

PROBLEM ISTNIENIA W FIZYCE I METAFIZYCE

Jerzy Janik

*Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego w Krakowie
Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków*

Wstęp

Podstawowy problem ontologii, której w referacie nie będę odróżniać od metafizyki, jest zawarty w zdaniu: o *tym co jest, mówimy czym jest, a także że jest*. Druga część tego zdania była dla fizyki klasycznej sprawą trywialną. Obiekty fizyczne – ciała takie jak słońce, planety, pociski, itp. – nie były „zapytywane”, czy istnieją. Ich istnienie traktowano jako niewątpliwe. Używając języka ontologii – koncentrowano się na istocie, a nie na istnieniu.

Refleksję na temat istnienia jako takiego wprowadziła do fizyki dopiero mechanika kwantowa. Proszę pozwolić, że tę refleksję zacznę nie od rozważań kwantowomechanicznych, które – jak wiadomo – były przedmiotem sławnego sporu między Einsteinem i Bohrem, tylko od dyskusji tzw. *nierówności Bella*, która nota bene ten spór przesądziła na korzyść Bohra.

Sprawa nierówności Bella

Posłużę się tutaj przykładami zaczerpniętymi z książki Bernarda d'Espagnata, zatytułowanej *In search of reality*.

Nierówności Bella - sformułowanie przykładowe I:

W każdej dowolnie wybranej populacji ludzkiej liczba kobiet, których wiek nie osiąga 40. lat, jest mniejsza lub równa liczbie kobiet-palaczek plus liczba niepalaczy obu płci, których wiek nie osiąga 40. lat.

Nierówności Bella - sformułowanie przykładowe II:

Dla dostatecznie dużych próbek, liczba kobiet, których wiek nie osiąga 40. lat w próbce 1, jest mniejsza lub równa liczbie kobiet-palaczek w próbce 2 plus liczba niepalących obu płci, których wiek nie osiąga 40. lat w próbce 3. Próbkę mają po tej samej liczbie elementów.

Nierówności Bella - sformułowanie przykładowe III:

(Studenci zdają łącinę, grekę i chiński).

Liczba par, w których jeden student zdał łącinę, drugi student zdał grekę, jest mniejsza lub równa liczbie par, w których jeden student zdał łącinę, drugi – zdał chiński, plus liczba par, w których jeden student zdał grekę a drugi student oblał chiński.

Nierówności Bella - sformułowanie przykładowe IV:

(Pary magnesów, początkowo ustawione antyrównolegle, są po ich oddaleniu analizowane, co do ich momentów magnetycznych, analizatorami A, B, C. Wynik analizy jest uważany za dodatni (+), jeżeli kąt między kierunkiem analizatora a kierunkiem NS magnesu jest ostry, zaś za ujemny (-), jeżeli ten kąt jest rozwarty. Ponadto konwencja wymaga, by za „zaliczone” akty pomiarowe dla obu magnesów były uważane tylko te z dwoma znakami, a więc (++)).

Liczba par zaliczonych (++), przy sytuacji analizy A,C i B,C jest większa lub równa liczbie par „zaliczonych” przy sytuacji A, B.

Wszystkie podane przykłady znajdują potwierdzenie w rzeczywistości. Zresztą można przedstawić dowody matematyczne powyższych twierdzeń. Jeśli natomiast, w ostatnim przykładzie, zamiast klasycznych magnesów rozważać mikromagnes, np. protony, eksperyment (nie jeden, ale różne warianty i nie tylko z protonami, ale np. z fotonami) daje: dla niektórych kierunków A,C i B,C suma „zaliczonych” par jest większa lub równa liczbie par „zaliczonych” przy kierunku analizy A,B. Dla pewnych wyborów A,B,C jest odwrotnie! Jesteśmy zmuszeni przyjąć, że nasze obiekty (mikroobiekty) nie są rozdzielone, mimo że są bardzo daleko od siebie tak, że żaden sygnał poruszający się nawet z prędkością światła nie zdoła przebiec w czasie trwania eksperymentu od jednego obiektu do drugiego. Mimo to, jeden proton zdaje się „wiedzieć” o sytuacji drugiego! Tak więc, obiekty kwantowe zachowują się inaczej niż „normalnie” (spełnienie nierówności Bella). Ich status ontologiczny jest inny.

Kilka uwag o mechanice kwantowej

To wszystko, co za chwilę powiem, można by ująć na kilka sposobów, np. rozpocząć od dyskusji problemu dualizmu korpuskularno-falowego lub konsekwencji relacji nieoznaczoności Heisenberga. Są to rzeczy znane, więc ograniczę się do przypomnienia – jeśli jest to właściwe słowo – zasadniczych wniosków, które wynikają z rozwiązania równania Schrödingera dla jakiegoś problemu. Rozwiązując równanie Schrödingera otrzymujemy możliwości z odpowiednimi prawdopodobieństwami. Możliwości, reprezentowane w terminologii mechaniki kwantowej przez tzw. wartości własne stanów, są przez formalizm mechaniki kwantowej wyliczane niezwykle dokładnie. Niejednokrotnie dokładność obliczeń przewyższa dokładność eksperymentalną. Warto tu, jako przykład, podać szeroko znane prace Kołosa. Podkreślam to dlatego, że do prób szukania innej teorii mikroświata trzeba podchodzić z dużą dozą sceptycyzmu i nieufności, np. do tzw. teorii z ukrytymi parametrami.

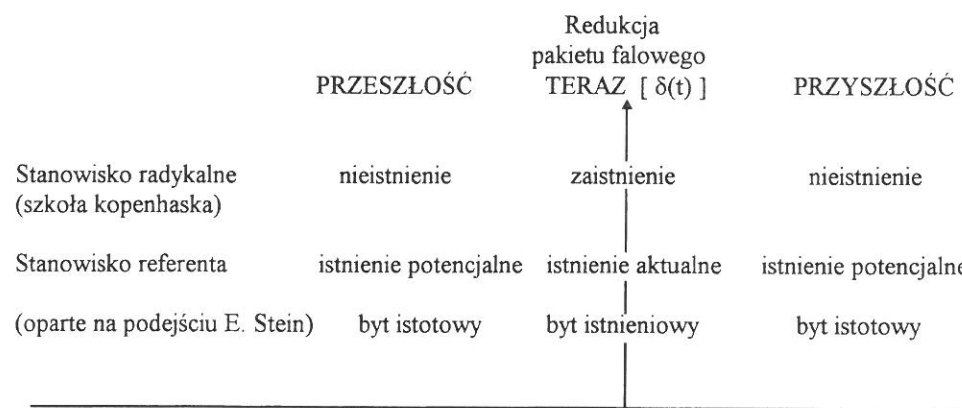
Wywód dotyczący nierówności Bella można zastąpić stwierdzeniem: mikroobiekty, które wprowadziliśmy do dyskusji na temat nierówności Bella zachowują się dokładnie tak, jak przewiduje mechanika kwantowa. Można by powiedzieć, że to formalizm narzuca tym obiektom status ontologiczny odmienny niż ten, który wyraża się terminem *aktualne istnienie*. Garnitur możliwości (z prawdopodobieństwami), włączając w to jeszcze tzw. superpozycję stanów, bytuje *w sui generis* magazynie potencjalności – bytuje potencjalnie, nie aktualnie.

Przejście do konkretnego stanu, czyli realizacja konkretnej możliwości, wydobyć jej z magazynu potencjalności i przeniesienie do aktualnego istnienia, następuje przez interwencję z zewnątrz, a mianowicie zapytanie przez świadomego obserwatora (eksperymentatora). Następuje wtedy tzw. redukcja pakietu falowego i aktualizacja konkretnego stanu. Mechanika kwantowa nie zawiera w swoim formalizmie możliwości redukcji pakietu falowego – ta możliwość jest do mechaniki kwantowej niejako dołączona. Szkoła kopenhaska (Bohr) wręcz twierdzi, że np. elektron (foton, proton, neutron, kwark itp.) w jakimś konkretnym zagadnieniu nie istnieje, dopóki nie nastąpi redukcja pakietu falowego. Warto tu podkreślić, że współ-

czesna ontologia (Husserl, Stein) na całkiem innej drodze – przez analizę zjawiska przeżycia, *Erlebnis* – zdaje się dochodzić do wniosku, że coś, co istnieje potencjalnie nie jest niebytem. Może więc użycie przez mnie terminu „magazyn potencjalności” odpowiada jakiemuś *esse*, aczkolwiek innemu niż aktualne *esse*.

Istnienie i problem czasu

W fizyce klasycznej, w codzienności, napotykamy na problem podobny do problemu redukcji pakietu falowego, czyli napotykamy na rodzaj „rozgrywki” między magazynem potencjalności i aktualnością. Obiekt, np. pocisk, aktualizuje swoje istnienie w poszczególnych momentach czasu. Przedtem był tam, potem gdzieś indziej, ale jedynie TERAZ mamy aktualne (realne) istnienie. Przeszłość już nie istnieje, a przyszłość jeszcze nie. Ale czy przeszłość i przyszłość należą do sfery niebytu? Takie pytanie i różne możliwości odpowiedzi można zilustrować graficznie w następujący sposób:



Poszczególne TERAZ przechodzą w sposób niemal ciągły jedno w drugie i dlatego świadomy obserwator ma tendencję postrzegać nie rozdzielone zaistnienia, ale trwanie w istnieniu. Dotyczy to nie tylko jego samego, ale i świata, który postrzega. Jednakże obiekty mikroświata obserwator postrzega nie w sposób niemal ciągły, tylko w wybranych przez siebie momentach redukcji pakietu falowego. Dlatego o ich istnieniu między momentami albo nic nie może powiedzieć, albo może nadać temu istnieniu całkiem inne znaczenie, inny status ontologiczny (ale chyba nie nieistnienie!). Stąd pochodził pewien nacisk w referacie na rozróżnienie słów: byt realny i niebyt, przy czym do bytu realnego zaliczałem zarówno byt potencjalny w magazynie potencjalności, jak i byt aktualny, aktualizowany przy redukcji pakietu falowego.

Literatura

1. J. Guiton, G. Bogdanov, I. Bogdanov, *Dieu et la science*, Grasset, Paris 1991
2. B. d'Espagnat, *In search of reality*, Springer Verlag, NY 1983
3. E. Stein, *Endliches und ewiges Sein*, Herder, Freiburg 1962

Dyskusja

- Prof. Z. R. Grabowski: *Zilustrować poruszane problemy można by przy pomocy tego, co dziś nazywamy wirtualną rzeczywistością. Jeśli aktualizacją będzie coś, co pokazuje się na ekranie, natomiast w programie istnieje to wszystko w postaci wirtualnej, czyli potencjalnie, to wskutek interakcji z programem realizujemy nasze działania na ekranie. Jest to demonstracja wirtualna pojęć, o których była mowa podczas wykładu.*
- Prof. J. Janik: *Myszę, że tak. Może warto dodać, że d'Espagnat w swej książce, która była podstawą wygłoszonego wykładu, używa jeszcze jednego terminu: „istnienie zawołowane” jako istnienie obiektów fizycznie, przed redukcją pakietu falowego.*
- Prof. J. Prochorow: *Jestem w rozterce. Jeżeli realne zaistnienie obiektu jest możliwe dopiero po redukcji pakietu falowego, to co rzeczywiście istnieje?*
- J. J.: *To istnieje, co jest teraz. To co było, już nie istnieje i nic na to nie poradzimy. Mówiąc o redukcji pakietu falowego, wybrałem takie tylko przykłady z mechaniki kwantowej, w których pomiar, albo lepiej – obserwacja, następuje tylko raz. Jeśli patrzę na dom znajdujący się za oknem, to docierają do mnie miliardy fotonów. Obserwacja jest powtarzana tak często, że mam wrażenie sukcesywności, tzn. ciągłości istnienia. Sukcesywność obserwacji jest tak gęsta, że mam do czynienia z ciągłością. Ale weźmy np. jon zamknięty w pułapce. Istnieje możliwość obserwacji takiego pojedynczego jonu i tu nie mamy ciągłości.*
- Prof. M. Kryszewski: *Przedstawione problemy dotyczyły mikroświata, ale istnieje makroświat, Wszechświat. Jak wyjaśnić obserwacje światła odległych gwiazd, dochodzącego do nas teraz, lecz posiadającego informację z przeszłości?*
- J. J.: *Nie ma granicy mikroświata – makroświat. Granica pozorna bierze się stąd, że makroświat wysyła do nas sygnały ustawicznie, jeżeli go obserwujemy czy wykonujemy na nim pomiary, natomiast mikroświat wysyła sygnały od czasu do czasu. W obrębie mikroświata, jeśli jako przykład podać cząstki w komorze Wilsona, to każdy z nas byłby skłonny przyznać, że obserwowana cząstka to ta sama cząstka, przy czym sygnały obserwacji dochodzą do nas wiele razy w ciągu obserwacji. Dramat zaczyna się wówczas, gdy obserwujemy pojedyncze akty mikrofizyczne.*
- M. K.: *Czy istnieje konflikt między mechaniką kwantową a uogólnieniem jej na Wszechświat?*
- J. J.: *Główny problem „ożenku” mechaniki kwantowej z teorią względności polega na tym, że mechanika kwantowa jest teorią nielokalną. Funkcja falowa rozciąga się do nieskończoności, natomiast teoria względności jest w pewnym sensie lokalna. Być może unifikacja tych teorii przyniesie nowe rozstrzygnięcia.*
- M. K.: *Wydaje się, że wszystko antycypuje raczej w kierunku wizji kosmologicznych niż w kierunku doświadczeń pochodzących z mikroświata, które są nam bliższe i dla nas ważniejsze.*

- J. J.: *Nie dyskutowałem makroświata, ponieważ mikroświat dostarczył mi dostatecznie dużej dozy dramatu, którą starałem się zamknąć w słowach: „status ontologiczny mikroobektów jest odmienny niż ten, do którego jesteśmy przyzwyczajeni”.*
- Prof. Z. Ruziewicz: *Jako przykład czegoś nierealnego zostało przytoczone „kwadratowe koło”. Jak na schemacie realności istnienia wyglądałyby obiekty matematyczne, np. liczba zespolona, liczba kardynalna, granica funkcji?*
- J. J.: *Problemem idei, oprócz Platona zajmował się m.in. Husserl i jego uczniowie. Edyta Stein zalicza obiekty matematyczne do klasy, która nigdy nie aktualizuje się aktualnie, do klasy realnie istniejących obiektów istotowych.*
- Prof. K. Łukaszewicz: *Każdy fizyk jest trochę filozofem, świadomie lub nieświadomie. O ile otrzymane wyniki nie budzą nieporozumień, to sposób myślenia badacza może być inny. Są tacy, którzy zdają sobie sprawę z istnienia różnicy między światem rzeczywistym i światem modeli matematycznych. Idealiści sądzą, że świat rzeczywisty jest niepoznawalny i konstruuja modele oddające świat rzeczywisty. Są i tacy, którzy zaczynają wierzyć, że to model jest światem rzeczywistym. Tkwiąc w świecie modeli i pojęć dyskutują o nich tak, jakby to był świat rzeczywisty. Odnoszę wrażenie, że Pan Profesor należy do tej grupy fizyków. A przecież jest możliwe inne podejście, w którym traktuje się wyniki mechaniki kwantowej tylko jako modelowe, w doskonały sposób oddające rzeczywistość, choć nie musi tak być zawsze. Może w przyszłości metody mechaniki kwantowej zostaną ulepszone? Przecież ludzkość ma przed sobą jeszcze wiele do zrobienia...*
- J. J.: *Jestem sceptykiem, jeśli chodzi o opinię Pana Profesora, że mechanika kwantowa źle opisuje rzeczywistość. Nie znam takich przypadków. Może nie potrafi opisać ze względu na bariery obliczeniowe, ale nie ma przykładów złego opisu.*
- K. Ł.: *Sądzę, że przy obecnym stanie naszej wiedzy dochodzimy do paradoksów, które jednak w przyszłości zostaną wyjaśnione, tak jak to miało miejsce w wypadku paradoksu Achilleśa i żółwia.*
- Dr Z. Petru: *Przykładem – w doświadczeniach – oddzielenia mechaniki kwantowej od filozofii jest fakt, że równanie Schroedingera jest niezmiennicze względem odbicia czasu. A więc w mechanice kwantowej strzałka czasu jest dowolnie skierowana, natomiast w filozofii nie. Nie przekroczymy tej granicy.*
- J. J.: *Mechanika kwantowa nie mówi ani o przeszłości, ani o przyszłości, tylko o teraz. Nie wiem, czy to odgrywa tak wielką rolę, że nie od różni kierunku strzałki czasu.*