

Antymateria i materia reagują tak samo na grawitację

8 stycznia 2022

W CERN zakończono najbardziej precyzyjne w historii eksperymenty, których celem było sprawdzenie czy materia i antymateria reagują tak samo na oddziaływanie grawitacji. Trwające 1,5 roku badania z wykorzystaniem protonów i antyprotonów przeprowadzili specjaliści z eksperymentu BASE (Baryon Antibaryon Symmetry Experiment).

Naukowcy zmierzili stosunek ładunku do masy protonu i antyprotonu z dokładnością 16 części na bilion. „To najbardziej precyzyjny ze wszystkich testów symetrii materii i antymaterii przeprowadzony na cząstkach złożonych z trzech kwarków, zwanych barionami, i ich antycząstkach” – mówi Stefan Ulmer, rzecznik prasowy BASE.

Zgodnie z Modelem Standardowym cząstki i antycząstki mogą się od siebie różnić, jednak większość właściwości, szczególnie ich masa, powinno być identycznych. Znalezienie różnicy masy pomiędzy protonami a antyprotonami lub też różnicy w ich stosunku ładunku do masy, oznaczałoby złamanie podstawowej symetrii Modelu Standardowego, symetrii CPT. Byłby to również dowód na znalezienie fizyki wykraczającej poza opisaną Modelem Standardowym.

Istnienie takiej różnicy mogłoby doprowadzić do wyjaśnienia, dlaczego wszechświat składa się głównie z materii, mimo że podczas Wielkiego Wybuchu powinny powstać takie same ilości materii i antymaterii. Różnice pomiędzy cząstkami materii i antymaterii zgodne z Modelem Standardowym, są o rzędy wielkości zbyt małe, by wyjaśnić obserwowaną nierównowagę.

Naukowcy z BASE wykorzystali podczas swoich pomiarów antyprotony i jony wodoru, które służyły jako ujemnie naładowane przybliżenia protonów. Umieszczono je w tzw.

pułapce Penninga. Badania prowadzono pomiędzy grudniem 2017 roku a majem 2019. Później przystąpiono do opracowywania wyników, a po zakończeniu prac w najnowszym numerze [„Nature”](#) poinformowano o rezultatach.

Po uwzględnieniu różnic pomiędzy jonami wodoru a protonami okazało się, że stosunek ładunku do masy protonu jest z dokładnością do 16 części na miliard identyczny ze stosunkiem ładunku do masy antyprotonu. „To czterokrotnie bardziej dokładne obliczenia niż wszystko, co udało się wcześniej uzyskać” – mówi Stefan Ulmer. „Aby dokonać tak precyzyjnych pomiarów musieliśmy najpierw znacznie udoskonalić nasze narzędzia. Badania przeprowadziliśmy w czasie, gdy urządzenia wytwarzające antymaterię były nieczynne. Wykorzystaliśmy więc magazyn antyprotonów, w którym mogą być one przechowywane przez lata” – dodaje.

Prowadzenie eksperymentów w pułapce Penninga w czasie, gdy urządzenia wytwarzające antymaterię nie działają, pozwala na uzyskanie idealnych warunków, gdyż nie występują zakłócające badania pola magnetyczne generowane przez „fabrykę antymaterii”.

Naukowcy z BASE nie ograniczyli się tylko do niespotykanie precyzyjnego porównania protonów i antyprotonów. Przeprowadzili też testy słabej zasady równoważności. Wynika ona z teorii względności i głosi, że zachowanie wszystkich obiektów w polu grawitacyjnym jest niezależne od ich właściwości, w tym masy. Oznacza to, że jeśli pominiemy inne siły – jak np. siłę tarcia – reakcja wszystkich obiektów na oddziaływanie grawitacji jest taka sama. Przykładem może być tutaj piórko i młotek, które w próżni powinny opadać z tym samym przyspieszeniem.

Orbita Ziemi wokół Słońca ma kształt elipsy, co oznacza, że obiekty uwięzione w pułapce Penninga będą odczuwały niewielkie zmiany oddziaływania grawitacyjnego. Okazało się, że zarówno proton i antyproton identycznie reagują na te zmiany. Uczeń z

BASE potwierdzili, że słaba zasada równoważności odnosi się zarówno do materii jak i antymaterii z dokładnością około 3 części na 100.

Ulmer podkreśla, że uzyskana w tym eksperymencie precyzja jest podobna do założeń eksperymentu, w ramach których CERN chce badać antywodór podczas spadku swobodnego w polu grawitacyjnym Ziemi. „BASE nie prowadziło eksperymentu ze swobodnym spadkiem antymaterii w polu grawitacyjnym Ziemi, ale nasze pomiary wpływu grawitacji na antymaterię barionową są co do założeń bardzo podobne do planowanego eksperymentu. To wskazuje, że w dopuszczonym zakresie niepewności nie znaleźliśmy żadnych anomalii w interakcjach pomiędzy antymaterią a grawitacją”.

Autor: Mariusz Błoński

Na podstawie: [Nature.com](https://www.nature.com), [Home.web.cern.ch](https://home.web.cern.ch)

Źródło: KopalniaWiedzy.pl