

ISAAC NEWTON

MATEMATYCZNE ZASADY
FILOZOFII NATURALNEJ.

DEFINICJE

Informacja o tekście źródłowym:
PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA
Axiomata, sive Leges Motus

Sir Isaac Newton's Mathematical Principles of Natural Philosophy and his System of the World, translated into English by Andrew Motte in 1729, the translation revised, and supplied with an historical and explanatory appendix, by Florjan Cajori, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, 1934, Definitiones – vol. I, ss. 1–12.

Definicja I

Ilość materii jest jej miarą, wyznaczaną iloczynem gęstości i objętości ciała.

Zatem w podwójnej przestrzeni przy zdwojonej gęstości znajduje się cztery razy większa ilość powietrza, zaś w potrójnej przestrzeni – sześć razy większa. Podobnie rzecz się ma w przypadku śniegu, mialkiego pyłku czy proszku, skondensowanego wskutek sprężania lub stąpienia, jak i wszystkich innych ciał, które są skondensowane w różny sposób i z różnych przyczyn. Nie uwzględniam tu środowiska, jeśli takowe istnieje, które swobodnie przenika w szczeliny między cząsteczkami ciał. Tę ilość materii będę w dalszym toku nazywał ciałem lub masą¹. Poznajemy ją za przyczyną ciężaru ciała, gdyż masa jest proporcjonalna do ciężaru, o czym przekonałem się, wykonując bardzo dokładne doświadczenia z wahadłami.

¹ Są jeszcze trzy inne, podane przez Newtona, definicje masy: wynikająca z drugiego prawa ruchu (masa jest miarą bezwładności ciała), wynikająca z definicji trzeciej (pojęcie masy dotyczy *sily przyrodzonej materii*, ujawniającej się w chwili jego zmiany ruchu i którą możemy nazwać oporem, gdyż sprzeciwia się sile przyłożonej, lub pędem, gdyż ciało stara się zmienić stan przeszkody), oraz stwierdzenie, iż masą jest ciężar ciała.

Definicja II

Ilość ruchu jest jego miarą, wyznaczaną iloczynem prędkości i ilości materii.

Ruch całości jest sumą ruchów wszystkich jej części. Dlatego ilość tego ruchu jest dwukrotnie większa w ciele o dwukrotnej wielkości, przy zachowaniu tej samej prędkości, zaś cztery razy większa w ciele o dwukrotnej wielkości, przy zdwojonej prędkości.

Definicja III

Vis insita lub inaczej wrodzoną siłą materii jest jej zdolność stawiania oporu, przez którą dowolne ciało, zależnie od jej zawartości, pozostaje samo przez się w swym dotychczasowym stanie: czy to spoczynku, czy też ruchu jednostajnego prostoliniowego.

Siła ta jest zawsze proporcjonalna do ciała, którego jest siłą, i od nieaktywności masy różni się tylko naszym sposobem jej pojmowania. Ze względu na bezwładną naturę materii każde ciało z trudem wytrącane jest ze swego stanu spoczynku lub ruchu. Dlatego należałoby nadać tej wrodzonej sile bardziej znaczącą nazwę bezwładności lub siły nieaktywności. Ciało przejawia tę siłę jednak jedynie wtedy, gdy inna wywarta nań siła dąży do zmiany jego stanu. Działanie tej siły może być uznane, zależnie od punktu widzenia, zarówno za opór, jak i za pęd. Jest to opór, albowiem ciało, dążąc do zachowania swego dotychczasowego stanu, przeciwstawia się sile przyłożonej, jest to pęd, albowiem ciało to, dając opór sile przyłożonej, dąży do zmiany stanu ciała naciśkającego. Zazwyczaj opór przypisuje się ciałom będącym w spoczynku, pęd zaś tym, które są w ruchu. Jednakże ruch i spoczynek różnią się tylko względnie, ciała bowiem nie zawsze są naprawdę w spoczynku, tak jak się to zwykle uważa.

Definicja IV

Siła przyłożona jest działaniem wywieranym na ciało dla zmiany jego stanu, czy to stanu spoczynku, czy to ruchu jednostajnego prostoliniowego.

Siła ta polega wyłącznie na działaniu i gdy działanie ustanie, nie pozostaje ona dłużej w ciele. Ciało bowiem zachowuje nowo przyjęty stan jedynie przez swą bezwładność. Natomiast siły przyłożone mają różne pochodzenie, np. z uderzenia, nacisku i siły dośrodkowej.

Definicja V

Siła dośrodkowa jest to siła, za sprawą której ciała są przyciągane, wprawiane w ruch lub w dowolny inny sposób dążą do pewnego punktu jako do centrum.

Tego rodzaju jest ciężenie, dzięki któremu ciała dążą ku środkowi Ziemi, magnetyzm, dzięki któremu żelazo dąży do magnesu, oraz ta siła, czymkolwiek jest, która ściąga nieustannie planety z ich prostoliniowego toru, po którym by się poruszały i zmusza je do zataczania linii krzywych.

Kamień obracany w procy dąży do ucieczki od obracającej go ręki. Dążeniem tym napręża procę z tym większą siłą, im szybszy jest ruch obrotowy, a gdy tylko się go wypuści – odlatuje. Temu dążeniu przeciwstawia się siła, dzięki której proca stale ściąga kamień ku ręce, utrzymując go na jego orbicie. Ponieważ jest ona skierowana ku ręce jako środkowi toru, nazywam ją siłą dośrodkową. Podobnie należy rozumować o wszystkich ciałach poruszających się po jakichkolwiek orbitach. Wszystkie one wykazują dążność do oddalania się od środków swych orbit i gdyby nie działanie siły, która przeciwstawia się temu dążeniu i zatrzymuje te ciała na orbitach, nazywanej dlatego przeze mnie siłą dośrodkową, ciała te oddalałyby się po linii prostej ruchem jednostajnym.

Gdyby nie działanie siły ciężenia, pocisk nie spadłby z powrotem na ziemię, lecz poszybowałby ku niebiosom ruchem jednostajnym prostoliniowym, byleby tylko usunąć opór powietrza. To na skutek ciężenia zbacza on nieustannie, mniej lub bardziej, z toru prostoliniowego ku ziemi, zależnie od swej ciężkości i prędkości ruchu. Im mniejszy jest jego ciężar lub jego ilość materii a większa jego prędkość, z którą został wystrzelony, tym mniej zboczy on z toru prostoliniowego i tym dalej odleci. Gdyby kula ołowiana została wystrzelona, z pomocą prochu strzelniczego, z wierzchołka jakiejś góry z daną prędkością w kierunku równoległym do poziomu gruntu i leciałaby po torze krzywoliniowym na odległość dwóch mil nim spadłaby na ziemię, to przy zdwojonej prędkości spadłaby ona na ziemię dopiero po przebyciu prawie dwa razy dłuższej drogi, zaś przy prędkości dziesięciokrotnej przeleciałaby prawie dziesięć razy dalej, byleby tylko usunąć opór powietrza. Tak więc, zwiększając prędkość tej kuli, możemy dowolnie zwiększać odległość, na którą może być ona wystrzelona i zmniejszać krzywiznę toru, który może ona opisać, tak by w końcu spadła na ziemię pod kątem 10, 30 lub 90 stopni, lub nawet sprawić, by mogła obieć całą Ziemię nim

spadnie, czy też ostatecznie, by nigdy nie mogła spaść na Ziemię, lecz polecieć w niebiosa, oddalając się w nieskończoność od Ziemi. I z tego właśnie powodu, dla którego pocisk może dzięki sile ciężkości odchylić się ze swej drogi i poruszać po orbicie dookoła Ziemi, Księżyc może, za sprawą siły ciężenia, jeśli jej podlega, lub wskutek jakiejś innej siły, która go ściąga ku Ziemi, zbaczać nieustannie z jego naturalnego toru prostoliniowego, którym by podążał za sprawą siły bezwładności. Bez tej siły Księżyc nie mógłby utrzymywać się na swej orbicie. Gdyby siła ta była zbyt mała, nie odchyliłaby Księżyc dostatecznie silnie z toru prostoliniowego, gdyby zaś była zbyt duża, sprowadzałaby go zbyt mocno w dół z jego orbity ku Ziemi. Trzeba więc, aby siła ta miała wielkość optymalną, do matematyków należy zaś, by znaleźć wielkość siły, która mogłaby służyć do zachowania ciała na danej orbicie przy danej prędkości i odwrotnie, do określenia krzywej, którą powinno zakreślić ciało wyrzucone z danego miejsca z daną prędkością, gdy zaczyna zbaczać za sprawą danej siły ze swojej naturalnej drogi prostoliniowej.

Wielkość siły dośrodkowej może być trzech rodzajów: bezwzględna, przyspieszająca i poruszająca.

Definicja VI

Wielkość bezwzględna siły dośrodkowej to jej miara proporcjonalna do efektywności przyczyny, rozprzestrzeniającej się od środka dookoła.

A zatem siła magnetyczna jest większa w jednym kawałku magnesu, a mniejsza w innym, zależnie od ich rozmiarów i natężenia mocy.

Definicja VII

Wielkość przyspieszająca siły dośrodkowej to jej miara proporcjonalna do prędkości, jaką w danym czasie wywołuje.

A zatem siła oddziaływania tego samego kawałka magnesu jest większa na mniejszej odległości, mniejsza zaś przy większej. Również siła ciężkości jest większa w dolinach, zaś mniejsza na szczytach bardzo wysokich gór, a jeszcze mniejsza (jak to zostanie później wykazane) przy znacznych odległościach od kuli ziemskiej. Ale w jednakowej odległości jest ona wszędzie taka sama (o ile pominiemy opór powietrza) i jednakowo przyspiesza wszystkie spadające ciała, ciężkie i lekkie, duże i małe.

Definicja VIII

Wielkość poruszająca siły dośrodkowej to jej miara proporcjonalna do ilości ruchu, jaki w danym czasie wywołuje.

A zatem ciężar jest większy w ciele większym, mniejszy zaś – w ciele mniejszym. W tym samym ciele jest on większy bliżej Ziemi, mniejszy zaś przy odległościach znaczniejszych. Tego rodzaju wielkością jest skłonność całego ciała ku środkowi lub – inaczej mówiąc – jego ciężar. Jest on zawsze dany poprzez wielkość siły skierowanej przeciwnie, równej tej sile, by przeszkodzić spadaniu tego ciała.

Dla ścisłości, te wielkości sił możemy nazywać poruszającymi, przyspieszającymi i bezwzględnyimi. [...] Tu jednak podaję wyłącznie matematyczne ujęcie tych sił, nie rozważam ani ich fizycznych przyczyn, ani ich siedliska.

Siła przyspieszająca tak się ma do siły poruszającej, jak szybkość ma się do ilości ruchu. Ilość ruchu powstaje z iloczynu prędkości i ilości materii, siła poruszająca zaś z iloczynu siły przyspieszającej i tej samej ilości materii, gdyż suma działań siły przyspieszającej na poszczególne cząstki ciała jest siłą poruszającą całość. [...] Tak więc w tych rejonach, gdzie siła przyspieszająca grawitacji jest mniejsza o połowę, waga ciał dwu- i trzykrotnie mniejszych jest odpowiednio cztery bądź sześć razy mniejsza.

Toteż takich pojęć, jak przyciąganie, popęd lub dążenie czegoś do środka, używam na równi, zastępując jedno z nich drugim. Dlatego niech czytelnik nie przypuszcza, abym w chwili, gdy będę mówił, że środki, które są punktami matematycznymi, przyciągają lub są ośrodkami sił, tego rodzaju pojęciami określał jakikolwiek rodzaj lub sposób działania albo przyczynę zjawisk fizycznych czy też przypisywał im istotne siły fizyczne.

KOMENTARZ

Dotychczas przedstawiałem definicje pojęć mniej znanych, wyjaśniając jednocześnie sens, w jakim ich będę używał w poniższej rozprawie. Nie definiuję czasu, przestrzeni, miejsca i ruchu, jako że dobrze są wszystkim znane. Muszę jednak zauważyć, iż powszechnie pojmuję się te wielkości nie pod postacią odrębnych pojęć, ale na podstawie związków, jakie mają one z rzeczami postrzegalnymi zmysłowo. Stąd pojawiają się pewne przesady, dla usunięcia których dogodnie będzie

rozdzielenie wielkości absolutnych i względnych, prawdziwych i pozornych, matematycznych i potocznych.

I. Absolutny, prawdziwy i matematyczny czas, sam z siebie i z racji swojej własnej natury, płynie jednostajnie, bez odniesienia do cokolwiek zewnętrznego i inaczej nazywa się trwaniem. Natomiast względny, pozorny i potocznie rozumiany czas jest pewną zmysłową i zewnętrzną (czy to dokładną, czy niedokładną) miarą trwania, którą można określić za pomocą ruchu; jest ona używana potocznie zamiast czasu prawdziwego; taką miarą jest godzina, dzień, miesiąc, rok.

II. Przestrzeń absolutna z własnej natury, bez odniesienia do cokolwiek zewnętrznego, pozostaje zawsze taka sama i nieruchoma. Względna przestrzeń jest jej pewnym ruchomym wymiarem lub miarą. Nasze zmysły określają ją wskutek jej położenia względem ciał, przez co zwykle określa się ją za przestrzeń nieruchomą. Taki jest wymiar przestrzeni podziemnej, powietrznej czy niebieskiej, określony przez położenie względem Ziemi. Przestrzenie absolutna i względna mają tę samą postać i wielkość, choć liczbowo nie zawsze pozostają takie same. Jeśli bowiem np. Ziemia się porusza, to przestrzeń naszego powietrza, która względem Ziemi pozostaje zawsze taka sama, raz będzie pewną częścią absolutnej przestrzeni, wypełnionej przez to powietrze, a drugim razem inną jej częścią. Tak więc, co całkowicie zrozumią, będzie się stale zmieniała.

III. Miejsce jest częścią przestrzeni, którą zajmuje ciało, i w zależności od tej przestrzeni jest ono absolutne bądź względne. Powiadam, iż jest to pewna część przestrzeni, a nie położenie czy też zewnętrzna powierzchnia ciała. Miejsca równych brył są bowiem zawsze jednakowe, choć ich powierzchnie, z racji odmienności ich kształtów, są często niejednakowe. Położenia nie mają właściwie wielkości. Są one nie tyle miejscami, co raczej własnościami miejsc. Ruch całości jest tym samym co suma ruchów jego części, to znaczy przesunięcie całości z jej miejsca jest tym samym co suma przesunięć części z ich miejsc. Dlatego też miejsce całości jest tym samym co suma miejsc części i z tej racji jest ono wewnętrzne i występuje w całym ciele.

IV. Absolutny ruch jest przemieszczeniem ciała z jednego absolutnego miejsca w inne, zaś ruch względny – przemieszczeniem z jednego względnego miejsca w inne. A zatem miejscem względnym ciała znaj-

dującego się na żeglującym statku jest część statku, którą zajmuje to ciało, lub ta część luku pokładowego, w której ciało przebywa, i która właśnie dlatego porusza się wraz z całym statkiem, zaś względny spoczynek jest pozostawianiem ciała w tej samej części statku czy też luku. Jednak rzeczywisty, absolutny spoczynek jest pozostawianiem danego ciała w tej samej części nieruchomej przestrzeni, w której porusza się sam statek, jego luk i wszystkom, co on zawiera. Dlatego jeśli Ziemia jest rzeczywiście w stanie spoczynku, to ciało, które względnie spoczywa na statku, będzie naprawdę bezwzględnie poruszać się z tą samą prędkością, którą statek osiąga na Ziemi. Jeśli jednak Ziemia jest także w ruchu, prawdziwy i absolutny ruch ciała będzie wynikał częściowo z racji rzeczywistego ruchu Ziemi w nieruchomej przestrzeni, a częściowo z racji względnego ruchu statku na Ziemi, a jeśli dodatkowo ciało porusza się względem statku, to jego rzeczywisty ruch wynika częściowo z rzeczywistego ruchu Ziemi w nieruchomej przestrzeni, a częściowo również ze względnych ruchów statku na Ziemi oraz ciała na statku; z tych ruchów względnych powstanie też względny ruch ciała na Ziemi. Jeśliby część Ziemi, gdzie znajduje się statek, poruszała się na wschód z prędkością 10 010 jednostek, podczas gdy sam statek, przy orzeźwiający powiewie wiatru i pod pełnymi żaglami, przemieszczałby się na zachód przy prędkości wyrażonej dziesięcioma takimi jednostkami, lecz marynarz kroczyłby po statku na wschód z prędkością 1 jednostki, wtedy rzeczywista prędkość marynarza w przestrzeni nieruchomej wyniesie 10 001 przykładowych jednostek w kierunku wschodnim, zaś względna prędkość na Ziemi – 9 tych jednostek w kierunku zachodnim.

Absolutny czas w astronomii odróżniany jest od czasu powszechnie używanego poprzez jego korygowanie. Naturalne dni są bowiem w rzeczywistości nieregularne, chociaż powszechnie uważa się je za równe i stosuje do pomiaru czasu. Astronomowie korygują tę nierówność, aby móc odmierzać ruchy ciał niebieskich za pośrednictwem bardziej dokładnego czasu. Możliwe, że nie ma czegoś takiego jak ruch jednostajny, za pomocą którego czas może być dokładnie mierzony. Wszystkie ruchy mogą być przyspieszane lub zwalniane, ale upływ czasu absolutnego nie podlega żadnej zmianie. Trwanie, czyli dążność rzeczy do zachowania istnienia, pozostaje takie samo, niezależnie od tego, czy ruchy są szybkie, czy wolne, czy też nie ma ich wcale. Dlatego należy odróżnić trwanie od tego, co jest zaledwie jego odczuwalną miarą, za sprawą której – z pomocą równania astronomicznego – wnioskujemy o jego istnieniu. Potrzebę tej formuły dla określania czasu występowa-

nia danego zjawiska demonstrują zarówno eksperymenty z wahadłem zegara, jak i te dotyczące zaćmień satelitów Jowisza.

Tak jak porządek części czasu jest niezmienny, tak i niezmienny jest porządek części przestrzeni. Przypuśćmy, że części te przesuniemy z ich miejsc, to będą one też (jeśli można użyć takiego wyrażenia) przesuwane z samych siebie. Czasy i przestrzenie są bowiem niejako do pewnego stopnia miejscami zarówno swoimi, jak i innych rzeczy, wszystkie rzeczy są umiejscowione w czasie, jako porządku następstwa, i w przestrzeni, jako porządku położenia. Są one miejscami z racji ich istoty czy też natury, tak więc to, że pierwotne miejsca rzeczy mogą pozostawać w ruchu jest absurdalne. Są to więc miejsca absolutne, a przesunięcia z tych miejsc są jedynymi ruchami absolutnymi.

Ponieważ jednak części przestrzeni nie mogą być postrzegane lub rozróżniane jedna od drugiej za pomocą naszych zmysłów, dlatego na ich miejsce używamy ich zmysłowych miar. Jako że miejsca w przestrzeni definiujemy poprzez położenie i odległość rzeczy od ciała przyjętego za nieruchome, zatem wszelkie ruchy opisujemy względem wyżej wymienionych, uwzględniając przenoszenie ciał z jednego miejsca na inne. I tak zamiast absolutnych miejsc i ruchów używamy miejsc i ruchów względnych bez żadnych niedogodności w życiu codziennym, jednakże w dyskusji filozoficznej powinniśmy abstrahować od naszych zmysłów i rozważyć rzeczy same jako różne od tego, co jest tylko ich miarą zmysłową. Może być tak, że w rzeczywistości nie ma żadnego ciała w spoczynku, do którego można by odnieść i miejsca i ruchy innych ciał.

Jednak z racji własności, przyczyn i skutków możemy rozróżnić ruch i spoczynek, czy są absolutne, czy względne, za pomocą ich własności, przyczyn i skutków. Własnością spoczynku jest to, iż ciała znajdujące się rzeczywiście w spoczynku są względem siebie nieruchome. I dlatego możliwe jest to, że w odległych obszarach gwiazd stałych, lub być może jeszcze dalej, znajduje się ciało w absolutnym spoczynku, jednak z pozycji ciał względem siebie w naszym obszarze nieba nie możemy wywnioskować, czy ten absolutny spoczynek jest skutkiem utrzymywania przez tamto ciało tej samej pozycji względem innych oddalonych od niego, czy też jest skutkiem pozycji tego ciała w jego obszarze. Dlatego wiedza o absolutnym spoczynku jest niemożliwa.

Jest własnością ruchu, że części, które nie zmieniają miejsca w stosunku do całości (których są częściami), uczestniczą w ruchu tych całości. Ponieważ wszystkie części ciał pozostających w ruchu obrotowym usiłują oddalić się od osi obrotu, a pęd ciał będących w ruchu postępo-

wym powstaje z łącznego pędu wszystkich części ciała, to jeśli ciała okoliczne są w ruchu, to te, które w granicach samych siebie znajdują się we względnym spoczynku, również będą uczestniczyć w ich ruchu. Z racji tego prawdziwy i absolutny ruch ciała nie może być określony jego przesunięciem względem tych, które wydają się być w spoczynku. Ciała zewnętrzne powinny bowiem nie tylko wydawać się będącymi w spoczynku, ale rzeczywiście w nim pozostawać. W przeciwnym razie wszystkie części tworzące ciała, oprócz ich przesunięcia względem otaczających ciał, uczestniczyłyby również w ich prawdziwym ruchu, a gdyby owo przesunięcie nie miało miejsca, nie pozostawałyby rzeczywiście w spoczynku, jak by się to wydawało. Ciała otaczające są w podobnej relacji do otoczenia jak zewnętrzna część całości do jej wnętrza lub jak skorupka do jądra, jeśli bowiem porusza się skorupka, to w ruchu znajduje się również jądro jako będące częścią całości, przy jednoczesnym braku możliwości oddalenia się od skorupki.

Bardzo pokrewną własnością do poprzedniej jest to, że gdy miejsce znajduje się w ruchu, to cokolwiek zostanie w nim umieszczone będzie przemieszczać się wraz z nim. Dlatego ciało, które poruszy się z ruchomego miejsca, uczestniczy również w ruchu tego miejsca. Z tej racji wszystkie ruchy pochodzące z ruchu miejsc nie są niczym innym jak częściami całkowitego ruchu, który jest złożony z ruchu ciała z jego miejsca początkowego i ruchu tego miejsca itd., aż dochodzimy do jakiegoś miejsca nieruchomego, jak we wspomnianym wcześniej przykładzie z marynarzem. Dlatego też ruchy całkowite i absolutne nie mogą być określone w inny sposób jak poprzez nieruchome miejsca. Z tego powodu sam wcześniej przypisałem ruchy absolutne do nieruchomych miejsc, zaś ruchy względne do miejsc ruchomych. Żadne inne miejsca nie są nieruchome, a jedynie te, które od nieskończoności do nieskończoności zachowują względem siebie wciąż tę samą pozycję i z tej racji muszą zawsze pozostawać niewzruszone, konstytuując tym sposobem nieruchomą przestrzeń.

Przyczynami, za sprawą których ruchy prawdziwe odróżniane są od ruchów względnych, są siły działające na ciała, te, które wywołują ich ruch. Ruch prawdziwy powstaje i zmienia się wyłącznie wskutek działania jakiejś siły zewnętrznej, naciskającej na ciała będące w ruchu. Natomiast ruch względny może powstać lub zmienić się bez udziału jakiegokolwiek przyłożonej do tego ciała siły zewnętrznej. Wystarczy, aby siła ta została przyłożona do innych ciał, z którymi dane ciało jest związane, żeby w chwili, gdy ciała te się poruszają, zmienił się ów stosunek, na którym polega ruch względny czy spoczynek tych ciał.

Ponadto ruch prawdziwy podlega zawsze jakiejś zmianie spowodowanej siłą naciskającą na ciało w ruchu, względny ruch zaś niekoniecznie podlega zmianie na skutek działania sił. Jeśli te same siły w podobny sposób naciskają na ciała, z którymi dokonuje się porównania, to może zostać zachowana ich względna pozycja, a tym samym stan, na którym polega ruch względny. I dlatego każdy względny ruch może być zmieniony w chwili, gdy prawdziwy ruch pozostaje niezmieniony, a względność może być zachowana, kiedy prawdziwy ruch doznaje jakiejś zmiany. Tak więc prawdziwy ruch w żaden sposób nie polega na takich relacjach.

Przyczynami, które pozwalają rozróżnić ruch absolutny od względnego, są siły odpychania od osi ruchu obrotowego. Choć w całkowicie względnym ruchu obrotowym sił takich nie ma, to w prawdziwym i absolutnym ruchu obrotowym są one większe lub mniejsze, stosownie do wielkości tego ruchu. Jeśli wiadro, zawieszona na długim, luźnym sznurze, zostanie wprowadzone w ruch obrotowy, tak że sznur ulegnie silnemu skręceniu, a następnie, po napełnieniu, pozostawimy go wraz z wodą w spoczynku i jeśli wtedy na skutek nagłego działania jakaś siła nada mu ruch obrotowy w kierunku przeciwnym, to ponieważ sznur będzie się rozkręcał, wiadro będzie w tym ruchu trwać dłużej. Powierzchnia wody będzie początkowo gładka, jak przed rozpoczęciem tego ruchu. Później jednak naczynie, na skutek stopniowego oddziaływania jego ruchu na wodę, zdoła nadać jej dostrzegalny obrót, odstąpi więc ona nieco od środka, a podniesie się ku brzegom naczynia, przybierając kształt wklęsły (jak to stwierdziłem doświadczalnie). Przy coraz szybszym ruchu wzrastać będzie poziom wody, aż w końcu woda, wykonując swoje obroty w tym samym czasie, co wiadro, okaże się być w nim we względnym spoczynku. To dążenie wody (aby odsuwać się od osi obrotu) pozwala mierzyć jej prawdziwy i absolutny ruch obrotowy, całkowicie przeciwny ruchowi względnemu. Początkowo, gdy względny ruch wody w naczyniu był największy, nie wzbudzał on jej dążności do oddalania się od osi, woda nie ujawniała tendencji do ruchu obrotowego poprzez podniesienie się ku brzegom naczynia, lecz pozostawała płaska, gdyż nie rozpoczął się jeszcze jej prawdziwy ruch obrotowy. Później jednak, gdy względny ruch wody zmniejszył się, jej podniesienie się ku brzegom naczynia wskazało na dążność oddalania się od osi. I to dążenie dowiodło, iż prawdziwy ruch kołowy wody stale wzrasta, aż do osiągnięcia swej szczytowej wielkości, podczas gdy woda pozostawała w naczyniu we względnym spoczynku. Stąd dążenie to nie zależy od żadnego ruchu wody względem otaczających ją ciał

i dlatego na podstawie tego ruchu nie można określić prawdziwego ruchu obrotowego. Istnieje tylko jeden jedyny, prawdziwy ruch obrotowy każdego wirującego ciała, odpowiadający wyłącznie sile dążącej do odchylenia się od osi jego ruchu, jakby właściwej i równoważnej mocy. W tym samym ciele są zaś niezliczone ruchy względne z racji jego pozostawania w wielu relacjach z ciałami zewnętrznymi, które są, jak i inne relacje, całkowicie pozbawione jakiegokolwiek rzeczywistego efektu i innych, które pozwalałyby uczestniczyć w ruchu rzeczywistym. I dlatego ktoś to może wiedzieć, czy nasze niebiosa wirujące poniżej sfery gwiazd stałych utrzymują planety, które wraz z poszczególnymi częściami tych niebios i planet są w swoim obszarze nieba w stanie względnego spoczynku choć przy tym realnie się poruszają. Ponieważ zmieniają one względem siebie swoje pozycje (co nigdy nie zdarza się ciałom będącym naprawdę w spoczynku), będąc przenoszonymi wraz z ich przestrzeniami niebieskimi i uczestnicząc w ich ruchach jako części obracających się całości, usiłują odchylić się od osi swych obrotów.

Dlatego względne wielkości nie są samymi tymi wielkościami, których miano noszą, ale ich zmysłowo postrzegalnymi miarami, których powszechnie się używa zamiast owych mierzalnych wielkości. A jeśli znaczenie słów ma być określane przez ich użycie, to wówczas nazwy: czas, przestrzeń, miejsce i ruch i ich zmysłowe miary winny być należycie rozumiane. Wyrażenie jednak będzie rzadko stosowane, i czysto matematycznie, jeśli mamy na myśli ilości mierzone same w sobie. Z tego powodu narusza to ścisłość języka, który winien objaśniać precyzyjnie słowa dotyczące ilości miary. Ci, którzy płaczą rzeczywiste ilości z ich relacjami i zmysłowymi miarami, nie kochają czystości prawd matematycznych i filozoficznych.

Jest rzeczywiście kwestią wielce kłopotliwą odkrywanie i skuteczne rozróżnianie prawdziwych i pozornych ruchów poszczególnych ciał, ponieważ części tej nieruchomej przestrzeni, w której dokonują się ruchy w żaden sposób nie podlegają obserwacji za pośrednictwem naszych zmysłów. Jednak sprawa nie jest całkiem beznadziejna, ponieważ dysponujemy pewnym dowodem, który może stać się dla nas wskazówką, to jest obserwacją pochodzącą częściowo z pozornych ruchów, które stanowią różnice między ruchami rzeczywistymi, a częściowo obserwacją sił, które stanowią o przyczynach i skutkach ruchów prawdziwych. Np. gdy dwie kule, znajdujące się w pewnej odległości od siebie, za sprawą sznura, który je łączy, obracają się wokół ich wspólnego środka ciężkości, to naprężenie sznura ujawnia dążenie

tych kul do oddalania się od osi i pozwala obliczyć ilość ruchu obrotowego. Następnie, jeśli do przeciwnych stron tych kul przyłożymy równocześnie siły o tej samej wartości, aby zwiększyć lub zmniejszyć ich ruchy obrotowe, to we wzroście lub w spadku naprężenia tego sznura ujawni się zwiększenie lub zmniejszenie ruchu, a stąd można znaleźć te strony kul, do których powinny być przyłożone siły, aby ruch wzrósł najbardziej, to jest strony tylne lub strony kolejne w ruchu obrotowym. Znając je, a zatem i punkty im przeciwległe, możemy wyznaczyć ruch. W ten sposób możemy wyznaczyć ilość i kierunek tego ruchu nawet w niezmierzonej próżni, gdzie nie istnieje nic zewnętrznego ani nic dostrzegalnego zmysłami, do czego można by te kule odnieść. Ale teraz, jeśli by jednak w tej przestrzeni umieszczono jakieś ciała zachowujące zawsze daną pozycję względem siebie w odległych przestrzeniach kosmicznych, jak to się dzieje w przypadku gwiazd stałych na naszym niebie, to ze względnego przesunięcia kul pośród tych ciał, nie moglibyśmy określić, czy ruch ten należałby do tych kul czy do ciał. Ale jeśli obserwowalibyśmy sznur i odkrylibyśmy, że jego napięcie jest takie samo, jak to, którego wymagał ruch kul, to moglibyśmy dojść do wniosku, że ruch dotyczy kul, a spoczynek – ciał. Ruch ten moglibyśmy określić z przesunięcia kul między ciałami. W następnej rozprawie, którą o tym napisałem, zostanie wyjaśnione bardziej szczegółowo, w jaki sposób wnioskujemy o prawdziwych ruchach z ich przyczyn, właściwości i pozornych różnic.

PEWNIKI, CZYLI PRAWA RUCHU

Informacja o tekście źródłowym:

PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA

Axiomata, sive Leges Motus

Sir Isaac Newton's Mathematical Principles of Natural Philosophy and his System of the World, translated into English by Andrew Motte in 1729, the translation revised, and supplied with an historical and explanatory appendix, by Florjan Cajori, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, 1934, Axiomata, sive Leges Motus – vol. I, ss. 13–14.

Prawo I

Każde ciało trwa w swym stanie spoczynku lub ruchu jednostajnego prostoliniowego, dopóki siły nań działające nie zmuszą go do zmiany tego stanu.

Pociski pozostają w ruchu, o ile ich prędkość nie zostanie zmniejszona przez opór powietrza, lub na skutek działania siły ciężkości nie ulegnie zmianie kierunek ich ruchu. Bączek, którego części, wskutek siły spójności, zbaczają bezustannie z kierunku prostoliniowego, przestaje się obracać jedynie wskutek oporu powietrza. Im większe zaś ciała planet i komet, tym mniejszy napotyka opór powietrza w swobodnej przestrzeni, zachowując zarówno ruch postępowy, jak i kołowy, przez znacznie dłuższy okres czasu.

Prawo II

Zmiana ruchu jest proporcjonalna do przyłożonej siły poruszającej i odbywa się po linii prostej, wzdłuż której siła ta jest przyłożona.

Jeśli jakaś siła wywołuje ruch, to siła dwukrotnie większa wywoła ruch dwa razy większy, siła trzykrotnie większa wywoła ruch trzy razy większy i tak dalej, bez względu na to, czy siły te zostaną przyłożone jednocześnie, czy też stopniowo, kolejno po sobie. Ruch ten jest zawsze skierowany w tę samą stronę, co wywołująca go siła. Jeśli więc ciało poruszało się wcześniej, jego ruch sumuje się z ruchem wywołanym tą siłą gdy kierunki obu ruchów są zgodne, a odejmuje, gdy kierunki są przeciwne. Jeśli zaś kierunki obu ruchów znajdują się pod pewnym kątem, to końcowy ruch ciała stanowi złożenie ruchu poprzedniego z ruchem późniejszym, stosownie do ich obu kierunków.

Prawo III

Każdemu działaniu odpowiada zawsze przeciwne i jednakowe przeciwdziałanie, to jest wzajemne działania dwóch ciał na siebie są zawsze równe i skierowane przeciwnie.

Cokolwiek wywiera nacisk na drugie ciało lub przyciąga je, jest również uciskane lub przyciągane, z tą samą siłą. Jeśli ktoś naciska palcem kamień, kamień jednocześnie ciśnie na palec. Jeśli koń ciągnie kamień przywiązany do naprężonej liny, to koń ten (że tak powiem) będzie w równym stopniu przyciągany przez ten kamień, ponieważ napięta lina, przez samo dążenie do obluźnienia będzie ciągnąć konia w tym samym stopniu ku kamieniowi, co i kamień ku koniowi i będzie hamować ruch postępowy tego pierwszego w równym stopniu, jak jego siła zmieni ruch tego drugiego, tj. przyspieszy go. Jeśli ciało zderzy się z innym i za sprawą działania jego siły zmieni się ruch ciała uderzonego, to ciało uderzające także (z powodu równego co do warto-

ści, wspólnego nacisku) będzie podlegać jednakowej zmianie ruchu, w przeciwną stronę. Wskutek tych działań nie następują równe zmiany prędkości, lecz równe zmiany ruchu ciał, jeżeli tor biegu ciała nie jest zakłócony przez żadne zjawiska uboczne. Ponieważ zmiany prędkości, które odbywają się w kierunkach przeciwnych względem siebie, powinny być odwrotnie proporcjonalne do mas ciał, to zmiany ilościowe ruchów są równe sobie. Prawo to dotyczy również przyciągania, co zostanie udowodnione w kolejnym komentarzu. (...)

ZASADY ROZUMOWANIA W FILOZOFII

Informacja o tekście źródłowym:

PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA Regulae Philosophandi

Sir Isaac Newton's Mathematical Principles of Natural Philosophy and his System of the World, translated into English by Andrew Motte in 1729, the translation revised, and supplied with an historical and explanatory appendix, by Florjan Cajori, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, 1934, *Regulae Philosophandi* – vol. II, ss. 398–400.

W poprzednich księgach przedstawiłem zasady filozofii. Nie były to jednak zasady filozoficzne, ale matematyczne: takie mianowicie, dzięki którym możemy wyciągać wnioski w rozważaniach filozoficznych. Zasadami tymi są prawa i warunki pewnych ruchów i mocy sił, które dotyczą głównie filozofii. Jednak by nie wydawały się one suche i jałowe, opatrzyłem je tu i ówdzie pewnymi filozoficznymi objaśnieniami, poruszając zagadnienia natury ogólnej, na których wydaje się opierać filozofia, takie jak gęstość i opór ciał, przestrzenie pozbawione wszelkich ciał, ruchu światła i dźwięków. Opierając się na tych zasadach pozostaje mi jeszcze objaśnić System Świata. Temat ten uporządkowałem i spopularyzowałem w Księdze trzeciej, tak by mógł być czytany przez wielu. Następnie jednak, stwierdzając, że ci, którzy nie wystarczająco zgłębili te zasady, nie łatwo dostrzegą wartość moich wniosków i nie pozbędą się uprzedzeń do jakich przywykli od lat, postanowiłem zapobiec sporom, które mogłyby powstać na temat tych wyjaśnień, postanowiłem skrócić zawartość tej Księgi do formy matematycznych twierdzeń, by mogła zostać przeczytana jedynie przez tych, którzy dobrze opanowali zasady ustalone w poprzednich Księgach. Nie nakłaniam nikogo do zgłębiania wszystkich twierdzeń tych Ksiąg, gdyż pośród nich jest wiele takich, które kosztowałyby wiele

czasu nawet biegłych w matematyce czytelników. Wystarczy, gdy każdy z nich z uwagą przeczyta Definicje, Prawa Ruchu oraz pierwsze trzy rozdziały pierwszej Księgi, by mógł przejść potem do niniejszej Księgi, sięgając w miarę potrzeby do pozostałych cytowanych tu Twierdzeń z pierwszych dwóch Ksiąg.

Reguła 1

Nie należy przypuszczać więcej przyczyn zjawisk natury niż te, które wystarczają do ich wyjaśnienia i są prawdziwe.

Filozofowie mówią, iż Natura nie czyni niczego zbytecznie. Zbyteczne jest zaś to, co dzieje się wskutek wielu przyczyn, podczas gdy wystarczyłoby mniej. Przyrodę bowiem cechuje prostota, a nie zbyteczny nadmiar przyczyn.

Reguła 2

Zjawiskom tego samego rodzaju należy więc, o ile to możliwe, przypisywać jednorodne przyczyny.

Te same przyczyny towarzyszą bowiem oddechowi człowieka i zwierzęcia, spadaniu kamieni w Europie i w Ameryce, światłu ognia kuchennego i światłu słońca, odbiciu światła na Ziemi i na innych planetach.

Reguła 3

Te własności ciał, które przynależą wszystkim ciałom poddany naszym eksperymentom i które nie dają się ani wzmocnić, ani osłabić, należy uznać za własności uniwersalne wszystkich ciał w ogóle.

Ponieważ właściwości ciał są nam znane jedynie poprzez doświadczenie, za właściwości uniwersalne powinniśmy przyjmować te, które powszechnie pozostają w zgodzie z doświadczeniem i które nie dają się ani wzmocnić, ani osłabić. Z pewnością więc, w imię czczych fantazji i próżnych fikcji naszej wyobraźni, nie powinniśmy ani zarzucać uzasadniania eksperymentów, ani odstępować od analogii dotyczących Natury, która jest prosta i zawsze w zgodzie ze sobą. Rozciągłości ciał nie poznajemy inaczej jak poprzez nasze zmysły. I choć nie sięgają one do wszystkich ciał, to ponieważ dostrzegamy rozciągłość w tym co dostępne zmysłom, uznajemy to za powszechne także wobec innych ciał. Doświadczenie uczy, że większość ciał jest twarda. Ponieważ twardość całości pochodzi z twardości części, uznajemy po prostu, że twardość niepodzielnych cząstek dotyczy nie tylko ciał postrzeganych zmysła-

mi, ale również wszystkich innych. To, że wszystkie ciała są nieprzenikliwe, nie wywodzimy z rozumowania, lecz ze świadectwa zmysłów. Ciała, z którymi mamy do czynienia, okazują się nieprzenikliwe, skąd wnioskujemy o nieprzenikliwości jako o powszechnej własności wszystkich ciał w ogóle. O tym, że wszystkie ciała są zdolne do ruchu i że obdarzone są pewną zdolnością (którą nazywamy bezwładnością) do pozostawania w ruchu lub w stanie spoczynku, wnioskujemy wyłącznie na podstawie analogicznych właściwości dostrzeganych w ciałach, które obserwujemy. Rozciągłość, twardość, nieprzenikliwość, ruchomość i bezwładność całości wynika z rozciągłości, twardości, nieprzenikliwości, ruchomości i bezwładności części. Stąd też uznajemy, że najmniejsze cząsteczki wszelkich ciał są również rozciągnięte, twarde, nieprzenikliwe, ruchome i obdarzone właściwą im bezwładnością. I to jest podstawą całej filozofii naturalnej. Co więcej, z obserwacji wynika, że oddzielne, lecz przyległe cząstki ciał można od siebie oddzielić. Z matematyki zaś wynika, że w cząstkach, które pozostają niepodzielone możemy myślowo wyróżnić części jeszcze mniejsze. Czy jednak wyróżnione takim sposobem części, tyle że niepodzielne, można by w rzeczywistości dzielić i rozdzielać jedną od drugiej za pomocą sił przyrody, tego nie możemy ustalić z całą pewnością. Jednakże gdybyśmy mieli choćby jeden dowód poparty eksperymentem na to, iż jakaś niepodzielna cząstka, podczas rozrywania ciała twardego i stałego, uległa podziałowi, to na mocy tej zasady moglibyśmy wnioskować, że rozdzielone mogą być nie tylko części podzielone, ale że i niepodzielone również można dzielić i rozłączać w nieskończoność.

Wreszcie, skoro doświadczenia, a także obserwacje astronomiczne powszechnie dowodzą, że wszystkie ciała krążące w pobliżu Ziemi ciążą ku niej proporcjonalnie do ilości materii zawartej w każdym z nich, że podobnie Księżyc ciążą ku Ziemi stosownie do swojej ilości materii, że z drugiej strony morze ciążą ku Księżycowi, że wszystkie planety ciążą ku sobie, że podobnie jest w przypadku komet ciążących ku Słońcu, to zgodnie z tą zasadą musimy ostatecznie przyjąć, że w ogóle wszystkie ciała podlegają zasadzie powszechnego ciążenia. Obserwacja zjawisk przemawia z większą siłą za zasadą powszechnego ciążenia niż nieprzenikliwości ciał, jako że nie mamy żadnych tego typu doświadczeń ani obserwacji w stosunku do ciał niebieskich¹.

¹ To kateryczne rozumowanie kończyło objaśnienia trzeciej reguły w pierwszym wydaniu *Zasad*. Zostało ono nieco osłabione później, przez dodanie kolejnego ustępu.

Mimo to nie twierdzą, że ciężenie jest istotne dla ciał. Przez ich siłę przyrodzoną nie rozumiem bowiem niczego innego, jak tylko bezwładność. Jest ona niezmienna, zaś ciężenie zmniejsza się przy oddalaniu się ciał od Ziemi.

Reguła 4

W filozofii eksperymentalnej twierdzenia wyprowadzone ze zjawisk na drodze indukcji należy uważać za ściśle lub bliskie prawdy², nie zważając na mogące się pojawić hipotezy przeciwne, dopóki nie zajdą zjawiska inne, dzięki którym hipotezy te staną się dokładniejsze bądź dopuszczają wyjątki.

Musimy uznać tę regułę, by hipotezy nie niszczyły argumentów indukcyjnych.

² W pierwszym wydaniu *Zasad* były podane trzy pierwsze reguły. Czwarta pojawia się z racji zarzutów członków KTN.

SCHOLIUM GENERALE

Informacja o tekście źródłowym:

PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA Scholium Generale

Sir Isaac Newton's Mathematical Principles of Natural Philosophy and his System of the World, translated into English by Andrew Motte in 1729, the translation revised, and supplied with an historical and explanatory appendix, by Florjan Cajori, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, 1934, Scholium Generale – vol. II, ss. 543–547.

Hipoteza wirów nastęrcza wiele trudności. Jako że promień każdej planety poprowadzony do Słońca opisuje pole, proporcjonalne do czasu jego ruchu, okresy obrotów poszczególnych części wiru winny być proporcjonalne do kwadratu odległości od Słońca. Jednakże, aby okresy obrotu planet mogły równać się proporcji 3/2 ich odległości od Słońca, cykliczne czasy obrotu części wiru winny pozostawać w proporcji 3/2 tych odległości. Zatem mniejsze wiry mogą zachowywać swoje pomniejsze obroty wokół Saturna, Jowisza i innych planet, i pływać swobodnie, bez zakłóceń w większym wirze Słońca, cykliczne czasy obrotu części wiru słonecznego powinny być równe. Ale obroty Słońca i planet dookoła swych osi, które powinny być zgodne z ruchami ich wirów, znacznie odbiegają od tych wszystkich proporcji. Ruchy komet są

nadzwyczaj regularne i podlegają tym samym prawom, co ruchy planet i nie mogą bez wątpienia być wyjaśnione poprzez hipotezę wirów. Jest tak, gdyż komety są przenoszone za pomocą bardzo osobliwych ruchów przez wszystkie bez wyjątku części nieba, charakteryzując się swobodą, która jest sprzeczna z pojęciem wiru.

Ciała wyrzuczone w powietrze doznają oporu jedynie ze strony powietrza. Po usunięciu powietrza, jak to się dzieje w próżni Pana Boyle'a, opór ustaje, tak iż cząstka delikatnego puszkę, jak i kawałek litego złota opadają w tej próżni z jednakową prędkością. Ten sam argument odnosi się do przestrzeni nieba, ponad atmosferą Ziemi. W tej przestrzeni, gdzie nie ma powietrza, które stwarzałoby opór ruchowi, wszystkie ciała poruszać się będą z największą swobodą, a planety i komety stale obracają się na orbitach przypisanych im co do typu i położenia według praw objaśnionych powyżej. Chociaż ciała te w rzeczywistości trwają na swych orbitach wskutek samych praw ciężenia, to jednak prawa te nie mogłyby w żadnym razie mieć znaczenia dla określenia pozycji regularnych orbit wynikających z tych praw.

Sześć głównych planet obraca się dookoła Słońca po orbitach kołowych, współśrodkowych względem Słońca, w tym samym kierunku i prawie w tej samej płaszczyźnie. Również księżycy obracają się wokół Ziemi, Jowisza i Saturna po orbitach współśrodkowych wobec nich, w tym samym kierunku ruchu i prawie w tych samych płaszczyznach co orbity tych planet. Nie przesądza to, że zwykłe przyczyny mechaniczne obejmują również bardzo osobliwe orbity we wszystkich częściach nieba. Przy ruchu tego rodzaju poruszają się one łatwo z wielką prędkością na wskroś poprzez orbity planet, a w ich punkcie odśrodkowym, gdzie się poruszają najwolniej i są najdłużej zatrzymywane, oddalają się na największe od siebie odległości, nie doznając dlatego, wskutek wzajemnego przyciągania, najmniejszych zakłóceń. Ten najpiękniejszy system Słońca, planet i komet może pochodzić tylko z zamysłu i zwierzchnictwa jakiegoś inteligentnego i potężnego Bytu. Dlatego, jeśli gwiazdy stałe są centrami innych, podobnych systemów, to będąc ukształtowane przez równie mądry zamysł, muszą one podlegać zwierzchnictwu Jednego, co wynika choćby z tego, iż światło gwiazd stałych jest tej samej natury co światło Słońca, a z każdego systemu światło dociera do wszystkich pozostałych systemów. Aby zaś systemy gwiazd stałych nie pospadały jedne na drugie za sprawą ich ciężenia, umieścił on te systemy w ogromnych odległościach od siebie.

Istota ta rządzi wszystkimi rzeczami, lecz nie jako dusza świata, ale Pan wszystkiego, który z uwagi na swój majestat winien być nazwany

Panem Bogiem czy Władcą Wszechświata, Bóg jest bowiem terminem relacyjnym, posiadającym odniesienia do statusu sług. Boskość jest panowaniem Boga nie nad Jego ciałem, jak sądzą ci, którzy mają wyobrażenie Boga jako duszy świata, lecz nad Jego sługami. Najwyższy Bóg jest Bytem wiecznym, nieskończonym, absolutnie doskonałym, ale istota, która – pomimo doskonałości – byłaby pozbawiona panowania, nie mogłaby być nazwana Panem Bogiem. Wszak mówimy: *mój Bóg, twój Bóg, Bóg Izraela, Bóg Bogów i Pan Panów*, ale nie mówimy: *mój Wieczny, twój Wieczny, Wieczność Izraela, Wieczność Bogów*; nie mówimy też *mój Nieskończony* lub *mój Doskonały*: są to tytuły, które nie mają odniesienia do poddanych. Słowo *Bóg* znaczy zwykle *Pan*, lecz nie każdy Pan jest Bogiem. Jest to zwierzchnictwo istoty duchowej, która konstytuuje pojęcie Boga, gdyż prawdziwe, najwyższe lub wyobrażone panowanie tworzy prawdziwego, najwyższego lub wyobrażonego Boga. Z jego prawdziwego panowania wynika, że Bóg jest żywą, inteligentną i potężną istotą, zaś z innych Jego doskonałości wynika to, że jest On istotą najwyższą, najdoskonalszą. Jest On wieczny i nieskończony, wszechmocny i wszechwiedzący, tj. Jego trwanie rozciąga się od wieczności do wieczności, a Jego obecność od nieskończoności do nieskończoności. Rządzi on wszystkim rzeczami i zna wszystkie rzeczy, które są, jak i te, które mogłyby być. Bóg nie jest wiecznością i nieskończonością, lecz jest wieczny i nieskończony; nie jest ani trwaniem, ani przestrzenią, lecz trwa i jest obecny. Trwa zawsze, a obecny jest wszędzie. Istniejąc zawsze i wszędzie, ustanawia On trwanie i przestrzeń. A jako że każda cząstka przestrzeni jest zawsze, a każdy niepodzielny moment trwania jest wszędzie, to z pewnością Stwórca i Pan wszystkich rzeczy nie może być nigdy i nigdzie. Każda dusza, która posiada percepcję, jest w różnym czasie i w różnych organach postrzegania i organach ruchu, zawsze tą samą niepodzielną osobą. Dane są kolejno po sobie następujące części trwania oraz współlistniejące części przestrzeni, ale ani tych pierwszych, ani drugich nie ma osoba jakiegoś człowieka czy też jego myśląca zasada.

Tym bardziej nie można ich znaleźć w myślącej substancji Boga. Każdy człowiek, o tyle o ile jest czymś posiadającym percepcję, jest jednym i tym samym człowiekiem podczas całego swego żywota, we wszystkich i w każdym z osobna jego organów zmysłowych. Bóg też jest tym samym Bogiem, zawsze i wszędzie. Jest On wszechobecny, nie tylko pozornie, lecz także substancjalnie, gdyż moc nie może egzystować bez substancji. W nim wszystkie rzeczy są zawarte i poruszają się, choć żadna z nich nie wpływa na pozostałe. Bóg niczego nie doznaje

z powodu ruchów ciał, a ciała nie doznają oporu z powodu wszechobecności Boga. To wszystko sprawia, że Najwyższy Bóg istnieje koniecznie, a z racji swej konieczności istnieje zawsze i wszędzie. Stąd jest On też wszechpodobieństwem, wszechwzrokiem, wszechsłuchem, wszechintelektem, wszechwładzą, w tym wszechwładzą postrzegania, rozumowania i działania, ale nie na sposób ludzki, nie cielesny, lecz w sposób zupełnie nam nieznan. Tak jak ślepiec nie posiada idei kolorów, tak my nie mamy idei sposobu, w jaki wszechwiedzący Bóg postrzega i rozumie wszystkie rzeczy. Jest On bowiem zupełnie bezcielesny i pozbawiony cielesnego kształtu, dlatego nie można Go ani widzieć, ani słyszeć, ani dotknąć. Dlatego nie powinien być czczony pod jakąkolwiek cielesną postacią. Mamy ideę jego przymiotów, lecz nie wiemy, jaka jest rzeczywista substancja wszystkiego. W ciałach postrzegamy jedynie ich kształty i kolory, słyszymy tylko dźwięki, dotykamy wyłącznie ich zewnętrznych powierzchni, czujemy ledwie zapachy i kosztujemy smaki, ale nie poznajemy, za pośrednictwem naszych zmysłów, ich wewnętrznej substancji, ani nie są nam one dane poprzez introspektywne akty naszego umysłu. Tym mniej wiemy zatem o substancji Boga. Znamy Go tylko poprzez najmądrzejsze i najwspanialsze jego dzieła oraz poprzez przyczyny celowe. Podziwiamy Go za Jego doskonałość, ale czcimy i wielbimy tylko z racji Jego zwierzchnictwa, opatrności i ostatecznej przyczyny. Bóg pozbawiony władzy i ostatecznej przyczyny jest niczym więcej jak tylko Fatum i naturą. Ślepa metafizyczna konieczność, która z pewnością jest zawsze taka sama i występuje wszędzie, nie mogłaby stworzyć takiej różnorodności rzeczy. Cała ta różnorodność, którą odnajdujemy, twórców natury, dostosowanych do różnych chwil i miejsc, nie mogłaby powstać z czegoś, co jest poza ideami i wolą Bytu istniejącego koniecznie. Metaforycznie mówi się, co prawda, że Bóg jest w stanie widzieć, mówić, śmiać się, kochać, nienawidzić, pragnąć, dawać, otrzymywać, radować się, gniewać się, walczyć, kształtować, pracować, tworzyć, ponieważ wszystkie nasze pojęcia Boga biorą się – poprzez analogię – z postępowania ludzi, które – choć niedoskonałe – wykazuje jednak pewne podobieństwo. I tyle odnośnie Boga, o którym rozprawianie na podstawie zjawisk z pewnością przynależy do filozofii natury.

Jak dotychczas wyjaśniliśmy zjawiska niebieskie i pływów morskich za pomocą siły ciężenia, ale jeszcze nie ustaliliśmy przyczyny penetracji, która bez najmniejszej utraty mocy przenika aż do środków Słońca i planet. Przyczyna ta nie działa zgodnie z wielkością powierzchni cząstek, na które oddziałuje (jak mechaniczne przyczyny

zwykły czynić), ale działa stosownie do masy ciał stałych, które zawierają i przenoszą jej moc we wszystkich kierunkach na ogromne odległości. Ciężenie skierowane ku Słońcu składa się z ciężenia skierowanego ku poszczególnym cząstkom substancji tworzącej Słońce i oddalając się od Słońca zmniejsza się odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu odległości aż do orbity Saturna, co jasno wynika ze aphelium kolejnych planet, mało tego, nawet do najodleglejszego aphelium komet, jeśli takie aphelia są także nieruchome. Lecz jak dotąd nie byłem w stanie odkryć przyczyny tych własności ze zjawisk, hipotez zaś nie wymyślam. Czegokolwiek bowiem nie można wyprowadzić ze zjawisk, należy nazwać hipotezą, a hipotezy metafizyczne, fizyczne czy też dotyczące ukrytych lub mechanicznych własności, nie mogą mieć miejsca w filozofii eksperymentalnej. W filozofii tej poszczególne twierdzenia wyprowadza się ze zjawisk, a następnie uogólnia poprzez indukcję. Tak odkryte zostały zjawiska nieprzenikliwości, ruchliwości, oddziaływania ciał oraz prawa ruchu i ciężenia. Nam do wyjaśnienia wszystkich ruchów ciał niebieskich i morza wystarcza to, że ciężenie rzeczywiście istnieje i działa według wyłożonych przez nas praw.

Należałoby dorzucić coś jeszcze odnośnie do pewnej najsubtelniejszej energii, przenikającej wszystkie ciała stałe i w nich ukrytej, której mocą i działaniem cząstki ciał przyciągają się nawzajem na bardzo bliskie odległości, łącząc się, gdy się ze sobą zetkną, a ciała elektryczne, działając na większe odległości, zarówno poprzez przyciąganie, jak i odpychanie sąsiednich cząstek, emitują, odbijają, załamują i uginają światło, ogrzewając przy tym ciała. Dzięki której wreszcie powstają wszelkie wrażenia zmysłowe, a członki zwierząt poruszane są zgodnie z wolą, jako że działania te powstają wskutek wibracji tej energii przewodzonej wzdłuż stałych włókien nerwowych z zewnętrznych organów zmysłowych do mózgu, a z mózgu do mięśni. Ale tego nie można wyłożyć w kilku słowach, poza tym nie mamy dostatecznej ilości doświadczeń, które by mogły wykazać i dokładnie wyznaczyć prawa, według których działa owa elektryczna i elastyczna energia.

PRYWATNE NOTATKI Z FILOZOFII NATURALNEJ

Informacja o tekście źródłowym:

A. Rupert Hall and Marie Boas Hall *Unpublished Scientific Papers of Isaac Newton*, a selection from the Portsmouth Collection in the Cambridge University Library, Cambridge University Press, Cambridge, 1962, ss. 348–364, notatki z metafizyki – ss. 352–355; notatki z filozofii przyrody – ss. 359–364.

Część I

I jeśli gwiazdy stałe byłyby centrami podobnych systemów, wszystkie one podlegają jednej i tej samej zwierzchności. Istota ta rządzi wszystkimi rzeczami, ale nie jako dusza świata (gdyż ona nie ma ciała). Jest On Wieczny i nieskończony. Trwa wiecznie, a jego obecność jest wszędzie: ponieważ to, czego nie ma nigdy i nigdzie, jest niczym. Czyż Bóg może być nigdzie, skoro chwila czasu jest wszędzie? Z pewnością nie. Jest On wszechobecny nie tylko swoją mocą, ale i substancjalnie, gdyż moc nie może istnieć bez substancji, zaś to, co przypuszcza się, że istnieje bez substancji, jest wyobrażeniem substancji. W Nim zawarte są i poruszają się wszystkie rzeczy, choć Bóg i materia nie mieszają się. Bóg nie cierpi niczego z racji ruchów ciał, a te nie doznają oporu z racji wszechobecności Boga. Z tego samego powodu jest on zawsze i wszędzie ten sam. Jest On całkowicie sobą; jest całkowicie oczami, uszami, rękami, mózgiem, całą mocą uczuć, rozumienia i działania, ale nie na ludzki sposób lecz bezcielesny, w sposób dla nas całkowicie niepojęty. Żyje On bez serca i krwi, obecną obecnością, czuje On bez narządów zmysłowych, rozumie bez fizycznego mózgu, działa bez środków i nie może być widziany w żadnej cielesnej formie, tylko jest zupełnie niewidoczny. Zaprawdę, jeśli Bóg doprowadził rzeczywiście Układ Słońca i Planet do stanu uporządkowania, to w filozofii przyrody znajdą swoje miejsce ostateczne przyczyny i słuszne stanie się pytanie o chwilę, w której został stworzony świat, o tę chwilę, w której zostały ukształtowane członki zwierząt, jak i o mądrość, za sprawą której są one tak zgrabnie ukształtowane. Dotychczas wyjaśniliśmy zjawiska niebieskie, zakładając, że ich aphelia są nieruchome, a ciała są przyciągane nie w kierunku osi wirów, lecz ku środkowi Słońca i Planet, i działają jednakowo w równych odległościach od tego centrum. W rzeczy samej nie mógłbym ze zjawisk odkryć przyczyny tych cech. Ponieważ unikam hipotez, czy to natury mechanicznej, czy dotyczących ukrytych jakości. Są one szkodliwe i nie tworzą wiedzy. Wystarczy, że ciążenie rzeczywiście istnieje i działa zgodnie z prawami, które objaśniliśmy i służy do wyjaśniania wszystkich ruchów ciał niebieskich i naszego morza. Nie znamy substancji rzeczy. Nie mamy ich żadnego wyobrażenia. Wniosujemy tylko o ich własnościach ze zjawisk i z tych własności wnosimy, jakimi te substancje mogą być. To, że ciała nie przenikają się wzajemnie, wnioskujemy z samych zjawisk. Ale to, że substancje różnych rodzajów nie przenikają się wzajemnie, wcale nie ma podstaw w tych zjawiskach.

Nie powinniśmy więc pochopnie twierdzić czegoś, czego nie możemy wynioskować ze zjawisk. Poznajemy własności rzeczy ze zjawisk i z nich wnosimy, że rzeczy same w sobie istnieją i nazywamy je substancjami. Ale o samych substancjach nie wiemy więcej niż to, co ślepiec wie o kolorach. Z samych zjawisk wnioskujemy, że ciała nie przenikają się wzajemnie, ale to, że substancje różnych rodzajów nie przenikają się nie jest takie oczywiste w świetle tych zjawisk. Wszyscy zgadzamy się, że Najwyższy Bóg istnieje koniecznie i przez tę właśnie konieczność istnieje on zawsze i wszędzie. Stąd jest On także całkowicie swoim podobieństwem, jest On cały wzrokiem, cały słuchem, cały mózgiem, cały opoką dosłownie – ręką, cały mocą i siłą. Ze zjawisk wiemy o własnościach rzeczy, a z tych własności wnosimy, że rzeczy istnieją same w sobie i nazywamy je substancjami, lecz nie mamy żadnego wyobrażenia substancji. Widzimy tylko kształty i kolory ciał, słyszymy tylko dźwięki, dotykamy tylko zewnętrznych powierzchni, czujemy jedynie zapachy i kosztujemy smaki, ale nie poznajemy tych substancji czy ich natury samej w sobie za pośrednictwem jakiegokolwiek zmysłu, czy też pośredniego działania, dlatego nie mamy o ich substancjach wyobrażenia większego niż ślepiec ma o kolorach. A gdy mówi się, że mamy pewne pojęcie o Bogu czy ideę ciał, nie należy przez to rozumieć niczego więcej jak to, że posiadamy jedynie wyobrażenie o cechach czy własnościach Boga lub o własnościach, za sprawą których ciała różnią się od Boga czy od siebie nawzajem. Stąd nijak nie przekonamy się o pojęciu substancji, chyba że o jej własnościach, wyprowadzając tego typu wnioski. Mamy wyobrażenia o ich rzeczy przymiotach, ale nie wiemy wcale jaką może być substancja czegokolwiek. Dlatego w żadnym stopniu nie mamy wyobrażenia o substancji Boga. Znamy Go tylko poprzez Jego własności i przymioty. A gdy mówi się, że mamy pewne pojęcie o Bogu czy idei ciał, nie należy przez to rozumieć więcej jak to, że posiadamy jedynie pojęcie cech czy własności, za sprawą których ciała różnią się od Boga i od siebie nawzajem.

Teza 1. O tym, że bardzo małe cząsteczki ciał, czy to przylegające do siebie, czy to będące w niewielkiej odległości, przyciągają się wzajemnie¹.

Doświadczenie 1. O równoległych kawałkach szkła.

Doświadczenie 2. O ukośnych kawałkach szkła.

¹ Część tez i doświadczeń, o których pisze Newton, nie została ostatecznie wykorzystana na łamach *Zasad*, ale dopiero na łamach *Optyki*.

Doświadczenie 3. O tubach.

Doświadczenie 4. O gąbkach.

Doświadczenie 5. O olejku pomarańczowym.

Teza 2, lub komentarz. O tym, że przyciąganie ma charakter elektryczny.

Teza 3. O tym, że przyciąganie cząsteczek na bardzo małych odległościach jest nadzwyczaj silne (co potwierdza doświadczenie piąte) i wystarcza do osiągnięcia spójności ciał.

Teza 4. O tym, że przyciąganie bez tarcia jest możliwe tylko na małych odległościach, a przy większych odległościach cząsteczki odpychają się wzajemnie (co potwierdza doświadczenie piąte).

Doświadczenie 6. O topnieniu metali.

Teza 5. O tym, że energia elektryczna jest nośnikiem bardziej subtelnym i łatwiej przenikającym ciała stałe.

Doświadczenie 7. O przenikaniu szkła.

Teza 6. O tym, że moc elektryczna jest najaktywniejszym nośnikiem i emituje światło.

Doświadczenie 8.

Teza 7. O tym, że energia elektryczna wprowadzana jest w ruch za pomocą światła i jest to ruch oscylacyjny, i że ciepło polega na ruchu.

Doświadczenie 9. O ciałach w świetle Słońca.

Byt ten rządzi wszystkimi rzeczami. Jest On wieczny i nieskończony lub trwa od wieczności do wieczności i jest obecny od nieskończoności do nieskończoności. Jego trwanie nie jest trwaniem w danej chwili ani jego obecność nie dotyczy konkretnego miejsca. Ponieważ każda cząstka przestrzeni istnieje od zawsze, a każda chwila czasu istnieje wszędzie, z pewnością Bóg nie będzie nigdy i nigdzie. Trwa On od zawsze i obecny jest wszędzie. Jest On wszechobecny nie tylko potencjalnie, ale też substancjalnie, gdyż moc nie może istnieć bez substancji. Jeśli coś bezpodstawnie uznaje się za istniejące bez substancji, to tym samym uznaje się to za substancję. W Bogu zawarty jest wszechświat i porusza się w sposób w ogóle nie cielesny, lecz w sposób całkowicie

dla nas nieznany. Nie bardziej możemy pojąć, jak Bóg rozumie i odczuwa wszystko niż może to uczynić ślepiec. Nie wiemy, jak wygląda Boski żywot, bez serca i krwi, jak możliwe, że samą tylko obecnością odczuwa On wszystko bez organów zmysłowych i rozumuje bez posiadania fizycznego mózgu. A ponieważ jest on zupełnie pozbawiony jakiegokolwiek ciała i cielesnej powłoki, nie możemy go zobaczyć ani usłyszeć, ani dotknąć, a zatem nie powinien on być czczony pod żadną cielesną postacią. Wszystkie inne rzeczy przyjmują formy cielesne. Jeśli rzeczywiście Bóg ustalił System Słońca i planet w najcudowniejszym porządku, jeśli nadał on ruchy planetom w takich kierunkach i z taką prędkością, że utrzymują się one na koncentrycznych orbitach wokół Słońca, w tym samym porządku i w tej samej płaszczyźnie; i jeśli nadał On ruch czterem księżycom Jowisza, które są w pełni koncentryczne względem tej planety, w tym samym porządku i w tej samej płaszczyźnie, oraz podobny ruch księżycom Saturna i Ziemi, i ustawił tak dokładnie machinę tak wielu ciał na tak ogromnych odległościach, wymaga to zamysłu wielkiej miary i potężnej mocy. Ponadto Komety poruszają się po nadzwyczaj osobliwych orbitach, tak że mijają one niezwykle szybko na przestrzał orbity planet, i prawie nie zakłócają ruchów tych planet podczas ich wędrówki, tak że nie ma nieregularności w ruchach tych, jak i innych planet, które mogą wynikać z przyciągania komet, a *aphelia* komet są tak rozmieszczone we wszystkich krańcach nieba, że gdy ciała te poruszają się najwolniej, to przyciągają się one najslabiej, nie zakłócając wzajemnie w żadnym stopniu swych ruchów.

Dalej, choć względne przemieszczanie się gwiazd stałych z racji rocznej paralaksy, nie zostało jeszcze zaobserwowane (choć mogłoby tak być, gdyby równało się jedynie czterem sekundom kątowym), to powinno z tego wynikać, że odległości gwiazd stałych, najbliższych Słońcu, przewyższają odległość Ziemi do Słońca w stosunku większym niż 100 000 razy, tak wielkie są w rzeczywistości odległości gwiazd stałych od Słońca i od siebie nawzajem, żeby układy te nie spadały jedno na drugie. Z pewnością przyczyny celowe mają rację bytu w filozofii przyrody, a to zaś uprawnia do pytania: jaki jest cel tego świata? Za sprawą jakiej to mądrości orbity ciał niebieskich mają tak cudowne ułożenie, jaką mocą zyskują ciała niebieskie swe ruchy i jak możliwe, że zostały rozmieszczone na tak ogromnych odległościach? Wreszcie, w jakim celu uformowane są członki zwierząt i od jakiego autora otrzymały tak przydatne i eleganckie ułożenie i strukturę. Bóg jest pojęciem relatywnym i odnosi się do jego poddanych. Dlatego mówimy *mój Bóg*,

nasz Bóg, twój Bóg, Bóg swoich sług, to jest mój najwyższy Pan, nasz najwyższy Pan, twój najwyższy Pan, Pan sług. Nie mówimy zaś: mój Doskonały Byt, nasz Doskonały Byt, twój Doskonały Byt, Doskonały Byt swoich poddanych. Nie mówimy: O mój Przedwieczny, O Wieczny, O nasz Nieskończony, O Nieskończony. Ten kto dowiedzie, że istnieje Byt Doskonały, a jednocześnie nie wykaże, iż jest on Panem Wszechświata czy Władcą Najwyższym, nie wykaże w rzeczywistości jeszcze, że Bóg istnieje. Byt wieczny, nieskończony, wszechwiedzący i najbardziej doskonały, lecz pozbawiony panowania, nie jest Bogiem, lecz tylko Naturą. Jest to w pewnym sensie wieczny, nieskończony, wszechwiedzący i najpotężniejszy oraz istniejący koniecznie twórca wszystkich rzeczy, jednak zwierzchnictwo lub Boskość Boga najlepiej jest dostrzegane nie poprzez abstrakcyjne idee, ale za pomocą zjawisk, za sprawą ich celowej przyczyny.

Teza 8. O tym, że światło padające na dno oka wzbudza drgania, które przekazywane do mózgu za pomocą stałych włókien nerwów wzrokowych, wywołują wizje.

Komentarz. O tym, że wszystkie wrażenia i wszystkie ruchy zwierząt dokonują się za pośrednictwem energii elektrycznej.

Teza 9. O tym, że drgania energii elektrycznej są szybsze od samego światła.

Teza 10. O tym, że światło jest emitowane, załamywane, odbijane oraz uginane przez energię elektryczną.

Teza 11. O tym, że ciała jednorodne łączą się ze sobą za sprawą siły przyciągania elektrycznego, a ciała różnorodne rozłączają się.

Teza 12. Odżywianie odbywa się za pomocą siły przyciągania elektrycznego.

Część II

[...] one nie działają w kierunku centralnej materii z tą samą siłą jak ta, z którą kierują się one ku powierzchni. Dlatego myślą się ci, którzy łączą ze sobą najmniejsze cząsteczki ciał w zbitą masę, podobną do ziaren piasku czy sterty kamieni. Jeśli jakieś cząsteczki byłyby ściśnięte ze sobą tak gęsto, to ciężenie działałoby w mniejszym stopniu w kierunku do wewnątrz niż na zewnątrz i tak ciężenie przestałoby być proporcjonalne do ilości materii. Struktury cząsteczek z pewnością są

tak zaprojektowane, że posiadają bardziej pokaźne szczeliny. A one są koniecznym warunkiem hipotezy, przez którą ciężenie jest możliwe do wyjaśnienia mechanicznie. Ta jedyna hipoteza, przez którą może być wyjaśniona ciężenie, jest właśnie tego rodzaju, a po raz pierwszy została ogłoszona przez najbardziej pomysłowego geometrę, pana N. Fatio². Próżnia potrzebna jest do jej funkcjonowania, ponieważ drobniejsze cząsteczki muszą być unoszone we wszystkich kierunkach za pomocą ruchów, które są prostoliniowe i bardzo szybkie, ale jednostajnie ciągle. Cząsteczki te z pewnością nie doświadczają oporu, chyba że zderzają się one z cząsteczkami bardziej gęstszymi. Dlatego należy uznać istnienie próżni, ponieważ wynika to z tej hipotezy, oraz w równiej mierze z trzeciej i czwartej. Ten sam wniosek można wysnuć z ruchu pociągów. Ponieważ, jeśli (dla przykładu) pewna subtelna materia podzielona na najmniejsze cząsteczki, byłaby rozproszona równomiernie w pustej przestrzeni nieba to wypełniałaby tyle, co jego tysięczna część. A jeśli główne części Planet lub Komet, czy innych globów byłyby lite i pozbawione wszelkich porów, to (według tezy XL z Ks. II, Wniosek 2) traciłyby one tysięczną część swojego ruchu, zanim opisałyby odległość trzech swoich promieni. Jest więc uzasadnione, że w niebiosach bardziej wypełnionych przez materię, traciłyby one większą część swojego ruchu, proporcjonalnie do gęstości tej niebiańskiej materii, a nawet więcej, gdyby nie były one ciałami stałymi. Stąd komety, które przecinają otchłanie niebieskie, po których poruszają się planety (jak być może później zostanie to wykazane) we wszystkich kierunkach, wytracałyby niebawem moc swoich ruchów, a śrut ołowiany wystrzelony z pistoletu zatrzymywałby się bardzo szybko, jeśliby przestrzenie niebieskie nie były prawie puste. Nie przeszkadza mi przy tym, że prostacka sofistyka wyciąga wnioski sprzeczne z pojęciem próżni z natury ciał jako rozciągłości; ponieważ ciała są nie tyle rozciągłością, co rozciągłe i całkowicie różnią się od rozciągłości za sprawą swojej masy, ruchliwości, siły oporu oraz twardości. Ponieważ wszystkie pierwotne czy najmniejsze ciała, z których inne ciała są zbudowane, są twarde.

Wniosek. Ciała są o wiele rzadsze niż zazwyczaj się sądzi, co sugerowaliśmy uprzednio, a co wynika także z tej tezy. Ponieważ tak jak woda jest 19 razy lżejsza niż złoto tej samej objętości (jak to zostało zauważone), to będzie ona też w tej samej proporcji rzadsza. Zatem jeśliby złoto było ciałem całkowicie stałym, to wody skondensowanej

² W rzeczywistości Fatio nie cieszył się dobrą opinią. Był postrzegany jedynie jako stronnik Newtona, angażujący się we wszystkie jego spory towarzyskie.

w stałą masę okazałoby się być 19 razy mniej niż było wcześniej. W ten sposób woda zawierałaby 18 cząsteczek próżni na jedną cząsteczkę materii. Jednak złoto nie jest ciałem litym i obfituje w pory. Ponieważ rozpuszcza się ono za sprawą przenikania kwaśnej wody, zaś żywe srebro rteć, przeciskając się przez te pory, z łatwością wnika do jego części wewnętrznych i wybiela do samego środka. Deszczówka zaś zamknięta w złotej lub ołowianej kuli, po mocnym ściśnięciu tej kuli, przenika przez pory tego metalu i przesącza się przez kulę, nawet gdy kula ta pozostaje nieuszkodzona i wolna od pęknięć. Mimo to woda wycieka wszędzie, o czym słyszałem z wiarygodnego źródła, od naocznego świadka. Naprawdę, tak wielka jest obfitość porów w złocie, że działanie magnesu na żelazo rozprzestrzenia się przez leżące między nimi złoto bardzo swobodnie i bez dostrzegalnej redukcji. W rzeczy samej musimy uznać, że złoto składa się z cząsteczek większych i mniejszych. A o wyżej wymienionych cieczach należy przypuszczać, że przenikają one przez szczeliny pomiędzy większymi cząsteczkami, zaś strumień magnetyczny przez szczeliny między mniejszymi cząsteczkami. Jeśli proporcja między cząsteczkami obu rodzajów a szczelinami między nimi jest taka sama, jak między ziarenkami piasku a pustymi szczelinami, a która to proporcja jest jak 7 do 6, to próżnia w złocie będzie się miała względem jego materii w przybliżeniu jak 5 do 2, a próżnia w wodzie do jej materii jak 65 do 1. A jednak mimo to cząstki wody są ułożone względem siebie tak, że nie mogą one zostać skondensowane przy pomocy ściskania. Ponadto ponieważ powietrze w naszych okolicach jest 900 razy lżejsze od wody, jego stała materia wypełni zaledwie jedną pięćdziesiątą część przestrzeni, w której się rozpościera. W wyżej położonych partiach będzie ona jednak rzadsza aż do nieskończoności, co jest oczywiste według tezy 22, ks. II. Jest to najmniejsze rozrzedzenie ciał, które można założyć. Zdefiniowanie największego rozrzedzenia jest bowiem niezwykle trudne. Ponieważ, jeśli ktoś ogłosi pewną hipotezę, za sprawą której masa wody może być tak rzadka, że jej stałe cząsteczki z trudnością zapełniają sześćdziesiątą część jej własnej masy, a jednak wcale nie poddaje się ona kompresji, to wtedy może on z łatwością pojąć, że złoto może być tak rzadkie, jak udowodniliśmy to w przypadku wody. A także to, że rozrzedzenie wody oraz powietrza może wzrastać w tych samych proporcjach. Jednak rozrzedzenie złota oraz wszystkich ciał może wzrastać do woli. Rozrzedzenie wody na pewno nie może być wyjaśnione na bazie popularnych hipotez. Trzeba się uciec do pewnej cudownej i nadzwyczajnej struktury cząsteczek ciał, za sprawą której wszelkie ciała, podobnie jak

sieci, pozwalają strumieniom cząstek magnetycznych i promieniom, czy światłu, przechodzić przez nie we wszystkich kierunkach, dając im możliwość bardzo swobodnego przejścia. I za sprawą takiej hipotezy rozrzedzenie ciał może wzrastać do woli. Sole krystalizują się w regularne kształty podczas krzepnięcia, a niektóre z nich, jak saletra czy sól amonowa, tworzą zawsze rozgałęzienia. Dlaczego więc nie może być tak, że pierwotne elementy wszystkich rzeczy łączą się geometrycznie w sieci, podobnie jak figury za sprawą sił natury.

JANUSZ SYTNIK-CZETWERTYŃSKI