



Neutrino naprawdę oscylują!

Krzysztof Fiałkowski

Instytut Fizyki UJ

18 czerwca ogłoszono wiadomość o nowych wynikach uzyskanych w kanadyjskim laboratorium Sudbury. Dotyczą one cząstek, badanych już od pół wieku – neutrin, które docierają do nas ze Słońca. Badania te są bardzo trudne, bo nawet w detektorach o masie tysięcy ton tylko jedno neutrino na biliony przelatujących oddziałuje z materią. Wyniki wszystkich eksperymentów są jednak zgodne co do tego, że neutrino jest znacznie mniej, niż należało się spodziewać na podstawie teorii znakomicie opisującej wszystkie inne zjawiska związane ze Słońcem.

Od co najmniej kilku lat większość specjalistów uważa, że jedynym rozsądnym tłumaczeniem tego „deficytu” są tzw. oscylacje neutrino. Jest to efekt kwantowy, ale istotę oscylacji można sobie wyobrazić dość prosto. Chodzi o to, że neutrino różnych typów nie mają określonej masy. Dlatego np. neutrino elektronowe, wyprodukowane w procesach jądrowych we wnętrzu Słońca, musi po wyleceniu „zdecydować się” na jedną z możliwych wartości masy. Tym samym jednak staje się ono mieszanką neutrino elektronowego, mionowego i taonowego. Dlatego detektory, które mogą wykryć tylko neutrino elektronowe, rejestrują mniej neutrino, niż przewiduje tradycyjna teoria. Do tej kategorii należą detektory, w których neutrino zderzają się z neutronami materii, a w stanie końcowym zamiast neutrino pojawiają się elektrony. Podobna reakcja „zmieniająca” neutrino mionowe w miony lub taonowe w taony nie może w nich zajść, bo nie ma na to dość energii.

Eksperyment w Sudbury zmierzył precyzyjnie liczbę elektronów pochodzących z oddziaływań neutrino elektronowych o określonej energii. Pochodzą one z jednej wybranej reakcji jądrowej zachodzącej w Słońcu. Jest ich o ponad połowę mniej, niż przewiduje teoria. Dla tej samej energii neutrino zebrano wcześniej inne dane, dotyczące rozpraszania elastycznego neutrino na elektronach materii. Takie rozpraszanie zachodzi dla neutrino wszystkich typów. Jeśli deficyt neutrino elektronowych nie byłby wynikiem oscylacji, lecz jakichś innych przyczyn, przypadków rozproszenia elastycznego winno być też mniej, niż przewiduje tradycyjna teoria. Tymczasem jest ich tyle, ile oczekiwano dla rozpraszania na elektronach „mieszanki” neutrino trzech typów. Zatem naprawdę połowa neutrino elektronowych ze Słońca zmieniła się w wyniku oscylacji „po drodze” w neutrino innego typu.

Teoria uwzględniająca oscylacje neutrino pozwoliła nie tylko na opisanie deficytu neutrino słonecznych, ale i na wyjaśnienie zaobserwowanego przed dwoma laty w Kamiokande w Japonii zaniku neutrino mionowych powstających w atmosferze Ziemi z rozpadu produktów promieniowania kosmicznego. W zasadzie więc niemal wszyscy uważali od tego czasu, że oscylacje zachodzą. Dane z Sudbury po raz pierwszy dowiodły jednak tego bezpośrednio, wykazując, że nie tylko „coś znika”, ale i że w to miejsce „coś się pojawia”. Zapewne więc kronikarze uznają w przyszłości te wyniki za pierwsze ważne odkrycie fizyczne nowego tysiąclecia.