

## ROZDZIAŁ DZIEWIĄTY

### NAUKA ODKRYWA CZAS PRZED CZASEM

Wraz z upadkiem oscylującego modelu wszechświata próby niebrania pod uwagę czasu Hubble'a (okresu mniej więcej 16 miliardów lat od początku wszechświata) przybrały nowy kierunek. Zwolennicy nieskończenie starego wszechświata wysuwają teraz hipotezę, że podstawowe prawa przyrody, jakie znamy, są albo nieprawidłowe, albo załamują się w pewnych konkretnych warunkach.

#### Ucieczka od rzeczywistości

Z tego nowego pola bitwy pochodzi praca amatora-fizyka plazmy Erica Lenera, autora książki **The Big Bang Never Happened** (Wielki Wybuch nigdy się nie wydarzył). Lerner zauważa, że prawa przyrody nie mogą wyjaśnić niesamowitego rozwoju złożoności żywych organizmów, jaki miał miejsce na Ziemi w ciągu ostatnich 4 miliardów lat.<sup>1</sup> Uznaje on, że ten rozwój jest sprzeczny z drugą zasadą termodynamiki mówiącą, że układy mają tendencję do spadania z wyższych poziomów porządku, złożoności i informacji do niższych poziomów porządku, złożoności i informacji.

Ponieważ Lerner odrzuca istnienie Stwórcy, jest zmuszony stwierdzić, że druga zasada termodynamiki załamała się.<sup>2</sup> A jeśli druga zasada termodynamiki załamała się w przypadku organizmów na Ziemi, to – sugeruje on – mogła załamać się i w całym fizycznym kosmosie.<sup>3</sup> Ponieważ drugie prawo wiąże się

---

<sup>1</sup> Eric J. Lerner, **The Big Bang Never Happened**, Random House, New York 1991, s. 120, 295–318.

<sup>2</sup> Lerner, j.w., s. 7–8.

<sup>3</sup> Lerner, j.w. s. 283–291, 300–301.

z jednym ze sposobów mierzenia czasu (z tempem wzrostu entropii czyli degradacji energii), Lerner dochodzi do wniosku, że obserwacje dotyczące wieku wszechświata są błędne i nie można ich użyć do uzasadnienia poglądu, że początek kosmosu miał miejsce zaledwie kilka miliardów lat temu. Mówi on, że nie było Wielkiego Wybuchu, a więc i nie ma Stwórcy.

Kołowy charakter rozumowania Lenera wydaje się oczywisty. Wychodząc z założenia, że Boga nie ma, reinterpretuje on prawa przyrody. Następnie wykorzystuje swoją interpretację rzeczywistości, aby dojść do wniosku, że Bóg nie istnieje. Jego dzieło można nazwać „ucieczką od rzeczywistości”.

Obserwacyjne obalenie hipotezy Lenera wynika z fizyki gwiazd. Te rodzaje gwiazd, które są niezbędne, by życie fizyczne we wszechświecie stało się możliwe, są niezwykle wrażliwe na najmniejsze zmiany głównych praw lub stałych fizyki. Dlatego istnienie stabilnych świecących gwiazd o zróżnicowanych masach w różnych odległościach od nas (patrz szczegóły w rozdziale 14) dowodzi niezmienności fizyki w całej historii wszechświata.

Otrzymujemy wniosek o niezmienności fizyki, ponieważ światło z bardzo odległych gwiazd podróżuje do nas znacznie dłużej niż światło z pobliskich gwiazd. Tak więc obserwując stan fizyczny gwiazd znajdujących się w coraz większych odległościach astronomowie mogą potwierdzić, że upada wniosek Lenera dotyczący najbardziej odległego zdarzenia, czyli transcendentnego stworzenia. W epoce poprzedzającej istnienie gwiazd, a mianowicie przez pierwsze pół miliarda lat historii kosmosu, zmierzone warunki fizyczne kosmicznego promieniowania tła potwierdzają również, że nie zaszły żadne zmiany w prawach i stałych fizycznych.

### **Nie ma tu wnioskowania typu „Bóg ujawnia się w lukach wiedzy”**

Nawet pracując w ramach praw fizyki badacze z uprzedzeniami antyreligijnymi często dokonują ślepych skoków wiary, aby tylko nie dostrzegać danych świadczących o zaangażowaniu się Boga w rzeczywistości. Chrześcijanie przez wiele wieków byli krytykowani za wnioskowanie typu „Bóg luk”. Czasami rzeczywiście zasługiwali na tę krytykę. Chrześcijanie mieli niekiedy skłonność, by wykorzystywać luki w wiedzy lub w danych empirycznych do konstruowania argumentu na rzecz cudownej boskiej interwencji. Ale później, gdy

odkrycia naukowe ujawniły naturalne wyjaśnienie owego rzekomo „boskiego fenomenu”, wyśmiewano nie tylko tych, którzy proponowali to boskie wyjaśnienie, ale także samą wiarę w istnienie Boga.

W XX wieku widzimy odwrócenie wnioskania typu „Bóg luk”. Nie-teiści zetknąwszy się z problemami, których mimo obszernych badań nie dało się naturalnie wyjaśnić i które zamiast tego wskazują na czynnik nadprzyrodzony, całkowicie odrzucają tę ostatnią możliwość i nalegają, by szukać naturalnego wyjaśnienia, choć poszukiwanie to prowadzi to do absurdu.

Na przykład wsparciem modeli stanu stałego stanowiła wymaginowana siła fizyczna, dla której nie było ani jednego dowodu obserwacyjnego czy teoretycznego. Model oscylującego wszechświata opierał się na wymaginowanym mechanizmie odbicia, dla którego nie było ani jednego dowodu obserwacyjnego czy teoretycznego. Podobne odwoływanie się do wymaginowanych sił i zjawisk były podstawą wszystkich modeli kosmologicznych zaproponowanych po to, by nie mówić o Wielkim Wybuchu i o jego implikacji dotyczących Boga.<sup>4</sup> Obalanie tych modeli i ciągłe odwoływanie się przez nieteistów do coraz bardziej dziwacznych nieznanymi i niepoznawalnymi czynnikami wydaje się odzwierciedlać rosnącą siłę argumentów przemawiających na rzecz teizmu (patrz rozdziały 7, 8, 12 i 15).

### Testowanie luk

Czy mamy do czynienia z rozumowaniem typu „Bóg ujawnia się w lukach wiedzy” czy raczej typu „nieistnienie Boga ujawnia się w lukach wiedzy”? Jednym ze sposobów, aby się tego dowiedzieć, jest wyeliminowanie wspomnianych luk poprzez postęp w badaniach naukowych. Większa wiedza o systemie może ujawnić naturalne wyjaśnienie rzekomego zjawiska nadprzyrodzonego. I odwrotnie, większa wiedza może wykazać, że wyjaśnienia naturalne zawodzą, podczas gdy wyjaśnienia nadnaturalne odnoszą sukces.

To, co się liczy, to nie odosobnione przykłady teistycznych lub ateis-

---

<sup>4</sup> Hugh Ross, *The Fingerprint of God*, 2nd ed. rev., Promise Publishing, Orange, CA 1991, s. 53–68, 111–118.

tycznych badaczy, którym udowodniono błąd w ich hipotetycznych wyjaśnieniach. Chrześcijańscy teiści na przykład wierzą, że w przyrodzie normą są wyjaśnienia naturalne, a wyjaśnienia nadprzyrodzone stanowią wyjątek. Jednak wykazanie, że jakieś jedno z ich poszukiwań, które wcześniej kończyło się nadnaturalnym wyjaśnieniem, w rzeczywistości ma naturalny charakter, nie stanowi zagrożenia dla ich wiary w Boga Biblii.

Liczy się ogólny trend. Czy w miarę, jak dowiadujemy się coraz więcej o wszechświecie, Ziemi i naturze życia, dowody na istnienie Boga i zaprojektowania świata przyrody stają się mocniejsze czy słabsze? Jeśli ateista ma rację, a teista się myli, to im więcej odkrywamy na temat kosmosu, Ziemi i życia, dowody na boską transcendencję i projekt stają się słabsze. Z drugiej strony, jeśli teista ma rację, a ateista się myli, to im więcej dowiadujemy się o kosmosie, Ziemi i życiu, dowody na boską transcendencję i projekt stają się silniejsze.

### **Czas i jego początek**

Jeszcze przed upadkiem modelu oscylującego wszechświata odkryto podstawową przyczynę niepowodzeń modeli kosmologicznych odrzucających skończony wiek wszechświata. W serii artykułów ukazujących się w latach 1966-1970 trzech brytyjskich astrofizyków, Stephen Hawking, George Ellis i Roger Penrose, tak rozszerzyło rozwiązanie równań ogólnej teorii względności, że objęło ono przestrzeń i czas.<sup>5</sup> Wynik nazwano twierdzeniem czasoprzestrzennym ogólnej teorii względności.<sup>6</sup>

To twierdzenie jest prawdziwe we wszystkich możliwych warunkach fizycznych, o ile wszechświat zawiera masę i o ile jego dynamikę można wiarygodnie opisać równaniami ogólnej teorii względności. Niedawne próby uniknię-

---

<sup>5</sup> Roger Penrose, „An Analysis of the Structure of Space-time”, Adams Prize Essay, Cambridge University 1966; Stephen W. Hawking, „Singularities and the Geometry of Space-time”, Adams Prize Essay, Cambridge University 1966; Stephen W. Hawking and George F.R. Ellis, „The Cosmic Black-Body Radiation and the Existence of Singularities in Our Universe”, *Astrophysical Journal* 1968, vol. 152, s. 25–36; Stephen Hawking and Roger Penrose, „The Singularities of Gravitational Collapse and Cosmology”, *Proceedings of the Royal Society of London, Series A*, 1970, vol. 314, s. 529–548.

<sup>6</sup> Hawking and Penrose, „The Singularities ...”, s. 529–548.

cia teologicznych konsekwencji tego twierdzenia doprowadziły do odkrycia, że jego wnioski są ważne w jeszcze szerszych warunkach. Twierdzenie to obowiązuje nie tylko we wszechświecie rządzonym przez klasyczną ogólną teorię względności, ale także w przypadku modeli inflacji kosmicznej.<sup>7</sup>

Modele inflacji kosmicznej to modele wszechświata, w których pole skalarne wytwarza hiperrozszerzanie się Wszechświata z prędkością wielokrotnie większą od prędkości światła w bardzo krótkim okresie czasu, mianowicie gdy Wszechświat jest młodszy niż  $10^{-33}$  sekundy. Jak zwróciłem na to uwagę w rozdziałach 7 i 8, wszystkie możliwe poprawki pola skalarnego klasycznej ogólnej teorii względności, zgodne z obserwacjami wszechświata, nie kłócą się z ideą transcendentnego stworzenia kosmosu, jaka wypływa z twierdzeń czasoprzestrzennych. Twierdzenia te stwierdzają, że przestrzeń i czas musiały powstać w tym samym kosmicznym wybuchu, który powołał do istnienia materię i energię.

Mówiąc słowami Hawkinga, sam czas musi mieć początek.<sup>8</sup> Dowód, że czas miał początek, można uznać za najważniejsze teologicznie twierdzenie wszechczasów, o ile ogólna teoria względności jest prawdziwa.

### Kciuk dla ogólnej teorii względności

Do umocnienia dowodu na początek czasu potrzebne było świadectwo tego, że ogólna teoria względności opowiada prawdziwą historię o dynamice wszechświata. Einstein, będąc w pełni świadomy znaczenia potwierdzenia obserwacyjnego, w czasie, w którym opublikował swoją teorię, zaproponował trzy

---

<sup>7</sup> Jacob D. Bekenstein, „Nonsingular General-Relativistic Cosmologies”, *Physical Review D*, 1975, vol. 11, s. 2072–2075; Leonard Parker and Yi Wang, „Avoidance of Singularities in Relativity through Two-Body Interactions”, *Physical Review D*, 1990, vol. 42, s. 1877–1883; Arvind Borde, „Open and Closed Universes, Initial Singularities, and Inflation”, *Physical Review D*, 1994, vol. 50, s. 3692–3702; Arvind Borde and Alexander Vilenkin, „Eternal Inflation and the Initial Singularity”, *Physical Review Letters* 1994, vol. 72, s. 3305–3308; Arvind Borde and Alexander Vilenkin, „Violation of the Weak Energy Condition in Inflating Spacetimes”, *Physical Review D*, 1997, vol. 56, s. 717–723.

<sup>8</sup> John Boslough, „Inside the Mind of a Genius”, *Reader's Digest* February 1984, s. 120.

testy.<sup>9</sup> Po dwóch latach w 1919 roku, zespół kierowany przez brytyjskiego astronoma, Arthura Eddingtona, przeprowadził pierwszy z tych testów udowadniając, że grawitacja Słońca zakrzywia światło gwiazd dokładnie w stopniu przewidzianym przez ogólną teorię względności.<sup>10</sup> Odkrycie to było ekscytujące, ale ponieważ prawdopodobieństwo błędu pomiaru wynosiło około 10%, naukowcy nie byli w pełni usatysfakcjonowani.

W następnych latach zmniejszanie błędu pomiaru następowało, niestety, powoli. Do roku 1970 do trzech testów Einsteina dodano jeszcze pięć nowych. Dokładność potwierdzenia wzrosła z 10% do 1%,<sup>11</sup> ale wciąż nie była ona na tyle wystarczająca, by przekonać wszystkich sceptyków. Niektórzy teoretycy zaczęli spekulować, że wszechświat, choć zdominowany przez ogólną teorię względności, może również w niewielkim stopniu podlegać wpływowi jakiegoś nieznanego pola sił.<sup>12</sup> Te spekulacje i brak wymaganej precyzji rzucały wystarczająco dużo wątpliwości na twierdzenie czasoprzestrzenne, że początkowo podchodzono do niego bez entuzjazmu.

---

<sup>9</sup> Albert Einstein, „Die Feldgleichungen der Gravitation”, *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften*, 25 November 1915, s. 844–847; Albert Einstein, „Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie”, *Annalen der Physik* 1916, vol. 49, s. 769–822 [Hendrik A. Lorentz *et al.*, **The Principle of Relativity**, with notes by Arnold Sommerfeld, trans. W. Perrett and G.B. Jeffrey, Methuen, London 1923, s. 109–164]; Albert Einstein, „Erklärung der Perihelbewegung des Merkur aus der allgemeinen Relativitätstheorie”, *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen - Akademie der Wissenschaften*, 18 November 1915, s. 831–839.

<sup>10</sup> F.W. Dyson, Arthur S. Eddington, and C. Davidson, „A Determination of the Deflection of Light by the Sun’s Gravitational Field, from Observations Made at the Total Eclipse of May 29, 1919”, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Series A, 1920, vol. 220, s. 291–333.

<sup>11</sup> Steven Weinberg, **Gravitation and Cosmology: Principles and Applications of the General Theory of Relativity**, J. Wiley and Sons, New York 1972, s. 198; Irwin I. Shapiro *et al.*, „Mercury’s Perihelion Advance: Determination by Radar”, *Physical Review Letters* 1972, vol. 28, 1594–1597; R.V. Pound and J.L. Snider, „Effect of Gravity on Nuclear Resonance”, *Physical Review Letters* 1964, vol. 13, s. 539–540.

<sup>12</sup> C. Brans and Robert H. Dicke, „Mach’s Principle and a Relativistic Theory of Gravitation”, *Physical Review* 1961, vol. 124, s. 925–935; J.W. Moffat, „Consequences of a New Experimental Determination of the Quadrupole Moment of the Sun for Gravitation Theory”, *Physical Review Letters* 1983, vol. 50, s. 709–712; George F.R. Ellis, „Alternatives to the Big Bang”, *Annual Reviews of Astronomy and Astrophysics* 1984, vol. 22, s. 157–184.

Jednak w miarę kontynuowania badań ten cień wątpliwości zanikał. Do 1976 roku eksperyment z opóźnieniem echa, przeprowadzony przy pomocy aparatury umieszczonej na Księżycu przez astronautów misji Apollo, zmniejszył wspomnianą niepewność do 0,5%.<sup>13</sup> W 1979 r. pomiary wpływu grawitacji na sygnały radiowe jeszcze bardziej zmniejszyły niepewność do zaledwie 0,1%.<sup>14</sup> W 1980 r. zegar masera wodorowego (opartego na zasadzie lasera i prawie sto razy dokładniejszego niż najlepszy zegar atomowy) umieszczony na pokładzie rakiety NASA potwierdził ogólną teorię względności z dokładnością do piątego miejsca po przecinku.<sup>15</sup> Ale wszystkie te testy były przeprowadzane przy obecności grawitacji Słońca i Ziemi. Co by było, gdyby ta obecność była inna?

### Testy przy silnym polu

Grawitacja Słońca i Ziemi jest słabsza ponad sto tysięcy razy w porównaniu z grawitacją czarnych dziur, gwiazd neutronowych (czyli gwiazd będących solidnymi kryształami zbudowanymi z neutronów stykających się ze sobą w obszarze od centralnych jąder tych gwiazd aż do ich powierzchni) i wszechświata tuż po stworzeniu. Astrofizycy od pewnego czasu zastanawiali się, czy można zaobserwować odstępstwa od ogólnej teorii względności dla zdarzeń związanych z bardzo silnymi polami grawitacyjnymi.

Pierwsze takie testy przeprowadzono w 1982 roku na pulsarze podwójnym PSR 1913+16.<sup>16</sup> Pulsar to szybko obracająca się gwiazda neutronowa, której oś magnetyczna jest tak przesunięta względem osi obrotu, że przy

---

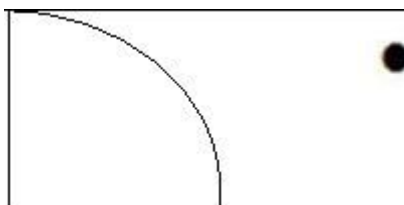
<sup>13</sup> Irwin I. Shapiro, Charles C. Counselman III, and Robert W. King, „Verification of the Principle of Equivalence for Massive Bodies”, *Physical Review Letters* 1976, vol. 36, s. 555–558.

<sup>14</sup> R.D. Reasenberg *et al.*, „Viking Relativity Experiment: Verification of Signal Retardation by Solar Gravity”, *Astrophysical Journal Letters* 1979, vol. 234, s. 219–221.

<sup>15</sup> R.F.C. Vessot *et al.*, „Test of Relativistic Gravitation with a Space-Borne Hydrogen Maser”, *Physical Review Letters* 1980, vol. 45, s. 2081–2084.

<sup>16</sup> J.H. Taylor, „Gravitational Radiation and the Binary Pulsar”, w: Remo Ruffini (ed.), **Proceedings of the Second Marcel Grossman Meeting on General Relativity**, part A, North-Holland Publishing, Amsterdam 1982, s. 15–19.

każdym jej obrocie w kierunku Ziemi wysyłane są silne impulsy energii. Większość pulsarów podwójnych to układy, w których zwykła gwiazda krąży wokół pulsara (patrz rysunek 9.1). PSR 1913+16 jest niezwykle, ponieważ gwiazda krążąca wokół pulsara jest również gwiazdą neutronową. (Nie wszystkie gwiazdy neutronowe emitują silne impulsy.) Grawitacyjne przyciąganie zwykłej gwiazdy przez pulsar, wokół którego ona krąży, jest bardzo silne. Oddziaływanie grawitacyjne między dwiema gwiazdami neutronowymi krążącymi wokół siebie jest jeszcze silniejsze. Początkowe eksperymenty nie wykazały odchylenia od przewidywań ogólnej teorii względności. Ale znowu margines błędu wyniósł około 10%.



Rysunek 9.1: Pulsar podwójny

Duża zwykła gwiazda po lewej krąży wokół posiadającego dużo większą masę pulsara po prawej. Pulsar jest pozostałością po bardzo dużej gwiazdzie, gdy ulegnie ona tzw. wybuchowi supernowej. Podczas wybuchu supernowej gwiazda ulega tak intensywnemu zapadnięciu się, że protony i elektrony łączą się w neutrony. Jedna łyżeczka tej substancji ważyłaby ponad dwa miliardy ton. Pulsar zazwyczaj posiada tylko sześć mil średnicy [ok. 10 km], podczas gdy zwykła gwiazda, taka jak Słońce, ma średnicę około miliona mil [ok. półtora miliona km]. (Na rysunku pulsar jest przesadnie duży.)

W styczniu 1992 roku międzynarodowy zespół astronomów kierowany przez Russella Hulse'a i Josepha Taylora opublikował wyniki dziesięciu lat obserwacji wysokiej jakości nie tylko tego pulsara, ale także dwóch innych.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> J.H. Taylor *et al.*, „Experimental Constraints on Strong-field Relativistic Gravity”, *Nature* 1992, vol. 355, s. 132–136.



Zespół przeprowadził trzy oddzielne testy ogólnej teorii względności związane z każdym z tych pulsarów. We wszystkich przypadkach ogólna teoria względności przeszła testy śpiewająco. W przypadku PSR 1913+16 zaobserwowane wyniki zgadzały się z wartościami przewidywanymi przez ogólną teorię względności z dokładnością większą niż 0,5%.

Ta półprocentowa dokładność ogólnej teorii względności opiera się tylko na jednym zestawie ograniczeń eksperymentalnych. Ogólna teoria względności przewiduje, że z upływem czasu dwie gwiazdy neutronowe, krążące po orbicie wokół siebie, wyemitują tak dużo energii grawitacyjnej, że będą się zbliżać do siebie po spirali przyspieszając swoje okresy orbitalne. Dokładne pomiary okresów orbitalnych dla PSR 1913+16 z każdym rokiem dostarczają coraz bardziej rygorystycznych sprawdzianów ogólnej teorii względności. Przy pomiarach trwających obecnie ponad dwadzieścia lat (od 1974 do 1994), ogólna teoria względności została potwierdzona z błędem nie większym niż jeden do stu bilionów. Roger Penrose tak się na ten temat wypowiedział: „To sprawia, że ogólna teoria względności Einsteina pod tym względem jest najdokładniej sprawdzoną teorią znaną nauce!”<sup>18</sup> Reszta społeczności naukowej zgodziła się z tą opinią przyznając Hulse'owi i Taylorowi za ich przełomowe wysiłki Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki.

### **Ogólna teoria względności została potwierdzona we wszystkich kontekstach**

Pomiary Hulse'a i Taylora przekonały społeczność fizyków i astronomów do wiarygodności ogólnej teorii względności, jednak wśród niektórych teologów i filozofów wciąż można było znaleźć wątpiących. Czekali oni, aż ogólna teoria względności zostanie udowodniona we wszystkich istotnych kontekstach. Dzięki dodatkowym odkryciom to ich oczekiwanie dobiegło już końca.

Przed pracą Hulse'a i Taylora ogólna teoria względności przeszła pomyślnie jedenaście niezależnych testów eksperymentalnych. Brakowało jednak testów przeprowadzonych w czarnych dziurach i w ich pobliżu, wykazania istnienia doskonałych lub prawie doskonałych (a tym samym jednoznacznych)

---

<sup>18</sup> Roger Penrose, *Shadows of the Mind: A Search for the Missing Science of Consciousness*, Oxford University Press, New York 1994, s. 230.

„pierścieni Einsteina”, oraz pokazania przewidywanego, ale nieuchwytnego „efektu Lensego-Thirringa”. Obecnie nowe obserwacje naukowe dostarczyły już tych danych empirycznych.

Jak zauważyli w 1918 roku dwaj austriaccy fizycy, Joseph Lense i Hans Thirring, ogólna teoria względności przewiduje, że każde wirujące masywne ciało będzie w swoim bezpośrednim sąsiedztwie ciągnęło lub skręcało czasoprzestrzeń. A zwłaszcza ogólna teoria względności mówi, że jeśli jakiś dysk materii krąży wokół bardzo gęstego ciała, na przykład gwiazdy neutronowej lub czarnej dziury, pod pewnym kątem do płaszczyzny osi obrotu tego ciała, to przewidywane przeciąganie lub skręcanie czasoprzestrzeni spowoduje kołysanie się dysku tak, jak się zachowuje dziecięcy bączek. Z kolei to kołysanie się wygeneruje oscylacje intensywności promieniowania rentgenowskiego emitowanego z gazu występującego w dysku. Teoria względności przewiduje nawet tempo, z jakim te oscylacje powinny zachodzić zależnie od charakterystyki wirowania konkretnej gwiazdy neutronowej czy czarnej dziury.

Na spotkaniu Amerykańskiego Towarzystwa Astronomicznego w 1997 roku dwa oddzielne zespoły, jeden z Massachusetts Institute of Technology, a drugi z Obserwatorium Astronomicznego w Rzymie i Uniwersytetu w Rzymie, poinformowały o pierwszym w historii wykryciu takich oscylacji. Amerykański zespół obserwował pięć czarnych dziur i odkrył szybkie oscylacje zachodzące 300 razy na sekundę.<sup>19</sup> W każdym przypadku częstotliwość oscylacji była doskonale zgodna z przewidywaniami ogólnej teorii względności. Włoski zespół obserwował kilka czarnych dziur i również przewidywania ogólnej teorii względności były trafne. Niedawno niezależne badanie przeprowadzone za pomocą satelity NASA Rossi X-ray Timing Explorer potwierdziło efekt Lensego-Thirringa w przypadku gwiazd neutronowych, które obracają się 1000 razy na sekundę.<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup> Ron Cowen, „Einstein’s General Relativity: It’s a Drag”, *Science News* 1997, vol. 152, s. 308.

<sup>20</sup> Peter G. Jonker, Mariano Méndez, and Michiel van der Klis, „Discovery of a New Third Kilohertz Quasi-Periodic Oscillation in 4U 1608-52, 4U 1728-34, and 4U 1636 53: Sidebands to the Lower Kilohertz Quasi-Periodic Oscillation?”, *Astrophysical Journal Letters* 2000, vol. 540, s. L29–L32.

Kilka tygodni po pierwszym zaobserwowaniu skręcenia struktury czasoprzestrzennej ogólna teoria względności przeszła pomyślnie trzy kolejne testy. Jeden z nich polegał na przedstawieniu pierwszego rozstrzygającego dowodu istnienia czarnych dziur o masach równych masom gwiazd. (Ogólna teoria względności przewiduje, że galaktyka takiej wielkości i w takim wieku jak nasza galaktyka powinna zawierać kilka czarnych dziur o masie gwiazd). Pomiary cech orbity widocznej gwiazdy krążącej wokół tzw. nowej rentgenowskiej (x-ray nova) A0620–00 pozwoliły ustalić poza wszelką wątpliwość, że ta nowa przekroczyła maksymalną masę stabilnej gwiazdy neutronowej (co oznacza, że nie może uniknąć przekształcenia się w czarną dziurę).<sup>21</sup> Od tego czasu obserwacje kilku kolejnych nowych rentgenowskich dało ten sam wniosek.<sup>22</sup>

Ogólna teoria względności przewiduje również istnienie w jądrach bardzo dużych galaktyk czarnych dziur supermasywnych (przekraczających milion mas Słońca). Istnienie takich supermasywnych czarnych dziur wykazano kilka lat temu. Nowością jest pierwszy pomiar prędkości wewnętrznych obszarów dysków akrecyjnych otaczających te supermasywne czarne dziury.<sup>23</sup> Prędkości te, bliskie jednej trzeciej prędkości światła, są zgodne z przewidywaniami ogólnej teorii względności.

Większość ludzi wie, że ogólna teoria względności przewiduje lekkie zakrzywienie światła gwiazd przez grawitację. Dużo bardziej pokazowy i ostateczny test ogólnej teorii względności można przeprowadzić, gdy jakaś masywna galaktyka leży dokładnie na linii wzroku między teleskopem obserwatora a odległym kwazarem. W tym przypadku ogólna teoria względności przewiduje pojawienie się pierścienia Einsteina wokół obrazu kwazara. Obecnie po raz pierwszy w zakresie optycznym i podczerwonym zaobserwowano jednoznaczny, kompletny pierścień Einsteina.<sup>24</sup> Związany z tym obraz (patrz rys. 9.2) został wykonany przez Kosmiczny Teleskop Hubble'a, a fizyk Andrew Watson na-

---

<sup>21</sup> G.S. Bisnovaty-Kogan, „At the Border of Eternity”, *Science* 1998, vol. 279, s. 1321.

<sup>22</sup> Ibid.

<sup>23</sup> Ibid.

<sup>24</sup> Stephen Battersky, „A Ring in Truth”, *Nature* 1998, vol. 392, s. 548.

zwał go „ośniewającym pokazem teorii Einsteina w działaniu”.<sup>25</sup>



**Rysunek 9.2:** Pierwszy obraz kompletnego pierścienia Einsteina w optycznych długościach fal.

Ostatnią ważną prognozą ogólnej teorii względności, która wciąż nie posiadała potwierdzenia obserwacyjnego, był efekt Lensego-Thirringa dla stosunkowo słabych pól grawitacyjnych. Przewidywany efekt jest niewiarygodnie mały i do niedawna nie istniały żadne instrumenty o czułości niezbędnej do potwierdzenia lub zaprzeczenia ogólnej teorii względności na tym poziomie. Pomogły czteroletnie badania przeprowadzone przy użyciu dwóch satelitów krążących wokół Ziemi, LAGEOS i LAGEOS II, których odległości od Ziemi mierzy się precyzyjnie przy pomocy światła laserów.<sup>26</sup> Pięciu fizyków z Włoch i Hiszpanii ustaliło, że efekt Lensego-Thirringa dla słabych pól grawitacyjnych

---

<sup>25</sup> Andrew Watson, „Einstein’s Theory Rings True”, *Science* 1998, vol. 280, s. 205.

<sup>26</sup> Ignazio Ciufolini *et al.*, „Test of General Relativity and Measurement of the Lense-Thirring Effect with Two Earth Satellites”, *Science* 1998, vol. 279, s. 2100–2103.

rzeczywiście istnieje, a jego wartość mieści się w granicach 10% przewidywań ogólnej teorii względności z całkowitym błędem plus lub minus około 20%.<sup>27</sup>

Wreszcie w 1998 roku zaobserwowano pierwszą w historii hipernową. Hipernowa to eksplozja tak intensywna, że przy pewnych długościach fal (długości fali promieniowania gamma) i przez kilka sekund uwalniana energia jest równoważna milionom supernowych (supernowa w maksimum świeci mocniej niż sto miliardów zwykłych gwiazd). Eksplozja hipernowej była tak intensywna, że niektórzy porównywali ją do samego Wielkiego Wybuchu i zastanawiali się, czy jej energia nie jest zbyt duża jak na obowiązujące prawa fizyki.<sup>28</sup> Porzucenie praw fizyki otworzyłoby drzwi do porzucenia wszelkich fizycznych dowodów na rzecz boskiego stworzenia. Ale ogólna teoria względności umożliwia łatwy, choć dramatyczny, ratunek. Zgodnie z nią zlanie się w jedno ciało gwiazd neutronowych lub czarnych dziur wygeneruje dokładnie taki rozbłysk gamma, jaki zaobserwowano.<sup>29</sup> W rzeczywistości, gdyby takie zdarzenie miało miejsce w pobliżu naszej galaktyki, ale nie dalej niż w odległości połowy średnicy wszechświata, to wytworzyłoby ono przewidziane przez ogólną teorię względności i fizykę cząstek elementarnych fale grawitacyjne na poziomie wystarczająco silnym, abyśmy mogli je wykryć. Oczywiście, gdyby do takiego zdarzenia doszło znacznie bliżej, gatunek ludzki zostałby unicestwiony!

Można dziś powiedzieć, że żadna teoria fizykalna nie została przetestowana w tak wielu różnych kontekstach i tak rygorystycznie, jak ogólna teoria względności. Fakt, że ogólna teoria względności przeszła tak doskonale wszystkie te testy, świadczy, że nie ma żadnych podstaw, by wątpić we wnioski wynikające z twierdzenia czasoprzestrzennego.

### A więc?

To połączenie testów ze stałym zmniejszaniem się błędu rozwiąło wszelkie wątpliwości co do równań ogólnej teorii względności Einsteina. Po-

---

<sup>27</sup> Ciufolini *et al.*, „Test of General Relativity...”, s. 2102.

<sup>28</sup> K.C. Cole, „Massive Blast Deep in Space Puzzles Experts”, *Los Angeles Times*, May 7, 1998, s. A1, A32.

<sup>29</sup> Ralph Wijers, „The Burst, the Burster, and Its Lair”, *Nature* 1998, vol. 393, s. 13–14.

nieważ ogólna teoria względności dokładnie opisuje dynamikę wszechświata, można zaufać jej twierdzeniom o czasoprzestrzeni.

Twierdzenia czasoprzestrzenne mówią, że dziesięć wymiarów czasoprzestrzeni wszechświata istniało tylko wtedy, gdy wszechświat się rozszerzał, czyli nie dłużej niż 15 miliardów lat. Czas naprawdę ma swój początek.

Prawo przyczynowości (albo prawo korelacji statystycznej, dla którego istotne są efekty kwantowe lub mechaniczne statystyczne) mówi, że skutki wynikają z przyczyn, a nie odwrotnie. Czyli przyczyny poprzedzają skutki. Czas zatem można zdefiniować jako wymiar, wzdłuż którego zachodzą zjawiska przyczynowo-skutkowe.

Chociaż jacyś filozofowie mogą sprzeciwiać się tej przyczynowej definicji czasu, jest to definicja pozwalająca na spójne traktowanie w naukach przyrodniczych wszystkich zależnych od czasu zjawisk. Jest to najpowszechniejsza definicja czasu stosowana przez popularne media i laików. Ponieważ żaden fizycznie żyjący człowiek nie przekracza czasoprzestrzennej struktury wszechświata (i dlatego nie może obserwować czasu z zewnątrz, spoza czasu), nikt nie może sformułować absolutnej czy całkowitej definicji czasu.

Taka absolutna czy całkowita definicja czasu nie jest jednak konieczna. Potrzebujemy po prostu spójnej definicji czasu, której należy konsekwentnie używać. Dlatego ilekroć w tej książce mówię o czasie, to mam na myśli czas fizyczny, czyli czas zdefiniowany przez działania przyczynowo-skutkowe.

Jeśli nie istnieje fizyczny czas, to nie ma ani przyczyny, ani skutku. Jeśli początek czasu jest zbieżny z początkiem wszechświata, co stwierdzają twierdzenia czasoprzestrzenne, to przyczyną wszechświata musi być jakiś byt działający w czymś, co jest równoważne wymiarowi czasu, całkowicie niezależny od i preegzystujący względem wymiaru czasowego kosmosu. Ten wniosek jest niezwykle ważny dla zrozumienia tego, kim jest Bóg i kim lub czym nie jest. Mówi on nam, że Stwórca jest transcendentny, działa poza wymiarami wszechświata. Mówi też nam, że Bóg nie jest wszechświatem ani nie znajduje się we wszechświecie. Panteizm i ateizm są niezgodne z faktami.

Panteizm głosi, że poza wszechświatem nic nie istnieje, że wszechświat jest wszystkim, co istnieje i że wszechświat istniał od zawsze. Według ateizmu wszechświat nie został stworzony i żaden byt nie istnieje niezależnie od materii,

energii oraz wymiarów przestrzeni i czasu Wszechświata. Ale wszystkie dane nagromadzone w XX i XXI wieku mówią, że jakiś transcendentny Stwórca *musi* istnieć. Bowiem cała materia, energia, dziewięć wymiarów przestrzennych, a nawet czas, powstały nagle i jednocześnie z jakiegoś zewnętrznego źródła.

Słuszne jest nazywanie takiego źródła czy bytu jako Stwórcy, ponieważ stworzenie określa się jako spowodowanie, że coś – w tym przypadku wszystko we wszechświecie – zacznie istnieć. Materia, energia, przestrzeń i czas są skutkami, które On spowodował. Podobnie słuszne jest uznawanie Stwórcy za byt transcendentny, ponieważ akt powodowania tych skutków musiał mieć miejsce poza nimi czyli niezależnie od nich.

Nie tylko nauka prowadzi nas do tych wniosków, ale także Biblia. Jest to jedyna święta księga, która to czyni.