

569  
KSIĄŻKI DLA WSZYSTKICH

---

Prof. K. Martin

---

# GWIAZDY

ICH CECHY, PRZYRODA I RUCHY

przełożył z francuskiego

S. B.

---

WARSZAWA  
NAKŁADEM I DRUKIEM M. ARCTA

---

1903

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA  
im. Jerzego Giedroycia w Białymstoku



FUW0444677



Дозволено Цензурою.

Варшава, Апрелья 22 дня 1902 года.

365090

9-305/3014

10-

## WSTĘP.

«Gwiazdy, poezja nieba ...»

*Lord Byron.*

Zdaje się, że gwiazdy bywają najczęściej przedmiotem raczej kontemplacji, aniżeli studjów.

Te niezliczone punkty świecące, rozsiane po niebie w noc pogodną, nie tylko budzą naszą ciekawość, lecz i przejmują nas wzruszeniem.

Czarowny widok, jaki przedstawia usiane gwiazdami sklepienie niebieskie, bywał po wszystkie czasy źródłem natchnienia dla poetów, a na-

tury kontemplacyjne ze szczególnem upodobaniem biorą wygwieżdzone niebo za świadka cichych swych marzeń lub melancholijnej zadumy.

«W północną godzinę, woła lord Byron, sklepienie niebieskie usiane jest gwiazdami podobnemi do wysp świecących w łonie oceanu, zawieszzonego nad naszymi głowami. Któż, popatrzwszy na nie, mógłby zwrócić wzrok swój na ziemię, nie doznając uczucia głębokiego żalu?»

Istotnie, widok pięknej nocy jest czemś nieporównanem, i niema chyba nikogo, ktoby, w niektórych przynajmniej chwilach swego życia, nie odczuł całego jej czaru i tajemniczego powabu. Wspaniała jest wprawdzie blask naszej gwiazdy dziennej, lecz o ileż bardziej uroczą godzina, kiedy wraz z zagaśnięciem ostatniego odbłasku zorzy wieczornej, pojawiają się jedna za drugą gwiazdy, na podobieństwo ogników, zapalanych niewidzialną ręką w przestworach niebieskich. W tych samotnych godzinach nocy, zdala od

gwaru tego świata, w chwilowem oderwaniu się od zwykłych zatrudnień, dusza wchodzi w ściślejsze obcowanie z przyrodą, a tymczasem przed oczami roztacza się widok najwspanialszy, jaki tylko sobie można wyobrazić. Wyrażenie «zasłona nocy» jest tylko obrazem poetyckim często nieściśłym; prawdą natomiast jest to, że właśnie we dnie oślepiający blask słońca zakrywa przed nami część wspaniałości firmamentu.

Atoli nie tylko wzruszenie opanowuje nas na widok tych cudów. Budzą one w nas silną ciekawość, którą wiedza jedynie może się starać zaspokoić.

Przy rozpatrywaniu gwiazd, których blask i barwa zachwycają nas i dziwią nie mniej, aniżeli migotanie ich światła, nie unikając wzruszeń, przed któremi trudno jest obronić się duszy nieco wrażliwszej, zamierzamy przedewszystkiem starać się zbadać przyczyny zjawisk i pośród wielkiej tajemnicy, którą czujemy dokoła sie-

bie, szukać będziemy bodaj okruchów prawdy.

«Wyobraźnia gubi się — pisze O. Secchi — usiłując odkryć ślad jakiegoś prawa w nieskończonych zakrętach dróg, zakreślanych przez gwiazdy. Oko męczy się szukaniem i liczeniem, a umysł cofa się, jak przed niezgłębioną przepaścią...» To też nie wyobraźni bynajmniej zamierzamy dać się powodować. Jakkolwiek trudnem i skomplikowanym jest zadanie, nauka stara się jednak je rozwiązać; dając czytelnikowi na tych kilkunastu stronicach treściwy zarys obecnego stanu astronomji gwiazd, pragnęlibyśmy pokazać, w jakiej mierze udało jej się to uczynić. Nie dając się porwać wspaniałości widoku, będziemy żądali od nauki *wytłomaczenia* zjawisk.

Sądzymy, że książeczkę niniejszą może przeczytać z ciekawością każdy, kto nie jest zupełnie obojętny na to, co się dzieje w przyrodzie. Istotnie, zebraliśmy tu w krótkości główne wyniki, do których doszła wiedza, tudzież odpowiedzi, których jest ona

w możności udzielić na pytania, nasuwające się z konieczności każdemu myślącemu człowiekowi, przy spoglądaniu na firmament usiany gwiazdami. Zwolennicy cudowności znajdą tu także dość materiału do zadowolenia w samych li tylko wynikach naukowych. Uznaliśmy za stosowne nie wykraczać poza obręb tych wyników, usuwając na stronę wszelkie marzenia, którym może przyjemnie było by oddać się w zakresie takiego przedmiotu. Tym, którzy mogliby tego żałować, przypomnimy tylko znaną anegdotę, którą niegdyś opowiadał Arago.

Wielki Euler, który był bardzo pobożny, miał przyjaciela pastora w jednym z kościołów berlińskich. Pewnego razu przyjaciel ten uskarżał się przed genialnym matematykiem na obojętność swoich słuchaczy i rozpaczał, że nie udało mu się ich wzruszyć opisem cudów stworzenia. «Czy uwierzysz? mówił, usiłowałem przedstawić wszystko, co w tych cudach jest najwspanialszego, cytowałem starożytnych filozofów i samo Pismo Święte

i cóż? Połowa słuchaczy nie słuchała mnie wcale, druga połowa spała lub też wyniosła się cichaczem ze świątyni».

Wówczas Euler poradził przyjacielowi, żeby dał pokój opisom filozofów i Pisma Świętego, a natomiast żeby roztoczył przed słuchaczami świat astronomów, świat taki, jakim go nam przedstawiają badania naukowe.

Pastor usłuchał rady, i cóż się stało? W kilka dni potem Euler ujrzał znów swego przyjaciela «którego zamglone oczy i całe zachowanie się świadczyły o stanie blizkim ostatecznej rozpaczki». Zapytany o przyczynę, pastor zawołał: «Ach, drogi przyjacielu, jestem bardzo, bardzo nieszczęśliwy!». Wyobraź sobie, parafjanie moi zapomnieli zupełnie o szacunku, należnym świętemu miejscu, i pożegnali mnie oklaskami w kościele!»

Świat, który odkrywa wiedza, przewyższa powabem swym i poezją—nawet świat marzeń i rojeń najpłomniejszej wyobraźni. Słusznie też powiada Pascal «próżnobyśmy wydy-

mali pomysły nasze poza granice przestrzenne, jakie tylko sobie wystawić można — pozostałyby one zaledwie atomami w porównaniu z rzeczywistością».

I.

**Cechy gwiazd.—Stażność gwiazd.— Ruch  
całości.—Sfera niebieska i ruch dzienny.**

Obraz gwiazd nie ma wymiarów dostrzeżalnych. Jeśli chodzi tylko o odróżnienie gwiazd od planet, to prosta obserwacja przez teleskop średniej siły wystarcza często do rozstrzygnięcia kwestji. Główne planety przedstawiają się w tym wypadku w postaci zaokrąglonych krążków, których powierzchnia i wyrazistość rosną wraz z siłą, powiększającą przyrządu. Zupełnie inaczej rzecz się ma, gdy obserwujemy gwiazdę. Najpotężniejsze

teleskopy nie ukazały nam jej nigdy inaczej, jak w postaci świecącego punktu. A nawet—wynik to zdumiewający i nieoczekiwany dla osób nieobznajmionych z teorią instrumentów optycznych: — im teleskop jest potężniejszy, tem bardziej obraz gwiazdy, która zdaje się uciekać gdzieś wgłąb nieba, zbliża się do punktu geometrycznego. Przyczyna tego zjawiska leży w tem, że obserwacja przez teleskop zmniejsza tak zwaną irradjację, czyli rozpościeranie się promieni świetlnych, dzięki któremu gwiazdy, widziane gołym okiem, ukazują nam się w wymiarach powiększonych, dających się porównywać z wymiarami planet.

Chcąc dobrze zrozumieć ten fakt, że gwiazdy przedstawiają się oczom naszym, jako pozbawione wymiarów dostrzeżalnych, trzeba uprzytomnić sobie niesłychaną odległość, która dzieli nas od najbliższych z pomiędzy nich.

Pozostawiając jednak tymczasem na uboczu kwestję odległości gwiazd, po-

wiemy tylko mimochodem, że gwiazda, położona najbliżej ziemi, mianowicie gwiazda oznaczona grecką literą  $\alpha$  (czytaj alfa) <sup>1)</sup> w konstellacji Centaura, znajduje się (w liczbach okrągłych) 230 tysięcy razy dalej od nas, aniżeli my od słońca. Innemi słowy odległość tej gwiazdy od ziemi wynosi 5.000.000.000.000 mil geograficznych.

Ponieważ dość trudno jest przedstawiać sobie odległości, wyrażane w takich liczbach, przeto uciekamy się zazwyczaj w przypadku gwiazd do innej jednostki, mianowicie do prędkości światła. Światło gwiazdy, o której mowa biegnąc z prędkością 40.000 mil geograficznych na sekundę, dochodzi do nas nie prędzej, jak po upływie trzech lat i 8-iu miesięcy. Gwiazda polarna, która należy jeszcze do najbliższych, błyszczy w odległości 42 tryljonów mil, a promienie, przez nią wysyłane, wędrują do nas z górą 30 lat. Powrócimy jeszcze do tego przedmiotu.

<sup>1)</sup> p. mapa nieba na końcu książeczki.

Wobec tego przestajemy się dziwić, że na tych straszliwych odległościach pozorne wymiary gwiazd są żadne, chociaż wiemy, że rzeczywiste ich wymiary są bardzo znaczne. Tak np. rzeczywista średnica najświetniejszej gwiazdy, Syrjusza wynosi, podług Wollastona 4.000.000 mil geogr. t. j. przeszło 20 razy więcej niż średnica Słońca, przyczem średnica pozorna Syrjusza nie dosięga pięćdziesiątej części sekundy, czyli zamyka kąt widzenia, nie przenoszący

$$\frac{1}{50 \times 60 \times 60} = \frac{1}{180000} \text{ stopnia.}$$

W tych warunkach, gdy gwiazda nie posiada dostrzegalnych dla oka naszego wymiarów, siła powiększająca przyrządów przestaje nas interesować i traci wszelkie znaczenie. Jakakolwiek jest wartość (skala) powiększenia, przez którą pomnożymy zero, zawsze otrzymamy w iloczynie zero.

Można jeszcze wyrazić się inaczej

i powiedzieć, że teleskop, którego powiększenie wynosi 1.000, pozwala widzieć przedmioty tak, jakgdyby znajdowały się one 1.000 razy bliżej. Otóż przybliżenie takie nie jest bez znaczenia, gdy chodzi o odległości planetarne, jest natomiast znikomo małe w porównaniu z niesłychanym oddaleniem gwiazd, oddaleniem, które praktycznie biorąc, jest i pozostaje nieskończonem.

Dodać należy i to, że jeżeli planety główne dają w przyrządach obrazy powiększone, to większa część planet, których gołym okiem nie widać, ukazuje się w teleskopach także jako punkty świecące. Istotnie, oddalenie ich, będąc drobnostką w porównaniu ze straszliwymi przestrzeniami, w których gubią się gwiazdy, jest wszakże jeszcze wcale przyzwoite. Pomyślmy o tem, że ostatnie krańce układu planetarnego rozciągają się na 600 milionów mil geogr., licząc od słońca, i że, ażeby dojść do Neptuna, musielibyśmy odbyć drogę trzydzieści razy dłuższą od tej, która dzieli nas od

Słońca, a której długość wynosi przeszło 20 milionów mil geogr. Sześćset milionów mil geogr. to już kawał drogi dość okazały.

Prócz tego cechami swoistemi gwiazd są: stałość (niezmiennność) i migotanie, czyli mruganie.

Postaramy się dokładnie określić i wytłómaczyć te dwa terminy.

**Pozorna stałość gwiazd.** Nazwa gwiazd stałych jest bardzo starożytna. Pochodzi ona jeszcze z okresu pierwocin astronomji, i możnaby ją śmiało usunąć z nauki współczesnej. Ponieważ zachowano tę nazwę przez przyzwyczajenie, ważną jest przeto rzeczą określić dokładnie jej znaczenie. Chodzi tu jedynie o pozor, przekonamy się bowiem wkrótce, że i gwiazdy obdarzone są ruchem własnym, który dawniej przypisywano jedynie planetom; tylko że planety zmieniają miejsce bardzo wyraźnie, gdy tymczasem przesuwanie się gwiazd dostrzegamy z trudnością z powodu wielkiego ich oddalenia, z czego jednak nie wynika bynajmniej, żeby ru-



chy te były nieznaczące. Zauważymy nawiasowo, że słońce nasze, które jest także gwiazdą, posuwa się wraz z orszakiem swych planet z prędkością przeszło mili na sekundę.

Odległością kątową dwóch gwiazd nazywamy kąt zawarty pomiędzy promieniami wzrokowymi, przeprowadzonymi do tych gwiazd od oka obserwującego. Zmierzenie tego kąta nie przedstawia żadnych trudności. Otóż jeżeli pomiaru takiego dokonamy w rozmaitych porach dnia gwiazdowego dla jednej i tej samej pary gwiazd, to otrzymamy zawsze kąt jednakowy. Stąd to pochodzi nazwa gwiazd stałych.

Hipparch z Rhodosu, który żył na 120 lat przed Chrystusem, zestawiając wyniki takich pomiarów, przeprowadzonych dla wielkiej liczby gwiazd, zdołał otrzymać dokładny obraz niebios. Otóż obraz ten, który pochodzi z przed dwóch tysięcy lat, nie różni się prawie wcale od obrazu dzisiejszego. Wiadomo zresztą, że konstelacje, o których będzie mowa na innym miejscu, znane były w głębo-

kiej starożytności i że ukazują się nam dzisiaj w tej samej postaci, którą posiadają w opisach starożytnych autorów. Istotnie, ponieważ odległości względne pomiędzy gwiazdami nie zmieniają się, przeto i całe grupy gwiazd zachowują na sklepieniu niebieskim konfigurację stałą albo prawie stałą. Potrzebaby wieków całych na to, żeby móc wykryć jakąkolwiek zmianę, a w dodatku potrzebaby obserwacji niesłychanie ścisłych, sposobów subtelnych i przyrządów niezmiernie czułych. Z pomiędzy gwiazd, których ruch udało się stwierdzić, niema ani jednej — przekonamy się o tem niebawem — której przesunięcie wyniosłoby więcej niż 8" na rok. Tę pozorną nieruchomość, której głównym powodem jest perspektywa, wynikająca z wielkiego oddalenia, po części należy także przypisać krótkości okresów, które mamy do swego rozporządzenia. Nieruchomość ta znikłaby, gdyby ściśle obserwacje mogły objąć dostatecznie długi przeciąg czasu.

«Wyobraźmy sobie na chwilę, powiada Humboldt, że wzrok nasz, przekraczając granice widzenia teleskopowego, nabiera potęgi nadprzyrodzonej, że nasze poczucie czasu pozwala nam objąć i niejako skoncentrować największe okresy czasu. Natychmiast znika bez śladu pozorna nieruchomość, panująca pod sklepieniem niebieskim. Niezliczone gwiazdy mkną na podobieństwo tumanów kurzu... błędne mgławice zgęszczają się lub rozpraszają, droga mleczna rozdziela się miejscami na podobieństwo pasa, rozdieranego w strzępy, wszędzie, w przestrzeniach niebieskich panuje ruch, podobnie jak panuje na ziemi...»

Ruch jest w samej rzeczy prawem wszechświata. Wszystko dokoła nas jest w ruchu, wszystko zmienia się. Pozorna niezmiennosc rzeczy jest zwo-dniczem złudzeniem, wynikajacem z krótkości obserwacji ludzkich, chociaźby na nie złożyły się liczne pokolenia. Pod tym względem podobni jesteśmy do owych owadów, zwanych efemerydami lub jętkami, których ży-

cie ogranicza się do niewielu chwil. Dla istot tych słońce nie zmienia swego miejsca na niebie.

«Gdyby trwanie życia ludzkiego, pisał Lamarck w kwestji ewolucji jestestw, nie przenosiło jednej sekundy, i gdyby istniały przytem nasze dzisiejsze zegary nakręcane i poruszające się, to osobnik naszego gatunku, obserwujący strzałki, nie mógłby dostrzedz ich ruchu w przeciagu całego swego życia. Szereg obserwacji czynionych przez 30 pokoleń, jeszczeby nie mógł dostarczyć przekonywającego dowodu, świadczącego o zmianie miejsca strzałek, ponieważ przesunięcie ich za czas, nie przenoszący pół minuty, byłoby zbyt drobne, by je można - dobrze uchwycić. Gdyby zaś obserwacje, o wiele dawniejsze wykazały, że strzałka istotnie zmieniała miejsce, to ci, którymby o tem powiedziano, nie chcieliby temu wierzyć i byliby gotowi przypuścić raczej jakąś pomyłkę, ponieważ sami nie oglądali nigdy strzałki w ruchu.»

Tę samą myśl wyraża dowcipnie

Fontenelle, przypisując róży, której życie sprowadza się do jednego poranka, następujące powiedzenie: «Nigdy za pamięci róży nie widziano, by umarł ogrodnik.»

Uwagi te powinny nas skłonić do wielkiej oględności w sądach. Astronomja, podobnie jak geologja, a może więcej jeszcze, przekonywa nas o ważnej roli czasu, przyzwyczajają ona nas do uważania obserwowanych zjawisk nie za stan ostateczny, lecz tylko za pewne stadjum w rozwoju wszechrzeczy i do przypisywania obserwacjom jednego pokolenia względnej jedynie wartości. Jako świadkowie krótkiej chwili, nie mamy prawa zaprzeczać istnienia ruchu dlatego tylko, że mierzony skalą życia ludzkiego, ruch ten jest bardzo powolny. Niezrozumienie tej prawdy doprowadziło starożytnych do przyjęcia teorii niezmienności nieba — teorii, która długo bardzo powstrzymywała postęp wiedzy. Dziś od poglądu tego odbiegliśmy daleko. Nazywając gwiazdy *stalemi*, rozumie-

my przez to poprostu ten fakt, że *ruchu ich nie dostrzegamy*.

Jedynie gromadząc i zapisując starrannie obserwacje, można wiekom przyszłym dać sposobność do zauważenia (przez porównanie danych, zebranych w ciągu długich okresów czasu) drobnych zmian, których nie mogą dostrzedz pokolenia żyjące podczas zachodzenia tych zmian.

**Mapa fotograficzna nieba.** Do tego celu zmierzają dziś usiłowania uczonych.

Parafrazując znane słowa Karola V-ego, można obecnie powiedzieć, że niema gwiazdy, któraby zachodziła w państwie astronomów, albowiem każda z nich, zaledwie zniknąwszy z nieba, należącego do jednego badacza, podpada pod teleskop drugiego. Tyle w terażniejszości.

W przyszłości można oczekiwać najpomysłniejszych wyników od postępów fotografii. Udoskonalenia, dokonane zarówno w budowie przyrządów jak w czułości płytek, uczyniły wykonalnym zamiar, który byłby bez-

wątpienia zadziwił Daguerre'a i bezpośrednich jego następców—mianowicie zamiar odfotografowania nieba i gwiazd. Ta myśl nakreślenia mapy fotograficznej nieba gwiazdzistego i otrzymania tem samym niejako mapy geograficznej firmamentu musi zdaniem naszym obfite wydać owoce. W każdym z obserwatorów, rozmieszczonych po różnych częściach świata, astronomowie wycelowują swe przyrządy na części nieba, które są dla nich widzialne, i wyznaczają granice swych działek z niezmierną dokładnością. Skoro praca ta zostanie ukończona, wystarczy zestawieć razem kilka tysięcy otrzymanych odbitek, by wzbogacić wiedzę o dzieło wielkiej doniosłości.

Podobna mapa, mówił admirał Mouchez, przekaże przyszłym wiekom stan nieba z końca XIX stulecia. Porównanie jej z mapami, które można będzie robić w epokach coraz to odleglejszych, pozwoli astronomom przyszłości stwierdzić wiele zmian w położeniu i wielkości ciał niebieskich, zmian,

których powstawanie dziś zaledwie podejrzujemy, a które staną się z pewnością źródłem nieoczekiwanych faktów i ważnych odkryć.

**Ruch dzienny.** Być może, nie będzie rzeczą całkiem zbyteczną ostrzedz czytelnika przed pomieszaniem pojęć, którego skutki mogłyby być fatalne.

Powiedzieliśmy, że, pomimo swej pozornej stałości, gwiazdy wbrew temu, co sądzono o tem dawniej, nie są całkowicie pozbawione *ruchów własnych*. Atoli ruchy, tak trudne do wykrycia z powodów, o których mówiliśmy wyżej, nie mają absolutnie nie wspólnego z *ruchem całości*, który unosi wszystkie bez wyjątku gwiazdy ze wschodu na zachód, przyczem obieg całkowity dokonywa się w przeciagu doby.

Dla nieruchomego obserwatora, stojącego na nieruchomej ziemi, wszystko odbywa się tak, jakgdyby całe sklepienie gwiazdziste obracało się ze wschodu na zachód dokoła osi, przechodzącej przez oko obserwatora i pewien punkt stały, położony w sąsiedz-

twie gwiazdy polarnej, pociągając za sobą *wszystkie* gwiazdy, które wydają się przytwierdzonemi do tego sklepienia.

Starożytni nie podejrzewali własnego ruchu gwiazd. Natomiast ruch całości, ruch bardzo widoczny, nie mógł ujść ich uwagi.

Ruch ten znany jest każdemu. Wystarczy porównać w rozmaitych godzinach nocy kierunek, w którym gołem okiem widzimy pewną gwiazdę, z kierunkiem, w którym widzimy jakiś przedmiot ziemski, np. wierzchołek drzewa lub strzałkę na szczycie wieży, by stwierdzić, że kąt przez te dwa kierunki utworzony, zmienia się w sposób ciągły. Zjawisko staje się bardziej jeszcze uderzającym, jeżeli obserwować gwiazdę przez teleskop: widzimy wówczas, jak gwiazda szybko przebiega przez pole widzenia przyrządu, pozostającego w spoczynku, i znika.

To, co jest prawdą dla jednej gwiazdy, okazuje się prawdziwem i dla wszystkich innych, a następstwem te-

go jest fakt, że wszystkie konstellacje czyli gwiazdozbiory razem wzięte unoszone są ruchem wspólnym, gdy tymczasem figury, przez nie utworzone, nie ulegają odkształceniu, ponieważ wzajemne odległości pomiędzy gwiazdami pozostają, jak powiedzieliśmy, niezmiennemi.

Uwagi poprzednie powinny, zdaje się, usunąć wszelką dwuznaczność i ustalić wyraźną różnicę, którą należy czynić pomiędzy *własnymi* ruchami pojedynczych gwiazd a ich *ruchem wspólnym*. Ten ostatni ruch nosi w kosmografji miano *ruchu dziennego*.

**Sfera niebieska.** Coprawda, to ruch ten możnaby wytlómaczyć równie dobrze przesuwaniem się gwiazd, jak i obrotem ziemi. Bez bliższego rozpatrzenia sprawy, niema żadnego powodu do przyjęcia raczej jednego niż drugiego z tych dwóch tłumaczeń.

Gdyby sklepienie niebieskie było rzeczywiście, jak sądził Anaximenes<sup>1)</sup>,

W CHOROSZCZY

<sup>1)</sup> Filozof grecki, żył w VI wieku przed Nar. Chrystusa.

mocną kopułą (po grecku στερέωμα, po łacinie firmamentum), należąca do kryształowej sfery, do której byłyby przytwierdzone gwiazdy, to zapewne nie byłoby rzeczą bardziej nierozsądną przypuścić raczej ruch tej sfery aniżeli ruch ziemi. Wiemy atoli, że tak nie jest. Mamy wszelką pewność, że gwiazdy unoszą się swobodnie w przestworach niebieskich na odległościach, które są wszystkie straszliwe, lecz bardzo niejednakowe dla różnych gwiazd.

By zdać sobie sprawę z różnaitości dróg, przebieganych przez te gwiazdy w ruchu (którego przyczyna pozostawaby niewytłómaczoną), tudzież z jednodajności czasu, zużytego na przebieżenie tych dróg, tak rozmaitych, już z powodu samej tylko różnicy odległości, trzebaby (że już pominiemy inne trudności) wyobrazić sobie różnice w prędkości równie olbrzymie, jak niemożliwe do wytłómaczenia. Prędkość, w którą należałoby wyposażyć gwiazdy, o których wiemy, że są od nas niesłychanie daleko, przechodzi

wszelkie granice możliwości mechanicznej <sup>1)</sup>.

Jest to, (zaznaczamy to nawiasowo), jeden z powodów, które doprowadziły do tego, że samej ziemi przypisano ruch obrotowy, ruch odbywający się w kierunku odwrotnym do kierunku, w którym gwiazdy zdają się poruszać na niebie, t. j. z zachodu na wschód.

Lecz nie jest to powód jedyny. Pośpieszmy dodać, że kształt naszej planety, która jest tak zwaną elipsoidą obrotową, spłaszczenie biegunów, odchylenie, któremu ulegają ciała, spadające ze znacznej wysokości, pozorny obrót płaszczyzny wahań wahadła (doświadczenie Foucault'a) są to wszystko dowody bezpośrednie, które dowiodły rzeczywistości ruchu ziemi i uczyniły pewnem to, co przedtem było jedynie hipotezą możliwą, zgodną z faktami zaobserwowanemi.

Atoli dzisiaj niema już potrzeby na-

<sup>1)</sup> Gdyby Syrjusz miał obracać się dokoła ziemi w przeciagu 24 godzin, musiałby przebywać  $1\frac{1}{2}$  miljarda mil geogr. na sekundę!

legać na to wszystko; kwestja jest już oddawna przesądzona, i sądzimy, że nikt chyba nie wątpi o rzeczywistości ruchu naszej planety.

«A ziemia, dniem i nocą pędząc wkoło osi, Galileusza z sędzią jego pospołu unosi».

A zatem ruch dzienny sklepienia niebieskiego jest także tylko pozorem. Bądź jak bądź, w nauce kosmografji korzystniej jest rozpatrywać ziemię, jako *środek* nieruchomej kuli o olbrzymim promieniu, na której powierzchni przez sam fakt widzenia *rzucamy* perspektywicznie (porównaj dalej figurę) <sup>1)</sup> każdą gwiazdę w kierunku jej promienia świetlnego. Albowiem chociaż wiadomo nam jest, że przestrzeń nie ma granic, a gwiazdy pograżone są w przestworze niebios na rozmaitych głębokościach, to jednak nie ostrzegają zmysłów naszych o różnicy w odległościach, którą wykrywa dopiero rozumowanie. Oko nasze *widzi* wszy-

<sup>1)</sup> Rosyn młodszy.

stkie gwiazdy w jednakim oddaleniu.

Sferą niebieską nazywamy ową utworzoną w myśli naszej kulę, na której rozmieszczone są gwiazdy.

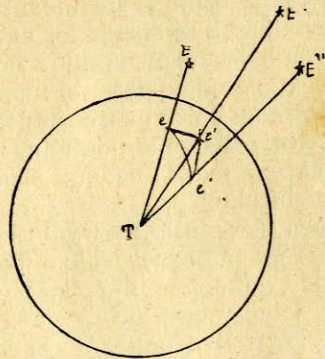


Fig. 1.

Tym sposobem w praktyce, gdy chodzi nie o odległości, lecz o kierunki, zastępujemy w myśli położenia prawdziwe gwiazd *E, E', E''* ich *rzutami* *e, e', e''* na powierzchnię owej idealnej kuli (fig. 1). Wówczas odległości kątowe pomiędzy temi gwiazdami mierzą się łukami wielkich kół, takimi jak *ee'*.

Widzieliśmy, że wielkość tych odległości pozostaje niezmienną i to całkiem niezależnie od tego, który punkt kuli ziemskiej obierzemy za punkt obserwacyjny. Taka niezmienność jest w takim tylko razie możliwą, jeżeli wymiary kuli ziemskiej są znikomo drobne w porównaniu z odległościami, które oddzielają od nas gwiazdy. W tem przypuszczeniu mieści się usprawiedliwienie poglądu na ziemię, jako na *punkt*, będący środkiem sfery niebieskiej <sup>1)</sup>.

W obec tego dość jest wyobrazić sobie, że sfera ta obraca się ze wschodu na zachód dokoła osi świata, pociągając za sobą wszystkie gwiazdy, do niej «przycięte», a będziemy mieli wytłumaczenie wszystkich pozorowanych ruchów gwiazd.

*Wszystko, w samej rzeczy, odbywa się tak, jak gdyby rzeczywiście istniała taka*

---

<sup>1)</sup> Na odległości najbliższej ziemi gwiazdy wyglądałyby tak, jak dziesiąta część milimetra, widziana z odległości 70 mil. geogr.

*obracająca się sfera.* Dokoła jednej nieruchomej gwiazdy firmamentu wszystkie inne zakreślają prawie dokładne koła i to koła tem większe, im są dalej od osi obrotu, która zawsze zdaje się przechodzić przez oko obserwatora. Na tych to pozorach, ze względu na wielką jasność wykładu, nauka kosmografji buduje swoje rozumowania, nie przypisując, rzecz prosta, bytu realnego istnieniu i ruchom sfery niebieskiej.

Ta idealna sfera niebieska, czysty wytwór myśli naszej, nie istnieje w rzeczywistości i nie jest bynajmniej — czyż trzeba jeszcze dodawać? — jakąś pozostałością owych kryształowych niebiosów, w których istnienie wierzyli astronomowie starożytni i średnio-wieczni. Te niebiosa wieloliczne (liczbę ich zwiększano za każdym razem, gdy wypadło wytłumaczyć nową jakąś właściwość ruchu gwiazd) były, jak mniemano, powkładane jedne w drugie, i ostatnie krańcami swemi grani-



czyły z *empireum*, czyli miejscem pobytu Boga <sup>1)</sup>.

Z całej tej skomplikowanej maszyny, dzięki której świat miał wyglądać jak owe starożytne przyrządy kosmograficzne, zachowane w muzeach naszych obserwatorów, nie pozostało i śladu od czasów Kopernika i Galileusza.

## II.

**Migotanie.**— **Gwiazdy różnych wielkości.**— **Szczegółowe badanie gwiazd.**— **Zasady uranometrii.**— **Pomiary fotometryczne.**— **Katalogi (Spisy).**

**Migotanie.** Jest to z pewnością jedno z najciekawszych zjawisk, jakie obserwujemy na niebie. Widzimy, że «gwiazda raptem zaczyna rzucać szereg przerywanych błysków o-

---

<sup>1)</sup> Do 12 niebiosów kryształowych, powszechnie znanych, niektórzy autorowie dodawali nowych sklepień bez liku. Eudoksos przypuszcza 23 sklepienia, Aristoteles 47, Frascator 70.

gniowych, dzięki którym możnaby przypuścić, że się rusza, gdyby nie to, że część rozpłomieniona pozostaje niezmienną, nie tracąc nic ze swej niebieskiej substancji» <sup>1)</sup>.

Jest rzeczą godną uwagi, że język obrazowy, w który myśl swą przyoblekł poeta, posiada dokładność, nie raz trudną do znalezienia u wielu autorów, którzy to samo zjawisko opisywali z punktu widzenia naukowego. Tymczasem, w opisach tego rodzaju nie można być nigdy dość dokładnym, i nie ulega wątpliwości, że z powodu braku tej zalety wielu znakomitych uczonych podawało całkiem błędne rozwiązania tego subtelnego zagadnienia.

Kwestja, umiejętnie postawiona, jest kwestją nawpół rozwiązaną. Zamierzając podać tutaj hipotezy, przyjęte w celu wyjaśnienia tego dziwnego zjawiska, zaczniemy od starannego ro-

---

<sup>1)</sup> Dante. Raj XV.

34 —  
zejrzenia się w dostrzeganych faktach.

Posłuchajmy tego, co sądzą o tem dwaj uczeni, którzy ze szczególną starannością badali tę kwestję, t. j. Arago i O. Secchi.

Podług tego ostatniego obserwatora «światło wypada z gwiazdy raz żywo, raz słabo błyskami przerywanymi, raz białe, raz zielone lub czerwone, podobne do iskrzących się ogni dobrze oszlifowanego djamentu.»

Oto, co mówi o tem Arago: «dla ko- goś, co patrzy na niebo *golem okiem*, migotanie polega na bardzo częstych zmianach w blasku gwiazd. Zmianom tym towarzyszą zazwyczaj, prawie zawsze, zmiany w zabarwieniu, tudzież niektóre inne objawy drugorzędne, będące bezpośrednimi skutkami wszelkiego zwiększania się lub zmniejszania się natężenia światła, a więc znaczne zmiany w pozornej średnicy gwiazd lub w długościach rozchodzących się promieni, które zdają się wyskakiwać ze środka i biec w różnych kierunkach».

35  
Zarówno w jednym jak w drugim z tych opisów uderza nas przedewszystkiem jedna okoliczność, a mianowicie zmiana zabarwienia, której zdaje się doznawać gwiazda.

Jest to pierwszy punkt ważny, który należy zapamiętać. Tak więc migotanie polega nie tylko na zmianach w natężeniu wysyłanego światła, jak to jest powszechnem mniemaniem. Światło to nie poprzestaje na drganiu i chwianiu się, lecz rozkłada się częściowo, wytwarzając rozmaite, szybko zmieniające się zabarwienia.

Zresztą, spostrzeżenie to, acz mniej powszechnie znane, nie jest nowe. Jak to zauważył *Babinet*, jedna z nazw, którą nadali Arabowie Syrjuszowi, brzmi *Barakesz*, co znaczy *gwiazda tysi- ciobarwna*.

Podług Keplera «gwiazdy Wielkiego Psa (Syrjusz) i Arktur ( $\alpha$  w konstelacji Wolarza) oblekają się kolejno *we wszystkie barwy tęczy*.»

Fizyk angielski Hooke powiada: «Można zauważyć, że gwiazdy migocą rozmaitemi barwami, tak iż czasem

wydają się czerwonymi, innym razem żółtymi, niekiedy zaś niebieskimi.» Możliwość wypisać dużo podobnych cytat, które dowodzą, że zmiana barwy gwiazd podczas migotania oddawna zwróciła na siebie uwagę uczonych.

Powiedzieliśmy, że migotanie należy do cech charakterystycznych dla gwiazd. Czy znaczy to, że planety nie migocą wcale?

Jest to także punkt, który należy określić dokładnie. Ponieważ większość planet nie migocze wcale, lub migocze bardzo nieznacznie, przeto niektórzy uczeni doszli do przekonania o rzekomem nieistnieniu zjawiska, które w rzeczywistości jest tylko rzadkie i trudne do uchwycenia. Tym sposobem niektórzy znakomici nawet badacze, niesłusznie uogólniając brak migotania u pewnych planet, wyciągnęli stąd wniosek, że światło pożyczane, jakim jest światło planet, nie daje się pogodzić z migotaniem.

Był to wniosek całkiem mylny, do którego obalenia wystarczyłaby uwaga Hooke'a: «obserwowałem nieraz,

powiada on, migotanie światła słonecznego, *odbitego* od szyby okiennej».

Z drugiej strony, Scheiner zauważył również, że «obrazy słońca, *odbite* przez złocene kule dzwonnice kościelnych, zdają się drżeć i skakać w kierunku od góry ku dołowi. Zastanawiając się nad okolicznościami, towarzyszącymi tym dwóm obserwacjom, nie omieszkamy zauważyć, jak to uczynił Arago, że w obu wypadkach obraz słońca, widziany przez obserwatora, mieścił się pomiędzy bokami bardzo niewielkiego kąta, t. j. zamykał bardzo mały kąt widzenia.

Wobec tego nasuwa się pytanie, czy czasem drobne wymiary obrazu nie odgrywają pewnej roli w obserwowanym zjawisku? Czy powodów różnicy w zachowywaniu się gwiazd a planet nie należy szukać raczej w różnicy ich pozornych średnic, aniżeli w rodzaju wysyłanego światła?

Bądź jak bądź, faktem jest, że nie wszystkie planety zachowują się pod tym względem jednakowo. Migotanie, które u Jowisza zaledwie daje się u-

chwycić (Jakób Cassini zapewnia np. że gwiazda ta nie migoce nigdy), jest bardzo widoczne u Merkurego. I u Marsa nie dostrzega Cassini migotania, będąc w zupełnej sprzeczności z Szymonem Marjuszem, który ze względu na omawiane przez nas zjawisko daje Marsowi pierwsze miejsce po Merkury i Wenerze. Tycho i Kepler przypisują Marsowi migotanie słabe. Tak też jest w istocie.

Z powyższego krótkiego zestawienia zdań widać, jak wielka jest niezgodność w samych obserwacjach. Jeśli więc prawdą jest, że niektóre planety nie są całkiem pozbawione zdolności do migotania, to w każdym razie zjawisko to nie jest u nich ani tak wyraźne, ani tak ogólne, jak u gwiazd, co do których wszyscy są jednego zdania.

Zauważymy prócz tego, powiada Arago, że w migotaniu planet żaden astronom nie dostrzegł owych zmian w zabarwieniu, które cechują migotanie gwiazd. Chodzi tam jedynie o zmiany w natężeniu światła.

To wystarczy do odróżnienia na niebie planety od gwiazdy. Niektóre małe gwiazdy migocą tak silnie, że chwilami gwiazda zdaje się znikać zupełnie. Nic podobnego nie zdarza się nigdy u planet.

Dodajmy jeszcze, że nie wszystkie gwiazdy migocą jednakowo, że u jednej i tej samej gwiazdy natężenie zjawiska jest rozmaite, zależnie od jej wysokości, a przedewszystkiem od *stanu atmosfery*. Humboldt zapewnia, że w krajach podzwrotnikowych migotanie gwiazd zapowiada na kilka dni naprzód nadejście pory deszczowej.

Z drugiej strony czytamy w *Astronomji fizycznej* Biot'a: «migotanie daje się zauważyć głównie w okresach wielkiej suszy, poprzedzających silne deszcze. Drżenie gwiazd jest wtedy tak wyraźne, że staje się sygnałem ostrzegającym dla marynarzy».

Te ostatnie uwagi, któremi zakończymy opis zjawiska, naprowadzić już nas mogą na przypuszczenie, że wbrew temu, co sądził Kepler, nie chodzi tu o rzeczywiste zmiany w gwieździe,

lecz że przyczyny zjawiska szukać należy na drodze promieni świetlnych, które, wybiegłszy z gwiazdy, kierują się ku oczom naszym.

**Teorje migotania.** Ponieważ samo zjawisko znane było już w głębokiej starożytności, przeto należy oczekiwać, że niemało przedstawiono teorji, mających je wyjaśnić. Wszelako nie zdziwimy się zbyt, gdy się dowiemy, że większość z pomiędzy tych wyjaśnień, powstałych w czasach, gdy nauka nie rozporządzała jeszcze tak doskonałemi środkami badania, jakie posiada dzisiaj, że większości tych wyjaśnień, powiadamy, niepodobna dzisiaj przypisać poważniejszego znaczenia.

W naukach ścisłych bardziej, niż w jakiegokolwiek innej dziedzinie wiedzy, z wszelką słusznością powiedzieć można, że starożytność pewnej teorji niekoniecznie bywa dobrą rekomendacją.

Gdybyśmy chcieli, idąc za rozkazem starożytnej scholastyki, zasięgnąć rady Arystotelesa, to w drugiej księ-

dze o Słońcu znaleźlibyśmy zdanie następujące: «Wzrok, rozciągając się daleko, chwieje się wskutek swej słabości, a to chwieianie się jest przyczyną pozornego migotania gwiazd, tudzież tego, że planety nie migocą; albowiem planety znajdują się od nas blisko. Drżenie naszego wzroku powoduje to, że wydaje się nam, jakoby gwiazdy ruszały się. Albowiem skutek jest ten sam, czy się porusza wzrok, czy też widziany przedmiot».

Chociaż wyjaśnienie to nie jest właściwie wyjaśnieniem, niemniej przeto przytaczamy je chętnie, ponieważ wykazuje ono dobrze tę naturalną, acz przykrą zależność, w jakiej zostaje z konieczności wszelka teorja od wyobrażeń naukowych swojej epoki. Odbija się na niej nieodzownie niedoskonały stan wiadomości współczesnych; to też chcąc dobrze zrozumieć powyższą cytate, należy uprzytomnić sobie to, że w owych czasach widzenie tłómaczono sobie wysyłaniem promieni, idących od oka aż do zetknięcia z widzianym przedmiotem. W tem

mniemaniu było rzeczą naturalną przypuścić, że takie «macki», które człowiek z oczu swoich wyrzucał z wielką pewnością siebie, gdy chodziło o małe i średnie odległości, poczynały się chwiać, skoro wypadło sięgnąć niemi do tych straszliwych odległości, gdzie się mieszczą gwiazdy.

Bądź jak bądź, ostatnia uwaga, którą kończy się przytoczone miejsce, jest bardzo bystra i ma pewne pokrewieństwo z teorjami, wyznawanemi przez znakomitych uczonych znacznie później. Tak np. Scheiner przypuszcza, że przyczyną migotania jest chwilowa, przerywana nieobecność obrazu w oku, wywołana przez pojawienie się jakiejś pary na drodze promienia. Zarówno jeden, jak drugi pogląd przyznaje, że siedliskiem zjawiska nie jest sam obserwowany przedmiot i że nie chodzi tu o *rzeczywistą zmianę* w gwieździe. A to jest zgodne z prawdą.

Nie ulega żadnej wątpliwości, że zjawisko odbywa się nie w gwieździe, lecz na drodze jej promieni, poprzez

przestrzeń, która dzieli gwiazdę od naszego oka. Różnice w migotaniu, zaobserwowane w różnych klimatach, a także zmiany, odpowiadające zmianom stanu atmosferycznego, dowodzą tego w sposób niewątpliwy. Omylił się co do tego wielki Galileusz, dla którego migotanie było wynikiem przerw w wysyłaniu światła, a zatem zmianą rzeczywistą.

Wreszcie, by nie przedłużać zbytnio tego przeglądu teorji, przyjętych w starożytności, przytoczymy w końcu zdanie Kartezjusza, który, znajdując się pod wpływem teorji *wirów*, mniema, że promienie światła, przerywając się przez takie wiry, ulegają pewnym zmianom, podobnie jak to ma miejsce z «obrazem księżyca, odbitym od powierzchni jeziora, pomarszczonej od powiewu wiatru.»

Chcąc się zapoznać z wyjaśnieniami, które podaje nauka dzisiejsza, należy się zwrócić do dzieł takich badaczy, jak Arago, Wolf i O. Secchi, gdzie poglądy te wyłożone są szczegółowo.

Słynna teoria Franciszka Arago wyjaśnia w sposób bardzo dowcipny wszystkie okoliczności, towarzyszące migotaniu. Opiera się ona na pewnych zjawiskach optycznych, których wyklądać tutaj, niestety, nie możemy. Powiemy tylko, że przyczynę migotania teoria ta widzi w *interferencji*, t. j. we wzajemnem wzmacnianiu się lub osłabianiu promieni świetlnych, wysyłanych przez gwiazdę.

Przy pomocy tej teorii Arago zdołał wytłómaczyć jednocześnie zmiany blasku i zmiany barwy.

Prócz tego, opierając się na tem, że *małe wymiary* pozorne gwiazdy są dla zjawiska *warunkiem koniecznym*, teoria ta tłómaczy, dlaczego planety nie migocą wcale lub prawie wcale, i prowadzi do wyniku, że w przypadkach migotania planet zjawisko powinno ograniczać się wyłącznie do brzegów tarczy lub sierpa, gdy tymczasem środkowa część tarczy winna błyszczyć światłem białem i jednostajnem. Doświadczenie potwierdza w zupełności te przewidywania.

**Obserwacja za pomocą przyrządów.** Migotanie widoczne jest nie tylko dla gołego oka.

Rzecz szczególniejsza, Newton sądził, że migotanie nie istnieje w lunetach. Jestto błąd dość rozpowszechniony. W rzeczywistości rzecz ma się wprost przeciwnie, jak to stwierdził Szymon Marjusz, który pierwszy użył lunety do obserwacji migotania. Podobnie Scheiner, oglądając Syrjusa przez soczewkę, zrobił uwagę, że świetna ta gwiazda chwilami zupełnie przyćmiewa się i zagasa, by potem rozpaść się na nowo.

I rzeczywiście, trzeba obserwować migotanie przy pomocy przyrządów, nie zaś gołym okiem, jeżeli chcemy dokonać obserwacji w warunkach możliwie najkorzystniejszych.

A nawet dobrze jest prócz lunet przywołać na pomoc jeszcze spektroskop, ten cudowny przyrząd, który tak cenne oddaje usługi we wszelkich badaniach astrofizycznych.

**Zdanie O. Secchi'ego.** Ojciec Secchi dokonał całego szeregu poszukiwań

nad widmami gwiazd. Dla niego teoria Arago'a jest bardzo dowcipna, lecz niezadawalająca, ponieważ trudno jest w ruchu fal powietrznych znaleźć ów zbieg subtelnych warunków, jakiego wymaga zjawisko interferencji promieni. To też Arago przechyla się raczej ku poglądom M. Montigny'ego który za przyczynę zjawiska uważa poprostu różnice w stopniu załamania promieni przy przejściu przez rozmaite warstwy powietrza. Znaleźliśmy w dziełach rzymskiego astronoma wzmiankę o bardzo prostem doświadczeniu, którą pozwolimy sobie przytoczyć na tem miejscu, ponieważ wydaje nam się trafną i bardzo znamieną:

«Jeżeli promienie słoneczne padają do zbiornika wody, znajdującej się w spoczynku, dno będzie oświetlone jednostajnie, lecz jeżeli na powierzchni wytworzą się fale, to zobaczymy, że na dnie zmieniać się będą kolejno wszystkie barwy tęczy. Punkt biały tego dna zabarwia się kolejno na czerwono, na żółto, na zielono i t. d.

*Oku, umieszczonemu w tym punkcie i nie zmieniającemu miejsca, przedmiot świecący wydawałby się raz czerwonym, raz zielonym, zależnie od promienia, który w danej chwili uderza w siatkówkę».*

Zastąpmy wodę zbiornika warstwą powietrza naszej atmosfery. Doświadczenie to zawiera w sobie całą teorię.

I autor dodaje: «Promień świetlny, wysłany przez gwiazdę, przechodząc przez masę atmosfery, ulega mniej lub więcej znacznemu odchyleniu ku górze lub ku dołowi, zależnie od tego, czy spotyka układ fal, które dzięki gęstości swej powiększają, czy też zmniejszają załamanie i wskutek tego podnoszą lub zniżają widmo, wywołane przez sam fakt tego załamywania się. To ruchome widmo, przesuwa się przed okiem obserwatora, przynosi mu wrażenie takiej lub innej barwy, pozostawiając w spoczynku gwiazdę, która zmienia swe zabarwienie, lecz nie zmienia miejsca.»

Streszczając wszystko, cośmy o tem mówili, powiedzieć można, że migota-



nie jest zjawiskiem *atmosferycznym*, zależnem od zdolności rozpraszającej i od ogólnego stanu atmosfery. Polega ono na zmianach w blasku i w zabarwieniu gwiazdy, przyczem zmianom tym towarzyszy bardzo nieznaczne przesunięcie.

Przyczyny tych kolejnych zabarwień szukać należy w *falowaniu powietrza*, nie zaś w *gwieździe samej*.

Migotanie bywa czasem tak silne, że wskutek niego gwiazda może na chwilę zniknąć zupełnie z przed oczu naszych.

**Gwiazdy różnych wielkości.** Gwiazdy podzielono na klasy wedle ich wielkości. Zanim posuniemy się dalej, zauważmy, że wyrażenie *wielkość* nie mówi nam tu nic o rzeczywistych wymiarach gwiazd, wymiarach, których nie znamy wcale.

Chodzi tu jedynie o pozorny blask, wielce różny, jak to każdy może zauważyć, dla różnych gwiazd, świecących na niebie. Mówiąc o gwieździe pierwszej, drugiej, trzeciej wielkości, określamy przez to jedynie po-

zorne nateżenie (*światła*) gwiazdy, nie przesądzając kwestji jej blasku rzeczywistego, jej *odległości* lub jej *wymiarów*. Co prawda, trzy te czynniki składają się razem na wywołanie w oku naszym wrażenia blasku pozornego, tak różnego dla różnych gwiazd. Rzecz oczywista, że przy równości blasku rzeczywistego i wymiarów, różnice w blasku pozornym przypisać należy odległości, a niemniej pewnem jest i to, że przy równych odległościach silny blask pozorny jest wynikiem silnego blasku rzeczywistego.

Tak np. w przypadku Słońca, które nie jest niczem innem, jak tylko bardzo blisko położoną gwiazdą, jedynie względna ta bliskość jest przyczyną zarówno znacznych wymiarów pozornych, jak i oślepiającego blasku. Z drugiej strony wystarczyłoby odsunąć Słońce w głąb przestworów niebieskich nie dalej, jak np. na odległość takiej  $\alpha$  Centaura, <sup>1)</sup> by się wydało drżąca

<sup>1)</sup> Najbliższa ta gwiazda znajduje się od nas 230.000 razy dalej, niż Słońce.

gwiazdeczką; w odległości Węgi słońce nasze przestałoby być widzialne gołym okiem.

W jakim atoli stopniu każdy z pomienionych czynników wpływa na blask pozorny gwiazdy, tego nauka współczesna rozstrzygnąć nie jest w możności.

Porównywając wspaniały blask Syrjusza, tej najświetniejszej z gwiazd na niebie, ze słabem światelkiem ostatnich z pomiędzy gwiazdeczek, które można jeszcze rozróżnić na firmamencie, nie możemy rozstrzygnąć, czy różnicę tę przypisać należy olbrzymim różnicom odległości, wymiarów, czy też blasku rzeczywistego. Jak zobaczymy dalej, gwiazdy najświetniejsze niekoniecznie muszą być przez to najbliższe.

W każdym razie jest rzeczą prawdopodobną, że tam, gdzie porównanie dotyczy jedynie gwiazd jednego i tego samego porządku, oddalenie gra rolę główną, a dział matematyki, zwany rachunkiem prawdopodobieństwa, pozwała w tych granicach wypro-

wadzić z blasku gwiazd jednej i tej samej klasy wnioski, dotyczące ich średnich odległości.

Bądź jak bądź, klasyfikacja gwiazd wedle ich wielkości nie opiera się na żadnej hipotezie, dotyczącej przyczyny różnicy ich blasku i niema nic innego na celu, jak tylko dostarczenie wskazówek, ułatwiających oznaczenie i rozpoznanie pewnej danej gwiazdy.

Grupy, dziś przyjęte, zależą najzupełniej od umowy.

Zgodzono się zaliczyć do sześciu pierwszych wielkości wszystkie gwiazdy, jakie dostrzec można gołym okiem.

W dodatku, ponieważ gwiazdy, należące do jednej wielkości, niekoniecznie posiadają blask jednakowy <sup>1)</sup>, przeto uznano za pożyteczne wstawić pomiędzy wielkości 1-ą i 2-ą jeszcze wielkość (1—2) i wielkość (2—1). Te oznaczenia pośrednie wskazują, do której

---

<sup>1)</sup> Syrjusz i  $\alpha$  Centaura należą obie do 1-ej wielkości, ale światło pierwszej gwiazdy jest przeszło 4 razy silniejsze od światła drugiej.

klasy zbliża się bardziej dana gwiazda. Taka jest zasada skali, zwanej pospolitą, skali, wystarczającej na potrzeby zwyczajne.

Podajemy tutaj, dla objaśnienia, spis 21 najświetniejszych gwiazd, które należą do klasy pierwszej.

1. Syrjusz czyli  $\alpha$  Wielkiego Psa.
2.  $\eta$  (czytaj: eta) Okrętu Argo.
3. Canopus czyli  $\alpha$  Okrętu Argo (niewidzialna w Europie).
4.  $\alpha$  Centaura (niewidzialna w Europie).
5. Arktur czyli  $\alpha$  Wolarza.
6. Rigel, czyli  $\beta$  (czytaj: beta) Orjona.
7. Kapella czyli  $\alpha$  Woźnicy.
8. Wega czyli  $\alpha$  Liry.
9. Procejon czyli  $\alpha$  Małego Psa.
10. Betajgajca, czyli  $\alpha$  Orjona.
11. Archornar czyli  $\alpha$  Erydanu (niewidzialna w Europie).
12. Aldebaran, Oko czyli  $\alpha$  Byka.
13.  $\beta$  Centaura (niewidzialna w Europie).
14.  $\alpha$  Krzyża Południowego (niewidzialna w Europie).

15. Antares, Serce czyli  $\alpha$  Niedźwiadka.

16. Altair czyli  $\alpha$  Orła.

17. Kłos Panny.

18. Fomalhaut czyli  $\alpha$  Ryby południowej.

19.  $\beta$  Krzyża Południowego (niewidzialna w Europie).

20. Regulus, Serce czyli  $\alpha$  Lwa.

21. Polluks czyli  $\beta$  Bliźniąt.

Zauważmy nawiasowo, że Betajgajca i  $\eta$  Okrętu Argo mają blask *zmienny*. Zwłaszcza u ostatniej gwiazdy zmiana bywa tak olbrzymia, że gwiazda spada do rzędu 6-ej wielkości.

Wreszcie szacowania powyższe stosują się jedynie do gwiazd, obserwowanych gołym okiem. Zastosowanie tej samej metody do gwiazd, które można dostrzec jedynie przez teleskop, pozwala ułożyć długi spis dalszych klas, w którym znajdujemy gwiazdy 18-ej, 19-ej i 20-ej wielkości. Klasyfikacja ta niema innej granicy jak ta, która wynika z ograniczoności siły teleskopów.

**Natężenie światła gwiazdy. Fotometria gwiazdowa.** Zwykła skala wielkości gwiazd ułatwia rozpoznawanie—nie więcej. Może jednak okazać się rzeczą pożyteczną posunąć się dalej i znaleźć sposoby oznaczania siły światła, właściwego każdej gwiazdzie. Staje się to koniecznością, jeżeli chcemy zająć się zbadaniem zmian, które mogą zajść w natężeniu czyli sile światła gwiazd w ciągu szeregu lat. W tym celu Herschell robił pomiary porównawcze przy pomocy przyrządu, zwanego *astrometrem* czyli gwiazdomierzem i wyniki tych badań zawarł w skali, tak zwanej *fotometrycznej*, t. j. opartej na pomiarach natężenia świetlnego gwiazd, która oddaje bardzo poważne usługi. Z drugiej strony Arago i inni uczeni, jak Seidel, Trepied, Langier, doskonaląc metody, prowadzili dalej te subtelne badania.

Do krótkich tych wskazówek dołączamy tu tablicę, w której zestawiono kilka liczb, dotyczących gwiazd 1-ej wielkości.

Gwiazdy	Wielkość Skala		Natężenie światła podług Herschell'a
	Zwyczajna	fotometryczna	
Syrjusz	0,80	0,49	4,052
$\alpha$ Centaura	0,59	1,00	1,000
Wega	1,00	1,41	0,446
Betajgajca	1,00	1,41	0,484
$\alpha$ Krzyża południowego	1,20	1,60	0,377
$\beta$ " "	1,57	1,98	0,225

Następna tablica zawiera obliczone przez Herschell'a i Steinheila natężenia świetlne gwiazd — typów pierwszych 6 wielkości, t. j. tych, które możemy oglądać okiem nieuzbrojonym.

GWIAZDY	Steinheil	Herschell
1-ej wielkości	1000	1000
2-ej „	353	443
3-ej „	125	172
4-ej „	80	102
6-ej „	25	68
6-ej „	48	48

BIBLIOTEKA PARAFIALNA  
W Choroszczycy  
No 47

Nauka, która zajmuje się tego rodzaju pomiarami, dotyczącymi gwiazd, nazywa się *uranometrią*.

Od lat kilku fotografja pozwoliła przeprowadzić nową klasyfikację, opartą na uwadze, że średnica zdjęć fotograficznych gwiazdy rośnie razem z czasem, przez który trwa «pozowanie», tudzież z blaskiem i może tym sposobem służyć za miarę wielkości gwiazdowych. Od roku 1887 podjęto

wiele usiłowań, mających na celu stworzenie praktycznej metody, która by o wielkości gwiazdy pozwoliła wnioskować ze średnicy jej obrazu, utrwalonego na kliszach mapy nieba.

Zresztą, skala fotograficzna nie daje się porównać ze skalą optyczną, t. j. opartą na naszych wrażeniach wzrokowych i może jedynie służyć za podstawę do klasyfikacji całkiem niezależnej. Istotnie, na inne promienie wrażliwe jest oko ludzkie, a na inne płytka fotograficzna.

Wreszcie, jeszcze później astronom angielski, nazwiskiem Minchin, zastosował do mierzenia blasku gwiazd ogniwo voltaiczne, zwane ogniwem fotoelektrycznym. *Sila elektromotryczna* prądu, wywołanego przez zetknięcie się pewnych części ogniwa ze światłem, daje tu miarę blasku, t. j. wielkości gwiazdy.

Za pomocą tej metody przekonano się np., że Arktur posiada blask przeszło 75 razy silniejszy od blasku Regulusa, pomimo że, jak widzieliśmy,

obie te gwiazdy zaliczone są do grupy 1-ej wielkości.

**Całkowita ilość światła, wysyłanego przez gwiazdy.** Zesumowawszy wyniki poprzednich badań nad natężeniem światła, właściwem każdej poszczególniej gwiazdzie, dochodzimy do wniosku, że całkowita ilość światła, wysyłanego przez gwiazdy, nie jest znów tak niewielka, jakby można przypuszczać i że słaby blask, spadający z gwiazd na powierzchnię ziemi, nie jest ilością znikomą. Widzieliśmy zresztą, że jest on wystarczająco silny, by oddziaływać na płytkę fotograficzną.

### III.

#### **Ruchy własne i odległości gwiazd. Gwiazdy są słońcami.**

Powiedzieliśmy, że gwiazdy, niesłusznie zwane stałemi, obdarzone są ruchami i to nawet, ruchami niesłychanie prędkimi, których nie spostrzegamy jedynie z powodu oddalenia i «bra-

ku czasu.» Przedmiot ten zasługuje na to, żeby zapoznać się z nim nieco bliżej.

Przypomnijmy sobie wielką wagę, którą przykładają astronomowie do t. zw. *katalogów*, w których opisane są gwiazdy wraz z rozmaitemi wskazówkami, służącemi do dokładnego oznaczenia ich położeń. Następujące po sobie pokolenia mogą znaleźć w nich cenne wskazówki, dotyczące zmian, które mogły być zejść na niebie, a to porównywając kolejne oznaczenia, pochodzące z przeszłości, z wynikami nowszych badań.

I w samej rzeczy, dzięki takim studjom porównawczym, naprzód zaczęto podejrzewać, a następnie odkryto istotnie ruch gwiazd, które dotąd uchodziły za stałe. Zaszczyt pierwszego odkrycia na tem polu przypadł w udziale Halley'owi.

Przeglądając słynny katalog Hipparcha, Halley nie bez zdziwienia znalazł w położeniach trzech gwiazd (Syrjusa, Arktura i Aldebarana) przesunięcia, których niepodobna było

przypisać ani cofaniu się punktów równonocnych, ani żadnej innej z pomiędzy znanych przyczyn.

Halley nie zawahał się przypisać tej zmiany położenia rzeczywiście przesunięciu, któremu uległy te gwiazdy w przeciągu 2000 lat, jakie upłynęły były wtedy (Halley umarł w r. 1742) od daty ułożenia katalogu.

Później Cassini przeprowadził analogiczne studia nad położeniami Arktura i Altaira i, doszedłszy do tych samych wniosków, co Halley, zajął się dokładnemi badaniami nad tym przedmiotem.

Skoro raz droga została utorowana, wielka liczba badaczy zajęła się obserwacjami i pomiarami, a wartość wyników wzrastała z doskonaleniem się przyrządów. Nie należy bowiem zapominać, że dla większości gwiazd przesunięcia te nie dosięgają 2'' (sekund) rocznie. W tej drobności przesunięć leżała jedna z największych trudności zagadnienia. Dopóki przyrządy były o tyle niedokładne, że, ozna-

czając położenie gwiazdy, obserwator nie mógł mieć pewności, że się nie pomylił o kilka sekund, dopóty, rzecz prosta, zauważone przesunięcia, nie przenoszące paru sekund, zawsze można było przypisać błędom obserwacji i nie można było samego ruchu gwiazd uważać za stwierdzony. Dopiero udoskonalenie przyrządów pozwoliło otrzymać zupełną pewność w tym względzie.

Odkrycie spektroskopu <sup>1)</sup> przyczyniło się także do wyjaśnienia kwestji. Ten cudowny przyrząd, który pozwala nam badać chemiczną przyrodę gwiazd, prowadzi nas dalej jeszcze. W ręku pomysłowych eksperymentatorów spektroskop posłużył do wykazania ruchu gwiazd i pozwolił nawet rozstrzygnąć, w którym kierunku odbywają się ich przesunięcia.

Nie mogąc wdawać się w dokładne wyjaśnienie tego trudnego przedmiotu, postaramy się dać o nim przynajmniej ogólne pojęcie, wykazując jedy-

<sup>1)</sup> Spektroskop—przyrząd służący do badania widma.

nie w kilku słowach możliwość tego rodzaju badań.

Wiadomo, że ton gwizdawki parowozu staje się coraz to wyższym, jeżeli pociąg zbliża się ku obserwatorowi, zniża się, jeżeli pociąg oddala się, i utrzymuje się na jednej wysokości, jeżeli odległość pociągu się nie zmienia. A zatem, na podstawie zmienności lub niezmienności tonu można naogół wnosić nie tylko o tem, czy pewne ciało znajduje się w ruchu, czy w spoczynku, lecz nawet i o tem, czy zbliża się ono ku obserwatorowi, czy też oddala. Taka jest zasada metody, którą zastosowano do stwierdzenia ruchu gwiazd.

Podobnie jak dźwięk, światło jest wynikiem pewnego ruchu falowego, a spektroskop służy właśnie do badania tych fal świetlnych. Otóż w widmie, otrzymanem od ciała oddalającego się, wszystkie linje odchylają się ku części widma czerwonej; w widmie, otrzymanem od ciała przybliżającego się, linje odchylają się ku okolicy fjo-

letowej, a odchylenie to bywa tem większe, im dane ciało porusza się prędzej. Zobaczymy dalej, że przy pomocy tej metody dokonano ważnych odkryć, dotyczących gwiazd podwójnych.

Tymczasem podajemy kilka danych, dotyczących ruchu gwiazd.

61-a gwiazda Łabędzia przesunęła się w przeciągu 2000 lat o kąt 6 razy większy od kąta, pod którym widzimy średnicę księżyca. W przeciągu roku gwiazda ta przesuwa się o kąt równy mniej więcej 5" (sekundom); prędkość jej wynosi 9 mil geogr. na sekundę. <sup>1)</sup>

Załączona tabliczka podaje kilka ciekawych zestawień, dotyczących tego przedmiotu.

---

<sup>1)</sup> Przesunięcie, które obserwujemy, nie jest rzeczywistą drogą gwiazdy, lecz jedynie rzutem tej drogi na sferę niebieską. Tym sposobem i prędkość zostaje odpowiednio zmniejszona. Prędkość rzeczywista gwiazdy musi być przeto większa od liczby tu podanej.



Jak widzimy, prędkość ruchu niekoniecznie jest proporcjonalna do wielkości, gwiazdy bowiem bardzo małe (5-ej i 7-ej wielkości) mają prędkości o wiele przewyższające prędkość Syrjusza, który należy do 1-ej klasy i jest wogóle najświetniejszą ze wszystkich gwiazd na niebie.

4-a kolumna tabliczki wykazuje, jak wielką rolę gra czas, gdy chodzi o uczynienie zjawiska dostrzegalnem.

Wreszcie przekonywamy się, że gwiazda Polarna, najbardziej nieruchoma ze wszystkich naszych gwiazd stałych, posuwa się jednak z prędkością kilometra na sekundę. Jeżeli teraz ruchy te porównamy z ruchami planet i przypomnimy sobie, że prędkość średnia ziemi wynosi 29,5 km. na sekundę, że Merkury przebiega tylko 5,4 km. a najprędszy ze wszystkich Neptun nie więcej nad 47 kilometrów <sup>1)</sup>, to dojdziemy do wniosku,

<sup>1)</sup> 47 kilometrów na sekundę przebiega gwiazda, zwana Kapellą.

GWIAZDY	Wielkość	Przesunięcia		Najmniejsza prędkość na sekundę
		w przeciągu jednego roku	w przeciągu 10,000 lat	
Arktur	1	2,25	60,25	83 kil
Syrjusz	1	1,23	3,43	38,6
Polarna	2	0,35	0,97	1,5
S. Erydanu	3	4,08	11,33	9
61 Łabędzia	5	5,12	14,22	64,3
1830-Groombridge	7	6,97	19,36	963,5

że właśnie wśród gwiazd stałych, które przez tak długi czas uważano za nieruchome, spotykamy prędkości największe, prędkości, przewyższające niekiedy wszystko, co można sobie wyobrazić.

Co się tyczy słońca, tej gwiazdy naszego świata, to wiadomo, że ruch jego, który nie bez trudności zdołano oddzielić od ruchu innych gwiazd, a który odbywa się w kierunku konstellacji Herkulesa, posiada prędkość przeszło mili na sekundę. Drobnostka zaiste!

Tak więc wszędzie ruch. Wszędzie w przestrzeni bez granic biegną bez końca gwiazdy nieprzeliczone.

Co się tyczy przyczyny tych ruchów, któremi rządzą prawa przyciągania, wskażemy tylko na ciekawe doświadczenia K. Zongera z Pragi Czeskiej. Opierając się na nich, uczony ten astronom tłumaczy ciężenie powszechne działaniem elektrodynamicznym <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Dwa druty, po których biegną prądy elektryczne, objawiają, zależnie od okoliczności, dąż-

dwóch prądów, albo działaniem magnetycznym z odległości. Podług niego możnaby promieniowanie elektryczne słońca i planet uważać za główną przyczynę ruchów niebieskich.

**Odległość gwiazd.** Przy niesłychanej prędkości ruchów mamy niesłychane odległości i niemniej straszliwe okresy czasu. Wszystko wiąże się z sobą. Zgłębiając przestwory niebieskie, teleskop odsłania nieskończoność czasu narówni z nieskończonością przestrzeni.

Pamiętajmy o tem, że Syrjusz oddala się od nas z prędkością 56 kilometrów na sekundę. Wega i Arktur zbliżają się do nas z prędkością 60 i 100 kilometrów na sekundę. Zdawałoby się wobec tego, że Syrjusz może kiedyś zniknąć nam z przed oczu i że możemy być dopędzeni przez Węgę i Arkturę.

Ale nie obawiajmy się. Te ruchy,

ność do wzajemnego zbliżania się lub też oddalania się. Tego rodzaju działania nazywamy elektrodynamicznymi.

te prędkości są drobnostkami, które nie znaczą nic w porównaniu z przestrzeniami, jakie musiałyby przebyć te gwiazdy. Jesteśmy straszliwie odosobnieni! Nieskończone przestrzenie oddzielają światy jedne od drugich, i do przebycia ich potrzebuje całych lat i stuleci nawet takie światło, które biegnie z prędkością 40000 mil geogr. na sekundę.

Dokoła naszego świata rozciąga się pusta i próżna przestrzeń w promieniu 200000 razy większym od odległości, która dzieli ziemię od słońca. Gdybyśmy się mogli wymknąć z obrębu naszego układu, musielibyśmy wędrować przeszło sto milionów lat, licząc po 60 mil. geogr. na dobę, zanim byśmy napotkali pierwszą gwiazdę.

Najbliższa nas oddalona jest o 5 miliardów mil!

Zauważmy, że podane przez nas twierdzenia i liczby nie są bynajmniej jakimiś wytworami nawpół fantastycznymi, lecz wynikami ścisłych pomiarów, w których szczegóły wdawać się tu nie możemy.

**Wyniki.** Pierwsze dokładne pomiary zawdzięczamy Besselowi, dyrektorowi obserwatorium w Królewcu (w r. 1838). Pomiary te dotyczą 61 gwiazdy w konstellacji Łabędzia. Odległość jej, obliczona na podstawie parallaksy, wynosi 550000 promieni orbity ziemskiej, czyli blisko 3000 miliardów mil.

Załączona tabliczka zawiera kilka wyników:

GWIAZDY	Odległość od ziemi		Czas, który zużywa światło na dostanie się na ziemię.
	w promieniach orbity ziemskiej	w miliardach mil geograf.	
$\alpha$ Centaura	230.000	4.000	3 lata 8 m.
Syrjusz	900.000	19.000	14 lat
$\alpha$ Liry	1.000.000	20.000	16
$\gamma$ Wielkiej Niedźwiedzicy	1.600.000	32.000	24
Arktur	1.600.000	35.000	26
Gw. Polarna	1.900.000	40.000	31
Kapella	4.500.000	100.000	71

Widzimy stąd, że gdyby np. gwiazda Polarna dziś zagasła, to widzielibyśmy ją jeszcze przez lat przeszło 30. Uwaga ta stosuje się do wszystkich gwiazd, z pomiędzy których wiele jest nieskończenie bardziej oddalonych. Ostatnie z pomiędzy gwiazd, widzialnych gołym okiem, można uważać jako 9 razy bardziej oddalone aniżeli gwiazdy 1-ej wielkości. Cóż powiemy o gwiazdach, których nie widzi oko nieuzbrojone, a które teleskop odkrywa w przestworach niebieskich? Na lat setki i tysiące obliczać tu trzeba czas, potrzebny na wędrówkę promieni świetlnych, które do nas stamtąd przybywają.

Jeżeli tak jest, to znaczy, że nie widzimy nieba takim, jakim jest ono rzeczywiście w teraźniejszości. Jeżeli obserwacja nasza wykrywa na niem jakieś zjawisko, to nie mamy słuszności, uważając się za świadków tego zjawiska, w rzeczywistości bowiem późno bardzo otrzymujemy zawiadomienie o dokonanym fakcie, i to tem

później, im dana gwiazda jest bardziej oddalona.

Powiemy więcej, gdyby gwiazda jakaś zagasła, a po pewnym czasie zaczęła nanowo świecić, to moglibyśmy z jednej strony podziwiać jej blask w wiele lat po jej zagaśnięciu, z drugiej zaś zarejestrować zniknięcie gwiazdy w chwili, gdy po ponownem rozpaleniu się tej gwiazdy promienie jej oddawna już rozpoczęły swą wędrówkę, zdążając ku oczom naszym.

Tym sposobem przeszłość zlewa się z teraźniejszością. Widzimy nie to niebo, które jest, lecz to, które kiedyś było i, jak powiada Arago, «widok nieba opowiada nam historję starożytną gwiazd.» O teraźniejszym stanie nieba dopiero przyszłe pokolenia będą mogły dowiedzieć się czegokolwiek.

**Przyroda gwiazd.** Przy rozpatrywaniu odległości pomiędzy gwiazdami nasuwa się następująca ważna uwaga. Przedewszystkiem, odległości te są zbyt wielkie, by blask światła, pochodzącego od gwiazd, mógł być bla-

skiem światła odbitego. Świecą one światłem własnym, podobne z tego do naszego słońca.

Z drugiej strony, gdyby słońce, którego średnicę pozorną widzimy pod kątem 32 minut, i które przysyła nam 22 miliony razy więcej światła, aniżeli  $\alpha$  Centaura, znajdowało się od nas 230000 razy dalej, t. j. gdyby było odsunięte na odległość tej ostatniej gwiazdy, to cóżby stąd wynikło dla nas? Oto średnica pozorna słońca zmniejszyłaby się w stosunku 1:230000, co uczyniłoby drobną cząstkę sekundy, a ilość przysyłanego nam światła zmniejszyłaby się w stosunku jedności do kwadratu 230000 i wyniosłaby połowę tej ilości światła, jaką otrzymujemy teraz od  $\alpha$  Centaura. Znalazłszy się na odległości Węgi, świetne słońce nasze przestałoby być widzialne okiem nieuzbrojonym.

Tak więc wystarczyłoby odsunąć słońce na odległość gwiazd, by nadać mu wygląd zwykłej gwiazdy.

Wypływa stąd nieuchronnie wniosek, ongi przewidywany i odgadywa-

ny, dziś potwierdzony i dowiedziony ściśle przy pomocy analizy spektralnej, zastosowanej do światła gwiazd. Wniosek ten brzmi:

*Nasze słońce jest gwiazdą, a gwiazdy są słońcami.* Jedyną różnicę stanowi tu różnica w odległości.

Co za temat do rozmyślań! Gwiazda, która nas oświeca, której blask nas oślepia, której objętość równa się przeszło 500 razy wziętej objętości wszystkich planet razem wziętych, gwiazda, obok której ziemia nasza, 1200000 razy od niej mniejsza, wydaje się punktem za ledwie, ta kula olbrzymia dla obserwatora, umieszczonego na Wedze, nie miałyby być niczem innym, jak małą gwiazdką teleskopową, niewidzialną okiem nieuzbrojonym! A jednak jest to prawda! Słońce w rzeczywistości jest gwiazdą tylko, i to gwiazdą, której nie można zaliczyć do największych. Na Drodze Mlecznej, do której należy nasze słońce, 18 milionów słońc, równie świetnych jak ono, lub jeszcze świetniejszych, płonie, wiruje, kręci się i bieży

w przestrzeń, być może, a nawet prawdopodobnie, pociągając za sobą orszaki podobne do tego, który towarzyszy naszemu słońcu w wędrówce ku gwiazdozbiorowi Herkulesa. Nasz Świat, który wydawał nam się tak niesłychanie wielkim, póki oczy nasze były przywiązane do ziemi, czemżeż jest wobec panoramy, która rozciąga się teraz przed nami? Grupą wysepek, rzuconych na niezmierny ocean nieba.

Porównanie wszystkich tych światów z naszym światem nasuwa nam inne jeszcze uwagi. Tu mamy światło, ciepło, życie. Być może, że i tam także.... Postąpimy roztropnie, nie dając się porwać spekulacjom, nad którymi nauka dzisiejsza niezdolna jest rozciągnąć żadnej kontroli. Otrzymane dotąd wyniki badań ścisłych są dość cudowne, by można było niemi się zadowolić. Wszelka hipoteza, wykraczająca poza pole, dostępne dla doświadczeń, przestaje być hipotezą płodną, a natomiast staje się marzeniem. Nie pójdziemy tą drogą. Atoli

jakże prawdziwym jest zdanie, że widzimy zbyt wiele, by móc nie marzyć o tem, czego nie widzimy.

#### IV.

### Spektroskopja gwiazdowa.— Barwa gwiazd.— Gwiazdy podwójne, wielokrotne, zmienne, czasowe.

**Gwiazdy podwójne.** Tak nazywamy pary gwiazd, które okiem nieuzbrojonym spostrzegamy, jako gwiazdy pojedyncze, a które rozdwiają się jedynie przy użyciu przyrządów dostatecznej siły powiększającej.

Taka podwójność mogłaby być jedynie złudzeniem perspektywicznym: dwie gwiazdy, bardzo oddalone jedna od drugiej, ale widziane w kierunkach, mało różniących się pomiędzy sobą muszą wydać się nam zbliżonymi do siebie i utworzyć to, co nazywamy parą optyczną. Lecz oprócz tego są pary fizyczne, składające się z gwiazd rzeczywiście blizkich sobie i w niektórych przypadkach uda-

ło się stwierdzić, że obie gwiazdy takiej pary mają jeden i ten sam ruch własny albo też, że jedna obraca się dokoła drugiej, a nawet dla niektórych z pomiędzy nich zmierzyć orbity i czasy obiegów.

Te czasy obiegów są naogół bardzo długie. Te, które udało się oznaczyć z początku, zawierały się pomiędzy 30 a 500 lat. Do lat ostatnich nie znano gwiazdy podwójnej, której okres obiegu byłby krótszy od lat 11-u. Niedawno jednak *spektroskopji* (p. str. 283) przy pomocy fotografii udało się odkryć takie gwiazdy, których okresy równają się trzem i czterem dobom. Jest to nowe zwycięstwo spektroskopu.

Czytelnik pamięta zapewne, że przyrząd ten pozwala rozpoznać ruch gwiazdy, odbywający się w kierunku promienia wzrokowego: wobec tego powinien on udzielić informacji, dotyczących ruchów gwiazd podwójnych. Co więcej—wynik nieoczekiwany i wielce znamienny—są to tylko analiza spektralna, zastosowana

do  $\zeta$  (czytaj dzeta) Wielkiej Niedźwiedzicy, wykazała, że gwiazda ta jest podwójna i składa się z dwóch błyszczących gwiazd, których okres obiegu równa się 52 dobom.

Jest to rezultat cudowny, jeżeli pomyślimy, że gdyby nie spektroskop, to nie na świecie nie upoważniałoby do podejrzewania obecności towarzysza gwiazdy, uważanej zawsze za pojedynczą na wiarę obserwacji teleskopicznych.

Znamy obecnie wielką liczbę gwiazd podwójnych, gdyż przeszło 6000. Istnieją także gwiazdy wielokrotne, potrójne, a nawet poczwórne, jak  $\alpha$  Andromedy i  $\epsilon$  Liry.

Znamy wreszcie gwiazdę, składającą się z sześciu gwiazd pojedynczych. Jest nią  $\theta$  (czytaj teta) w Orjonie. Gwiazdy te, z których dwie najmniejsze należą do 11-ej lub 12-ej wielkości, obdarzone są wspólnym ruchem postępowym.

**Gwiazdy zmienne perjodyczne.** Blask niektórych gwiazd ulega zmianom z biegiem czasu. Tak np.  $\alpha$  Wielkiej Niedź-

wiedziacy zapisana niegdyś, jak to wykazuje jej litera, w poczet gwiazd 1-ej wielkości, dziś należy do wielkości 2-ej.

Gwiazdy, znane dawniej, opisane i zanotowane w katalogach, dziś przestały być widzialnymi. U niektórych blask zmienia się perjodycznie. Wymienimy tu gwiazdę Algol, czyli  $\beta$  Perseusza, której blask wzrasta i maleje perjodycznie w przeciągu 69 godzin. Przez 63 godziny gwiazda ta należy do 2-ej wielkości, poczem spada aż do 4-ej.

Czyż fakty te nie są niezmiernie dziwne? Byłoby rzeczą ogromnie ciekawą odszukać ich przyczyny. Na tem miejscu możemy wymienić zaledwie jedną z pomiędzy przyczyn, do których możnaby odnieść te zjawiska: przejście ciemnego satelity, zasłaniającego perjodycznie światło, wysyłane przez błyszczącą gwiazdę.

Przyczynę tę wybieramy jeszcze dlatego, że kilka lat temu była to tylko hipoteza, której prawdziwość wy-

— 79 —  
kazał świeżo Vogel przy pomocy spektroskopu.

Przy tej sposobności nasuwa się następująca uwaga. Gdyby orbita ciemnego satelity, który zasłania perjodycznie blask gwiazdy, była o tyle pochylona, że nie mogłaby nigdy stać na linii prostej pomiędzy ziemią a gwiazdą, a więc uczynić tej ostatniej gwiazdy zmienną, to nic nie każałoby nam podejrzewać istnienia tego ciemnego satelity, który tym sposobem pozostałby nieznanym! Wobec tego możnaby zapytać, czy w przeszczeniach, które, nie widząc w nich gwiazd, uważamy za puste, nie krążą niewidzialni satellici, których dopiero odkryć należy. Świat, który odkrywają zmysły nasze, jest już dość duży. Gdzie są atoli granice świata niewidzialnego?

**Barwa gwiazd.** Z wyjątkiem ogni, rozmaicie zabarwionych, rzucanych przez gwiazdy przy migotaniu, nie znajdujemy u gwiazd zabarwienia, a przynajmniej nie zwraca ono naszej uwagi. Na ogół gwiazdy uważane są



za białe. Zdarzają się atoli gwiazdy, zabarwione zupełnie wyraźnie, a nawet liczba takich gwiazd jest dość po-  
 każna. Oto kilka przykładów:

Arkturus, Aldebaran, Polluks są czerwone.

Procyon, Kapella, gwiazda Polarna są żółte.

Rzadziej występuje barwa niebieska lub zielona. Znajdujemy je u  $\alpha$  Ryb i u  $\beta$  Cefeusza.

Zjawisko to jest szczególnie interesujące w gwiazdach parzystych i w konstellacjach, gdzie każda gwiazda może posiadać barwę odrębną. Tak np. konstellacja Krzyża Południowego zawiera około setki drobnych gwiazdek z których jedna jest czerwona, jedna szkarłatna, jedna niebiesko-zielonawa, dwie zielone, a trzy zielonkawe. Gwiazdy tej grupy powiada Herschell, sprawiają wrażenie puzderka różnobarwnych drogich kamieni.

Jakież efekty świetlne wywoływać muszą te słońca różnobarwne w światłach, któremi rządzą.

Dodajmy wreszcie, że z biegiem czasu barwa gwiazdy może ulec zmianie. Gwiazda, która kiedyś była czerwona, może być dzisiaj biała. Tak np. Syrjusz, którego piękną białosć <sup>1)</sup> zna dziś każdy, Seneka opisuje jako gwiazdę czerwienią od Marsa. Tę samą barwę przypisuje mu i Ptolemeusz.

Większość gwiazd zmiennych jest czerwona.

**Gwiazdy czasowe.** Do najdziwniejszych faktów, jakie spostrzegamy na niebie, zaliczyć można ukazywanie się różnemi czasami gwiazd nowych, których dotąd nikt nigdy nie widział. Wypadki takie zdarzają się dość często. Niektóre z pomiędzy dawniejszych obserwacji mogły być mylne, niemniej przeto można przyjąć za rzecz pewną, że od 2000 lat pojawiło się w taki sposób ze 20 gwiazd, które, pobłyszczawszy mniej lub więcej żywo w ciągu dłuższego lub krótszego przeciągu czasu,

<sup>1)</sup> O. Secchi, nazywa go niebieskawym.

zniknęły bez śladu w przestworach niebieskich. Gwiazdy takie noszą miano czasowych.

Istnieje jeden tylko przykład gwiazdy, która, pojawiwszy się nagle na firmamencie niebieskim, pozostała na nim przez czas długi. Była nią gwiazda, która zjawiła się w roku 1600 w gwiazdozbiorze Łabędzia. Przez lat 80 blask jej ulegał wielu zmianom; dwa razy zniknęła zupełnie, aż wreszcie zatrzymała się na czas dłuższy na 6-ej wielkości. Później uległa nowemu, godnemu uwagi przeobrażeniu, przyjmując na się postać mgławicy. Zano-tujmy to sobie.

Cóż mamy myśleć o tych pojawia-niach się i znikaniach? Czy można u-ważać te ciała za nowe twory? Czy je-steśmy tu świadkami narodzin świa-tów i ich śmierci? Nie można być dość ostrożnym w odpowiedziach na te py-tania. Pomyślmy tylko o tem, że to, czego my nie widzimy, niekoniecznie musiało zniknąć. Zmienność gwiazd i odkrycie przy pomocy nowych me-tod gwiazd, których nie można doj-

rzeć przez najlepsze teleskopy, powin-ny ostrzec nas przed zbyt bezwzględ-nymi twierdzeniami.

Pojawienie się gwiazd bardzo świe-tnych w miejscach nieba, gdzie dotąd nie widziano wcale gwiazdy, można wytłomaczyć wielką zmianą w blasku gwiazd, które do owego czasu były bardzo małe, t. j. miały słaby blask i dla tej przyczyny były niewidoczne. Być może, że, jak sądził Huygens, ten nadzwyczajny i raptownie powstający blask jest wynikiem olbrzymich pożar-ów, strasznych katastrof w rodzaju tych, których przykłady widzimy na naszym słońcu. Analiza spektralna <sup>1)</sup> zdaje się potwierdzać w niektórych razach to przypuszczenie, wykazując w świetle, pochodzącem od niektó-rych gwiazd, obecność wodoru w sta-nie rozżarzenia.

Tycho Brahe wierzył w nowe stwa-rzanie, a myśl ta nie jest bynajmniej

<sup>1)</sup> Analiza spektralna—wnioskowanie o skła-dzie chemicznym danego rozżarzonego ciała na zasadzie pewnych właściwości jego widma.

w sprzeczności z dzisiejszemi teorjami naukowemi. Ale w jaki sposób odbywa się ta genesis światów, jaki jest jej mechanizm? Tycho mniemał, że nowa gwiazda tworzy się kosztem Drogi Mlecznej. Hypoteza ta musiała upaść z chwilą, gdy udoskonalone teleskopy wykazały, że Droga ta nie jest mgławicą we właściwym słowa tego znaczeniu, lecz zbiorowiskiem gwiazd. Jednakże przyznać należy, że oprócz straszliwego nagromadzenia gwiazd, które sprawia wrażenie masy mlecznej, obserwacja spektroskopowa wykryła w tej masie istnienie rozproszonej materji mgławicznej. Zresztą, po za obrębem Drogi Mlecznej istnieje mnóstwo mgławic, będących bez wątpienia tumanami materji kosmicznej. Tę materję uważać można za materiał, którego stopniowe zgęszczanie się może doprowadzić do wytworzenia nowej gwiazdy.

Istnienie t. zw. gwiazd mglistych, t. j. gwiazd, otoczonych jakgdyby chmurą materji mgławicznej, nasuwa myśl, że w wypadkach tych

gwiazda środkowa wytworzyła się kosztem części owej materji rozproszonej przez zgęszczenie takowej. O. Secchi powiada wyraźnie: «Niektóre mgławice przedstawiają obraz stopniowego zgęszczania się w kierunku środka, jakgdyby były *niedokończonymi gwiazdami.*» I wobec istnienia światła zodjakalnego słynny astronom rzymski nie waha się zrobić ze słońca naszego gwiazdy mglistej.

Zgadza się to w zupełności ze słynną hypotezą kosmogoniczną Kanta—Laplace'a. Ten wspaniały wytwór myśli ludzkiej, w którym dziś niektórzy uczeni porobili już wyłomy, lecz którzy w obecnym stanie wiedzy jest teorją, tłumaczącą najlepiej całokształt znanych faktów, nie powinien być, zdaniem naszym, całkowicie zarzucony. Wiadomo, że hypoteza ta powstanie układu słonecznego tłumaczy stopniowem zgęszczaniem się mgławicy, która dostarczyła materiału jednakowego, jak wiadomo, u wszystkich planet i samego słońca. Mgławice, gwiazdy, planety i księżyce byłyby zatem

kolejnemi szczeblami rozwoju ciała niebieskiego. Wedle szczęśliwego wyrażenia Wolfa jestto «przecudna powieść astronomiczna, tak poetyczna, jak żadna z legend starożytnych o harmonji niebios.»

Lecz czyż to jest rzeczywiście tylko powieść?

Fotografja, która, jak to oddawna przewidywał Jansen, nie zadawała się rejestrowaniem faktów, lecz stała się prawdziwą metodą, prowadzącą do coraz to nowych odkryć, wykryła świeżo w mgławicy Andromedy budowę, której uwidocznic nie mogły najlepsze rysunki, a która przypomina budowę pierścieni Saturna i potwierdza tym sposobem hipotezę mgławic.

Bądź jak bądź, gdy chodzi o tego rodzaju przedmiot, ważną jest rzeczą postawić kwestję jasno i rozróżnić dokładnie to, co jest pewne i dowiedzione, od tego, co jest jedynie hipotezytyczne. Wolf z właściwą mu uczciwością naukową i głęboką znajomością tych rzeczy pisał już dawno: «Jedyny znany przykład przeobrażenia się cia-

ła niebieskiego pokazał *wbrew temu, co spodziewano się ujrzeć: przemianę gwiazdy (gwiazdy czasowej Łabędzia) w mgławicę.*

Dodajmy jeszcze, że od owego czasu nowa gwiazda Andromedy, odkryta w r. 1885 przez p. Lajoge i zbadana przez p. Trouvelot'a uznana została za niezależną od mgławicy.

Jeszcze później, gdyż w roku 1893, pojawienie się nowej gwiazdy, nazwanej Nova Aurigae t. j. gwiazdą *nową* gwiazdozbioru Woźnicy, wywołało takie same wątpliwości i doprowadziło do tego samego wyniku przeczącego. I tym razem jeszcze gwiazda przemieniła się (rozpłynęła się) w mgławicę.

Zapewne, fakty te nie przeczą bezwzględnie hipotezie mgławicznej, przyznać atoli trzeba, że bynajmniej za nią nie przemawiają. Jakkolwiek pojętą jest pewna teoria, niewolno jest dla poparcia jej fałszować faktów, a fałszowaniem byłoby twierdzić lub pozwalać się domyślać, że wszystkie spostrzeżenia potwierdzają hipotezę Laplace'a. Wiedza nie zyskuje nic na

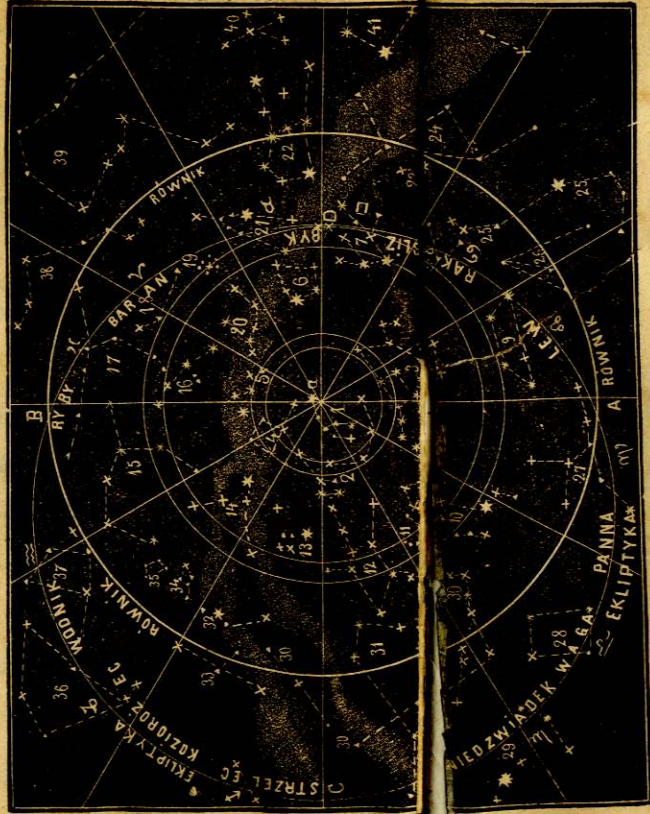
dwuznacznikach, musi ona ciągle odnawiać i poprawiać hipotezy swoje i teorje. Jest to stałe prawo postępu.

W ostatnich latach dość często spotkać się można ze zdaniem o rzekomem bankructwie wiedzy. Otóż, zdaje nam się, że nauka posiada łatwy środek do uniknienia tego rodzaju zarzutów: prawdziwy uczony nie powinien nigdy żądać od nauki tego, czego ona dać nam nie może.

~~BIBLIOTEKA PARAFIALNA  
w Choruzowie  
No~~



365089-90



Mapa nieba półkuli północnej.

Wielka Niedźwiedzica, czyli Wóz Wielki Nr. 3, Mała Niedźwiedzica, czyli Wóz Mały Nr. 1, Korona północna Nr. 11, Herkules Nr. 12, Lira, czyli Lutnia [Wega] Nr. 13, Wolarz [Arkturus] Nr. 10, Orzeł [Attair] Nr. 32, Żabędź [Deneb] Nr. 14, Kassiopea Nr. 5, Pegaz Nr. 15, Andromeda Nr. 16, Woznica [Capella] Nr. 6, Orjon [Betajgajca i Rigel] Nr. 22, Wielki pies [Syrjusz] Nr. 41, Mały pies [Procjon] Nr. 23. Z gromad Zodiaku, gwiazdy najświetniejsze są: Byk [Aldebaran] Nr. 21, Bliźnięta [Poluks] Nr. 7, Lew [Regulus] Nr. 9, Panna [Kłos] Nr. 27, Niedźwiadek [Antares] Nr. 29; po środku rysunku widac drogę mleczną.

213057