

Czy elektrony istnieją?

Autor tekstu: **Tomasz Przepiórka**

Wstęp

Kwestia budowy materii była pierwszym zagadnieniem, z którym przyszło zmierzyć się ludzkiej myśli naukowej. Można by też śmiało powiedzieć, iż doprowadziła ona do powstania nauki. Początkowe pomysły na rozwiązanie tego zagadnienia były bardzo prymitywne. Tales na przykład twierdził, że wszystko składa się z wody. W miarę rozwoju myśli powstały bardziej rozwinięte teorie na ten temat. Anaksagoras twierdził, iż materia jest podzielna w nieskończoność. Natomiast w przeciwieństwie do niego Demokryt uznał, że istnieją najmniejsze cząstki, z których zbudowany jest świat. Inny wielki starożytny myśliciel: Arystoteles, sądził natomiast, że cała materia we wszechświecie składa się z czterech podstawowych elementów: ziemi, powietrza, ognia i wody. Na te cztery elementy działają dwie siły: grawitacja, czyli skłonność ziemi i wody do opadania, oraz lewitacja, czyli skłonność powietrza i ognia do unoszenia się.

W dzisiejszych czasach pogląd na budowę materii uległ drastycznym zmianom. Najnowsza fizyka kwantowa odkrywa przed naszymi oczyma świat tak strasznie dziwny i skomplikowany, że trudno jest go podporządkować naszemu logicznemu umysłowi.

Co to jest elektron?

Gdyby zapytać Fizyka: co to jest cząstka elementarna, to nie potrafiłby on dokładnie odpowiedzieć nam na to pytanie. Mógłby on nam powiedzieć tylko tyle, że jest to coś, co w pewnych warunkach zachowuje się tak i tak, a w innych tak i tak. Ale na pytanie, co to jest za byt i jak on istnieje, żaden fizyk nie jest w stanie udzielić odpowiedzi.

Elektrony nie dają się zaobserwować tak jak przedmioty, które nas otaczają. Nie mają one żadnej barwy, długość fali światła ma do tego celu zbyt dużą wartość. Wiemy więc o nich tylko pośrednio z różnych doświadczeń. Doświadczenia te pokazują nam jednak zadziwiający obraz mikroświata. Cząstki elementarne takie jak elektrony są to byty, które nie przypominają w żaden sposób przedmiotów naszego życia codziennego. Nie mają one określonego miejsca w przestrzeni, co widać wyraźnie w doświadczeniu Younga.

Doświadczenie Younga

Wyobraźmy sobie przesłonę z dwiema wąskimi, równoległymi szczelinami. Po jednej stronie przesłony umieszczamy działo elektronowe. Większość elektronów trafia na przesłonę, ale pewna część przedostaje się przez szczeliny. Za przesłoną ustawiamy ekran fosforescencyjny. Zdawać by się mogło, że na ekranie ujrzemy równomiernie rozłożone elektrony. Jednak tak się nie dzieje. Zamiast równomiernych prążków otrzymujemy obraz interferencyjny, czyli bardzo podobny do tego, jaki otrzymujemy w podobnym doświadczeniu gdzie zamiast elektronów używamy fal na wodzie. Jest to tym bardziej zdumiewające, że obraz interferencyjny nie powstaje gdy otwarta jest tylko jedna szczelina: otrzymujemy wówczas na ekranie równomierny rozkład elektronów. Interferencja zachodzi również wtedy, gdy elektrony wysyłane są pojedynczo. A więc każdy z elektronów musi przechodzić przez obie szczeliny jednocześnie.

Doświadczenie to przeczy naszej zdroworozsądkowej logice. W jaki sposób coś może znajdować się w jakimś miejscu i zarazem się w nim nie znajdować. Weźmy na przykład jedno z głównych praw logiki; prawo sprzeczności.

$$\sim(p \wedge \sim p)$$

Podstawny za "p", zdanie: elektron znajduje się w miejscu x. Prawo to, które do tej pory uznawaliśmy za pewnik, tutaj wydaje się być naruszone.

Brak ustalonego miejsca w przestrzeni nazywa się superpozycją stanów. Elektron cały czas znajduje się w takiej superpozycji stanów, czyli znajduje się w wielu miejscach na raz. Jednak gdy próbujemy go zaobserwować za pomocą fali światła to następuje redukcja funkcji falowej. Znaczy to tyle, że elektron wybiera sobie jakby pewien punkt w przestrzeni, gdy

dokonyjemy aktu obserwacji. Z tym, że istnieje jedno miejsce gdzie najbardziej prawdopodobne jest zaobserwowanie elektronu. Im dalej od tego miejsca tym bardziej to prawdopodobieństwo maleje.

Wiele było prób odpowiedzi na pytanie, co właściwie przedstawia dzisiejsza fizyka kwantowa i czym są cząstki elementarne, jednak jak do tej pory nikt nie udzielił na nie zadowalającej odpowiedzi. Powstało natomiast wiele ciekawych interpretacji.

Interpretacje

Zagadnieniem istnienia elektronów zajmował się Niels Bohr. Jego podejście, akceptowane obecnie przez większość fizyków, przyjęto nazywać interpretacją kopenhaską, od nazwy miasta, w którym Bohr żył i pracował. Podstawowym założeniem tej interpretacji jest teza, iż nasz opis mikroświata jest ograniczony przez niedostatki używanego języka, ukształtowanego pod wpływem informacji zbieranych za pomocą zmysłów. Świat dzieli się na dwie części, klasyczną i kwantową. Część klasyczna obejmuje obserwatora i aparat pomiarowy, część kwantowa — mierzony układ. Inaczej mówiąc, choć świat, który obserwujemy, wydaje się niezależny od nas i rzeczywisty, w istocie opiera się na nierealnym mikroświecie. Z tego powodu nie możemy właściwie opisać przebiegu zjawisk kwantowych.

Albert Einstein nie mógł zaakceptować takiej interpretacji mechaniki kwantowej jaką przedstawiał Niels Bohr. Jego słynne twierdzenie: „Bóg nie gra w kości” stwierdza, iż nie może istnieć przypadkowość w mechanice kwantowej. Początkowo Einstein uważał, że nowa teoria kwantowa jest po prostu błędna, gdyż prowadzi do sprzeczności. W późniejszym okresie życia uznał, że mechanika kwantowa jest nie tyle błędna, ile niezupełna. „Wyobrażam sobie, iż teoria ta będzie zawarta w pewnej teorii późniejszej mniej więcej tak, jak optyka promieni w optyce falowej. Powiązania pozostaną, podstawa zostanie natomiast pogłębiona względnie zastąpiona przez ogólniejszą.” [1]

Inną ciekawą próbą odpowiedzi na zagadnienie istnienia elektronów było twierdzenie, iż wszystko dzieje się w umyśle. Prawa, które rządzą układami kwantowymi, opis stanów fizycznych za pomocą amplitudy i superpozycja tych amplitud, kiedy jest więcej niż jeden możliwy stan, wszystkie te prawa stosują się do każdej materialnej rzeczy na świecie. Takiej superpozycji nie doświadcza świadomy umysł. Świat fizyczny rządzone jest na każdym etapie przez zachowanie kwantowe i jakikolwiek czysto materialny układ, duży czy mały, zawsze opisany będzie kombinacją stanów i zawsze występować będzie amplituda dla wszystkiego, co może lub mogło się wydarzyć. Wybór dokonywany jest tylko wtedy, gdy sytuacja staje się przedmiotem uwagi świadomego umysłu. Dzieje się tak dlatego, że umysł jest czymś znajdującym się poza lub ponad prawami świata kwantowego. Nie mamy obowiązku robienia wszystkiego, co może być zrobione; wolno nam dokonywać wyboru. Kiedy coś obserwujemy, ta rzecz jest obserwowana; wie ona o tym, że ją obserwowaliśmy, Wszechświat wie o tym, że ją obserwowaliśmy, i od tego czasu pozostaje już ona w stanie, w którym ją zaobserwowaliśmy. To właśnie nasz akt obserwacji nadaje światu jednoznacznie określoną formę. Nie musimy mieć możliwości wybierania tego, co zobaczymy, wszystko cokolwiek zaobserwujemy, staje się z tą chwilą jednoznacznie rzeczywiste.

Powyższa teoria ma jedną poważną wadę. Nie tłumaczy ona mianowicie, co dzieje się z umysłami innych ludzi podczas aktu obserwacji. Przypuśćmy, dla przykładu, że zrobimy fotografie pokazującą elektron w trakcie przechodzenia przez jedną lub drugą szczelinę w doświadczeniu Younga. Według powyższej teorii zdjęcie powinno pokazywać elektron przechodzący przez obie szczeliny. Klisza fotograficzna nie ma świadomego umysłu i nie zdołałaby zredukować funkcji falowej, na filmie pojawiłyby się więc dwa różne obrazy. Przypuśćmy teraz, że zrobiłbym kilka kopii tej fotografii, nie patrząc na żadną z nich. Gdyby odbitki zostały wysłane do różnych ludzi, to osoba, która pierwsza otworzy kopertę i spojrzy na zdjęcie, spowoduje, że jeden obraz z tej mieszaniny stanie się obrazem rzeczywistym, a wszystkie inne znikną. Trudność polega na tym, że fotografie wysłane do różnych ludzi będą musiały ulec redukcji do tego samego obrazu, mimo że osoby te mogą się znajdować w miastach odległych od siebie o wiele mil.

Inaczej z problemem istnienia cząstek elementarnych radzi sobie Teoria Wielu Światów. Głosi ona, że za każdym razem, gdy dochodzi do redukcji funkcji falowej nasz świat dzieli się na tyle światów, ile możliwych miejsc znalezienia cząstki. Teoria ta zdaje się najlepiej tłumaczyć zjawisko superpozycji stanów, jednak całkowicie przeczy zdrowemu rozsądkowi. Nasuwa się pytanie, jak to być może, że pojawia się nagle nowy świat i gdzie owe światy

istnieją? Tych światów musiałyby być ogromnie dużo, bo powstawałyby za każdym razem, gdy gdzieś we wszechświecie zachodzi redukcja funkcji falowej.

Fizycy raczej nie wyciągają filozoficznych wniosków ze swoich teorii, natomiast filozofowie zdają się nie nadążać za nauką i nie próbują takich wniosków wyciągać. Można by jednak spróbować wyobrazić sobie, co stanie się z pojęciem istnienia, gdy przyjmiemy Teorię Wielu Światów. W takim przypadku należałoby prawdopodobnie odrzucić zdroworozsądkowe pojęcie istnienia świata jako zbudowanego z jakiejś substancji. Świat należałoby traktować jako swego rodzaju system matematyczny — cokolwiek miałyby to znaczyć. John Wheeler powiedział, że materia i energia są wtórne a pierwotna jest tylko informacja. Być może cały świat to tylko informacja i prawa matematyki.

Zakończenie

Spór o sposób istnienia cząstek elementarnych wydaje się być nierozstrzygnięty. Nie wiadomo też, co to jest elektron i jak on istnieje. Być może trzeba będzie zweryfikować nasze pojęcie istnienia, aby uchwycić, czym są cząstki elementarne. W tej chwili istniejący przedmiot wyobrażamy sobie jako coś, co posiada określone miejsce w przestrzeni. Czego nie można powiedzieć o elektronie.

Wydaje mi się jednak, iż mimo swojej dziwności, pojęcie materii, jakie podaje dzisiejsza fizyka kwantowa, jest mniej problematyczne niż to, jakie podawali starożytni filozofowie. Ich błąd polegał na tym, iż w swoich rozważaniach na temat materii, przenosili pojęcie materii, jaka dana jest nam w doświadczeniu do swoich rozważań na temat jej budowy. Wkłali się oni przez to w bardzo poważny problem; „Czy materia jest podzielna w nieskończoność czy też nie”. Obydwie odpowiedzi na to pytanie są absurdalne. Gdy powiemy, że materia jest podzielna w nieskończoność to pojawia się problem z nieskończonością. Doświadczenie uczy, że nie istnieje aktualna nieskończoność tylko potencjalna. Gdybyśmy jednak obstawali przy pomyśle Demokryta, to ciężko jest sobie wyobrazić coś niepodzielnego. Na pewno taki atom byłby podzielny potencjalnie a to znaczy, że nie byłby najmniejszym elementem materii.

Fizyka kwantowa nie ma z tym problemu. Istnienie elektronów nie jest takim istnieniem jak istnienie krzesel czy stołów. Elektrony są jakby rozmazane w przestrzeni i trudno jest tutaj mówić o jakiejś podzielności.

Bibliografia:

1. „Strzałka czasu” Peter Coveney, Roger Highfield, przekład Piotr Amsterdamski, wydawnictwo Zysk i S-KA
2. „Encyklopedia Filozofii” pod redakcją Teda Hondericha, przekład Jerzy Łoziński, wydawnictwo Zysk i S-KA
3. „Alicja w krainie kwantów” Robert Gilmore, przkład Piotr Rączka, wydawnictwo Zysk i S-KA, Warszawa 2000.
4. „Pisma filozoficzne” Albert Einstein, przekład: Kazimierz Napiórkowski, Warszawa 1999
5. „Krótka historia czasu” Stephen Hawking, przekład Piotr Amsterdamski, wydawnictwo Zysk i S-KA

Przypisy:

[1] Albert Einstein "Pisma filozoficzne", przekład: Kazimierz Napiórkowski, Warszawa 1999.

Tomasz Przepiórka

Ukończył filozofię na Uniwersytecie Jagiellońskim (2003). Obecnie prowadzi małą rodzinną firmę.

[Strona www autora](#)

[Pokaż inne teksty autora](#)

(Publikacja: 03-10-2003)

[Oryginał.](http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,2764) (<http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,2764>)

Contents Copyright © 2000-2008 by Mariusz Agnosiewicz
Programming Copyright © 2001-2008 Michał Przech

Autorem tej witryny jest Michał Przech, zwany niżej Autorem.
Właścicielem witryny są Mariusz Agnosiewicz oraz Autor.

Żadna część niniejszych opracowań nie może być wykorzystywana w celach komercyjnych, bez uprzedniej pisemnej zgody Właściciela, który zastrzega sobie niniejszym wszelkie prawa, przewidziane w przepisach szczególnych, oraz zgodnie z prawem cywilnym i handlowym, w szczególności z tytułu praw autorskich, wynalazczych, znaków towarowych do tej witryny i jakiegokolwiek ich części.

Wszystkie strony tego serwisu, wliczając w to strukturę podkatalogów, skrypty JavaScript oraz inne programy komputerowe, zostały wytworzone i są administrowane przez Autora. Stanowią one wyłączną własność Właściciela. Właściciel zastrzega sobie prawo do okresowych modyfikacji zawartości tej witryny oraz opisu niniejszych Praw Autorskich bez uprzedniego powiadomienia. Jeżeli nie akceptujesz tej polityki możesz nie odwiedzać tej witryny i nie korzystać z jej zasobów.

Informacje zawarte na tej witrynie przeznaczone są do użytku prywatnego osób odwiedzających te strony. Można je pobierać, drukować i przeglądać jedynie w celach informacyjnych, bez czerpania z tego tytułu korzyści finansowych lub pobierania wynagrodzenia w dowolnej formie. Modyfikacja zawartości stron oraz skryptów jest zabroniona. Niniejszym udziela się zgody na swobodne kopiowanie dokumentów serwisu Racjonalista.pl tak w formie elektronicznej, jak i drukowanej, w celach innych niż handlowe, z zachowaniem tej informacji.

Plik PDF, który czytasz, może być rozpowszechniany jedynie w formie oryginalnej, w jakiej występuje na witrynie. **Plik ten nie może być traktowany jako oficjalna lub oryginalna wersja tekstu, jaki zawiera.**

Treść tego zapisu stosuje się do wersji zarówno polsko jak i angielskojęzycznych serwisu pod domenami Racjonalista.pl, TheRationalist.eu.org oraz Neutrum.eu.org.

Wszelkie pytania prosimy kierować do redakcja@racjonalista.pl