

D^{RA} FRYDERYKA SCHOEDLERA.

KSIĘGA PRZYRODY,

OBEJMUJĄCA TREŚCIWY WYKŁAD

FIZYKI, ASTRONOMII, CHEMII, MINERALOGII,
GEOLOGII, BOTANIKI I ZOOLOGII.

DLA UŻYTKU MŁODZIEŻY I MIŁOŚNIKÓW
NAUK PRZYRODNICZYCH.

PRZEKŁAD Z OSTATNIEGO WYDANIA NIEMIECKIEGO, POMNOŻONY DODATKAMI
ZASTOSOWANEMI DO KRAJU POLSKIEGO.

W DWÓCH TOMACH.

Z 976 DRZEWORYTAMI W TEKŚCIE, Z MAPĄ NIEBA, MAPĄ KSIĘŻYCA
I TABLICĄ GEOGNOSTYCZNĄ KOLOROWANĄ.

TOM I. — CZĘŚĆ II.
ASTRONOMIJA.

WARSZAWA.

NAKŁADEM GEBETHNERA i WOLFFA.

—
1867.

ASTRONOMIJA,

DRA FRYDERYKA SCHOEDLERA.

926

PRZEŁOŻYŁ

Felix Wermiński,

Prof. Instytutu Politechnicznego i Rolniczo-Leśnego.



Z DRZEWORYTAMI.

BIBLIOTEKA
Państwowego Liceum Pedagogicznego
w GLIWICACH
Nr. 926

WARSZAWA.

NAKLADEM GEBETHNERA i WOLFFA.

—
1867.



Schred

Ashton

~~926~~

52

Wolno drukować, pod warunkiem złożenia w Komitecie Cenzury po wydrukowaniu, prawem przepisanej liczby egzemplarzy.

Warszawa, dnia 6 (18) Września 1866 roku.

Cenzor, **J. A. Rogalski.**



520/524



SN 18516

PRZEDMOWA.

Dzielko niniejsze jest przekładem Astronomii Schoedlera, stanowiącej część dzieła pod tytułem: „*Das Buch der Natur.*“ Ztąd też czytelnik znajdzie w niem częste odwoływanie się do poprzedzającej części, to jest Fizyki. Wydawca, pragnąc ułatwić uczącej się młodzieży nabycie całego dzieła częściowo, postanowił wydrukować pewną liczbę egzemplarzy w oddzielnych poszytach.

W przekładzie tym uwzględnione zostały potrzeby kraju naszego wszędzie, gdzie autor wspomina o Niemczech. Dodano przytem opis konstellacyj noszących polskie nazwy i wiadomość o życiu Kopernika, o narodowości którego autor przemilczał. Dodatki te, łatwe do odróżnienia, zostały wcielo-
ne do tekstu, gdyż wszelkie przypisy w dziełku podobnego zakresu uważałem za niewłaściwe.

Nadto winienem tu dodać, że w 14^{tem} wydaniu Schoedlera zamieszczono tylko 61 planet, obliczenie zaś pozostałych (19), jako też prowadzenie korekty, zawdzięczam uprzejmości p. Kowalczyka, Starszego Adjunkta przy Obserwatorium Warszawskiem.

Tłumacz.

TREŚĆ ASTRONOMII.

Strona.

Przedmowa.	I
Wstęp.	1
I. Środki pomocnicze do astronomicznych spostrzeżeń.	5
Kąt. Koło. Kula. Elipsa. Miernictwo. Trygonometryczne pomiary. Odległość i wielkość ciał niebieskich.	
II. Ogólne astronomiczne zjawiska.	22
A. ZIEMIA.	22
Wielkość ziemi. Podział ziemi.	
B. PODZIAŁ NIEBA.	27
Poziom. Pozorny ruch ciał niebieskich. Zjawiska dostrzegane w dzień. Ekliptyka. Zjawiska dostrzegane w nocy. Wysokość bieguna. Południk. Globus niebieski.	
C. PODZIAŁ CIAŁ NIEBIESKICH.	44
Gwiazdy stałe. Część nieba widzialna w Europie. Gromady ekliptyki.	
III. Szczególne astronomiczne zjawiska.	53
SŁOŃCE I ZIEMIA	53
Położenie osi ziemi względem płaszczyzny jej drogi. Pory roku. Zwierzytniec. Równanie czasu.	

	<i>Strona.</i>
ZIEMIA I KSIĘŻYC.	70
SŁOŃCE, ZIEMIA I KSIĘŻYC.	73
Lunacyje czyli odmiany księżyca. Kalendarz. Przyptyw i odpływ. Zaćmienia. Zaćmienia księżyca. Zaćmienia słońca.	
PLANETY.	83
Układ planetarny.	92
KOMETY.	97
Gwiazdy spadające, aerolity i kule ogniste.	99
UKŁAD ŚWIATA.	100
Gwiazdy podwójne. Obłoczki.	

ASTRONOMIJA.

„I rzekł Bóg: Niech się staną światła na utwierdzeniu nieba, a niech dzielą dzień od nocy: i niech będą na znaki, czasy, dni i lata.”

Genezy 1. 14.

1. Astronomija jest nauką o ciałach niebieskich i ich ruchu. Co do treści swojej astronomija jest gałęzią fizyki, lecz ważność i zakres astronomicznych zjawisk, postawiły ją w rzędzie oddzielnych i samoistnych nauk. Natrafiamy tu na zupełnie wyłączne zjawiska ruchu, które nadzwyczajnie zajmują naszą uwagę. Prawa będące ich podstawą są też same, jakie objaśniliśmy w fizyce, mówiąc o równowadze i ruchu ciał, i w tym względzie astronomiją właściwie można nazwać *m e c h a n i k ą* *n i e b a*.

2. Niezmierzona przestrzeń, w której się przedstawiają zjawiska astronomiczne, zowie się *n i e b e m*; przedmioty zaś tu występujące, są ciała niebieskie, zwane powszechnie *g w i a z d a m i*. Jak w fizyce przestrzeń nazwaliśmy czémś nieograniczoném, tak też poruszające się w niej ciała niebieskie uważamy za niezliczone. Ta niezliczonosc ciał, niepojęte i niezmierzone ich odległości, te nadzwyczajne ogromy materji z nieopisaną prędkością ich ruchów, nadają astronomicznym zjawiskom i samej nauce astronomii coś wzniosłego i wspaniałego, czego nie spotykamy w innych gałęziach nauk przyrodniczych.

„Widok nieograniczonych odległości i niedojrzanych wysokości, szeroki ocean u stóp człowieka, i większy jeszcze nad nim,

unoszą ducha jego z ciasnych sfer rzeczywistości, i gniołącą niewoli życia fizycznego.”

Jeżeli jednak w tych słowach Szyllera dobitnie znajdujemy odmalowany wzniosły charakter astronomicznych zjawisk, to jeszcze nie dowodzi, aby astronomija, jak to wielu utrzymuje, była pierwszą i wyższą nad wszystkie inne nauki przyrodnicze; gdyż dla badacza przyrody, do którego należy cały jej obszar, wszystkie pojedyncze gałęzie nauki o przyrodzie nie są niczém więcej, jak ogniwami zamkniętego w samym sobie łańcucha, z którego nie można wyjąć najmniejszej cząsteczki, bez naruszenia całości. Fałszywe pojęcie o wroście najniepozorniejszej roślinki, również jest niegodnym wiecznie do prawdy dążącego ducha, jak niedorzeczność starożytnych poglądów na ruchy ciał niebieskich.

3. Astronomija przy badaniach swoich posługuje się głównie matematyką, gdyż najważniejsze pytania stanowiące jej zakres, odnoszą się do przestrzeni, liczby i czasu. Jak wielkie i jak odległe jest to ciało niebieskie? albo jak długo trwa i jak często się powtarza widziane przez nas zjawisko? Oto są pierwsze zapytania, jakie zwykle zadajemy astronomom.

Tylko matematyka w całej swój rozciągłości jest w stanie odpowiedzieć na podobne pytania, i nie ulega najmniejszej wątpliwości, że nauki matematyczne tym jedynie zapytaniom astronomii zawdzięczają wysoki swój rozwój.

Dlatego też niemożliwem jest dokładne śledzenie dróg, jakimi astronomowie doszli główniejszych ich prawd, nie przyswoiwszy sobie wielu ważnych wiadomości z matematyki. Przeciwnie zaś, odkrycia i prawa wynalezione przez uczonych na tej pracowitej drodze badań, przedstawiają się w bardzo prosty sposób, i są widoczne nawet dla osób nieobeznanych gruntownie z matematyką.

Astronomija używa oprócz tego bardzo częstych porównań, w celu przedstawienia jej zjawisk w sposób bardziej przystępny. Trudno rzeczywiście jest pojąć wielkość naszej kuli ziemskiej, a jeszcze trudniej przedstawić sobie przeszło milion razy większe od niej słońce. Bliżej zaś określonym staje się dla nas ten stosunek, jeżeli wyobrazimy sobie ziemie wielkości ziarenka prosa, a słońce wielkości kuli kręglowej. Któż z nas jest w stanie przedstawić sobie ten nieskończony wszechświat, z niezliczoną liczbą poruszających się w nim gwiazd. Lecz to daje się porównać z przestrzenią pokoju, w którym unoszą się nad sobą niezmierne ilości drobnych pyłków, jak to widzieć można, gdy wiązka promieni słonecznych przenika do ciemnego pokoju.

4. Astronomija jest tak dawna, jak historyja rodu ludzkiego.

To samo niebo, które dziś się jeszcze nad nami sklepi, zachwycało już przed tysiącami lat swemi iskrzącymi gwiazdami wzrok człowieka i przyciągało jego uwagę. A nawet można powiedzieć, że nieukształcony syn pustyni, i koczujący mieszkaniec stepów więcej zwracają uwagi na niebo i jego zjawiska, aniżeli mieszkańcy naszych miast; bo tamtemu gwiazdy są zarazem zegarem, drogoskazem, bussolą, barometrem i kalendarzem; gdy tymczasem z ciasnych ulic miasta, rzadko kiedy wznosi się wzrok ku tym cząstkom gwiazdami usianego nieba, które pozostały jeszcze nie zasłonięte budowlami.

I dlatego szereg najważniejszych prawie astronomicznych spostrzeżeń, zawdzięczamy owym starożytnym ludom, które mało posunięte w sztukach i umiejętnościach w swoim pasterskim i myśliwskim stanie, używały gwiazd do oznaczenia miejsca i czasu.

5. Niezaprzeczoną wyższość astronomii w porównaniu z innymi częściami nauk przyrodniczych stanowi to, że może się obejść do pewnego stopnia bez wszelkich pomocniczych środków. Jak tylko bowiem zajdzie wielka gwiazda dzienna, występują z ciemnej przestrzeni iskrzące się gwiazdy, i zwykle zjawiają się najprzód największe, następnie mniejsze, a w końcu miriady ich ukazują się na niebie, które jak wspaniałe namiot usiany gwiazdami, przedstawia się zdziwionemu naszemu wzrokowi. To odkryte niebo jest teraz dla każdego dostępnym polem spostrzeżeń, gdzie przy pilnym badaniu wiele ważnych zjawisk bez wszelkich pomocniczych środków można obserwować.

Wtenczas gdy badanie innych fizycznych zjawisk wymaga licznych sztucznych i kosztownych narzędzi, gdy *np.* chemik używa do swjej pomocy rozmaitych odczynników i stosownych przyrządów, astronom wnie- sie tylko wzrok swój ku niebu, a jest już w pośród swjej pracowni, wśród zakresu wiecznie trwających zjawisk świata niebieskiego.

Lecz w ten sposób dostępnym się dla nas staje tylko pewien szereg astronomicznych prawd, nierównie zaś większa ich liczba jest zakrytą dla oka nieuzbrojonego. Dlatego też ściśle badanie zjawisk niebieskich, również wymaga pomocy narzędzi, a że ich nabycie i ustawienie pociąga za sobą nadzwyczajnie wielkie koszta, przeto ściśle biorąc, astronomija spostrzegawcza jest rzeczywiście dla bardzo niewielu dostępną.

6. Znany wpływ słońca na powierzchnię naszej ziemi, dla której jest ono ożywcem źródłem światła i ciepła, uderzające zmiany księżycy a czas ich pojawiania się, musiały oddawna nadać obu tym ciałom niebieskim wysokie znaczenie w oczach ludów, czego jest dowodem po dziś

jeszcze w części oddawana im cześć boska. Z czasem zaczęto także i mniejszym gwiazdom przypisywać pewne wpływy na ziemię i jej mieszkańców, jakkolwiek te nie objawiały się tak wyraźnie, jak przy ciałach wyżej wspomnianych.

Łatwo zatem pojąć, że w czasach gdzie nie miano prawdziwego wyobrażenia o znaczeniu gwiazd i ich pojawianiu się, uważano je za ściśle połączone z losami człowieka. Przy każdym wielkim wypadku, przy każdej wywyższającej się osobistości, gdy ciemny i nieukształcony umysł ludu nie mógł pojąć ich zjawienia się i wywyższenia w bliżej otaczających je warunkach, szukał przyczyny tego wszystkiego w gwiazdach.

Ztąd to powstała ta dziwna mieszanina prawdziwych wyobrażeń, złudzeń i błędów o naturze gwiazd, która pod nazwiskiem *astrologii* i czyli *gwiazdziarstwa*, przez długie wieki zaciemniała pogląd na ciała niebieskie, zamiast go rozjaśniać i rozszerzać, tak, że nauka do której wcisnęły się przesąd i oszukaństwo, stała się w końcu przedmiotem pogardy i prześladowania, co nadzwyczajnie opóźniło jej postęp; aż nakoniec duch ludzki, wsparty na spostrzeżeniach wolnych od przesądu, łamiąc te ciasne zawady, uznał nareszcie, że chociaż ziemia jest wprawdzie częścią wszechświata, nie stanowi wszakże środkowego jego punktu, i że gwiazdy same przez się stanowią oddzielne światy, lecz nie są bynajmniej żadnymi znakami przepowiedni dla losów przemijających pokoleń tej małej naszej ziemi.

§. Dla objaśnienia najważniejszych astronomicznych zjawisk, potrzeba nam nadewszystko dać poznać pewną liczbę środków pomocniczych, jakich nauka astronomii koniecznie wymaga, aby jej wypadki dokładnie wykazać i ściśle wyrazić. Środki te czerpiemy przedewszystkiem z geometrii, i jakkolwiek przypuszczamy, że czytelnicy nasi są poczęści z nią obeznani, krótkie jednak przejrzenie najglówniejszych jej elementarnych zasad, dla zrozumienia tego, o czem następnie mówić będziemy, uważamy za właściwe. A gdy w ten sposób cokolwiek się obznajomimy z astronomicznym sposobem zapatrywania się i wyrażania, czyli gdy poznamy tak nazwany język astronomiczny; przystąpimy do roztrząsania zjawisk, jakie się nam przedstawiają w dzień i w nocy z miejsca naszego zamieszkania we wszechświecie. Nabędziemy przez to prawdziwego poglądu na układ ciał niebieskich, a przy jego pomocy potrafimy sprostować błędne mniemania starożytnych.

Tym sposobem otrzymujemy następujące działy astronomii:

I. Środki pomocnicze do astronomicznych spostrzeżeń.

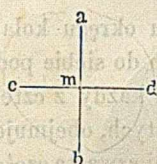
II. Ogólne astronomiczne zjawiska.

III. Szczególne astronomiczne zjawiska.

I. ŚRODKI POMOCNICZE DO ASTRONOMICZNYCH SPOSTRZEŻEŃ.

§. Kąt. Nakreślmy na płaszczyźnie, np. na ćwiartce papieru, dwie linije ab i cd , fig. 1, przecinające się z sobą w punkcie m ; podziela one nam płaszczyznę na cztery części.

Fig. 1.

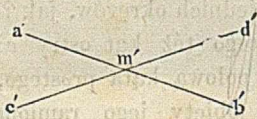


Każda z tych części nazywa się kątem, linije obejmujące kąt, są jego ramionami; punkt zaś przecięcia się ich, zowie się wierzchołkiem kąta. I tak, linije am i cm , są ramionami kąta amc .

Jeżeli wytniemy nożyczkami te cztery kąty leżące około punktu m , i przyłożywszy je do siebie przekonamy się, że się zupełnie nakrywają jako równe sobie, kąty takie będziemy nazywali kątami prostymi. I w takim razie mówi się, że linije ab i cd , przecinają się pod kątem prostym, albo że są do siebie prostopadłe.

Spojrząwszy na fig. 2, od razu widzimy, że linije $a'b'$ i $c'd'$ nie przecinają się pod kątem prostym, lecz dzielą płaszczyznę na cztery bardzo nierówne kąty.

Fig. 2.



Jeżeli je wytniemy i porównamy z kątami prostymi wyciętymi z fig. 1, pokaże się, że kąt $a'm'c'$, jest mniejszy od kąta prostego amc , kąt zaś $a'm'd'$, nierównie większy aniżeli kąt prosty.

Każdy kąt mniejszy od kąta prostego nazywa się ostrym, kąt zaś większy od prostego jest rozwarty. I tak, około punktu m' leżą dwa kąty ostre $a'm'c'$ i $d'm'b'$ obok dwóch rozwartych $a'm'd'$ i $c'm'b'$. Łatwo jest także pojąć, że około danego punktu nie więcej, jak cztery kąty proste albo trzy rozwarte, a nieskończona liczba kątów ostrych może się pomieścić; jako też, że każde dwa naprzeciwko siebie leżące, czyli tak nazwane kąty wierzchołkiem przeciwległe, są sobie równe, gdy tymczasem dwa kąty przyległe $a'm'c'$ i $a'm'd'$ nie są sobie równe, lecz razem wzięte, stanowią dwa kąty proste.

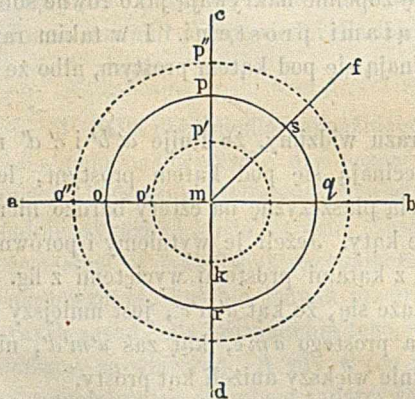
Ten stosunek zupełnie nie zależy od długości ramion kąta: bo wyobraźmy sobie, że linie ab i cd ; albo $a'b'$ i $c'd'$ przedłużone są do nieskończoności, to kąty utworzone w punktach ich przecięcia się, pozostaną niezmiennie.

9. Wielkość zatem kąta określa wzajemne nachylenie się linii obejmujących ten kąt. I położenie punktu na płaszczyźnie jest także w części oznaczone, jeśli znamy kąt, jaki tworzy linija przechodząca przez ten punkt, z liniją przeprowadzoną z niego do innego punktu płaszczyzny. To nadaje wielką ważność kątowi, tak, że go możemy uważać za klucz do najważniejszych prawd, i większa część działalności obserwującego astronoma polega na oznaczaniu kątów.

Zachodzi więc teraz pytanie, jakim sposobem wyznacza się wielkość kąta?

Aby dokładnie zmierzyć kąt, używa się w tym celu okręgu koła. Około m , punktu przecięcia się linii ab i cd nachylonych do siebie pod kątem prostym, zakreślam okrąg koła $opq r$, i widzę że każdy z czterech kątów prostych, obejmuje

Fig. 3.



swemi ramionami czwartą część koła, np . kąt amc , obejmuje swemi ramionami ćwiartkę okręgu op . Że wielkość okręgu koła jest tu rzeczą obojętną, widzieć się to daje na kołach kropkowanych, gdyż $o''p''$ i $o'p'$, są również ćwiartkami odpowiednich okręgów, jak i op . Dlatego też kąt ostry cmf , jest połową kąta prostego, bo łuk objęty jego ramionami, jest ósmą częścią okręgu koła, kąt zaś rozwarty amf , wynosi

półtora kąta prostego, jako obejmujący łuk równy $\frac{3}{8}$ okręgu koła.

Wielkość zatem kąta ściśle jest oznaczona, jeżeli wiadomo jaką częścią okręgu koła jest łuk objęty jego ramionami.

W tym celu podzielono okrąg koła na 360 równych części, nazwanych *stopniami*. Każdy stopień podzielono na 60 równych części nazwanych *minutami*, każdą zaś z nich na 60 *sekund*.

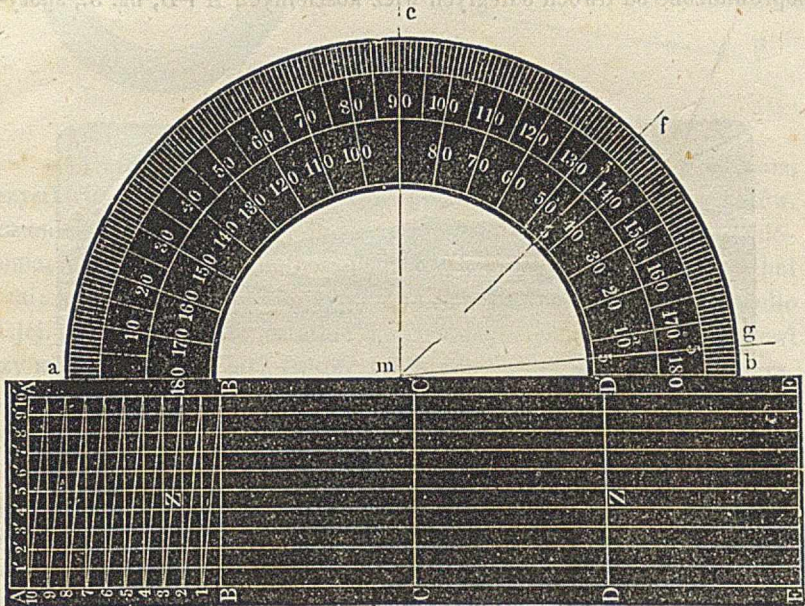
I dlatego każdy kąt wynoszący 90 stopni, jest koniecznie kątem prostym, bo 90 stopni jest czwartą częścią 360 stopni, czyli całego okręgu

koła. Każdy kąt mniejszy od 90 stopni, jest ostry, a każdy kąt większy od 90 stopni, rozwarty.

Żeby kąt nakreślony dokładnie zmierzyć, używa się bardzo prostego przyrządu, nazwanego *przenośnikiem*, który się powszechnie robi z mosiądzu.

Przenośnik, fig. 4, jest to mosiężne lub rogowe półkole, wycięte i podzielone na 180 stopni. Chcąc za pomocą niego zmierzyć kąty: amc ,

Fig. 4.



amf , cmf i gmb , ustawia się go tak, aby środek półkolea padł na wierzchołek kąta, a średnica jego przystała do jednego z ramion kąta, i odczytuje się następnie liczba stopni zawarta pomiędzy ramionami danego kąta. Tym sposobem znajdziemy, że kąt $amc = 90$ stopniom, a więc jest prosty; $amf = 135$ stopniom, zatem jest rozwarty; fmb jest kąt ostry o 45 stop., czyli równa się połowie kąta prostego; i na koniec gmb jest kąt bardzo ostry, bo wynosi zaledwie 5 stopni.

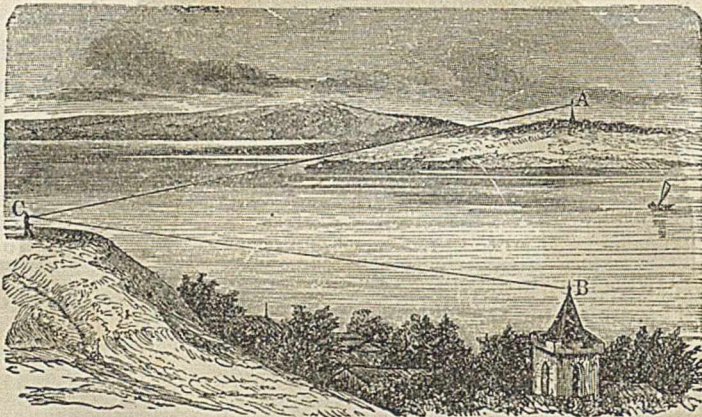
Jeżeli promień, a więc także i okrąg podzielonego na stopnie koła, jest większy od przedstawionego na figurze, łatwo jest każdy jego stopień

podzielić na minuty, a każdą z nich na sekundy, co rzeczywiście przy dokładnym mierzeniu ma miejsce. Na piśmie stopnie odróżniają się kółkiem $^{\circ}$, położonem u góry, minuty kreską $'$, sekundy zaś dwiema kreskami $''$. Tak *np.* $\text{kąt} = 90^{\circ} 35' 16''$, wyraża kąt wynoszący 90 stopni, 35 minut i 16 sekund. —

10. Za pomocą przenośnika mierzy się tylko kąt już nakreślony. Jeżeli zaś idzie o zmierzenie kąta, którego ramiona w myśli tylko poprowadzone, przecinają się z sobą, w takim razie używa się narzędzi wyłącznie do tego zastosowanych.

Przypuśćmy *np.* że mamy zmierzyć kąt, jakiby utworzyły linije poprowadzone od dwóch odległych wież kościelnych *A* i *B*, fig. 5., spoty-

Fig. 5.

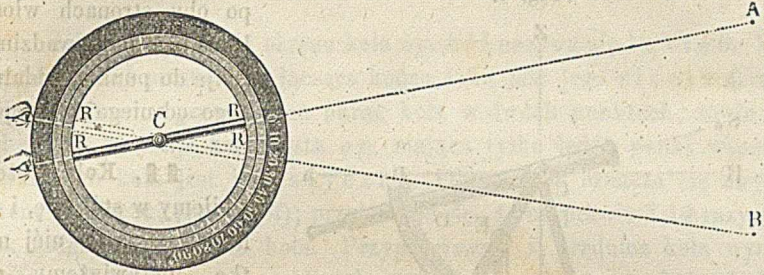


kające się z sobą w punkcie *C*, w którym znajduje się spostrzegacz. Najprostszy przyrząd jakiego tu użyć możemy, jest kątomiar, fig. 6. Składa się on z koła metalowego, którego brzeg podzielony jest na stopnie. W środku tego koła *C* znajduje się pręcik, w około którego sztabka *RR* nazwana *p r a w i d ł e m*, obraca się jak wskazówka. Przyrząd ten ustawia się poziomo na małym stoliku tak, iżby jego środek przypadł ściśle w tym punkcie, w którym mają się przeciąć linije poprowadzone myślą z punktów *A* i *B*.

Prawidło ustawia się na zero podziałki, i obraca się kątomiar do-
tąd, dopóki oko nie ujrzy punktu *A* na przedłużeniu prawidła. Następnie kieruje się tak prawidło, iżby na przedłużeniu jego leżał punkt *B*, co ma miejsce, kiedy ono przyjmie położenie *R' R'*; przycém koniec prawidła

opisze łuk, którego długość wskazuje podziałka, wynoszący w przytoczonym przykładzie 20° . Kąt zatem przy C , obejmujący ten łuk, wynosi 20° .

Fig. 6.



Takie jest zasadnicze urządzenie, z większą lub mniejszą odmianą wszystkich astronomicznych narzędzi, używanych do mierzenia kątów. Rozumie się samo przez się, że stosownie do tego, czy kąt dany do mierzenia, leży na płaszczyźnie poziomej lub pionowej względem powierzchni ziemi, koło przyrządu powinno być ustawione równoległe lub prostopadłe do jej powierzchni. To ostatnie *np.* położenie nadaje się przyrządowi przy mierzeniu kąta, jaki tworzy linija poprowadzona myślą od wierzchołka wieży, do pewnego punktu na ziemi, z liniją idącą z tegoż punktu na powierzchni ziemi.

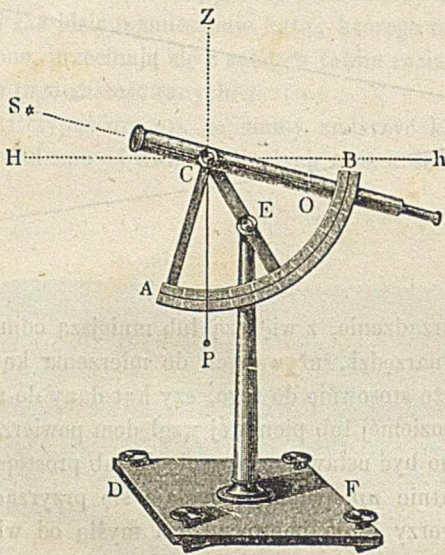
W razie, gdy kąt dany do mierzenia nie przechodzi wielkości kąta prostego, lub 60° , dogodniej jest użyć do mierzenia jego zamiast całkowitego okręgu koła, czwartej lub szóstej jego części, czyli tak zwanego kwadransa lub sekstansa.

Taki kwadrans może się obracać około punktu E , jak to wskazuje fig. 7; AB jest łuk podzielony na stopnie, a C środek czwartej części okręgu koła. Jeżeli nadamy przyrządowi takie położenie, żeby luneta, umocowana na jednym jego ramieniu, skierowaną była na punkt obrany na poziomie w kierunku linij Hh , a drugie ramie CA przyjęło kierunek pionu P , zawieszzonego w punkcie C , i następnie skierujemy lunetę na pewną gwiazdę S , to pion zachowujący stale ten sam kierunek, wskaże nam na łuku liczbę stopni kąta, jaki tworzy linija poprowadzona od gwiazdy do obserwującego z jego poziomem. Zresztą nadmienić wypada, że dziś przy wszystkich obserwacjach, tylko całego okręgu koła się używa.

Obecnie taką nadano dokładność przyrządom do mierzenia kątów, że za pomocą nich jesteśmy w stanie ocenić kąt o jednej sekundzie, a nawet wynoszący tylko pół sekundy. Żeby zaś dać pojęcie o tak nadzwyczajnie małym kącie, dosyć jest powiedzieć, że kąt wynoszący prawie

1 sekundę, powstaje, gdy po obu stronach włosa ludzkiego poprowadzimy linije do punktu oddalonego od niego o 3 stopy.

Fig. 7.



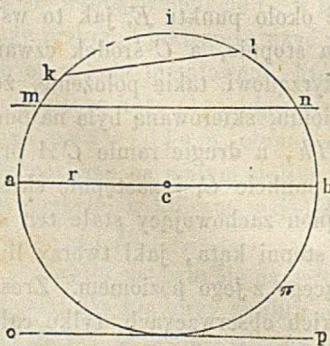
11. Koło. Jeżeli wbijemy w stół igłę, i u-mocowawszy do niej nitkę, przywiązemy na drugim jój końcu ołówek i wyteżając nitkę zakreślmy nim liniję: utworzy się linija krzywa sama w sobie zamknięta, nazwana okręgiem koła, a płaszczyzna nią objęta, zowie się kołem.

Sposób tworzenia się

okręgu koła wskazuje, że każdy punkt tój krzywój jest równo oddalony od punktu, gdzie wbita została igła, i który nazywa się środkiem koła. Linija prosta, poprowadzona od środka koła, którą w przytoczonym przykładzie przed-

stawia wyteżona nitka, zowie się promieniem koła; widoczna jest zatem rzeczą, że wszystkie promienie tego samego koła są sobie równe. Przedłużwszy promień do powtórnego spotkania się z okręgiem koła, otrzymamy średnicę koła, która jest podwójnym promieniem; więc wszystkie średnice są także sobie równe, fig. 8.

Fig 8.



c = środek koła
 $a c$ = promień = r
 $a b$ = średnica = $2 r$

kil = łuk koła

kl = cięciwa

mn = sieczna

op = styczna

π = okrąg koła = 3,14, jeżeli $2r = 1$.

Jakakolwiek część okręgu koła *np.* kil nazywa się łukiem koła, linija zaś prosta kl , łącząca końce łuku jest jego cięciwą. Linija prosta mn przecinająca okrąg koła w dwóch punktach, zowie się sieczną, linija zaś prosta op , mająca tylko jeden punkt wspólny z okręgiem koła jest jego styczną. Okrąg koła oznacza się zwykle literą grecką π , (czytaj *pi*); przekonano się, że on prawie 3,14 razy jest tak długi, jak średnica koła. Przypuściwszy, iż średnica koła wynosi 4 cale, okrąg koła, czyli tak nazwana długość okręgu koła, będzie $4 \times 3,14 = 12,56$ cali.

Powierzchnia koła otrzymuje się, mnożąc promień przez siebie, a otrzymany ztąd wypadek, mnożąc jeszcze przez liczbę 3,14.

12. Kula. Na szczególną uwagę z naszej strony zasługuje kula. Jest to bryła zamknięta powierzchnią krzywą, mającą wszystkie punkta równo oddalone od punktu leżącego wewnątrz niej i nazwanego środkiem kuli. Linija prosta poprowadzona ze środka kuli do jakiegokolwiek punktu wziętego na jęj powierzchni, zowie się promieniem kuli, promień zaś wraz z przedłużeniem do powtórnego spotkania się z powierzchnią kuli, jest jęj średnicą. Podobnie jak w kole, wszystkie promienie jako téż i średnice kuli są sobie równe.

Wyobraźmy sobie, że kula jest przecięta płaszczyznami, przechodzącymi przez jęj środek; wtedy na powierzchni kuli utworzą się tak nazwane koła wielkie kuli, których promienie są równe promieniom kuli.

Powierzchnia kuli równa się cztery razy wziętej powierzchni koła wielkiego. Powierzchnie dwóch jakichkolwiek kul mają się do siebie, jak liczby otrzymane z rozmnożenia odpowiednich średnic przez siebie.

Objętość czyli bryłowość kuli otrzymuje się, mnożąc trzecią część jęj promienia przez powierzchnię. Stosunek pomiędzy objętościami dwóch kul nierównych, wyraża się przez liczby otrzymane z rozmnożenia ich średnic dwa razy przez siebie.

Uważamy za stosowne objaśnić przykładami liczbowymi to wszystko, cośmy mówili o kole i kuli, przyjmując dla obu średnice = 12 cali.

Średnica = 12''

Promień = 6''

Okrąg koła = $12 \times \pi = 12 \times 3,14 = 37,68$ cali.

Powierzchnia kuli = $4 \times (r \times r \times \pi) = 4 \times 113 = 452$ cali kwadr.

Objętość kuli = $(\frac{1}{3}r) \times 4(r \times r \times \pi) = 2 \times 452 = 904$ cali sześcienn.

Jeżeli średnica jednej kuli jest 6 cali, a drugiej 12'', to według wyżej podanej zasady, powierzchnie ich będą się miały do siebie jak 6×6 do 12×12 , czyli jak 36 do 144; objętości zaś ich jak $6 \times 6 \times 6 = 216$ do $12 \times 12 \times 12 = 1728$.

13. Elipsa. Mniej powszechnie niż koła znane są własności elipsy, linii krzywej również samej w sobie zamkniętej, która się kreśli w sposób następujący. Na płaszczyźnie wbijają się dwa sztyfciki (fig. 9),

Fig. 9.

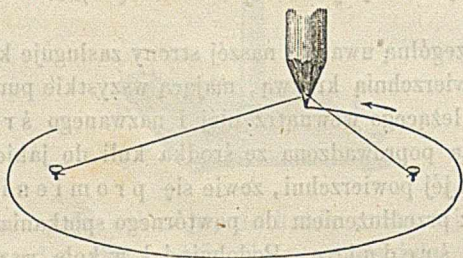
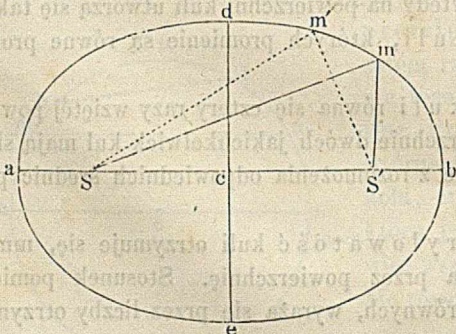


Fig. 10.



Sm i $S'm'$, albo Sm' i $S'm$ jako przedstawiające długość nitki, gdy ołówek znajduje się w m lub m' razem wzięte, równają się osi wielkiej

i bierze się nitka cokolwiek dłuższa od odległości pomiędzy temi sztyfcikami, a umocowawszy jej końce przy sztyfcikach, wstawia się w jej zgięcie ołówek i wytyczając nim nitkę, kreśli się nim linię kształtem zbliżoną do spłaszczonego koła, nazwaną elipsą.

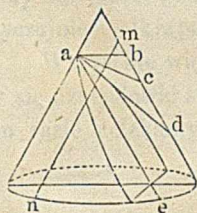
Linia ab jest jej osią wielką, fig. 10, a prostopadła do niej de przechodząca przez środek c nazywa się osią małą. S i S' zowią się ogniskami elipsy, i jak tu ze sposobu tworzenia się elipsy łatwo widzieć, linije poprowadzone z obudwu ognisk do jakiegokolwiek punktu obwołu krzywej, np .

elipsy. Dwie takie linie, jakich w elipsie musi być nieskończona liczba, nazywają się promieniami wodzącymi. Odległość każdego z ognisk S i S' do środka C nazywa się mimośrodem. Jasną jest rzeczą, że im mimośród jest mniejszy, tém bardziej elipsa zbliża się swą postacią do koła. Powierzchnia elipsy otrzymuje się, mnożąc połowy jęj osi ac i dc przez siebie, a iloczyn ten mnożąc jeszcze przez 3,14.

Elipsa zasługuje na szczególną naszą uwagę z tych względów, że drogi opisywane przez większą część ciał niebieskich, jak np. nasza ziemia, są elipsami.

14. Parabola. Druga krzywa linija, obdarzona niemniej szczególnymi własnościami, jest p a r a b o l a. Najłatwiej daje się ona przedstawić za pomocą ostrokřęgu o podstawie kołowej, na którym i inne krzywe, nazwane w ogóle przecięciami ostrokřęgowemi, bardzo dobrze dają się pokazać. I tak, przetnijmy ostokrąg płaszczyzną przechodzącą przez liniję ab (fig. 11), to jest równoległe do podstawy, a otrzymamy na przecięcie koło. Jeżeli przeciwnie, płaszczyzna przecinająca jest nachylona do połowy ostrokřęgu, jak ac i ad ,

Fig. 11.



przecięcia będą elipsami. I nakoniec, jeżeli płaszczyzna przecinająca będzie równoległą do jednego z boków, czyli tworzącej ostrokřęgu, jak ac i mn , otrzymana powierzchnia będzie ograniczoną zupełnie inną krzywą, nazwaną p a r a b o l ą, której jedna z głównych własności jest ta, że jęj końce nigdy się z sobą nie schodzą, jak w kole lub elipsie, lecz coraz się bardziej od siebie oddalają, chociażbyśmy je przedłużali do nieskończoności.

Jest pewien rodzaj ciał niebieskich poruszających się w około słońca, a mianowicie komety, które eliptyczne wprawdzie opisują drogi, lecz tak bardzo rozciągnięte, że części ich drogi leżące bliżej słońca, gdzie jedynie te ciała mogą być widziane, bardzo mało różnią się od paraboli.

15. Miernictwo. Mierzyć jakąkolwiek liniję, powierzchnię lub bryłę, jest to porównywać je z dowolną wielkością tego samego gatunku, wziętą za jedność, czyli miarę. Wypadek mierzenia wskazuje nam, ile razy obrana miara mieści się w danej wielkości.

Najważniejszą jest zatem rzeczą jak widzimy, powszechne porozumienie się co do jednostajności przyjętej miary, lecz gdy na nieszczęście w różnych czasach i krajach rozmaite miary są używane, potrzeba

przeto przedewszystkiem wskazać najglówniejsze z nich używane w astronomii, i przytaczane w rozmaitych dziełach.

16. Tablica miar. W § 7 Fizyki podaliśmy porównanie mniejszych miar, biorąc za jedność metr, który się otrzymuje, dzieląc czwartą część koła wielkiego, przechodzącego przez bieguny ziemi, na 10 miljonów równych części.

Jeżeli koło wielkie poprowadzone w około ziemi w równej odległości od biegunów, podzielimy na 360 równych stopni czyli części, i weźmiemy piętnastą część takiego stopnia, otrzymamy milę geograficzną czyli niemiecką.

I o takiej tylko mili zawsze mówić będziemy; podajemy tu więc jej stosunek do innych miar.

1 mila geograficzna czyli niemiecka jest :

= 3806,7 saż. franc. (toise), 1 sażeń franc. = 6 stopom paryz.

= 7407 metrom.

= 8096 yardom. 1 yard = 3 stopom angielskim.

= 22840 stopom paryzkim.

= 29670 stopom hesskim.

= 0,742 milom francuzkim.

= 0,978 milom austryjackim.

= 0,985 milom pruskim.

= 1,333 league angiels. (trzy mile morskie).

= 4,611 milom angielskim.

= 0,993 milom polskim po 7 wiorst.

= 6,956 wiorstom rosyjskim.

I dalej :

1 mila nowofrancuzka = 1 myriametrowi = 10000 metrom.

1 mila austryjaska = 24000 stop. austryjac. = 7586 „

1 mila pruska = 24000 stop. prusk. = 7533 „

1 mila niemiec. czyli geogr. = $\frac{1}{15}$ stopnia = 7407 „

1 league angielska = $\frac{1}{20}$ stopnia = 5556 „

1 mila dawna francuzka = $\frac{1}{25}$ stopnia = 4444 „

1 mila morska = $\frac{1}{60}$ stopnia = 1851 „

1 mila angielska = 1760 yardom = 1609 „

1 wiorsta rosyjska = 3500 stop. rosyjsk. = 1067 „

1 stadium starożytne = $\frac{1}{10}$ mili geograficznój = 185 „

Na jeden stopień idzie 14,879 mil polskich po 7 wiorst, a 13,02 mil dawnych polskich. Mila polska zawiera 8534,3 metrów.

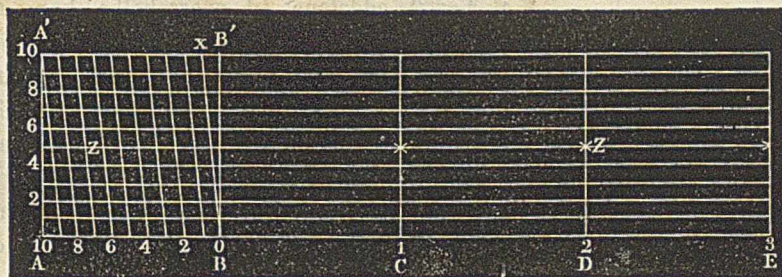
17. Odległość; podziałka. Wyobraźmy sobie pewien punkt przestrzeni; od niego każdy inny punkt jest mniej lub więcej oddalony, a linija prosta pomiędzy nimi poprowadzona, lub pomysłana tylko, nazywa się najkrótszą ich odległością, albo krócej ich odległością. Jak przestrzeń jest nieskończona, tak też odległość nie jest przywiązana do żadnej miary ani liczby.

Rozróżniamy odległości dające się zmierzyć i nie mogące być wymierzonymi. Pierwsze są takie odległości, które albo przez bezpośrednie przenoszenie miary, albo za pomocą rachunku dają się ocenić, używając do tego stosownie do ich wielkości rozmaitych jednostek. Tak np. odległości pomiędzy ciałami niebieskimi wyrażamy za pomocą odległości gwiazd, odległości ziemi od słońca, promieni ziemskich; powierzchnię ziemi mierzymy milami, prętami, metrami; rozciągłości zaś mniejszych wymiarów, stopami, calami i linijami.

Odległościami nie dającymi się zmierzyć są dla nas takie, dla oceny których nasze zmysły i przyrządy nie wystarczają. Takimi nazywamy odległości nadzwyczajnie małe pomiędzy atomami materji, i nadzwyczajnie wielkie pomiędzy największą częścią gwiazd stałych i obłoczków.

Wszystkie większe odległości, przechodzące granice wzroku, staramy się uzmysłowić siłą naszej wyobraźni, a gdy i ta nie wystarcza, w takim razie uciekamy się do pomocy podziałki, fig. 12, tego dziel-

Fig. 12.



nego środka uzmysłowienia; rysunek zrobiony za pośrednictwem podziałki w zmniejszonych rozmiarach, z zachowaniem względnych odległości, nadzwyczajnie ułatwia nam w podobnych przypadkach właściwe pojęcie rzeczy.

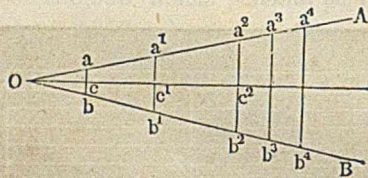
Żeby zrozumieć urządzenie podziałki oparte na zasadach geometrii, wyobraźmy sobie, że linije AB , BC i t. d., przedstawiają pewne długości, np. mile, i że AB i $A'B'$, są podzielone na 10 części równych, a zatem na dziesiąte części mili; linija zaś poprzeczna BX , podzieli znów każdą z linij równoległych do AB jeszcze na dziesięć części, t. j. na setne części mili, tak, że będziemy mogli mieć długości odpowiadające $\frac{1}{100}$, $\frac{2}{100}$, $\frac{3}{100}$ i t. d. mili, jak to wskazuje trójkąt $Bx B'$. Za pomocą cyrkla można teraz każdą długość wyrazić w milach, dziesiętnych i setnych częściach mili. Tak np. gdybyśmy chcieli odciąć na rysunku $2\frac{3}{4} = 2,75$ mili według téj podziałki, to stawiamy jedną nóżkę cyrkla w punkcie Z , drugą zaś w punkcie przecięcia się poprzecznej 7 z równoległą 5, a rozwartość cyrkla przedstawi nam długość 2 całkowitych, 7 dziesiętnych i 5 setnych mili.

18. Ocenianie odległości Za pomocą pręta i tak nazwanego łańcucha mierniczego, mierzą się tylko nieznaczne odległości. Dlatego o tych sposobach wcale nie wspominamy, gdyż te rzadko kiedy są używane przy większych odległościach, a przy mierzeniu przestrzeni niebieskich, nie mają żadnego zastosowania.

Tu winniśmy wskazać sposób obliczania, a nie mierzenia odległości. Do tego potrzebne są nam niektóre wiadomości z geometrii, jak o podobieństwie trójkątów, i pierwsze zasady trygonometrii.

Na fig. 13 widzimy pomiędzy ramionami AO i BO kąta O ,

Fig. 13.



szereg linij równoległych ab , $a'b'$ i t. d. Łatwo jest pojąć, że te linije będą tém większe, im bardziej są oddalone od wierzchołka kąta O , i rzeczywiście jest rzeczą dowiedzioną, że linija $a'b'$ ściśle o tyle razy jest większą od ab , o ile Oc' jest większą od Oc , albo o ile Oa' jest większe od Oa , lub Ob' od Ob .

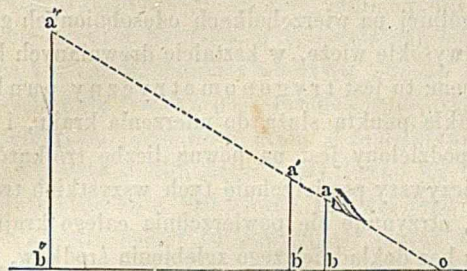
To samo ma miejsce dla wszystkich linij równoległych do ab , lub równoległych względem siebie. Tak np. a^4b^4 o tyle jest większą od a^3b^3 , o ile Oa^4 jest większą od Oa^3 i t. d.

Ta prosta zasada służy nam zarówno do obliczania poziomych, jak i pionowych odległości, czyli wysokości.

Dajmy, że $a''b''$ fig. 14, przedstawia nam wieżę, której chcemy wyznaczyć wysokość. W tym celu wymierzamy najprzód dokładnie tak nazwaną podstawę $b''o$, następnie wbijamy na nią

laskę ab tak, iżby oko nasze mogło przez jej wierzchołek widzieć najwyższy punkt wieży.

Fig. 14.



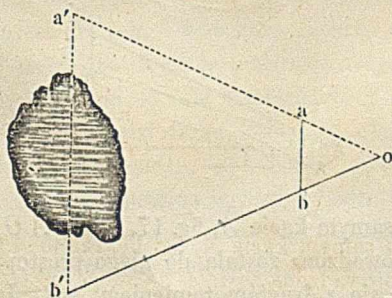
szczy punkt wieży. Potem pomiędzy nią i wieżą ustawiamy drugą laskę tak, iżby wierzchołek jej a' , i wierzchołek wieży a'' , znajdowały się na jednej linii z okiem patrzącego; wyobraziwszy sobie linię $a''a'o$, otrzymamy figurę zupełnie podobną do figury 13.

Na zasadzie więc powyżej przytoczonej, $a''b''o$ tyle jest większe od $a'b'$, o ile $b''o$ jest większe od $b'o$. Gdyby np. $a'b'$ wynosiło 15 stóp, $b'o$ — 30 stóp, $a''b''$ musiałoby być równe połowie wymierzonej przez nas podstawy. Gdyby podstawa była równa 120 stopom, wysokość wieży równałaby się 60 stopom.

Własność, że długość cieni rzuconych przez rozmaite przedmioty, jest proporcjonalną do wysokości tychże przedmiotów, daje nam bardzo prosty sposób do oceniania wysokości. Mierzy się długość laski $a'b'$ wbitej pionowo w ziemię i długość jej cienia, jako też długość cienia rzuconego przez wieżę $b''o$, fig. 14. O ile laska jest większą lub mniejszą od swego cienia, o tyle wysokość wieży jest większą lub mniejszą od długości swego cienia.

Ten sam sposób ze stosowną zmianą służy do mierzenia odległości pomiędzy dwoma nieprzystępnymi punktami, np. do wyznaczenia odległości

Fig. 15.



ści wierzchołków dwóch gór lub odległości dwóch punktów, pomiędzy którymi znajduje się las, albo woda, fig. 15. W takim razie dosyć jest znać odległość $o'b'$, ażeby być w stanie obliczyć $a'b'$, jako też $a'o$. Za pomocą dwóch lasek wbitych w punktach a i b , leżących na tych samych liniach prostych z punktami a' i b' i okiem patrzącego ze stanowiska o , przyczem linia $a'b'$ łącząca niedostępne punkta,

przez którą przechodzi linia $a'b'$, przyczem linia $a'b'$ łącząca niedostępne punkta,



winna być równoległą do ab , otrzymamy trójkąt abo , który łatwo jest wymierzyć. O ile bowiem ob' jest większe od ob , o tyle $a'b'$ większe od ab .

19. Trygonometryczne pomiary. Często dają się spostrzeżać na wyniosłych punktach, szczególnie na wierzchołkach odosobnionych gór; wznoszące mniej lub więcej wysokie wieże, w kształcie drewnianych lub murowanych piramid, z napisem: tu jest trygonometryczny punkt. Wiadomo powszechnie, że takie punkta służą do mierzenia kraju, i że za pomocą nich, cały kraj podzielony jest na pewną liczbę trójkątów, tworzących jakby sieć. Obliczywszy powierzchnię tych wszystkich trójkątów, i biorąc ich sumę, otrzymuje się powierzchnia całego kraju.

Trudno jest wprawdzie bez dokładniejszego zgłębienia środków, jakie nam przedstawia matematyka, dać tu jasne pojęcie i objaśnić mniej w nią wtajemniczonym, jakim sposobem przychodzi się do tego za pomocą punktów trygonometrycznych, obranych na wyniosłych miejscach. Postaramy się jednak chociaż w części im to wytłumaczyć.

Kąt A fig. 16, zawarty jest pomiędzy ramionami AB i AO . Z punktu B , końca ramienia AB , poprowadźmy prostopadłą do ramienia AO . Linija AB powinna mieć niezmienną długość i dlatego nazywać będziemy tę linię stałą co do długości swjej, przypuszczając przytém że jest ruchomą około punktu A . Podnieśmy linię stałą AB , np . do położenia AB' , a spostrzeżemy, że w miarę jak się powiększa kąt A , wzrasta także prostopadła poprowadzona z końca linii stałej. Kąt $B'AO'$ jest widocznie większy od kąta BAO , jako téż linija $B'O'$, jest większa od BO . Linija wzrastająca w ten sposób, nazywa się *wstawa* danego kąta A .

Fig. 16.

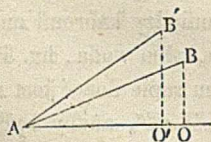
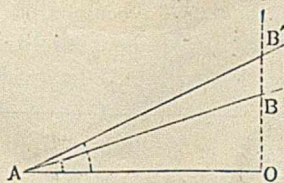


Fig. 17.



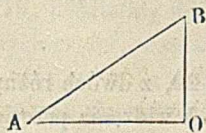
Wystawmy sobie, że w tym samym kącie A , fig. 17, ramię AO jest stałe, i że z końca jego O , wyprowadzona została do niego prostopadła OB , przedłużona aż do spotkania się z drugim ramieniem AB . Jeżeli kąt A powiększy się, wzrośnie także prostopadła OB , którą nazywamy *styczną trygonometryczną* kąta A .

Wstawa więc i styczna trygonometryczna są, jak widzimy, dwie linie, znajdujące się w pewnym związku z danym kątem, i obie się powiększają za powiększeniem tego kąta. Łatwo jest także widzieć, że styczna trygonometryczna przy tém samém zwiększeniu kąta A , nierównie prędzej wzrasta, aniżeli wstawa; wynaleziono téż prawo, za pomocą którego obliczono tablice trygonometryczne, gdzie dla każdego kąta podany jest stosunek pomiędzy wstawą lub styczną trygonometryczną, i jego linią stałą. Jeżeli poszukamy w takich tablicach *np.* wstawy kąta o 30° , znajdziemy liczbę jej odpowiednią 0,5 to jest, że wstawa tego kąta jest równa połowie jego linii stałej.

Z tego cośmy tu powiedzieli można widzieć, jak ważną jest zasada, na mocy której z danej wielkości kąta i jego stałego ramienia, przy pomocy tablic trygonometrycznych, można wynaleźć jego wstawę i styczną trygonometryczną; jak to następujący przykład bliżej jeszcze nam objaśni.

Niech OB , fig. 18, oznacza nam wysokość wieży. Przypuśćmy, że poprzednio przez bezpośrednie mierzenie znaleziono, że długość podstawy AO wynosi 430 stóp, a kąt A równa się 35° .

Fig. 18.

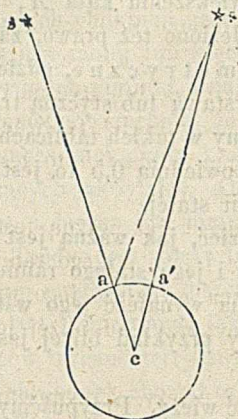


Linija OB , uważana jako styczna kąta A , równa się według wskazania tablic trygonometrycznych 0,7, to znaczy, że styczna trygonometryczna wynosi $\frac{7}{10}$ linii stałej AO . Że zaś dziesiąta część 430 jest 43, zatem $OB=7 \times 43=301$ stóp, będzie szukaną wysokością wieży.

20. Odległość i wielkość ciał niebieskich. Przy dokładném mierzeniu tak pionowych jak i poziomych odległości, nigdy się nie używa sposobów wskazanych w § 18, lecz jedynie trygonometrycznego rachunku. Szczególniej przy rozpatrywaniu ciał niebieskich ten tylko sposób możliwym jest dla osiągnięcia zamierzonego celu. Ponieważ w takim razie promień ziemi obiera się za podstawę, potrzeba zatem najprzód oznaczyć jego wielkość, co się robi w następujący sposób: wyobraźmy sobie, że przez ziemię przechodzi okrąg koła, fig. 19, a w punktach a i a' znajduje się dwóch spostrzegaczy, oddalonych od siebie o łuk aa' którego długość dokładnie wymierzona wynosi 30 mil. I dajmy na to, że każdy z nich jednocześnie obserwuje pionowo nad nim znajdujące się gwiazdy s i s' ; linija poprowadzona od tych gwiazd przecięłaby się w środku ziemi tworząc kąt c . Kąta tego zmierzyć nie jesteśmy w stanie, gdyż środek ziemi jest dla nas niedostępnym. Lecz odległość gwiazd od ziemi tak nadszycząj

jest wielka, że to nie robi znacznej różnicy, czy spozrzegacz mierzy ten

Fig. 19.

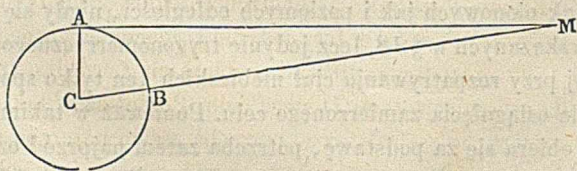


kąt z środka ziemi, czyli też na jej powierzchni z punktu a , to jest kąt jaki tworzą linie poprowadzone od gwiazd s i s' do jego oka. Jest to podobnie bez wpływu, jak gdyby jaki robaczek mikroskopowy patrzył raz ze środka ziarnką prosa, drugi raz z powierzchni jego na wierzchołki dwóch odległych gór. Dlatego też bez dopuszczenia się błędu przyjmujemy, że kąt c równy jest kątowi sas' i mierzymy ten ostatni. Dajmy teraz na to, że kąt ten $= 2^\circ$, a że wiemy z poprzedniego mierzenia, iż łuk aa' wynosi 30 mil i jest zawarty pomiędzy ramionami kąta 2° , a na 1° idzie 15 mil, co dla okręgu poprowadzonego w około ziemi, który jak wiemy zawiera 360° , daje długość

$360 \times 15 = 5400$. Ponieważ zaś według § 11, długość okręgu koła jest 3,14 razy większą od jego średnicy, zatem średnica ziemi $= \frac{5400}{3,14} = 1719$ milom.

21. Jeżeli dwóch spozrzegaczy A i C , fig. 20, z dwóch różnych stanowisk patrzą na ten sam punkt M , promienie ich widzenia przecina-

Fig. 20.



jąc się w M , utworzą kąt zwany kątem parallaxsy. Gdyby oko znajdowało się w punkcie M , kąt ten byłby kątem widzenia (zobacz § 77 Fizyki), pod jakim byłaby widziana podstawa AC naszych spozrzegaczy. Kąt zatem M , wyraża pozorną wielkość, w jakiej się przedstawia AC , uważana z M i nazywa się parallaxsą punktu M .

Jeżeli M wyobraża księżyc, a C środek kuli ziemskiej przedstawionej przez okrąg koła, AC jest parallaxsą księżyca, to jest pozorną wielkością promienia ziemskiego, widzianego z księżyca. Jeżeli księżyc jednocześnie

jest uważanym z punktu A , znajdującego się na tymże samym poziomie co M , i z punktu B , w którym drugi obserwator widzi księżyc w swoim wierzchołku (§ 27), a jego promień widzenia przechodzi przez środek ziemi, w takim razie połączywszy w myśli punkt A , C i M linijami prostymi, otrzymany trójkąt ACM .

Ponieważ AM , jako styczna koła (§ 11), jest prostopadła do średnicy AC , kąt więc A jest prosty, a wielkość kąta przy C jest znana, jako odpowiadająca łukowi AB , mierzącemu odległość pomiędzy dwoma obserwującymi. Znając zaś wielkość dwóch kątów trójkąta, łatwo jest znaleźć trzeci, gdyż jak wiadomo summa wszystkich kątów trójkąta równa się dwóm kątom prostym, czyli 180° . Tym sposobem znajdziemy, że kąt M , nazwany powszechnie parallaxą księżyca, wynosi 56 minut i 58 sekund. Tak więc w trójkącie prostokątnym MAC , mamy wielkość kąta $M=56' 58''$, i promienia ziemskiego $=860$ mil, a to jest dostatecznym do obliczenia za pomocą trygonometrycznego rachunku boku MC , to jest odległości księżyca od ziemi. A mianowicie: ponieważ AC jest wstawą kąta M , według zaś tablic trygonometrycznych, wstawa kąta

$56' 58'' = \frac{1652}{100000}$. Czyli, wyrażając się w sposób przyjęty przez nas

w § 19, podzielmy linię stałą MC , to jest odległość księżyca na 100000 równych części, wstawa AC , czyli promień ziemski równa się 1652 takich części. A że 1652 mieści się w 100000 razy 60, odległość księżyca równa się sześćdziesięciu promieniom ziemskim, czyli $60 \times 860 = 51600$ milom.

Podobnym sposobem obliczono, że parallaxa słońca $=8,6''$, a ztąd znaleziono, że odległość słońca wynosi 20 milionów mil.

22. Znając odległość słońca i księżyca, i ich pozorną wielkość, łatwo jest także obrachować prawdziwą ich wielkość. Wyobraźmy sobie, że AC (fig. 20) przedstawia promień księżyca, AM odległość jego od ziemi; biorąc AM za linię stałą, AC będzie styczną trygonometryczną kąta M . Ponieważ zaś za pomocą obserwacji znaleziono, iż pozorna średnica księżyca, czyli kąt widzenia pod jakim się ona przedstawia spozstrzegaczowi, znajdującemu się w $M=31' 16''$; pozorna zatem wielkość promienia księżyca $=15' 38''$. A że styczna trygonometryczna kąta $15' 38''$ ma się do linii stałej jak 454: 100000, linija zaś stała $AM=51600$ milom, więc $AC = \frac{454 \times 51600}{100000} = 234$ milom, czyli że prawdziwa

średnica księżyca, jako dwa razy większa od AC , wynosi 468 mil. W taki sam sposób obliczono z pozornej średnicy słońca, która równa się

32' 0'',88 i jego odległości, prawdziwą średnicę słońca wynoszącą 192608 mil.

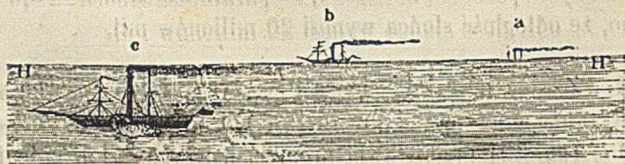
II. OGÓLNE ASTRONOMICZNE ZJAWISKA.

A. Ziemia.

23. Kształt. Wielkiem ułatwieniem przy dostrzeganiu zjawisk astronomicznych jest to, że przyzwyczajeni jesteśmy od pierwszej młodości uważać ziemię i gwiazdy, jako ciała kuliste i swobodnie unoszące się w bezdennej przestrzeni wszechświata. Dlatego też w poprzedzających uwagach przypuszczaliśmy to, jako rzecz znaną, a obecnie przytaczamy na to dowody.

Za kulistością ziemi przemawiają w niezaprzeczony sposób następujące okoliczności. Znajdując się na jakimkolwiek punkcie ziemi jesteśmy w stanie objąć wzrokiem tylko bardzo małą cząstkę jęj powierzchni, która bez porównania musiałaby być większą, gdyby powierzchnia ziemi była płaszczyzną. Śledząc następnie okiem na zwierciadlanej powierzchni morza, oddalający się od nas okręt, fig. 21, widzimy iż najprzód znika spód jego, a dopiero później pokład, żagle i maszty. Jest to zupełnie to

Fig. 21.



samo zjawisko, jak gdyby kto z przeciwnęj strony zaokręglonego pagórka schodził; najpierw nikań nogi, a następnie głowa jego: w razie zaś ruchu w przeciwnym kierunku, ostatnią najprzód widzimy. Niezliczone podróże wodą i lądem przedsiębrane również dowodzą, że ziemię można okrążyć, że wychodząc z jakiegokolwiek punktu, i idąc zawsze w jednym kierunku, wraca się zawsze do tego samego punktu; co jednak dla licznych miejscowych przeszkód, nie w każdym dowolnym kierunku daje się skutecznie. Nakoniec o kulistej postaci ziemi wnosimy także z okrągłego kształtu cienia rzuconego przez ziemię na tarczę księżyca w czasie jego

zaćmienia, i nareszcie z tój okoliczności, że o kulistój postaci innych ciał niebieskich, dostrzeżenia nie pozostawiają najmniejszój wątpliwości.

Pomimo kulistego kształtu ziemi, powierzchnia jój wydaje nam się płaską, co jedynie jest skutkiem znacznej jój wielkości. Oko bowiem nasze nawet z wierzchołka góry wysokości na 10,000 stóp, jest w stanie objąć zaledwie $\frac{1}{4000}$ całkowitj powierzchni ziemskij, i dlatego ta mała jój cząstka, wydaje się nam płaszczyną, (patrz o spłaszczeniu ziemi § 65 Fizyki).

24. Wielkość ziemi. Pokazaliśmy już w § 21, jakim sposobem można dokładnie zmierzyć ciało tak wielkich wymiarów, jak ziemia. W podobny sposób znalezione odpowiednie wielkości dla kuli ziemskij, przedstawiają następujące liczby:

Średnica ziemi	=	1,719 mil.
Obwód koła wielkiego	=	5,400 mil.
Powierzchnia	=	9,282,060 mil kwadratowych.
Objętość	=	2,659,310,190 mil sześciennych.

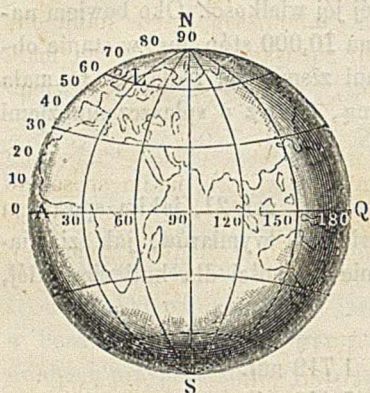
Z tych liczb łatwo jest zrozumieć, że wszelkie wyniosłości na powierzchni ziemi, jak góry, nie mają najmniejszego wpływu na jój kształt. I rzeczywiście, wystawiwszy sobie ziemię jako kulę o średnicy 16 cali, najwyższe góry przedstawiać się będą jak ziarnka piasku o $\frac{1}{100}$ cala wysokości, przychepione do niej.

25. Podział ziemi. Kula kręglowa biegnąc w pewnym kierunku ulega zarazem drugiego rodzaju ruchowi. Patrząc na ziarnka piasku przylegające do niej, widzimy iż te stosownie do swojego położenia, opisują większe lub mniejsze koła około dwóch przeciwległych punktów kuli; linię poprowadzoną przez te dwa punkta i przechodzącą przez środek kuli nazywamy osią obrotu, albo poprostu osią kuli.

Dowiedzioném jest, że ziemia, fig. 22, również obraca się około swój osi, którj końce nazwano biegunami. Jeden z nich *N*, zowie się biegunem północnym, drugi *S*, biegunem południowym, a koło wielkie poprowadzone w około ziemi w równj odległości od biegunów, zowie się równikiem, dlatego że dzieli kulę ziemską na dwie równe półkule, to jest północną i południową, a bardziej jeszcze dlatego, iż w okolicy równika dnie stale są równe nocy. Równik jest podzielony na 360 równych części czyli stopni, z których każdy, jak powiedzieliśmy w § 20, wynosi 15 mil. Wyobraźmy sobie, że przez każdy z tych punktów podziału i przez bieguny ziemskie poprowadzone są koła, tak iżby ziemia

była jakby 180 obręczami opasana, z których my jednak tylko o 30° od siebie odległe przedstawiliśmy na rysunku. Te wielkie koła prostopadłe do równika i przechodzące przez oba bieguny, nazywają się południkami a mi i są naturalnie równe sobie. Odległość pomiędzy nimi, wynosząca na równiku 15 mil, zmniejsza się w miarę zbliżania się ich ku biegunom, gdzie się wzajemnie przecinają.

Fig. 22.



Chcąc rachować południki, potrzeba zacząć od pewnego oznaczonego punktu *np.* *A*, fig. 22. Na ziemi za pierwszy czyli główny południk przyjęto, południk przechodzący przez wyspę Ferro, położoną na oceanie Atlantyckim, na zachodnim brzegu Afryki i zaczynając od niego, liczą następne południki. W rozmaitych krajach biorą także inne południki za punkt, od którego rozpoczyna się rachuba. I tak, w Anglii przyjmują za pierwszy, południk przechodzący przez obserwatorium astronomiczne w Grynicz; we Francji południk przechodzący przez Paryż, w Ameryce południk przechodzący przez Waszyngton. Grynicz leży o $17^{\circ} 40'$, Paryż o 20° na wschód od południka Ferro, a Waszyngton o $59^{\circ} 23'$ na zachód.

Odległość jakiegokolwiek południka od pierwszego czyli głównego południka, zowie się jego długością, i służy do oznaczenia położenia danego miejsca na powierzchni ziemi. Jeżeli *L*, fig. 22, oznacza pewne miasto, długość jego jest 30° , gdyż przechodzący przez nie południk oddalony jest od południka pierwszego o 30° . Tak *np.* długość Hekli na Islandyi jest 1° , Oporto 9° , Paryża 20° , Wiednia 34° , Krakowa 37° , Warszawy 38° , Bagdadu 63° , Kalkuty 94° , Kantonu 131° i t. d., tym sposobem idąc w okolo ziemi, przychodzimy napowrót do punktu wyjścia. Oddalając się od pierwszego południka o 180° , opisuje się drogę w okolo półkuli, a punkt o tyle oddalony, leży wprost na przeciwległej stronie ziemi, postępując zaś dalej od tego punktu, zbliżamy się znów do punktu wyjścia.

26. Łatwo jednak widzieć, że przez wskazanie długości pewnego miejsca, położenie jego nie jest jeszcze dostatecznie oznaczonym, gdyż jeśli się mówi *np.*, że długość pewnego miejsca jest 30° , takowe może się znajdować w jakimkolwiek punkcie półkola *NLS*, fig. 22. Punkt ten

26. Łatwo jednak widzieć, że przez wskazanie długości pewnego miejsca, położenie jego nie jest jeszcze dostatecznie oznaczonym, gdyż jeśli się mówi *np.*, że długość pewnego miejsca jest 30° , takowe może się znajdować w jakimkolwiek punkcie półkola *NLS*, fig. 22. Punkt ten

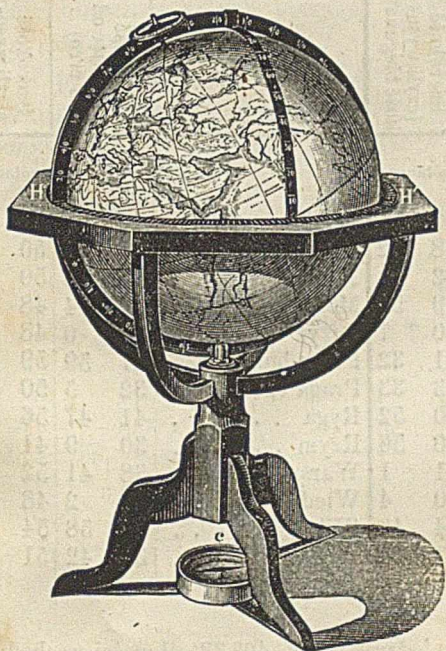
zatem musi być ściślej jeszcze określonym; w tym celu podzielono pierwszy południk po obu stronach równika do biegunów na 90 równych części, nazwanych stopniami szerokości, a przez nie poprowadzono koła równoległe do równika, czyli tak nazwane równoleżniki, które naturalnie w miarę zbliżania się ku biegunom, stają się coraz mniejszemi.

Pod szerokością więc pewnego miejsca rozumiemy odległość jego od równika ku jednemu z biegunów ziemi, i odróżniamy szerokość północną i południową, stosownie do tego, czy dane miejsce leży na północnej lub południowej półkuli.

Tak np. punkt *L*, fig. 22, ma długość 30° i szerokość północną 60° , leży zatem w południowej Szwecyi. \textcircled{c}

Nierównie jednak ściślej oznacza się położenie danego miejsca, gdy jego długość i szerokość wyrażona jest nie tylko w stopniach, ale drobniejszych jego częściach, to jest minutach i sekundach. Bo jak już powiedzieliśmy, każdy stopień jest podzielony na 60 minut, minuta zaś na $\textcircled{60}$ sekund.

Fig. 23.



Nadzwyczaj łatwo uzmysłowia się ten podział powierzchni ziemskiej, jeśli nakreślimy ważniejsze z wymienionych linii na kuli, na której oznaczone są części świata, z wymienieniem bardziej znanych miejsc. Urządzenie podobnego rodzaju stanowi sztuczną kulę ziemską, czyli tak nazwany glob ziemski, fig. 23. Kula unocowana jest zwykle za pomocą sztyftów wbitych przy biegunach w mosiężnym kole, przedstawiającem południk, i niedotykającym się kuli, tak, iż ostatnia może się w niem

swobodnie obracać okolo swój osi; przez co bardzo łatwo dają się przed-

stawić wszystkie zjawiska zależne od obrotu ziemi. Południk miesiężny wspiera się na dwóch przeciwległych wygięciach koła poziomego i na trzecim wycięciu podstawki, podtrzymującej koło poziome. Podobne urządzenie pozwala przy każdym stanowisku spostrzegacza nadać globowi odpowiednie położenie zupełnie w ten sam sposób, jak przy globie niebieskim, § 43. I w takim razie płaszczyzna pozioma HH' przedstawia poziom spostrzegacza.

Południk, poczynając od równika, podzielony jest na 90° . Jeżeli więc chcemy oznaczyć szerokość jakiego miejsca, obracamy glob dotąd, dopóki nie doprowadzimy tego miejsca pod południk miesiężny, i dopiero odczytujemy na nim szerokość szukaną. Długość zaś tego miejsca wskazują jednocześnie podziały równika, podzielonego na 360° .

Dalsze zastosowania globu ziemskiego pokażemy przy opisanu globu niebieskiego w §§ 43 i 44.

Jako przykład, podajemy tu tabliczkę, wskazującą położenie wielu miejsc za pomocą szerokości i długości.

MIASTA	Długość (rachując od Ferro)	Szerokość (czyli wyso- kość bieguna)		MIASTA	Długość rachując od Ferro)	Szerokość (czyli wyso- kość bieguna)	
		północna				północna	
Ateny	41° 32'	38°	5'	Londyn	17° 35'	51°	31'
Augsburg	28 31	48	22	Kijów	48 7	50	27
Berlin	31 3	52	31	Moguncya	25 56	50	0
Darmsztadt	26 19	49	52	Monachium	29 14	48	8
Frankfurt nad M.	26 21	50	7	Paryż	20 0	48	50
Gettynga	27 36	51	32	Petersburg	47 59	59	56
Hamburg	27 38	53	33	Praga czeska	32 5	50	5
Kielce	38 18	50	52	Ryga	41 47	56	57
Kolonia	24 50	50	56	Rzym	30 9	41	53
Konstantynopol	46 36	41	1	Warszawa	38 41	52	13
Kraków	37 37	50	4	Wiedeń	34 2	48	12
Królewiec	38 10	54	43	Wilno	42 58	54	41
Lipsk	30 1	51	20	Wrocław	34 42	51	6

Niemcy położone są pomiędzy $23^\circ 26'$, $40^\circ 33'$ długości wschodniej, i między $44^\circ 46'$ i $55^\circ 53'$ szerokości północnej.

Część dawniej Polski, zwana Kongresowem Królestwem Polskiem, leży pomiędzy $35^{\circ} 20'$ i $41^{\circ} 28'$ długości wschodniej względem Ferro, a 50° i $55^{\circ} 2'$ szerokości północnej.

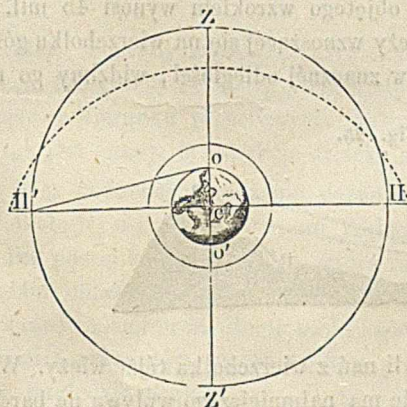
W dzielach polskich długość rachowaną bywa względem południka paryzkiego, który, jak powiedzieliśmy, leży na zachód od Ferro o 20° , zatem według południka paryzkiego, długość wschodnia Krakowa jest $17^{\circ} 37'$, Poznania $15^{\circ} 2'$, Warszawy $18^{\circ} 41' 38''$, Wrocławia $14^{\circ} 42'$.

B. Podział nieba.

27. Miejszem z którego oko ludzkie bada wszechświat, jest ziemia. Nawet bez dokładnych astronomicznych wiadomości łatwo można sobie wyobrazić, że wiele rzeczy przedstawiłoby się nam wcale w inny sposób, gdyby oko nasze znajdowało się na księżycu, słońcu, lub jednej z najodleglejszych gwiazd. Dlatego zmuszeni jesteśmy podzielić otaczającą nas przestrzeń względem ziemi i nas samych, oznaczyć w niej pewne punkta, linije i strefy, bez czego niepodobna byłoby nam w dokładnie oznaczony sposób opisywać zjawiska, jakie w tej bezdenniej przestrzeni przedstawiają się.

Z powodu kulistego kształtu ziemi, każdy spozrzegacz uważa swe stanowisko za punkt najwyższy. Znajdując się *np.* na kuli ziemskiej w punkcie *o*, fig. 24, uważamy mieszkańca wprost na przeciwnym nam

Fig. 24.



punkcie, jako będącego pod naszymi stopami. Lecz takie samo ma prawo mieszkanie punktu *o'*, sądzić podobnie o nas.

Jeżeli wyobrazimy sobie liniję pionową, poprowadzoną przez spozrzegacza w *o*, ta będąc dostatecznie przedłużona, przejdzie przez środek ziemi, i spotka sklepienie nieba w punkcie *Z*, leżącym po nad głową obserwującego: ten punkt nazywa się *z* arabskiego *zenitem* czyli punktem *wierchołkowym*; przeciwległy zaś jemu *nadirem* (podstopnikiem) tegoż obserwującego.

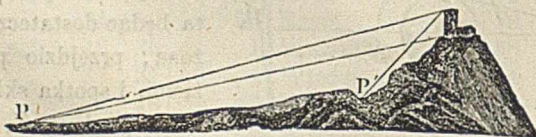
Jeżeli gwiazda jaka np. słońce, znajduje się w punkcie Z , mówimy, że jest w zenicie spostrzegacza o . Ciało zaś niebieskie, będące jednocześnie w Z' , to jest w nadirze, nie może być przez tegoż spostrzegacza widzianem.

28. Patrzącemu z punktu o na niebo pokryte gwiazdami, przedstawiają się wszystkie te iskrzące gwiazdy w równiej od nas odległości; robi to podobne wrażenie, jak gdybyśmy się znajdowali w pośród olbrzymiego kościoła, na którego wewnętrznym sklepieniu gwiazdy te są utkwione. To pozorne sklepienie, otaczające w około ziemię, przedstawia nam kolo $ZH'Z'HZ$, gdzie odległość od o do Z , przyjmuje się za nieskończenie wielką. Winniśmy tu także nadmienić, że w skutek optycznego złudzenia, sklepienie niebieskie niezupełnie wydaje się nam kulistém, lecz cokolwiek spłaszczoném, jak to wskazuje linija kropkowana.

29. Poziom pozorny i prawdziwy. Lecz jeżeli spostrzegacz zamiast skierować wzrok swój ku niebu, rzuci okiem w około siebie na powierzchnię ziemi: ta wydawać mu się będzie jakby płaszczyzna okrągła, w środku której on się znajduje. Najlepiej daje się to widzieć na otwartém, spokojném jeziorze, lub na wzniosłym jakim punkcie, jak wierzchołek góry; w takim razie przedstawia nam się okrąg widzialny, nazwany poziomem pozornym albo zmysłowym, ograniczony sklepieniem niebieskiém, które zdaje się na nim spoczywać, i jakby przezeń było podtrzymywane. Wspomnieliśmy już, że z wierzchołka góry wysokości na 10,000 stóp, oko nasze może objąć zaledwie $\frac{1}{1000}$ powierzchni ziemi, a z wysokości 25,000 stóp, największej wysokości, do jakiej człowiek zdolną się wnieść, promień kola objętego wzrokiem wynosi 45 mil.

Patrząc od fundamentów wieży wznoszącej się na wierzchołku góry, fig. 25, na punkt znajdujący się w znacznej odległości, widzimy go ró-

Fig. 25.

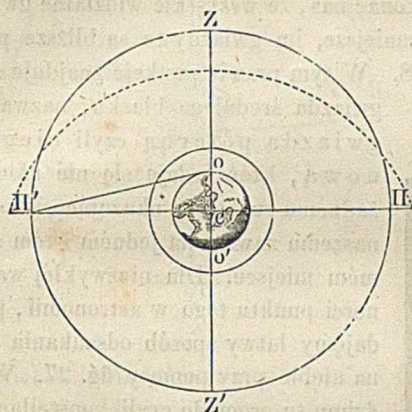


wniez dobrze jak gdybyśmy patrzyli nań z wierzchołka téjże wieży. Wysokość ostatniej jest zamałą, i nie ma najmniejszego wpływu na bardzo odległe przedmioty, nie przyczynia się zatem w tym razie do rozszerzenia naszego poziomu. Że jednak taka wysokość ma wpływ na blisko leżące

przedmioty, dowodem tego jest punkt P , który jedynie z wierzchołka wieży może być widzianym.

To samo na wielką skalę stosuje się i do ziemi, z powodu nadzwyczajnej odległości gwiazd. Promień ziemi oc , fig. 26, w porównaniu z tą

Fig. 26.



odległością jest wielkością nieznaczającą, i jest rzeczą niewątpliwą, że spostrzegacz któregośby sobie wyobrazili w środku ziemi c , nie widziałby większej części nieba, niż znajdujący się na jej powierzchni w o . I rzeczywiście, gwiazda znajdująca się w punkcie H' , również dobrze może być widziana z punktu o , jak i z punktu c ; dlatego też płaszczyzna $H'cH$, poprowadzona przez środek ziemi prostopadle do linii wierzchołkowej, czyli łączącej zenit z nadirem (Z

i Z') obserwującego, nazwana poziomem prawdziwym czyli umysłowym. W astronomii pod nazwiskiem poziomu zawsze tylko taką płaszczyznę rozumieć należy, która jak widzimy, dzieli sklepienie niebieskie na dwie połowy: jedna z nich znajduje się nad, druga pod poziomem. Nie potrzebujemy dodawać, że przedmioty znajdujące się pod poziomem, nie są dla nas widzialne. ☉

30. Pozorny ruch ciał niebieskich. Jadąc z pewną prędkością powozem lub koleją żelazną, przedmioty stojące przy drodze, zdają się poruszać w kierunku przeciwnym, jakby zdążyły ku nam. Pozorny ten ruch tak jest znany, iż zaledwie dziecko może się nim złudzić.

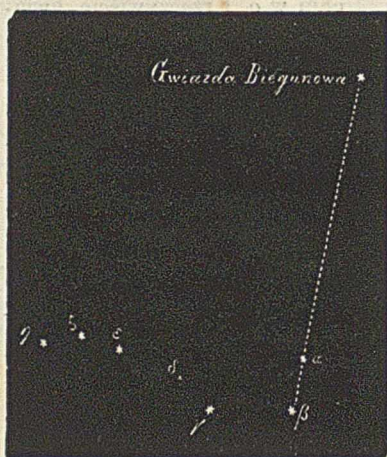
Lecz podobnego złudzenia doznajemy codziennie w skutek obrotu ziemi około jej osi. Zdaje się nam jakbyśmy stali spokojni i nieruchomi w środku pustej kuli niebieskiej, która razem z znajdującymi się na niej gwiazdami obraca się około ziemi. Rzeczywiście takim było przekonanie mieszkańców ziemi przez długie wieki i wymagało pokonania niezliczonych trudności i przesądów, zanim zdołano przyjść do ustalenia prawdziwego w tym względzie poglądu.

Tymczasowo jednak uważać będziemy zjawiska na niebie, jakby rzeczywiście ziemia była środkowym i nieruchomym punktem nieba.

I dlatego jeśli mówić będziemy o wschodzeniu i zachodzeniu i t. d. gwiazd, wszystkie te ruchy uważać należy za pozorne. Nawet w życiu codziennym wszystkie wyrażenia ruchu pozornego utrzymano, i większa część astronomii nie jest niczym więcej, jak przedstawieniem pozornych wypadków na niebie w prawdziwym świetle.

31. Pilne uważanie nieba pokrytego gwiazdami przez jedną tylko noc, jest już w stanie przekonać nas, że wszystkie widzialne gwiazdy opisują koła, które tém są mniejsze, im gwiazdy te są bliższe pewnego na niebie punktu P , fig. 28. W tym prawie punkcie znajduje się

Fig. 27.



gwiazda średniego blasku, nazwana gwiazdą polarną czyli biegunową, która zdaje się nie ulegać żadnemu ruchowi, ukazując się oku naszemu zawsze na jednym i tym samym miejscu. Dla niezwykłej ważności punktu tego w astronomii, podajemy łatwy sposób odszukania go na niebie przy pomocy fig. 27. Widzimy tu gromadę czyli konstellację Wielkiej Niedźwiedzicy, utworzoną z siedmiu jasnych gwiazd, łatwo dającą się odszukać na północnej części nieba w każdej porze roku. Wyobraźmy sobie, że linija łącząca gwiazdy α i β , przedłużona jest w kierunku od β do α , a odcinając

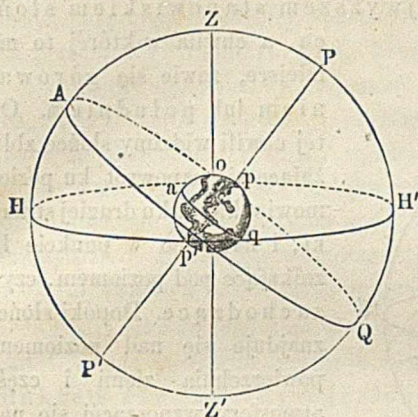
na tém przedłużeniu długość $\alpha\beta$ razy $5\frac{1}{2}$, trafimy właśnie na gwiazdę biegunową. Przez tę gwiazdę i przez środek ziemi poprowadzona linija $P P'$, fig. 28, przedstawia oś kulistego nieba, w około której wszystkie gwiazdy odbywają swe pozorne ruchy. Część osi niebieskiej pp' przechodząca przez ziemię jest zarazem osią ziemską, której biegun północny jest skierowany ku gwiazdzie biegunowej, a biegun jej południowy znajduje się na stronie przeciwległej.

Tak więc za pomocą tej gwiazdy oznaczyliśmy położenie osi ziemskiej, a ta znów wskazuje nam położenie równika. Bo jeżeli pp' jest osią ziemską, koło wielkie aq , poprowadzone w równej odległości od obu biegunów przedstawiać nam będzie równik, którego płaszczyzna przecina os pod kątem prostym.

Wystawmy sobie, że płaszczyzna równika ziemskiego przedłużona jest we wszystkich kierunkach do spotkania się ze sklepieniem niebie-

skiem, a to przecięcie da nam równik niebieski AQ , który dzieli

Fig 28.



kulę niebieską na dwie półkule: północną i południową. Na niebie naturalnie nie jesteśmy w stanie oznaczyć tego równika; lecz możemy go sobie wyobrazić i zauważyć gwiazdy, przez które przechodzi. W opisach astronomicznych zawsze rozumieć należy równik niebieski.

Spostrzegacz względnie do osi ziemskiej rozliczne może zajmować stanowiska na powierzchni ziemi, co istotny ma wpływ na sposób, w jaki mu się przedstawiają zjawiska

na niebie. Może się on znajdować na jednym z dwóch biegunów, np. p , albo na którymkolwiek punkcie równika, np. w a , albo też nakoniec w jakimkolwiek inném miejscu powierzchni ziemskiej, leżącym pomiędzy równikiem i biegunem, jak np. o .

Ostatni przypadek najczęściej się zdarza, a szczególnie dla mieszkańców całej Europy, dlatego też opiszemy najprzód zjawiska, jakie się przedstawiają spostrzegaczom znajdującym się w punkcie o , fig. 26. Punkt ten oddalony od północnego bieguna prawie o 40° i przypada w środkowych Niemczech w okolicy Frankfurtu.

32. Zjawiska dostrzegane w dzień. Jeżeli z obranego przez nas stanowiska spojrzymy dnia 21 marca przed godziną szóstą rano na najjaśniejsze miejsce poziomu, spostrzeżemy w punkcie O słońce wychylające się z pod poziomu, czyli wschodzące, fig. 29. Punkt ten nazywamy wschodem, punkt zaś jemu przeciwny czyli punkt W , oddalony od wschodu na 180° , zowie się zachodem. Patrząc od wschodu ku zachodowi, napotykamy punkt H na lewo od zachodu o 90° oddalony, który jest południem, i punkt H' na prawo odległy o 90° od zachodu, nazwany północą.

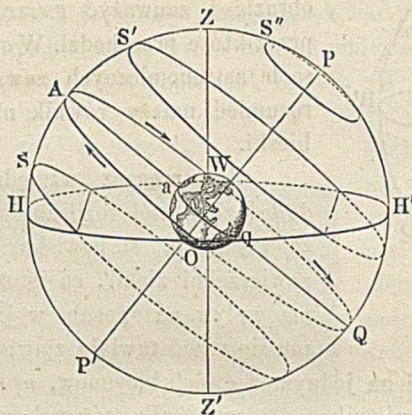
Punkta te nazywają się stronami świata, albo czterema głównymi punktami poziomu; linie łączące przeciwległe strony świata, przecinają się w środku ziemi pod kątem prostym, linija zaś łącząca północ z południem, zowie się liniją południkową.

33. Ziemia obraca się od zachodu na wschód: w skutek tego widzimy słońce, gdy zjeździe w punkcie O , coraz bardziej się wznoszące

w kierunku strzałki po łuku przecinającym poziom pod kątem ostrym $A O H$, fig. 29, nazwanym łukiem pochyłym.

Tym sposobem dochodzi ono do punktu A , najwyższego swego położenia na niebie, nazwanego najwyższém stanowiskiem słońca,

Fig. 29.



a chwila w której to ma miejsce, zowie się górowaniem lub południem. Od tej chwili widzimy słońce zbliżające się napowrót ku poziomowi w kierunku drugiej strzałki, i nakoniec w punkcie W znikające pod poziomem, czyli zachodzące. Dopóki słońce znajduje się nad poziomem, powierzchnia ziemi i część atmosfery wznoszącej się nad spostrzegaczem są oświetlone olśniewającym światłem, które przyćmiewa blask wszystkich innych gwiazd i dlatego gwiazdy

te stają się niewidzialnymi. Czas ten przebywania słońca nad poziomem nazywany dniem, a łuk $O A W$ opisany przez słońce w ciągu dnia, zowie się łukiem dziennym.

Lecz jak tylko słońce zajdzie, dzień jasny kończy się; następuje zmierzch, a tuż za nim idzie noc, i ciemność otacza ziemię: wtenczas na sklepieniu niebieskiem zjawiają się gwiazdy, do których często przyłącza się księżyc, a światło przez nie roztocone, zmniejsza cokolwiek ciemność nocy. Łuk $W Q O$ opisany przez słońce pod poziomem, zowie się łukiem nocnym. Przy Q dosięga słońce swego najniższego stanowiska, nazwanego dolnym górowaniem, czyli północą.

Czas jakiego słońce potrzebuje do odbycia w ten sposób swego ruchu od O do A , W , Q aż do O , zowie się średnim słonecznym dniem, albo poprostu dniem, który się dzieli na 24 godzin.

Widzimy więc, że droga $O A W Q O$, jaką słońce 21 marca opisuje, jest ta sama linija, którąśmy w § 32 nazwali równikiem niebieskim, i że zatem w tym dniu słońce przechodzi przez równik. Łatwo jest także zauważyć, że łuk $O A W$, opisany słońcem podczas dnia, równa się łukowi $W Q O$, opisanemu przez słońce w nocy, czyli że dzień równy jest nocy. Chwilę w której to ma miejsce, nazwano porównaniem wiosennym.

Wiadomo powszechnie, że długość dnia i nocy bardzo się zmienia w ciągu roku. Niepodobna zatem, aby słońce przez cały rok znajdowało się na równiku. Co rzeczywiście nie ma miejsca, gdyż obserwując je w południe, parę tygodni później, spostrzeżemy, że o wiele wyżej wzniosło się nad poziom HH' i zbliżyło się ku biegunowi P , a nawet przekonamy się, że to zbliżenie się słońca ku biegunowi codziennie wzrasta, aż do 21 czerwca, kiedy słońce dochodzi najwyższego swego stanowiska S' . Wzniesienie się słońca nad równik, wynosi wtenczas $23\frac{1}{2}^{\circ}$. W tym dniu łuk dzienny o wiele jest dłuższy od łuku opisanego przez słońce w nocy, a więc i dzień znacznie jest dłuższy od nocy. Dlatego 21 czerwca mamy najdłuższy dzień, i mówimy wtenczas, że słońce znajduje się w letniem swoim stanowisku, albo w punkcie przesilenia letniego.

Począwszy od tego dnia, słońce coraz bardziej zbliża się do równika i 23 września powtórnie przecina równik AQ , w punkcie nazwanym punktem równonocnym jesiennym; czas zaś w którym to ma miejsce zowie się porównaniem jesiennem. Następných dni słońce oddala się od równika ku południu, a łuki jegoienne stają się coraz krótsze; więc i dzień coraz bardziej się zmniejsza, aż nakoniec 21 grudnia słońce dochodzi zimowego swego stanowiska, czyli zimowego przesilenia, w którym mamy dzień najkrótszy. Odtąd słońce na nowo zbliża się do równika, wstępując nań po raz drugi 21 marca.

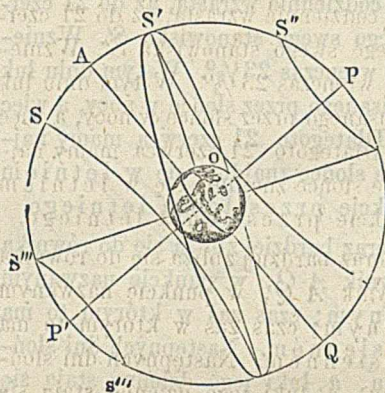
Czas, w przeciągu którego te spostrzeżenia robimy, czyli jakiego słońce potrzebuje ażeby dojść od równika do swego najwyższego stanowiska S' , potem zniżając się do najniższego stanowiska S , żeby nakoniec po raz drugi wstąpić na równik, zowie się rokiem i zawiera w sobie ściśle 365 dni, 5 godzin, 48 minut i 48 sekund.

Widzimy przytém, że słońce nie każdego dnia w tém samym miejscu wschodzi i zachodzi, że punkta wschodu i zachodu bardziej się zbliżają ku północy (H'), gdy dzień się zwiększa, a więcej ku południu (H), kiedy się dzień zmniejsza. Punkt O , w którym wschodzi słońce w czasie porównania wiosennego, nazywa się także punktem równonocnym wiosennym. ✓

34. Ekliptyka. Według poprzedzającego, słońce przedstawia nam pomiędzy stanowiskami s i S' , fig. 30, jakby dwojakiego rodzaju ruch pozorny, a mianowicie wstępujący i zstępujący po kole nachylnem do poziomu, co objaśniamy sobie z obrotu ziemi i położenia naszego względem osi ziemskiej, a skutkiem czego jest także nierówność dni w ciągu

roku. Rozpatrzmy się bliżej w tym dziennym ruchu słońca i zauważmy sobie, że ono w czasie letniego swego stanowiska dnia 21 czerwca w południe, znajduje się w S' , fig. 30, a w pół roku później dnia 21 grudnia

Fig. 30.



o północy jest w s , z kądem po raz drugi po upływie pół roku przychodzi do S' , i wyobraźmy sobie tę roczną drogę słońca przez okrąg, którego średnicą jest $S's$; tę drogę zwiemy ekliptyką.

Plaszczyzna ekliptyki przecina płaszczyznę równika AQ pod kątem $23\frac{1}{2}^{\circ}$; taki sam kąt tworzy oś ekliptyki $S''s''$ z osią nieba $P'P$. Równoleżnik $S's'$ i Ss , jak widzimy, obejmują pas po obu stronach równika, po za który słońce nigdy się nie wychyla. Te równoleżniki nazwano zwrotnikami, gdyż słońce doszedłszy do nich, zwraca się napowrót, aby się znowu zbliżyć do równika. Równoleżniki zaś $S''s''$ i $S''s''$ opisane biegunami ekliptyki (S'' , i s'') w równej odległości od biegunów nieba P' i P , nazwano kołami biegunowymi.

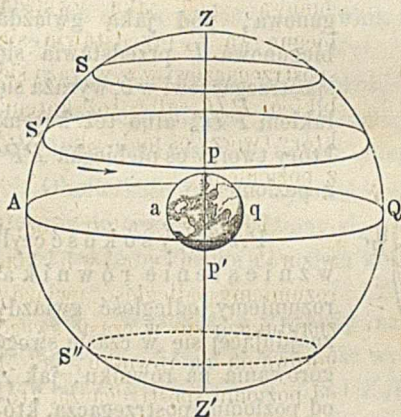
35 Zjawiska dostrzegane w nocy. Tak samo i gwiazdy, opisując koła na niebie, górują czyli dochodzą do swego najwyższego stanowiska (S, A, S', S'' , fig. 29), jako też swego najniższego stanowiska, leżącego na przeciwnej stronie kuli niebieskiej. Tylko przy takich gwiazdach jak $np. S''$, znajdujących się zatem blisko bieguna P , jesteśmy w stanie obserwować obadwa ich stanowiska. Takie gwiazdy nie zachodzą dla nas nigdy, i jesteśmy w stanie widzieć je nawet w dzień, $np.$ przy całkowitych zaćmieniach słońca znajdujące się w pobliżu bieguna północnego. Bardziej zaś odległe gwiazdy S', A, S , opisują koła leżące częścią nad, częścią pod poziomem, dlatego też wschodzą i zachodzą. Wiele z nich znacznie od bieguna oddalonych zaledwie wychyla się nad poziom, i zaraz na nowo znikają. Te nakoniec, które blisko bieguna południowego (P') znajdują się, naprzykład S''' , nie mogą być nigdy przez nas widziane.

Nigdy jednak nie widzimy, ażeby gwiazdy stałe podobnie jak słońce, zmieniały swoje położenie względem równika i bieguna, oddalając się od nich od czasu do czasu. Taka gwiazda znajdując się dziś na równiku,

opisuje każdej nocy w ciągu całego roku koło leżące także na równiku. To samo się stosuje do wszystkich innych gwiazd, jak np. S, S', S'' , które przez cały rok o tym samym czasie widzimy zawsze w jednym i tym samym miejscu.

36. Zjawiska dotąd opisywane zupełnie się inaczej przedstawiają na niebie, gdy spozstrzegacz znajduje się na równiku, lub na jednym z biegunów. I tak, wyobraźmy sobie, że spozstrzegacz znajduje się na biegunie północnym p , fig. 31: gwiazda biegunowa znajduje się wtedy w jego zenicie Z , płaszczyna zaś poziomu przystaje do płaszczyny równika AQ . Jeżeli słońce znajduje się nad poziomem tego spozstrzegacza, opisuje koło nigdy nie zachodzące. Tak samo gwiazdy S i S' opisują koła równoległe do poziomemu, i dlatego dla spozstrzegacza p , ani wschodzą, ani zachodzą.

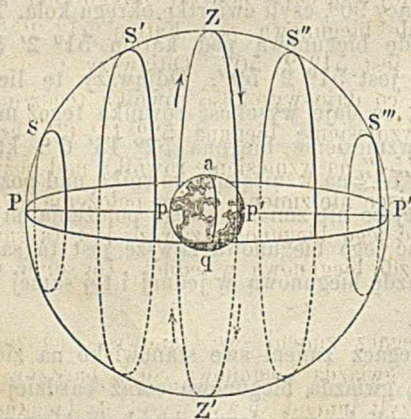
Fig 31.



Później pokażemy, że dla mieszkańców okolic przyległych biegunowi północnemu, słońce przez całe pół roku znajduje się nad poziomem i wcale nie zachodzi; dzień zatem trwa tam przez sześć miesięcy. Dlatego też i noc trwa przez takiż sam czas, gdy słońce skryje się pod poziom i dla mieszkańców okolic przyległych biegunowi południowemu przez sześć miesięcy jest widzialne.

37. Jeżeli spozstrzegacz znajduje się na równiku ziemskim w a , fig. 32, oś ziemi pp' i jej przedłużenie, leżą na poziomie $P'P'$ spozstrzegacza. Wtenczas gdy gwiazda biegunowa w P , przedstawia się nieruchomą, wszystkie inne gwiazdy jak S, S', Z, S'', S''' , wznoszą się nad poziomem w kierunku prostym do niego, opisując nad nim półkoła. Podobnie i słońce wznosi

Fig 32.

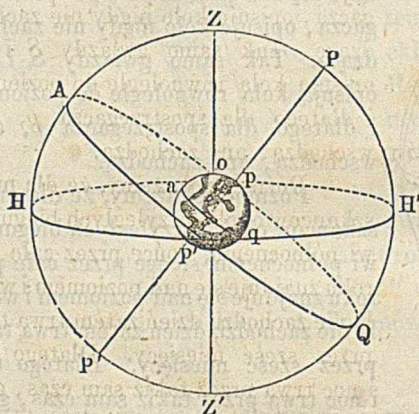


3*

się prostopadle do poziomu i następnie go opuszcza. Łatwo pojąć wtedy, że wszystkie łuki nad poziomem są zupełnie równe łukom znajdującym się pod poziomem; dlatego na równiku słońce i gwiazdy przez takiż sam czas są widzialne, przez jaki bywają niewidzialne, czyli że dzień i noc trwają tu zawsze po godzin dwanaście.

38. Wysokość bieguna. Odległość bieguna północnego P , fig. 33, od poziomu HH' , nazywa się wysokością bieguna, czyli wzniesieniem bieguna nad poziom.

Fig. 33.



Tak np. wysokość biegunowa, pod jaką gwiazda biegunowa P przedstawia się spostrzegaczowi w o , wyraża się łukiem PH' , albo też kątem, który tworzy oś niebieska PP' z poziomem.

Przez wysokość czyli wzniesienie równika, rozumiemy odległość gwiazdy znajdującej się w czasie swego górowania na równiku, jak A od poziomu spostrzacza, które się mierzy łukiem AH , lub kątem, jaki tworzy oś równika

niebieskiego z osią poziomą HH' .

Łuki wyrażające wysokości bieguna i równika tego samego miejsca razem wzięte, tworzą łuk wynoszący 90° , czyli ćwiartkę okręgu koła. Tak np. w Dreźnie, widzimy gwiazdę biegunową pod kątem $51^\circ 2' 50''$ i wysokość biegunowa Drezna jest $51^\circ 2' 50''$. Odjawszy tę liczbę od 90° , otrzymamy $38^\circ 57' 10''$, co daje wysokość równika tegoż miejsca; w Warszawie zaś mamy wzniesienie bieguna $52^\circ 13' 6''$, które będąc odjęte od 90° , daje $37^\circ 46' 54''$ na wzniesienie równika nad poziom warszawski. Ponieważ takie miejsce nie zmienia swego położenia na powierzchni ziemi, przeto wysokość jego biegunowa zawsze jest ta sama, i w każdym czasie widzimy gwiazdę biegunową w jednej i tej samej wysokości nad poziomem.

Jeżeli przeciwnie spostrzegacz zmieni swe stanowisko na ziemi, idąc np. w kierunku od o do p , gwiazda biegunowa coraz bardziej będzie się wznosić nad poziom; czyli innymi słowy, wysokość biegunowa

sposzregacza ciągle się zwiększa, gdy tymczasem jego wysokość równika w tym samym stosunku się zmniejsza. Gdyby się on na koniec znajdował w p , to jest na biegunie północnym, jego wysokość biegunowa będzie 90° , gdyż gwiazda biegunowa znajduje się w jego zenicie, a równik przystaje do poziomu; wysokość więc równika jest zero, fig. 31.

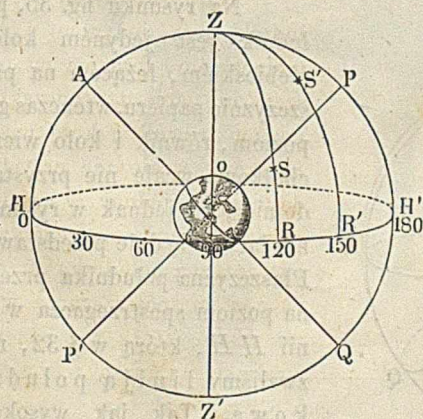
Gdyby zaś spostrzegacz szedł w przeciwnym kierunku od o do a , gwiazda biegunowa zbliżałaby się do poziomu; więc wysokość bieguna zmniejszałaby się ciągle, gdy przeciwnie wysokość równika w tym samym wzrastałaby stosunku. Stanąwszy na równiku w a , wysokość bieguna spostrzegacza byłaby zero, gdyż w takim razie gwiazda biegunowa ukazałaby mu się na poziomie, a równik niebieski przechodziłby przez zenit, (fig. 32).

Łatwo jest pojąć, że wysokość bieguna czyli wzniesienie jego nad poziom pewnego miejsca, jest to samo, co w § 27 nazwaliśmy szerokością geograficzną tego miejsca, to jest odległość jego od równika ziemskiego.

Okoliczność ta, że wysokość bieguna zmniejsza się lub zwiększa stosownie do tego, jak zbliżamy się do równika lub do bieguna północnego, jest także niezbitym dowodem kulistej postaci ziemi.

39. Wysokością gwiazdy nazywamy jej odległość od poziomu spostrzegacza. Ażeby tę wysokość wyznaczyć, używa się tak nazwanych kół wierzchołkowych ZR i ZR' , fig. 34, jakie w myśli przedstawiamy sobie poprowadzone przez odpowiednie gwiazdy S i S' prostopadle do poziomu.

Fig. 34.



Łuki SR i $S'R'$, są natenczas wysokościami gwiazd S i S' dla spostrzegacza o . Odległością zenitu tych gwiazd nazywamy łuk SZ i $S'Z$, które razem wzięte z ich odpowiedniami wysokościami, stanowią ćwierć okręgu koła, czyli 90° .

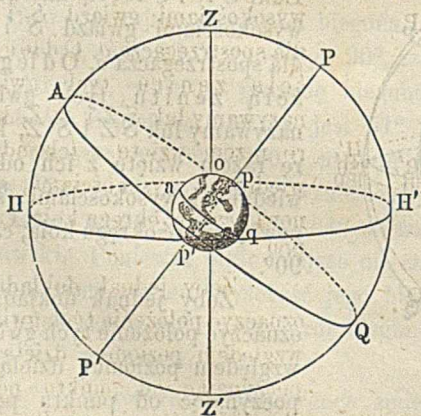
Żeby jednak dokładniej oznaczyć położenie tych gwiazd względem poziomu, dzielią go poczynając od punktu południa H , aż do północy H' na 180° , i odległość koła wierzchołkowego pewnej gwiazdy od punktu południa, wyrażoną w stopniach, nazywają

poziomolukie (azymutem) tój gwiazdy. I tak, poziomoluk gwiazdy S , jest luk $RH=120^\circ$, a gwiazdy S' , luk $R'H=150^\circ$. Wszystkie zatem gwiazdy znajdujące się na tém samym kole wierzchołkowym mają naturalnie jednakowy poziomoluk, i stosownie do okolicy nieba w której się gwiazda znajduje, poziomoluk jej nazywa się wschodnim lub zachodnim.

Jedna i taż sama gwiazda uważana w tym samym czasie z różnych punktów ziemi, musi się naturalnie przedstawiać w rozmaitej wysokości. Jeżeli zatem jakiemu podróżnemu *np.* żeglarzowi znana jest wysokość danej gwiazdy dla pewnego miejsca i w oznaczonym czasie, może on z obserwowanej wysokości tójże gwiazdy na inném miejscu wyznaczyć położenie tego miejsca; ztąd też oznaczenie wysokości gwiazd, należy do najważniejszych obserwacyj w marynarce, i poświęcający się temu stanowi, zawczasu praktycznie się w tym względzie uzdolniają.

40. Południk. Jeżeli teraz wyobrazimy sobie na niebie koło $ZH'ZH$, poprowadzone przez zenit Z spozstrzegacza o , i przez bieguny niebieskie P i P' fig. 35, przedstawi ono nam południk spozstrzegacza o . Nazwisko to zawdzięcza południk tój okoliczności, że jak już powiedzieliśmy w § 33, za wstąpieniem nań słońca, następuje południe spozstrzegacza. Słońce dosięga w tój chwili najwyzszego punktu czyli góruje; to samo ma miejsce, gdy inna jaka gwiazda dochodzi do południka, co zresztą dla wielu gwiazd może jednocześnie nastąpić, bo na łuku $HAZP$, może wiele gwiazd znajdować się w tym samym czasie.

Fig. 35.



Na rysunku fig. 35, południk jest jedyném kołem niebieskiém, leżącym na płaszczyźnie papieru, wtenczas gdy poziom, równik i koło wierzchołkowe wcale nie przystają do niój, co jednak w rysunku nie łatwo się daje przedstawić. Płaszczyzna południka przecina poziom spozstrzegacza w linii HH' , którą w § 32, nazwaliśmy linią południkową. Tak jak wysokość bieguna i poziom różne są dla każdego punktu powierzchni

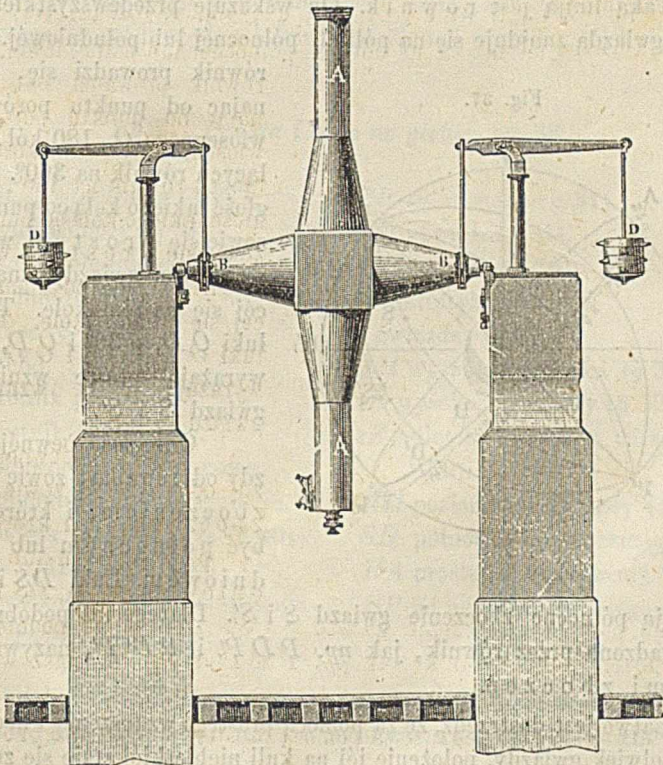
ziemi, tak podobnież każde miejsce ma swój oddzielny południk.

Jeżeli spostrzegacz *np.* *o*, stanąwszy nocną porą obróci się plecami do gwiazdy biegunowej *P*, i wzrok swój skieruje ku południowemu punktowi *H*, w takim razie znajdować się on będzie w kierunku swego południka. Jeżeli teraz zauważy w tém położeniu jaką gwiazdę znajdującą się o téj porze na południku, gwiazda ta w skutek obrotu ziemi po pewnym przeciągu czasu nie będzie się już znajdować na południku, lecz zdawać się będzie oddaloną od niego na zachód, gdy tymczasem inne gwiazdy zjawiają się na tym południku. Jeżeli jednak zanotujemy czas, w którym pewna gwiazda przechodzi przez południk, po 24 godzinach znowu ją na tém samym miejscu ujrzemy.

Na sztucznej kuli niebieskiej południk wyobraża koło mosiężne, w którym kula niebieska może się swobodnie obracać.

Trudno jest nadać oku tak pewne położenie, ażeby mogło na niebie dokładnie rozróżnić kierunek linii, na której południk przypada. Dlatego przy ścisłych obserwacjach ustawia się luneta, fig. 36, ruchoma około

Fig. 36.

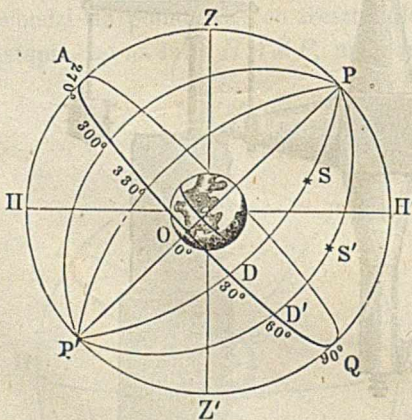


osi $B B'$, i obracająca się około niej tak, iż jej dłuższa oś $A A'$ odpowiada zupełnie kierunkowi południka. Przez ustawioną w ten sposób lunetę można tylko widzieć gwiazdy przechodzące przez południk i dlatego też nazwano ją *lunetą południkową*. Ponieważ ten przyrząd służy do najważniejszych astronomicznych spostrzeżeń, przeto ustawia się go z największą starannością. Oś jego obrotu spoczywa w panwach podtrzymywanych przez wielkie kamienne słupy. Słupy te wmurowane są w oddzielne fundamenta nie mające żadnej łączności z innymi budowlami, aby przypadkowe ich wstrząśnienia nie miały najmniejszego wpływu na przyrząd. Dla łatwiejszego jego obracania dodane są przeciwwagi $D D'$, które większą część ciężaru lunety równoważą.

41. Wszystkie dotąd wymienione linije i punkta, służą jedynie do wyznaczenia położenia gwiazdy względem pewnego oznaczonego punktu na powierzchni ziemi. Dla oznaczenia zaś położenia gwiazdy na niebie używa się innych linij, które względem gwiazd niezmiennie mają położenie.

Taką linią jest *równik*. On wskazuje przedewszystkiém, czy pewna gwiazda znajduje się na półkuli północnej lub południowej. Przez

Fig. 37.



równik prowadzi się, poczynając od punktu porównania wiosennego O , 180 kół, dzielących równik na 360° . Odległość takiego koła od punktu O , zowie się *prostym wznoszeniem gwiazdy*, znajdując się na tém kole. Tak np. łuki OD , o 30° i OD' , o 60° , wyrażają proste wzniesienie gwiazd S i S' .

Odległość pewnej gwiazdy od równika, zowie się jej *zбочeniem*, i które może być północnym lub południowym. Łuki DS i $D'S'$, wyrażają północne zбочenie gwiazd S i S' . Dlatego też podobne koła poprowadzone przez równik, jak np. $PD P'$ i $PD' P'$, nazywają się *kołami zбочenia*.

Łatwo jest dostrzedz, że za pomocą prostego wznoszenia i zбочenia jakiegokolwiek gwiazdy, położenie jej na kuli niebieskiej staje się zupełnie

oznaczeniem, tak samo jak przez wskazanie długości i szerokości pewnego miejsca, oznacza się jego położenie na powierzchni ziemi.

42. Glob niebieski. Podaliśmy już znaczną liczbę określeń i nazwisk różnych punktów i linii; uważamy więc za właściwe, jeszcze raz je przejrzeć. Trudno bowiem, a w wielu razach niemożliwem jest wyobrazić sobie te wszystkie punkta i linie na niebie bez środków pomocniczych, i prawdziwą w tym względzie wyświadcza nam usługę tak nazwany glob, czyli sztuczna kula niebieska. W każdej niemal znaczniejszej księgarni można nabyć podobny glob o średnicy 3, 4, 6, 8 do 12 cali, za cenę od 10 do 130 złp. Jakkolwiek większe mają niezaprzeczoną wyższość, jednak i najmniejsze z nich są już wielką pomocą do nabycia dokładnych astronomicznych poglądów.

Najlepsze urządzenie sztucznej kuli niebieskiej byłoby takie, w którymby mniejsza kula przedstawiająca ziemię, otoczona była od większej półkuli wyobrażającej sklepienie niebieskie z oznaczeniami na niem gwiazdami i liniami potrzebnymi. Lecz gdy podobne urządzenie nie jest używane, rozpatrując zwykły glob niebieski, należy zawsze pamiętać, że oko spostrzegacza powinno się właściwie znajdować w środku tej kuli.

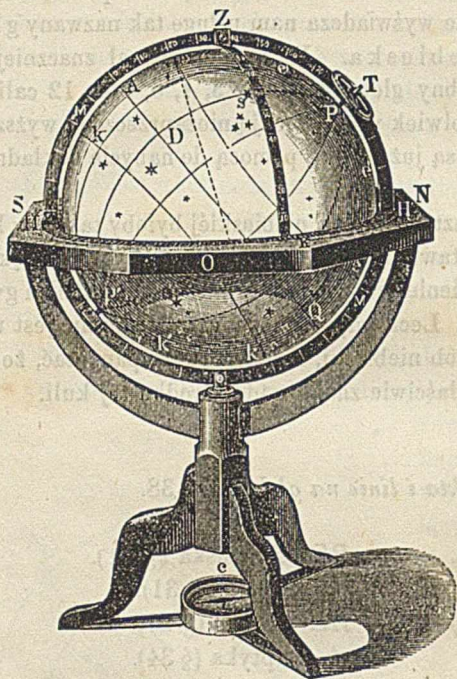
43. Punkta i linie na globie, fig. 38.

Z zenit spostrzegacza (§ 27).	PP' oś ziemiska (§ 31).
P biegun północy (§ 31).	AQ równik (§ 31).
I' biegun południowy (§ 31).	HH' poziom (§ 29).
S południe (§ 32).	ek ekliptyka (§ 34).
N północ (§ 32).	s gwiazda.
O wschód.	AH wysokość równika (§ 38).
ee zwrotnik północny.	sR wysokość gwiazdy (§ 39).
kk zwrotnik południowy.	sZ odległość gwiazdy od zenitu (§ 39).
$e'e'$ północne koło biegunowe.	RH poziomoluk gwiazdy (§ 39).
$k'k'$ południowe koło biegunowe.	SD północne jej zboczenie (§ 44).
M południk spostrzegacza (§ 40)	DA proste jej wznoszenie.
T koło godzinowe (§ 44).	SP jej odległość od bieguna.
PH wysokość biegunowa spostrzegacza (§ 38).	

Glob niebieski umocowany jest za pomocą dwóch sztyftów, znajdujących się przy biegunie P i P' , w mosiężnym kole M , które przedstawia

południk spozstrzegacza, odstający od kuli prawie na pół linii, tak, iż kula może się w nim swobodnie około swój osi obracać. Południk spoczywa w odpowiednich wycięciach poziomej osady i jej podstawki, co pozwala według potrzeby nadawać globowi rozmaite

Fig. 38.



położenia względem poziomu. Koło poziome HH' przedstawia poziom spozstrzegacza. Południk, poczynając od równika, tak ku biegunowi północnemu jak i południowemu, podzielony jest na 90° . Jak tylko naprowadzimy południk na jakąkolwiek gwiazdę, odczytujemy wprost na nim zboczenie tej gwiazdy. Południk służy także do ustawienia globu podług wysokości biegunowej spozstrzegacza.

Poziom, zaczawszy od punktu południa S , jest podzielony na 360° , i na nim odczytuje się poziomość danej gwiazdy.

W punkcie Z południka, odpowiadającym zenitowi spozstrzegacza, można przyśrubować mosiężną ćwiartkę koła ZR , podzieloną począwszy od poziomu na $90'$, na której odczytuje się wysokość i odległość danej gwiazdy od zenitu.

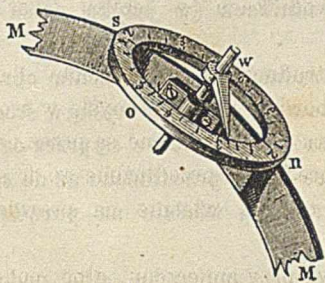
Przedewszystkiém potrzeba nadać globowi położenie zastosowane do miejsca spozstrzegacza, to jest żeby linia południkowa globu HH' , przysła do linii południkowej spozstrzegacza i wysokość bieguna PIP' była właściwą spozstrzegaczowi. Ostatniemu warunkowi w bardzo łatwy sposób można zadosyć uczynić, a mianowicie, jeżeli *np.* spozstrzegacz znajduje się na równiku, jego wysokość bieguna jest zero (§ 37), zatem glob należy ustawić tak, iżby oba bieguny P i P' leżały na płaszczyźnie równika, gdy tymczasem dla mieszkańca okolic Frankfurtu nad Menem glob tak

się ustawia, aby łuk PH' równał się 50° , dla Warszawy zaś ten łuk powinien wynosić 52° .

Linie południkową odszukuje się za pomocą bussolki, która zwykle w tym celu umieszcza się przy większych globach. Obraca się podstawę wraz z globem dotąd, dopóki płaszczyzna południka M , albo linia w myśli poprowadzona przez H i H' , nie stanie się równoległą do kierunku igielki magnesowej, skierowanej ku północy. Lecz ponieważ wiemy z § 191 Fizyki, że kierunek igielki magnesowej nie w każdym miejscu ściśle wskazuje północ, ale zbacza mniej lub więcej od tego kierunku, obracamy zatem znowu podstawę z globem o kąt 18° na wschód, co rzeczywiście odpowiada zachodniemu zboczeniu igielki magnesowej w Niemczech. Dla Warszawy w roku 1855 dnia 5 maja, zboczenie igły magnesowej na zachód wynosiło $10^\circ 51'$, o taki więc kąt wypada obrócić glob na wschód.

44. Przy globie znajduje się jeszcze tak nazwane k o ł o g o d z i n o w e T , fig. 38, które wyraźniej jest przedstawione na fig. 39. Jest to

Fig. 39.



koło podzielone na dwa razy 12, równych części, odpowiadających 24 godzinom dnia i nocy. Koło godzinowe umocowane jest nieruchomo na południku; przez jego środek przechodzi przedłużenie osi globu, na którym osadzona jest wskazówka, wskazująca podziały koła godzinowego, i poruszająca się razem z obracającym się globem. Jeśli ostatni zrobi cały obrót, jeżeli zatem 360° równika przesunie się pod południkiem, wskazówka opisze koło o 24 godzi-

nach; w ciągu więc godziny opisaną wskazówką, glob obraca się o 15° . Wskazówka obraca się z osią w skutek tarcia, albo przy pomocy odpowiedniego urządzenia i może być ustawiona na każdą dowolną liczbę koła godzinowego, bez obracania jednocześnie globu. Ważność koła godzinowego przy użyciu globu najlepiej się wyjaśni przy jego zastosowaniu.

Ustawwszy glob w należytem położeniu co do wysokości bieguna i stron świata, potrzeba mu jeszcze nadać położenie odpowiednie czasowi obserwacji, ze względu na gwiazdy widziane w tym czasie na niebie. Przychodzi się zaś do tego w następujący sposób: w każde południe o godzinie 12, słońce znajduje się na południku spostrzega-

cza (§ 40); podprowadza się zatem najpierw ten punkt globu pod południk mosiężny, na którym się słońce o godzinie 12 w południe znajduje. Punkt ten leży naturalnie na ekliptyce, a na początku wiosny 21 marca, przypada w samym punkcie przecięcia się ekliptyki z równikiem, odkąd poczynając, ostatni podzielony jest na 360° . W każdym zaś następnym dniu słońce się oddala od tego punktu prawie o jeden stopień, tak że np. po 204 dniach, czyli w połowie października, proste wznoszenie się słońca (§ 41), to jest jego odległość od punktu porównania wiosennego wynosi 204° . Skoro zatem naprowadzimy południk na ten stopień równika, znajdziemy miejsce słońca w południe. Następnie wskazówka koła godzinowego ustawia się na liczbę 12, i obraca się glob dotąd, aż wskazówka wskaże drugą liczbę 12 (przyczem zrobi pół obrotu); w takim razie wszystkie konstellacye na globie mają takie samo położenie, jak na niebie o północy, na miejscu zajmowaném przez spostrzegacza. Tym sposobem pokaże się, że o tej godzinie konstellacya Kassyopei znajduje się na południku. Teraz, stosownie do tego czy obrócimy glob na prawo lub na lewo, można ustawić wskazówkę na każdą żądaną godzinę przed albo po północy, a widzialne o tym czasie gwiazdy przedstawiają się na globie.

Można w ogólności rozwiązywać wiele zagadnień przy pomocy globu, które podane są w małych przewodnikach (w języku polskim), sprzedawanych razem z globami.

W początkach doznajemy pewnej trudności w przenoszeniu obrazu nieba na glob i odwrotnie. Potrzeba się bowiem przenieść myślą w środek globu i wyobrazić sobie, że z tego punktu poprowadzone są przez oznaczone na globie gwiazdy linie proste, które będąc przedłużone aż do spotkania się ze sklepieniem niebieskiem, trafiają właśnie na prawdziwe gwiazdy tego samego nazwiska.

Rozpoczyna się zwykle obserwacya przy zmerzchu, albo podczas pogodnej nocy księżycowej, gdyż wtenczas tylko większe i wyraźniejsze gwiazdy są widzialne, a więc nie tak łatwo się pomylić z powodu wielkiej liczby gwiazd gołym okiem dostrzeżonych. Poznawszy zaś większe, można potem z łatwością nauczyć się odszukiwać mniejsze.

C. Podział ciał niebieskich.

45. Świetna gwiazda dzienna — słońce, i odróżniający się zmienną swą postacią księżyc, przedstawiają się mieszkańcom ziemi

jako jedyne w swym rodzaju ciała, dlatego zasługują na szczególną uwagę.

Obie te gwiazdy przez swoją pozorną wielkość w porównaniu z innymi gwiazdami, zdają się być wyłącznemi władcami na niebie; pojęcie to jednak, które starożytni często nawet obrazowo przedstawiali, astronomija dzisiejsza oparta na ścisłych spostrzeżeniach, stanowczo odrzuca.

Lecz przy ściślejszém badaniu spostrzegamy pewne różnice i pomiędzy zwykłemi gwiazdami. Widzimy bowiem, że większą część gwiazd zawsze przedstawia się nam w jedném i tém samym miejscu na niebie, ile razy tylko o tym samym czasie skierujemy ku nim nasz wzrok, dlatego téż nadane im nazwisko gwiazd stałych, zdaje się być bardzo właściwém.

Niektóre znowu gwiazdy zmieniają swe położenie na niebie tak wyraźnie, że z pewną jednostajnością to w tém, to w inném miejscu są widzialne, z kąd nazwano je gwiazdami błąkającemi się, czyli planetami.

Nakoniec najbardziej uderzającemi są komety, po części dlatego, że się odznaczają więcej lub mniej długimi smugami światła, ciągnącego się za niemi w kształcie ogona, po części zaś przez bardzo widoczną zmianę ich położenia na niebie, która o wiele jest znaczniejszą, niż u planet; jedne z nich zjawiają się nagle i znowu znikają, inne zaś zaledwie po długim szeregu lat na nowo się ukazują.

Rozpoczynamy od gwiazd stałych, ponieważ te nadzwyczaj są ważne przy opisie nieba. Następnie wskażemy stosunek ziemi do słońca i księżyca, co jest dla nas rzeczą nie mniej ważną pod względem klimatologii i podziału czasu, a nakoniec z dostrzeżeń planet i komet, przejdziemy do ogólniejszego pojęcia o układzie świata.

46. Gwiazdy stałe. Dłuższe uważanie nieba przy pomocy globu i mappy oswaja nas z czasem z widokiem sklepienia niebieskiego do tego stopnia, że te bezładne tłumy gwiazd ukazują się w zupełnie zrozumiały dla nas sposób, i w końcu nabywamy takiej wprawy w rozpoznawaniu względnego ich położenia, iż najmniejsza zmiana w uporządkowaniu gwiazd nie mogłaby ująć naszej uwagi.

Jak tylko słońce zniknie pod poziomem, gwiazdy zaczynają występować z ciemnej przestrzeni nieba jako pojedyncze świecące punkta, których liczba w miarę wzrastającej ciemności ciągle się zwiększa, i dla oka uzbrojonego w lunetę wzrasta do nieskończoności. Miejsca, które dla gołego oka przedstawiały się jasnymi, mglistemi plamami, wydają się przez lunetę jako gromadki złożone z niezliczonych gwiazd, i ten pas jaśniejący

znany pod nazwą *Drogi Mlecznej*, przedstawia się złożonym z milionów gwiazd.

Pozorna wielkość gwiazd jest bardzo różna, i zależy jedynie od większego lub mniejszego ich blasku. Gdy jedno z nich wspaniałej nad inne błyszczą i iskrzą się, drugie zaledwie jak punkciki świecące się przedstawiają. Gołym okiem jesteśmy w stanie odróżnić sześć wielkości gwiazd, a mianowicie: 18 pierwszej wielkości, 60 drugiej, 200 trzeciej, 380 czwartej wielkości, a w dwóch ostatnich działach razem około 5,000 gwiazd. Przy pomocy lunet naliczono do 70,000 gwiazd; jednak na zasadach, których tu nie przytaczamy, za prawdopodobną liczbę gwiazd wszechświata podają 273 milionów, a nawet 500,000 milionów.

Gwiazdy stałe nawet przez najsilniejsze teleskopy wydają się zawsze jako małe świecące punkta. Już ta sama okoliczność dozwala wnosić o ich nadzwyczajną odległość. Nie mniej się to jeszcze potwierdza i tём, iż dwie gwiazdy stałe leżące obok siebie, zawsze się w tём samej względnej odległości przedstawiają, z jakiegokolwiek punktu drogi ziemskiej patrzeć na nie będziemy. Jakkolwiek najodleglejsze punkta drogi ziemskiej oddalone są od siebie na 42 milionów mil, pomimo to jednak dla bardzo niewielu gwiazd stałych można było wyznaczyć ściśle roczną parallaksę, to jest kąt widzenia, pod jakimby się promień drogi ziemskiej wynoszący 21 milionów mil, przedstawił oku naszemu, znajdującemu się na gwiazdzie stałej. Największą pewnością przedstawia oznaczenie parallaksy gwiazdy pod liczbą 61 w gromadzie Łabędzia, jakiego dokonał *Bessel*, znakomity astronom z Królewca. On obrachował, że parallaksa tём gwiazdy wynosi 0,3136 sekundy. Parallaksa ta daje na średnią odległość słońca od gwiazdy stałej 61 w konstellacji Łabędzia około 13,592,000 milionów mil. Czas, jakiego potrzebuje światło do przebieżenia tём odległości swoją nadzwyczajną prędkością 42,000 mil na sekundę, jest 10,3 lat. Jeżeli zatem lokomotywa przebiega dziennie 200 mil, pędząc z tą samą szybkością potrzebowałaby 200 milionów lat, zanimby się dostała do tём gwiazdy.

Parallaksy większej nad sekundę dotąd jeszcze nie znaleziono. Słusznie zatem utrzymują, że nawet najbliższa nas gwiazda nie mniej nad 4 biliony mil, czyli 200,000 razy dalej oddaloną jest od ziemi aniżeli słońce, którego odległość 20 milionów mil wynosi.

Odległość taka nazywa się *odległością gwiazdową*, i ażeby siłą naszą wyobraźni, napróżno kuszącej się przedstawić sobie podobną odległość, przyjść niejako w pomoc, nadmieniamy, iż światło z swoją chyżością 42,000 mil na sekundę, potrzebuje najmniej trzech lat, aby dojść od najbliższej gwiazdy do ziemi.

Przez to jednak bynajmniej nie jest jeszcze wskazana granica odległości gwiazd; nie ulega bowiem najmniejszej wątpliwości, że gwiazdy stałe mogą być widziane w nierównie większej odległości, wynoszącej $1\frac{1}{2}$ miliona odległości słońca, i których światło potrzebuje tysięcy a nawet wielu tysięcy lat, aby dojść do ziemi.

Widoczną więc jest rzeczą, że ciała które w tak niepojętej odległości są jeszcze dla nas widzialne, muszą mieć znaczną wielkość i słusznie twierdzić możemy, iż żadna gwiazda stała nie tylko nie zbliża się wielkością swoją do słońca, lecz o wiele je przewyższa.

47. Część nieba widzialna w Europie. Jeszcze w odległej starożytności zebrano pojedyncze gwiazdy w grupy, znane powszechnie pod nazwą konstellacyj czyli gromad, a bujna wyobraźnia nadała zarysom tych gromad kształty i nazwiska różnego rodzaju znanych przedmiotów. Tak np. łatwo dającą się zauważyć gromadę, fig. 40, porównywano to z wozem, to z niedźwiedziem. Przy większej jednak

Fig. 40.



części gromad pozostawiono wyobraźni obszernie pole; rzadko też kiedy z postaci gromady można dopatrzeć związku z nadaniem jej nazwiskiem, i pod tym względem do nazwy ich nie należy rzeczywiście przywiązywać wielkiej wartości.

48. Nie wszędzie i nie w każdym czasie przedstawiają się oku skierowanemu ku niebu te same gwiazdy; przeciwnie, wielka tu zachodzi różnica stosownie do punktu obranego na powierzchni ziemi, z którego wpatrujemy się w niebo, jako też pory roku, a nawet godziny, w której obserwacją robimy. Spozstrzegacz na biegunie północnym, widzi w swym zenicie gwiazdę biegunową, która się prawie w środku naszej

mappy nieba znajduje (tablica I.), i może ztamąd widzieć całą północną półkulę, a zatem wszystkie gwiazdy, jakie na mappie mieszczą się wewnątrz koła przedstawiającego równik; tenże leży na poziomie spostrzegacza, i gwiazdy południowej półkuli nigdy nie pokazują się nad nim. Mieszkaniec okolic podrównikowych, widzi nad sobą półkulę północną i południową nieba, a gwiazdę biegunową na poziomie.

Większa część Europejczyków mieszka pomiędzy 40° i 70° północnej szerokości, i dla nich widzialnymi są gwiazdy znajdujące się na północnej, a częścią także i na południowej półkuli nieba, w miarę większej lub mniejszej ich odległości od równika.

Pomimo więc wszystkich okoliczności, naraz widzimy zaledwie połowę gwiazdzistego nieba, a zatem część tylko tej wielkości, jaka na tablicy I, zdaje się być ograniczoną równikiem. Że zaś ta tablica nierównie większą część nieba przedstawia, aniżeli naraz może być widzialną, pochodzi to stąd, że od czasu do czasu prawie całą tę część widzimy. Łatwo jest bowiem pojąć i przekonać się, że w skutek obrotu ziemi około jej osi, jedne gwiazdy na zachodzie znikają, a na wschodzie zjawiają się nowe. Przy pomocy środków pomocniczych opisanych w §§ 56—58, fig. 46, nie trudno jest także zrozumieć, że z powodu różnego położenia ziemi względem słońca w czasie obiegu jej naokoło słońca, widok nieba o tej samej godzinie w rozmaitych porach roku jest odmienny.

Zadaniem naszym obecnie jest pokazać, jakim sposobem z całego obszaru nieba gwiazdzistego, widzialnego dla nas w ciągu roku, który wyobraża mappa nieba, oznaczyć tę mianowicie część, jaka się przedstawia oku naszemu w oznaczony wieczór i o oznaczonej godzinie. W tym celu dodana jest tablica II, którą nazywać będziemy tarczą poziomą. Widzimy na niej białą kolistą wstęgę, poprzerywaną w kilku miejscach czarnymi pręgami, a wewnątrz niej większą w kształcie spłaszczonego koła powierzchnię białą, stanowiącą wycinek tarczy poziomej. Dalej spostrzegamy na czarnym kole przy wyrazie „Północ,” strzałkę, i rozpoczynające się stąd podziały na dwa razy 12 godzin, z których każda podzieloną jest na kwadransy. Przy użyciu należy tablicę tę nakleić na tekturze i wszystkie w niej białe części powycinąć. Jeżeli w ten sposób przygotowaną tarczę położymy na mappie nieba, tak iżby wypisane na jej brzegu nazwisko danego miesiąca i dnia ukazało się na miejscu wyciętej białej wstęgi, wszystkie gwiazdy, będące wewnątrz wycinka tarczy, znajdować się będą nad poziomem spostrzegacza, to jest te, jakie są widzialne o północy w tym miesiącu i dniu, które wskazuje powyżej wymieniona strzałka. Chcąc odszukać gwiazdy, które o innej jakiegokolwiek godzinie są widzialne, obraca się tarczę poziomą na nieruchomo leżącej mappie, w prawo lub w lewo dotąd, aż odpowiednie podziały żądanego dnia i godziny na obu tablicach przystaną do siebie. Gwiazdy znajdujące się na wschodnim brzegu wycinka tarczy poziomej, wschodzą o tym czasie, a na zachodnim zachodzą; te zaś które leżą na linii prostej, poprowadzonej myślą w kierunku „północ“ i „południe“ górują w tej chwili.

Za pomocą tego urządzenia możnaby także wyznaczyć czas wschodu i zachodu słońca w danym dniu. Do tego potrzeba przedewszystkiē wiedzēć, w jakim punkcie ekliptyki znajdujē się w tym dniu słońce. Punkt ten znajdziemy, jeźeli odszukamy na brzegu mappy nieba dany dzień i poprowadziwszy z niego przez Źrodek mappy (w pobliżu gwiazdy biegunowėj) linią prostą, przedłużymy ją w tym kierunku do spotkania się z ekliptyką. Tym sposobem przekonamy się *np.*, że 11 października słońce znajduje się w gromadzie Panny, prawie w tē miejscu, gdzie umieszczona jest Źwietna gwiazda pierwszėj wielkości, Kłos Panny. Jeźeli następnie położymy odpowiednio tarczē poziomą na mappie i odrzucimy ten punkt ekliptyki na wschodni, i następnie na zachodni poziom tarczy, dostrzeźemy, że 11 października słońce wschodzi o godzinie 6 i minucie 40 rano, a zachodzi o godzinie 5 i minucie 20 po południu. Należy jednak pamiętać, że tym sposobem wynajduje się prawdziwy słoneczny czas; żeby zaś otrzymać Źredni słoneczny czas, uźywamy równania czasu, które według § 62, dnia 11 października równa się — 13 minut. Zatem według Źredniego czasu wschód słońca przypada w tym dniu o godzinie 6 i minucie 27, a zachód o godzinie 5 i minucie 7. Ztąd się pokazuje, że w podobny sposób urzadzona mappa moźe w części zastąpić glob niebieski.

Ściśle jednak biorąc, nasz wycinek poziomu słuźy jedynie dla miejsc leżących pod 50 stopniem północnej szerokości, a zatem dla miast jak Moguncya, Darmsztad, Frankfurt nad Menem, Praga, Kraków i wiele innych; dla miejsc zaś dalej ku północy lub południu połoźonych, potrzeba wycinek inaczej urzadzić. Moźna go wszakże uźywać w całej Źrodkowej Europie, aby się przekonać, jakie gwiazdy w danym czasie znajdujā się nad poziomem.

49. Przechodząc teraz do rozpatrywania samych gromad, najlepiej jest zacząć od tych, które znajdujāc się blisko gwiazdy biegunowėj, sā dla nas kaźdego wieczora i przez całą noc widzialnemi, nigdy albowiem dla nas nie zachodzā. To właśnie ma miejsce dla wszystkich gwiazd, których odległość od gwiazdy biegunowėj wynosi 40° do 50°.

Najwłaściwiej zdaje się rozpocząć od Wielkiej Niedźwiedzicy, fig. 40, gdyż jest to tak uderzająca gromada, że ją prawie kaźdy zna, chociaźby się astronomiā wcale nie zajmował. Składa się ona z siedmiu gwiazd, pomiędzy któremi sześć jest drugiej wielkości; cztery z nich tworzą czworokąt, pozostałe zaś trzy, umieszczone sā w łuku przedstawiającym ogon Niedźwiedzicy. Jeźeli wyobrazimy sobie linię poprowadzoną przez dwie ostatnie gwiazdy, nazwane strażnikami i przedłużymy ją myślā, trafi ona na odosobnionā gwiazdę drugiej wielkości, to jest na

gwiazdę biegunową, należącą do konstellacji Małej Niedźwiedzicy. Ważność téj gwiazdy, jakiesny już powiedzieli, polega na tém, że będąc tylko o $1\frac{2}{3}$ stopnia od bieguna oddaloną, uważaną jest jako punkt, około którego się całe sklepienie niebieskie obraca.

Jedna z najobszerniejszych gromad — Smok, wije się w około Małej Niedźwiedzicy, zajmując prawie połowę koła biegunowego.

Naprzeciwko Wielkiej Niedźwiedzicy, po drugiej stronie bieguna, spostrzegamy pięć gwiazd drugiej i trzeciej wielkości, tworzących literę W, i należących do konstellacji Kassyopei, która się znajduje w połowie drogi mlecznej. Jeżeli połączymy tę gromadę z konstellacją Wielkiej Niedźwiedzicy linią prostą, i ze środka jęj wyprowadzimy prostopadłą do nięj, mieć będziemy na prawo od téj prostopadłej Kapelelę czyli Kozę, gwiazdę pierwszej wielkości w gromadzie Wóżnicy, a na lewo Węgę, gwiazdę również pierwszej wielkości, należącą do konstellacji Lutni (Liry).

Wewnątrz zwrotnika Raka, zasługuje jeszcze na uwagę gromada Wolarza (Rataja), a w nięj Arktur, gwiazda pierwszej wielkości, do której prowadzi linia przechodząca przez dwie najniższe gwiazdy Wielkiej Niedźwiedzicy. W sąsiedztwie Kassyopei znajduje się konstellacya Perseusza z gwiazdą drugiej wielkości, przypadająca w bardzo jasnym miejscu drogi mlecznej. Ztąd łatwo jest odszukać trzy świetne gwiazdy Andromedy, jako téż gromadę Pegaza, składającą się z gwiazd drugiej wielkości, tworzących czworokąt.

W miejscu gdzie przypada konstellacya Łabędzia, mleczna droga się rozdwaja, i na jednej jęj odnodze między Orłem i Wężownikiem, znajduje się mały trójkąt, utworzony z gwiazd czwartęj wielkości, które wraz z innymi przyległemi im gwiazdami, stanowią gromadę nazwaną przez ks. Poczobuta astronoma wileńskiego, konstellacją Ciółka Poniatońskiego (Taurus Poniatovii), na cześć ostatniego z królów dawnęj Polski, jako wielkiego zwolennika nauk; na drugiej zaś odnodze drogi mlecznej, cokolwiek poniżej gromady Orła, widzimy małą, również ze słabo błyszczących gwiazd złożoną konstellacyę, nazwaną przez Heweliusza astronoma gdańskiego, Tarczą Sobieskiego (Scutum Sobiescianum), na pamiątkę świetnego zwycięstwa, odniesionego nad Turkami pod Wiedniem, przez króla naszego Jana Sobieskiego.

50. Gromady i znaki ekliptyki. Przechodzimy obecnie do strefy nieba, ograniczonęj dwoma zwrotnikami, i mającęj dla nas szczególną ważność z tego powodu, że na nięj znajdują się gromady, czyli konstellacye ekliptyki.

Ze wszystkich kół wymienionych w § 43, ekliptyka jest jedyną, które rzeczywiście przez szereg dwunastu konstellacyj jest na niebie oznaczone. Ważność dla nas tych gromad poniżej objaśnimy; teraz idzie nam głównie o pokazanie, jakim sposobem je odszukać przy pomocy mapy nieba.

T a b l i c a I wskazuje, że ekliptyka przecina równik w dwóch punktach, i że jedna jej połowa leży na półkuli północnej nieba, druga zaś na południowej. Według tego odróżniamy gromady ekliptyki północne i południowe, i podajemy tu jeszcze w starożytności nadane im następujące nazwy i z n a k i:

I.		II.	
Północne.		Południowe.	
1. Baran	♈	7. Waga	♎
2. Byk	♉	8. Niedźwiadek	♏
3. Bliźnięta	♊	9. Strzelec	♐
4. Rak	♋	10. Koziorożec	♑
5. Lew	♌	11. Wodnik	♒
6. Panna	♍	12. Ryby	♓

Spojrzawszy jednak na mapę nieba, przekonywamy się, że te gromady wcale nie zajmują równych przestrzeni na niebie, i nie stanowią bynajmniej koła podzielonego na 12 równych części, gdyż np. gromada Wagi zajmuje długość 20°, gdy tymczasem gromada Ryb rozszerza się na przeszło 43°. Przeciwnie zaś z n a k i ekliptyki oznaczone są ściśle w odległościach 30°.

Uderzającym jest także, że znaki nie odpowiadają właściwym gromadom, lecz je wyprzedzają; tak np. znakowi ♎ Wagi odpowiada gromada Panny i t. d.; przyczynę tego podamy w § 60.

Rozpoczynamy od gromad północnych ekliptyki, a mianowicie od punktu porównania wiosennego, w którym ekliptyka przecina równik, i widzimy tu niepozorną gromadę R y b, jako też gromadę B a r a n a, którego trzy główne gwiazdy leżą na głowie jego: największa z nich jest gwiazdą drugiey wielkości. Dalej idzie gromada B y k a, leżąca pod Perseuszem i Woźnicą, i łatwo dająca się odróżnić po znaku ♈, jaki tworzy grupa składająca się z czterech gwiazd leżących na głowie jego, nazwana H y a d a m i lub D ź d ż o w n i k a m i. Gwiazda pierwszej wielkości na wyższym końcu ♈, jest A l d e b a r a n. Na grzbiecie Byka widzimy P l e j a d y, gromadę złożoną z małych blisko siebie leżących gwiazd, nazwaną także K w o k ą z k u r c z ę t a m i.

Przy Bliźniętach ekliptyka dochodzi najwyższej swej północnej wysokości. Spotykamy tu dwie jasne gwiazdy drugiej wielkości, Kastaora i Polluksa na głowach konstellacyi, i cztery gwiazdy trzeciej wielkości na nogach, które tworzą podługowaty prostokąt.

Ta strefa nieba, do której się obecnie zbliżamy, przybiera niezwykły blask z powodu wielu gromad, pomiędzy którymi najbardziej zachwyca konstellacya Oriona, leżąca cokolwiek ku południu od Byka i Bliźniat. Szczególniej wpadają w oko dwie jego gwiazdy pierwszej wielkości, a mianowicie Betajgajce, znajdująca się na wschodnim jego ramieniu i Rygel na zachodniej nodze. Pomiedzy temi dwiema, trzy obok siebie położone gwiazdy tworzą Pas Oriona, nazywany także Laską Św. Jakóba. W pobliżu znajduje się godzien uwagi obłoczek Oriona. Betajgajce tworzy z dwiema innymi gwiazdami pierwszej wielkości trójkąt równoboczny. Gwiazdami temi są: Procyon należący do gromady Psamalego i Syryusz, najświetniejsza ze wszystkich gwiazd z konstellacyi Psawielkiego, leżąca na głowie jego i nazwana także gwiazdą Psią. Ostatnią gromadę widzimy wschodzącą i zachodzącą jednocześnie za słońcem podczas tak nazwanych dni Kanikuły, kiedy słońce dosięga najwyższej swej wysokości i sprawia największe upały.

Ekliptyka nachyla się od niepozornej gromady Raka, zawierającej słabo tylko świecące gwiazdy ku gromadzie Lwa, składającej się z czterech głównych gwiazd, tworzących wielki trapez, pomiędzy którymi jaśnieje Regulus, jako gwiazda pierwszej wielkości. Dalej następuje Panna, odznaczająca się pięciu gwiazdami, z których jedna świetna gwiazda pierwszej wielkości, zowie się Klosem Panny.

W tém miejscu ekliptyka przecina równik po raz drugi, i odtąd przechodzimy do gromad południowych, gdzie spotykamy najprzód konstellacyą Wagi, w której odznaczają się dwie gwiazdy drugiej wielkości.

W gromadzie Niedwiadka jaśnieje Antares, jako gwiazda pierwszej wielkości, poczem następuje Strzelec, który nad samym południowym poziomem bywa widzialnym i daje się łatwo rozróżnić po czterech gwiazdach, tworzących czworokąt. Ekliptyka dosięga tu punktu najdalej posuniętego ku południu, i zwracając się ku równikowi, dochodzi do gromady Kozioroźca, leżącej pod konstellacyą Orła, w której się odznacza Atair gwiazda pierwszej wielkości, a następnie dosięga gromady Wodnika, w której zresztą żadnej jaśniejszej gwiazdy nad trzeciej wielkości nie spotykamy.

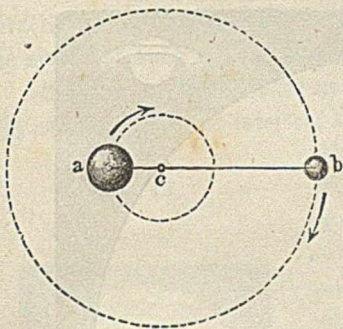
Po opisaniu w ten sposób w około sklepienia niebieskiego, znajdujemy się na nowo przy gromadzie R y b. Konstellacya ta nie zawiera także żadnej odznaczającej się gwiazdy, i najłatwiej daje się znaleźć z położenia P e g a z a, pod którym Ryby się znajdują. Pomiędzy gromadą R y b i W o d n i k i e m spostrzegać się daje od południa F o m a l h a u t, gwiazda pierwszej wielkości, należąca do konstellacyi R y b y p o ł u d n i o w é j.

III. SZCZEGÓLNE ASTRONOMICZNE ZJAWISKA.

Słońce i Ziemia.

51. Wyobraźmy sobie na końcach pręta niegiętkiego przymocowane dwie kulki *a* i *b*, fig. 41; masa kulki *a* niech będzie trzy razy większą od masy kulki *b*. Środek ciężkości całego przyrządu znajduje się

Fig. 41.



blżej masy większej, i z Fizyki § 14 wiemy, że jeżeli odległość pomiędzy środkami obu kulek podzielimy na cztery równe części, to wspólny ich środek ciężkości przypadnie na $\frac{1}{4}$ odległości, to jest w punkcie *c*. Ponieważ zaś w odległości 3, działa masa $b = 1$, a w odległości 1, masa $a = 3$, przyrząd ten znajdować się będzie w równowadze, skoro go podeprzemy w punkcie *c*. Jeżeli mu teraz nadamy ruch obrotowy około wspólnego środka ciężkości, obie kulki

opiszą drogi, oznaczone kołami kropkowanymi, i mniejsza kulka *b* opisze drogę naokoło kulki większej *a*.

Rzuciwszy złączone w podobny sposób kulki w powietrze, zobaczymy, że przybierają ruch obrotowy około wspólnego środka ciężkości, przyczem zawsze kulka mniejsza opisuje drogę naokoło większej.

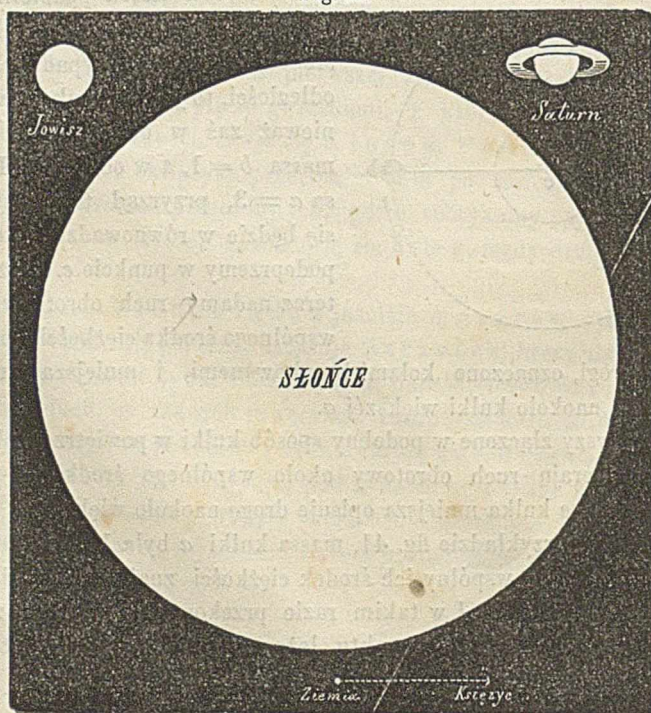
Gdyby w przykładzie fig. 41, masa kulki *a* była 10 lub 100 razy większa od kulki *b*, wspólny ich środek ciężkości znajdowałby się wewnątrz kulki większej. I w takim razie przekonalibyśmy się, iż kula większa obracałaby się około punktu leżącego wewnątrz niej, wtenczas gdy kula mniejsza opisywałaby koło w około kuli większej. |

52. Słońce i ziemia są ciałami kulistymi, i zostają w podobnym do siebie stosunku, różnica atoli pomiędzy ich massami jest o wiele znaczniejsza, aniżeli w powyższym przykładzie, jak o tém przekonywa następująca tablica.

		Ziemia	Słońce	Stosunek ziemi do słońca	
Średnica	mile	1 719	192 492	1	112
Powierzchnia	mile kwadra.	9 282 060	108 000 milionów	1	12 577
Objętość	mile szeście.	2 659 310 190	4 078 500 000 milionów	1	1 410 000
Średnia odległość	mile	20 700 000	—	—	—
	promienie ziemskie	24 000	—	—	—

Ażeby ułatwić zrozumienie powyższych stosunków liczbowych, zakładamy tu obraz względnej wielkości słońca i ziemi.

Fig. 42.



Na powyższej figurze przedstawiona jest także stosunkowa wielkość księżycy i zarazem jego odległość od ziemi, jak niemniej względna wielkość dwóch największych planet, to jest Jowisza i Saturna. Stosunkową zaś odległość ziemi od słońca otrzymamy wyobraziwszy sobie, że biały punkcik przedstawiający ziemię, oddalony jest blisko na 60 stóp od koła wielkiego, przedstawiającego słońce.

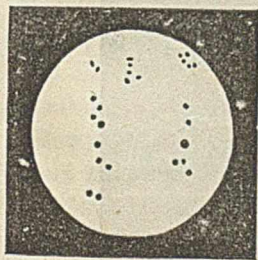
Wyobraźmy sobie, że te dwa ostatnie ciała niebieskie połączone są z sobą sznurem lub za pomocą sztaby, a wspólny ich środek ciężkości padnie wewnątrz słońca, i to prawie w samym jego środku. Rzucone zatem w bezdenny przestwór wszechświata, podobnie jak kulki w poprzedzającym przykładzie, odbywać będą ruch obrotowy, a mianowicie słońce obracać się będzie około swego środka, a ziemia około słońca.

Ruch taki rzeczywiście ma miejsce; słońce jednak i ziemia nie są żadnym materialnym łącznikiem ze sobą spojone, lecz winny swój wzajemny związek jedynie działaniu sił.

Siła łącząca słońce z ziemią jest siłą wzajemnego przyciągania, objawiającą się pomiędzy wszystkimi ciałami; już ją poznaliśmy w Fizyce pod nazwą ciężkości czyli powszechnego ciężenia. Że w skutek działania téj siły słońce i ziemia nie zbliżają się do siebie, i nakoniec o siebie nie uderzą, jest jedynie wynikiem współdziałania drugiej siły, która będąc skierowana prostopadle do kierunku siły przyciągania, nadaje ziemi ten ruch złożony, (patrz § 67 w Fizyce).

53. Olbrzymie słońce nasze nie jest także bez ruchu. Przekonywają nas o tém ciemne miejsca, które na świecącej jego tarczy, w postaci tak zwanych plam słonecznych dają się niekiedy spostrzegać, będąc rozrzucone po powierzchni jego w podobny sposób, jak wskazuje fig. 43. Plamy te przy pilném uważaniu, nie zawsze przedstawiają się w jednych i tych samych miejscach. Przekonano się, że plamy pojawiające się na wschodnim brzegu słońca, posuwają się zawsze w jednym i tym samym kierunku, przebiegając całą jego powierzchnię aż do brzegu zachodniego, gdzie znikają; po pewnym zaś czasie, znowu ukazują się na pierwotném miejscu. To wła-

Fig. 43.



śnie dowodzi nam, że słońce obraca się około swój osi, potrzebując na to $25\frac{1}{2}$ dni, wtenczas gdy ziemia spełnia swój obrót około osi w ciągu jednej doby.

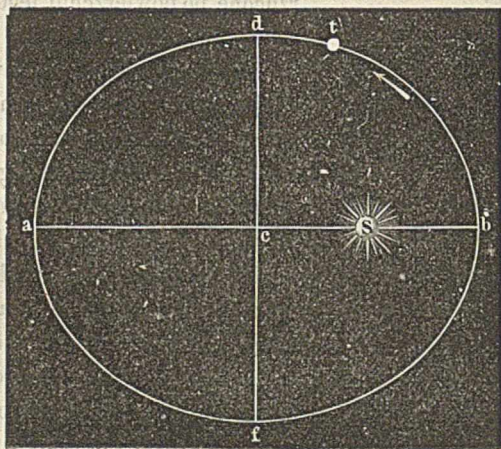
Trudno wyjaśnić, z kąd światło i ciepło słońca bierze swój początek. Przypuszczeniu zaś, że słońce jest ogromnym ciałem palącym się w znaczeniu jak my powszechnie pojmujemy zjawisko palenia, jako chemicznego działania, wiele można zarzucić. W każdym bowiem palącym się i rozżarzonem ciele, następuje w skutek promieniowania z czasem ubytek światła i ciepła, i takowy z upływem wieków nawet przy tym ogromie słońca, koniecznie musiałby się dać uczuć; tymczasem przeciwnie, słońce przedstawia się nam jako niewyczerpane i niezmiennie źródło światła i ciepła.

Zdania większej części badaczy zgadzają się na przypuszczenie, że słońce jest ciałem ciemnym, otoczonem pewną właściwą atmosferą, która będąc wprawiona w ruch drgający przez nadzwyczajnie szybki obrót jego, jest przyczyną światła i ciepła. Z niewiadomych nam przyczyn tworzą się na świecącej gazowej powłoce słońca przerwy czyli otwory, przez które widzieć się daje ciemna powierzchnia jądra słonecznego, co my poczytujemy za plamy słońca.

Uwagi jednak przytoczone w § 181 Fizyki, przy roztrząsaniu widma słonecznego, przemawiają za tём, że słońce jest także samo przez się świecącym jądrem, otoczonem płomienistą atmosferą. A nawet przemawia wiele powodów za tём, że w płomienistej atmosferze słońca znajduje się wiele pierwiastków, jakie spotykamy na ziemi, np. p o t a s i s o d.

54. Droga jaką ziemia opisuje w okół słońca, jest e l i p s a o bardzo małym mimośrodkie, tak, iż się zbliża do postaci koła, fig. 44. Wiel-

Fig. 44.



ka, jęj os, *a b*, wynosi 41 milionów mil. W jedném jęj ognisku znajduje się słońce, którego odległość od środka elipsy, jest mimośrodem drogi ziemskiej. W czasie swego obiegu ziemia dochodzi do punktu największej swęj odległości od słońca, wynoszącej 21,030,055 mil 2 lipca, i punkt ten nazwano o d s ł o n e c z n y m. Na przeciwległym punkcie osi wielkiej znajduje się ziemia dnia 1 stycznia, będąc wtedy najmniej oddaloną od słońca, bo tylko 20,334,825 mil, czyli w punkcie przysłonecznym. Średnia zatem odległość od słońca, jaką się otrzymuje z przecięcia tych dwóch odległości jest 20,700,000 mil. Do przebieżenia takiej odległości, kula armatnia lecąca z chyżością 1000 stóp na sekundę, potrzebowalaby dwunastu lat.

W większej liczbie przypadków można uważać eliptyczną drogę ziemską jako okrąg koła, którego promień równa się 20,000,000 mil. Obwód tęj drogi wynosi około 127 milionów mil, którą ziemia przebywa w ciągu 365 dni i kilku godzin, ubiegając na sekundę 4 mile. Chyżść zatem biegu ziemi około słońca o wiele przewyższa chyżść ruchu wirowego punktu leżącego na równiku, która wynosi zaledwie 1,430 stóp paryzkich na sekundę. Gdybyśmy z pierwszą chyżością puścili się naokoło ziemi, ukończylibyśmy podróż w ciągu 22½ minut.

Podana tu jednak chyżść ziemi jest tylko średnią jęj chyżością. Eliptyczny kształt drogi ziemskiej istotny ma wpływ na ruch ziemi; chyżść jęj zwiększa się w miarę zbliżania się ziemi do punktu przysłonecznego, a zmniejsza za zbliżeniem się jęj do punktu odsłonecznego. Ztąd powstaje, jak to później zobaczymy, różnica w długości letniego i zimowego półrocza, z których pierwsze o $7\frac{3}{4}$ dni jest dłuższe od drugiego.

55. Położenie osi ziemi względem płaszczyzny jęj drogi. Wyobraźmy sobie płaszczyznę poprowadzoną przez środek słońca i przedłużoną we wszystkich kierunkach i przypuśćmy, że na tęj płaszczyźnie ziemia się porusza. Można to sobie uzmysłwić, zrobiwszy w środku koła z tektury niewielki otworek, tak, iżby mała kula mogła wejść w niego do połowy. Kula ta wyobraża słońce, powierzchnia zaś tektury płaszczyznę drogi ziemskiej, którą to drogę można przedstawić za pomocą koła narysowanego na tekturze, ze sztuczném słońcem w środku. I ziemię można przedstawić przez mniejszą kulkę, któraby na różnych punktach swęj drogi wchodziła do połowy w okrągłe wycięcie tektury.

W ogóle trudném, a po części nawet niemożliwém jest objaśnienie za pomocą rysunku zjawisk, które następnie opisywać zamierzamy, każdy albowiem rysunek robi się na płaszczyźnie, i wiele zjawisk ruchu w zmie-

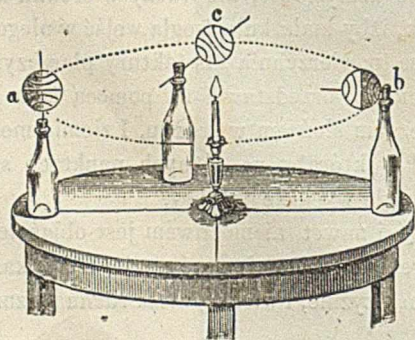
nionym kształcie nakreślonego, nie łatwo da się zrozumieć nieobeznanym z jego zasadami.

Nakreślmy na małej kuli przedstawiającej ziemię, koła używane na globie ziemskim, to jest równik, zwrotniki, koła biegunowe i oznaczmy także bieguny, a łatwo pojmemy, że téj kuli można nadawać bardzo rozmaite położenia względem płaszczyzny drogi ziemskiej. Możemy ją położyć tak, aby oba jój bieguny, a więc i oś ziemska, znajdowały się na téjże płaszczyźnie. Następnie możemy ją ustawić w ten sposób, ażeby oś ziemska była prostopadłą do téj płaszczyzny, albo téż nadać jój nakoniec pochyle położenie, a zatem ustawić ją tak, iżby oś ziemska tworzyła kąt ostry z płaszczyzną drogi ziemskiej.

Mamy teraz okazać, że te trzy rozmaite położenia mają istotny wpływ na zjawiska dostrzegane na powierzchni naszej ziemi. Żeby to zaś niejako uzmysłowić, weźmy stół okrągły i umieścmy w środku jego świecę, (najlepiej lampę), przedstawiającą słońce. Na równej wysokości z jój płomieniem postawmy na brzegu stołu mały glob, którego osi można nadawać dowolne położenia. Zamiast globu, można także użyć małej drewnianej kulki, mogącej się obracać około igły do szycia, jako osi. Igła może być w równiej wysokości z płomieniem świecy, wetkniętą w korek butelki tak, aby stosownie do woli mogła przybierać względem płaszczyzny stołu położenie prostopadłe, ukośne lub równoległe. Na kulce téj są oznaczone potrzebne równoleżniki i równik. Wreszcie niech będzie stół za pomocą dwóch linii przechodzących przez jego środek i do siebie prostopadłych, podzielony na cztery równe części. Za pośrednictwem tego prostego urządzenia, wszystko o czém następnie mamy mówić, łatwiej jest nam objaśnić, aniżeli byśmy to zdołali zrobić przy pomocy rysunku.

56. Przypuścmy najprzód, że oś ziemi jest prostopadłą do płaszczyzny drogi ziemskiej, jak w *a*, fig. 45.

Fig. 45.



W takim razie przez cały rok i na każdym punkcie kuli ziemskiej, dzień byłby równy nocy. Promienie słoneczne padając prostopadłe na równik, czyniłyby pas jemu przyległy, z powodu z niczém nie dających się porównać upałów, niepodobnym do zamieszkania. Szczęśliwszemi byłyby okolice

położone pomiędzy równoleżnikami cokolwiek oddalonymi od równika, gdyż z powodu ukośnie padających promieni słonecznych, cieszyłyby się przez cały rok łagodną porą wiosenną. Lecz z drugiej strony nie znany byłby im urok zmian pór roku, i bez wątpienia wiele roślin nie mogłoby się należycie rozwinąć. Najsmutniejszy zaś los spotkałby okolice znajdujące się pomiędzy równoleżnikami położonemi w bliskości biegunów; bo z powodu bardzo ukośnie padających promieni słońca, które w części zupełnie ich nie dochodziły, wieczna panowałaby zima w tych krajach, gdzie obecnie miliony szczęśliwych ludzi zamieszkuje. A więc przy prostopadłym położeniu osi ziemi do płaszczyzny jej drogi, większa część powierzchni ziemi nie mogłaby być zamieszkałą.

Jeszcze bardziej uderzające zjawiska przedstawiają się, jeżeli wyobrazimy sobie oś ziemi leżącą na płaszczyźnie jej drogi, fig. 45, *b*, i to tak, iżby jej bieguny jednaki zachowywały kierunek. W tym bowiem przypadku raz do roku cała północna półkula byłaby oświetloną, promienie słoneczne padałyby pionowo na biegun północny, i dzień trwałby 24 godzin. Na przeciwległej stronie przy *a*, to samo miałoby miejsce dla półkuli południowej, i tym sposobem ciągle na rozmaitych punktach ziemi następowałaby okropna zmiana nieznośnych upałów i przejmującego zimna. W jednych punktach ziemi dzień trwałby przez pół roku, a na przeciwległych im punktach noc również byłaby długą: jednem słowem, taka zupełna zmiana światła i ciepła, byłaby dla mieszkańców ziemi jeszcze niekorzystniejsza, aniżeli poprzednio przytoczone okoliczności.

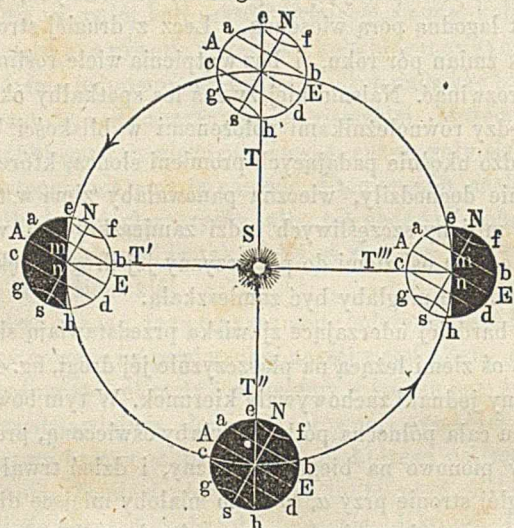
Ponieważ zaś na powierzchni ziemi nie ma takiej jednostajności co do długości dni i klimatu, jakaby musiała istnieć przy prostopadłym położeniu osi ziemskiej, ani też nie widzimy tych strasznych zmian, jakie mogłyby wynikać z równoległego położenia osi; zatem położenie osi ziemi musi być koniecznie ukośne względem płaszczyzny jej drogi, czyli oś ziemi musi przecinać płaszczyznę jej drogi pod kątem ostrym (fig. 45 przy *c*).

To rzeczywiście ma miejsce, i nie trudno teraz objaśnić szereg bardzo ważnych i powszechnie znanych zjawisk.

57. Przypatrzmy się ziemi w jej czterech głównych położeniach względem słońca. Na fig. 46, *S* przedstawia słońce, *T* ziemię której oś *sN* jest stale do siebie równoległą. Jasną jest rzeczą, że ta tylko połowa ziemi jest oświetloną i ogrzaną, która jest zwróconą do słońca; na około ziemi tworzy się okrąg będący granicą światła pomiędzy oświetloną a ciemną półkulą. W *T* przedstawiona jest ziemia w położeniu, jakie zajmuje 21 marca, kiedy promienie słoneczne padają prostopadle na równik,

W tym przypadku okrąg granicy światła przechodzi przez oba bieguny s

Fig. 46.



i N , zatem na połowie północnej i południowej półkuli jest jednocześnie dzień, przy obrocie ziemi na około s N , każdy punkt jej powierzchni opisuje połowę swego koła dziennego w ciągu dnia, drugą zaś połowę w nocy; w tym położeniu dzień i noc są sobie równe na całej kuli ziemskiej, wtedy mamy wiosenne porównanie dnia z nocą. To samo ma miejsce 23 września, przy porównaniu jesiennym, które wyobraża położenie T'' , gdzie na figurze przedstawiona jest część ziemi ciemna, jaką jest podczas nocy.

Jeżeli przeciwnie, ziemia przebieży czwartą część swjej drogi, znajdzie się 21 czerwca w położeniu T' , które się zowie letniem przesileniem. Widzimy że wtenczas biegun północny, jako też znaczna część otaczającej go powierzchni ziemskiej w ciągu całodziennego obrotu ziemi są oświecone. Dla mieszkańców więc znajdujących się wewnątrz koła biegunowego ef , oddalonego od bieguna o $23\frac{1}{2}$ stopnie, słońce w ciągu całej doby nie zachodzi, dzień zatem trwa 24 godzin. Część powierzchni ziemi objęta tym kołem biegunowym, zowie się północnym pasem biegunowym.

Wprost przeciwnie się dzieje wewnątrz południowego pasa biegunowego gh , gdzie w ciągu całej doby słońce jest niewidzialne, ztąd też noc trwa przez 24 godzin,

Na równiku w dniu tym dzień także jest równy nocy, gdyż część oświetlona nE tego koła, równa się części nieoświetlonej nA . Przeciwnie w każdym punkcie leżącym na północ od równika, dzień jest dłuższy od nocy, gdyż widocznie część oświetlona mb równoleżnika ab , jest większą od części jego nieoświetlonej ma , a zatem mieszkaniec tych okolic w czasie dziennego obrotu ziemi dłużej przebywa w świetle, aniżeli w ciemności. Dlatego też wszystkie punkta leżące na północ od równika, mają 21 czerwca dłuższe dni niż nocy.

Łatwo jest pojąć, że ku południu od równika wszystko się ma odwrotnie, i że tam dłużej panuje noc.

Równoleżnik ab , na którym 21 czerwca promienie słońca padają prostopadle, nazywa się **Zwrotnikiem Raka**.

Jeżeli ziemia porusza się dalej na swój drodze, długość dnia codziennie się zmniejsza, i dochodzi 23 września do porównania jesiennego T'' , gdzie dzień jest równy nocy. Odtąd dzień coraz bardziej się jeszcze zmniejsza, aż ziemia przyjdzie 23 grudnia do zimowego przesilenia T''' , gdzie promienie słońca padają prostopadle na zwrotnik **Koziorożca** cd . Że dla mieszkańców półkuli północnej łuk dzienny $np. ma$ mniejszy jest od łuku nocnego mb , od razu widzieć się daje. W tym więc czasie mamy najkrótszy dzień, gdy tymczasem przeciwniegi nam mieszkańcy południowej półkuli, cieszą się dniem najdłuższym.

W bliskości zatem równika długość dnia i nocy nie zmienia się, lecz z powiększającą się odległością od równika, spotykać się daje coraz bardziej uderzająca w tym względzie różnica, jak to wskazuje następująca tablica:

Wysokość bieguna, czyli szerokość geograficzna.

Trwanie najdłuższego dnia, lub najdłuższej nocy.

0° 0'	. . . . .	12 godzin.
16 44	. . . . .	13 „
30 48	. . . . .	14 „
49	. . . . .	16 „
63 23	. . . . .	20 „
66 32	. . . . .	24 „
67 23	. . . . .	1 miesiąc.
73 39	. . . . .	3 „
90	. . . . .	6 „

W Warszawie najdłuższy dzień trwa godzin 16, minut 34, a najkrótszy 7 godzin, 38 minut.

Od przesilenia zimowego dnie znowu się powiększają, aż nakoniec ziemia dojdzie do porównania wiosennego, gdzie wracamy do naszego punktu wyjścia, kończąc razem z ziemią obieg roczny.

Znajdujemy więc w tém ukośnem położeniu osi ziemskiej względem płaszczyzny jój drogi, najprostsze objaśnienie opisanego w § 35 pozornego ruchu słońca, w skutek którego ono znajduje się dwa razy do roku na równiku, i raz na północ, drugi raz na południe od równika dosięga swego najwyższego i najniższego stanowiska.

To zaś najwyższe i najniższe stanowisko słońca jest ograniczone zwrotnikami oddalonymi od równika na $23\frac{1}{2}$ stopni; zwrotnikami dlatego je nazwano, że słońce zdaje się tu wracać, zdążając napowrót ku równikowi.

58. Dla mieszkańców pasa ziemskiego, leżącego pomiędzy obudwoma zwrotnikami i nazwanego pasem gorącym, słońce nie zmienia tak bardzo swego położenia i promienie jego prawie zawsze padają prostopadle, albo przynajmniej zbliżają się do tego kierunku. Na całym téż tym pasie panują ogromne upały i nie ma takich znacznych różnic w zmianie ciepła, jak u nas w różnych porach roku. Świat roślinny i zwierzęcy, a nawet i sami ludzie pod wpływem téj obfitości ciepła i światła przybierają osobliwy kształt i charakter.

Pomiędzy zwrotnikami i kołami biegunowemi po obu stronach równika, leżą dwa pasy umiarkowane. Wewnątrz nich promienie słoneczne nigdy nie padają pionowo, dlatego téż znaczna część promieni ciepła jest dla ziemi straconą (§ 222 Fizyki), i upały nigdy tu nie dochodzą do najwyższego swego stopnia.

Powierzchnia pasa gorącego wynosi 3,7 milionów mil kwadratowych, obu umiarkowanych pasów 4,8 milionów, a powierzchnia obu zimnych pasów 0,8 milionów mil kwadratowych.

Lecz w ciągu roku słońce bywa w bardzo rozmaitej wysokości w naszym umiarkowanym pasie; w czasie letniego przesilenia (w T^r), promienie słoneczne padają nierównie mniej ukośnie, aniżeli w czasie zimowego, gdzie słońce oddaliwszy się pod równik, promienie swoje nadzwyczaj ukośnie do nas przesyła. A oprócz tego zachodzi znaczna różnica co do długości dnia; przy zimowém bowiem przesileniu, promienie słońca nie tylko że nie zbliżają się do prostopadłości, ale przyświecają nam przez nierównie krótszy czas w ciągu dnia niżeli w przeciwnym przypadku. Ztąd to pochodzą u nas te wielkie różnice w temperaturze i pogodzie w ciągu roku, te zmiany pór roku, to przejście

z ostrój zimy do łagodnej wiosny, za którą idą sprzyjające rozwijaniu się i dojrzewaniu owoców upały lata, zanim nastąpi ze słabem swém światłem i chłodniejszym dniem jesień, i po raz drugi otwiera podwoje zimie.

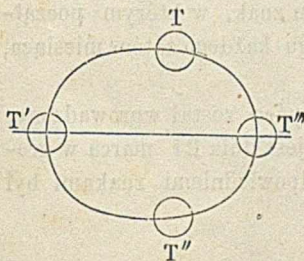
Ile dobrodziejstw i uroku dla rodzaju ludzkiego spoczywa w tój wiecznej i jednostajnej zmianie pór roku, ile powabu ona w sobie zawiera, najdobitniej nam dowodzi to, że upragnione oczekiwanie wiosny, okropna cisza i opustoszenie zimy, gorące błogosławieństwa lata, i dobroczynna obfitość jesieni, powtarzają się ciągle w niezliczonych obrazach i utworach sztuki i poezji od najodleglejszej starożytności aż do dzisiejszych czasów.

59. Gdyby droga ziemi była rzeczywiście kołem, jak na fig. 46, ustępy czasu pomiędzy porównaniem i przesileniem musiałyby być zupełnie sobie równe, i półrocze letnie od porównania wiosennego do jesiennego byłoby tak długie, jak półrocze zimowe.

Ale rzecz ma się inaczej, bo droga ziemi jak wiemy jest elipsą, i słońce znajduje się w jednym z jej ognisk.

Jeżeli T i T'' fig. 47, są punkta równonocne, zawarta pomiędzy nimi część drogi zimowego półrocza $T T'' T'$, jest mniejszą od drogi letniego półrocza $T T' T''$. Nadto w czasie zimowego półrocza ziemia porusza się z większą chyżością, zbliżając się podczas przesilenia do punktu przysłonecznego, gdy tymczasem punkt odsloneczny, przypada w letniem przesileniu. Obie te przyczyny działają wspólnie, a w skutek tego półrocze letnie wynosi 186 dni i 12 godzin, gdy półrocze zimowe ma tylko 178 dni i 18 godzin, czyli że pierwsze o $7\frac{3}{4}$ dni jest dłuższe od drugiego.

Fig. 47.



Jakkolwiek punkt przysłoneczny przypada wśród zimy i my wtenczas o 695,230 mil bliżej się znajdujemy słońca, aniżeli w czasie letniego przesilenia, nie ma to jednak najmniejszego wpływu na ogrzewanie powierzchni ziemi, gdyż takowe zależy głównie od bardziej lub mniej ukośnego padania promieni słonecznych i długości dnia, jak to wyżej było powiedzianém.

60. Przypatrzmy się pewnego wieczoru zachodowi słońca i zauważmy w miejscu, w którym kryje się pod poziom, pojawiającą się nieco później jakąkolwiek znaną nam gwiazdę lub konstellację. Na

stępnego wieczoru ujrzymy niedługo po zachodzie słońca tę gwiazdę, lub gromadę w tém samym miejscu. Lecz jeżeli to spostrzeżenie powtarzać będziemy przez więcej dni, zobaczymy, że słońce ciągle się zbliża do gromady, która niezadługo jednocześnie z niem zachodzi i po zachodzie słońca staje się niewidzialną. Robiąc podobne spostrzeżenie nad inną gromadą gwiazd, zauważymy toż samo. Na niebie poranném podobne widzimy zjawisko; gwiazda, która tylko cokolwiek wcześniej wschodzi aniżeli słońce, po pewnym czasie daleko wcześniej i odległej od niego wznosi się nad poziom. Słońce więc zdaje się na sklepieniu niebieskiem poruszać od zachodu ku wschodowi i możemy oznaczyć jego drogę, jeżeli zauważymy gromady gwiazd, w pobliżu których je z kolei spostrzegamy.

Te gromady gwiazd tworzą na niebie pas, nazwany *Zwierzyniec* albo *Zodjakiem*, ograniczony dwoma kołami równoległymi na 7° — 8° od ekliptyki oddalonymi. Dopóki słońce znajduje się w bliskości jakiej gromady, mówi się zwykle: słońce znajduje się w gromadzie takiej a takiej, lub jej z naku. Starożytni podzielili zwierzyńiec, za pomocą dwunastu równo od siebie oddalonych gromad, na dwanaście równych części; w § 50 podaliśmy już ich nazwiska i znaki. Słońce potrzebuje dla przejścia od jednej do następnej przyległej gromady, czyli do przebieżenia drogi 30° na ekliptyce 28 do 30 dni, i czas ten zowie się *miesiącem*. Gdy słońce przechodząc kolejno od jednej do drugiej gromady, wstąpi powtórnie w ten sam znak, w którym początkowo było widziane, upływa rok cały. W ciągu każdego zatem miesiąca, słońce się znajduje w innej gromadzie.

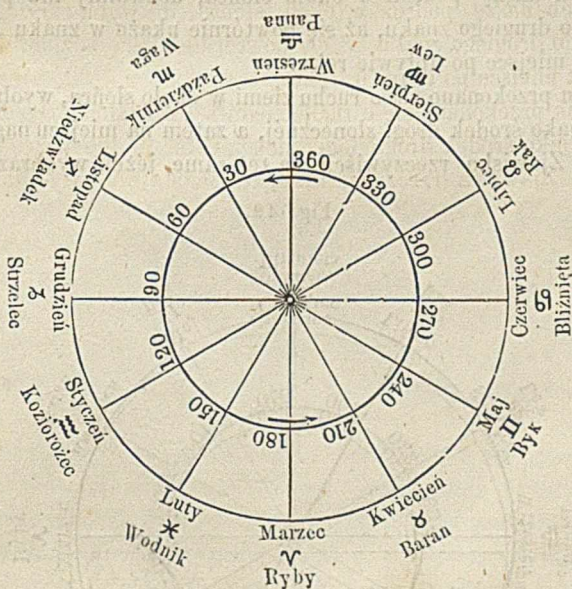
Przed 3,000 lat, kiedy podział zwierzyńca został wprowadzony, słońce się znajdowało w początku wiosny, to jest dnia 21 marca w gromadzie Barana, i porządek miesięcy z ich odpowiednimi znakami był następujący :

Marzec	Baran	Wrzesień . . .	Waga.
Kwiecień . . .	Byk.	Październik .	Niedźwiadek.
Maj	Bliźnięta	Listopad . . .	Strzelec.
Czerwiec . . .	Rak,	Grudzień . . .	Koziorożec.
Lipiec	Lew.	Styczeń	Wodnik.
Sierpień	Panna.	Luty	Ryby.

W skutek powolnego cofania się punktów spotkania się ekliptyki z równikiem, nazwanego *poprzedzaniem punktów równonocnych*, porządek ten obecnie jest inny. I tak w początku wiosny

czyli w marcu, słońce nie znajduje się w gromadzie Barana, lecz w gromadzie Ryb, i to samo uprzedzanie gromad ma miejsce w każdym innym miesiącu. Żeby jednak uniknąć zamieszania ze względu na podanie sta-
 rożytnych, pozostawiono na globach, mappach nieba i t. d., znaki dwuna-
 stu gromad w ich dawném miejscu; pamiętać jednak należy, że obecnie
 znaki te nie odpowiadają właściwym gromadom. Pierwsze są tylko znaka-
 mi podziału ekliptyki, a ostatnie prawdziwemi gromadami gwiazd. I tak
np. jeżeli się mówi: słońce lub planeta znajduje się w znaku Raka, szuka
 się na globie lub mappie nieba znaku ☾, i znajduje tu poprzedzającą gro-
 madę, to jest Bliźnięta, (fig. 48).

Fig. 48.



Powiedzieliśmy, że ekliptyka przecina równik pod kątem $23^{\circ} \frac{1}{2}$ w dwóch punktach oddalonych od siebie o 180° , a zatem w kole przeciwnych punktów. Punkta te są jak wiemy, punktami równonocnymi i słońce znajduje się w czasie porównania wiosennego 21 marca w gromadzie Ryb, (zatem w znaku Barana), a w czasie jesiennego porównania 23 września w gromadzie Panny (w znaku Wagi).

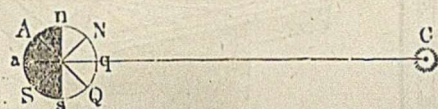
61. Mamy teraz tego pozornego ruchu słońca podać prawdziwą przyczynę, to jest wyjaśnić go z rzeczywistego ruchu ziemi.

my wtenczas, że świeca także przechodzi przez wszystkie gromady gwiazd.

Że ekliptyka przecina równik pod kątem $23^{\circ} \frac{1}{2}$, jest to jedynie skutkiem nachylenia osi ziemskiej do płaszczyzny drogi ziemi.

Na figurze 50 widzimy słońce i ziemię zwróconą ku niemu biegunem północnym N , co ma miejsce 21 czerwca, przycém pamiętać należy, że oś zie-

Fig. 50.



mi jest zawsze względem siebie równoległą. Gdyby oś ziemi jak ns była prostopadłą do płaszczyzny jej drogi, a zatem prostopadłą do aq , ekliptyka przystałaby do

płaszczyzny równika aq . Prawdziwe jednak położenie osi jest nachylone do drogi ziemskiej jak NS , a w tym razie AQ przedstawia równik, którego płaszczyzna przecina ekliptykę pod takim samym kątem, jaki tworzy przypuszczalna oś prostopadła ns , z osią pochyłą NS .

62. Równanie czasu. Ziemia najjednostajniej obraca się około swój osi w przeciągu 23 godzin, 56 minut, i 4 sekund. Przeciąg ten czasu zowie się dniem gwiazdowym, i został podzielony równie jak i dzień słoneczny na 24 równych części, nazwanych godzinami gwiazdowymi. Czasu tego używają zwykle astronomowie, gdyż z największą łatwością i ścisłością daje się sprawdzić, a przy pomocy jego bardzo łatwo jest oznaczyć położenie każdej gwiazdy.

Przeciwnie zaś, dniem słonecznym zowie się przeciąg czasu pomiędzy dwoma następnymi przejściami słońca przez południk danego miejsca. Dzień ten jest prawie o 4 minut dłuższy od gwiazdowego, gdyż słońce o stopień blisko codziennie ku wschodowi się posuwa. Dzieje się to w podobny sposób, jak ze wskazówką minutową od zegarka, która znajdując się nad wskazówką godzinową, musi opisać więcej cokolwiek niż cały okrąg koła, zanim powtórnie stanie nad wskazówką godzinową, która także w tym samym kierunku trochę się poruszyła.

Dzień słoneczny również podzielono na 24 godzin. Kompas dobrze urządzony i należycie ustawiony, zawsze wskazuje te godziny dokładnie. Fig. 51 przedstawia kompas pionowy czyli z tarczą pionową, a fig. 52 kompas z tarczą poziomą. Na pierwszym pręcik rzucający cień przedstawia kierunek osi ziemi, na drugim brzeg prostolinijny z blachy metalowej przymocowanej pionowo, wyobraża kierunek tejże osi.

Lecz dnę słoneczne nie są sobie równe, gdyż one jak powiedzieliśmy, zależą od niejednostajnego ruchu ziemi po jej eliptycznej drodze,

Fig. 51.

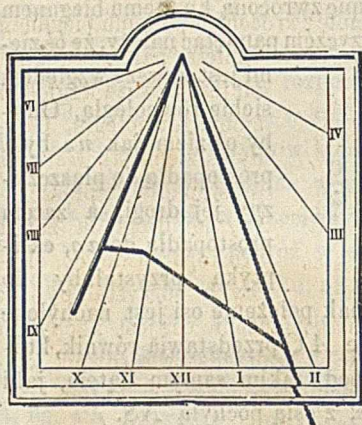
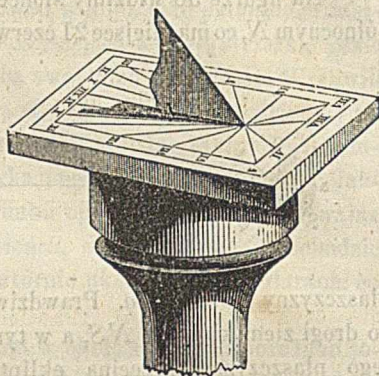


Fig. 52.



w skutek którego właśnie następuje pozorny ruch słońca poruszającego się nie na płaszczyźnie równika, lecz na płaszczyźnie ekliptyki nachylonej do niego pod kątem $23^{\circ} \frac{1}{2}$.

A że dobry zegar idzie biegiem jednostajnym, nie może zatem wskazywać niejednostajnego biegu słonecznego. Dlatego to został wprowadzony tak zwany średni słoneczny czas: to jest obok słońca prawdziwego, wyobrażamy sobie drugie (urojone), poruszające się na płaszczyźnie równika z chyżością jednostajną i przechodzące zawsze jednocześnie ze słońcem prawdziwem przez punkt porównania wiosennego.

Słońce urojone raz wyprzedza prawdziwe, drugi raz znowu w tyle pozostaje za nim, a cztery razy do roku jednocześnie ze słońcem prawdziwem przechodzi przez południk. Zegar wskazując 12 godzinę, gdy słońce urojone przechodzi przez południk, wskazuje średni czas słoneczny, tak nazwany dla odróżnienia od prawdziwego, jaki pokazuje kompas. Różnica pomiędzy średnim i prawdziwym słonecznym czasem, zowie się **równaniem czasu**. Tabela zamieszczona poniżej wskazuje czas ten dla różnych miesięcy. Chcąc regulować zegar według kompasu, trzeba do czasu wskazanego przez kompas dodać pewną liczbę minut lub odjąć je od niego, stosownie do wskazań tej tabelki.

I tak, jeżeli np. kompas w dniu 23 marca wskazuje godzinę 10 minut 17, zegar powinien wskazywać godzinę 10 minut 17 + 7, czyli godzinę 10, minut 24. Podobnie w dniu 7 września, jeżeli kompas wska-

zuje godzinę 8 minut 55, zegar powinien wskazywać godzinę 8 minut 55 — 2, czyli godzinę 8 minut 53.

Rzuciwszy okiem na tabelkę, spostrzegamy, że cztery razy do roku, to jest 15 kwietnia, 15 czerwca, 1 września i 25 grudnia, oba te czasy zgadzają się z sobą, czyli że zegar wskazuje ten sam czas, co i kompas. Widzimy dalej, że w miesiącach lutym i listopadzie największe zachodzą różnice. W dniu 13 lutego średni czas wyprzedza prawdziwy prawie o 15 minut, a 3 listopada przeciwnie spóźnia się o 16 minut. Okoliczność ta tłumaczy nam także niejednakową długość przedpołudnia i popołudnia, co najwidoczniejszym jest w miesiącach: lutym, październiku i listopadzie. Prawdziwe południe czyli chwila w której kompas wskazuje godzinę 12, przypada zawsze w środku czasu pomiędzy wschodem i zachodem słońca. Według tabelki, 13 lutego średnie południe czyli chwila w której wskazówka wskazuje 12 godzinę, jest o kwadrans wcześniej, aniżeli prawdziwe południe, a więc przedpołudnie o kwadrans się skraca, południe zaś o tyle się przedłuża, i dlatego ostatnie jest o pół godziny dłuższe od przedpołudnia. Podobnie znajdujemy, że 3 listopada popołudnie jest o 32 minut krótsze od przedpołudnia.

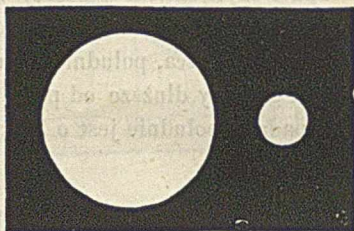
Równanie czasu.

styczeń	minut	kwiecień	minut	sierpień	minut	listopad	minut
1	+ 4	1	+ 4	2	+ 6	3	— 16 ¹ / ₄
4	+ 5	5	+ 3	11	+ 5	9	— 16
6	+ 6	8	+ 2	17	+ 4	17	— 15
8	+ 7	12	+ 1	21	+ 3	21	— 14
11	+ 8	15	0	25	+ 2	25	— 13
13	+ 9	20	— 1	29	+ 1	28	— 12
16	+ 10	25	— 2	wrzesień			
19	+ 11			1	0		
23	+ 12	maj		4	— 1	grudzień	
27	+ 13	11	— 3	7	— 2		
		15	— 4	10	— 3	1	— 11
luty		29	— 3	13	— 4	3	— 10
2	+ 14	czerwiec		16	— 5	6	— 9
13	+ 14 ¹ / ₂	5	— 2	19	— 6	8	— 8
20	+ 14	10	— 1	22	— 7	10	— 7
27	+ 13	15	0	25	— 8	12	— 6
marzec		20	+ 1	27	— 9	15	— 5
4	+ 12	24	+ 2	30	— 10	17	— 4
8	+ 11	29	+ 3	październik		19	— 3
12	+ 10			4	— 11	21	— 2
16	+ 9	lipiec		7	— 12	23	— 1
19	+ 8	4	+ 4	11	— 13	25	0
23	+ 7	11	+ 5	15	— 14	27	+ 1
26	+ 6	20	+ 6	20	— 15	29	+ 2
29	+ 5			28	— 16	31	+ 3

63. Ziemia i Księżyc. Jak słońce wywiera przeważny wpływ na ziemię, tak podobnież ziemia działa znowu na księżyc z którym związana jest niewidzialnym łącznikiem przyciągania, tak, iż ten jako nierozdzielny towarzysz idzie za nią, i obiegając ziemię, musi razem z nią krążyć w około słońca.

Porównyując z sobą te dwa ciała niebieskie, widzimy, iż średnica księżyca = 468 milom, zatem 3,67 razy mniejsza jest od średnicy ziemi. Powierzchnia ziemi 14 razy, a bryłowatość 50 razy jest większa od odpowiednich ilości księżyca. Dla uwydatnienia różnicy pomiędzy nimi, na fig. 53 przedstawiona jest stosunkowa wielkość ziemi i księżyca.

Fig. 53.



oku znajdującemu się na księżycu, ziemia musiałaby się wydać 3,67 razy większą, aniżeli księżyc widziany z ziemi, którego pozorna średnica wynosi 31' 16"

Odległość księżyca od środka ziemi równa się 51,480 milom, czyli 60 promieniom ziemskim; jest to nadzwyczaj mała oznaczająca wielkość w porównaniu z odległością słońca, i oddaleniem gwiazd stałych.

Rzeczywiście księżyc jest najbliższym nas ze wszystkich ciał niebieskich, i z tej to właśnie okoliczności pochodzi, że wydaje się nam większym nad wszystkie inne gwiazdy, a nawet zdaje się nam być tej samej prawie wielkości jak słońce.

Oprócz tego, bliskość księżyca pozwala nam dokładnie badać powierzchnię tego ciała niebieskiego, które przy pomocy silnego teleskopu 500 razy powiększone czyli zbliżone, przedstawia nam równie zadziwiający jak wspaniały widok. Bo jeżeli gołym okiem widzimy na księżycu różnego rodzaju plamy i grupy, z których wyobraźnia i podanie tworzą sobie jużto człowieka, jużto inne postacie; oku uzbrojonemu przedstawiają się one w wyraźniejszy sposób, tak, iż jesteśmy w stanie przyjść do dość uzasadnionego poglądu na własności powierzchni księżyca.

Gdy księżyc przedstawia się w kształcie półkola, brzeg jego znajdujący się w pełnym świetle słonecznym jest jednostajnie oświetlony, i dlatego wydaje się nam wyraźnie zaokrąglonym, brzeg zaś przeciwny jakby ząbiony i poszarpany. Najwyraźniej daje się to spostrzegać, gdy na księżyc przedstawiający się w postaci sierpa, patrzymy przez teles-

kop, fig. 54. Że pojedyncze jasne punkta na księżycu nie są czém inném jak górami, nie ulega wątpliwości dlatego, że za nimi na stronie przeciw-

Fig. 54.



ległej od słońca, stale spostrze-
gać się daje cień, który się cią-
gle skraca w miarę, jak księ-
życ zbliża się do zupełnego
oświecenia. Przez mierzenie
podobnych cieniów znaleziono,
że wiele z tych gór również są
wysokie, jak najwyższe góry
na ziemi. Bardzo często napo-
tykamy na księżycu tak na-
zwane góry pierścienio-
we, które w postaci olbrzy-
mich wałów, otaczają wielkie
doliny albo niezmierzone prze-
paści nazwane kraterami;
niekiedy zaś z pośród otacza-
jącego takiego wału wznosi się
większa lub mniejsza wynio-
słość stożkowata, nazywana

środkową górą. Oprócz tego widzimy rozmaite grupy gór, tak, iż ca-
ła powierzchnia księżyca ma w ogóle postać górzystą, jak to daje się już
dosyć wyraźnie widzieć przez średnio powiększający teleskop.

Porównawszy te postacie gór z postacią gór na ziemi, możemy zgo-
dnie z pojęciem jakie mamy o powstawaniu ostatnich, prawie za pewne
uważać, że góry księżycowe są pochodzenia wulkanicznego.

Najdokładniejsze spostrzeżenia przemawiają za tém, że księżyc nie
jest otoczony atmosferą podobną do naszej, że na powierzchni jego nie da-
je się spostrzegać żaden z większych wodozbiórów, podobnych do naszych
mórz, i dlatego też istnienie wód na księżycu podpada w ogóle wielkiej
wątpliwości. Cały fizyczny układ powierzchni księżyca jest tak różnym
od układu naszej ziemi, że istoty z organizacją człowieka ziemi nie mo-
głyby się tam utrzymać.

Po bliższém zastanowieniu się wydaje się śmieszném mniemanie,
jakoby na księżycu widziano domy i inne gmachy, a nawet istoty żyjące,
czyli tak nazwanych mieszkańców księżycowych: bo gdybyśmy nawet byli
w stanie użyć tysiąc razy powiększającego teleskopu, księżyc jeszczeby
się nam tak przedstawiał, jakbyśmy gołym okiem patrzyli na niego z od-

ległości 50 mil, a pytamy się, kto jest w takiej odległości rozpoznawać domy, ludzi i przedmioty im podobne?

Łatwo pojąć, że ludzie zwracają się z największym zajęciem do księżyca, jako do najbliższego swego sąsiada na niebie, dlatego też na końcu astronomii załączyliśmy mapkę księżyca. Większe ciemne miejsca oznaczone literami, poczytywane były w dawnych czasach za wielkie morza, i odpowiednio temu są nazwane: Mare nubium *a*, Mare humorum *b*, M. imbrium *c*, M. serenitatis *d*, M. tranquillum *e*, M. crissium *f*, M. foecunditatis *g*, M. nectaris *h*. Góry księżycowe, oznaczone na mappie liczbami, otrzymały nazwiska sławniejszych astronomów i badaczy przyrody; głównejsze z nich są: 1. Archimedes, 2. Platon, 3. Kopernik, 4. Kepler, 5. Gassendi, 6. Tycho, 7. Arzachel, 8. Purbach, 9. Regiomontan, 10. Ptolomeusz, 11. Apianus (Bennewitz), 12. Frascator, 13. Pliniusz, 14. Manilijusz, 15. Galileusz, 16. Grimaldi, 17. Arystarch, 18. Autolycus, 19. Arystyp, 20. Eratostenes, 21. Arystoteles.

64. Droga księżyca jest elipsą, w której ognisku znajduje się ziemia; mimośród jęj jest większy od mimośrodu drogi ziemskiej, i dlatego postać drogi księżyca bardziej się różni od kształtu koła.

Z tego powodu księżyc nie zawsze jednakowo od ziemi jest oddalony, lecz ma swój punkt przyziemny, odziemny, i swoją średnią odległość, zupełnie tak samo jak ziemia względem słońca, o czém mówiliśmy w § 54. Dlatego też zmienia się jego pozorna wielkość; największa widzialna jego średnica jest 31' 16'', najmniejsza 29' 12'', średnia 30' 14'', stosownie do odległości jego od ziemi; chyżość księżyca jest także tém większa, im bliżej ziemi się znajduje.

Lecz ponieważ księżyc porusza się jednocześnie z ziemią na około słońca, przeto ruch jego jest bardzo złożonym; droga jego wijąc się w postaci linii śrubowej około drogi ziemi, przedstawia przy obliczaniu i oznaczaniu jęj nadzwyczajne trudności. Znacznie jednak zmniejszają się te trudności, jeżeli najprzód uważać będziemy księżyc względem ziemi, poczytując ją za środek koła opisywanego przez księżyc.

Droga księżyca leży wprawdzie wewnątrz zwierzyńca, nie przystaje wszakże do pozornęj drogi słońca czyli ekliptyki, lecz przecina ją pod kątem cokolwiek większym nad 5° w dwóch przeciwległych punktach, nazwanych węzłami drogi księżycowęj. Dlatego też jedna połowa tęj drogi leży na północ, druga zaś na południe od ekliptyki.

Jeżeli zauważymy położenie księżyca względem jakięj znanęj gwiazdy, i powtórzmy to następnego wieczora, przekonamy się, że się oddalił od nięj przeszło na 13° od zachodu ku wschodowi. Ponieważ zaś cały okrąg księżyca wynosi 360°, po ścisłém obliczeniu pokazuje się, że księ-

zyc przebiega ją w ciągu 27 dni, 7 godzin, 43 minut, 12 sekund, i po upływie tego czasu, znowu go widzimy powracającego do téj samej gwiazdy. Czas ten nazywa się miesiącem gwiazdowym albo peryodycznym.

W ciągu jednak tego obiegu, księżyc obróci się raz około swój osi, która prawie prostopadłą jest do ekliptyki; równik téż księżycy prawie przystaje do niej, a sam księżyc uważany względem słońca przedstawia te same zjawiska, jakie według § 57 musiałyby mieć miejsce na ziemi, gdyby jéj oś była prostopadłą do ekliptyki.

Skutkiem tego powolnego obrotu księżycy około jego osi, jedna połowa księżycy prawie przez 15 dni jest przez słońce oświetlona, a druga przez taki sam czas pozbawiona światła słonecznego, odbierając jedynie słabe światło odbite od ziemi.

Księżyc zawsze jest zwrócony do ziemi tą samą połową, co także stąd pochodzi, że czas jego obiegu kończy się razem z obrotem naokoło osi. Najlepiej objaśni nam tę rzecz następujący przykład: Wyobraźmy sobie świecę stojącą na środku okrągłego stołu; jeżeli naokoło niego postępuje osoba mająca wzrok swój stale zwrócony na świecę, spostrzeżać za powrotem swoim na to samo miejsce z którego wyszła, że nie tylko cały stół okrążyła, lecz także że sama obróciła się naokoło siebie.

Słońce, Ziemia i Księżyc.

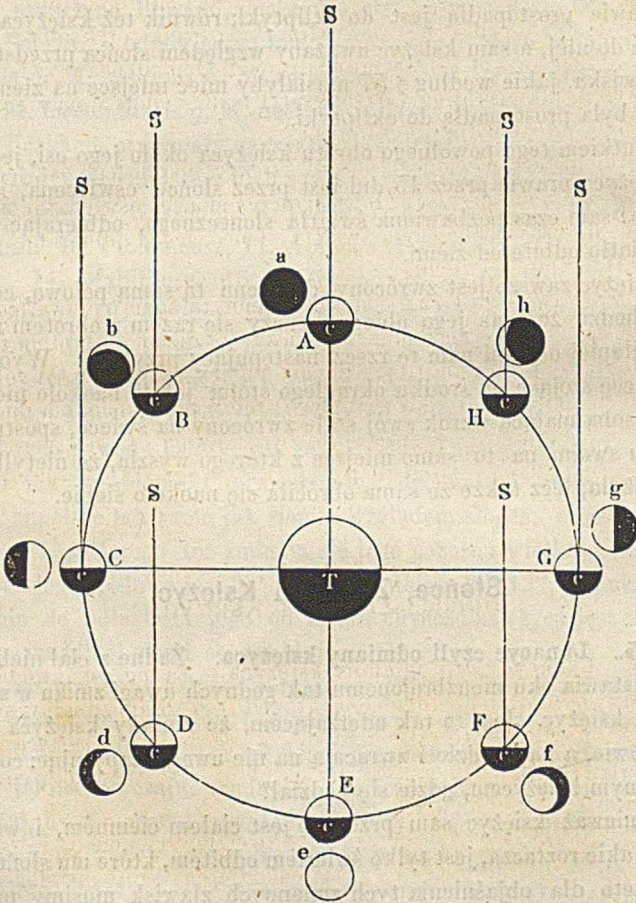
65. Lunacye czyli odmiany księżycy. Żadne z ciał niebieskich nie przedstawia oku nieuzbrojonemu tak godnych uwagi zmian w swój postaci, jak księżyc. Jest to tak uderzającym, że zmiany księżycy weszły w przysłowie, a nawet dzieci zwracają na nie uwagę, zapytując: co się stało z dawnym księżycem, gdzie się podział?

Ponieważ księżyc sam przez się jest ciałem ciemnym, i wszystko światło, jakie roztacza, jest tylko światłem odbitym, które mu słońce przesyła; przeto dla objaśnienia tych zmiennych zjawisk musimy przybrać w pomoc słońce, gdyż te rozmaite postacie księżycy, tak nazwane lunacye czyli odmiany księżycy, są skutkiem ciągle zmieniającego się względnego położenia słońca, ziemi i księżycy.

Należy przytém pamiętać, że z powodu wielkiej odległości ziemi i księżycy od słońca, i znacznej wielkości ostatniego, wszystkie promienie światła słonecznego padają w kierunkach równoległych na ziemię i księżyc, bez względu na to, w jakim punkcie odpowiednich swych dróg ciała te się znajdują.

Niechaj tedy na fig. 55, *T* przedstawia nam ziemię, a *c, c...* księżyc, w różnych punktach jego drogi; *S, S...* równoległe do siebie promienie

Fig. 55.



nie światła, wychodzące ze słońca znajdującego się w bardzo wielkiej odległości, a nie trudno dostrzedz, że tylko połowy ziemi i księżyca zwrócone ku słońcu odbierają pomienione promienie; drugie zaś odwrócone od słońca są takowych pozbawione i przedstawiają się oku patrzącemu ze słońca jako zupełnie ciemne, a tamte jako błyszczące tarcze.

Jeżeli słońce, księżyc i ziemia znajdują się na jednej linii, i w wymienionym porządku, to jest że księżyc jest pomiędzy słońcem i ziemią,

jak SAT , fig. 55, w takim razie mówimy, że księżyc jest w złączeniu; jeżeli zaś ziemia znajduje się pomiędzy słońcem i księżycem jak STE , położenie takie nazywamy przeciwległością. I nakoniec oba położenia księżyca C i G nazywają się kwadraturami. Na ziemi widzimy połowę księżyca zwróconą ku niżej, zatem tę część, która na naszym obrazie zdaje się być odcięta drogą księżyca. Punkta $ABCDEFGH$ przedstawiają księżyc widziany ze słońca, obok zaś znajdujące się kształty $ab'c'defgh$ wyobrażają postacie księżyca widzianego w tymże samym czasie z ziemi.

W złączeniu (przy A) zwrócona jest do mieszkańców ziemi ciemna tarcza księżyca, i wtenczas mamy tak nazwany nów. Księżyc jest dla nas w tym razie zaledwie widzialny, jako blade popielatęj barwy ciało, odbierające słabe to światło od ziemi. Po kilku jednak dniach przedstawia się nam w B , jako odwrócony od słońca jasny sierp (b), który zbliżając się do C , wzrasta do pierwszej kwadry (c'), przedstawiając się tu w postaci połowy tarczy księżycowej. Tym sposobem dochodzi księżyc zwiększając ciągle swe światło do przeciwległości, gdzie się ukazuje nam w zupełności oświetlonym, co nazywamy pełnią; odtąd zaś przybiera podobne, lecz odwrócone postacie, zanim wróci powtórnie do złączenia.

Postacie księżyca b i h na fig. 55 wyraźniej są przedstawione na fig. 56 i fig. 57, gdzie spostrzegamy, że księżyc przy wzrastającym świetle przybiera postać przedstawiającą podobieństwo do litery D, przy

Fig. 56.

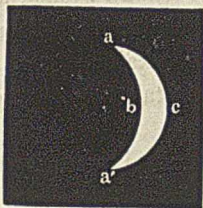
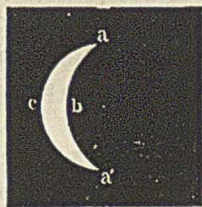


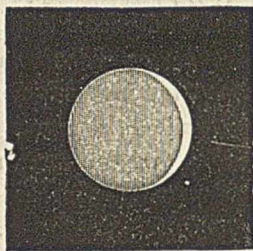
Fig. 57.



zmniejszającym się zaś świetle wyobraża C , z kąd poszło, że go nazywają kłamacą. Wyraz bowiem łaciński *Decrescit* znaczy „zmniejsza się“, a tymczasem księżyc wzrasta, przedstawiając się w kształcie D . Przeciwnie, *Crescit* znaczy „wzrasta“ wtenczas gdy księżyc rzeczywiście się zmniejsza tworząc literę C . Według tego spojrzawszy tylko na księżyc, łatwo jest odróżnić, czy się on znajduje w stanie zwiększania lub zmniejszania.

Nie trudno jest także uzmysłowić wszystkie odmiany księżyca. W tym celu ustawia się w środku stołu kulę wyobrażającą ziemię, wokoło której mogłaby się obracać w stosownej odległości kula mniejsza, przedstawiająca księżyc. We właściwej odległości umieszcza się na równej wysokości z obiema kulami lampę zastępującą słońce. Powierzchni kuli wyobrażającej księżyc nadaje się barwę białą, aby granicę cieniów uczynić wyraźniejszą: gdy popatrzymy od strony kuli większej na rozliczne położenia kuli mniejszej w ciągu opisywanej przez nią drogi, przedstawia się nam wszystkie odmiany księżyca. Gdy księżyc w bliskości złączenia zaledwie wąziutki tworzy sierp, jak w *b* i *h*, fig. 55, pozostała część jego tarczy nie jest zupełnie ciemną, lecz się wydaje słabym, popielatą barwy blaskiem oświecona, jak na fig. 58. To nie pochodzi bynajmniej od własnego światła księżyca, lecz

Fig. 58.



z tą, iż podczas nowiu całą połowa ziemi oświecona przez słońce, zwrócona jest ku księżycowi (fig. 55). Noc zatem na księżycu jest wtenczas rozjaśniona przez odbłask ziemi.

66. Ponieważ księżyc posuwa się codziennie od zachodu ku wschodowi o 13° , przeto każdego następnego dnia wschodzi prawie o godzinę później, co dla gwiazd stałych, jak wiadomo nie ma miejsca, gdyż te będąc nieruchome na niebie, co dzień o tym samym czasie wschodzą i zachodzą. Wschód i zachód księżyca daje się jednak dokładnie obliczyć, a że w wielu razach potrzebna jest bliższa znajomość światła księżyca i czasu, zatem w kalendarzach wskazywane są zwykle nie tylko zmiany księżyca, ale także i czas jego wschodu i zachodu. /

67. Kalendarz. Jednostajny ruch gwiazd przedstawia nam najłatwiejszy i najpewniejszy środek podziału czasu na większe i mniejsze części; lecz tu biorą się tylko pod uwagę słońce i księżyc, jako mające przeważny wpływ na życie i zajęcie człowieka. Przeciąg czasu potrzebny do obrotu ziemi około jej osi, ze zmianą dnia i nocy zawsze jednakowo długo trwający, przedstawia się sam przez się jako pierwszą mniejszą część czasu; czas zaś obiegu ziemi wokoło słońca, ze zmianami pór roku, wynoszący $365\frac{1}{4}$ dni, służy za miarę większego przeciągu czasu.

Podział roku na miesiące, a miesiący na tygodnie, oparty jest na ruchu księżyca i odmianach jego światła, gdyż czas pomiędzy dwoma po sobie następującymi złączeniami słońca z księżycem, czyli od nowiu do

nowiu wynosi blisko $29\frac{1}{2}$ dni, a pomiędzy złączeniem i każdą z dwóch kwadr prawie $7\frac{2}{3}$ dni. Lecz z powodu że te peryody nie przedstawiają całkowitych dni, niemożliwem jest dzielić rok na równe części według czasu obiegu księżyca. Tak np. 12 obiegów księżyca wynosi $29\frac{1}{2}$ razy 12, czyli 354 dni, brakuje zatem jeszcze przeszło 11 dni do zupełnego roku. A gdybyśmy podzielili rok na 12 równych części, na każdą z nich wypadłoby blisko $30\frac{1}{2}$ dni. Żeby więc uniknąć tego ułamka, oznaczono długość po sobie następujących miesięcy naprzemian po 30 i 31 dni. Aby zaś w podobny sposób rok się zawsze składał z całkowitej liczby dni, po upływie każdego trzech zwyczajnych lat, mających po 365 dni, dodaje się jeden dzień do roku, który zatem liczyć będzie dni 366, i taki rok nazwano przestępnym. Wtenczas więc gdy luty w zwyczajnym roku liczy tylko 28 dni, w roku przestępnym miesiąc ten ma dni 29.

Podział taki czasu przyjęty jeszcze przez starożytnych, został wprowadzony w roku 45 przed narodzeniem Chrystusa przez Juliusza Cezara, i dlatego zowie się Juliańskim kalendarzem, czyli kalendarzem podług starego stylu.

Lecz długość roku będąca podstawą tego kalendarza, zawierając $365\frac{1}{4}$ dni, nie jest zupełnie prawdziwą; według późniejszych ściślejszych astronomicznych obrachowań, przeciąg ten czasu wynosi 365 dni, 5 godzin, 48 minut i 46 sekund, a więc rok liczony według poprzedniego przypuszczenia, jest o 11 minut i 14 sekund zawięki. Prosty rachunek wskazuje, że ta przewyżka po upływie 128 lat, wyniesie 24 godzin, czyli jeden dzień; przez co z upływem wieków zachodzi znaczny błąd w rachubie czasu tak, że już w roku 1582 porównanie wiosenne przypadło 11 marca, zamiast 21 marca, a zatem o 10 dni zawcześniej. A że od roku 45 przed narodzeniem Chrystusa, do 1582 po Chrystusie upłynęło lat 1627, te zaś podzielone przez 128, dają blisko 13 dni, ztąd się pokazuje, że podział wprowadzony przez Juliusza Cezara, nie był ściśle przestrzegany.

Żeby na przyszłość zapobiedz wszelkim nieporozumieniom, papież Grzegorz XIII, w roku 1582 zaprowadził reformę kalendarza, według której dziś powszechnie używany podział roku, nazywa się kalendarzem Gregoryańskim, czyli podług nowego stylu. Przytęm zgodzono się, że stosownie do postanowienia Koncylium Nicejskiego r. 325, porównanie wiosenne zawsze ma przypadać 21 marca, i że Wielkanoc ma być obchodzoną pierwszą niedzielą po pełni najbliższej po porównaniu wiosennem.

Aby więc tę reformę wprowadzić, skrócono rok 1582 o dni 10, to jest, że zamiast liczyć 5 października, zaczęto pisać i liczyć 15 października. Żeby się zaś dawniejszy błąd nie powtórzył, postanowiono, że na

każde 400 lat, trzy lata przestępne uważać należy za proste, gdyż przekonano się, że pierwszy rok każdego stulecia, czyli tak nazwany wiekowy, który według Juliańskiego kalendarza powinien być przestępnym, jest zwyczajnym, jeżeli liczba jego nie jest podzielna przez 400. Tak więc lata 1,600 i 2,000 są przestępne, lata zaś 1,700, 1,800, 1,900, jako też 2,100, 2,200 i 2,300, są zwyczajnymi. Należy zatem pamiętać, że ten rok jest przestępnym, którego liczba po odrzuceniu dwóch zer końcowych, jest podzielna przez 4.

Kalendarz Gregoriański został następnie wprowadzony we wszystkich katolickich krajach (w Polsce w roku 1586) a od XVIII wieku przyjęty także przez protestantów. Rosya tylko trzyma się jeszcze kalendarza Juliańskiego, który obecnie już o dwanaście dni różni się od naszego sposobu liczenia czasu, tak, że tam dopiero wtenczas obchodzą dzień Nowego roku, gdy u nas już jest 13 stycznia.

Musimy tu jeszcze zrobić uwagę, że skutkiem wprowadzonego sposobu oznaczania, święto Wielkanocy nigdy nie może przypaść przed 22 marca, ani później nad 25 kwietnia; dnie te są zatem granicami uroczystości Zmartwychwstania Pańskiego. Porządek innych ruchomych świąt stosuje się do Wielkanocy; i tak, dnia 40 po Wielkanocy, obchodzimy Wniebowstąpienie Pańskie, a dnia 50 Zesłanie Ducha Świętego.

68. Przyływ i odpływ. Ponieważ przyciąganie pomiędzy częstkami materji jest wzajemne, przeto nie tylko ziemia przyciąga księżyc, lecz i księżyc także przyciąga ziemię. Przyciąganie jakiegokolwiek miejsca na powierzchni ziemi przez księżyc tém silniej daje się uczuć, im bliżej się ono znajduje księżycy, co się właśnie przytrafia, gdy księżyc przechodzi przez południk danego miejsca. Najsilniej w ogóle czuć się daje to przyciąganie w okolicach równika ziemskiego, gdzie księżyc zawsze się znajduje na linii wierzchołkowej. Przyciąganie to wywiera pośredni tylko wpływ na stałe lądy naszej ziemi, gdy przeciwnie wody oceanów pokrywające większą część powierzchni kuli ziemskiej, z powodu ruchliwości swych cząstek, silniej ulegają jego wpływowi i podnoszą się wzdłuż całego południka, na którym się księżyc znajduje.

To wznoszenie się morza w pewnych chwilach nazwano przyływem, i dla wyżej przytoczonej przyczyny, daje się ono widzieć jednocześnie we wszystkich miejscach leżących pod tym samym południkiem; najsilniejsze wezbranie jest w bliskości równika, a zmniejsza się ku biegunom, tak że w porcie St. Malo dochodzi do 50 stóp, a przy brzegach Norwegii nie daje się już prawie spostrzec.

Lecz ponieważ w téjże saméj chwili i środek ziemi doznaje tego przyciągania w tym samym kierunku, przez co siła przyciągania środka ziemi znacznie się zmniejsza: cząstki zatem wody oceanów będąc przezeń mniej przyciągane, podnoszą się z tego powodu jednocześnie i na przeciwległej stronie południka. Tym więc sposobem przyływ tworzy jakby wypukłe koło wodne, przechodzące przez oba bieguny; wzniesienie tego koła wodnego jest największe na równiku, przy biegunach zaś nic nieznaczące. Koło to przebiega powierzchnie ziemi w kierunku od wschodu ku zachodowi, w miarę jak w skutek obrotu ziemi odbywającego się w przeciwnym kierunku, księżyc kolejno wstępuje na południki rozmaitych miejsc.

Skutkiem tego w ciągu 24 godzin w jedném i tém samym miejscu, w równych odstępach czasu, to jest co 12 godzin przyływ dwa razy ma miejsce, i w tymże samym czasie kiedy się to *np.* u nas przytrafi, morze wznosi się także i u przeciwległych nam mieszkańców.

Lecz jeżeli morze wznosi się jednocześnie na dwóch przeciwległych punktach ziemi, sprawiając w nich przyływ, naturalnie że części wody leżące pomiędzy temi punktami muszą opadać, sprawiając tak nazwany odpływ, który w miejscach przypadających w środku pomiędzy dwoma przyływami musi być największy. Wszystkie miejsca leżące pod tym samym południkiem mają jednocześnie odpływ, który tworzy tym sposobem jakby wyżłobione w oceanach koło wodne, które przecina na biegunach koło przyływu pod kątem prostym.

Tak więc codziennie na brzegach morskich wody w ciągu 6 godzin wzbierają i płyną ku lądom, pokrywają płaskie brzegi, napływają daleko w ujścia rzek, i pieniać się ze wściekłością uderzają o kamieniste brzegi, jak gdyby chciały wszystko pochłonąć i pogrzebać, dopóki nie osiągną najwyższej swéj wysokości; poczem następuje przez 15 prawie minut cisza, i nakoniec jakby zawstydzone w próżnych swoich usiłowaniach, wracają do morza, aby po 6 godzinach znowu wzniesić się na nowo.

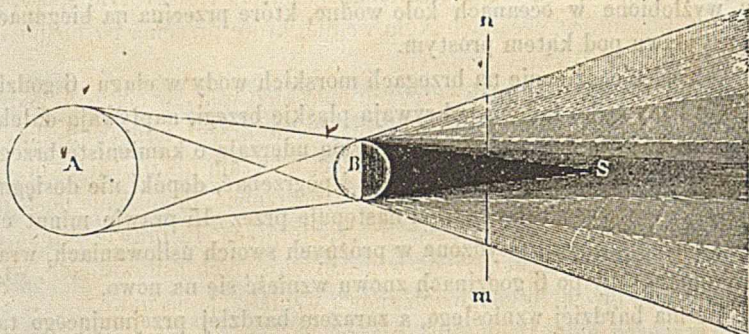
Nie ma bardziej wzniesłego, a zarazem bardziej przejmującego tajemniczym przerażeniem widoku, jak to wściekle miotanie się srebrną pianą uwieńczonych ponurych bałwanów morskich, które jak olbrzymie potwory coraz bliżej wijąc się, uderzają z niezmierną siłą o brzegi i łamią się o nie, a następnie na nowo z morza wychodzą.

Ponieważ księżyc w daném miejscu co dzień o 50 minut później wstępuje na południk, przeto o tyleż w tém miejscu później każdego następnego dnia przypada przyływ. Ta jednostajność zjawiska dozwala wcześniej oznaczyć z wielką ścisłością chwilę przyływu i odpływu dla każdego miejsca, co z powodu ich znaczenia dla żeglugi jest częstokroć rzeczą bardzo ważną.

W ogóle jednak zjawiska przyływu i odpływu nie przedstawiają się w tak prosty sposób, jakśmy je powyżej opisali; gdyż pominąwszy liczne miejscowe okoliczności, jak postać i położenie brzegów, niekiedy i przypadkowe przyczyny jak wiatry, przeszkadzają częstokroć prawidłowym powrotom przyływu. Nie sam przytém księżyc, lecz i słońce także w mniejszym wprawdzie stopniu wywołuje wezbranie i opadanie wód morskich. Stosownie do położenia obu tych ciał niebieskich względem ziemi, w skutek wspólnego ich działania powstaje więcej lub mniej silny przyływ. Pierwszy ma miejsce w czasie nowiu i pełni, gdyż wtenczas przyływy wywołane przez oba te ciała niebieskie, zgodne są co do miejsca i czasu, gdy tymczasem w czasie kwadr, przyływ sprawiony przez księżyc, przypada jednocześnie z odpływem wywołanym przez słońce, i dla tego też tylko różnica tych dwóch działań staje się widoczna.

69. Zaćmienia. Przytrafiające się od czasu do czasu zaćmienia ciał niebieskich nie są niczém więcej, jak skutkiem cienia rzuconego przez ciała nieprzezroczyste, gdy jedna ich tylko strona jest oświetlona. Jeżeli ciało świecące *A*, fig. 59, przewyższa wielkością swoją ciało *B*

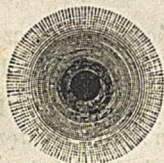
Fig. 59.



z powodu prostoliniowego rozchodzenia się światła, powstaje dwojakiego rodzaju cień. Jeden tak-nazywany główny cień, który ma miejsce tam, gdzie żaden promień światła nie dochodzi; cień taki tworzy ostrokrag, którego wierzchołek *S* znajduje się za ciałem ciemnym. Oko umieszczone w głównym cieniu, nie jest w stanie widzieć żadnego promienia wychodzącego ze środka światła *A*, i dlatego też ciało to przedstawia się nam zaćmionem. I drugi przycień czyli półcień, jaki powstaje w tych miejscach, gdzie nie wszystkie promienie światła dochodzą, lecz tylko od niektórych punktów ciała świecącego. Przycień również tworzy ostrokrag,

którego wszakże wierzchołek znajduje się przed ciałem ciemnym. Jeżeli zatem cień utworzony w ten sposób pada *np.* na białą zasłonę w *mn*, otrzymamy w środku koło czarne, przedstawiające cień główny, otoczone półcieniem zmniejszającym się ku brzegom, fig. 60. Im zasłona dalej się znajduje od ciała rzucającego cień, tém mniejsza jest średnica cienia głównego, a tém większa średnica półcienia.

Fig. 60.



70. Zaćmienia księżyca. Dajmy na to, że *A*, fig. 59, wyobraża słońce, *B* ziemię, a długość cienia głównego rzuconego przez ziemię wynosi przeszło 180 średnic kuli ziemskiej. Ponieważ zaś księżyc tylko o 30 takichże średnic oddalony jest od ziemi, a średnica cienia ziemskiego w tej odległości blisko trzy razy jest tak wielką, jak pozorna średnica księżyca; przeto księżyc wszedłszy w ten cień, musi się całkowicie wydawać zaćmionym.

Gdyby ziemia i księżyc uważane względem słońca, poruszały się zupełnie na tej samej płaszczyźnie, co miałyby miejsce wtenczas, kiedy płaszczyzna drogi księżyca leżałaby na ekliptyce: wtedy w każdej przeciwległości (§ 65), zatem w każdej pełni przypadałoby zupełne zaćmienie księżyca. Lecz powiedzieliśmy, że droga księżyca przecina ekliptykę tylko w dwóch punktach czyli węzłach, z tego więc powodu zaćmienie księżyca wtenczas tylko może nastąpić, gdy księżyc w czasie przeciwległości znajduje się w jednym z jego węzłów lub w bliskości ich, co w przeciągu 18 lat, 29 razy się zdarza.

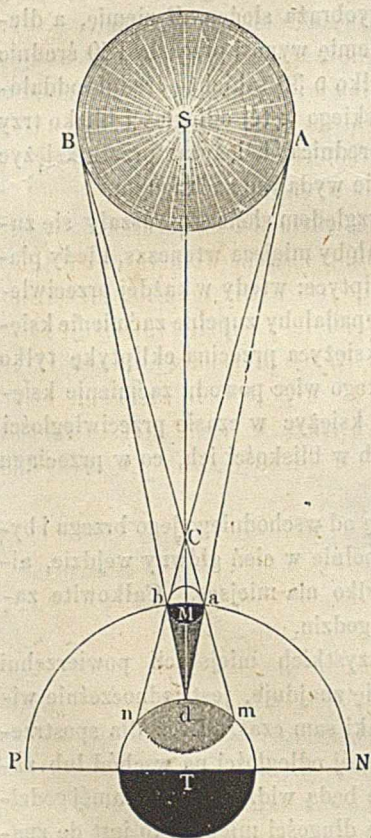
Zaćmienie księżyca rozpoczyna się od wschodniego jego brzegu i bywa albo całkowite, jeżeli księżyc zupełnie w cień główny wejdzie, albo też cząstkowe, gdy to w części tylko ma miejsce. Całkowite zaćmienie księżyca może trwać do dwóch godzin.

71. Zaćmienie księżyca na wszystkich miejscach powierzchni ziemi, nad których poziomem księżyc się znajduje, jest jednocześnie widzialne w tej samej wielkości, i przez taki sam czas. Lecz dla spostrzegaczy znajdujących się od siebie w pewnej odległości na wschód lub zachód, początek lub koniec zaćmienia nie będą widziane o tej samej godzinie; i ta okoliczność służy do oznaczenia długości miejsca, to jest do znalezienia jego odległości od pierwszego południka (§ 26). Im dalej dwa miejsca na wschód lub zachód są od siebie oddalone, tém większa zachodzi różnica co do godziny, w której oni spostrzegają *np.* wejście księżyca w cień ziemski. Jeżeli to nastąpi w jednym miejscu o godzinie 10 w wie-

czór, a w drugim położonem ku zachodowi o godzinie 9, te dwa miejsca są oddalone od siebie o 15° . Okrągły kształt cienia rzucanego od ziemi na księżyc jest także jednym z niezbitych dowodów kulistej postaci ziemi.

§ 2. Zaćmienia słońca. Jeżeli księżyc i słońce są w złączeniu, księżyc *M*, fig. 61, znajduje się pomiędzy ziemią *T*, i słońcem *S*. Jeżeli

Fig. 61.



to nastąpi wtenczas, gdy księżyc przechodzi przez jeden ze swoich węzłów, albo kiedy zbliży się do nich bardziej niż na 16° , cień księżycy padnie na ziemię. To się zdarza w ciągu 18 lat 41 razy, lecz z tego o czem mamy właśnie mówić wynika, że dlatego samego miejsca zaćmienie słońca trzy razy rzadziej się przytrafia, aniżeli zaćmienie księżycy.

Długość głównego cienia jaki księżyc po za sobą rzuca, gdy się w przyziemnym punkcie znajduje jest większa, a jeżeli jest w punkcie odziemnym, mniejsza, aniżeli odpowiednia odległość księżycy od ziemi. W pierwszym przypadku mała część *d* powierzchni ziemi, jest głównym cieniem pokryta, i ma całkowite zaćmienie słońca. Średnica słońca wydaje się być mniejszą od średnicy księżycy, dlatego słońce dla spostrzegacza w *d* na krótki tylko czas zupełnie przez księżyc okaże się zakrytém. Całkowite zaćmienie słońca dla pewnego miejsca najdłużej trwać może 5 minut. W odziemnym punkcie przeciwnie, średnica księżycy wydaje się mniejszą od średnicy słońca, a więc w tym razie z punktu *d* na powierzchni ziemi, tylko wązka świecąca obrączka słońca będzie widzialną; dlatego zjawisko to nazwano zaćmieniem obrączkowym słońca.

Półcień księżycy pada na znacznie większą część (*mn*) ziemi, gdyż średnica jego wynosi $\frac{5}{9}$ średnicy ziemskiej. Mieszkańcy zatem okolic leżących w półcieniu otrzymują światło nie od wszystkich punktów słońca, tylko część jego jest dla nich niewidzialną, mają zatem tak nazwane cząstkowe zaćmienie słońca.

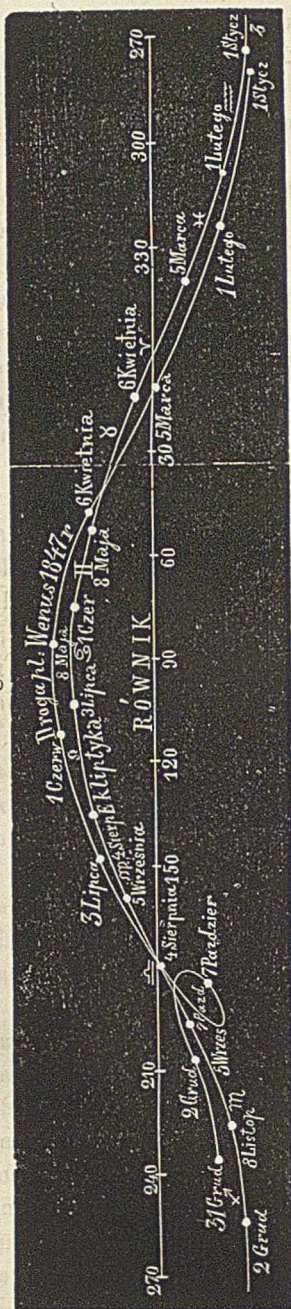
Zaćmienie słońca rozpoczyna się od jego zachodniego brzegu i postępuje ku wschodniemu. Lecz z powodu znacznej bliskości księżycy, we wszystkich miejscach nad których poziomem słońce się znajduje, wydarza się jego zaćmienie nie jednocześnie, ani trwa przez jednakowy czas, ani w jednakowy sposób się przedstawia, a nawet w pewnych punktach jest zupełnie niewidzialnym. W przyjaźniejszych okolicznościach średnica głównego cienia w miejscu, w którym spotyka ziemię, wynosi 36 mil, i stosunkowo bardzo wązki pas powierzchni ziemi ma całkowite zaćmienie słońca.

73. Planety. Nadmieniliśmy już (§ 45), że przy pilnym wpatrzeniu się w niebo pokryte gwiazdami, spostrzegamy pojedyncze gwiazdy, które widocznie zmieniają swoje położenie względem gwiazd stałych, i dla tego nazwano je gwiazdami blakającymi się czyli planetami. Widziane za pomocą teleskopu wydają się znacznie powiększone, jako tarcze ze słabym światłem, które nie jest ich własnym, lecz odbitym od nich światłem słonecznym. Planety różnią się przez to zupełnie od gwiazd stałych, które przy największym nawet powiększeniu teleskopu, pozostają zawsze tylko małymi, nie dającymi się zmierzyć punktami, i które uważamy za same przez się świecące słońca, znajdujące się w nadzwyczajnej odległości.

Planety przeciwnie znajdują się stosunkowo w niewielkiej odległości od ziemi, i liczba ich jest nie znaczącą w porównaniu z ilością gwiazd stałych. Lecz pod innym względem przedstawiają one dla nas przedmiot niezwykłej wagi i zajęcia.

Co się tyczy najprzód ruchu planet w ogóle, takowy nie przekracza na niebie pasa, który w § 60 nazwaliśmy zwierzyńcem czyli zodyakiem. Lecz jakże różnią się ich drogi od dróg słońca i księżycy! Bo gdy ostatnie ciała niebieskie porównywane w różnych czasach z pewną konstellacją posuwają się zawsze o równe prawie łuki od zachodu ku wschodowi, aż do opisanania na niebie całkowitego koła; planety raz w podobny sposób jednostajnie i szybko zdają się posuwać, to znowu chyżość ich ruchu zmniejsza się, a niekiedy nawet przez kilka dni wydają się nieruchomymi, z kądem nakoniec jakby się cofały, aby na nowo zakreślić linię niejednostajną. Ruch planet naśladowujący ruch słońca, nazywamy kierunko-

Fig. 62.



wym czyli prostym, a odwrotny wstecznym; w chwili przejścia z jednego z nich do drugiego, zawsze ma miejsce stan nieruchomości, w tak nazwanych punktach stanowisk. Widzimy dalej, że planety względnie do ekliptyki, opisują w części swoją drogę na północnej jej stronie, w części zaś na południowej, i droga ich podobnie jak droga księżyca, przecina ekliptykę w punktach nazwanych węzłami. Dla objaśnienia tego szczególnego rodzaju ruchu, posilkujemy się fig. 62, przedstawiającą drogę Wenus w roku 1847. Widzimy tu, że Wenus od 1 stycznia do 5 września, prawidłowo naśladuje drogę słońca (ekliptykę) od tego dnia cofając się, opisuje jakby formalną linię wężykowatą.

Nic nie było tak trudnego, jak objaśnienie tego osobliwego ruchu planet, nim zdołano przyjść do prawdziwego pojęcia o obiegu planet i ich stosunku względem słońca. Wszystkie też usiłowania dawniejszych błędnych układów świata słonecznego, rozbiły się głównie o planety, przy których wszelkie pomysły okazywały się fałszywymi lub niedostatecznymi.

74. Słońce nie tylko dla naszej ziemi jest środkowym punktem przyciągania, wokoło którego ziemia opisuje swoją elipsę, lecz jest także nim dla wielkiej liczby innych ciał niebieskich, a mianowicie dla planet, do których i nasza ziemia należy.

Dotąd znanych jest 90 planet, (patrz § 83), a według ostatnich odkryć nie można przypuszczać, że ilość ich na tej liczbie się ograniczy.

Planety przedstawiają znaczne różnice pod względem swojej wielkości, odległości od słońca, chyżości, i ich fizycznych własności;

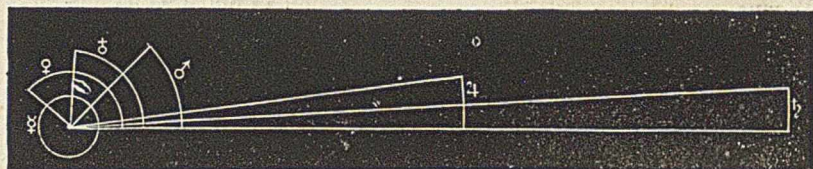
lecz za to zupełnie są sobie podobne co do postaci, braku własnego świa-

tła, i kształtu eliptycznego swoich dróg na około słońca; nadto płaszczyzny tych dróg pod bardzo małemi kątami są do siebie nachylone i tylko niektóre z najmniejszych planet stanowią od tego wyjątek. Zauważano także, że wiele z nich odbywa ruch wirowy naokoło swych osi, i dlatego przypisuje się takowy wszystkim innym planetom.

75. Układ planetarny, pod którym rozumiemy zbiór wszystkich planet wraz ze słońcem, łatwo i bardzo stosownie daje się uzmysłowić, jeżeli na stole lub na arkuszu papieru zrobimy rysunek, gdzie słońce przyjmie się za wspólny stałe przyciągający punkt, w około którego zakreślone są według odpowiednio zmniejszonej skali, koła lub elipsy jako drogi planet.

Najłatwiejszym i dla uzmysłowienia zupełnie wystarczającym jest sposób oznaczenia dróg planet za pomocą kół, których promieniami są średnie odległości każdej z odpowiednich planet od słońca, jak to fig. 63

Fig. 63.







wskazuje. Dla określenia eliptycznych ich dróg, potrzeba znać ich osie wielkie i mimośrodę (§ 13).

Rozróżniamy planety dolne które się znajdują bliżej słońca niż ziemia, i takich jest tylko dwie, to jest Merkury i Wenus, i górne planety, których drogi obejmują w sobie drogę ziemską, a do których zaliczamy wszystkie inne planety.

Nazywamy planetami dawnymi te, które od najdawniejszych czasów były znane, jak Merkury ☿, Wenus ♀, Ziemia ♁, Mars ♂, Jowisz ♃ i Saturn ♄, inne zaś które dopiero po wynalezieniu teleskopów zostały odkryte, zowią się nowymi. Do ostatnich należą dwie wielkie planety, najbardziej oddalone od słońca, Uran i Neptun, jako też znaczna liczba wszystkich mniejszych, które się poruszają w przestrzeni objętej drogą Marsa i Jowisza. Te małe planety, które dla oka nieuzbrojonego niczym się prawie nie różnią od słabo świecących gwiazd stałych, nazywają asteroidami, planetoidami, albo planetami teleskopicznymi; każdy prawie rok wzbogaca nas nowym ich odkryciem.

Najwidoczniej przedstawiają się stosunki zachodzące pomiędzy planetami przy pomocy następującej tablicy. Należy tu jeszcze zrobić uwagę, że przy ciągle wzrastającej liczbie mniejszych planet, musiano zaprzestać oznaczania ich za pomocą obrazowych znaków czyli symbolów; obecnie oznaczają się one kółkiem obejmującym w sobie liczbę, wskazującą porządek ich odkrycia.

I.

Planety	Znaki	Kiedy odkryta	Kto odkrył	Średnia odległość od słońca czyli połowa osi wielkiej		Mimośród w częściach osi wielkiej	Czas obiegu.
				w milionach mil geograficznych	Biorąc odległość ziemi za Jedność		
Merkury		w starożytności		8,00	0,387	0,206	88 dni
Wenus		"		14,96	0,723	0,007	225
Ziemia		"		20,68	1,000	0,017	365
Mars		"		31,51	1,524	0,093	687
Ceres	(1)	1 stycz. 1801	Piazzi	57,20	2,766	0,079	1680
Pallas	(2)	28 marca 1802	Olbers	57,28	2,770	0,239	1683
Juno	(3)	1 wrześ. 1804	Harding	55,19	2,669	0,257	1592
Westa	(4)	29 marca 1807	Olbers	48,82	2,361	0,090	1325
Astrea	(5)	8 wrześ. 1845	Henke	53,31	2,577	0,190	1511
Hebe	(6)	1 lipca 1847	Henke	50,16	2,425	0,202	1379
Iris	(7)	13 sierp. 1847	Hind	49,37	2,387	0,231	1347
Flora	(8)	18 paźdz. 1847	Hind	45,52	2,201	0,156	1193
Metis	(9)	26 kwiet. 1848	Ghraham	49,33	2,385	0,124	1346
Hygijea	(10)	12 kwiet. 1849	Gasparis	65,13	3,149	0,101	2041
Partenope	(11)	11 maja 1850	Gasparis	50,63	2,451	0,099	1402
Wiktoryja	(12)	13 wrześ. 1850	Hind	48,28	2,335	0,218	1303
Egerija	(13)	2 listop. 1850	Gasparis	53,3	2,577	0,087	1511
Irena	(14)	19 maja 1851	Hind	53,45	2,585	0,169	1518
Eunomija	(15)	29 lipca 1851	Gasparis	54,69	2,644	0,178	1570
Psyche	(16)	17 marca 1852	Gasparis	60,45	2,923	0,135	1825
Tetis	(17)	17 kwiet. 1852	Luther	51,16	2,473	0,128	1421
Melpomena	(18)	24 czerw. 1852	Hind	47,46	2,296	0,217	1270
Fortuna	(19)	22 sierp. 1852	Hind	50,50	2,443	0,158	1395
Massalija	(20)	19 wrześ. 1852	Gasparis	49,83	2,409	0,144	1366
Lutecja	(21)	15 listop. 1852	Goldschmidt	50,37	2,435	0,162	1388
Kalliope	(22)	16 listop. 1852	Hind	60,18	2,910	0,102	1813
Talija	(23)	15 grudn. 1852	Hind	54,30	2,626	0,235	1554
Temis	(24)	5 kwiet. 1853	Gasparis	65,17	3,151	0,117	2043
Focea	(25)	7 kwiet. 1853	Chacornac	49,66	2,401	0,253	1359

Planety	Znaki	Kiedy odkryta	Kto odkrył	Średnia odległość od słońca czyli połowa osi wielkiej		Mimośród w częściach osi wielkiej	Czas obiegu.
				w milionach mil geograficznych	Biorąc odległość ziemi za jedność		
Proserpina	(26)	5 maja 1853	Luther	54,93	2,656	0,088	1581
Euterpe	(27)	8 listop. 1853	Hind	48,51	2,346	0,174	1313
Bellona	(28)	1 marca 1854	Luther	57,39	2,775	0,155	1689
Amfitrite	(29)	1 marca 1854	Marth	52,83	2,554	0,073	1491
Urania	(30)	22 lipca 1854	Hind	48,93	2,366	0,126	1329
Eufrozyna	(31)	2 wrześ. 1854	Ferguson	65,27	3,156	0,216	2048
Pomona	(32)	26 paźdz. 1854	Goldschmidt	53,42	2,583	0,096	1516
Polihymnija	(33)	28 paźdz. 1854	Chacornac	59,28	2,866	0,337	1772
Circe	(34)	6 kwiet. 1855	Chacornac	55,60	2,688	0,108	1610
Leukothea	(35)	19 kwiet. 1855	Luther	61,50	2,974	0,217	1873
Atalanta	(36)	5 paźdz. 1855	Goldschmidt	56,87	2,750	0,298	1666
Fides	(37)	5 paźdz. 1855	Luther	54,65	2,642	0,175	1569
Leda	(38)	12 stycz. 1856	Chacornac	56,66	2,740	0,156	1656
Leticija	(39)	8 lutego 1856	Chacornac	57,31	2,771	0,111	1685
Harmonija	(40)	31 marca 1856	Goldschmidt	46,86	2,266	0,046	1246
Dafne	(41)	22 maja 1856	Goldschmidt	49,64	2,400	0,203	1358
Izys	(42)	23 maja 1856	Pogson	50,34	2,434	0,223	1387
Aryjadna	(43)	15 kwiet. 1857	Pogson	45,48	2,199	0,158	1191
Niza	(44)	27 maja 1857	Goldschmidt	55,36	2,677	0,453	1600
Eugenija	(45)	26 czerw. 1857	Goldschmidt	55,78	2,697	0,091	1618
Hestija	(46)	16 sierp. 1857	Pogson	50,63	2,457	0,123	1407
Aglaja	(47)	15 wrześ. 1857	Luther	59,76	2,889	0,140	1794
Doris	(48)	19 wrześ. 1857	Goldschmidt	64,26	3,107	0,077	2000
Pales	(49)	19 wrześ. 1857	Goldschmidt	63,83	3,086	0,238	1980
Wirginija	(50)	4 paźdz. 1857	Ferguson	54,83	2,651	0,287	1576
Nemauza	(51)	22 stycz. 1858	Laurent	49,18	2,378	0,063	1339
Europa	(52)	4 lutego 1858	Goldschmidt	64,84	3,135	0,143	2028
Kalipso	(53)	4 kwiet. 1858	Luther	54,04	2,613	0,180	1543
Aleksandra	(54)	10 wrześ. 1858	Goldschmidt	56,09	2,712	0,198	1632
Pandora	(55)	10 wrześ. 1858	Searle	57,06	2,759	0,145	1674
Melete	(56)	9 wrześ. 1859	Goldschmidt	53,68	2,596	0,240	1528
Mnemozynie	(57)	22 wrześ. 1859	Luther	65,28	3,157	0,104	2048
Konkordyja	(58)	24 marca 1860	Luther	55,83	2,700	0,042	1620
Elpis	(59)	20 wrześ. 1860	Chacornac	56,11	2,713	0,118	1632
Echo	(60)	15 wrześ. 1860	Ferguson	49,49	2,393	0,186	1352
Danae	(61)	9 wrześ. 1860	Goldschmidt	61,70	2,984	0,166	1882
Erato	(62)	14 wrześ. 1860	Först. i Less.	64,72	3,130	0,171	2022

Planety	Znaki	Kiedy odkryta	Kto odkrył	Średnia odległość od słońca czyli połowa osi wielkiej		Mimośród w częściach osi wielkiej	Czas obiegu.
				w milionach mil geograficznych	Biorąc odległość ziemi za jedność		
Auzonia	(63)	10 lutego 1861	Gasparis	49,53	2,395	0,126	1354
Angelina	(64)	4 marca 1861	Tempel	55,43	2,681	0,130	1603
Cybele	(65)	8 marca 1861	Tempel	70,74	3,421	0,121	2311
Maja	(66)	9 kwiet. 1861	Tuttle	55,07	2,663	0,134	1588
Azya	(67)	17 kwiet. 1861	Pogson	50,08	2,422	0,186	1377
Leto	(68)	29 kwiet. 1861	Luther	57,56	2,784	0,190	1696
Hesperyja	(69)	29 kwiet. 1861	Schiaparelli	61,45	2,972	0,175	1871
Panopea	(70)	5 maja 1861	Goldschmidt	54,04	2,613	0,184	1543
Niobe	(71)	13 sierp. 1861	Luther	56,87	2,750	0,177	1666
Feronija	(72)	20 maja 1861	Peters	46,85	2,265	0,120	1245
Klicyja	(73)	7 kwiet. 1862	Tuttle	55,15	2,667	0,043	1590
Galatea	(74)	29 sierp. 1862	Tempel	57,44	2,778	0,241	1691
Eurydyce	(75)	22 wrześ. 1862	Peters	55,23	2,671	0,312	1594
Freja	(76)	21 paźdz. 1862	d'Arrest	70,03	3,386	0,188	2276
Frygga	(77)	15 listop. 1862	Peters	55,25	2,672	0,136	1595
Diana	(78)	15 marca 1862	Luther	54,26	2,624	0,205	1552
Eurynome	(79)	14 wrześ. 1863	Waston	50,54	2,444	0,197	1395
Safo	(80)	3 maja 1864	Pogson				
Terpsychoze	(81)	30 wrześ. 1864	Tempel	58,95	2,850	0,212	1758
Alkimene	(82)	27 listop. 1864	Luther	56,72	2,743	0,200	1659
Jowisz	♃	w starożytności		107,08	5,203	0,048	4333
Saturn	♄	”		197,25	9,539	0,056	10759
Uran	♅	13 marca 1781	Herszel	396,72	19,182	0,047	30687
Neptun	♆	23 wrześ. 1846	Leverrier i Galle	621,20	30,036	0,009	60125

II.

PLANETY (°)	Średnica		Objętość		Czas obrotu około osi godzin minut	
	Mile geograficzne	Największa pozorna	Miliony mil sześciennych	Biorąc ziemię za jednostkę		
Merkury . . .	671	13"	159	$\frac{1}{17}$	24	5
Wenus	1694	64	2541	$\frac{21}{22}$	23	21
Ziemia	1719	—	2659	1	23	56
Mars	882	23	372	$\frac{1}{7}$	24	37
Jowisz	19294	49,2	3760900	1414	9	55
Saturn	15507	20,3	1952600	735	10	29
Uran	7466	4,3	218000	82	nieznany	
Neptun	7830	2,6	251000	94	„ „	
Słońce	192617	32' 34"	3742000000	1407124	612	0
Księżyc	468	33' 31"	54	$\frac{1}{50}$	655	44

76. Obie dolne planety Merkury i Wenus, przedstawiają niektóre zjawiska przypominające nam księżyc. Poruszając się bowiem pomiędzy słońcem i drogą ziemi, planety te wstępują z niemi w pewnych czasach w dwojakiego rodzaju złączenia, to jest dolne, jeżeli jedna z planet znajduje się pomiędzy słońcem i ziemią, i górne, gdy planeta będąc z drugiej strony słońca, znajduje się z ziemią na jednej linii prostej. W złączeniu dolnym, które z powodu krótkiego czasu obiegu częściej się zdarza przy Merkurym, widzimy tę planetę jako ciemną okrągłą plamę przesuwaną się przed tarczą słońca; jest to tak nazwane przejście Merkurego, co najbardziej nas przekonywa, że planety jedynie słońcu zawdzięczają swoje światło.

Uważając te planety przez teleskopy, przekonano się, że one przedstawiają stosownie do położenia swego względem słońca, widocznie zmieniające się postacie, odmiany światła, podobnie jak nasz księżyc, a szczególnie daje się to widzieć na Wenusie, który będąc niewidzialnym przez pewien czas, zjawia się rano w postaci jasnego sierpa. Wenus z powodu świetnego swego blasku i znacznej swęj pozornej wielkości, jako

(°) Średnica i czas obrotu około osi małych planet są nieznanne.

téż bliskości słońca, jest gwiazdą bardzo od innych się odróżniającą. Planeta ta z przyczyny, iż prawie zawsze bywa widzialną przy wschodzie i zachodzie słońca, nazywana jest poranną i wieczorną gwiazdą, (Lucifer i Hesperus). Dostrzeżono także na téj planecie istnienie pewnego rodzaju atmosfery, wysokich gór, i obrót około osi leżącej prawie na płaszczynie jej drogi.

77. Planety górne opisujące swe drogi w około słońca i ziemi, mają z niemi swe złączenia, przeciwległości i kwadry (§ 63). Najbliżej nas znajdujący się Mars ma uderzająco ciemno czerwonawe światło, co przypisują bardzo wysokiej i gęstej atmosferze téj planety. Godnemi także uwagi są na Marsie widoczne spłaszczenia w skutek jego obrotu około osi, i szczególne na jego biegunach dające się widzieć jasne plamy, czyli tak nazwane śnieżne pasy, które zmniejszają się w miarę, jak odpowiedni biegun zwraca się ku słońcu, zupełnie tak samo jak w podobnym razie na ziemi, gdy topnieją lody podbiegunowe.

Odznaczający się swoim blaskiem Jowisz jest największym ze wszystkich planet, jak to wskazują figury 42 i 64; zauważano na nim atmosferę, i różnego rodzaju równoległe do jego równika pasy czyli strefy. W skutek nadzwyczajnej chyżości (blisko 10 godzin), z jaką się on obraca około swój prawie prostopadłej do jego drogi osi, spostrzegać się daje najsilniejsze na Jowiszu spłaszczenie (§ 68 w Fizyce), gdyż ós obrotu ma się do średnicy jego równika, jak 13 do 14.

Zamiast jednego księżycy jaki obiega naszą ziemię, towarzyszą potężnemu Jowiszowi cztery satelity czyli księżyce, które dla niego są przyczyną tych samych zjawisk, jakie nasz księżyc przedstawia ziemi. Jakkolwiek satelity te znacznie są większe od naszego księżycy, mogą wszakże być tylko przez teleskop widziane. Ciała te stały się godnemi uwagi z tego względu, że posłnżyły do ocenienia chyżości rozchodzenia się światła; krążąc albowiem naokolo Jowisza, wchodzą od czasu do czasu w cień rzucony przez tę planetę. Gdy więc obliczono z wszelką ścisłością chwilę ich pograżenia się i wyjścia z cienia, pokazało się, że w czasie złączenia kiedy Ziemia i Jowisz o 42 milionów mil są od siebie oddalone, zaćmienia księżyców przypadały daleko później, niż w czasie przeciwległości, gdzie obie planety o wiele bliżej siebie się znajdują. Ostatnie zatem promienie znikającego w cieniu księżycy doszły do nas dopiero wtenczas, gdy on już przez pewien czas był zaćmionym, światło więc potrzebuje pewnego czasu do przebieżenia swój drogi. Tym sposobem przekonano się, że światło w ciągu jednéj sekundy przebiega 42,000 mil.

78. Jedyną w swoim rodzaju planetą jest Saturn z powodu swego pierścienia, który niedotykając się Saturna, otacza go w okolicy je-

go równika i obraca się około planety; jest wszakże tylko dla oka uzbrojonego widzialnym, i zwykle w bardzo rozmaitych położeniach, gdy się Saturn znajduje w znakach Barana lub Raka.

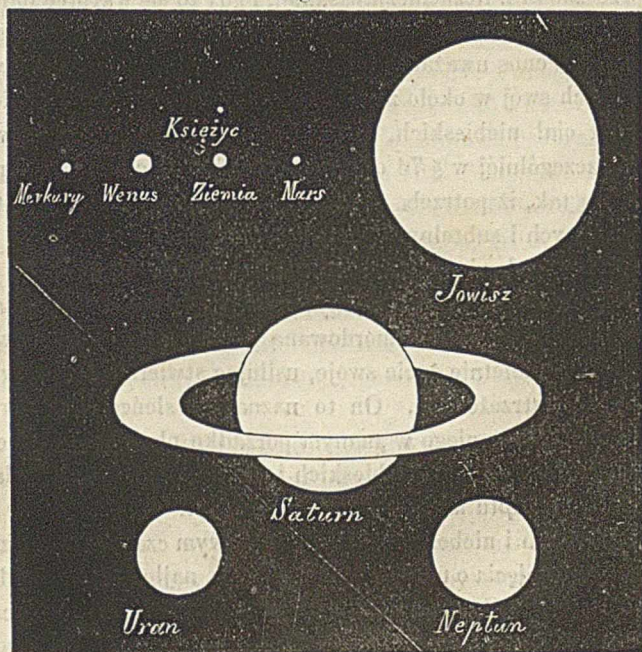
Pierścień ten, który przy bliższém rozpatrywaniu, wydaje się złożonym z dwóch pierścieni, jest równie jak i sama planeta ciałem stałym, i rzuca wyraźnie dający się odróżnić cień na Saturna. Wyobrazić sobie można ten pierścień jako złożony z wielkiej liczby małych w okrąg po sobie następujących i razem z sobą połączonych satelitów, które równocześnie obracają się naokoło planety.

Oprócz tego Saturn ma jeszcze siedm księżyców, które w wielkiej odległości w około niego się poruszają, i również mogą być jedynie przy pomocy silnego teleskopu widzialnymi.

☿. Uran, niedawno jeszcze uważany za najodleglejszą planetę, z powodu słabego swego światła nie może być gołym okiem widziany, i dlatego też nie był znany w starożytności. Uranowi towarzyszy sześć księżyców, z których wszakże dwa tylko dokładnie były obserwowane.

O planetach nowo odkrytych poniżej będzie mowa.

Fig. 64.



Jakko'wiek już dawniej na fig. 42 podaliśmy porównawczy obraz stosunkowej wielkości słońca i niektórych planet, kończymy jednak ten

rozdział fig. 64, która nam uzmysłowia stosunkową wielkość głównych planet.

80. Układ planetarny. Ptolomeusz, który żył w połowie drugiego wieku po narodzeniu Chrystusa, i należał do sławnej Aleksandryjskiej szkoły, pierwszy usiłował dać właściwe i odpowiednie objaśnienie zjawisk spostrzeganych na niebie, gdyż starożytni tylko przez allegorye i myty odpowiadali na pytania, jakie nie poezya i fantazya, ale jedynie nauka rozwiązać jest w stanie.

Według układu Ptolomeusza, ziemia stoi nieruchoma wśród jedynastu wydrążonych kul kryształowych, które znajdując się w różnej od siebie odległości, zawarte są jedna w drugiej. Na każdej powierzchni takiej wydrążonej kuli pomieszczał on ciała niebieskie, a mianowicie w takim porządku, iż na najbliższej znajdował się Księżyc, dalej szły Merkury, Wenus, Słońce, Mars, Jowisz i Saturn: nakoniec na ósmiej umieścił wszystkie gwiazdy stałe, a pozostałe trzy kule użył do objaśnienia niektórych innych zjawisk.

Za pierwszym rzutem oka spostrzegamy, że ten układ jest w zupełnej sprzeczności z licznymi zjawiskami, i gdy to się wkrótce dało uczuć, powstał jako ulepszenie tak nazwany u k ł a d E g i p s k i, według którego Merkury i Wenus uważane były za księżyce słońca, ostatnie wszakże zachowało ruch swój w około ziemi. Niemniej jednak i przy takim uporządkowaniu ciał niebieskich, niepodobna było objaśnić wiele ważnych zjawisk, a szczególnie w § 74 opisane szczególne ruchy planet, pozostawały zagadką tak, iż potrzeba się było uciec do przyjęcia rozmaitego rodzaju dziwnych i subtelnych przypuszczeń.

Dopiero w połowie szesnastego wieku, Mikołaj Kopernik Polak, powziął szczęśliwą i wielką myśl prawdziwego układu świata planetarnego; myśl, którą on z niezmierną troskliwością pielęgnował przez całe siedmiesięcioletnie życie swoje, usiłując stwierdzić jej prawdziwość rachunkiem i spostrzeżeniem. On to nazaczył słońcu punkt środkowy i poprowadził w około niego w znanym porządku planety po kołach, i nauczył, że dzienny ruch ciał niebieskich jest tylko pozornym, będąc właściwie skutkiem obrotu naszej ziemi około jej osi.

Jak trudnym i niebezpiecznym było w owym czasie rozpowszechnienie tego nowego pojęcia o układzie planetarnym, najlepszym dowodem służy ta okoliczność, iż Galileusz, jeden z najznakomitszych ówczesnych fizyków włoskich, który przyjął układ naszego Kopernika i dalej go rozwijał, zmuszonym był publicznie zaprzeczyć ruchowi ziemi, gdyż cały ten układ

znajdował się w słownej sprzeczności z niektórymi ustępami Pisma Świętego.

Mikołaj Kopernik urodził się 19 lutego 1473 roku w Toruniu, w dawnym województwie Chełmińskim. Był synem Mikołaja Kopernika krakowianina, ostatecznie obywatela miasta Torunia, i Barbary z Wajselrodów, siostry Łukasza Wajselroda biskupa warmińskiego. Kończył szkoły w Toruniu, następnie się udał do Akademii Jagiellońskiej w Krakowie, gdzie uczył się na filozofią i medycynę, oddając się z szczególnym zamiłowaniem nauce astronomii. W roku 1495 udał się na uniwersytet w Padwie, gdzie oddając się głównie medycynie, nie zaniedbywał wszakże ulubionej swej nauki, robiąc częste wycieczki do Bononii, w celu dopomagania słynnemu astronomowi Dominikowi Maryi z Ferrary w jego astronomicznych spostrzeżeniach. W Padwie własnoręcznie się zapisał do album Polaków.

Wróciwszy do kraju, Kopernik osiadł czasowo w Krakowie, i tu odebrał święcenie kapłańskie. Zostawszy kanonikiem katedry warmińskiej, osiadł w r. 1510 w Frauenburgu, gdzie przy kościele zbudował obserwatorium, na którym robił swe astronomiczne spostrzeżenia.

Dzielo jego „O obrotach ciał niebieskich, (de revolutionibus orbium coelestium), w którym rozwinął swoją myśl genialną, wyszło w Norymberdze na chwilę przed jego zgonem. Pamięć jego uczczoną została licznymi pomnikami w Toruniu, Krakowie, Frauenburgu i Warszawie. Pomędzy innymi Kromer biskup warmiński, postawił mu pomnik w kościele Frauenburskim, który w roku 1807 Napoleon I kazał odnowić; I. A. książę Jabłonowski wojewoda nowogrodzki uczcił pamięć ziomka pomnikiem w rodzinnym jego mieście Toruniu; ks. S. Sierakowski postawił mu pomnik w kościele św. Anny w Krakowie; najwspanialszy jednak pomnik, którego obraz tu zamieszczamy, wystawili mu rodacy w Warszawie ze składek ogólnych, zbieranych po wszystkich prawie prowincjach dawniej Polski. Na prawej jego stronie znajduje się napis:

NICOLAO COPERNICO

GRATA PATRIA.

z lewej zaś strony:

MIKOŁAJOWI KOPERNIKOWI

WDZIĘCZNI RODACY.

Najcenniejszym wszakże i najszczytniejszym pomnikiem jego sławy, jest czwarte wydanie po upływie prawie trzech wieków dzieła; „De revo-

lutionibus orbium coelestium,“ z polskim przekładem i przedmową J. Baranowskiego, z dodaniem życiorysu przez J. Bartoszewicza.



§1. Kopernik wyobrażał sobie drogi planet jako koła, i że słońce znajduje się nie w samym ich środku. Ostatnie przypuszczenie było koniecznym dla objaśnienia rozmaitych chyżości, i różnych odległości planet od słońca w czasie ich biegu. Pomimo tego wszystkiego, ruchy planet nie zupełnie się jeszcze zgadzały z spostrzeżeniami.

Wtenczas wystąpił wielki Kepler, urodzony roku 1571 w Weil w królestwie Wirtembergkiem, który porównawszy wszystkie dotąd znane obserwacje ze współczesnemi, a szczególnie przez znakomitego Tycho-Brahe dokonaniem spostrzeżeń, wyprowadził z nich te nazawsze pamiętne prawa, które unieśmiertelniły imię jego. Nie ma nic bardziej wzruszającego, jak historia tego człowieka, historia ducha ciągle walczącego z pierwszemi potrzebami codziennego życia, który będąc przepędzany z miejsca na miejsce klęskami trzydziestoletniej wojny, nie nie unosił z sobą, prócz wzniosłych swych pomysłów.

82. Prawa Keplera są następujące:

1. Drogi planet są elipsami, w których wspólném ognisku znajduje się słońce.

2. Każda planeta w równych czasach opisuje równe powierzchnie, co należy w ten sposób rozumieć, że promienie wodzące (§ 13) poprowadzone z ogniska do planety opisują równe powierzchnie wycinków eliptycznych, jeżeli czasy w ciągu których planeta się porusza są sobie równe, bez względu na to, jaką ona część swój drogi przebiega.

3. Kwadraty z czasu całkowitych obiegów dwóch jakichkolwiek planet są w stosunku sześciątów z ich średnich odległości od słońca.

Newton (ur. 1642, um. 1727) uzupełnił i uwieńczył teoretyczny pogląd na układ planetarny. On to pierwszy wykrył, że przyczyną ruchu ciał niebieskich jest wzajemne ich przyciąganie się, które nazwał powszechném ciężeniem; i pokazał, że siła tego przyciągania wzrasta z masą ciał, a zmniejsza się z powiększeniem kwadratów z ich odległości (Fizyka § 14 i 15).

Ztąd się objaśnia, jakim sposobem planety, których masa wszystkich razem wziętych o wiele jest mniejszą od masy słońca, są przez to przyciąganie jakby przykute do niego, równie jak nasz księżyc do ziemi, lub satelity do Jowisza i Saturna.

83. Gdy tym sposobem prawa zostały ustalone, udało się wkrótce uchylić liczne niedokładności, jakie się jeszcze okazywały w układzie planetarnym. Ile razy bowiem różne zjawiska nie zgadzały się ze spostrzeżeniami, przedsiębrano nowe staranne obserwacje, które przekonywały, że dawniejsze były niedokładne lub fałszywe, albo też przyczyniały się do odkryć stwierdzających stale prawdziwość powyższych praw.

Tak np. uderzająca przerwa pomiędzy Marsem i Jowiszem naprowadziła na myśl, że pomiędzy temi planetami musi się znajdować jeszcze jakaś nieznaną, w skutek czego odkryto rzeczywiście małe planety: Palladę, Junonę, Cererę i Westę, które uważano początkowo za szczątki większej planety. O asteroidach odkrytych dopiero w późniejszych czasach mało jeszcze mamy dokładnych szczegółów, i nie wiele wiemy o ich budowie fizycznej; powszechnie są one jednak

obecnie uważane, równie jak i inne planety, za główne i samoistne części układu słonecznego.

Oczywistą jest rzeczą, że planety przyciągają się także pomiędzy sobą, co najwięcej się objawia w tych położeniach, kiedy najbliżej siebie się znajdują. Skutkiem czego wyradzają się pewne niedokładności w biegu odpowiednich planet, które nazwano przeszkodami ruchu (perturbacjami), i podciągnięto je pod rachunek.

Z niedających się wytłumaczyć zbroceń jakim podlegał Uran, wpadnięto na prawdziwie genialny domysł o istnieniu odleglejszej planety, a nawet przy pomocy rachunku oznaczono dokładnie jej miejsce i tym czysto teoretycznym sposobem wynaleziony został Neptun, który z powodu słabego swego światła, zbyt mało się różni od słabo świecących gwiazd stałych, by mógł być jedynie przy pomocy teleskopu uznany za planetę.

Obok imion powyżej wymienionych badaczy, którym zawdzięczamy najważniejsze objaśnienia co do układu planetarnego, załączamy tu także imiona astronomów nowszych czasów, którzy w wysokim stopniu przyczynili się do dalszego rozwoju nauki.

Wymieniamy tu najprzód Wilhelma Herszla, który urodził się roku 1738 w Hanowerze, a umarł w roku 1828. W roku 1759 udał się on do Anglii jako muzyk, następnie poświęcił się z wrodzonego pociągu astronomii, i sam się zajął przygotowaniem teleskopów zwierciadlanych, gdyż nie był w stanie zdobyć się na fundusz potrzebny na nabycie większych rozmiarów podobnego rodzaju przyrządu. I takie miał powodzenie w tém nowém swoim przedsięwzięciu, że w końcu ujrzał się w posiadaniu czterdziesto-stopowego, tak nazwanego olbrzymiego teleskopu, którego siła przewyższyła wszystkie dotąd znane tego rodzaju przyrządy. Wszędzie zatem gdzie tylko Herszel zwrócił swoje oko w ten teleskop uzbrojone, otwierały się mu nowe przedtém nieznanne cuda; dlatego też można powiedzieć, że on pierwszy położył podstawy astrofizyki, to jest części astronomii o gwiazdach stałych. Na końcu Astronomii zamieściliśmy rysunek tego olbrzymiego teleskopu dziś już nieużywanego, który przez syna W. Herszla, Sira Johna Herszla, również znakomitego astronoma, zamieniony został na pomnik.

J. W. Bessel, urodzony roku 1784 w Minden, pracował na obserwatorium przez siebie zbudowaném w Królewcu, gdzie także umarł roku 1846. Z nadzwyczajnym darem spostrzegania, łączył on rzadką znajomość matematyki, i używał jej w sposób przedtém niezna-

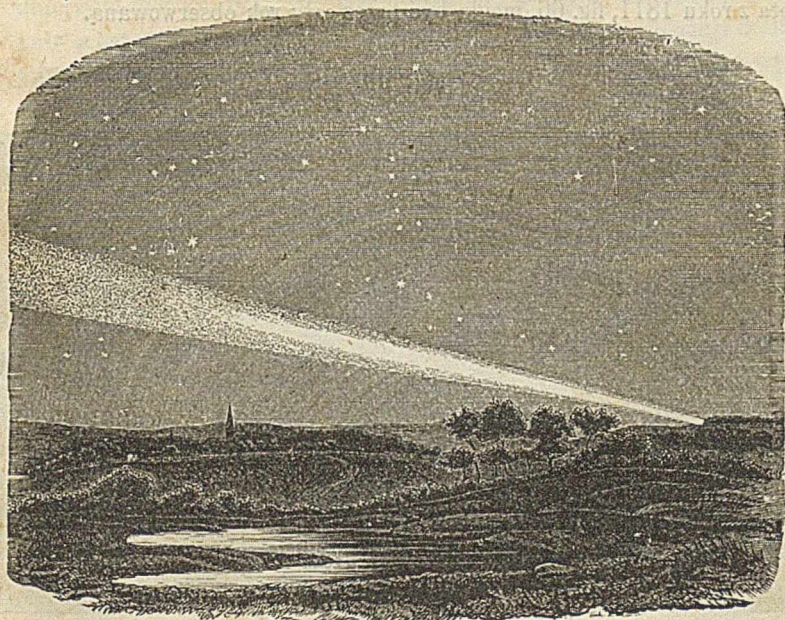
ny; przy jój bowiem pomocy, ze starannie dokonanych obserwacyj potrafił wyprowadzić wnioski, które pod względem ścisłości przewyższają wszystkie do jego czasu wyprowadzone. Pod tym względem będzie on wzorem dla astronomów wszystkich czasów. Jako przykład dokładności jego obliczeń przytoczyliśmy w § 46 oznaczenie parallaksy gwiazd stałych.

Co się zaś tyczy teoryi planet zjednał sobie niezaprzeczoną zasługę Gauss (zm. roku 1855 w Gettyndze), przez podaną przez niego metodę łatwego i pewnego obrachowania dróg planet. Tylko tym sposobem można było dojść do takiej dokładności, że nie ma najmniejszego zamieszania, pomimo tak licznie w ostatnich latach odkrywanych drobnych planet.

Nakoniec Olbersowi (umarł roku 1840 w Bremen), zawdzięczamy najłatwiejszy sposób wyznaczania dróg komet.

§4. Komety. Od czasu do czasu zjawiają się na niebie nocną porą zupełnie niespodzianie ciała niebieskie, składające się z części jasno świecącej w postaci gwiazdy, czyli tak nazwanego jądra, za którym zwykle na stronie przeciwległej słońcu widzieć się daje smuga, która często

Fig. 65.



ciągnie się na miliony mil, zajmując sobą znaczną część nieba, jak to przedstawia fig. 65.

Takiem zjawiskiem są k o m e t y, które z powodu niespodziewanego pojawienia się i dziwnego kształtu, uważane były przedtém jako nadprzyrodzone wskazówki i przepowiednie wielkich wypadków, a szczególniej jako zwiastuny strasznych klęsk i głodu. I dlatego téż niedawno jeszcze zjawienie się komety na niebie wzbudzało powszechne przerażenie.

Odkąd jednak astronomowie zdołali bliżej poznać tych rzadkich i niespodzianych gości, komety zostały podciągnięte pod prawa i porządek, jakie cechują bieg innych ciał niebieskich.

85. Komety zawdzięczają światło swoje słońcu, i posiadają tak nadzwyczajnie małą masę, iż przez najgęstszą ich część tak nazwane jądro, widzieć się daje światło odleglejszych gwiazd stałych. Komety niezaprzeczenie ulegają także sile przyciągania słońca, w bliskości którego przedstawiają szybszy bieg i żywsze światło.

Drogi ich przedstawiają te same pozorne niejednostajności, jakie niekiedy widzieć się dają u planet; z tą jeszcze różnicą, że się poruszają nie tylko w płaszczyźnie ekliptyki, lecz we wszystkich możliwych kierunkach bezdennej przestrzeni niebios zdążają ku słońcu, i znowu się od niego oddalają. Dlatego kometa bywa czasem widzialną tylko przez kilka dni lub tygodni, albo miesięcy, a niekiedy i przez dłuższy czas. Tylko wielka kometa z roku 1811, fig. 66, mogła być przez cały rok obserwowana.

Fig. 66.



Kometa z r. 1811.

Najściślejsze spostrzeżenia przekonały, że drogi komet podobnie jak i planet są elipsami, lecz o tak wielkim mimośrodzie, a zatem tak

bardzo rozciągnięte, że czas obiegu wielu z nich wynosi przeszło 1000 lat; takimi są mianowicie najbardziej się odznaczające i najpiękniejsze komety z roku 1680, 1811 i wiele innych, które dopiero po 1500 do 8000 latach powracają do nas.

Inne zaś przeciwnie zjawiają się po krótkim przeciągu czasu: takimi są komety: Halleja, Enckego i Biela, przez tych znanych astronomów dokładnie obliczone, z których pierwsza powraca po latach 75 do 76, druga po 3 latach i 115 dniach, ostatnia zaś po 6 latach i 270 dniach, i które po upływie tego czasu mogą być powtórnie obserwowane.

Od czasu jak tylko sięga historia mogło być widzianych do 500 komet, z których wszakże zaledwie 150 z astronomiczną ścisłością były obserwowane. Lecz pomimo to przypuszczają, że liczba poruszających się komet w układzie słonecznym dochodzić może miliona, a ponieważ one się poruszają we wszystkich kierunkach w około słońca, nie możemy przeto wyobrazić sobie dziedziny słońca w kształcie płaszczyzny kolistej, w środku której znajduje się słońce, i w około której poruszają się planety; lecz powinniśmy wyobrazić sobie przestrzeń napelnioną przez nasz układ słoneczny w kształcie kulistym. Chcąc to koniecznie uzmysłowić za pośrednictwem modelu, potrzebaby poprowadzić w około środkowego punktu, koła o bardzo różnych średnicach, nachylone do siebie we wszystkich możliwych kierunkach. Przyczem średnice kół zewnętrznych winny wynosić do 40 średnic drogi ziemskiej, czyli przeszło 16,000 milionów mil.

§6. Gwiazdy spadające, aerolity i kule ogniste. Do ciał swobodnie poruszających się w bezdennym przestworze nieba, podobnie jak planety i komety w około słońca, liczą się także gwiazdy spadające i aerolity. Pierwsze tak często są widzialne, że mamy sposobność obserwowania ich prawie każdej pogodnej i bezksiężycowej nocy; można zatem uważać to zjawisko jako powszechnie znane. Niemniej jest także rzeczą dowiedzioną, że ciała szczególnych własności spadają na ziemię, które nazwano aerolitami czyli kamieniami napowietrznymi.

Gwiazdy spadające i aerolity przedstawiają zupełnie te same zjawiska, a mianowicie nagle rozpalanie się, świecące smugi i szybkie znikanie, tak że obadwa te zjawiska uważać można za jedno i to samo. Najstaranniejsze spostrzeżenia przekonały, że gwiazdy spadające pokazują się we wszystkich okolicach nieba, że się poruszają z chyżością, z jaką ziemia obiega drogę swoją w około słońca, a częstokroć nawet ją przewyższają, i spadają z wysokości 20 do 30 mil, a niekiedy nierównie więkšej.

Nadto zrobiono spostrzeżenie godne uwagi, że w pewnych porach roku, mianowicie 10 sierpnia i 20 listopada, gwiazdy spadające pokazują się w nadzwyczajnej ilości, że wtenczas zdają się wychodzić z pewnego punktu na niebie i poruszać w oznaczonym kierunku. Dlatego też przypuszczają, że ciała te zajmują kolistą przestrzeń czyli pas, który ziemia w rocznym swoim obiegu dwa razy przecina. Trudno jest wszakże objaśnić, jakim sposobem ciała te w podobnej wysokości, gdzie powietrze jest nadzwyczajnie rozrzedzone, mogą się zapalać.

Kule ogniste nie są także niczem inném, jak tylko gwiazdami spadającymi z większym objawem światła.

§7. Układ świata. Gdy nie było już najmniejszej wątpliwości, że słońce obraca się około swój osi, nasuwał się także domysł, że ono obdarzone jest zarazem biegiem postępowym. Podjęte w tym celu spostrzeżenia przekonały, że ruch ten rzeczywiście ma miejsce, i że słońce zdąża ku punktowi znajdującemu się w konstellacyi *Herkulesa*. Droga jednak słońca jest tak nadzwyczajnego obwodu, że to posuwanie się słońca dopiero z upływem bardzo długiego szeregu lat daje się zauważyć, témbardziej, że wszystkie ciała należące do słonecznego układu, muszą naturalnie towarzyszyć słońcu w tej powolnej jego wędrówce.

To każe się domyślać, że musi być jeszcze jakiś punkt, w około którego krąży cały nasz układ słoneczny, jak Jowisz ze swojemi księżycami w około słońca.

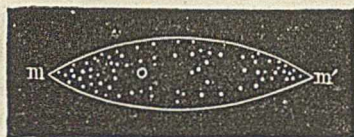
Zapuszczając wzrok w bezdenną otchłań tego świata gwiazd, dochodzimy nareszcie do przeświadczenia, że się składa z nadzwyczajnie wielkiej liczby układów, które w części podobne są do naszego układu słonecznego, w części zaś składają się zaledwie z dwóch gwiazd, które będąc w bardzo małej odległości od siebie, obracają się w około wspólnego środka ciężkości, i które nazwane zostały gwiazdami podwójnymi. Takich gwiazd podwójnych dokładnie obserwowanych, naliczono dotąd przeszło 4,000.

John Herszel o tym świecie światów, do którego jako drobny pyłek nasza ziemia należy, takie daje pojęcie:

Układ słoneczny jest częścią układu wyższego rzędu, którego całość ma postać zbliżoną do kształtu soczewki, fig. 67. My zaś znajdujemy się prawie w środku tej przestrzeni zapełnionej słonecznymi układami w miejscu oznaczoném małym kółkiem, które przedstawia nasz układ słoneczny. Widocznie zatem, że oku naszemu niebo wyda-

je się mniej usiane gwiazdami, gdy spoglądamy ku górze lub na dół tego przestworu niemi wypełnionego, aniżeli wtenczas, gdy zwrócimy

Fig. 67.



wzrok nasz ku brzegom soczewki w kierunku $m m'$. W ostatnim bowiem razie patrzywszy przez warstwę gwiazd nierównie znaczniejszej grubości, tak, iż gwiazdy te skupione jedna za drugą, tworzą świetną sinugę białawą, ciągnącą się naokoło nas, i o któ-

rój już wspomnieliśmy w § 47, nazywając ją drogą mleczną.

§ 8. Lecz czyż te obłoczki, ukazujące się gdzieś na sklepieniu niebieskiem usianem gwiazdami, te jasne miejsca na niebie, z których wiele za pomocą silniejszych teleskopów daje się rozłożyć na niezliczone gromadki gwiazd, jak w konstellacyi Herkulesa, fig. 68, i inne, przy których staje się to niemożliwem przy użyciu najsilniejszych nawet teleskopów, czy i te mamy również uważać za mleczną drogę, powstałą ze skupienia innych gwiazd? Czy te wreszcie okrągłe nie dające się rozłożyć

Fig. 68.

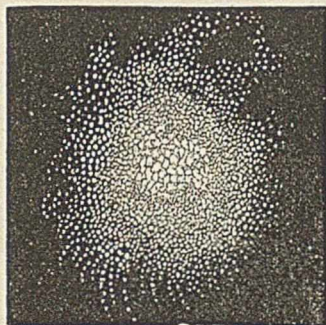
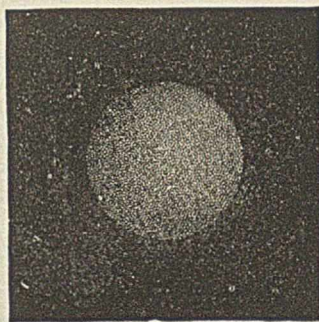


Fig. 69.



obłoczki czyli tak nazwane mgławice gwiazdy, jakich obraz przedstawia fig. 69, są także zbiorem nieskończenie oddalonych światów, albo też składają się z materji gazowej podobnej do materji tworzącej komety, ze zgęszczenia której powstają z czasem nowe ciała niebieskie.

Jeżeli zważymy na to, że najbliższa gwiazda stała najmniżej o 200000 promieni drogi ziemskiej jest od nas oddalona, i że światło na przebieżenie téj odległości potrzebuje przeszło trzech lat; łatwo przypuścić, że

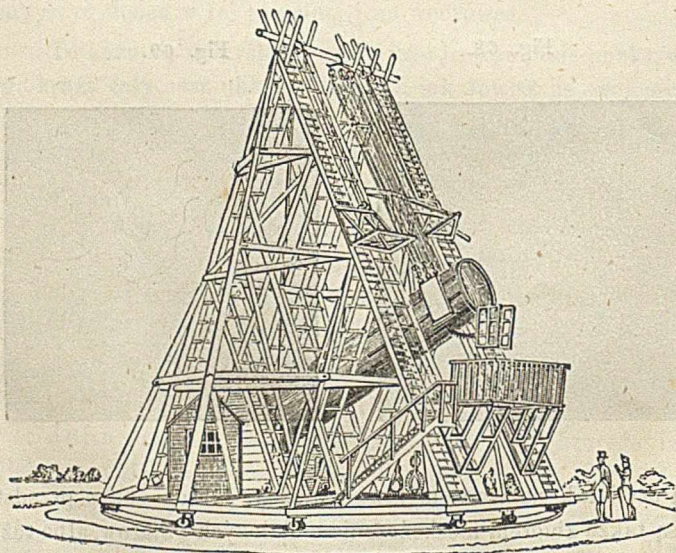
światło potrzebowaloby najniżej 25,000 lat, aby mogło od najodleglejszego obłoczka dojść do naszego oka, co zatem daje na odległość 33,000 bilionów mil.

Tak więc z małej naszej ziemi na której umieściła nas ręka Wszemocnego, wznieśliśmy się śmiałym wzrokiem do pojęcia układu słonecznego, ten znowu umieściliśmy w układzie wyższego rzędu i musimy się zgodzić, że i ten ostatni jest tylko częstką nieskończonej całości. I tu jest kres naszych wiadomości o wszechświecie; sięgając dalej, wychodzimy po za granice rzeczy znanych i dostępnych dla naszego pojęcia.

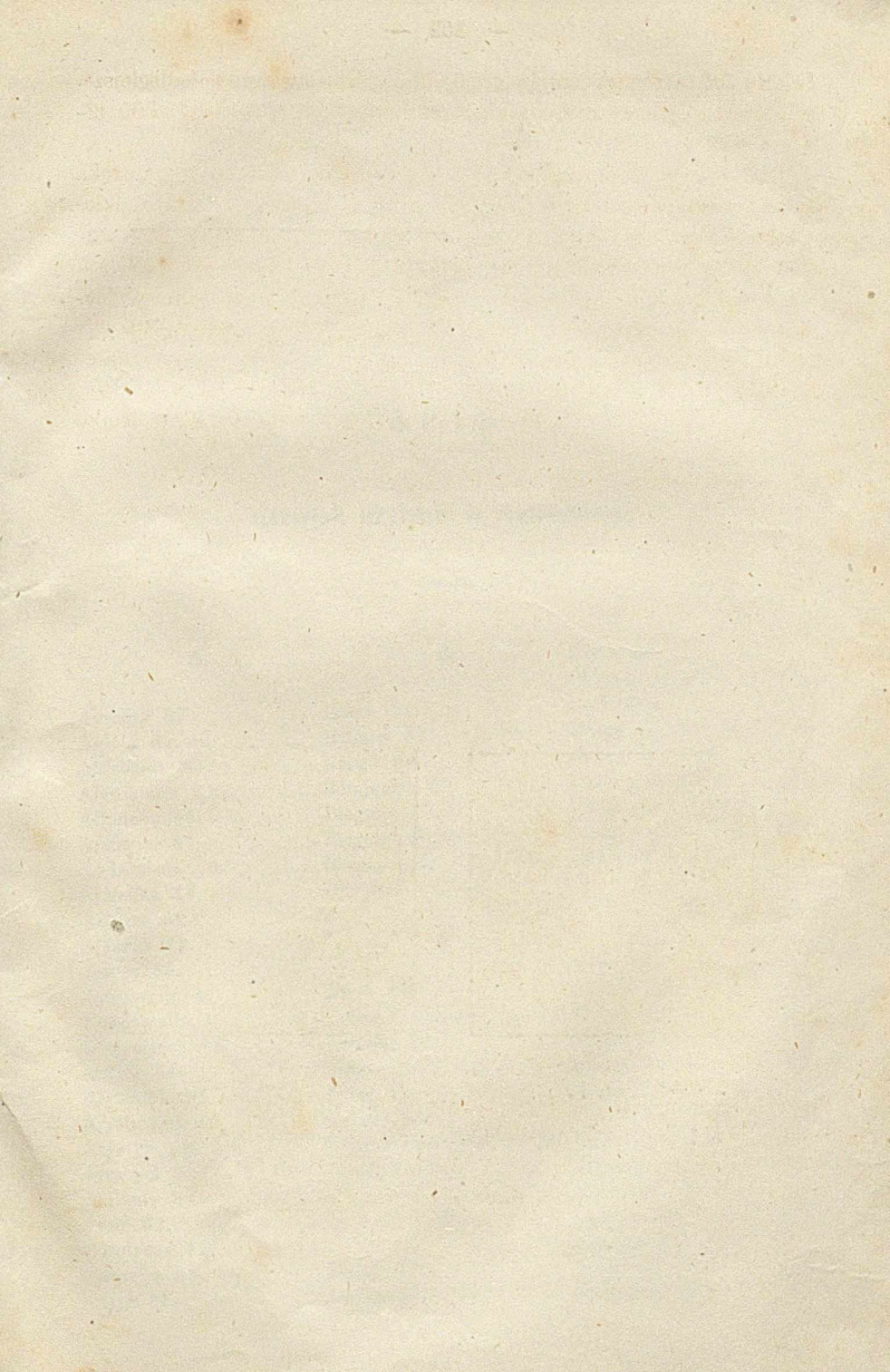
Wszędzie w tym rozwiniętym obrazie widzimy Stwórcę, i dlatego wołamy z Izajaszem:

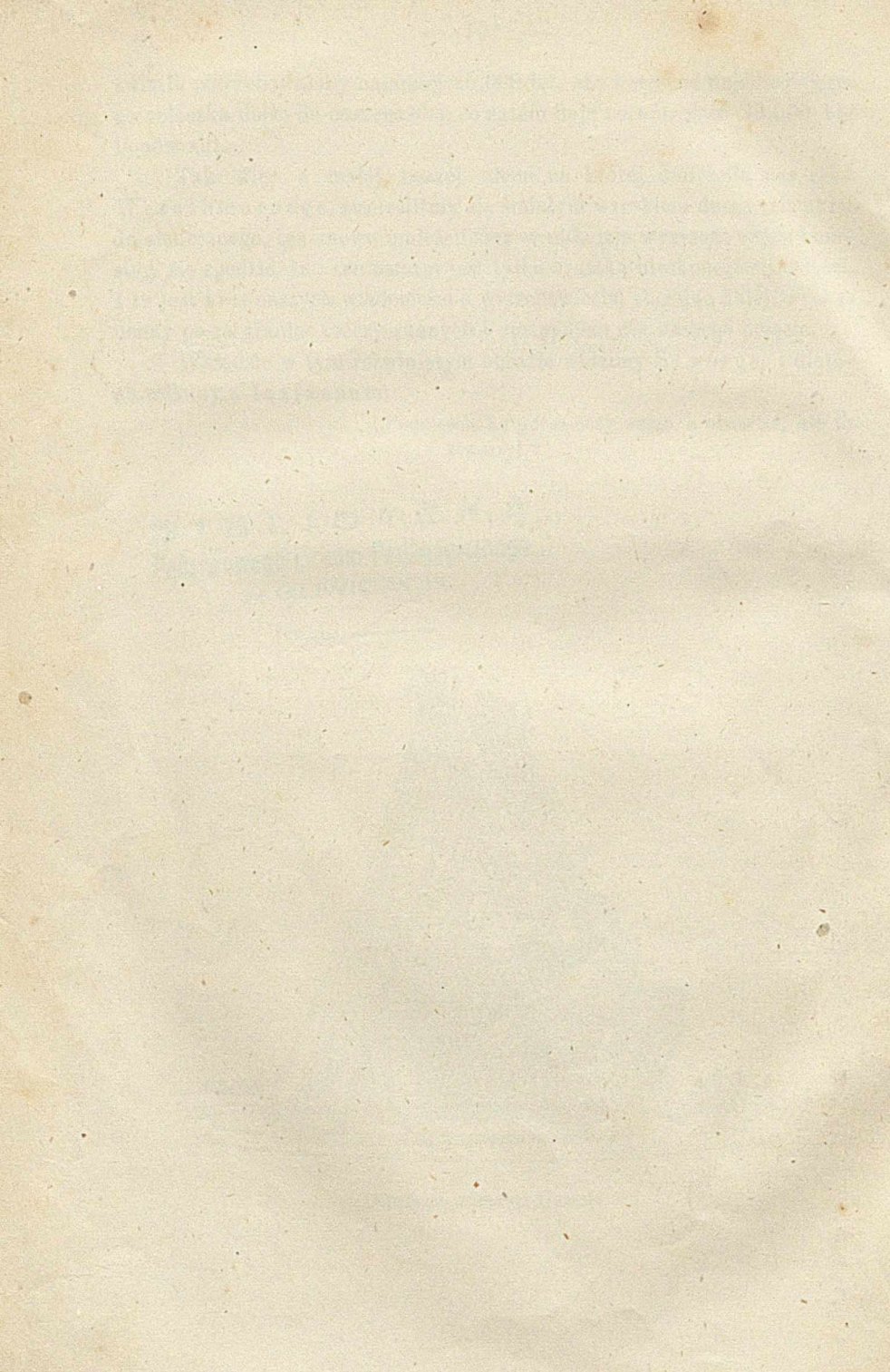
„Podnieście ku górze oczy wasze, a obaczcie, kto to stworzył.“

BIBLIOTEKA
Państwowego Liceum Pedagogicznego
w GLIWICACH
Nr.



Olbrzymi teleskop Herszla.





S P I S

nazwisk użytych w Astronomii.

- | | | |
|--|--|--|
| <p>A.</p> <p>Acrolity 99.</p> <p>Aglaja 87.</p> <p>Aldebaran 51.</p> <p>Aleksandra 87.</p> <p>Alkmene 88.</p> <p>Amfitrite 87.</p> <p>Andromeda 50.</p> <p>Angelina 88.</p> <p>Antares 52.</p> <p>Apianus 72.</p> <p>Astrea 86.</p> <p>Astrologija 4. j</p> <p>Astronomija 1.</p> <p>Archimedes 72.</p> <p>Arktur 50.</p> <p>Arystarch 72.</p> <p>Arystoteles 72.</p> <p>Arystyp 72.</p> <p>Arzachel 72.</p> <p>Atalanta 87.</p> <p>Atair 52.</p> <p>Autolycus 72.</p> <p>Auzonija 88.</p> <p>Azyja 88.</p> | <p>B.</p> <p>Baran 51.</p> <p>Bellona 87.</p> <p>Bessel 96.</p> <p>Betajgajce 52.</p> <p>Bieguny 23.</p> <p>Biegun północny 23.</p> <p>Biegun południowy 23.</p> <p>Bliźnięta 51, 52.</p> <p>C.</p> <p>Ceres 86.</p> <p>Ciołek Poniatowskiego 50.</p> <p>Cięciwa 11.</p> <p>Cień główny 80.</p> <p>Circe 87.</p> <p>Cybele 88.</p> <p>Część nieba widzialna w Eu-
ropie 47.</p> <p>D.</p> <p>Dafne 87.</p> <p>Danae 87.</p> | <p>D.</p> <p>Diana 88.</p> <p>Długość geograficzna 24.</p> <p>Doris 87.</p> <p>Droga mleczna 46.</p> <p>Droga ziemi 56.</p> <p>Dzień gwiazdowy 67.</p> <p>Dzień najdłuższy 61.</p> <p>Dzień słoneczny 37, 67.</p> <p>Dżdżowniki 51.</p> <p>E.</p> <p>Echo 87.</p> <p>Egerija 86.</p> <p>Elipsa 12.</p> <p>Elpis 87.</p> <p>Ekliptyka 23.</p> <p>Erato 87.</p> <p>Eratostenes 72.</p> <p>Eufrozyna 87.</p> <p>Eugenija 87.</p> <p>Eunomija 86.</p> <p>Europa 87.</p> <p>Euterpe 87.</p> <p>Eurydyce 88.</p> <p>Eurynome 88.</p> |
|--|--|--|

F.

Feronija 88.
Flora 87.
Focea 86.
Fomalhaut 53.
Fortuna 86.
Frasicator 72.
Freja 88.
Frygga 88.

G.

Galatea 88.
Galileusz 72, 92.
Gassendi 72.
Gauss 97.
Glob niebieski 42.
Glob ziemski 25.
Góry pierścieniowe 71.
Góra środkowa 71.
Górowanie 32.
Granica światła 59.
Grimaldi 72.
Gromady gwiazd 47, 49.
Gwiazda biegunowa 30.
Gwiazda polarna 30.
Gwiazda wieczorna 30.
Gwiazdy blakające się 45.
Gwiazdy podwójne 100.

H.

Harmonija 87.
Hebe 86.
Hesperus 90.
Hesperya 88.
Hestija 87.
Herszel 96.
Hyady 51.
Hygijeja 86.

I.

Jowisz 86.
Irena 86.
Iris 86.
Juno 86.

Izys 87.

K.

Kalendarz Gregoryjański 77.
Kalendarz Julijański 77.
Kanikuła 52.
Kalipso 87.
Kallope 86.
Kamienie napowietrzne 99.

Kapella 50.
Kassiopea 50.
Kastor 50.
Kąt 5.
Kątomiar 8.
Kepler 94.
Klicyja 88.
Kłós panny 52.
Kola biegunowe 43.
Kolo 10.
Kolo godzinowe 43.
Kolo wierzchołkowe 37.
Kolo zboczeń 40.
Komety 97.
Kompas 67.
Konkordija 87.
Konstellacyja 47, 49.
Kopernik 72, 92.
Kozia 50.
Koziorożec 51, 52.
Księżyc 70.

Kule 11.
Kula ziemska 25.
Kule ogniste 100.
Kwadrans 9.
Kwadratury 75.
Kwadra 75.
Kwoka z kurczętami 51.

L.

Laska Św. Jakóba 52.
Leda 87.
Leto 88.
Letycyja 87.
Leukothea 87.

Lew 51, 52.
Linija południkowa 38.
Lira 50.
Lucifer 90.
Luneta południkowa 39.
Lutecyja 86.
Lutnija 50.

M.

Maja 88.
Maniliusz 72.
Mappa księżycza 72.
Mappa nieba 47.
Mare criseum 72.
Marefoecunditatis 72.
Mare humorum 72.
Mare imbrium 72.
Mare nectaris 72.
Mare serenitatis 72.
Mare tranquillium 72.
Mars 86, 90.
Massalija 86.
Melete 87.
Melpomena 86.
Merkury 86, 89.
Metis 86.
Miary rozmaite 14.
Miernictwo 13.
Miesiąc gwiazdowy 73.
Mile rozmaite 14.
Mimośród 13, 57.
Mnemozyna 87.

N.

Nadir 27.
Nemausa 87.
Neptun 88, 96.
Newton 95.
Niedźwiadek 51, 52.
Niedźwiedzica mała 50.
Niedźwiedzica wielka 49.
Niobe 88.
Niza 87.

O.

Obłoczki 101.

- Odblask ziemi 76.
 Odległość gwiazd 46.
 Odległość zenitu 37.
 Odmiany księżycy 73.
 Odpyw 78.
 Olbers 97.
 Oryon 52.
- P.**
- Pales 87.
 Pallas 86.
 Pandora 87.
 Panna 51, 52.
 Panopea 88.
 Parabola 13.
 Parallaxa 20.
 Pas Oryona 52.
 Pasy gorące 62.
 Pasy umiarkowane 62.
 Pegaz 50.
 Pies mały 52.
 Pies wielki 52.
 Plamy słoneczne 55.
 Planety 83.
 Platon 72.
 Pliniusz 72.
 Podziałka 15.
 Polihymnija 87.
 Polluks 52.
 Południe 32.
 Południk 24, 38.
 Pomiar trygonometryczny 18.
 Pomona 87.
 Poprzedzanie punktów równonocnych 64.
 Porównanie dnia z nocą 32.
 Porównanie jesienne 33.
 61.
 Porównanie wiosenne 32.
 Pory roku 62.
 Poziom 28.
 Poziomość 37.
 Procyon 52.
 Promień 10.
 Proserpina 87.
- Przeciwległość 75.
 Przenośnik 7.
 Przesilenie 33, 61.
 Przycień 80.
 Psyche 86.
 Ptolomeusz 72, 92,
 Punkt odsloneczny 57.
 Punkt przysłoneczny 57.
 Punkt trygonometryczny 18.
- R.**
- Rak 51.
 Rataj 50.
 Regiomontan 72.
 Regulus 52.
 Rigel 52.
 Rok przestępny 77.
 Rok wiekowy 78.
 Równanie czasu 67.
 Równik niebieski 31.
 Równik ziemski 23.
 Ruch kierunkowy 83.
 Ruch wsteczny 84.
- S.**
- Safo 88.
 Satelity 90.
 Saturn 88, 90.
 Sekstans 9.
 Słońce 53.
 Stadium 14.
 Stała linija 18.
 Stopnie szerokości 25.
 Strażniki 49.
 Strony świata 31.
 Strzelec 51, 52.
 Styczeń 11.
 Styczeń trygonometryczny 18.
 Syryusz 52.
 Szerokość geograficzna 25.
- T.**
- Talija 86.
 Tarcza Sobieskiego 50.
- Temis 86.
 Terpsychora 88.
 Tetis 86.
 Tycho-Brahe 72, 94.
- U.**
- Układ planetarny 92.
 Układ świata 100.
 Uranija 87.
 Uran 88.
- W.**
- Wagi 51, 52.
 Wega 50.
 Wenus 84, 86, 89.
 Westa 86.
 Węzły drogi księżycowej 72.
 Wiktoryja 86.
 Wiorsta 14.
 Wirginija 87.
 Wodnik 51, 52.
 Wolarz 50.
 Woźnica 50.
 Wschód 31.
 Wstawa 18.
 Wycinek tarczy poziomej 48.
 Wysokość bieguna 36.
 Wysokość gwiazdy 37.
 Wysokość równika 36.
 Wzniesienie bieguna 36.
 Wznoszenie proste 40.
- Y.**
- Yard 14.
- Z.**
- Zachód 31.
 Zaćmienia 80.
 Zaćmienia księżycy 81.
 Zaćmienia słońca 82.
 Zenit 27.
 Zboczenie 40.
 Ziemia 22, 86.
 Znaki gromad 51.
 Zodjak 64.
 Zwierzyniec 64.
 Zwrotniki 34, 61.

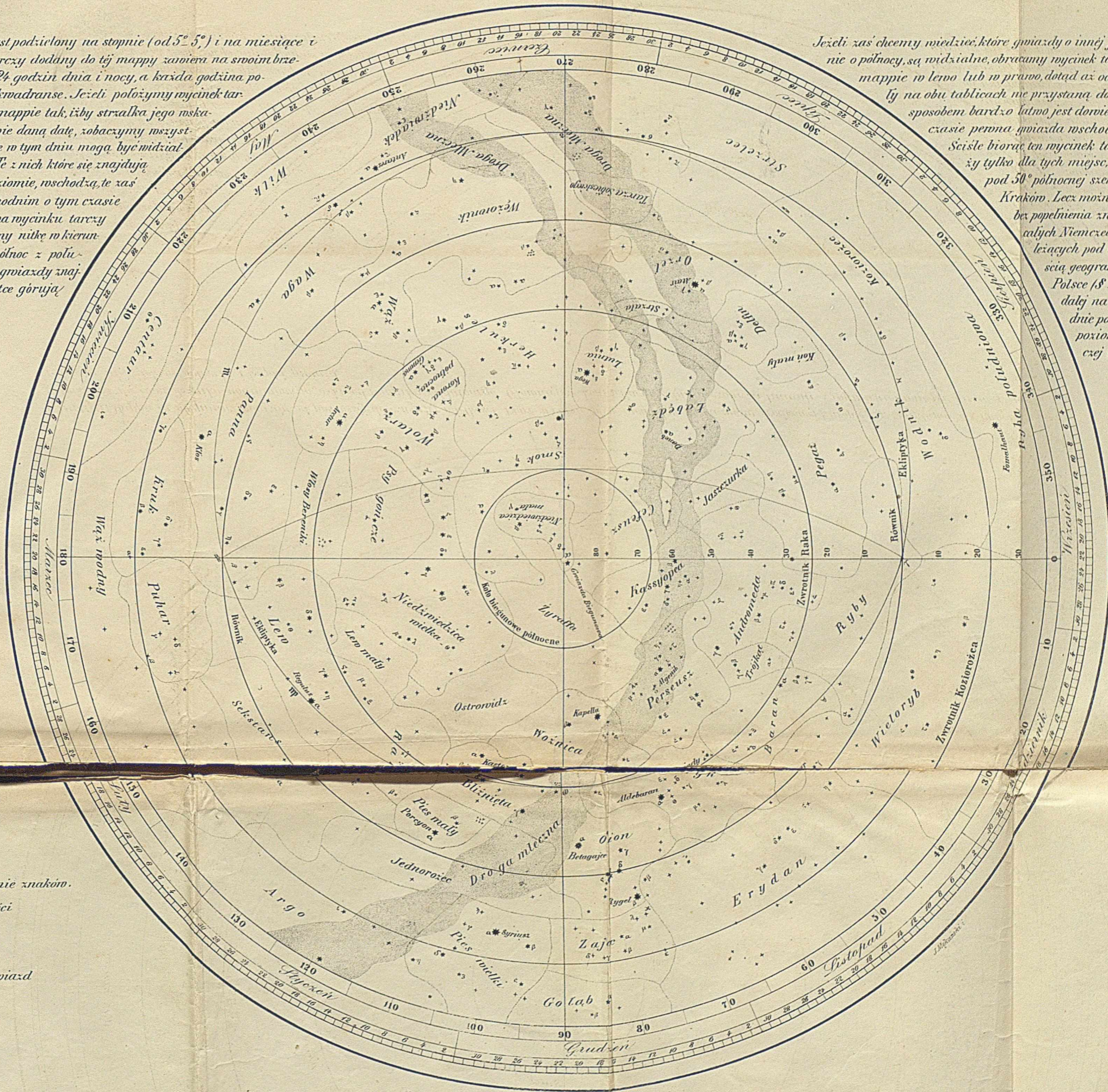




Mappa Nieba.

Brzeg mapy jest podzielony na stopnie (od 5° 5') i na miesiące i dni. Wycinek tarczy dodany do tej mapy zawiera na swoim brzegu podział na 24 godzin dnia i nocy, a każda godzina podzielona jest na kwadransy. Jeżeli położymy wycinek tarczy poziomo na mapie tak, iżby strzałka jego wskazywała na mapie daną datę, zobaczymy wszystkie gwiazdy, jakie w tym dniu mogą być widzialne o północy. Te z nich które się znajdują na wschodnim poziomie, wschodzą, te zaś które leżą na zachodnim o tym czasie zachodzą. Jeżeli na wycinku tarczy poziomo narysujemy nitkę w kierunku linii łączącej północ z południem, wszystkie gwiazdy znajdujące się na nitce górują o tym czasie.

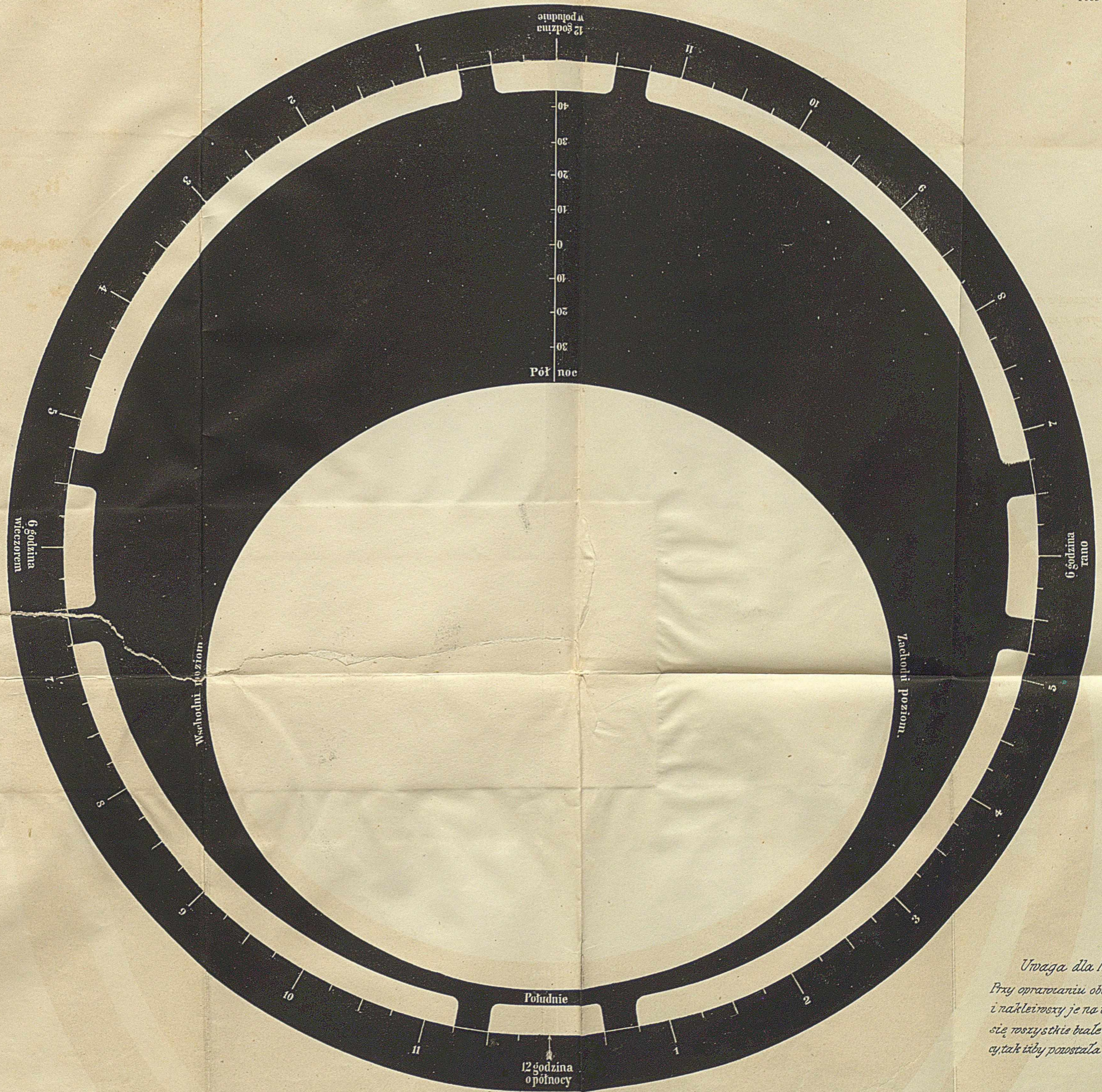
Jeżeli zaś chcemy wiedzieć, które gwiazdy o innej jakiej godzinie, a nie o północy, są widzialne, obracamy wycinek tarczy poziomo na mapie w lewo lub w prawo, dotąd aż odpowiednio podział na obu tablicach nie przystaną do siebie. Tym także sposobem bardzo łatwo jest dowiedzieć się, w jakim czasie pewna gwiazda wschodzi lub zachodzi. Ścisłe biorąc ten wycinek tarczy poziomo służy tylko dla tych miejsc, które są położone pod 50° północnej szerokości, jak n.p. Kraków. Lecz można go także używać, bez popełnienia znacznego błędu, w całym Niemczech i innych krajach leżących pod tą samą szerokością geograficzną, a zatem i w Polsce (§ 26), dla miejsc zaś dalej na północ lub południe położonych, tarcza poziomo powinna inaczej być urządzone.



Objasnienie znaków.

- * 1^{ej} wielkości
- * 2^{ej} "
- * 3^{ej} "
- * 4^{ej} "
- ☉ Kupka gwiazd
- ☁ Obłoczek

Uwaga. Mappa ta obejmuje gwiazdy od pierwszej do czwartej wielkości, które w ciągu roku mogą być widziane w środkowej Europie, t.j. znajdujące się w kole od bieguna północnego do równoleżnika południowego, o 35° od równika oddalonego. Główniejsze konstellacje odgraniczone są liniami z wymienieniem ich nazw. Oznaczone są także na niej niektóre obłoczki i kupki gwiazd.



Uwaga dla Inroligatora
 Przy opracowaniu obie tablice wyjmują się i nakleimszy je na tekturze rycinają, się wszystkie białe części drugiej tablicy, tak iżby pozostała tylko czarna tarcza.