

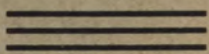
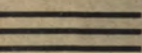
1586

1580  
Filia Nowokrytyczna VI.

---

---

WILHELM WUNDT

O zagadnieniu   
 kosmologicznym

---

Wydawnictwo o o o o o o o o o o  
„PRZEGLĄDU FILOZOFICZNEGO“.

---

WARSZAWA

Druk Tow. Akc. S. Orgelbranda Synów, Hoża 41.  
1908.

20  
<http://rcin.org.pl/ifis>



chr. inw. 92

1586 92

Wilhelm Wundt.

## O zagadnieniu kosmologicznym.

---

WSTĘP.

---

### 1. Powstanie zagadnienia.

Zanim jeszcze człowiek zaczął rozważać naturę w sposób umiejętny, w świadomości jego wytworzyło się już pojęcie całości świata, mające obejmować całość zjawisk natury, tak w czasie, jak i w przestrzeni. Myśl mitologiczna, wspierając się na postrzeganiu zmysłowym, przekształca to pojęcie na fantastycznie przyozdobione wyobrażenia. Dopiero wraz z obudzeniem się refleksji filozoficznej poczynają się ujawniać trudności, wpływające z wymagania, aby całokształt natury zamknąć w jednym pojęciu. Trudności te łączą się w pytanie: czy należy uważać wszechświat za mający granice, czy za nieskończony?

Naprzód rozum zwraca się do obserwacji natury, od której spodziewa się, jeśli nie rozstrzygającej odpowiedzi na swe pytanie, to przynajmniej wskazówki, jak znaleźć

tę odpowiedź. Wkrótce jednak okazuje się, że obserwacja astronomiczna, zaopatrzona we wszystkie środki pomocnicze, jest pod tym względem równie niewystarczająca jak i bezpośrednio postrzeganie zmysłowe.

Wówczas refleksja zwraca się od obserwacji do wniosku z ogólnych praw natury. Czy prawa natury mogą posiadać wartość tylko przy ograniczonym istnieniu wszechświata? czy też dają się pogodzić z jego istnieniem nieskończonym? Lecz skończonym lub nieskończonym świat może być tylko pod względem czasu, w którym istnieje, przestrzeni, którą zajmuje oraz masy materji, z której się składa. Wobec tego pytanie, w którym wyraża się zagadnienie kosmologiczne, rozpada się na trzy pytania specjalniejsze: czy świat jest skończonym czy nieskończonym w czasie? czy świat jest ograniczonym czy nieograniczonym w przestrzeni? czy świat jest skończonym, czy nieskończonym pod względem masy materji?

Fakt, że te trzy pytania istnieją tak samo dobrze dziś, jak i w początkach rozważania naukowego, każe wnioskować o istnieniu w tym względzie walki poglądów, która rozstrzygnięcia wymaga od nauki. Szukając tego rozstrzygnięcia za pomocą analizy ogólnych praw natury, wychodzi się z przypuszczenia, że prawa, dziś rządzące bytem, rządziły nim i rządzić będą po wszystkie czasy i na każdym miejscu. Gdyby odpowiedź, otrzymana tą drogą, była niedwuznaczną, wówczas zagadnienie kosmologiczne zostałoby rozwiązane, i oddawna już nie mogłoby być żadnego o to sporu. Fakt trwania tej niezgodności zatem dowodzi przeciwnie, że wnioski, dotyczące całości wszechświata, przeczą sobie nawzajem, gdyż są argumenty na poparcie tak jednej, jak drugiej tezy. Wobec tego zjawia się w końcu kwestja, czy wiedza przyrodnicza jest w stanie sama rozstrzygnąć zagadnienie, i czy raczej nie dochodzi tu ona właśnie do tej granicy, gdzie pomoc filozofji staje się dla niej niezbędną. W samej rzeczy zagadnienie kosmologiczne jest przede wszystkim zagadnieniem fizyki, i to

najwyższym i ostatnim z jej zagadnień—ale też właśnie dlatego wkracza w dziedzinę teorii poznania.

To nam wskazuje drogę, którą kroczyć mamy. Najpierw będziemy musieli zbadać argumenty, które wiedza przyrodnicza przytacza na dowód skończoności lub też nieskończoności wszechświata, oraz hipotezy, zbudowane na podstawie tych argumentów. Następnie zaś zadaniem naszym będzie zbadać, jakie stanowisko zajmuje wobec sprzeczności poglądów fizycznych teoria poznania, i co może nam ona o jej źródłach powiedzieć. Zanim jednak wstąpimy na tę drogę, spróbujemy najpierw uzasadnić nieco ściślej podniesioną już wyżej ogólnikowo kwestję niedostateczności obserwacji.

## 2. Obserwacja astronomiczna.

Najbliższym przypuszczeniem, jakie nasuwa się nam dzięki naszemu bezpośredniemu postrzeganiu zmysłowemu, jest to, że wszechświat posiada rozciągłość ograniczoną, a badanie astronomiczne firmamentu, zaopatrzone w najlepsze środki pomocnicze, zdaje się potwierdzać to domniemanie. Wprawdzie, jak wiadomo, morze gwiazdziste w okolicy drogi mlecznej pozostało dotąd niezbadanym nawet dla najsilniejszych narzędzi optycznych; inaczej jednak stoi sprawa co do tych sfer nieba, które odpowiadają biegunom drogi mlecznej lub znajdują się w ich pobliżu. Według pomiarów Herschel'a, gęstość zagwieżdżenia w okolicy bieguna północnego drogi mlecznej tak się ma do gęstości w jej środku, jak 1 do 29, 4; jeśli jednak uwzględnimy tylko jaśniejsze gwiazdy od 1-ej do 7-ej wielkości, to stosunek ten przedstawi się tylko jak 1: 2, 51<sup>1)</sup>. A zatem w okolicach drogi mlecznej zmniejsza

---

<sup>1)</sup> Por. bliższe dowody u Klein'a, podręcznik do ogólnego opisu nieba Brunświk 1872. Tom II str. 295 i nast.

się w znacznym stopniu głównie ilość gwiazd bardziej oddalonych. Fakt ten byłby niezrozumiałym, gdyby nasz system gwiazdzisty rozciągał się w nieskończoność. Wprawdzie i w tym ostatnim wypadku gęstość zagwieżdżenia w poszczególnych okolicach nieba mogłaby być bardzo rozmaita, lecz wówczas należałoby oczekiwać, że te różnice będą się rozciągały mniej więcej jednostajnie na gwiazdy wszelkich klas wielkości. Fakt zatem przytoczony prowadzi oczywiście do wniosku, że w pasie drogi mlecznej gwiazdy głównie dlatego rozsiane są gęściej, iż sięgają dalej, podczas gdy bieguny drogi leżą już bliżej granicy naszego systemu gwiazdzistego, a nawet zdaje się, że olbrzymi teleskop Herschel'a pozwolił naprawdę wzrokowi naszemu sięgnąć nieopodal tej granicy. Jednocześnie zaś widzimy, że wniosek ten wykazuje najzupełniejszą zgodność z zapatrywaniem jakie Kant, blisko na trzydzieści lat przedtem, nim Herschel przeprowadził swe badania, rozwinął był w kwestji postaci naszego systemu gwiazd stałych w dziele swym, p. t. „Historja naturalna powszechna i teoria nieba.“ W tym najważniejszym ze swych dzieł z okresu przedkrytycznego Kant wskazuje na to, iż droga mleczna w kierunku koła wielkiego obejmuje cały obszar nieba, i wyprowadza stąd wniosek, że gwiazdy nie mogą być rozsiane jednostajnie we wszystkich kierunkach, lecz że droga mleczna oznacza tę właśnie płaszczyznę, na której gwiazdy gubią się najdalej w głębokościach przestrzeni.<sup>1)</sup> Aż do najnowszych czasów astronomowie przyjmowali, że droga mleczna tylko się przybliżyła do koła wielkiego, w ostatnich jednak czasach Ed. Heis na mocy starannie dokonywanych spostrzeżeń potwierdził pogląd Kanta o tyle, iż dowiódł, że linja środkowa drogi mlecznej rzeczywiście zlewa się ściśle z linją koła wielkiego<sup>2)</sup>. Lambert nie znając, jak się zdaje, dzieła Kanta, rozwinął w swych

---

<sup>1)</sup> Dzieła Kanta. Wydanie Rosenkranza i Schuberta T. 6, str. 7

<sup>2)</sup> Heis, Atlas coelestis novus. Coloniae 1872.

„Listach kosmologicznych“ to samo zapatrywanie na rozkład naszego systemu gwiazd stałych.<sup>1)</sup>

Jeżeli zatem astronomja ma zasadę do uważania tego systemu—przy całej jego olbrzymiej rozciągłości—za ograniczony, to z tego jeszcze bynajmniej nie wynika, aby poza nim nie miały istnieć niezliczone systemy podobnego rodzaju,—systemy, bądź zupełnie niedostrzegalne przy pomocy naszych narzędzi optycznych, bądź też widzialne jedynie w postaci jednolitych mgławic. Tak Kant, jak i Lambert, zwrócili już uwagę na tę możliwość, a Kant prawdopodobnie pierwszy przypuszczał, że mgławice są systemami gwiazd stałych, leżącymi poza obrębem naszego systemu.<sup>2)</sup> W. Herschel'owi udało się w niektórych mgławicach wykryć gwiazdy, i odkrycie to doprowadziło go do tegoż samego poglądu. Wyciągnięty stąd jednak przezeń wniosek, jakoby w s z y s t k i e mgławice były systemami gwiazd, nie ostał się wobec najnowszych rezultatów badań spektroskopowych, które wykazały, że wiele mgławic kosmicznych składa się z rozżarzonych gazów.

A zatem, co się tyczy naszego zagadnienia, dowody „za“ i „przeciw“ równoważą się całkowicie. Oczywiście, obserwacja astronomiczną rozciąga się zawsze tylko do ograniczonych obszarów przestrzeni. Czy poza obrębem tych ostatnich należy przyjąć istnienie światów dalszych, dla obserwacji niedostępnych, a ciągnących się w nieskończoność—pytanie to pozostanie dla niej nazawsze nierozstrzygniętym.

Inaczej rzecz się nam przedstawi z chwilą, gdy od badania samego tylko przestrzennego układu świata przejdziemy do rozważania systemu mechanicznego, który z układu tego wynika. Przy badaniu działań me-

---

<sup>1)</sup> Lambert, Listy kosmologiczne o urządzeniu wszechświata Augsburg 1761, str. 127. Dzieło Kanta ukazało się po raz pierwszy w r. 1755.

<sup>2)</sup> W m. wskaz., str. 84.

chanicznych, jakie ciała niebieskie nawzajem na siebie wywierają, zająć może potrzeba uwzględnienia i takich mas kosmicznych, które już są niedostępne dla bezpośrednioj obserwacji. Tak np. już Kant i Lambert zauważyli, że drogi wszelkich wogóle ruchów, obserwowanych przez nas na niebie, są, być może, bardzo zawilemi epicykloidami, powstałymi w ten sposób, że nasze słońce obraca się naprzód około jakiegoś ciała centralnego wyższego porządku, następnie wraz z tym ciałem około środkowej gwiazdy drogi mlecznej, wreszcie razem z całym systemem tej ostatniej około jakiegoś dalszego nieznanego punktu środkowego i t. d. Ale też jednocześnie już Kant doszedł do przekonania, że postęp ten gdzieś musi mieć koniec. Zaznacza on, że systematyczny układ wszechświata daje się wyobrazić jedynie pod warunkiem istnienia jakiegoś powszechnego punktu środkowego, jakiegoś ostatniego centru przyciągania, któryby był jakby „punktem oparcia całej natury“<sup>1)</sup>. W istocie, hipoteza pewnego określonego środka ciężkości wszechświata nie tylko jest podstawą teorii mechanicznej budowy świata Laplace'a i jego następców, lecz i zasady teorii ciężenia opierają się na zgodnym z wyżej wymienioną hipotezą przypuszczeniu, że gdzieś we wszechświecie musi istnieć punkt bezwzględnie nieruchomy.<sup>2)</sup>

Ale wraz z temi wywodami opuszczamy już dziedzinę obserwacji. Usiłujemy tu już wyprowadzić określenie wszechświata nie z tego, o czym nas poucza bezpośrednio doświadczenie, lecz z zastosowania najogólniejszych praw natury. Tym samym zaś stajemy w obliczu właściwego przedmiotu naszych badań. Z uwag, tylko co przytoczonych, wynika łatwo, że zarówno postrzeżenie zmysłowe, jak i wnioski z ogólnych praw natury, skłaniają raczej do przypisywania wszechświatowi wielko-

---

1) W m. wskaz., str. 157.

2) Por. C. Neumann, Über die Principien der Galilei-Newtonischen Theorie, Lipsk 1870 str. 15.



ści ograniczonej. Z tego powodu rozważymy najpierw hipotezę skończoności, a potem dopiero nieskończoności wszechświata.

## 1. Hipoteza wszechświata skończonego.

### 1. Trzy główne formy teorii skończoności.

Jak to wyżej zauważyliśmy, w pojęciu całokształtu świata zawierają się właściwie trzy pojęcia, a mianowicie: 1) trwanie w czasie, 2) rozciągłość przestrzenna i 3) masa. Rzadko wiązano pojęcie wielkości skończonej z temi trzema pojęciami jednocześnie, po większej zaś części bądź uważano istnienie świata w czasie za ograniczone, rozciągłość zaś i masę za niemające granic, bądź też przeciwnie: przyjmowano czas jako nieskończony, zaś przestrzeń i masę jako skończone. Dalsze różnice można by jeszcze przypuścić między przestrzenią a masą, wiążąc mianowicie z pojęciem nieskończonej przestrzeni wyobrażenie masy, bądź także nieskończonej, bądź też skończonej. By móc z należyłą dokładnością rozróżnić te rozmaite przypadki, należy najpierw ustalić, jakie warunki rozstrzygają o zaliczeniu danej hipotezy do kategorii hipotez wszechświata nieskończonego, a jakie—do kategorii przeciwnej. Jako takie pojęcie rozstrzygające, następuje się bezwątpienia—c z a s. Po pierwsze bowiem teoria określonego początku świata w czasie była właśnie tą, przy której najuporczywiej obstawano, a powtóre—uznanie trwania w czasie za ograniczone prowadzi z łatwością do tego, by za ograniczone uznać również i pozostałe pojęcia kosmologiczne, tj. przestrzeń i masę,—tak iż w ten

sposób radykalniejsze postacie teorii skończoności rozwijają się samorzutnie z owej formy bardziej umiarkowanej. Za skończony będziemy wszakże musieli uznać czas i w tym wypadku, kiedy teoria, przyjmując, że świat miał początek, przypisuje mu w dalszym ciągu trwanie nieskończone. I tu bowiem, w każdym danym momencie czasu istnienia świata jest ograniczony, i w ogóle w zakresie dostępnego nam doświadczenia nieskończonym nigdy stać się nie może. Jeśli teraz, zgodnie z powyższym, wszystkie hipotezy, przyjmujące czas, jako ograniczony, zaliczymy do teorii wszechświata skończonego, wówczas otrzymamy trzy główne formy teorii skończoności, które możemy sformułować w sposób następujący:

1) Wszechświat jest skończony pod względem czasu, ale nieskończony pod względem przestrzeni i masy.

2) Wszechświat jest skończony pod względem czasu i masy, ale posiada nieskończoną rozciągłość w przestrzeni.

3) Wszechświat jest wielkością skończoną tak co do czasu, jak co do przestrzeni i masy.

W rozwoju kosmologii dwie pierwsze hipotezy nie-  
dość wyraźnie oddzielały się jedna od drugiej. W teorii Kanta urzeczywistniła się prawdopodobnie pierwsza z nich; atoli są w tej teorii i takie przypuszczenia, na których podstawie możnaby ją związać i z drugą hipotezą. Drugiej hipotezy jest, zdaje się, najbliższym poglądem Laplace'a, o ile ostrożność, z jaką ten wielki fizyk wypowiada się w kwestji pojęć najogólniejszych, pozwala wogóle na jakieś oznaczenie. Wreszcie trzecia hipoteza znalazła swój dokładny wyraz w przypuszczeniach, które najnowsza mechaniczna teoria ciepła kładzie w podstawie spekulacji nad całokształtem świata. Ponieważ teorie Kanta i Laplace'a na wielu punktach stykają się z sobą, przeto będziemy rozważali je wspólnie; następnie roztrząśniemy wnioski, wynikające z zasadniczych twierdzeń mechanicznej teorii ciepła; w ten zaś sposób przejdziemy od bardziej umiarkowanych form teorii skończoności do jej postaci najradykalniejszej.

## 2. Teorje Kanta i Laplace'a

Fakt, że, chociaż teoria potrójnej skończoności świata—co do czasu, przestrzeni i masy—zdaje się być najbliższą naszemu bezpośredniemu ujęciu zmysłowemu, jednak w postaci swej naukowej zjawia się najpóźniej ze wszystkich—fakt ten przemawia za przypuszczeniem, że myśl nasza nie jest skłonna do pojmowania wszechświata jako ograniczonego, mającego koniec. Charakterystycznym też jest w tym względzie, że z pomiędzy wszystkich teorii teoria filozofa najbardziej się zbliża do hipotezy wszechświata nieskończonego. Kant przypuszcza mianowicie, że świat nie ma granic w przestrzeni, a odnośnie do przyszłości jest nieskończonym i w czasie; tylko w przeszłości posiada on granicę. „Akt stworzenia“, mówi on, „nigdy się nie zakończy; niegdyś się wprawdzie rozpoczął, lecz nigdy nie ustanie“.<sup>1)</sup> Co się tyczy masy materji, Kant nigdzie nie wyraził zdania, że należy ją sobie wyobrażać jako ograniczoną ilościowo; przeciwnie, nie jeden ustęp musimy sobie tłumaczyć w ten sposób, że Kant i masę pojmował, jako nieskończoną.<sup>2)</sup> Wszelako znajdujemy u niego jedno przypuszczenie, które się łatwo daje skombinować z wyobrażeniem wszechświata o masie ograniczonej w nieograniczonej przestrzeni. Wprawdzie—powiada Kant—w nieskończonej przestrzeni żaden punkt nie może raczej niż inne nazywać się punktem środkowym; ale, gdyby w pewnym punkcie materja nagromadziła się szczególniej gęsto, im zaś dalej odeń, tym stawała się rzadszą, wówczas mocą samego tego faktu w owym miejscu powstałby punkt środkowy przyciągania, któryby

<sup>1)</sup> W m. wskaz. str. 161.

<sup>2)</sup> Tamże str. 154, 155.

sprawił to, że całe owo nieskończone wszystko stanowiłoby jeden system<sup>1)</sup>. Tu właśnie, sądzi on, mogło się rozpocząć kształtowanie pierwotnie chaotycznej materji; im zaś dalej rozciągałby się rozwój, poczynając od tego punktu środkowego, tym szerszym byłby jego zakres i różnorodniejszymi postacie. W ten sposób hipoteza zamyka się ideą nieskończonego postępu natury.<sup>2)</sup>

Pogląd ten znajduje się w blizkim związku ze znaną teorią Kanta w kwestji rozwoju systemu kosmicznego. Kant bowiem bynajmniej nie ogranicza swej teorii do systemu słonecznego, lecz rozciąga ją najpierw na system drogi mlecznej, którą zestawia ze wspólną płaszczyzną dróg planetarnych, zaś następnie na cały wszechświat. Dopiero Laplace, który niezależnie od Kanta doszedł do tych samych poglądów, ograniczył się do uwzględnienia w nich samego tylko systemu planetarnego; i w samej rzeczy, teoria opiera się na prawdziwej indukcji tylko o tyle, o ile trzyma się granic tego systemu, wszelkie zaś dalsze uogólnienie daje się dokonać jedynie na zasadzie nie tak już pewnej analogji.

Nie wiem, czy w całej dziedzinie wiedzy przyrodniczej znajdzie się hipoteza, któraby równie zwycięsko wytrzymała próbę nowych faktów i spekulacji, jak właśnie teoria Kanta i Laplace'a. Nietylko że,—jak to już Mill zauważył<sup>3)</sup>—nie zawiera ona w sobie żadnego pierwiastku hypotetycznego, gdyż wszędzie opiera się jedynie na znanych prawach i własnościach, ale zarazem jest jeszcze wzorem indukcji, gdyż za pomocą jednego jedyne przypuszczenia objaśnia wszystkie najważniejsze zjawiska w taki sposób, że w całym urządzeniu systemu planetarnego nie pozostaje nic, coby uosiło cechę przypadkowości. Sami twórcy teorii oparli swe wnioski tylko na jed-

---

<sup>1)</sup> Tamże str. 158,

<sup>2)</sup> Tamże str. 162.

<sup>3)</sup> System der inductiven und inductiven Logik. Uebersetzt von Schiel T. II str. 29.

nakowym kierunku ruchu samego słońca, planet i ich księżyców oraz na prawie zupełnej tożsamości płaszczyzn wszystkich tych ruchów, mimochodem tylko wskazując na niektóre inne momenty potwierdzające, jak np. na zwiększanie się masy planet w stosunku prostym do ich oddalenia, na większą liczbę towarzyszących im księżyców, na pierścień Saturna i t. p.<sup>1)</sup>—lecz później pod ich teorię dawały się podciągać coraz to nowe fakty. Tu przede wszystkim należy owa słynna prawidłowość w odległościach planet od słońca, na którą już Kepler zwrócił uwagę, a którą w zeszłym stuleciu Titius sprowadził do prawa empirycznego, co prawda, mającego wartość tylko przybliżoną.<sup>2)</sup> Jak wskazuje rachunek, prawo Titiusa daje się wyprowadzić z hipotezy Kanta i Laplace'a, jeśli zrobimy przypuszczenie—także zresztą w przybliżeniu tylko słuszne—że masa pierwotnej kuli gazowej była jednostajną.<sup>3)</sup> Zape-  
wne i ten stosunek nie byłby uszedł uwagi Laplace'a, gdyby w szeregu nie było mu zabrakło owego ognia pośredniego, którego istnienia domyślał się już Kepler, lecz które dopiero w początku zeszłego stulecia odkryte zostało w planetoidach. Dalszego potwierdzenia dostarczyły badania spektroskopowe; dowiodły one przynajmniej wielkiego prawdopodobieństwa tego faktu że dwie najdalsze planety—Uran i Neptun—świecą własnym światłem, a zatem w atmosferze ich zawierać się jeszcze muszą gazy rozżarzone, gdy powierzchnie dwóch bezpośrednio po nich następujących—Saturna i Jowisza—zdają się być jeszcze w stanie parowania, co zdradzają szerokie linje pochłaniają-

---

<sup>1)</sup> Kant, w m. wskaz. str. 294. Laplace, Exposition du système du monde. Przekład niemiecki Hauffa, t. II, str. 320 nast.

<sup>2)</sup> Prawo Titiusa głosi, że, jeśli przyjmiemy odległość najbliższej planety, Merkurego, od słońca=4, wówczas odległości następnych (Wenera, Ziemia, Marsa etc.) dadzą się wyrazić za pomocą szeregu  $4+3$ ,  $4+2.3$ ,  $4+2^2.3$ ,  $4+2^3.3$  itp.

<sup>3)</sup> Ferd. Kertz. Powstanie systemu słonecznego według hipotezy Laplace'a. Darmstadt 1875 str. 45 i nast.

ce w ich widmach.<sup>1)</sup> A zatym i stan skupienia planet zmienia się stosownie do ich odległości od słońca—tak właśnie, jak się todaje wywnioskować z hipotezy. Wreszcie odkrycie kulistych mgławic, które według badań spektroskopowych mają się składać całkowicie z rozżarzonych gazów, poparło do pewnego stopnia nawet i pierwsze przypuszczenie, nie dające się samo w sobie udowodnić.

Lecz w hipotezie, według której system słoneczny, lub—jeśli kto woli ogólniejsze sformułowanie kwestji przez Kanta—wszechświat był pierwotnie kulą mgławiczną, która stopniowo zgęszczała się wskutek ciężenia swych części ku punktowi środkowemu,—w hipotezie tej zawiera się pewne przypuszczenie, które też w samej rzeczy odnajdujemy zarówno u Kanta, jak i u Laplace'a, a mianowicie przypuszczenie jakiegoś określonego początku w czasie, t. j. innemi słowy o g r a n i c z o n e j przeszłości świata. Laplace, który wogóle ostrożniej formuluje tę hipotezę, a zatym zamyka ją w ciaśniejszych granicach, uważa prócz tego wszechświat za skończony jeszcze i pod względem masy. Tak przynajmniej można wnosić z jego spekulacji w tym przedmiocie, utrzymanych zresztą w sposobie bardzo aforystycznym; przyjmuje on bowiem, że słońce obraca się najpierw około środka ciężkości mgławicy, do której należy, a następnie wraz z nią około środka ciężkości całego wszechświata, w kwestji zaś rozciągłości przestrzennej tego ostatniego nadmienia tylko, że zdumionej wyobraźni z trudnością przyszłoby nakreślić sobie jego granice.<sup>2)</sup>

Ale pod jednym względem istnieje i u Laplace'a dążność do rozciągnięcia na wszechświat pojęcia nieskończoności. Mianowicie, co się tyczy naszego systemu słonecznego, usiłuje on dowieść, że raz powstały porządek tegoż trwać będzie niezmiennie do nieskończoności. Udo-

---

<sup>1)</sup> Por. Secchi, Słońce. Przekład niemiecki Schellen'a, str. 702 i nast.

<sup>2)</sup> W m. wskaz. Tom 2, str. 335, 336.

wodnieniu tego twierdzenia poświęcone jest największe dzieło jego życia: Obliczenie zakłóceń w biegu planet. Dowodzi on, że, wskutek jednakowego kierunku biegu planet po bardzo mało różnośrodkowych i mało nachylonych ku sobie orbitach, wszelkie zakłócenia, wynikające z wzajemnego przyciągania poszczególnych planet oraz ich księżyców, muszą być p e r j o d y c z n e m i, tak że cały system planetarny oscyluje ustawicznie około jakiegoś stanu średniego, od którego stale bardzo nieznacznie się odchyła. Wprowadzona w ten sposób przez Laplace'a zasada stałości układu świata jest zarazem uderzającym przykładem tego, jak już w naturze nieorganicznej, drogą czysto mechaniczną powstawać mogą stany, przy których ocenianiu staje się jednocześnie miarodajnym i teleologiczny punkt widzenia. Z chwilą bowiem, gdy do mechanizmu kosmicznego zastosujemy te same punkty widzenia, któremi posługujemy się przy ocenianiu każdej maszyny sztucznie wytworzonej, z chwilą tą musimy ten mechanizm, w którym wszelkie zakłócenia ruchów kompensują się nawzajem, uważać za celowy w najwyższym stopniu. Jednocześnie teoria Kanta i Laplace'a ukazuje się nam z tej strony w zupełnie nowym oświetleniu; ukazuje nam bowiem, jako mechanicznie niezbędne, nie tylko oscylacje około jakiegoś stałego położenia średniego, lecz i samo powstanie tak doskonale celowego systemu—tak że w danym wypadku ocena przyczynowa i teleologiczna zbiegają się z sobą. Zbyteczną chyba jest uwaga, że tak pod tym względem, jak i pod astronomicznym, postawiona przez Laplace'a zasada stałości układu zachowuje swe znaczenie, choćby jej wartość okazała się tylko przybliżoną.

W samej rzeczy jednak, w nowszych czasach już nawet czysto astronomiczne spostrzeżenia ograniczyły znaczenie zasady stałości. Chociaż niejednej podniesionej w tym względzie wątpliwości brak jeszcze dostatecznego uzasadnienia, to jednak hipoteza, która każe uważać system planetarny za istne p e r p e t u u m m o b i l e, nie da się już dłużej utrzymać. Obliczenia Laplace'a opierają się

mianowicie na dwóch przypuszczeniach, które są tylko w przybliżeniu słuszne. Pierwszym z nich jest przypuszczenie, że przestrzeń wszechświatowa jest absolutną próżnią, wskutek czego poruszające się w niej ciała niebieskie nie doznają w swym biegu żadnego oporu. Otóż tu odrazu przychodzi na myśl t. zw. eter świetlny, t. j. środowisko, za pomocą którego fale świetlne rozchodzą się w przestrzeni. O ile zgodzimy się na przyjęte obecnie wyobrażenia teoretyczne co do własności tego środowiska i jego falowań, będziemy zmuszeni przypisać eterowi pewien opór względem mas, poruszających się w przestrzeni. Nadto, od czasu, gdy Enke wytłumaczył tamującym działaniem środowiska skrócenia w czasie obiegu komety, której nadał swe imię, przychyłono się, jak wiadomo, ogólnie do mniemania, że w stosunku do ciał najuboższych w masę opór ten, spowodowany przez tarcie, ujawnia swe działanie już w krótszym przeciągu czasu. Jednakże w nowszych czasach zarzuty te znowu zostały zachwiane. Wątpliwym jest, czy panująca obecnie teoria eteru świetlnego da się utrzymać wobec tego, że nie wyjaśnia ona związku pewnych zjawisk świetlnych ze zjawiskami elektrycznymi i magnetycznymi. Co zaś do wniosków Enk'ego, to Asten na zasadzie starannej obserwacji zaprzeczył im, wyprowadzając zmiany w czasie obiegu jego komety z zakłóceń, spowodowanych w jej ruchach przez wypływy.<sup>1)</sup> Oczywiście, wszystko to nie dowodzi jeszcze, iżby należało istotnie przestrzeń, w której poruszają się ciała niebieskie, uważać za absolutną próżnię. Najpierw, hipoteza ta nie dałaby się pogodzić z wyjaśnioną przez Zoellnera<sup>2)</sup> powszechną zasadą zamiany ciał kosmicznych w parę. Następnie zaś niezliczone meteory tworzą nagromadzenia materji ważkiej, które, przedostając się ustawicznie na drogi

---

<sup>1)</sup> Astronomische Wochenschrift herausg. v. Klein, 1875, № 33 i 34.

<sup>2)</sup> Die Natur der Kometen, Lipsk 1872, str. 86.



planet, przeciwstawiają prawdopodobnie pewien opór ruchom tych ostataich.

Drugie z kolei przypuszczenie, na którym opierają się obliczenia Laplace'a, polega na tym, że rozważa on planety jako ciała bezwzględnie sztywne. I to przypuszczenie nie jest całkowicie ściślym, a to z powodu atmosfery oraz wody, znajdującej się na powierzchni planet. Np. co do naszej ziemi, to jej płynna i gazowa powłoka podlega przyciąganiu księżycy w takim stopniu, że w końcu musi to wpłynąć na zwolnienie obrotu ziemi.<sup>1)</sup> Prawda, że Robert Mayer starał się i dla tego wypadku odnaleźć kompensatę, wykazując mianowicie, że z drugiej strony bezustanne ochładzanie się ziemi musi pociągnąć za sobą przyspieszenie jej ruchu obrotowego. Opierał się on głównie w tym względzie na zaznaczonej już przez Laplace'a niezmiennej długości dnia od początku astronomicznych obserwacji aż po czasy obecne. Ale znaczenie tego argumentu osłabia podejrzewany już przez Kanta, a zdaniem niektórych astronomów bardzo prawdopodobny, fakt skrócenia się dnia gwiazdowego.<sup>2)</sup> To też, uwzględniając to, Mayer zmodyfikował później znacznie swój pogląd, wyrażając tylko przypuszczenie, że równowaga między siłami przyspieszającymi a opóźniającymi ruch obrotowy naszej planety ustauawia się w ciągu dłuższego okresu czasu.<sup>3)</sup>

W wyżej przytoczonych rozumowaniach Mayera ujawnia się próba uratowania Laplace'owskiej zasady stałości układu wszechświata od podkopujących ją wątpliwości; lecz Mayer przeprowadził tę próbę jeszcze w jednym kierunku. Trwanie naszego systemu słonecznego w jego obecnej formie jest w ścisłej zależności od faktu wysyłania przez słońce promieni cieplnych i świetlnych.

---

1) R. Mayer. die Mechanik der Wärme Stuttgart 1867 str. 206.

2) Porównaj co do tego punktu Zoellnera „Ueber die Natur der Kometen“, str. 469 i nast.

3) Mayer w m. wskaz. str. 231.

Jeśliby nawet układ mechaniczny tego systemu pozostał bez zmiany, w razie gdyby miejsce słońca zajęło jakieś ciało centralne ciemne, jednakowej z nim masy, to jednak wszystkie procesy, z którymi jest związane życie organiczne, musiałyby zniknąć. Lecz chociaż nie szukamy już dziś—jak to za czasów Kanta było możebnym—źródła światła i ciepła słonecznego w procesie palenia się samego słońca, jednakże, jakiegokolwiek rodzaju byłyby owe źródła, mimowoli nasuwa się nam myśl, którą zresztą już i Kant wypowiedział, że nadejdzie kiedyś czas, kiedy słońce zgaśnie.<sup>1)</sup> Usiłowanie Mayera, by chwilę tę odsunąć w nieskończoność, natrafia na przeszkody nieprzewyciężone. Jeśli przyjmiemy wraz z nim, że jedynym źródłem światła i ciepła jest siła żywa meteorów, przybywających z nieskończonej przestrzeni i padających na słońce—wówczas musimy zgodzić się z W. Thomsonem, że powstałe stąd powiększenie masy słonecznej musiałyby już w okresie czasu dostępnym dla obserwacji wyrzucić na ciężenie planet wpływ dostrzegalny. Jeśli jednak prócz tego przypuścimy jeszcze istnienie jakiegoś źródła ciepła, związanego z samym słońcem, jak np. według hipotezy Helmholtz'a<sup>2)</sup> kurczenie się bryły słonecznej wskutek ochładzania, to musimy przyznać, że źródło takie stale się wyczerpuje. Tym sposobem wszelki przypływ ciepła z zewnątrz (a przypływ ten, jak to Mayer wykazał, bardzo prawdopodobnie rzeczywiście się odbywa wskutek przyciągania meteorów przez słońce) powodowałby stałość układu w przybliżeniu tylko, nie zaś w zupełności. Taką przybliżoną równowagę przywracałoby zresztą i owo przypuszczalne kurczenie się bryły słonecznej; kurczenie się bowiem, które samo jest skutkiem promieniowania ciepła, staje się w następstwie jego nowym źródłem. W ten sposób przy ocenie ekonomji cie-

1) Naturgeschichte des Himmels, str. 175.

2) Populäre wissenschaftliche Vorträge, zes. II. Bruńsk 1871, str. 131, 135.

Rozumowanie Mayer'a wskazuje jeszcze w jednym względzie na dążenie do przywrócenia przybliżonej równowagi, które należy przypuszczać w każdym układzie kosmicznym. Wszystkie owe bryły meteorytów, które krążą wewnątrz naszego układu słonecznego, muszą stopniowo zniknąć, w miarę jak się dostają w sferę przyciągania większych ciał tego układu. Ale też zgodnie z tym muszą się stopniowo zmniejszać rozmiary wywoływanych przez nie zakłóceń. Wobec tego nasuwa się myśl rozwinięcia poglądu Mayera w hipotezę pochodzenia całego układu planetarnego, którąby można nazwać hipotezą aglomeracyjną.<sup>1)</sup> Wyobraźmy sobie mianowicie, że system nasz był pierwotnie chaotycznym zbiorowiskiem meteorytów, poruszających się bez ładu; wówczas, wskutek działania przeszkód, jakie każdy ruch napotkałby na swej drodze, wszystkie ruchy musiałyby dążyć do przekształcenia się w obroty, odbywające się w jednym kierunku i na jednej płaszczyźnie. Zgodnie z tym, planetoidy należałoby uważać—nie, jak dotychczas, za Olbersem, za szczątki jakiejś planety rozbitej—lecz, wprost przeciwnie, za części planety, będącej dopiero w stadium powstawania. Wobec jednak istnienia mgławic gazowych, będziemy bliżsi prawdy, jeśli poprzestaniemy na uzupełnieniu hipotezy mgławicowej hipotezą aglomeracyjną w ten sposób, iż wyobrazimy sobie, że pierścienie, odrywające się od kuli gazowej wskutek jej kurczenia się, zgęszczają się w meteoryty, które następnie skupiają się, ponownie przytym wytwarzając ciepło. Proces ten odpowiadałby w zupełności opisanemu przez Schiaparellego<sup>2)</sup> i uzasadnionemu przezeń z takim prawdopodobieństwem procesowi zgęszczania się komet w roje meteorytów. Przytym i budowa pierścieni Saturna zdaje się bezpośrednio dowodzić istnienia podobnego procesu. Jak to bowiem wykazał Maxwell, pierścienie z po-

<sup>1)</sup> Buddé, Zur Kosmologie der Gegenwart, Bonn 1872, str. 30.

<sup>2)</sup> Bogusławski, Entwurf einer astronomischen Theorie der Sternschnuppen. a. d. Italien, Szeczin, 1871.

wodów natury mechanicznej mogą pozostawać w równowadze dzięki temu, iż składają się z mnóstwa niespojonych z sobą ciałek, które krążą dokoła planety z szybkością rozmaitą, stosownie do ich oddalenia od tejże.

### 3. Wnioski z mechanicznej teorii ciepła.

Podczas gdy poszczególne badania, przedsiębrane z najrozmaitszych punktów widzenia, doprowadzają stale do wniosku, że wprawdzie wszystkie procesy kosmiczne dążą do wprowadzenia układu wszechświata w stan pewnej równowagi ale że równowaga ta nigdzie nie może być uważana za bezwzględną—najnowszej mechanicznej teorii ciepła udało się nareszcie wyprowadzić ten sam wniosek z najogólniejszych praw przekształcania się sił natury; w ten sposób wniosek ten otrzymał charakter czegoś koniecznego, zachowującego swoją wartość, bez względu na to, jaką hipotezę początku i dalszych losów naszego układu słonecznego i gwiazd stałych obralibyśmy sobie za punkt wyjścia. Jest to t. zw. drugie prawo mechanicznej teorii ciepła, z którego Thomson i Clausius<sup>1)</sup> wyprowadzili wniosek, że stan całokształtu wszechświata bez przerwy zbliża się do jakiejś granicy, gdzie wszelkie przemiany sił natury ustaną, ponieważ nastanie wówczas stan ruchu zupełnie jednostajnego. Tym sposobem równowaga, którą według Laplace'a nasz układ słoneczny osiągnął już w swym stanie obecnym, jest tu odsunięta w przyszłość, daleką wprawdzie, ale bądź co bądź dościgłą. Tylko że jedno-

---

<sup>2)</sup> W. Thomson, phil. mag. 4 ser. vol. str. 303—Clausius. Abhandlungen zur mechanischen Wärmetheorie, tom II, str. 30 nast.—Tenże. Ueber den zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie, Brunświk 1867.

wcześnie chodzi tu o równowagę zupełnie innego rodzaju: będzie to mianowicie wyrównanie wszelkich różnic temperatury, ma ustać wszelka zamiana ciepła na pracę, a pracy na ciepło; podobnież ustaną wszelkie inne przekształcenia ruchu. Wszystkie atomy wszechświata będą objęte jednostajnym ruchem wahadłowym, wykluczającym wszelką zmianę. Jednym słowem, taki stan równowagi oznacza śmierć wszechświata. Gdyby można było wyobrazić sobie umysł, zdolny do odbicia w sobie podobnego obrazu wszechświata, to umysł ten nie miałby nigdy sposobności do wytworzenia pojęć przyczyny lub celu. Dla naszego zatym myślenia podobny stan świata byłby zupełnie równoznaczny z jego końcem.

Tej drugiej głównej zasady mechanicznej teorii ciepła nie zdołano jeszcze wyprowadzić z zasady pierwszej—zasady zachowania energii—w sposób zupełnie zadawalniający<sup>1)</sup>; mimo to w doświadczeniu posiada ona wartość równie powszechną, jak i pierwsza. Zasada ta głosi, że wszelkie zachodzące w przyrodzie przemiany sił natury mogą się odbywać w pewnym określonym kierunku bez odpowiedniej kompensaty za pomocą przemiany przeciwnego rodzaju; lecz że w kierunku odwrotnym zachodzić mogą tylko wtedy, kiedy możliwym jest skompensowanie ich zapomocą przemiany przeciwniej<sup>1)</sup>. Tak up. ciało bardziej ogrzane może samo przez się udzielić swego ciepła ciału zimniejszemu przez pośrednictwo lub promieniowanie, przyczym procesowi temu nie towarzyszy żadna przemiana kompensująca. Tymczasem z ciała zimniejszego do cieplejszego ciepło może przejść tylko wtedy, jeśli jednocześnie działanie to zostaje skompensowanym, t. j. jeśli ciało zimniejsze ulegnie ściśnieniu pod wpływem jakiejś siły zewnętrznej. Z faktu zaś, że wszelkie przemiany w pewnym określonym kierunku, który nazwiemy dodatnim (pozytywnym),

---

<sup>1)</sup> Por. jednak eo do tego punktu Szity w Poggendorfs Annalen, tom uzupełniający, VII, str. 154.

<sup>2)</sup> Clausius, Rozprawy. t. II str. 42.

mogą się odbywać bez kompensaty, gdy tymczasem, w kierunku odwrotnym, ujemnym (negatywnym), wymagają jej bezwarunkowo — z faktu tego wynika jasno, że stan świata musi zdążać coraz bardziej w kierunku owego przekształcenia pozytywnego. W zastosowaniu do przemian ciepła oznacza to, że kiedyś, stopniowo, nastąpi powszechne i całkowite wyrównanie temperatury, a to na tej zasadzie, że przemiana, nie wymagająca kompensaty, jest właśnie przechodzenie ciepła od ciał cieplejszych do zimniejszych. Clausius sumie przekształceń, przez które dane ciało przejść musi, nim dojdzie do pewnego stanu, nadał nazwę treści jego przemian, albo jego entropji. Ponieważ wszelkie przemiany w kierunku ujemnym otrzymują kompensatę w formie przemian przeciwnego rodzaju, przeto suma ogólna tych przemian jest stale równa zeru; wobec tego, treść przemian składa się jedynie z przemian pozytywnych, które nie zostały skompensowane. Entropja więc wszechświata jest wielkością, która ustawicznie wzrasta aż do chwili, kiedy wogóle wszelkie przemiany ustaną, albowiem nastąpi okres ruchu jedностajnego. Clausius zawarł ten wynik w formule: Entropja świata dąży do maksimum, która to formuła w związku z zasadą, że „Energja świata jest wielkością stałą“, doprowadza nieuchronnie do wniosku, że rozwój wszechświata porusza się między dwoma punktami, początkowym i końcowym, które, tak jeden jak drugi, leżą w czasie skończonym.

W ten sposób stanęliśmy wobec najdalej idącej formy teorii wszechświata skończonego; świat — według niej — jest wielkością skończoną pod względem masy, czasu i przestrzeni. Nie da się zaprzeczyć, że, szczególnie co się tyczy uczonych angielskich, na takie postawienie kwestji wpłynęła u nich w znacznej mierze ich skłonność do dostrajania wniosków przyrodniczych do pewnych poglądów natury teologicznej. Początek i koniec świata wymagają aktu stworzenia oraz aktu odnowienia świata — oba zaś te akty leżą poza obrębem przyczynowego rozważania świata. Prawda, że wszel-

ki pogląd na świat doprowadza w ostatecznej konsekwencji do niewiadomego—lecz tu ów pierwiastek transscendentny jest wprowadzony do zamkniętej ciągłości faktów. Teoria kosmologiczna, o której tu mówimy, przedstawia kwestję obliczenia początku i końca wszechświata, jako zagadnienie, zupełnie nadające się do postawienia. W ten sposób do biegu natury zostaje wprowadzony cud. Dla myśli bowiem naszej jest rzeczą obojętną, czy cudy dzieją się dzisiaj, czy też działy się kiedyś, przed jakąkolwiek liczbą lat. Teoria więc powyższa staje w sprzeczności z najogólniejszą zasadą badania przyrodniczego; zasadą tą, od której samo prawo zachowania energii zapożycza dopiero swą oczywistość, jest ni mniej ni więcej, tylko prawo przyczynowości. Jego stroną odwrotną, negatywną stanowi prawo wykluczonego przypadku, które żąda, by do następstwa zjawisk natury nie wprowadzać przyczyny, znajdującej się po za tym następstwem. Ponieważ ostateczna przyczyna świata jest dla nas z natury swej niepoznawalną, przeto i w tym razie nie chodzi nam o negację pierwiastku transscendentnego wogóle. Ale od każdej teorii ma się prawo wymagać, by nie wprowadzała tego pierwiastku do zamkniętego szeregu zjawisk. Jeśli go zaś wprowadza, i jeśli jest to wogóle teoria, dająca się obronić, to powinna sama przekształcić się w taki sposób, aby szereg przyczynowy doprowadzał do pierwiastku transscendentnego dopiero po nieskończonym cofaniu się wstecz. Co się tyczy teorii maximum entropji, to zmiana tego rodzaju pozornie daje się dokonać bardzo łatwo. Trzeba tylko przypuścić, że świat jest nieskończony pod względem masy i przestrzeni. Wówczas i granica jego w czasie po obu stronach rozplynie się w nieskończoności. Świat dąży ustawicznie do maximum entropji, ale go nigdy nie osiąga. Pod tym ostatnim względem nieraz już wskazywano na podobne wywikłania się z zagadnienia.<sup>1)</sup> Podobnież można w tym wy-

<sup>1)</sup> Por. np. Oettingen'a, Poggenдорff's Annalen, tom dopełniającej VII str. 83 nast.

padku odsunąć w nieskończoność i początek świata. W ten jednak sposób dochodzimy do hipotezy wszechświata nieskończonego, której konsekwencje należy nam z kolei poddać badaniu.

## II. Hipoteza wszechświata nieskończonego.

### 1. Trzy główne formy teorii nieskończoności.

Jeśli teoria kosmologiczna chce uniknąć wprowadzenia do zamkniętego szeregu zjawisk natury transcendentnego aktu stworzenia, to musi przypisać całokształtowi świata nieskończone trwanie w czasie, i to w obydwuch kierunkach, zarówno w przeszłości, jak i w przyszłości. To też wszelkie hipotezy, zgadzające się z sobą na tym punkcie, powinny być rozważane jako formy teorii nieskończoności. Jest to cecha, rozstrzygająca o zaliczeniu ich do tej kategorii. W skład jednak pojęcia całokształtu świata wchodzi jeszcze dwa pierwiastki: przestrzeń i masa, te zaś mogą być rozważane dwojako: albo jako również nieskończone, albo jako posiadające granice. Jeśli przyjmujemy w założeniu masę materji, jako nieskończoną, będziemy musieli uznać za nieskończoną także rozciągłość przestrzenną, gdy tymczasem nieskończoność przestrzeni nie pociąga niezbędnie za sobą nieskończoność masy zawierającej się w niej materji. Tym sposobem teoria nieskończoności może przyjąć trzy postaci odmienne, które, poczynając od najdalej idącej, dadzą się sformułować, jak następuje:

1. Wszechświat jest nieskończony pod względem czasu, przestrzeni i masy.



2. Wszechświat jest nieskończony pod względem czasu i przestrzeni, masa zaś zawartej w nim materji jest wielkością skończoną.

3. Wszechświat jest nieskończony pod względem czasu: nigdy nie powstał i nigdy istnieć nie przestanie; przestrzeń zaś jego i masa są ograniczone.

Rozważmy najpierw te dwie postaci teorii nieskończoności, które najbardziej się od siebie oddalają, tj. pierwszą i trzecią, następnie zaś zbadamy, w jakim stopniu sprzeczność, zachodząca między niemi, dałaby się usunąć za pomocą drugiej, która zajmuje między niemi stanowisko pośrednie.

## 2. Hypoteza potrójnej nieskończoności.

Jeśli—jak o tym świadczą wszystkie mitologiczne wyobrażenia o świecie—świadomość naiwna, opierająca się na tym, co jej daje bezpośrednie ujęcie zmysłowe, nie znajduje żadnej trudności w przedstawieniu sobie świata, jako czegoś ograniczonego; to przeciwnie, potrzebom świadomości naukowej odpowiada najlepiej hipoteza potrójnej nieskończoności. Prawda, że astronomja w nowym swym rozwoju pozostała przy poglądach Laplace'a, które w dalszym ciągu uznaje za miarodajne, te zaś poglądy przyjmują, jakżeśmy to widzieli, że świat miał pewien początek. Lecz obok tego, nawet w dziełach czysto astronomicznych, o ile tylko zapuszczają się one w podobne kwestje, spotykamy się z myślą, że po drugiej stronie owego początku obecnego rozwoju świata musi się rozciągać szereg przyczynowy, sięgający w nieskończoność; jednocześnie z tym stwierdza się, że zakreślanie wszechświatowi granic przestrzennych jest przeciwne naturze naszej władzy wyobrażania, a jako uzupełnienie tego poglądu,

przyjmuje się hipotezę nieskończonej ilości świecących gwiazd stałych i t. d., czyli nieskończonej ilości materji kosmicznej. Wprawdzie już Olbers<sup>1)</sup> wskazywał na jedną z trudności, na które przypuszczenie to zdaje się natrafiać. A mianowicie, gdyby liczba gwiazd stałych, wysyłających promienie światła i ciepła, była nieskończenie wielką, wówczas, zdaniem jego, każdy punkt przestrzeni musiałby posiadać nieskończenie wysoką temperaturę i nieskończenie wielkie natężenie świetlne. Ale, co prawda, Olbers sam następnie zaprzecza konieczności tego wniosku, stawiając natomiast przypuszczenie, że część owych promieni świetlnych i ciepłych zostaje pochłonięta w przestrzeni.

Zoellner w doskonałym swym dziele p. t. „O naturze komet“ —które posiada tę zasługę, że dało nanowo pobudkę do roztrząsania wymienionych zagadnień kosmologicznych—zwrócił uwagę, że podobne pochłanianie mogłoby powstrzymać skutki promieniowania tylko na pewien przeciąg czasu, że jednak w ciągu bardzo długiego okresu środowisko pochłaniające musiałoby samo rozgrzać się do bardzo wysokiej temperatury. Zarzut nie jest zupełnie ścisły: procesy bowiem promieniowania i pochłaniania ciepła nie mogą trwać do nieskończoności, lecz tylko do chwili, w której nastąpi wyrównanie temperatury. Zatem w podstawie tego zarzutu leży przypuszczenie, że: albo odległość przeciętna między dwiema jakimikolwiek wypromieniowującymi ciepło gwiazdami jest dostatecznie mała, aby przy zupełnym wyrównaniu temperatury materja międzygwiezdna mogła się rozgrzać do bardzo wysokiego stopnia; albo też że zapas ciepła każdej świecącej gwiazdy jest nieskończenie wielki. Ponieważ jednak pierwsze z tych przypuszczeń jest nieprawdopodobne, a drugie niemożliwe, nie mogą one obalić twierdzenia Olbers'a. Przykład słońca, przytoczony przez Zoellner'a, jest nieodpowiednim z następującego powodu: po wyrównaniu temperatury

---

<sup>1)</sup> Bode's astronomisches Jahrbuch, 1826, str. 110 nast.

między fotosferą a jądrem słonecznym, masa słońca może wciąż jeszcze się żarzyć, lecz gdyby podobne wyrównanie miało nastąpić między świecącymi gwiazdami a niezmiernymi przestrzeniami międzygwiazdnymi, wówczas sam taki fakt żarzenia się stałby się bardzo wątpliwym. Oczywiście, że w przestrzeni nieskończenie wielkiej rzeczywiste wyrównanie temperatury nie mogłoby nigdy mieć miejsca. Lecz, jeśli nawet w tym wypadku, gdyby czas był nieskończonością wyższego rzędu aniżeli przestrzeń, nie mogłoby w ostatecznym rezultacie nastąpić nic innego, jak tylko wyrównanie temperatury, tj. pewien średni stan ciepła wysokości ograniczonej; to jasnym jest, że w warunkach założenia, gdzie czas i przestrzeń są wielkościami nieskończonymi tego samego rzędu, temperatura nigdy nie może osiągnąć wysokości nieskończonej. Wobec tego, upada ów paradoksalny wniosek co do wysokości temperatury, który usiłowano związać z hipotezą trojkiej nieskończoności świata: pod względem czasu, masy i przestrzeni. A nawet wprost przeciwnie: co się tyczy wszelkich procesów fizycznych, wymagających dla swego rozszerzenia się pewnego czasu trwania—to nieskończoność przestrzeni znosi sprzeczność, wynikającą z nieskończoności czasu, i odwrotnie.

Ale są procesy fizyczne, które, zgodnie z ustalonym obecnie poglądem, nie potrzebują czasu dla swego rozszerzania się w przestrzeni. Do tej kategorii zalicza się działanie powszechnego ciężenia. I tu, istotnie, hipoteza wszechświata nieskończonego pod względem masy i przestrzeni doprowadza do sprzeczności, nie dających się usunąć. W podobnym wszechświecie środek ciężkości znajdowałby się wszędzie, czyli, co na jedno wychodzi, nigdzie. Suma przeciągań, a więc i ciśnienie, byłaby w każdym punkcie nieskończenie wielką. Byłoby niemożliwym oznaczyć choćby względną szybkość ciała, znajdującego się w ruchu, albowiem wszelki ruch względny musi w rezultacie mierzyć się jakimś ruchem absolutnym. To też widzieliśmy już, że właśnie z tego powodu zasadnicze pra-

wa mechaniki przypuszczają istnienie we wszechświecie jakiegoś punktu stałego. (Por. str. 345—346).

Tego jednak, co jest sprzeczne z naszymi dzisiejszemi poglądami, nie należy brać za jedno ze sprzecznością absolutną, i dla tego nie od rzeczy będzie uprzytomnić sobie, że, gdyby kiedy siła ciężenia miała zostać zaliczoną do rzędu tych sił przyrody, które dla rozszerzenia tego swego działania potrzebują pewnego przeciągu czasu, wówczas wszystkie wspomniane paradoksy musiałyby zniknąć; nie jest zaś wykluczonym, aby zastosowanie teorii ciężenia do stosunków kosmicznych większych, aniżeli te, które dotąd brane były pod uwagę, nie miało kiedy doprowadzić do podobnego wniosku. Dopóki jednak trzymać się będziemy poglądu dziś ustalonego, dopóty, z punktu widzenia fizyki, hipoteza wszechświata nieskończonego pod względem masy i przestrzeni pozostanie dla nas niemożliwą do przyjęcia, a dodać należy, że badania astronomiczne nad ruchem pewnych gwiazd podwójnych, nawet w najdalszych odległościach, przemawiają za poglądem dotychczasowym. Wobec tego nasuwa się myśl, że sprzeczność dałaby się usunąć, gdybyśmy—dla uczynienia zadość wymaganiu nieograniczonego łańcucha przyczynowego w przeszłości i przyszłości—przyjęli jedną tylko nieskończoność, a mianowicie nieskończoność w czasie, masę zaś i przestrzeń uznali za wielkości skończone. W ten sposób dochodzimy do teorii, którą wyżej oznaczyliśmy, jako trzecią.

### **3. Hipoteza pojedynczej nieskończoności i transcendentalna teoria przestrzeni.**

Teoria ta stawia nam przedewszystkim jedno wymaganie, przed którym wyobraźnia nasza cofnąć się musi. Oto gdzieś, w jakiejś odległości, mamy wyobrazić sobie

granicę, przy której świat się kończy. Ponieważ jednak przestrzeń jest formą, w której ujmujemy świat zewnętrzny, ponieważ w naszym postrzeganiu przestrzennym po za każdą dowolnie przeprowadzoną granicą możemy wyobrazić sobie dalszą przestrzeń; przeto chęć wyobrażenia sobie przestrzeni zupełnie pustej, otaczającej tę część wszechświata, która jest wypełniona materją, natrafia w nas na opór. Można by wprawdzie wyrazić wątpliwość, czy opór ten jest uzasadniony. Wszakże nie uważamy już wraz z Kartezjuszem rozciągłości za istotę ciał. Jeśli zaś przyznajemy, że wyjaśnienia w kwestji natury materji, wypełniającej przestrzeń, powinniśmy szukać w doświadczeniu, to tym samym uznać musimy, że z punktu widzenia empirycznej wiedzy przyrodniczej nie mamy prawa tak bez ceremonji odrzucać przypuszczenia, iż materja posiada pewną granicę przestrzenną—o ile tylko przypuszczenie to nie stanie w kolizji z danymi fizyki. Kolizja ta jednak, jak to już Zoellner<sup>1)</sup> zauważył, zjawia się w samej rzeczy, gdy tylko przypuścimy, że wszechświat posiada trwanie nieskończone. Wyobraźmy sobie na chwilę, że nasza ziemia wraz z jej powłoką wodną i powietrzną unosi się sama jedna w nieskończonej przestrzeni; wówczas, wskutek wzajemnego odpychania się cząsteczek gazów i pary, gazy, składające naszą atmosferę, stopniowo rozproszyłyby się w otaczającej próżni. Stąd jasnym jest, że u całej tej niezmiernej liczby ciał niebieskich, które niewątpliwie posiadają powłokę gazową, powyższy proces rozpraszania musiałby być odbyć się już i ukończyć w przeszłości nieskończenie odległej. Dalej: każde ciało fizyczne, bez wyjątku, o ile tylko ma temperaturę powyżej absolutnego zera, podlega w pewnym stopniu parowaniu. W próżni cząsteczki odrywają się nawet od powierzchni ciał stałych. Z uwagi na tę powszechną własność mas przechodzenia w stan lotny, dochodzimy do wniosku, że wszechświat

---

<sup>1)</sup> Ueber die Natur der Kometen, str. 299.

ograniczony, a istniejący od nieskończoności w przestrzeni nieskończonej, musiałby był już dotąd osiągnąć maximum swego rozproszenia. Zaś z punktu widzenia fizyki rezultat wyrównywałby zupełnemu zniknięciu materji.

Aby uniknąć tej sprzeczności, Zoellner w bardzo pomysłowy sposób zwrócił się o pomoc do danych geometrii transscendentalnej. Zdaniem jego dwie są drogi do utrzymania hipotezy wszechświata skończonego: albo musimy przypuścić, że czas posiada granice—i tak w samej rzeczy postępują wszystkie teorie kosmologiczne, przyjmujące poglądy Kanta i Laplace'a—albo też musimy zmodyfikować nasz pogląd na naturę przestrzeni. Pierwsza z tych alternatyw sprzeciwia się naturze naszego umysłu, który wymaga, aby szereg przyczynowy nie miał końca. Natomiast druga nie jest niemożliwa sama w sobie. Pogląd bowiem na przestrzeń jest pochodzenia empirycznego. Nasze wyobrażenie przestrzeni, jako różnorodności o trzech jednorodnych wymiarach prostoliniowych, powstało, zdaniem Zoellner'a, zapomocą nieświadomego wnioskowania z danych, dostarczonych przez postrzeganie zmysłowe; wyobrażenie to jest hipotezą, którą stwierdzają wszystkie nasze spostrzeżenia astronomiczne, zarówno bezpośrednie, jak i te, których dokonujemy zapomocą narzędzi optycznych. Gdyby jednak w dziedzinie fizyki znalazły się fakty, któreby nas przekonały, że tam, gdzie chodzi o odległości znacznie większe niż te, na które sięgają nasze organy i narzędzia, tam hipoteza nasza okazuje się niedostateczną—wówczas należałoby zastąpić ją przez inną. Zoellner mianowicie stawia na jej miejsce hipotezę, że spółczynnik krzywizny przestrzeni nie równa się z e r u, jak to przyjmujemy na zasadzie naszego bezpośredniego ujmowania zmysłowego, ale że posiada pewną określoną wartość, różniącą się od zera. Już Riemann<sup>1)</sup> w swej rozprawie „O podstawowych hipote-

---

<sup>1)</sup> Riemann, Ueber die Hypothesen, welche der Geometrie zu Grunde liegen. Abhandl. der Ges. der Wissenschaften, Getynga, t. 13, str. 133.

zach geometrii,“ która posiada kapitalne znaczenie dla badań transscendentalnych w tym przedmiocie, wykazał, że należy odróżniać nieograniczoność przestrzeni od jej nieskończoności. A mianowicie: gdyby przestrzeń posiadała jakiś określony stały współczynnik krzywizny o wartości dodatniej, choćby nawet nieskończenie małej, wówczas nie miałyby wprawdzie granic, ale bynajmniej nie byłyby nieskończoną. Istotnie, w takiej przestrzeni linią zasadniczą byłaby nie linia prosta, lecz linia koła. Tym sposobem ciało, które w takiej przestrzeni posuwałoby się naprzód w pewnym stałym kierunku, mogłoby wprawdzie drogę swoją odbywać bez końca, lecz jednocześnie sama droga byłaby wielkością skończoną; albowiem po upływie pewnego czasu, choćby nawet niezmiernie długiego, ciało wróciłoby do swego punktu wyjścia.

Przypuśćmy zatem wraz z Zoellner'em, że współczynnik krzywizny przestrzeni trójwymiarowej posiada pewną wartość pozytywną, dość jednak małą, by można było nie brać jej w rachubę przy odległościach, dostępnych dla naszych badań astronomicznych. Przestrzeń tego rodzaju będzie z jednej strony odpowiadała wymaganiom naszego bezpośredniego postrzegania zmysłowego, z drugiej zaś pozwoli na postawienie hipotezy wszechświata nieskończonego pod względem czasu, nie wciągając nas w żadne z tych sprzeczności, jakie stale towarzyszą tej hipotezie przy empirycznym pojęciu przestrzeni, bez względu na to, czy przyjmujemy wszechświat jako skończony, czy jako nieskończony pod względem przestrzeni i masy. Fortel polega tu na tym, że w hipotezie przestrzeni transscendentalnej przestrzeń i masa dają się rozważać jednocześnie jako skończone, a jednak nie mające granic; takie zaś pojmowanie zaspakaja wymagania zarówno naszej wyobraźni, która cofa się przed granicą, zakreśloną wszechświatowi w nieskończonej przestrzeni, jak i fizyki, która przeciw granicy tej protestuje.

Niestety, zaspakaja nie nadługo. Tego rodzaju rozstrzygnięcie zagadnienia kosmologicznego właściwie nie usuwa ani pretensji naszej wyobraźni, ani sprzeczności natury doświadczalnej. Żądać od wyobraźni, by przyjęła takie wyobrażenie wszechświata, jakiego ona sobie wogóle wytworzyć nie jest w stanie, jest to stawiać jej wymagania zbyt wygórowane. Można by wprawdzie twierdzić, że taki wszechświat, jakim go przyjmujemy w danej hipotezie, staje się niewyobrażalnym dopiero z chwilą, gdy wogóle przekraczamy granice naszej wyobraźni. Wszakże wielkości niezmierzonej nigdy nie możemy sobie wyobrazić—transscendentalne zaś własności przestrzeni wszechświata mają się uwydatniać rzekomo dopiero przy takich odległościach, które przekraczają granice nawet astronomicznego badania. Tu wszakże trzeba zauważyć, że tam, gdzie chodzi o wielkości skończone, choćby niewiadomo jak olbrzymie, tam, na zasadzie powszechnie działających praw fizycznych, wzajemne oddziaływania ciał zależą tylko od ich względnych stosunków. Czybyśmy sobie wyobrazili nasz system słoneczny w postaci zwiększonej aż do rozmiarów drogi mlecznej, czy też zmniejszonej aż do takiego stopnia, iżby średnią odległość między Neptunem a słońcem nie przenosiła jednego metra—prawa, rządzące ruchem tego systemu, ani w jednym, ani w drugim wypadku nie uległyby zmianie. Jeżeli cały wszechświat jest wielkością skończoną, powinniśmy móc go sobie wyobrazić w dowolnym powiększeniu lub zmniejszeniu. Przy hipotezie przestrzeni transscendentalnej jest to rzeczą niemożliwą: z chwilą bowiem, gdy przy zmniejszaniu wszechświata dochodzimy do granicy, gdzie jego transscendentalna natura staje się nareszcie widoczną, z tą chwilą sam wszechświat staje się dla nas niewyobrażalnym. Dotąd zasady fizyki opierały się na przypuszczeniu, że wszelkie wzajemne oddziaływania ciał zależą tylko od stosunków, jakie zachodzą między temi ciałami;—transscendentalna teoria kosmologiczna dołącza do tego, jak widzimy, przypuszczenie nowe, a mianowicie, że owe zasady war-



tość swą zachowują tylko w pewnych bezwzględnych granicach przestrzeni skończonej, i to właśnie w tych granicach, które są dostępne dla naszego postrzegania. Osobliwość tego nowego przypuszczenia uwydatni się jeszcze jaśniej, jeśli przyjmiemy w założeniu jakąś ogólniejszą hipotezę co do formy przestrzeni wszechświata. Tak np. przypuśćmy—nie jak Zoellner, że spółczynnik krzywizny tej przestrzeni jest stałym—lecz że posiada tylko jakąkolwiek wartość skończoną, czyli wyobraźmy sobie, że najprostszą linią w tej przestrzeni jest jakaś dowolna krzywa. W takiej przestrzeni najprostszą powierzchnią, odpowiadającą w naszym wyobrażeniu przestrzennym płaszczyźnie, byłaby oczywiście jakaś powierzchnia krzywa. Figury, nakreślone na niej, tylko w paru specjalnych przypadkach dałyby się po niej przesuwac bez zmiany postaci—a mianowicie, o ile by to była powierzchnia kuli, walca, lub też t. zw. powierzchnia pseudosferyczna; we wszystkich innych przypadkach figury zmieniałyby kształt przy przesuwaniu. Tak np. kąty trójkąta, przesuwane po powierzchni elipsoidalnej, lub wreszcie po jakiejkolwiek powierzchni o zmiennej krzywiznie, zwiększałyby się lub zmniejszały. Wyobraźmy sobie teraz przestrzeń trójwymiarową o wszystkich trzech wymiarach krzywych; poruszając się w takiej przestrzeni, ciała zmieniałyby kształt w każdym przypadku, niezależnie od tego, czyby krzywizna była zmienną, czy stałą. Weźmy np. przestrzeń trójwymiarową sferyczną: ponieważ linje, odpowiadające w Euklidesowej przestrzeni równoległym, są tam kołami wielkimi, przeto ciało, przenosząc się z jakiegoś określonego punktu na inny, musiałoby się najpierw rozciągnąć, a następnie skurczyć. Wobec tego, że zmianą postaci zmieniałyby się jednocześnie i objętość ciał. Gdybyśmy więc przypuścili, że przestrzeń wszechświata jest właśnie tego rodzaju, to konsekwentnie musielibyśmy przyjąć, że ciała niebieskie, przy poruszaniu się, zmieniają kształt i objętość. Tutaj nasuwa się pytanie, czy zmiana objętości nie pociąga za sobą zmiany masy. W myśl zasady ilościowej niezmienności materji,

skłanialibyśmy się może ku przypuszczeniu, że masa nie ulega zmianie. Lecz ponieważ zasada ta została stwierdzoną tylko dla tej części wszechświata, która jest dostępna naszemu doświadczeniu, przeto nie może ona dać nam prawa do bezwzględnego odrzucenia przypuszczenia, iż odpowiednio do zmian objętości w ciałach mogą także zachodzić i ustawiczne zmiany masy. Odrzucając to przypuszczenie, musielibyśmy przyjść do wniosku, że dane ciało, wskutek prostej zmiany miejsca w przestrzeni, może zmienić skład ilościowy swych cząsteczek, tj. że przy zmianie miejsca drobinę jego mogą ulegać rozproszeniu dyssocjacji. Przyjmując je, musielibyśmy się zgodzić, że masa ciał jest tylko funkcją miejsca ich w przestrzeni, i to miejsca jako takiego, zupełnie niezależnie od jakichkolwiek innych warunków. Z tych dwóch stanowisk pierwszeństwo należałoby oddać drugiemu. Należy tylko bowiem pamiętać, iż, według hipotezy, transscendentalne właściwości przestrzeni stają się dostrzegalnymi dopiero przy takich odległościach, jakie przekraczają granicę naszego postrzegania, wobec tego, wnioski, wypływające z tego stanowiska, nie podlegają zaprzeczeniu, ponieważ nie może być takiego przypadku, kiedyby wnioski te stanęły w sprzeczności z naszymi poglądami przestrzennymi i z naszymi fizykalnymi wyobrażeniami. Wyobraźmy sobie spostrzegacza, któremu byłoby danym przebyć podobny świat lotem ptaka: ciała same w sobie zmieniałyby wprawdzie ustawicznie postać swą i rozmiary, lecz ciało spostrzegacza podlegałoby jednocześnie zmianom analogicznym; tak np. wraz ze zmianą kształtu obrazów na siatkówce zmieniałyby się i kształt samej ze siatkówki. Tym sposobem podróżny nie dostrzegłby całego tego dziwnego widowiska, ale przeciwnie, przyszedłby do przekonania, że w przestrzeni transscendentalnej panuje to samo prawo, co i w naszej przestrzeni empirycznej, czyli że postać ciał nie zależy od miejsca, jakie te ciała zajmują. Słowem, zasłoby to samo, co i w tym przypadku, gdyby nagle cały świat, nie wyjmując nas samych, w jakimś dowolnie wziętym stosunku zmniej-

szyl lub powiększył swe rozmiary absolutne. W gruncie rzeczy nie mamy żadnych dowodów na to, że istotnie w każdej chwili nie dzieje się coś podobnego.

Lecz tu nie koniec skutków, które by wynikały z natury stosunków przestrzennych takiego transscendentalnego świata. Naprzód zatem należałoby przyjąć, iż działanie ciężenia oraz wszelkich innych sił, działających na odległość, aż do nieskończoności wraca do swego źródła. W ten sposób każda ciężka masa działałaby na samą siebie. Ponieważ natężenie działania zmniejsza się w stosunku prostym do odległości, przeto działanie jednorazowe byłoby niedostrzegalnym. Ponieważ jednak z drugiej strony każda linja, przeprowadzona w przestrzeni, wraca do siebie nieskończoną ilość razy, przeto i działanie, które każde ciało ciężkie wywierałoby samo na siebie, musiałyby z czasem stać się nieskończenie wielkim. Takie nieskończone siły działałyby na każde ciało we wszystkich możliwych kierunkach, w rezultacie więc znosiłyby się nawzajem i, podobnie, jak zmiany masy i postaci, zachodzące przy przemieszczaniu się ciał niebieskich, wymykałyby się naszemu postrzeganiu. W świetle tej hipotezy świat rzeczywisty ukazuje się nam w postaci jakiejś pozostałości zjawiskowej, po za którą znajdowałby się jakiś świat sam w sobie, możliwy, lecz niedostępny dla skontrolowania i stwierdzenia. Świat ten byłby nieskończonym, wprawdzie nie pod względem rozciągłości, lecz zato w każdym swym punkcie pod względem natężenia. Poprzednio wskazaliśmy, zapomocą jakiego rozumowania można dowieść, że w świecie o nieskończonej rozciągłości każdy punkt musi posiadać nieskończenie wysoką temperaturę i nieskończone natężenie świetlne; zapomocą podobnej argumentacji można wyprowadzić to samo i dla przestrzeni sferycznej. Jeżeli przestrzeń ta jest od nieskończenie dawnych czasów wypełniona świecącymi gwiazdami, to każdy jej punkt musiałby być już osiągnąć temperaturę nieskończenie wysoką. Wniosek ten jest zresztą paralogizmem tak samo w tym wypadku, jak i w poprzednim, gdzie chodzi-

ło o przestrzeń nieskończoną. Przypuszczenie, że przestrzeń skończona może być napełniona świecącymi gwiazdami przez czas nieskończony, stoi w sprzeczności z zasadą zachowania energii. W przestrzeni, tak skończonej jak i nieskończonej, musiałoby w rezultacie nastąpić wyrównanie różnic temperatury, a to równałoby się nastaniu stanu równowagi. To doprowadza nas po raz wtóry do wniosków, wynikających z hipotezy wszechświata, nieskończonego pod względem rozciągłości. Wnioskom tym podpada i teoria transscendentalna.

Przestrzeń sferyczna, czy trój,— czy  $n$ —wymiarowa, musi bezwarunkowo posiadać rozciągłość skończoną. Choćby granice takiego świata były dla naszej wyobraźni równie niedostępne, jak niedostępna jest i sama jego natura jednak już w samym jego pojęciu zawiera się idea jego ograniczoności, z tego zaś wynika, że i wypełniająca go materja, bez względu na to, jak byłaby w nim rozłożoną, musi być ograniczona co do ilości. Nie będzie to zupełnie słusznym w stosunku do masy samej w sobie, o ile weźmiemy pod uwagę jej miarę mechaniczną—jak bowiem widzieliśmy, każda masa, podlegająca sile ciężenia, podlega w gruncie rzeczy działaniom nieskończone wielkim. Z drugiej jednak strony, ponieważ te nieskończone działania znoszą się nawzajem, przeto we wszelkich spekulacjach natury empirycznej masę musimy rozważać jako skończoną. Jakikolwiek bowiem punkt przestrzeni sferycznej obralibyśmy sobie za punkt wyjścia, zawsze po upływie dostatecznie długiego czasu musielibyśmy doń powrócić. Z tego jednak wynika, że do takiej przestrzeni stosują się wszystkie te wnioski, które wyprowadzamy z zasad fizyki odnośnie do wszechświata skończonego. Energja tego ostatniego dąży do pewnego maximum, które musiała już osiągnąć, jeśli świat istnieje już od nieskończoności.

Wnioskowi temu możnaby zarzucić, że druga główna zasada mechanicznej teorii ciepła, z której właśnie został wyprowadzony, sama jeszcze nosi charakter zbyt empiryczny, abyśmy mieli prawo przenosić ją z tych spostrze-

żeń, z których została wyciągnięta, na większe stosunki kosmiczne—choć właściwie wszędzie przecież musimy się spuszczać na metodę takiego przenoszenia. Lecz i ten wybieg nie na wiele by się przydał, bowiem sprzeczność, w którąśmy się tu uwikłali, leży głębiej. Polega ona mianowicie na tym, że chcieliśmy hipotezę wszechświata skończonego pod względem masy i przestrzeni związać z przypuszczeniem nieskończonego trwania w czasie. Takie połączenie nieuchronnie pociąga za sobą sprzeczność, wyrażającą się w tym, że wzajemne oddziaływania, które mogą powstać we wszechświecie, ograniczonym pod względem masy i wielkości, już do tej chwili miały czas nieskończony na to, by się rzeczywiście dopełnić. Zasada maximum entropji nadaje tej sprzeczności tylko właściwą formę fizykalną. Wogóle, o ile trzymać się będziemy uznawanego dotąd pojęcia czasu, o tyle pozostaje nam tylko jedna droga do uniknięcia sprzeczności. A mianowicie: kto uznaje wszechświat za ograniczony pod względem przestrzeni, ten jednocześnie musi i trwanie jego uznać za ograniczone; kto zaś nie może się zdecydować na to ostatecznie, ten konsekwentnie jest zmuszony przyjąć także i nieskończoność świata pod względem przestrzeni. Nie znaczy to wcale, jakobyśmy wobec tego mogli obie te nieskończoności, czasu i przestrzeni, wprowadzić do dziedziny fizyki i operować niemi na tym gruncie. Znaczy tylko, że, z punktu widzenia teorii poznania, sprzeczności, które pociąga za sobą każda z tych nieskończoności, wzięta oddzielnie, znoszą się nawzajem, gdy je bierzemy razem—i że przeto jedyną rzeczą dostępną w tym względzie dla nas jest: w skończonej części wszechświata, ograniczonej pod względem przestrzeni, określać następcość zjawisk według prawa przyczynowości fizycznej.

Można sobie zresztą wyobrazić jeszcze jeden sposób uniknięcia sprzeczności, sposób, który nasuwa się niemal sam przez się z chwilą, gdyśmy przyjęli transscendentalną teorię przestrzeni. A mianowicie: mogli byśmy i czasowi przypisać podobną naturę trans-

scendentalną. Naszemu doświadczeniu wewnętrznemu czas objawia się, jako różnonodność jedn'owymiarowa, a ponieważ tak w sobie samych, jak i w świecie zewnętrznym, postrzegamy zmiany jedynie postępujące, przeto przeprowadzamy analogię między tym jednym wymiarem a linią prostą w przestrzeni i przyjmujemy, że bieg czasu rozciąga się bez końca wstecz i naprzód, lecz nigdy nie wraca do tego samego punktu. Czemuż jednak nie mielibyśmy porzucić tej hipotezy? czemu nie mielibyśmy przypuścić, że i czas także zdaje się postępować w kierunku prostym jedynie tam, gdzie chodzi o okresy względnie niewielkie, takie, jakie są dostępne naszemu doświadczeniu; gdy tymczasem, wzięty sam w sobie, posiada pewien pozytywny stały współczynnik krzywizny, czyli że w rzeczywistości zakreśla koło, bez końca przebywające kolejno te same punkty? I w rzeczy samej nie wiadomo, dlaczego by nie można uczynić podobnego przypuszczenia równie dobrze co do czasu, jak i co do przestrzeni. Więcej nawet: bliżej rozważywszy kwestję, dochodzimy do wniosku, że nawet musimy je uczynić; inaczej nie da się uniknąć sprzeczności, w jakie uwikłałaby nas hipoteza wszechświata o ograniczonej rozciągłości, z nieskończonym trwaniem. W tej hipotezie i czas nie może być nieskończonym; może on tylko być niemającym końca, powracającym wiecznie do tego samego punktu wyjścia. Transscendentalny czas jest koniecznym dopełnieniem transscendentalnej przestrzeni. Dla wyobrażenia sobie jednak podobnego czasu niezbędny jest byt duchowy, odmienny od naszego, w czasie, posiadającym przynajmniej dwa wymiary proste. Stąd krok już tylko do teorii emanacji. Świadomość indywidualną można by sobie wyobrazić jako jedną z gałęzek świadomości transscendentalnej, rozciągającej się w  $n$  kierunkach. Dalej jeszcze można by postawić pytanie, czy sama nawet przestrzeń nie zlewa się w jedno z wymiarami czasu [takiej świadomości transscendentalnej? Fechner <sup>1)</sup> rozwinął niedawno

---

<sup>2)</sup> Kleine Schriften von d-r Mises, str. 255.

te myśli w formie żartobliwej, lecz spekulacje przyrodnicze i matematyczne Riemannu'a, <sup>1)</sup> ogłoszone z jego papierów pośmiertnych, w samej rzeczy skierowują uwagę naszą ku tym zagadnieniom.

Jeżeli czas powraca ciągle do swego punktu wyjścia, przebiegając ustawicznie tę samą drogę, wówczas wszystko, cokolwiek się dzieje, zachodzi wśród warunków, powtarzających się z wieczystą jednostajnością. Niema na świecie żadnego istotnego postępu; niema też, co prawda, i trwałego cofania się. To, co jest dzisiaj, było już kiedyś przed czasem niezmiernie dawnym i kiedyś, po równie długim przeciągu czasu, powtórzy się ze ścisłą dokładnością. Czynność, którą teraz wykonywam, wykonywałem już niegdyś w takich samych okolicznościach niezliczoną ilość razy, wykonam jeszcze, gdy czas wróci do tego samego punktu, i wykonywać będę bez końca. Niemożna powiedzieć, aby taki pogląd na historję świata zawierał w sobie coś szczególnie podniosłego i pocieszającego: nietylko bowiem, że wyklucza myśl jakiegokolwiek rzeczywistego postępu, ale i w zamian nie daje nic prócz wrażenia niesłychanej nudy. Gdyby istotnie nauka miała przyjąć takie wyjaśnienie zjawisk światowych i uznać je za słuszne, to etyczny pogląd na świat źleby na tym wyszedł.

---

<sup>1)</sup> Dzieła Riemannu'a, wyd. przez H. Weber'a. Lipsk 1876.— Podobne idee znajdujemy już zresztą u mistyka Henryka Morusa: „Quamquam materiales res omnes in se consideratae trinis tantummodo dimensionibus contentae sint, quarta in rerum naturam est admittenda, quae satis apte opinor appellari potest „spissitudo essentialis“; - ita appellare libet modum seu proprietatem substantiae illius cujus una pars aliam in se potest recipere.“ (Jakkolwiek wszystkie, same w sobie uważane, trzy tylko mają wymiary, wszakże w naturze rzeczy przypuścić należy jeszcze czwarty, który, jak sądze można dość dogodnie „wchłonnością istotną“, — tak nazwać byłoby dobrze tryb bytu, czyli własność takiej substancji, której części mogą jedna drugą wzajemnie w siebie przyjmować). (Henrici Morus Cantabrigiensis opera omnia). Londyn 1679, V str. 32<sup>o</sup>, II. str. 294.

Przedewszystkim jednak zwróćmy się do przyczyny, która doprowadziła najpierw do przyjęcia hipotezy transcendentальной przestrzeni, a od niej do analogicznej z nią hipotezy transcendentальной następczości zjawisk wszechświatowych w czasie. Jak już widzieliśmy, przyczyna ta leżała w pragnieniu posiadania takiego przyczynowego wyjaśnienia świata, co do którego moglibyśmy wyobrazić sobie, iż prowadziłyby nas ono od faktu do faktu w nieskończoność, choćbyśmy nawet w rzeczywistości nie mogli przeprowadzać go bez końca. Pragnienie zaś to wynika z tkwiącego w nas prawa zasady poznania — prawa, które dla każdego faktu naszej myśli domaga się zasady, z której fakt ów wynikałby w sposób konieczny. W odniesieniu do faktów, które myśl nasza czerpie z doświadczenia, prawo zasady poznania przekształca się na prawo przyczynowości, w którym stosunkowi przyczyny do skutku przypisujemy taki sam charakter konieczności, jaki w myśleniu naszym posiada stosunek zasady do wyniku.<sup>1)</sup> Prawidłowość, z jaką zjawiska wiążą się z sobą w doświadczeniu, poświadczą owo wymaganie konieczności, z którym już przystępujemy do doświadczenia. Ta prawidłowość przedstawia się nam w postaci praw natury, których musimy doszukiwać się empirycznie, a których jednak nigdy byśmy ani szukali, ani mogli znajdować, gdyby nie owo tkwiące w nas prawo zasady poznania, które daje impuls do tych poszukiwań.

Jeśli więc wymaganie, by przyczynowy łańcuch zjawisk posiadał nieprzerwaną ciągłość, wynika z zastosowania prawa poznającej myśli do danych doświadczenia, to wobec tego odpowiedź na pytanie, jak i jest ogólny charakter tego związku przyczynowego, może się zawierać tylko albo w formalnych warunkach naszego myślenia, al-

---

<sup>1)</sup> Por. w tym względzie moją akademicką mowę inauguracyjną: „Ueber den Einfluss der Philosophie auf die Erfahrungswissenschaften“ Lipsk 1876, str. 15 i nast., jak również dzieło: „Ueber die physikalischen Axiome“, Erlangen, 1886, str. 88 i nast.



bo też w treści tego myślenia, dostarczanej przez doświadczenie. To znaczy, że, gdyby czas miał być różnorodnością, powracającą ustawicznie w tym samym porządku, to pierwiastek powtarzania musiałby się zawierać albo w warunkach naszego logicznego myślenia, albo też w prawach natury, które wskazywałyby nań, jako na fakt doświadczenia. Tymczasem proces logicznego myślenia nie zawiera nic, coby usprawiedliwiało hipotezę powrotu procesu myślowego do studjów, raz już przebytych; nawet wprost przeciwnie: właśnie z naszego procesu myślowego czerpiemy wyobrażenie czasu, jako płynącego wciąż w jednym tylko kierunku. Gdybyśmy zaś przypuścili, że czas przedmiotowy, przebieg zewnętrznych zjawisk natury, jest odmiennym od czasu podmiotowego, czyli od naszego wyobrażenia czasu, to i tak bliższe określenie formy takiego przedmiotowego czasu moglibyśmy odnaleźć jedynie na zasadzie praw natury, wyprowadzonych z doświadczenia zewnętrznego. Prawa te jednak przeczą bezwarunkowo hipotezie czasu, wracającego do swego punktu wyjścia. Ani jedno ze znanych nam praw natury nie zawiera nic, coby nawet w najbardziej oddalony sposób wskazywało na możliwość podobnego, całkowitego, zakończonego obiegu zjawisk. Nawet i w tych wypadkach, które okazują pewną analogję z procesem powrotu do przebytych stadjów—jak np. zmiany w biegu planet, powracające w wiekowych odstępach, lub niektóre zjawiska rozwojowe w naturze organicznej—nawet i tam analogja znika z chwilą, gdy przekraczamy granice owych okresów względnie krótkich; tymczasem, gdyby hipoteza powrotu czasu była zgodna z rzeczywistością, rzeczy miałyby się wprost przeciwnie. Lecz, co zadaje już ostateczny cios tej hipotezie, to wnioski, do których doprowadzają w sposób niezbędny rozważane w swym spółdziałaniu dwie główne zasady mechanicznej teorii ciepła, a mianowicie: zasada zachowania energii oraz zasada przemiany energii w ciepło i odwrotnie. Jak widzieliśmy, wnioski te orzekają, że świat dąży do pewnego niezmiennego stanu ostatecznego, do któ-

rego z biegiem czasu zbliża się coraz bardziej. Jeżeli wszechświat jest skończony pod względem przestrzeni, to po upływie jakiegoś czasu, choćby nawet niezmiernie długiego, stan ten w rezultacie osiągnie; jeżeli jest nieskończenie rozciągląym, to będzie się doń tylko zbliżał bez końca, nigdy nie mogąc osiągnąć go w zupełności. Ale tak w jednym, jak i w drugim wypadku, całokształt zmian zachodzi tylko w jednym kierunku; stąd też, o ile tylko przypuścimy, że obecne prawa natury mogą ulec zmianie—o powrocie tego samego stanu rzeczy nie może być mowy.

Tak więc pojęcie powrotu czasu do swego punktu wyjścia sprzeciwia się z jednej strony formalnemu warunkowi naszego poznania, zasadniczej formie logicznego myślenia, na którą wskazuje nasze wyobrażenie czasu; z drugiej zaś—najogólniejszym zastosowaniom, jakie prawo przyczynowości znajduje w doświadczeniu. W tym miejscu nasuwa się następująca refleksja: cała hipoteza transscendentalnej przestrzeni została stworzona jedynie w tym celu, by uczynić zadość wymaganiom zasady przyczynowości; tymczasem wyniki tej hipotezy stają w sprzeczności zarówno z podstawą terjo-poznawczą prawa przyczynowości, jak i z jego treścią empiryczną—z powszechnymi prawami natury.

Jeśli teraz rzucimy okiem na całość hipotezy transscendentalnej, to ujrzymy, że trzeba nam w niej wyodrębnić jedną od drugiej jej dwie części składowe: hipotezę transscendentalnej formy przestrzeni wszechświata od hipotezy nieskończonego czy też nie mającego końca biegu czasu. W naturze pierwszej z tych hipotez leży to, że niemożna jej ani niezbitcie udowodnić, ani nieodwołalnie obalić. Tak np. wniosek, że w podobnej przestrzeni ciała zmieniają swój kształt i objętość zależnie od miejsca, w którym się znajdują, może wyglądać bardzo nieprawdopodobnie; jednakże ścisłych dowodów przeciwstawić mu nie możemy, ponieważ zgodnie z założeniem zarówno te zmiany ciał, jak i sama transscendentalna natura przestrzeni, wymykają się naszemu postrzeganiu. To też z chwilą, gdy

przyjmiemy zasadę: że w naukach przyrodniczych dopuszczalną jest każda hipoteza, która tylko w wynikach swych nie wykazuje sprzeczności ze zjawiskami—z chwilą tą będziemy zmuszeni przyznać, że istotnie—przeciwko hipotezie wyżej wspomnianej niewiele więcej da się powiedzieć, niż przeciwko jakiegokolwiek bądź innej. I w samej rzeczy, w ostatnich czasach szczególnie, w fizyce teoretycznej ustaliła się zasada przyznawania prawa obywatelstwa każdej wogóle hipotezie, posiadającej cechy możliwości. Przypomnę tu tylko np. ową szczególną elektrodynamiczną teorię materji Clark Maxwell'a, której konstrukcje dadzą się w zupełności przyrównać do mechanizmów zegarowych dawnej astronomji. Tymczasem właściwie nauka powinna uprawniać tylko te hipotezy, które nie dodają nic zbytecznego do wniosków, dyktowanych przez doświadczenie. W rezultacie ostateczny wniosek co do hipotezy transscendentalnej formy przestrzeni świata da się sformułować, jak następuje: Sama przez się, hipoteza ta jest tylko przypuszczeniem, dodanym do doświadczenia i niepodlegającym ścisłemu dowodzeniu ani za, ani przeciw; ale natura jej zmienia się zasadniczo z chwilą, gdy przyłączamy do niej hipotezę czasu nieskończonego czy też nie mającego końca. Jeżeli weźmiemy czas w znaczeniu ogólnie przyjętym i uznajemy go za nieskończony, wówczas, w zestawieniu z tym nieskończonym czasem, skończona przestrzeń, zarówno w swej postaci transscendentalnej jak i zwyczajnej, postawi nas w sprzeczności z faktycznie istniejącą zmienną formą bytu świata. Jeśli zaś do hipotezy wprowadzimy pojęcie czasu transscendentalnego, t. j. nie mającego końca, bo wciąż powtarzającego kolejno te same momenty, wówczas samym tym pojęciem staniemy w sprzeczności zarówno z zasadą poznania, z której wypływa prawo przyczynowości, jak i z najogólniejszemi prawami natury, zawartemi w tym prawie.

Nie potrzebuje zapewne dodawać, że podana tu krytyka zastosowań teorii transscendentalnej przestrzeni

w dziedzinie fizykalnej w niczym nie zmniejsza wagi badań nad tą przestrzenią. Badania te mają, przeciwnie, najwyższą wagę dla filozoficznego poglądu na pojęcie przestrzeni; a nawet można utrzymywać z całą stanowczością, że one to dopiero ustaliły rzeczywiste pojęcie przestrzeni w znaczeniu matematycznym i filozoficznym. Lecz i co się tyczy kosmologii—próba, którą uczynił Zoellner zastosowanie w jej dziedzinie pojęcia przestrzeni transscendentalnej, jest jedną z najpłodniejszych idei, jakie w ciągu długiego czasu pojawiły się w tej nauce. Wszakże płodność danej idei mierzy się nie ilością bezpośredniej prawdy, w niej zawartej, lecz obszarem horyzontów, które idea ta otwiera przed naszymi oczami, oraz siłą impulsów, które daje w kierunku dalszego rozwoju nauki. Gdyby prace wspomniane miały tę tylko jedyną zasługę, że nie dając panującym poglądom sprowadzić się z swej drogi, odważnie i samodzielnie przedsięwzięły krytyczne zbadanie najogólniejszych założeń wiedzy przyrodniczej—to już tym samym zasługa ich byłaby dość wielką. W ten bowiem sposób przeciwdziałały najniebezpieczniejszemu wrogowi naukowego postępu, wrogowi, który w dziedzinie nauk ścisłych jest równie potężnym, jak w którejkolwiek innej; tym zaś wrogiem była po wszystkie czasy ślepa wiara w autorytety oraz przesąd, że pogląd zakorzeniony i powszechnie uznany jest przez to samo poglądem prawdziwym.

#### 4. Hypoteza podwójnej nieskończoności.

Jak widzieliśmy, hipoteza potrójnej nieskończoności—co do czasu, przestrzeni i masy—okazała się niemożliwą do przyjęcia; podobnie hipoteza nieskończoności pojedynczej co do czasu, i to zarówno, czybyśmy skończonej przestrzeni przypisali jej naturę zwykłą, czy transcendentalną. Wobec tego pozostaje nam jeszcze pytanie, czy, przyjmując hipotezę trzecią, trzymającą środek między dwiema poprzedniami, a rozważającą wszechświat jako

nieskończony co do czasu i przestrzeni, zaś skończony pod względem masy, nie unikniemy tych wszystkich sprzeczności, w jakie wikłają się tamte hipotezy.

Zbytecznym chyba byłoby przypominać, że nieskończoność przestrzeni bynajmniej nie pociąga za sobą nieskończoności zawartej w niej masy. Matematyka zna nieskończone szeregi, których suma jest wielkością skończoną. Tak np. szereg następujący:

$$1 + x + \frac{1}{2} x^2 + \frac{1}{2 \cdot 3} x^3 + \frac{1}{2 \cdot 3 \cdot 4} x^4 \dots$$

ciągnie się do nieskończoności, gdy tymczasem suma jego jest skończoną.

Gdybyśmy np. przyjęli  $x = 1$ , wówczas suma szeregu równałaby się liczbie  $e$  (2, 7172718...), znanej jako podstawa naturalna logarytmu. Wyobraźmy sobie teraz, że materja, poczynając od jakiegoś punktu, gdzie gęstość jej jest największa, rozrzedza się stale według prawa, którego wyobrazicielami byłyby poszczególne wyrazy powyższego, lub jakiegoś innego podobnego szeregu; w tym wypadku cała nieskończona przestrzeń wszechświata byłaby wypełniona materją, a jednak materja sama w sobie byłaby wielkością skończoną. Z tego wynika, że hipoteza skończonej masy w nieskończonej przestrzeni jest ściśle związana z przypuszczeniem pewnego określonego prawidłowego rozkładu materji: poczynając od pewnego punktu, materja musi się stopniowo asymptotycznie rozrzedzać, tak iż w punktach nieskończenie odległych gęstość jej będzie nieskończenie mała.

Każdy z łatwością przyzna, że hipoteza skończoności materji nie sprzeciwia się naszemu myśleniu, ani w taki sam sposób, ani w tym samym stopniu, co hipotezy skończoności czasu lub przestrzeni. W obliczu tych dwóch ostatnich hipotez natychmiast z siłą konieczności nasuwa się pytanie: cóż zatem należy wyobrazić sobie zewnątrz przyjętej granicy? Tymczasem, co się tyczy materji, to

bliższe określenia jej cech takich jak: gęstość, masa i t. p., mogą być tylko albo bezpośrednio brane z doświadczenia, albo wyprowadzane zeń drogą rozumową w postaci wniosków. Dzięki temu, gdyby z wniosków tych miało wynikać twierdzenie, że masa materji jest skończoną, to twierdzenie to nie stałoby w żadnej sprzeczności z naturą naszego myślenia.

Co więcej, godnym jest uwagi, że wszystkie sprzeczności, w jakich wikła się hipoteza nieskończoności przestrzeni wszechświata, znikają z chwilą, gdy hipotezę tę uzupełnimy przypuszczeniem skończoności masy. Łączność tych dwóch hipotez jest możliwą tylko wtedy, gdy jednocześnie przyjmemy, że, poczynając od pewnego punktu, materja asymptotycznie się rozrzedza. Taki wszechświat posiadałby jeden jedyny środek ciężkości, będący zarazem punktem bezwzględego spoczynku, do którego to punktu odnosiłyby się wszystkie ruchy. Wskutek skończoności masy wyniki działania wszelkich sił osiągałyby zawsze tylko wartość skończoną. Zatem nigdzie nie mogłoby być nieskończonego ciśnienia; i podobnież—nawet gdyby skądinąd wniosek ten był do przyjęcia—ani temperatura, ani natężenie światła w żadnym punkcie nie mogłyby osiągnąć wartości nieskończonej.

W tej postaci teoria naraża się wprawdzie na te same zarzuty, które już były przeciwstawiane hipotezie świata ograniczonego przestrzennie, a trwającego już przez całą nieskończoność. Zgodnie z postawioną przez Zoellner'a zasadą ulatniania się mas kosmicznych, cała materja powinna już była od nieskończoności rozproszyć się po tych częściach przestrzeni, gdzie pierwotnie gęstość jej była nieskończenie małą; słowem, w tych warunkach świat mógł już od nieskończoności rozpaść się w nicość równie dobrze, jak i w warunkach hipotezy wszechświata ograniczonego, istniejącego w nieskończonej przestrzeni.

Lecz tu należy wziąć pod uwagę, że owa pozorna sprzeczność opiera się w gruncie rzeczy na dwóch przesłankach, z których nb. jedna może być poddana krytyce,

a druga wogóle krytyki nie wytrzymuje. Oto owe przesłanki: 1) wszystkie części wszechświata mają temperaturę wyżej bezwzględnego zera, i 2) nie działają we wszechświecie żadne siły, któreby mogły przeciwdziałać ulatnianiu się mas, lub też ulatnianie się to kompensować.

Jak wiadomo, mechaniczna teoria ciepła uznaje temperaturę  $-270^{\circ}$  za odpowiadającą bezwzględnemu zeru. Według pomiarów Pouillet'a temperatura przestrzeni światowej w bezpośrednim sąsiedztwie ziemi wynosi około  $-142^{\circ}$ . Pomińmy chwilowo stopień pewności tych pomiarów. Jakkolwiek bądź, pewnym jest, że, choć temperatura sąsiadujących z nami części wszechświata jest względnie bardzo niską, to jednak z drugiej strony jest jeszcze dużo wyżej punktu bezwzględnego zera, i to nawet w tymrazie, gdyby przesłanki, na mocy których wyprowadzono ową cyfrę  $-270^{\circ}$ , przy zbliżaniu się do tej granicy nie miały — jak to zresztą zgóry jest do przewidzenia — zachować całkowitej swej wartości. Dalej wszelkie pomiary temperatury wszechświatowej odnoszą się tylko do tej części świata, którą my zamieszkujemy. To, co się dzieje w częściach świata, położonych poza granicami układu słonecznego lub wreszcie systemu drogi mleczej, pozostanie nazawsze niedostępnym dla naszego poznania. Tyle tylko można twierdzić z pewnością, że w tych obszarach wszechświata, gdzie liczba świecących ciał niebieskich jest znacznie mniejszą, temperatura musi być również odpowiednio znacznie niższą. To też nic nie sprzeciwia się przypuszczeniu, że mogą istnieć niezmierzone przestrzenie o temperaturze, nieskończenie mało wznoszącej się ponad punkt bezwzględnego zera. Przypuszczenie to nasuwałoby się samo przez się, gdybyśmy przyjęli, że przestrzenie między pojedynczemi układami gwiazd stałych są wypełnione materją niezmiernie rzadką, zaś rozmiary samych układów są w stosunku do rozmiarów owych przestrzeni znikomo małe; jak również i w tym wypadku, gdybyśmy przyjęli, że, poczynając od pewnej określonej granicy, materja asymptotycznie się rozrzedza. Zgodnie z prawami mechanicznej

teorii ciepła gaz stały przy absolutnym zerze temperatury musiałby się zachować, jak ciało bezwzględnie sztywne; parowanie z powierzchni ciał, które ma miejsce przy temperaturach wyższych, tu ustaloby całkowicie. Otóż, przy hipotezie wszechświata ograniczonego pod względem rozciągłości, a istniejącego już przez czas nieskończony, nie mogłoby być nigdzie w przestrzeni takiego punktu, któryby posiadał temperaturę bezwzględnego zera lub tylko nieskończenie mało wyższą od niego—a to dlatego, że w tych warunkach skończonej rozciągłości a nieskończonego trwania musiałoby już oddawna nastąpić wyrównanie wszelkich różnic temperatury. Inaczej zupełnie, gdy chodzi o wszechświat, posiadający rozciągłość nieograniczoną. Wprawdzie i tu świat musi dążyć w kierunku owego stanu końcowego, lecz jasnym jest, że nigdy nie będzie mógł go osiągnąć. Przypuśćmy, że jakieś źródło ciepła, np. jakieś świecące ciało niebieskie, jest otoczone materją, która, asymptotycznie się rozrzedzając, rozciąga się do nieskończoności, a której cząstki w miarę oddalenia zbliżają się do temperatury bezwzględnego zera, aż wreszcie nieskończenie mało różnią się odeń;—w tych warunkach, w odległości nieskończonej działanie ciepła dałoby się odczuć dopiero po nieskończonym przeciągu czasu. Gdybyśmy zaś sobie wyobrazili, że ta nieskończoność już upłynęła, to i tak musiałaby przejść jeszcze jedna nieskończoność, zanim w nieskończonej przestrzeni mogłoby nastąpić powszechne wyrównanie różnic temperatury i całkowite rozproszenie materji wskutek parowania. Stąd wynika, że hipoteza nieskończonej przestrzeni usuwa sprzeczności, w jakie nas wprowadzała hipoteza nieskończoności czasu, i to usuwa bez względu na to, czy masę wszechświata będziemy rozważali jako skończoną, czy jako nieskończoną. Naturalnie, że świat rzeczywisty znacznie się oddala od tego schematycznego przykładu, użytego tu jedynie gwoli uproszczeniu kwestji. Zawiera on niezmierną ilość ciał, promieniujących światło i ciepło. Każde z tych źródeł



ciepła zużyje swoją siłę w ciągu jakiegoś ograniczonego przeciągu czasu. Ale procesy kosmiczne mogą bez przerwy tworzyć nowe zbiorniki światła i ciepła—i chwila, kiedyby to już więcej dziać się nie mogło, musi być odsunięta aż do tego momentu, w którym zostałby osiągnięty niezmienny stan końcowy—to znaczy: aż w nieskończoność. Zresztą rozumie się samo przez się, że owo asymptotyczne rozrzedzanie się materji powinnyby być rozważane tylko jako ogólne prawo, nie wykluczające różnorodnej niestałej zmienności w rozkładzie masy, o której-to zmienności zdaje się nas pouczać nasze bezpośrednie doświadczenie.

Druga przesłanka, na której wspiera się zarzut, że wszechświat o skończonej masie musiałby się rozproszyć w nieskończoności, polega na przypuszczeniu, że we wszechświecie nie działają żadne takie siły, któreby mogły kompensować skutki powszechnego ulatniania się mas. Tymczasem podobne przypuszczenie wprost sprzeciwia się doświadczeniu. Jest przedewszystkiem *j e d n a* powszechnie czynna siła, która z natury swej musi ustawicznie przeciwdziałać dążności do ulatniania się: siłą tą jest ciężenie powszechne. Biorąc pod uwagę jedynie siłę ciężenia, moglibyśmy na jej zasadzie równie dobrze wywnioskować postępowe gromadzenie i skupianie się mas, jak na zasadzie zjawiska ciepła wnioskujemy o ich ustawicznym rozpraszaniu. I w rzeczy samej—co się tyczy systemu słonecznego, wniosek ten już został wyprowadzony. Jeśli istotnie planety poruszają się w środowisku, przeciwstawiając im pewien opór, to stąd z nieuchronną koniecznością wynika, że kiedyś, po jakimś długim przeciągu czasu, wszystkie będą musiały zlać się z bryłą słoneczną—naturalnie, o ile tymczasem nie zajdą jakieś inne procesy kosmiczne, któreby mogły bądź dokonywający się wynik siły ciężenia powstrzymać, bądź dokonany już zniweczyć, sprowadzając ponowne rozproszenie się mas. Jak już wyżej mimochodem zaznaczyliśmy, to ponowne rozproszenie mogłoby nastąpić w tym razie, gdyby tak zaglomerowana masa zetknęła się z jakimś innym ciałem niebieskim. Ciepło, któreby się wywiązało

wskutek zetknięcia, zamieniłoby całość w bryłę gazową, podobną do tej, z której rozwinął się obecny system słoneczny. Prawda, że, gdy chodzi o względnie krótkie okresy czasu, prawdopodobieństwo tego faktu jest, zdaniem Laplace'a, bardzo małe. Wzrasta ono jednak w miarę tego, jak bierzemy pod uwagę okresy większe, a gdybyśmy wzięli jakiś przeciąg niezmierny, to dosięgłoby w końcu bardzo wysokiego stopnia. Tak więc, co się tyczy układu słonecznego, kiedyś, w odległej przyszłości już zagłomeronanego w jedną bryłę, możnaby twierdzić przeciwnie, że w ciągu nieskończonego czasu prawdopodobieństwo rozbięcia się jego wskutek zetknięcia z jakąś inną bryłą i przejścia do fazy ponownego rozwoju—równa się prawie pewności.

Lecz temu postępowemu rozpraszaniu się wszechświata przeciwdziałają nie jedynie rzadkie katastrofy w rodzaju przypuszczalnego ostatecznego zlania się ciał jakiegoś układu z ciałem centralnym; przeciwdziałają mu także procesy nieznaczące, lecz zachodzące codziennie w naszych oczach. Jeśli można było bezustannie spadanie meteorytów uznać za dostateczną przyczynę zachowania ciepła słonecznego, to tymbardziej można proces ten uznać za wystarczający do przeciwdziałania rozpraszaniu się mas kosmicznych przez parowanie w przestrzeni, której temperatura w dołatku nie bardzo się oddala od bezwzględnego zera. Wogóle, różnorodnej zmienności zjawisk kosmicznych, zarówno tych, które postrzegamy w doświadczeniu, jak i tych, o których wnioskujemy na zasadzie obserwacji, najlepiej, zdaje się, odpowiada wyobrażenie, że, zależnie od danych warunków rozłokowania masy i temperatury, przewagę osiąga bądź dążność do skupiania, bądź dążność do rozpraszania, bądź wreszcie następuje równowaga dwóch tych dążności. Gdy dwie masy kosmiczne zetkną się z sobą i wskutek podwyższenia temperatury zaczną się z nich rozwijać jakiś nowy system słoneczny, wówczas górę w nim weźmie dążność do rozpraszania. Później, w okresie kształtowania się planet, przeważą dążność do skupia-

nia. Jeszcze później może nastąpić długi okres względnej równowagi; w tym czasie substancje lotne będą się wprawdzie zwolna rozchodziły po otaczającej przestrzeni, ale stratę równoważą drobniejsze ciała niebieskie, przebywające w tej przestrzeni, a wciągane w sferę przyciągania danego układu. Jeśli nasze wyobrażenia w kwestji mechanizmu kosmicznego odpowiadają rzeczywistości, to kres rozwoju będzie stanowiła ponowna przewaga procesów skupiających, poprzedzająca stan końcowy. O ile przyjmujemy hipotezę wszechświata ograniczonego w przestrzeni, to konsekwentnie musimy przypuścić, że w świecie tym, tak dla poszczególnych części jak i dla całości, nastąpi kiedyś jakiś stan ostateczny, w którym już żadne nowe zmiany nie będą możliwe, albowiem wszystkie siły przyrody znajdą się w powszechnej, bezwzględnej równowadze. Dla naszej umysłowości jest rzeczą zupełnie obojętną, jaką postać przyjmie ten stan końcowy: Czy to będzie równomierny rozkład materji, czy też jej rozproszenie po niezmiernie, a choćby nawet i bezgranicznej, przestrzeni—tak jedno, jak i drugie rozwiązanie nie zaspokoi naszej potrzeby nieprzerwanego ciągu wyjaśnień przyczynowych.— Ale wszystkie te wnioski co do niezmiennego stanu końcowego odpadają z chwilą, gdy przyjmujemy hipotezę świata nieskończonego pod względem przestrzeni. W przestrzeni nieskończonej równowaga może nastąpić dopiero po upływie nieskończoności—i to zupełnie niezależnie od tego, czy masa, która tę przestrzeń wypełnia, jest skończoną, czy również nieskończoną. Ruch bowiem wszelki, jeżeli ciało poruszające się ma przebyć nieskończoną przestrzeń, potrzebuje nieskończonego przeciągu czasu. W ten sposób, w hipotezie wszechświata, nieskończonego przestrzennie, zasada, według której świat dąży do maximum entropji, uzupełnia się zastrzeżeniem, że to maximum nigdy nie zostanie osiągnięte.

Tak więc, z którejkolwiek strony przybliżymy się do zagadnienia, zawsze otrzymamy ten sam rezultat, a mianowicie:—że sprzeczności, w jakie nas wkiła hipoteza nie-

skończoności czasu, znikają, jeśli ją skombinować z hipotezą nieskończoności przestrzeni, oraz że kwestja skończoności czy nieskończoności masy jest dla tych sprzeczności bez żadnego istotnego znaczenia. Przedtym jednak widzieliśmy, że, o ile panujące dziś poglądy w kwestji ciężenia nie ulegną gruntownej zmianie, hipoteza nieskończonej masy nie da się pogodzić z zasadami mechaniki. Jeśli do tego dodamy, że te powody, których źródło tkwi w naturze czystego postrzegania, a które skłaniają nas do przyjęcia hipotezy nieskończoności przestrzeni i czasu, odpadają, gdy chodzi o masę; jeśli dalej uprzytomnimy sobie, że pojęcie masy zaczerpnięte zostało z doświadczenia, który to fakt zgóry już czyni nas skłonniemi do rozważania jej jako wielkości ograniczonej—wówczas dojdziemy do wniosku, że jedynym rozwiązaniem zagadnienia kosmologicznego, nie zawierającym sprzeczności, będzie rozwiązanie następujące:

**Świat jest nieskończony pod względem przestrzeni, lecz masa świata jest wielkością skończoną.**

W tym sformułowaniu zawiera się jeszcze ogólne prawo rozkładu materji we wszechświecie, według którego materja, poczynając od jakiejś granicy, asymptotycznie się rozrzedza. Już Kant zwrócił uwagę, że przy podobnym urządzeniu wszechświat można wyobrazić sobie jako szereg układów kosmicznych, kolejno powstających i znikających. Teorja jego uwzględnia nawet i hipotezę odnawiania się układów już przeżytych przez gwałtowne zbijanie się mas kosmicznych.<sup>1)</sup> Tak więc widzimy, że ogólne poglądy, do których doprowadza jego hipoteza w kwestji pierwotnego stanu naszego układu, dają się z małemi zmianami włączyć do stanu posiadania dzisiejszej wiedzy

---

<sup>1)</sup> W m. przyt. str. 169.

kosmologicznej. W jednym tylko kierunku potrzebują uzupełnienia, jeśli mają całkowicie zaspakajać wymagania ciągłości wyjaśnienia przyczynowego, a mianowicie: jak w nieskończoną przyszłość odsuwamy przypuszczalny koniec świata, tak i początek jego rozwoju, chwilę stworzenia, musimy odsunąć w nieskończoną przeszłość. Lecz hipoteza Kanta zawiera w stanie zarodkowym i ten pogląd. Jasnym jest, że rzeczywiste wyjaśnienie przyczynowe może obejmować tylko względnie niewielkie, skończone okresy czasu. Tym nie mniej natura naszego umysłu wymaga, aby zdarzenie, stanowiące punkt wyjścia dla tego szeregu przyczynowego, który jest nam dostępny, nie było jakimś transcendentnym aktem stworzenia, lecz faktem, który dałby się rozważać jako jedno z ogniw ciągnącego się daleko wstecz łańcucha przyczyn i skutków—i wymaganie to musi być zaspokojone. Przypuśćmy teraz, zgodnie z hipotezą mgławic, że kula gazowa, w której rozwinął się nasz układ gwiazd stałych, powstała dzięki właśnie takiemu procesowi dezagregacji, jaki ma miejsce wskutek nagłego zbitcia się w jedną całość mas kosmicznych, przedtym istniejących oddzielnie: jasnym jest, że ten fakt da się doskonale rozważać jako końcowe ogniwo poprzedniego łańcucha przyczynowego, choć sam ten łańcuch nazawsze pozostanie dla nas niedostępnym. Jeżeli jednocześnie przyjmujemy hipotezę wszechświata nieskończonego przestrzenie, wówczas w cofaniu się naszym wstecz nie napotkamy nigdzie żadnej określonej granicy; a tym samym znajdziemy się w zgodzie z wymaganiem naszego umysłu, który żąda, by wyjaśnienie przyczynowe, o ile obraca się w dziedzinie zjawisk skończonych, nie natrafiało, posuwając się ani wstecz, ani naprzód, na żadne pojęcie transcendentne. Nie znaczy to bynajmniej, żebyśmy wogóle byli w możności usunąć kiedykolwiek samo transcendentne pojęcie stworzenia. Sam fakt istnienia świata jest i nazawsze pozostanie zagadką. Filozofja zatrzymuje się, stając w obliczu pojęcia Niepoznawalnego. Lecz filozofja natury może zadanie swe uważać za spełnione, jeśli, kierując się

pojęciem przyczynowości, zdoła postawić moment transcendentalny jako granicę, do której dochodzi się dopiero po przebyciu drogi nieskończonej. Ponieważ zaś droga ta nie ma końca, przeto nie może doprowadzić nas do jej kresu szereg przyczynowy, dany w doświadczeniu— ani ten, który nam daje doświadczenie bezpośrednie— ani ten, który tworzymy drogą hipotez, usiłujących na podstawie ogólnych praw natury odbudować te stany świata, które leżą po za obrębem jakiegokolwiek obserwacji.

### III. Antynomje w pojęciu wszechświata.

Przy każdej próbie rozwiązania zagadnienia kosmologicznego myśl nasza wikła się w sprzecznościach, rzeczywistych czy pozornych. Czy przyjmiemy, że świat jest skończony co do czasu, masy i przestrzeni; czy przyjmiemy, że jest nieskończony pod temi trzema względami— każdy z tych przypadków, rozważany z osobna, prowadzi, jak się zdaje, do wniosków niemożliwych do przyjęcia. Wśród antynomji, w które uwikłaliśmy się w ten sposób, rozróżniamy trzy— odpowiadające potrójnej skończoności lub nieskończoności wszechświata: są to antynomje czasu, przestrzeni i masy.

Antynomje te nie powstały dopiero pod wpływem umiejętnego rozważania. Korzenie ich tkwią głęboko w przeciwieństwie pojęć skończoności i nieskończoności, już zaś naiwna świadomość z przeciwieństwa tego sprawę sobie zdaje. Z jednej bowiem strony skłonna jest czasowi i przestrzeni przypisywać atrybut nieskończoności, a stąd—uznać za nieskończony i świat, dany jej w czasie i przestrzeni; z drugiej zaś—w bezpośrednim postrzeganiu zmysłowym napotyka granice, które przenosi na pojęcie wszechświata. Stąd sprzeczność przyjmuje najpierw postać walki między wymaganiami myśli a wymaganiami bezpośredniego doświadczenia. Lecz po obu stronach zjawiają się pojęcia pełne sprzeczności, i świadomość naiwna staje

przed niemi, zakłopotana i bezradna. To zakłopotanie daje się często wyczuwać w niepewności, z jaką nawet teorie fizykalne zachowują się wobec ostatecznych zagadnień kosmologicznych.

Lecz jeśli rozważanie umiejętne zastaje już gotowe antynomje w pojęciu wszechświata, to niemniej ono dopiero nadaje im te specyficzne formy, w których trudności, dotąd niejasno tylko odczuwane, występują na światło dzienne, a stąd też i zbliżają się ku rozwiązaniu. Jednakże sama tylko hipoteza fizykalna rozwiązania dać nam nie może—i jeśli rozwiązanie ma być wogóle kompletne, to musi postarać się wykryć głębszą, teorio-poznawczą zasadę antinomji. W tym celu streścimy krótko jeszcze raz te ostatnie, podając zawarte w każdej z nich przeciwieństwa, najpierw w tej formie, w jakiej uderzają one już świadomość pierwotną, następnie zaś w tej, jaką przyjmują w rozważaniu umiejętnym. Przy tej sposobności okazuje się, że sprzeczności, wynikające z pojęcia masy, ujawniają się dopiero przy badaniach fizycznych, a to z powodu, że dopiero badania fizyczne rozwinęły pojęcie masy w jego właściwym znaczeniu.

Teza.

Świat jest skończony.

1. Co do czasu. W czasie nieskończonym jakikolwiek stan ostateczny zostałby już oddawna osiągnięty. Wszechświat osiągnąłby maximum entropji, do którego dąży, a co za tym idzie, znajdowałby się w stanie zupełnej równowagi.

Antiteza.

Świat jest nieskończony.

1. Co do czasu.—Świat skończony zacząłby istnieć w pewnym określonym momencie czasu i w innym określonym momencie zakończyłby istnienie; po za obrębem tych momentów musielibyśmy wyobrazić sobie czas absolutnie próżny, co jest niemożliwe. Wyjaśnienie natury musiałoby się zamknąć w granicach dwóch momentów bezwzględnie kresowych; to

zaś jest sprzeczne z zasadą przyczynowości, według której każde działanie ma swą przyczynę i swój skutek.

2. Co do przestrzeni.— W przestrzeni nieskończonej niema żadnego punktu środkowego, ani wogóle żadnego ściśle określonego punktu, do którego można by odnosić położenie wszystkich innych punktów: ponieważ zaś położenia części wszechświata dają się określać, przeto przestrzeń światowa nie może być nieskończoną. Dalej pojęcia względnego ruchu i prędkości, wytworzone przez mechanikę, mają wartość tylko dla przestrzeni skończonej; ponieważ zaś prawa mechaniki są prawami powszechnymi, przeto świat musi zamykać się w przestrzeni skończonej.

3. Co do masy.— Masa nieskończenie wielka posiadałaby wszędzie swój środek ciężkości, czyli nie posiadałaby go nigdzie. Działania, które poszczególne części masy nawzajem by na siebie wywierały, by-

2. Co do przestrzeni.— Świat skończony posiadałby granicę, po za którą musielibyśmy wyobrazić sobie przestrzeń nieskończoną, absolutnie próżną; przestrzeń ta znajdowałaby się po za granicami świata, gdy tymczasem wszechświat, zgodnie ze swym pojęciem, obejmować musi wszystko, co tylko wogóle możemy sobie wyobrazić. Gdyby po za światem znajdowała się przestrzeń nieskończenie i bezwzględnie próżna, to wobec tego cała materja od nieskończenie dawnych czasów rozplynęłaby się była w tej przestrzeni.

3. Co do masy.— Jeśli materja wypełnia przestrzeń nieskończoną, to należy przypuszczać, że i sama materja jest nieskończenie wielką. W przeciwnym razie, poczynając od pewnej granicy, materja



łyby wszędzie nieskończenie wielkie.

musiałyby się rozrzedzać nieskończenie. Lecz przestrzeń, napełniona materją nieskończenie rzadką, zachowywałaby się tak, jak przestrzeń próżna, czyli, że wszystka materja świata rozplęnęłaby się w niej już od nieskończoności.

W zestawieniu uwidocznia się ogólny charakter powyższych antinomji. Polega on mianowicie na tym, że teza stoi na stanowisku dostępnego nam doświadczenia i zgodnie z nim zachowuje się sceptycznie wobec twierdzeń, które usiłowałyby przekroczyć jego granice. Tymczasem antiteza, powołując się na wymagania czystego postrzegania i myślenia, żąda, by dany nam w doświadczeniu kompleks czasu, przestrzeni i przyczynowości uznać za istniejący bez początku i końca. Z tego też powodu antiteza przytacza dowody bezpośrednie tylko odnośnie do dwóch pierwszych antinomji, w trzeciej zaś opiera się już tylko na przyjętym uprzednio przypuszczeniu nieskończoności czasu i przestrzeni i usiłuje dowieść, że, jeśli tamto przypuszczenie jest słuszne, wówczas i masę należy wyobrazić sobie, jako nieskończoną.

Już tu ujawnia się, że twierdzenia tezy i antitezy mają w poszczególnych przypadkach wartość bardzo nierówną,— a rozważanie pozostałych antinomji potwierdza to w zupełności. Jakkolwiek pociągająco wygląda teza pierwszej antinomji, to jednak widać odrazu, że sprzeczność, przez nią wytknięta, opiera się na milczącym przypuszczeniu, iż wszechświat jest skończony co do przestrzeni. Z chwilą, gdy odrzucimy to przypuszczenie, teza sama przez się upada. Bowiem w świecie nieskończenie rozległym stan końcowy może nastąpić dopiero po nieskończonym przeciągu czasu. To nam zarazem wskazuje jedyny sposób posługiwania się pojęciem nieskończoności, na

jaki pozwala teorjo-poznawczy punkt widzenia. Szereg nieskończony nigdy nie daje się przebiec w rzeczywistości. Stąd też i wprowadzenie pojęcia nieskończonego czasu lub nieskończonej przestrzeni oznacza nie to, abyśmy mogli kiedykolwiek rozważać ów czas jako istotnie upłyniony, a ową przestrzeń jako istotnie przebieżoną, lecz przeciwnie, to tylko, że, przebiegając myślą ów szereg czasowy czy przestrzenny, nigdy nie możemy dojść do jego kresu. Tymczasem pierwsza teza dopuszcza się tego właśnie błędu. Żąda ona, byśmy ów nieskończony czas objęli myślą jako całość i tylko rozważyli wynikające stąd rezultaty. Lecz rezultaty owe są złudzeniem, albowiem nie jest w naszej mocy wyobrazić sobie czas, nie mający końca, jako rzeczywiście upłyniony. Jest to zadanie niewykonalne; przekonywamy się o tym z chwilą, gdy spotykamy się z takim-że wymaganiem w stosunku do wyobrażenia przestrzeni. I tu napotkamy progresję nieskończoną. Proces, zachodzący w czasie i posuwający się w nieskończonej przestrzeni z jakąkolwiek prędkością skończoną, nigdy ustać nie może. Tak więc przypuszczenie owego stanu końcowego, który musiałby być nastąpić w nieskończoności czasu, okazuje się próżnym wobec nieskończoności przestrzeni. W ten sposób, dzięki owej podwójnej nieskończoności, to, co zaszło istotnie, absolutnie wymyka się określeniu, i to jest właśnie zgodne z porządkiem rzeczy. My bowiem możemy określać jedynie to, co zachodzi w pewnym określonym czasie i w pewnej określonej przestrzeni. Do naszego wyobrażenia przyrody wprowadzamy pojęcie nieskończoności czasu i przestrzeni oraz przyczynowości jedynie dlatego, że w żadnym z tych trzech względów nie możemy granicy, przeprowadzonej dowolnie, uznać za kres ostateczny. Z chwilą jednak, gdy zechcemy użyć inaczej pojęcia nieskończoności, gdy zechcemy z jego pomocą ująć rzeczywiście jakąś nieskończoną całość, wówczas niewykonalność tego przedsięwzięcia ujawni się w ten sposób, że pojęcie to uwikła się w sprzeczności przeciwstawne, które, znosząc się nawzajem, dadzą w re-

zultacie zupełne zero. Wobec tego nie pozostaje nam już wątpliwości, że pierwsza teza opiera się na djalektycznym pozorze, wynikającym z błędnego zastosowania pojęcia nieskończoności; błędność zaś zastosowania nie ujawnia się odrazu tylko dlatego, że pierwsza teza mówi jedynie o nieskończoności czasu, a przemilcza nieskończoność przestrzeni, której wyobrażenie nasze domaga się z równą koniecznością.—Przeciwnie, antyteza ma za sobą oczywistą słuszność; streszcza bowiem tylko owe pierwotne wymagania naszego czystego postrzegania i myślenia, zawierające się w tym, że nigdy przed lub po jakimś określonym przeciągu czasu, ani też przed lub po pewnym określonym szeregu przyczynowym, nie możemy wyobrazić sobie czegoś, coby było beczasowym lub bezprzyczynowym.

Uzasadnienie drugiej tezy jest analogiczne z uzasadnieniem pierwszej. Stara się ona w stosunku do przestrzeni dowieść tego, czego tanta dowodziła odnośnie do czasu. Między nieskończonymi odległościami niema żadnych różnic. Stąd w nieskończonej przestrzeni wszystkie punkty mają jednakową wartość. Pogląd naukowy dołącza tu jeszcze uwagę, że pojęcie ruchu, na którym opiera się mechanika, przypuszcza istnienie w przestrzeni jakiegoś punktu stałego, do którego możnaby odnosić wszelki ruch, lecz że wobec faktu, iż w nieskończonej przestrzeni wszystkie punkty są sobie równe, punkt ten musiałby pozostać nieokreślonym. Tu jeszcze łatwiej, niż w poprzednim wypadku, wykrywamy błąd, ukryty pod powyższymi argumentami. Wszystkie one opierają się na milczącym przypuszczeniu, że, gdyby przestrzeń była nieskończona, to musielibyśmy wyobrazić ją sobie jako nieskończoność zamkniętą. O tym wszakże nie może być mowy. By przebiec szereg odległości przestrzennych, potrzebujemy pewnego czasu. Stąd przestrzeń nieskończoną moglibyśmy przebiec tylko w ciągu czasu nieskończonego. Jak niemożliwą jest rzeczywista synteza nieskończoności, gdy chodzi o czas, tak też jest niemożliwą i wtedy, gdy chodzi o przestrzeń, i dla tych-że powodów. Zresztą i samo pojęcie nieskończoności

przestrzeni jest tylko wymaganiem myśli, która przy syntetyzowaniu różnorodności przestrzennej nie może zatrzymać się u jakiegokolwiek granicy bezwzględnej. Stąd też antiteza, która właśnie to wymaganie wyraża, ma słuszość za sobą. Tym niemniej geometria i mechanika zachowują swą wartość powszechną, albowiem i całe nasze wyjaśnienie natury może, tak jak i obie te nauki, odnosić się jedynie do syntez o ograniczonym zakresie. Wszakże geometria i mechanika są najogólniejszymi naukami przyrodniczymi; w nich zatem wyraża się ogólny charakter wiedzy przyrodniczej, dla której nieskończoność jest tylko postulatem, nigdy zaś pojęciem o zamkniętej treści.

Zupełnie inaczej przedstawia się trzecia antynomja. Spostrzegamy bez trudu, że tu stroną słabszą jest antyteza. Z punktu widzenia fizyki wnioskowanie o nieskończoności masy na zasadzie nieskończoności przestrzeni jest bezpodstawnym; widzieliśmy bowiem, że można wyobrazić sobie takie prawo rozkładu materji, przy którym ta ostatnia mogłaby wypełniać przestrzeń nieskończoną, sama będąc jednocześnie ograniczoną ilościowo. Twierdzenie, iż w przestrzeni, która rozciąga się do nieskończoności, cała materja musiałaby się rozproszyć, jest paralogizmem, nie biorącym pod uwagę z jednej strony procesów skupiania które zachodzą spólrzędnie z procesami rozpraszania, w drugiej zaś—samej-że nieskończonej rozciągłości przestrzeni. Tu odnosi się wszystko to, cośmy mówili z powodu pierwszej tezy: nieskończone rozproszenie materji jest stanem końcowym, który w nieskończonej przestrzeni nastąpić mógłby jedynie po upływie nieskończonego czasu to znaczy, że dla naszej empirycznej syntezy zjawisk przyrody byłby stanem nie do osiągnięcia. Tak więc w tym wypadku zwycięstwo zostaje po stronie tezy. W samej rzeczy fizyka, zawierająca pojęcia takich sił przyrody, które, jak np. ciężenie, nie potrzebują czasu do przenoszenia się w przestrzeni, nie może przyjąć pojęcia masy nieskończonej rozciągłej, a jednocześnie nieskończonej wielkiej. Można by wprawdzie na tej zasadzie przypuszczać

z pewnym prawdopodobieństwem, że fizyka w swym przyszłym rozwoju będzie dążyła do wyeliminowania hipotezy sił podobnych. Z drugiej jednak strony niema powodu, dla którego niemożnaby materji przypisać takiego rozmieszczenia w przestrzeni, przy którym masa jej byłaby wielkością skończoną. Wszakże widzimy, że te części wszechświata, które są dostępne dla naszej obserwacji, są uporządkowane według pewnych praw; dla czegożby więc podobny porządek nie miał się rozciągać na cały wszechświat? Bądź co bądź, nie od rzeczy będzie zwrócić tu uwagę na jedną ewentualność: wprawdzie hipoteza, rozważająca świat jako nieskończony co do czasu i przestrzeni, a skończony co do masy, jest pod tym ostatnim względem w zgodzie z dzisiejszym stanowiskiem fizyki w jej poglądzie na świat; tym niemniej pewne przypuszczenia, wchodzące dziś w skład tego poglądu, mogą ulec zmianie i pociągnąć za sobą wprowadzenie postulatu nieskończoności masy, — a wówczas hipoteza podwójnej nieskończoności musiałaby ustąpić miejsca hipotezie nieskończoności potrójnej. To mogłoby nastąpić, gdyby sprzeczności, wynikające z pojęcia nieskończoności, zostały w kwestji masy tak samo usunięte przez spóldziałającą nieskończoność czasu, jak to miało miejsce dla przestrzeni. Jak zaś nietrudno dostrzec, do usunięcia tych sprzeczności trzeba tylko, by nauka przyjęła przypuszczenie, że działania sił przyrody rozchodzą się w przestrzeni z pewnymi określonymi prędkościami.

Tłumaczyła **Zofja Bassakówna.**

