

J I M H O L T

IDEE, KTÓRE
ZMIENIŁY ŚWIAT

Od Einsteina i Gödla
po Turinga i Dawkinsa

Tłumaczenie
Tomasz Lanczewski

1. Kiedy Einstein przechadzał się z Gödlem

W 1933 roku, mając już za sobą dokonanie wielkich odkryć naukowych, Albert Einstein przybył do Ameryki. Ostatnie 22 lata życia spędził w Princeton w stanie New Jersey, gdzie został zatrudniony jako najznakomitsza postać wśród naukowców pracujących w Instytucie Studiów Zaawansowanych. Einstein był całkiem zadowolony ze swojego nowego otoczenia, podchodząc na spokojnie do właściwej temu gronu pretensjonalności. Jak zauważył, „Princeton jest cudownym miejscem na Ziemi, a jednocześnie niezwykle zabawnym, ceremonialnym zaściankiem zamieszkiwanym przez drobnych szudłonogich półbogów”. Jego rozkład dnia rozpoczynał się od spokojnego spaceru z domu przy Mercer Street 112 do gabinetu w instytucie. Był wówczas jednym z najsłynniejszych oraz – ze względu na swój charakterystyczny wygląd, na który składała się burza rozczochranych włosów i luźne spodnie podtrzymywane szelkami – najlepiej rozpoznawalnych ludzi na świecie.

Dziesięć lat po przyjeździe do Princeton zyskał sobie towarzysza spacerów, znacznie młodszego mężczyznę, który na tle wymiętego Einsteina wyróżniał się jako elegancka postać w białym lnianym garniturze i dopasowanym kapeluszu. Obaj panowie prowadzili ożywioną dyskusję po niemiecku podczas porannej przechadzki do instytutu i ponownie wieczorem w drodze do domu. Wielu mieszkańców miasta prawdopodobnie nie potrafiło rozpoznać mężczyzny w garniturze, natomiast Einstein traktował go jak równego sobie, kogoś, kto, podobnie jak on sam, samodzielnie zapoczątkował rewolucję pojęciową. O ile Einstein swoją teorią względności

wywrócił do góry nogami nasze codzienne wyobrażenia o świecie fizycznym, o tyle ów młodszy jegomość, Kurt Gödel, wywarł podobnie wywrotowy wpływ na nasze rozumienie abstrakcyjnego świata matematyki.

Gödel, często nazywany największym logikiem od czasów Arystotelesa, okazał się dziwnym i ostatecznie tragicznym człowiekiem. Podczas gdy Einstein był towarzyski i radosny, Gödel miał poważną, samotniczą i pesymistyczną osobowość. Einstein, namiętny skrzypek amator, uwielbiał Beethovena i Mozarta. Gust Gödla podążał w nieco innym kierunku: jego ulubionym filmem była produkcja Włta Disneya *Królowna Śnieżka i siedmiu krasnoludków*, a kiedy jego żona postawiła różowego flaminga na podwórku przed ich domem, uznał, że jest on *furchtbar herzig* – „niezwykle uroczy”. Einstein bez umiaru zaspokajał swój apetyt ciężką niemiecką kuchnią; Gödel utrzymywał się na wyniszczającej diecie, która w głównej mierze składała się z masła, zupek dla dzieci i środków przeczyszczających. Chociaż prywatne życie Einsteina nie było pozbawione komplikacji, na zewnątrz emanował wesołością i czuł się dobrze w otaczającym go świecie. Gödel natomiast wykazywał tendencję do popadania w paranoję. Wierzył w duchy; miał chorobliwy lęk przed zatruciem gazami z lodówki; odmawiał wyjścia na zewnątrz, kiedy niektórzy wybitni matematycy pojawiali się w mieście, najwyraźniej z obawy, że mogą próbować go zamordować. Jak każdy paranoik, jako naczelną zasadę traktował stwierdzenie: „Každy chaos jest tylko błędnym wrażeniem”.

Chociaż inni członkowie instytutu uważali mrocznego logika za osobę niedostępną i wprawiającą w zakłopotanie, Einstein opowiadał, że przychodził do swojego gabinetu „tylko po to, by dostąpić zaszczytu wracania do domu z Kurtem Gödlem”. Wydaje się, że po części spowodowane to było faktem, iż Gödel nie czuł się przytłoczony reputacją Einsteina i nie wahał się rzucać wyzwania jego pomysłom. Jak zauważył inny członek instytutu, fizyk Freeman Dyson: „Gödel był (...) jedynym z naszych kolegów, który spacerował i roz-

mawiał z Einsteinem jak równy z równym”. Lecz nawet jeśli Einstein i Gödel zdawali się przebywać na wyższym poziomie niż reszta ludzkości, prawdą było również, że stali się, według słów Einsteina, „eksponatami muzealnymi”. Einstein nigdy nie zaakceptował teorii kwantowej Nielsa Bohra i Wernera Heisenberga. Gödel uważał, że matematyczne abstrakcje były tak samo realne jak stoły i krzesła, który to pogląd filozofowie uznawali za naiwny do granic śmieszności. Zarówno Gödel, jak i Einstein twierdzili, że świat jest niezależny od naszych umysłów, ale racjonalnie zorganizowany i otwarty na ludzkie zrozumienie. Zjednoczeni wspólnym poczuciem intelektualnej izolacji, znaleźli pocieszenie we własnym towarzystwie. „Nie chcieli rozmawiać z nikim innym – powiedział pewien członek instytutu. – Mieli ochotę gawędzić tylko ze sobą”.

Ludzie zastanawiali się, o czym dyskutują te dwa wybitne umysły. Polityka była przypuszczalnie jednym z tematów. (Einstein, który popierał Adlaia Stevensona, zirytował się, gdy Gödel postanowił głosować na Dwighta D. Eisenhowera w 1952 roku). Fizyka bez wątpienia była kolejnym. Gödel dobrze orientował się w tej kwestii; podzielał nieufność Einsteina do teorii kwantowej, ale był jednocześnie sceptyczny wobec ambicji starszego fizyka, by zastąpić ją „zunifikowaną teorią pola”, która ujęłaby wszystkie znane siły w deterministyczne ramy. Obaj żywo interesowali się problemami, które, według słów Einsteina, miały „prawdziwe znaczenie”, sprawami dotyczącymi najbardziej podstawowych elementów rzeczywistości. Gödla szczególnie ciekawiła natura czasu, która, jak powiedział jednemu ze swych przyjaciół, stanowiła p r a d z i w e zagadnienie filozoficzne. Zastanawiał się, w jaki sposób owo „tajemnicze i pozornie wewnętrznie sprzeczne zjawisko może stanowić podstawę istnienia świata i naszej własnej egzystencji”. Akurat była to kwestia, w której Einstein mógł wykazać się pewną wiedzą.

Kilkadziesiąt lat wcześniej, w 1905 roku, Einstein udowodnił, że czas, tak jak rozumieli go naukowcy i laicy, to

fikcja. A było to zaledwie jedno z osiągnięć, jakie poczynił owego roku. Wszystko zaczęło się od tego, że dwudziestopięcioletni Einstein został zatrudniony jako inspektor w biurze patentowym w szwajcarskim Bernie. Wcześniej nie udało mu się uzyskać doktoratu z fizyki, więc tymczasowo zrezygnował z kontynuowania kariery naukowej, mówiąc przyjacielowi, że „cała ta zabawa stała się nudna”. Niedawno przeczytał książkę Henriego Poincaré, francuskiego matematyka o znakomitej reputacji, w której opisane zostały trzy podstawowe nierozwiązane problemy w nauce. Pierwszy dotyczył „efektu fotoelektrycznego”: w jaki sposób światło ultrafioletowe wybija elektrony z powierzchni metalu? Drugi odnosił się do „ruchów Browna”: dlaczego cząsteczki pyłku zawieszony w wodzie poruszają się zygzakiem w losowy sposób? Trzeci nawiązywał do „eteru światłonośnego” mającego wypełniać całą przestrzeń i służącego jako ośrodek, w którym fale świetlne poruszają się w taki sam sposób, w jaki fale dźwiękowe rozchodzą się w powietrzu lub fale oceanu po wodzie: dlaczego eksperymenty nie wykryły ruchu Ziemi względem owego eteru?

Każdy z tych problemów potencjalnie mógł ujawnić to, co Einstein uważał za prostotę natury leżącą u samych jej podstaw. Nieznany początkujący urzędnik, pracujący samodzielnie, poza środowiskiem naukowym, niebawem zdołał znaleźć wyjaśnienia dla wszystkich trzech zagadek. Jego rozwiązania zostały przedstawione w czterech publikacjach, napisanych w marcu, kwietniu, maju i czerwcu 1905 roku. W swoim marcowym artykule na temat efektu fotoelektrycznego Einstein doszedł do wniosku, że światło ma postać dyskretnych cząstek, które później nazwano fotonami. W swych kwietniowych i majowych pracach ustalił raz na zawsze prawdziwą naturę atomów, podając teoretyczne oszacowanie ich wielkości i pokazując, jak zderzenia tych podstawowych cegiełek materii powodowały ruchy Browna. W czerwcowym tekście dotyczącym problemu eteru zaprezentował własną teorię względ-

ności. Następnie, jako swego rodzaju dodatek, opublikował we wrześniu trzystronicowy artykuł zawierający najsztywniejsze równanie wszech czasów: $E = mc^2$.

Wszystkie te publikacje zawierały w sobie odrobinę magii i burzyły niektóre głęboko zakorzenione w społeczności fizyków przekonania. Jednak pod względem tematyki i oryginalności sformułowanych w nim wniosków czerwcowy artykuł Einsteina wyróżniał się z nich najbardziej. Na 30 zwiniętych stronach całkowicie od nowa zapisał prawa fizyki. Rozpoczął od dwóch bezwzględnych zasad. Po pierwsze, prawa fizyki są absolutne: te same prawa muszą obowiązywać dla wszystkich obserwatorów. Po drugie, prędkość światła jest absolutna; jej wartość również jest taka sama dla wszystkich obserwatorów. Wprowadzenie drugiego założenia, choć mniej oczywiste, opierało się na tej samej logice. Ponieważ światło jest falą elektromagnetyczną (był to fakt znany od XIX wieku), jego prędkość wynika z praw elektromagnetyzmu; prawa te powinny być takie same dla wszystkich obserwatorów; dlatego też każdy powinien obserwować światło poruszające się z taką samą prędkością, niezależnie od układu odniesienia. Mimo to przyjęcie przez Einsteina zasady niezmienniczości prędkości światła było śmiałym posunięciem, gdyż jej konsekwencje wydawały się wręcz absurdalne.

Załóżmy – w celu lepszej ilustracji tego problemu – że prędkość światła wynosi 100 kilometrów na godzinę. Przyjmy teraz, że stoję na poboczu drogi i obserwuję wiązkę światła przemieszczającą się z tą prędkością. Następnie widzę, jak jedziecie za nią swoim samochodem z prędkością 60 kilometrów na godzinę. Dla mnie wiązka światła porusza się szybciej od was o 40 kilometrów na godzinę. Ale wy, z wnętrza samochodu, musicie obserwować promień światła uciekający z prędkością 100 kilometrów na godzinę, tak jak gdybyście stali nieruchomo: tego właśnie wymaga zasada niezmienniczości prędkości światła. A co się stanie, jeśli wciśniesz gaz do dechy i przyspieszycie do 99 kilometrów na godzinę? Teraz

widzę, że promień światła porusza się szybciej od was zaledwie o jeden kilometr na godzinę. Jednak dla was jadących w samochodzie promień nadal pędzi z prędkością 100 kilometrów na godzinę, pomimo wzrostu prędkości waszego pojazdu. Jak to możliwe? Prędkość równa się oczywiście odległości podzielonej przez czas. Okazuje się, że im szybciej mkniecie samochodem, tym krótsza będzie wasza linijka i tym wolniej będzie chodzić wasz zegar w stosunku do mojego; jest to jedyny sposób, w jaki możemy nadal zgadzać się co do mierzonej wartości prędkości światła. (Gdybym wyciągnął lornetkę i spojrział na wasz gnąący samochód, zobaczyłbym, że jego długość się zmniejszy, a wy będziecie poruszać się w nim w zwolnionym tempie). Tak więc Einstein postanowił w odpowiedni sposób przekształcić prawa fizyki. Aby uczynić te zasady absolutnymi, musiał założyć względność przestrzeni i czasu.

Najbardziej oszałamiającym z tych wniosków było zrezygnowanie z pojęcia absolutnego czasu. Isaac Newton uważał, że czas jest obiektywny, uniwersalny i transcendentny w odniesieniu do wszystkich zjawisk naturalnych; „Przepływ czasu absolutnego nie podlega żadnym zmianom” – oświadczył na samym początku swoich *Principiów*. Einstein zdał sobie jednak sprawę, że nasza koncepcja czasu jest czymś, co odziedziczyliśmy z naszego doświadczenia płynącego z rytmicznych zjawisk: bicia serca, obrotów i obiegow planety, tykania zegarów. Opinie na temat czasu zawsze sprowadzają się do sądów na temat jednoczesności. „Jeśli na przykład mówię: «Ten pociąg przyjeżdża tutaj o godzinie 7.00», mam na myśli coś takiego: «Pozycja małej wskazówki mojego zegarka na godzinie 7 i przyjazd pociągu są wydarzeniami jednoczesnymi»” – napisał Einstein w czerwcowym artykule. Jeśli zdarzenia, o których mowa, znajdują się w pewnej odległości od siebie, oceny jednoczesności mogą być dokonywane tylko przez wysyłanie sygnałów świetlnych tam i z powrotem. Opierając się na swoich dwóch podstawowych zasadach, Einstein udowodnił, że to, czy obserwator uzna dwa wydarzenia za zachodzące „w tym samym czasie”,

zależy od stanu jego ruchu. Innymi słowy, nie ma uniwersalnego t e r a z. Ponieważ różni obserwatorzy dzielą perspektywę czasową na „przeszłość”, „teraźniejszość” i „przyszłość” w odmienny sposób, wydaje się z tego wynikać, że wszystkie momenty współlistnieją z równą realnością.

Wnioski Einsteina były rezultatem czystego rozumowania, wynikającego z najprostszych założeń dotyczących podstawowej struktury przyrody. W ciągu ponad stu lat, odkąd je wyprowadził, zostały ściśle potwierdzone w każdym kolejnym eksperymencie. Jednak jego pracę dotyczącą teorii względności z czerwca 1905 roku odrzucono, kiedy przedstawił ją jako rozprawę doktorską. (Następnie przedłożył swoją kwietniową publikację na temat wielkości atomów, która według niego w mniejszym stopniu mogła zaskoczyć egzaminatorów; zaakceptowano ją jednak dopiero po dodaniu jednego zdania, aby osiągnąć minimalną dopuszczalną długość tekstu). Einstein otrzymał Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki w 1921 roku za swoją pracę nad efektem fotoelektrycznym. Szwedzka Akademia zabroniła mu odnosić się do teorii względności w swej mowie dziękczynnej. Tak się złożyło, że Einstein nie mógł uczestniczyć w ceremonii w Sztokholmie. Wygłosił wykład noblowski w Göteborgu, podczas którego król Gustaw V siedział w pierwszym rzędzie. Monarcha chciał się dowiedzieć czegoś o teorii względności, więc Einstein wyświadczył mu tę grzeczność.

*

W 1906 roku, rok po *annus mirabilis* Einsteina, w mieście Brno (znajdującym się obecnie w Czechach) urodził się Kurt Gödel. Kurt był zarówno dzieckiem ciekawskim – rodzice i brat nadali mu przydomek *der Herr Warum* („Pan Dlaczego”) – jak i nerwowym. Już w wieku pięciu lat najprawdopodobniej cierpiał na łagodną nerwicę lękową. Mając osiem lat, przeszedł przerażający atak gorączki reumatycznej, po którym do końca życia żywił przekonanie, że jego serce zostało nieodwracalnie uszkodzone.