

Virgo i LIGO ogłaszają odkrycie niezwyklego obiektu łączącego się z czarną dziurą

Virgo i LIGO ogłaszają odkrycie zwartego obiektu o masie około 2,6 mas Słońca, co umieszcza go w przedziale mas między najcięższą znaną gwiazdą neutronową, a najlżejszą czarną dziurą. Około 800 milionów lat temu w układzie podwójnym obiekt ten połączył się z czarną dziurą o masie około 23 mas Słońca. Zjawisko to było przyczyną silnej emisji fal grawitacyjnych. Natura tego obiektu pozostaje tajemnicą, ponieważ sama obserwacja fal grawitacyjnych wykrytych na Ziemi w sierpniu 2019 roku nie pozwala nam rozróżnić, czy zwarty obiekt jest czarną dziurą czy gwiazdą neutronową.

Od dawna astronomowie próbują rozwiązać problem braku obserwacji zwartych obiektów o masach od około 2,5 do 5 mas Słońca. Ten niezbadany zakres mas, najwyraźniej zbyt małych dla czarnych dziur, a jednocześnie zbyt dużych dla gwiazd neutronowych, jest znany w astronomii pod nazwą „przerwa masowa”. Zarówno gwiazdy neutronowe jak i czarne dziury powstają z bardzo masywnych gwiazd, które -- gdy zabraknie im paliwa jądrowego -- eksplodują jako supernowe. To, co pozostało po eksplozji, zależy od tego jaka część jądra gwiazdy przetrwa wybuch. Lżejsze rdzenie zwykle tworzą gwiazdy neutronowe, natomiast cięższe zapadają się w czarne dziury. Zrozumienie, czy rzeczywiście istnieje przerwa masowa we wspomnianym zakresie i dlaczego, była dla naukowców zagadką od dziesięcioleci.

Obecnie współpraca naukowa prowadząca detektor Advanced Virgo w Europejskim Obserwatorium Grawitacyjnym (EGO) w pobliżu Pizy we Włoszech oraz dwa detektory Advanced LIGO w USA ogłosiła odkrycie obiektu o masie około 2,6 masy Słońca, tj. w zakresie przerwy masowej, kwestionując w ten sposób jej istnienie. Natura samego obiektu pozostaje tajemnicą, ponieważ same obserwacje fal grawitacyjnych nie pozwalają nam rozróżnić, czy jest to czarna dziura czy gwiazda neutronowa. Około 800 milionów lat temu obiekt połączył się z czarną dziurą o masie 23 mas Słońca, tworząc w ten sposób końcową czarną dziurę około 25 bardziej masywną niż Słońce. Połączenie to stało się źródłem silnego sygnału fal grawitacyjnych nazwanego GW190814, który został zarejestrowany w dniu 14 sierpnia 2019 r. przez trzy tworzące globalną sieć detektory. Odkrycie zostało właśnie opublikowane w *The Astrophysical Journal Letters*.

„Po raz kolejny obserwacje fal grawitacyjnych rzucają światło na nieznaną. Najlżejszy obiekt w tym układzie ma masę, której nigdy wcześniej nie zaobserwowano”, mówi Giovanni Losurdo z Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (Włochy) i rzecznik współpracy Virgo. „To odkrycie rodzi nowe pytania. Jaka jest natura odkrytego układu? W jaki sposób powstał ten nietypowy układ podwójny? Detektory Virgo, LIGO, a wkrótce także KAGRA w Japonii, będą nadal poszukiwać odpowiedzi i przesuwac granice tego, co wiemy o naszym wspólnym domu, kosmosie.”

Inną istotną cechą odkrytego zjawiska jest to, że stosunek mas łączących się obiektów w układzie podwójnym ma największą jak do tej pory zarejestrowaną wartość: masa cięższego obiektu zwartego jest około 9 razy większa od masy lżejszego.

„Wykrywanie takich nowych klas zdarzeń przesuwane przez nas modele i narzędzia analityczne do granic ich możliwości”, mówi Ed Porter, badacz w konsorcjum współpracy Virgo w CNRS i współprzewodniczący grupy analizującej sygnały fal grawitacyjnych emitowane przez koalescencje (zderzenie/łączenie się) obiektów zwartych w układach podwójnych, w ramach konsorcjum LIGO i Virgo. „Chociaż wciąż niewiele wiemy o tym układzie to sam fakt, że po raz pierwszy w historii nauki obserwujemy tak nietypowy system jak GW190814 kolejny raz potwierdza, że astronomia fal grawitacyjnych jest ekscytującą dziedziną nauki”.

Nietypowy silny sygnał został wykryty przez wszystkie trzy detektory sieci LIGO-Virgo, przy całkowitym stosunku sygnału do szumu wynoszącym 25. Głównie dzięki opóźnieniu między czasami nadejścia sygnału w poszczególnych detektorach, tj. dwóch detektorach Advanced LIGO w USA i detektorze Advanced Virgo we Włoszech, sieć trzech detektorów była w stanie zlokalizować źródło sygnału na niebie w obszarze o polu około 19 stopni kwadratowych.

Zaraz po tym jak detektory LIGO i Virgo zarejestrowały sygnał, został wysłany alert do szerokiej społeczności astronomicznej. Wiele teleskopów zarówno naziemnych jak i kosmicznych wzięło udział w poszukiwaniu fal elektromagnetycznych pochodzących ze źródła GW190814. Niestety, w odróżnieniu od słynnej detekcji fal grawitacyjnych z układu dwóch gwiazd neutronowych GW170817, z sierpnia 2017 r., która dała początek tak zwanej astronomii wieloaspektowej, w przypadku GW190814 nie udało się wykryć stowarzyszonego sygnału elektromagnetycznego.

Według naukowców ze współpracy Virgo i LIGO wydarzenie z 14-stego sierpnia 2019 r. nie zostało zaobserwowane w falach elektromagnetycznych z kilku przyczyn. Po pierwsze, źródło sygnału GW190814 było sześć razy dalej niż dla sygnału GW170817, co utrudniło odbiór jakichkolwiek sygnałów świetlnych. Po drugie, jeśli w kolizji wzięły udział dwie czarne dziury, to prawdopodobnie nie zostało wyemitowane światło. Po trzecie, jeśli mniejszy obiekt w układzie był rzeczywiście gwiazdą neutronową, jego 9-krotnie bardziej masywny partner - czarna dziura - mogła pochłonąć go w całości i w takim przypadku nie przewidywana jest emisja światła.

„Myślę o komputerowym bohaterze gry Pac-Manie jedzącym mały trójkąt” - mówi Vicky Kalogera, uczona z konsorcjum LIGO, profesor Uniwersytetu Northwestern. „Gdy masy łączących się składników układu podwójnego są bardzo różne, czarna dziura pochłania na raz całą, znacznie lżejszą od niej gwiazdę neutronową”.

Natura lżejszego obiektu zwanego w układzie podwójnym, z którego zarejestrowano sygnał 14 sierpnia 2019 roku pozostaje tajemnicą.

„Wyjaśnienie mechanizmu powstania zaobserwowanego układu podwójnego jest niezwykle trudne. Unikatowe, w przypadku tego układu podwójnego, zarówno stosunek mas jak i wartości samych mas stanowią wyzwanie dla wszystkich obecnych modeli astrofizycznych”, wyjaśnia Mario Spera, badacz Virgo Collaboration na Uniwersytecie w Padwie, obecnie na Uniwersytecie Northwestern. „Sądzymy, że niektóre obszary, takie jak młode i gęste gromady gwiazdowe oraz aktywne jądra galaktyk, mogą sprzyjać tworzeniu się układów podwójnych o tak ekstremalnym stosunku mas. Obserwacje wszechświata po raz kolejny pokazują, że wciąż nie znamy wszystkich możliwych scenariuszy tworzenia i ewolucji zwartych obiektów, oraz że prawdopodobnie musimy zrewidować niektóre z naszych obecnych pomysłów na temat ich powstawania.”

Przyszłe obserwacje Virgo, LIGO i innych detektorów umożliwią odkrycie podobnych zdarzeń i pomogą odpowiedzieć na liczne pytania, które pojawiły się dzięki GW190814.

Dodatkowe informacje o obserwatoriach fal grawitacyjnych:

Współpraca Virgo składa się obecnie z około 550 członków ze 106 instytucji w 12-stu różnych krajach w tym z Belgii, Francji, Niemiec, Węgier, Irlandii, Włoch, Holandii, Polski, Portugalii i Hiszpanii. Europejskie Obserwatorium Grawitacyjne (EGO) mieści detektor Virgo, znajdujący się w okolicy Pizy we Włoszech i jest finansowane przez Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) we Francji, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) we Włoszech i Nikhef w Holandii. Lista grup współpracy Virgo znajduje się na stronie <http://public.virgo-gw.eu/the-virgo-collaboration/>. Więcej informacji jest dostępnych na stronie internetowej współpracy Virgo pod adresem <http://www.virgo-gw.eu>.



LIGO jest finansowany przez NSF i prowadzone przez Caltech i MIT, które zaprojektowały detektory LIGO i kierują projektem. Wsparcie finansowe dla projektu Advanced LIGO było prowadzone przez NSF, przy podjęciu znaczących zobowiązań przez instytucje z Niemiec (Max Planck Society), Wielkiej Brytanii (Science and Technology Facilities Council) i Australii (Australian Research Council-OzGrav). Około 1300 naukowców z całego świata bierze udział w badaniach w ramach współpracy naukowej LIGO, która obejmuje też współpracę GEO. Lista dodatkowych partnerów jest dostępna na stronie <https://my.ligo.org/census.php>.

Treść multimedialna

Link to images...

Wśród materiałów komunikacyjnych znajduje się wideo francuskiego artysty Alexa Andrixa, który stworzył wizję artystyczną, zainspirowany odkryciem GW190814 przez Virgo i LIGO.

Link...

Kontakt z mediami

EGO

Vincenzo Napolano
napolano@ego-gw.it
+393472994985

Virgo

Livia Conti
livia.conti@pd.infn.it

Caltech

Whitney Clavin
wclavin@caltech.edu
[626-390-9601](tel:626-390-9601)

MIT

Abigail Abazorius
abbya@mit.edu
617-253-2709

NSF

Josh Chamot
jchamot@nsf.gov
[703-292-4489](tel:703-292-4489)