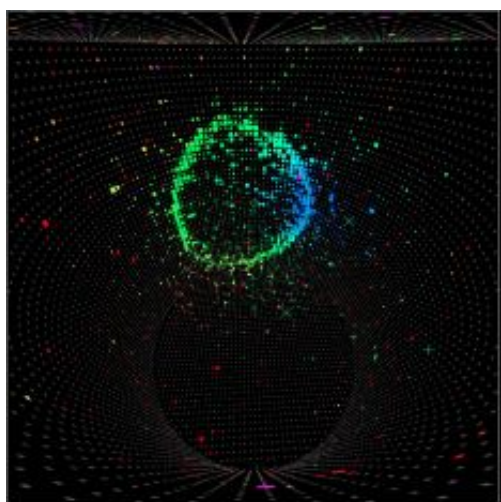


Obserwacja nowego rodzaju oscylacji neutrin w eksperymencie T2K

2013-07-22



19 lipca 2013, na konferencji Europejskiego Towarzystwa Fizycznego (European Physical Society) w Sztokholmie, międzynarodowy zespół eksperymentu T2K ogłosił zaobserwowanie nowego rodzaju oscylacji neutrin, w którym neutrina mionowe przekształcają się w elektronowe. W 2011 roku zespół zasygnalizował taką obserwację po raz pierwszy, teraz, opierając się na 3.5-krotnie większej ilości danych, uzyskano ostateczne potwierdzenie tego faktu. Prawdopodobieństwo, że zaobserwowana nadwyżka neutrin elektronowych może być wynikiem przypadkowej fluktuacji statystycznej, jest mniejsze niż jeden do biliona ($1/1\,000\,000\,000\,000$). Inaczej mówiąc, taka możliwość wykluczona jest na poziomie 7.5 sigma znaczącości statystycznej. Eksperyment T2K ma tę unikalną cechę, że pozwala na bezpośrednią obserwację neutrin o innym zapachu niż te, które zostały pierwotnie wytworzone.

Eksperyment T2K znajduje się w Japonii. Wiązka neutrin mionowych produkowana jest w kompleksie akceleratorowym J-PARC (Japan Proton Accelerator Research Complex) w miejscowości Tokai na wschodnim wybrzeżu Japonii. Wiązka ta jest monitorowana przez zespół detektorów znajdujących się w Tokai, i wycelowana w kierunku gigantycznego podziemnego detektora Super-Kamiokande, usytuowanego 295 km od Tokai, w kopalni w miejscowości Kamioka, niedaleko zachodniego wybrzeża Japonii. Analiza danych zarejestrowanych w Super-Kamiokande i odpowiadających wiązce neutrin wysyłanej z Tokai wskazuje, że jest w niej znacznie więcej neutrin elektronowych (znaleziono ich 28) niż można się spodziewać bez uwzględnienia procesu przemiany części pierwotnych neutrin mionowych w neutrina elektronowe (wówczas powinno ich być tylko 4.6).

Oscylacje neutrin to zjawisko kwantowo-mechaniczne przypominające interferencję fal. Obserwacja nowego rodzaju oscylacji otwiera drogę do badania tzw. łamania symetrii ładunkowo-przestrzennej (CP), która umożliwia rozróżnienie pomiędzy materią i antymaterią. Dotychczas obserwowano łamanie tej

symetrii tylko dla kwarków (za co przyznana została nagroda Nobla w 1980 roku). Łamanie symetrii CP w oddziaływaniach neutrin na bardzo wczesnym etapie ewolucji Wszechświata może być przyczyną obserwowanej dominacji materii nad antymaterią, co jest jedną z największych zagadek współczesnej nauki. Zarejestrowany przez T2K rodzaj oscylacji neutrin jest czuły na możliwe łamanie symetrii CP, następnym więc celem tego i innych podobnych eksperymentów będzie intensywne poszukiwanie tego zjawiska. Eksperyment T2K planuje zebrać w bliskiej przyszłości 10 razy więcej danych, w tym również dane dla wiązki antyneutrin, bo właśnie porównanie oscylacji neutrin i antyneutrin jest źródłem informacji o ewentualnym łamaniu symetrii CP.

Eksperyment T2K został zbudowany i jest obsługiwany przez międzynarodowy zespół. Obecnie bierze w nim udział ponad 400 fizyków z 59 instytucji i 11 krajów (Francja, Hiszpania, Japonia, Kanada, Niemcy, Polska, Rosja, Szwajcaria, USA, Wielka Brytania, Włochy). Eksperyment jest wspierany przede wszystkim przez japońskie Ministerstwo Edukacji, Kultury, Sportu, Nauki i Technologii (MEXT). Dodatkowe wsparcie zapewniane jest przez następujące agencje z krajów współpracujących: CEA i CNRS/IN2P3, Francja; MICINN i CPAN, Hiszpania; NSERC, NRC i CFI, Kanada; DFG, Niemcy; Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Narodowe Centrum Nauki, Polska; RAS, RFBR i Ministerstwo Edukacji i Nauki Federacji Rosyjskiej; SNSF i SER, Szwajcaria; DOE, U.S.A; STFC, Wielka Brytania; INFN, Włochy.

Odkrycie to było możliwe dzięki olbrzymiemu wysiłkowi pracowników J-PARC włożonemu w odbudowę laboratorium po potężnym trzęsieniu ziemi we wschodniej Japonii w marcu 2011 roku, które poważnie uszkodziło kompleks akceleratorów w ośrodku i przerwało zbieranie danych.

Polscy naukowcy mają znaczący udział w pracach eksperymentu T2K. Uczestniczy w nich 25 osób z 6 polskich ośrodków naukowych: Instytutu Fizyki Jądrowej PAN, Narodowego Centrum Badań Jądrowych, Politechniki Warszawskiej, Uniwersytetu Śląskiego, Uniwersytetu Warszawskiego i Uniwersytetu Wrocławskiego. Są to zarówno fizycy (eksperymentatorzy i teoretycy) jak i inżynierowie. Osoby zaangażowane w eksperyment T2K na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego to: prof. dr hab. Danuta Kiełczewska, dr Magdalena Posiadała, mgr Wojciech Oryszczak.

Więcej informacji o eksperymencie i zespole T2K można znaleźć na oficjalnej stronie: <http://t2k-experiment.org> (w języku angielskim), oraz na stronie polskich grup: <http://neutrino.fuw.edu.pl>

