

Fizyka teoretyczna a fizyka doświadczalna

Nauka idzie naprzód na dwóch nogach, którymi są teoria i doświadczenie ... Czasami jedna noga robi najpierw krok do przodu, a czasami druga, ale stały postęp dokonuje się tylko przy użyciu obu – przez teoretyzowanie poddawane następnie sprawdzeniu, bądź przez znajdowanie nowych zależności przy eksperymentowaniu, czego następstwem jest ruch teoretycznej nogi do przodu, i tak na przemian, bez końca.

– Robert A. Millikan, wykład noblowski, 1924, cytata za: Iwo Białynicki-Birula, *Foton jako cząstka kwantowa*, Postępy Fizyki 56, 2005.

Europejscy doświadczalnicy nie potrafią dodać słupka liczb, a teoretycy nie potrafią zawiązać sobie butów.

– I. I. Rabi, cytata za: Leon Lederman, *Boska cząstka*.

Po co rozwiązywać zadania?

Zbyt powszechne wśród studentów teorii względności jest uznawanie jej ram pojęciowych za tak interesujące, iż spychają oni rozwiązywanie zadań na drugi plan. Takie podejście jest fałszywe i niebezpieczne: student, który nie umie rozwiązać zadań na rozsądnym poziomie trudności, nie rozumie też teorii pojęciowo.

– Bernard F. Schutz, *Wstęp do ogólnej teorii względności*, PWN, Warszawa 1995.

Mechanika kwantowa

Mechanikę falową Schrödingera wprowadzimy w postaci szeregu postulatów. Pod tym właśnie względem nauczanie mechaniki falowej różni się od nauczania mechaniki klasycznej. Ta ostatnia może być zrozumiana, jeśli dokonuje się kolejnych kroków opartych na dedukcji z pewnych podstawowych praw doświadczalnych, takich jak na przykład prawa Newtona. Dedukcja ta przeprowadzana jest za pomocą pewnej liczby operacji matematycznych, na ogół dosyć prostych. Mechaniki falowej nie można rozwijać posługując się takimi ugruntowanymi metodami, ponieważ do mechaniki falowej nie można dojść drogą dedukcji wychodząc bezpośrednio z wyników prostych doświadczeń. Zrozumienie mechaniki falowej wymaga pewnych określonych przeskoków we wnioskowaniu indukcyjnym; chyba najmniej kłopotliwe jest wprowadzenie ich w postaci postulatów, choćby niczym nie uzasadnionych, po prostu wziętych z powietrza. Tak więc za pomocą postulatów tworzymy teorię materii zbudowanej z atomów, teorię, która przewiduje wyniki pewnych doświadczeń. Kiedy doświadczenia te zostaną przeprowadzone i ich wyniki zgodzą się z teorią, jesteśmy zadowoleni i kontynuujemy przewidywanie wyników nowych doświadczeń. Jeżeli ponownie nasze przewidywania potwierdzą się, nabieramy zaufania do teorii i zaczynamy wierzyć, że jest ona poprawna. Sceptyczny czytelnik proszony jest, aby swój sąd wydał po przeczytaniu tej książki do końca i aby dopiero wówczas wypowiedział się, czy wierzy w mechanikę falową czy też nie.

– H.A. Enge, M.R. Wehr, J.A. Richards, *Wstęp do fizyki atomowej*, PWN, Warszawa 1983.

Pusta przestrzeń wcale nie jest pusta ... Próżnię wypełniają fluktuacje kwantowe. Cząstki nieustannie rodzą się, by po chwili umrzeć. Nazywamy je cząstkami wirtualnymi. Są ich roje. Pojawiają się w naszych równaniach, a że wpływają na zachowanie obiektów, które potrafimy dostrzec, więc nie mamy wątpliwości co do ich istnienia. W fizyce używamy ich na co dzień. Gdybyśmy je odtrącili, otrzymywalibyśmy błędne rozwiązania.

– Frank Wilczek, *Polityka* 51/52, 2007.

Nie powinno nas dziwić, że ludzkim językiem nie da się opisać zjawisk zachodzących pośród atomów, dlatego że język ten stworzono do opisu doświadczeń życia codziennego, a więc zjawisk

dotyczących niezmiernie wielkiej liczby atomów. Co więcej, bardzo trudno jest zmodyfikować nasz język w ten sposób, by mógł on opisywać zjawiska atomowe, dlatego że słowa mogą opisać tylko te rzeczy, które potrafimy sobie wyobrazić, co znów jest związane z doświadczeniami życia codziennego. Na szczęście matematyka nie podlega temu ograniczeniu i udało się stworzyć matematyczne ramy – teorię kwantów – które wydają się całkowicie odpowiednie do opisu zjawisk atomowych.

– Werner Heisenberg, *Fizyczne podstawy teorii kwantów*, cytata za: C.J. Foot, *Fizyka atomowa*, Oxford University Press (2004).

Pięć wielkich problemów fizyki teoretycznej według Lee Smolina. Stan na rok 2008.

Połączyć ogólną teorię względności i teorię kwantów w jedną teorię, która może rościć sobie prawo do bycia kompletną teorią natury.

Rozwiązanie problemów odnoszących się do fundamentów mechaniki kwantowej, albo przez nadanie sensu teorii już istniejącej, albo przez znalezienie teorii, która będzie miała sens.

Ustalenie, czy rozmaite cząstki i siły mogą zostać zuniifikowane w teorii, która wyjaśni je wszystkie jako manifestację jednego, fundamentalnego bytu.

Wyjaśnić, jak natura dobiera wartości dowolnych stałych w modelu standardowym fizyki cząstek elementarnych.

Wyjaśnić, czym jest ciemna materia i ciemna energia. Albo też, jeśli one nie istnieją, określić, jak i dlaczego grawitacja zmienia się w wielkich skalach. Bardziej ogólnie, wyjaśnić, dlaczego stałe standardowego modelu kosmologicznego, włączając w to ciemną energię, mają wartości takie, jakie mają.

– Lee Smolin, *Kłopoty z fizyką. Powstanie i rozkwit teorii strun, upadek nauki i co dalej*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2008.