

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Precyzyjne pomiary Modelu Standardowego (SM) oraz poszukiwania rozbieżności pomiędzy zmierzonymi wielkościami, a tymi obliczonymi w ramach teorii służą jako nieocenione narzędzia do testowania teorii na poziomie kwantowym oraz dostarczają informacji o stosowalności różnych scenariuszy z sektora fizyki poza Modelem Standardowym (BSM). Anomalne momenty magnetyczne elektronu i mionu, ze względu na niezwykłą precyzję eksperymentalną na ich pomiary, są doskonałymi wielkościami do testowania założeń SM. W przypadku anomalnego momentu magnetycznego leptonu tau (τ) tylko wartość teoretyczna jest precyzyjnie oszacowana. Ze względu na krótki czas życia taonu, bezpośredni i dokładny pomiar jego anomalnego momentu magnetycznego stanowi eksperymentalne wyzwanie. Celem projektu jest zbadanie procesu $\gamma\gamma \rightarrow \tau\tau$ w odniesieniu do jego czułości na anomalny moment elektromagnetyczny leptonu τ w ultraperyferycznych zderzeniach ołów-ołów (Pb+Pb) w eksperymencie ATLAS przy energiach dostępnych na Wielkim Zderzaczach Hadronów.

Eksperyment ATLAS jest jednym z dwóch eksperymentów ogólnego przeznaczenia na Wielkim Zderzaczach Hadronów w CERN w Genewie. Został zaprojektowany bardzo precyzyjnie do poszukiwania bozonu Higgsa w zderzeniach proton-proton, który według przewidywań Modelu Standardowego rozpada się m.in. na dwa fotony. Bozon Higgsa został odkryty w roku 2012. Eksperyment ATLAS bierze również udział w programie jądrowym i przez około miesiąc w roku zbiera dane ze zderzeń ołów-ołów. Wiązki ołowiu mogą służyć jako źródło intensywnego strumienia wysokoenergetycznych fotonów. Takie fotony oddziałują ze sobą w różnorodny sposób stwarzając możliwości dla pomiarów ciekawych procesów fizycznych. Jednym ze zjawisk ostatnio zbadanych przy użyciu fotonów produkowanych w ultraperyferycznych zderzeniach ciężkich jonów jest rozpraszanie światła na świetle (ang. light-by-light scattering), w którym dwa fotony - cząstki światła - oddziałują ze sobą, rozpraszając się jak cząstki materii. Obserwacja tego rzadkiego procesu utorowała eksperymentalną drogę do kolejnego wyzwania jakim jest próba precyzyjnego pomiaru anomalnego momentu magnetycznego leptonu tau. W elektrodynamice kwantowej anomalny moment magnetyczny cząstki miarą wpływu efektów mechaniki kwantowej na moment magnetyczny tej cząstki. Zgodnie z równaniem Diraca moment magnetyczny cząstki jest wyrażony przy pomocy współczynnika $g=2$. W przypadku cząstek takich jak elektron ten klasyczny wynik różni się od obserwowanej wartości o niewielki ułamek procenta. Wszelkie odchylenia od $g=2$ torują drogę do poszukiwań tak zwanej nowej fizyki, czyli do odkrywania zjawisk, które nie są opisane przez, dotychczas obowiązujący, Model Standardowy. W szczególności, duże wartości anomalnego momentu magnetycznego mogą wskazywać na wewnętrzną strukturę cząstki - tak jak w przypadku protonu, który składa się z naładowanych kwarków.