



Kraków, 2 sierpnia 2018

„Nowa fizyka” powabnie nam umyka

W świecie cząstek elementarnych ślady potencjalnej „nowej fizyki” mogą się kryć w procesach związanych z rozpadami barionów. Za pomocą analizy danych z eksperymentu LHCb przy Wielkim Zderzaczu Hadronów naukowcy z Instytutu Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie wykazali jednak, że jedne z najrzadszych rozpadów barionów zawierających kwark powabny dotychczas nie wykazują żadnych anomalii.

Bariony, czyli zlepki trzech kwarków, mogą się rozpadać na mniejsze cząstki. Procesy tego typu zwykle przebiegają w paru etapach (rezonansowo). Niekiedy zdarza się jednak, że barion rozpada się na kilka cząstek pochodnych nie w kaskadzie zdarzeń, lecz od razu, w jednym kroku (nierezonansowo). Rozwijany od pół wieku Model Standardowy, najdoskonalsze narzędzie współczesnej fizyki służące do opisu zjawisk zachodzących wśród cząstek elementarnych, przewiduje, że nierezonansowe rozpady barionów są ekstremalnie rzadkie: w zależności od typu barionu powinny się pojawiać raz na miliardy przypadków lub z jeszcze mniejszą częstotliwością.

„Gdyby częstotliwość jakichś rozpadów nierezonansowych była inna niż przewidywana przez Model Standardowy, mogłaby świadczyć o istnieniu nieznanych dotychczas procesów i cząstek, a zatem o 'nowej fizyce'. To dlatego rozpady nierezonansowe od dłuższego czasu przykuwają naszą uwagę”, wyjaśnia prof. dr hab. Mariusz Witek z Instytutu Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk (IFJ PAN) w Krakowie.

Prof. Witek kierował pięcioosobową grupą krakowskich fizyków, zajmującą się poszukiwaniami nierezonansowych rozpadów barionów powabnych Λ_c w danych zebranych w 2011 i 2012 roku w międzynarodowym eksperymencie LHCb przy Wielkim Zderzaczu Hadronów w Genewie.

Dlaczego tym razem uwagę krakowskich badaczy przykuły bariony Λ_c , czyli cząstki zbudowane z kwarków dolnego d , górnego u i powabnego c ? Najbardziej masywny kwark t rozpada się tak szybko, że w ogóle nie łączy się z innymi kwarkami, a więc nie tworzy barionów, których rozpady można byłoby rejestrować. Rozpady barionów z drugim pod względem masy kwarkiem pięknym b analizowano już wcześniej, między innymi dlatego, że świadczące o ich zachodzeniu sygnały były nieco łatwiejsze do wychwycenia. Grupa krakowska wniosła tu swój wkład przyczyniając się do wykrycia ciekawego odchylenia od przewidywań teoretycznych (<https://press.ifj.edu.pl/news/2016/03/>). W tej sytuacji *terra incognita* wśród barionów zawierających kwarki ciężkie pozostawały bariony powabne.

„Model Standardowy przewiduje, że nierezonansowe rozpady barionów Λ_c , których efektem są trzy cząstki: proton i dwa miony, powinny się pojawiać mniej więcej raz na setki

miliardów rozpadów. To znacznie rzadsze zjawisko niż rozpady barionów z kwarkiem pięknym b , którymi zajmowaliśmy się wcześniej”, podkreśla dr hab. Marcin Chrzęszcz (IFJ PAN) i uzupełnia: „Pomiary i analizy są teraz znacznie trudniejsze, trzeba przyrzeć się wielokrotnie większej grupie zdarzeń zarejestrowanych w eksperymencie LHCb. Warto to jednak robić, bo w nagrodę można natrafić na trop znacznie bardziej subtelnych procesów. Gdyby udało się tu zaobserwować jakąkolwiek niezgodność z przewidywaniami, najprawdopodobniej byłaby ona zwiastunem 'nowej fizyki’”

Przy tak rzadkich zjawiskach odróżnienie sygnałów świadczących o nierezonansowych rozpadach barionów Λ_c od szumu tła okazało się zadaniem żmudnym i czasochłonnym. Mimo to krakowskim fizykom udało się stukrotnie poprawić górną granicę na częstotliwość występowania rozpadów nierezonansowych. Oszacowano ją na mniejszą od jednego przypadku na setki milionów.

„Uwzględnienie kolejnych danych, w tym z drugiego cyklu pracy akceleratora LHC, powinno już wkrótce poprawić nasz wynik o czynnik 10. Bylibyśmy więc już bardzo blisko przewidywań Modelu Standardowego. Jeśli w rozpadach barionów Λ_c przejawia się jakaś 'nowa fizyka', będzie to ostatni dzwonek, by mogła się ujawnić. Na razie nie widać jej najmniejszego śladu”, podsumowuje prof. Witek.

W trakcie analiz krakowscy badacze zaobserwowali również rozpady rezonansowe, w których barion Λ_c rozpadał się na proton i mezon ω . Pewnym zaskoczeniem okazał się brak sygnałów świadczących o jeszcze innej ścieżce rozpadu rezonansowego, na proton i mezon ρ . Wynik ten okazał się jednak zgodny z przewidywaniami teoretycznymi.

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. „Search for the rare decay $\Lambda_c^+ \rightarrow p \mu^+ \mu^-$ ”
LHCb Collaboration
Physical Review D 97, 091101(R)
DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.97.091101>

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:

IFJ180802b_fot01s.jpg

HR: http://press.ifj.edu.pl/news/2018/08/02/IFJ180802b_fot01.jpg

Bariony zawierające kwark powabny mogą się rozpadać od razu na proton i dwa miony. Za pomocą danych z eksperymentu LHCb naukowcy z Instytutu Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie wykazali, że w tych niezwykle rzadkich procesach nadal nie widać śladów „nowej fizyki”. Na górze sygnał nierezonansowego rozpadu na proton i dwa miony, poniżej sygnał dla rozpadu rezonansowego z udziałem mezonu *omega*. (Źródło: IFJ PAN, CERN, The LHCb Collaboration)