

Prosto z nieba: Ciężkie czarne dziury o masach gwiazdowych

Zjawisko zaszło w odległości 3 miliardów lat świetlnych stąd, czyli ponad dwukrotnie dalej niż układy odkryte poprzednio. Oznacza to, że detektory LIGO są dostatecznie czułe, by wykryć tego typu zjawiska w kuli o promieniu 1 Gpc! W tej objętości znajduje się 10^7 galaktyk podobnej do naszej.

Na początku czerwca zespoły naukowe LIGO (USA) i Virgo (projekt europejski, w którym uczestniczy także polska grupa badawcza) przedstawiły wyniki analizy trwającej wciąż kampanii obserwacyjnej O2: trzecią bezpośrednią detekcję fal grawitacyjnych. Sygnał został wykryty 4 stycznia 2017 i nazwany GW170104. Powstał on, podobnie jak poprzednie, w wyniku zapadnięcia się układu podwójnego masywnych czarnych dziur.

Masy składników oszacowano na 31 i 19 M_{\odot} . W wyniku ich połączenia powstała większa, wirująca (spin $\simeq 0,6$) czarna dziura o masie około 50 M_{\odot} . Oszacowanie masy znajduje się pomiędzy wartościami dla czarnych dziur w GW150914 i GW151226 i wynoszących, odpowiednio, 62 i 21 M_{\odot} . Masy te są znacznie większe niż znane z obserwacji promieniowania rentgenowskiego (emitowanego podczas akrecji materii ze zwykłej gwiazdy w układzie podwójnym) w naszej Galaktyce. Odkryliśmy zatem zupełnie niespodziewaną populację ciężkich czarnych dziur o masie „gwiazdowej”.

Najnowsza obserwacja dostarcza wskazówek o orientacji osi obrotu każdej z czarnych dziur. W zasadzie mogą się one obracać wokół osi dowolnie zorientowanych względem siebie i względem płaszczyzny, w której leżą ich orbity. Analiza danych sugeruje, że jeśli czarne dziury w GW170104 rotowały, to oś obrotu co najmniej jednej z nich nie jest równoległa do orbitalnego momentu pędu. To z kolei wywołuje pytanie, jak taki układ mógł powstać. Jedną z możliwości jest wspólna ewolucja dwóch masywnych gwiazd, które starzejąc się w układzie podwójnym, wybuchają kolejno jako supernowe, tworząc układ czarnych dziur. Emisja energii w falach grawitacyjnych zacieśnia orbitę aż do katastrofalnego końca obserwowanego jako GW170104. W tym przypadku spodziewalibyśmy się jednak raczej uporządkowanego (równoległego do orbitalnego momentu pędu) ustawienia osi rotacji czarnych dziur, odtwarzającego osie rotacji gwiazd, z których powstały. Alternatywnym sposobem wyprodukowania układu z losowo skierowanymi osiami obrotu jest przechwycenie jednej dziury przez drugą, np. w gęstym wnętrzu gromady kulistej. Obie możliwości są interesujące: wspólna ewolucja dwóch gwiazd oznacza, że musiały być bardzo masywne na początku ewolucji i zachować dostatecznie dużo masy do końca życia, należy jednak wyjaśnić niestandardową orientację osi obrotu. Tworzenie się układów podwójnych czarnych dziur w gromadach kulistych oznacza natomiast, że, być może, zyskują one masę stopniowo, przez kolejne kolizje.

Utrata masy jest proporcjonalna do zawartości pierwiastków cięższych od helu (odpowiedzialnych za nieprzezroczystość materii, a co za tym idzie, za ilość wiatru gwiazdowego zwiewanego z gwiazdy przez jej własne promieniowanie), gwiazdy musiałyby zawierać ich dużo mniej niż wynosi przeciętna w naszej Galaktyce.

Detekcja GW170104 posłużyła też do zbadania związku dyspersyjnego dla fal grawitacyjnych. Według ogólnej teorii względności fale podróżują zawsze z prędkością światła i nie ulegają dyspersji, ale ogólniejsze alternatywne teorie dopuszczają możliwość, że fale o różnych długościach poruszają się z różnymi prędkościami. Obserwacje bardzo mocno ograniczyły tę swobodę. Uzyskano także nowe górne ograniczenie na masę grawitonu: $7,7 \cdot 10^{-23}$ eV/c².

Michał BEJGER

Niebo w sierpniu

Sierpniowe noce słyną przede wszystkim z corocznego roju meteorów Perseidów, promieniujących prawie przez cały miesiąc nad wschodnim widnokrzem. Oprócz nich promieniuje jeszcze kilka dużo słabszych rojów, z których u nas dobrze widoczne są tylko κ Cygnidy mające swoje maksimum aktywności kilka dni po Perseidach. Oprócz meteorów na nocnym niebie świecą planety: Saturn na niebie wieczornym, Uran z Neptunem, gdy się już dobrze ściemni oraz Wenus na niebie porannym. Mars przebywa blisko Słońca i jest niewidoczny, natomiast Jowisza można obserwować

tylko tuż po zmierzchu, nisko nad horyzontem. Oczywiście warto śledzić wędrówkę Księżyca, który poza spotkaniami z planetami zakryje kilka dość jasnych gwiazd w gwiazdozbiorach Wieloryba i Byka. Srebrny Glob stanie się w sierpniu bohaterem dwóch zdarzeń widocznych na sporej części Ziemi: najpierw, 7 sierpnia, Księżyc w pełni zahaczy o cień naszej planety (nad Polską wszędzie już zaćmiony), natomiast 21 sierpnia, podczas nowiu, zakryje on na krótki czas Słońce, doprowadzając do zaćmienia całkowitego. Tym razem Europa ma pecha, ponieważ zjawisko będzie widoczne

tylko z USA. W tym miesiącu dzień skraca się o dwie godziny. Stąd na obserwacje nocnego nieba można przeznaczać coraz więcej czasu.

Perseidy zaczynają pojawiać się pod koniec lipca i promieniają przez miesiąc. Początkowo zjawisk jest mało, lecz w okolicach maksimum aktywności, zawsze około 12 sierpnia, można spodziewać się nawet ponad 100 meteorów na godzinę. Niestety, w tym roku w obserwacjach roju przeszkadzał będzie silny blask Księżyca po pełni, przez co liczba zaobserwowanych zjawisk raczej nie osiągnie tego poziomu. Drugi z sierpniowych rojów, κ Cygnidy, maksimum swojej aktywności ma około 19 sierpnia, zatem w ich obserwacji Srebrny Glob nie będzie przeszkadzał. Jednak ten rój jest znacznie mniej obfity. Podczas maksimum można spodziewać się mniej niż 5 zjawisk na godzinę.

Z widocznych w sierpniu planet Układu Słonecznego bardzo dobre warunki ma tylko Saturn, który pod koniec miesiąca zmieni kierunek swojego ruchu z wstecznego na prosty, co oznacza, że jego najlepszy okres widoczności właśnie się kończy. Jednak jednocześnie ze zbliżaniem się Saturna do Słońca dzień się skraca, zatem pogarszanie się warunków jego obserwacji nastąpi stosunkowo wolno. Saturn w tym miesiącu prawie nie będzie zmieniał położenia względem okolicznych gwiazd, przebywając cały czas mniej niż 1° od gwiazdy 4. wielkości ξ Oph. Blask planety osłabnie w tym czasie z $+0,3$ do $+0,4^m$, tarcza zaś zmniejszy się z 18 do 17 sekund kątowych. Saturna czekają w sierpniu dwa spotkania z Księżycem: pierwsze 2 i 3 sierpnia, przy fazie Srebrnego Globu ponad 80%, drugie – 30 sierpnia, przy fazie o 20% mniejszej.

Przez prawie całe noce widoczne są ostatnie dwie planety Układu Słonecznego, czyli Neptun i Uran. Pierwsza z nich zbliża się do wrześniowej opozycji i wschodzi niedługo po zmierzchu. Druga natomiast wschodzi mniej więcej godzinę po pierwszej, a jej opozycja przypada w końcu drugiej dekady października. Neptun porusza się ruchem wstecznym, niedaleko dość jasnej gwiazdy λ Aquarii. W trakcie miesiąca Neptun zmniejszy dystans do niej ze 120 do 80 minut kątowych, będąc cały czas na wschód od niej. Blask planety to $+7,8^m$, stąd do jej zaobserwowania potrzeba przynajmniej lornetki. Uran zmieni kierunek swojego ruchu na początku sierpnia i przez cały miesiąc świecić będzie niewiele ponad 1° od gwiazdy 4. wielkości o Psc, przy czym jasność samej planety to $+5,7$ wielkości gwiazdowej. Zatem można ją dostrzec gołym okiem, ale lornetka na pewno ułatwi jej odszukanie i identyfikację. Księżyc spotka się z tymi planetami w środku miesiąca. Najpierw, 10 sierpnia, z Neptunem, przy fazie 95%. U nas oba ciała niebieskie oddzieli dystans ponad $1,5$ stopnia, natomiast na oceanie na południe od Afryki i na Antarktydzie dojdzie do zakrycia tej planety przez Księżyc. Z Uranem Srebrny Glob spotka się 3 dni później, przy tarczy oświetlonej w 73%.

Pojawiająca się na nieboskłonie w drugiej połowie nocy planeta Wenus przez cały miesiąc oddala się od Ziemi

i zbliża kątowo do Słońca, lecz czyni to powoli, stąd jej warunki obserwacyjne będą zmieniać się niewiele. W sierpniu blask planety wyniesie około -4^m . W trakcie miesiąca tarcza planety zmniejszy się z 15 do 12 sekund kątowych, faza zaś urośnie z 74 do 83%. Prawie cały miesiąc Wenus spędzi w gwiazdozbiornie Bliźniąt, przechodząc pod koniec sierpnia do Raka i zbliżając się do gromady otwartej gwiazd M44. 1 września Wenus minie ją w odległości nieco ponad 1° . Na 19 sierpnia planeta ma zaplanowane spotkanie z Księżycem w fazie 9%.

Srebrny Glob zacznie miesiąc w fazie po I kwadrze, 7 sierpnia przechodząc przez pełnię, 15 – przez ostatnią kwadrę, 21 – przez now i 29 sierpnia przez I kwadrę. Zatem jego blask nie będzie dokuczał w drugiej połowie miesiąca – nawet wtedy, gdy jego faza już sporo urośnie, a to ze względu na niekorzystne nachylenie ekliptyki do wieczornego widnokręgu, przez co Księżyc po nowiu zniknie z nieboskłonu zaraz po Słońcu. Oprócz spotkań z planetami Srebrny Glob zasłoni swoją tarczą kilka jasnych gwiazd. Niektóre z zakryć będzie można obserwować z Polski. Pierwsze z nich zdarzy się w nocy z 13 na 14 sierpnia, gdy tuż po godzinie 1 na prawie 60 minut za księżycową tarczą w fazie 62% zniknie gwiazda $\xi 2$ Cet, mająca jasność $+4,3^m$. Dobę później, tuż po godzinie 5. Księżyc w ostatniej kwadrze przesłoni jaśniejszą o $0,2^m$ gwiazdę 5 Tau, zaś jeszcze kolejnej nocy, z 15 na 16 sierpnia, Księżyc w fazie 36% przejdzie przez gromadę otwartą gwiazd Hiady. Seria zakryć jej jasnych gwiazd zacznie się po godzinie 1 od przesłonięcia świecącej z jasnością $+3,6^m$ gwiazdy γ Tauri, z tym że to zjawisko da się dostrzec jedynie na południowy wschód od linii, łączącej Dorohusk przez Dębicę z Nowym Targiem. Następnie, jeszcze z terenu Polski, widoczne będą zakrycia gwiazd 70, 71 oraz $\theta 1$ i 2 Tauri (ostatnie dwie gwiazdy już na jasnym tle nieba). Zakrycie Aldebarana nastąpi wtedy, gdy będzie on jeszcze nad widnokresem, lecz stanie się to w dzień, kilka minut po godzinie 9 naszego czasu. 17 sierpnia nad ranem Księżyc w fazie 27% zakryje gwiazdę 5. wielkości 115 Tau.

Jednak najciekawsze widoczne z Europy zjawisko związane z Księżycem w tym miesiącu to jego częściowe zaćmienie wieczorem 7 sierpnia. Pełne zaćmienie widoczne będzie w Australii, środkowej części Azji, wschodniej Afryce i na Antarktydzie. Faza maksymalna zaćmienia, około godziny 20:22 naszego czasu, wyniesie zaledwie 25%. O tej porze w wielu rejonach Polski Srebrny Glob będzie jeszcze pod widnokresem (np. w Łodzi Księżyc wędzie w momencie maksymalnego zaćmienia). Zjawisko najlepiej widoczne będzie w Bieszczadach, gdzie w fazie maksymalnej Księżyc znajdzie się na wysokości 2° nad południowo-wschodnim widnokresem i będzie już 10 minut po zachodzie Słońca. Natomiast w Szczecinie przez fazę maksymalną Księżyc przejdzie jeszcze przed swoim wschodem. Jednak w całej Polsce nad widnokresem pojawi się wyraźnie wyszczerbiony Księżyc.

Ariel MAJCHER