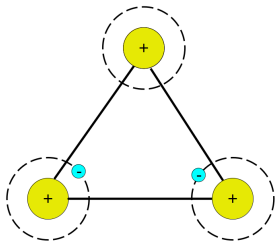
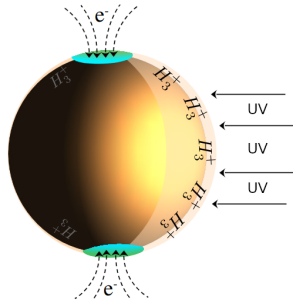




Prosto z nieba: Ciemna materia na Jowiszu?

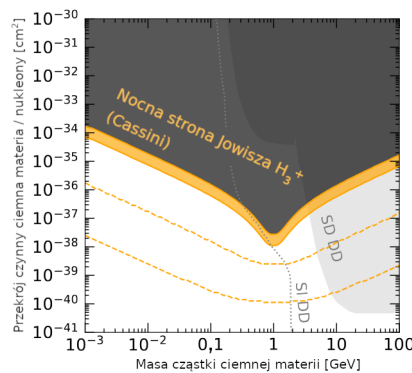
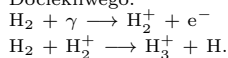


Rys. 1. Schemat kationu triwodorowego



Rys. 2. Schemat produkcji H_3^+ na Jowiszu. Promieniowanie UV Słońca po stronie dziennej dominuje w produkcji H_3^+ . Natomiast brak emisji H_3^+ ze znanych procesów na niskich szerokościach geograficznych po stronie nocnej sprawia, że jest to idealny region do poszukiwania oznak ciemnej materii

Proces powstawania kationu triwodorowego, dla Czytelnika Docieklivego:



Rys. 3. Nowe ograniczenia właściwości cząstek ciemnej materii. Szary obszar wskazuje na właściwości wykluczone dzięki obserwacjom nocnej strony Jowisza

Spostrzegawczy Czytelnik zwróci nam jednak uwagę, że ze względu na położenie Jowisza w Układzie Słonecznym nie jesteśmy w stanie obserwować jego „nocnej strony” bezpośrednio z Ziemi ani nawet wykorzystując Teleskop Kosmiczny Jamesa Webba. Oczywiście to prawda – na szczęście mamy wyniki obserwacji satelitów okrążających Jowisza. Ostatnim urządzeniem zdolnym do obserwacji kationów triwodorowych, ładnie promieniujących w podczerwieni, była sonda Cassini, przelatująca w pobliżu Jowisza w 2001 roku.

Wyniki tych obserwacji wskazują na zupełny brak kationów triwodorowych na równiku po nocnej stronie Jowisza, a przynajmniej brak możliwości ich wykrycia przy pomocy instrumentów Cassiniego. Nie jest to do końca zła wiadomość. Znamy bowiem czułość

Według Standardowego Modelu Kosmologicznego we Wszechświecie jest około 5 razy więcej ciemnej materii niż zwykłej materii (tej, z której jesteśmy zbudowani). Astrofizycy co rusz przedstawiają nowe, pośrednie dowody na jej istnienie. I chociaż powszechnie uważa się, że „coś tam jest” (i to coś nazwalibyśmy ciemną materią), to jak dotąd nie ustalono, jaką formę przybiera ani jakie są jej dokładne właściwości. Fizycy usilnie próbują stworzyć eksperyment pozwalający zaobserwować bezpośrednio ciemną materię. Czy to w ogromnych japońskich kopalniach Kamiokande, czy w równie ogromnych akceleratorach cząstek. Mimo to wciąż nie wiemy, CZYM ciemna materia jest – jaką masę może mieć cząstka ciemnej materii ani nawet czy w ogóle ciemna materia składa się z cząstek. Nie dziwi więc fakt, że naukowcy wymyślają coraz to bardziej egzotyczne metody i miejsca jej poszukiwania. Na przykład... na Jowiszu.

Nowa, zaproponowana przez Carlosa Blanco i Rebecę K. Leane, metoda poszukiwania ciemnej materii jest nieco skomplikowana i wymaga zaznajomienia się z pewną cząsteczką – kationem triwodorowym, H_3^+ . Najprościej rzecz ujmując, H_3^+ składa się z trzech atomów wodoru, z których jednemu brakuje elektronu (czyli mamy trzy protony i dwa elektrony, patrz rys. 1). Mimo że prawdopodobnie nigdy nie słyzałeś, Drogi Czytelniku, o kationie triwodorowym, to jest to jedna z najczęściej występujących molekuł w całym Wszechświecie.

Tylko co ma wspólnego kation triwodorowy z ciemną materią? Do powstania kationu triwodorowego potrzebne są dwie rzeczy: „coś energetycznego” (zazwyczaj jakiś rodzaj energetycznego promieniowania) i dużo wodoru molekularnego H_2 . Najbliższym nam obiektem z dużą ilością takiego wodoru jest... Jowisz – nie od parady zwany gazowym olbrzymem. A „czymś energetycznym” według Blanco i Leane może być energia powstała w wyniku zderzenia (i anihilacji) dwóch cząstek ciemnej materii.

Problem jest tylko taki, że nie jest to jedyny sposób, w jaki kationy triwodorowe mogą powstać. Na Jowiszu „czymś energetycznym” może też być silne promieniowanie UV pochodzące od Słońca, cząsteczki wiatru Słonecznego przyspieszone w polu magnetycznym planety (te same, które tworzą zorze), a nawet wyładowania elektryczne w chmurach planety.

Aby znaleźć kationy triwodorowe wytworzone dzięki obecności ciemnej materii, musimy więc szukać po „nocnej stronie” Jowisza. Czyli tej, która w danym momencie nie jest zwrócona w stronę Słońca (patrz rys. 2). W szczególności powinniśmy poszukiwać w regionach równika tej planety, z dala od biegunów, gdzie występuje zorza. Jeżeli znajdziemy tam kationy triwodorowe, oznacza to, że prawdopodobnie powstały dzięki energii uwolnionej w wyniku anihilacji dwóch cząstek ciemnej materii. Badając orbitę kationów triwodorowych, będziemy w stanie stwierdzić, jak częste i jak energetyczne są procesy zderzenia cząstek ciemnej materii, co z kolei pomoże nam w oszacowaniu masy tych cząstek oraz w projektowaniu i przeprowadzaniu eksperymentów w akceleratorach na Ziemi, pozwalających nam je zaobserwować.

instrumentów pomiarowych sondy. Jesteśmy więc w stanie określić ograniczenia na masę cząstek ciemnej materii i prawdopodobieństwa ich zderzeń (dla których nie możemy zaobserwować dodatkowych kationów triwodorowych). W ten sposób ograniczamy możliwe właściwości cząstek ciemnej materii (rys. 3).

I tak, co prawda, ciemnej materii na Jowiszu nie znaleźliśmy, ale za to odrobinę ułatwiliśmy dalsze jej poszukiwania.

Oparte na publikacji: Carlos Blanco and Rebecca K. Leane, „Search for Dark Matter Ionization on the Night Side of Jupiter with Cassini”, Physical Review Letters, Volume 132, Issue 26.

Anna DURKALEC

Zakład Astrofizyki, Departament Badań Podstawowych, Narodowe Centrum Badań Jądrowych