Teoria mgławicowa daje istotnie dostateczne wyjaśnienia dla wielu zjawisk kosmicznych, jednakże równocześnie dla pewnych, niemniej ważnych, jest nie wystarczająca.

Powstała więc w ostatnich czasach nowa teoria, inaczej zupełnie tłumacząca pochodzenie układu słonecznego.

Według niej Słońce było zwykłą samotną gwiazdą, bez otoczenia planet, i kiedyś druga podobna gwiazda w biegu swym zbliżyła się bardzo do niej. Wówczas na skutek olbrzymiej siły przyciągającej obu gwiazd nastąpiła katastrofa — odkształcenie kuli słonecznej tak silne, że nastąpił wybuch i ogromne masy materii Słońca zostały wyrzucone w przestrzeń. Przebiegająca gwiazda, lecąc dalej, wywołała ruch wirowy Słońca, a okrężny — dokoła niego u wyrzuconych mas materii, z której z czasem po-

tworzyły się sposobem opisanym wyżej poszczególne oddzielne planety.

Takie są te obydwie teorie w streszczeniu. Zagadnienie jednak jest o wiele więcej skomplikowane i pełne trudności, lecz tu nie ma możliwości rozpatrywać go szczegółowiej.

Należy jednak nie zapominać o tym, że są to tylko hipotezy, które nie mogą być nigdy dowiedzione. Ogólnie zaś astronomowie opierają swe wnioski na danych pewnych całkowicie — realnych wynikach obserwacji oraz obliczeniach matematycznych — i wówczas głoszone przez nich prawdy są najzupełniej pewne i nie mogą ulegać wątpliwości.

Komety i meteory.

Komety i meteory musimy uważać za należące do naszego układu słonecznego, gdyż krążą dokoła Słońca, aczkolwiek niektóre z nich nie pozostają stale z nami.

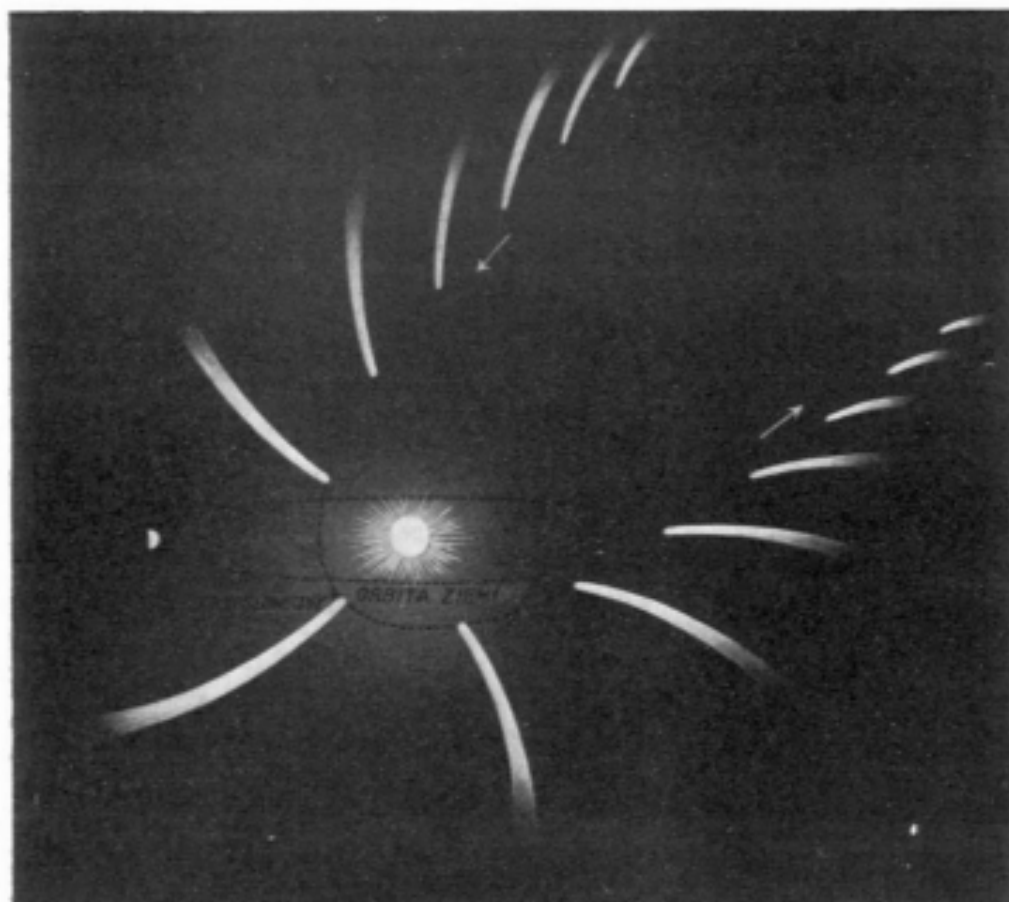
Rysunek 88 wskazuje zachowanie się komety podczas biegu. Zwykle w czasie, gdy zostaje dostrzeżona, jest ona słabo świecąca, gdyż znajduje się w tak ogromnym oddaleniu, że zaledwie można ją rozpoznać. Dopiero w miarę zbliżania się ku Słońcu staje się większa, jaśniejsza i wówczas tworzy się z niej warkocz. Gdy dojdzie do punktu najbliższego do Słońca, czyli przechodzi przez tak zwane w astronomii peryhelium,¹⁾ wówczas warkocz jej jest najdłuższy. Po przejściu tego punktu warkocz zaczyna się stopniowo zmniejszać, blask komety słabnie, aż w końcu ginie ona zupełnie, aby przeważnie nigdy nie ukazać się nam więcej.

Niektóre z komet jednak powracają po pewnym czasie i takie muszą być uważane za stałych członków rodziny słonecznej.

Jedną z tej kategorii komet, powracającą przy tym najczęściej ze wszystkich i zwaną kometa Enckego, od na-

¹⁾ Czyli punkt przysłoneczny.

zwiska astronoma, który studiował jej ruchy, przedstawia rysunek 89. Jest ona zbyt blada, aby mogła być widziana gołym okiem i, jak wskazuje rysunek, nie posiada warkocza. Powraca co 3,3 roku.



Rys. 88. Orbita komety.

Rysunek wyobraża wielką komętę, nadbiegającą z przestrzeni, zbliżającą się do Słońca, przechodzącą punkt przysłoneczny (perihelium) i następnie uciekającą znów w przestrzeń. W biegu swym, jak widać, kometa przechodzi blisko orbity Ziemi, tak że może się zbliżyć bardzo do Ziemi. W pewnych warunkach Ziemia może się znaleźć cała pogrążona w warkoczu komety.

Niezwykłe kształty komet.

Kometa Enckego nie przedstawia nic szczególnego pod względem formy; są jednak komety, które zwracają uwagę niezwykłością kształtów. Np. rysunek 90 daje obraz komety odkrytej w roku 1911 przez amerykańskiego astronoma Brooksa. Inna kometa, odkryta przez Morehouse'a (rys. 91), w ciągu kilku miesięcy, gdy była widoczna,

podlegała ciekawym przemianom. Na rysunku widać liczne cieniutkie pasma materii, wypływające z głowy jej pod działaniem siły odpychającej światła słonecznego, w jednym

zaś miejscu część masy jest jakby oderwana od warkocza i unosząca się w przestrzeń.



Rys. 89. Fotografia komety Enckego.

Ta kometa nie posiada wyraźnego jądra i warkocza. Na niebie przedstawia się jako niewyraźna mgielka, niedostrzegalna gołym okiem. Przy niniejszym zdjęciu, trwającym 1 godz. 53 min., kamera fotograficzna poruszała się ruchem komety, skutkiem czego gwiazdy zostawiały ślady w postaci kresek.

tać ją, powracającą w pobliże Słońca. Rysunek 92 jest fotografią tego niezwykłego świetlistego wędrowca, otrzymaną dnia 13 maja 1910 r. Ekspozycja trwała 30 minut. Zwraca uwagę wielka rozciągłość warkocza komety. Jasna okrągła tarcza z prawej strony w dole rysunku — jest to planeta Wenus, akurat w tym czasie znajdująca

Kometa Halleya.

Jedną z powszechnie znanych jest kometa nosząca imię odkrywcy swego, angielskiego astronoma Halleya. Powraca ona co 76 lat. Ostatnio widzialna była w roku 1910 i pojawia się znowu w r. 1986, tak że niejeden z czytelników dożyje tej chwili i będzie mógł powi-

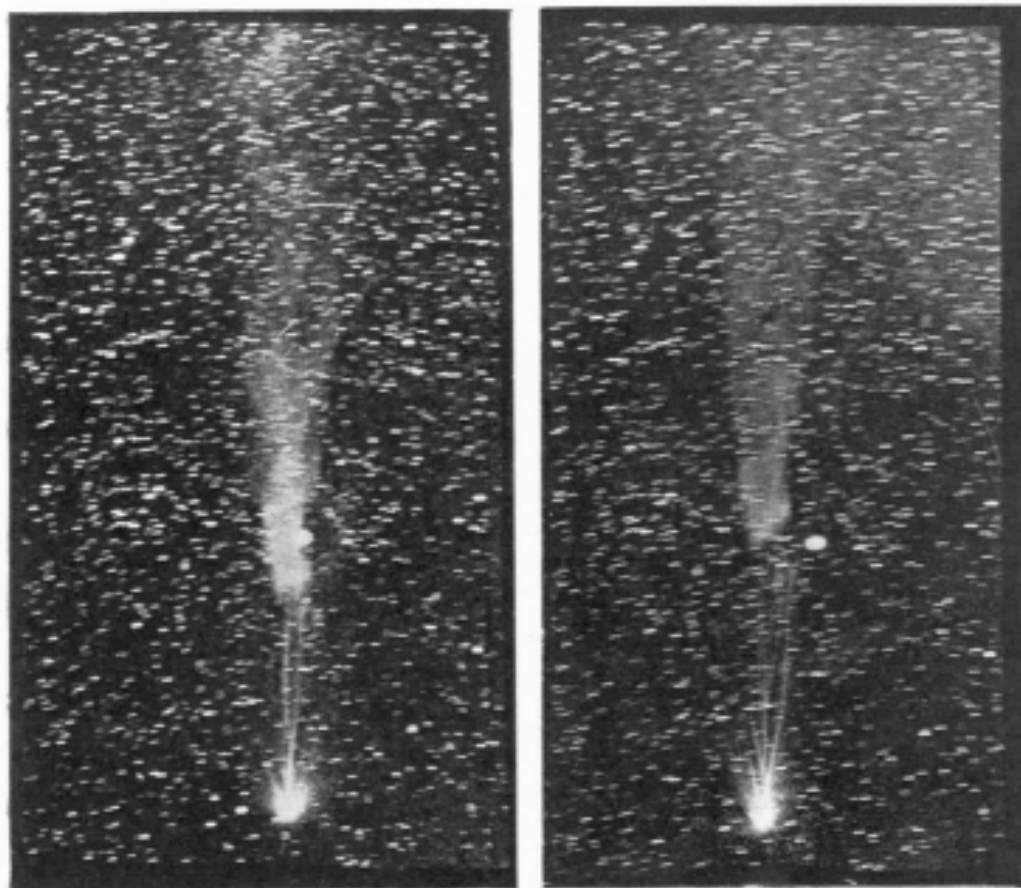


Rys. 90. Fotografia komety Brooksa.

Kometa ta, w czasie gdy została zauważona, nie posiadała warkocza i dopiero w miarę przybliżania się jej do Słońca zaczął szybko tworzyć się warkocz, tak że w tym czasie była wspinałym zjawiskiem, gdyż warkocz jej rozciągał się na 30° po niebie. Należy zwrócić uwagę na cieniutkie smugi materii, wydzielające się z głowy komety. Zdjęcie było wykonane 23 października 1911 r., przy ekspozycji trwającej 1 godz. 15 min.

się w pobliżu komety; nieco zaś powyżej głowy komety z prawej strony widać słabą, cieniutką jasną kreskę — ślad pozostawiony przez przelatującą gwiazdę spadającą.

Tak więc na tej jednej fotografii widzimy cztery rodzaje ciał niebieskich: kometa, planetę, gwiazdę spadającą i gwiazdy stałe.



Rys. 91. Kometa Morehouse'a w d. 1 października (o g. 8 m. 45 wiecz.) i d. 2 października (o g. 1 m. 18 w nocy) 1908 r.

Właściwości fizyczne komet.

Co się tyczy natury fizycznej komet, to wiele pod tym względem pozostaje jeszcze niewiadome. Wielkość komet jest na ogół olbrzymia. Głowy ich mają 200.000 i więcej kilometrów w średnicy, a warkocze nie bywają krótsze niż 80,000.000 km. Natomiast masa — niezwykle mała, mniejsza niż najmniejszej planety. Tak mała gęstość ciał



Rys. 94. Meteor w bliskości Gwiazdy Polarnej.

Niezwykle ciekawe zdjęcie, dokonane w Obserwatorium Normana Lockyera w Sidmouth hrabstwa Devon 16 listopada 1922 r. Ekspozycja trwała 2 godz. 14 min.

Gdy miał on jeszcze postać kuli, był na wysokości prawie 140 km nad Ziemią, przebiegł z szybkością 60 km na sekundę drogę długą blisko 90 km, po czym znikł mniej więcej o 55 km od Ziemi. Wspomniana fotografia obejmuje zaledwie część — mianowicie 12 kilometrów — jego drogi, gdy znajdował się on o 80 km nad Ziemią.

Rysunek 94 również podaje fotografię przebiegu innego sporego meteoru, otrzymaną w październiku 1922 roku

przez angielskiego astronoma W. J. S. Lockyera, który robił systematyczne fotografie w okolicy bieguna północnego nieba w celu uchwycenia właśnie przebiegających meteorów.

Częstokroć meteory padają na Ziemię i zwane są wtedy meteorytami.

Wiele meteorytów zostało odnalezionych i są one przechowywane i wystawiane na widok publiczny w muzeach. Niektóre z nich są kawałkami rodzimego żelaza, przeważna jednak część podobna jest do skał ziemskich.

CZĘŚĆ TRZECIA

ŚWIAT GWIAZD

ROZDZIAŁ IX

Gwiazdy w różnych porach roku.

Dużo byłoby jeszcze do poznania w układzie słonecznym, lecz nie możemy dłużej zatrzymywać się nad nim. Musimy porzucić nasze najbliższe „rodzinne sprawy“ i zająć się dalszymi krainami nieba.

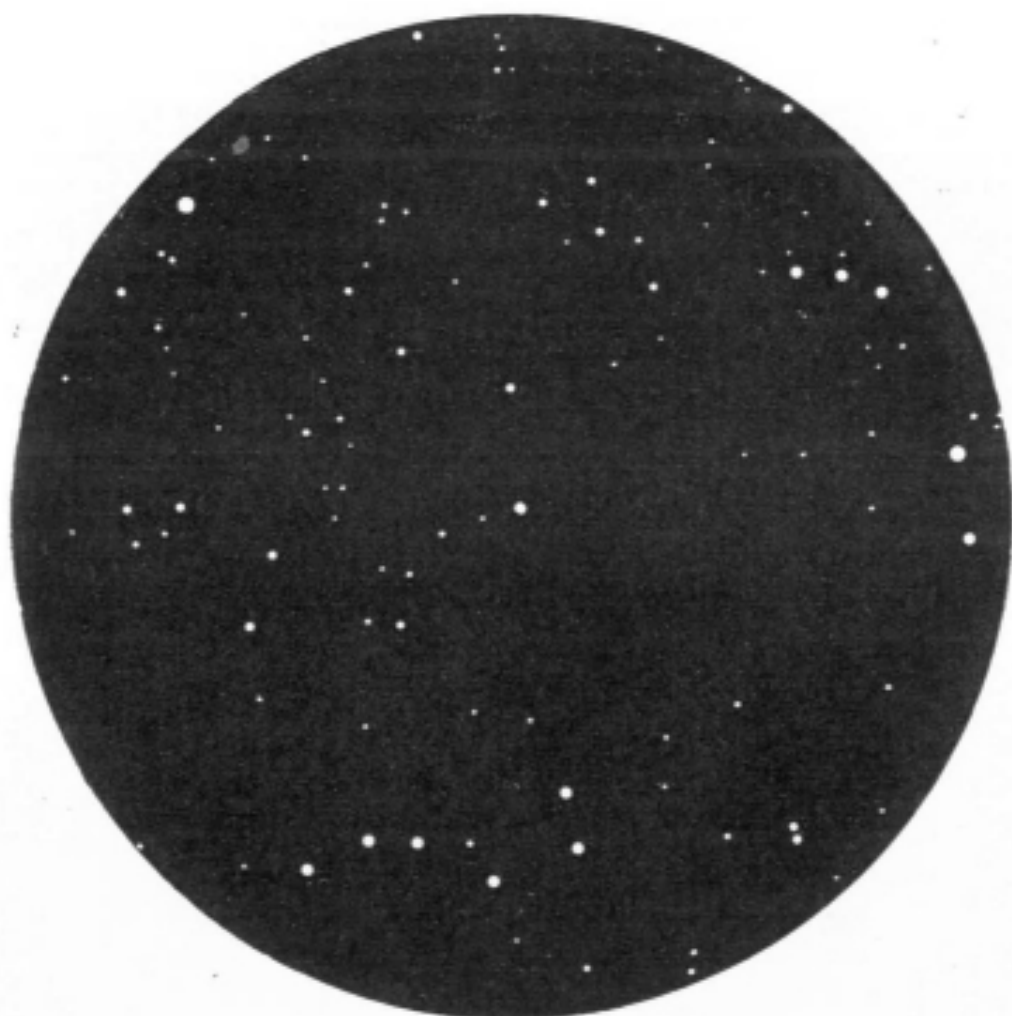
Potrafimy studiować mapy ziemskie i wiemy, że jedne obejmują jedynie większe lub mniejsze części powierzchni Ziemi, jak np. kraj jakiś, prowincję lub okrąg przemysłowy, na innych zaś możemy oglądać widok całych części świata. Podobnie jest z mapami nieba. Niektóre zawierają wielkie obszary nieba, inne — jedynie poszczególne gwiazdozbiory lub nawet tylko części ich.

Jednakże należy pamiętać zawsze o jednym; mianowicie — że Ziemię oglądamy z zewnątrz, na sklepienie zaś niebieskie patrzymy z wewnątrz i dlatego właśnie wewnętrzna strona jego wydaje się nam usiana gwiazdami.

Gwiazda Polarna.

Rozpatrzmy więc kilka map nieba, pierwszą np. wyobrażoną na rysunku 95. Obejmuje ona obszerną część sklepienia niebieskiego i zawiera gwiazdy, które widzimy, gdy zwrócimy się do północy i patrzymy na Gwiazdę Polarną.

W nocy pogodnej w naszych szerokościach geograficznych są one widoczne zawsze, jedynie nie w tej samej pozycji. Wydaje się, jakby były one przymocowane do sklepienia niebieskiego i wszystkie obracały się dookoła Gwiazdy Polarnej, wykonywając przy tym całkowity obrót



Rys. 95. Gwiazdy w okolicy północnego bieguna nieba.

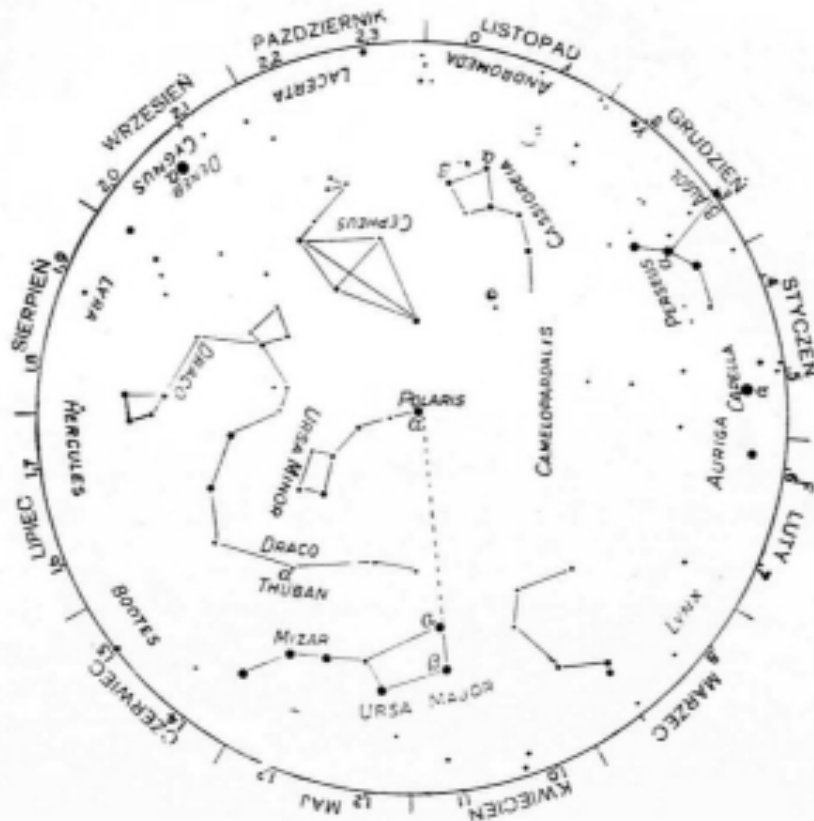
Rysunek przedstawia pozycję (w stosunku do patrzącego z Ziemi) Gwiazdy Polarnej i otaczających ją gwiazd około godziny 8 wieczór w listopadzie. Aby ujrzeć pozycję w pół roku później, należy odwrócić rysunek do góry nogami. Na wiosnę Wielka Niedźwiedzica znajduje się z wieczora nad Gwiazdą Polarną.

w ciągu jednej doby. Niezależnie od tych zmian pozycja ich zmienia się również w zależności od pór roku. Jesienią np., wczesnym wieczorem, Wielka Niedźwiedzica znajduje się niżej Gwiazdy Polarnej, na wiosnę zaś o tej samej porze zajmuje miejsce na niebie nad nią.

Rysunek 95 przedstawia omawiane gwiazdy tak, jak widzimy je na niebie, następny zaś — 96 jest mapą schematyczną, zawierającą nazwy gwiazdozbiorów i imiona jaśniejszych gwiazd. Na obwodzie jej są podane nazwy miesięcy. W górze jest miesiąc listopad i mapa ta odpo-

wiada obrazowi nieba i pozycji gwiazd o godzinie 9 wieczorem w listopadzie.

Aby zaś ujrzeć pozycję ich w innym miesiącu, o tej samej godzinie, należy obrócić rysunek tak, aby żądany miesiąc znajdował się u góry.



Rys. 96. Mapka orientacyjna z nazwami gwiazdozbiorów.

Aby znaleźć pozycję gwiazd w każdym miesiącu o godz. 9-tej wieczorem, należy trzymać rysunek tak, aby nazwa miesiąca znajdowała się u góry.

Wielka i Mała Niedźwiedzica.

Prawie w samym środku mapy znajduje się gwiazda, zwana Gwiazdą Polarną lub, jak zwykle mówią astronomowie, Polaris.

Nieco niżej pod nią widzimy tzw. „Wóz”, który stanowi część gwiazdozbioru Wielkiej Niedźwiedzicy (Ursa Maior).

Kształt Wozu tworzy siedem jasnych gwiazd. Na mapach gwiazd przyjęte jest oznaczać każdą jaśniejszą

gwiazdę literą greckiego alfabetu; tu mamy jedynie dwie pierwsze litery α (alfa) i β (beta). Gwiazdy α i β Wielkiej Niedźwiedzicy, oddalone od siebie blisko o 5° , czasem są nazywane tylnymi kołami Wozu. Jeżeli przeprowadzimy od β linię prostą do α i przedłużymy ją dalej jeszcze poza α mniej więcej o 30° , to natrafimy prawie dokładnie na Gwiazdę Polarną.

Starożytni Arabowie nazwali gwiazdę α — Dubhe a β — Merak. Podobnie gwieździe w punkcie zgięcia dyszla Wozu dali imię Mizar. Jeżeli przyjrzeć się jej dobrze, to mając ostry wzrok można dojrzeć tuż obok niej jeszcze małą gwiazdkę; nosi ona nazwę Alkor.

Gwiazdy stanowiące Wóz są gwiazdami drugiej wielkości, jaśniejsze od nich, jakich na niebie jest około dwudziestu — pierwszej, słabsze zaś stopniowo trzeciej itd. wielkości. Najśłabsze gwiazdki, jakie można dojrzeć w polu przy czystym niebie, gdy nie ma Księżyca, są gwiazdami szóstej wielkości. W mieście zaś trudno jest dostrzec gwiazdy słabsze od czwartej wielkości.

Przed wynalezieniem lunety (1608 r.) gwiazdy niżej szóstej wielkości nie były znane; potem jednak zaczęto dostrzegać słabsze i coraz słabsze — w miarę doskonalenia lunet. Istniejące obecnie potężne teleskopy pozwalają widzieć gwiazdy nawet 19 wielkości, fotografia zaś idzie jeszcze dalej, bo wykrywa aż 21-ej. Te jednak są tak słabe, że trzeba by zebrać sto milionów ich, aby wytworzyć taki blask, jaki daje gwiazda pierwszej wielkości, np. Atair lub Aldebaran.

Należy jednak zdawać sobie sprawę, że użyte wyrażenie „wielkość“ gwiazdy nie oznacza bynajmniej jej rzeczywistej wielkości, lecz jest przyjęte dla określenia jasności widzialnej gwiazd.

Wróćmy jeszcze do Polaris. Stanowi ona koniec „ogona“ Małej Niedźwiedzicy (Ursa Minor) i zaliczana jest do gwiazd drugiej wielkości. Gdy gwiazdy zajmują pozycję jak na rysunku 96, Mała Niedźwiedzica stoi na swej „gło-

wie". Następne co do jasności dwie gwiazdy obok Polaris w tejże konstelacji znajdują się na prawej łopacie i przedniej nodze Niedźwiedzicy i noszą nazwę „Strażników Bieguna". Jaśniejsza jest drugiej, słabsza — trzeciej wielkości.

Kasjopea i jej sąsiedzi.

Po drugiej stronie Gwiazdy Polarnej, w stosunku do Wielkiej Niedźwiedzicy, leży gwiazdozbiór Kasjopei (Cassiopeia). Pięć gwiazd jego tworzy rozciągniętą literę „M" lub „W" odwrócone. Trzy sąsiednie gwiazdozbiory noszą nazwy: Cefeusz (Cepheus), Andromeda (Andromeda) i Perseusz (Perseus). Imiona te również znane są dobrze z mitologii.

Według podań greckich, Andromeda była córką Cefeusza i Kasjopei — króla i królowej Etiopii. Kiedy pewnego razu Kasjopea poczęła się pysznić, iż pięknnością dorównywa nimfom morskim, które stanowiły świtę boga mórz, Neptuna, ten rozgniewany, aby ukarać za to królewską parę, zesłał na państwo ich wielką powódź i wysłał ogromnego potwora morskiego, który pożarł całą ludność i wszystkie stworzenia w kraju. Obwieścił potem, że nie prędzej zaniecha zniszczenia, aż król wyda córkę swą na pożarcie potworowi.

Nieszczęśliwa królewna została więc zaprowadzona na brzeg morza, tam przykuta łańcuchami do skały i pozostawiona swemu losowi.

Zdarzyło się jednak, iż w tym czasie powracał do ojczyzny młodzieniec imieniem Perseusz, po dokonaniu cudownego zwycięstwa nad legendarnymi Gorgonami. Ujrawszy Andromedę w tak okropnym położeniu, rzucił się na potwora, zabił go, oswobodził Andromedę a potem wkrótce poślubił ją.

Starożytni twierdzili, że gwiazdy we wzmiankowanych gwiazdozbiorach tworzą właśnie rysunek tych legendarnych postaci, obecni jednak obserwatorzy nie mogą dopatrzeć się tych wyobrażeń.

Między Wielką a Małą Niedźwiedzicą rozciąga się Smok (Draco). Koniec ogona tego potwora leży blisko linii idącej od tylnych kół Wozu (α i β Wielkiej Niedźwiedzicy) do Gwiazdy Polarnej. Dalej przewija się jego długie ciało o zwojach wyznaczonych na niebie dość słabymi gwiazdami i kończy się głową w kształcie nieregularnego czworokąta, utworzonego przez cztery gwiazdy w bliskości gwiazdozbioru Herkulesa (Hercules). Najjaśniejsza z tych gwiazd, najdalsza od Polaris, została przez starożytnych Greków oznaczona literą γ (gamma).

Drugą ciekawą gwiazdą w Smoku jest α , zwana Thuban, mniej więcej na połowie drogi między Mizarem a „Strażnikami Bieguna”. Zasluguje na uwagę z tego powodu, że około 4.700 lat temu była ona ówczesną gwiazdą polarną, dzisiejsza zaś Polaris zajmowała miejsce bardziej oddalone od bieguna nieba niż obecnie.

Przy pomocy map podobnych do omawianej można stopniowo przejść do innych gwiazdozbiorów i poznać je wszystkie. Niezmiernie interesującym zajęciem jest rysowanie map nieba.

Gwiazdy równikowe. Gwiazdy zimowe.

Zwróćmy się teraz ku południowi i przejrzymy gwiazdy znajdujące się w szerokim pasie wzdłuż równika nieba.

Ponieważ pas ten jest bardzo długi, gdyż otacza całą kulę nieba, będziemy rozpatrywali go stopniowo, w czterech częściach.

Zacniemy przegląd od gwiazd zimowych, jako najświeższych ze wszystkich. Rysunek 97 przedstawia widok nieba zimowego, a odpowiednia mapa orientacyjna jest podana na rysunku 98.

Prosta linia pozioma w poprzek tej mapy oznacza równik nieba, wygięta zaś przerywana — ekliptykę, tj., jak pamiętamy, drogę, po której Słońce pozornie odbywa ruch na niebie (od prawej strony ku lewej). Na rysunku 98 jest ona tylko częścią całej drogi Słońca — za okres między

Ma ona wyobrażać lutnię, na której według starożytnego podania Orfeusz grywał tak pięknie, że pod wpływem tej muzyki drapieżne zwierzęta stawały się zupełnie łagodnymi, a rzeki, drzewa i skały schodziły się ku niemu, by słuchać jego grania.

Muzyką swą zmiękczył nawet twarde serca władców świata podziemnego, tak że zezwolili oni zmarłej żonie jego, Eurydyce, powrócić do swego małżonka na ziemię.

Po śmierci Orfeusza lutnia jego została zawieszona na niebie. Klejnotem w Lutni jest świetna białoniebieska gwiazda, Wega. W naszych szerokościach geograficznych, w początkach sierpnia z nastaniem wieczoru, zajmuje ona miejsce prawie w zenicie.

Ze wszystkich gwiazd na półkuli północnej Syriusz jest najjaśniejszy, Wega zaś następuje zaraz po nim, a za nią dopiero idzie Arktur i Koza (Capella).

Wega i pięć mniejszych gwiazd w gwiazdozbiorze Lutni tworzą równoboczny trójkąt i równoległobok, które można łatwo zauważyć na niebie. Między dwiema gwiazdami równoległoboku, dalszymi od Wegi, znajduje się mgławica pierścieniowa, niewidoczna gołym okiem (rys. 119).

Zostało stwierdzone, że nasz układ słoneczny posuwa się z szybkością ok. 20 km na sekundę właśnie w kierunku gwiazdozbioru Lutni.

Na wschód od Lutni znajduje się gwiazdozbiór Łabędzia (Cygnus), nazywany czasami, ze względu na to, że wydatniejsze gwiazdy jego tworzą wyraźny kształt krzyża — Krzyżem Północnym. Leży on w jednym z jaśniejszych miejsc Drogi Mlecznej. Gwiazda znajdująca się u szczytu krzyża nosi nazwę Deneb, leżąca zaś u stóp — Albireo. Deneb jest jedną z najdalszych dużych gwiazd; odległość jej jest oceniana na 600 lat światła, a ilość światła, jakie wysyła, przewyższa, jak należy sądzić, około 10.000 razy promieniowanie słoneczne.

Między Lutnią a Wolarzem leżą dwa gwiazdozbiory: Herkules i Korona Północna (Corona Borealis). W Herku-

lesie cztery gwiazdy niezbyt jasne tworzą figurę mającą niejaki podobieństwo do doniczki. Na jednej ze ścianek tej „doniczki” można zauważyć gołym okiem plamkę podobną do gwiazdy, która przez niedużą lunetę wydaje się zamgloną, tak że nie można określić, czym ona jest. Dopiero przy użyciu silnej lunety widać, że jest ona wspaniałą gromadą niezliczonych gwiazd, skupionych tuż koło siebie. Fotografia tej gromady znajduje się na rysunku 130.

Niżej pod równikiem, blisko niego, błyszczy Atair w gwiazdozbiorze Orła (Aquila), a jeszcze niżej, ku południowi — czerwony Antares z gwiazdozbioru Niedźwiadka (Scorpius). Według ostatnich danych, ma on przeszło 200 milionów km w średnicy.

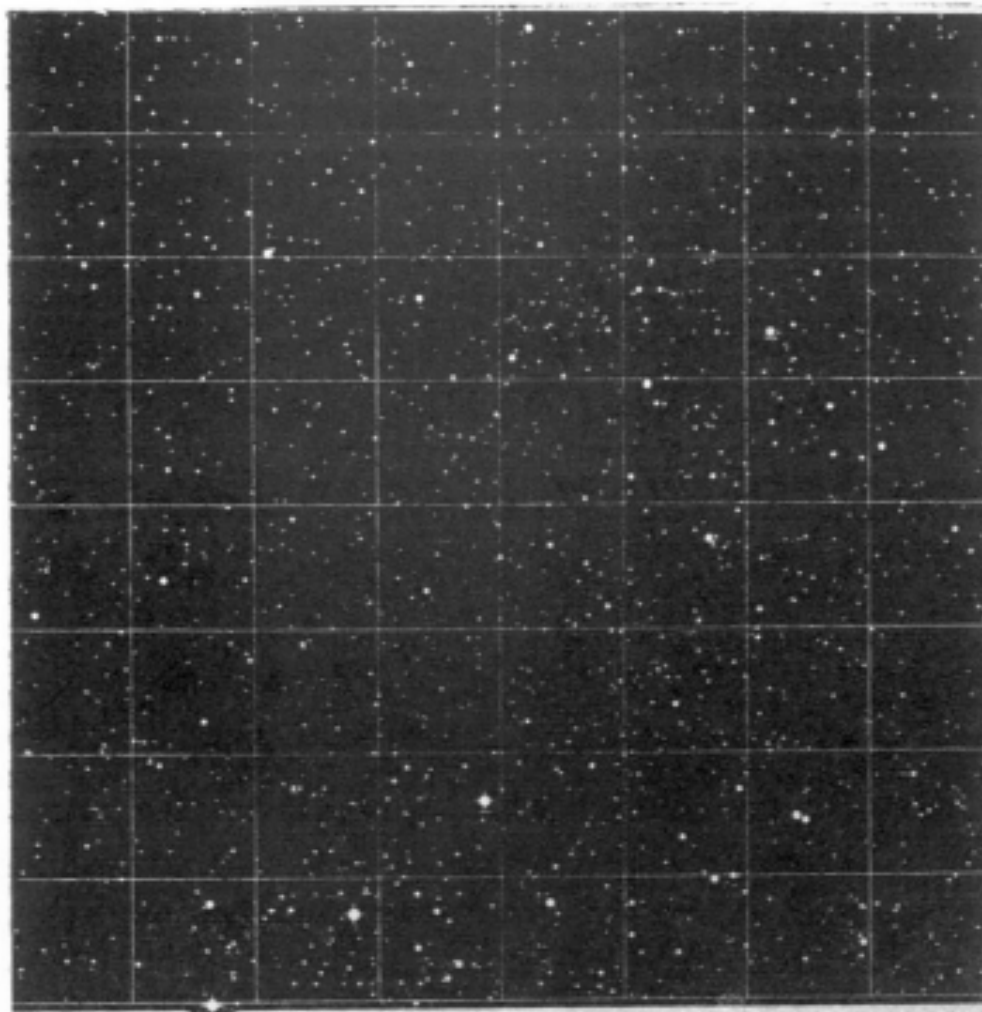
Gwiazdy jesienne.

Pozostały nam jeszcze gwiazdy jesienne. (Rys. 103 i 104).

Lutnia i Łabędź są wciąż jeszcze widoczne na niebie, lecz już nieco ku zachodowi w stosunku do poprzedniego położenia w zenicie. Wysoko w południowej stronie nieba błyszczy Pegaz, skrzydlaty rumak, który niósł Perseusza śpieszącego do walki z potworem, mającym pożreć Andromedę. Cztery gwiazdy tworzą wielki kwadrat tej konstelacji, przy czym jednak jedna z nich należy już do sąsiedniej — Andromedy. Nosi ona nazwę Sirrah, następne zaś w Andromedzie zwa się Mirach i Alamak. Wszystkie trzy tworzą prawie prostą linię. Pegaz i Andromeda mają podobieństwo do latawca, gdzie wielki kwadrat jest płaszczyzną latawca, Andromeda zaś jego ogonem, który nadto może być przedłużony jeszcze dalej, do gwiazdy Marfak, najjaśniejszej w gwiazdozbiorze Perseusza.

W odległości blisko 10° ku zachodowi od Mirach znajduje się niezwykle ciekawy utwór na niebie, znany pod nazwą Wielkiej Mgławicy Andromedy. Fotografie tej mgławicy podaje rysunek 115.

Na wschód od Andromedy rozciąga się gwiazdozbiór Perseusza, posiadający m. in. ciekawą gwiazdę Algol,



Rys. 105. Gwiazdy widoczne przez niedużą lunetę.

Rysunek przedstawia odcinek znanej mapy nieba, wykonanej przez astronoma niemieckiego Argelandera. — Znajdujące się na niej gwiazdy są widoczne przez $2\frac{1}{4}$ -calową (71,5 mm) lunetę. Mapka obejmuje północną część gwiazdozbioru Oriona; trzy gwiazdy znajdujące się w jego Pasie są u samego dołu rysunku. Mapka odpowiada 64 stopniom kwadratowym i zawiera 1.442 gwiazdy, tj. średnio $22\frac{1}{2}$ na jeden stopień kwadratowy.

niebie, np. „Wóz“ w Wielkiej Niedźwiedzicy czy kwadrat Pegaza i policzyć w niej gwiazdy. Okaże się, że jest ich niewiele.

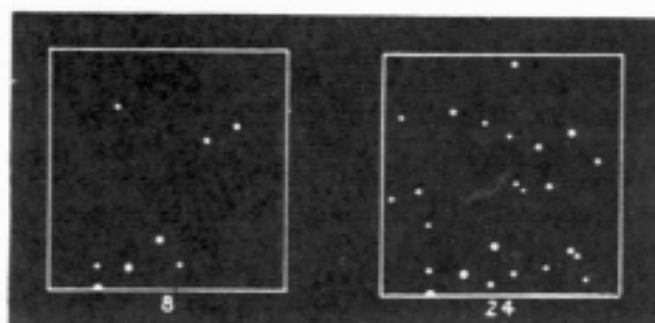
Gwiazdy widzialne gołym okiem były liczone przez astronomów i liczba ich wynosi około 6.000. Ponieważ zaś z każdego miejsca Ziemi można widzieć tylko jedną półkulę nieba, więc w każdej chwili nad horyzontem znajduje się połowa tej ilości. Jednakże mgła znajdująca się w powietrzu, zwłaszcza w bliskości horyzontu, zasłania małe i słabe gwiazdy, tak że w rzeczywistości oczy nasze

dostrzegają co najwyżej 2.000 gwiazd. W mieście, gdzie światła latarni i z okien domów wytwarzają jeszcze gorsze warunki, wątpliwe jest, czy uda się nam dojrzeć nawet 1.500. Jak widać więc — daleko do niezliczonych ilości.

Inaczej ma się rzecz, gdy użyjemy lunety. Już przez lornetkę teatralną możemy dojrzeć nie mniej niż 100.000 gwiazd, największe zaś lunety podnoszą tę ilość ponad 100 milionów nawet, a fotografia ujawnia jeszcze więcej. Jest więc istotnie olbrzymia ilość gwiazd, jednakże nie nieskończona, tj. taka, której nie można by było obliczyć.

Gwiazdy widzialne gołym okiem i przez lunetę.

Okolo siedemdziesięciu pięciu lat temu niemiecki astronom Argelander sporządził mapę wszystkich gwiazd znaj-

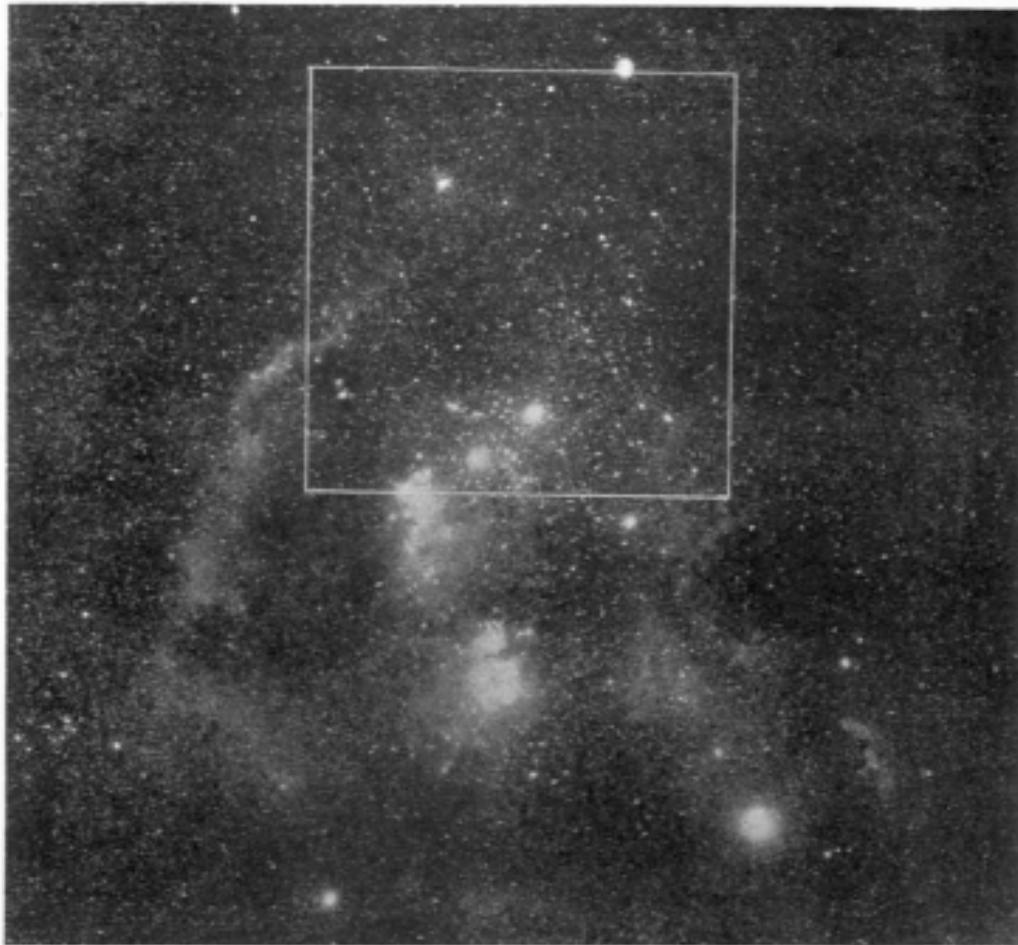


Rys. 106. Ta sama co na rys. 105 przestrzeń nieba, widziana gołym okiem.

W kwadracie prawym — oglądana na wsi podczas bezksiężycowej nocy; widać 24 gwiazdy. W kwadracie lewym — 8 gwiazd, jedynie dostrzegalnych na tej samej przestrzeni w mieście przy światłach latarni i z okien domów.

dujących się na północ od równika nieba, dostrzegalnych przez lunetę o średnicy 7 cm. Było ich ogółem 324.198. Rysunek 105 przedstawia część tej mapy, obejmującą powierzchnię 64 stopni kwadratowych i zawierającą w so-

bie 1.442 gwiazdy. Dwa małe kwadraty zaś na rysunku 106 wskazują tę ilość gwiazd, jaka jest widoczna na tej samej przestrzeni gołym okiem. Mianowicie: prawy kwadrat — ilość dostrzeganą gołym okiem w bezksiężycową noc w polu z dala od miasta, lewy zaś — w mieście przy światłach z okien i latarni lub również w polu, lecz podczas pełni Księżyca. Na pierwszym widać 24 gwiazdy, na drugim zaś tylko osiem. Rysunek 107 wreszcie daje fotografię tej samej przestrzeni nieba, przy czym jasny kwadrat przedstawia



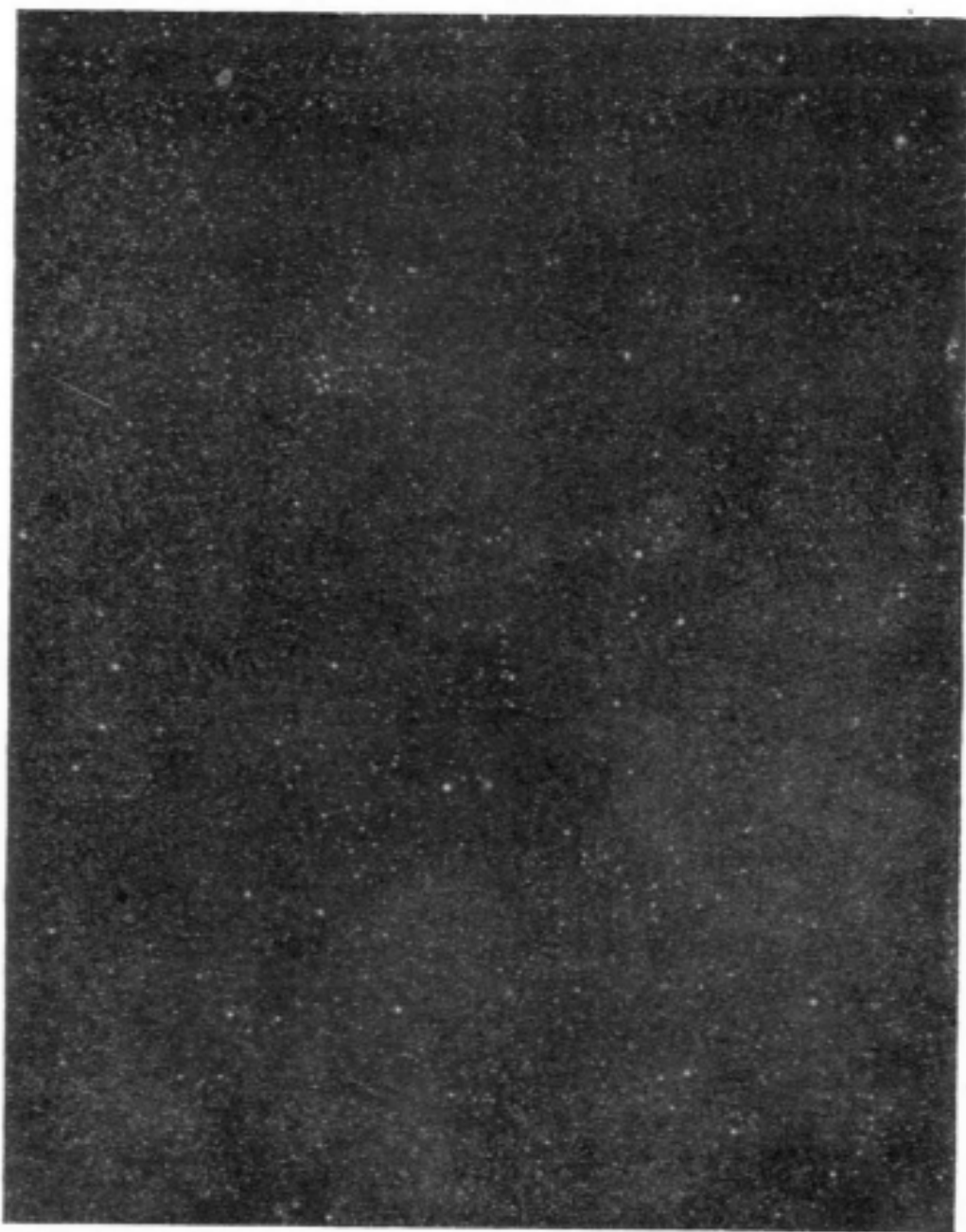
Rys. 107. Fotografia gwiazd wskazanych na rysunkach 105 i 106.

Jest to fotografia części gwiazdozbioru Oriona, wykonana przez 8 cm obiektyw o długości ogniskowej 55 cm przy ekspozycji 5-ogodzinnej. Przestrzeń wewnątrz mniejszego kwadratu — odpowiada przestrzeni nieba z rysunków 105 i 106. Nie podobna jest zliczyć gwiazd, jest ich bowiem nie mniej niż 200.000. Jak widać, znaczna część gwiazdozbioru znajduje się w mgławicy. Jasna gwiazda w dole na prawo jest to Rigel.

stosunkową wielkość powierzchni wyobrażonej na rysunku 105. Tutaj gwiazd jest już tyle, że nie ma możliwości policzenia ich. Zwrócić należy przy tym uwagę na okoliczność, że cała ta przestrzeń zaciągnięta jest, jakby woalem, mgławicą.

Na wspomnianych rysunkach znajdują się gwiazdy Pasa Oriona oraz leżące nieco na północ od niego. Trzy gwiazdy Pasa Oriona są w samym dole rysunku. Interesujące będzie odnalezienie na rysunkach 105 i 107 tych gwiazd, które są widoczne na niebie gołym okiem.

Ilość gwiazd jest różna w rozmaitych częściach nieba.



Rys. 108. Fotografia zawierająca pół miliona gwiazd.
Fotografia części Drogi Mlecznej w konstelacji Strzelca. Cała klisza jest wielkości 36×42 cm i obejmuje 65 stopni kwadratowych nieba. W każdym z nich znajdowało się około 45.000 gwiazd, tak że całość zawierała ponad 2.000.000. Nasza rycina jest częścią kliszy odpowiadającą 22 stopniom kwadratowym, tj. zawiera przeszło 500.000 gwiazd.

Najwyraźniej widać to na wspomnianej już, znanej każdemu Drodze Mlecznej, przepasującej jak blada wstęga całe niebo.



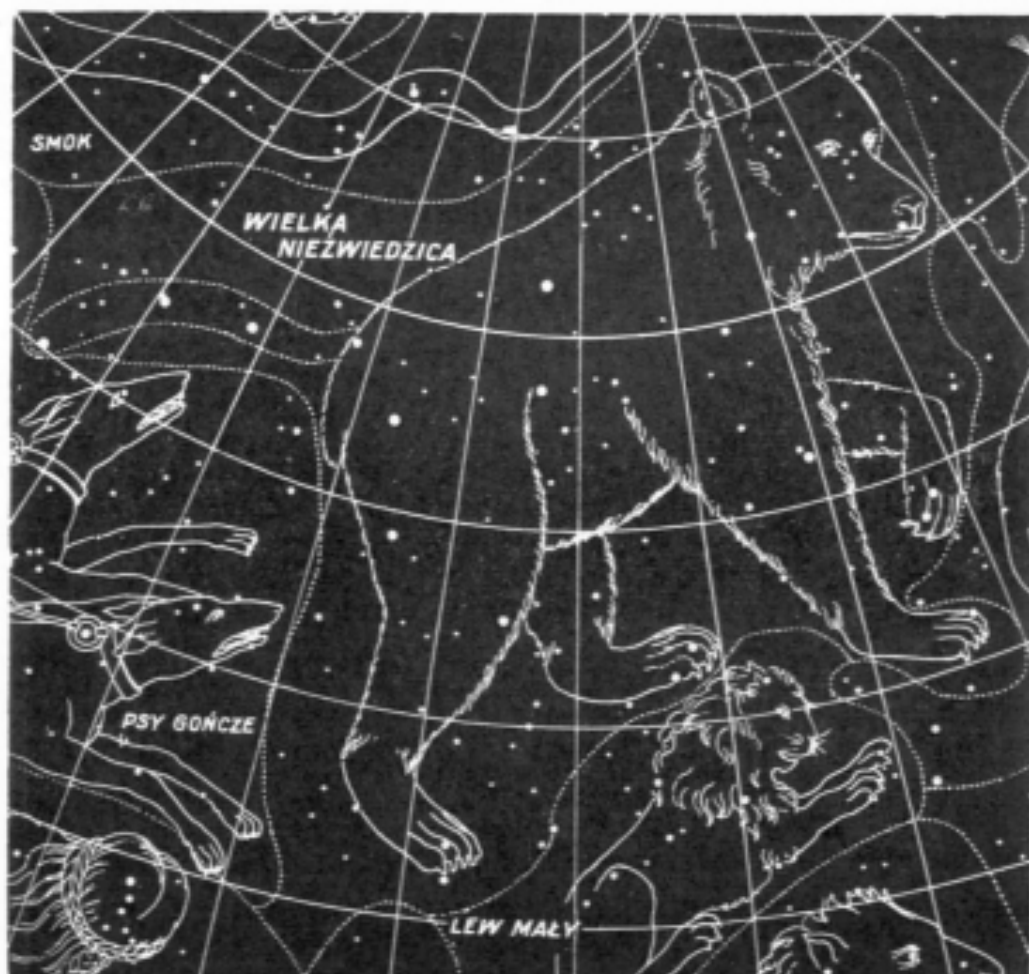
Rys. 109. Chmura gwiazd w Drodze Mlecznej i dwa meteory.

Przedstawiona tu chmura gwiazd znajduje się w Drodze Mlecznej, w południowej części gwiazdozbioru Orła. Zdjęcie dokonane przez 6-calowy refraktor Bruce Obserwatorium Yerkesa w czasie ekspedycji na Mount Wilson (Górę Wilsona) w Kalifornii, przy ekspozycji 2 godz. 40 min. Dwie jasne kreski w górze i w dole są to ślady meteorów, które przeleciały w czasie, gdy dokonywane było zdjęcie.

Obraz zawierający pół miliona gwiazd.

Rysunek 108 przedstawia część Drogi Mlecznej w gwiazdozbiorze Strzelca (Sagittarius), nieco na południe od rów-

nika niebieskiego. Cała klisza wielkości 36×42 cm zawierała 2,000.000 gwiazd; na części zaś jej, wyobrażonej na rysunku 108, znajduje się ich 500.000.



Rys. 110. Gwiazdozbiór Wielkiej Niedźwiedzicy (Ursa Maior).

Rysunek Niedźwiedzicy jest wykonany tak, jak starożytni wyobrażali sobie, że widzą ją na niebie. „Wóz” stanowi zaledwie niewielką część całego gwiazdozbioru. Na głowie zwierzęcia znajdują się rozsiadane drobniejsze gwiazdy; trzy pary większych są na końcu łap; dwie tylne gwiazdy Wozu noszą imiona — górna Dubhe, niższa — Merak, gwiazda na zgięciu dyszla — Mizar, a mała blisko niej — Alkor.

Inną część Drogi Mlecznej podaje rysunek 109. Gwiazdy pośrodku są tak skupione, że tworzą już jedynie białawą chmurę. Należy zwrócić uwagę na dwie jasne ukośne linie — u góry i w dole rysunku. Są to ślady pozostawione przez dwa meteory (zwane w mowie potocznej, choć niesłusznie, „gwiazdami spadającymi”), które przelatywały właśnie podczas fotografowania, przy długiej z konieczności ekspozycji.

WAŻNIEJSZE GWIAZDOZBIORY — MGLAWICE

Wielka Niedźwiedzica.

Umiemy już rozróżniać gwiazdozbiory; rozpatrzmy więc teraz kilka z nich nieco szczegółowiej.

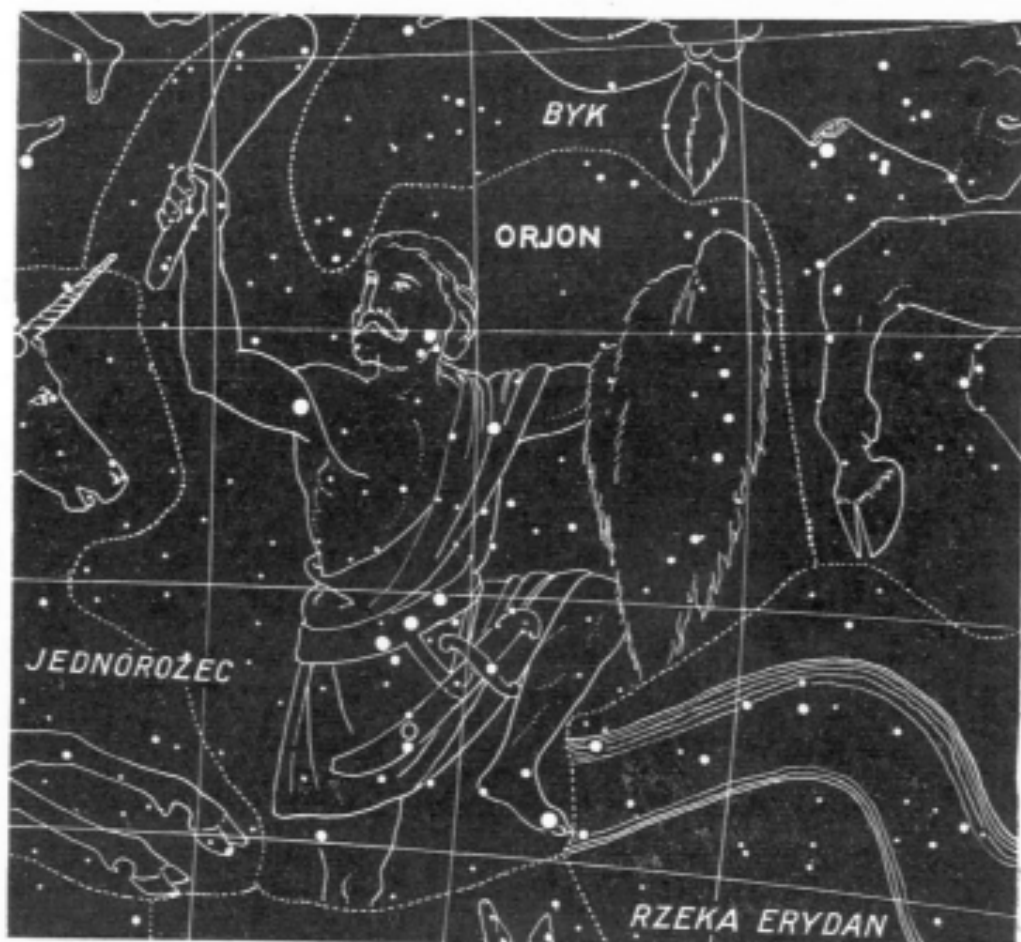
Jednym z najwięcej znanych ogólnie gwiazdozbiorów jest Wielka Niedźwiedzica (Ursa Maior). Widzialne w nim gołym okiem gwiazdy są wskazane na rysunku 110, gdzie również wykonany jest rysunek Niedźwiedzicy, tak jak ją sobie wyobrażali astronomowie starożytni. Trzeba jednak przyznać, że na to, aby dopatrzyć się w tych gwiazdach kształtów niedźwiedzia, trzeba mieć bardzo bujną wyobraźnię. Tzw. „Wóz“ stanowi, jak widać, tylko część całego gwiazdozbioru, przy czym dyszel wozu jest właśnie ogonem Niedźwiedzicy. Dlaczego jednak posiada ona tak długi ogon — nie ma wyjaśnienia.

Orion.

Postać olbrzyma Oriona, można by się zgodzić, nieco lepiej odpowiada rozmieszczeniu gwiazd w tym gwiazdozbiorze (rysunek 111). Trzy jasne gwiazdy „Pasa Oriona“ istotnie leżą na jego pasie, u którego zwiesza się miecz. Gwiazdozbiór ten zawiera sporo pięknych gwiazd. Najjaśniejszą jest perłowobiały Rigel, na lewej stopie olbrzyma. Odległość od Ziemi do Rigla wynosi 540 lat świetlnych, a światło, jakie wysyła, jest obliczone jako 17.000 razy silniejsze od światła Słońca. Bliską pod względem blasku jest Betelgeuze, świecąca czerwonym światłem na prawym ramieniu rycerza. W ostatnich czasach dokonano wymierzenia jej wielkości i otrzymano oszałamiający wynik, mianowicie: iż średnica jej wynosi około 600 milionów kilometrów! Gdyby tak cały nasz układ słoneczny wraz ze Słońcem przenieść i umieścić w środku Betelgeuze, to Ziemia byłaby w głębi pod powierzchnią gwiazdy, a nawet Mars posuwałby się w jej wnętrzu. — Nie należy jednak

zapominać, że Betelgeuze składa się z bardzo rozrzedzonego gazu. Jest to tak zwana gwiazda-olbrzym.

Biała gwiazda* na lewym ramieniu Oriona nosi nazwę Bellatrix; trzy inne, skupione przy sobie, są na lewej



Rys. 111. Gwiazdozbiór Oriona.

Najpiękniejszy gwiazdozbiór na niebie. Olbrzym stoi z podniesioną maczugą, aby odeprzeć napadającego Byka.

szczęce, a około dziesięciu tworzy falistą linię na grzywie lwa, którą olbrzym trzyma w lewej ręce jako tarczę.

Zwróćmy uwagę na białe kółko na mieczu rycerza: w tym miejscu gwiazdozbioru znajduje się utwór wydający się przy patrzeniu gołym okiem jako gwiazda. Oglądany przez lunetę polową ma wygląd mglistej plamki; dopiero w większej lunecie ukazuje całą swą wspaniałość i wygląda



Rys. 112. Wielka mgławica w Orionie.

Znajduje się na mieczu zwieszającym się u pasa Oriona, w miejscu oznaczonym na rysunku 111 kółkiem. Ciemne plamy są prawdopodobnie chmurami pyłu kosmicznego, zaciemniającymi jasną mgławicę poza nimi. Odległość mgławicy jest oceniana na 600 lat świetlnych. Zdjęcie wykonane 19 listopada 1920 r., przy ekspozycji trzygodzinnej.

właśnie tak, jak to widać na rysunku 112. Jest to tzw. Wielka Mgławica Oriona.

Jak widać, mgławica nie ma konturów regularnych, lecz rozpościera się w różnych kierunkach, wyginającymi

się pasmami lub nieregularnymi kłębami. Z czego składa się ona? Stwierdzono, że znajduje się w niej znaczna ilość wodoru a również i innych gazów.



Rys. 113. Gwiazdozbiór Byka.

Wyobrażony Byk atakuje Oriona. W prawym oku ma błyszczącą, o czerwonym blasku, gwiazdę Aldebarana, która jest olbrzymim słońcem o średnicy 53 milionów km, odległym o 57 lat świetlnych, i która odsuwa się od naszego układu słonecznego z szybkością prawie 55 km na sekundę. Jest ona największą gwiazdą w grupie gwiazd zwanych Hyadami.

Byk.

Widzieliśmy, że Orion trzyma w prawej ręce wielką maczugę. Zamierzył się bowiem nią, aby obronić się od olbrzymiego Byka (Taurus), który gotuje się napaść na niego (rysunek 113). W prawym oku Byka błyszczy wielka gwiazda — Aldebaran. Piękna jest również grupka sześciu gwiazd na szyi Byka. Są to tzw. Plejady, znane i obserwowane od tysięcy lat we wszystkich częściach Ziemi. Od najwcześniejszych wieków służyły do regulo-

wania kalendarza i dat uroczystości religijnych u ludów Peru, Indii, Egiptu, Australii i wielu innych krajów.

Aczkolwiek poszczególne gwiazdy w nich są słabe i dość trudne do rozróżnienia, jednakowoż grupa cała jest bardzo wyrazista, wpadająca w oczy i przyciągająca uwagę. Plejady widoczne są najlepiej jesienią, w czasie której wschodzą na wschodzie, lub też wiosną — kiedy zachodzą na zachodzie. Widok ich przedstawiają rysunki 127 i 128.



Rys. 114. Gwiazdozbiór Andromedy.

Gwiazdozbiór ten jest łatwy do rozpoznania na niebie po trzech dużych gwiazdach, leżących prawie na prostej linii. Gwiazda α (Sirrah) znajduje się na głowie postaci Andromedy, β (Mirach) — u lewego brzegu jej pasa i Alamak — na dolnym kraju jej szaty, blisko lewej nogi. — Kółko nad prawym końcem pasa oznacza miejsce wielkiej mgławicy. Ściśle na północ od Andromedy leży gwiazdozbiór Kasjopei, matki jej. Na południe zaś — Trójkąt.

Andromeda.

Na rysunku 114 widzimy postać nieszczęśliwej Andromedy, gdy przykuta do skały oczekuje swego losu. Jasna gwiazda blisko lewego ucha jej jest to Sirrah, na lewym końcu przepaski — Mirach, u kraju szaty zaś — Alamak.

Nad gwiazdą Mirach, mniej więcej o 10° wyżej, przy prawym końcu przepaski jest na rysunku małe kółko. Oznacza ono miejsce innej niezwyklej mgławicy — tej, której fotografię przedstawia rysunek 115.

Jest to wielka mgławica Andromedy; tak ogromnych rozmiarów, że nawet gołym okiem widoczna jest od razu



Rys. 115. Wielka mgławica Andromedy.

Od razu jest widoczna gołym okiem jako mgławica, a przez lunetę przedstawia wspaniały obraz. Długość jej zajmuje 3° , tj. sześć średnic Księżyca. Odległość jej jest oceniana na 900.000 a średnica na 45.000 lat światła. Jest tak wielka jak Droga Mleczna i sama stanowi „wyspę gwiazd” w przestrzeni. Widoczne na niej oddzielne gwiazdy znajdują się wg. wszelkiego prawdopodobieństwa przed nią. W rzeczywistości jest spiralna, kształt zaś owalny pochodzi jedynie z nachylenia płaszczyzny względem nas. Zdjęcie dokonane przez 60-cm. reflektor, przy ekspozycji 4-godzinnej.

jako mgławica. W najlepszej pozycji do obserwacji bywa w ciągu całego wieczora latem — na wschodzie, zimą zaś — prawie nad głową, w zenicie. Oglądana przez lornetę po-

lową ma wygląd jasnej mglistej owalnej plamy; cała zaś jej piękność i wspaniałość ukazuje się dopiero na fotografii (rysunek 115). Jak widać, jest istotnie piękną!

Czy jest ona również mgławicą gazową?

Na to pytanie spektroskop odpowiada — nie. Na podstawie posiadanych przez astronomię danych należy uważać ją nie za mgławicę gazową, lecz jako składającą się z niezliczonych ilości oddzielnych gwiazd i przy tym prawdopodobnie tak wielką jak Droga Mleczna. Olbrzymia odległość jedynie, w jakiej znajduje się ona od nas, sprawia, że wydaje się na niebie zaledwie małą białawą chmurką.

Mgławica Andromedy przybliża się stale z szybkością przeszło 200 km na sekundę ku naszemu układowi słonecznemu.

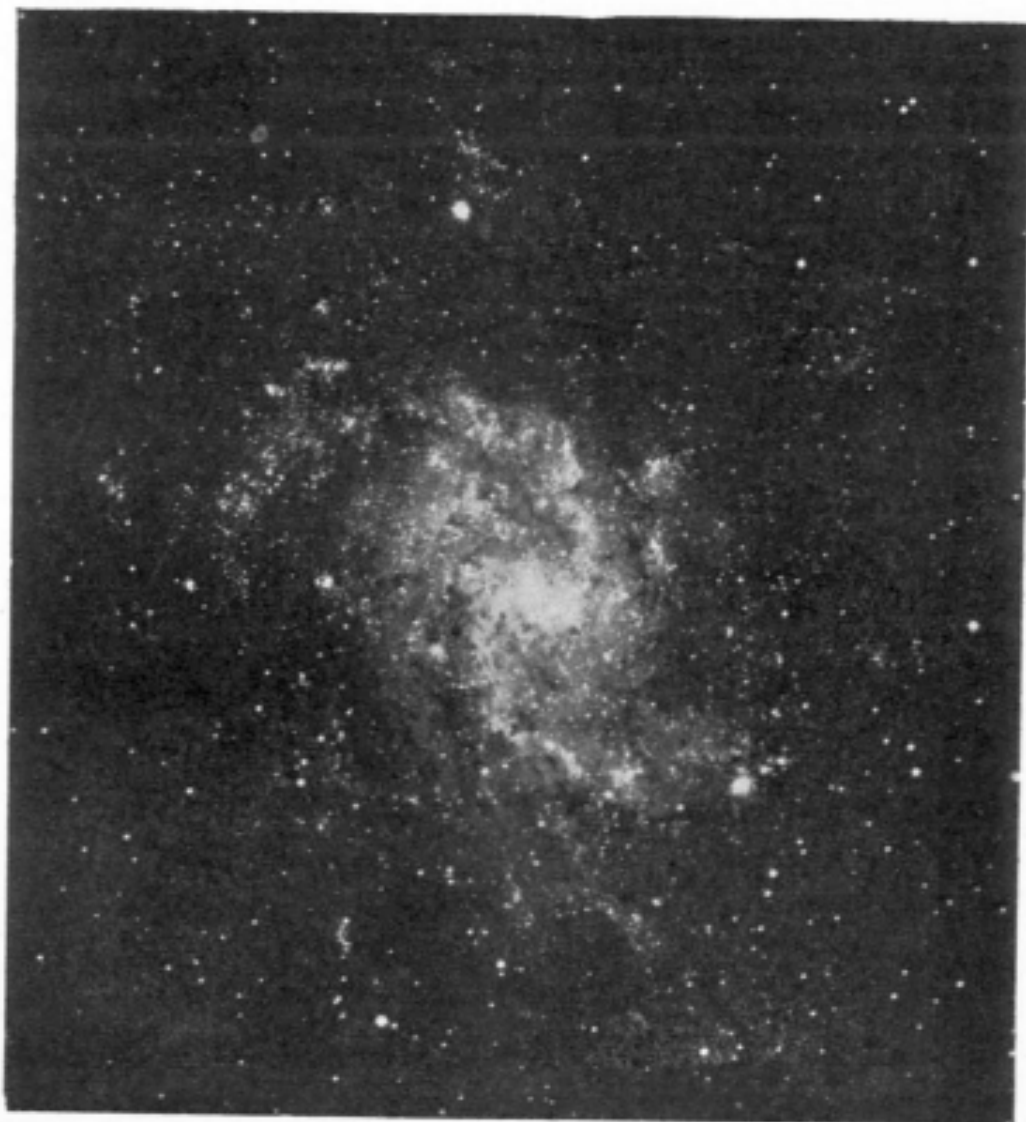
Trójkąt i jego mgławica.

Tuż pod Andromedą znajduje się niewielki gwiazdozbiór — Trójkąt (Triangulum), posiadający również piękną mgławicę. Mgławica ta jest wyraźnie spiralna, jak to wskazuje rys. 116. Widać dokładnie środkowe skupienie i dwa odgałęzienia, wybiegające z przeciwnych stron jego, podobnie jak wyskakują iskry przy ostrzeniu jakiegoś narzędzia na kole szlifierskim.

Istotnie, znajduje się ona w bezustannym ruchu wirowym! Ile też potrzebuje dla wykonania jednego obrotu? 160.000 lat!

Inne mgławice spiralne.

Inna znowu, podobnie piękna mgławica spiralna leży w gwiazdozbiorze Psów Gończych, nieco pod dyszlem „Wozu“ (Wielkiej Niedźwiedzicy), bliżej ku końcowi dyszla (rysunek 117). Analogicznie jak w poprzedniej — dwie smugi wybiegają ze środkowego zagęszczenia i okręcają się dookoła niego.



Rys. 116. Mglawica spiralna w Trójkącie.

Blask jej jest słaby, tak że kształt i wielkość można rozpoznać dopiero na fotografii. W odległościach jej są widoczne zarysy gwiazd; istnieją przypuszczenia, iż są to miejsca, gdzie materia mgławicy zaczyna skupiać się w gwiazdy. Jest tak samo odległa jak mgławica Andromedy, a średnica jej wynosi około 15.000 lat światła. Zdjęcie dokonane przez 150-cmetrowy reflektor, przy ekspozycji trwającej $8\frac{1}{2}$ godziny.

Tej mgławicy nie podobna dostrzec gołym okiem, a nawet silna luneta nie pozwala rozróżnić dokładnie jej kształtów. Ale za to co za wspaniały widok ukazuje fotografia!

Ruchy tej mgławicy były również zbadane; ma ona, podobny jak poprzednia, ruch wirowy i wykonuje pełny obrót w ciągu 45.000 lat.



Rys. 117. Spiralna mgławica w Psach Gończych.
Kształt spirali widoczny wyraźnie: szerokie skupienie, jądro i wybiegające z niego z dwóch stron zakręcone odgałęzienia, składające się z materii mgławicowej i gwiazd. Formę spiralną tej mgławicy zauważył pierwszy raz lord Rosse przez 6-stopowy reflektor w 1845 r., szczególnie jednak budowy jej poznano dopiero przy fotografowaniu przez nowożytnie instrumenty optyczne.

Kierunek tego jej ruchu jest taki, jakby chciała owinąć koło siebie wybiegające z niej oddzielne smugi, tj. górna część jej skręca na prawo, dolna — zaś na lewo.

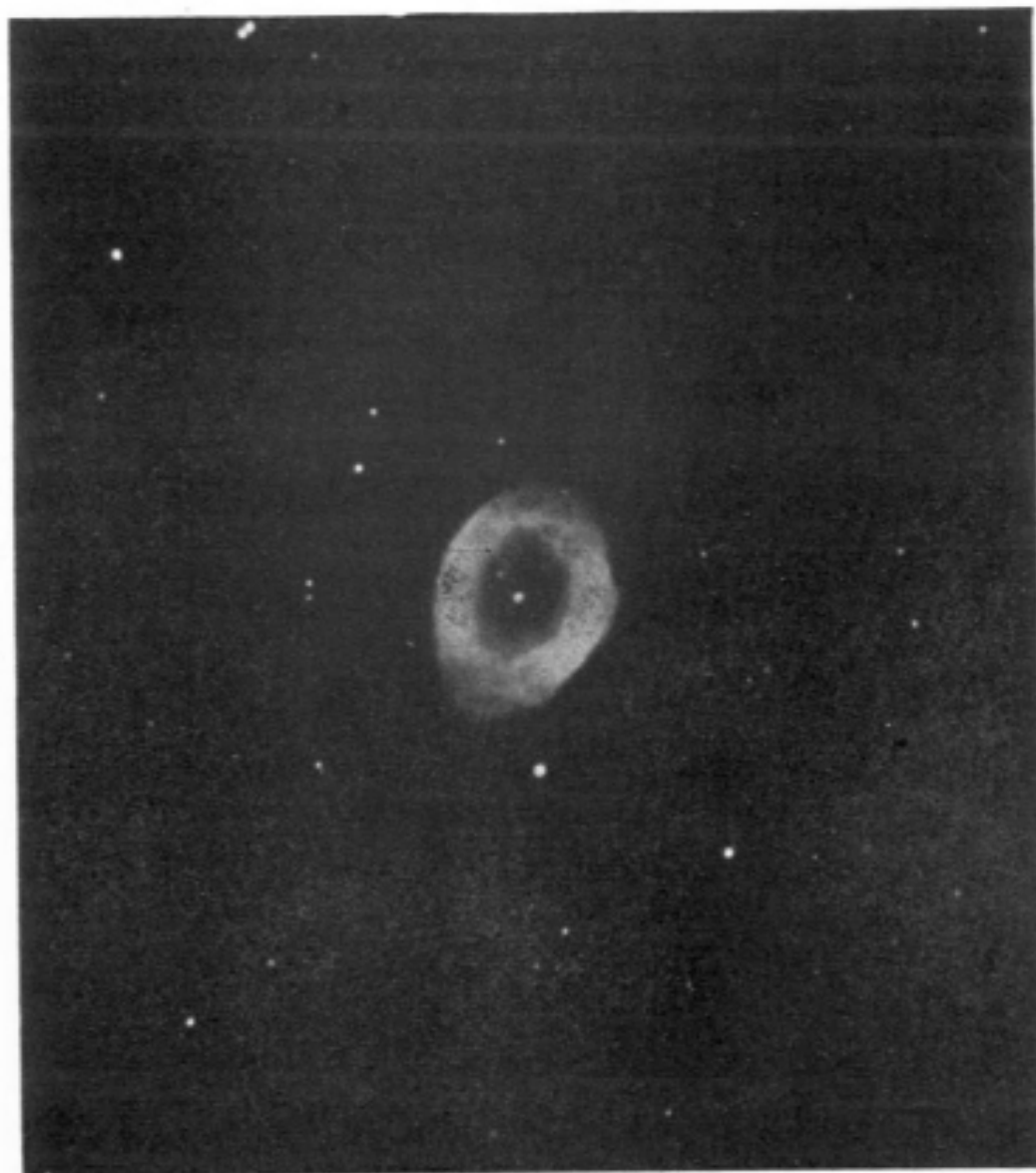
Wzmiankowane dwie ostatnie mgławice spiralne wi-



Rys. 118. Mgławica spiralna, zwrócona krawędzią.

Niezwykła ta mgławica znajduje się w niewyraźnej konstelacji, zw. „Warkoczem Bereniki” (Coma Berenices), między Wolarzem (Bootes) a Lwem (Leo). Pozorny ten kształt pochodzi od położenia jej — krawędzią zwróconą do nas. Ciemny pas, przechodzący przez kulistego kształtu środkową masę, jest najpewniej właśnie tą krawędzią, znajdującą się bliżej ku nam niż środkowe jądro. Zdjęcie dokonane przez 150-cmetrowy reflektor, ekspozycja trwała 5 godzin.

dzieliśmy prostopadle do ich płaszczyzny. Płaszczyzna zaś mgławicy Andromedy jest nieco pochylona w stosunku do nas, a na rysunku 118 widzimy mgławicę zwróconą ku nam całkowicie samą krawędzią. Jak widać, wydaje się ona zupełnie płaską. Środkowe zagęszczenie jest prawie



Rys. 119. Mgławica pierścieniowa w Lutni.

Mgławica ta znajduje się między gwiazdami β i γ w gwiazdozbiorze Lutni (Lyra) i jest widoczna już przez nieduże lunety. Gwiazda środkowa, widoczna na fotografii, w rzeczywistości jednak jest tak słaba, że z trudem można dostrzec ją nawet przez 60-cmętrową lunetę. Odległość mgławicy od Ziemi obliczona jest na przeszło 400 lat światła. Co do rozmiarów — jest ona tak wielka, że zajmuje przestrzeń większą niż nasz układ słoneczny. Fotografia wykonana przez 184-cmętrowy reflektor w krajowym Obserwatorium Astrofizycznym w Wiktorii w Kolumbii Brytyjskiej, przy ekspozycji półgodzinnej.

kuliste, a ciemna smuga, przechodząca przez środek jego, jest właśnie krawędzią mgławicy. Jak obliczył astronom Slipher z Obserwatorium Lowella, odsuwa się ona stale od naszego układu słonecznego z szybkością przeszło tysiąc kilometrów na sekundę.

W przestworzach niebieskich unoszą się tysiące mgławic

spiralnych na olbrzymich odległościach od nas i należy przyjąć, że są one zasadniczym typem mgławic w ogóle. Umysł zastanawiający się nie może nie stawiać sobie pytania — jak są one zbudowane i jaki ich koniec?

Inne rodzaje mgławic.

Mgławica znajdująca się w gwiazdozbiorze Lutni (Lyra) przedstawia zupełnie odmienny typ mgławic.

Już niezbyt silna luneta ukazuje kształt jej, lecz fotografia daje o wiele więcej szczegółów (rys. 119). Ma ona formę pierścienia.

Znane są jeszcze inne mgławice pierścieniowe, lecz żadna z nich nie jest tak prawidłowa.

Prócz opisanych form jest wiele mgławic o najrozmaitszych niezwykle kształtach. Na razie jednak przyjrzymy się tylko jednej z nich, przedstawionej na rys. 120, znajdującej się w gwiazdozbiorze Łabędzia (Cygnus).

Wygląda jak cieniutka tkanina lub chmurki unoszone wiatrem; jednakże nie należy zapominać, że tam gdzie ona się znajduje, nie może być jakichkolwiek wiatrów, jak np. na Ziemi.

Odległość gwiazd.

Dotychczas nie mówiliśmy prawie nic o odległościach gwiazd i mgławic od Ziemi. W istocie dopiero w ostatnich czasach okazała się możliwość określania, jak daleko znajdują się one od nas. Mierzenie odległości gwiazd stanowi jedno z najtrudniejszych zadań dla astronomów. Wymaga ono niezwyklej umiejętności, cierpliwości i dokładności, z powodu tego że gwiazdy są tak bardzo oddalone.

Wiemy, że odległość Słońca od Ziemi wynosi 149,450.000 km. Określenie takie jednak prawie nic nie mówi przeciętnemu człowiekowi; gdy zaś powiemy np., że najbliższa gwiazda, tzw. „Proxima“ w gwiazdozbiorze Centaura, znajduje się od nas 272.000 razy dalej niż Słońce, to po prostu gubimy się w tych cyfrach.



Rys. 120. Mgławica w Łabędziu (Cygnus).

Mgławica nieregularnego kształtu, podobna do włóknistej tkaniny; nie tak odległa jak mgławice spiralne, w każdym razie oddalona o kilka setek lat światła. Niedaleko od niej znajduje się podobna, włóknistej formy, inna mgławica; a w ogóle fotografia wykrywa niezmiernie dużo rzadkiej materii mgławicowej w tej części nieba, nad tymiż mgławicami. Fotografia ta wykonana została przez 60-cm. reflektor, przy ekspozycji trwającej trzy godziny.

Spróbujmy więc inaczej uświadomić sobie, co one wyobrażają.

„Skrzydła poranku“.

Pismo święte zawiera wiele obrazów i określeń niezmiernie pięknych i poetycznych. Jednym z piękniejszych jest



Rys. 121. „Skrzydła poranku“.

Światło słoneczne, przedzierając się przez chmury na wschodzie, tworzy wspaniałe wachlarz z błyszczących promienistych smug. Są to właśnie te „Skrzydła poranku“, o których mowa jest w jednym z psalmów.

znajdujące się w psalmie CXXXIX, które brzmi następująco: „Gdyby mię uniosły skrzydła poranku na najdalsze obszary mórz, to i tam ręka Twoja kierowałaby mną i tam ręka Twoja broniłaby mię“.

Co oznacza to wyrażenie „skrzydła poranku“? Wyjaśnienie znajdziemy na rysunku 121. Gdy Słońce wschodząc ukazuje się nad horyzontem, promienie jego przedzierają się przez chmury, wybiegają ponad nie, barwiąc je

w cudowne kolory i tworząc olbrzymie, proste, wystzelające w niebo smugi świetlne, — jak to widzimy na rysunku. To są właśnie te „skrzydła poranku“.

Zjawisko zaś podobne widział z pewnością każdy i o zachodzie Słońca, na zachodniej stronie nieba, kiedy — jak nazywają w pewnych krajach — „Słońce wypija wodę“ (rys. 122).



Rys. 122. Lot o zachodzie.

Promieniste smugi, idące od Słońca, sięgają ziemi, co dało powód do wyrażenia, iż „Słońce wypija wodę“. Zjawisko analogiczne do poprzedniego.

Uniesienie na skrzydłach poranku oznaczać więc musi możliwość przebywania w przestrzeni z szybkością promieni światła.

Jak wielka jest ta szybkość? Pomimo że jest olbrzymia — została wymierzona dokładnie i wynosi prawie 300.000 km na sekundę, czyli 18 milionów kilometrów na minutę. Dźwięk przenosi się w powietrzu szybko, jednakże przez sekundę przebiega on tylko $\frac{1}{3}$ km, tj. Ziemię

mógłby obieć dokoła w ciągu 36 godzin. Światło zaś okrążyłoby ją siedem razy w ciągu jednej sekundy.¹

Przypuśćmy więc, że posiadamy takie „skrzydła poranku“, i wyruszymy w daleką wędrówkę w przestworza, lecąc z szybkością promieni świetlnych wśród cudów wszechświata.

Rozpocznijmy podróż od środka naszego układu słonecznego, tj. od Słońca.

W trzy i jedną trzecią minuty będziemy na Merkurym, w sześć na Wenus, w osiem i jedną trzecią dolecimy do naszej Ziemi, a po trzynastu napotkamy Marsa. Będziemy jednak lecieli dalej — do Jowisza, Saturna, Urana, aż wreszcie, po przeszło pięciu godzinach od wyruszenia ze Słońca, dotrzemy do Plutona.

Będziemy więc na krańcu naszego układu słonecznego i wówczas rozejrzyjmy się dokoła i zastanówmy, której z gwiazd pierwszej złożyć wizytę.

Zrazu najodpowiedniejszy wydaje się nam Syriusz, który świeci tak wspaniale, a więc powinienby być blisko, lecz przypominamy sobie zaraz, co mówili nam astronomowie na Ziemi — że najbliższą gwiazdą od Ziemi jest Proxima w gwiazdozbiorze Centaura; ruszamy zatem wprost ku niej.

Lecimy cały dzień bez przerwy, lecz nie błyszczy jaśniej ani trochę i wydaje się wciąż na tej samej odległości. Lecimy więc dalej... tydzień, miesiąc... żadnej zmiany. Cóż za szalona droga musi być do niej. Nie ustawajmy więc... Pędzimy wciąż z tą samą szybkością, 18 milionów kilometrów na minutę, już cały rok. Przybliżyliśmy się owszem nieco: błyszczy prawie dwa razy tak silnie jak przedtem, ale daleko jej jeszcze do Syriusza.

Lecimy więc drugi rok, trzeci, czwarty: coraz jaśniejsza; ale wciąż jeszcze tylko gwiazda. Wreszcie, po czterech

¹ To jest tylko porównanie, gdyż światło rozchodzi się prostopadłościennie, musiałoby zatem odbijać się w wielu zwierciadłach ustawionych na równiku.

jeszcze miesiącach świeci nadzwyczaj jasno, a my przybliżyliśmy się istotnie już tak znacznie, że możemy przyjrzeć się jej dokładnie.

Cóż jednak spostrzegamy? Że jest ona olbrzymim oślepiającym słońcem, takim samym jak nasze ziemskie Słońce.

Tak samo ma się rzecz z innymi gwiazdami. Wszystkie one są słońcami; jedne mniejszymi, inne większymi niż nasze, i być może, że wiele z nich posiada również planety krążące dokoła nich; o tym jednak dotąd nie mamy żadnych wiadomości.

Ponieważ zużyliśmy aż przeszło cztery lata, aby dolecieć do Proximy z szybkością światła, to mówimy, że leży od Ziemi o 4,3 roku światła.

Pajęczyna a gwiazdy.

John Brashear, znany amerykański fabrykant soczewek i zwierciadeł do lunet w Pittsburgu, opowiadał następującą ciekawą rzecz o zastosowaniu pajęczyny w astronomii. W wielu lunetach niezbędne jest umieszczenie w okularze cieniutkich nitek lub drucików dla umożliwienia czynienia pomiarów przy obserwacjach. Od wielu lat używano do tego jako materiału nitek pajęczych, przy czym nie brano stosunkowo grubej pajęczyny, jaką widzimy na drzewach, trawie, np. rano, kiedy błyszczy od rosy, lecz wyłącznie najcieńsze niteczki, którymi samiczka pająka omotuje mały kokon w celu ochrony znajdującego się w nim załążka. Niteczki te są niesłychanie delikatne i cienkie, tak że trzeba niezmiernych ostrożności i zręczności przy zakładaniu ich.

Kiedyś robotnik zajmujący się tą pracą zważył na bardzo czulej wadze pewną odmierzoną ściśle długość takich nitczek i następnie obliczył, ile potrzeba byłoby wziąć ich na funt (453,7 g). Okazało się, że długość wyniosłaby 40.250 km, tj. że można by nią opasać Ziemię dokoła; dziesięć zaś funtów dałoby nitkę tak długą, że dosięgłaby Księżyca.

Na podstawie tych danych Brashear wyliczył ilość po-

trzebną do przeciągnięcia nitki takiej aż do gwiazdy Proxima. Ile też, zdawałoby się, trzeba? Przeszło 450.000 ton! t.j. ilość, która by dla przewiezienia wymagała pociągu długiego na 240 km, ciągniętego przez 500 potężnych parowozów.

Taka jest odległość do najbliższej gwiazdy stałej — najbliższego poza naszym słońca, jednego z wielu krążących w przestworzach.

Najjaśniejszy Syriusz błyszczy z odległości przeszło ośmiu lat światła, Wega — dwudziestu sześciu, Gwiazda Polarna — już 270; a jeszcze wiele, wiele jest daleko dalej za nimi.

Teraz więc zdajemy sobie sprawę, że Słońce i cały układ słoneczny zajmuje zaledwie nikłą część przestworzy, a dalej za nim we wszystkich kierunkach, w odległościach przekraczających ludzkie pojęcie, przesuwają się gwiazdy i mgławice.

Zaiste cudowny i zdumiewający jest wszechświat!

ROZDZIAŁ XI

CIEMNE MGŁAWICE — SKUPIENIA GWIAZD PRZYRODA GWIAZD

Ciemne miejsca i utwory w Drodze Mlecznej.

Nie koniec jednak jeszcze niezwykłych utworów na niebie.

Spojrzymy na część Drogi Mlecznej, wyobrażoną na rysunku 123. Pośrodku widzimy ciemną węzowatego kształtu smugę i podobne dwie ciemne plamy nieco niżej po lewej stronie. Ma się wrażenie, jakby w tych miejscach nie było gwiazd wcale, wobec czego naturalnie nasuwa się pytanie, jaka jest przyczyna tego.

Dwie hipotezy starają się dać wyjaśnienie tego zjawiska. Według jednej — wobec niezliczonej ilości gwiazd do



Rys. 123. Ciemne plamy w Drodze Mlecznej.

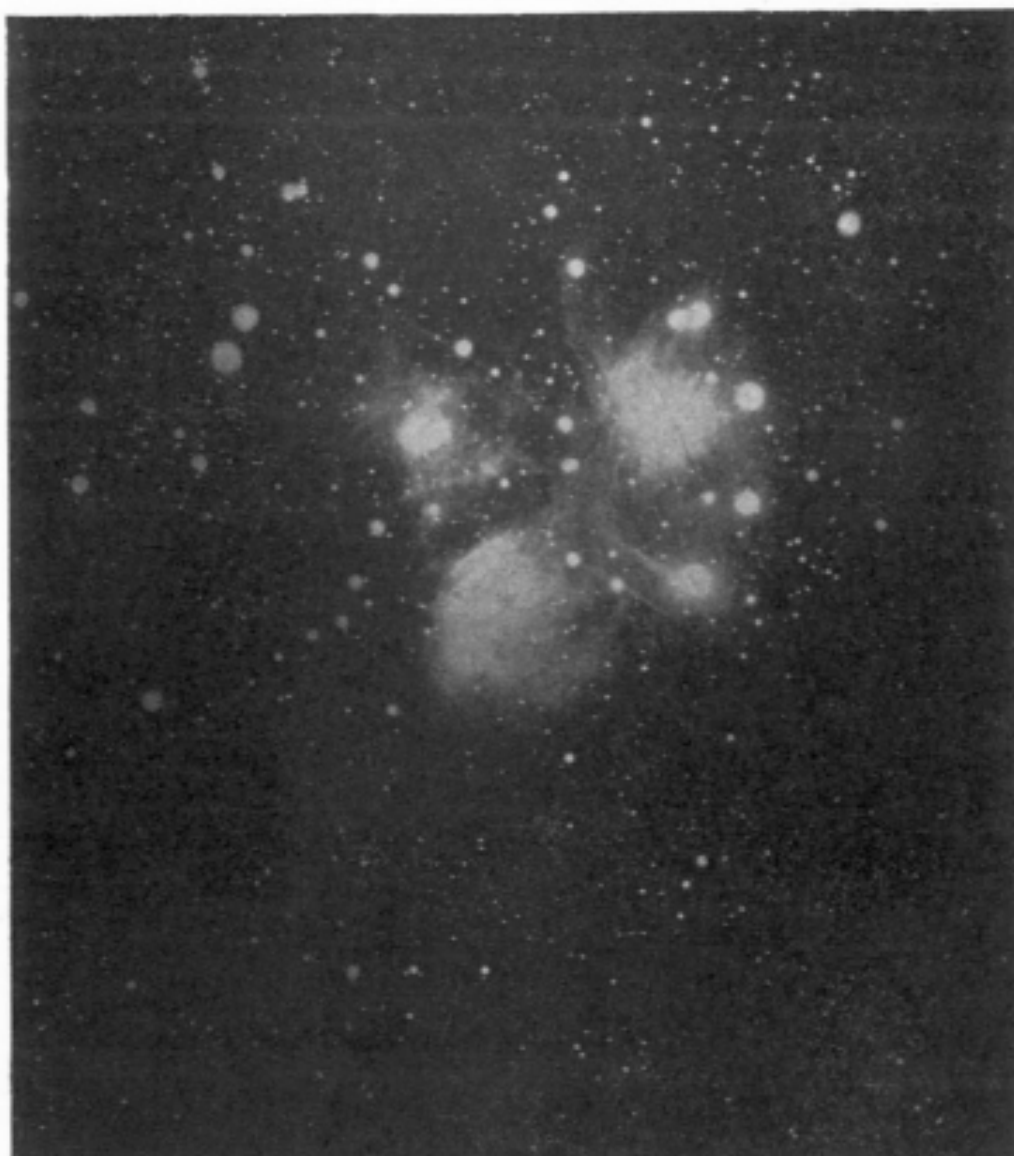
Ciemne miejsca są to prawdopodobnie skupienia wielkich mas pyłu kosmicznego lub gazów, zasłaniające gwiazdy znajdujące się poza nimi. Jeżeli masa taka unosi się w pobliżu jasnej gwiazdy, to jest przez nią słabo oświetlona i nieco widoczna. Na tej fotografii widać, iż ciemna materia jest rozproszona po całej przestrzeni objętej fotografią a znajdujące się w gwiazdozbiorze Łabędzia (Cygnus). Zdjęcie wykonane przy pomocy 100-calowego (258-cmowego) reflektora, przy ekspozycji trwającej 2 godziny 45 minut.



Rys. 124. Ciemny utwór w Drodze Mlecznej.

Oglądane przez teleskop, ciemne to miejsce wydaje się całkowicie czarne. Gwiazdy wyraźnie widoczne na jego tle znajdują się, jak należy sądzić, przed ciemną materią. Zdjęcie dokonane przy pomocy 100-calowego (258-cm) reflektora, przy ekspozycji trwającej 4 godziny.

koła, skupionych miejscami nawet w mgławicowe plamy — ciemne miejsca są istotnie przerwami między chmurami gwiazd i nie ma w nich gwiazd wcale. Niewielu jednak astronomów przyjęło tę teorię. Bardziej powszechne jest mniemanie, że ciemne plamy są to skupienia jakiejś materii



Rys. 128. Mgławica w Plejadach.

Fotografia wykonana przy długiej ekspozycji ukazuje, iż Plejady są otoczone mgławicą. Ponieważ analiza widmowa wskazuje, że światło mgławicy tej jest takie samo jak znajdujących się wewnątrz niej gwiazd, dowodzi to, iż mgławica sama jest ciemna, błyszczcy zaś jedynie oświetlona światłem gwiazd.

Najpiękniejszymi jednak skupieniami są te, gdzie gwiazdy zgrupowane są w kształt kulisty. Takich gromad kulistych jest około siedemdziesięciu. Najwspanialsza jest wyobrażona na rysunku 130, znajdująca się w gwiazdozbiornie Herkulesa, o czym mówiliśmy już przy poznawaniu gwiazd letnich (rysunek 102). Fotografia skupienia tego była wykonana w Obserwatorium na Mount Wilson przy



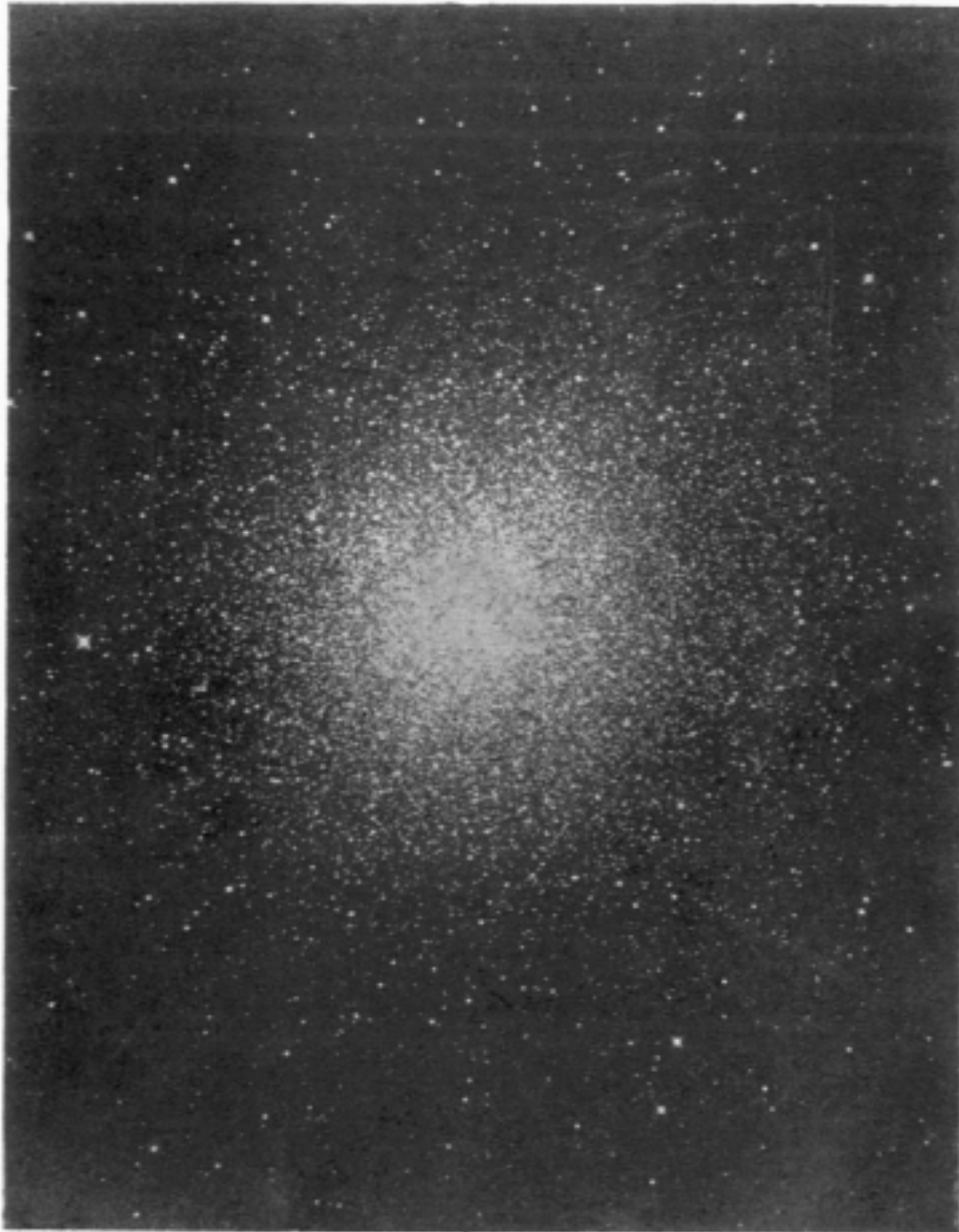
Rys. 129. Skupienie gwiazd Praesepe („Rój Pszczół”).

W tym skupieniu gwiazdy są rozmieszczone gęściej niż w Plejadach; są one oddzielnymi słońcami i nie otoczone żadną mgławicą.

ekspozycji trwającej jedenaście godzin. W samym środku gwiazdy są tak skupione, że nie podobna tam rozróżnić pojedynczych, dopiero nieco dalej; im dłuższą zaś zastosujemy ekspozycję, tym ukazuje się ich więcej i nawet bardzo słabych.

Ile też gwiazd oddzielnych może znajdować się w tej gromadzie?

Próbowano je zliczyć. Wydzielono pewną część skupienia i liczono w niej gwiazdy, a z tego obliczono ilość w całej gromadzie. Okazało się, że jest ich ponad 50.000. Na fotografii wydają się one blisko siebie, w rzeczywistości zaś leży jedna od drugiej nie mniej niż o milion kilometrów,



Rys. 130. Wielkie kuliste ~~skupienie~~ gwiazd w Herkulesie.

Obliczono, iż w skupieniu tym znajduje się przeszło 50.000 gwiazd. Aczkolwiek wydają się tak ciasno skupione, jednakże w rzeczywistości odległości między poszczególnymi gwiazdami są na ogół rzędu około 2 milionów kilometrów. — Zdjęcie dokonane przez 60-calowy (156-cm-trowy) reflektor w Obserwatorium na Mount Wilson, przy czym ekspozycja trwała 11 godzin w ciągu trzech nocy.

a prawdopodobnie — o wiele milionów, gdyż odległość tego skupienia od Ziemi jest oceniana na 36.000 lat światła.

A teraz gdy dodamy do tego jeszcze fakt, że każda z tych gwiazd jest słońcem podobnym do naszego — to

śluszenie możemy zapytać — czyż może istnieć w przestworzach niebieskich bardziej cudowny i oszałamiający utwór nad to skupienie!



Rys. 132. Życiodajne Słońce.

Obraz ten znajduje się na złotym oparciu tronu, odnalezionego w grobowcu Tut-Ankh-Amena. Na tronie siedzi król, a przed nim stoi młodzieńcza królowa. W lewej ręce trzyma ona flakon z olejkiem, którym delikatnie namaszcza ramię króla. Z góry słońce zlewa swe życiodajne promienie, z których każdy zakończony jest w kształcie ręki udzielającej dary. Ręce wprost króla i królowej trzymają „Ankh”, symbol życia, który ofiarują mu. Z tyłu za królem wyobrażone są dwa jego imiona: Tut-Ankh-Amen i Kheperu-Neb-Ra. Napis za królową oznacza: „Pani dwóch ziem, Ankh-S-P-Aten, przynosi najdelikatniejsze olejki, aby namaszczyć koronę króla. Oby udzieliła wiecznego życia i niewyczerpanych sił”.

Z czego są zbudowane gwiazdy?

Na zakończenie pozostaje nam tylko pytanie — z czego składają się gwiazdy? Choć tak niesłychanie dalekie, wysyłają one do nas wciąż na promieniach swojego światła





BIBLIOTEKA WIEDZY

1 CLARENCE AUGUST CHANT
CUDA WSZECHŚWIATA
łatwy wstęp do poznania nieba, z 132 ilustr.
Opr. 13'—, brosz. 10'—

2 LASSAR-COHN
**CHEMIA W ŻYCIU
CODZIENNYM**
z 28 rysunkami. Opr. 15'—, brosz. 12'—

3 SIR JAMES JEANS
NOWY ŚWIAT FIZYKI
z 7 ilustracjami. Opr. 12'—, brosz. 9'—

4 PAWEŁ DE KRUIF
ŁOWCY MIKROBÓW
z 18 ilustracjami. Opr. 18'—, brosz. 15'—

5 WILLIAM BEEBE
W GŁĘBINACH OCEANU
Wydanie drugie z 50 ilustr.
Opr. 15'—, brosz. 12'—

6 SIR WILLIAM BRAGG
TAJEMNICE ATOMU
z 57 figurami i 32 tabl. zawierającymi 74 ryciny.
Opr. 15'—, brosz. 12'—

7 W. BUDDENBROCK
ŚWIAT ZMYŚŁÓW
z 59 rysunkami. Opr. 12'—, brosz. 9'—

8 Inż. E. PORĘBSKI
WIELCY TWÓRCY NAUKI
z 58 portretami. Opr. 18'—, brosz. 15'—

9 Prof. JAN CZEKANOWSKI
**CZŁOWIEK
W CZASIE I PRZESTRZENI**
z licznymi ilustracjami i mapami.
Opr. 15'—, brosz. 12'—

10 W. H. BOULTON
**WIECZNOŚĆ PIRAMID
I TRAGEDIA POMPEI**
(z nowych badań archeologii).
Opr. 15'—, brosz. 12'—

11 PAWEŁ DE KRUIF
autor „Łowców mikrobów”
**WALKA NAUKI
ZE ŚMIERCIA**
z licznymi portretami. Opr. 18'—, brosz. 15'—

12 J. WEYSENHOFF, C. BIAŁOBRZESKI,
L. WERTENSTEIN, S. SZCZENIOWSKI
**OD G W I A Z D Y
DO ATOMU**
wydanie drugie z 46 ilustracjami.
Opr. 10'—, brosz. 7'—

13 JAMES KENDALL
**NOWOCZESNA
ALCHEMIA**
z 62 ilustracjami i 16 tablicami.
Opr. 15'—, brosz. 12'—

- 14 H. G. WELLS
HISTORIA ŚWIATA
z 40 ilustracjami i 10 mapami.
Opr. 18'—, brosz. 15'—
- 15 E. HAWKS
DZIWIWY PRZYRODY
z 109 ilustracjami. Opr. 15'—, brosz. 12'—
- 16 K. FRISCH
ŻYCIE PSZCZÓŁ
z 96 ilustracjami. Opr. 9'—, brosz. 6'—
- 17 H. i M. VOWLES
**CZŁOWIEK
I SIŁY PRZYRODY**
z 25 ilustracjami. Opr. 15'—, brosz. 12'—
- 18 Dr. ARTUR HAAS
ZASADY FIZYKI
Światło — Elektryczność — Ciepło — Materia
z 76 ilustracjami. Opr. 15'—, brosz. 12'—
- 19 E. HAWKS
**DZIWIWY POWIETRZA
I WODY**
z 83 ilustracjami. Opr. 15'—, brosz. 12'—
- 20 WILLIAM BEEBE
923 **METRY W GŁĄB
OCEANU**
z 95 ilustracjami. Opr. 18'—, brosz. 15'—
- 21 Dr. LUDWIK GROSS
**LUDZKOŚĆ W WALCE
O ZDROWIE**
z 7 portretami. Opr. 15'—, brosz. 12'—
- 22 E. DIMNET
SZTUKA MYŚLENIA
Opr. 10'—, brosz. 7'—
- 23 WILLIAM BEEBE
**KRAINA WÓD
NONSUCH**
z 55 ilustracjami. Opr. 14'—, brosz. 11'—
- 24 H. W. VAN LOON
**GEOGRAFIA
W KALEJDOSKOPIE**
z 16 barwnymi tablicami i 59 rysunkami
Opr. 18'—, brosz. 15'—
- 25 Prof. Dr. R. GOLDSCHMIDT
**WSTĘP DO NAUKI
O ŻYCIU**
z 161 ilustracjami. Opr. 15'—, brosz. 12'—
- 26 A. ZISCHKA
JAPONIA
z 25 ilustracjami i 2 mapami
Opr. 18'—, brosz. 15'—
- 27 HENRI DE VIBRAYE
MITOLOGIA
z licznymi ilustracjami
- 28 RITCHIE CALDER
**NARODZINY
PRZYSZŁOŚCI
W RETORCIE UCZONYCH**
z 8 ilustracjami. Opr. 15'—, brosz. 12'—
- 29 M. A. NURSE
**DZIEJE
400,000.000 NARODU**
z 8 mapami i 30 ilustracjami
- 30 SIR ARTHUR EDDINGTON
NOWE DROGI NAUKI
z 3 ilustracjami
- 31 PAWEŁ DE KRUIF
autor „Łowców mikrobów”
i „Walki nauki ze śmiercią”
POGROMCY GŁODU
DALSZE TOMY W DRUKU

90. -

26,00

D No 242036 :

8.9.56



33534

C e n a

zł 60 gr -

CUW — Kd 31 CWD W-wa, 2179/S2/1.
RSW „Prasa”, Kielce zam. 481. 3200 bl.



Miejska Biblioteka Publiczna
w Jaworznie

52



801-007191-00-0