KWARTALNIK FILOZOFICZNY
T. XLI, Z. 2, 2013
PL ISSN 1230-4050

EUGENIUSZ SZUMAKOWICZ
(Kraków)

ROZWÓJ FIZYKI W PERSPEKTYWIE FILOZOFII

Potrzeba syntetycznego spojrzenia na rozwój fizyki będzie chyba zawsze powracać. Pytanie tylko, czy potrzebna jest do tego filozofia, a jeśli tak, to jaka filozofia. Niejednokrotnie bowiem wtłaczano interpretacyjnie rozwój fizyki w formalne schematy mało intuicyjne i mało zrozumiałe dla samych fizyków. W niniejszym eseju chcę uniknąć filozofii fizyki niezrozumiałej dla fizyków, wychodząc z założenia, że rolą filozofii jakiejś dziedziny szczególowej jest pogłębianie rozumienia sensu dotychczasowych osiągnięć oraz inspirowanie dalszych badań. W tym duchu tą rolą jest również uświadamianie badaczom występujących niemożności i granic poznawczych.

Dogodnym punktem wyjścia jest znane powiedzenie Weizsäckera: „Historia filozofii to historia przypisów do Platona". Zapewne tak uważał również naukowy szef Weizsäckera, Heisenberg, i wielu innych fizyków teoretyków pierwszych dekad XX wieku. Był to „złoty okres" triumfów fizyki teoretycznej (teoria względności, kwanty) implikujący pewne nastawienie filozoficzne, którego starożytny grecki filozof Platon był patronem i ojcem duchowym. Streszczając esencjalnie, można by powiedzieć, że główna teza platonizmu brzmi: „idee, jako istoty rzeczy, są ważniejsze niż same rzeczy materialne". Słowo „ważniejsze" oznacza tu mocniejszy status ontyczny, jakby trwalsze istnienie. Przykładowo, wszystkie czerwone rzeczy, suknie, sztandary, czerwone cegły, krople krwi, nie mówiąc już o czerwonych makach, prędzej czy później przestaną być czerwone, ulegną takiej czy innej erozji. Natomiast *istota czerwoności* jest wieczna, pozostanie po wsze czasy nie zmieniona, nie tknięta żadnym wyniszczającym procesem. Słynna jest

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2013

Platońska metafora jaskini z dialogu *Państwo* ukazująca czy interpretująca przedmioty materialne jako „cienie" idealnych pierwowzorów. We współczesnych ujęciach platonizujących teoretyków fizyki (nie mówiąc już o czystych matematykach) ową paradygmatyczną „czerwoność" zastępuje się aspektami strukturalnymi – strukturami matematycznymi użytecznymi w poznawczym modelowaniu zjawisk fizycznych: równaniami różniczkowymi, rozmaitościami różniczkowymi, przestrzeniami funkcyjnymi, operatorami w tychże, grupami transformacji etc. Materia schodzi na dalszy plan, staje się pretekstem dla „właściwego" i naprawdę poważnego przedmiotu badań, jakim są, wedle fizyków teoretyków, wyżej wspomniane matematyczne struktury pojęciowe.

Nie trudno się domyślić, że takie potraktowanie przedmiotu fizyki nie zyska akceptacji rzeszy fizyków doświadczalnych, czyli większości przedstawicieli całego środowiska naukowego fizyki. Co ciekawe, perspektywę zupełnie odwrotną potrafią reprezentować nawet *par excellence* matematycy. Na przykład znany i wybitny matematyk rosyjski W. I. Arnold definiuje matematykę jako ten dział fizyki doświadczalnej (sic!), w którym doświadczenia są najtańsze (zapewne jako eksperymenty myślowe). Podsumowyjąc krótko, dociekanie statusu epistemicznego fizyki (i zapewne nie tylko fizyki) zdaje się być czymś w rodzaju rozwiązywania równania $x + y = 4$, bez żadnych dodatkowych warunków. Możliwe jest zatem spektrum rozwiązań od $x = 4$ i $y = 0$ po $x = 0$ i $y = 4$.

W imię metodologicznej równowagi należy w tym toku rozważań wspomnieć Arystotelesa, autora traktatu pt. *Fizyka*. Fizyka w pojmowaniu Arystotelesa jest nauką badającą zachowanie się i ruch obiektów, ciał materialnych od krążków i kulek po zwierzęta i organy organizmu ludzkiego. W tym sensie możliwa jest na przykład „fizyka wątroby". Historycznie rzecz biorąc, takie pojmowanie przedmiotu fizyki trwało dość długo. Śladem językowym są angielskie słowa: *physician* i *physicist* – jakże spokrewnione etymologicznie. Jeszcze młody Leonard Euler zamierzał poświęcić się medycynie (czyli „fizyce"!), ale porzucił ten zamiar, gdy się zorientował, że jego ścisły umysł nie znajdzie tam większego zastosowania. Taką wyraźną cezurą metodologiczno-epistemologiczną zdaje się być manifest programowy oświeceniowych encyklopedystów napisany przez matematyka i humanistę Jean Le Rond d'Alemberta: *Wstęp do Encyklopedii*. W rozdziale o Newtonie d'Alembert pisze: „Ten geniusz zrozumiał, że nadszedł czas, by z fizyki zniknęły przypuszczenia i mgliste hipotezy. Władztwo powinny spra-

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2013

wować jedynie geometria i doświadczenie”[1]. W świetle konstatacji d’Alemberta można zrozumieć wypowiedź przypisywaną samemu Newtonowi: *Hypotheses non fingo*. Autor słynnych *Principiów* nie chciał „fingować” hipotez z obawy przed metafizycznym mętactwem. Dzisiaj hipotezy traktujemy łaskawiej (np. hipotetyzm Poppera), ale... może nazbyt łaskawie, wbrew pozorom, co powinno wyniknąć z dalszego ciągu niniejszych rozważań. Z drugiej strony, Newton nie był też induktywistą – nie „indukował” zasad swej dynamiki wprost z doświadczenia, choć otoczenie brytyjskich empirystów – Locke’a, Hume’a wraz z tradycją Baconowską zapewne skłaniało do empirystyczno-induktywistycznej interpretacji i retoryki akademickiego czy publicystycznego dyskursu tamtych czasów. Tym bardziej że kontynentalni racjonaliści, jak Kartezjusz czy Leibniz, zdawali się tracić swoje pozycje z powodu nazbyt spekulatywnych uwikłań swych ekspozycji prawidłowości mechaniki. Pomimo niewątpliwych i błyskotliwych osiągnięć i odkryć, jak: pojęcie pędu – „ilości ruchu” (Kartezjusz) czy energii kinetycznej (Leibniz).

Dziś autorzy podręczników fizyki nierzadko „wyprowadzają” na przykład zasadę bezwładności z doświadczenia. A to nie jest takie proste. Kluczowym bowiem problemem było i jest fundamentalne pytanie: Jak wytłumaczyć bezprecedensową poznawczą pewność nowej filozofii przyrody (philosophiae naturalis)? Problemem tym zajmował się w XVIII wieku wielki filozof Immanuel Kant. Newtonowska fizyka silnie inspirowała jego system filozofii transcendentalnej zwanej również filozofią krytyczną (w sensie krytycznej analizy możliwości poznania od matematyki przyrodoznawstwa po etykę, metafizykę i teologię). Najbardziej znany i krytykowany był pogląd Kanta na temat źródła i kryterium prawdziwości geometrii Euklidesa jako geometrii fizycznego świata. Dziś oczywiście wiemy, że filozof z Królewca się mylił, choć nie do końca. Geometria globalna (a przynajmniej kosmologicznie wielkoskalowa) może być taka lub inna, lecz geometria lokalna jest z konieczności euklidesowa. Kto nie wierzy, niech spróbuje nauczyć ucznia najpierw geometrii Łobaczewskiego, a dopiero potem geometrii Euklidesa.

Wróćmy do zasady bezwładności Galileusza w mechanice klasycznej. Naturalnie można puścić kulkę po równi pochyłej i zaobserwować, jak ona przyśpiesza pod wpływem siły ciężkości, a następnie zauwa-

[1] J. Le Rout d’Alembert, *Wstęp do Encyklopedii*, tłum. J. Hartwig, Warszawa 1954, s. 84.

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2013

żyć, że kiedy dotoczy się do podłoża (np. równego stołu), to zachowuje swoją ostatnią prędkość na równi pochyłej i nie staje, gdy ruchogenna siła ciężkości już nie działa, lecz toczy się jednostajnie i prostoliniowo, pomimo że żadna siła już na nią nie działa. Można to czy tego rodzaju doświadczenia powtarzać wielokrotnie z tym samym rezultatem. I po tym wszystkim zapytajmy siebie, w głębi naszego intelektualnego sumienia, czy na tej po wielokroć obserwacyjnej podstawie przyjmujemy albo ustanawiamy prawdziwość zasady bezwładności Galileusza? Dla porównania rozpatrzmy jeszcze inne zdanie, którego prawdziwość chcielibyśmy ustalić, mianowicie: „W pobliżu każdego dworca kolejowego znajduje się skrzynka pocztowa". Czy prawdziwość powyższej prawidłowości ustalimy sprawdzając mozolnie, jak jest ze skrzynkami pocztowymi w pobliżu odpowiednio dużej liczby dworców kolejowych? Czy może prawdziwość tej prawidłowości ustalimy na drodze nie odwołującej się do obserwacji konkretnych przypadków, zwłaszcza w dużej ich liczbie, mianowicie na drodze, którą można by przedstwić tak oto: owszem, dokonuję kilku nie męczacych obserwacji, żeby po chwili uchwycić istotę rozpatrywanej sytuacji czy konfiguracji – listy transportuje się koleją, zatem planujący rozmieszczenie skrzynek w mieście jest w naturalny, logiczny sposób skłonny umieszczać je w pierwszej kolejności tam, gdzie droga do pociągu (z wagonem pocztowym!) jest najkrótsza. W tym trybie myślenia prawdziwość badanego zdania o skrzynkach pocztowych można ustalić a priori mozolnego sprawdzania na dużej próbce przypadków, z niewielką, początkową „domieszką" obserwacyjnej empirii.

Nasuwa się teraz pytanie: czy podobnej, apriorycznej metody wnioskownia nie można by zastosować do ustanowienia prawdziwości galileuszowej zasady bezwładności? Innymi słowy, czy nie wystarczy i w tym, niewątpliwie bardziej wyrafinowanym przypadku, wniknąć w istotę rozpatrywanej „konfiguracji" i rozstrzygnąć kwestię prawdziwości aprioryczne, z niewielką wstępną, heurystyczną „domieszką" poczynań obserwacyjnych?

Istotą odkrycia Galileusza jest symetria ogółu inercjalnych układów odniesienia. Nie ma powodu mechanicznego, żeby wyróżnić jakiś pojedynczy z nich. Widać to wyraźnie jeśli na sprawę spoziera się w perspektywie kosmicznej: ruchów ciał niebieskich, jednych względem drugich. Perspektywa ziemska mąci ten klarowny obraz. Na Ziemi, w świecie „ludzkim" treść zdarzeń, faktów i procesów skłania do wyróżniania pewnych układów odniesienia jako „spoczywających". Raczej przyjmiemy, że spoczywa dworzec kolejowy, a nie pociąg. Choć

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2013

gdybyśmy spędzali życie w wagonach składu pociągu jednostajnie objeżdżającego Polskę, nie wychodząc z niego, to kto wie? Trudno też oglądać mecz z samolotu przelatującego nad stadionem. W tym sensie i w tym kontekście można mówić o historyczno-kulturowym geocentryźmie. Rzecz jasna, nie przeczy to dokonaniom Kopernika czy Galileusza, jeśli nie mieszać aspektów świata, o które chodzi. Inny jest świat zdarzeń dla fizyka, a inny dla teatrologa. W tym eseju koncentrujemy się oczywiście na świecie fizyki, który, jak od dawna wiadomo, wykracza poza zjawiska mechaniczne i obejmuje również zjawiska optyczne i elektromagnetyczne. Dochodzimy tym samym do genezy i uzasadnienia rozszerzenia zasady bezwładności na tę nową klasę zjawisk dostatecznie prostych, by podlegały one kompetencji fizyków. Tak więc mowa jest o odkryciu szczególnej teorii względności przez Einsteina w 1905 roku w jego słynnym artykule pt. *O elektrodynamice ciał w ruchu*. Po co powracać do tego tematu po raz tysięczny i piąty? Osobiście uważam, iż nie uchwycono do końca poznawczego i metodologicznego sensu tego odkrycia, nie uchwycono tej najgłębszej istoty ustanowienia STW jako uniwersalnej normy dla calej fizyki pozagrawitacyjnej. Istota ta streszcza się, podobnie jak w kwestii uzasadnienia zasady względności (bezwładności) Galileusza, w konstatacji esencjalnej niepotrzebności czy zbędności bazy doświadczalnej. Jak wiadomo, Einstein nie znał wyników doświadczenia Michelsona i Morley'a, gdy rozszerzał klasyczną zasadę bezwładności na zjawiska elektromagnetyczne oraz wyciągał z tego pryncypium logiczne konsekwencje[2].

Proponuję następujący prosty i heurystyczny tok rozumowania dla umotywowania tej ostatniej tezy. Jest to oczywiście teza epistemologiczno-metodologiczna, nie zaś twierdzenie samej fizyki teoretycznej. Otóż rozpatrzmy porównawczo pchnięcie kulą oraz pchnięcie... głosem (sic!). Jak wiadomo, miotacz kulą dalej ją pchnie, jeśli się rozpędzi. Znalazło to wyraz w stosunkowo niedawno odkrytej nowej technice pchania kulą polegającej na wykorzystaniu obiegu koła, którego miotacz regulaminowo nie może przekroczyć (nie mogąc biec po prostej trzeba biec po kole). Dzięki temu przedbiegowi, po takim czy innym torze, kula poleci dalej – gdyż jej prędkość będzie sumą prędkości rozpędzonego miotacza i prędkości „statycznej", nadawanej samą siłą ręki atlety. Wyobraźmy sobie teraz niezwyczajną konkurencję lekkoatletyczną , w której po etapie rozpędzenia się miotacz zamiast pchnąć

[2] W. Kopczyński, A. Trautman, *Czasoprzestrzeń i grawitacja*, Warszawa 1981, s. 65–66.

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2013

kulą „pchnie" swym glosem, to znaczy wykrzyknie coś głośno. Czy prędkość rozchodzenia się tego głosu też będzie sumą prędkości osiągniętej w etapie rozpędzania się i bezwzględnej prędkości głosu w powietrzu wokół miotacza-krzykacza? Oczywiście nie, rozpęd miotacza dźwięku nie wpłynie na prędkość rozchodzenia się tego dźwięku, ona będzie niewzruszenie stała, chciałoby się dodać, jak prędkość światła w einsteinowskiej szczególnej teorii względności. Rzecz jasna, to nie jest jeszcze szczególna teoria względności („akustyczna"), ale ten eksperyment wyobrażeniowy daje pewien przedsmak właściwej STW, rozbudza intuicję (ucznia?) we właściwym kierunku. Ukazuje się inna natura promieniowania falowego w stosunku do promieniowania korpuskularnego, mechanicznego. Nie trudno zauważyć, że w układzie „biegnącym" w kierunku czy zwrocie przeciwnym do naszego egzotycznego miotacza, uzyskamy prędkość większą, będącą już sumą prędkości dźwięku (w układzie powietrza) oraz prędkości układu „biegnącego" w przeciwnym kierunku. Wynika to z tego, że zjawiska akustyczne mogą być zredukowane do zjawisk mechanicznych.

Z drugiej strony, wciąż jeszcze w duchu metodycznego upodobniania do STW, pół żartem, ale i pół serio, można sformułować następujące twierdzenie o stałości prędkości dźwięku we wszechświecie: „na każdej planecie obdarzonej atmosferą typu ziemskiego prędkość rozchodzenia się dźwięku jest stała". I znów, oczywiście, z komentarzem, że ma to charakter lokalny, aczkolwiek jest to „lokalność" uniwersalnie uzasadniona, gdyż jakiż jest sens badania zjawisk akustycznych na Marsie z Ziemskiego układu odniesienia? Natomiast ma sens badanie zjawisk optycznych i elektromagnetycznych na Marsie z punktu widzenia Ziemi i w ogóle w dowolnym miejscu kosmosu z dowolego miejsca (układu odniesienia) w kosmosie – ze względu na to, że światło (widzialne i niewidzialne) niejako konstytuuje ten kosmos w największej skali czasoprzestrzennej. To jest fundamentalna różnica między falowaniem i promieniowaniem elektromagnetycznym a falowaniem i promieniowaniem akustycznym. W przypadku akustycznym faluje powietrze, gaz. Co faluje w przypadku optycznym, elektromagnetycznym? Domniemany „eter"!? Jaka jest jego natura? Jaka jest jego struktura?

Podstawowe pytania nasuwają się dalej: Czy eter może być „przytwierdzony" albo sprzężony z jakimś wyróżnionym układem odniesienia? Wiadomo, że powstała, niedługo po ogłoszeniu przez Einsteina zasad szczególnej teorii względności, teoria czy może raczej hipoteza „unoszonego eteru": każdy rzeczywisty układ odniesienia zabiera

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2013

z sobą część jakiegoś globalnego eteru i ta część jest w nim nieruchoma, z odpowiednimi konsekwencjami. Nietrudno się zorientować, że taka „teoria" niezwykle komplikuje sprawę. Jeśli już trzymać się retoryki czy frazeologii „eteru", to można by, w imię symetrii w zbiorze wszystkich dopuszczalnych układów odniesienia, zapostulować identyczność eteru globalnego w każdym z tych układów odniesienia. Ale taki postulat prowadzi do sprzeczności – eter spoczywa względem poruszających się względem siebie z niezerową prędkością układów odniesienia! – przynajmniej przy standardowym pojmowaniu słowa „eter", jako materialnego albo quasimaterialnego substratu przenoszących się promieniście drgań. Zatem mocą konieczności logicznej, a priori wszelkiego doświadczenia, bez długiej serii nieudanych prób empirycznej detekcji eteru, należy istnienie eteru po prostu odrzucić. Ale powraca jak bumerang stare pytanie: no to co właściwie drga i falowo promieniuje, bo coś drgać i falować musi? Einstein był pierwszym, który zrozumiał i dał temu wyraz, że drga samo pole elektromagnetyczne jako byt samoistny! Byt samoistny to jest, *ex definitione*, taki byt, który do swojego istnienia nie potrzebuje innego bytu. Gra na skrzypcach potrzebuje skrzypiec, zatem gra na skrzypcach nie jest bytem samoistnym. Dźwięk czy głos potrzebuje powietrza (o takim czy innym składzie chemicznym), zatem dźwięk czy głos nie jest bytem samoistnym. Natomiast światło (widzialne lub niewidzialne) jest bytem samoistnym, dla swojego istnienia nie potrzebuje żadnego eteru, przynajmniej w standardowym, niemetaforycznym sensie tego terminu. Tak się przedstawia ontologiczny wymiar odkrycia Einsteina. Lorenz i Poincaré tego ontologicznego momentu czy aspektu szczególnej teorii względności nie rozumieli, choć mieli duże zasługi w formalnomatematycznym rozwoju teorii. A tenże ontologiczny moment niewątpliwie należy do istoty teorii względności.

Pozostaje precyzyjnie wyciągnąć konsekwencje z zarysowanej wyżej fizykalnej konieczności. Używamy tu czasu *praesens historicus*, albowiem rzecz się działa ponad sto lat temu. Zatem, bez pojęciowego balastu eteru, we wszystkich inercjalnych układach odniesienia światło ma się zachowywać tak samo. Ale co to znaczy „tak samo"? Tu trzeba widzieć różnicę. Piłka tenisowa (zjawisko mechaniczne) zachowuje się we wszystkich i. u. o. tak samo, jeśli we wszystkich tego typu układach odniesienia tak samo przyśpiesza. Natomiast światło (zjawisko elektromagnetyczne – falowanie samego pola) nie jest od tego, żeby przyśpieszać lub opóźniać (w próżni), ono ma, ze swej fundamentalnej natury, pędzić we wszystkich i. u. o. tak samo, czyli z tą samą

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2013

prędkością. To poniekąd tak samo, jak w naszym początkowym przykładzie: bieg miotacza dodaje prędkości do pchanej kuli, lecz nie dodaje predkości do jego krzyku. Zaś Einstein w swojej *Autobiografii* pisał, że nie może sobie wyobrazić dogonienia czoła fali świetlnej i obserwowania niejako z boku, z pędzącego sąsiedztwa drgań pola elektromagnetycznego. Światło zawsze musi uciekać ze stałą prędkością = c.

Z tego prostego faktu wynika, jak wiemy, bardzo wiele. Wynika w szczególności, co jest najbardziej spektakularne, „reformacja" mechaniki klasycznej. Względność równoczesności (a nie tylko kolokacji jak u Galileusza-Newtona), skrócenie czasu w poruszających się układach odniesienia (co niepomiernie rozbudziło wyobraźnię typu *science fiction* w związku z ideą „wehikułu czasu"), ale, co ważniejsze z punktu widzenia rozwoju teorii – nowe prawo składania prędkości czy transformacje Lorentza na miejsce galileuszowych. No i... nowa dynamika ciał materialnych ze słynnym $E = mc^2$, ale wcześniej, mniej słynnym, lecz chyba bardziej intuicyjnym (na elementarnym poziomie) wzorem na masę poruszającego się ciała:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

Masa, jak wiadomo, jest miarą bezwładności – czyli miarą „trudności" przyśpieszenia tego ciała. Skoro tak, to z nieprzekraczalności prędkości światła wynika gwałtownie rosnąca (do nieskończoności w granicy) trudność przyśpieszania ciała, osiągającego prędkości coraz bliższe prędkości światła. Jest to czytelnie wyrażone powyższym, bardzo intuicyjnym wzorem.

Wyrażenie występujące w mianowniku, albo i bez pierwiastka, samo:

$$1-\frac{v^2}{c^2}$$

można uznać za matematyczny symbol szczególnie relatywistycznej reformacji mechaniki klasycznej. Daje on też prostą i sugestywną korespondencję z oryginalną mechaniką Galileusza-Newtona: jeśli v jest małe w porównaniu z c, to nowe wzory przechodzą w stare.

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2013

Wypada też przestrzec przed różnymi naiwnościami „wyprowadzanymi" z najsłynniejszego wzoru fizyki: $E = mc^2$. Teoretycznie daje on możliwość użycia jako paliwa energetycznego dowolnej materii, i to z jaką gigantyczną wydajnością. Faktycznie zaś to „ramowe" źródło energii działa w aptecznym zakresie. Nie zmieniają tego elektrownie atomowe. Krzesło możemy spalić, żeby było cieplej, ale praktycznie nie zamienimy masy krzesła w niepomiernie większą energię użytkową. Rakiety napędzane swoją własną masą (jako paliwem) pozostają zatem jedynie następcom Stanisława Lema. Nawiasem mówiąc, takie rakiety, pędzące w kosmosie z szybkościami podświetlnymi, mogłyby nawet zawędrować do przeszłości (w rotującej czasoprzestrzeni kosmologicznego modelu Gödla).

W innej perspektywie można by postawić pytanie: Czy ta szczególnie relatywistyczna reforma mechaniki klasycznej jest czymś wspaniałym z punktu widzenia matematyki i matematyków? Wbrew pozorom odpowiedź musi być negatywna. Gusta „prawdziwych" matematyków są inne. Te gusta akceptują mechanikę klasyczną (w ujęciu newtonowskim, lagrangeowskim czy hamiltonowskim) jako *par excellence* matematykę. Socjologiczno-organizacyjnym tego wyrazem są nazwy niektórych, może nielicznych, ale znaczących wydziałów uniwersyteckich, jak na przykład Wydział Matematyki i Mechaniki (ostatnio dodatkowo Informatyki) Uniwersytetu Warszawskiego czy podobnie się nazywający wydział Uniwersytetu im. Łomonosowa w Moskwie. Fizyka czy nawet mechanika relatywistyczna jest swego rodzaju kontaminacją, jak na subtelne gusta matematyków. Zapewne nie wszystkch matematyków. Prawdopodobnie wyjątkami byli Hermann Minkowski czy Hermann Weyl, i jacyś ich późniejsi następcy.

Można by, jakby nieco udając naiwnego, zadać pytanie: czy nie lepiej byłoby dla zjawisk mechanicznych stosować transformację Galileusza, a dla zjawisk elektromagnetycznych czy, ogólnie, polowo-falowych, stosować transformację Lorenza? Generalnie rzecz biorąc, nie. Wspólna teoria – obejmująca jednolicie oba typy zjawisk – jest zasadniczo konieczna ze względu na wspólny „rejestr" zjawisk, które są i ciałowe (cząstkowe), i falowe. Chodzi oczywiście o mikroświat i słynny dualizm falowo-korpuskularny (falowy [fale de Broglie'a] aspekt materii oraz korpuskularny [kwantowy] aspekt ciągłego, z pierwotnej natury, promieniowania falowo-polowego). Zatem, najkrócej mówiąc, następuje splot obu tych fizycznych światów i musi to skutkować teoretyczną (w sensie subtelności czystomatematycznych standardów) „degeneracją" mechaniki analitycznej.

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2013

Jest jeszcze mechanika techniczna, też bardzo zmatematyzowana (przynajmniej w kontekście akademickim, politechnicznym), związana z budownictwem czy technologią maszyn. Rzecz jasna, jest ona zupełnie wolna od efektów relatywistycznych. Z drugiej strony rozpowszechniły się w nauczaniu fizyki zadania typu: „Albert Einstein jedzie na rowerze z prędkością równą połowie prędkości światła w próżni. Jaki jest kształt kół roweru Einsteina podczas tej jazdy?". Kształtują one wyobraźnię ucznia czy początkującego studenta i mają wyłącznie dydaktyczny charakter, podobnie jak słynny paradoks bliźniąt. Podobnie również jak pochodząca chyba z urokliwej książki G. Gamowa *Mister Tompkins w krainie czarów* anegdota opowiadająca, jak to fizyk szedł z piękną blondynką i ta w pewnej chwili poprosiła, żeby skoczył on do sklepu spożywczego po lemoniadę. Fizyk odmówił, tłumacząc, że gdy wróci z lemoniadą, to będzie on wciąż jeszcze młody, podczas gdy dziewczyna będzie już starszą kobietą.

Czas na konkluzje bardziej filozoficzne. Otóż stanowisko, jakie zajmuję w niniejszych rozważaniach, można określić terminem ejdetyzm, od greckiego słowa *ejdos* (l. mn. *ejde*) oznaczającego ideę rozumianą jako istotę rzeczy. Przy rozpatrywaniu teorii naukowych chodzi o główne idee czy „momenty" tych teorii. Wydaje mi się, że umiejętność wyłuskania z ogromu informacji właśnie tego typu esencjalnych elementów jest skuteczniejsza dla zrozumienia teorii niż jej kompletny i systematyczny wykład. Znany kosmolog, filozof nauki i teolog ks. Michał Heller wypowiedział w pewnym programie telewizyjnym opinię, że najlepszym sposobem na odniesienie sukcesu wydawniczego jest napisanie książki, w tytule której wystąpią słowa „Bóg" i „fizyka". Chciałbym w niewielkiej choćby mierze skorzystać z tej rady i zaproponować następującą ejdetystyczną definicję Boga w kontekście fizykalnym: Bóg jest to superpodmiot poznania, który totalnie wyprowadza prawa i teorie fizyki nie z doświadczeń, obserwacji, eksperymentów, lecz z wnikania w istoty problemów. Nawiasem mówiąc, taka koncepcja Boga korespondowałaby z panenteizmem innego filozofa nauki, abp. Józefa Życińskiego. Istotny jest interfix „*en*" odróżniający ten pogląd od panteizmu, w którym Bóg jest utożsamiany z całością przyrody, oczywiście wysoce ustrukturowanej i harmonijnej. Owo „*en*" wskazuje na Boga osobowego, więc w szczególności ów superpodmiot wyłącznie istotowego poznania czy też intelektualnego „oglądania" praw przyrody.

W bardziej świeckiej retoryce ejdetyzm można by zalecić – jako paradygmat metodologiczno-epistemologiczny – fizykom i filozofom

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2013

fizyki, z nadzieją, że zwiększy i pogłębi on poczucie sensu badań podstawowych. Warto w tym miejscu wspomnieć, że w filozofii fenomenologicznej, zainicjowanej na przełomie XIX i XX wieku przez Edmunda Husserla, występuje termin „ejdetyka". Nastawienie badawcze Husserla, a także jego następców, jest bardzo ogólne i, pomimo pewnego ideowego pokrewieństwa, nie ma wiele wspólnego z tym, co nazwałem w tym eseju ejdetyzmem. Ten ostatni, niejako z definicji, motywuje sprzężenie refleksji filozoficznej z konkretnymi dokonaniami naukowymi. Ejdetyka zaś jest owocem bardzo fundamentalnych dociekań nad czystą, transcendentalną świadomością.

Należy też podkreslić, że proponowane nastawienie metodologiczne nie dezawuuje metod eksperymentalnych czy empirycznych na rzecz apoteozy jakiegoś tajemniczego *a priori*. Nie ma tu bowiem mowy o absolutnym *a priori* (poznaniu *przed* doświadczeniem czy eksperymentem). To, co proponuję, można by nazwać półaprioryzmem albo empiroaprioryzmem. Wszakże jakieś wstępne rozwinięcie, rozkręcenie wyobraźni jest zawsze niezbędne. Prekursor metodologicznego empiryzmu, Francis Bacon, radził: „Nie spekuluj, eksperymentuj!". Czasem jest to dobra rada, a czasem skuteczna jest rada odwrotna: „Nie eksperymentuj (kosztownie), modeluj teoretycznie i – żeby było jeszcze lepiej – chwytaj istotę rzeczy!". W tym duchu podsumujmy wywody i konkluzje tego eseju. Poniższe podsumowanie jest próbą syntetycznego uchwycenia istoty przełomu relatywistycznego w fizyce. Kolejne kroki czy etapy procesu prowadzącego do tego przełomu są następujące:

1. Uogólnienie spoczynku (mechanicznego) na całą klasę inercjalnych układów odniesienia (i.u.o.) przez Galileusza, a także Kartezjusza i ewentualnie jeszcze innych.

2. Rozwój optyki i nauki o elektromagnetyźmie (Ampère, Oersted, Faraday, Maxwell i in.) dający zjawiskom optycznym i elektromagnetycznym status naukowy równy statusowi zjawisk mechanicznych. Jakby „równouprawnienie" elektromagnetyzmu względem mechaniki.

3. Konieczność rozciągnięcia zasady bezwładności (Galileuszowego relatywizmu) na wszystkie te rodzaje zjawisk. Nomologicznie (tj. w aspekcie praw ogólnych; *nomos* gr. – prawo) wszystkie te rodzaje zjawiska powinny prezentować się tak samo we wszystkich inercjalnych układach odniesienia.

4. Dostrzeżenie fundamentalnej różnicy fizycznej natury między zjawiskami mechanicznymi a zjawiskami elektromagnetycznymi (i podobnymi) w powyższym aspekcie. Innymi słowy, takożsamość nomo-

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2013

logicznej prezentacji zjawisk elektromagnetycznych we wszystkich i.u.o. oznacza stałość prędkości światła (widzialnego oraz niewidzialnego) w próżni, we wszystkich tych układach, natomiast takożsamość nomologicznej prezentacji zjawisk mechanicznych we wszystkich i.u.o. nie oznacza stałości prędkości wystrzelonej kuli karabinowej we wszystkich tych układach.

5. Stałość prędkości światła we wszystkich i.u.o. wyklucza eter, nawet unoszony.

6. Nieuchronność odważnego wniosku ontologicznego: pole elektromagnetyczne jest bytem samoistnym, faluje samo pole (jego natężenie)!

7. Zauważenie, że transformacje powinny być takie same dla wszystkich rodzajów zjawisk fizycznych – ze względu na dualizm falowo-korpuskularny, czyli fundamentalnie wspólną istotę różnorodnych zjawisk.

8. Logiczna konieczność (z powyższych punktów) przepojęciowienia podstawowych wielkości mechanicznych: masy, pędu czy energii. Efekty paradoksalne dotyczące czasu i odległości przestrzennej w poruszających się względem siebie układach odniesienia.

Najważniejsze są jednak nowe wzory na masę, pęd i energię w szczególnie relatywistycznej mechanice klasycznej (nie kwantowej). Np. zmienność masy w zależności od prędkości:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

9. Największe znaczenie STW i nowa mechanika ma dla mikroświata (cząstki elementarne i duże, podświetlne prędkości), który to mikroświat jest „wspólnym rejestrem zjawisk falowych i korpuskularnych, które jakby spajają się w jedno''. W tym aspekcie docelowa jest wszakże elektrodynamika kwantowa, która jest organiczną syntezą trzech składników: elektrodynamiki klasycznej, szczególnej teorii względności i fizyki kwantowej.

10. Z drugiej strony relatywistyka komplikuje i „psuje" czystomatematyczne piękno mechaniki analitycznej Lagrange'a, Hamiltona, Jacobiego. A więc coś za coś, teoriofizykalna głębia za typowo matematyczną estetykę. Jakby łyżka dziegciu w baryłce dobrego wina. Ale bez goryczy nie można się obyć, *c'est la vie*.

Na sam już koniec, tytułem kwintesencji, powiedzmy krótko: dla odkrycia i uzasadnienia teorii względności Albert Einstein nie potrze-

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2013

bował żadnych weryfikacyjnych eksperymentów fizyczno-technicznych, wystarczały eksperymenty myślowe (nasze empiro- czy półapriori). Jeszcze krócej: to było całkowicie „kawiarniane" odkrycie. Ale natychmiast musi przyjść melancholijna refleksja: to się już nigdy nie powtórzy. Tak jak punkt zero w wykresie funkcji wykładniczej. Nigdy tak wiele nie było zrobione przez tak mało ludzi. Dokładniej, przez „półtora" człowieka (jeśli do Einsteina dodać Lorentza, Poincarégo i może jeszcze kogoś). Można oczywiście dyskutować, czy dokonania Galileusza, Newtona i niektórych innych nie były porównywalnie zwrotnym momentem w historii fizyki. Natomiast, jeśli chodzi o przyszłość fizyki, to nie trudno nie zauważyć gigantycznego wzrostu komplikacji, zarówno w aspekcie pojęciowym jak i w metodologii ekperymentowania. To już jest wzrost wykładniczy. Oczekiwania ogólnie unifikacyjne w tej sytuacji są mrzonkami marnującymi energię utalentowanych ludzi. Czy to oznacza kryzys? Fundamentalny kryzys? Niekoniecznie. Można inaczej ustawić priorytety. Teoria wszystkiego jest teorią niczego. Poszczególne fragmenty czy aspekty rzeczywistości fizycznej mają swoje specyfiki i swoiste języki opisu oraz eksplanacji. Nie wyklucza to oczywiście „lokalnych" generalizacji czy unifikacji, ale globalnie jest to marzenie ściętej głowy. Młodość fizyki minęła bezpowrotnie. Jest to los każdej młodości. Trzeba szukać intelektualnego uroku w bardziej konkretnej materii przedmiotowej. *General should be embodied in the concrete*.

THE DEVELOPMENT OF PHYSICS FROM A PHILOSOPHICAL PERSPECTIVE

Summary

The main thesis of the article is that the revolutionary development of physics around the beginning of the 20th century was essentially conceptual, not empirical. Mechanical, electromagnetic, and optical phenomena needed a unified conceptual framework. This was achieved by the replacement of the Galilean transformation by the Lorentz transformation. But the basis and rationale for the Lorentz symmetry of inertial frames is fundamentally a priori. The role of empirical observation is auxiliary rather than justificational. One may conclude that Albert Einstein conceived his famous theory in his pure mind and reason. But one must also add with some melancholy that such great discoveries, achieved with such limited means, are impossible in the future development of physics. The uniqueness of the above revolution is analogous to that of the point zero on the diagram of exponential function.

Eugeniusz Szumakowicz

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2013