

Puste pudełko wyklucza sterylność

Otwieranie prezentów jest przyjemne i irytujące jednocześnie. Starym, ale sprawdzonym sposobem drażnienia obdarowywanego jest przygotowanie matrioski: pudła, w którym jest pudełko, w którym ukrywa się pudeleczek. . . a dopiero w najmniejszym pudełku schowany jest cenny drobiazg. Perfidną odmianą zabawy jest pozostawienie najmniejszego pudełka pustym. Czy obdarowany może się w takiej sytuacji autentycznie cieszyć?

Owszem może, jeżeli wiadomo, że ewentualny prezent przyniosłby więcej kłopotu niż pożytku.

Tak właśnie, w wielkim skrócie, wygląda pierwszy oficjalny wynik eksperymentu MiniBooNE (Booster Neutrino Experiment) w Fermilabie. Jego głównym zadaniem miało być potwierdzenie lub zanegowanie wyniku otrzymanego dekadę wcześniej przez eksperyment LSND (Liquid Scintillator Neutrino Detector) w Los Alamos, z którym od początku był problem.

Skoro w obu rozwinięciach akronimów występuje neutrino, to wiadomo, że chodzi właśnie o te bardzo słabo oddziałujące z materią, prawie bezmasowe cząstki. Znamy trzy rodzaje neutrin odpowiadające wszystkim trzem rodzajom naładowanych leptonów: elektronom, mionom i taonom. Wiemy, że bardzo lekkich rodzajów neutrin więcej nie ma, bo udało nam się, głównie w zderzaczu LEP (Large Electron Positron collider) w CERN, zmierzyć prawdopodobieństwa rozpadu bozonu Z^0 na cokolwiek, które musi zgadzać się z sumą prawdopodobieństw rozpadu na wszystkie pary cząstek materii lżejszych niż połowa jego (bardzo dużej) masy. Neutrino do niedawna uważano za całkowicie bezmasowe. Pogląd ten trzeba było jednak zrewidować, gdyż okazało się, że mogą one zamieniać się jedne w drugie – gdyby nie miały masy (lub miały masy takie same), to rozróżniałyby je tylko oddziaływania słabe, a w konsekwencji nie byłoby jak stwierdzić ich tzw. oscylacji.

Dzięki oscylacjom neutrina powstające w wyniku rozpadu mionu rejestruje się jako elektrony – w wyniku ich (bardzo rzadko zdarzającego się) oddziaływania z materią pojawia się elektron. Każdy rodzaj oscylacji wskazuje na określoną różnicę kwadratów mas zaangażowanych neutrin i na określony tzw. kąt mieszania, który jest związany ze stopniem niepokrywania się stanów masowych ze stanami biorącymi udział w oddziaływaniach słabych.

Wynik LSND wskazuje na dodatkowy sposób zamiany neutrin mionowych na elektrony, który nie zgadza się z dużo lepiej udokumentowanymi oscylacjami. W celu wyjaśnienia tego wyniku trzeba było zapostulować istnienie dodatkowego rodzaju neutrina, które musiałyby być sterylne, tzn. nie oddziaływać nawet słabo. Takie neutrino nie mogłoby być produktem rozpadu bozonu Z^0 , a więc wyżej wspomniane ograniczenie by go nie dotyczyło. Taki dziwny obiekt może istnieć, ale spodziewamy się raczej, że ma on bardzo dużą masę (gdyż tylko wtedy może być użyty do wyjaśnienia bardzo małych mas pozostałych neutrin, to jednak osobna historia).

Krótko mówiąc, sterylne neutrino LSND, umożliwiające oscylacje neutrina mionowego w sterylne, a następnie w elektrony, byłoby dość kłopotliwym prezentem, co nie zmienia faktu, że gdyby jego istnienie się potwierdziło, byłaby to prawdziwa sensacja.

Parametry eksperymentu MiniBooNE zostały tak dobrane, żeby tę kwestię rozstrzygnąć. Eksperymenty neutrinowe są jednak bardzo subtelne. Nawet niechęć można poprowadzić analizę w taki sposób, że wyniki potwierdzą rozwiązanie, które „podświadomie” uważamy za lepsze. Dlatego analizę zdecydowano się przeprowadzić na ślepo. Przygotowano „pudełko”, w którym schowano dane dotyczące interesującego obszaru. Za pomocą pozostałych danych wykonano skomplikowaną kalibrację. Po zamrożeniu kalibracji otworzono pudełko, żeby sprawdzić, jak wygląda prezent od LSND. Okazało się, że obserwowanego przez poprzedni eksperyment efektu nie ma. W ten sposób wykluczono, przynajmniej najprostsze, wyjaśnienie poprzedniego wyniku. Rozwiązania bardziej skomplikowane pozostają niewykluczone (trudno jest udowodnić, że nie ma nie wiadomo czego), ale wynik LSND staje się coraz mniej przekonujący.

Przy okazji zaobserwowano jednak pewną istotną niezgodność w innym miejscu. Wyniki dla najniższych energii neutrin nie odpowiadają przewidywaniom. Po raz kolejny okazało się, że rozwiązanie jednej zagadki może prowadzić do innej. Możliwe, że ostateczne rozwiązanie zostanie znalezione w ramach MiniBooNE po dokładniejszej analizie tego niczego, które znalezione.

Piotr ZALEWSKI