

Nr umowy: UMO-2017/25/B/ST2/01234

Tytuł: Poszukiwania zjawisk spoza Modelu Standardowego przy użyciu sygnatur z ciężkimi fermionami w stanie końcowym w eksperymencie ATLAS

Cel projektu

Proponowany projekt skupia się na poszukiwaniu zjawisk fizycznych, które wykraczają poza ramy tzw. Modelu Standardowego cząstek elementarnych. Model Standardowy jest teorią opisującą subatomowe, podstawowe składniki Wszechświata oraz ich wzajemne oddziaływania. Opisuje on z dużą precyzją większość wyników doświadczalnych zebranych na przestrzeni ostatnich 40 lat, jednakże obecny stan wiedzy wskazuje, że przy bardzo dużych energiach powinniśmy zaobserwować pewne procesy wykraczające poza jego ramy. Niestety, przewidywane prawdopodobieństwa ich występowania są bardzo małe, stąd też łatwo je przeoczyć pośród innych, obserwowanych dużo częściej zjawisk.

Postulowany przez Model Standardowy bozon Higgsa został odkryty w roku 2012 przez eksperymenty ATLAS i CMS. Nie jest jednak wykluczone, że istnieje więcej podobnych cząstek, gdyż wiele teorii fizycznych wykraczających poza ramy Modelu Standardowego postuluje rozszerzenie sektora bozonu Higgsa. W ramach proponowanego projektu będziemy poszukiwać dodatkowych bozonów, zarówno naładowanych, jak i neutralnych.

Proponowany projekt zostanie przeprowadzony w eksperymencie ATLAS działającym na Wielkim Zderzaczu Hadronów (ang. Large Hadron Collider, LHC) w ośrodku badawczym CERN. LHC jest największym urządzeniem badawczym, jakie kiedykolwiek zostało skonstruowane. W podziemnym tunelu o obwodzie 27 km znajdują się potężne nadprzewodzące magnesy wraz z urządzeniami przyspieszającymi cząstki. Zadaniem akceleratora jest rozpędzenie dwóch wiązek protonów do niespotykanej dotąd energii 6.5 TeV, a następnie zderzenie ich ze sobą w czterech punktach na obwodzie LHC. W punktach tych znajdują się detektory służące do pomiaru nowych cząstek powstałych w wyniku zderzeń. Dane zebrane za pomocą jednego z tych detektorów, eksperymentu ATLAS, zostaną wykorzystane w przedstawionym projekcie. Do końca 2018 roku ATLAS planuje zebrać około 150 fb⁻¹ danych, dając jedyną w swoim rodzaju możliwość poszukiwania bardzo rzadkich zjawisk.

Analizy planowane w ramach przedstawionego projektu dotyczą poszukiwań procesów Nowej Fizyki z ciężkimi fermionami (kwarki t oraz b, a także leptony τ) w stanach końcowych. Wiele modeli wykraczających poza Model Standardowy przewiduje występowanie takich zjawisk wystarczająco często, byśmy mogli je zaobserwować. W szczególności będziemy prowadzić poszukiwania ciężkich neutralnych bozonów Higgsa rozpadających się na parę leptonów τ oraz naładowanych bozonów Higgsa, w stanach końcowych zawierających kwark

t i lepton τ . Innym interesującym procesem z zakresu Nowej Fizyki, którego będziemy poszukiwać w ramach tego projektu, jest produkcja par bozonów Higgsa z Modelu Standardowego, które następnie rozpadają się na dwa bozony pośredniczące W i dwa leptony τ . Obserwacja takiego procesu może oznaczać, że jakiś egzotyczny obiekt, np. grawiton, rozpada się na parę bozonów Higgsa i w ten sposób zwiększa prawdopodobieństwo produkcji takich par ponad niewielkie prawdopodobieństwo przewidywane przez Model Standardowy.

Spodziewane rezultaty proponowanego projektu zależą od własności Wszechświata. Znalezienie dowodu na istnienie rozszerzonego sektora Higgsa byłoby przełomowym odkryciem. Z drugiej strony, wykluczenie dużych obszarów dopuszczalnych wartości parametrów modeli wykraczających poza Model Standardowy ma także olbrzymie znaczenie. W każdym z powyższych przypadków będziemy w stanie znacząco rozszerzyć naszą wiedzę o otaczającym nas Wszechświecie.