



Kraków, 30 sierpnia 2018

## **Potencjalne zwiastuny „nowej fizyki” nie chcą zniknąć**

*Od pewnego czasu w danych napływających z eksperymentu LHCb przy akceleratorze LHC widać kilka anomalii w rozpadach mezonów pięknych. Czy są one czymś więcej niż tylko statystycznymi fluktuacjami? Najnowsza analiza, przeprowadzona z udziałem Instytutu Fizyki Jądrowej PAN i uwzględniająca w rozpadach cząstek tzw. efekty długozasięgowe, zwiększa prawdopodobieństwo, że za anomaliami kryje się coś więcej niż tylko kolejny psikus technik pomiarowych.*

Gdy dawni żeglarze wypływali na nieznane wody, jedynym, czego mogli być naprawdę pewni, był bezmiar pustego oceanu. Zdarzało się po miesiącach podróży, że ten czy ów dostrzegł w oddali skrawek lądu, zwykle było to jednak tylko złudzenie. Tylko czasami zza horyzontu wylaniał się szczyt, który im bliżej się znajdował, tym stawał się wyraźniejszy. Wydaje się, że fizycy poszukujący za pomocą akceleratora LHC śladów „nowej fizyki” znajdują się dziś w nieco podobnej sytuacji. Podczas gdy poszukiwacze bezpośrednich śladów nowej fizyki w zderzeniach cząstek eliminują wszystkie potencjalne nowe sygnały, odkrywając pustkę przewidywaną przez Model Standardowy, drudzy, przyglądający się innym zjawiskom, zaczynają widzieć w oceanie danych coraz wyraźniejsze „szczyty”, które nie sprawiają wrażenia, by zamierzały zniknąć.

Model Standardowy to zestaw narzędzi teoretycznych skonstruowany w latach 70. ubiegłego wieku do opisu zjawisk zachodzących w skali jąder atomowych i cząstek elementarnych. Sprawdza się znakomicie, lecz nie potrafi dostarczyć odpowiedzi na kilka szczególnie ważnych pytań. Dlaczego cząstki elementarne mają takie a nie inne masy, dlaczego tworzą rodziny? Dlaczego materia tak wyraźnie dominuje nad antymaterią? Z czego składa się ciemna materia? Wśród fizyków panuje więc dobrze uzasadnione przekonanie, że Model Standardowy opisuje tylko fragment rzeczywistości i wymaga rozszerzenia.

„Od dłuższego czasu w akceleratorze LHC trwa intensywne polowanie na wszystko, czego obecności nie da się wytłumaczyć dotychczasową fizyką. Na razie poszukiwania nowych cząstek lub zjawisk w sposób bezpośredni pozostają bezowocne. W danych dotyczących rozpadów mezonów pięknych natrafiono jednak na kilka anomalii. Z dnia na dzień stają się one ciekawsze, ponieważ im więcej danych przetwarzamy i im więcej efektów uwzględniamy przy ich opisie, tym lepiej je widać”, wyjaśnia dr hab. inż. Marcin Chrzęszcz (IFJ PAN, Uniwersytet w Zurychu), finansowany przez Narodowe Centrum Nauki współautor najnowszej publikacji na łamach czasopisma „European Physical Journal C”. Pozostali trzej autorzy to Christoph Bobeth z Politechniki w Monachium (PM), Danny van Dyk z Uniwersytetu w Zurychu oraz Javier Virto z PM i Center for Theoretical Physics przy Massachusetts Institute of Technology w Cambridge, USA.

Badacze przyglądali się anomaliiom wykrytym w rozpadach mezonów pięknych. Mezony, cząstki zbudowane z pary kwark-antykwar, występują w wielu odmianach. Wspomniane mezony B (piękne) zawierają powszechny w naturze kwark dolny (jeden ze składników protonów i neutronów) oraz antykwark piękny. Mezony są układami nietrwałymi i szybko się rozpadają, na dodatek na wiele sposobów, które określa się jako kanały rozpadu. Jedną ze wspomnianych anomalii zaobserwowano w kanale rozpadu mezonu B na inny mezon ( $K^*$ , czyli „ka star”; mezon ten zamiast kwarku pięknego zawiera kwark dziwny) oraz parę mion-antymion (to cząstki elementarne o właściwościach zbliżonych do elektronu, tyle że niemal 200 razy bardziej masywne).

„We wcześniejszych obliczeniach zakładano, że gdy dojdzie do rozpadu mezonu, między jego produktami nie ma już żadnych oddziaływań. My w najnowszym obliczeniu uwzględniliśmy dodatkowy efekt: oddziaływania długozasięgowe zwane pętlą powabną. Polegają one na tym, że produkty rozpadu z pewnym prawdopodobieństwem oddziałują między sobą, na przykład wymieniając gluon, czyli cząstkę odpowiedzialną za oddziaływania silne, spajające kwarki w protonach i neutronach”, mówi dr van Dyk.

Efekt pomiarów w fizyce zwykle opisuje się za pomocą krotności odchylenia standardowego sigma. Efekt różniący się od przewidywań o ponad trzy odchylenia standardowe (3 sigma) jest traktowany jako wskazówka obserwacyjna, o odkryciu mówi się, gdy dokładność wzrasta ponad 5 sigma (co oznacza prawdopodobieństwo mniejsze niż jeden do trzech i pół miliona, że przypadkowa fluktuacja da wynik taki jak obserwowany). Wcześniejsza analiza rozpadów mezonów B na mezon  $K^*$  i parę mion-antymion, zrealizowana z udziałem badaczy z IFJ PAN, pozwoliła stwierdzić odstępstwo od Modelu Standardowego na poziomie 3,4 sigma (w innych kanałach rozpadu udało się zaobserwować anomalie o podobnej naturze). Tymczasem uwzględnienie efektów długozasięgowych podniosło dokładność przeprowadzonej analizy aż do wartości 6,1 sigma. Badacze mają nadzieję, że zaproponowane przez nich metody matematyczne, zastosowane dla pozostałych kanałów rozpadu, także znacząco zwiększą precyzję oszacowań.

„Wykryte anomalie wcale nie znikają w kolejnych analizach. Teraz, gdy udało się dopracować opis teoretyczny tych procesów, wszystko zależy już tylko od statystyki, od liczby przypadków poddanych obróbce. Prawdopodobnie w ciągu dwóch-trzech lat będziemy mieli ich wystarczająco wiele, by potwierdzić istnienie anomalii z wiarygodnością uprawniającą do mówienia o odkryciu”, mówi dr Chrzęszcz.

Pytanie, czym są zaobserwowane anomalie, pozostaje otwarte. Wielu fizyków przypuszcza, że za ich istnienie może być odpowiedzialna nieznaną cząstka elementarna, spoza Modelu Standardowego. Dobrym kandydatem byłby na przykład proponowany przez teoretyków bozon pośredniczący  $Z'$  (czyt. zet prim). Bezpośrednia weryfikacja tej hipotezy wymagałby jednak kolejnych eksperymentów, na dodatek na akceleratorze potężniejszym niż współczesna konfiguracja LHC.

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

#### **KONTAKT:**

dr hab. inż. **Marcin Chrzęszcz**  
Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk  
oraz Universität Zürich, Zürich, Switzerland  
email: [marcin.chrzaszcz@ifj.edu.pl](mailto:marcin.chrzaszcz@ifj.edu.pl)

### **PUBLIKACJE NAUKOWE:**

"Long-distance effects in  $B \rightarrow K^* \ell \ell$  from Analyticity"  
Ch. Bobeth, M. Chrząszcz, D. van Dyk, J. Virto  
European Physical Journal C (2018) 78: 451  
DOI: <https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-018-5918-6>

### **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:**

**IFJ180830b\_fot01s.jpg**

HR: [http://press.ifj.edu.pl/news/2018/08/30/IFJ180830b\\_fot01.jpg](http://press.ifj.edu.pl/news/2018/08/30/IFJ180830b_fot01.jpg)

Czy wraz z napływem danych anomalie obserwowane w rozpadach mezonów pięknych znikną, tak jak kiedyś z map kartografów zniknęły egzotyczne lądy? Na razie dzięki najnowszej analizie z uwzględnieniem oddziaływań długozasięgowych zapowiedzi „nowej fizyki” są widoczne nie gorzej, lecz lepiej. (Źródło: IFJ PAN)