

ROZDZIAŁ SZÓSTY

WYZWANIE EINSTEINA

Dopóki ogólna teoria względności Alberta Einsteina nie pojawiła się na początku XX wieku, uczeni nie widzieli powodu, by kwestionować pogląd, że wszechświat jest nieskończony i wszędzie taki sam. Ostatecznie przecież filozoficzne i naukowe podstawy tego poglądu zostały mocno ustalone przez jednego z najbardziej wpływowych myślicieli wszechczasów, Immanuela Kanta (1724–1804).

Perspektywa nieskończoności

Kant doszedł do wniosku, że odzwierciedleniem Nieskończonej Istoty może być tylko nieskończony wszechświat.¹ Według Kanta sposób, w jaki powstał wszechświat, jest niematerialny, a zatem niepoznawalny. Sam interesował się tym, nie jak powstał, ale jak działa wszechświat. Przeprowadzone przezeń badania przekonały go, że wszystko we wszechświecie można wytłumaczyć przy pomocy praw mechaniki opisanych przez Sir Isaaca Newtona (1642–1726). Wychodząc z tego założenia, zbudował pierwszy z całej serii mechanicznych modeli wszechświata.

Kant rozszerzył swoje rozumowanie poza nauki fizyczne na dziedzinę biologii. Widział, że wszechświat statyczny (w którym warunki sprzyjające życiu utrzymują się w nieskończoność), nieskończenie stary i nieskończenie duży dopuszcza możliwość nieskończonej liczby przypadkowych zdarzeń. Z nieskończoną liczbą cegiełek składowych (atomów i cząsteczek) oraz nieskończoną liczbą szans na złożenie ich w przypadkowy sposób (w takim wszechświecie

¹ Immanuel Kant, „Universal Natural History and Theory of the Heavens”, w: Milton K. Munitz (ed.), **Theories of the Universe**, Free Press, Glencoe, IL 1957, s. 240.

odpowiednie warunki fizyczne i chemiczne istnieją dowolnie długo), każdy rodzaj produktu końcowego byłby możliwy – nawet coś tak bardzo skomplikowanego, jak niemiecki filozof.² Próbę zbudowania modelu pochodzenia życia porzucił dopiero wtedy, gdy zdał sobie sprawę, że nauka nie zna wewnętrznego funkcjonowania organizmów.

Niewykluczone, że darwinizm i mnóstwo –izmów, jakie z niego wyrosły, najwięcej zawdzięczają Immanuelowi Kantowi.³

PARADOKS CIEMNEGO NOCNEGO NIEBA

Dlaczego robi się ciemno, gdy zachodzi słońce? To pytanie nie jest tak banalne, jak się wydaje. Jeśli mamy w przybliżeniu statyczny, nieskończenie stary i nieskończenie duży wszechświat, zsumowanie światła wszystkich gwiazd powinno dawać nieskończoną jasność.

Jasność źródła światła zmniejsza się czterokrotnie przy każdym podwojeniu jego odległości. Na przykład żarówka w środku kuli o średnicy jednej stopy oświetli powierzchnię tej kuli cztery razy jaśniej niż ta sama żarówka w środku kuli o średnicy dwóch stóp. Jest tak, ponieważ kula o średnicy dwóch stóp ma powierzchnię cztery razy większą niż kula o średnicy jednej stopy. A więc ponieważ na przykład Jowisz znajduje się pięć razy dalej od Słońca niż Ziemia, docierające do niego światło słoneczne jest dwadzieścia pięć razy słabsze.

W konsekwencji, jeśli gwiazdy są równomiernie oddalone od siebie, światło odbierane od nich na Ziemi podwaja się przy każdym podwojeniu odległości. Dzieje się tak dlatego, że z każdym podwojeniem odległości od Ziemi objętość przestrzeni, a co za tym idzie liczba gwiazd w tej objętości, zwiększa

² Rudolf Thiel, **And There Was Light: The Discovery of the Universe**, Alfred A. Knopf, New York 1957, s. 218; John Herman Randall Jr., **The Career of Philosophy**, vol. 2, Columbia University Press, New York 1965, s. 113; Kant, „Universal Natural History...”, s. 242–247.

³ Hugh Ross, **The Fingerprint of God**, 2nd ed. rev., Promise Publishing, Orange, CA 1991, s. 27–38.

się ośmiokrotnie, podczas gdy światło odbierane od tych średnio dwukrotnie odległych gwiazd zmniejsza się tylko czterokrotnie. Dlatego jeśli odległość od Ziemi będziemy podwajać w nieskończoność aż do nieskończonej odległości, skumulowane światło ze wszystkich gwiazd musi osiągnąć nieskończoną jasność. A więc nocne niebo powinno być nieskończenie jasne.

Wniosek ten nie wpłynął jednak na zwolenników nieskończonego wszechświata. Twierdzili oni, że chmury pyłu między gwiazdami pochłoną światło gwiazd w stopniu wystarczającym, aby nocne niebo było ciemne nawet w nieskończonym wszechświecie. Nie zdawali sobie jednak (do 1960 r.) sprawy o podstawowej zasadzie termodynamiki, która mówi, że ciało, po wystarczająco długim okresie czasu, będzie wypromieniowywać tyle energii, ile otrzymuje. Dlatego nawet ten międzygwiazdny pył w końcu stałby się tak gorący jak gwiazdy i promieniowałby tyle samo energii. Zatem wszechświat z tego względu musi być skończony. (Zobacz „Czas Hubble'a i kreacjonizm młodego wszechświata” w rozdziale 7.)

Jak okiem sięgnąć

Żadne stulecie przed dziewiętnastym nie widziało tak dramatycznych zmian w poglądach ludzi na temat życia i rzeczywistości, co świadczy, jak ważne jest to, co sądzimy o kosmosie. Pogląd, że wszechświat jest nieskończony, zyskiwał coraz większe wsparcie teoretyczne i obserwacyjne. Gdy silniejsze narzędzia obserwacyjne umożliwiały astronomom spoglądać głębiej w niebo, to widzieli coraz więcej tego samego rodzaju gwiazd i mgławic (obłoków gazowych), które już widzieli w bliższych odległościach.

Tysiące gwiazd i kilkadziesiąt mgławic zamieniło się w miliardy gwiazd i miliony mgławic. Wydawało się, że ten wszechświat nie ma końca. Zarówno astronomowie, jak i laicy byli zdumieni ogromem tego wszystkiego.

Dalsze wsparcie dla Kantowskiego modelu wszechświata pochodziło ze zdumiewającego triumfu Newtonowskich praw ruchu. Gdy astronomowie rejestrowali ruchy planet, satelitów krążących wokół planet, komet i asteroid, gwiazd podwójnych i gwiazd w gromadach gwiazd, wszystko zgadzało się z przewidywaniami wynikającymi z tych praw. Twierdzenie Kanta, że wszystko we wszechświecie można wytłumaczyć prawami mechaniki, znalazło istotne

potwierdzenie.

Połączenie obserwacji astronomów i rzekoma odpowiedź na paradoks ciemnego nocnego nieba (patrz sekcję „Paradoks ciemnego nocnego nieba” wcześniej w tym rozdziale) zaowocowało przekształceniem modelu kosmologicznego Kanta z hipotezy na teorię. Pod koniec XIX wieku wydawał się on już odlany z betonu.

Einstein odkrywa teorię względności

Ten beton zaczął jednak pękać, zanim jeszcze wysechł. Kiedy fizycy dokonali pierwszych dokładnych pomiarów prędkości światła, wyniki były zaskakujące (patrz rys. 6.1). Zaczynała się rewolucja. Oto, co można by wydedukować z tych wyników: (1) Nie istnieje żaden absolutny układ odniesienia, w którym można by mierzyć ruchy w przestrzeni; oraz (2) prędkość światła względem jakichkolwiek obserwatorów nigdy się nie zmienia. Prędkości obserwatorów nie mają znaczenia.

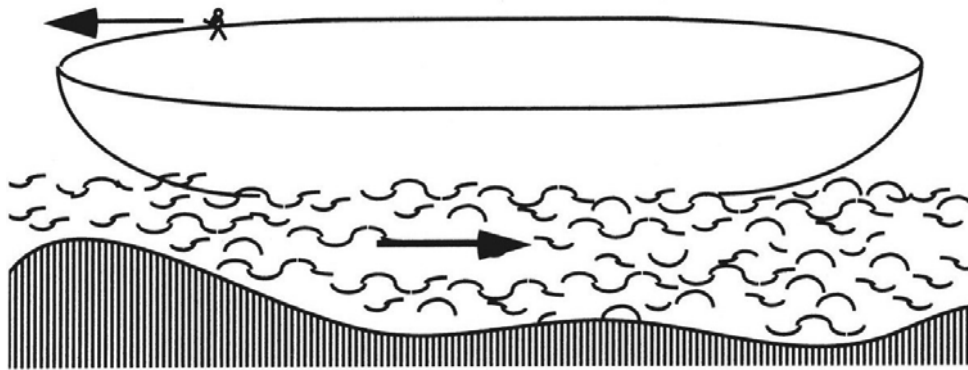
W 1905 roku urodzony w Niemczech szwajcarski inżynier Albert Einstein (1879–1955), który w wolnym czasie studiował fizykę, opublikował kilka artykułów o ogromnym znaczeniu. Dwa z nich sformułowały wnioski na temat stałości prędkości światła.⁴ Einstein nazwał swoje odkrycia zasadą niezmienniczości, ale inni nazwali je teorią względności i ta nazwa się przyjęła.

Kiedy ta początkowa teoria względności (później nazwana „szczególną”, ponieważ skupiała się tylko na prędkości) została solidnie potwierdzona,⁵

⁴ Albert Einstein, „Zur Elektrodynamik bewegter Körper”, *Annalen der Physik* 1905, vol. 17, s. 891–921 [przedruk. w: Hendrik A. Lorentz *et al.*, **The Principle of Relativity**, with notes by Arnold Sommerfeld, trans. W. Perrett and G. B. Jeffrey, Methuen and Co., London 1923, s. 35–65]; Albert Einstein, „Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?”, *Annalen der Physik* 1905, vol. 18, s. 639–644 [przedruk. w: Lorentz *et al.*, **The Principle of Relativity...**, s. 67–71].

⁵ Robert Martin Eisberg, **Fundamentals of Modern Physics**, John Wiley & Sons, New York 1961, s. 37–38, 75–76, 580–592; John D. Jackson, **Classical Electrodynamics**, John Wiley and Sons, New York 1962, s. 352–369; S.K. Lamoreaux *et al.*, „New Limits on Spatial Anisotropy from Optically Pumped ²⁰¹Hg and ¹⁹⁹Hg”, *Physical Review Letters* 1986, vol. 57, s. 3125–3128. Ten ostatni eksperyment potwierdza przewidywania szczególnej teorii względności bardziej niż jeden do 10²¹.

Einstein zaczął pracować nad rozszerzeniem tej teorii – ten wysiłek wymagał całego jego geniuszu. Wyniki, opublikowane w 1915 i 1916 roku,⁶ były równaniami ogólnej teorii względności, równaniami, które niosą ze sobą głębokie implikacje dotyczące natury i pochodzenia wszechświata.



Rysunek 6.1: Zasada niezmienniczości

Jeśli kapitan statku biegnie po pokładzie swojego statku z prędkością 10 mil na godzinę, podczas gdy statek płynie z prędkością 10 mil na godzinę, to kapitan porusza się z prędkością 20 mil na godzinę (względem dna), jeśli biegnie w tym samym kierunku, w którym statek płynie, i 0 mil na godzinę, jeśli biegnie w przeciwnym kierunku. To prawo znamy od czasów Galileusza. Jednak w eksperymentach z prędkością światła ruch obserwatora okazuje się całkowicie nieistotny. Prędkość światła nie zmienia się wraz ze zmianą ruchu obserwatora.

Einstein odkrywa Tego, Który Wszystko Zapoczątkował

Po pierwsze, te równania pokazują, że wszechświat jednocześnie się rozszerza i zwalnia. Jakie zjawisko zachowuje się w ten sposób? Jest jeden: wy-

⁶ Albert Einstein, „Die Feldgleichungen der Gravitation”, *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften*, 25 November 1915, s. 844–847 (następny odsyłacz obejmuje ten tekst); Albert Einstein, „Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie”, *Annalen der Physik* 1916, vol. 49, s. 769–822 [przedruk. w: Lorentz *et al.*, *The Principle of Relativity...*, s. 109–164].

buch.

Kiedy na przykład wybuch granat, kawałki granatu rozlatują się na zewnątrz od zapalnika. Kiedy tak się dzieje, kawałki te zderzają się z jakimś otaczającym granat materiałem (cząsteczkami powietrza, budynkami, meblami itp.), co je spowalnia (jest to tzw. deceleracja). Jeśli wszechświat jest następstwem jakiegoś wybuchu, to musiał mieć miejsce początek wybuchu – moment, w którym „wyciągnięto zawleczkę”. Zgodnie z prostym prawem przyczyny i skutku, musiał istnieć Ten, Który Wszystko Zapoczątkował – ktoś, kto „wyciągnął zawleczkę”, zapoczątkował wybuch.

Światopogląd Einsteina początkowo powstrzymywał go przed przyjęciem takiego wniosku. W 1917 roku postawił raczej hipotezę, że przestrzeń posiada własność samorozciągania się, która doskonale anulowałaby czynniki deceleracji i ekspansji ⁷ (zobacz w dalszej części tego rozdziału sekcję „Einsteina «siła» odpychania”). A to z kolei pozwoliłoby wszechświatowi pozostawać w stanie statycznym nieskończenie długo.

Jednak tej łataniny, jaką robił Einstein, nie dało się utrzymać. Astronom Edwin Hubble (1889–1953) w 1929 r. udowodnił na podstawie pomiarów czterdziestu różnych galaktyk, że galaktyki rzeczywiście oddalają się od siebie. Ponadto wykazał, że oryginalne sformułowanie ogólnej teorii względności Einsteina przewiduje ekspansję ⁸ (patrz rysunek 6.2). Widząc ten dowód Einstein niechętnie porzucił wymyśloną przez siebie hipotetyczną właściwość samorozciągania się przestrzeni i uznał „konieczność uznania początku” ⁹ oraz „obecność wyższej władzy rozumu”. ¹⁰ Jednak, jak zauważyłem w podrozdziale „Odkry-

⁷ Albert Einstein, „Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie”, *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften*, Feb. 8, 1917, s. 142–152. Angielski przekład znajduje się w: **The Principle of Relativity** by H. A. Lorentz, A. Einstein, H. Minkowski, and H. Weyl with notes by A. Sommerfeld and translated by W. Perrett and G. B. Jeffrey, Methuen and Co., London, UK 1923, s. 175–188.

⁸ Einstein, „Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie”, s. 769–822 [przedruk w: Lorentz *et al.*, **The Principle of Relativity...**, s. 109–164].

⁹ A. Vibert Douglas, „Forty Minutes with Einstein”, *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada* 1956, vol. 50, s. 100.

¹⁰ Lincoln Barnett, **The Universe and Dr. Einstein**, William Sloane Associates, New York 1948, s. 106.

cie” rozdziału 5, międzynarodowy zespół astronomów odkrył, że Einstein miał rację co do istnienia właściwości samorozciągania się przestrzeni, ale mylił się całkowicie na temat wartości stałej rządzącej tą własnością. Odkrycie to ustaliło, że wszechświat się rozszerza i będzie się rozszerzał w coraz szybszym tempie.

Bóg Einsteina

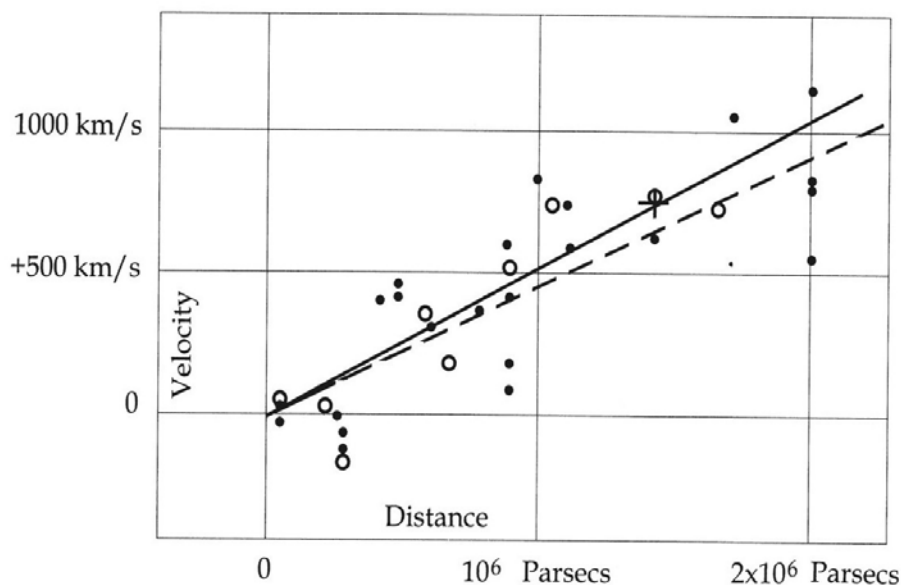
„Wyższa władza rozumu” Einsteina nie była jednak Bogiem Biblii. Rabinom i księżom, którzy przybyli, aby pogratulować mu odkrycia istnienia Boga, wyznał co prawda, że jest przekonany, że to Bóg stworzył wszechświat i że jest on inteligentny oraz twórczy, to jednak zaprzeczył, by Bóg był osobą.

Oczywiście, ci duchowni dysponowali ogólną odpowiedzią na takie twierdzenie: Jak istota, która jest inteligentna i twórcza, może nie być osobą? Einstein odrzucił jednak ich słuszny sprzeciw, przedstawiając paradoks wszechmocy Boga i odpowiedzialności człowieka za swoje wybory:

Jeżeli ta Istota jest wszechmocna, to każde zdarzenie, w tym każde ludzkie działanie, każda ludzka myśl, każde ludzkie uczucie i dążenie jest także Jej dziełem; jak można myśleć o pociąganiu ludzi do odpowiedzialności za ich czyny i myśli, gdy istnieje tak wszechmocna Istota? Wyznaczając kary i nagrody, do pewnego stopnia osądzałyby Ona samą siebie. Jak można to połączyć z przypisywaną Bogu dobrocią i prawością? ¹¹

Żaden z duchownych, z którymi Einstein się spotykał, nigdy nie dał mu zadowalającej odpowiedzi na jego sprzeciw. Zazwyczaj odpowiadali, mówiąc, że Bóg nie ujawnił jeszcze tej odpowiedzi. Zachęcali go, by był cierpliwy i ślepo ufał Wszechwiedzącemu.

¹¹ Albert Einstein, *Out of My Later Years*, Philosophical Library, New York 1950, s. 27.



Rysunek 6.2: Pierwotna zależność prędkości od odległości ustalona przez Hubble'a.¹²

Prędkości (w kilometrach na sekundę), z jakimi kilka galaktyk oddała się od nas, są funkcją oszacowanych odległości. Jeden parsek to 3,26 lat świetlnych, gdzie jeden rok świetlny to 5,9 bilionów mil. Krzyż reprezentuje średnią z pomiarów wykonanych na dwudziestu dwóch innych galaktykach. Wszystkie pokazane tutaj pomiary zostały wykonane przed 1929 rokiem.

Jak pokazuje wykres Hubble'a, im bardziej odległa jest galaktyka, tym szybciej się oddala od nas. Z takiej zależności między prędkością a odległością wynika, że cały wszechświat musi się rozszerzać.

– *Z Proceedings of the National Academy of Sciences*

¹² Edwin Hubble, „A Relation Between Distance and Radial Velocity Among Extra-Galactic Nebulae”, *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA 1929*, vol. 15, s. 168–173.

EINSTEINOWSKA „SIŁA” ODPYCHANIA

Równania ogólnej teorii względności Einsteina przewidywały eksplozję wszechświata, a co za tym idzie, potrzebę początku. Aby uniknąć wniosku o początku (a tym samym o Tym, Który Wszystko Zapoczątkował), Einstein dodając pewien człon do swoich równań zasugerował, że może istnieć odpowiednik nieodkrytej jeszcze siły fizycznej działającej wszędzie we wszechświecie.

Teoria grawitacji mówi nam, że dwa masywne ciała będą się przyciągać. Mówi nam również, że siła przyciągania będzie rosła, im bardziej zbliżą się do siebie te dwa ciała. Człon dodany przez Einsteina jest w rzeczywistości hipotetyczną właściwością samorozciągania się wymiarów przestrzeni czyli struktury kosmicznej wszechświata. Im bardziej wszechświat zwiększa swoje wymiary, to znaczy im bardziej rozciąga się kosmiczna struktura wszechświata, tym więcej energii zyskuje ta struktura, co umożliwia dalsze kontynuowanie rozciągania.

Skutkiem dodanego przez Einsteina wyrażenia (pomijając siły podstawowe) jest to, że wszystkie ciała wydają się wzajemnie odpychać. Co więcej, siła tego odpychania jest tym większa, im bardziej ciała są oddalone od siebie. Einstein zaproponował wartość dla tej stałej rządzącej właściwością samorozciągania się przestrzeni (nazwał ją „stałą kosmologiczną”), tak aby wszędzie i w każdym czasie we wszechświecie właściwość samorozciągania doskonale niwelowała wpływ grawitacji. W ten sposób wszechświat na zawsze pozostałby dynamicznie statyczny.

Stała kosmologiczna Einsteina była dla niego wygodna także z innego powodu. Choć żaden astronom nigdy nie wykrył skutków tej stałej, Einstein i jego zwolennicy mogli twierdzić, że przyczyną była ograniczona odległość, z jaką sondowaliśmy kosmos. Dziś ta wymówka zniknęła. Astronomowie nie tylko oglądają najdalsze zakątki kosmosu, ale są też w stanie dokonywać pomiarów ekspansji kosmicznej z niespotykaną dotąd dokładnością.

Niedawno (patrz podrozdział zatytułowany „Odkrycie” w rozdziale 5) pewien duży zespół astronomów odkrył, że Einstein miał rację co do istnienia stałej kosmologicznej, ale bardzo się mylił na temat jej wartości. Ich odkrycie dowodzi, że wszechświat zawsze się rozszerzał i będzie się rozszerzał w coraz szybszym tempie.



Rysunek 6.3: Einstein i Hubble

Zdjęcie pokazuje (od lewej) Alberta Einsteina i Edwina Hubble'a przy 100-calowym teleskopie Mount Wilson w pobliżu Pasadeny w Kalifornii, gdzie Hubble dokonał obserwacji wykazujących, że galaktyki oddalają się od siebie.

–Zdjęcie dzięki uprzejmości The Huntington Library

Niestety, Einsteinowi zabrakło wytrwałości, by dalej szukać odpowiedzi. Uznał, że ci religijni zawodowcy wiedzą, co Biblia mówi, i przyjął, że Biblia nie odpowiada na tę niezwykle ważną kwestię. Jaką więc wartość może mieć takie „objawienie”?

Nie mając rozwiązania paradoksu Bożej predestynacji i wolnej woli człowieka, Einstein, podobnie jak wiele innych potężnych intelektów na przestrzeni wieków, wykluczył istnienie osobowego Boga. Niemniej jednak – to trzeba mu przyznać – Einstein niezłomie utrzymywał, mimo ogromnej presji

otoczenia, swoją wiarę w Stwórcę.

Żałuję, że nikt nigdy nie przedstawił Einsteinowi jasnego, biblijnego rozwiązania paradoksu, jaki sformułował. (Proponuję takie rozwiązanie w książce **Beyond the Cosmos**.¹³) Szkoda, że Einstein nie żył wystarczająco długo, aby zobaczyć nagromadzenie dowodów naukowych na istnienie osobowego, troskliwego Stwórcy (patrz rozdziały 14 i 16). Mogłyby one wzbudzić w nim chęć ponownego przebadania swoich wniosków.

¹³ Hugh Ross, **Beyond the Cosmos**, 2nd ed., NavPress, Colorado Springs, CO 1999, s. 151–193.

