

1. Projekt wszechświata

Bóg jest jedynie archiwistą roztaczającym nieskończony ciąg
ułożony przez niego

raz na zawsze. Bezustannie kontynuuje On pracę stworzenia.

*Ilya Prigogine*¹

Pochodzenie wszystkiego

Coś w głębi ludzkiej psychiki zmusza nas do zastanawiania się nad problemem stworzenia. Nawet na pierwszy rzut oka widać, że wszechświat jest niezwykle uporządkowany na wszystkich poziomach. Materia i energia nie rozkładają się ani równomiernie, ani przypadkowo

ale tworzą spójne, dające się rozróżnić struktury, czasem o znacznym stopniu skomplikowania. Skąd wzięły się miriady galaktyk, gwiazd i planet, ciała krystaliczne i chmury, istoty żywe? Jak to się stało, że pozostają z sobą w tak harmonijnej i błyskotliwej współzależności? Kosmosu, jego niesamowitej wielkości, bogatej różnorodności form, a przede wszystkim jego spójności i jedności nie da się po prostu przyjąć jako surowego faktu.

Istnienie skomplikowanych zjawisk jest nawet bardziej wyraźne, gdy się weźmie pod uwagę delikatny i szczególny charakter ich organizacji – są przecież stale narażone na destrukcyjne działanie otoczenia, któremu wcale nie zależy na ich przetrwaniu. Stawiając jednak czoło pozornie bezdusznej Matce Naturze, uporządkowany układ wszechświata nie tylko potrafi przetrwać, ale nawet rozkwitać.

Zawsze istnieli tacy, którzy chcieli interpretować harmonię i ład kosmosu jako dowód na istnienie metafizycznego projektanta. Ich zdaniem istnienie złożonych form może być wyjaśnione jako świadectwo mocy twórczej projektanta. Z początkiem współczesnej nauki zmieniło się jednak racjonalne podejście do problemu pochodzenia świata. Odkryto, że wszechświat nie zawsze wyglądał tak jak teraz. Dowody geologiczne, paleontologiczne czy astronomiczne pokazały, że różnorodne formy i struktury zapelniające nasz świat nie istniały zawsze, ale rozwinęły się poprzez eony czasu.

Naukowcy niedawno uświadomili sobie, że żaden z obiektów czy układów tworzących świat fizyczny, jakie obecnie postrzegamy, nie istniał od początku. Cała różnorodność i złożoność wszechświata wykształciła się jakimś sposobem od chwili

¹ I. Prigogine, *The Rediscovery of Time*, [w:] *Science and Complexity*, red. S. Nash, Science Reviews Ltd., Northwood, Middlesex 1985, s. 11.

jego gwałtownego początku – zjawiska zwanego wielkim wybuchem. Współczesny obraz stworzenia świata to obraz kosmosu wychodzącego od stanu całkowitej bekształtności i krok po kroku rozwijającego się – można by rzec: roztaczającego się – aż do obecnego kalejdoskopu zorganizowanych działań.

Stworzenie z niczego

Filozof Parmenides, który żył 1500 lat przed Chrystusem, nauczał, że „nic nie może powstać z niczego”. To stwierdzenie powtarzane było potem wielokrotnie. Opiera się na nim stanowisko wobec problemu stworzenia w wielu religiach świata, między innymi w judaizmie i chrześcijaństwie. Uczniowie Parmenidesa poszli o wiele dalej, dochodząc do wniosku, że w fizycznym świecie nie może zajść rzeczywista zmiana. Twierdzili oni, że wszystkie pozorne zmiany to iluzja. Dla nich wszechświat jest tragicznie jałowy, niezdolny do wydania czegokolwiek istotnie nowego.

Ci, którzy wierzą w twierdzenie Parmenidesa, nie mogą przyjąć, że wszechświat powstał w sposób samorzutny; albo musiał istnieć zawsze, albo też został stworzony przez siłę ponadnaturalną. Biblia głosi jasno, że Bóg stworzył świat, a chrześcijańscy teolodzy proponują wizję stworzenia *ex nihilo* – dosłownie z niczego. Powiedziane jest, że tylko Bóg potrafi to uczynić.

Problem ostatecznego źródła fizycznego wszechświata leży na granicy nauki. Wielu naukowców powiedziałoby nawet, że w ogóle wykracza on poza naukę. Mimo to ostatnimi czasy pojawiły się poważne próby zrozumienia, w jaki sposób wszechświat mógł powstać z niczego bez zaprzeczania prawom fizyki. Jak jednak coś mogłoby zaistnieć bez przyczyny?

Kluczem do osiągnięcia tego pozornego cudu jest fizyka kwantowa. Zjawiska kwantowe są z natury nieprzewidywalne i interdeterministyczne; generalnie nie da się przewidzieć zachowania układu kwantowego w danym momencie. Zasada przyczyny i skutku, tak mocno poparta codziennym doświadczeniem, tutaj nie działa. W świecie kwantowym samorzutna zmiana nie tylko jest możliwa – jest nieunikniona.

Chociaż zjawiska kwantowe są zazwyczaj ograniczone do mikroświata atomów oraz ich części składowych, fizyka kwantowa powinna zasadniczo dać się zastosować do wszystkiego. Popularne stało się badanie fizyki kwantowej całego wszechświata – jest to dziedzina zwana kosmologią kwantową. Badania te są niepewne i oparte w wielkim stopniu na domysłach, ale prowadzą do zastanawiających możliwości. Nie jest już całkowitym absurdem wyobrażanie sobie, że wszechświat powstał samo-rzutnie z niczego, wskutek procesu kwantowego.

Fakt, że powstały kosmos był najwyraźniej pozbawiony formy i zawartości, znacznie ułatwia rozwiązanie problemu jego ostatecznego źródła. Łatwiej jest

uwierzyć w to, że stan bezkształtnej prostoty nastąpił samorzutnie z niczego, niż w to, że obecny, niezwykle skomplikowany stan wszechświata po prostu wyłonił się gotowy z niebytu.

Polepszenie jednego problemu prowadzi jednak natychmiast do kolejnego. Nauka musi podjąć próbę wyjaśnienia, jakie fizyczne procesy sprawiły, że zorganizowane systemy i złożone działania, które dziś dostrzegamy wokół, wyłoniły się z pierwotnej amorficzności wielkiego wybuchu. Skoro znaleźliśmy sposób, by przyjąć samostworzenie wszechświata, musimy też przypisać mu zdolność samoorganizacji.

Coraz więcej naukowców i autorów dochodzi do wniosku, że zdolność fizycznego świata do samoorganizacji stanowi podstawową, spowitą tajemnicą, właściwość wszechświata. Fakt, że natura ma moc twórczą i jest zdolna do wytwarzania coraz większej różnorodności skomplikowanych form i struktur, podaje w wątpliwość podstawy współczesnej nauki. „Największą zagadką kosmologii – pisze znany filozof Karl Popper – może być to (...), że wszechświat jest w pewnym sensie twórczy”².

Belgijski laureat Nagrody Nobla, Ilya Prigogine, dochodzi w książce napisanej wspólnie z Isabelle Stengers, *Z chaosu ku porządkowi*, do podobnych wniosków: „Nasz wszechświat ma wieloraki, złożony charakter. Struktury mogą zniknąć, ale mogą się również pojawiać”³. Prigogine i Stengers zadedykowali książkę Erichowi Jantschowi, którego wcześniejsza praca *Samo-organizujący się wszechświat (The Self-Organizing Universe)* również przedstawia pogląd, że natura ma swego rodzaju „wolną wolę”, a zatem potrafi tworzyć rzeczy nowe: „Być może pewnego dnia zrozumiemy procesy samoorganizacji wszechświata, który nie jest zdeterminowany ślepą selekcją warunków początkowych, ale ma zdolność częściowego samostanowienia”⁴.

Te radykalnie nowe idee nie uszły uwagi autorów dzieł naukowych. Na przykład Louise B. Young w sposób liryczny określa wszechświat jako nieskończony i rozwija myśl Poppera: „Uważam, że jesteśmy świadkami – oraz w rzeczy samej uczestnikami – twórczego aktu, jaki zachodzi od początku czasu. To tak, jakby wśród tych wszystkich wysiłków ostateczny efekt nie mógł zostać jasno przewidziany na początku”⁵. Young porównuje rozwijającą się organizację kosmosu z aktem

² K. Popper, J. Eccles, *The Self and Its Brain*, Springer International, Berlin 1977, s. 61.

³ I. Prigogine, I. Stengers, *Z chaosu ku porządkowi. Nowy dialog człowieka z przyrodą*, tłum. K. Lipszyc, Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa 1990, s. 24.

⁴ E. Jantsch, *The Self-Organizing Universe. Scientific and Human Implications of the Emerging Paradigm of Evolution*, Pergamon Press, Oxford 1980, s. 96.

⁵ L.B. Young, *The Unfinished Universe*, Simon & Schuster, New York 1986, s. 15.

twórczym artysty: „...obejmuje zmiany i wzrost, posuwa się do przodu dzięki próbom i błędom, odrzucaniu i zmienianiu formy dostępnych materiałów, w miarę jak odkrywane są kolejne możliwości”⁶.

W ostatnich latach wiele uwagi poświęcono problemowi tak zwanego „pochodzenia wszechświata” i pojawiło się mnóstwo książek popularnonaukowych dotyczących „stworzenia”. Można odnieść wrażenie, że wszechświat powstał nagle podczas wielkiego wybuchu. Staje się jednak coraz jaśniejsze, że stworzenie to tak naprawdę trwający proces. Istnienia wszechświata nie da się wyjaśnić wielkim wybuchem – pradawna eksplozja była zaledwie początkiem.

Musimy zatem zadać pytanie: jak to możliwe, że wszechświat po swoim powstaniu powołuje do istnienia rzeczy całkowicie nowe zgodnie z prawami natury? Innymi słowy: jakie jest źródło potencjału twórczego wszechświata? Będzie to główne pytanie tej książki.

Całość i części

Dla większości ludzi oczywiste jest, że wszechświat tworzy spójną całość. Uznajemy, że istnieje bardzo wiele części składowych, które wspólnie tworzą całość istnienia i które zdają się połączone – jeśli nie we współpracy, to chociaż w pokojowej koegzystencji. Mówiąc krótko, widzimy ład, jedność i harmonię natury tam, gdzie mógł istnieć rozdźwięk i chaos.

Grecki filozof Arystoteles stworzył wizję wszechświata w zgodzie ze swoim intuicyjnym poczuciem holistycznej harmonii. W filozofii Arystotelesa centralne było pojęcie teleologii, czyli, w uproszczeniu, ostatecznej przyczynowości. Uważał, że zachowanie poszczególnych przedmiotów i systemów podporządkowane jest całościowemu planowi czy też przeznaczeniu. Twierdził, że jest to najbardziej widoczne w przypadku układów ożywionych, gdzie poszczególne części współpracują między sobą, aby osiągnąć jakiś cel lub coś wyprodukować. Arystoteles wierzył, że organizmy żywe funkcjonują jak spójna całość, ponieważ istnieje pełna i skończona „koncepcja” całego organizmu, zanim on się jeszcze rozwinie. Rozwój i zachowania istot żywych są zatem kierowane i kontrolowane przez całościowy plan, by odpowiednio zmierzać do przeznaczonego im celu.

Arystoteles rozciągnął swoją animistyczną filozofię na cały kosmos. Utrzymywał, że istnieje coś, co dzisiaj moglibyśmy nazwać kosmicznym projektem. Wszechświat był przez niego postrzegany jako rodzaj potężnego organizmu rozwijającego się w systematyczny i kontrolowany sposób i dążącego do

⁶ *Ibid.*

przypisanego mu przeznaczenia. Arystotelejski finalizm i teleologia znalazły później swoje miejsce w teologii chrześcijańskiej, a dzisiaj tworzą wręcz podstawę zachodniej myśli religijnej. Zgodnie z dogmatem chrześcijańskim rzeczywiście istnieje kosmiczny projekt – odzwierciedla on boski plan wszechświata.

Bezpośrednimi oponentami Arystotelesa byli greccy atomiści – na przykład Demokryt, który nauczał, że świat to jedynie atomy poruszające się w próżni. Wszystkie struktury i formy były postrzegane po prostu jako różne ułożenia atomów, a wszelkie zmiany i procesy miały wynikać ze zmiany ich układu. Dla Demokryta wszechświat był maszyną, w której każdy składowy atom porusza się jedynie pod wpływem ślepych sił wyprodukowanych przez atomy sąsiednie. Zgodnie z tą teorią nie ma ostatecznych przyczyn, całościowego planu czy stanu docelowego, do którego ewoluuje świat. Teleologia zostaje uznana za mistyczną i odrzucona. Przyczynami zmian mogą być jedynie zjawiska spowodowane formą i ruchem atomów.

Za pomocą atomizmu trudno jest opisać, a tym bardziej wyjaśnić porządek i harmonię świata. Weźmy na przykład żywy organizm. Nie sposób oprzeć się wrażeniu, że atomy organizmu współpracują, aby ich wspólne działania stanowiły spójną całość. Zorganizowane funkcjonowanie układów narządów nie daje się uchwycić poprzez opis, w którym każdy atom jest po prostu ślepo popychany lub przyciągany przez sąsiednie, bez żadnego związku z całościową regułą. Dlatego też już w starożytnej Grecji pojawił się poważny konflikt pomiędzy holizmem a redukcjonizmem, który trwa do dziś. Po jednej stronie był syntetyczny, celowy wszechświat Arystotelesa, a po drugiej czysto materialistyczny świat, który można zanalizować – czy też zredukować – jako proste mechaniczne czynności cząstek elementarnych.

W kolejnych wiekach atomizm Demokryta stał się symbolem tego, co nazwalibyśmy dziś naukowym podejściem do świata. Propozycje Arystotelesa zostały odrzucone przez nauki fizyczne w epoce renesansu. Przetrwały nieco dłużej w naukach biologicznych – dlatego tylko, że organizmy żywe wykazują wyraźnie zachowania teleologiczne. Teoria ewolucji Darwina i rozwój współczesnej biologii molekularnej doprowadziły jednak do stanowczego odrzucenia wszelkich form animizmu i finalizmu, a stanowisko większości współczesnych biologów jest silnie mechanistyczne i redukcjonistyczne. Organizmy żywe są dziś ogólnie postrzegane jako skomplikowane mechanizmy zaprogramowane na poziomie molekularnym.

Naukowy paradygmat, w którym wszystkie zjawiska fizyczne można zredukować do działań mechanicznych ich elementarnych części składowych, doprowadził do znaczących sukcesów i wielu nowych, ważnych odkryć. Rośnie jednak niezadowolenie z rozległego redukcjonizmu, poczucie, że całość jest tak naprawdę czymś więcej niż sumą części. Analiza i redukcja zawsze będą odgrywać w nauce centralną rolę, choć dla wielu nie do przyjęcia jest, by była to jedyna rola.

Zwłaszcza w fizyce syntetyczne i holistyczne podejście staje się coraz bardziej popularne przy rozwiązywaniu niektórych problemów.

Nawet jeśli zaakceptujemy potrzebę uzupełnienia redukcjonizmu holistycznym opisem natury, wielu naukowców wciąż będzie odrzucać koncepcję projektu wszechświata jako zbyt mistyczną, ponieważ sugeruje ona, że wszechświat ma cel i jest wytworem metafizycznego projektanta. Takie przekonania były przez wiele lat tematem tabu wśród naukowców. Być może pozorna jedność wszechświata to tylko perspektywa antropocentryczna. A może wszechświat zachowuje się t a k, j a k b y wprowadzał w życie projekt, a w rzeczywistości ślepo ewoluuje według zasad, które nie mają żadnego celu?

Te ważkie kwestie towarzyszyły rozwojowi wiedzy od początku epoki naukowej. Dziś są tak aktualne ze względu na szeroki zakres ostatnich odkryć z dziedziny kosmologii, fizyki fundamentalnej i biologii. W kolejnych rozdziałach przekonamy się, jak naukowcy, tworząc wizję tego, skąd wzięła się organizacja i złożoność natury, zaczynają rozumieć źródło mocy twórczej wszechświata.

2. Brakująca strzałka

Mechaniczny wszechświat

Każdy snajper wie, że jeśli kula nie trafi do celu, oznacza to, iż pistolet był źle wycelowany. To stwierdzenie wydaje się trywialne, a jednak kryje w sobie głęboką prawdę. Fakt, że kula przebędzie określoną drogę w przestrzeni od pistoletu do celu i że ta droga jest całkowicie zdeterminowana wielkością i kierunkiem prędkości wylotowej pocisku, jest jasnym przykładem czegoś, co możemy określić jako niezawodność natury. Snajper, ufny w niezawodną relację między przyczyną a skutkiem, może z góry oszacować tor lotu kuli. Wie, że jeśli pistolet jest właściwie ustawiony, kula trafi do celu.

Pewność snajpera opiera się na potężnej dziedzinie wiedzy znanej jako mechanika klasyczna. Jej korzenie sięgają starożytności; każdy pierwotny myśliwy musiał zdawać sobie sprawę z tego, że lot kamienia z procy albo strzały z łuku nie jest przypadkiem, a najmniej pewne jest samo przewidywanie. Jednakże aż do XVII wieku, gdy pojawiły się dzieła Galileusza oraz Isaaca Newtona, zasady dynamiki nie zostały poprawnie sformułowane. W swojej monumentalnej pracy *Philosophia*

naturalis principia mathematica, opublikowanej w 1687 roku, Newton objaśnił swoje trzy słynne zasady, które rządzą ruchem ciał materialnych.

Ujęte w formie równań matematycznych trzy zasady Newtona sugerują, że ruch ciała poprzez przestrzeń jest całkowicie zdeterminowany siłami, jakie oddziałują na to ciało, kiedy już określona jest jego pozycja początkowa i prędkość. W przypadku kuli jedyną znaczącą siłą jest grawitacja, która sprawia, że tor lotu kuli zagina się lekko w krzywą paraboliczną. Newton uznał, że grawitacja zakrzywia też tory ruchu planet wokół Słońca, w tym przypadku w kształt elips. Wielkim sukcesem był fakt, że zasady dynamiki Newtona opisywały poprawnie nie tylko kształty, ale też okresy orbitalne. Zostało zatem udowodnione, że nawet ciała niebieskie są podporządkowane powszechnym zasadom dynamiki. Newton i jemu współcześni byli w stanie dać nawet dokładniejsze sprawozdanie z pracy Układu Słonecznego. Na przykład astronom Edmond Halley obliczył orbitę dla słynnej komety nazwanej jego nazwiskiem, a zatem mógł określić datę jej ponownego pojawienia się.

Obliczenia stawały się z czasem zbyt wyrafinowane (i skomplikowane), aby można było przewidzieć pozycje planet, komet i asteroid z jeszcze większą precyzją. Kiedy pojawiały się rozbieżności, możliwe stało się wyśledzenie efektu jakiejś siły składowej, która została pominięta. Uran, Neptun i Pluton zostały odkryte, ponieważ ich pola grawitacyjne wytwarzały niedające się wyjaśnić w inny sposób zaburzenia orbit planet.

Mimo że każde obliczenie może być wykonane z ograniczoną dokładnością, powszechnie założono, iż generalnie ruch każdego fragmentu materii we wszechświecie mógł być obliczony z umowną precyzją, jeśli znane były wszystkie siły

składowe. Założenie to zdawało się spektakularnie potwierdzone w astronomii, gdzie grawitacja jest dominującą siłą. Było o wiele trudniej sprawdzić je w przypadku mniejszych ciał poddanych wielu słabo zbadanym siłom. Zasady Newtona miały jednak stosować się do wszystkich cząstek materii, w tym pojedynczych atomów.

Pojawiła się świadomość, że prowadzi to do szokującego wniosku. Jeśli każda cząstka materii poddana jest zasadom Newtona, tak że jej ruch jest całkowicie zdeterminowany przez warunki początkowe i układ sił pochodzący ze wszystkich innych cząstek, wszystko, co dzieje się we wszechświecie, aż do najmniejszych ruchów atomów, musi być w każdym szczególe stałe.

Ten uderzający wniosek został wypowiedziany wprost w słynnym twierdzeniu francuskiego fizyka Pierre'a Laplace'a:

Załóżmy istnienie umysłu, który w każdej chwili ma wiedzę o wszystkich siłach kontrolujących naturę, łącznie z chwilowymi warunkami wszystkich jednostek, z których składa się natura. Jeśli ten umysł byłby dość potężny, by poddać te dane analizie, byłby w stanie ująć w jednym wzorze ruchy największych ciał we

wszczęświecie, a także najlżejszych atomów; nic nie byłoby dla niego niepewne; przyszłość i przeszłość byłyby równie obecne dla jego oczu⁷.

Twierdzenie Laplace'a sugeruje, że wszystko, co się kiedykolwiek wydarzyło we wszczęświecie, wszystko co dzieje się teraz i wszystko co się kiedykolwiek wydarzy, zostało zdeterminowane od pierwszego odcinka czasu.

Przyszłość może być dla nas niepewna, ale jest już ustalona co do minuty. Żadna ludzka decyzja ani działanie nie mogą zmienić losu pojedynczego atomu, ponieważ sami jesteśmy częścią wszczęświata materialnego. Niezależnie od tego, jak bardzo czujemy się wolni, wszystko, co robimy, jest, według Laplace'a, całkowicie zdeterminowane. W istocie cały kosmos ogranicza się do wielkiego mechanizmu zegara, w którym każda część składowa niewolniczo i niezawodnie, z matematyczną precyzją wypełnia z góry przypisane jej zadania. Taki jest radykalny wniosek wynikający z mechaniki Newtona.

Konieczność

Determinizm pojawiający się w domyśle w Newtonowskiej wizji świata może być wyrażony twierdzeniem, że wszystko dzieje się z konieczności. Musi się zdarzyć; wszczęświat nie ma wyboru. Przyjrzyjmy się bliżej temu, jak formuluje się ta zasada konieczności.

Główną cechą paradygmatu Newtona jest to, że światu, albo też jego części, można przypisać jakiś stan. Stanem może być położenie i prędkość cząsteczki, temperatura i ciśnienie gazu albo jakiś bardziej skomplikowany zestaw własności. Kiedy coś zdarza się na świecie, stany układów fizycznych się zmieniają. Paradygmat Newtonowski zakłada, że te zmiany mogą być określone w kategoriach sił działających na układ, zgodnie z pewnymi zasadami dynamiki, które same w sobie są niezależne od stanów.

Sukces metody naukowej zależy w dużej mierze od możliwości odkrywania przez naukowca powszechnych praw, które pozwalają na rozpoznanie pewnych wspólnych cech w różnych układach fizycznych. Na przykład kule podążają po torze parabolicznym. Jeśli każdy układ wymagałby osobnego opisu, nauka, jaką znamy, nie istniałaby. Z drugiej strony świat byłby naprawdę nudny, gdyby wystarczały same zasady dynamiki do ustalenia wszystkiego, co się dzieje. W praktyce zasady opisują kategorie działań. W każdym odrębnym przypadku muszą zostać uzupełnione przez określenie warunków początkowych. Na przykład

⁷ P.S. Laplace, *A Philosophical Essay on Probabilities*, Dover, New York 1951 (wyd. I – 1819), s. 4.

snajper musi znać kierunek i prędkość kuli, którą wystrzeliwuje, zanim zostanie określony niepowtarzalny paraboliczny tor.

Wzajemne powiązanie stanów i zasad dynamiki jest następujące: przy uwzględnieniu zasad stan układu w jednym momencie determinuje jego stany we wszystkich kolejnych momentach. Ten element determinizmu, który Newton wpisał w mechanikę, przesiąknął w końcu całą naukę. Jest ona podstawą próby naukowej zapewniającej możliwość przewidywania.

Meritum metody naukowej jest możliwość odzwierciedlania bądź modelowania zdarzeń w świecie rzeczywistym przy użyciu matematyki. Na przykład fizyk teoretyczny może ustalić odpowiednie zasady dynamiki w formie równań, wprowadzić dane dotyczące stanu początkowego układu, który modeluje, a potem rozwiązać równanie, by dowiedzieć się, jak zmieni się układ. Sekwencja zdarzeń, jaka spotyka układ w świecie rzeczywistym, jest odzwierciedlona w matematyce. W tym sensie można stwierdzić, że matematyka potrafi naśladować rzeczywistość.

Przy wyborze równań, jakie zostaną zastosowane do opisu zmian w układzie fizycznym, należy wziąć pod uwagę pewne wymagania. Oczywiście własnością, jaką muszą mieć równania, jest to, że musi istnieć rozwiązanie równań dla wszystkich możliwych stanów układu. Ponadto rozwiązanie to musi być jednoznaczne, inaczej matematyka będzie naśladować więcej niż jedną możliwą rzeczywistość. Dwa wymagania – istnienia i jednoznaczności – narzucają bardzo duże ograniczenia formy równań, jakie można zastosować. W praktyce fizyk zazwyczaj używa równań różniczkowych drugiego rzędu. Deterministyczna relacja pomiędzy sekwencjami stanów fizycznych ma odpowiednik w matematyce: jest nim logiczna zależność między poszczególnymi wartościami w równaniach. Jest to najwyraźniej widoczne, gdy komputer rozwiązuje równania mające symulować zmiany w jakimś układzie dynamicznym. Każdy krok obliczenia jest zatem logicznie zdeterminowany przez krok poprzedni postępującej symulacji.

W ciągu trzech wieków po publikacji *Principiów* fizyka przeszła istotne wstrząsy, a pierwotna Newtonowska koncepcja świata została ogromnie poszerzona. Dzisiaj za naprawdę podstawowe jednostki materii uznaje się nie cząstki, ale pola. Cząstki są uznane za zaburzenia w polach, a zatem ich rola została ograniczona do pochodnej. Pola wciąż jednak analizowane są zgodnie z paradygmatem Newtonowskim: ich oddziaływania są określane przez prawa dynamiki oraz warunki początkowe. Esencja tego paradygmatu nie zmieniła się nawet po rewolucji kwantowej i pojawieniu się teorii względności, które tak bardzo odmieniły nasze pojęcie przestrzeni, czasu i materii. Układ nadal opisywany jest zawsze w kategoriach stanów zmieniających się deterministycznie zgodnie z ustalonymi zasadami dynamiki. Czy mówimy o polu, czy o cząstce, wszystko, co się zdarza, i tak zdarza się „z konieczności”.

Paradygmat Newtona dobrze wpasowuje się w filozofię atomistów omawianą w poprzednim rozdziale. Zachowanie ciała makro--skopowego może być zredukowane do ruchu składających się nań atomów poruszających się zgodnie z mechanistycznymi zasadami Newtona. Procedura rozkładania układów fizycznych na podstawowe części składowe i szukania wyjaśnienia dla ich zachowania na najniższym poziomie nazywana jest r e d u k c j o n i z m e m i wywarła bardzo silny wpływ na naukowe rozumowanie.

Redukcjonizm tak głęboko przeniknął fizykę, że ostatecznym jej celem pozostaje określenie podstawowych pól (a co za tym idzie – cząstek) oraz ich zachowań i interakcji dynamicznych. W ostatnich latach nastąpił spektakularny postęp w tym kierunku. Technicznie rzecz ujmując, celem teoretyka jest obliczenie matematycznej wartości znanej jako funkcja Lagrange’a – od nazwiska francuskiego fizyka Josepha Lagrange’a, który stworzył elegancką formułę dla zasad Newtona. Gdy znana jest funkcja Lagrange’a dla danego układu (składającego się z pól, cząstek albo jednego i drugiego), do wygenerowania z niej równań dynamicznych stosuje się dokładnie określoną procedurę matematyczną.

Procedura ta wiąże się z przekonaniem, że kiedy już ustali się funkcję Lagrange’a, która będzie poprawnie opisywać układ, jego zachowanie uznaje się za „wyjaśnione”. Mówiąc krótko, funkcja Lagrange’a równa się w y j a ś n i e n i u. A zatem jeśli teoretyk byłby w stanie obliczyć funkcję Lagrange’a, która poprawnie wyjaśnia zachowanie wszystkich obserwowanych pól i cząstek, wydaje się, że nic więcej nie potrzeba. Jeśli zatem ktoś spyta o wyjaśnienie wszechświata, całej jego zawilej złożoności, fizyk teoretyczny po prostu wskaże funkcję Lagrange’a i powie: „Proszę bardzo! Wyjaśniłem to wszystko!”. Przekonanie, że wszystko ostatecznie wypływa z podstawowej funkcji Lagrange’a, prawie nie jest kwestionowane w środowiskach fizycznych. Zostało to lakonicznie wyrażone przez Leona Ledermana, dyrektora Państwowego Laboratorium Przyspieszania Cząstek Elementarnych im. Enrico Fermiego niedaleko Chicago: „Mamy nadzieję wyjaśnić cały wszechświat jedną prostą formułą [tj. funkcją Lagrange’a], którą będzie można wypisać sobie na T-shirtcie”⁸.

Nie tak dawno temu fizyk teoretyczny z Cambridge, Stephen Hawking, powiedział coś podobnego w wykładzie z okazji objęcia katedry Lucasa. Jak zapewne wypada przewodniczącemu katedry niegdyś prowadzonej przez Newtona, Hawking snuł luźne przypuszczenia co do ostatecznego triumfu Newtonowskiego paradygmatu. Ciesząc się z szybkiego rozwoju zbliżającego nas do odkrycia fundamentalnej funkcji Lagrange’a wszystkich znanych pól za pomocą pojęcia

⁸ R. Wolkomir, *Quark City*, „Omni”, luty 1984, s. 41.

supergrawitacji, Hawking zatytułował swój wykład: „Czy zbliża się koniec fizyki teoretycznej?”. Sugerował tym oczywiście, że gdy znajdzie się taką funkcję Lagrange’a, fizyka teoretyczna osiągnie punkt kulminacyjny i zostaną już tylko techniczne rozwinięcia. Świat będzie „wyjaśniony”.