

ALICJA w Wielkim Zderzaczu Hadronów podsłuchuje rozmowy dziwnej materii

11 marca 2021

Detektor ALICE w Wielkim Zderzaczu Hadronów bada dziwną materię – oddziaływania cząstek dziwnych. Badania te – nowe wyniki opublikowano w „Nature” – pomogą lepiej zrozumieć, co się dzieje we wnętrzach gwiazd neutronowych. W eksperymencie biorą udział Polacy.

Zwykła materia, z którą mamy na co dzień do czynienia – np. protony i neutrony, wchodzące w skład atomów – zbudowana jest zwykle z kwarków górnych (u) i dolnych (d). To jednak nie wszystkie kwarki, jakie istnieją we Wszechświecie. Opisano jeszcze bardziej masywne kwarki: dziwne (s), powabne (c), prawdziwe (t) i piękne (b). Te jednak znacznie trudniej jest zaobserwować.

W ramach eksperymentu ALICE w Wielkim Zderzaczu Hadronów w CERN pod Genewą międzynarodowy zespół naukowców wziął na warsztat najmniej masywne z tych niestandardowych kwarków – kwarki dziwne (s). A konkretnie – badacze chcieli bliżej poznać oddziaływania materii, w skład której wchodzi choć jeden kwark dziwny. Publikacja na ten temat ukazała się właśnie w „Nature” (dotyczy ona oddziaływań protonów z cząstkami ksi oraz omega – trudnych do zbadania cząstek, składających się z odpowiednio dwóch oraz trzech kwarków dziwnych).

„Nasza grupa z Politechniki Warszawskiej od wielu dekad zajmuje się badaniem oddziaływań między parami cząstek poprzez pomiar ich korelacji. W eksperymencie ALICE uczestniczymy od początku zbierania danych – przygotowywaliśmy też teoretyczną podstawę badań takich korelacji. Nasza grupa jest liderem w

tym obszarze wiedzy” – podsumowuje w rozmowie z PAP prof. Adam Kisiel z Politechniki Warszawskiej.

DZIWNE ZDARZENIA W GWIAZDACH NEUTRONOWYCH

Naukowiec tłumaczy, do czego może się przydać poznanie oddziaływań dziwnej materii. „Choć to badania podstawowe, to bezpośrednio są one związane z modelowaniem zjawisk w gwiazdach neutronowych, a także w zderzeniach gwiazd neutronowych” – mówi.

Gwiazdy neutronowe są to pozostałości po wybuchach supernowych. Są jednymi z najgęstszych obiektów we Wszechświecie (nie licząc czarnych dziur). Gdyby ścisnąć Słońce tak, aby miało średnicę Warszawy (10-20 km), to jego gęstość byłaby porównywalną z gęstością gwiazdy neutronowej.

Prof. Kisiel przypomina, że od kilku lat – także dzięki obserwacjom fal grawitacyjnych – naukowcy mają możliwość podglądania, co się dzieje w zderzeniach gwiazd neutronowych.

„Jedną z kluczowych niewiadomych w zrozumieniu gwiazd neutronowych jest pytanie, czy w samym ich centrum znajdują się cząstki dziwne. Nasze przewidywania teoretyczne mówią, że mogłyby tam być. Nie do końca jednak wiemy jeszcze, jak oddziałują ze sobą cząstki dziwne i zwykłe – jak proton-neutron. A jeśli zmieniają się szczegóły tych oddziaływań, w dramatyczny sposób zmienia to i własności gwiazd neutronowych. Dlatego tak ważne jest, by te oddziaływania poznać” – mówi prof. Kisiel.

Kolejny uczestnik eksperymentu ALICE dr Łukasz Graczykowski z PW dodaje, że wynikająca z obserwacji masa gwiazd neutronowych nie zgadza się z niektórymi obliczeniami teoretycznymi. „Przyczyną tych różnic może być to, że nie znamy oddziaływań między materią zwykłą a materią dziwną. A jak te oddziaływania

mierzyć – pokazują właśnie nasze badania” – mówi.

JAK WYTWARZAĆ DZIWNĄ MATERIE

Oddziaływania cząstek najłatwiej jest badać, wytwarzając z nich wiązkę i zderzając ją z inną wiązką lub tarczą. Niestety, materia dziwna rozpada się bardzo, bardzo szybko i niezwykle trudno jest z niej uformować wiązkę.

Naukowcy postanowili więc skorzystać z tego, że materia dziwna powstaje na ułamki sekund w zderzeniach innych, ciężkich cząstek. „W takim zderzeniu powstają kwarki i gluony. I wspólnie zaczynają tworzyć nowe cząstki zbudowane z kwarków. W tym również – kwarków dziwnych, które potem oddziałują z innymi cząstkami. My, mierząc sygnały docierające do detektora, jesteśmy w stanie wywnioskować, jak one ze sobą 'rozmawiały', jakie były między nimi oddziaływania” – opowiada dr Łukasz Graczykowski. I dodaje: „W LHC w wyniku wysokoenergetycznych zderzeń protonów oraz ciężkich jonów, powstaje bardzo dużo cząstek dziwnych. Możemy się więc nazwać ich 'fabryką'. Jesteśmy wyjątkowym miejscem na świecie, gdzie możemy cząstki dziwne dokładnie badać” – mówi.

DZIWNĄ MATERIA – DZIWNE METODY

Metoda, którą wykorzystują naukowcy, aby badać cząstki dziwne, nazywa się femtoskopia. Femtometr (10^{-15} m, tysięczna miliardowej części milimetra) to mniej więcej rozmiar protonu. „Takich rozmiarów nie da się mierzyć bezpośrednio. Tymczasem femtoskopia pokazuje nam, jak ze zmierzonych pędów cząstek wydobyć informacje o rozmiarze źródła, z którego powstały. A to są właśnie rozmiary rzędu femtometrów” – mówi prof. Kisiel.

Dr Graczykowski dodaje, że metoda ta została stworzona do innych celów (np. pomiaru rozmiaru kropli plazmy kwarkowo-gluonowej). Naukowcy jednak pokazali, że można z niej zrobić użytek, aby precyzyjnie badać oddziaływania między różnymi

parami cząstek, w tym również cząstkami zawierającymi kwarki dziwne.

„LHC to nie tylko szukanie bozonu Higgsa. Nasze badania pokazują, że zderzenia w LHC można wykorzystywać do badań cząstek na niestandardowe sposoby” – podsumowuje dr Graczykowski. Badania te – dodaje – pokazują też silne powiązanie między fizyką cząstek a zdarzeniami dużych skalach, rejestrowanymi w obserwacjach astronomicznych.

Autorstwo: Ludwika Tomala

Źródło: NaukawPolsce.PAP.pl