

ISAAC NEWTON

O GRAWITACJI I *EQUILIBRIUM* PŁYNÓW

Informacja o tekście źródłowym:
DE GRAVITATIONE ET AEQUIPONDIO FLUIDORUM

A. Rupert Hall and Marie Boas Hall, *Unpublished Scientific Papers of Isaac Newton*, a selection from the Portsmouth Collection in the Cambridge University Library, Cambridge University Press, 1962, ss. 89–156.

Rozważania o grawitacji oraz *equilibrium* płynów i ciał stałych w płynach należy traktować dwojako. To, co odnosi się do nauk matematycznych, rozsądek nakazał mi oddzielić od rozważań fizykalnych. Z tego też powodu zdecydowałem się przedłożyć te dwie tak różne sfery oddzielnie. [...]

Być może powinienem definiować rozciągłość jako substancję lub akcydens, lub jeszcze zupełnie inaczej. Ale nie jest to możliwe, bo rozciągłość ma własny sposób istnienia, który nie pasuje ani do ciał, ani do akcydensów. [...] Nie jest to jednak idea czegoś, czego nie ma, ani czegoś nie posiadającego własności, mamy bowiem wyjątkowo klarowną ideę rozciągłości, wolną od skłonności i własności ciała, tyle że pozostaje ona wyłącznie jednolitą i nieograniczoną rozciągłością poza przestrzenią w długości, szerokości i głębokości. I ponadto wiele z tych własności kojarzy się z tą ideą. Teraz wymienię je nie tylko po to, by pokazać, że są, ale też, czym są.

1. We wszystkich kierunkach przestrzeń jest podzielna na części, których wspólne granice nazywamy zwykle powierzchniami. Powierzchnie te mogą zostać podzielone na części, których wspólne granice zwykle nazywamy prostymi. Znow, te proste mogą zostać podzielone na części, które nazywamy punktami. Wskutek tego powierzchnie nie posiadają głębi, linie zaś szerokości, a punkty wymiarów, chyba że stwierdzimy, że przestrzenie penetrują siebie wzajemnie, jeśli pozwala na to głębia, znajdujących się między nimi powierzchni [...]. To samo odnosi się do prostych i punktów. [...]

Podobnie rzecz się ma w stosunku do pozostałych figur. Na tej samej zasadzie nie widzimy żadnego materialnego kształtu przezroczystej wody, choć jest ich tam wiele, a które po wprowadzeniu jedynie jakiegoś koloru do jej części stałyby się widoczne. Jednakże wprowadzony kolor nie tworzy kształtów materiału, ale skłania je tylko do bycia widocznymi.

2. Przestrzeń rozciąga się nieskończenie we wszystkich kierunkach. Nie możemy bowiem wyobrazić sobie jakiegoś ograniczenia, nie mając jednocześnie wrażenia, że poza nim istnieje jakaś przestrzeń. [...]

3. Części przestrzeni są pozbawione ruchu. Gdyby były ruchome, to zgodnie z Kartezjańską definicją ruchu ciał należałoby stwierdzić, że ruch danych części wynika z przesuwania się części z nimi sąsiadujących (co jest absurdalne, jak to wystarczająco już zostało pokazane) lub wynika z przesunięcia z przestrzeni do przestrzeni, czyli z czegoś poza tymi częściami, a jeśli te przestrzenie zbiegają się, to wynika z ruchu jednej, a bezruchu drugiej.

4. Zaden byt nie istnieje i nie może istnieć, jeśli w jakiś sposób nie odnosi się do przestrzeni. Bóg jest wszędzie, stworzone umysły są gdzieś, a ciało jest w przestrzeni, którą zajmuje. Cokolwiek, co nie jest wszędzie lub gdzieś konkretnie – nie istnieje. [...]

5. Położenia, odległości i ruchy lokalne ciał winny się odnosić do części przestrzeni. Wynika to z własności przestrzeni, mających się jak 1 do 4, a będzie to bardziej oczywiste, jeśli przyjmemy, że istnieją cząstki próżni rozsiane pomiędzy cząstkami materii lub jeśli zwróci się uwagę na to, co już wcześniej powiedziałem na temat ruchu. Można jeszcze dodać do tego, że w przestrzeni nie istnieje siła jakiegokolwiek rodzaju, która mogłaby zakłócać, wspomagać lub w jakikolwiek sposób zmieniać ruchy ciał. I stąd ciała zakreślają linie proste ruchem jednostajnym, chyba że stykają się one z jakąś przeszkodą pochodzącą z jakiegoś innego źródła. Ale więcej o tym później.

6. Ostatecznie, przestrzeń jest wieczna w trwaniu i niezmienna co do swej natury, a to dlatego, że jest niezwykłym efektem wiecznego i niezmiennego bytu. Gdyby przestrzeń kiedykolwiek nie istniała, Bóg w tym czasie nie byłby nigdzie. Skutkiem tego albo stworzył on przestrzeń później (i nie był w niej sam osobiście), lub też, co jest nie mniej sprzeczne z rozumem, stworzył on swoją własną wszechobecność. Dalej, chociaż możemy jakoś wyobrazić sobie, że niczego w przestrzeni nie ma, to jednak nie możemy uważać, że nie istnieje przestrzeń, tak jak i nie możemy sądzić, iż czas trwania nie istnieje, nawet

gdyby można było przypuszczać, że nic w ogóle nie trwa. To pokazuje, że musimy założyć istnienie przestrzeni spoza tego świata (gdyż wyobrażamy sobie ten świat jako skończony), chociaż nie są nam one ujawnione przez Boga ani poznawalne za pomocą zmysłów, ani ich istnienie nie zależy od przestrzeni zawartej w obrębie tego świata. Zwykle sądzi się jednak, że przestrzenie te są niczym, choć w istocie są one prawdziwymi przestrzeniami. Chociaż przestrzeń może być wolna od ciała, tym niemniej nie jest ona sama w sobie pusta, jest w niej coś, ponieważ są tam przestrzenie, choć nic więcej ponad to. Wprawdzie trzeba przyznać, że przestrzeń nie jest bardziej przestrzenią tam, gdzie jest świat niż tam, gdzie świata nie ma, chyba że być może ktoś powie, iż gdyby Bóg stworzył świat w tej przestrzeni, to jednocześnie stworzyłby przestrzeń samą w sobie, albo że gdyby Bóg unicestwiłby ten świat w tej przestrzeni, unicestwiłby on w nim także tę przestrzeń. Cokolwiek posiada większą realność w jednej przestrzeni niż w innej, z pewnością musi raczej być czymś przynależnym do ciała niż do przestrzeni; ta sama rzecz pojawi się wcześniej, jeśli odłożymy na bok to infantylne i jałowe uprzedzenie, według którego rozciągłość jest właściwa ciałom, tak jak przypadłość – przedmiotowi, bez którego nie może ona faktycznie istnieć.

Teraz, skoro już została opisana rozciągłość, pozostaje dać wyjaśnienie natury ciał. Jednakże wyjaśnienie tego z pewnością jest bardziej niepewne, ponieważ nie istnieje ono w sposób konieczny, ale za sprawą Bożej woli, gdyż dano nam poznać ledwie granice Bożej mocy, to znaczy, czy materia mogłaby być stworzona tylko w jeden sposób lub czy istnieją różne sposoby, za pomocą których mogłyby zostać stworzone różne byty podobne do ciał. I chociaż wydaje się mało prawdopodobne, aby Bóg mógł stworzyć byty podobne do ciał, które przejawiają ich wszystkie ruchy oraz wykazują wszystkie ich zjawiska, a mimo to nie są w zasadniczy ani metafizyczny sposób ciałami. Jako że nie mam jasnej i wyraźnej opinii w tej materii, nie śmiałybym twierdzić czegoś przeciwnego, stąd nie jestem skłonny kategorycznie twierdzić, jaka jest natura ciał, raczej mogę opisać pewien rodzaj bytu podobnego w pewien sposób do ciał, a którego stworzenie niezaprzeczalnie leży w granicach Bożej mocy, tak że trudno nam stwierdzić, iż nie jest to ciało.

Jako że każdy człowiek jest świadomy, że może poruszać swym ciałem zgodnie ze swoją wolą i wierzy on dalej, że wszyscy ludzie korzystają z tej samej mocy poruszania swoimi ciałami jedynie za pomocą myśli, wolna moc poruszania ciałami za sprawą woli nie może być

w żaden sposób odmówiona Bogu, którego zdolność myślenia jest nieskończenie większa i szybsza. Na podstawie analogicznego argumentu trzeba się zgodzić, że Bóg wyłącznie przez akt myślenia i woli może zapobiegać przenikaniu przez pewne ciało przestrzeni wyznaczonej przez pewne granice.

Jeśli przejawiałby on tę moc i sprawiłby, żeby przestrzeń, wystająca ponad powierzchnię Ziemi, jak góra lub jakieś inne ciało, była nieprzenikliwa dla ciał i w ten sposób zatrzymywała lub odbijała światło oraz wszystkie zderzające się z nią rzeczy, to wydaje się niemożliwe, abyśmy nie rozważali tej przestrzeni jako rzeczywistego ciała, o czym świadczą nasze zmysły (które są dla nas jedynym sędzią w tej sprawie), gdyż będzie to namacalne ze względu na jego ciała nieprzenikliwość, a widoczne, nieprzezroczyste i kolorowe ze względu na odbicie światła, będzie też ono ciało rezonować, gdy zostanie uderzone, ponieważ powietrze sąsiadujące będzie poruszane przez uderzenie.

W ten sposób możemy sobie wyobrazić, że istnieją puste przestrzenie rozrzucone po całym świecie, z których jedna, opisana pewnymi granicami, za sprawą mocy Bożej ma szczęście być nieprzenikliwa dla ciał. Na podstawie tej hipotezy oczywiste jest, że powstrzymywałaby ona ruchy ciał i być może odbijałaby je, a także przyjmowała wszystkie własności cząstek materialnych z wyjątkiem tego, że będzie nieruchoma. Jeśli możemy dalej sobie wyobrazić, że ta nieprzenikliwość nie zawsze utrzymuje się w tej samej części przestrzeni, lecz może być przenoszona tu i tam, zgodnie z pewnymi prawami, tak jednak, że ilość i kształt tej przestrzeni nie zmieniają się, to nie ma takiej własności ciała, której by nie posiadała. Miałaby ona kształt, byłaby namacalna i ruchoma, zdolna do odbijania i bycia odbijaną, w nie mniejszym stopniu tworzyłaby część struktury rzeczy niż inne korpuskuły, i nie wątpię, iż działałaby nie inaczej na nasze umysły, natomiast podlegałaby naszemu działaniu na nią, ponieważ nie byłaby niczym innym jak produktem Boskiego umysłu, zrealizowanym w określonej ilości przestrzeni. Ponieważ jest pewne, że Bóg może stymulować naszą percepcję za pośrednictwem swojej własnej woli, a skutkiem tego stosować moc adekwatną do wykonania efektów swojej woli.

Na tej samej zasadzie, jeśli by poszczególne przestrzenie tego rodzaju były nieprzenikliwe dla ciał oraz wobec siebie nawzajem, podtrzymywałyby one wszystkie zmienne koleje cząsteczek i wykazywałyby te same zjawiska. I tak, jeśli by cały świat był utworzony z tego samego rodzaju bytu, nie wydawałby się on prawie wcale różny. Stąd byty te będą albo ciałami, albo bytami takimi jak ciała. Jeśli są one

ciałami, to możemy wówczas zdefiniować ciała jako określone wielkości rozciągłe, które wszechobecny Bóg wyposaża w pewne właściwości. Tymi właściwościami jest, (1) to, że winny być one ruchome, dlatego nie twierdzą, że są one cząsteczkami przestrzeni różniącymi się jedynie liczbą, które są absolutnie nieruchome, ale jedynie określonymi wielkościami, które mogą być przenoszone z przestrzeni do przestrzeni, (2) to, że dwie cząstki tego samego rodzaju nie mogą nigdzie się zbiegać, tj., że mogą one być nieprzenikliwe, zatem kiedy ich ruchy sprawiają to, iż stykają się, zatrzymują się one i odbijają zgodnie z pewnymi prawami, (3) to, że mogą one wywoływać rozmaite zjawiska zmysłowe i wrażenia w stworzonych umysłach i odwrotnie, że mogą one być pobudzane przez nie, co nie dziwi, jako że opiera się na tym opis początku świata.

Pomoże nam w tej sprawie następujące wyjaśnienie w punktach spraw, które już poruszyliśmy.

1. To, że dla istnienia tych bytów nie jest konieczne założenie istnienia samej niezrozumiałej substancji, której przedmiotem, może być tylko nieodłączna forma substancjalna. Rozciągłość i akt Bożej woli wystarczająco zastępuje ten substancjalny przedmiot, w którym forma ciała jest zachowana przez Bożą wolę, a produkt Bożej woli jest formą lub formalną przyczyną ciała, rozciągającą się na każdy wymiar przestrzeni, w której ciało to ma być stworzone.

2. Byty te nie będą mniej realne niż ciała, ani (jak mówię) nie będą one mniej zdolne do nazywania ich substancjami. Ponieważ każda rzeczywistość, którą przypisujemy ciałom, bierze się z ich zjawisk oraz z cech zmysłowych. Skutkiem tego, gdyby te byty istniały, ocenilibyśmy je, że są nie mniej realne, jako że mogą one mieścić w sobie wszystkie cechy tego typu i mogą podobnie przejawiać wszystkie te zjawiska. Ani nie będą one mniej substancją, jako że będą one istnieć również jak ciała z racji Boga i posiadać przypadłości.

3. Między rozciągłością a jej formą wrażeniową istnieje prawie taka sama analogia, jak ta, którą postulują arystotelicy między materią pierwszą a formami substancjalnymi, mianowicie, kiedy mówią oni, że ta sama materia zdolna jest przyjąć wszelkie formy i zapożycza miano ciała z jego formy. Ponieważ zakładam, że każda forma może być przenoszona przez każdą przestrzeń i wszędzie może oznaczać to samo ciało. Jednakże różnią się one tym, że rozciągłość (która jest istotą, jakością i ilością) jest bardziej realna niż materia pierwsza, a także tym, że może ona być rozumiana w ten sam sposób, co forma, którą przypisałem ciałom.

4. Jednakowoż one różnią się, bowiem w tej rozciągłości jest więcej rzeczywistości niż w materii pierwszej, w ten sam sposób jak w formach, które określają ciała. Zatem, jeśli istnieje jakaś trudność w tej koncepcji, to nie dotyczy ona formy, której Bóg użycza przestrzeni, ale sposobu, przez który jest ona użyczana. Lecz nie powinno to być postrzegane jako trudność, gdyż ten sam problem pojawia się co do sposobu poruszania się naszych ciał, a mimo to mocno wierzymy, że możemy nimi poruszać. Gdyby było to nam wiadome poprzez analogię, wiedzielibyśmy także, w jaki sposób Bóg może poruszać tymi ciałami i usuwać je z przestrzeni, ograniczonej danym kształtem, oraz uniemożliwiać tym usuniętym ciałom i wszelkim innym, ponowne do niej przenikanie, tj. sprawiać, że przestrzeń staje się nieprzenikalna i przyjmuje formę ciała.

5. Ten opis cielesnej natury wydedukowałem z naszej zdolności poruszania ciałami, tak że wszystkie trudności tej koncepcji mogą być nareszcie do tego zredukowane. Dalej, żeby Bóg mógł objawiać się (naszej najskrytszej świadomości) jako ten, który stworzył ten świat jedynie za pomocą aktu woli, podobnie jak my poruszamy ciałami aktem woli, i dalej, musiałbym dowieść, że analogia między Boskimi zdolnościami a naszymi własnymi jest większa niż było to ongiś dostrzeżone przez filozofów. O tym, że zostaliśmy stworzeni na Boże podobieństwo świadczy Pismo Święte. Jego obraz świeciłby w nas jaśniej, gdyby upodobił nas jeszcze bardziej, dając, wśród innych zdolności, zdolność tworzenia, w tym samym stopniu, jak dał nam inne swoje przymioty. Co do tego, że jesteśmy istotami stworzonymi, nie ma sprzeciwu, zatem i udział w tym przymiocie nie mógłby być równo rozdzielony. Ponieważ, jeśli z tego powodu, moc kreowania umysłów nie rysuje się w żadnej zdolności stworzonego umysłu, to mimo to stworzony umysł (jako że jest on obrazem Boga) jest o wiele szlachetniejszej natury niż ciało, żeby, być może, mógł on jako wyższy zawierać ciało w sobie. Ponadto, w poruszających się ciałach nie stwarzamy niczego ani też nie możemy stwarzać niczego, a jedynie naśladujemy moc stwórczą. Ponieważ nie możemy uczynić żadnej przestrzeni nieprzenikliwą dla ciał, lecz tylko poruszamy ciałami i przy tym niczego nie wybieramy, lecz tylko nasze własne ciała, z którymi jesteśmy połączeni, nie za sprawą własnej woli, lecz za sprawą Bożego ustanowienia rzeczy, ani też nie możemy poruszać ciałami w dowolny sposób, lecz jedynie w zgodzie z tymi prawami, które Bóg nam narzucił.

Jeśli jednak ktoś woli, aby moc ta była nazywana ograniczonym i najniższym poziomem tej siły, która czyni Boga Stwórcą, to umniej-

sza ona Boską moc w nie większym stopniu niż uszczupła Boży umysł, który w ograniczonym stopniu należy także i do nas, szczególnie dlatego, że nie poruszamy naszymi ciałami za sprawą naszej własnej niezależnej mocy, lecz poprzez prawa narzucone nam przez Boga. Prawdę mówiąc, jeśli ktokolwiek uważa za możliwe to, że Bóg może stworzyć jakieś myślące stworzenie tak doskonałe, że mogłoby ono za sprawą Boskiego przyzwolenia stworzyć z kolei istoty niższego rzędu to, jak dotąd, miast umniejszania Bożej woli, wzmacnia ją, gdyż moc ta, która potrafi wydawać na świat istoty nie tylko bezpośrednio, lecz za pośrednictwem innych istot, jest nadzwyczajnie, żeby nie powiedzieć, nieskończenie potężniejsza.

A więc niektórzy wolą być może zakładać, że Bóg nakłada na duszę stworzonego przez Niego świata zadanie polegające na obdarzaniu określonych przestrzeni własnościami ciał, zamiast wierzyć, że funkcja ta jest bezpośrednio wykonywana przez Boga. Dlatego świat ten nie powinien być nazywany stworzeniem tej duszy, lecz samego Boga, który stwarza go poprzez nadawanie duszy takiego charakteru, że świat ten emanuje z niej z konieczności. Jednak nie rozumiem, dlaczego sam Bóg bezpośrednio nie zapełnia przestrzeni ciałami, byle byśmy tylko rozróżniali rację formalną ciał i akt Bożej woli. Ponieważ sprzeczne jest, by ciało było aktem woli lub czymś innym niż wynikiem, który akt ten wytwarza w przestrzeni. Który to rezultat nawet nie różni się mniej od tego aktu niż przestrzeń kartezjańska lub substancja ciała, według powszechnego wyobrażenia, jeśli założymy, że zostały one stworzone, tj. że zapożyczają one istnienie od woli lub że są one stworzeniami Boskiego rozumu.

Wreszcie, przydatność tej idei ciała, którą właśnie opisałem, podkreśla fakt, że wyraźnie angażuje ona główne prawdy metafizyki oraz w całej rozciągłości potwierdza je i objaśnia. Ponieważ nie możemy zakładać istnienia ciał tego rodzaju bez równoczesnego założenia, że Bóg istnieje i stwarza ciała w pustej przestrzeni z niczego, oraz że są one istotami odmiennymi od stworzonych umysłów, lecz zdolnymi łączyć się z umysłami. Powiedz, jeśli potrafisz, która z już dobrze znanych hipotez wyjaśnia każdą z tych prawd, czy prawdę powiedziawszy, nie przeciwstawia się im wszystkim i nie zaciemnia ich wszystkich. Jeśli mówimy, za Kartezjuszem, że rozciągłość jest ciałem, czyż jawnie nie wskazujemy drogi do ateizmu, zarówno dlatego, że rozciągłość nie została stworzona, lecz istnieje wiecznie, jak i dlatego, że posiadamy jej bezwzględne pojęcie bez żadnego związku z Bogiem. Czy więc w pewnych okolicznościach moglibyśmy wyobrazić sobie rozciągłość

równocześnie z wyobrażeniem sobie braku istnienia Boga? W tej filozofii nie jest też zrozumiałe odróżnienie umysłu od ciała, chyba że równocześnie stwierdzimy, że umysł nie ma wcale rozciągłości, tak więc nie jest substancjalnie obecny w żadnej rozciągłości, tj. nie istnieje nigdzie, co zdaje się tym samym, co zaprzeczanie istnienia ślepeca, czy wreszcie czyni swój związek z ciałem całkiem niezrozumiałym, żeby nie rzec, niemożliwym.

Ponadto, jeśli to rozróżnienie substancji między tym, co myślące, a tym, co rozciągle jest słuszne i kompletne, to Bóg nie zawiera w sobie rozciągłości, a więc nie może jej stworzyć. Lecz Bóg i rozciągłość będą dwoma substancjami oddzielnie pełnymi, absolutnymi i posiadającymi to samo znaczenie. Jednak przeciwnie, jeśli rozciągłość jest zawarta w Bogu, czy w najwyższym myślącym bycie, to z pewnością pojęcie rozciągłości będzie doskonale zawarte w pojęciu myślenia, skutkiem czego różnica między tymi pojęciami nie będzie tak wielka, jako że oba mogą odpowiadać tej samej stworzonej substancji, tj. ciało może myśleć, a myślący byt być rozciąglwym. Jeśli jednak przyjmiemy potoczne wyobrażenie ciała, czy raczej jego brak, zgodnie z którym w ciałach tkwi pewna niezrozumiała rzeczywistość, którą zwą substancją, w której to tkwią wszystkie cechy ciał, to poza jego niezrozumieniem jest ono wystawione na te same niedogodności, co i zapatrywania kartezyjańskie. A ponieważ nie jest to możliwe do zrozumienia, to i niemożliwe jest, żeby pojąć różnicę między Jego substancją a umysłem.

Jako że to rozróżnienie uzyskane na podstawie form substancjalnych czy cech substancji nie jest wystarczające i skoro same substancje nie posiadają istotnej różnicy, to same formy substancjalne lub atrybuty mogą odpowiadać obu, ciału i umysłowi, i odtwarzać je po kolei, jeśli nie w jednym i tym samym czasie. Skoro więc nie rozumiemy różnicy między substancjami pozbawionymi cech, to nie możemy świadomie twierdzić, że umysł i ciało różnią się substancjalnie. Lub jeśli rzeczywiście różnią się one, nie możemy odkryć żadnej ku temu podstawy. Ponadto, nie przypisują one mniejszej realności cielesnej substancji uchodzącej za pozbawioną cech i form w pojęciu ogólnym (choćby mniejszą w słowach) niż czynią to wobec oderwanej od atrybutów substancji Boga. Wyobrażają oni sobie, że są rozważane w ten sam sposób lub raczej nie są wyobrażane, ale mieszane w pewne ogólne pojęcie niezrozumiałej rzeczywistości. Skutkiem tego nie dziwi, że pojawiają się ateści przypisujący cielesnym substancjom to, co należy wyłącznie do tego, co Boże. W rzeczy samej, choć szukamy, to nie znajdziemy prawie żadnego innego powodu ateizmu niż pojęcie substancji posia-

dających skończoną, absolutną i autonomiczną realność w sobie, tak jak prawie każdy z nas, przez zaniedbanie, przyzwyczajony jest uznawać w swym umyśle od dzieciństwa (jeśli się nie mylę), że tylko werbalnie nazywamy ciała stworzonymi i zależnymi.

Przypuszczam, że to uprzedzenie wyjaśnia, dlaczego samo to słowo: substancja, odnoszone jest w tych szkołach filozoficznych do Boga i do jego stworzeń, a także dlaczego w kształtowaniu pojęcia ciała filozofowie zatrzymują się i tracą wątek, jak wtedy, gdy usiłują wyrobić sobie niezależne pojęcie o rzeczy podległej Bogu. Gdyż z pewnością cokolwiek nie może istnieć niezależnie od Boga, nie może zostać faktycznie zrozumiane niezależnie od idei Boga. Bóg jest nie mniej obecny w swoich stworzeniach, niż one są obecne w przypadłościach, tak że stworzona substancja, czy rozważa się jej stopień zależności, czy też jej stopień realności, jest pośredniej natury między Bogiem a przypadłością. Skutkiem tego to jej wyobrazenie nie mniej implikuje pojęcia Boga niż pojęcie przypadłości – pojęcie stworzonej substancji. Dlatego nie powinno ono zawierać w sobie innej realności niż realność wtórna i niedoskonała. Tak więc należy się pozbyć powyższego uprzedzenia, a rzeczywistość substancjalną przypisać raczej tym rodzajom atrybutów, które są realnymi i zrozumiałymi rzeczami samymi w sobie, które nie muszą tkwić w podmiocie, niż przedmiotowi, którego nie możemy pojąć jako zależnego, a tym mniej utworzyć sobie w ogóle jego pojęcie. Można się z tym uporać bez trudu, gdy (prócz powyższych pojęć ciała) twierdzimy, że przestrzeń możemy sobie wyobrazić jako istniejącą bez żadnego podmiotu, np. gdy myślimy o próżni. Stąd pasuje do tego pewna rzeczywistość substancjalna. Ponadto, jeśli ruchliwość tych części (jak wyobrażał sobie Kartezjusz) wchodziłaby w grę w przypadku pojęcia próżni, to każdy bez skrupowania by przyznał, że jest to substancja cielesna. W ten sam sposób, jeśli mielibyśmy pojęcie tego atrybutu lub mocy, za sprawą której Bóg jedynie poprzez działanie swej woli potrafi stwarzać byty, wyobrazilibyśmy sobie bez trudu tę cechę jako istniejącą samą w sobie, bez żadnego substancjalnego przedmiotu, zatem jako wymagającą jego atrybutów. Lecz dopóki nie potrafimy wytworzyć sobie żadnego pojęcia o tym atrybucie ani nawet o naszej własnej sile, za sprawą której poruszamy naszymi ciałami, nierozważnie byłoby mówić, co mogłoby być substancjalną bazą umysłu.

To tyle, jeśli chodzi o naturę ciał, odnośnie do stworzenia których otwarcie uważam, że dostatecznie dowiodłem, iż takie stwarzanie, jakie objaśniłem, jest najwyraźniej dziełem Bożym i że jeśli świat ten nie byłby stworzony na podstawie takiego aktu stworzenia, to inny, przy-

najmniej bardzo do niego podobny, mógłby zostać stworzony. A jako że nie ma różnicy między tymi materiałami co do ich własności i natury, lecz jedynie w sposobie, za pomocą którego Bóg stworzył jedno i drugie, to rozróżnienie między ciałem a rozciągłością z pewnością na tej podstawie zostało ukazane. Ponieważ rozciągłość jest wieczna, nieskończona, niestworzona, jednolita od początku do końca, nieruchoma ani też niezdolna do wywoływania zmiany ruchu w ciałach czy zmiany myśli w umyśle. Natomiast ciało wykazuje cechy przeciwne pod każdym względem, co najmniej jakby Bóg nie zadowolął się stwarzaniem go zawsze i wszędzie. Jednak nie śmiałbym odmawiać Bogu tej mocy. A jeśli ktoś myśli inaczej, to niech powie, gdzie mógłby On stworzyć pierwszą materię i skąd ta moc stwarzania została Bogu udzielona. Albo, jeśli nie istniał początek tej mocy, lecz miał on wiecznie tę samą, którą ma i teraz, to wówczas mógł on stwarzać od wieczności. Ponieważ tym samym jest twierdzić, że nigdy nie było w Bogu niemocy stwórczej, co twierdzić, że zawsze posiadał on moc tworzenia i mógł stwarzać i że może on zawsze tworzyć materię. W ten sam sposób albo może zostać wyznaczona pewna przestrzeń, w której materia nie mogłaby być stwarzana od początku, albo trzeba przyznać, że Bóg mógł ją stworzyć gdziekolwiek. [...]

ISAAC NEWTON

NOWA TEORIA ŚWIATŁA I BARW

Informacja o tekście źródłowym:

PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA
DEFINITIONES

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.

1. Promienie światła różnią się zarówno stopniem swej łamliwości, jak i zdolnością wykazywania takiej czy innej szczególnej barwy. Wbrew temu bowiem, co się powszechnie uważa, barwy nie są jakimiś modyfikacjami światła, które powstają wskutek jego załamywania lub odbijania od ciał naturalnych, lecz pierwotnymi i wrodzonymi właściwościami promieni, i które są różne w różnych promieniach. I tak

niektóre promienie wykazują zdolność do żadnego innego koloru jak czerwony, inne do żadnego innego jak żółty, inne jeszcze do żadnego innego jak zielony i tak dalej. Istnieją promienie należące nie tylko do barw głównych, ale także do wszystkich pośrednich między nimi barw.

2. Jednakowemu stopniowi załamania odpowiada zawsze jedna i ta sama barwa i odwrotnie. Promienie o najniższym stopniu załamania niosą jedynie barwę czerwoną i odwrotnie, wszystkie promienie dające barwę czerwoną mają najniższy stopień łamliwości. Promienie o najwyższym stopniu załamania niosą barwę intensywnie fioletową i odwrotnie, promienie niosące barwę intensywnie fioletową mają najwyższy stopień załamania. Podobnie rzecz się ma w odniesieniu do wszystkich barw pośrednich, którym odpowiadają pośrednie stopnie załamania. Jest więc bardzo ścisła zależność między barwą a stopniem załamania, oto bowiem promienie dokładnie zgadzają się pod oboma względami bądź – odpowiednio – różnią się względem nich.

3. Przekonałem się, że ani barwa, ani stopień załamania, przysługujące danemu rodzajowi promieni, nie ulegają zmianie wskutek załamania, odbicia od jakiegoś ciała naturalnego czy też jakiejś innej jeszcze przyczyny. Mimo moich starań, każdy różniący się od innych rodzaj promieni uparcie zachowywał swą barwę. Tymczasem promienie te poddawałem załamaniu z pomocą pryzmatów, odbijaniu od różnokolorowych ciał naturalnych, przepuszczaniu przez cienką, kolorową warstwę powietrza, która była zawarta między dwoma ściśniętymi szklanymi płytkami, zmuszaniu do przechodzenia poprzez różne barwne bądź oświetlone innym rodzajem promieni ośrodki. Nigdy jednak nie udało mi się wywołać innej barwy. Barwy nigdy nie ulegają zmianie, jedynie wskutek ściśnięcia lub rozproszenia mogą stawać się bardziej bądź mniej intensywne.

4. Może jedynie dochodzić do pozornej zmiany barwy, co następuje wtedy, gdy mamy do czynienia z mieszaniną promieni różnych rodzajów. Nie dochodzi wtedy do demonstracji poszczególnych barw składowych, ale do ich wzajemnego oddziaływania, skutkiem czego tworzy się wspólna barwa pośrednia. Gdyby owe składowe promienie rozdzielić, to ukazałaby się cała paleta barw, różnych od barwy wspólnej. Kolory te nie powstają, rzecz jasna, na nowo, lecz wskutek owego rozdzielenia stają się widoczne. Gdyby jednak zmieszać je ponownie, to ponownie powstanie barwa, jaka była przed rozdzieleniem. Dowodzi to, iż różne rozdzielone promienie niosą te same barwy, co przed ich zmieszaniem, a przekształcania, będące skutkiem mieszania barw,

nie są czymś rzeczywistym. To tak jak dwa proszki, niebieski i żółty, zmieszane razem wydają się dla gołego oka mieć barwę zieloną, mimo iż – jako części składowe – nie zostały przekształcone wewnętrznie, a jedynie zmieszane. Dowodzi tego fakt, iż gdybyśmy cząstki tej mieszaniny oglądali pod mikroskopem, to nadal będą widoczne w kolorach niebieskim i żółtym.

5. A zatem istnieją dwa rodzaje barw. Są to barwy podstawowe i proste oraz inne, które są ich złożeniem. Barwami głównymi, czy inaczej pierwotnymi, są: czerwona, żółta, zielona, niebieska i fioletowo purpurowa, ale też pomarańczowa, indygo i nieskończony wachlarz odcieni pośrednich.

6. Ale również barwy pierwotne mogą powstawać wskutek zmieszania. I tak mieszanina żółci i barwy niebieskiej daje zieleń, czerwieni i żółci – barwę pomarańczową, barwy pomarańczowej i żółtawozielonej – żółć. Ogólnie rzecz biorąc, jeśli zmieszamy dwie barwy, które w szeregu wytwarzanym przez pryzmat nie są zbyt od siebie odległe, to wskutek zmieszania się dają barwę, która w szeregu tym stoi dokładnie pośrodku. Te zaś barwy, które w takim szeregu zajmują od siebie miejsca odległe nie dają barw pośrednich. Dlatego też barwa pomarańczowa i indygo nigdy nie wytworzą razem barwy pośredniej – zielonej, mimo iż ta leży dokładnie pośrodku między nimi, podobnie jak barwa szkarłatna i zielona nigdy nie wytworzą barwy żółtej.

7. Jednak najbardziej zadziwiającym i niezwykłym złożeniem barw jest to, które daje barwę białą. Nie ma bowiem żadnego takiego rodzaju promieni, które mogłyby barwę tę wytworzyć. A zatem światło białe musi stanowić złożenie. Okazuje się, że by go otrzymać, potrzebne jest zmieszanie w odpowiednich proporcjach wszystkich wymienionych barw pierwotnych. Obserwowałem to z podziwem, gdy wszystkie wytworzone przez pryzmat barwy łącząc się i mieszając (podobnie jak dzieje się to w świetle, które pada na pryzmat) dawały ponownie całkowicie czystą białą barwę, różniącą się zauważalnie od naturalnego światła słonecznego jedynie wówczas, gdy szkło, którego używałem, nie było dostatecznie czyste i wolne od przebarwień.

8. Oto przyczyna, dla której biel należy uznać za barwę zwykłą: światło jest wszak mieszaniną wszystkich rodzajów barw, wysyłanych bezładnie przez różne części ciał świecących. Jeśli składniki te występują w odpowiedniej proporcji, to tak złożona mieszanina – jak rzekłem – daje biel. Jeśli jednak któryś ze składników przeważa, wtedy światło skłoni się w stronę tej barwy, jak to się dzieje np. w przypadku

niebieskiego płomienia siarki, żółtego świecy czy też w odniesieniu do różnych barw gwiazd stałych.

9. Tak też należy wyjaśniać sposób, w jaki powstają barwy w pryzmacie. Otóż promienie światła padającego różnią się barwą i zdolnością załamywania, wskutek zaś niejednorodnego stopnia załamywania się rozłączają się i rozpraszają w sposób uporządkowany: od najmniej załamującego się szkarłatu aż po najsilniej załamujący się fiolet. Z tego samego powodu ciała oglądane przez pryzmat widzimy jako ciała kolorowe. Oto bowiem promienie na skutek różnorodnego ich stopnia załamania kierowane są ku różnym częściom siatkówki, wzbudzając kolorowe obrazy przedmiotów, podobnie jak w przypadku obrazu słońca na ścianie. Obrazy te, z racji różnych stopni załamywania, odbieramy nie tylko jako kolorowe, lecz także stają się zamazane i niewyraźne.

10. Oczywiście jest również to, dlaczego podczas padania kropli pojawiają się kolory tęczy. Krople te, załamując promienie, pozwalają zaobserwować największą ilość fioletu, albowiem tak załamują promienie innego rodzaju, iż przechodzą one obok oka obserwatora. Tak samo w odniesieniu do kropli znajdujących się na wewnętrznej stronie pierwotnego łuku i zewnętrznej stronie łuku wtórnego bądź zewnętrznego. Krople te załamują promienie w takim stopniu, iż pozwalają zaobserwować czerwień, załamując przy tym promienie innego rodzaju o tyle mocniej, iż przechodzą one obok oka obserwatora.

11. Także zagadkowe zjawiska infuzji w odniesieniu do *Lignum Nephriticum*, *płatków złota*, *fragmentów witraży* i jakichś jeszcze innych przezroczystych, barwionych ciał, które pojawiając się w jednym położeniu tych ciał dotyczą jednego koloru, a w innym – innego, nie stanowią już dla nas zagadki. Dzieje się tak, ponieważ są to substancje zdolne do odbijania jednego rodzaju światła i przepuszczania innego, co można zaobserwować w ciemni, oświetlając je jednokolorowym światłem. Pojawia się wtedy na nich tylko ten kolor, którym zostały one oświetlone, ale jednak w jednym ułożeniu jest on bardziej żywy i jaśniejszy niż w innym, odpowiednio do tego, jaką wykazują one zdolność do odbijania bądź przepuszczania padającego nań koloru.

12. Stąd też oczywista staje się przyczyna zaskakującego eksperymentu, który Pan *Hooke* opisuje gdzieś w swojej *Mikrografii*, a który odnosi się do dwóch wykonanych wcześniej klinowatych i przezroczystych naczyń, wypełnionych jedno – czerwoną, a drugie – niebieskawą cieczą, które w chwili odseparowania były dość przezroczyste, zaś w chwili mieszania stawały się mętne. Działo się tak, gdyż jeśli jedno

przepuszczało tylko czerwień, a drugie tylko błękit, to żaden promień nie mógł przejść przez oba.

13. Mógłbym podać inne jeszcze przykłady, lecz podsumuję to wszystko stwierdzeniem ogólnym: jedyną przyczyną różnych barw ciał naturalnych jest ich różnorodność, większa bądź mniejsza zdolność odbijania danego rodzaju światła. Przeprowadziłem w tej sprawie eksperymenty w ciemni, oświetlając ciała różnokolorowymi mieszaninami światła. Tym sposobem można sprawić, by dowolne ciało miało dowolną barwę. Ciałom bowiem nie przysługuje żadna barwa własna, lecz pochodząca jedynie ze światła, jakim się je oświetli.

ISAAC NEWTON

OPTYKA

CZYLI ROZPRAWA O ODBICIACH, ZAŁAMANIACH I UGINANIU ŚWIATŁA ORAZ O BARWACH

PYTANIA

Informacja o tekście źródłowym:
OPTICKS

I. Newton, *Opticks*, Luciano & Societatis, London 1721, Queries ss. 313–334.

Pytanie I

Czyż ciała nie oddziałują z pewnej odległości na światło i przez to nie uginają jego promieni? Czyż w tych samych okolicznościach oddziaływanie to nie jest najsilniejsze przy odległości najmniejszej?

Pytanie II

Czyż promienie światła o różnej łamliwości nie posiadają także odmiennej zdolności uginania się, a wobec tego, czy nie pozostają oddzielone od siebie na tyle, że oddalenie to wywołuje barwy w trzech opisanych już wyżej odmianach? I w jaki sposób zostają one ugięte tak, by te rodzaje wywołać?

Pytanie III

Czyż z racji krawędzi i ścianek ciał promienie światła nie są uginane w różnym czasie w tył i w przód, zgodnie z ruchem podobnym

do ruchu węgorza? I czy wspomniane trzy rodzaje barw światła nie pojawiają się wskutek tego wyginania się?

Pytanie IV

Czyż promienie światła, które padają na ciała i są odbijane lub załamywane, nie zaczynają się uginać jeszcze zanim dojdą do tych ciał? I czyż nie są odbijane, załamywane i uginane z tej racji tej samej przyczyny, która działa różnie, zależnie od okoliczności?

Pytanie V

Czyż ciała i światło nie działają na siebie wzajemnie, tj. by tak rzec, czy ciała nie działają na światło, wysyłając go, odbijając, załamując i uginając, zaś światło na ciała – ogrzewając je i wprawiając ich cząstki w ruch wibracyjny, na którym ciepło polega?

Pytanie VI

Czyż ciała o ciemnej barwie nie nagrzewają się łatwiej za przyczyną światła niż ciała innych kolorów z racji tego, iż padające nań światło nie jest nazbyt mocno odbijane, lecz wnika do nich, gdzie jest często odbijane i załamywane, dopóki nie zostanie zduszone i zgaśnie?

Pytanie VII

Czyż siła i dynamika działania pomiędzy światłem a wyżej omawianymi siarczanami nie jest wspólną przyczyną tego, że ciała te wzbudzają ogień łatwiej i palą się gwałtowniej niż czynią to inne?

Pytanie VIII

Czyż wszystkie ciała stałe wskutek ich ogrzewania nie emitują światła i blasku już przy pewnym stopniu i czy świecą w wyniku drgania ich cząstek? I czyż wszystkie ciała, które są wypełnione przez ziemskie cząsteczki, a w szczególności przez cząsteczki siarkawe, nie emitują światła tak mocno, jak te, gdy są odpowiednio wstrząsane? Czyż wstrząsy te nie powstają aby na skutek ogrzania, tarcia, uderzenia lub gnicia czy ruchów życiowych, albo wskutek jakiejś innej przyczyny, jak np. wody morskiej podczas szalejącej burzy, rtęci wstrząsanej w próżni, grzbietu kota lub szyi konia, gdy się je gładzi lub pociera

w ciemnościach, drzewa, mięsa i ryb podczas gnicia, oparów powstałych ze zgniłej wody, nazywanych zwykle błędnymi ognikami, stosów wilgotnego siana lub zboża wytwarzającego ciepło z racji fermentacji, robaczków świętojańskich i oczu innych zwierząt, które świecą przy okazji ich ruchów życiowych, zwykłego fosforu powstałego wskutek tarcia o dowolne inne ciało lub na skutek kwaśnych składników powietrza, bursztynu i niektórych diamentów, które również świecą w chwili uderzenia, ściskania lub tarcia, czy skrobania stali odciętej krzemieniem, czy żelaza, które z racji kucia staje się tak gorące, że zapala się rzucona na nie siarka, przednich osi wozów konnych, doznających tak szybkiej rotacji kół, iż powoduje to ogień, oraz pewnych cieczy, których cząstki zderzają się gwałtownie w trakcie mieszania, jak w przypadku witrliu destylowanego w jego ciężarze właściwym nitro, a później zmieszanego z dwukrotnie większym ciężarem właściwym oleju anyżowego.

Pytanie IX

Czyż ogień nie jest ciałem tak silnie ogrzanym, aż obficie emituje światło? Bo czymże innym jak nie ogniem jest rozgrzane do czerwoności żelazo? A czymże innym jak nie rozgrzanym do czerwoności drewnem jest żarzący się węgiel?

Pytanie X

Czyż płomień nie jest więc parą, dymem lub wyziewem, który jest tak ogrzany do czerwoności, że aż świeci? Błędny ogień świeci się bez ogrzania. Czyż różnica między tym oparem a płomieniem nie jest taka sama, jak między świecącym z racji gnicia drzewem a rozżarzonym węglem?

Pytanie XI

Czyż duże ciała nie zachowują swojego ciepła najdłużej, dlatego że ich części nawzajem się ogrzewają i dlaczego ciała stałe o wielkiej gęstości, gdy zostaną ogrzane ponad pewną temperaturę, nie emitują światła tak obficie, jak w chwili emisji lub oddziaływania z ich światłem czy też odbicia i załamania ich promieni w obrębie ich porów, co powoduje stały wzrost ciepła, tak aż dochodzi do pewnej fazy cieplnej, tak jak ma to miejsce ze Słońcem? A czyż Słońce i gwiazdy stałe nie są ogromnymi ziemiąmi nadzwyczaj nagrzanymi, tak że ich ciepło utrzymuje się wskutek ich wielkości? [...]

Pytanie XII

Czyż promienie świetlne, padające na dno oka, nie wzbudzają w siatkówce drgań, które wzdłuż twardych wiązek nerwów ocznych dochodzą do mózgu i tam wywołują wrażenie widzenia? [...]

Pytanie XIII

Czyż różne rodzaje promieni nie wykonują drgań o różnej wielkości, wzbudzając przez to uczucia odmiennych barw, podobnie do tego jak drgania powietrza, stosowne do swej wielkości wzbudzają wrażenie różnych tonów? I czy w szczególności promienie najbardziej łamliwe nie wzbudzają drgań najkrótszych i nie wywołują przez to wrażenia barwy ciemnofioletowej, a najmniej łamliwe – drgań największych, by dać wrażenie głębokiej czerwieni, a różne promienie pośrednie, czyż nie wzbudzają drgań wielkości średniej, by wywołać uczucie najróżniejszych barw pośrednich?

Pytanie XIV

Czyż harmonia i przeciwstawność tonów nie zależą od proporcji drgań rozchodzących się wzdłuż nerwów ocznych do mózgu, tak jak harmonia i dysonans dźwięków powstają z proporcji drgań powietrza? Wszak pewne barwy, gdy patrzymy na nie jednocześnie, tworzą harmonię, jak np. barwa złocista i indygo, inne zaś nie godzą się ze sobą. [...]

Pytanie XV

Czyż przestrzeń obiektów widzianych obydwoma oczami nie styka się z nerwem wzrokowym nim wejdzie do mózgu, w ten sposób, że włókna po prawej stronie obu nerwów łączą się tam, a skutkiem tego połączenia wchodzi do mózgu w nerw, który jest po prawej stronie głowy, a włókna po lewej stronie obu nerwów łączą się w tym samym miejscu.

Pytanie XVI

Kiedy człowiek w ciemności naciska swoje oko palcem, a następnie puszcza, widzi kolorowe kręgi jak na piórze z pawiego ogona. Jeśli oko i palec pozostaną w spoczynku, kolory te zanikną w drugiej minucie po tym fakcie, ale jeśli palec zostanie poruszony ruchem wibrującym

pojawią się ponownie. Czy te kolory pojawiają się pod wpływem tego ruchu palca wzbudzone na dnie oka poprzez ucisk i ruch tego palca, jak wtedy, gdy w innym momencie są wzbudzone przez światło jako przyczynę obrazów? I czyż ruchy raz wzbudzone nie trwają dalej przez około sekundę nim zanikną? A kiedy człowiek przez nacisk na jego oczy widzi błysk światła, czyż takie podobne ruchy nie są wzbudzane w siatkówce oka poprzez ten nacisk?

Pytanie XVII

Gdy rzucimy kamień do spokojnej wody, przez pewien czas podnoszą się fale w miejscu, w którym wpadł on do wody i rozchodzą się stamtąd po powierzchni wody kołami współśrodkowymi nawet na wielkie odległości. Ruchy drgające, wzbudzone z racji wstrząsu powietrza, rozchodzą się przez pewien czas od środka, w którym zostały wzbudzone kołami współśrodkowymi na dalekie odległości. Podobnie dzieje się, kiedy promień światła padnie na powierzchnię przezroczystego ciała i tamże załamie się lub odbije. Czyż zatem na tej samej zasadzie w punkcie padania nie zostają wzbudzone w ośrodku załamującym lub odbijającym fale drgań i wstrząsów, które się zeń rozchodzą? [...]

Pytanie XVIII

Jeżeli zawiesimy dwa niewielkie termometry w dwu odwróconych szerokich i długich szklanych cylindrach tak, że nie będą dotykać tych naczyń i z jednego z tych naczyń wypompujemy powietrze, a dalej tak przygotowane naczynia przeniesiemy z miejsca zimnego do ciepłego, to termometr zawieszony w próżni ogrzeje się równie szybko i do tego samego stopnia, co termometr w naczyniu szklanym nieopróżnionym. Kiedy jednak naczynia zaniesiemy z powrotem w zimne miejsce, to termometr ten stanie się zimny równie prędko jak termometr drugi. Czy zatem ciepło pokojowe nie jest przekazywane przez próżnię za pośrednictwem drgań środowiska daleko subtelniejszego od powietrza, które to środowisko pozostało nadal w naczyniu po usunięciu powietrza? I czyż to środowisko nie jest tym, przez które załamywane lub odbijane jest światło i wskutek jego drgań światło ogrzewa ciała i jest zdolne do bycia łatwo odbijanym i przepuszczanym? [...]

Pytanie XIX

Czyż załamanie światła nie pochodzi z różnych gęstości tego eterycznego środowiska, znajdującego się w różnych miejscach, a światło nie słabnie zawsze od gęstszych części tego ośrodka? I czy jego gęstość nie jest większa w wolnej i otwartej przestrzeni, pozbawionej powietrza oraz innych gęstszych ciał, niż w obrębie porów wody, szkła, kryształu, diamentów i innych ciał o dużej gęstości? [...]

Pytanie XX

Czyż ten eteryczny ośrodek, przechodząc przez wodę, szkło, kryształ i inne ciała o dużej spoistości i gęstości i wpadając potem w pustą przestrzeń, stopniowo nie staje się coraz gęstszy, a tym sposobem załamuje promienie światła nie w jednym punkcie, ale przez stopniowe ugięcie ich na kształt linii krzywej? I czyż stopniowa kondensacja tego ośrodka nie powoduje jego rozciągnięcia na pewną odległość od ciał, a tym samym przyczynia się do ugięcia promieni światła, które przechodzą nie przez krawędzie gęstych ciał, lecz w pewnej od nich odległości?

Pytanie XXI

Czyż ten ośrodek nie jest o wiele bardziej rozrzedzony w obrębie gęstych ciał niebieskich, takich jak Słońce, gwiazdy, planety i komety, niż w obrębie pustych przestrzeni niebieskich między nimi? I czy w większej odległości od tych ciał nie staje się on nieskończenie bardziej gęstszy, a tym samym jest przyczyną ciężenia tych wielkich ciał i ich części względem siebie, albowiem każde ciało usiłuje przejść od bardziej gęstych części ośrodka do rzadszych? Jeśli bowiem ośrodek ten jest rzadszy wewnątrz Słońca niż na jego powierzchni, a z kolei na jego powierzchni jest rzadszy niż w odległości jednej setnej części cala nad nią, i dalej, rzadszy tam niż w odległości jednej pięćdziesiątej cala, i dalej, rzadszy tam niż na orbicie Saturna, to nie widzę żadnego powodu, dla którego tenże wzrost gęstości miałby się jakkolwiek kończyć, a nie trwać w całej przestrzeni od Słońca do Saturna, a i jeszcze dalej. I choć ten wzrost gęstości może być na wielkich odległościach bardzo niewielki, to siła sprężystości tego ośrodka może być niezwykle duża i wystarczać do tego, by poruszać ciała od bardziej gęstych do bardziej rzadkich części tego ośrodka siłą, którą nazywamy ciężkością.

O tym, jak wielka jest siła sprężystości tego ośrodka, możemy przekonać się wskutek szybkości jego drgań. Dźwięk przebiega w sekun-

dzie odległość około 1140 stóp, zaś drogę do Słońca w około 7 lub osiem minut, przebiegając odległość około 70 000 000 mil, przyjmując, że paralaksa horyzontalna Słońca wynosi około 12". Dalej, aby drgania lub pulsacja tego ośrodka mogły wywoływać na przemian możliwość łatwego przepuszczania i łatwego odbijania światła, ich częstotliwość musi być szybsza od prędkości światła, a więc ponad 700 000 razy od prędkości rozchodzenia się dźwięku. [...]

Jak przyciąganie w małych magnesach jest w stosunku do ich mas o wiele silniejsze niż w dużych, i ciężenie na powierzchni małych planet jest w stosunku do ich mas silniejsze niż na planetach wielkich, i jak małe ciała bardziej są na skutek elektrycznego przyciągania poruszane niż duże, tak samo małość promieni świetlnych wiele się do tego przyczynia, że siła czynnika, dzięki któremu są one załamywane, jest o wiele większa.

Pytanie XXII

Czyż planety, komety i inne wielkie ciała nie mogą wykonywać swych ruchów w środowisku eterycznym swobodniej, napotykając mniejszy opór, niż w jakiegokolwiek innej cieczy, która by wypełniała przestrzeń równomiernie, nie pozostawiając żadnych porów, a zatem byłaby gęstsza niż rtęć lub złoto? Czy ten opór może być tak mały, że aż możemy nie brać go pod uwagę? Dla przykładu, gdyby eter (tak bowiem będę ten ośrodek nazywał) był 700 000 razy bardziej sprężysty od powietrza i ponad 700 000 razy od niego rzadszy, to wartość jego oporu wynosiłaby ponad 600 000 000 razy mniej niż wartość oporu wody. Tak małe opór nie powodowałby w ciągu nawet dziesięciu tysięcy lat zauważalnych zmian w ruchu planet. Gdyby teraz zapytać, czy jakkolwiek ośrodek może być aż tak rzadki, to niechaj ktoś mi odpowie, jak powietrze w górnych warstwach atmosfery może być ponad sto tysięcy razy rzadsze niż złoto. I niech ten ktoś wyjaśni mi jeszcze, w jaki sposób ciało elektryczne może wskutek tarcia go wysyłać ekshalacje, które są tak rzadkie i delikatne, że przy ich emisji nie zachodzi żaden zauważalny ubytek ciężaru tego ciała, a jednocześnie tak silne, że rozprzestrzeniając się na obszarze o wielkości średnicy ponad dwóch stóp, są w stanie wprawiać w ruch listeczki miedzi lub złota, odległe od siebie w odległości jednej stopy. I niech wyjaśni mi jeszcze, jak dalece rozrzedzone i subtelne muszą być wpływy z magnesu, że aż przenikają bez oporu i straty na swej sile przez szklaną płytę i mogą jednocześnie wprawiać w ruch, odgradzoną od nich tym szkłem, igłę magnetyczną.

Pytanie XXIII

Czyż obraz powstający w wyniku drgań tego ośrodka nie jest wzbudzony na dnie oka przez promienie światła i przenoszony przez stałe, przezroczyste i jednorodne naczynia włoskowate nerwów wzrokowych do miejsca czucia? I czyż słuch nie powstaje w wyniku drgań tego lub jakiegoś innego ośrodka, wzbudzony w nerwach słuchowych przez drgania powietrza i przenoszony przez stałe, przezroczyste i jednorodne naczynia włoskowate tych nerwów do miejsca czucia?

Pytanie XXIV

Czyż ruch zwierząt nie jest wywołany przez siłę woli, wzbudzającą drgania pewnego środowiska w mózgu, które rozchodzą się poprzez stałe, przezroczyste i jednorodne wiązki nerwowe aż do mięśni, aby je ściągać lub rozciągać?

Pytanie XXV

Czyż nie ma innych jeszcze pierwotnych właściwości promieni światła oprócz tych już opisanych? Przypadek innej pierwotnej właściwości mamy w załamaniu szpatu islandzkiego, opisanego w pierw przez Erazma Bartholinusa, a następnie, dokładniej, przez Huygensa, w jego rozprawie *O świetle*. Kryształ ten jest kamieniem przezroczystym i łupliwym, przejrzystym jak woda lub kryształ górski i pozbawionym koloru, znoszącym rozżarzenie do czerwoności bez utraty swojej przejrzystości, a w bardzo wysokiej temperaturze spalającym się na popiół bez topnienia. Gdy taki kryształ położy się na książce, to każda litera przez niego widziana wyda się podwójną z racji podwójnego załamania. A gdy promień światła pada prostopadle lub ukośnie na jakąkolwiek płaszczyznę tego kryształu, dzieli się on wskutek podwójnego załamania na dwa promienie, które posiadają tę samą barwę co światło padające, natężenia zaś światła wydają się równe lub prawie równe. Jedno z tych załamań zachodzi według zwykłych praw optyki.

Pytanie XXVI

Czyż promienie światła nie posiadają różnych stron, różniących się podstawowymi właściwościami?

Gdy boki promienia zajmują to samo położenie względem obydwu kryształów, załamuje się on w obydwu w ten sam sposób, gdy jednak

bok promienia, zwrócony w stronę jakiegoś niezwykle załamania w pierwszym kryształ, utworzy kąt 90 stopni wraz z bokiem zwróconym w tę samą stronę kryształu drugiego (co łatwo osiągniemy, obracając ten kryształ względem pierwszego, a co za tym idzie względem promieni świetlnych), to załamania w obydwu kryształach zajdą w sposób odmienny.

W każdym promieniu światła trzeba by więc wyróżnić cztery różne strony czy ćwierci, gdzie dwie z nich – leżące naprzeciw siebie – wywołują załamanie nadzwyczajne wtedy, gdy tylko jedna z nich leży zwrócona ku brzegowi tego załamania, zaś dwie pozostałe strony, zwrócone tak samo, powodują załamanie zwyczajne. [...]

Pytanie XXVII

Czyż nie są błędne wszystkie hipotezy, które dotychczas zostały sformułowane dla wyjaśnienia zjawiska światła, oparte na przypadłościowych modyfikacjach tych promieni? Ponieważ zjawiska te zależą nie tylko od przypadłościowych modyfikacji, jak założono, ale od pierwotnych i niezmiennych własności tych promieni.

Pytanie XXVIII

Czyż nie są błędne wszystkie hipotezy głoszące, iż światło polega na ciśnieniu lub ruchu, który rozchodzi się w pewnym ośrodku? Wszystkie te hipotezy opierają się na błędnym przypuszczeniu, iż światło powstaje wskutek coraz to nowych modyfikacji promieni.

Otóż gdyby światło polegało wyłącznie na ciśnieniu powstającym bez udziału ruchu, to ciała załamujące i odbijające światło nie mogłyby być przezeń wzbudzane. Gdyby zaś polegało na ruchu rozprzestrzeniającym się natychmiast na wszelkie odległości, to wzbudzenie tego ruchu wymagałoby natychmiastowego użycia nieskończonej siły każdej świecącej cząsteczki. Z kolei, gdyby polegało ono na ciśnieniu lub ruchu rozprzestrzeniającym się w czasie bądź natychmiastowo, to światło uginałoby się w głąb cienia, gdyż ciśnienie bądź ruch nie mogą się rozchodzić w żadnym ośrodku wzdłuż linii prostych z racji przegrody wstrzymującej część z tego ruchu, lecz muszą ulegać ugięciu wskutek rozprzestrzenia się do części ośrodka leżącej poza przegrodą. Ciężkość skierowana jest ku dołowi, ale wynikające z niej ciśnienie wody skierowane jest z równą siłą we wszystkie strony. Rozchodzi się ona z równą łatwością i z tą samą mocą na boki, jak i ku dołowi, zarówno po linii prostej, jak i liniach krzywych. Gdy fale przesuwiają się po powierzchni

spokojnej wody ku brzegom szerokiej przeszkody, zatrzymującej ich część, mijając przeszkodę, ulegają one zagięciu, a następnie rozchodzą się w spokojnej wodzie. Fale, uderzenia oraz drgania odpowiedzialne za dźwięk również ulegają zakrzywieniu, choć nie tak silnie jak fale na wodzie, podobnie jak wtedy, gdy słycać za wzgórzem dzwon bądź działo, zagłuszające dźwięczące ciało z racji tego, iż dźwięki rozchodzą się z równą łatwością w puszczalkach zakrzywionych co prostych. Tak samo, jak nie spostrzegamy, by światło biegło wzdłuż linii krzywych lub też ulegało ugięciu wewnątrz cienia. Gwiazdy stałe znikają za planetami, podobnie jak części tarczy Słońca, przed którymi przelatują Księżyc, Merkury czy Wenus. Promienie światła biegnące bardzo blisko krawędzi ciała ulegają pewnemu ugięciu wskutek działania tegoż ciała, o czym mówiliśmy wyżej. Uginanie to nie następuje jednak w głąb cienia, ale zawsze na zewnątrz i tylko wtedy, gdy promienie światła przechodzą w największej bliskości ciała. Gdy zaś promień minie ciało, to biegnie wówczas dalej po linii prostej.

Głównym zadaniem filozofii naturalnej jest wyciągać wnioski ze zjawisk bez wymyślenia hipotez, a przyczyny wyprowadzać z oddziaływania zjawisk, dopóki nie osiągniemy pierwszej prawdziwej przyczyny, która z pewnością nie ma mechanicznego charakteru. Nie jest też zadaniem filozofii rozwikłać mechanizm świata, lecz nade wszystko rozstrzygać kwestie w rodzaju: co wypełnia przestrzenie wolne od materii i co powoduje, że Słońce i planety przyciągają się wzajemnie, choć nie ma między nimi materii gęstej? Co powoduje, że natura niczego nie czyni na próżno i skąd pochodzi wszechobecny porządek i piękno, które dostrzegamy w świecie? W jakim celu istnieją komety i co powoduje, że wszystkie planety poruszają się po kołach współśrodkowych w jednym i tym samym kierunku, podczas gdy komety biegną w przeróżny sposób po drogach nader ekscentrycznych? I jakim to sposobem gwiazdy stałe nie pospadają na siebie? Jakim sposobem członki ludzi i zwierząt zostały tak kunsztownie pomyślane i do jakiego celu służą ich poszczególne części? Jak możliwe, by oko zostało sporządzone bez biegłej znajomości optyki, a ucho bez biegłej znajomości dźwięków? Jak to się dzieje, że ruchy ciała są posłuszne woli i co jest powodem instynktu zwierząt? Czyż z tego, iż wszystkie zjawiska przyrody są tak dobrze urządzone nie wynika, że w świecie obecna jest żywa, bezcielesna, inteligentna i wszechobecna istota, która w nieskończonej przestrzeni przenika swą świadomością wszystkie rzeczy, aż do ich najbardziej ukrytych tajników. On rozumie je całkowicie z racji swej bezpośredniej obecności. Do naszej ograniczonej świadomości

o rzeczach tych docierają, za pośrednictwem zmysłów, jedynie obrazy, które są postrzegane i zachowywane przez to coś, co w nas czuje i myśli. I choć każdy rąbek prawdy odkryty w tej materii nie prowadzi nas do bezpośredniego poznania pierwszej przyczyny, to jednak zbliża nas ku temu poznaniu i dlatego winien być oceniany wysoko.

Pytanie XXIX

Czyż promienie światła nie składają się z bardzo małych ciał, które są wysyłane przez substancje świecące? Wszak ich natura jest tożsama z naturą ciał, które gdy przechodzą przez jednorodne ośrodki wzdłuż linii prostej to nie uginają się do cienia. Również podobnie jak ciała mogą posiadać i zachowywać różne własności, mimo przechodzenia przez różne ośrodki. Dalej, ciała przezroczyste działają na promienie światła na odległość, załamując je, odbijając i uginając, podobnie jak promienie działają na cząsteczki tych ciał na odległość nagrzewając je. To zaś działanie i przeciwdziałanie na odległość bardzo przypomina siłę przyciągającą między ciałami.

Jeżeli załamanie zachodzi na skutek przyciągania promieniami, to jak to pokazaliśmy w naszych *Zasadach filozofii*, sinus kąta padania musi być w relacji stałej do sinus kąta załamania, co potwierdza doświadczenie. Promienie, które ze szkła przechodzą do próżni, ulegają zagięciu w stronę szkła, a gdy nadto ukośnie padają na próżnię, zostają skierowane z powrotem na szkło, ulegając całkowitemu odbiciu. Tego odbicia nie można przypisać oporowi próżni absolutnej. Musi ono wynikać z przyciągającej siły szkła, która ściąga promienie z powrotem w szkło przy ich wychodzeniu w próżnię.

Jeśli bowiem zwilżyć zewnętrzną powierzchnię szkła wodą, przezroczystą oliwą lub ciekłym, przezroczystym miodem, to promienie, normalnie ulegające odbiciu, przechodzą do wody, oleju lub miodu i nie odbijają się, dopóki nie dojdą do powierzchni granicznej, przez którą mają wyjść na zewnątrz. Jeżeli zaś promienie przechodzą przez wodę, olej lub miód, zachodzi to dlatego, że przyciąganie przez szkło zostaje zrównoważone przyciąganiem przeciwnym cieczy i staje się nieefektywne.

Ale jeśli promienie te wchodzić do próżni, która nie wzbudza przyciągania o mocy, która mogłaby zrównoważyć przyciąganie wzbudzone przez szkło, to przyciąganie to albo je zagina i załamuje, albo sprowadza z powrotem i odbija. Stanie się to bardziej oczywiste, gdy zetkniemy dwa szklane pryzmaty lub dwie soczewki obiektywów bar-

dzo długich teleskopów, jedną płaską, a drugą nieco wypukłą, a następnie przyciśniemy je tak, ani by nie stykały się zupełnie, ani zbyt od siebie nie odstawały. Światło padające na wewnętrzną powierzchnię pierwszego ze szkieł, czyli tam, gdzie odstęp między oboma kawałkami szkła nie przekracza jednej stutysięcznej części ciała, przejdzie przez tę powierzchnię oraz powietrze czy próżnię, które wypełnia przestrzeń między tymi kawałkami szkła, a następnie wniknie do drugiego szkła, jak to zostało już przedstawione w pierwszej części drugiej księgi, w obserwacji pierwszej, czwartej i ósmej. Gdyby jednak usunąć drugie szkło, to światło, które wychodzi z wewnętrznej powierzchni pierwszego szkła w powietrze czy w próżnię, nie rozprzestrzeni się, ale odbije i zawróci. Światło musi więc być zawracane przez siłę, której źródłem jest pierwsze szkło. Nie ma bowiem niczego innego, co mogłoby je zawrócić. Teraz, by powstała różnorodność barw i stopni załamania, trzeba już tylko tego, by promienie światła okazały się być ciałami miernej wielkości. Najmniejsze z nich mogą wzbudzać fiolet, który jest najśłabszą i najciemniejszą z barw. One bowiem najłatwiej odchylają się od linii prostej przez załamanie powierzchni. Pozostałe ciała, wraz ze wzrostem ich wielkości, mogą tworzyć barwy mocniejsze i jaśniejsze, takie jak niebieska, zielona, żółta i czerwona, trudniej poddając się temuż odchylaniu.

Pytanie XXX

Czyż duże ciała oraz światło nie przekształcają się w siebie nawzajem i czyż cząsteczki światła, które wchodzą w skład ciał, nie stanowią znaczącego źródła ich aktywności? Albowiem wszystkie ogrzewane ciała twarde emitują światło dopóki są odpowiednio gorące, które to światło zatrzymuje się w ich ciałach wówczas, gdy jego promienie uderzają w części ciał, jak zostało to już wyżej zademonstrowane. Nie podobna znaleźć ciała mniej sposobnego świecić niż woda, a przecież woda wskutek częstych destylacji zmienia się w twardą ziemię, jak to wykazał już Boyle, a dalej, ziemia zdolna do wytrzymania określonego żaru, w chwili gdy zostanie nagrzana zaczyna świecić, podobnie jak inne ciała.

Przemiana ciał w światło, a światła w ciała odpowiada biegowi przyrody, która znajduje upodobanie w przemianach. Woda, będąca bardzo płynną i pozbawioną smaku solą, zmienia się pod wpływem ciepła w parę, która jest rodzajem powietrza, zaś pod wpływem zimna – w lód, który z kolei jest twardym, przezroczystym, kruchym i topliwym kamieniem. Kamień ten jest zaś pod wpływem ciepła przekształcany

w wodę, para zaś przekształca się w wodę pod wpływem zimna. Dalej, Ziemia, wskutek ogrzewania staje się ogniem, a wskutek zimna – z powrotem Ziemią. Ciała gęste, wskutek fermentacji przekształcają się w różne rodzaje powietrza, zaś powietrze, wskutek fermentacji, a czasem nawet bez niej, przekształca się w gęste ciała.

Rtęć objawia się czasem jako metal ciekły, czasem jako twardy lub kruchy, czasem też w postaci gryzącej, przezroczystej soli jako sublimat lub jako przezroczysta, lotna, pozbawiona smaku biała ziemia, nazywana słodką rtęcią, lub jako czerwona, nieprzezroczysta, lotna ziemia, nazywana cynobrem, lub jako czerwony lub biały osad czy też jako ciekła sól, która z racji destylacji przemienia się w parę, a wstrząśnięta w przestrzeni pozbawionej powietrza świeci jak ogień. I po tych wszystkich przemianach wraca do swej początkowej postaci jako rtęć. Jaja wzrastają od niedostrzegalnej wielkości i przemieniają się w zwierzęta, kijanki w żaby, czerwce w muchy. Wszystkie ptaki, niższe zwierzęta, ryby, owady, drzewa i rośliny czerpią pożywienie oraz rosną dzięki wodzie, zaś w roztworach wodnych i soli powracają dzięki gniciu do substancji wodnych. Gdy woda stoi kilka dni na otwartym powietrzu, wytwarza tynkturę, która (jak sód) po długim staniu daje osad i pewien spirytus, ale przed swym gniciem nadaje się jako pokarm dla ludzi i zwierząt. Dlaczegoż więc wśród tylu najróżnorodniejszych i najszczególniejszych przemian przyroda nie miałaby również przemieniać ciała w światło, a światło w ciała?

Pytanie XXXI

Czyż małe cząstki ciał nie posiadają mocy, zdolności lub sił, dzięki którym działają na odległość nie tylko na promienie świetlne, odbijając je, załamując i uginając, lecz również i wzajemnie jedna na drugą, z czego pochodzi znaczna część zjawisk przyrody? Wiadomo bowiem, iż ciała działają na siebie nawzajem poprzez ciężenie grawitacji, magnetyzmu i elektryczności. Przykłady te wskazują na pewien bieg przyrody i możliwość występowania innych jeszcze postaci ciężenia. Przyroda bowiem jest wiele spójna i wewnętrznie zgodna. Nie rozważam tu sposobu, w jaki mogą powstawać te rodzaje ciężenia. To, co nazywam ciężeniem, może zachodzić za pośrednictwem impulsów lub jakimiś innymi sposobami, których nie znam. Pojęcia tego używam wyłącznie dla ogólnego oznaczenia tej siły, wskutek której ciała dążą ku sobie, jakakolwiek jest tego przyczyna. Wpierw jednak musimy poznać zjawiska natury, które powodują przyciąganie wzajemne ciał i prawa oraz

osobliwości tego przyciągania, nim spytamy o przyczyny sprawiające to przyciąganie. Przyciąganie siły grawitacji, magnetyzmu i elektryczności sięga na znaczne odległości, czego efekty widać gołym okiem. Mogą jednak istnieć też inne postaci przyciągania, które oddziałują wyłącznie na tak niewielkich odległościach, że przynajmniej na razie uchodzą obserwacji. I tak być może przyciąganie elektryczne działa na takich właśnie małych odległościach, nawet wówczas gdy przyczyną jego powstania jest tarcie. [...]

Najdrobniejsze cząsteczki materii mogą się łączyć wskutek najsilniejszego przyciągania, a tworzyć cząstki większe o mniejszej sile. Te ostatnie mogą się wiązać i tworzyć nowe, kolejne cząstki, o jeszcze mniejszej sile, i tak dalej poprzez kolejne generacje, aż proces ten kończy się na częściach największych, od których zależą już procesy opisywane przez chemię, jak np. zasady tworzenia barw ciał naturalnych, i które to łącząc się tworzą ciała dostępne zmysłom.

Mając to wszystko na uwadze, wydaje mi się rzeczą prawdopodobną, że Bóg na początku wszystkiego stworzył materię w postaci litych, masywnych, nieprzenikliwych i obdarzonych możliwością ruchu cząstek, o takiej wielkości i kształcie, z takimi własnościami i w takiej relacji do przestrzeni, jakie prowadziły do ostatecznego celu, który sobie postawił i że pierwotne cząstki z racji stałości są nieporównanie twardsze niż jakiegokolwiek składające się z nich ciało porowate, i że są przy tym tak twarde, że nigdy nie mogą być zniszczone, a nawet podzielone, gdyż żadna siła nie byłaby w stanie rozdzielić tego, co sam Bóg w akcie pierwszego stworzenia powołał jako całość. Jako że cząstki te pozostają w jedności, mogą tworzyć ciała tej samej natury i składu przez wszystkie wieki. Gdyby ulegały one zniszczeniu lub podziałowi na części, to zmieniłaby się natura ciał, których są budulcem.

Wydaje mi się także, że cząsteczki te są nie tylko obdarzone siłą bezwładności, której towarzyszą biernie prawa ruchu, wynikające naturalnie z takiej siły, ale że są one rządzone przez pewne zasady aktywne, takie jak ciężenie, które jest przyczyną fermentacji oraz spójności ciał. Zasady te rozważam nie jako własności ukryte, wynikające ze specyfiki formy ciał, ale jako ogólne prawa przyrody, za przyczyną których tworzone są rzeczy. Ich wiarygodność poznajemy wskutek obserwacji zjawisk, choć ich przyczyny nadal pozostają zakryte. [...]

JANUSZ SYTNIK-CZETWERTYŃSKI