

wskich: albo do logarytmu liczby metrów dawszy logarytm stosunku, otrzymamy logarytm na liczbę łokci warszawskich.

Sto metrów francuzkich czyni blisko sto sześć, dziesiąt ośm łokci warszawskich.

Łok. warsz. $\frac{264}{443,296}$ = 0,59554 tego stos. log.

Metr. $\frac{264}{443,296}$ = 0,59554 tego stos. log. 9,7749101; to jest: daną liczbę łokci warszawskich trzeba rozmnożyć przez 0,59554 żeby otrzymać liczbę metrów: albo do logarytmu liczby łokci warszawskich trzeba dodać logarytm stosunku, i wypadnie logarytm na liczbę metrów. Łokieć więc warszawski zamyka blisko pięćdziesiąt dziewięć i pół, centymetrów francuzkich.

ROZDZIAŁ IV.

O Księżycu jako gwiazdzie ziemskiej, sprawującej różne skutki na ziemi.

Księżyc jest gwiazda ziemska.

54. Księżyc należąc do planet drugiego rzędu, jest gwiazda przez się ciemna, błyszcząca światłem od słońca na nią rzuconem, i od powierzchni jej odbitem, nigdy nieodstępująca ziemi, ale około niej zawsze w różnej odległości krążąca po *Ellipsie*

w której ognisku leży ziemia (§. 13. 17. Wstęp), jako siła środkowa i razem przyczyna fizyczna tego biegu (§. 21. Wstęp); ta sama więc siła trzyma księżyc przy ziemi, którą trzyma wszystkie inne jej ciała ciężkie. Jakoż wystawiwszy sobie na *Figurze* 3. ziemię w punkcie C i około niej księżyc opisujący łuk BF, w czasie naprzykład jednej minuty; oddalenie się w punkcie F tego łuku od linii BH, czyli odległość HF jest rzetelnym skutkiem ciężenia księżycowego na ziemię; a zatem HF jest wysokość, przez którą księżyc w czasie jednej minuty spada ku ziemi. Dowodzi nam Mechanika z biegu księżyca, i z biegu ciał ciężkich, iż kamień wyniesiony do tej odległości od ziemi, jak księżyc, spadając samowolnie w tym samym czasie jednej minuty, przebiegłby taką samą wysokość HF, przez jaką spada księżyc; i gdyby w księżycu siła rzutu (§. 24. Wstęp) była zniszczona, spadłby na ziemię w czasie czterech dni i 21 godzin. W czem wszystkiem należy pamiętać na to, cośmy (w §. 21. Wstęp) powiedzieli, że zważając tylko na samą odległość; ciężkość ciał na ziemię, tak odległych, jak księżyc, jest blisko trzy tysiące sześćset razy słabsza, niż przy jej powierzchni. I dla tejto przyczyny należy uważać księżyc jako gwiazdę i ciało ziemskie, blisko sześćdziesiąt razy od jej środka odleglejsze, niż wszystkie inne ciała okrywające powierzchnią naszego planety. Księżyc krążąc około ziemi, znowu wraz z ziemią krąży około słońca; więc znowu siła słońca utrzymująca bieg roczny ziemi, wywiera także działanie swoje na księżyc;

tak dalece, że bieg księżyca uważać się powinien, jako skutek fizyczny trzech ciał wzajemnie na siebie ciężących, to jest słońca, ziemi, i księżyca, z kąd wypadło sławne w Mechanice zagadnienie o biegu trzech ciał (*Problema trium corporum*; *Problème des trois corps*), wzajemnie na siebie działających: rozwiązaniu tego zadania cała Astronomija fizyczna winna swój wzrost i postęp.

Tłumaczą się odmiany światła w księżycu.

55. Księżyc w biegu swoim około ziemi pokazuje nam się w różnych stopniach oświecenia, które nazywamy *odmianami jego światła* (*Phases Lunae*; *Phases de la Lune*). Widzimy bowiem w każdym miesiącu zaraz po zachodzie słońca, naprzód mały skrawek tarczy księżycowej oświeconej; to światło coraz dalej posuwające się i rosnące, póki całe tarczy nie okryje: potem ubywające znowu stopniami w księżycu rano przed wschodem słońca świecącym, póki toż światło zupełnie dla nas nie zniknie. Księżyc atoli będąc kulą do słońca obróconą, nigdy nie przestaje być od niego równie, to jest, w połowie przynajmniej swej powierzchni oświecony; więc całą przyczyna odmian światła na tem zależy, że nie zawsze tarcza księżyca obrócona do słońca a zatem oświecona, jest razem tarczą obróconą do ziemi, czyli dla nas widoczną: to jest, że dwie strony księżyca oświecona i widoczna, albo są całkiem różne, i wtenczas księżyc dla nas całkiem jest ciemny: albo się z sobą zupełnie scho-

dzą, i natenczas widzimy cały księżyc światły; albo tylko częściami jedna zachodzi na drugą, i wtenczas widzimy ułamek światła, o jaki strona oświecona pokryła i zaszła na stronę widoczną. Z tych odmian światła wynika podział drogi księżycowej około ziemi na cztery miejsca, czyli znakomitsze położenia księżyca względem ziemi i słońca, które nazywamy *Nowiem*, *Pełnią*, *Pierwszą*, i *ostatnią Kwadrą*. Wszystko to objaśnia nam na oko *Figura 27*, gdzie S wyraża nam miejsce stojącego słońca; T miejsce ziemi: *adpma* księżyc po swojej drodze około ziemi krążący. Złączmy środek słońca S, ze środkiem ziemi T, przez linią ST: którą przeciągnięą aż do drugiej strony drogi księżycowej ST*p.* nazywać odtąd będziemy *liniją łączną* (*Linea Szigiarum: ligne des Szigies*).

Pomyślmy jeszcze na każdym punkcie drogi księżycowej linią łączącą środek księżyca ze środkiem ziemi, którą nazwiemy *środkową ziemi i księżyca*: płaszczyzna przecinająca księżyc pionowo do tej linji, oddzieli nam stronę widoczną, to jest do ziemi obróconą, od strony niewidocznej, czyli odwróconej od ziemi. Wreszcie pomyślmy sobie trzecią linią prostą łączącą środek księżyca i słońca, którą nazwiemy *środkową słońca i księżyca*: ta być może uważana, jako na każdym punkcie drogi księżycowej samej sobie równoległa dla wielkiej odległości księżyca od słońca: płaszczyzna pionowo na tę linią przecinająca księżyc, oddziela stronę jego obróconą do słońca czyli oświeconą,

od strony odwróconej czyli ciemnej. Gdy środek księżycy przyjdzie do linii łącznej, a księżyc jest bliższy słońca niż ziemia, jak w punkcie *a*: mamy czas *Nowiu*; w którym strona kuli księżycowej do ziemi obrócona jest ciemna, wtenczas albo wcale nie widzimy księżycy, albo go widzimy jak tarczę czarną zasłaniającą nam słońce, i robiącą jego dla nas *Zaćmienie*. Gdy znowu środek księżycy przyjdzie do linii łącznej, ale księżyc dalszy jest od słońca, niż ziemia, położenie jego będzie w punkcie *p*, które nazywamy *Pełnią*; wtenczas strona obrócona do słońca, jest razem obrócona do ziemi, a zatem oświecona staje się razem widoczną. Widzimy więc księżyc cały światłem okryty: chyba że cień od środkującej między słońcem i księżycem ziemi rzucony, padnie na księżyc, i zrobi nam jego zaćmienie. Gdy zaćmienia słońca nie mogą się trafić tylko w nowiu, a zaćmienia księżycy tylko w pełni; możemy powiedzieć, że nie mogą się trafić tylko na, albo przy samej linii łącznej.

Jeżeli środek księżycy jest od linii łącznej o 90 stopni odległy, czyli kiedy linia środkowa księżycy i ziemi przecina pod kątem prostym linią łączną, jak w punktach *t*, *m*, księżyc jest w *pierwszej*, albo *ostatniej Kwadrze*: gdzie połowa strony oświeconej okrywa połowę widoczną, i wtenczas widzimy połowę tarczy księżycowej ciemnej, a połowę światłej.

Przypatrzymy się na *Figurze 27*. tarczy księżycowej, gdzie strona ciemna odznacza stronę od słońca odwróconą od obróconej; łuk zaś drogi

księżycowej bxs oddziela stronę księżyca widoczną z ziemi od niewidocznej: widzimy jak od nowiu do pełni strona oświetlona bc , dt , fg , stopniami coraz bardziej wchodzi i pokrywa stronę widoczną, póki się zupełnie z sobą obie te strony nie znijdą: jak znowu od pełni aż do nowiu strona ciemna stopniami wchodzi i okrywa stronę widoczną księżyca, póki znowu obiedwie te strony nie znijdą się razem z sobą w nowiu. Wzrost więc ten i ubywanie światła księżycowego, zależy od położenia księżyca względem ziemi i słońca, czyli od kąta aTx , który linija środkowa ziemi i księżyca, robi z linią łączną. Rachubę dni od nowiu aż do nowiu tuż następującego, nazywają Astronomowie *wiekim Księżycowym* (*Aetas Lunae: l'âge de la Lune*): i tak mówią, że księżyc jest na przykład w trzecim, czwartym, i t. d. dniu swego wieku, co znaczy, że jest w trzecim, czwartym, i t. d. dniu po nowiu: to nazwisko wzięte jest od rosnącego, i potem ubywającego światła księżycowego.

Bieg księżyca, i jego peryod.

56. Przeciąg czasu, którego potrzebuje księżyc do okrążenia ziemi, nazywa się *miesiącem księżycowym* (*Mensis lunaris: Mois Lunaire*): ten należy rozróżnić od miesiąca słonecznego; czyli czasu, którego potrzebuje ziemia na obieżenie dwunastej części swojej drogi około słońca. Księżyc odbywa bieg swój około ziemi od zachodu ku wschodowi: zobaczywszy go na przykład po zacho-

dzie słońca przy pewnej jakiej gwiazdzie stałej, widzieć go będziemy odchodzący coraz dalej od tej gwiazdy ku wschodowi, póki znowu do niej po okrążeniu zupełnem ziemi nie wróci. Przeciąg czasu, którego potrzebuje księżyc, żeby odszedłszy od jakiej gwiazdy stałej, znowu do niej wrócił, nazywa się *Miesiącem Peryodycznym*, (*Mensis periodicus: Mois ou Révolution periodique*); takowy miesiąc zamyka w sobie 27 dni, 7 godzin, 43 minut, 12 sekund: to jest, księżyc na dzień przebiega łuk wynoszący blisko 13°, 11'. Ale księżyc okrążywszy całą ziemię, nie skończy jeszcze swego wieku, i nie przyjdzie na linią łączną (L. 33. karta 199) do punktu nowiu, gdzie się odnawiają odmiany jego światła; bo ziemia idąc wciąż około słońca przez ten czas, kiedy księżyc idzie około niej, i w tym samym kierunku od zachodu ku wschodowi, linija łączna przenosi się z ziemią na inne miejsce nieba. Aże księżyc nie może być w nowiu, póki nie stanie na linji łącznej, więc oprócz całego okrążenia ziemi, musi jeszcze tyle ubiedz drogi, ile jej przebiegła ziemia około słońca przez miesiąc peryodyczny, to jest, blisko 28 stopni. Przeciąg czasu od nowiu do nowiu, nazywa się *Lunacya* albo miesiąc *synodyczny* (*Mensis Sinodicus: Mois ou révolution sinodique, Lunaison*): mybyśmy go mogli nazwać *peryodem odmian* księżycowych co do światła, który zamyka w sobie 29 dni, 12 godzin, 44 minut, 3 sekundy, a zatem dłuższy jest od miesiąca peryodycznego o dwa dni, 3 godzin, 0 minut, 31 sekund. Zkąd łatwo rozu-

mieć, że księżyc idąc od nowiu do nowiu, przebiega codzień około ziemi blisko 12° , $11'$: to jest, tyle tylko drogi, ile wynosi łuk biegiem peryodycznym księżycą na dzień przebieżony, zmniejszony łukiem, który na dzień ziemia około słońca opisuje.

Wielkość księżycą porównana z ziemią: bieg punktów największej i najmniejszej odległości.

57. Księżyc krążąc po ellipsie około ziemi, odmienia swoją od niej odległość. W każdym miesiącu patrząc nań, i mierząc długość czyli średnicę jego tarczy, raz ją widzimy pod kątem $55'$, $12''$, gdy się do ziemi najbardziej zbliży (*Luna Perigaea: Lune Périgée*), drugi raz pod kątem $29'$, $27''$, gdy się najbardziej od ziemi oddali (*Luna apogoea: Lune apogée*); w pierwszym przypadku jego od ziemi odległość wynosi $55\frac{3}{4}$; w drugim $64\frac{1}{4}$, promieni ziemskich, to jest takich miar, jaką jedną wyraża cała głębokość ziemi czyli odległość jej powierzchni od środka: więc średnia odległość księżycą od środka ziemi zamyka $60^{\frac{1}{2}}$ promieni ziemskich: to jest mil jeograficznych (L. 49. karta 172.) pięćdziesiąt jeden tysięcy sześćset dziewięćdziesiąt cztery i pół ($51694,5$), a przeto blisko 406 razy bliższy ziemi, jak słońce. Księżyc widziany z ziemi, pokazuje się pod kątem wielkości średniej $31'$, $19''$, 5. Gdybyśmy z księżycą patrzali na ziemię, widzielibyśmy ją pod kątem 1° , $55'$, 5'', więc średnica tarczy księżycowej, ma się do śre-

dnicy tarczy ziemskiej, jak trzy do jedenastu, a zatem powierzchnia ziemi jest przeszło trzynastcie razy większa od powierzchni księżyc: a objętość cała ziemi jest czterdzieści dziewięć (49) razy większa od objętości księżyc. Linija łącząca punkta największej i najmniejszej odległości księżyc od ziemi (*Linea Apsidum: Ligne des apsides*), niezawsze w jednym miejscu nieba przypada, ale się posuwa w tym samym kierunku jak księżyc: to jest, od zachodu ku wschodowi blisko o $40^{\circ} 54'$, na rok, kończąc cały bieg swój blisko w dziewięciu latach; więc znowu uważając bieg księżyc względem punktu największe, lub najmniejszej jego od ziemi odległości, miesiąc peryodyczny przedziej się kończy, niż powrót księżyc do tego punktu. Jakoż księżyc stawszy się raz najbliższy ziemi, nie wraca znowu to tej najmniejszej odległości aż po upłynieniu 27 dni, 15 godzin, 48 minut, 54 sekund.

Pochyłość drogi księżycowej: jego węzły: zaćmienia.

58. Uważając gwiazdy zwierzyńcowe (L. 49. k. 93.), po nad które przechodzi księżyc w biegu swoim około ziemi; przekonamy się w każdym miejscu, że z tych gwiazd jedne są wyżej, albo bardziej na północ, drugie niżej, albo bardziej na południe położone, niż gwiazdy przez które ziemia w biegu rocznym przechodzi: i dlatego w jednej połowie lunacyi widzimy księżyc bliżej naszego wierzchołka, i tak wysoko górujący, jak nigdy

nie góruje słońce na początku lata; i znowu w drugiej połowie lunacy, widzimy tenże księżyc tak znizony i tak blizki poziomowi, jak nigdy nie zniża się słońce na początku zimy: co dowodzi, że płaszczyzna, na której leży droga księżycowa, nie schodzi się z ekliptyką, czyli płaszczyzną drogi ziemskiej, ale ją przecina wznosząc się jedną połową nad ekliptykę ku północy, drugą zaś połową spadając pod ekliptykę ku południowi. Pochyłość drogi księżycowej do drogi ziemskiej, czyli kąt, pod którym się te dwie płaszczyzny przecinają, nie jest zawsze ten sam, ale się odmienia od 4° , $59'$, $50''$, do 5° , $17'$, $50''$, i rozległość tej odmiany wynosi $18'$. Dwa punkta, w których droga księżycy przecina drogę ziemską, nazywają się *Węzły* (Nodi: *Noeuds*), a linija prosta te dwa punkta łącząca, zowie się liniją węzłową (Linea nodorum: *Ligne des Noeuds*). Jeden z tych punktów, to jest ten, do którego przyszedłszy księżyc, zaczyna wznosić się nad ekliptykę ku północy, nazwany jest *Węzeł podniesienia* (Nodus ascendens: *Noeud ascendant*); drugi punkt przecięcia, to jest ten, od którego księżyc zaczyna się zniżać pod ekliptykę ku południu, zowie się *Węzeł spadania* (Nodus descendens: *Noeud descendant*). Gdy księżyc przyjdzie do linji węzłowej, znajduje się razem i na płaszczyźnie swej drogi, i na płaszczyźnie ekliptyki; bo linija węzłowa będąc przecięciem tych dwóch płaszczyzn, leży razem na obudwóch. I jeżeli księżyc przyjdzie do linji węzłowej w czasie nowiu, mamy koniecznie *zaciemienie słońca*; bo księżyc sta-

nawwszy między słońcem i ziemią na płaszczyźnie ekliptyki, gdzie się słońce z ziemią zawsze znajduje, zasłoni swem ciałem słońce, i promieni światła do mieszkańców ziemi nie dopuści. Jeżeli zaś księżyc przyjdzie do linji węzłowej w czasie pełni, nastąpić koniecznie musi zaćmienie księżyca; bo gdy wtenczas ziemia środkuje między słońcem i księżycem i rzuca cień płaszczyzną ekliptyki przecięty; księżyc przejdzie przez ten cień: i ziemia nie przepuści do niego promieni słonecznych.

Tu widzimy oczywiście, że gdyby droga księżyca leżała na płaszczyźnie ekliptyki, albo nie leżąc na niej, gdyby linija łączna (L. 53. k. 499.) schodziła się zawsze z liniją węzłów, w każdym nowiu mielibyśmy koniecznie zaćmienie słońca, a w każdej pełni zaćmienie księżyca. Ale jeżeli te dwie linije nie schodzą się tylko czasem z sobą, księżyc przyszedłszy do nowiu, a daleki będąc wtenczas od linji węzłowej, znajduje się koniecznie albo nad, albo pod płaszczyzną ekliptyki, i słońca mieszkańcom ziemi nie zasłoni; bo cień od niego rzucony padając albo nadto wysoko, albo nadto nisko, mija zupełnie ziemię. I znowu księżyc przyszedłszy do pełni, a daleko będąc od linji węzłowej, jest koniecznie, albo podniesiony nad, albo znizony pod ekliptykę, i cień od ziemi rzucony, albo go cale dosięgnąć nie może, i wtenczas żadnego zaćmienia nie masz; albo dosięgnie go tylko w części, i wtenczas mamy zaćmienie księżyca *częstkowe* (Eclipsis partialis; *Eclipse partielle*), które się trafiać zwykło wtenczas, gdy księżyc

w czasie pełni nie jest na samej linii węzłowej, ale blisko niej. Podobnie w czasie nowiu możemy mieć zaćmienie cząstkowe słońca, gdy księżyc znajdując się niedaleko linii węzłowej, część tylko słońca dla mieszkańców ziemi zasłoni. Ale jeżeli księżyc znajduje się, albo na samej linii węzłowej, albo bardzo blisko niej w czasie nowiu, i przytem jest najbliżej ziemi tak, że średnica jego pokazuje się większa, niż średnica słońca; choć jest ciałem daleko mniejszem od słońca, atoli dla swej względem nas bliskości zasłonić może całkiem słońce niektórym mieszkańcom ziemi, i sprawić tak grubą ciemność kilka minut trwającą, iż gwiazdy stają się w tej ciemności widzialne, co nazywamy zaćmieniem *całkiem słońca*. Jeżeli zaś księżyc w nowiu znajdując się na, lub też przy linii węzłów, jest przytem tak odległy od ziemi, że jego tarcza pokazuje nam się mniejsza od tarczy słonecznej; wtenczas nie zakryje sobą całego słońca, ale brzegi słoneczne w około wystąpią za brzegi księżyca, i zrobią obrączkę światłą otaczającą księżyc: co nazywamy zaćmieniem *obróczkowem* (*Eclipsis annularis*: *Eclipse annulaire*); a jeżeli linija od oka mieszkańców jakiego kraju do środka tarczy księżycowej prowadzona, przejdzie przez środek słońca, zaćmienie dla tych mieszkańców będzie *środkowe* (*Eclipsis centralis*: *Eclipse centrale*). Podobne rozumowanie rozciągnąć możemy do księżyca w czasie pełni, że ten znajdując się, albo na samej linii węzłowej, albo jej bardzo blisko, cierpieć koniecznie musi zaćmienie całkowite. Że zaś ziemia jest

wieksza, niż księżyc; cień ziemi dalej się rozciąga, niż cień księżyca: więc może w pewnej jakiej odległości od węzłów cień ziemi dosięgnąć księżyca; kiedy cień księżyca nie dosięgnie ziemi, i dlatego zaćmienia księżyca są częstsze, niż zaćmienia słoneczne: dlatego jeszcze zaćmienia obrączkowe w księżycu takie, jak w słońcu trafić się nie mogą. Wnieśmy już tę ogólną prawdę: że zaćmienie słońca w nowiu, a zaćmienie księżyca w pełni nie może nastąpić, tylko kiedy księżyc jest wtenczas, albo na linii węzłowej, albo blisko niej.

Każde zaćmienie księżyca jest powszechne i jednoczesne, to jest, wszyscy mieszkańcy ziemi, którzy widzą nad swym poziomem księżyc, widzą koniecznie w tym samym momencie jego zaćmienie; a różniąc się w rachunku godzin (L. 13. 14. karta 79. i 82.), różnica tej rachuby pokazuje nam ich długość jeograficzną. Ale zaćmienia słońca, ani są jednoczesne, ani powszechne; to jest, mieszkańcy ziemi widząc słońce nad swym poziomem, jedni mogą widzieć jego zaćmienie, drudzy cale nie widzieć; dla jednych będzie się zaczynało, kiedy dla drugich albo się kończy, albo się skończyło, albo jest w połowie, albo się jeszcze nie zaczęło: oprócz tego dla jednych to zaćmienie słońca może być całkowite, lub obrączkowe, dla drugich cząstkowe: i znowu środkowe dla jednych, a nie dla drugich. Przyczyna tego jest, że księżyc będąc ciałem przez się ciemnem, gdy się zanurzy w cień ziemi, straci rzetelnie światło, a zatem musi się pokazać zaćmiony dla wszystkich mie-

szańców ziemi, którzy go widzą nad swym poziomem; słońce zaś będąc ciałem przez się światłem, nie może być od księżyca zasłonięte tylko dla tych mieszkańców ziemi, od których linija prosta prowadzona do słońca trafi na księżyc: ta linija może trafić na księżyc od jednych, a nie trafić od drugich mieszkańców prowadzona; może jeszcze trafić w różnym podniesieniu słońca nad poziom, i w różnym punkcie jego pozornej drogi, a zatem w różnych momentach: może trafić na księżyc bliżej środka księżycowego dla jednych, a dalej dla drugich: wreszcie może od jednych trafić na środek księżyca i słońca razem; a od drugich minąć te środki i tylko sięgnąć ich tarczy, lub je całe minąć. Zgola księżyc w zaćmieniach słonecznych podobnie się znajduje jak chmura, która może zasłonić całkiem słońce dla jednych mieszkańców ziemi, dla drugich jego tylko część, a dla trzecich całe je minąć. Słowem różne położenie tej linji widzenia, sprawia odmiany w zaćmieniach słonecznych; czego dokładniejsze opisanie odsyłamy do Astronomji.

Bieg węzłów peryodyczny: Liczba złota.

59. Węzły księżyca i łącząca je linija, odmieniają swe miejsce i położenie na niebie, podobnie do tego, cośmy pod L. 52. karta 125. powiedzieli o punktach równonocnych ziemi: to jest, węzły i linija węzłowa mają bieg wsteczny i przeciwny biegowi księżyca, cofając się od wschodu