

W POSZUKIWANIU CIEMNEJ MATERII [Phantom of the Universe]

=====

Gdy spoglądamy w nocne niebo, olśniewa nas – i zarazem uspokaja - widok plamek światła: gwiazd, planet, galaktyk, Księżycy...

Ale w miarę budowy nowych, lepszych narzędzi badawczych astronomowie zaczęli podejrzewać, że jest coś jeszcze – coś ukrytego w mrokach kosmosu.

Nie widzimy tego, nie możemy tego poczuć, ani dotknąć... ale to coś gdzieś tam jest.

To coś, co nie wysyła, ani nie odbija światła. Substancja tak tajemnicza, że można ją nazwać tylko w jeden sposób: ciemna materia.

Jest tak masywna, że jej grawitacja wywiera wpływ na najjaśniejsze i największe obiekty we Wszechświecie. Tak potężna, że może zmieniać bieg samego światła.

Może budzić pokorę świadomość, że Wszechświat jest bardziej skomplikowany, niż widzą to nasze oczy.

Chcąc odkryć sekret tajemniczej substancji, fizycy ścigają pewną nieuchwytną cząstkę, która - ich zdaniem - istnieje w subatomowym świecie.

Oto CERN - Europejskie Centrum Fizyki Cząstek. Znajduje się tu największy na świecie akcelerator cząstek: Wielki Zderzacz Hadronów. Ukryty głęboko pod ziemią, jest jedynym miejscem na świecie, w którym może uda się zmusić tajemniczą cząstkę żeby się ujawniła.

Tunel o kształcie torusa o średnicy 27 kilometrów leży dokładnie na granicy francusko-szwajcarskiej.

Wchodząc do środka Zderzacza, trafiamy w sam środek najszybszego polowania, jakie odbywa się na Ziemi.

Tutaj, w kolejnych akceleratorach, cząstki zwane protonami rozpędza się do prędkości bliskiej prędkości światła.

Potem zderza się je z innymi protonami, pędzącymi w wiązce przeciwbieżnej.

To wszystko jest częścią polowania na nowy rodzaj cząstki, z której zbudowana jest ciemna materia.

W Wielkim Zderzaczu Hadronów dokonano już wspaniałego odkrycia, które dodaje wagi naszej opowieści. 4 lipca 2012 roku w CERN ogłoszono, że została odkryta cząstka zwana bozonem Higgsa.

Fizycy szukali tej cząstki od 50 lat, odkąd teoretycy wykazali, że wyjaśnienie zagadki, skąd wszystkie cząstki elementarne mają masę, wymaga jej istnienia. Elektrony lub kwarki uzyskują masę, przechodząc przez tak zwane pole Higgsa - i podobnie może być z cząstką tworzącą ciemną materię.

Dziś prace w Wielkim Zderzaczu Hadronów koncentrują się właśnie na poszukiwaniu cząstki ciemnej materii.

Astrofizycy są przekonani, że ponad 80% masy Wszechświata składa się z ciemnej materii.

Oto niezwykła opowieść o tym, dlaczego sądzimy, że ogromna większość materii we Wszechświecie jest dla nas niewidzialna.

„W POSZUKIWANIU CIEMNEJ MATERII”

Większość uczonych sądzi, że ciemna materia istnieje we Wszechświecie od samego początku czasu...

Wszechświat zrodził się w postaci niezwykle gorącego, gęstego kłębaka energii, rozszerzającego się w zawrotnym tempie.

Po ułamku mikrosekundy z energii powstały pierwsze cząstki materii.

Cząstki elementarne, zwane kwarkami, utworzyły protony i neutrony. Te – w połączeniu z elektronami – utworzyły atomy. Te z kolei są budulcem materii – substancji, z której zrobione są wszelkie fizyczne obiekty.

Gdy Wszechświat rozszerzał się i schładzał, ciemna materia skupiła się we włóknach, które utworzyły niewidzialny szkielet w przestrzeni.

Przez setki milionów lat potężna grawitacja pochodząca od masy ciemnej materii przyciągała do niej zwykłą materię, niczym tkankę mięśni ku żebróm. Tak tworzyła się żylasta struktura Wszechświata.

Pierwsze galaktyki rosły wewnątrz włókien ciemnej materii.

Jedne galaktyki zderzały się z drugimi... i powoli skupiały się, tworząc super-gromady. Proces tego skupiania wywoływała grawitacja ciemnej materii. Tak powstała struktura wszechświata, jaką dziś widzimy.

Bez ciemnej materii nie byłoby gwiazd, galaktyk, planet... życia... Bez ciemnej materii my też byśmy nie istnieli.

Ciemna materia do niedawna była całkowicie ukryta przed ludzkim wzrokiem. Aż w końcu astronomowie zaczęli dostrzegać ślady jej obecności.

Pierwszym z nich był Fritz Zwicky, Szwajcar pracujący w Caltech w Kalifornii w latach 30-ch XX wieku. Zwicky skierował teleskop ku gromadzie galaktyk niezbyt odległej od naszej Drogi Mlecznej. Jest to skupisko ponad tysiąca galaktyk, znane jako gromada Coma. Zwicky zamierzał określić jej masę. Mógł to zrobić, mierząc jej jasność... oraz prędkości galaktyk krążących wewnątrz niej.

Odkrył, że galaktyki poruszają się znacznie szybciej, niż się spodziewał – zwłaszcza gdy przyjmował wielkość masy gromady wynikającą z jej jasności.

Przy tych prędkościach widzialna masa gromady nie byłaby w stanie utrzymać ich razem. Zwicky wywnioskował, że musi tam być dodatkowa, niewidzialna substancja, trzymająca rozpedzone galaktyki w skupisku. Nazwał tę substancję „ciemną materią”.

Ale pewne odkrycia wyprzedzają swój czas. Rewolucyjna teoria Zwicky'ego pozostała zapomniana przez 40 lat, do chwili gdy astronom Vera Rubin zaczęła badać orbitalne prędkości gwiazd w galaktykach. To co odkryła zdumiało ją. / Zgodnie z prawem grawitacji Newtona, potężna masa Słońca jest źródłem siły grawitacji, która sprawia, że planety bliżej gwiazdy krążą szybciej, niż te dalsze.

Ponieważ gwiazdy krążą wokół jądra galaktyki podobnie jak planety wokół Słońca, Rubin oczekiwała, że zauważy taki sam rozkład prędkości w pobliskiej galaktyce Andromedy. / Ale ujrzała całkiem inny obraz: Gwiazdy leżące daleko od jądra galaktyki krążą z równie wielkimi prędkościami, co gwiazdy położone w centrum. / Nie tak to wygląda w Układzie Słonecznym! Tu planety wewnętrzne poruszają się znacznie szybciej, niż zewnętrzne. Mając tak duże prędkości, gwiazdy z obrzeży galaktyki, bez istnienia potężnego przyciągania grawitacyjnego ze strony wielkiej masy... uciekłyby w otwarty kosmos.

Coś musi utrzymywać gwiazdy galaktyki Andromedy razem. Ale co to może być?

Rubin i jej zespół doszli do wniosku, że istnieje jakaś niewidoczna materia, wypełniająca galaktykę po brzegi, a może nawet sięgająca dalej – i skupiająca gwiazdy razem niczym chmura kleju.

Możemy znaleźć widoczne ślady istnienia chmur tej materii także w innych częściach Wszechświata.

Najbardziej dramatyczne dowody obecności ciemnej materii widzimy w strukturze nazwanej Gromadą Pocisk. Gdy astronomowie dokładnie przyjrzeni się galaktykom gromady, dostrzegli subtelne zakłócenia powodowane przez coś niewidzialnego. Podejrzany: ciemna materia! Przy użyciu teleskopu rentgenowskiego astronomowie zbadali masywne skupisko gorącego gazu międzygwiazdowego o stożkowym kształcie. Stąd nazwa: Gromada Pocisk. Powstała ona, gdy dwie mniejsze gromady galaktyk zderzyły się.

Gdybyśmy mogli cofnąć się do czasów przed zderzeniem, zobaczylibyśmy dwie odrębne gromady, każda okryta własną chmurą ciemnej materii. Po zderzeniu cała ciemna materia po prostu przepłynęła przez obie galaktyki. Za to gęste chmury gazu i pyłu, widoczne na różowo, zderzyły się w centrum.

Czym jest ciemna materia, że przenika przez miejsce galaktycznej kolizji nie oddziałując z niczym? Dzięki tej unikatowej właściwości cząstka ciemnej materii - jak ta tutaj, lecąc przez kosmos, nie napotka przeszkód na swej drodze.

Ciemna materia istnieje nie tylko w głębiach kosmosu. Ona jest wszędzie.

Jest też wokół nas.

Jeśli ktoś podniesie rękę, miliony cząstek ciemnej materii przemkną przez nią w następnej chwili. Tych cząstek nie można poczuć ani zobaczyć. Zresztą miliardy różnych subatomowych cząstek przelatują przez tę salę akurat, gdy o tym mówimy.

Oto wejście do dawnej kopalni Homestake w Dakocie Południowej. Dziś w tym miejscu próbuje się wychwycić cząstki ciemnej materii spośród innych. / Chcąc wyizolować te cząstki, fizycy prowadzą eksperymenty głęboko pod ziemią – tam, gdzie cząstki zwykłej materii nie mogą dotrzeć, zaś te ciemnej materii docierają z łatwością. Każdego ranka dziesiątki badaczy zjeżdżają wielką windą półtora kilometra pod ziemię, żeby podjąć pracę przy najczulszym detektorze ciemnej materii na świecie.

To, co chcą znaleźć w podziemnym labiryncie chodników dawnej kopalni, może zmienić całe nasze spojrzenie na wszechświat.

Kiedyś była to jedna z największych kopalni złota. Dziś zamiast górników pracują tu fizycy, szukający czegoś znacznie lepiej ukrytego od złota: ciemnej materii.

W tym miejscu stworzono Podziemny Ośrodek Badań Stanforda i właśnie tu przeprowadzono nieudany eksperyment Large Underground Xenon, w skrócie LUX.

W tym zbiorniku wypełnionym ciekłym ksenonem spróbowano pierwszy raz wykryć obecność cząstek ciemnej materii. Przynętą dla nich były jądra atomów ksenonu. Gdyby cząstka ciemnej materii uderzyła w jądro, wysłałoby błysk świetlny... lub uwolnione elektrony. Efekt ten zarejestrowałyby czujniki umieszczone poniżej i powyżej zbiornika. Jednak nic takiego się nie stało. Na razie więc nie udało się wykryć interakcji ciemnej materii ze zwykłą.

Jednak naukowcy nie tracą nadziei.

W innej części świata, grupa fizyków pracuje nad stworzeniem własnej cząstki ciemnej materii. Robią to tu, w CERN – największym na świecie ośrodku badań na cząstkami elementarnymi, leżącym w Szwajcarii, niedaleko Genewy.

Tutaj tysiące naukowców z różnych krajów wspólnie szuka rozwiązań najtrudniejszych, najstarszych problemów ludzkości, dotyczących budowy materii.

Głęboko pod zajmującym 2 kilometry kwadratowe zatłoczonym kampusem ośrodka oraz okolicznymi lasami i farmami leży największe i najbardziej skomplikowane urządzenie na świecie: Wielki Zderzacz Hadronów, w skrócie LHC. W jego wnętrzu dwie wiązki protonów krążą w okrągłym tunelu z niewiarygodnymi prędkościami. Potem zderzają się ze sobą wewnątrz czterech gigantycznych detektorów.

LHC to właściwie gigantyczny tor wyścigowy cząstek. Zamiast paliwa do rozpędzania subatomowych zawodników na torze używa się pól elektrycznych, zaś steruje nimi za pomocą potężnych magnesów.

Rozpędzone cząstki doprowadza się do zderzeń wewnątrz każdego z detektorów.

Największy z nich, o całkiem stosownej nazwie - Atlas - waży 7 tysięcy ton i jego zbudowanie zajęło 15 długich lat.

Wielki jak 8-piętrowy blok Atlas przypomina rozmiarami katedrę.

Ponad 3 tysiące fizyków ze 175 instytucji i 38 krajów pracuje tu przy wspólnych eksperymentach.

W pewnym sensie ATLAS to olbrzymi mikroskop umożliwiający obserwacje subatomowego świata. Miliardy protonów pędzą tu ku sobie z przeciwnych kierunków, więc bardziej to przypomina „demolition derby”, niż wyścig samochodowy.

Gdy dwa protony się zderzą, powstają setki nowych cząstek.

Ogromna energia zderzenia kreuje cząstki o znacznie większej masie od tej obu zderzających się protonów.

Fizycy liczą, że w ten właśnie sposób wytworzą też masywną cząstkę ciemnej materii.

Każda linia na tym obrazie zderzenia zdradza obecność nowo-powstałej cząstki.

Zakrzywienie linii mówi nam o jej pędzie.

ATLAS rejestruje obrazy zderzeń za pomocą szeregu urządzeń, rozmieszczonych w koncentrycznych warstwach. / Każde z urządzeń jest jak niezwykle aparat fotograficzny, przeznaczony do wykrywania i rejestrowania różnych cząstek.

Zgodnie z prawami Newtona, suma pędów zderzających się ciał pozostaje niezmienna – i to też można odczytać na obrazie. Żółte pola pokazują, że całkowity pęd rzeczywiście się nie zmienił.

Ale w przypadku cząstki ciemnej materii będzie luka tam, gdzie cząstka ucieknie z Atlasa, nie oddziałując z żadnym z jego detektorów.

Ale jak cząstka ciemnej materii może uciec z najczulszego na świecie detektora nie pozostawiając śladu?

Teoria tak zwanej Super-Symetrii przewiduje istnienie cząstki, która zachowałaby się dokładnie w ten sposób. Według tej teorii, każdej ze zwykłych cząstek, takiej jak elektron czy kwark, odpowiada super-cząstka o znacznie większej masie.

Jak można zobaczyć, taka odpowiedniość daje przyjemną symetrię.

Fizycy sądzą, że jedna z postulowanych przez teorię super-cząstek może być cząstką ciemnej materii.

Teraz trzeba ją tylko wykryć.

Atlas zapisuje obrazy najciekawszych zdarzeń 40 milionów razy na sekundę.

Są one zbierane w potężnej sieci informatycznej Grid, obejmującej komputery CERN i wiele innych na całym świecie. Specjalne programy skanują sieć, szukając śladu cząstki ciemnej materii. Może tylko pojedyncze zdarzenie stworzy taką cząstkę, więc te poszukiwania to żmudna praca.

Na szczęście współczesna nauka to zajęcie grupowe. Fizycy na całym świecie włączają się do analizy danych.

Inżynier CERN stworzył nawet system, który nazwał Word Wide Web, żeby ułatwić wymianę informacji.

Skoro tylu badaczy szuka ciemnej materii, żeby poznać fundamentalną budowę naszego Wszechświata - kto wie, co mogą znaleźć?

Zresztą rozwiązywanie wielkich problemów najlepiej jednoczy ludzkość, a kwestia, jak funkcjonuje wszechświat i gdzie jest w nim nasze miejsce, to właśnie taki problem.

Wersja polska – Marek Baran