



Kraków, 20 grudnia 2018

Elektrycznie naładowany higgs versus fizycy: do przerwy 1:0

W 2012 roku w Wielkim Zderzaczach Hadronów odkryto bozon Higgsa, ostatnią brakującą cząstkę Modelu Standardowego. Od tego czasu trwają poszukiwania nowych, spokrewnionych z nim cząstek, przewidywanych przez różne teorie wychodzące poza znaną fizykę. W gronie faworytów do zaobserwowania wymienia się zwłaszcza bozony Higgsa z dodatnim lub ujemnym ładunkiem elektrycznym. Czy jednak cząstki te naprawdę istnieją?

W akceleratorze LHC w Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych CERN pod Genewą właśnie zakończył się drugi cykl zderzeń i gromadzenia danych o powstających tu cząstkach i inicjowanych przez nie rozpadach. Nadchodzącą dwuletnią przerwę przeznaczono na prace konserwacyjne i modernizację urządzenia. Tymczasem fizycy intensywnie analizują dane z właśnie zakończonego cyklu. Badania koncentrują się przede wszystkim na poszukiwaniu cząstek elementarnych spoza obszaru znanej fizyki, takich jak naładowany elektrycznie bozon Higgsa. Najnowszą analizę w tym zakresie przeprowadził międzynarodowy zespół fizyków działający w ramach eksperymentu ATLAS. W skład grupy wchodził badacz z Instytutu Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk (IFJ PAN) w Krakowie oraz pięciu innych instytucji rozsianych po całym świecie.

„Model Standardowy to złożona konstrukcja teoretyczna, ze znakomitą dokładnością opisująca wszystkie dotychczas poznane cząstki elementarne. Wiemy jednak, że działa on dobrze tylko dla eksperymentalnie dostępnych energii. Przy odpowiednio wysokich energiach przewidywania Modelu się załamują i stąd wynika potrzeba opracowania nowego, szerszego opisu, tak zwanej nowej fizyki”, mówi dr hab. Paweł Brückman (IFJ PAN) i przypomina, że podobne cechy wykazuje na przykład mechanika klasyczna. Gdy energia ruchu ciał nie jest zbyt duża, radzi sobie ona świetnie z opisem rzeczywistości. Gdy jednak prędkość ciał staje się porównywalna z prędkością światła, fizyka newtonowska musi ustąpić miejsca teoriom relatywistycznym.

Odkryty w 2012 roku przez eksperymenty ATLAS i CMS neutralny bozon Higgsa potwierdził istnienie mechanizmu niezbędnego dla poprawności Modelu Standardowego. Fizycy mają jednak świadomość, że cząstka ta może być zaledwie częścią szerszego sektora Higgsa, obecnego w większości teorii wykraczających poza współczesną fizykę cząstek. W najpopularniejszych odmianach teorii supersymetrycznych (zakładających, że każdej znanej cząstce odpowiada bardziej masywny partner w postaci supercząstki) bozonów Higgsa jest pięć. Trzy z nich, w tym standardowy, są elektrycznie obojętne, podczas gdy pozostałe dwa są naładowane elektrycznie (ujemnie i dodatnio).

„Przeglądaliśmy bardzo szeroki zakres mas. Masa protonu, czyli jądra wodoru, to około jednego gigaelektronowolta. Z kolei masa kwarku t , najbardziej masywnej z do tej pory odkrytych cząstek

elementarnych, to 173 gigaelektronowolty. My szukaliśmy śladów istnienia naładowanego higgsa w zakresie mas od 90 gigaelektronowoltów aż do 2000 gigaelektronowoltów”, wyjaśnia doktorantka Marzieh Bahmani (IFJ PAN).

Zespół, w którym uczestniczyli krakowscy badacze, skoncentrował się na tych przypadkach zderzeń kwarków i gluonów, w których naładowany bozon Higgsa byłby produkowany wspólnie z kwarkiem t , a następnie rozpadał się na taon (znacznie masywniejszy odpowiednik elektronu) i stowarzyszone z nim neutrino (taonowe). W takich przypadkach emitowanych jest kilka neutrin. Cząstki te tak słabo oddziałują z materią, że są niewidoczne dla detektorów. Dlatego w selekcji poszukiwanych rozpadów istotną rolę odgrywała ilość brakującej energii, którą unosiłyby neutrino.

Na potrzeby analizy polscy badacze, finansowani z grantu OPUS Narodowego Centrum Nauki, rozwijali i optymalizowali technikę dyskryminacji wielu zmiennych. Zgodnie z nazwą, technika ta na podstawie wielu starannie wybranych zmiennych i korelacji między nimi umożliwia rozróżnienie poszukiwanego sygnału od przytłaczającego tła.

„W ramach obecnej czułości możemy z pewnością sięgającą 95% powiedzieć, że w poszukiwanym zakresie mas nie widać naładowanych bozonów Higgsa. To bardzo silne ograniczenie. Zamierzamy je jeszcze poprawić w kolejnym podejściu, uwzględniającym wszystkie dane z właśnie zakończonego cyklu pracy akceleratora LHC. Nadal może być bowiem tak, że naładowany higgs kryje się gdzieś w zakresie mas objętym analizą, a my jedynie nie jesteśmy dostatecznie czuli by dostrzec jego sygnał”, stwierdza dr hab. Anna Kaczmarska (IFJ PAN).

Wyniki analizy, zaprezentowane w czasopiśmie „Journal of High Energy Physics”, są szczególnie wartościowe pod kątem selekcji możliwych modeli teoretycznych, próbujących wychodzić poza znaną fizykę. Obecna analiza znacząco je zawęża, co z kolei pozwala precyzować przewidywania modeli i ułatwia ich dalszą weryfikację.

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 600 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 kategoryzacji MNiSW Instytut został zaliczony do kategorii naukowej A+ w grupie nauk ścisłych i inżynierskich.

KONTAKT:

dr hab. **Paweł Brückman**
Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk
tel.: +48 12 6628022
email: pawel.bruckman.de.renstrom@cern.ch

dr hab. **Anna Kaczmarska**
Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk
tel.: +48 12 6628022
email: anna.kaczmarska@ifj.edu.pl

PUBLIKACJE NAUKOWE:

1. „Search for charged Higgs bosons decaying via $H^{\pm} \rightarrow \tau^{\pm} \nu_{\tau}$ in the τ -jets and τ -lepton final states with 36 fb⁻¹ of pp collision data recorded at $\sqrt{s} = 13\sqrt{2}$ TeV with the ATLAS experiment”
The ATLAS collaboration, Aaboud, M., Aad, G. et al.
Journal of High Energy Physics, (2018) 2018: 139
DOI: [https://doi.org/10.1007/JHEP09\(2018\)139](https://doi.org/10.1007/JHEP09(2018)139)

POWIĄZANE STRONY WWW:

<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:

IFJ181220b_fot01s.jpg

HR: http://press.ifj.edu.pl/news/2018/12/20/IFJ181220b_fot01.jpg

Jeśli naładowany elektrycznie bozon Higgsa istnieje, nie zostało mu już wiele miejsc, w których mógłby się skrywać. Grafika przedstawia jedno ze zderzeń objętych najnowszą analizą, z czterema dżetami (stożki białe i niebieskie) oraz zaznaczonym kierunkiem brakującego pędu (czerwona strzałka). (Źródło: ATLAS Collaboration, CERN, IFJ PAN)