

Medialna ściema z ciemną materią

Na początku marca został ogłoszony wynik poszukiwania przez eksperyment AMS-02 energetycznych pozytonów w promieniowaniu kosmicznym. Jego detektor znajduje się na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Głównym punktem ogłoszenia było szeroko reklamowane seminarium amerykańskiego noblisty Samuela Tinga, rzecznika zespołu badawczego AMS (*Alpha Magnetic Spectrometer*), które odbyło się w ośrodku CERN. Był to centralny punkt medialnej bańki o rzekomym odkrywaniu ciemnej materii przez ten eksperyment. Światowe media natychmiast radośnie skonsumowały podstawiony pasztet.

Natomiast adekwatną reakcję można było znaleźć (również natychmiast) w blogach naukowych [1, 2].

Odpowiednia informacja po polsku mogłaby brzmieć następująco: radio Erewań podaje, że pierwszy sekretarz AMS Ting jest w trakcie odkrywania ciemnej materii.

Wyniki AMS są, prawda, ciekawe. Potwierdzają odkryte pięć lat temu przez (również kosmiczny) eksperyment PAMELA odwrócenie trendu zależności częstości występowania pozytonów wśród rejestrowanych pozytonów i elektronów od energii tych cząstek. Zamiast kontynuacji spadku ułamek ten w miarę równomiernie rośnie od kilku procent dla energii kilku GeV do kilkunastu procent dla stu i więcej GeV (pisaliśmy o tym w aktualnościach w styczniu 2009 roku oraz w artykule dostępnym przez $\delta\mu$ [3]). AMS mierzy to samo, ale z dużo lepszą dokładnością oraz w większym zakresie energii (ostatni punkt pomiarowy odpowiada średniej energii 300 GeV).

Co to jednak ma wspólnego z ciemną materią, która, o ile się orientujemy (według jej efektów grawitacyjnych), odpowiada około jednej czwartej gęstości energii Wszechświata? (Zwykłej materii jest pięć razy mniej; o astronomicznych aspektach badania ciemnej materii piszemy w sierpniowym *Prosto z nieba*). Według jednej z dominujących hipotez ciemna materia składa się z nieznanymi, masywnymi, słabo oddziałujących cząstek (ang. *WIMP, Weakly Interacting Massive Particle*). Według najbardziej popularnej wersji tej hipotezy cząstki te mogą parami anihilować (bo są swoimi własnymi antycząstkami jak np. fotony). Najintensywniej tam, gdzie ich gęstość jest największa, czyli np. w centrach galaktyk. W wyniku anihilacji pojawiałyby się zwykle cząstki o dużych energiach, jednak nie większych niż energia odpowiadająca masie WIMP-ów. Wyniki eksperymentu PAMELA spotkały się z falą zainteresowania, bo nadwyżka energetycznych pozytonów mogłaby się brać właśnie z takiej anihilacji. I właśnie ta fala pomogła „wynieść AMS na orbitę”. Pięć lat to jednak wystarczająco długi czas, żeby zastanowić się nad mocą dowodową takiej nadwyżki w poszlakowym procesie poszukiwania większej części materii Wszechświata.

Opinia specjalistów jest następująca. Po pierwsze, trzeba zobaczyć w miarę wyraźny koniec wzrostu ułamka pozytonów, powiązany z masą WIMP-ów. Nawet wtedy

byłaby to jednak tylko informacja niesprzeczna z hipotezą anihilacji WIMP-ów. W dodatku trudno znaleźć model, za pomocą którego obserwacja taka mogłaby być wyjaśniona w sposób ilościowy.

Oczekiwanego ponownego spadku w opublikowanym spektrum nie widać (tempo wzrostu zdaje się tylko wyhamowywać). Inaczej mówiąc, nasze rozumienie natury ciemnej materii nie drgnęło. Chyba że uznać za pewien postęp rosnące przekonanie o słabej użyteczności badania promieniowania kosmicznego do tego celu.

Bardziej interesujące wydaje się wykrywanie innych produktów anihilacji. Mogą to być np. neutrino mionowe przylatujące ze Słońca. Tu najlepsze ograniczenia pochodzą z eksperymentu IceCube (którego detektor jest zinstrumentowanym kilometrem sześciennym lodu na biegunie południowym) [4].

Jeżeli WIMP-y anihilują, np. w parę proton-antyproton, to istnieje stowarzyszony proces rozpraszania WIMP-ów na protonach. Poszukiwania cząstek ciemnej materii za pomocą takiego procesu nazywane jest bezpośrednim. Jest ono uzasadnione, bo uważamy, że Droga Mleczna jest zanurzona w halo takich cząstek, które mają określoną średnią prędkość względem Układu Słonecznego. Zespołów badawczych, które się czymś takim zajmują, jest kilkadziesiąt. Głównym rogowającym jest XENON 100, który wykorzystuje około 100 kg tego szlachetnego gazu w bardzo ciekawy sposób. Aktywna część detektora jest nie tylko absorberem, ale również ośrodkiem, w którym powstaje wykrywalne promieniowanie Czerenkowa oraz komorą projekcji czasowej służącą do odczytania jonizacji. Obydwa efekty są wywoływane przez potracane jądra ksenonu. Ponieważ nie udało się znaleźć sygnału ponad tłem, więc ustanowione zostały najlepsze ograniczenia na przekrój czynny (prawdopodobieństwo) oddziaływania WIMP-ów z materią. W kwietniu pałeczkę przejął eksperyment LUX, którego detektor ma kilka razy większą aktywną masę, a za jakiś czas odda prowadzenie kolejnej wersji eksperymentu XENON (wyposażonej w dwie tony Xe). Jeżeli eksperymenty te nie wykryją WIMP-ów, to znacząca część ulubionych modeli ciemnej materii zostanie odesłana do lamusa przed końcem dekady.

Wtedy pozostaną mniej przekonujące wersje ulubionych scenariuszy, podważanie kosmologicznych i astronomicznych dowodów na istnienie ciemnej materii oraz możliwość, że tworzące ją cząstki oddziałują (i anihilują) jeszcze słabiej. Na pośrednie odkrycie niektórych z takich scenariuszy, przy pewnym poziomie współpracy ze strony Natury, można liczyć w LHC.

Piotr ZALEWSKI

- [1] *Resonaances* (Adam Falkowski), resonaances.blogspot.com/2013/04/first-results-of-ams-02.html.
- [2] *Of Particular Significance* (Matt Strassler), profmattstrassler.com/2013/04/03/ams-presents-some-first-results.
- [3] Aleksandra Drozd, www.deltami.edu.pl/temat/fizyka/struktura_materii/2011/10/31/Ciemna_materia_ciekawe_czasy.
- [4] IceCube Collaboration, *Search for dark matter annihilations in the Sun with the 79-string IceCube detector*, arXiv:1212.4097.