

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU (W JĘZYKU POLSKIM)

Model Standardowy

Model Standardowy (MS) jest teorią, która opisuje podstawowe składniki materii oraz oddziaływania pomiędzy nimi. Rozróżniamy dwa rodzaje cząstek elementarnych. Pierwszym z nich są fermiony, które są cząstkami budującymi materię. Fermiony możemy podzielić na dwa typy, leptony (w MS jest ich 6 np. elektron) oraz kwarki (w MS jest ich 6), czyli cząstki z których złożone są hadrony (np. proton, neutron). Nie są one bezpośrednio obserwowalne ze względu na charakter oddziaływania pomiędzy nimi. Każdej cząstce odpowiada antycząstka, gdy spotkają się razem anihilują wytwarzając energię, która może być wykorzystana do stworzenia innych cząstek. Drugim typem cząstek są bozony, czyli cząstki, które są nośnikami oddziaływania, są one wymieniane pomiędzy oddziałującymi fermionami. Możemy rozróżnić trzy rodzaje oddziaływań, którym podlegają cząstki:

1. Oddziaływanie elektromagnetyczne (bozonem pośredniczącym jest bez masowy foton).
2. Oddziaływanie słabe (bozonami pośredniczącymi są masywne bozony W^+ , W^- i Z).
3. Oddziaływanie silne (bozonami pośredniczącymi są bez masowe gluony).

Model Standardowy nie opisuje oddziaływania grawitacyjnego. Ostatnim składnikiem Modelu Standardowego jest bozon Higgsa, którego odkryto w LHC (Wielki Zderzacz Hadronów) w 2013. Jest to cząstka, która poprzez swoje oddziaływanie nadaje masę fermionom oraz bozonom W^+ , W^- i Z . Mimo znalezienia ostatniego brakującego elementu tej teorii, wciąż obserwowane są potencjalne niezgodności pomiędzy Modelem Standardowym, a pomiarami eksperymentalnymi. Rozszerzenie Modelu Standardowego jest potrzebne ponieważ nie wyjaśnia on zjawiska bariogenezy oraz czym jest ciemna materia i ciemna energia. Dlatego też istnieje szereg teorii, które poprzez dodanie nowych elementów np. Model Super symetryczny (SUSY), starają się to wyjaśnić.

Jak szukać Fizyki poza Modelem Standardowym?

Jedną z możliwości szukania potwierdzenia nowych teorii jest stałe zwiększenie energii akceleratorów, co pozwoli na poszukiwanie nowych cięższych cząstek. Innym komplementarnym do LHC sposobem jest zwiększanie precyzji pomiaru i szukanie niezgodności pomiędzy zmierzonymi wielkościami, a tymi obliczonymi w ramach teorii. Jedną z takich wielkości jest anomalny moment magnetyczny mionu $(g-2)_\mu$, gdzie obserwowana jest niezgodność pomiędzy teorią, a eksperymentem, która nie może być zaniedbana. Pojawia się pytanie, czy obserwowana różnica spowodowana jest efektami wynikającymi z fizyki spoza Modelu Standardowego? Odpowiedź na to pytanie może być udzielona poprzez zwiększenie precyzji pomiarów, a do tego potrzebne są również dokładne obliczenia, gdyż w pomiarach do analizy danych wykorzystywane są tzw. generatory Monte Carlo, które symulują procesy zachodzące w eksperymentach. Błąd symulacji będzie wpływał na błąd pomiaru. Dlatego też ważne jest, aby dokładność symulacji była lepsza niż ta osiągnięta w eksperymentach. Zwiększenie precyzji symulacji można dokonać poprzez uwzględnienie w symulowanym procesie efektów o mniejszej sile, tymi efektami nazywamy poprawki radiacyjne. Poprzez te poprawki nowe efekty związane z nowymi cząstkami mogą być zaobserwowane, gdyż ich masy oraz sprzężenia mogą być inne od tego co przewiduje Model Standardowy. Do testów rozszerzeń Modelu Standardowego niezbędne jest uwzględnienie nie tylko wyników otrzymanych w LHC, ale również precyzyjnych pomiarów $(g-2)_\mu$. To właśnie komplementarność obu tych czynników pozwala nam znaleźć lepsze ograniczenia na parametry nowych modeli.

Celem tego projektu obliczenie poprawek radiacyjnych, które jeszcze nigdy nie zostały obliczone, dla procesów anihilacji pary elektron – pozytron do hadronów (proces $e^+ e^- \rightarrow$ hadrony). Poprawki te zostaną uwzględnione w generatorze Monte Carlo Phokhara, który jest obecnie wykorzystywany przez wszystkie istniejące eksperymenty. Generator ten pomoże kolaboracjom eksperymentalnym na precyzyjne pomiary procesu $e^+ e^- \rightarrow$ hadrony. Dokładne zmierzenie tej reakcji jest istotne między innymi dla precyzyjnych pomiarów anomalnego momentu magnetycznego mionu, a przez to poszukiwania fizyki poza Modelem Standardowym.