

Przyczyna fizyczna biegów w ciałach niebieskich.

§. 20. Wszystkie cząstki materji dążą nieustannie do łączenia się z sobą, czyli przyciągają się wzajemnie: to dążenie jest siłą ciągle władnącą, którą nazywamy *ciężkością*, albo *przyciąganiem*. Dzielnością tej siły cząstki materji zbliżone, kupią się i robią bryły. Im bardziej cząstki materji są skupione, tem bryła z nich złożona mniejsze miejsce zastępuje, co robi ciała zbite lub rzadkie. Miejsce, które ciało jakie zapełnia, nazywa się *objętością ciała* (*Volumen: Volume*), ale że w miejscu tego samego wymiaru np. w stopie kubicznej zamknąć się może więcej, lub mniej cząstek materji, kiedy te będą bardziej lub mniej skupione i zbliżone do siebie; stosunek liczby cząstek materji do miejsca przez nie zastąpionego, nazywa się *gęstością ciała* (*Densitas: Densité*). Tu należy rozróżnić bryłę od masy ciała, jako rzeczy całé insze; *bryła* bowiem (*Soliditas: Solidité*) zawiera wymiar w dłuż, w szerz, i w głąb miejsca przez ciało zastąpionego; kiedy *masa* jest oprócz tego taż bryła rozmnożona przez gęstość. Bryła albo objętość dochodzi się przez wymiar geometryczny miejsca od ciała zapełnionego; *masa* zaś ciała dochodzi się przez jego ciężar lub wagę. W każdej bryle ciała jest punkt, około którego ze wszystkich stron równie jest rozłożony ciężar cząstek, i ten punkt tak się ma, jak gdyby cały ciężar ciała był w nim zgromadzony; bo podparwszy np. ten punkt, cała bryła podpira się i zatrzy-

muje. Punkt ten nazywa się *środkiem ciężkości* (*centrum gravitatis: centre de gravité*). Jeżeli bryła jest doskonałą kulą i wszędzie jednej gęstości; środek tej kuli jest razem środkiem ciężkości. Toż mówić i o innych ciałach foremny kształt mających.

Bryły tak ciężą wzajemnie na siebie, jak cząstki z których się składają: im bryła jest gęstsza, tym ciążenie większe: to jest ciążenie na siebie brył jest w stosunku ich mass.

Ziemia jest ogromną bryłą mającą postać prawie kulistą; więc jej środek jest razem środkiem ciężkości; wszystkie przeto ciała przy niej lub na niej położone, siłą przemagającą tak przyciąga, jak gdyby cała jej moc, w jej środku ciężkości była zebrana: i dla tego wszystkie ciała ciężą do jej środka, to jest w kierunku linii przez środek ziemi przechodzącej, a zatem pionowej na jej powierzchnią. Moc i skutek tej siły jużemy wyłożyli w §. 10. wyciągniony on jest z doświadczenia ciał samopas spadających, to jest niezatrzymanych żadną przeszkodą.

Słońce i wszystkie planety sąto bryły materialne okrągłe i prawie kuliste; więc *środek słońca i każdego planety, jest razem środkiem jego ciężkości*; a zatem ciała przy, lub na powierzchni słońca i każdego planety leżące, tak ciężą do jego środka, jak ciała ziemskie ciężą do środka ziemi: z tą atoli różnicą; że to ciążenie jest w tym stosunku większe lub słabsze, w jakim massa słońca lub planety jest większa lub mniejsza, niż massa ziemi. I tak naprzykład ten kamień, który pe-

wny ma ciężar na ziemi, przeniesiony na Jowisza ciężałby tam półtrzecia razy więcej, położony zaś na Słońcu powiększyłby się ciężar jego blisko 28. razy. A jeżeli spadając wolno przebiega na ziemi w czasie jednej sekundy 15,098 stóp Paryzkich, w tymże samym czasie przebieglby na Jowiszu 57,745 stóp Paryzkich, na Słońcu zaś przebieglby 417,46 stóp paryzkich.

§. 21. Ponieważ ciała przy powierzchni ziemi, słońca, lub jakiegokolwiek planety mocą ciężkości muszone, dążą do pewnego stałego punktu, to jest do ich środka; więc podług nazwiska w Mechanice przyjętego, siła ciężkości będąc siłą przyspieszającą, jest jeszcze oprócz tego *Siłą środkową* (*Vis centralis: Force centrale*).

Lubo na ziemi oddalając ciała od jej powierzchni, nie znajdujemy prawie żadnej różnicy w sile ciężkości, dlatego; że to oddalenie jest nadto nieznaczne w porównaniu odległości powierzchni ziemi od środka; gdybyśmy atoli wynieśli kamień do bardzo znacznej od ziemi odległości, np. dwa razy dalej od jej środka, siła ciężkości zmniejszyłaby się cztery razy, a w trzy razy większej odległości, taż siła stałaby się dziewięć razy słabsza: i tenże kamień, który potrzebuje jednej sekundy czasu na przebieżenie 15,098 stóp Paryzkich przy wierzchu ziemi, spuszczone z tej odległości od ziemi jak Księżyc, potrzebowałby całej minuty, czyli sześćdziesiąt razy więcej czasu na przebieżenie tejże samej wysokości 15,098 stóp Paryzkich, jako nas o tem bieg Księżycy około ziemi przekonywa.

Więc siła ciężkości rosnąc w stosunku *massy*, ubywa znowu tak, jak rosną kwadraty, czyli drugie potęgi odległości, co się wyrażać zwykło: iż *siła ciężkości działa w stosunku prostym mass, i w stosunku odwrotnym kwadratów odległości*. Te wielką prawdę wyciągnął *Newton* z praw *Keplera*, wyłożonych pod §. 17. i wynalazków *Hughensa*, o których niżej.

§. 22. Ale jeżeli jakakolwiek liczba ciał będzie położona w tej samej odległości od środka, do którego dążą; tegość siły czyli ciężenie tych ciał będzie tylko w stosunku samych *mass*: i w takim przypadku znajdują się wszystkie ciała ziemskie względem ziemi, ciała na powierzchni słońca będące względem słońca, zgoła ciała na każdym w szczególności planecie znajdujące się względem środka tego planety; gdyż te wszystkie uważać należy, jako równie oddalone od środka, do którego dążą. Ile razy więc zachodzi rzecz o ciałach na powierzchni ziemi, słońca, lub jakiegokolwiek planety znajdujących się, w uwagę i wartość siły ciężkości nie powinna wchodzić, tylko sama *massa*.

Słońce, i wszystkie planety, jak pierwszego, tak drugiego rzędu, sąto bryły materyalne; więc te bryły tak wzajemnie na siebie ciężą i przyciągają się, jak ciężą na siebie cząstki, które je składają. Gdyby były wszystkie w równej od słońca odległości; ciężałoby na nie w stosunku samych *mass*. Aże *massa* słońca jest niezmiernie większa, niż *massa* wszystkich planet razem wziętych; więc dla tej przemagającej siły, wszystkie te planety

takby ciężały do środka słońca, jak wszystkie ciała pojedyncze na ziemi, ciężą do środka ziemi. — Wystawmy sobie teraz planety na swych własnych miejscach, to jest różnie od słońca odległe; ich ciężenie na słońce już nie będzie w stosunku prostym mass, ale w stosunku mass rozdzielonych przez kwadrat odległości; to jest, ziemia ciężyc będzie na słońce, jak summa massy słońca i massy ziemi rozdzielona przez kwadrat ich odległości od siebie. Z czego się znowu wnosi: iż gdyby wszystkie planety miały równe massy, ich ciężenie na słońce różniłoby się tak, jak się różnią kwadraty ich odległości od słońca.

Księżyc jest gwiazda nieodstępnie towarzysząca ziemi, sześćdziesiąt blisko razy odleglejsza od jej środka, niż wszystkie inne ciała ziemskie: bryła księżyca jest pięćdziesiąt razy mniejsza, niż bryła ziemi: massa zaś księżyca jest blisko 59 razy mniejsza, niż massa ziemi; więc te dwie bryły ciężąc wzajemnie na siebie, a massa ziemi będąc przemagająca względem księżyca, tak jak względem wszystkich innych ciał ziemskich; księżyc tak cięży na ziemię, jak wszystkie inne ciała ziemskie, czyli księżyc jestto ciało ziemskie sześćdziesiąt razy od jej środka odleglejsze, niż inne ciała na wierzchu ziemi będące. Przeto księżyc cięży na ziemię, a z ziemią razem cięży na słońce. Podobne rozumowanie rozciągnąć należy do wszystkich planet drugiego rzędu: to jest, że wszystkie gwiazdy towarzyszące planetom głównym, są to ich księ-

życe ciężące na swe planety główne, a z niemi razem na słońce.

§. 23. Nie spuszczajmy jednak tego nigdy z baczności, że bryły dlatego tylko ciężą na siebie, że ciężą cząstki materji je składające; więc przyciąganie i ciężkość nie służy ciałom jako w bryły zrosłym, ale jako złożonym z cząstek materialnych wzajemnie na siebie ciężących, i że ta siła przejmie całą ich masę; i tak *np.* ciężenie ziemi, lub jakiegokolwiek planety na słońce, jestto przejęcie wskrós całej bryły ziemskiej we wszystkich jej cząstkach siłą słońca. Z tej dopiero własności wzajemnego wszystkich cząstek materji na siebie działania, rodzi się środek ciężkości w ciałach, około którego wszędzie równie jest rozłożony ciężar cząstek w bryle: a z własności figury kulistej złożonej z cząstek wzajemnie na siebie ciężących, wypada to: że środek kuli, jest razem *środkiem ciężkości*.

Gdyby więc wszystkie ciała świat słoneczny składające, zostawione były samemu działaniu siły powszechnej ciężkości: księżyce spadłyby naprzód na swoje planety główne, a planety główne skupione razem z swemi księżycami spadłyby na słońce; i cały świat słoneczny zamieniłby się na jedną ogromną bryłę. Cóż tedy ten świat słoneczny od takiego spustoszenia ocala i broni? oto inne siły w innym kierunku i inaczej działające, a które walcząc z siłą ciężkości powszechnej, utrzymują cały bieg i porządek przedziwny świata.

§. 24. Kula mocą prochu z działa wyrzucona

idzie po obłąku linji krzywej, i wreszcie spada na ziemię. Nie zważając na odpór powietrza, w tej kuli bieżącej są dwie siły władające: siła wystrzału, którą nazywam *siłą rzutu* (*Vis projectilis: Force projectile*), i siła ciężkości, którą kula usiłuje w każdym momencie spaść na ziemię. Gdyby ta ostatnia siła zupełnie ustała; kula posłuszna samej sile rzutu, nie trafiając na żadną przeszkodę, wiecznieby szła po tej linji prostej, podług której wykierowane jest działo, i spałdźby na ziemię nigdy nie mogła; więc siła rzutu nie daje naprzód spaść kuli na ziemię, i oprócz tego nadaje jej dążenie do biegu po linji prostej. Wróćmy teraz kuli siłę ciężkości, a będzie nagłona dwiema siłami w różnym kierunku działającemi, z których jedna ciągnie ją pionowo do powierzchni ziemi, druga ją od niej usiłuje oddalić: gdyby obiedwie te siły władały jednostajnie, kula podług §. 11. poszłaby przez przekątnią równoległoboku: ale że siła ciężkości bezprzestannie władająca powtarza w każdym momencie swe razy; ta przekątnia ciągle odmienia swe położenie, i droga kuli wygina się na łuk linji krzywej. W tym biegu siła rzutu dokazuje, że kula musi iść po stycznej do każdego łuczka przez siebie opisanego; a siła ciężkości zbliża ją coraz bardziej do ziemi, wreszcie za przemaganiem tej ostatniej siły, kula upada. Pod tem samem nachyleniem działa powiększając moc prochu, kula coraz dalej padać będzie od działa: a gdybyśmy z góry jakiej najwyższej z taką mocą wyrzucili kulę, iżby chyżością samego rzutu mogła

blisko 19,000. łokci Warszawskich ubiedz w czasie jednej sekundy, ta kula bez odporu powietrza jużby nigdy nie spadła na ziemię, aleby wечно krążyła około niej tak, jak księżyc. Podobnie wszystko dzieje się w biegu ciał niebieskich: siła rzutu, którą w początku swego jestestwa wypchnięte były planety na przestrzeń świata, i siła ciężkości, którą wzajemnie na siebie wywierają, są rzetelną i jedyną przyczyną biegu, który postrzegamy naprzód w księżycach około planet głównych, i w planetach głównych około słońca. Siła rzutu nie pozwala im spadać na siebie: a siła ciężkości nie dopuszcza księżycom opuścić swych planet głównych, ani planetom opuścić słońca.

§. 25. Uważając ciało jakie siłą rzutu w przestrzeń świata wypchnięte, kierunek tego rzutu, albo może przechodzić przez środek ciężkości ciała wypchniętego, albo padać mimo ten środek; w pierwszym przypadku siła rzutu nadaje równą chyżość wszystkim cząstkom ciała, i rodzi się sam bieg ciała *postępujący* (*motus progressivus: mouvement progressif*): to jest, w którym środek ciężkości przenosić się będzie z jednego miejsca na drugie: ale w drugim przypadku kiedy kierunek rzutu nie przechodzi przez środek ciężkości; cząstki ciała składające, będą popchnięte z nierówną chyżością, i powstaną dwa biegi: to jest, bieg *wirowy*, którym ciało kręcić się będzie około linii prostej przechodzącej przez środek ciężkości, jako około osi obrotu; i bieg *postępujący*, przez który środek ciężkości przechodzić będzie z miejsca je-

dnego na drugie. Ziemia, Księżyc, i ledwo nie wszystkie planety mają obadwa te biegi, to jest kręcenia się około osi, który się nazywa biegiem *dziennym*, i bieg postępujący, który nazywamy *peryodycznym* (choć w niektórych planetach pierwszego biegu nie można było dotąd z pewnością dostrzedz i ocenić); więc wszystkie te ciała musiały być pchnięte siłą rzutu, w takim kierunku, że ten przez środek ich ciężkości nie przeszedł. Słońce nawet, które mamy za gwiazdę stałą, ma bieg wirowy trwający 25. dni, 12. godzin. Aż trudno jest pomyśleć, aby słońcu mógł być nadany bieg wirowy bez postępującego; bo by sobie należało wystawić pierwszej sile rzutu siłę przeciwną, któraby zniszczyła w słońcu bieg postępujący, zostawiając mu tylko sam obrot około osi; więc raczej należy nam wnieść, że słońce oprócz biegu wirowego, musi mieć bieg postępujący, który odbywa ze wszystkimi planetami i kometami razem, a którego my, jako biegu i nam i całemu światu, słonecznemu wspólnego, ani czuć, ani dostrzedz nie możemy.

§. 26. Kiedy ciało obraca się w około, bądź biegiem wirowym kręcąc się około swej osi, bądź biegiem postępującym krążąc około jakiego punktu; z tego biegu rodzi się siła, którą każda cząstka ciała w biegu wirowym, a środek ciężkości w biegu postępującym, usiłuje oddalić się od środka koła przez siebie opisanego w kierunku promienia tego koła. Siła ta nazywa się siłą *odpychającą* (*Vis centrifuga: Force centrifuge*). Uwiązany

na sznurku kamień obracając około ręki, czujemy siłę kamienia w tym biegu do zerwania sznurka, i oddalenia się od ręki tem dzielniej wywieraną, im obrót jest chyższy; bo ta siła rośnie jak kwadraty chyżości. Koła powozu w szybkim biegu widzimy odrzucające od siebie i daleko rozpryskujące błoto i ziemię. Ale najstraszniejsze skutki tej siły w biegu zrodzonej, pokazują się częstokroć na kamieniach młyńskich, które nagłą i gwałtowną biegu wirowego szybkością rozkolysane pękają, i rozerwanemi sztukami od walca tą siłą odepchniętymi, zabijają ludzi, i rozwalają czasem ściany budynku. Siła więc ta rosnąc w miarę kwadratów chyżości, przemódz czasem zdoła inne jakiegokolwiek siły jej się opierające. Prawa tej siły najpierwszy opisał i odkrył *Hughens* Batawczyk, i z *Keplerem* najwięcej pomógł do wielkich wynalazków *Newtonowi* §. 21.

§. 27. Mamy więc do uważania trzy siły w ciałach niebieskich władające, i sprawujące całe to widowisko biegów i odmian, które się dają w słońcu, planetach i kometach postrzegać: to jest, siłę pierwiastkowego rzutu, którą te bryły wypchnięte były na przestrzeń świata: siłę wzajemnego cząstek materji na siebie ciążenia, i siłę odpychającą. Cały świat powszechny, jestto niezmierny teatr ustawicznego tych sił władania i walczenia: jestto ogromna machina dzielnością tych sił ruszana, i wydająca tyle rozlicznych skutków, które z ziemi postrzegamy, i którym wraz z ziemią, jako naszym siedliskiem, podlegamy.

Widzimy planety opisujące ellipsy mało się od koła różniące, i w pewnych nam wiadomych czasach swe obroty kończące: widzimy komety idące po długich i rozwlekłych ellipsach, raz niezmiernie oddalone, drugi raz bardzo zbliżone do słońca, i w tym ostatnim razie łuki ich eliptyczne, ledwo nie na parabolę zamienione. Być nawet może w niezgłębionej nigdy różnorodności dzieł przyrodzenia, iż są jeszcze ciała niebieskie, które opisują linije krzywe z odnogami, nigdy się niekończącemi, i które pokazawszy się raz blisko słońca, już więcej do niego nie wracają. Wszystkie te odmiany i gatunki dróg niebieskich zawisły od siły pierwiastkowej rzutu. Jeżeli bowiem ciało niebieskie przez tę siłę było wypchnięte na przestrzeń świata z taką chyżością, jakiejby nabyło spadając samopas przez połowę najmniejszej swej od słońca odległości, opisze *koło*; opisze zaś *ellipsę*, jeżeli było pchnięte z taką chyżością, jakiejby nabyło spadając samopas przez większą wysokość, jak połowa jego najmniejszej odległości od słońca: ale jeżeli rzucone było z taką chyżością, jakaby mu nadał wolny spadek przez wysokość albo równą, albo większą, jak cała jego odległość najmniejsza od słońca; to ciało pójdzie po linji krzywej rozwartej, nigdy się niekończącej, i już więcej do słońca nie wróci. Z czego wypada, że komety były z większą siłą rzutu pchnięte, niż planety; że między planetami głównymi *Merkury* i *Mars* odebrały największą, *Wenus* zaś i *Ziemia* najmniejszą siłę rzutu; bo ellipsy pierwszych najbardziej się

oddalają od figury koła, kiedy ellipsy ostatnich mało się od niej różnią. Więc siła rzutu złączenie z siłą ciężkości narysowały, że tak rzekę, każdemu ciału niebieskiemu drogę, którą przebiega. Te znowu dwie siły sprzężone z siłą odpychającą, sprawują odmianę w chyżości i odległości każdego ciała niebieskiego. Zważmy tylko dwie połowy ellipsy na *figurze 6tej*, osią większą AB przedzielone, że wszystkiem sobie podobne i równe. Na stronie [spodniej AEB , promień wodzący robi ze styczną kąt rozwarty odciągający ciało od punktu F : kiedy na stronie górnej BDA tenże promień wodzący robi ze styczną kąty ostre obrócone ku słońcu. Planeta będąc w punkcie A ma największą chyżość; a zatem podług §. 26. największą siłę odpychającą, która przemagając nad siłą ciężkości, odciąga planetę od punktu F : ten z ubywającą coraz bardziej chyżością od punktu F , przychodzi do punktu B : tu jego chyżość stawszy się najmniejszą, siła ciężkości staje się przemagającą, i wsparta w tem położeniu kierunkiem siły odpychającej, zbliża coraz bardziej planetę do słońca, i z rosnącą coraz bardziej chyżością, a ubywającą odległością przyprowadza go do punktu A ; z kąd znowu bieg się odnawia wedle pierwszego przypadku.

§. 28. Jeżeli znowu weźmiemy na uwagę siłę odpychającą, która powstaje z biegu wirowego, nie trudno nam będzie pojąć odmiany, które ta siła sprawuje w figurach, tudzież na powierzchniach słońca i planet, jako to w ciągu terażniej-

szego dzieła zobaczymy na ziemi. Nadto, planeta główny idąc około słońca, albo księżyc krążąc około planety głównego, wystawiony jeszcze jest na działanie innych planet wzajemnie na siebie ciążących. Te przybyszowe siły leżące na różnych płaszczyznach, lubo dla odległości nadto są drobne względem siły tego ciała, około którego bieg się odbywa; atoli skutek ich choć mały i leniwy, daje się przecież postrzegać. Są to drobne *przeszkody* (*perturbationes: perturbations*), cóżkolwiek w odmianę biegu wpływające. Z tego źródła wynikają małe nierówności i odmiany, które się ledwo nie we wszystkich pierwiastkach biegu ciał niebieskich pokazują. Owoż mamy w krótkości wyłożoną całą, że tak powiem, sztukę, której używa natura w nadaniu i utrzymywaniu biegów niebieskich, wszystkich skutków i odmian, które ztąd wynikają! *Newton* Anglik wsparty nasamprzód myślami *Kopernika* Polaka, potem *Keplera* Niemca, i *Hughensa* Batawa, najpierwszy wyszedził i pokazał tę przedziwną *Mechanikę* przyrodzenia; po nim *Euler* Szwajcar, *Clairaut*, *D'Alembert*, *Lagrange*, i *Laplace* Francuzi, za pomocą najgłębszego jeometrycznego rachunku, rozwinęli i odsłanili nam te wielkie prawdy o budowie świata.

Wiadomości z Jeometrii o Sferze, czyli o linijach, kołach, i kątach na powierzchni kuli.

§. 29. *Płaszczyznę* nazywa się powierzchnia tak rozciągnięta, iż każda linija prowadzona przez

dwa punkta na tej powierzchni gdziekolwiek leżące, jest linią prostą. Zkąd wypada, że jeżeli dwie płaszczyzny przetną się z sobą, linija z przecięcia ich wypadająca, jest prosta.

I. Przeciawszy kulę płaszczyzną, figura tem przecięciem zrodzona jest kołem: jest zaś kołem *wielkiem*, to jest mającem ten sam środek i tę samą średnicę z kulą, kiedy płaszczyzna przecinająca przechodzi przez środek kuli: kiedy zaś ta płaszczyzna przez środek kuli nie przechodzi, koło z przecięcia zrodzone, jest kołem *mniejszem*: to jest, którego środek nie przypada we środku kuli, i którego średnica jest mniejsza od średnicy kuli. Różne więc koła na powierzchni kuli narysowane, uważać się mogą, jako ślady przechodzących przez kulę płaszczyzn. Łuki kół wielkich, są miarą kątów, które robią przecinające się w środku kuli promienie, od końców tych łuków prowadzone: i tak łuk AB (*Figura 9.*) na wierzchu kuli, jest miarą kąta ASB.

II. Linija prosta pionowa na płaszczyznę koła wielkiego, i przez jego środek przechodząca, nazywa się *osią tego koła* (*Axis: Axe*), tej osi punkta ostateczne na wierzchu kuli wychodzące, nazywają się *bieguny* tegoż koła (*Poli: Pôles*). Ile razy uważać będziemy w kuli koło jakie wielkie, starać się zaraz będziemy poznać jego bieguny, gdyż te oznaczają nam położenie tego koła.

III. Ponieważ każdy biegun leży na linji pionowej do płaszczyzny swego koła; więc od wszy-

stkich punktów obwodu tegoż koła, jest na kąt prosty, to jest na 90 stopni odległy.

IV. Każde koło wielkie przechodzące przez bieguny drugiego koła, jest koniecznie na nie pionowe: i znowu każde koło pionowe na drugie inne koło, przechodzić koniecznie musi przez jego bieguny. Zgoła dwa koła będące do siebie prostopadłe czyli pionowe; jedno przechodzić koniecznie musi przez bieguny drugiego.

V. Jeżeli jakakolwiek liczba kół jest pionowa na pewne jakie koło, wszystkie te koła przecinać się muszą w biegunach tego, na które są pionowe.

VI. Dwa koła wielkie w kuli nie mogą być do siebie równoległe: bo wszystkie koła wielkie muszą przechodzić przez środek kuli, i tam się przecinać.

VII. Wystawiwszy sobie na kuli tyle kół równoległych, ile nam się podoba; z tych jedno tylko być może koło wielkie, wszystkie zaś insze będą koła mniejsze.

VIII. Jako płaszczyzny równoległe, są płaszczyznami tego samego położenia, tak i koła równoległe na kuli: mają więc jedną tylko oś wszystkim spółną, i jedne też same bieguny: ta zaś oś im wszystkim spółną, jest osią koła wielkiego, do którego są równoległe. Jeżeli więc koła równoległe, wszystkie są na dwie równe części przecięte od jakiego koła wielkiego; to koło przecinające przechodzić musi przez oś spółną, i być pionowe do wszystkich kół równoległych.

IX. Ponieważ wszystkie koła wielkie przeci-

nają się tylko w środku kuli, więc linija ich przecięcia jest średnicą kuli; a zatem nie mogą się nigdy inaczej przeciąć, tylko na dwie połowy równe tak, że obwód każdej połowy zawiera 180 stopni.

X. Koła przecinające się na powierzchni kuli, robią kąty dwoma łukami zawarte. Te kąty wyrażają pochyłość dwóch płaszczyzn, przechodzących przez tę kulę i przecinających się wzajemnie.

XI. Kąt na powierzchni kuli od dwóch kół przecinających się zrobiony, jest zawsze równy kątowi zawartemu między osiami tychże kół.

XII. Miara każdego kąta na kuli jest łuk w odległości 90. stopni od wierzchołka kąta, zarysowany między łukami kół się przecinających: ten łuk mierzący, jest na obadwa koła pionowy, a zatem przechodzi przez bieguny obudwu kół, które się przecinają: jest więc ten łuk mierzący równy zawsze łukowi zawartemu między osiami, albo między biegunami tychże kół.

XIII. Łuk koła wielkiego przez dwa punkta na kuli prowadzony, jest najkrótszą odległością tych miejsc czyli punktów.

Te wszystkie prawdy, przez proste bardzo rozumowanie, wypadają koniecznie jedne z drugich.

O Ciałach płynnych.

§. 50. Ciałem płynnem nazywa się to, którego cząstki tak się słabo między sobą czepią i trzymają, iż najmniejszej sile, w którąkolwiek stronę wywartej łatwo ustępują: co je czyni na wszy-

stkie strony łatwo ruchonemi. Zkąd wypada, iż jeżeli massa ciała płynnego jest w spoczynku, wszystkie jego cząstki, na wszystkie strony równie się uciskać, i równie na siebie przeżyć muszą; gdyby bowiem na którąkolwiek stronę prężenie przemogło, ciało płynne ustępujące łatwo tej sile, ruszałoby się w tę stronę, ku której ciśnienie jest większe. Uważając ciała płynne, jedne względem drugich, należy także jak w §. 20. mieć baczność na miejsce, które zastępują, czyli na objętość; i na ciężar ich, czyli wagę w tej objętości pokazaną. Jeżeli pod tą samą objętością, np. jednego cala kubicznego, jedno ciało płynne ma większą wagę niż drugie; mówimy: że pierwsze ma większą ciężkość gatunkową, niż ostatnie.

Ciała płynne swym własnym lub obcym ciężarem przyciśnione, jeżeli się kupią w mniejsze miejsce, czyli jeżeli odmieniają swoją objętość tak, że za ustąpieniem tej siły uciskającej, znowu do pierwszej objętości wracają, nazywają się *ciała sprężyste* (fluida elastica vel compressibilia: *fluides elastiques ou compressibles*): będą jeszcze te ciała płynne sprężyste, jeżeli jakakolwiek inna siła na ich cząstki działająca potrafi je rozszerzać i skupiać, a zatem powiększać i zmniejszać miejsce przez tę samą liczbę cząstek zastąpione, jaką jest np. siła ciepła władająca na parę wody, lub na powietrze, i t. d.

Ciała płynne siłą ciężkości pionowo do powierzchni ziemi prężone, ile razy są w spoczynku, każdy punkt ich powierzchni jest równie od śro-

dka ziemi odległy, czyli ich powierzchnie układają się do śródwagi, to jest pionowo do linii ciał cięższych i spadających. I dla tego na *Figurze P.* (Tabl. I.), w naczyniu zakrzywionem jakiejkolwiek figury AED mającem dwa ramiona ABE, CDE dosyć przestronne (*Tablica I. Fig. P.*) z sobą się łączące, i jakokolwiek do siebie nachylone, nalawszy płynu tego samego gatunku i ciężaru, płyn ten w obudwóch ramionach naczynia do równej wysokości się podniesie; to jest, że powierzchnia płynu w ramieniu AB, z powierzchnią w ramieniu CD, leżeć będą na tej samej linii prostej AD, pionowej do kierunku ciał ciężkich. Ale gdybyśmy w każde ramie tego naczynia nalali płynu innego gatunku i inną ciężkość gatunkową mającego, tak żeby się z sobą te płyny nie mieszały; skoroby te płyny przyszły do spoczynku, wysokość każdego w swem ramieniu byłaby insza. Jeżeli np. płyn w ramieniu AE byłby dwa razy cięższy, niż płyn w ramieniu DE; wysokość pierwszego byłaby dwa razy mniejsza, od wysokości drugiego: to jest wysokości dwóch płynów różnie ciężkich, a w spoczynku będących, byłyby w stosunku spaczynym ich ciężaru gatunkowego.

Ciało stałe zanurzone w jakimkolwiek płynie, tyle traci ciężaru, ile waży płyn przez nie wypchnięty. Z tego początku nurzając ciała stałe w płynach, dochodzą się ich ciężkości gatunkowe, np. blaszka złota w powietrzu waży 129 granów: zatopiona w wodzie traci z swego ciężaru 7, albo 7,25 granów; więc woda wypchnięta przez

blaszkę, czyli tej samej objętości co blaszka złota, waży 7,25 granów, a zatem ciężkość gatunkowa złota ma się do ciężkości gatunkowej wody, jak 129 do 7,25, czyli złoto jest 17,793 razy cięższe, niż woda.
