



Kraków, 12 kwietnia 2017

Najdokładniejszy pomiar rzadkiego rozpadu mezonów potwierdza współczesną fizykę

Każda teoria fizyczna jest mniej lub bardziej, ale zawsze tylko uproszczonym odwzorowaniem rzeczywistości i w konsekwencji ma określony zakres stosowalności. Wielu naukowców pracujących przy eksperymencie LHCb w CERN miało nadzieję, że właśnie osiągnięta, wyjątkowa dokładność pomiarów rzadkiego rozpadu mezonu pięknego B_s^0 pozwoli wreszcie wyznaczyć granice Modelu Standardowego, obecnej teorii budowy materii, i ujawni pierwsze zjawiska nieznanie współczesnej fizyce. Tymczasem spektakularny wynik najnowszej analizy jedynie rozszerzył zakres stosowalności Modelu.

Mezony są nietrwałymi cząstkami powstającymi m.in. w wyniku zderzeń protonów w akceleratorze LHC w CERN pod Genewą. Wśród fizyków panuje przekonanie, że w pewnych bardzo rzadkich rozpadach tych cząstek potencjalnie mogą zachodzić procesy, które naprowadziłyby naukę na trop nowej fizyki, zachodzącej z udziałem dotychczas nieznanymi cząstek elementarnych. Nikogo nie powinno więc dziwić, że naukowcy uczestniczący w eksperymencie LHCb przy Wielkim Zderzaczu Hadronów od długiego czasu przyglądają się jednemu z takich rozpadów: rozpadowi mezonu pięknego B_s^0 na mion i antymion. Najnowsza analiza, przeprowadzona dla znacznie większej niż dotychczas liczby przypadków, osiągnęła wyjątkową jak na ten rodzaj obserwacji dokładność. Jej wyniki znakomicie się zgadzają z przewidywaniami Modelu Standardowego, dotychczasowej teorii budowy materii!

„Najnowszy pomiar to spektakularne zwycięstwo, tyle że nieco... pyrrusowe. Jest to bowiem jeden z nielicznych przypadków, gdy tak duża zgodność doświadczenia z teorią zamiast cieszyć, powoli zaczyna martwić. Wraz z poprawą dokładności pomiarów rozpadów mezonów B_s^0 spodziewaliśmy się zobaczyć nowe zjawiska, wychodzące poza Model Standardowy, o którym wiemy, że z całą pewnością nie jest teorią ostateczną. Jednak zamiast cieszyć się odkryciem zwiastuna naukowej rewolucji tylko wykazaliśmy, że Model jest bardziej dokładny niż nam się to pierwotnie wydawało!”, mówi prof. dr hab. Mariusz Witek z Instytutu Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk (IFJ PAN) w Krakowie.

Model Standardowy składa się z narzędzi teoretycznych skonstruowanych w latach 70. ubiegłego wieku do opisu zjawisk zachodzących w świecie cząstek elementarnych. Materię tworzą w nim cząstki elementarne z grupy nazywanej fermionami, obejmującej kwarki (dolne, górne, dziwne, powabne, piękne i prawdziwe) oraz leptony (elektrony, miony, taony i powiązane z nimi neutrino). W Modelu istnieją także cząstki antymaterialne, stowarzyszone z odpowiednimi cząstkami materii. Za przenoszenie oddziaływań między fermionami odpowiadają bozony pośredniczące: fotony są nośnikami sił elektromagnetycznych, osiem rodzajów gluonów to nośniki sił jądrowych silnych, a

bozony W^+ , W^- i Z^0 odpowiadają za siły słabe. Odkryty niedawno w LHC bozon Higgsa nadaje cząstkom masę (wszystkim oprócz gluonów i fotonów).

Mion to cząstka elementarna o ładunku elektrycznym elektronu i w pewnym uproszczeniu można powiedzieć, że jest jego odpowiednikiem, tyle że ok. 200 razy bardziej masywnym. Z kolei mezony B to nietrwałe cząstki zbudowane z dwóch kwarków: antykwarka pięknego oraz kwarka dolnego, górnego, dziwnego albo powabnego. Rozpad mezonu pięknego B_s^0 na mion i obdarzony dodatnim ładunkiem elektrycznym antymion zachodzi niezwykle rzadko. W objętym analizą okresie pracy detektora LHCb przeprowadzono setki bilionów zderzeń protonów, a podczas każdego z nich rejestrowano całe kaskady dalej rozpadających się cząstek pochodnych. Z tak ogromnej liczby zdarzeń w wieloetapowym procesie selekcji udało się wybrać zaledwie kilkanaście przypadków poszukiwanego rozpadu (jeden z nich można obejrzeć w trzech wymiarach pod adresem <http://lhcb-public.web.cern.ch/lhcb-public/BsMuMu2017/lbevent/>).

W najnowszej analizie zespół eksperymentu LHCb uwzględnił dane nie tylko z pierwszej, ale również z drugiej fazy pracy akceleratora LHC. Powiększona statystyka pozwoliła osiągnąć wyjątkową dokładność pomiaru rozpadu mezonu pięknego na mion i antymion, wynoszącą aż 7,8 odchyień standardowych (popularnie oznaczanych grecką literą sigma). W praktyce wartość ta oznacza, że prawdopodobieństwo zarejestrowania podobnego wyniku wskutek przypadkowej fluktuacji jest mniejsze niż jeden do ponad 323 bilionów.

„Spektakularny pomiar rozpadu mezonu pięknego na parę mion-antymion zgadza z przewidywaniami Modelu Standardowego z dokładnością sięgającą aż dziewięciu miejsc po przecinku!”, podkreśla prof. Witek.

Model Standardowy wyszedł zwycięsko z kolejnej konfrontacji z rzeczywistością. Mimo to fizycy są pewni, że nie jest teorią doskonałą. Przekonanie to wynika z wielu faktów. Model w ogóle nie uwzględnia istnienia grawitacji, nie tłumaczy dominacji materii nad antymaterią we współczesnym Wszechświecie, nie oferuje żadnego wyjaśnienia natury ciemnej materii, nie pozwala odpowiedzieć na pytanie, dlaczego fermiony tworzą trzy grupy, zwane rodzinami. Na dodatek żeby Model Standardowy działał, trzeba w nim umieścić ponad 20 empirycznie dobranych stałych, m.in. masy poszczególnych cząstek.

„Najnowsza analiza z LHCb znacznie zawęży wartości parametrów, które powinny przyjmować pewne obecnie proponowane rozszerzenia Modelu Standardowego, np. teorie supersymetryczne. Zakładają one, że każdy dotychczasowy rodzaj cząstek elementarnych ma swojego bardziej masywnego odpowiednika – superpartnera. Teraz, w wyniku omawianego pomiaru, teoretycy zajmujący się supersymetrią mają coraz mniej możliwości dopasowania swej teorii do rzeczywistości. Nowa fizyka zamiast się przybliżać, znów się oddala”, podsumowuje prof. Witek.

Fizycy nie zamierzają jednak rezygnować z badań rozpadu mezonu B_s^0 na parę mion i antymion. Wciąż pozostaje bowiem możliwość, że nowa fizyka rzeczywiście tu działa, tyle że jej efekty są mniejsze od oczekiwanych i nadal giną w błędach pomiarowych.

Instytut Fizyki Jądrowej PAN (IFJ PAN) w Krakowie zajmuje się strukturą materii i własnościami oddziaływań fundamentalnych od skali kosmicznej po wnętrza cząstek elementarnych. Wyniki badań – obejmujących fizykę i astrofizykę cząstek, fizykę jądrową i oddziaływań silnych, fazy skondensowanej materii, fizykę medyczną, inżynierię nanomateriałów, geofizykę, biologię radiacyjną i środowiskową, radiochemię, dozymetrię oraz fizykę i ochronę środowiska – są każdego roku przedstawiane w ponad 500 artykułach publikowanych w recenzowanych czasopismach naukowych. Częścią Instytutu jest nowoczesne Centrum Cyklotronowe Bronowice, unikalny w skali europejskiej ośrodek obok badań naukowych zajmujący się terapią protonową nowotworów. IFJ PAN jest członkiem Krakowskiego Konsorcjum Naukowego „Materia-Energia-Przyszłość” o statusie Krajowego Naukowego Ośrodka Wiodącego (KNOW) na lata 2012-2017. Instytut zatrudnia ponad pół tysiąca pracowników. W klasyfikacji MNiSW Instytut został zaliczony do kategorii naukowej A+ w grupie nauk ścisłych i inżynierskich.

KONTAKT:

prof. dr hab. **Mariusz Witek**
Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk
tel. +48 12 6628047
email: mariusz.witek@ifj.edu.pl

PUBLIKACJE NAUKOWE:

1. „Measurement of the $B_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ branching fraction and effective lifetime and search for $B_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ decays”
LHCb collaboration
<https://arxiv.org/abs/1703.05747>
Wysłane do „Physical Review Letters”.

POWIĄZANE STRONY WWW:

<http://lhcb-public.web.cern.ch/lhcb-public/>
Strona eksperymentu LHCb.

<http://www.cern.ch/>
Strona Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych CERN.

<http://www.ifj.edu.pl/>
Strona Instytutu Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk.

<http://press.ifj.edu.pl/>
Serwis prasowy Instytutu Fizyki Jądrowej PAN.

MATERIAŁY GRAFICZNE:

IFJ170412b_fot01s.jpg

HR: http://press.ifj.edu.pl/news/2017/04/12/IFJ170412b_fot01.jpg

Niezwykłe rzadki rozpad mezonu pięknego B_s^0 na dwa miony, zarejestrowany w 2016 roku w detektorze LHCb w CERN pod Genewą. Na powiększeniu u dołu widać, że punkt rozpadu znajdował się 17 mm od miejsca zderzenia dwóch protonów. (Źródło: IFJ PAN, CERN, The LHCb Collaboration)