

582107

6560



B.U. № 594

G. 58263.

6560

1935

CZEGO NAS KOPERNIK

O OBROTACH ZIEMI

NAUCZYŁ?

B.W. №

594

Delm

PIERWSZE POCZĄTKI ASTRONOMJI

W SPÓSÓB DLA KAŻDEGO ZROZUMIAŁY UŁOŻYŁ

STANISŁAW KRAMSZTYK

Z WIELOMA RYSUNKAMI OBJAŚNIAJĄCYMI

WYDANIE CZWARTE,

PRZEJRZANE I UZUPEŁNIONE PRZEZ

Dr. JANA KRASSOWSKIEGO.

WARSZAWA — LWÓW

E. WENDE I SPÓŁKA.

Termin zwrotu książki:

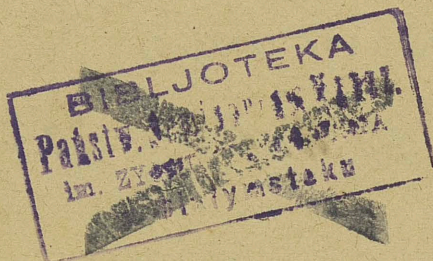
11 Listop 1971

Karta terminów zwrotów.

№ 10 W. 6560

26



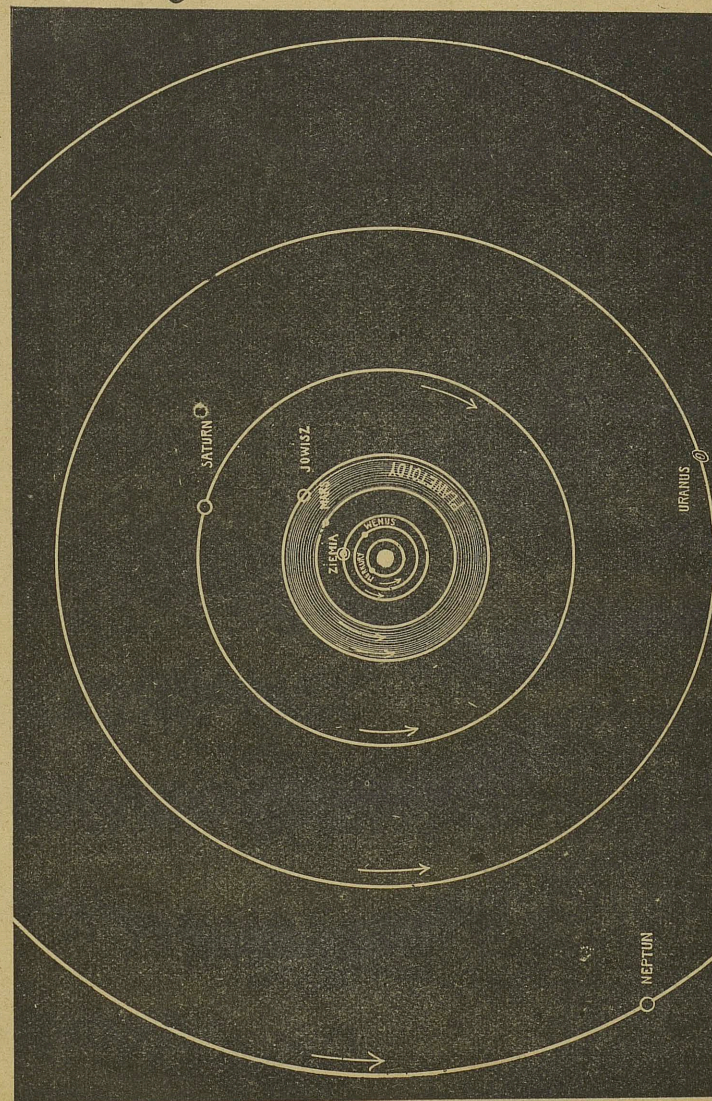


„Geprüft und auch für die Ausfuhr freigegeben“
 Warschau den. 19. 2. 1918. T. № 944. Dr.



52(091) 520/524

Druk Rubieszewskiego i Wrotnowskiego w Warszawie.



Świat słoneczny (system słoneczny).
 Planety i drogi ich (Koła), po których krążą naokoło słońca.



Spis rozdziałów.

1. Pomnik Kopernika	1
2. Obrót dzienny gwiazd	3
3. Obrót kuli niebieskiej	5
4. Bieguny świata	6
5. Oś świata. Równik i południk	8
6. Obrót ziemi naokoło osi	11
7. Co przemawia za obrotem ziemi	13
8. Dowód obrotu ziemi	16

Bieg ziemi naokoło słońca.

9. Słońce	20
10. Wędrowka słońca po niebie	21
11. Zwierzyniec niebieski	23
12. Pory roku	28
13. Dnie długie i krótkie	31
14. Na równiku	33
15. Na biegunie	36
16. Bieg ziemi naokoło słońca	39
17. Pochylenie osi ziemskiej	42
18. Dowód biegu ziemi naokoło słońca	44
19. Jak szybko ziemia bieży	47
20. O kalendarzu	49

OBRÓT ZIEMI NAOKOŁO OSI.

1. Pomnik Kopernika.

Kto w Warszawie mieszka, albo kto choćby raz tylko zwiedził to miasto, widział niezawodnie na Krakowskim Przedmieściu pomnik Kopernika. Każdemu też wiadomo, czem sobie Kopernik na pomnik zasłużył; poznał on bowiem i nauczył wszystkich, że ziemia obraca się, i dlatego trzyma na tym pomniku w ręce kulę, która ma niby świat wyobrażać. Stąd też Kopernik sławny jest na całej ziemi i nazwisko jego ludzie wszędzie ze czcią wspominają; ale człowiek prosty, co do szkół nie chodził i książek nie czytywał, to i o Koperniku może nie słyszał.

Powiem tu więc, że od czasu, kiedy Kopernik żył, upłynęło już dużo wody w Wiśle, bo urodził się przed czterystu z górą laty, w r. 1473, w Toruniu. Ojciec odumarał go wcześniej, ale zaopekował się nim wuj, który był biskupem, i oddał go do szkoły w mieście rodzinnem, a na dalszą naukę wysłał do akademii krakowskiej, która słynęła wtedy z uczonych mistrzów. Gdy akademię tę ukończył, został księdzem, a choć już był kanonikiem, pojechał jeszcze do Włoch, by lepiej w naukach wydoskonalic się, i został nawet w Rzymie profesorem astronomii, to jest nauki o gwiazdach. Wolał jednak wrócić do kraju, gdzie obok swych zajęć duchownych leczył chorych, był bowiem nie tylko astronomem, ale i lekarzem.

Przez całe życie rozpatrując gwiazdy i zastanawiając się nad ich ruchami, poznał Kopernik, że ludzie ówcześni byli w błędzie, sądząc, iż wszystkie bryły niebieskie obracają się

naokoło ziemi. Wygłosił on, że to owszem sama ziemia nasza obraca się naokoło swej osi i naokoło słońca, jak dalej opowiem. Odkrycia te swoje opisał w książce: „O obrocie ciał niebieskich“, która wszakże została wydrukowaną dopiero w r. 1543, w tymże samym roku, kiedy Kopernik umarł.

Nie rychło jednak nauce Kopernika uwierzono; ludziom bowiem ówczesnym wydawało się to bardzo dziwnem, aby ziemia mogła się obracać, i szydzili sobie z tej książki, a nawet i uczeni długo rozumieć jej nie mogli. Prawda wszakże zawsze ostatecznie zwyciężyć musi, to też w końcu wszyscy uznali słuszość nauki Kopernika i świat cały zaczął wielbić tego wielkiego astronoma, a w Warszawie, na chwałę jego wystawiono w r. 1830 pomnik, o którym mówiliśmy. Niekażdy jednak wie, co pomnik ten znaczy.

Raz, pamiętam, wieśniak pewien, co do Warszawy z furą drzewa zajechał, jak pomnik ten zobaczył, tak ukląkł i zaczął przed nim odmawiać pacierz, bo znał tylko figury świętych i nigdy w życiu nie słyszał, aby ludziom mądrym i zasłużonym pomniki z żelaza, z brązu albo z kamienia po śmierci stawiano. Dopiero to było uciechy między chłopakami, co się ze wszystkich stron zbiegać zaczęli i biednego wieśniaka wokoło otoczyli. A jak zaczęli krzyczeć: „a to ci głupi chłop, a to ci ślepy mazur, myśli że Kopernik to święty“ — to aż trzeba było ich rozpędzać i dopiero kilku spokojniejszych ludzi wytłómaczyło biedakowi, że to nie święta figura i że się modlić do niej nie należy.

Jużci, łatwo było warszawiakom z chłopca drwić, bo jak ciągle na pomnik Kopernika patrzą, to choć piąte przez dziesiąte coś o nim wiedzieć muszą; a nawet u Karasia w szynku, co niedaleko pomnika mieścił się, był napis:

Że się ziemia koło słońca obraca,
Naucza Kopernika praca.
A że to jest prawda szczerą,
Dowodzi miód Winawera.

Pewno też niejeden o obrocie ziemi rozumie tyle tylko, ile mu się od miodu albo i od wódki w głowie kręci, a zawsze z chłopca szydzić gotów, bo warszawskim ludziom zdaje się, że są od wieśniaków mędrsi. A tymczasem mieszcuch wie jedno,

a wieśniak drugie. W dużym mieście człowiek spotyka się często z innymi ludźmi, a choćby sam książek i gazet nie czytał, to dowiaduje się od innych, co się na szerokim świecie dzieje. Natomiast jednak nie rozumie się on na tych rzeczach, które zna człowiek, co od dziecka małego na wsi wychował się i wyrósł. Wieśniak umie rozglądać się po świecie lepiej, zna się na ziołach i drzewach, po śpiewie pozna ptaka, umie rozróżniać gwiazdy na niebie, wie jak one wschodzą i zachodzą. A skądby mógł o gwiazdach wiedzieć człowiek z miasta, kiedy mu dachy domów niebo zakrywają, kiedy ledwie widzi, że słońce przez dzień przesuwają się od wschodu do zachodu, a może mu i na myśl nie przyjdzie, że wszystkie na niebie gwiazdy, tak samo jak słońce wschodzą i zachodzą? Naprawdę więc o tem, że się ziemia obraca, także nie wiedzieć nie może, choć coś niby o Koperniku słyszał. Dla tego, kto tych rzeczy ciekawy i radby o nich posłuchać, to mu opowiem o tem, co widzimy na niebie, i jak stąd ludzie poznali, że się ziemia obraca, chociaż obrotu tego nikt nie czuje.

2. Obrót dzienny gwiazd.

Jak wspomnieliśmy już wyżej, każdemu wiadomo, że słońce w ciągu dnia po niebie posuwa się; bo naprawdę, ślepym chyba musiałby być człowiek, któryby tego nie dostrzegł. W mieście jednak domy zasłaniają nam widok, a ktoby chciał bieg słońca dobrze rozpoznać, winien stanąć na polu ze wszech stron otwartem. Zanim jeszcze przededniem ukazuje się nam słońce, zaczyna się stopniowo od strony wschodniej rozwidniać błękit nieba, pomroki nocne nikną i wśród coraz większej jasności wynurza się, jakby z pod ziemi, bryła słoneczna, oblewając ziemię potokami światła. Zwolna wznosi się od poziomu, a w chwili, gdy jest najwyżej wzniesione, przypada właśnie południe. Wtedy przebyło już słońce połowę swej drogi dziennej i odtąd schodzi coraz niżej, aż wreszcie zagłębia się znów pod poziom, czyli zachodzi w stronie przeciwnej względem tej, po której weszło.

Skoro noc zalegnie ziemię, na niebie ukazują się gwiazdy, najpierw jaśniejsze, a potem, gdy ciemność nieba się powiększa,

coraz słabsze. Rozglądając przez pewien czas uważnie te światła na niebie, poznajemy, że gwiazdy, podobnie, jak słońce, nie pozostają nieruchome, ale posuwają się także na niebie od wschodu do zachodu. W chwili, gdy noc zapada, jedne gwiazdy są już wysoko na niebie, bo weszły jeszcze za dnia, gdy z powodu blasku słońca widzieć ich nie mogliśmy, dostrzegamy więc tylko, jak się zniżają, schodzą do poziomu i zwolna zachodzą. Ale znow od strony przeciwnej wschodzą inne gwiazdy i wznoszą się coraz wyżej na niebie; zanim jednak przebiegną całą drogę i zajądą, poczyną się dzień, niebo się rozjaśnia i gwiazdy nam gasną. Można też widzieć, jedne gwiazdy przebiegają na niebie drogi niewielkie tylko i zachodzą wkrótce po swym wschodzie, inne odbywają drogi rozleglejsze, a są i takie gwiazdy, które nie wschodzą, ani zachodzą, bo cała ich droga przypada nad ziemią czyli nad poziomem.

Opowiedziałem tu, co każdy może wiedzieć, byleby noc była pogodna, a dobrze będzie to rozumiał dopiero wtedy, gdy nie będzie się lenił i sam zechce na niebo uważnie popatrzeć. Kto spostrzeżenia takie prowadzić będzie noc po nocy, przez pewien przeciąg czasu, to nauczy się łatwo rozróżniać gwiazdy jaśniejsze i zapamięta, jak są one rozłożone i jakie tworzą figury. Kto tedy już tak dobrze pozna gwiazdy, to będzie mógł przekonać się też, że choć wszystkie przesuwają się po niebie, to jednak względem siebie pozostają zawsze w jednakich oddaleniach, a figury, jakie one na niebie oznaczają, nigdy się nie zmieniają.

Muszę wszakże zaraz dodać, że są takie jeszcze gwiazdy, które są jakby włóczęgami po niebie, bo nie zostają na jednym miejscu, ale się między innemi gwiazdami przesuwają; gwiazdy te nazywają się planetami, ale o nich mówić teraz nie będziemy, boć wszystkiego naraz powiedzieć nie można. Gwiazd jednak takich jest niewiele, wszystkich zaś gwiazd na niebie są tysiące; a kto ma dobrą lornetę, albo lepiej jeszcze lunetę, przez jaką uczeni patrzą na niebo, to może ich zobaczyć daleko więcej; wszystkie zaś te tysiące, a nawet miliony gwiazd, które można widzieć przez szkła, posuwają się zawsze po jednakich drogach.

3. Obrót kuli niebieskiej.

To wszystko, co mówiliśmy tu o gwiazdach, poznali już ludzie bardzo dawno, gdy nawet nie umieli jeszcze uprawiać roli, ale prowadzili życie koczownicze, co znaczy, że z bytłem swoim przenosili się ciągle z miejsca na miejsce. Nie było wtedy jeszcze dróg ani drogowskazów żadnych, w ciągłych zatem wędrówkach swoich koczownicy z gwiazd tylko poznawać mogli, w którą stronę iść im wypada, aby na dawne wrócić siedlisko; musieli zatem uważnie rozglądać się po niebie gwiazdżystem i poznali też dobrze, jak gwiazdy się przesuwają, jak wschodzą i jak zachodzą.

Otóż, ci dawni ludzie słusznie sobie powiedzieli, że skoro te wszystkie gwiazdy tak zgodnie po niebie chodzą, to chyba nie każda z osobna się przesuwa, ale że to całe niebo naokoło ziemi się obraca. Zdaje się nam bowiem, że nad ziemią naszą wznosi się jakby sklepienie niebieskie, jakby kopuła kryształowa, na której osadzone są gwiazdy. Zdaje się nam także, gdy stanimy na rozległym polu, że sklepienie to niebieskie wspiera się jakby na ziemi. Ale, chociaż jak najdalej pojedziemy, nigdy do tych końców dojechać nie możemy; poznajemy więc, że to sklepienie nigdzie się z ziemią nie styka i tworzy jakby kulę, która ziemię dokoła otacza. Wydaje się nam, jakby słońce i księżyc i gwiazdy były na kuli tej osadzone, czyli do niej przybite; a że każda gwiazda przebiega drogę od wschodu do zachodu, wniesiono więc stąd, że to kula niebieska w ciągu doby, czyli 24 godzin obraca się około ziemi.

Dzieje się to tak samo, jakbyśmy na jabłku, albo na dyni nabili błyszczących świeczków i kulę tę obracali;—wtedy każdy świeczek obiegać będzie w kółko. A gdybyśmy komu pokazywali to w pokoju, bardzo słabo oświetlonym, to możeby on dyni wcale nie widział i wydawałoby mu się, że to każdy błyszczący świeczek oddzielnie się przesuwa, gdy tymczasem to obraca się kula, na której świeczki są osadzone.

Dlatego za dawnych już bardzo czasów wyobrażali sobie ludzie, że naokoło ziemi rozciągnięta jest kula niebieska, która się wciąż obraca tak, że jeden obrót trwa dobę, czyli 24 godziny.

W ten sposób wytłómaczyli sobie jasno, skąd to gwiazdy tak zgodnie przebiegają, że każda kończy drogę około ziemi w ciągu doby. Gwiazdy rozrzucone są po całym niebie, za dnia jednak ich nie widzimy, bo gasną w blasku słonecznym; ale skoro, wskutek obrotu kuli niebieskiej, słońce zajdzie, czyli obniży się pod nasz poziom, natychmiast występują gwiazdy.

4. Bieguny świata.

Kiedyśmy sobie już wyjaśnili, że ruch gwiazd pochodzi od obrotu kuli niebieskiej, będziemy mogli ruch ten łatwiej zrozumieć, jeżeli dokładniej przyjrzymy się naszej dyni z nabitymi świeczkami. Najpierw, aby dynia ta dała się w koło obracać, trzeba przez nią przebić jaki pręt albo drut, tak jak koło u wozu osadzone jest na osi. Gdy dynia obraca się, oś pozostaje wciąż nieruchomą, a tylko świeczki na dyni dokoła się toczą. Na całej powierzchni dyni dwa tylko miejsca czyli dwa punkty zachowują położenie niezmiennie, a to te właśnie, w których drut czyli oś dynię przebija. Punkty takie zwykliśmy nazywać biegunami obracającej się czyli wirującej kuli. Różne świeczki na dyni przebiegają koło niej jednakowej wielkości. Świeczki osadzone w pobliżu biegunów obiegają kółka małe; im więcej od biegunów oddalamy się, tem większe stają się te drogi kołowe, a największe koło opisują świeczki przypadające w jednakowej odległości od obu biegunów. Największe to koło nazywać będziemy równikiem kuli.

To zatem, cośmy widzieli na dyni, dzieć się powinno i z każdą inną wirującą kulą, a zatem i z kulą niebieską. Każdy jednak zapyta odrazu, jakżeż to kula niebieska może obracać się, kiedy nie jest osadzona na osi, boć nie widzimy żadnego pręta, któryby przez nią przechodził? To prawda: żadna taka oś z żelaza albo z innego metalu przez niebo nie przechodzi, ale kto cierpliwie i uważnie będzie szukał, to i oś niebieską wynajdzie; alboż to zresztą nie znamy kul, które się obracają koło swej osi, chociaż oś ta nie istnieje naprawdę, jak to się dzieje z bakiem, który się na nóżce swej kręci w kółko; każdy rozumie, że bąk obraca się koło swej osi, a przecież nie jest on osadzony na żadnym drucie, albo na innym pręcie.

W taki to sposób i kula niebieska obraca się około osi, chociaż osi tej wyraźnie nie widzimy. Tak samo więc jak w naszej dyni, oś ta przechodzić musi i przez kulę niebieską w dwu punktach, które także biegunami nazywać będziemy; ażeby więc odszukać położenie tej osi, musimy znaleźć na niebie dwa bieguny. Całej kuli niebieskiej wszakże nie widzimy, ale tylko jej połowę, która się nad ziemią czyli raczej nad poziomem naszym wznosi; jeden więc też tylko biegun może być dla nas widzialny. Jak go odszukać?

Wiemy już, że na każdej wirującej kuli biegun jest nieruchomy, a punkty blisko niego położone przebiegają koło niewielkie; trzeba nam tedy zwrócić wzrok na tę okolicę nieba, gdzie gwiazdy obiegają koło najmniejsze. Kto więc zechce uważnie popatrzeć na niebo, dostrzeże w tej stronie wspaniały gwiazdozbiór, zwany Wozem wielkim, dlatego że składa się z siedmiu jasnych gwiazd, z których cztery przedstawiają jakby koła wozu, a trzy pozostałe jakby dyszel. Inaczej nazywają także te gwiazdy Niedźwiedzicą wielką, a wtedy cztery gwiazdy w czworokąt ułożone są to niby łapy niedźwiedzicy, a trzy inne stanowią jej ogon.

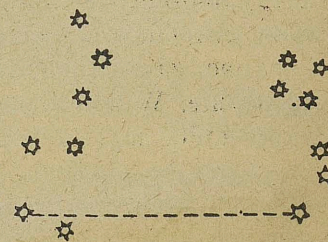


Fig. 1.

Otóż skoro już poznamy ten Wół wielki, który tu na rysunku (fig. 1) widzimy, łatwo znajdziemy i biegun na niebie; trzeba tylko w myśli przeprowadzić linię prostą przez dwie gwiazdy, oznaczające tylne koła wozu i linię tę pięciokrotnie przedłużyć dalej. Wtedy natrafimy na dosyć jasną gwiazdę, która wraz z sześciu sąsiedziemi tworzy gwiazdozbiór zupełnie podobny do poprzedniego, ale od niego mniejszy i mniej jasny, zwany Wozem małym albo Niedźwiedzicą małą. Owa gwiazda, na którą natrafiła linia przez nas prowadzona, jest ostatnią w ogonie tej Niedźwiedzicy, a przyglądając się jej przez czas pewien, dostrzeżemy łatwo, że wszelkie inne gwiazdy tego gwiazdozbioru około niej się obracają, jak to wskazuje strzałka na rycinie oznaczona. Tak samo przesuwają się i gwiazdy Niedźwiedzicy wielkiej i wszelkie inne gwiazdy nieba; ale każda przebiega drogę tem rozleglejszą im więcej oddaloną jest od Niedźwiedzicy małej, albo ra-

czej od ostatniej gwiazdy jej ogona. Według tego zatem, cośmy wyżej mówili i czemu przyjrzelśmy się na obracającej się dyni, gwiazda ta przypada na biegunie niebieskim, i nazywa się stąd biegunową albo polarną, bo polus po łacinie znaczy biegun.

Astronomowie przy pomocy swych narzędzi dokładniej mogą obserwować niebo, aniżeli człowiek, który patrzy gołym i nieuzbrojonym okiem; poznali więc, że i ta gwiazda napozór, nieruchoma, w samej rzeczy obiega kółko, choć bardzo niewielkie. Wnosimy stąd łatwo, że i ona nie mieści się na samym biegunie niebieskim, ale bardzo blisko, oddalona jest bowiem od niego zaledwie o podwójną szerokość księżycy.

Okolica świata, w której przypada biegun przez nas odkryty, nazywa się północną, dlatego i biegun ten północnym nazywamy; niewidziany dla nas biegun na drugiej półkuli nazywa się południowym. Skoro wiemy, gdzie na niebie przypada biegun północny, możemy łatwo oznaczyć położenie stron świata. Gdy bowiem zwrócimy się ku gwiazdzie biegunowej, mamy przed sobą północ, za sobą południe, wschód po prawej, a zachód po lewej stronie. W taki to sposób, za czasów bardzo dawnych, jak już wspomnieliśmy, ludy koczujące według gwiazd kierowały się w swych wędrówkach. Podobnie służyły gwiazdy i żeglarzom na morzach; nie był to jednak sposób zupełnie bezpieczny, bo gdy noc była pochmurna, żeglarze nie mogli już poznać, w którą płynąć mają stronę. Dlatego dziś używają oni igielki magnesowej; poznali bowiem, że gdy magnes jest swobodnie zawieszony, jednym swym końcem zwraca się ku północy. Przy pomocy więc igielki magnesowej żeglarze o każdej porze dnia lub nocy wiedzieć mogą, gdzie przypada północ, a stąd poznają już i inne części świata.

5. Oś świata. Równik i południk.

Szło nam jednak o to, aby oznaczyć, jakie położenie ma oś, około której niebo się obraca. Wiemy już, że oś jest to linia prosta, idąca wewnątrz kuli od jednego do drugiego bieguna. My znać możemy jeden tylko biegun, zaś drugi jest dla nas zupełnie niewidzialny; aby więc sobie poradzić, spojrźmy znowu na naszą dynię. Drut, około którego się obraca, idąc od jednego

do drugiego bieguna, przechodzi i przez sam środek dyni; oś zatem niebieska także przez środek kuli niebieskiej przechodzić musi, ale znowu pytanie, gdzie mieści się ten środek całej kuli niebieskiej i całego świata?

Otóż, jeżeli kto stanie na otwartym polu, to mu się zdaje, że jest w samym środku całej przestrzeni niebieskiej, która się nad nim rozlega; a jeżeli pojedziemy choćby najdalej, gdziekolwiek się na ziemi znajdziemy, zawsze będziemy mogli utrzymać, że znajdujemy się również w takim samym środku. Każdemu w ogólności człowiekowi, gdziekolwiekby był, wydaje się zawsze, jakoby to on właśnie był w środku świata i jakby dokoła niego niebo się roztaczało. Pochodzi to stąd, że chociaż ziemia jest bardzo wielką, to w porównaniu z tem, jak daleko od nas gwiazdy się znajdują, jest ona bryłeczką nadzwyczaj drobną, jakby ziarnkiem grochu, albo i pyłkiem piasku w ogromnej przestrzeni.

Środek kuli więc niebieskiej, wśród całego świata jest ziemia, jakby ziarnko grochu w pośrodku wielkiej izby zawieszone. Niechżeż po grochu chodzi jaki drobniutki robaczek, toć zawsze będzie jakby w środku tej izby. A człowiek na ziemi jest właśnie takim drobnym robaczkiem na ziarnku grochu; gdziekolwiek pójdzie i gdziekolwiek się obróci, zawsze zdawać mu się będzie, że mieści się w środku tej olbrzymiej izby, jaką jest dla niego kula niebieska. A że oś niebieska przez środek tej kuli niebieskiej przechodzić musi, trzeba sobie tylko wyobrazić czyli poprowadzić w myśli linię od bieguna do naszego oka, a będziemy mieli oś niebieską. Każdy więc może w ten sposób poznać łatwo, jakie ma położenie oś niebieska, choć jej oko nasze nie widzi. Ale od tego człowiek ma rozum, by się zastanawiał nad tem, co go otacza; rozum pomaga nam dostrzedz to, czego oko nie dojrzy.

Skoro w ten sposób zapoznamy się z położeniem osi niebieskiej, będziemy też mogli łatwiej rozważać bieg gwiazd około tej osi. Gwiazdy bliskie bieguna obiegają tylko niewielkie koła, a im gwiazda od bieguna znajduje się dalej, tem większe koło w ciągu doby przebieść winna, zupełnie jak świeczki na naszej dyni. Największe koło na dyni, jak widzieliśmy wyżej, przebiegają świeczki jednakowo od obu biegunów oddalone, i koło to

nazwaliśmy równikiem. Tak samo wykryć możemy i równik na kuli niebieskiej, trzeba tylko głowę od bieguna odwrócić o ćwierć koła. Gwiazdy w tej okolicy na niebie położone przebiegają koło największe, a koło to jest właśnie równikiem niebieskim. Dzieli on całe niebo na dwie półkule, na północną i południową. Równik ten wznosi się u nas dosyć wysoko nad ziemię czyli nad poziom; chociaż więc mieszkamy na półkuli ziemi północnej, widzimy jeszcze dosyć znaczną część półkuli południowej nieba.

To, co mówimy, każdy pozna łatwo i zrozumie dobrze, jeżeli nie poprzestanie na odczytaniu, ale zechce kilka godzin poświęcić i po gwiazdzistym niebie uważnie się rozejrzeć. Wspomnieć nam jednak wypada jeszcze o jednej linii niebieskiej. Jeżeli wzniesiemy głowę w górę, tak byśmy widzieć mogli tuż nad nami przypadającą okolicę nieba, to punkt kuli niebieskiej, najwyżej nad głową naszą wzniesiony, nazywa się zenitem albo punktem wierzchołkowym. Otóż wyobraźmy sobie znów koło idące na niebie przez biegun i ten zenit, to koło to podzieli nam niebo na część wschodnią i zachodnią; nazywa się ono południkiem, gdyż idzie w kierunku z północy na południe. Stąd każdy zrozumie, albo, gdy zechce zobaczy, że każda gwiazda w drodze swej od wschodu na zachód przez ten południk przechodzić musi, w chwili zaś, gdy ona jest na południku, odbyła właśnie połowę swej drogi nad ziemią, czyli nad poziomem i jest wtedy najwyżej nad poziomem wzniesioną. Południk zatem dzieli na połowy czas, jaki upływa od wschodu do zachodu gwiazdy. Dopóki w dziennym swym biegu gwiazda nie doszła jeszcze do południka, wznosi się coraz wyżej; skoro zaś przez południk przejdzie, zaczyna się zniżać i znów coraz bardziej do poziomu się zbliża.

To, cośmy mówili o gwiazdach, tyczy się oczywiście i słońca, które, jak każda inna gwiazda, również przebiega drogę swą od wschodu na zachód. I słońce zatem, gdy przechodzi przez południk, posiada największą wysokość, czyli najwięcej jest nad poziom nasz wzniesione. Gdy słońce jest na południku, przebiegło połowę swej drogi dziennej, jestto więc chwila południa prawdziwego, a wieśniak po słońcu porę dnia i godzinę dobrze poznaje.

6. Obrót ziemi naokoło osi.

Aż dotąd opisywaliśmy jedynie obrót dzienny ciał niebieskich, tak jak się przedstawiał już dawniejszym ludziom i jak się nam dotąd przedstawia. Idziemy za wrażeniem oka naszego, a widząc, że gwiazdy tak jednostajnie posuwają się po niebie wnosimy, że to całe sklepienie naokoło nas się obraca, a gwiazdy są do sklepienia przytwierdzone.

Nie zawsze jest wszakże prawdą, co nam oczy mówią. Lubimy często mówić—na własne to oczy widziałem,—i zdaje się nam, że to jest już najpewniejszy dowód prawdy. Ale zastanówmy się, czy to oko nasze nie ulega często złudzeniom, czy można mu zawsze wierzyć zupełnie i bez ogródki? Ot, weźmy choćby zwierciadło,—czyż nie łudzi nas ono, że poza niem są ludzie i inne przedmioty, których przecież tam wcale niema? A człowiek, który nigdy o zwierciadle nie słyszał, jak dziki z krajów dalekich, gdyby się w niem przejrzał, gotów się zaklinać, że sobowtóra swego ujrzał, i nie będzie go zapewne można przekonać, że się mylił i ulegał tylko złudzeniu.

Otóż, nasunąć się może pytanie, czy i tu także nie ulegamy złudzeniu i omyłce. Bo może cały ten ruch gwiazd i sklepienia niebieskiego jest pozornym tylko i ułudnym, a złudzenie pochodzi ztąd, że to ziemia nasza obraca się?

Niejednemu zapewne wyda się to bardzo dziwaczne, że mówimy o obrocie ziemi. Przecież na ziemi tej żyjemy, mieszkamy, a żadnego jej ruchu, jak żywo, nie czujemy, ani nic podobnego nie widzimy. Gdy się jednak lepiej zastanowimy, poznamy łatwo, że i tu zmysły nasze mogą mylić się i zwodzą nas. Przypomnijmy sobie tylko, co się dzieje, gdy się zamyślimy, zapomniamy, że jedziemy, że jesteśmy w ruchu, a wtedy wydaje się nam zupełnie, że to drzewa i góry i chaty biegną w stronę przeciwną, a że my wcale nie poruszamy się.

Tak samo zupełnie żeglarzowi, który od lądu odbija, zdaje się, że to góry i miasta od niego odstępują, a on sam, wraz ze wszystkim, co się znajduje na okręcie, zostaje w spoczynku.

Jeżeli więc podróżnik na pociągu lub na okręcie zapominać może o własnym ruchu, tak dalece, że zgoła nie czuje go, nie

możemy tembardziej dziwić się, że nie czujemy wcale ruchu ziemi. Jesteśmy jak człowiek, któryby się urodził i całe życie przepędził w wagonie kolei żelaznej. Człowiek taki nie miałby żadnego pojęcia o własnym swym ruchu, zdawałoby mu się, że on sam pozostaje zawsze na jednym miejscu, a wszystko dokoła niego jedzie; trzeba go dopiero przekonywać, że w samej rzeczy on to pozostaje w ruchu, a ruch przedmiotów zewnętrznych jest tylko pozornym, jest tylko jakby odbiciem jego własnego ruchu.

Gdy tak zastanowimy się, każdy chyba zgodzi się na to, że i z mieszkańcami ziemi tak samo dziać się może, jak z owym podróżnikiem, który przepędziłby całe życie na bezustannie biegnącym pociągu. Być więc może, że to ziemia nasza w bezustannym pozostaje ruchu, a ruch sklepienia niebieskiego jest pozorny tylko, jest tylko złudzeniem, odzwierciedleniem własnego naszego ruchu.

Gdy jedziemy koleją żelazną do Piotrkowa, do Częstochowy lub do Krakowa, to pozorny ruch otaczających przedmiotów odbywa się w stronę przeciwną, zdaje się nam, że chaty i drzewa jadą do Warszawy. Ponieważ więc obrót nieba odbywa się od wschodu ku zachodowi, to, jeżeli zgodzimy się na obrót ziemi, przypuścić musimy, że ziemia obraca się w stronę przeciwną, to jest od zachodu ku wschodowi.

Sądził dawniej ludzie, że ziemia jest płaska, ale dzisiaj nikt nie wątpi, że ma ona postać kuli, którą można dokoła objechać. Jeżeli więc ta kula ziemiska obraca się, to obrót ten dokonują się musi również dokoła osi; a że ruch byłby tylko odzwierciedleniem ruchu ziemi, przeto ziemia obraca się od zachodu do wschodu w ciągu doby. Oś ziemiska jest częścią osi niebieskiej, a tam, gdzie ta oś spotyka powierzchnię ziemi mamy bieguny ziemskie. Bieguny ziemskie są więc również nieruchome; miejsca położone blisko bieguna obiegają koła niewielkie, a największe koło do przebieżenia mają miejsca znajdujące się na równiku.

Mówimy, że słońce i gwiazdy wschodzą i zachodzą, ale to znaczy tylko, że tak się nam te objawy przedstawiają, jakoby słońce i gwiazdy wysuwały się nad ziemię, czyli nad nasz poziom. Jeżeli to ziemia obraca się, to my kolejno zwracamy się do

słońca lub do innej gwiazdy, albo też od nich odwracamy, a ulegamy tylko złudzeniu, że to te ciała niebieskie z pod ziemi wynurzają się lub pod ziemię się kryją, tak jakby naprawdę wschodziły i zachodziły.

7. Co przemawia za obrotem ziemi.

Po tych wszystkich wyjaśnieniach i rozumowaniach, każdy zapewne na to się zgodzi, że wschód i zachód gwiazd w dwojaki sposób tłómaczyć sobie możemy. Ruch bowiem gwiazd na niebie pochodzić może bądź stąd, że to kula niebieska obraca się od wschodu na zachód, albo też stąd, że to ziemia nasza obraca się w stronę przeciwną, od zachodu ku wschodowi. Zapytać się więc należy, w co łatwiej przyjdzie nam uwierzyć, czyli co jest prawdopodobniejsze? to zatem rozważyć nam teraz trzeba.

Otóż, już bardzo dawno pojmowali ludzie, że wymiary nieba w porównaniu z ziemią są niezmiernie wielkie. Dziwniejszem byłoby zatem, gdyby taki ogrom nieba miał obrót swój kończyć w 24 godziny, a nie mała odrobina, jaką jest nasza ziemia. Wiemy już także, że jeżeli to ziemia obraca się dokoła swej osi, to punkty położone na równiku biegną z największą szybkością, bo w ciągu doby mają największą drogę do objechania. Równik ziemski ma niespełna 6000 mil długości, taką więc drogę każdy jego punkt przebież musi w ciągu doby, co na sekundę czyni pół wiorsty. Pół wiorsty przebież na sekundę, to zapewne nielada szybkość, ale znowu nie jest to nic tak nadzwyczajnego, bo kula wystrzelona z armaty przez sekundę także podobną przestrzeń przebiega, czyli z podobną porusza się prędkością. Taką zatem szybkość łatwo pojąć możemy i nie będziemy się jej dziwić; gdybyśmy zaś chcieli koniecznie twierdzić, że to się niebo całe obraca, to każda gwiazda miałaby do przebieżenia olbrzymią drogę w ciągu każdej doby i musiałaby biec z niezmierną, niepojętą szybkością. Widzimy więc, że już dla samej tej szybkości łatwiej nam zgodzić się na to, że ziemia, aniżeli że niebo się obraca.

Ale jest inna, jeszcze ważniejsza okoliczność.

Mówiliśmy dotąd ciągle o sklepieniu niebieskiem, o kuli niebieskiej, tak jakby nad nami, nad całą ziemią naszą rozciągał

się kryształowy błękitny namiot. Tak w istocie długo sądzili ludzie i tak się nam zawsze wydaje. Poznano jednak, że i całe to sklepienie jest złudzeniem tylko i że ono zgoła nie istnieje. Dokoła nas rozciąga się zewsząd przestrzeń nieograniczona, niczem niezamknięta, a piękna barwa błękitna, która nas zachwyca, jest tylko barwą powietrza, które ziemię otacza i sięga może na dziesięć mil, albo nieco więcej.

Może znów nie każdy zechce odrazu uwierzyć, że powietrze ma barwę błękitną, bo wiemy przecież, że nie ma ono żadnego koloru. Jeżeli przez szkło niebieskie patrzymy na białą ścianę, ściana ta wydaje się niebieską; ale między tą ścianą a naszym okiem zawsze znajduje się powietrze, gdyby więc było niebieskiem, ściana zawsze powinna się nam niebieską wydawać. Łatwo to jednak sobie wytłumaczyć. Szybka szklana w oknie wydaje się nam zupełnie bezbarwną, ale gdy szklarz nałoży warstwę kilku lub kilkunastu szyb, dostrzegamy, że szkło ma barwę zielonawą. Wnosimy stąd, że w cienkiej szybie zauważyć się nie daje, występuje zaś wyraźnie, skoro warstwa szkła jest dosyć grubą.

Tak samo dzieje się i z powietrzem, które ma barwę słabo błękitną; w cienkiej warstwie, jaka się mieści między okiem naszym a ścianą, kolor ten jeszcze się nie ukazuje. Kto wszakże w podróży zbliża się ku górą, dostrzega je zdaleka, jakby powleczone barwą błękitną, czego nie widzimy zgoła, gdy się znajdujemy bardzo blisko nich. Otóż, ta barwa błękitna jest właśnie barwą powietrza, która występuje dopiero, gdy mamy przed sobą bardzo grubą warstwę powietrza, sięgającą aż do odległych gór.

Tak samo zupełnie i błękit nieba jest także tylko barwą powietrza. Gdyby powietrza nie było, widzielibyśmy tylko przestrzeń ciemną, tak jak w nocy, gdy powietrze nie jest przez słońce oświecone. Ludzie wznosili się już nieraz balonem na milę w górę, a nawet nieco wyżej; w wysokości takiej powietrze jest już bardzo rozrzedzone; błękitna jego barwa słabnie, przestrzeń wydaje się czarną, a pozorne sklepienie niebieskie niknie zupełnie.

Gwiazdy więc nie są osadzone na jednej kuli, na jednym firmamencie, ale są rozrzucone, jedne bliżej, inne dalej. Astronomowie umieją nawet mierzyć odległości ciał niebieskich i po-

znali, że do księżyca jest 50 tysięcy mil, do słońca 20 milionów, a do gwiazd całe tryliony i więcej mil. Gdyby jaki cudowny inżynier poprowadził kolej aż na księżyc, tobyśmy tam dojechali może w rok niespełna, ale do słońca trzeba by jechać tak coś ze 400 lat, a do najbliższej gwiazdy stałej pociąg, z największą nawet szybkością pędzący, nie dojechałby i za milion lat!

Widzieliśmy, jakby już trudno było pojąć obrót nieba, choćby wszystkie gwiazdy osadzone były na jednej kuli, a cóż dopiero, gdy są one rozrzucone w przestrzeni i każda w innej odległości? Z jaką to szaloną prędkością biedzby musiała każda gwiazda, aby olbrzymią swą drogę w ciągu jednej doby przebiegła? Księżyc musiałby w ciągu godziny ujechać przeszło dziesięć tysięcy, a słońce przeszło cztery miliony mil, aby się nie spóźnić i we właściwym czasie wzejść mogło. A cóż dopiero powiemy o gwiazdach,—na samą myśl tak niepojętej szybkości, aż w głowie się kręci. Wszystko zaś musiałoby być tak misternie ułożone i uporządkowane, że gwiazda, która jest dwa, trzy, cztery razy dalej od ziemi, musiałaby też biedz dwa, trzy, cztery razy prędzej.

Pamiętać przytem należy, że w obec tych wszystkich brył niebieskich ziemia nasza jest tylko drobiazgiem nieznacznym. Gdyby bryła słoneczna była workiem, to pomieściłby się w nim mogło blisko półtora miliona takich pigułek, jak ziemia; a gdyby potężny jakiś olbrzym, choć co minuta, jedną taką kulę do owego worka wrzucał, to miałby roboty na dwa z górą lata. A te wszystkie gwiazdy, co na niebie błyszczą, to także są słońca, do naszego podobne; z powodu olbrzymiej swej odległości wydają się punkcikami zaledwie, ale są tam i słońca o wiele jeszcze większe od naszego. Zapewne też i koło nich znajdują się ziemie takie, jak nasza, ale drobiazgów takich żaden już astronom przez najpotężniejsze nawet szkła nie dojrzy; a jeżeli tam mieszkają jacy ludzie, to nasze słońce jest dla nich także tylko małą gwiazdką, ale naszej ziemi to już wcale nie widzą, ani o niej nic nie wiedzą.

Cały więc ten olbrzymi, niezmierny świat, złożony z milionów olbrzymich słońc, miałby być do naszej ziemi zastosowany i wszystkie te bryły miałyby w szalonym pędzie dokoła naszej drobnej, nieznaczej ziemi wirować?

Niechże tedy każdy spokojnie rozważy i powie, co jest bardziej prawdopodobne, na co łatwo zgodzić się możemy: czy na to, że całe niebo, czyli raczej cały wszechświat obraca się koło naszej ziemi,—czy też na to, że ziemia nasza w ciągu doby obraca się koło swej osi. Dziwnem to, co prawda, wydaje się, iżby ziemia miała kręcić się, kiedy tego ruchu wcale nie czujemy; ale, naprawdę, po zastanowieniu widzieliśmy, że w tem niema nic dziwnego. Dziwaczem zaś byłoby zaiste, gdyby to cały świat miał się koło naszej ziemi wciąż kręcić; wtedy dopiero byłyby trudności, których pojąć i zrozumieć nie zdołalibyśmy wcale. A tych wszystkich trudności nie ma już zgoła, skoro zgodzimy się, że to ziemia obraca się koło osi;—wschód i zachód gwiazd, obrót dzienny nieba—wszystko to odrazu staje się dla nas jasnem i zrozumiałem.

Dlatego to już bardzo dawno, bo przed dwoma tysiącami lat byli mędrcy, którzy domyślali się tego ruchu ziemi, ale nie umieli tego jasno wyłożyć i ludzie na dowodzenia ich uwagi nie zwracali. Dopiero Mikołaj Kopernik, zastanawiając się nad biegiem ciał niebieskich, zrozumiał, że to ziemia obraca się i opowiedział to w książce, która została wydrukowaną w r. 1543, to jest w tymże samym roku, w którym Kopernik umarł. Z początku śmiano się i szydzono z nauki Kopernika, a uczeni nawet uważali, że kto mówi o obrocie ziemi, postępuje niedorzecznie i bezbożnie; zwolna jednak, gdy ludzie nad tą książką głębiej zastanowili się i lepiej ją zrozumieli, przyznali jej słuszność; a teraz to chyba już wstyd zupełny nie wiedzieć i nie rozumieć, że ziemia naokoło swej osi obraca się.

8. Dowód obrotu ziemi.

Słusznie jednak mówią, że człowiek nie uwierzy, aż przymierzy;—dlatego też każdy chciałby się jeszcze dowodnie o obrocie ziemi przekonać. Otóż, kto aż do tego miejsca cierpliwie i uważnie czytał, niech jeszcze chwilę również cierpliwie i uważnie posłucha, a pozna, w jaki to sposób stwierdzono dowodnie i niewątpliwie, że ziemia rzeczywiście obraca się koło swej osi.

Jak już wiemy, ludzie, nawet uczeni, nie odrazu nauce Kopernika uwierzyli; wydawało się im bowiem bardzo dzi-

waczem, aby ziemia miała bezustannie kręcić się wkoło i jeden przez drugiego starał się okazać, że nauka Kopernika jest fałszywa i błędna.

Otóż, jeden z uczonych, którzy wówczas żyli, dowodził w taki sposób:

Zanieśmy kamień na wysoką wieżę, a potem go z wieży tej strąćmy. Jeżeli ziemia naprawdę obraca się od wschodu do zachodu, to kamień ten, zrzucony z wierzchołka wieży, winien spaść względem niej na zachód; przez czas bowiem gdy kamień spada, wieża wskutek obrotu ziemi posuwa się ku wschodowi. Tymczasem wiadomo każdemu, że kamień pada u stóp wieży, a zatem widocznie ziemia się nie obraca.

Kopernik już wtedy nie żył, a jego stronnicy nie umieli uczonemu temu nic na to odpowiedzieć; nie rozumiano bowiem jeszcze pewnej prawdy, która dziś jest dla nas zupełnie jasną i o której należy nam tu kilka słów powiedzieć.

Idzie tu po prostu o to, że gdy jakikolwiek przedmiot jest w ruchu, to usiłuje on ruch ten i nadal zachować, jakby się starał w ruchu tym pozostać. Każdy mógł to dostrzedz na sobie samym, gdy jechał koleją, albo choćby wozem; jeżeli bowiem w szybkim biegu wóz nagle zatrzyma się, to zawsze pochylamy się naprzód. Skąd to pochodzi? Oto, dopóki wóz się toczył, to i my z nim razem pozostawaliśmy w ruchu; gdy zaś wóz stanął, zatrzymały się i nogi nasze, ale głowa i górna część ciała pozostają w ruchu i posuwają się dalej, a stąd pochylamy się naprzód i moglibyśmy nawet upaść, gdybyśmy nie zachowali przytomności. Stąd to też pochodzą tak częste wypadki przy wyskakiwaniu z jadącego powozu. Przecież wysokość, z jakiej skaczemy, jest wcale nieznaczna, a gdy powóz stoi, nikt się przy takim skoku na szwank nie narazi. Gdy jednak kto wyskakuje z wozu będącego w ruchu, to ruch ten i przy skoku zachowuje, gdy więc chce wyskoczyć na bok, ruch ten unosi go naprzód i często obala. Im powóz toczy się prędzej, tem skok jest niebezpieczniejszy, bo człowieka wyskakującego unosi wtedy ruch szybszy i gwałtowniej ciska o ziemię.

Jeżeliśmy zrozumieli takie zachowanie ruchu, to potrafimy łatwo już wytłumaczyć, dla czego kamień spadający z wieży nie odchyła się ku zachodowi. Dopóki bowiem znajdował się na



szczycie wieży, biegł wraz z nią ku wschodowi, a według tego, cośmy mówili, prędkość tę zatrzymuje i w czasie, kiedy spada. Chociaż zatem biegnie ku dołowi, posuwa się zarazem z wieżą na wschód i pada u jej stóp.

Nad całą wszakże tą rzeczą jeszcześmy się nie zastanawiali dostatecznie. Wieża przecież, którą na rysunku przedstawia

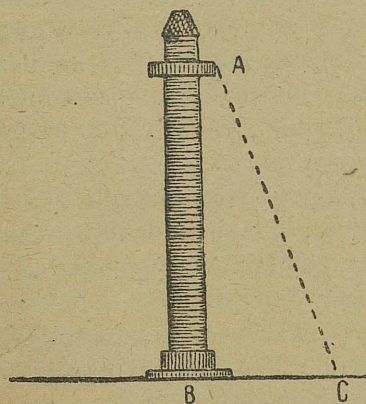


Fig. 2.

linia *AB* (fig. 2), ma znaczną wysokość; szczyt jej zatem jest od osi ziemskiej bardziej oddalony, aniżeli jej podstawa, ma więc w ciągu doby większą drogę do przebieżenia i spieszyć się musi bardziej, by przez 24 godziny obiegł to większe koło. Kamień na szczycie wieży pozostający ulega temuż samemu ruchowi, posiada więc ku wschodowi szybkość większą, aniżeli podstawa wieży. Gdy spada, zachowuje też samą szybkość i, biegnąc na dół, posuwa się zarazem na wschód.

Podstawa wieży także posuwa się na wschód, ale wolniej; spadający zatem kamień wyprzedza ją i dosięga ziemi w miejscu *C*, wysuniętym dalej na wschód. Przeciwnicy zatem Kopernika twierdzili fałszywie, że jeżeli to ziemia obraca się, kamień spadać powinien na zachód.

Według tego zatem mamy sposobność przekonać się naocznie, czy ziemia naprawdę obraca się od zachodu ku wschodowi. Trzeba tylko wejść na wysoką wieżę, spuszczać z tamtąd kamienie, albo inne przedmioty, i uważać, czy rzeczywiście odchylają się one ku wschodowi.

Łatwiej to jednak powiedzieć, aniżeli wykonać. Choćby najwyższa bowiem wieża w porównaniu z ziemią jest bardzo drobna; a zatem szczyt jej przebiega drogę niewiele tylko większą, aniżeli podstawa; kamień więc niewiele tylko na wschód oddali się. Znaleźli się jednak ludzie uczeni, którzy robili te próby bardzo uważnie i ostrożnie i przekonali się, że kamień rzeczywiście ku wschodowi oddala się, co zatem daje dowód

rzetelny, że ziemia obraca się koło swej osi od zachodu ku wschodowi.

Francuzi wystawili w r. 1878 w Paryżu wieżę wysoką, jakiej dotąd nie było, prawie tak wielką, jak u nas Łysa Góra. Z tej wieży oczywiście kamień daleko więcej będzie odchylał się na wschód, tak że każdy, kto się temu przyjrzy, będzie już mógł przekonać się o obrocie ziemi.

Każdy przyzna, że dowód ten jest bardzo widoczny, a są i inne jeszcze dowody, bardziej nawet widoczne; mówić już jednak o nich nie będziemy; zajęłoby to bowiem dużo czasu, a jeżeli kto dotąd nie dał się przekonać, to darmo byłoby mu i do końca świata prawić. Są bowiem ludzie tak uparci, że jak sobie co w głowę wbiją, to im już żadnym klinem nie wybijesz. Kto więc jeszcze nie chce przyznać, że ziemia obraca się koło swej osi, to już go nikt nie przekona. A dłużej jeszcze mówić, byłoby to trud daremny.

BIEG ZIEMI NAOKOŁO SŁOŃCA.

9. Słońce.

Kto dotąd przeczytał i przekonał się, że ziemia obraca się około swej osi, to rozumie już dobrze, skąd pochodzi ciągła zmiana dnia i nocy. Czytelnik jednak uważny nie poprzestanie na tem zapewne i zapyta zaraz: A skąd to dzieje się, że dnie i noce nie są zawsze jednakie? W jednej porze dzień tak się dłuży, że nocy na przespanie mało, a w innej znów tak jest krótki, że gdybyś lampy nie palił, to i najpilniejszej roboty nie zdążyłbyś ukończyć. A i to przecież każdego zaciekawia, dla czego w jednej porze dnie są skwarne, a w innej zimno i przez kożuch do kości świdruje. Każdy też radby pewno wiedzieć, skąd to wiosna i lato, jesień i zima zawsze w statecznym porządku po sobie następują, a pola, łąki i niwy nasze naprzemian stroją się w zieleni i kwiecie, albo też ścinają się mrozem i jakby obumarłe pokrywają białym całunem?

Na różne te pytania postaramy się więc teraz wedle porządku odpowiedzieć.

Mówiliśmy dotąd o wszystkich gwiazdach, jak się one razem po sklepieniu niebieskiem pozornie przesuwają w ciągu każdej doby. Podobnie jak każda gwiazda, tak też i słońce wschodzi i zachodzi, ale teraz słońcem trzeba nam się bliżej zająć. Bo każdy pojmuje, że czyto dnie są dłuższe czy krótsze, czy są cieplejsze, czy zimniejsze, wszystko to od słońca tylko zależy. Słońce jest naszą gwiazdą dzienną, która nas obdarza ciepłem i światłem, a gdy ono wschodzi, człowiekowi zaraz raźniej na sercu; raduje się i zwierzę każde, a ptaki śpiewem słońce witają, bo słusznie poeta jeden dawny nazwał słońce okiem dnia jasnego. Drzewa

nawet i zioła bez słońca nie mogłyby rozwijać się, a słonecznik to aż się za niem wciąż ogląda. Gdy roślina jaka wzrasta w ciemności, w piwnicy dajmy, to będzie wiotka i słaba i nie zazieleni się nawet; a zboże bez słońca nie wydałoby wcale mąki. Zwierzęta i ludzie potrzebują do życia pokarmów roślinnych, a wszystkie te pokarmy tworzą się w ziołach i drzewach tylko przy blasku słonecznym; bez słońca zatem nie mielibyśmy ani chleba, ani mięsa i nie moglibyśmy żyć na ziemi.

Dla tego to za dawnych czasów różne narody oddawały słońcu cześć boską; a niedawno jeszcze cesarz chiński kazał synem słońca nazywać się. Juźci, kiedy tak chce, może się uważać za syna słońca i to mu się nawet słusznie należy, bo bez słońca nie mógłby żyć, ale i każdy inny człowiek może się z równym prawem synem słońca nazywać, bo słońce tak samo dobroczynne swe promienie zlewa na biednego chłopca, jak i na wielkiego pana. Niechże więc sam cesarz chiński mianuje się synem słońca, kiedy mu z tem dobrze, a my tymczasem wróćmy do swojej rzeczy i rozpatrzmy należycie, jak słońce codzienną swą drogę po niebie odbywa.

10. Wędrówka słońca po niebie.

Słońce wschodzi i zachodzi, jak każda inna gwiazda; ale gdy uważnie będziemy bieg jego rozglądać, to dostrzeżemy łatwo, że codziennie niejednakową drogę przebiega.

Każdy przecież widział, że w południe w zimie słońce wznosi się nad poziom tylko bardzo niewiele, a w mieście to nawet ledwie nad dachy wyjrzy i zaraz znów do zachodu zmierza. W zimie ma zatem słońce do przebycia nad ziemią, czyli nad poziomem niewielką tylko drogę, świeci nam niedługo i dzień jest krótki. Najwyższe położenie na niebie w południe zajmuje słońce w końcu grudnia, wtedy też dnie są najkrótsze. Ale zaraz w ciągu dni następnych widzimy, że słońce już wznosi się nieco wyżej, już dłuższą drogę przechodzi nad ziemią, czyli nad poziomem naszym, a stąd i dnie stają się dłuższe; na nowy rok, jak to mówią, przybywa dnia już na barani skok. Toż samo dzieje się i dalej; każdego dnia słońce coraz wyżej w południe się wzbija, coraz dłuższą drogę nad poziomem przebiega; dnia więc coraz

przybywa, a nocy ubywa, aż w końcu marca dzień i noc są już równej długości i trwają jednako po dwanaście godzin.

Od tej chwili dzień zaczyna przemagać i staje się dłuższym od nocy, a w końcu czerwca dnie są najdłuższe; wtedy w południe słońce stoi na niebie tak wysoko, że trzeba już głowę dobrze w górę zadrzeć, żeby na nie spojrzeć. Ale tu następuje przesilenie dnia z nocą; odtąd znów słońce codziennie podnosi się niżej na sklepieniu niebieskiem; codziennie ma mniejszą drogę do przebycia; dnie są coraz krótsze, aż w końcu września znów następuje porównanie dnia z nocą. Następnie jeszcze przez trzy miesiące słońce coraz bardziej się zniża, dnia coraz ubywa, aż w grudniu dnie stają się najkrótsze i tu znów następuje przesilenie, bo odtąd znów dzień bierze górę i staje się coraz dłuższym.

Wszystko to powtarza się w tym samym porządku każdego roku i wszyscy dobrze to wiemy; należy nam jednak zastanowić się nad tem dokładniej.

Wiemy, że każda gwiazda codziennie jednakową drogę po niebie przebiega, boć wschód i zachód gwiazd pochodzi właśnie stąd, że to obraca się pozornie cała kula niebieska, a każda gwiazda na niebie zawsze na swoim miejscu zostaje. Skoro zaś słońce wschodzi już to wcześniej już później, już wyżej już niżej wznosi się nad poziom, to z tego wniesć musimy, że nie zostaje ono zawsze na jednym miejscu, jak inne gwiazdy, ale że w ciągu roku po niebie wędruje.

Kto choćby trochę na niebo uważnie popatrzy, łatwo się o tej wędrówce słońca przekona. Pamiętamy przecież, że niebo całe dzieli się na część północną i na część południową, a koło wielkie, które część północną oddziela od południowej, nazywa się równikiem. Spójrzmy na słońce w zimie w końcu grudnia, a od razu poznamy, że jest na południowej półkuli nieba, dosyć nawet daleko od równika; gdy spojrzmy na nie znów po jakimś czasie, po miesiącu, po dwu miesiącach, zobaczymy, że się już bardziej do równika zbliżyło, a w końcu marca, na początku wiosny, znajduje się na samym równiku niebieskim. Wtedy przechodzi na stronę północną nieba i przez trzy miesiące posuwa się coraz dalej na północ, tak, że w końcu czerwca znów o dobry kawał odbiegło od równika, więcej, niż na czwartą część całego odstepu między równikiem a biegunem. Ale, doszedłszy

tak daleko, już więcej się na północ nie posuwa i zwraca stąd na południe, a po upływie trzech miesięcy, w końcu września, na początku jesieni, jest znowu na równiku i przechodzi na południową część nieba, posuwając się coraz dalej przez trzy miesiące, tak, że w końcu grudnia jest w takiej odległości od równika na południe, jak w końcu czerwca było na północ, a stąd znów ku równikowi zwraca.

11. Zwierzyniec niebieski.

Słońce więc nie zajmuje jednego miejsca na niebie, ale wędruje po niem ustawicznie i swoją drogę kończy w ciągu roku, przesuając się wciąż między gwiazdami z południowej półkuli na północną i znów z północnej na południową, a ponieważ jedną półkulę od drugiej oddziela równik niebieski, słońce więc dwa razy do roku przez równik przechodzi.

Gdyby słońce biegło po jakichś szynach, jak kolej żelazna, to oczywiście każdy, spojrzawszy na niebo, od razu by tę drogę dostrzegł; na niebie wszakże żaden taki trakt nie jest wytknięty, trzeba więc dłużej i uważniej bieg słońca śledzić, aby trakt czyli drogę słońca wśród gwiazd rozpoznać.

Gdyby nam szło o księżyc, łatwiej zrozumielibyśmy, jak się do tego zabrać. I księżyc również po niebie wędruje; jeżeli bowiem spojrzymy nań pewnej nocy i zapamiętamy, koło której gwiazdy wtedy się znajdował, to drugiej nocy będzie już od niej daleko i przysunie się do innej gwiazdy, a następnie zobaczymy go znów obok innej jakiejś gwiazdy; poznamy więc, jak chodzi między gwiazdami i łatwo drogę jego wysledzimy. Ale ze słońcem sprawa trudniejsza, bo przecież, gdy świeci, gwiazd koło niego nie widzimy, chociaż bowiem są na niebie, to jednak gasną w jasności słonecznej. I tu wszakże potrafimy sobie poradzić, trzeba tylko nieco więcej cierpliwości. Skoro bowiem za dnia gwiazd nie widzimy, trzeba je rozpatrywać albo przed wschodem, albo po zachodzie słońca.

Zaczekajmy więc, aż po zachodzie w zmierzchu wieczornym zaczną się gwiazdy na niebie ukazywać, a wtedy będziemy mogli wyróżnić gwiazdy, które są tuż koło słońca, te mianowicie, które zajaśniają w pobliżu miejsca, gdzie właśnie słońce zaszło.

Aby wszakże nikt nie był w błędzie co do tego położenia słońca między gwiazdami, to musimy jeszcze przypomnieć, co mówiliśmy już nieraz, że w rzeczywistości gwiazdy są bez porównania dalej, aniżeli słońce; jeżeli więc mówimy, że słońce jest blisko tej lub owej gwiazdy, to znaczy tylko, że przesuwają się przed nią, a nam się wydaje, że z nią rzeczywiście sąsiaduje. Łudzi się przecież, patrząc nawet na chmury: zdaje się nam, jakoby chmury były od nas w takim samym oddaleniu jak księżyc, a dopiero gdy chmurka przesunie się przed księżycem i nam go zasłoni, poznajemy, że jest bliżej nas, niż księżyc. Słońce jest również znacznie bliżej, aniżeli gwiazdy, ale dostrzedz tego nie możemy i mówimy, że jest obok tej lub innej gwiazdy, tak samo, jak możemy mówić, że chmurka jakaś jest obok książyca, chociaż do tej chmurki będzie może wiorsta, albo najwyżej mila, a do książyca pięćdziesiąt tysięcy mil.

Skoro tedy już wiemy, co to znaczy, że słońce jest blisko tej lub owej gwiazdy, możemy nasze dostrzeżenia dalej prowadzić. Pewnego więc wieczora, jak się rzekło, zauważyliśmy gwiazdy, które były blisko słońca, bo wkrótce po niem zaszły. Jeżeli w jakie kilkanaście dni później znów w takiż sam sposób rozpatrywać zechcemy zachód słońca, dostrzeżemy, że słońce przysunęło się bliżej do tych gwiazd, bo one teraz wcześniej po niem zachodzą, aniżeli za pierwszej naszej obserwacji. A znów po pewnym niedługim czasie już gwiazd tych wcale widzieć nie będziemy mogli, bo zachodzą razem ze słońcem, a potem nawet zachodzą za dnia, wcześniej aniżeli słońce; w zmierzchu zaś wieczornym na zachodniej stronie nieba błyszczeć już będą inne gwiazdy, które przed dwoma miesiącami albo i przed miesiącem były o godzinie wieczornej dosyć wysoko jeszcze na niebie, daleko od zachodu. Słońce zatem posuwa się statecznie od jednych gwiazd do innych, jakby im szło naprzeciw; biegnie zatem od zachodu ku wschodowi. W ten więc sposób, jeżeli nam nie zabraknie wytrwałości i jeżeli spostrzeżenia swe prowadzić będziemy przez rok cały, poznamy wszystkie gwiazdy, czyli raczej wszystkie gwiazdozbiory, wszystkie konstelacje, między którymi słońce nasze roczną swoją wędrówkę odbywa. Z dnia na dzień zmiana w położeniu słońca jest nieznaczna, ale po miesiącu, a więcej jeszcze po dwóch miesiącach, jest już uderzająca, a po

upływie półrocza widok nieba gwiazdzistego jest już zgoła odmienny. Gwiazdy, które na wiosnę znajdowały się tuż obok słońca, w jesieni oddalone są o połowę całego nieba, wschodzą więc właśnie w tym czasie, kiedy słońce po drugiej stronie nieba zachodzi. Kto lubi od czasu do czasu spojrzeć na niebo, by się zachwycić widokiem pięknie błyszczących i niby mrugających gwiazdek, choćby się i niewiele na nich znał, to się dziwił zapewne, że podczas nocy zimowych inne gwiazdy, inne konstelacje widzimy na niebie, niż podczas nocy letnich. Rozumiemy teraz, skąd rozmaitość taka pochodzi. Gwiazdy, które w lecie błyszczą w nocy, są w zimie na niebie za dnia; natomiast zaś gwiazdy, które w lecie były blisko słońca, a zatem występowały na naszym niebie za dnia, w zimie widzimy w nocy. W godzinach wieczornych w zimie niebo u nas ozdobione jest daleko piękniejszymi i wspanialszymi gwiazdozbiorami, aniżeli w lecie.

W taki to sposób już dawno ludy koczujące poznały gwiazdozbiory, między którymi to słońce posuwa się w ciągu roku. Z początkiem wiosny słońce znajduje się w gwiazdozbiornie, który od dawnych czasów astronomowie nazywają Rybami. Wtedy słońce zachodzi i wschodzi razem z tym gwiazdozbiorem w kalendarzu czytamy zaś, że słońce „wschodzi w znaku Barana“ co należy rozumieć, iż znajduje się wtedy w miejscu nieba tak nazwanem.

Może też kto zapyta, dla czego mówimy, że słońce jest w znaku Barana, i w gwiazdozbiornie Ryb? Nie jest to bez powodu, ten punkt bowiem drogi słonecznej, który nazywamy znakiem Barana, przypada naprawdę w pewnej od niego odległości, mianowicie w gwiazdozbiornie Ryb, o czym wszakże teraz mówić nie mamy potrzeby.

Tak więc w początku wiosny, powtarzamy, słońce znajduje się w znaku Barana; następnie oddala się od niego i w miesiącu później widzimy je już w innym znaku, który nazywa się Bykiem, a po miesiącu znów w innym, w Bliźniętach, i tak samo dalej, co miesiąc znajduje się słońce w innym znaku, a każdy znak znajduje się w innym gwiazdozbiornie. Przez cały rok zatem przechodzi ich dwanaście, a mają one następujące nazwiska:

Baran,	Waga,
Byk,	Niedźwiadek,
Bliźnięta,	Strzelec,
Rak,	Koziorożec,
Lew,	Wodnik,
Panna,	Ryby.

Każdemu gwiazdozbiorowi zwierzyńcowemu odpowiada obecnie znak nazwany nazwą następującego gwiazdozbioru np. gdy słońce znajduje się w gwiazdozbiorze Bliźniąt jest ono wtedy w znaku Raka.

Te zatem gwiazdozbiory i znaki im odpowiadające, w liczbie dwunastu, zajmują na niebie dokoła jakby pas, po którym słońce przechodzi w ciągu roku, a jak już wiemy, przypada on w połowie nad równikiem w połowie zaś nieba. Nazywają pas ten zwierzyńcem niebieskim, zapewne dlatego, że te różne gwiazdozbiory i znaki do nich należące mają nazwy zwierząt, jak baran, byk, rak. A skąd się tam i panna do zwierzyńca tego dostała, to tego już nie wiem, bo nazwy te ponadawano gwiazdozbiorom owym za czasów bardzo dawnych; skąd się zaś one wzięły, to my sobie głowy nad tem łamać nie będziemy.

Cały ten zwierzyńiec zajmuje na niebie szeroki pas, a słońce posuwa się po jego linii środkowej, która również od dawnych czasów nazywa się ekliptyką. Ekliptyka więc jest to, podobnie jak równik, wielkie koło na niebie, a że przypada w połowie na północ, a w połowie na południe równika, musi się więc z nim spotykać w dwu punktach, jak to widzimy na rysunku (fig. 3), na którym jedno koło przedstawia równik, a drugie ekliptykę.

W początkach wiosny, jak wiemy, słońce znajduje się w gwiazdozbiorze Ryb i w znaku Barana, bo sam gwiazdozbiór, noszący tę nazwę, przypada cokolwiek dalej; znak Barana jest właśnie w miejscu, gdzie ekliptyka czyli droga słońca spotyka się z równikiem. W początkach tedy wiosny słońce znajduje się na samym równiku niebieskim; a że wtedy na całej ziemi, jak zobaczymy, dzień jest równy nocy, miejsce to nazywa się punktem równonocnym wiosennym. Stąd udaje się słońce po drodze swej na północ i po trzech miesiącach

jest w gwiazdozbiorze Bliźniąt, czyli w znaku Raka; mamy wtedy początek lata. Od tego wszakże miejsca już słońce dalej na północ nie posuwa się, ale wraca czyli cofa się na południe, a z tejto zapewne przyczyny nazwano znak, który w tem miejscu przypada, Rakiem, bo słońce zaczyna się odtąd posuwać wstecz, niby rak, o którym ludzie nieświadomi błędnie sądzą, że w tył a nie naprzód chodzi.

W tej drodze powrotnej słońce po trzech miesiącach dochodzi do drugiego punktu, w którym ekliptyka przecina się

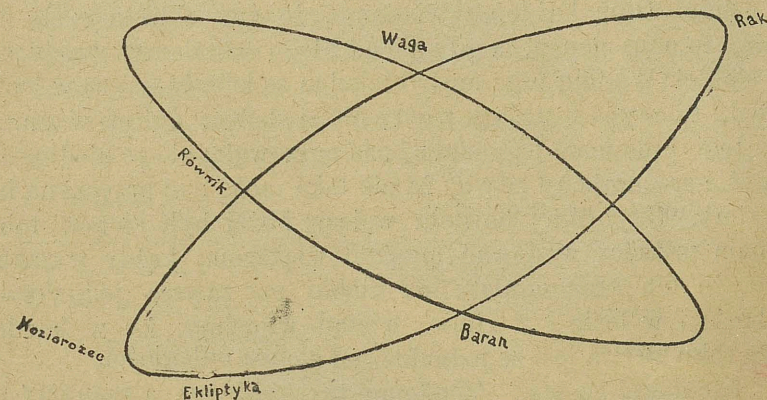


Fig. 3.

z równikiem, jest więc znowu na równiku w znaku Wagi i gwiazdozbiorze Panny. Miejsce to nazywa się punktem równonocnym jesiennym, wtedy bowiem zaczyna się jesień, a dnię znów są równe nocy, jak pierwszego dnia wiosny; stąd też zapewne poszła nazwa Wagi, bo dnię równoważą się z nocą. Teraz słońce przechodzi na południe od równika, a po trzech miesiącach, w początku zimy, dochodzi do znaku Koziorożca i gwiazdozbioru Strzelca, który stanowi południowy kraniec drogi słonecznej, bo odtąd znów słońce zaczyna wracać ku północy, a gdy dojdzie do znaku Barana, sprowadza nam radosny początek wiosny.

I tak w nieprzerwanym swym biegu, rok za rokiem przechodzi słońce kolejno z południa na północ i z północy na południe, a stosownie do położenia swego na niebie sprowadza nam na przemian chłody i upały, zimy i lata. Zapytać się nam

więc teraz z kolei przychodzi, dla czego tuż wraz z przesuwaniem słońca po niebie przyroda naprzemian ożywia się na ziemi do rozkwitu letniego, lub układa się też do martwoty zimowej, — albo po prostu, jaka jest przyczyna różnych pór roku?

12. Pory roku.

Jeżeli czego nie rozumiemy, to staramy się to sobie wytłumaczyć według tego, co wiemy lepiej, co bliżej dokoła nas się dzieje. Otóż każdemu wiadomo, że gdy zbliżamy się do ognia, to nam cieplej, a gdy się od niego oddalamy, grzeje on nas słabiej. Według tego może niejednen sądzić, że skoro w lecie cieplej, to chyba jesteśmy wtedy bliżej słońca, aniżeli w zimie, i dla tego promienie jego silniej nas ogrzewają; ale po niedługim namyśle zrozumiemy łatwo, że nie taka może być przyczyna lata i zimy. Gdybyśmy bowiem w lecie bliżej byli słońca, toby się nam przecież wydawać musiało większem; każdy wszakże widzi, że ten krąg ognisty na niebie ma zawsze jednakową wielkość i w lecie i w zimie, a stąd wnosimy, że w każdej porze roku ziemia jest w jednakiej od słońca odległości.

Nie dosyć na tem. Wiadomo też każdemu, a poznamy to lepiej, że lato nie panuje jednocześnie na całej ziemi, bo kiedy my, którzy mieszkamy na półkuli północnej, radujemy się z ciepłych dni, mieszkańcy półkuli południowej doznają srogości zimy, a gdy u nich znów lato, u nas śnieg i mrozy ziemię ścinają: a to już chyba nikomu na myśl nie wpadnie, aby jedna połowa ziemi mogła być bliżej, a druga dalej od słońca.

Naprawdę poznali astronomowie, jak to dalej zobaczymy, że ziemia nie jest zawsze jednakowo od słońca oddalona; w jednej bowiem porze odległość słońca wynosi 19 i pół miliona, w drugiej 20 i pół miliona mil, co znaczy, że różnica między najmniejszą a największą odległością ziemi od słońca wynosi za ledwie dwudziestą część całej odległości. Jestto tak niewiele, że, jak mówiliśmy, słońce wydaje się zawsze jednakowo wielkie, a taka mała różnica w odległości nie może też spowodować wielkiej różnicy w ogrzewaniu. Niech kto stanie od ogniska w odległości jakich dwustu kroków, i niech się wtedy zbliży doń o dziesięć kroków, to jest o dwudziestą część, czyż uczuje wtedy

o wiele silniejsze ciepło? Tak samo, choć się do słońca nieco przysuwamy, to nie stąd pochodzić może różnica pomiędzy latem a zimą. Dodam tu jeszcze, że najbliżej słońca jesteśmy koło nowego roku, to jest właśnie, kiedy u nas sroży się największa zima; najbardziej zaś oddalamy się od słońca w początkach lata. Mieszkańcy półkuli południowej, przeciwnie, są najbliżej słońca w czasie swego lata, a najdalej w zimie.

Musi być więc inna przyczyna, która sprawia, że promienie słoneczne raz silniej, a innym razem słabiej grzeją.

Naprzeciwko świecy, lampy, albo zresztą i naprzeciwko okna umieść ćwiartkę białego papieru i uważ, jak silnie jest oświetlona; następnie zaś z wolna pochylaj ją coraz bardziej. Dostrzeżesz wtedy, coś pewno już i nieraz uważał, że kartka ta, im

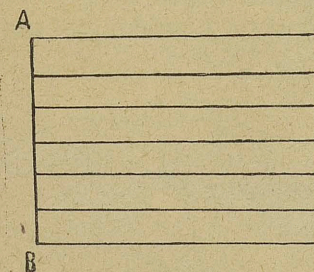


Fig. 4.

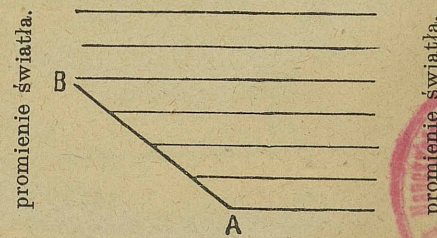
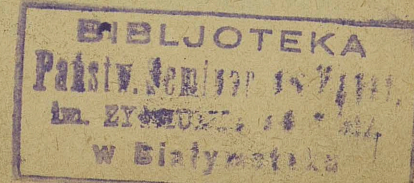


Fig. 5.

więcej względem światła ją pochylamy, tem słabiej będzie oświetlona. W pierwszym razie jasne promienie padały na papier prosto, czyli raczej prostopadle, następnie coraz ukośniej; a stąd wynika, że im prostopadle padają promienie światła, tem silniej oświetlają, a im dochodzą ukośniej, tem słabiej działają. Dzieje się to nie tylko ze światłem, ale i z ciepłem; gdy bowiem rękę trzymamy wprost ognia w niewielkiej odległości, ogień nas prawie parzy, ale gdy ją coraz więcej pochylamy, czujemy żar słabszy.

Skąd ta różnica pochodzi, objaśnią to dobrze zamieszczone tu rysunki. Grubsza kreska AB (fig. 4 i 5) przedstawia nam kartkę papieru, na którą padają promienie światła; na pierwszym rysunku padają one prostopadle, na drugim zaś ta sama kartka przedstawiona jest w pochyleniu, promienie więc docho-



dzą do niej ukośnie, a widzimy tu wyraźnie, że nie wszystkie promienie, które poprzednio na kartkę padały, teraz do niej dojść mogą, ale mijają ją i rozchodzą się dalej. Kartka zatem papieru otrzymuje teraz mniej światła, jest zatem ciemniejszą, czyli słabiej oświetloną. Co mówimy o świetle, tyczy się oczywiście i ciepła; gdy pochylamy rękę, którą wprost ognia trzymamy, dochodzi do niej mniejsza już ilość ciepła, a zatem słabiej jest ogrzewana.

Otóż i mamy wyjaśnienie zagadki zimy i lata. Słońce bowiem, tak samo jak każde inne ognisko, grzeje nas słabiej albo silniej, stosownie do tego, czy promienie jego ukośnie, czy też bardziej prostopadle do nas dochodzą. W zimie, wiemy, słońce ledwo się nad poziom wznosi; nawet w południe jest tak nie wysoko, że promienie jego nieledwie ślizgają się tylko po ziemi, padają więc bardzo ukośnie i zziębniętej zie-

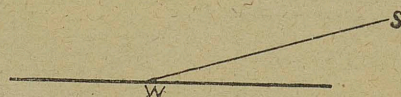


Fig. 6.

mi rozgrzać nie są w stanie. Wiosna, jak wiemy, rozpoczyna się z chwilą, gdy słońce przechodzi przez równik; wznosi się ono wtedy daleko wyżej na niebie, aniżeli przed trzema miesiącami w czasie zimy, promienie jego nie dochodzą już tak bardzo ukośnie, grzeją silniej, topią śniegi i lody. I znów przez dalsze trzy miesiące wznosi się słońce z każdym dniem coraz wyżej nad nasze głowy, aż w końcu czerwca, w początku lata, dochodzi najwyższego swego stanowiska, a lubo potem zaczyna się zniżać, promienie jego długo jeszcze żar na ziemię zlewają, zanim znów po trzech miesiącach po raz drugi znajdzie się na równiku. W tej więc chwili, która jest początkiem jesieni, schodzi słońce do wzniesienia takiego, jakie miało na początku wiosny. Ale odtąd przechodzi na półkulę południową i z każdym dniem coraz niżej wysuwa się nad poziom, aż po dalszych trzech miesiącach zejdzie do najniższego swego stanowiska, co znamionuje początek zimy.

Aby lepiej objaśnić, cośmy tu mówili, dajemy trzy rysunki, które przedstawiają położenie słońca *S* i kierunek *SW*, w jakim promienie dochodzą do ziemi w naszych okolicach, a mianowicie w Warszawie, w początku zimy (fig. 6), w początku wiosny i jesieni (fig. 7), oraz w początku lata (fig. 8). Widzimy, jak znaczna różnica zachodzi między kierunkami padających na ziemię promieni słonecznych w zimie i w lecie; pojmujemy więc, w jaki to sposób od biegu słońca, od położenia, jakie ono na niebie w ciągu roku zajmuje, zależy zmiana pór roku.

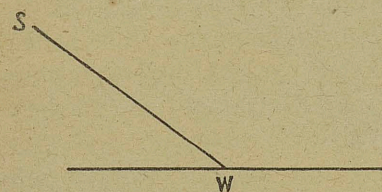


Fig. 7.

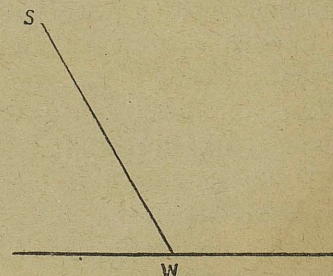


Fig. 8.

13. Dnie długie i krótkie.

Wiemy jednak, że pory roku różnią się między sobą i rozmaitą długością dnia; ale i to także od biegu słońca zależy. Nie potrzebujemy nawet długich słów, aby to wyjaśnić; przypomnijmy sobie tylko, cośmy mówili poprzednio o pozornym obrocie sklepienia niebieskiego i o położeniu, jakie oś świata zajmuje. Ponieważ biegun północny jest u nas dosyć wysoko nad poziomem, gwiazdy więc, które są blisko niego, pomimo obrotu dziennego wcale pod poziom nie zachodzą; gwiazdy, które są na półkuli północnej, dalej od bieguna, a bliżej równika, już wschodzą i zachodzą; większą jednak część swej drogi dziennej przebiegają nad ziemią, albo raczej nad naszym poziomem, aniżeli pod tym poziomem. Gwiazdy, znajdujące się na samym równiku, bawią jednakowo długo nad i pod poziomem; gwiazdy zaś półkuli południowej mniejszą tylko część swej drogi dziennej odbywają nad poziomem, a przez większą część drogi pozostają pod poziomem. Bieguna południowego

nie widzimy wcale, a stąd i gwiazdy, blisko niego położone, są dla nas zupełnie niewidzialne, bo nigdy się nad poziom nasz nie wynurzają.

Jak każda gwiazda, tak też i słońce ulega codziennie pozornemu ruchowi dokoła ziemi; powyższe zatem zasady w równej mierze tyczą się i słońca. Gdy jest ono nad poziomem naszym, oświeca nas i mamy dzień; gdy zachodzi i kryje się pod poziom, następuje noc. Na początku wiosny i na początku jesieni słońce jest na samym równiku niebieskim, zarówno zatem nad, jak i pod poziomem przebywa po pół doby, czyli po godzin dwanaście, a dzień jest wtedy na całej ziemi równy nocy, czyli jest to chwila porównania dnia z nocą. W półroczu letnim, to jest przez wiosnę i lato, słońce znajduje się na północy od równika; jak każda zatem inna gwiazda północna dłużej nad poziomem aniżeli pod nim bawi; dzień więc jest dłuższy od nocy. Dzień zaś najdłuższy, a zatem najkrótsza noc, ma miejsce wtedy, gdy słońce najbardziej oddala się od równika, czyli gdy najwięcej w rocznym swym biegu zbliża się do bieguna północnego; dzieje się to pierwszego dnia lata; wtedy zatem następuje przesilenie dnia z nocą. W półroczu natomiast zimowym, to jest przez jesień i zimę, słońce znajduje się na południe od równika niebieskiego; jest jakby gwiazdą południową; dłuższą zatem część swej drogi przebywa pod naszym poziomem, a dzień krótszy jest od nocy. Najkrótszy znów dzień czyli najdłuższa noc ma miejsce, gdy słońce jest u kresu swej drogi, na stronie południowej od równika, czyli gdy najwięcej zbliża się do bieguna południowego; jest to początek zimy, albo chwila przesilenia zimowego dnia z nocą; odtąd bowiem słońce wraca ku północy i dnia przybywać zaczyna.

Należy nam tu dodać, że nie jednaka długość dnia i nocy ma również wpływ na ogrzewanie ziemi. W ciągu dnia tylko bowiem promienie słoneczne do nas dochodzą i ogrzewają ziemię, w nocy zaś ziemia stygnie. W lecie dłużej trwa pora ogrzewania aniżeli stygnięcia ziemi; w zimie rzeczy mają się wprost przeciwnie; w lecie zatem promienie słoneczne nie tylko silniej, ale i dłużej ziemię ogrzewają aniżeli w zimie, a dwie te okoliczności razem działają, by w lecie sprowadzać upały, a w zimie mrozy. I w lecie wprawdzie i w zimie bywają dni cieplejsze

i chłodniejsze, ale powodem takiej zmienności są wiatry wiejące z różnych okolic, wilgoć w powietrzu, albo chmury i inne warunki, od których zależy różny stan pogody. Teraz wszakże idzie nam tylko o to, by wytłómaczyć, skąd pochodzi różnica pór roku, a pogodą zajmuje się inna nauka, zwana meteorologią, o której tu mówić nie będziemy. Co się zaś tyczy pór roku, należy nam dodać jeszcze kilka szczegółów.

My mieszkamy na północnej półkuli ziemi, dla tego mówiliśmy dotąd tylko o tem, jak pory roku następują na półkuli północnej; należy nam jednak teraz zastanowić się i nad półkulą południową, co nam zresztą bez trudu przyjdzie.

Gdy słońce znajduje się na północy od równika, wtedy przypada wysoko po nad głowami mieszkańców północnej półkuli ziemi; gdy zaś przenosi się na południe od równika, to nadsyła im promienie ukośne, grzeje ich słabo. Tak samo więc mieszkańcy południowej półkuli ziemi, Australji lub Ameryki południowej, mają słońce wysoko, gdy się ono znajduje na południe od równika, a gdy przypada na stronie północnej równika, wznosi się niewiele nad ich głowy i rzuca im promienie ukośne.

Wyływa stąd oczywiście, że gdy u nas panuje lato, u nich sroży się zima, a w czasie naszej zimy oni mają lato. Gdy słońce przez równik wkracza na północ, my mamy wiosnę, oni jesień; gdy przechodzi na stronę południową, witają oni początek wiosny, u nas się jesień zaczyna. Życie bowiem przyrody idzie za słońcem; gdy na jednej półkuli budzi się i rozkwita, na drugiej zapada w sen zimowy. Gdy u nas dni są długie, tam długie są noce, a krótkim dniom u nas odpowiadają krótkie ich noce.

14. Na równiku.

W wielkim wszakże byłby błędzie, ktoby sądził, że na całej ziemi zachodzą w ciągu roku zmiany także same, jak u nas, którzy mieszkamy na ziemi daleko i od bieguna i od równika, to jest od tego koła, które właśnie dzieli kulę ziemską na półkulę północną i południową, a które, jak to widzimy na mapie, albo lepiej na globusie, przechodzi przez wnętrze Afryki, południe Azji i przez Amerykę południową. Mieszkaniec tych stron rów-

nikowych wcale nie zna czterech pór roku, ani nie wie zgoła o długich i krótkich dniach; tam bowiem dzień i noc przez rok cały mają po godzin dwanaście, a słońce zawsze wschodzi o szóstej rano i zachodzi o szóstej wieczorem, jak u nas na początku wiosny i na początku jesieni.

Aby to pojąć, dla czego tam się tak dzieje, inaczej, aniżeli u nas, trzeba pamiętać, że w różnych miejscach ziemi człowiek ma różne położenie względem osi ziemskiej.

Jeżeli uwiążemy ciężarek na nitce i nitkę swobodnie puścimy, zwraca się ona wprost ku ziemi, jak to widzimy na rycinie (fig. 9). Ludzie, gdy stoją prosto, zachowują również kierunek pionowy, o czym każdy wie dobrze.

Weźmy teraz globus, wyobrażający kulę ziemską, albo, gdy go nie posiadamy, jakąkolwiek inną kulę: jabłko, pomarańczę, albo dynię, — i utkwijmy w różnych jej punktach szpilki tak, aby one przedstawiały ludzi stojących na ziemi w różnych miejscach, jak znów wskazuje załączona rycina (fig. 10). Wszystkie te szpilki, gdyby były dosyć długie, zeszczyłyby się w środku ziemi, a główki ich zwrócone są w różne strony. Tak samo i ludzie w różnych okolicach ziemi są zwrócenie w różne strony nieba i każdy ma nad swoją głową inny na niebie punkt czyli inny zenit.

Wiedząc to, możemy się przyjrzeć mieszkańcowi równika. Jeżeli weźmiemy globus osadzony na pręcie, albo przebijamy



Fig. 9.

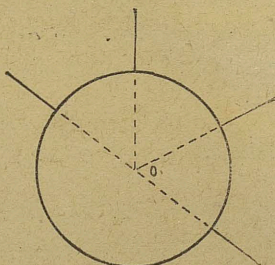


Fig. 10.

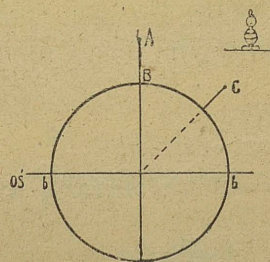


Fig. 11.

drut przez jabłko, to drut ten przedstawia nam oś ziemi (fig. 11). Punkty *b* będą to bieguny, a koło *rr*, w jednakiej odległości od

biegunów na jabłku nakreślone, wskaże nam równik. Gdy tedy wbijemy szpilkę *A* w jabłko w sposób taki, jak wskazano na rycinie, to szpilka ta wyobraża nam mieszkańca równika. Ustawmy teraz na stole lampę *L*, która ma nam przedstawiać słońce, i obracajmy jabłko dookoła drutu, jak ziemia w ciągu doby obraca się dookoła osi, a wtedy poznamy, że główka szpilki *A* przez połowę obrotu zwrócona jest ku lampie, a przez drugą połowę od niej odwrócona, co zatem znaczy, że dla mieszkańca równika dzień i noc mają jednakową długość.

Warszawa przypada między równikiem a biegunem, mieszkańca zatem Warszawy przedstawia szpilka *C*, pochylona względem osi; obracając jabłko dookoła drutu, dostrzegamy znów, że główka szpilki, stosownie do umieszczania lampy na stole, jest ku niej przez dłuższy lub przez krótszy czas zwrócona, co nam znów tłumaczy, z kąd u nas dnie dłuższe i krótsze bywają. Lampa ta zresztą wyobrażać nam może nie tylko słońce, ale jakąkolwiek gwiazdę, widzimy więc, że dla mieszkańca równika każda gwiazda, tak jak słońce, połowę swej drogi nad jego poziomem zawsze przebywa.

Równik niebieski odpowiada równikowi ziemskiemu, gdy więc słońce przechodzi przez równik niebieski, znajduje się wprost nad równikiem ziemskim. Dwa razy zatem do roku, wtedy, gdy u nas przypada początek wiosny lub jesieni, mieszkańiec równika ma w południe słońce tuż nad swoją głową. Promienie więc słoneczne padają tam zupełnie prostopadle, grzeją bardzo silnie, a przedmioty wcale w południe cienia nie rzucają. I to wydałoby się nam bardzo dziwne, bo u nas słońce zawsze jest z boku, każdy więc przedmiot, dom, drzewo, albo człowiek, zawsze dłuższy albo krótszy cień rzucają.

Skoro słońce przechodzi poza równik na stronę północną, albo południową, nie przypada już nad głowami mieszkańców równika, ale rzuca swe promienie prostopadle na inne koło ziemi, nieco na północ względem równika położone. Tak samo dalej przybywa słońce na miejsca coraz więcej na północ położone, aż wreszcie dochodzi północnego kresu swej drogi, z kąd znów zwraca ku równikowi. Mieszkańcy okolic dalszych nie mają już nigdy słońca nad swymi głowami, dla tego też koło, od którego słońce wraca ku równikowi, nazywa się

zwrotnikiem. W drugim półroczu słońce jest na południowej stronie równika i tak samo dochodzi tam aż do drugiego zwrotnika. Między obu zwrotnikami przypada najgorętszy pas na ziemi, bo promienie słońca padają tam albo zupełnie prostopadle, albo przynajmniej prawie prostopadle. Mieszkańcy stron tamiecznych nie znają prawie czterech pór roku, nie wiedzą, co to jest nasza ziemia; słońce zawsze tam silnie grzeje, ale najsilniej w tej okolicy, nad którą właśnie przechodzi. W tym najgorętszym czasie wody silnie rozgrzewane wydają dużo pary, w powietrzu gromadzi się wilgoć, co sprowadza ulewne deszcze, których nie ma w pozostałej części roku; dla tego znają tam tylko dwie pory roku, — dżdżystą i suchą, zupełnie więc inaczej, niż u nas.

Na samym równiku, jak widzieliśmy, dzień zawsze jest równy nocy; w sąsiedztwie równika, w miarę posuwania się słońca w jedną lub drugą stronę, dni przedłużają się lub skracają, różnica jednak między najdłuższym a najkrótszym dniem jest niewielka; nie ma tam ani tak długich dni, jak u nas w lecie, ani tak długich nocy, jak u nas w zimie. Im bardziej oddalamy się od równika, tem różnica ta staje się większa; u nas najdłuższy dzień trwa szesnaście, a najkrótszy ośm godzin, ale gdy pojedziemy dalej na północ, znajdziemy różnicę jeszcze znacniejszą. Są miejsca, gdzie najdłuższy dzień letni trwa dwadzieścia cztery godzin, a zatem dnia tego nie ma tam już wcale nocy, słońce przez całą dobę nie zachodzi; najdłuższa noc trwa tam również dwadzieścia cztery godziny, czyli znów przez całą tę dobę słońce ani na chwilę już nad poziom nie wyziera. Jeszcze dalej dnie i noce trwają miesiąc, a dalej nawet dwa i trzy miesiące, najosobliwiej wszakże dzieje się na samym biegunie, gdzie dzień i noc trwają po sześć miesięcy.

15. Na biegunie.

Aby to zrozumieć, weźmy znowu nasze jabłko, osadzone na drucie, a szpilki *A* i *C* umieścimy w niem tak, aby jedna przedstawiała mieszkańca bieguna północnego, druga południowego (fig. 12), lampa zaś *L* przedstawia nam znowu słońce. Widzimy tu, że, chociaż jabłko na drucie obracamy, szpilka *A* jest bezustannie do lampy zwrócona, szpilki zaś *B* lampa wcale nie

oświeca. Gdy lampę przestawimy w miejsce *L*, zatem na drugą stronę równika, rzecz się zmienia; szpilka *A* nigdy się do lampy nie zwraca, szpilka zaś *C* ani na chwilę się od niej nie odwraca. To nam tłómaczy, że gdy słońce jest na stronie północnej nieba, tedy dla mieszkańca bieguna północnego nigdy nie zachodzi i świeci mu ustawicznie, — dzień zatem trwa tam bez przerwy przez pół roku; dla mieszkańca zaś bieguna południowego przez półrocze to trwa noc bezustanna, bo słońce ani na chwilę tam nie zagląda. Przez półrocze drugie natomiast, gdy słońce jest na stronie południowej nieba, na biegunie południowym panuje dzień, na biegunie północnym noc bezustanna.

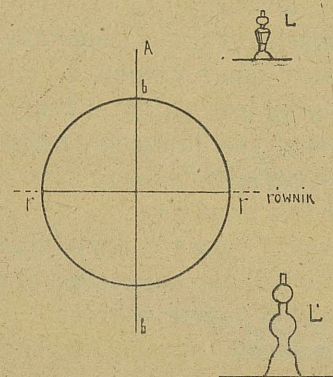


Fig. 12.

Lampa ta przedstawiać nam nadto może nie tylko słońce, ale jakąkolwiek inną gwiazdę, — widzimy więc, że tam żadna wogóle gwiazda ani wschodzi, ani zachodzi; mieszkańiec bieguna północnego zna tylko te gwiazdy, które się znajdują na północ od równika, a nigdy nie widzi żadnej z gwiazd nieba południowego; te ostatnie nigdy dla niego nie wschodzą, pierwsze nigdy nie zachodzą, są zawsze nad poziomem i tylko — z powodu pozornego obrotu nieba — w ciągu doby przebiegają koło na niebie.

Gdybyśmy więc mieszkańcowi bieguna mówili co o wschodzie i zachodzie gwiazd, nie rozumiałby wcale, o czym mówimy. Słońce wschodzi dla niego raz tylko jeden w ciągu roku, a to ma miejsce na biegunie północnym wtedy, gdy słońce przechodzi

przez równik na północną stronę nieba, gdy zatem u nas zaczyna się wiosna. Kończy się tam wtedy noc półroczna i słońce ukazuje się na samym poziomie, obiegając go wkoło i zwolna posuwając się coraz wyżej. Przez trzy miesiące wznosi się słońce coraz wyżej, a z powodu pozornego obrotu nieba obiega wciąż wkoło, posuwa się zatem jakby po jakiejś linii śrubowatej, grajcarekowanej a przez trzy następne miesiące schodzi znów coraz niżej, aż wreszcie w początku naszej jesieni, w chwili, gdy przechodzi na południową stronę nieba, kryje się już przed wzrokiem mieszkańca bieguna północnego, zachodzi dla niego, a w tejże chwili wschodzi dla bieguna południowego: dla jednego zaczyna się noc półroczna, dla drugiego dzień również długi.

Jakżeż więc inaczej, niż u nas, zachodzą na biegunie objawy roczne! Zima znaczy tam toż samo, co noc, a lato toż samo, co dzień, bo w lecie tylko jest widno, a zimę zalegają ciemności nocne, które rozjaśnia chyba od czasu do czasu wspaniałe choć blade światło, zwane zorzą północną; zorza ta ukazuje się niekiedy i u nas, ale nie tak wspaniałe.

Należy nam wszakże ostrzedz czytelnika, żeśmy tu o mieszkańcach bieguna mówili dla tego tylko, aby opowiadanie ułatwić; dotąd bowiem żaden jeszcze podróżnik dokładnie do samego bieguna dotrzeć nie zdołał. Odważni i wytrwali ludzie puszczali się nieraz w tamte niegościnnie i lodowate strony, wielu z nich padło ofiarą, ale nikt dotąd nie zdołał przemódz przeszkód, jakie stawiają nieprzebyte lody i zimno dotkliwe. Posunięto się już wszakże daleko, zbliżono się bowiem bardzo blisko do niego, a choć tam niezupełnie jeszcze jest jak na biegunie samym, to wszakże już przez całe cztery miesiące słońce tam nie zachodzi, a znów przez cztery inne miesiące wcale nie wschodzi. Kto czytał opisy podróży podbiegunowych, wie, na jakie cierpienia i udręczenia skazani są wędrowcy w tych najsmutniejszych okolicach ziemi. A jednak wszystkie klęski nie odstraszały ludzi odważnych i wytrwałych, którzy pomimo niepowodzeń dotychczasowych nie tracą nadziei, że zdołają wreszcie stanąć na samym biegunie. Dla miłości bowiem nauki człowiek własne nawet życie narazić jest gotów.

Smutny jest los ludzi, co giną w pustyniach lodowatych, zdala od bliznich swoich, ale smutny jest także los tych, co w ciemności i nieświadomości żyją i umierają.

16. Bieg ziemi naokoło słońca.

Opowiedzieliśmy tedy dotąd, jak słońce w ciągu roku obiega ziemię dokoła i jakie zmiany wywołuje ten obieg w różnych okolicach ziemi. Gdybyśmy wszakże na tem przestali, pozostawilibyśmy czytelnika w grubym błędzie: sądziłby bowiem, że to rzeczywiście słońce naokoło ziemi krąży, a być zaś może, że i ten obieg roczny słońca jest złudzeniem tylko, tak samo jak dzienny obrót nieba około osi. Wydaje się nam, że niebo całe

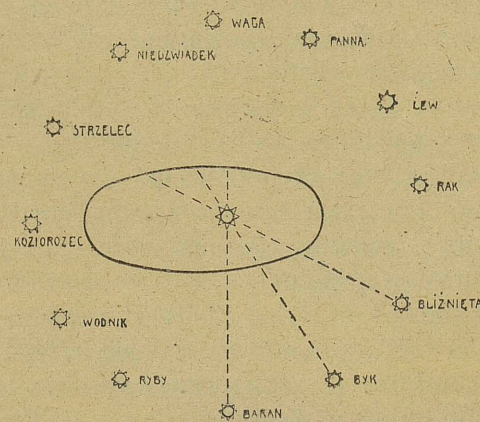


Fig. 13.

obraca się w ciągu doby, a przekonaliśmy się niewątpliwie, że to ziemia wiruje około swej osi; w podobny sposób być tedy może, że to nie słońce krąży dokoła ziemi, ale przeciwnie ziemia bieży około tej bryły płomienistej, choć my tego jej biegu bynajmniej nie czujemy, jak nie czujemy też zgoła dziennego jej obrotu.

Ale czyż to być może, abyśmy złudzeniu takiemu ulegać mogli i własny nasz ruch słońcu przypisywali? Otóż, złudzenie takie pojąć możemy bardzo łatwo, jeżeli tylko przyjrzymy się obecnej rycinie (fig. 13).

Rycina ta narysowana jest tedy w przypuszczeniu, że ziemia obiega dokoła słońca. Gwiazdka w środku oznacza słońce, a dokoła niego wskazana jest droga, po której ziemia się toczy i którą przebiega w ciągu roku. Droga ta, jak widzimy na rycinie, nie jest dokładnem kołem, ale jakby nieco wydłużona, dla

tego to, o czym mówiliśmy wyżej, ziemia nie zawsze jest w jednakiej od słońca odległości. Poza ziemię i poza słońcem daleko rozrzucone są po niebie gwiazdy, a mianowicie znane nam już konstelacje zwierzyńcowe i odpowiednie znaki: Baran, Byk, Bliźnięta i t. d. Ziemia po swojej drodze posuwa się w kierunku od zachodu przez południe na wschód. Dajmy więc, że w pewnej chwili ziemia na tej drodze znajduje się w miejscu *Z*; gdy stąd patrzymy na słońce, widzimy je na jednej linii z gwiazdozbiorem Ryb a także ze znakiem Barana, a chociaż gwiazdy te bez porównania są dalej aniżeli słońce, zdaje nam się, że przypada ono na niebie z niemi razem, że się znajduje w znaku Barana. Przez miesiąc przebiega ziemia dwunastą część swej drogi, znajdzie się więc po miesiącu w miejscu *Z'*, a gdy znów stąd spoglądać będziemy na słońce, widzimy je będziemy w jednej linii ze znakiem Byka, a więc czyli powiemy, że słońce jest w konstelacji Barana. Ponieważ o ruchu swoim, czyli o ruchu ziemi nic nie wiemy i sądzimy, że ona zawsze na jednym miejscu pozostaje, wydawać się nam przeto musi, że to słońce przeszło ze znaku Barana do Byka. Znów po miesiącu ziemia przybędzie do miejsca *Z''*, a nam wydawać się będzie, że to słońce przeszło do znaku Bliźniąt. Tak samo dzieje się i dalej, a gdy ziemia wróci do miejsca *Z*, będziemy mniemali, że to słońce przejechało czyli przesunęło się przez wszystkie gwiazdozbiory zwierzyńca i wróciło do Ryb.

Widzimy więc z tego, jak łatwo ulegać możemy złudzeniu i omyłce; cały bowiem przebieg roczny zjawisk niebieskich przedstawiać się nam musi w sposób jednaki, czy to ziemia jest nieruchomą, a słońce rzeczywiście posuwa się po ekliptyce od znaku Barana do Byka, Bliźniąt i dalej między gwiazdami zwierzyńcowymi, — czy też słońce pozostaje na swem miejscu, a ziemia po ekliptyce dokoła niego krąży.

Tak samo zatem, jak poprzednio, gdy była mowa o obrocie ziemi dokoła osi, i teraz zapytać się nam przychodzi, co jest prawdopodobniejsze, na co łatwiej możemy się zgodzić i co lepiej pojąć, czy obieg słońca dokoła ziemi, czy też obieg ziemi dokoła słońca?

Otóż, aby odpowiedź na pytanie to znaleźć, przypomnijmy sobie tylko, cośmy już nieraz mówili o obrocie ziemi i słońca.

Cała nasza ziemia, to przecież drobina tylko, pigułka małańka względem słońca, jakby ziarnko piasku wobec dyni. W tej samej przestrzeni, jaką zajmuje słońce, pomieścić by się mogło z górą tysiąc tysięcy takich kulek jak nasza ziemia, bo słońce jest od niej większe milion i ćwierć miliona razy. Astronomowie wszakże doszli nietylko, ile razy słońce jest od ziemi większe, ale nadto, ile razy jest od niej cięższe. Gdybyśmy posiadali wagę tak olbrzymią, aby na niej bryły niebieskie ważyć można było, to trzeba byłoby nałożyć przeszło trzysta tysięcy takich brył, jak nasza ziemia, aby zrównoważyły jedną bryłę słoneczną. Niechże się więc każdy zastanowi i powie, czyby drobna i lekka bryła panować mogła nad wielką i ciężką, czy też przeciwnie, mniejsza i lżejsza ziemia obraca się dokoła olbrzymiego słońca.

Ale nie dosyć na tem. Każdy chyba zna gwiazdę wieczorną, która jaśnieje nad wszelkie inne gwiazdy i ukazuje się na niebie ledwie słońce zajdzie, zanim jeszcze zabłyszczą inne. Każdy też zna gwiazdę zaranną, która wschodzi na krótko przed słońcem i błyszczy również silnie na niebie porannem. Sądzili niegdyś ludzie, że gwiazda poranna i gwiazda wieczorna są to dwie różne gwiazdy, ale następnie poznali, że jestto jedna i taż sama gwiazda, która wszakże nie zostaje na niebie w jednym miejscu, ale obiega naokoło słońca, a stąd w jednym czasie zachodzi po niem i świeci rano. Nie jestto więc istotna gwiazda, ale planeta, czyli ziemia, podobna do naszej ziemi, a świeci dla tego tak silnie, że ją oświeca słońce, tak samo, jak błyszczy metal, gdy jest silnie oświetlony. Astronomowie nazywają planetę tę Wenerą, a podobnie, jak ona nam przyświeca, tak też i jej przyświeca nasza ziemia, tylko nieco słabiej, bo ziemia jest bardziej od słońca oddalona, a stąd też promienie słoneczne oświetlają ją słabiej, aniżeli Wenerę.

Oprócz Wenery są inne jeszcze planety, które również dokoła słońca krążą. Skoro więc wszystkie te planety czyli te ziemie naokoło słońca biegają, miałożby tylko z naszą ziemią działać się inaczej, miałażby ona jedna stanowić wyjątek?

Musimy więc niewątpliwie przyznać, że to nie słońce dokoła ziemi, ale ziemia dokoła słońca krąży, a bieg roczny słońca jest tylko pozorny, tak samo, jak pozornym jest obrót dzienny całego sklepienia niebieskiego.

17. Pochylenie osi ziemskiej.

Kto wszakże zapamiętał i zrozumiał dobrze, cośmy o biegu słońca mówili, zapyta się zapewne o jedno jeszcze. Bo dobrze, że ziemia około słońca biegnie, ale skądże to pochodzi, że słońce przez jedno półrocze znajduje się na północnej, a przez drugie na południowej stronie nieba, co, jak wiemy, powoduje nierówną długość dnia i nocy.

Otóż i tę zagadkę potrafimy nietrudno rozstrzygnąć, jeżeli się dokładniej zastanowimy nad ruchem ziemi, albo raczej nad jej ruchami, bo przecież ziemia ma ruch podwójny: naokoło swej osi i naokoło słońca. Bieg jej zatem można zupełnie porównać do biegu bąka puszczonego na podłodze, boć i bąk ten wiruje wciąż na swej nóżce i zarazem w koło po pokoju się toczy. Widzimy więc, że taka zwyczajna zabawka dziecinna, jak bąk, daje nam dobry obraz podwójnego biegu ziemi, może przeto i ona nas czego nauczyć.

Każdy bowiem widział, że gdy bąk po podłodze się kręci to nóżka jego albo stoi prosto, czyli jest prostopadłą do podłogi, albo też ku podłodze się pochyla; zapytać się więc nam należy, jak się dzieje z obrotem ziemi, czy oś jej jest prostopadłą, czy też pochyloną do drogi, po której się toczy, to jest do tej linii niebieskiej, która się nazywa ekliptyką.

Na pytanie to odpowiedzieć należy, że oś ziemi jest pochyloną do tej drogi, bo z pochylenia tego właśnie wypada, że słońce napozór przechodzi kolejno z półkuli północnej na południową i z południowej na północną.

Do zrozumienia tego posłużyć nam znów może nasze jabłko, osadzone na drucie, które wyobraża ziemię, wirującą na swej osi. Umieścimy nadto na okrągłym stole lampę, która ma nam przedstawiać słońce; jeżeli więc oprowadzać będziemy jabłko nasze dokoła stołu, to obwód tego stołu będzie drogą ziemi, czyli ekliptyką; według tego zaś, cośmy dopiero powiedzieli, należy drut względem stołu pochylić, jak to wskazano na rycinie (fig. 14).

W położeniu tem ku lampie zwrócony jest punkt *b*, który nam przedstawia biegun północny ziemi, gdy koło *rr* na jabłku przedstawia nam równik. Widzimy więc, że lampa przypada teraz nad równikiem, a zatem mieszkańcy ziemi w takim położe-

niu widzą słońce na stronie północnej, czyli na półkuli północnej nieba.

W pół roku później ziemia przesunęła się o połowę swej drogi, należy zatem jabłko przenieść na drugą stronę stołu. Przy tym jednak biegu ziemi oś jej zostaje zawsze jednakowo i w jedną stronę pochyloną, dla tego umieścić trzeba jabłko, jak wskazuje rycina następna (fig. 15). Widzimy tu, że teraz lampa przypada pod równikiem, co objaśnia, dla czego mieszkańcy ziemi w takim jej położeniu widzą słońce po stronie południowej, czyli na południowej półkuli.

Gdy zwolna przesuwamy dokoła stołu jabłko, trzymając je stale w jednym pochyleniu, dostrzegamy, jak stopniowo zmienia

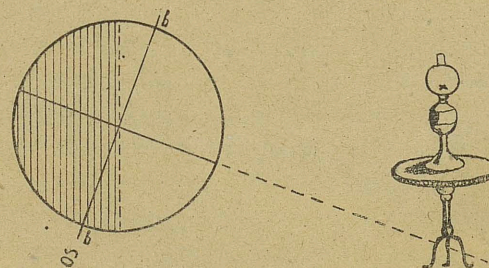


Fig. 14.

się położenie równika względem lampy, co odpowiada pozornemu przesuwaniu słońca względem ziemi; gdy zaś jabłko zajmuje miejsce pośrednie, żaden z biegunów nie jest ku lampie pochylony, a w położeniu takim ziemi mieszkańcy jej widzą słońce na samym równiku.

Nadto na obu powyższych rycinach oznaczona jest strona jabłka oświetlona przez lampę i strona, pozostająca w cieniu; gdy więc jabłko obracamy dokoła drutu, widzimy, jak na fig. 14, pomimo tego obrotu, punkt *b* i sąsiednie miejsca ciągle są oświetlone, punkt zaś *b'* i sąsiednie mu miejsca wcale na światło nie wychodzą; a w ogólności część jabłka nad równikiem *rr* przy obrocie dłużej jest w blasku, aniżeli w cieniu, część zaś pod równikiem dłużej w cieniu, aniżeli w blasku. Objasnia nam to zatem dobrze, raz jeszcze, lato półkuli północnej i zimę półkuli południowej. Gdy jabłko jest po drugiej stronie stołu, rzeczy mają się przeciwnie, — biegun *b* jest w cieniu, biegun zaś *b'* ciągle jest oświetlony;

część jabłka nad równikiem dłużej pozostaje w cieniu, aniżeli w blasku, a część pod równikiem dłużej w blasku, aniżeli w cieniu, oznacza to zatem zimę półkuli północnej i lato półkuli południowej. W położeniu pośrednim jabłka obie jego części przy obrocie zarówno długo pozostają w blasku jak i w cieniu, co odpowiada początkowi wiosny i jesieni.

W taki więc prosty sposób, mając tylko jabłko osadzone na drucie, poznamy dobrze, że przyczyną, która powoduje rozmaitość pór roku, jest pochylenie osi ziemskiej względem jej drogi, czyli względem jej ekliptyki. Kto posiada globus, wyobrażający kulę ziemską, nie potrzebuje oczywiście jabłka i wszystkie te zmiany wyraźniej jeszcze widzieć może.

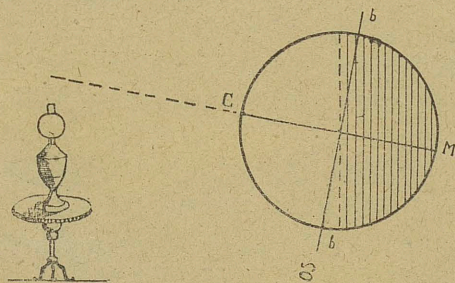


Fig. 15.

Gdyby oś ziemi nie była pochylona, czyli, gdyby była prostopadłą do jej drogi, nie mielibyśmy przeskoków od upałów letnich do mrozów zimowych, dzień zawsze byłby równym nocy. Mieszkańcy równika codziennie w południe mieliby słońce w swoim zenicie, i tam byłby pas najgorętszy ziemi, a im bardziej oddalilibyśmy się od równika, tem chłodniejsze napotykalibyśmy strony; mieszkańcy zaś obu biegunów codziennie i bezustannie widzieliby słońce w swoim poziomie, jak teraz dzieje się tam tylko dwa razy do roku, w początku wiosny i w początku jesieni.

18. Dowód biegu ziemi około słońca.

Poznaliśmy zatem, że bieg słońca naokoło ziemi jest tylko złudzeniem, a w rzeczywistości to ziemia posuwa się bezustan-

nie dokoła słońca. Przez długie jednak wieki pozostawali ludzie w błędzie i sądzili, że ziemia jest nieruchoma, a słońce krąży dokoła nas, przechodząc kolejno z północy na południe i z południa na północ. Kopernik dopiero zrozumiał, że olbrzymie słońce nie może kręcić się dokoła drobnej ziemi i nauczył nas, że to ziemia obiega drogę dokoła słońca i że oś jej do tej drogi jest pochylona, a stąd wynika pozorny bieg słońca po drodze pochylonej względem równika. Wielki ten astronom przeto zerwał ludziom jakby zasłonę z oczu, która im nie dozwalała widzieć prawdy.

Powiedziano to słusznie, że nie samym chlebem człowiek żyje, różni się bowiem od zwierząt rozumem i dla tego dąży do nauki, stara się poznać prawdę. A ludziom wielkim, którzy prawdę odkrywają i naukę doskonałą, okazujemy wdzięczność i z czcią o nich wspominamy. Ale ten tylko uznać może należycie zasługę takich wielkich ludzi, kto naukę ich poznaje dokładnie. Nie dosyć więc chlubić się tem, że Kopernik był polakiem i pomniki mu wznosić; pamięć jego uszanujemy istotnie dopiero wtedy, jeżeli starać się będziemy o naukę i o poznanie prawdy.

Aż do czasu Kopernika mniemali ludzie, że ziemia jest środkiem całego świata, a słońce i wszystkie gwiazdy dla niej są tylko stworzone i dokoła niej się kręcą; dopóki zaś w błędzie tym pozostawali, nie mogli zrozumieć, jak cały ten świat niezmierny jest zbudowany. Ale dzięki nauce Kopernika, następcy jego, inni wielcy astronomowie, którzy po nim żyli, coraz lepiej i dokładniej poznawali i wciąż poznają te nieprzeliczone ciała niebieskie, co na niebie błyszczy. I dla tego to Kopernika słusznie nazywają ojcem astronomji nowej, bo ta astronomja nowa właśnie rozpoczyna się od czasu, gdy zrozumiano, że ziemia nie jest nieruchomą, jak to mniemali astronomowie dawniejsi.

Ale tak samo, jak nie odrazu uwierzono Kopernikowi, że ziemia wiruje dokoła swej osi, tak też długo nie chciano przystać i na to, by biegła dokoła słońca, i tak samo stawiano mu różne zarzuty.

Mówiono nawet bardzo słusznie. Jeżeli przesuwamy się, jeżeli przejeżdżamy obok jakiegoś przedmiotu, obok drzew albo domów, to przecież drzewa te i domy zmieniają także względem

nas swe położenie — są one najpierw przed nami, a następnie poza nami, tak jakby one się względem nas przesuwały. Toż samo więc dziać się musi i z biegiem ziemi. Jeżeli ziemia nie tkwi w jednym miejscu, ale się wciąż posuwa, to mijamy gwiazdy, które nam na niebie świecą; winny one więc również zmieniać swe położenie względem nas, winny się w ciągu roku przesuwać.

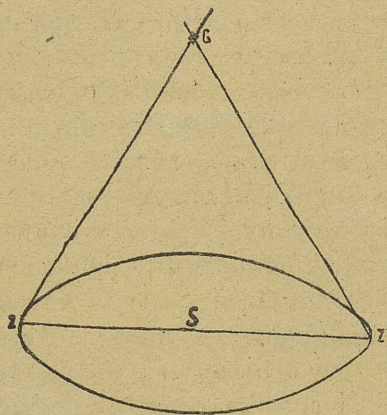


Fig. 16.

Dla zrozumienia tego spojrzymy na rycinę (fig. 16), na której znowu S oznacza słońce, w koło zakreślony okrąg drogę ziemi, przy G zaś jest jakakolwiek gwiazda. Gdy więc ziemia jest w miejscu Z swojej drogi; ale gdy w pół roku później przebedziemy na przeciwległą stronę jej drogi do Z' , wtedy gwiazdę widzimy już w kierunku od Z' do G ; a zatem gwiazda ta musiałaby się na niebie pozornie przesuwać.

Tak rozumowali przeciwnicy Kopernika, a oczywiście Kopernik i jego stronnicy, którzy z nim razem trzymali, przyznawali, że rozumują słusznie, zbić się tem jednak z tropu nie dali. To prawda bowiem, mówili, że przedmioty sąsiednie zmieniają swe położenie względem nas, gdy się przesuujemy; jeżeli jednak, dajmy, gdzieś daleko na polu stoi drzewko, a my posuniemy się o krok albo o dwa kroki, czyż dostrzeżemy jaką zmianę w położeniu tego drzewka? Tak samo więc dziać się musi i z gwiazdami. Są one od nas tak niesłychanie daleko, że choć ziemia ujeżdża

olbrzymią nawet drogę, my jeszcze żadnej zmiany w położeniu tych gwiazd dostrzedz nie możemy.

Na takie rozumowanie Kopernika inni astronomowie zgodzić się musieli, bo w owych czasach nie posiadano jeszcze szkiele, albo raczej lunet i teleskopów, to jest przyrządów, które pozwalają nam gwiazdy obserwować nieporównanie lepiej i dokładniej, aniżeli gołym, nieuzbrojonym okiem. Gdy więc następnie wynaleziono lunety, astronomowie osądzili, że za pomocą tych narzędzi będzie już można dostrzedz przesuwanie się gwiazd, choćby nawet było ono bardzo drobne. Zaczęli tedy bardzo uważnie i starannie obserwować położenie różnych gwiazd, ale pomimo wszelkich usiłowań żadnej zmiany dopatrzeć się nie mogli. Stracono nawet już nadzieję, by zdołano kiedykolwiek odkryć taką zmianę w położeniu gwiazd, aż dopiero kilkadziesiąt lat temu, przy pomocy najpotężniejszych narzędzi, jakie astronomowie obecnie posiadają, dostrzeżono takie przesuwanie, czyli taką zmianę w położeniu gwiazd, której tak długo poszukiwano.

A więc w trzysta dopiero lat po śmierci wielkiego naszego astronoma poznano dowód stanowczy jego nauki, przekonywający, że rzeczywiście ziemia krąży naokoło słońca.

Dziś przeto, tak samo jak o obrocie ziemi dokoła osi, tak też i o biegu jej dokoła słońca nikomu już powątpiewać nie wolno, bo znamy dowody, które nas o jednym i drugim ruchu stanowczo przekonywają.

19. Jak szybko ziemia bieży.

Z tego, cośmy ostatnio powiedzieli, łatwo też wnosimy, jak daleko od nas znajdują się gwiazdy, które, jak już nieraz mówiliśmy, są to słońca, do naszego podobne. Bo przecież i ziemia nie lada drogę przez rok przebywa; od ziemi do słońca, jak również mówiliśmy wyżej, jest 20 milionów mil, gdy więc ziemia przesuwa się o połowę swej drogi, to jest od Z do Z' (na fig. 16), oddala się od pierwotnego położenia o 40 milionów mil, a zatem o przestrzeń tak olbrzymią, że nam trudno nawet pojąć ją i wyobrazić sobie. A pomimo tak olbrzymiej odległości gwiazdy przesuwały się ledwie o odrobinę tak nieznaczną, że jedynie

przez najpotężniejsze narzędzia astronomiczne dostrzedz ją można.

Nie dosyć zresztą na tem; dodać bowiem musimy, że przesunięcie takie dostrzedz zdołano ledwie u kilku albo kilkunastu gwiazd. Są to zatem najbliższe nas gwiazdy; inne są bez porównania jeszcze dalej, tak więc daleko, że chociaż ziemia całe miliony mil ujeżdża, to wobec odległości gwiazd olbrzymia nawet jej droga nic nie znaczy.

Może się jeszcze kto zapyta, ile też mil wynosi cała droga ziemską, czy ile mil ma ziemia do przebieżenia rocznie, to na to łatwo odpowiedzieć możemy. Skoro bowiem odległość ziemi od słońca wynosi 20 milionów mil, to kto jest obeznany z geometryją wie, że cały okrąg, czyli cała droga ziemi wynosi $6\frac{2}{7}$ raza więcej, a zatem z górą 125 milionów mil. Drogi tę przebywa ziemia w ciągu roku, czyli 365 dni, a stąd wypływa, że przez jeden dzień przebiega blisko 350 tysięcy, przez godzinę 15 tysięcy, przez minutę około 250 mil, a przez sekundę przeszło cztery mile. Najszybszy pociąg kolei żelaznej niespełna trzydzieści mil na godzinę jest w stanie ujechać, — a więc ziemia razem z nami pędzi pięćset razy prędzej, aniżeli pociąg najbystrzejszy.

Do tego wszystkiego, cośmy tu o ruchach ziemi mówili, jedno jeszcze dodać nam wypada. Mniemali niegdyś ludzie, że ziemia jest nieruchoma, a słońce dokoła niej biegnie; Kopernik nauczył, że ziemia się posuwa, ale sądził, że słońce jest nieruchome. Dziś jednak astronomowie wiedzą dobrze, że i słońce także nie stoi nieporuszenie na jednym miejscu, ale że i ono także biegnie i posuwa się w niezmiernej przestrzeni wszechświata. Niech się nikt jednak nie obawia, by słońce odbiegło i pozostawiło nas w ciemnościach; ziemia bowiem i inne planety, które wraz z nią dokoła słońca krążą, idą za niem, tak jakby je słońce ciągnęło. Chociaż więc słońce się posuwa, na ziemi nic się nie zmienia i my tego ruchu słońca nie dostrzegamy, tak jak nie czujemy żadnego ruchu ziemi. Ale astronomowie dostrzegli, że się słońce do jednych gwiazd zbliża, a od innych oddala; dostrzegli też, że i wszystkie gwiazdy, choć się nam na niebie nieruchome wydają, także są w ciągłym ruchu. Ale są one od nas tak daleko, że choćby kto i sto lat żył, toby widzieć nie mógł, że w położeniu gwiazd zaszła jakaś zmiana. Astronomowie

jednak już od wielu wieków obserwują dokładnie położenia gwiazd na niebie, a stąd poznać zdołali, że tak nasze słońce, jak też i każda inna gwiazda jest w ciągłym ruchu, a żadna w martwym, nieruchomym spoczynku nie zostaje. Rozum pozwala nam dostrzegać wiele rzeczy, których słaby wzrok nasz wprost widzieć nie zdoła.

Skorośmy się zaś teraz dowiedzieli, że słońce i inne gwiazdy są w ciągłym ruchu, może się kto ulęknie, że słońce nasze w swej drodze potrafić może i uderzyć o inne jakie słońce, czyli o jakąś gwiazdę, a w tem strasznem zaburzeniu zginąłby musiała wraz z nami i ziemia. Ale, gdyby kogo o to głowa zabolala, łatwo uspokoić się może. Bo najpierw w przestrzeni wszechświata dosyć jest miejsca, by się wszystkie ciała niebieskie swobodnie poruszać mogły, a choćby się i mogło słońce nasze z innym spotkać, to przecież odległość między niemi jest tak olbrzymia, że chyba po wielu milionach lat spotkanie takie nastąpićby mogło. Nie potrzebujemy się więc kłopotać o to niebezpieczeństwo urojone; pomówimy jeszcze o jednej rzeczy, która nas bliżej obchodzi, a mianowicie o kalendarzu.

20. O kalendarzu.

Niech się nikt nie dziwi, że tak nagle od słońca i gwiazd przeskoczyć chcemy do kalendarza, bo rachuba czasu właśnie na biegu słońca polega.

Podstawą kalendarza jest rok, to jest przeciąg czasu, jakiego potrzebuje słońce do przebieżenia swej drogi. Po tym czasie powtarza się następstwo pór roku, z którymi wiążą się roboty rolnika i wszystkie sprawy nasze. Jeżeli więc w pewnej chwili, w początku wiosny, słońce znajduje się na równiku, a zatem w samym punkcie równonocnym, to gdy znów do tego samego punktu powróci, powiemy, że właśnie rok upłynął. Pozorny jednak bieg słońca jest jedynie wynikiem rzeczywistego biegu ziemi, a dla tego właściwie powiedzieć należy, że rok jestto przeciąg czasu, jakiego potrzebuje ziemia dla odbycia pełnej swej drogi około słońca.

Przeciąg tego czasu wynosi dokładnie 365 dni 5 godzin, 48 minut i 45 sekund, czyli bez mała 365 dni i 6 godzin albo

365 $\frac{1}{4}$ dnia; rok zatem składa się z ułamkowej, t.j. niecałkowitej, niezupełnej liczby dni. Gdybyśmy więc rzeczywiście liczyli rok po dni 365 $\frac{1}{4}$, byłoby to w życiu zwyczajnem rzeczą bardzo niedogodną; rok bowiem, któryby się zaczął o północy, skończyłby się zatem dopiero o 6 rano. Rok więc następny rozpocząłby się o godzinie 6 rano i należałoby w ciągu tego roku początek każdego dnia liczyć również od godziny 6 rano. Rok ten ukończyłby się wszakże dopiero po 365 dniach i 6 godzinach, a rok następny rozpocząłby się od południa i każdy dzień tego roku należałoby liczyć od południa.

Widzimy z tego, że rok koniecznie obejmować musi całkowitą liczbę dni. Pierwotnie tedy odrzucano zupełnie te zbywające sześć godzin i rok liczono tylko po dni 365; ale rok taki był zakrótki o ćwierć dnia, co po czterech latach dawało różnicę jednego dnia; a po 120 latach różnica ta wynosiła już 30 dni, czyli cały miesiąc.

Gdy więc według kalendarza przypadł już początek wiosny, to w rzeczywistości na początek wiosny czyli na porównanie dnia z nocą czekać trzeba było jeszcze miesiąc; a tak samo po 240 latach już o dwa miesiące i t. d. Łatwo pojąć, jak wielki stąd musiałby powstać zamęt. W dawnym mianowicie państwie rzymskiem, w czasie, kiedy tam rządził Juljusz Cezar, niezgoda między kalendarzem a słońcem doszła do tego stopnia, że święta żniw, które oczywiście należało obchodzić w lecie, przypadało w zimie; Juljusz Cezar postanowił tedy usunąć taki nieład i wprowadzić poprawę czyli reformę kalendarza, którą za radą astronomów dokonał w sposób bardzo prosty i dowcipny. Ponieważ rok liczony po dni 365 jest o 6 godzin za krótki, przeto z odrzucanych tych corocznie sześciu godzin tworzy się po czterech latach już jedna doba, dla tego postanowiono dobę tę dodawać do każdego czwartego roku, czyli trzy lata kolejno liczyć po 365 dni, rok zaś czwarty, przestępny czyli przybyszowy, po dni 366. Lata więc 1917, 1918, 1919 są zwyczajne, rok zaś 1920 będzie przestępnym. W ogóle rok jest wtedy przestępnym, gdy oznaczająca go liczba daje się podzielić przez 4. Kalendarz ten nazwany juljańskim, od imienia władcy rzymskiego, który go wprowadził, jest dotąd bez zmiany używany w Rosji i w kilku mniejszych krajach Europy wschodniej.

Reforma juljańska byłaby zupełną i nicby już zarzucić jej nie można było, gdyby rok miał dokładnie 365 dni i 6 godzin; widzieliśmy wszakże, że jest nieco krótszy, zawiera bowiem tylko 365 dni 5 godzin 48 minut i 45 sekund; brak mu zatem do tych 6 godzin jeszcze 11 $\frac{1}{4}$ minut. Rok więc juljański jest cokolwiek za długi, nieco zawiele wtrąca się tam dni przybyszowych. Jedenaście bowiem minut niby to niewiele, ale łatwo obliczyć, że po 128 latach, tworzy się z nich cała doba. Wypływa stąd, że jeżeli początek wiosny, czyli chwila równonocy, przypadała pewnego roku dnia 21 marca, to po 128 latach przypadała już 20 marca, a po dalszych 128 latach 19 marca i t. d.

Błąd ten dostrzeżono już dawno, a dla usunięcia go papież Grzegorz XIII wprowadził w roku 1582, również według rady astronomów, nową reformę kalendarza, która polega na tem, że dni przybyszowych jest tu mniej, aniżeli w kalendarzu juljańskim. W tym ostatnim mianowicie lata wiekowe, to jest o liczbach zakończonych dwoma zerami, jak 1700, 1800, 1900, 2000, ponieważ są podzielne przez 4,—są przestępne; w kalendarzu zaś nowym, który od nazwiska papieża Grzegorza XIII nazywa się gregoryańskim, lata 1700, 1800, 1900 są zwyczajne, to jest mają po dni 365, a tylko rok 2000 będzie przestępnym. W ogólności. z czterech kolejnych lat wiekowych jeden tylko rok jest przestępny; lata 2100, 2200 i 2300 będą znów zwyczajne, a dopiero rok 2400 będzie przestępny.

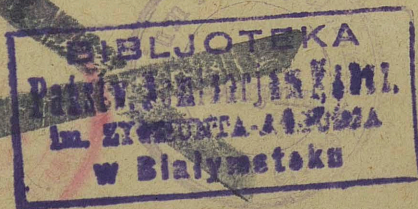
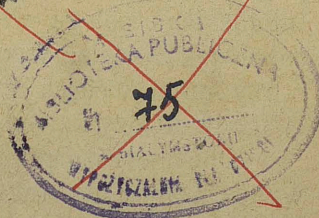
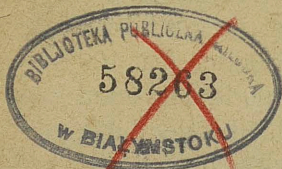
Poznajemy stąd, jaka jest różnica między kalendarzem juljańskim a kalendarzem gregorjańskim. W kalendarzu juljańskim przypada rok przestępny co lat cztery; w ciągu stu lat zatem dni przybyszowych jest 25, a na 400 lat dni takich jest 100. W kalendarzu zaś gregorjańskim w ciągu tych 400 lat jest dni przybyszowych tylko 97. Widzieliśmy zaś, że błąd kalendarza juljańskiego polega właśnie na tem, że dni przybyszowych jest cokolwiek zawiele; w kalendarzu gregorjańskim jest dni takich o trzy mniej w ciągu czterech stuleci, a to wystarcza, by istniała zgoda między kalendarzem a biegiem słońca.

Obecnie różnica między obu kalendarzami, jak wiadomo, wynosi trzynaście dni; gdy bowiem w kalendarzu juljańskim przypada pierwszy dzień miesiąca, liczy się w gregorjańskim już dzień czternasty. Rok 1900 był w kalendarzu juljańskim

przestępny, w kalendarzu zaś gregorjańskim zwyczajny; a zatem różnica od tego roku wynosi już dni 13. Rok jednak 2000 będzie w obu kalendarzach przestępnym, różnica ta zatem pozostanie bez zmiany aż do roku 2100, który znów będzie rokiem zwyczajnym w kalendarzu gregorjańskim, a przestępnym w kalendarzu juljańskim.

O kalendarzu możnaby wprowadzić dużo jeszcze mówić, ale tu chcielibyśmy tylko wyjaśnić, jaka to przyczyna powoduje różnicę obu kalendarzy. Z opowiadania zaś tego przekonywamy się nadto, że bez pomocy astronomów nie mielibyśmy dobrego kalendarza.

Na tem kończymy opowiadanie nasze o obrotach ziemi. Jeżeli który z czytelników nie wszystko odrazu dobrze zrozumiał, to tylko poradzić mu mogę, aby to sobie raz jeszcze przeczytał i nad tem się należycie zastanowił. Bo bez własnego zastanowienia nikt się niczego nie nauczy; ludzie zaś nie wynaleźli maszyny takiej, któraby przemocą naukę i rozum do głów naszych przelewała. Łatwiej nam czytać bajki albo powiastki, bo nad tem głowy nałamać nie potrzeba, ale kto pracy nie poskapi i przyzwyczai się rozmyślać nad tem, co czyta, to mu nauka coraz łatwiej przychodzić będzie i znajdzie w niej większą przyjemność i większe zadowolenie, aniżeli w bajkach i powiastkach.



1497

