

Niezwykła populacja czarnych dziur

10 września 2020

Międzynarodowa grupa badaczy wykryła fale grawitacyjne z układu dwóch czarnych dziur, które połączyły się, tworząc czarną dziurę 142 razy masywniejszą niż Słońce. Utworzony obiekt to najbardziej masywna czarna dziura, jaką wykryto za pomocą fal grawitacyjnych. W pracach uczestniczyli naukowcy z Polski.

O odkryciu poinformowały m.in. międzynarodowe konsorcja Virgo i LIGO, a także Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Warszawskiego, Narodowe Centrum Badań Jądrowych, a także liczne instytuty zagraniczne.

Fale grawitacyjne to jeden z efektów przewidywanych przez ogólną teorię względności Alberta Einsteina. Są to rozchodzące się drgania pola grawitacyjnego. Ich źródłem są obiekty poruszające się z przyspieszeniem. Aby fale grawitacyjne dało się wykryć, masy i przyspieszenia muszą być bardzo duże. Po raz pierwszy obserwacyjne fale grawitacyjne udało się wykryć w 2015 roku.

Od tamtej pory wykryto więcej takich zdarzeń, głównie od zderzeń czarnych dziur. Najnowsza detekcja została ogłoszona w tym tygodniu przez konsorcjum LIGO i Virgo. Dotyczy sygnału fali grawitacyjnej zarejestrowanego 21 maja 2019 r. przez trzy detektory interferometryczne, jeden Virgo i dwa LIGO. Detekcja została oznaczona jako GW190521.

Detekcja jest niezwykła, bowiem pochodzi ze zdarzenia, w wyniku którego utworzyła się najbardziej masywna czarna dziura, jaką kiedykolwiek wykryto za pomocą fal grawitacyjnych. Znajduje się ona w zakresie mas, w którym nigdy wcześniej nie obserwowano czarnych dziur: ani za pomocą fal grawitacyjnych, ani obserwacji elektromagnetycznych. W

zdarzeniu GW190521 połączyły się ze sobą czarne dziury o masach 66 i 85 mas Słońca, tworząc nową o masie około 142 mas Słońca. Przypadki czarnych dziur o wszystkich tych trzech masach nie były do tej pory obserwowane przez naukowców.

„Odkrycie GW190521 jest bez wątpienia dużym wyzwaniem dla współczesnej astrofizyki, kosmologii i fizyki fundamentalnej. Po raz pierwszy zaobserwowaliśmy koalescencje dwóch czarnych dziur o tak nietypowych masach i powstanie średnio-masywnej czarnej dziury. Było to najbardziej energetyczne i najbardziej odległe od Ziemi zdarzenie, jakie udało się zarejestrować w falach grawitacyjnych. Wraz ze wzrostem czułości detektorów będziemy obserwować coraz więcej zjawisk z wczesnego Wszechświata” – mówi prof. Dorota Rosińska, członkini polskiego zespołu Virgo-Polgraw, cytowana w komunikacie prasowym Uniwersytetu Warszawskiego.

Być może odkrycie będzie krokiem w wyjaśnieniu powstawania czarnych dziur o masie pośredniej. Czarne dziury generalnie dzielą się na te o masie gwiazdowej (np. kilka, kilkanaście mas Słońca) oraz tzw. supermasywne czarne dziury o masach setek tysięcy, milionów, a nawet miliardów mas Słońca. Te drugie rezydują w centrach galaktyk, np. taki obiekt w centrum Drogi Mlecznej ma około 4 milionów mas Słońca. Istnieje też grupa obiektów o masie pośredniej pomiędzy gwiazdowymi, a supermasywnymi czarnymi dziurami. Granice są tutaj płynne, ale można przyjąć, że czarne dziury o masie pośredniej mają od 100 mas Słońca do stu tysięcy mas Słońca.

Być może supermasywne czarne dziury powstają z łączenia się tych o masie pośredniej. Taka hipoteza jest obecnie przedmiotem dociekań naukowców. Trudno jest na razie uzyskać dowody, gdyż kandydatek na czarne dziury o masie pośredniej jest znanych niewiele, a GW190521 jest pierwszą tego typu kandydatką zaobserwowaną na falach grawitacyjnych. Przedział mas od 100 do 1000 mas Słońca nazywany jest „pustynią”, gdyż brakuje obserwacji czarnych dziur w tym zakresie.

Masy dwóch czarnych dziur, które zderzyły się w GW190521, same w sobie stanowią wyzwanie dla modeli astrofizycznych opisujących zapadanie się (kolaps) najmasywniejszych gwiazd pod koniec ich życia. Teoria przewiduje, że najbardziej masywne gwiazdy są całkowicie rozrywane przez wybuch supernowej i nie pozostawiają po sobie czarnej dziur, a jedynie rozrzucony dookoła gaz i pył. Natomiast w „zwykłym” wybuchu supernowej, od nie aż tak ekstremalnie masywnej gwiazdy, powstaje dodatkowo czarna dziura albo gwiazda neutronowa. Nie spodziewano się więc istnienia czarnych dziur o masach od 60 do 120 mas Słońca.

„Istnieje kilka scenariuszy przewidujących powstawanie czarnych dziur w tzw. przerwie masowej związanej z niestabilnością par: mogą one być związane z łączeniem się mniejszych czarnych dziur lub ze zderzeniem (wielu) masywnych gwiazd, a nawet z bardziej egzotycznymi procesami. Jest także możliwe, że musimy uaktualnić nasze obecne rozumienie końcowych etapów życia gwiazd i wynikających z nich ograniczeń na masy powstających czarnych dziur. Tak czy inaczej, GW190521 jest bardzo ważnym wkładem w badania nad powstawaniem czarnych dziur” – mówi prof. Michela Mapelli z Uniwersytetu w Padwie i INFN, współpracujący z Virgo.

W publikacji dotyczącej odkrycia czytamy, iż kilka różnych scenariuszy jest nadal zgodnych z przedstawionymi wynikami i nawet hipoteza, że składniki układu mogą być pierwotnymi czarnymi dziurami (powstałymi tuż po Wielkim Wybuchu), nie została odrzucona przez naukowców. Naukowcy szacują, że koalescencja (złączenie się czarnych dziur) miała miejsce około 7 miliardów lat temu, czyli w głębokiej przeszłości Wszechświata. W porównaniu do poprzednich detekcji fal grawitacyjnych, obserwowany sygnał GW190521 trwał dużo krócej, co utrudnia analizę.

Artykuły naukowe informujące o odkryciu opublikowano w „Physical Review Letters” oraz „Astrophysical Journal Letters”. Praca opisująca GW190521 jest wynikiem współpracy

ponad tysiąca naukowców z całego świata zrzeszonych w konsorcjum LIGO-Virgo, w tym szesnastu z Polski.

Projekt Virgo obejmuje około 580 naukowców, inżynierów i techników ze 109 instytutów z 13 krajów, głównie europejskich: Belgii, Francji, Grecji, Hiszpanii, Holandii, Irlandii, Japonii, Monako, Niemiec, Portugalii, Węgier, Włoch oraz Polski. Amerykańskim odpowiednikiem jest projekt LIGO, który posiada dwa detektory w USA. W projekcie mają udział też instytuty spoza Stanów Zjednoczonych. Łącznie w ramach konsorcjum LIGO pracuje około 1300 naukowców z całego świata. LIGO i Virgo ściśle ze sobą współpracują.

Źródło: NaukawPolsce.PAP.pl