

„Poszukiwanie fizyki poza Modelem Standardowym w skali energii TeV przy pomocy precyzyjnego pomiaru poprzecznej polaryzacji elektronów emitowanych w rozpadzie neutronu - projekt BRAND”

Rozpady beta jąder atomowych oraz neutronu zawsze odgrywały kluczową rolę w rozwoju teorii słabych oddziaływań. Podstawowe założenia Modelu Standardowego (SM) oddziaływań elektroślabych mają bezpośrednie powiązania z eksperymentami dotyczącymi tych rozpadów. Mimo wielkiego sukcesu Modelu Standardowego, wiele pytań jest w dalszym ciągu otwartych. Najważniejsze z nich, to: (i) jakie jest źródło łamania parzystości, (ii) hierarchia mas fermionów, (iii) liczba generacji cząstek, (iv) mechanizm łamania symetrii CP, a także (v) niepokojąco duża liczba parametrów teorii. Obecnie wiele dużych przedsięwzięć badawczych, zarówno w obszarze wysokich energii, jak i na froncie precyzji, jest nastawionych na poszukiwanie odstępstw od SM, jako wskazówek na istnienie nowej fizyki.

Zasadniczym celem niniejszego wniosku jest zbudowanie aparatury i przeprowadzenie pierwszej fazy zbierania danych w innowacyjnym eksperymencie, mierzącym równocześnie 11 współczynników korelacji w rozpadzie spolaryzowanych neutronów swobodnych. Pięć spośród tych współczynników (H, L, S, U, V) byłoby mierzone po raz pierwszy. Celem ostatecznym projektu (w trzeciej fazie) jest wyznaczenie współczynników korelacji H, L, N, R, S, U i V z dokładnością rzędu 5×10^{-4} , co dostarczy komplementarnych i konkurencyjnych informacji zarówno do „klasycznych” eksperymentów badających rozpad neutronu (korelacje a, b, A, B, D), jak i do prowadzonych oraz planowanych eksperymentów przy wysokich energiach (np. CMS w LHC). Informacje te dotyczą niewystępujących w Modelu Standardowym, ale możliwych teoretycznie sprzężeń skalarnych i tensorowych. Wspomniane wyżej informacje są zawarte w poprzecznej polaryzacji elektronów emitowanych w rozpadzie beta, w tym przypadku neutronu. Wybór neutronu bierze się stąd, że inaczej niż dla przejść jądrowych, mierzone wielkości nie zależą od struktury jądrowej i przez to nie są obciążone niepewnością teoretyczną przy wyznaczaniu parametrów słabego oddziaływania. Przeprowadzone porównanie wskazuje, że czułość proponowanej metody sięga hipotetycznych procesów, które mogą się pojawić w słabym oddziaływaniu w skali energii 5 TeV i wyżej.

Eksperyment BRAND został podzielony na trzy etapy. W każdym z nich celem głównym jest redukcja poziomu niekontrolowanych efektów systematycznych o czynnik 2. **Niniejszy wniosek dotyczy wyłącznie etapu pierwszego, w czasie którego zostanie zbudowana i scharakteryzowana aparatura. Jednak już na tym etapie zostaną wyznaczone nigdy dotąd nie-mierzone współczynniki korelacji H, L, S, U i V ze statystyczną dokładnością 0.02 i poziomem błędów systematycznych 0.002.**

W pierwszych dwóch etapach projekt BRAND będzie wykonywany na najintensywniejszej obecnie na świecie wiązce neutronów zimnych – PF1b w Instytucie Laue-Langevin w Grenoble. Przewiduje się też, że w fazie końcowej eksperyment będzie zbierał dane w budowanym obecnie Europejskim Źródle Spalacyjnym w Lund. Polarymetr BRAND zostanie zaprojektowany i w całości zbudowany w laboratoriach Instytutu Fizyki UJ oraz Instytutu Fizyki jądrowej PAN, z wykorzystaniem zewnętrznych firm specjalistycznych. Aparatura pozwoli na rekonstrukcję kinematyki rozpadu i wyznaczanie dowolnych współczynników korelacji, w tym „klasycznych” (a, A, B, D), co daje niezwykle cenną możliwość porównania z wynikami niezależnych eksperymentów wykonywanych innymi metodami.