

Model Standardowy jest jedną z podstawowych teorii współczesnej fizyki, opisującą cząstki elementarne i ich oddziaływania. Przez ponad 50 lat weryfikowany był w wielu różnych eksperymentach, przynosząc często istotne przełomy w nauce – między innymi odkrycie kwarków powabnego i wysokiego, gluonów, bozonów Z oraz W , czy niedawne odkrycie bozonu Higgsa – z których wszystkie zostały wcześniej przewidziane. Pomimo wielu sukcesów, boryka się jednak również z wieloma trudnościami – przede wszystkim nie potrafi wyjaśnić tak ważnych zagadnień, jak grawitacja czy dlaczego świat stworzony jest z materii, a nie antymaterii. Wszystkie te problemy sprawiają, że jesteśmy całkowicie pewni, iż nie jest on pełnym opisem fizyki cząstek. Z tego powodu, naukowcy z całego świata nieustannie porównują jego przewidywania z danymi zebranymi w zderzeniach cząstek, by wspólnymi siłami dokładnie zrozumieć gdzie i jak się załamuje. W tym samym czasie tworzone są nowe teorie, które sprawdzane są w dokładnie ten sam sposób.

Pomiar proponowany w projekcie dotyczy produkcji bozonu Z z dwoma kwarkami b . Z uwagi na naturę oddziaływań silnych, kwarki nie mogą być nigdy obserwowane samotnie i natychmiast tworzą kaskady, w których nowe pary kwark-antykwarok powstają spontanicznie z próżni i wiążą się wzajemnie. W rezultacie powstaje strumień lekkich hadronów (cząstek złożonych z kwarków) o kształcie wąskiego stożka, nazywany dżetem. Fizyka dżetów pochodzących z ciężkich kwarków (takich jak kwark b) stwarza bardzo niezwykłą możliwość jednoczesnego badania fizyki Modelu Standardowego oraz poszukiwania Nowej Fizyki. W szczególności istnieje wiele sposobów na uwzględnienie kwarków w obliczeniach teoretycznych i mimo iż różnice między nimi są zagadnieniem bardzo technicznym, są dla fizyków niezmiernie ważne. Uzyskane wyniki będzie można wykorzystać do weryfikacji tych podejść.

Będą one również porównane z przewidywaniami Modelu Standardowego, gdyż każde odstępstwo będzie mocnym dowodem na wpływ Nowej Fizyki. Z uwagi na leżące u podstaw mechanizmy fizyczne, badany rozpad jest szczególnie czuły na istnienie hipotetycznych cięższych wersji obu cząstek, oznaczanych często jako Z' i b' . Pierwsza z nich pojawia się w wielu nowych teoriach i może niedługo pełnić kluczową rolę w poszukiwaniu następcy Modelu Standardowego. Druga natomiast jest częścią otwartego pytania o całkowitą ilość generacji kwarków (wiemy tylko, że musi ich być nie więcej niż 9). Jej odkrycie dostarczyłoby także pośrednich dowodów na istnienie ciężkich neutrin oraz pomogło w wyjaśnieniu asymetrii między materią i antymaterią. Co ciekawe, również brak odkrycia może zostać wykorzystany do wykluczenia części nowych teorii.

Opisywany proces jest również ważnym tłem dla badań nad bozonem Higgsa, które najczęściej przeprowadza się, gdy powstaje on razem z bozonem Z i rozpada się na dwa kwarki b . W rezultacie stany końcowe obu rozpadów są takie same i generują bardzo podobną odpowiedź detektora. Dokładna znajomość różnic jest zatem bardzo ważna, by możliwe było ich rozdzielenie.

Ponieważ czułość na Nową Fizykę zależy bezpośrednio od dokładności pomiaru i ilości przypadków sygnału, które udało się odtworzyć, dżety z kwarków b muszą być rekonstruowane i identyfikowane tak wydajnie, jak tylko to możliwe. Z tego powodu, rozwinięte zostanie nowatorskie podejście, wykorzystujące zalety detektora LHCb. Stanowi ono odwrotność standardowej procedury, w której najpierw rekonstruuje się dżet, a następnie szuka wśród przydzielonych mu cząstek takich, które zawierają kwark b i identyfikują dżet, jako pochodzący właśnie z niego. Zamiast tego, znajdowane są najpierw punkty, w których nastąpił rozpad takiej cząstki (można je rozpoznać po długim czasie życia), a następnie używa się ich by wyznaczyć kierunek rekonstrukcji dżetu. Ponieważ algorytm zaczyna od cząstek zawierających kwarki b , utworzone dżety są automatycznie identyfikowane jako dżety b , co pozwala na osiągnięcie bardzo dużej czystości próbek.

Z uwagi na to, że detektor LHCb pokrywa bardzo wyjątkowy obszar kinematyczny, pomiar ten jest bardzo ważny i przyniesie wyniki komplementarne do wyników innych eksperymentów. W konsekwencji będzie to też pierwszy pomiar proponowanego procesu w tym obszarze.