

Błyski gamma rzucają światło na naturę ciemnej energii

2011-09-17



Wizja artystyczna wybuchu gwiazdy prowadzącego do powstania błysku gamma. (Źródło: FUW/Tentaris/Maciej Frołow)

Ciemna energia to obecnie główny składnik Wszechświata, odpowiedzialny za jego przyspieszoną ekspansję. Astronomowie obserwują kosmologiczne skutki działania ciemnej energii, lecz wciąż nie wiedzą, czym ona jest. Zagadkę pomaga rozwikłać nowa metoda pomiaru największych odległości we Wszechświecie, opracowana przez naukowców z Wydziału Fizyki UW i z Uniwersytetu Fryderyka II w Neapolu. Kluczową rolę odgrywają w niej najpotężniejsze kosmiczne eksplozje – błyski gamma.

Jaka jest natura ciemnej energii, niedawno odkrytego, dominującego składnika Wszechświata? Czy napędzająca ekspansję ciemna energia jest przejawem własności samej czasoprzestrzeni, czy raczej nieznanym nauce polem? Odpowiedź można otrzymać dzięki nowej „miarce”, skonstruowanej przez naukowców z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego i Uniwersytetu Fryderyka II w Neapolu. „Z cech promieniowania emitowanego podczas błysków gamma potrafimy odczytać odległość, w jakiej doszło do eksplozji. Ponieważ część tych wybuchów pochodzi z jednych z najdalszych znanych nam obiektów w kosmosie, po raz pierwszy jesteśmy w stanie oszacować tempo ekspansji czasoprzestrzeni nawet w dość wczesnych epokach po Wielkim Wybuchu”, mówi prof. dr hab. Marek Demiański z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Metodę zastosowano do weryfikacji modeli budowy Wszechświata zawierających ciemną energię.

W 1998 roku podczas analizy jasności supernowych typu Ia odkryto, że najdalsze wybuchy wydają się za słabe. Supernowe typu Ia wybuchają w układach podwójnych. Jedną z gwiazd jest biały karzeł, pozostałość po cyklu ewolucyjnym gwiazd podobnych do Słońca. Gdy druga gwiazda układu wchodzi w fazę czerwonego olbrzyma i się rozrywa, jej zewnętrzne warstwy, zawierające głównie wodór, zaczynają opadać na białego karła, którego masa powoli wzrasta. Gdy biały karzeł osiąga 1,4 mas Słońca,

eksploduje i zostaje całkowicie rozerwany. Warunki inicjujące wybuch są za każdym razem podobne, dlatego supernowe typu Ia zawsze uwalniają mniej więcej tę samą ilość energii. Własność tę astronomowie wykorzystują do pomiaru odległości w kosmosie.

Słabsza obserwowana jasność dalekich supernowych Ia musiała oznaczać, że były one dalej niż zakładano. Wszechświat zamiast zwalniać ekspansję, przyspiesza. Aby uzgodnić dotychczasowe modele Wszechświata z obserwacjami, trzeba było wprowadzić do teorii nową formę masy-energii: ciemną energię. Obliczenia wskazują, że musi być jej bardzo dużo, aż 20 razy więcej niż masy-energii związanej ze światem dostępnym ludzkim zmysłom. „Z dnia na dzień ciemna energia stała się, całkiem dosłownie, największą zagadką Wszechświata”, mówi prof. Demiański.

Do dziś nie wiadomo, czym jest ciemna energia. Popularne są dwa modele tłumaczące jej naturę. Pierwszy zakłada, że ciemna energia to cecha opisana słynną stałą kosmologiczną, wprowadzoną przez Alberta Einsteina. Drugi model przyjmuje, że za przyspieszoną ekspansję odpowiada pewne nieznane jeszcze pole skalarne. „Innymi słowy mamy do wyboru: albo czasoprzestrzeń rozpycha się sama, albo jest rozpychana przez znajdujące się w niej nieznane skalarne pole fizyczne”, mówi prof. Demiański.

Wyboru poprawnego modelu można dokonać badając gęstość ciemnej energii w różnych epokach po Wielkim Wybuchu. Gdyby gęstość była stała, ciemna energia miałaby związek ze stałą kosmologiczną, czyli cechą czasoprzestrzeni. Lecz jeśli Wszechświat przyspiesza pod wpływem pola skalarnego, z uwagi na puchnięcie czasoprzestrzeni gęstość ciemnej energii powinna maleć. „Tu dotychczas mieliśmy problem. Aby ocenić zmiany gęstości ciemnej energii jak najwcześniej po Wielkim Wybuchu, trzeba umieć mierzyć odległości do bardzo dalekich obiektów. Tak dalekich, że nawet związane z nimi supernowe typu Ia są za słabe do obserwacji”, mówi prof. Demiański.

Polsko-włoska grupa astrofizyków zaproponowała, aby do pomiaru najdalszych odległości we Wszechświecie wykorzystać błyski gamma (Gamma Ray Burst, GRB), najpotężniejsze eksplozje obserwowane obecnie we Wszechświecie. Analizie poddano tzw. błyski długie, powstające prawdopodobnie podczas zapadania się jądra wielkiej gwiazdy. Proces prowadzi do narodzin czarnej dziury. Emitowane wtedy promieniowanie gamma jest tak intensywne, że udaje się obserwować nawet obiekty, które eksplodowały zaledwie 400 milionów lat po Wielkim Wybuchu.

Podstawowy problem polegał na oszacowaniu całkowitej energii błysku. W tym celu Dr Ester Piedipalumbo przeanalizowała bazy z danymi o dotychczasowych eksplozjach gamma. Okazało się, że część wybuchów zdarzyła się w galaktykach, do których odległość można było wyznaczyć innymi metodami, na przykład za pomocą supernowych typu Ia. „Skupiliśmy się na takich przypadkach. Zналиśmy odległość do galaktyki, wiedzieliśmy też, ile energii błysku dotarło do Ziemi. Na tej podstawie mogliśmy skalibrować błysk, czyli wyliczyć całkowitą energię eksplozji”, wyjaśnia prof. Demiański.

Kolejnym krokiem były poszukiwania statystycznych zależności między różnymi cechami promieniowania emitowanego podczas błysku gamma a całkowitą energią wybuchu. Związki te udało się znaleźć. „Nie umiemy podać fizycznego wyjaśnienia, dlaczego niektóre własności błysków gamma są ze sobą powiązane”, podkreśla prof. Demiański. „Potrafimy jednak powiedzieć, że jeśli zarejestrowane promieniowanie ma takie a nie inne cechy, to błysk musiał mieć taką a nie inną energię. Dzięki temu możemy używać błysków jako świec standardowych, do pomiaru odległości”.

Zespół naukowców z uniwersytetów w Warszawie i Neapolu przeanalizował dane zgromadzone przez astronomów. Bardzo odległe błyski gamma zdarzają się dość rzadko. Katalog Amanti liczył 95 takich zjawisk i okazał się zbyt skąpy, by na jego podstawie jednoznacznie rozstrzygnąć, jaki charakter ma ciemna energia. „To nieco rozczarowująca wiadomość. Ważny jest jednak fakt, że narzędzie do weryfikowania hipotez o budowie Wszechświata jest już w naszych rękach. Teraz pozostaje tylko czekać na kolejne kosmiczne fajerwerki”, podsumowuje prof. Demiański.

Niedostateczna ilość materiału obserwacyjnego pozostaje głównym problemem w analizie danych dotyczących błysków gamma. Z tego powodu wiele grup astronomów i astrofizyków łączy wysiłki by jak najszybszej i jak najdokładniej je rejestrować. Jednym z takich przedsięwzięć jest „Pi of the Sky”, projekt zrobotyzowanego przeszukiwania dużych obszarów nieba w czasie rzeczywistym, współrealizowany przez Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.

MATERIAŁY GRAFICZNE:

HR: [Wizja artystyczna wybuchu gwiazdy prowadzącego do powstania błysku gamma. \(Źródło: FUW/Tentaris/Maciej Frołow\)](#)