



Kwiecień jest trzecim kolejnym miesiącem roku, w którym Słońce szybko wędruje na północ, zwiększając wysokość górowania o następne 10° . Po zmianie czasu na letni na początku kwietnia Słońce zachodzi po godzinie 19, a pod jego koniec już po 20.

Miesiąc zacznie się mocnym akcentem, którym jest zakrycie Plejad przez Księżyc w fazie 16%. 1 kwietnia Srebrny Glob przejdzie przez południowo-zachodnią część gromady, zakrywając m.in. Electrę (17 Tau), Merope (23 Tau), Alcyone (25 Tau), Atlas (27 Tau) i Pleione (28 Tau) oraz charakterystyczny warkocz słabszych gwiazd na południowy wschód od nich. Polska znajdzie się na wschodnim krańcu pasa zakrycia, stąd na terenie naszego kraju nie da się zaobserwować zakrycia dwóch ostatnich z wymienionych gwiazd, natomiast w przypadku Merope i Alcyone w całej Polsce widoczne będzie ich zakrycie, odkrycie zaś – tylko w północno-zachodniej części kraju. Pierwsza z jasnych gwiazd Plejad zniknie za ciemnym brzegiem księżycowej tarczy około godziny 22:45, niecałe 1,5 godziny przed zachodem obu ciał niebieskich.



Księżyc pozostanie ozdobą nocnego nieba w pierwszej części miesiąca. 2 kwietnia jego faza urośnie do 25% i jednocześnie zbliży się on do Jowisza na mniej więcej 5° . Największą planetę Układu Słonecznego można obserwować tylko w pierwszej części nocy. Początkowo nawet ponad 30° nad zachodnim widnokregiem, ale wraz z upływem miesiąca coraz później zapadający zmierzch sprawi, że planeta obniży swoje położenie do mniej niż 15° . W tym czasie jej jasność spadnie do -2^m , a średnica tarczy do $34''$. 16 kwietnia dojdzie do ciekawej konfiguracji księżyców galileuszowych planety: wieczorem na jej tarczy pokaże się Ganymedes, a Kallisto przejdzie tuż na południe od niej.

4 kwietnia naturalny satelita Ziemi pokaże tarczę oświetloną w połowie, kolejnej zaś nocy spotka się z Marsem oraz Kastorem i Polluksem w Bliźniętach. Około godziny 21:30 Księżyc zajmie pozycję niecałe 2° na północ od Czerwonej Planety i jednocześnie 3° na południe od Polluksa. Mars w kwietniu pokona na niebie 12° , zaczynając miesiąc niecałe $0,5^\circ$ od świecącej z jasnością obserwowaną $+3,5^m$ gwiazdy κ Gem, a do jego końca dotrze na 2° do gromady otwartej gwiazd M44 w Raku. Planeta szybko oddala się od nas, co spowoduje, że do końca kwietnia jasność Marsa spadnie do $+1^m$, a średnica tarczy do $6''$. Wciąż duża jest jego faza, która wynosi prawie 90% i jest widoczna przez teleskopy.

6 dnia miesiąca Księżyc pokaże fazę 68% i zbliży się na niecałe $0,5^\circ$ do gwiazdy Asellus Borealis, czyli północno-wschodniego rogu trapezu gwiazd otaczających wspomnianą już M44. Dwie doby później jego faza zwiększy się do 85% i znajdzie się on w centralnej części gwiazdozbioru Lwa, 3° od Regulusa. W nocy z 12 na 13 kwietnia Srebrny Glob przejdzie przez pełnię, wschodząc 3° od Spiki, najjaśniejszej gwiazdy Panny. W trakcie nocy dystans między oboma ciałami niebieskimi zmniejszy się do 1° .

Po pełni naturalny satelita Ziemi odwiedzi najbardziej na południe wysuniętą część swojej orbity, przechodząc jednocześnie głęboko pod ekliptyką. Wskutek tego zajmie on w tym czasie bardzo niskie położenie nad widnokregiem, a w dniach 18 i 19 kwietnia przetnie południk lokalny nawet na wysokości poniżej 10° , i jego obserwacje mogą utrudnić przeszkody terenowe oraz zniekształcenia jego obrazu spowodowane przez naszą atmosferę.

W nocy z 16 na 17 kwietnia Księżyc w fazie 86% wejdzie około północy mniej więcej $1,5^\circ$ od Antaresa,

najjaśniejszej gwiazdy Skorpiona. Warto jednak zwrócić uwagę na znajdującą się wtedy 1° na wschód od księżycowej tarczy słabszą o 2^m gwiazdę τ Scorp, ponieważ w trakcie nocy zniknie ona na godzinę za księżycową tarczą. Zjawisko da się dostrzec na małym obszarze od Morza Północnego po Morze Czarne, z granicami na równoleżniku 60° na północy do Adriatyku i pogranicza bułgarsko-greckiego na południu. W Polsce zakrycie potrwa od około godziny 3:50 do 4:40, a ciekawszy, bo zachodzący przy ciemnym brzegu księżycowej tarczy, koniec zjawiska wydarzy się już przy jaśniejącym niebie.

21 kwietnia nastąpi ostatnia kwadra Księżyca, a przez północy przejdzie on 27 dnia miesiąca. Niestety ze względu na niekorzystne nachylenie ekliptyki obserwacje Księżyca w tym czasie są bardzo trudne. Zupełnie inaczej jest wieczorem. Już 28 kwietnia nisko nad zachodnim horyzontem można dostrzec bardzo cienki sierp Księżyca w fazie 2% niecałą dobę po nowiu. 29 kwietnia ponownie dojdzie do zakrycia Plejad, niestety na dziennym niebie, a wieczorem Księżyc

pokaże się już 7° od nich, prezentując tarczę w fazie 6%. Na zakończenie miesiąca Srebrny Glob w fazie 13% przejdzie 5° na północ od Jowisza.

Jak zawsze w drugiej połowie miesiąca, promieniują Lirydy, których maksimum aktywności przypada około 22 kwietnia. Radiant roju znajduje się jakieś 8° na

południowy zachód od Wagi i wznosi się od zmerchu, by do końca nocy astronomicznej osiągnąć wysokość prawie 70°. W maksimum można spodziewać się około 20 zjawisk na godzinę, a Księżyc nie przeszkodzi w obserwacjach.

Ariel MAJCHER



Prosto z nieba: Znowu ta szczelina

Podczas pierwszych trzech kampanii obserwacyjnych (O1, O2 i O3) współpraca LIGO–Virgo zarejestrowała w sumie 90 potwierdzonych sygnałów fal grawitacyjnych, a od rozpoczęcia kampanii O4 zebrano ich już ponad 200, głównie ostatnich chwil układów podwójnych czarnych dziur. Wynika to oczywiście z lepszej czułości detektorów, a co za tym idzie, z większej objętości Wszechświata, z której nadchodzą do nas sygnały.

Interferometry typu LIGO i Virgo wykorzystują triangulację do określenia pozycji źródła na niebie. Wymaga to jednoczesnej detekcji co najmniej dwóch, a jeszcze lepiej trzech różnych detektorów, aby można było porównać różnice czasowe w przybyciu fali grawitacyjnej oraz różnice amplitud i faz sygnału, do każdego z detektorów. Jeśli działa tylko jeden detektor, można zmierzyć jedynie czas przybycia sygnału i oszacować amplitudę h sygnału, czyli odległość r do zdarzenia, ponieważ $h \propto 1/r$.

A. G. Abac i in., "Observation of Gravitational Waves from the Coalescence of a 2.5 – 4.5 M_{\odot} Compact Object and a Neutron Star", 2024, ApJL 970 L34.

*Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Ferrara, Włochy

Powracamy do kwestii „szczeliny masowej”, czyli hipotetycznej przerwy (luki) w rozkładzie mas gwiazd neutronowych i czarnych dziur, z grubsza pomiędzy 3 a 5 M_{\odot} . Ostatnio pisaliśmy o niej w Δ_{24}^9 , tym razem pojawia się znów z powodu publikacji zespołu LIGO–Virgo–KAGRA (LVK). Detekcja interesującego sygnału GW230529 nastąpiła 29 maja 2023 roku, czyli na początku trwającej wciąż kampanii obserwacyjnej LVK O4 (wiosna 2023 – jesień 2025).

Sygnał GW230529 jest szczególnie interesujący, ponieważ jego źródło – układ podwójny – składał się z obiektu o masie typowej dla gwiazd neutronowych, $1,4_{-0,2}^{+0,6} M_{\odot}$, oraz drugiego, o masie $3,6_{-1,2}^{+0,8} M_{\odot}$, znajdującego się w „szczelinie masowej”. Sygnały z układów podwójnych, zawierające składnik znajdujący się w „szczelinie”, były wcześniej rejestrowane przez detektory LIGO i Virgo, ale ten jest pierwszym, dla którego to masywniejszy składnik się w niej znajduje. Z uwagi na fakt, że w momencie detekcji działał tylko detektor LIGO Livingston (zwany L1), dokładna pozycja sygnału na niebie nie została określona. Pechowo, drugi detektor LIGO (Hanford, H1) był w trakcie uruchamiania, a detektor Virgo (V) był wtedy zupełnie wyłączony. W konsekwencji nie udało się zaobserwować ewentualnego promieniowania elektromagnetycznego, które mogło towarzyszyć ostatnim chwilom GW230529. Modele astrofizyczne przewidują w tym przypadku powstanie tzw. kilonowej, czyli eksplozji gorącej radioaktywnej materii po zderzeniu się składników, albo pływowego rozerwania gwiazdy neutronowej przez czarną dziurę jeszcze przed ostatecznym kolapsem.

Wykrycie GW230529 jest istotne z wielu powodów. Po pierwsze dostarcza kolejnego dowodu na istnienie obiektów zwartych w „szczelinie masowej”, obszarze wcześniej uważanym za słabo „zasiedlony”. Pozostaje oczywiście pytanie o naturę masywniejszego składnika: przypuszczalnie jest to małomasywna czarna dziura, ale nie jest wykluczone, że jest nim bardzo masywna gwiazda neutronowa (byłby to niezwykle prezent dla badaczy bardzo gęstej materii). Z analizy fali, która dotarła do detektora L1, wynika, że masywniejszy składnik miał niezanedbywalny spin χ (bezwymiarowy moment pędu $\chi = cJ/(GM^2)$, J to moment pędu) oszacowany na $\chi = 0,44_{-0,37}^{+0,40}$. Nie jest on jednak tak duży, jak oczekivalibyśmy w przypadku czarnej dziury powstałej z wcześniejszego połączenia się dwóch mniejszych czarnych dziur. Szacuje się, że połączenie dwóch mniejszych nierotujących czarnych dziur prowadzi do powstania czarnej dziury o spinie $\chi \approx 0,7$, który bierze się z transferu orbitalnego momentu pędu układu do spinu końcowego obiektu.

Obserwacja dowodzi, że wcześniejsze modele ewolucji gwiazd i procesów formowania się czarnych dziur mogą wymagać doprecyzowania, ponieważ już widać, że czarne dziury, zwłaszcza te lekkie, mogą tworzyć się na wiele sposobów, m.in. podczas zderzeń gwiazd neutronowych, a być może także w wyniku wybuchów specjalnej klasy asymetrycznych supernowych. Wydaje się więc pewne, że „szczelina masowa” nie jest rzeczywistą luką w rozkładzie mas, lecz raczej odzwierciedleniem dotychczasowych ograniczeń obserwacyjnych. Nie do końca udana obserwacja GW230529 (nie udało się zobaczyć zjawiska w falach elektromagnetycznych) ma jednak istotne znaczenie dla „tradycyjnej” astrofizyki, skoro zarejestrowaliśmy GW230529, to w przyszłości wykryjemy więcej zdarzeń tego typu, potencjalnie z towarzyszącymi im sygnałami elektromagnetycznymi. Dostarczą one informacji o właściwościach i zachowaniach obiektów zwartych w tym zakresie mas.

Michał BEJGER*