

STANISŁAW MAZIERSKI

(przed I-sym zeszyciem)

## POJĘCIE PRAWDY W FIZYCE WSPÓŁCZESNEJ

Wyrażenie „pojęcie prawdy”, występujące w sformułowaniu tematu artykułu, może być wzięte w węższym lub szerszym zakresie. W pierwszym przypadku pojęcie jest znaczeniem jakiejś prostej nazwy lub wyrażenia złożonego. W szerszym zaś znaczeniu pojęcie czegoś może mieć bogatszą treść i przyjęty konwencjonalnie większy zakres, a wówczas można je zastąpić innym wyrazem bliskoznacznym, jak np. koncepcja, a nawet zagadnienie — w naszym przypadku dotyczące prawdy w fizyce.

W niniejszym artykule posługiwać się będziemy pojęciem prawdziwości twierdzeń fizykalnych w tym drugim znaczeniu. Nie ograniczymy się przy tym do sposobów definiowania prawdziwości na terenie fizyki, lecz zanalizujemy niektóre stanowiska wobec problemu obiektywności i prawdziwości tez fizykalnych oraz przedstawimy uwarunkowania czy też kryteria prawdziwości tychże zdań i trudności związane z uznawaniem twierdzeń fizykalnych za prawdziwe.

Nazwa „prawda” jest nazwą skrótowa i znaczy tyle, co zdanie (twierdzenie) prawdziwe. Zdanie jest sformułowaniem lub też wyrażeniem sądu.

Gdy się mówi o fizyce współczesnej, zwykle ma się na uwadze teorię kwantów (również w jej rozwoju), która przybrała dojrzałą postać mechaniki kwantowej oraz teorię względności A. Einsteina. Niemniej jednak w toku wywodów będzie się nawiązywało do fizyki klasycznej (newtonowskiej) dla lepszego rozumienia poruszonego tu zagadnienia. W naszej prezentacji problemu prawdy w fizyce teoria względności będzie tylko wzmiankowana, gdyż szersze jej omówienie w obranym tu aspekcie wymagałoby odrębnego opracowania. Fizyka obejmuje różne działy. Ze względu na charakter podjętych rozważań należy pamiętać szczególnie o odróżnieniu fizyki teoretycznej z jej formalnym, matematycznym aparatem pojęć (i interpretacjami) od fizyki doświadczalnej, ponieważ w różny sposób kształtuje się pojęcie prawdy w tych dwóch działach omawianej dyscypliny fizykalnej<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> S. Kamiński, *Problem prawdy w fizyce*, „Roczniki Filozoficzne” 9: 1961 z. 3 s. 85.

Fizycy zazwyczaj nie posługują się terminem „prawda”, „prawdziwy”. Zagadnieniem prawdy w fizyce czy też prawdziwości tez fizykalnych zajmuje się teoria fizyki w związku z próbą określenia przedmiotu dociekań fizykalnych. Typowo filozoficzne problemy dotyczące prawdziwości zdań w fizyce pojawiają się przede wszystkim w teorii poznania fizykalnego. Z tej racji problematyka podjęta w artykule będzie się obracała w kręgu szczególnie tych kwestii, którymi zajmuje się teoria poznawania fizykalnego, będąca częścią filozofii nauk przyrodniczych. Obecnie przejdziemy do bardziej szczegółowych rozważań.

Pojęcie prawdy absolutnej i relatywnej. Dość rozpowszechnione jest mniemanie, że w nauce, a zwłaszcza na terenie nauk doświadczalnych, prawdziwość twierdzeń (tez, zdań) jest absolutna, co może oznaczać bądź to, że zdanie prawdziwe jest niezależne od podmiotu poznającego, bądź to, że jest ono niezależne od innych twierdzeń, bądź też, że nie zależy od epoki, w której zostało sformułowane, i od samego systemu naukowego<sup>2</sup>. Nie bierzemy pod uwagę innych znaczeń „prawdy absolutnej”, jak np. rozumianej jako wszechstronne i całkowite ogarnięcie treści przedmiotu przez umysł ludzki.

Prawda zaś relatywna jest przeciwieństwem prawdy absolutnej, a więc zależy od podmiotu poznającego, od czasu i miejsca, w którym została sformułowana czy też wypowiedziana.

Ci, którzy uznają prawdę absolutną, twierdzą, że cecha prawdziwości jest dyzjunktywna (zdanie jest albo prawdziwe, albo fałszywe), niestopniowalna (zdanie prawdziwe nie może być mniej lub więcej prawdziwe od innego zdania prawdziwego). Inna sprawa, że teza naukowa może być lepszą lub gorzej uzasadnioną.

Wielkiej wagi jest rozróżnienie prawdziwości zdań i stwierdzenie tej prawdziwości, czyli ich weryfikacja. Co innego jest prawda, a co innego poznanie prawdy. Prawdziwość i jej poznanie czy też jej weryfikowanie to dwie różne sprawy. Może być tak, że teza jest prawdziwa, a mimo to pozostaje nie sprawdzona np. ze względu na niemożliwość techniczną weryfikacji. Prawdziwość różnych zdań fizykalnych (jednostkowych, ogólnych, doświadczalnych, teoretycznych) jest jednakowa, aczkolwiek istnieją różne sposoby weryfikacji tych zdań<sup>3</sup>.

Z pojęciem prawdziwości tez fizykalnych łączy się ściśle zagadnienie ich obiektywności. Obiektywność twierdzeń doświadczalnych na ogół nie była kwestionowana przez fizykę klasyczną. Uważano bowiem, że zdania fizyki tworzą system tez, który opisuje, klasyfikuje i wyjaśnia zjawiska świata nas otaczającego, niezależnego w swej strukturze i ewolucji od podmiotu poznającego i narzędzi badawczych. Sprawa skomplikowała się

<sup>2</sup> E. Poznański, A. Wundheiler. *Pojęcie prawdy na terenie fizyki*. W: *Logiczna teoria nauki*. Warszawa 1966 s. 400.

<sup>3</sup> Tamże s. 400.

z chwilą odkrycia zjawisk mikrofizycznych, które usiłowano opisać i wyjaśnić za pomocą teorii kwantów. Człowiek poznający przestał być biernym odtwórcą zjawisk. Dzięki czynnej postawie fizyka wobec mikro-zjawisk wyrażającej się w stawianiu hipotez, w konstruowaniu teorii fizycznej, języka fizycznego oraz w budowaniu przyrządów pomiarowych, oddziałujących na przedmiot badany, nauki fizyczne modyfikują przebieg mikro-zjawisk do tego stopnia, że trudno jest odpowiedzieć na pytanie, czym właściwie są mikroukłady, cząstki elementarne, jaka jest ich struktura, jak przebiegają procesy kwantowe. Dzieje się tak dlatego, że poznanie fizyczne (dotyczące mikrokosmosu) jest wynikiem interakcji, jaka zachodzi między rzeczywistością fizyczną a podmiotem poznającym. Interakcja ta jest „twórczym zachowaniem się podmiotu”<sup>4</sup>, który dokonuje wyboru dziedziny fenomenów, buduje teorię fizyczną pozwalającą opisać i wyjaśnić zarejestrowane za pomocą narzędzi pomiarowych rezultaty doświadczenia. W pierwszym rzędzie fizyk ma do czynienia z zarejestrowanymi na kliszy śladami zachowania się cząstek elementarnych. Na podstawie tych danych doświadczenia za pomocą wyboru odpowiedniej aparatury pojęciowej, języka teoretycznego usiłuje się zrekonstruować naturę fizyczną i zachowanie się mikroukładów. W ten sposób fizyk niejako konstruuje przedmiot poznania. Z tym głównie faktem łączą się trudności dotyczące obiektywności poznania fizycznego.

Nasuują się przede wszystkim takie kwestie: a) z czym jest zgodna treść tez fizycznych, tzn. z jakim aspektem rzeczywistości treść ta się pokrywa? b) Jeśli w przedmiocie poznania fizycznego zawierają się elementy aprioryczne, formalno-logiczne, matematyczne, konwencjonalne, to czy da się utrzymać obiektywizm twierdzeń fizycznych. Wśród filozofujących fizyków nie ma zgodnej odpowiedzi na te kwestie. Niemal każdy filozof fizyki, zabierający głos w tej dziedzinie, zajmuje odmienne od innych stanowisko. Odpowiedzi zależą w znacznej mierze od tego, jaką się reprezentuje teorię poznania fizycznego, czy też teorię fizyki, która rzutuje na kwalifikację logiczną i epistemologiczną twierdzeń przyrodniczych, a w szczególności na rozstrzygnięcie kwestii, co jest właściwie przedmiotem poznania fizycznego.

Nie sposób przedstawić tu wszystkich stanowisk i dlatego ograniczymy się do skrajnie przeciwstawnych. Jedno z nich reprezentuje A. Eddington, drugie zaś A. Einstein.

A. Eddington zawarł swoją filozofię fizyki w książce *The Philosophy of Physical Science*<sup>5</sup>. Cała jego filozofia nauk fizycznych opiera się na swoistej interpretacji fizyki, a w pierwszym rzędzie — metod stosowanych w nauce. Wiedzę fizyczną rozumie on jako wszelką wiedzę uzyskaną za pomocą metod fizyki. Wiedza ta „przyjmuje postać szczegółowego opisu

<sup>4</sup> I. Dąbwska. *O konwencjach i konwencjonalizmie*. Wrocław 1975 s. 68.

<sup>5</sup> Cambridge 1958 s. 16—27.

świata, tzn. świata fizycznego”<sup>6</sup>. Światem fizycznym jest to — i tylko to — co stanowi przedmiot wiedzy fizycznej. Fizyk prowadzi swe badania za pomocą wielu obserwacji. W wyniku tych czynności otrzymuje cały szereg danych doświadczalnych i usiłuje wykryć między nimi stałe relacje. Uogólnieniem danych z wielkiej liczby doświadczeń są tzw. prawa fizyczne. Powstaje kwestia, czy te prawa fizyczne są prawdziwe w odniesieniu do obiektywnej rzeczywistości, będącej źródłem doświadczenia fizycznego.

Według Eddingtona pytanie takie jest zupełnie nierzeczowe. Dla fizyka wyrażenie „obiektywna rzeczywistość” (niezależna od metod stosowanych przez niego) nic nie znaczy. Fizyka bada tylko „świat fizyczny”. Przecież ten ostatni został zdefiniowany jako przedmiot badań fizyki. Fizyczne zatem uogólnienia są ważne tylko w odniesieniu do świata fizycznego. Być może, że świat obiektywny — ale to już dłań metafizyka — jest o wiele bogatszy niż świat fizyczny. Może istnieje w nim coś, co nie da się osiągnąć doświadczeniem. Ale o to „coś” powinniśmy pytać metafizyka (filozofa), nie fizyka. Dla fizyka to, co jest poza obszarem doświadczenia, w ogóle nie istnieje, nie należy bowiem do „świata fizycznego”. Fizyka nałożyła sobie pewne ograniczenia, że jej twierdzenia muszą być sprawdzalne w doświadczeniu. Jest to ograniczenie selektywne (i w pewnej mierze konwencjonalne), gdyż z rzeczywistości całościowo (materialnie) wziętej, może bogatszej w stosunku do świata fizycznego, wybiera tylko pewne elementy — te mianowicie, które daje się sprawdzić empirycznie. Co więcej, ograniczenie to jest subiektywne, ponieważ o tym, co może podpadać pod doświadczenie, jak również o tym, jaki będzie wynik doświadczenia decyduje nasze zmysłowe i intelektualne wyposażenie<sup>7</sup>.

O tym, że fizyka przedstawia nam świat selektywnie i subiektywnie, możemy się przekonać poddając dokładnemu badaniu epistemologicznemu metody w niej stosowane. Epistemologia w pewnych kwestiach jest użyteczna dla samej fizyki. Zilustrujmy to przykładem. Fizyk po uciążliwym wykonaniu dostatecznie wielkiej liczby doświadczeń dochodzi do wniosku, że pewne wielkości są dla niego nieobserwowalne, nieosiągalne (*unobservables*). Epistemolog mógłby to powiedzieć bez wykorzystania jakichkolwiek eksperymentów, poddając tylko epistemologicznej analizie metody stosowane przez fizyka. Wyobraźmy sobie, że ichtiolog wyciąga z morza sieć pełną ryb. Po dokładnym przeglądzie swojej zdobyczy dochodzi do wniosku, że nie ma w sieci ryby o mniejszej grubości niż 5 cm. Epistemolog widząc sieć mógłby dojść do tego samego wniosku wcale nie badając wyłowionych ryb. Po prostu stwierdziliby, że oka sieci mają szerokość 5 cm i dlatego wszystkie mniejsze ryby przepływają swobodnie przez sieć.

<sup>6</sup> Tamże s. 3.

<sup>7</sup> Tamże s. 17.

Istnieje oczywiście o wiele więcej wniosków, do których dochodzi fizyka, a których nie da się przewidzieć na podstawie analizy epistemologicznej. Tego rodzaju wnioski nieprzewidywalne za pomocą analizy epistemologicznej, których słuszność opiera się jedynie na doświadczeniu, zawsze mogą być podważone przez któryś tam *n*-ty z kolei eksperyment. Natomiast wnioski uzyskane dzięki analizie epistemologicznej metod fizykalnych są nieodwołalne i niezależne od jakichkolwiek eksperymentów. Można powiedzieć, że wnioski otrzymane za pomocą metod epistemologicznych stanowią „wiedzę *a priori*”, a wnioski zdobyte drogą eksperymentów — „wiedzę *a posteriori*”. „Wiedza *a priori*” jest wcześniejsza od doświadczenia, ale nie jest wcześniejsza od powstania „planu” w umyśle prowadzącego doświadczenia fizyka<sup>8</sup>.

Filozofia tradycyjna uważała, że nie posiadamy wiedzy *a priori* o świecie. Istotnie, o świecie obiektywnym — w sensie potocznym — nie, ale o świecie fizycznym, określonym jako przedmiot poznania fizykalnego, wiedzę taką (*a priori*) posiadamy. Uznanie istnienia fizykalnej wiedzy *a priori* stało się usprawiedliwione odkryciem, że świat opisywany przez fizykę jest częściowo czymś subiektywnym. Elementy subiektywne i obiektywne w systemie fizyki są ze sobą pomieszane, ale nie na sposób zwykłej addycji. Według Eddingtona podstawowe prawa fizyczne mają charakter subiektywny czy też są pochodzenia epistemologicznego. Za prawa aprioryczne i subiektywne uważa on tzw. prawa podstawowe, a nawet stałe fizyczne.

Przyjmując selektywny subiektywizm, Eddington nie wyklucza możliwości istnienia świata obiektywnego, wszak zastrzega się, że jego selektywizm nie ma nic wspólnego z berkeleyowskim zaprzeczeniem istnienia świata zewnętrznego<sup>9</sup>.

Przeciwnie stanowisko wobec możliwości poznania świata nas otaczającego zajmuje A. Einstein. Wprawdzie w tym świecie szereg wielkości fizycznych, takich jak czas, przestrzeń, masa, ma charakter względny, a ściślej ich wyniki pomiarów są względne, czyli zależne od układu odniesienia<sup>10</sup>, to jednak poprzez tę względność pomiarów teoria Einsteina dochodzi do uznania bezwzględnych praw fizycznych, a zatem do niezależnego od podmiotu poznającego opisu rzeczywistości<sup>11</sup>. Przecież twórca teorii względności wykazał, że prawa fizyczne są niezmiennicze wobec transformacji Lorentza, a to znaczy, że pozostają takie same bez względu na układ odniesienia. W przeciwieństwie do relatywizmu epistemologicznego usiłującego bez powodzenia dowieść, że nasze poznanie ma charakter względny — czyli że twierdzenia empiryczne (np. fizykalne) mogą być

<sup>8</sup> Tamże s. 23.

<sup>9</sup> Tamże s. 27.

<sup>10</sup> *Über die spezielle und allgemeine Relativitätstheorie*. Braunschweig 1963 s. 10—12.

<sup>11</sup> A. Einstein, L. Infeld. *Ewolucja fizyki*. Warszawa 1959 s. 194.

raz prawdziwe, drugi raz fałszywe w zależności od zmiany warunków poznania, od epoki, systemu naukowego i podmiotu poznającego — teoria Einsteina wykazuje niezmienniczy, absolutny charakter praw przyrodniczych.

Twierdzenie, jakoby teoria względności potwierdzała tezę relatywizmu prawdy jest nieporozumieniem. Teoria Einsteina zrywa z subiektywnymi wyobrażeniami przestrzeni i czasu. U podstaw teorii względności tkwią założenia o możliwości obiektywnego opisu świata materialnego<sup>12</sup>.

Trudności, na jakie natrafiamy na drodze ustalania obiektywności poznania fizykalnego (obiektywności sądów fizykalnych), pogłębia również stanowisko konwencjonalistyczne. Pojawiają się one w ogólnej teorii fizyki i określonych teoriach fizykalnych<sup>13</sup>. W obydwu typach teorii zaznacza się czynna, twórcza rola umysłu. W teorii fizyki dokonuje się wyboru odpowiednich dyrektyw dotyczących akceptacji teorii fizykalnych: dyrektywy falsyfikalności teorii, dyrektywy prostoty, konstrukcji teorii, dyrektywy odgraniczenia tez fizycznych od metafizycznych. Wybór dyrektyw ma w znacznej mierze charakter konwencjonalny.

W obrębie samej teorii fizykalnej przyjmuje się różnego rodzaju konwencje, do których należą:<sup>14</sup>

(1) Konwencje pomiarowe. Fizyk zmierza najczęściej do ilościowego opisu rzeczywistości fizycznej, będącego etapem do budowy matematycznej teorii dotyczącej określonego obszaru zjawisk. Ten obszar fenomenów ma być zinterpretowany przez odpowiednią teorię fizykalną. Ażeby taka interpretacja była wykonalna, należy przyjąć szereg definicji określających jednostki i skale pomiarowe. Ustala się zatem metrykę przestrzeni i czasu (dla całej fizyki) lub pojęcia metryczne dla danej dziedziny fenomenów. Te ustalenia konstytuują konwencje semiotyczne. Wybór konwencji pomiarowych jest kierowany naturą badanych fenomenów. Wiadomo, że do opisu zjawisk makroskopowych w stosunkowo niewielkim obszarze wystarczy geometria Euklidesa, natomiast do opisu zjawisk w skali kosmicznej geometria ta nie nadaje się i dlatego stosuje się do nich geometrie nie-Euklidesowe. Do budowy ogólnej teorii względności Einstein posłużył się geometrią Riemanna.

(2) Drugi rodzaj konwencji akceptowanych i stosowanych w teoriach fizykalnych stanowią elementy apriorycznie przyjęte. Do nich zalicza się podstawowe prawa fizyki (zasady), które nie są wynikiem prostej obserwacji, lecz hipotezami twórczymi, płodnymi. Podstawowe prawa mogą być wyrażone w równaniach matematycznych opisujących pewną dziedzinę doświadczenia, którą się uważa za interpretację odpowiedniej teorii matematycznej. Wśród symboli matematycznych, występujących w rów-

<sup>12</sup> S. Mazierski. *Relatywizm epistemologiczny a relatywizm w szczególnej teorii względności*. „Roczniki Filozoficzne” 10: 1962 z. 3 s. 34—35.

<sup>13</sup> Dąmbaska, jw. s. 85.

<sup>14</sup> Tamże s. 85—95.

nianiach, są takie, które reprezentują stałe fizyczne wskazujące na hipotetycznie akceptowane przedmiotowe konstrukcje.

(3) W systemie fizyki niemałą rolę odgrywają zdania rejestrujące dane obserwacji (zdania protokolarne) i pomiary w obrębie badanego obszaru fenomenów. Typową rejestracją wyrażoną w zdaniu protokolarnym jest stwierdzenie koincydencji wskazówki z odpowiednią kreską skali na przyrządzie pomiarowym. Operacje pomiarowe pozwalają ustalić walor poznawczy teorii fizycznej. Dzięki nim bowiem uzyskujemy wiedzę, w jakiej mierze opisana przez tę teorię konstrukcja teoretyczna może być przyporządkowana zarejestrowanym fenomenom. Czynimy to w tym celu, by wyjaśnić pewien zakres zjawisk i prognozować nowe.

Według P. Duhema testowanie teorii fizycznej jest właściwie kontrolą teorii przez inne teorie, tj. takie, które zostały przyjęte konwencjonalnie przez eksperymentalną procedurę pomiarową. W miarę doskonalenia narzędzi pomiarowych dopasowywanie teorii do danych obserwacyjnych staje się coraz dokładniejsze. W ten sposób opis staje się coraz bardziej aproksymatywny<sup>15</sup>.

Przesadne akcentowanie zabiegów pomiarowych na terenie fizyki doprowadziło do powstania kierunku zwanego operacjonizmem. Rzecznicy tego kierunku (operacjoniści) stoją w jawnej opozycji do stanowiska tych, którzy akceptują pojęcie prawdy absolutnej<sup>16</sup>. Absolutyści głoszą, że prawdziwość jest własnością zdań niezależną od tego, kto ją głosi, kiedy i gdzie ją wypowiada oraz kto ją sprawdza. Jak zaznaczono wyżej należy odróżnić prawdziwość zdania doświadczalnego od stwierdzenia, czyli weryfikacji tego zdania. Gdybyśmy tego nie czynili musielibyśmy przyjąć zależność prawdy od stanu wiedzy w danym okresie, od epoki i od innych różnych okoliczności. Z punktu widzenia koncepcji absolutnej prawdy jeśli coś jest prawdziwe, to jest zawsze prawdziwe. Nieodróżnianie prawdy od weryfikacji pociągnęłoby za sobą nieodróżnianie np. wielkości od jej pomiaru, czyli utożsamianie długości z operacją przykładania sztaby-wzorca.

Temu stanowisko przeciwstawiają się przedstawiciele operacjonizmu. Uważają oni, że pojęcie absolutnej prawdy jest na terenie fizyki metodologicznie bezużyteczne, ponieważ prawdy absolutnej nie można ani potwierdzić, ani obalić. Według nich „prawdziwość zdań jest określona wprost przez metody weryfikacji”<sup>17</sup>. Prawdę określoną przez procesy weryfikacyjne zwie się prawdą operacyjną. Jeśli jakaś wielkość fizyczna daje się określić za pomocą operacji pomiarowych, to w ich wyniku

<sup>15</sup> *La théorie physique. Son objet et sa structure*. Paris 1914 s. 256 n.

<sup>16</sup> K. Twardowski. *O tak zwanych prawach względnych*. Lwów 1931; M. Kokoszyńska. *W sprawie względności i bezwzględności prawdy*. „Przegląd Filozoficzny” 1936 s. 424; A. Schaff. *Z zagadnień marksistowskiej teorii prawdy*. Warszawa 1951; Mazierski, jw.

<sup>17</sup> Poznański, Wundheiler, jw. s. 440.

wielkości tej można przypisać wartość liczbową. Zespół operacji, jakie stoją do dyspozycji fizyka, określają pojęcie fizykalne i prowadzą do stwierdzenia, czy dane zdanie fizykalne jest prawdziwe czy fałszywe.

Atrybut prawdziwości przysługuje więc zdaniom fizykalnym, ponieważ fizyka dysponuje szeregiem operacji fizycznych pozwalających zweryfikować te zdania. Bezcelowe jest mówienie o innej prawdziwości, aniżeli ta, która jest określona przez kryteria prawdy natury doświadczalnej.

Jednym z kryteriów uznawania twierdzeń naukowych za prawdziwe jest systemowość. Mówi się, że system tworzy całość zwartą, niesprzeczną i tłumaczy całość naszego doświadczenia. Każde zdanie w nim zawarte i opisujące fakt empiryczny jest powiązane z innymi zdaniami systemu. Dla każdego z nich istnieje łańcuch weryfikacyjny, a zatem zdania systemowe są składne. Prawdziwość jednego zdania (ewentualnie fałszywość) pociąga za sobą prawdziwość innych zdań. Wobec tego zdania systemu współprawdzą się wzajemnie lub współfałszykują. Myśl tę wypowiedział w krótkim zdaniu H. Weyl: „Die Wahrheit bildet ein System”<sup>18</sup> („Prawda tworzy system”). Mamy więc tu do czynienia z koherencyjnym pojęciem prawdziwości twierdzeń naukowych. Zasadniczo sprawdzenie zdania angażuje cały system, ale w praktyce ograniczamy się tylko do pewnej części systemu, ażeby z większym lub mniejszym prawdopodobieństwem stwierdzić prawdziwość zdania.

Z punktu widzenia operacjonistycznego bezcelowe jest mówienie o innej prawdziwości aniżeli o tej, która jest w zasięgu metod weryfikacyjnych. Nie znaczy to jednak, by proces weryfikacyjny był *hic et nunc* możliwy do przeprowadzenia dla potwierdzenia zdania fizykalnego. Niemożliwość weryfikacji może być dwojakiego rodzaju<sup>19</sup>. Jedna z nich jest natury zasadniczej, logicznej. Tak np, gdy zdanie jest sformułowane w terminach systemu, ale niezależnie od systemu albo też gdy doszło do pomieszania kategorii logicznych lub semantycznych, mamy do czynienia z niemożliwością weryfikacji o charakterze logicznym. Właściwie mówiąc takie zdania są zdaniami pozornymi: nigdy nie będą sprawdzone, czyli są nieweryfikowalne, nierozstrzygalne.

Natomiast operacjonizm nie odmawia cechy prawdziwości zdaniom, których nie można zweryfikować ze względów technicznych. Zdania takie pozostają hipotezami, których nie da się sprawdzić obecnie, ale nie jest wykluczona ich weryfikacja w przyszłości. Możemy sobie wyobrazić np. taki eksperyment, który by umożliwił nam bezpośrednie badanie wnętrza kuli ziemskiej. Aktualnie nie rozporządzamy takimi możliwościami technicznymi, aby wymieniony eksperyment przeprowadzić, ale z tego nie wynika, że nie będzie możliwy do wykonania w przyszłości.

Operacjoniści dochodzą zatem do wniosku, że problem prawdy abso-

<sup>18</sup> *Philosophie der Mathematik und der Naturwissenschaften*. W: *Handbuch der Philosophie*. München—Leipzig 1927 s. 111.

<sup>19</sup> Poznański, Wundheiler, jw. s. 441—442.



lutnej jest problemem pozornym, analogicznie do zagadnienia absolutnego czasu i absolutnej przestrzeni<sup>20</sup>. Ich zdaniem pojęcie prawdy absolutnej jako trwałej niezmiennej, dyzjunktywnej prawdy jest rezultatem idealizacji tego pojęcia prawdy, jakie sobie tworzymy na podstawie doświadczenia potocznego. Atrybuty tegoż doświadczenia ekstrapolujemy na tezy występujące w różnych działach fizyki. Taka ekstrapolacja nie jest uprawniona, a absolutna prawda, do której ona prowadzi nie ma nic wspólnego z prawdą występującą na terenie fizyki. Prawdziwość znana fizyce musi być potwierdzalna metodami empirycznymi.

Z operacjonistyczną koncepcją prawdy trudno się zgodzić. Prawdziwość twierdzeń fizykalnych miałaby zależeć od systemu, do którego należą, a zatem od stanu wiedzy w danej epoce. Zdanie fizykalne, które jest zgodne z obecnym stanem doświadczenia, a więc jest — według operacjonistów — prawdziwe, może się stać w przyszłości niezgodne z nim, a zatem fałszywe. Prawda byłaby wówczas zależna od zmiennego stanu wiedzy, a w konsekwencji byłaby prawdą relatywną w sensie, jaki nadaje temu terminowi relatywizm epistemologiczny. Z tego rodzaju relatywizmem nauka od dawna się uporała<sup>21</sup>, ugruntowując tezę, że zdanie prawdziwe jest zawsze prawdziwe, jeśli wyraża rzeczywisty stan rzeczy w obranym aspekcie rzeczywistości badanej.

Nie jest do przyjęcia stanowisko operacjonalistów również dlatego, że akceptuje stopniowalność prawdziwości. Gdyby prawdziwość zdania była zdeterminowana przez weryfikację (jak utrzymuje operacjonizm), to by musiały mieć różne stopnie. Postępowanie weryfikacyjne bowiem dopuszcza gradację pewności. Jeśli tak, to stopień pewności zdań zależałby od mniej lub więcej doskonałego procesu weryfikacyjnego. Wobec tego zdania fizykalne byłyby „w różnym stopniu trwałe”, co nie jest do przyjęcia. Nie powinno się arbitralnie ograniczać zakresu pojęcia prawdziwości do możliwości przeprowadzenia procesu weryfikacyjnego.

Wydaje się, że to, co operacjoniści uważają za twierdzenie prawdziwe, wprowadza zamieszanie do teorii poznania fizykalnego. Właściwie mówiąc chodzi im nie tyle o prawdziwość zdania w sensie zgodności treści zdania fizykalnego z odpowiednim aspektem rzeczywistości fizycznej, co o uznawanie czegoś za prawdę, o pasowanie do systemu, o zgodność twierdzeń z pozostałymi twierdzeniami systemu, o czym świadczą słowa czołowych operacjonistów polskich E. Poznańskiego i A. Wundheilera<sup>22</sup>: „Zdanie uznane dziś, może być odrzucone jutro; uznane w jednym systemie, może być odrzucone w innym. Trzeba by tylko wystrzegać się przypisywania zdaniom poza «uznaniem» jeszcze jakiejś wyższej ponad uznanie prawdziwości”. Wyraz „prawda” wyrugowany z nauki powróciłby do języka potocznego.

<sup>20</sup> Tamże s. 443.

<sup>21</sup> Twardowski, jw.

<sup>22</sup> Jw. s. 448.

Nie jednak nie zmusza nas do tego, żebyśmy eliminowali pojęcie prawdy z nauk fizykalnych. Inna sprawa, że ma ono odmienną treść w fizyce aniżeli w języku potocznym ze względu na sam przedmiot formalny i metody badania. Trudności, jakie piętrzą się na drodze ustalenia zgodności twierdzeń fizykalnych z obranym aspektem rzeczywistości materialnej, nie mogą usprawiedliwić eliminacji pojęcia prawdy z nauk fizykalnych.

Z naciskiem raz jeszcze należy podkreślić, że co innego mamy na myśli mówiąc o zdaniu prawdziwym, a co innego, gdy mówimy o uznawaniu zdania za prawdziwe. Weryfikacja empiryczna zdań fizykalnych, jako jedna z form ich uznawania, nie jest identyczna z samą prawdziwością zdania.

Inną trudnością na drodze ustalenia obiektywności i prawdziwości twierdzeń fizykalnych jest to, że fizyka poznaje właściwy jej aspekt rzeczywistości za pomocą modeli. Modele umożliwiają posługiwanie się pojęciami o różnych stopniach abstrakcji. Fizyka zna kilka zasadniczych modeli: poczynając od prostego oscylatora mechanicznego, a skończywszy na oscylatorze kwantowym<sup>23</sup>. Modele podlegają zmianom, a ich ewolucja przebiega od modelu wyobrażeniowego, naocznego do abstrakcyjnego. Nie powinniśmy jednak zapominać, że nie wolno utożsamiać modelu z opisywaną rzeczywistością, z procesem lub sytuacją, którą usiłujemy poznać. Między nimi zachodzi jedynie podobieństwo. Model konstruuje się tylko ze względu na uchwycenie struktury i funkcji obiektu, a nie na jego „substancję”. Do najprostszych modeli w fizyce zaliczamy oscylator mechaniczny, za pomocą którego modelujemy każdy proces kresowy. Modelując proces interpretujemy go w pewien sposób, a interpretacja jest zawsze niepełna, częściowa. Stosując model mechaniczny np. do zjawiska ciepła właściwego, opisujemy ruch cząsteczek w kategoriach oscylatora. Już na tym szczeblu stosuje się więc oscylator mechaniczny do czegoś niemechanicznego. Ze względu na to, że oscylator daje się modyfikować, można go z kolei stosować do zjawisk elektromagnetycznych, w których występują okresowe ruchy elektryczne (ruchy ładunków elektrycznych). Za pomocą oscylatora elektrycznego możemy interpretować np. rezonans paramagnetyczny, rezonans promieni gamma, rezonans w reakcji jądrowej.

W miarę rozwoju fizyki zaczęto stosować oscylator kwantowy także w mechanice kwantowej dla wyjaśnienia drgań mikroobiektów emitujących fale elektromagnetyczne. Oscylator kwantowy prezentuje nam rozkład prawdopodobieństwa („falowanie dotyczy tu rozkładu prawdopodobieństwa”)<sup>24</sup>. Widzimy więc, że na terenie mechaniki kwantowej z oscylatora pozostała tylko nazwa na oznaczenie „falowania” prawdopodobieństwa.

Fizyka stojąc w obliczu sytuacji złożonych i procesów skomplikowanych, które usiłuje opisać i wyjaśnić, zmuszona jest uciec się do ich mo-

<sup>23</sup> E. H. Hutten. *Idee fizyki*. Warszawa 1976 s. 83—100.

<sup>24</sup> Tamże s. 99.

delowania i upraszczania. Ten ostatni zabieg metodyczny traktuje się jako pierwsze przybliżenie, aczkolwiek nie zawsze wiadomo jak dojść do następnego. Fizyka zatem „dosięga” rzeczywistości fizycznej drogą kolejnych przybliżeń.

Problem obiektywności i prawdziwości twierdzeń fizykalnych jeszcze bardziej się skomplikował, gdy po przeprowadzeniu szeregu doświadczeń z mikroobiektami zauważono, że do nich nie stosuje się klasyczny schemat logiki dwuwartościowej. W sukurs przyszedł logiki wielowartościowe (J. Łukasiewicz), które znalazły swe zastosowanie w mechanice kwantowej. Na dowód tego, że logika klasyczna nie wystarcza w fizyce współczesnej przytacza się m. in. przykład przechodzenia światła monochromatycznego przez dwa bardzo małe otworki znajdujące się w niewielkiej od siebie odległości<sup>25</sup>. Jeżeli umieścimy w odpowiednim miejscu kliszę fotograficzną, będziemy mogli zarejestrować zachowanie się światła przedostającego się przez otworki. Zauważymy, że powstające za otworkami fale kuliste interferują ze sobą pozostawiając na kliszy obraz jasnych i ciemnych prążków. Przeprowadźmy obecnie taki eksperyment myślowy. Niech pojedyncze kwanty świetlne (fotony) przechodzą przez jeden z dwóch otworków. Jeśli przechodzą przez np. otwór A, to prawdopodobieństwo wywołania reakcji na kliszy fotograficznej nie powinno być zależne od tego, czy drugi otwór B jest otwarty czy zamknięty. Rozkład prawdopodobieństw powinien być jednakowy w pierwszym i drugim przypadku, tzn. gdy fotony przechodzą przez otwór A lub przez drugi otwór B. W żadnym wypadku nie powinniśmy otrzymać na kliszy prążków interferencyjnych w wyniku interferencji fal. W rzeczywistości tak nie jest, bo na kliszy zaobserwować możemy prążki interferencyjne. Nasza prognoza oparta na logice dwuwartościowej, że foton musi przejść przez otwór A albo przez otwór B nie została potwierdzona w doświadczeniu.

Okazuje się, że w przeciwieństwie do fizyki klasycznej — przyjmującej, że zdanie jest bądź prawdziwe, bądź fałszywe — trzeba akceptować coś pośredniego wykraczającego poza schemat logiczny „*tertium non datur*”.

Wobec tego powstaje problem, czy istnieje odrębna logika dla mikrofizyki, inna niż dla makrofizyki, w której ma zastosowanie logika dwuwartościowa. Dwie są zasadnicze odpowiedzi na to pytanie<sup>26</sup>. Według pierwszej koncepcji nie istnieje jedyna, uniwersalna i konieczna logika odzwierciedlająca ogólne właściwości świata. Jakaś teoria logiczna może być prawdziwa dla pewnej tylko części świata, a nieprawdziwa dla innej. I tak, dla makroświata jest prawdziwa logika dwuwartościowa, a dla mikroświata jest właściwa logika trójwartościowa, uznająca trzecią wartość logiczną — prawdopodobieństwo.

<sup>25</sup> W. Heisenberg. *Fizyka a filozofia*. Warszawa 1965 s. 33—35; S. Mazierski. *Elementy kosmologii filozoficznej i przyrodniczej*. Poznań 1972 s. 329—330.

<sup>26</sup> A. Zinowjew. *Logika nauki*. Warszawa 1976 s. 311—313.

Według drugiej koncepcji nie istnieje teoria logiczna będąca ogólną teorią świata. Teoria logiczna stosuje się do języka nauki, a w naszym przypadku bądź do języka makrofizyki, bądź do języka mikrofizyki. Język mikrofizyki wymaga praw logiki trójwartościowej, ponieważ zawiera wypowiedzi, których nie możemy skwalifikować jako prawdziwe albo fałszywe. Chodzi tu o to, że nie potrafimy rozstrzygnąć ich eksperymentalnie, czy są prawdziwe czy fałszywe; są dla nas wyrażeniami nieokreślonymi. Rzecznikiem tej drugiej koncepcji jest H. Reichenbach, który zbudował system logiki trójwartościowej dla mechaniki kwantowej. Przyjął on, że trzecią wartością w tej mechanice jest właśnie nieokreśloność. Stanowisko takie jest podyktowane koniecznością uniknięcia szeregu trudności i anomalii, wynikających z operowania schematem logiki klasycznej (dwuwartościowej) na terenie teorii kwantów.

Nowe wyniki eksperymentalne, nie znane fizyce newtonowskiej, fizyka współczesna wyraża w języku mechaniki kwantowej, posługując się funkcją prawdopodobieństwa ( $\Psi$ ), opisującą zachowanie się mikroobiektów w momencie dokonywania pomiarów. Według Heisenberga<sup>27</sup> funkcja ta nie opisuje przebiegu zdarzeń w czasie, lecz tylko określa prawdopodobieństwo („tendencję”) zachodzenia zdarzeń w czasie (ściślej mówiąc kwadrat bezwzględnej wartości funkcji  $\Psi$  określa prawdopodobieństwo lokalizacji mikroobiektu). Na pytanie, co się dzieje z mikroukładem pomiędzy jednym jego pomiarem a następnymi, nie potrafimy odpowiedzieć, podobnie jak nie możemy określić jednocześnie z dowolną dokładnością położenia i pędu mikroobiektu. Zadanie to jest wykonalne tylko z pewną niedokładnością, wynikającą z relacji nieoznaczoności Heisenberga. Okazuje się, że akt obserwacji zmienia funkcję prawdopodobieństwa w sposób nieciągły. Przejście od wielu możliwych zdarzeń do jednego, które się realizuje, dokonuje się podczas obserwacji (mierzenia). Mówi się wówczas, że rzeczywistość zmienia się zależnie od tego, czy ją obserwujemy czy nie. Przyrząd bowiem zakłóca bieg zdarzeń nie podlegających kontroli.

Klasyyczny opis stanu układu w kategoriach przestrzeni i czasu nie stosuje się do mikroobiektów. Możemy tę myśl wyrazić inaczej tak: operowanie dwuwartościową logiką klasyczną w mechanice kwantowej nie jest możliwe. Układ fizyczny w sensie tejże mechaniki musi spełniać relacje nieoznaczoności Heisenberga. Chociaż używa się w niej zmiennych położenia i pędu dla scharakteryzowania stanu mikroobiektu, jednak nie należy ich utożsamiać ze zmiennymi układu makrofizycznego.

Mechanika kwantowa jest teorią statystyczną, gdyż nie operuje indywidualnymi obiektami, lecz zbiorami statystycznymi. Chociaż opisuje zespoły mikroobiektów za pomocą zmiennych zapożyczonych z fizyki klasycznej, jednak nadaje im inne znaczenia. Byłoby nieporozumieniem,

<sup>27</sup> Jw. s. 28.

gdyby się przypisywało jakąś własność indywidualnym elementom zespołu, która w rzeczywistości przysługuje zbiorowi. Jeśli zatem mówi się, że mikrocząstka ma pęd o danej wartości liczbowej, twierdzenie to należy rozumieć tak, że pędy mikrocząstek (stanowiących zespół statystyczny) występują z określoną względną częstością. W przeciwnym razie byłoby niemożliwe obliczenie prawdopodobieństwa zachowania się mikroukładu. Funkcja  $\Psi$  pozwala obliczać nie tylko prawdopodobieństwo znalezienia mikrocząstki w danym obszarze, lecz również inne prawdopodobieństwa dotyczące konkretnych efektów eksperymentalnych. Dzięki niej oblicza się np. prawdopodobieństwo przejścia z jednego poziomu energetycznego na inny, a w konsekwencji przewiduje się rozkład energii promienistej wysyłanej przez dany atom. Jeśli się mówi, że funkcja  $\Psi$  jest obrazem rzeczywistego stanu mikroobiekту, nie znaczy to, że kwantowo-mechaniczny stan układu ustala się bezpośrednio przez eksperyment; funkcji tej nie można interpretować (empirycznie) bezpośrednio, ponieważ łączy się ona z danymi doświadczenia poprzez łańcuch operacji matematycznych i definicji przyporządkowujących.

Stwierdzamy więc, że jedną z najważniejszych własności funkcji falowej jest to, że ma charakter statystyczny. W mechanice kwantowej zmienna stanu reprezentuje własność statystyczną zbioru elementów, postulowanych przez teorię kwantów. Jednakże odmiennie interpretuje się rozbieżności — w fizyce newtonowskiej i mechanice kwantowej — pomiędzy wynikami pomiaru, otrzymanymi eksperymentalnie, a rezultatami wynioskowanymi odpowiednio z tych dwóch typów teorii. Dyspersję wyników w mechanice klasycznej tłumaczy się błędami pomiarów w chwili początkowej, natomiast w teorii kwantów oprócz tego rodzaju niedokładności mierzenia trzeba wziąć pod uwagę fakt, że „założenia i reguły wiążące teoretyczny stan układu z danymi eksperymentalnymi zawierają nie dającą się usunąć komponentę statystyczną”<sup>28</sup>. Fakt ten świadczy również o indeterministycznym charakterze mechaniki kwantowej.

Przeprowadzone rozważania unaocniły szereg poważnych trudności w dziedzinie ustalania obiektywności i prawdziwości twierdzeń fizyki współczesnej, a w szczególności trudności te występują w związku z następującą problematyką: W jakiej mierze fizyk dosięga poznawczo zjawisk mikrofizycznych? Czy jego wypowiedziom — uwarunkowanym aktywną postawą wobec rzeczywistości fizycznej, samą mikrostrukturą zjawisk kwantowych, aparaturą pojęciową mechaniki kwantowej — przysługuje kwalifikacja prawdy? A dalej — wobec faktu, że w teorii kwantów mówi się o prawdopodobieństwie zachodzenia fenomenów, o statystycznym i indeterministycznym opisie zjawisk, o konieczności stosowania logik wielowartościowych — czy da się utrzymać w fizyce współczesnej sta-

<sup>28</sup> E. Nagel. *Struktura nauki*. Warszawa 1970 s. 270—271; Maziński. *Elementy kosmologii* s. 327.

nowisko, iż „prawda w fizyce jest obiektywna?” Dla wyjaśnienia i ewentualnego rozstrzygnięcia postawionego w tym artykule problemu wielkiej wagi jest odpowiedź na kwestię, czy definicja prawdziwego zdania fizycznego (czy też sądu prawdziwego) wymaga określonego sposobu istnienia obiektu, który jest zdeterminowany przez to zdanie (przez ten sąd). Czy nie wystarczy, by miał on taki sposób bytowania, jaki jest wyrażony w sądzie, w zdaniu fizycznym determinującym dany aspekt rzeczywistości.

W toku zaprezentowanych wywodów niejednokrotnie podkreślano, w jaki sposób fizyka poznaje rzeczywistość fizyczną. Fizyka osiąga poznawczo rzeczywistości w określonym aspekcie i w takiej mierze, w jakiej jest to możliwe ze względu na właściwości mikroobektów, na metody fizycznego badania i najogólniejsze założenia tkwiące u podstaw poznania fizycznego. Właściwa jednak interpretacja systemu fizyki nie zmusza nas do zajęcia stanowiska subiektywistycznego i idealistycznego w dziedzinie poznania mikrozwjawisk. Nie ma podstaw do tego, by atrybut prawdziwości przypisywać tylko tym wypowiedziom, których treść jest zgodna z potocznie danym nam światem materialnym. Istotnym momentem prawdziwości zdań fizycznych jest to, aby ich treść była zgodna z obranym aspektem rzeczywistości. Nie podważa się przez to obiektywności zdań fizycznych pod warunkiem, że nie będziemy arbitralnie zacieśniać zakresu przedmiotowości i prawdziwości do obszaru poznania potocznego. Zarówno bowiem w poznaniu potocznym, jak i fizycznym istotne elementy prawdziwego i obiektywnego poznania są salwowane, aczkolwiek występują w nich różnice w sposobach ujmowania (odmienność aspektów) i określania (ze względu na skomplikowane metody badań fizycznych) przedmiotu poznania.

## THE CONCEPT OF TRUTH IN CONTEMPORARY PHYSICS

### Summary

The present author attempts to analyze the following problems concerned with the authenticity of arguments of contemporary physics:

(1) What is the nature of difficulties in determining the authenticity of physical theorems?

(2) Since quantum mechanics includes *a priori*, formal-logical, mathematical and conventional elements a question arises whether such features as objectivity and authenticity can be attributed to it.

Re 1 (a) Contemporary physics recognizes an extremely active role played by the cognizant subject in the cognition of physical reality (e.g. an instrument disturbs a physical process);

(b) the quantum theory merely establishes the probable occurrence of phenomena as an unmistakable description of a course of events is out of question;

(a) contemporary physics proposes statistical, indeterministic descriptions of phenomena and the necessity of employing multivalued logics;

(d) faced with complicated microphysical processes physics is forced to construct their models as well as simplify and idealize; cognition of reality is accomplished by means of successive approximations.

Re 2. In spite of numerous difficulties discussed above the present author maintains that attributes of objectivity and authenticity can be ascribed to theorems of contemporary physics if the range of objectivity and authenticity is not arbitrarily limited to the realm of common cognition. There is no reason to attribute the two features solely to these arguments which are applicable to the commonly recognized material world. Physics cognitively 'reaches' the reality in the definite aspect to such an extent as it is permitted by the very structure of the microcosm and the employed methods of physical examination.

