

WYKŁADY POWSZECHNE
UNIwersYTETU POZNAŃSKIEGO

Nr. 5.

Dr. BOHDAN ZALESKI

ZAST. PROF. ASTRONOMJI UNIwers. POZN.

BUDOWA WSZECHŚWIATA

Z 8 RYSUNKAMI W TEKŚCIE

1923

POZNAŃ: FISZER I MAJEWSKI

WARSZAWA: E. WENDE I SP., ŁÓDŹ: L. FISZER,
TORUŃ: TOWARZYSTWO WYDAWNICZE „IGNIS”.

Uniwersytet Poznański urządza corocznie, od chwili swego powstania, **POWSZECHNE WYKŁADY UNIWERSYTECKIE**, których celem jest podawanie szerszym warstwom ostatnich wyników w różnych dziedzinach nauki w sposób przystępniejszy dla ogółu. Coraz bardziej wzrastająca frekwencja świadczy, że są one potrzebne i pożyteczne. Coraz częściej też słuchacze wyrażają życzenia, aby te wykłady były ogłaszane drukiem. Wobec tego Zarząd P. W. U., znalazłszy chętne poparcie w Księgarni Uniwersyteckiej, przystępuje do wydawania wybranych wykładów. Pojawiać się one będą w miarę potrzeby i materiału; każdy stanowi dla siebie całość odrębną, przyczem jednak pewne wykłady mogą się układać w cykle.

Zarząd

Powszechnych Wykładów Uniwersyteckich
w Poznaniu.

BUDOWA WSZECHŚWIATA

WYKŁADY POWSZECHNE
UNIWERSYTETU POZNAŃSKIEGO
Nr. 5.

Dr. BOHDAN ZALESKI
ZAST. PROF. ASTRONOMJI UNIWERS. POZN.

Henry

BUDOWA WSZECHŚWIATA

Z 8 RYSUNKAMI W TEKŚCIE

1923

POZNAŃ: FISZER I MAJEWSKI

WARSZAWA: E. WENDE I SP., ŁÓDŹ L. FISZER,
TORUŃ: TOWARZYSTWO WYDAWNICZE „IGNIS”.



52

Zal.
Bud.

br. 470 Brosz

W wykładzie niniejszym przedstawię fragment naszych wiadomości o budowie wszechświata.

Wiadomości nasze o ciałach niebieskich otrzymujemy za pomocą promienia świetlnego, a więc nasamprzód parę słów o tem.

Wiemy, że dźwięki są to drgania powietrza, które, uderzając w ucho nasze, sprawiają wrażenie głosu.

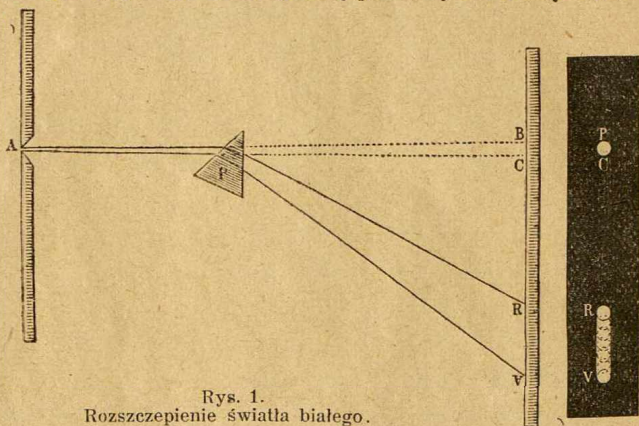
Światło jest też drganiem, ale drganiem nie powietrza lecz eteru, ośrodka domniemanego, który wypełnia wszechświat.

Dźwięki rozróżniamy przyjemne dla ucha: są to akordy muzyczne, — rozróżniamy też i szумы lub huki. Na ostatnie składają się drgania przeróżnych okresów, podczas gdy na akordy muzyczne składają się tylko drgania o paru, ściśle określonych częstościach.

Pomiędzy światłem a dźwiękiem zachodzi analogja zupełna. Światło białe to huk optyczny. Mamy tu do czynienia z drganiami różnych okresów, a ponieważ okres stanowi o barwie, światło białe składa się z kombinacyj różnych barw.

Aby światło białe rozszczepić, czyli rozdzielić drgania różnych okresów, używamy pryzmatu szklanego.

Ma on tę własność, że odchyła promienie czerwone mniej, a fioletowe więcej. Jeżeli weźmiemy wąską szczelinę A (rys. 1) i rzucimy jej obraz na ekran, otrzymamy na ekranie jasną plamkę świetlną B C.



Teraz pomiędzy ekranem i szczeliną stawiamy pryzmat szklany, a otrzymujemy barwną wstęgę R V, zamiast jasnej białej plamki B C. Nasz pryzmat działa tak, jak dziurkowany lejek konewki, który rozbija strugę wody na masę drobnych strug.

Jeżeli obecnie oświetlę szparę światłem gazu rozżarzonego, to zobaczę jeden albo parę jej obrazów szpar.

Każdy obraz szczeliny będzie miał określony kolor. Gaz, podobnie jak narzędzie muzyczne, wydaje stosownie do swej struktury molekularnej drgania tylko o paru określonych okresach.

Tak zapomocą widma mogę określić, czy dane ciało jest w stanie stałym, czy też gazowym.

Zapomocą pryzmatu szklanego także określić mogę stan spoczynku, czy ruchu względem mnie przedmiotów świecących.

Przypomnę, że, kiedy jedziemy pociągiem, a na spotkanie nasze pędzi drugi, którego lokomotywa gwizdże, wówczas ton gwizdka wydaje się wysoki. Przechodzi ten ton w niski natychmiast, gdy się minimy, a to dla tego, że ucho nasze, zbliżając się do gwizdka, otrzymuje więcej podrażnień w sekundę, aniżeli oddalając się: stąd właśnie różnica w wysokości dźwięku.

Przypadek analogiczny zachodzi i ze światłem. Przypuśćmy, żeśmy w laboratorium określili pewną barwę światła, właściwą np. sodowi; analizując zaś światło sodu, które wysyła gwiazda, zauważamy, że jest ono przesunięte bardziej ku fioletowemu. Stąd wniosek, że dana gwiazda się zbliża ku nam. Tej właśnie metodzie optycznej zawdzięczamy możność oznaczania ruchu ciał niebieskich.

* * *

Centrum naszego systemu planetarnego zajmuje słońce. Wokoło niego krążą wszystkie planety; ono je żywi i pieści swojemi promieniami. Narody starożytne ubóstwiały słońce; złudzenie może mniejsze od wielu innych. I rzeczywiście od słońca zależy życie na ziemi, ruch w każdej postaci (prócz niektórych reakcyj chemicznych), gdyż te ogromne akumulatory energii, które tu mamy na ziemi w postaci węgla kamiennego, nafty i materiałów organicznych palnych, są rezultatem pracy słońca.

O d l e g ł o ś ć ziemi od słońca wynosi 149 500 000 km. promień zaś słońca 695 600 km.

T e m p e r a t u r ę zewnętrznych warstw atmosfery słońca określają na 6000°C .

Doświadczenie nas uczy, że przy tej temperaturze wszystkie ciała są w stanie gazowym, a więc i słońce musi być kulą gazową o bardzo wysokiej temperaturze.

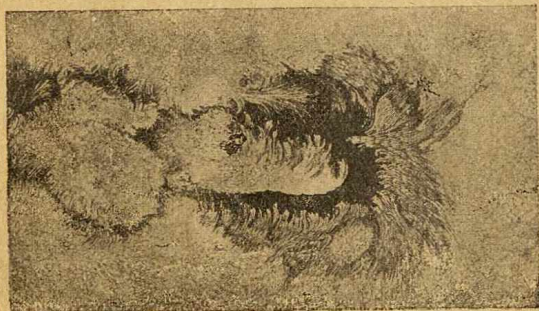
Jaki jest wewnętrzny stan kuli słonecznej? Niestety tego wiedzieć nie możemy, gdyż tu panują ogromne ciśnienia i temperatury wielu dziesiątków tysięcy stopni; stan zaś materji w tych warunkach jest nam zupełnie nieznany.

O ile spojrzymy na słońce przez silną soczewkę [1], zauważymy, że powierzchnia słońca nie świeci światłem jednolitem, mianowicie jest ono

pokryte całym szeregiem granulacji jasnych, rozrzuconych na siatce ciemnej.

Podobne wrażenie otrzymuje się, patrząc na talerz bulionu, na którego dnie pływa ryż.

Oprócz tego na tarczy słonecznej widać miejsca ciemne, tak zwane **plamy słoneczne**.



Rys. 2.
Plama słoneczna.

Na podanym rysunku (rys. 2) widzimy plamę otoczoną cieniem, wiernie tu są oddane i granulacje. Czem są te plamy? Wyłożę pokrótce jedną z teoryj słońca.

Wszyscy znamy płomień spirytusu. Płomień ten, o wysokiej temperaturze, jest dla oka prawie zupełnie niewidocznym. Przyczyna tkwi w tem, że wysyła on drgania cieplne o wielkim stosunkowo okresie, na które oko nasze jest nieczułe.

Każdy z nas widział płomień gazu świetlnego, świeci on też słabo; ale zaradzić temu może koszulka Auera, którą widzimy w każdej gazowej latarni miejskiej. Koszulka ta w nieświecącym płomieniu gazowym rozżarza się, i daje te fale, które dla naszego oka są dobrze widzialne.

Taką koszulkę ma i słońce. W warstwach wyższych, gdzie temperatura jest stosunkowo niska, formują się obłoki, złożone ze stałych cząstek, prawdopodobnie wapnia. Obłoki te świecą podobnie jak koszulka Auera. Są jednak miejsca, gdzie gorętsze gazy dążą ku powierzchni, gdyż pionowa cyrkulacja gazów na słońcu jest niewątpliwa.

W tych miejscach temperatura jest znacznie wyższa, i substancje są znowuż w stanie gazowym. Miejsca powyższe widzimy jako plamy i tą ciemną masę, w której pływają granulacje.

Obserwując plamy, stwierdzamy, że słońce obraca się wokół swej osi. Okres tego obrotu wynosi 25,0 dni na równiku; zaś 26,8 dnia pod szerokością 35° . Widzimy zatem, że słońce w różnych szerokościach heliograficznych obraca się wokół swej osi z różną szybkością kątową.

Podczas zaćmień słońca dawno zauważono, że wyrzuca ono z siebie ogromne słupy ogniste tak zwane *protuberancje*. Składają się na nie gazy, przedewszystkiem wodór, niektóre zaś

z nich zawierają parę metali. Szybkości, z którymi te cząsteczki gazowe są wyrzucane, sięgają 500 km. na sekundę. Obecnie wybuchy te widzieć możemy o każdej porze dnia i roku za pomocą s p e k t r o s k o p u.

Idea narzędzia tego jest bardzo prosta. Gaz rozżarzony wysyła światło tylko paru określonych długości fal. W zwykły sposób protuberancyj nie zobaczymy, bo oślepia nas światło słońca. Celem i zasadą spektroskopu jest usunięcie zbytecznych fal świetlnych. Przez to narzędzie możemy widzieć tylko fale dowolnie wybranej przez nas długości okresu. Tak na przykład, gdybyśmy mogli sfabrykować szkło kolorowe, które przepuszczałoby tylko promienie, właściwe wodorowi, a inne nie, zobaczylibyśmy protuberancje.

* * *

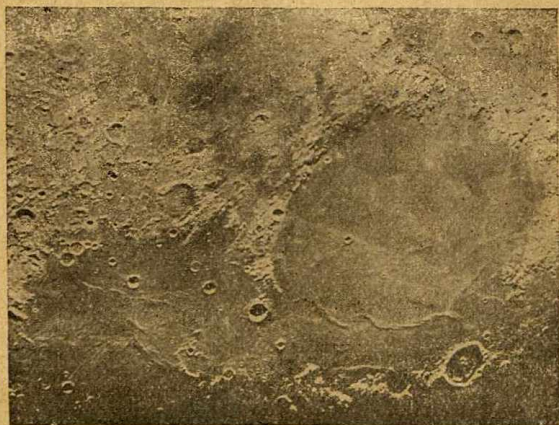
Najbliżej słońca, bo w odległości 0,39[2], krąży planeta Merkury. Promień jego 2421 km. obrotu dookoła słońca dokonywa on w 0,24 lat. Merkury nigdy nie oddala się zbyt od słońca, i na jego powierzchni nic dostrzedz nie można. Merkury, jak i następna planeta Wenus, okazują fazy.

W e n u s w odległości 0,7 jest znana wszystkim jako najjaśniejsza gwiazda nieba, g w i a z d ą p o r a n n ą lub wieczorną zwana. Rozmiary Wenus zupełnie są identyczne z ziemskimi. Powierz-

chnia Wenus pokryta gęstymi obłokami, okoliczność, która nie pozwala rozpoznać na niej czegokolwiek.

Dalej idzie nasza ziemia i księżyc — przedmieście ziemi, jej wierny towarzysz. Od księżyca dzieli nas tylko odległość 384 403 km.

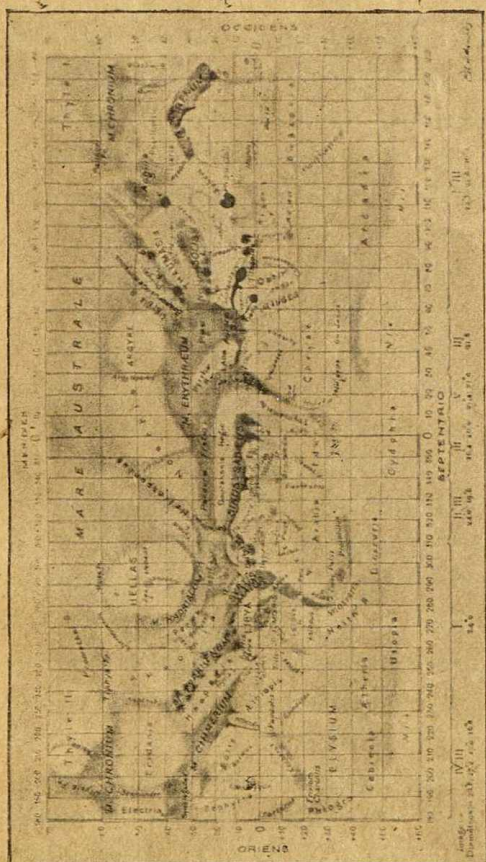
Światło przebiega tę drogę w sekundę czasu. Powierzchnia księżyca jest pokryta górami o charakterystycznym kolistem ugrupowaniu (kraterami) (rys. 3) lub równinami, nie ma tam śladu życia z braku zupełnego atmosfery.



Rys. 3.
Kraterzy na księżycu.

Następna planeta, Mars, krąży w odległości 1,5 od słońca. Rzadko kiedy zdarzają się kwestje, któreby tyle namiętnych sporów zrodziły, jak

zagadnienie słynnych kanałów Marsa i jego zaludnienia. Już przez lunetę małej siły, o 160 mm



Kys. 4.
Mapa Marsa.

otworu, widać wyraźnie morza, któremi Mars jest pokryty (rys. 4). Obiektem nadzwyczaj łatwym

dla obserwacji na Marsie są też śniegi polarne.

Ponieważ oś obrotu Marsa jest pochylona do płaszczyzny jego orbity niemal tak, jak oś ziemską do ekliptyki, a Mars ma ten sam okres obrotu wokół swej osi, co i ziemia, przeto układ pór roku jest tam bardzo zbliżony do ziemskiego. Rok Marsa jest dłuższy, bo liczy 1,9 roku ziemskiego.

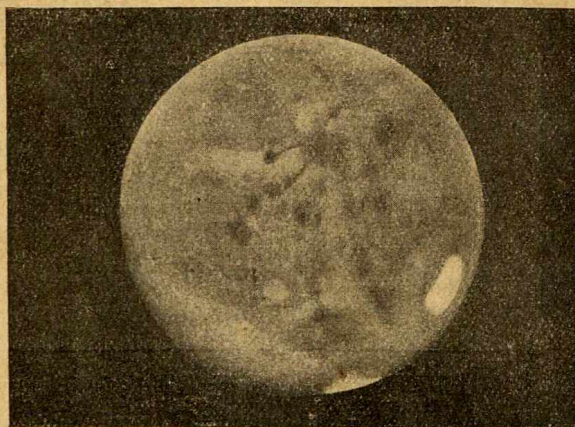
Lody polarne tak jak i na ziemi z początkiem lata zmniejszają się i topnieją [3]. Charakterystycznymi są morza Syrtis Major, Lacus Solis (oryginalny utwór czasem bardzo wyraźny czasem zgoła niewidzialny) zaś, rzecz dziwna, małe Fons Juventutis około Lacus Solis położony jest zawsze bardzo dla wzroku dostępny. Wyspa Hellas nad Syrtis Major często bywa pokryta szronem i błyszczy jak gwiazdka wśród ciemnego morza. Nadmienić wypada, że chmury i mgły często zasłaniają nam powierzchnię Marsa tak, iż dla dokonania dobrej obserwacji, nie wystarcza, aby u nas była pogoda: niemniej ważną jest pogoda na Marsie. Nie zawsze można ujrzeć wszystkie te detale na Marsie, które są oddane na mapie; momenty dogodne są tak rzadkie, że godzinami należy czekać przy okularze lunety na chwilę stosowną do obserwacji.

Nr 1
Przy obecnym stanie techniki obserwacyjnej zakłócenia w naszej atmosferze kładą kres sprawności lunet.

Budowanie soczewek o średnicy ponad metru sensu niema, albowiem uginają się one pod swym ciężarem i nie dają dobrych jasnych obrazów. Poza to grubość soczewek powoduje pochłanianie światła tak znaczne, że tracimy skutkiem ich grubości to, co zyskaliśmy z powodu powiększenia średnicy. Wprawdzie obecnie budują lustra ogromnej średnicy, ale służą one specjalnie dla obserwacji słabych obiektów i mgławic. Atoli nasza atmosfera nie pozwala nam niestety wyzyskać całej siły i tych lunet, które posiadamy, o ile chcemy obserwować przez nie szczegóły na tarczach planet. Tak np. refraktor 15 calowy Obserwatorium w Pułkowie łatwo zniósłby powiększenie 1000 krotne, jednak z powodu naszej atmosfery nigdy nie można stosować powiększenia ponad 500 krotne.

Zasłużony badacz Marsa, astronom Schiaparelli dostrzegł na Marsie czarne smugi przecinające jego lądy. Zapalone głowy chciały w tych smugach widzieć kanały irygacyjne, zbudowane przez rozumne istoty zamieszkujące Marsa. Jest to hipoteza bardzo ryzykowna. Nie odrzucając istnienia istot żyjących na Marsie, stwierdzić należy, że obiektywne dane o ich istnieniu dotychczas

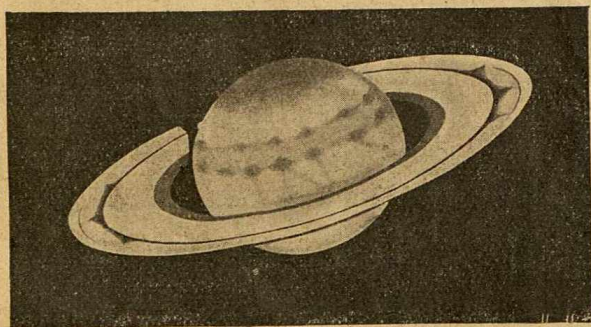
nie mamy; kanały bowiem zauważono nietylko na lądach; przecinają one i morza tej planety. Przez silne lunety owe kanały trudniej dostrzedz aniżeli przez słabe narzędzia. Prawdopodobnie mamy tu do czynienia ze złudzeniem oka. Rutynowani badacze Marsa, jak Cerulli, Antoniadis są zdania że kanały te powstają skutkiem złego nawyknienia oka do łączenia w linje proste detali, ułożonych mniej więcej prostolinijnie i leżących na granicy widzenia.



Rys. 5.
Mars.

Mars (rys. 5) jest dwa razy mniejszy od ziemi: promień jego wynosi 3392 km.

Dalej w oddaleniu 5,2 od słońca krąży planeta J o w i s z. Promień Jowisza jest jedenaście razy większy od promienia ziemi i wynosi 71 373 km. Czas obiegu wynosi około 12 lat. Obrót wokół swej osi dokonywa Jowisz w blisko 10 godzin. Ma on cztery księżyce, które krążą wokół niego; są one widoczne już przez lornetkę teatralną. Pięć innych księżyców zauważono zapomocą fotografii, ale są one bardzo słabo świecące.



Rys. 6.
Saturn.

Następną planetą jest S a t u r n (rys. 6) otoczony wspaniałym pierścieniem, który wisi nad jego równikiem. Odległość Saturna od słońca 9,5, promień 60 399 km. Analiza widmowa pozwoliła stwierdzić, że pierścień Saturna jest pyłkowaty, gdyż cząstki bliższe do planety poruszają się szyb-

ciej od dalszych. Odwrotne zjawisko miałoby miejsce, gdyby pierścień Saturna był jednolity.

Dwie następne planety Uran i Neptun nie przedstawiają nic godnego uwagi. Odległość ostatniego od słońca 30,1.

* *

Obecnie przechodzimy do systemu gwiazdowego. Ponieważ odległości gwiazd od nas są wprost niedostępne dla naszej wyobraźni, musimy wybrać większą miarę odległości dla uniknięcia cyfr zawrotnych. Jednostką takiej miary niechaj będzie rok świetlny. Światło w sekundę przebiega 299 860 km. i ażeby przebiec od słońca do ziemi potrzebuje 8 minut 18,6 sekund. Otóż najbliższa nam gwiazda Alfa Centaura leży od nas w odległości 4,3 lat świetlnych. Pomiar odległości gwiazd należy do najtrudniejszych zagadnień astronomji praktycznej i znamy bardzo niewiele gwiazd, których odległości są zmierzone.

Już Grecy starożytni podzielili wszystkie gwiazdy widzialne gołym okiem na sześć klas. Z wynalezieniem lunety liczba gwiazd ogromnie wzrosła.

Teleskopowe gwiazdy takż podzielono na klasy. Późniejsze pomiary fotometryczne wykazały, że gwiazda każdej klasy następnej jest 2,5 razy słabsza, niż gwiazda klasy poprzedniej.

Tak np. trzeba wziąć 2,5 gwiazd drugiej wielkości, aby otrzymać efekt jasności gwiazdy pierwszej wielkości. Na tej zasadzie mamy już pewne kryterjum dla sądu o stosunkowym oddaleniu gwiazd dwóch następujących po sobie klas. Jeżeli oddalenie gwiazdy pierwszej wielkości przyjmiemy równym jednostce, to, zakładając, że naogół gwiazdy mają tę samą siłę świetlną i biorąc pod uwagę, że siła ich świetlna słabnie odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu odległości, otrzymamy odległość gwiazdy drugiej w jednostkach odległości pierwszej (do dziesiątej ściśle)

$$\sqrt{2,5} = 1,6$$

Odległość gwiazd różnych klas można szacować i na mocy ich liczby, a to na zasadzie następującego rozumowania. Niechaj jakieś naczynie mieści jeden litr wody, drugie dwadzieścia siedem litrów. Ponieważ objętości są proporcjonalne do trzeciej potęgi wymiarów, to, o ile naczynia są podobne rzecz jasna, wymiary drugiego naczynia są trzy razy większe od wymiarów pierwszego. Weźmy w miejsce naczyń kule, zawierające wszystkie gwiazdy do klas n i $n + 1$. Niech liczba wszystkich gwiazd do klasy n będzie N_1 do klasy zaś $n + 1$ liczba N_2 . Jeżeli promienie kul oznaczmy przez R_1 i R_2 , to otrzymamy:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\sqrt[3]{N_1}}{\sqrt[3]{N_2}}$$

Na tej zasadzie obliczymy, ile razy dalej znajdują się gwiazdy każdej klasy następnej, aniżeli gwiazdy każdej klasy poprzedniej.

Utwórzmy tablicę liczb gwiazd poprzedzających daną klasę.

wiel-kość	N	wiel-kość	N	wiel-kość	N	wiel-kość	N
0.0	2	4.0	445	8.0	46.100	12.0	2.580.000
1.0	12	5.0	1460	9.0	139.000	13.0	5.970.000
2.0	39	6.0	4720	10.0	379.000	14.0	13.100.000
3.0	105	7.0	15.000	11.0	1.020.000	15.0	27.500.000

Widzimy zatem, że średnia liczba wszystkich gwiazd do wielkości $n+1$ jest 3.1 razy większa od liczby gwiazd do wielkości n . Zatem gwiazdy $n+1$ wielkości są dalej od gwiazd n wielkości do dziesiątych ściśle.

$$\sqrt[3]{3.1} = 1.5$$

Mamy tu ważną kontrolę tego, że cyfra, wprowadzona z hipotezy równej jasności gwiazd, jest prawdziwa. Z bezpośredniego pomiaru odległości gwiazd z grubsza oszacować można, że gwiazdy pierwszej wielkości są o 15 lat świetlnych

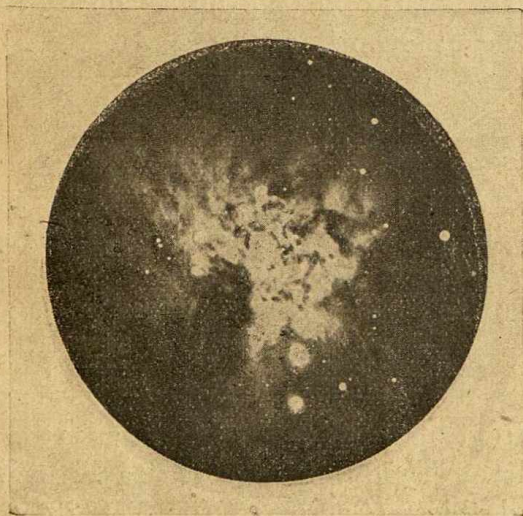
odległe od słońca, zatem gwiazdy siedemnastej wielkości są w odległości

$$R = 15 \times 1.5^{16} = 9855 \text{ lat świetlnych.}$$

Ciekawem jest, że gdyby oddalić słońce na odległość gwiazdy K a p e l l a, która błyszczy jako gwiazda pierwszej wielkości, zabłysło by ono skromnie zaledwie jako gwiazda piątej lub szóstej wielkości.

* * *

W ciemną noc letnią uwagę obserwatora przykuwa biały pas, który rozciąga się przez niebo



Rys. 7.
Mgławica Orjona.

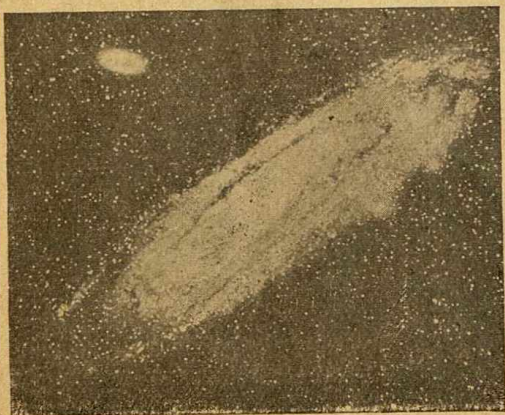
całe i który zwiemy drogą mleczną. Fotografia wykazała nam, że droga mleczna składa się z gwiazdek 16-17-18 wielkości. Poza wielkością 18 przyrost liczby gwiazd silnie spada, co wykazuje, że jesteśmy u granicy naszego systemu gwiazdowego. Powyżej wypowiedziane względy pozwalają zmierzyć promień drogi mlecznej na mniej więcej 30 000 lat świetlnych.

Fakt, że droga mleczna opasuje nasz system słoneczny dokoła, każe nam przepuszczać, że system gwiazdowy przedstawia z siebie soczewkę płaską, jak zegarek. W kant widzimy dużo gwiazd, na płasko znacznie mniej, stąd i efekt pasa świetlnego.

* * *

Prócz gwiazd widzimy na niebie mgławice i gwiazdozbiory. Mgławice dzielą się na dwie wręcz odmienne klasy. Do pierwszej należą mgławice nieregularne. Typową taką mgławicą jest mgławica Orjona (rys. 7, str. 21). Analiza widmowa uczy nas, że mgławice te składają się z gazów. Mgławice nieregularne należą niewątpliwie do systemu drogi mlecznej. Zupełnie inne są mgławice spiralne. Typową taką mgławicą jest mgławica w gwiazdozbiornie Andromedy (rys. 8, str. 23). Analiza widmowa wykazuje, że mgławice tego typu składają się z gwiazd, ale tak bliskich do siebie, że

odróżnić ich nie możemy. Mgławice te mają ogromne szybkości radialne, dochodzące do tysięcy kilometrów na sekundę i poruszają się zazwyczaj kantem, gdyż te, które widzimy na płasko, nie wykazują



Rys. 8.
Mgławica Andromedy.

zmiany odległości od nas. Odległości dzielące nas od mgławic spiralnych są olbrzymie. W drodze mlecznej, pewnie skutkiem zderzeń, zapalają się czasem nowe gwiazdy. Blaskiem przewyższają one najjaśniejsze gwiazdy nieba. W mgławicy Andromedy też zapalają się od czasu do czasu nowe, ale nigdy nie bywają one jaśniejsze od 14 wielkości.

Odległość niektórych gwiazd nowych, drogi mlecznej, jest nam wiadoma. Kombinując jasność gwiazd nowych w Andromedzie i jasnością naszych

i zakładając, że blask ich jest jednakowy, dochodzimy do zawrotnej cyfry, że odległość mgławicy Andromedy jest 600 000 lat świetlnych; zaś jej średnica 23 000 lat świetlnych. Mamy tu zatem inną, odległą drogę mleczną.

Ostatnim obiektem, który poruszymy, są tak zwane roje kuliste gwiazd. Są miejsca na niebie, gdzie gwiazdy są tak gęsto rozsiane, że całe pole widzenia silnego refraktora jest jakby zasypane piaskiem brylantowym.

Badania Shapley'a wykazały, że roje gwiazd kuliste są to utwory, które leżą poza drogą mleczną, ale w jej płaszczyźnie i przeważnie w stronie konstelacji strzelca. Ich odległość jest ogromna i wynosi minimum 100 000 lat świetlnych.

*

*

*

Smutnem jest zjawiskiem, że w Polsce zbyt słabe panuje zainteresowanie astronomją. Naród z którego wyszedł Kopernik, nie ma ani jednego obserwatorium, na poziomie nowoczesnej nauki stojącego. Teraz w rocznicę urodzin Kopernika czas jest naprawić ten brak dotkliwy. W kraju wybitnych romantyków musi się obudzić zamiłowanie do astronomji. A jej znaczenie jest przecież ogromne. Astronomja uczy nas rozróżniać to, co chwilowe, co przejdzie jak fala, od tego,

co jest wielkie i trwałe; ona stawia nas ponad drobiazgi życia codziennego. Chce się wierzyć, że czas tego materializmu, który teraz przeżywamy, przeminie, a wtedy zarzewie czystej nauki, które obecnie w Polsce ledwo tli, buchnie nagle jasnym i czystym płomieniem, i blaskiem swoim oświecili świat cały.



PRZYPISKI.

[1] Należy uprzednio osłonić oko szkłem czarnem i zredukować otwór obiektywu.

[2] Jako jednostka służy nam średnia odległość ziemi od słońca 149 500 000 km.

[3] Skład chemiczny białej substancji, którą nazywamy śniegiem na Marsie, jest nam nieznany.



br.470

FISZER I MAJEWSKI

KSIEGARNIA UNIWERSYTECKA

poleca

Wykłady powszechne

Uniwersytetu Poznańskiego.

- Nr. 1/2. Dobrzycki St., Prof. Dr., *O kołedach.* —.—
- „ 3. Szychliński Fr., *Pochodzenie dzisiejszego krajobrazu Polski*, z 13 rysunkami i 1 mapą. —.—
- „ 4. Marcinek St., Major, *Wojsko polskie w dobie powstania 1830/31*, z 9 rysunkami. —.—
- „ 5. Zaleski Bohdan, Prof. Dr., *Budowa wszechświata*, z 8 rysunkami. —.—
- „ 6. Gałęcki A., Prof. Dr., *Budowa materji*, z 9 rysunkami. —.—
- „ 7. Korczyński A., Prof. Dr., *Synteza organiczna w pracowni chemicznej i przyrodzie.* —.—
- „ 8. Friedberg W., Prof. Dr., *O wulkanach*, z 11 rysunkami. —.—

Dalsze tomiki w przygotowaniu.

