

II. Problematyka filozoficzno-etyczna

Ks. Michał Heller

Wydział Filozoficzny PAT, Kraków

TEORIA OSTATECZNA I PRAWA PRZYRODY

I. SAMOUZGADNIAJĄCA SIĘ TEORIA

Niewątpliwie najambitniejszym celem współczesnej fizyki teoretycznej jest stworzenie *ostatecznej* teorii. Gdy idzie o zakres takiej teorii, można mieć na myśli różne rzeczy: albo zunifikowanie wszystkich czterech fundamentalnych oddziaływań fizycznych (grawitacja, elektromagnetyzm, słabe i silne oddziaływania jądrowe), albo zespolenie mechaniki kwantowej z ogólną teorią względności, albo wreszcie – najambitniej – jedno i drugie. Nazwa „teoria wszystkiego”, choć bardziej medialna, jest o tyle mniej uzasadniona, że oddziaływania fundamentalne od „wszystkiego” dzieli jeszcze wielka odległość. W jakim więc sensie poszukiwana teoria ma być teorią *ostateczną*? Od dobrej teorii fizycznej wymaga się, by była logicznie spójna (*self-consistent*). Wbrew pozorom nie zawsze jest to wymaganie łatwe do spełnienia. Jak wiadomo (z twierdzenia Gödla), dla systemów formalnych, nawet tylko tak mocnych jak system arytmetyki, nie jesteśmy w stanie podać dowodu niesprzeczności, jeżeli chcemy, aby system był zupełny. Do tego czysto matematycznego ograniczenia fizyka dodaje swoją własną specyfikę: w teorii mogą się na przykład pojawiać rozbieżności, stawiające pod znakiem zapytania formalną jej poprawność, mimo istnienia algorytmicznych reguł, które prowadzą do wyników zgodnych z doświadczeniem. Wyrażenie „teoria ostateczna” jest jednak zobowiązujące; od takiej teorii wymaga się czegoś więcej niż tylko logicznej spójności – winna ona być również *samouzgadniająca się* lub *samowyjaśniająca się* (*self-contained*). Wyjaśnienie tego postulatu wymaga nieco obszerniejszego omówienia.

II. PRAWA PRZYRODY I WARUNKI POCZĄTKOWE

W teoriach naukowych zwykle rozróżnia się prawa przyrody i ich warunki początkowe. W strukturze teorii prawom naukowym odpowiadają równania różniczkowe, natomiast warunkom początkowym warunki początkowe (w sensie matematycznym) dla rozwiązań tych równań. Jeżeli wymaga tego natura problemu, warunki początkowe mogą być zastąpione warunkami brzegowymi. Często mówi się, że prawa przyrody reprezentują element koniecznościowy we Wszechświecie, a ich warunki początkowe (lub brzegowe) element przypadkowy. Koniecznego charakteru praw przyrody nie należy tu rozumieć w sensie mocnym, jakoby nie był możliwy inny zestaw praw przyrody, lecz jedynie w sensie słabszym: jeżeli we Wszechświecie obowiązuje ten a nie inny zestaw praw przyrody, to obowiązuje on uniwersalnie, jest czynnikiem wprowadzającym pewien porządek w świecie. Porządek ten nie jest jednak absolutny: w jego ramach możliwe są rozmaite warianty zachowań. Na przykład prawo grawitacji określa swobodny spadek przedmiotów w polu ciężenia, ale ruch taki można zainicjować z różnego miejsca i z różną prędkością (czyli z różnymi warunkami początkowymi). Warunki te stanowią element przypadkowy w stosunku do praw przyrody.

Rozróżnienie na prawa przyrody i warunki początkowe jest dość oczywiste w „zwykłej fizyce”, ale stwarza zasadnicze trudności pojęciowe w kontekście kosmologicznym. Jak bowiem uzasadnić przypadkowość warunków początkowych dla Wszechświata? Kto lub co jest odpowiedzialne za ich ustalenie? Czy nie jest raczej tak, że wszystkie uzasadnienia powinny „rozgrywać się” wewnątrz Wszechświata, że Wszechświat winien być samouzgadniającym się układem? Zagwarantowania tego oczekuje się od teorii ostatecznej. W teorii tej problem warunków początkowych powinien więc zostać zlikwidowany. Mogłoby to zostać osiągnięte kilkoma metodami; mogłoby na przykład zniknąć samo rozróżnienie na prawa przyrody i warunki początkowe, lub prawa przyrody mogłyby same ustalać swoje warunki początkowe. Znany jest również pomysł J. Hartle'go i S. W. Hawkinga, żeby jedynym warunkiem brzegowym dla Wszechświata był postulat braku jakichkolwiek warunków brzegowych.¹ Dotychczas jednak wszystkie tego rodzaju pomysły, mimo rozmaitych prób ich urzeczywistnienia, pozostają tylko w sferze postulatów. W związku z tym mówi się niekiedy o „problemie Pierwszej Przyczyny” w kosmologii.² Skojarzenia, jakie to określenie nasuwa są oczy-

¹ Por. ich pracę: *The Wave Function of the Universe*, *The Physical Review* 28 D (1983), s.2960-2975.

² Por.: W u Z h o n g C h a o, *No-Boundary Universe*, Changsha: Hunan Science and Technology Press, 1993, s. IV.

wiste; idzie bowiem o to, czy Wszechświat da się wyjaśnić tylko przy pomocy praw fizyki, bez odwoływania się do „czegoś zewnętrznego”.

III. STATUS CZASOPRZESTRZENI

Wszystkie wielkie teorie współczesnej fizyki przyjmują, że procesy fizyczne dzieją się w czasoprzestrzeni, lub w taki czy inny sposób zakładają istnienie czasoprzestrzeni. To ostatnie zastrzeżenie odnosi się do mechaniki kwantowej, w teorii tej bowiem status czasoprzestrzeni nie jest całkiem jasny. Jeżeli nawet można spierać się co do tego, czy procesy kwantowe dzieją się w czasoprzestrzeni, czy nie, nie sposób zaprzeczyć, że istotną częścią mechaniki kwantowej jest teoria pomiaru, a każdy pomiar, jako proces makroskopowy, musi odbywać się w czasoprzestrzeni.³ Od czasów słynnej polemiki Leibniza z uczniem Newtona, Samuelem Clarke'm fizycy starają się – w myśl filozofii Leibniza – otrzymać czasoprzestrzeń z jakichś bardziej pierwotnych relacji, ale wszelkie tego rodzaju próby nieodmiennie spotykają się z trudnościami, jakie już Clarke wysuwał przeciwko koncepcji swojego oponenta.⁴ Ogólna teoria względności, w pewnym sensie, jeszcze bardziej wzmocniła antyleibnizowskie stanowisko; utożsamiając bowiem geometrię czasoprzestrzeni (ściślej: jej metryczny aspekt) z polem grawitacyjnym pozwoliła w większym stopniu (niż to miało miejsce w Newtonowskiej teorii powszechnego ciężenia) traktować czasoprzestrzeń jako fizyczny obiekt. Dzięki temu mógł powstać program, zwany przez Wheelera geometrodynamiką, którego celem było wyprodukowanie wszystkich pól i cząstek fizycznych z geometrii czasoprzestrzeni.⁵ Program ten na jakiś czas – zanim upadł – stał się głównym rywalem licznych usiłowań zrealizowania w fizyce tzw. zasady Macha, która w swoim maksymalistycznym sformułowaniu głosiła postulat usunięcia z fizycznej teorii wszelkich „absolutnych elementów”, w tym także czasoprzestrzeni jako obiektu, którego istnienie trzeba po prostu zakładać. Do dziś trwają dyskusje, w jakim stopniu zasada Macha została zrealizowana w ogólnej teorii względności.⁶ Problem ten przenosi się do poszukiwań teorii ostatecznej. Jeżeli jakaś teoria ma być naprawdę ostateczna, to czasoprzestrzeń nie powinna się w niej pojawiać na mocy dekretu, lecz powinna dać się „wyprowadzić” z bardziej pierwotnych elementów teorii. Właśnie dlatego Lee Smolin utrzymuje, że

³ Por. mój art.: *Space and Time in Quantum Mechanics*, *Acta Cosmologica* 20/2 (1994), s. 129-145.

⁴ Na temat współczesnych aspektów tego sporu por.: M. H e l l e r, *Fizyka ruchu i czasoprzestrzeni*, Warszawa: PWN, 1993, s. 94-115.

⁵ J. A. W h e e l e r, *Geometrodynamics*, New York: Academic Press, 1962.

⁶ Por. np.: *Mach's Principle: From Newton's Bucket to Quantum Gravity*, red.: J. Barbour, H. Pfister, Boston – Basel – Berlin: Birkhäuser, 1995.

teoria superstrun nie może być teorią ostateczną, ponieważ zakłada ona, iż superstruny „żyją” na ciągłej czasoprzestrzeni.⁷ A Shahn Majid nie waha się wręcz stwierdzić, że „«teoria wszystkiego» nie może być zbudowana na tak nielogicznych podstawach”, by zakładać, iż czasoprzestrzeń, rodem z fizyki klasycznej, jest fundamentalnym elementem struktury świata.⁸ A zatem, zdaniem wielu fizyków, teoria ostateczna powinna być aprzestrzenna i aczasowa. Przestrzeń i czas są tworam i makroskopowymi i winny się pojawiać jedynie w klasycznych przybliżeniach bardziej fundamentalnej teorii.

IV. GENEZA PRAW FIZYKI

Wyjaśnianie w fizyce zawsze odwołuje się do praw, a więc w poszukiwaniach teorii ostatecznej prędzej czy później musi się pojawić problem genezy tych praw. Zasadniczo możliwe są dwa stanowiska w tej sprawie: (1) prawa fizyki są dane *a priori* jako pewne matematyczne prawidłowości, którym podlega funkcjonowanie świata; (2) prawa przyrody są jedynie pewnym (matematyzowalnym) aspektem struktury świata.⁹ Z filozoficznego punktu widzenia koncepcja (2) jest o tyle bardziej atrakcyjna od koncepcji (1), że ta ostatnia mogłaby się wydawać zupełnie bez szans, gdyby nie następująca okoliczność: w praktyce badawczej zawsze funkcjonuje koncepcja (1). Chcąc bowiem skonstruować jakikolwiek model fizyczny, w punkcie wyjścia musi się przyjąć pewne matematyczne prawidłowości (choćby miały one jedynie charakter probabilistyczny i stochastyczny). Nie zakładając nic, nie dałoby się uczynić kroku naprzód.¹⁰ Nawet teoria ostateczna w punkcie wyjścia musi przyjąć jakieś prawa fizyki. W tym sensie jej ostateczny charakter ulega osłabieniu.

Można jednak i pod tym względem starać się polepszyć sytuację; można mianowicie żądać (lub przynajmniej mieć nadzieję, że się tak stanie), by zakładany przez teorię ostateczną zestaw praw przyrody był jedynie logicznie możliwym zestawem tych praw. Wszechświat byłby wówczas taki a nie inny na mocy logicznej konieczności. Jakiegokolwiek odchylenie od „ostatecznego kształtu” teorii niszczyłoby jej funkcjonowanie. Jest to niewątpliwie atrakcyjna

⁷ L e e S m o l i n, *Trzy drogi do kwantowej grawitacji*, Warszawa: CiS, 2001, rozdz. 11.

⁸ S. M a j i d, *Quantum Groups and Noncommutative Geometry*, *Journal of Mathematical Physics* 41, 2000, 3892-3942.

⁹ Poglądy (1) i (2) są sformułowane roboczo, jedynie na potrzeby niniejszego artykułu. Możliwych jest oczywiście wiele innych koncepcji praw fizyki (wzgl. praw przyrody). Nie chcę się tu wdawać w bogate dyskusje toczone na ten temat; zainteresowanego Czytelnika odsyłam np. do książki: J. B a r r o w, *Theories of Everything*, Oxford: Clarendon Press, 1991, rozdz. 2.

¹⁰ Obszerniej na ten temat por. mój art.: *Czy Wszechświat jest chaosem?*, *Zagadnienia Filozoficzne w Nauce* 27 (2000), s. 33-47.

możliwość, niestety jednak twierdzenia limitacyjne, wśród nich twierdzenia Gödla, czynią ją mało realistyczną.¹¹ Wszystkie uwagi, jakie poczyniliśmy na ten temat w paragrafie 2, znajdują tu również zastosowanie.

V. UWAGI KOŃCOWE

Wszystkie dotychczasowe bardziej znane próby poszukiwania teorii ostatecznej (np. teoria superstrun, M-teoria, teoria pętli Ashtekara...) opierają się na filozofii fundacjonistycznej, tzn. na założeniu, że istnieje jakiś poziom podstawowy, którym rządzą najbardziej podstawowe prawa fizyki, z których wynika wszystko inne. Jak widzieliśmy, zbudowanie takiej teorii napotyka na poważne trudności. Niewykluczone, że nie tylko trudności pojęciowe, lecz również logiczne, jak na to zdają się wskazywać ograniczenia wynikające z twierdzeń limitacyjnych. Rodzi się pytanie, czy jest możliwa teoria ostateczna w sensie nefundacjonistycznym. Tendencje takie wielokrotnie pojawiały się w fizyce, np. w modnej kiedyś doktrynie bootstrapu, zgodnie z którą nie ma cząstek elementarnych, lecz – w pewnym sensie – każda cząstka jest elementarna w stosunku do wszystkich innych. Tendencje te jednak nie wydały żadnych trwałych rezultatów. Wydaje się, że istnieją poważne argumenty przemawiające za nefundacjonistyczną filozofią nauki, ale aby taka filozofia mogła powstać, konieczne jest zbudowanie najpierw „niefundacjonistycznej logiki”.¹²

Dążenie współczesnych fizyków do stworzenia teorii ostatecznej nie stanowi jakiejś ich „luksusowej zachcianki”, lecz wynika z samej natury fizyki jako nauki, której celem jest zrozumienie Wszechświata. A zrozumienie to, poprowadzone dostatecznie daleko, nieuchronnie prowadzi do pytań filozoficznych.

ULTIMATE THEORY AND LAWS OF NATURE

S u m m a r y

The final goal of contemporary physics is to create the Ultimate Theory, called also the Theory of Everything. Such a theory should not only be logically self-consistent, but also physically self-contained, i.e. it should explain the Universe with no help of „anything external”. The status of space-time and physical laws, in this respect, is briefly discussed. It seems that this maximalistic program is doomed to fail as long as one accepts foundationalist philosophy of physics, i.e. the view that there exists a fundamental level out of which everything else could be deduced.

¹¹ Uwagi krytyczne pod adresem tej koncepcji por. w: P. D a v i e s, *Plan Stwórcy*, Kraków: Znak 1996, s. 181-186.

¹² Por. mój art.: *Przeciw fundacjonizmowi*, w „Sensy i nonsensy w nauce i filozofii”, red.: M. H e l l e r, J. M ą c z k a, J. U r b a n i e c, OBI – Kraków, Biblos – Tarnów, 1999, s. 81-101.