

## Prosto z nieba: Masa Galaktyki

Masa Drogi Mlecznej jest jedną z najbardziej istotnych wielkości, jakie astronomowie mogą wyznaczyć. Pomimo dziesięcioleci intensywnego wysiłku otrzymane szacunki masy Drogi Mlecznej różnią się znacząco, wahając się od 500 miliardów do 3 bilionów mas Słońca ( $M_{\odot}$ ). Ta duża niepewność wynika przede wszystkim z różnych metod stosowanych do pomiaru rozkładu ciemnej materii, która stanowi około 90% masy Galaktyki. Ciemna materia jest odpowiedzialna m.in. za wytwarzanie potencjału grawitacyjnego, w którym zanurzony jest dysk Galaktyki. Problemem jest oczywiście fakt, że tego, czego nie widać, nie można badać metodami astronomicznymi, czyli analizą emitowanych fotonów. Prowadzi to do dużej niepewności pomiarowej.

Biorąc pod uwagę tajemniczą naturę ciemnej materii, zespół obserwatorów ([iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4357/ab089f/meta](http://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4357/ab089f/meta)) do oszacowania masy Drogi Mlecznej użył sprytnej metody, która polegała na pomiarze prędkości gromad kulistych.

Gromady kuliste to gęste skupiska gwiazd, które krążą w dużych odległościach wokół spiralnego dysku Galaktyki.

Najdokładniejszych do tej pory pomiarów dokonano, łącząc dane z misji Gaia Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) z obserwacjami teleskopu kosmicznego Hubble'a (NASA/ESA). Satelitarny teleskop Gaia, znajdujący się w punkcie Lagrange'a  $L_2$  pomiędzy Ziemią a Słońcem, został zaprojektowany do stworzenia precyzyjnej trójwymiarowej mapy obiektów astronomicznych i do śledzenia ich ruchów. Najnowsze dane obejmują pomiary pozycji gromad kulistych znajdujących się aż do 65 000 lat świetlnych od Ziemi.

Zespół badaczy połączył te dane z obserwacjami teleskopu Hubble'a słabych i odległych gromad kulistych, znajdujących się nawet 130 000 lat świetlnych od Ziemi. Ponieważ teleskop Hubble'a obserwował niektóre z tych obiektów nawet przez 10 lat, możliwe było dokładne wyznaczenie prędkości tych gromad.

Im bardziej masywna galaktyka, tym szybciej znajdujące się w niej gromady gwiazd poruszają się pod wpływem jej siły grawitacji. Metodami astronomicznymi łatwo mierzy się *prędkość radialną* (wzdłuż linii widzenia), która jest związana ze zmianą koloru światła. Dzięki precyzyjnym pomiarom zebranych przez oba teleskopy astronomowie byli w stanie zmierzyć także prędkość prostopadłą do linii widzenia. Pozwoliło to obliczyć prędkość całkowitą gromad i oszacować potencjał grawitacyjny, a z niego wywnioskować masę Galaktyki.

W efekcie astronomowie obliczyli, że masa zawarta w kuli o promieniu 130 000 lat świetlnych od centrum Galaktyki waży około 1,5 biliona  $M_{\odot}$ . Wiedza o zawartości ciemnej materii w Galaktyce i jej rozkładzie jest wykorzystywana do opisu powstawania i ewolucji struktur we Wszechświecie. Dokładne określenie masy Galaktyki przybliży nas do zrozumienia rozkładu ciemnej materii w naszej Galaktyce, a co za tym idzie – w podobnych galaktykach spiralnych.

Michał BEJGER

## Niebo w sierpniu

Sierpień to pierwszy miesiąc po przesileniu letnim, z bardzo wyraźnie skraccającymi się dniami i wydłużającymi nocami. W jego trakcie wysokość górowania Słońca obniży się o ponad  $10^{\circ}$ , a długość przebywania nad widnokregiem w środkowej Polsce skróci się o prawie dwie godziny. Wraz z początkiem miesiąca kończy się w Polsce sezon na obserwacje łuku okołohoryzontalnego i obłoków srebrzystych. Jak co roku w sierpniu maksimum swojej aktywności mają meteory z roju Perseidów, lecz w tym roku ich obserwacje popsuje Księżyc w fazie bliskiej pełni, przyćmiewając większość z nich.

W zeszłym miesiącu wszystkie planety typu ziemskiego ginęły w blasku Słońca. Teraz planety **Wenus** i **Mars** nadal pozostaną niewidoczne. Wenus w połowie miesiąca spotka się ze Słońcem, przechodząc przez koniunkcję górną. Oznacza to, że planeta jest oddalona od Ziemi maksymalnie w swoim, trwającym 584 dni, cyklu synodycznym, a w związku z tym porusza się najwolniej względem gwiazd tła. Przez to do końca sierpnia nie oddali się zbyt od niego, a osiągnięcie odpowiedniej do jej zaobserwowania elongacji, w połączeniu z niekorzystnym nachyleniem ekliptyki do wieczornego widnokregu o tej porze roku, zajmie

jej prawie 3 miesiące. Wenus zacznie pojawiać się na niebie wieczornym dopiero w listopadzie, dążąc powoli do maksymalnej elongacji wschodniej pod koniec marca 2020 r. Planeta Mars również dąży do koniunktacji ze Słońcem (w przypadku Marsa i pozostałych planet zewnętrznych zawsze jest to koniunktacja górna), przez którą przejdzie na początku września, i będzie zbyt blisko naszej Gwiazdy Diennej, aby ją dostrzec. Po koniunktacji Czerwona Planeta przeniesie się na niebo poranne i już w październiku da się ją dostrzec na całkiem ciemnym niebie tuż przed świtem.

Dobrze za to na początku miesiąca jest widoczna planeta **Merkury**, która 10 sierpnia osiągnie maksymalną elongację zachodnią. Niestety, jak zawsze przy dobrej widoczności na dużych północnych szerokościach geograficznych, planeta oddali się wtedy od Słońca na zaledwie  $19^\circ$  i na godzinę przed świtem zajmie pozycję na wysokości niecałych  $5^\circ$  nad wschodnim widnokręgiem. Merkurego da się obserwować do początku drugiej dekady sierpnia. Jak zawsze w czasie widoczności porannej Merkury (i Wenus) dąży od koniunktacji dolnej do koniunktacji górnej, oddalając się od Ziemi, a zatem w tym czasie tarcza planety skurczy się z 9 do  $6''$ , zaś faza urośnie z 25 do 80%. Zwiększy się też jasność planety z  $+1$  do  $-1^m$ . Warto zapamiętać, że 17 sierpnia Merkury przejdzie niecały  $1^\circ$  na południe od jasnej gromady otwartej gwiazd M44. U nas tło nieba będzie zdecydowanie za jasne, aby obserwować tę koniunktację, ale warto o niej pamiętać, jeśli ktoś wyjeżdża gdzieś dalej na południe od Polski.

Z planetarnych gazowych olbrzymów pierwsze dwa, **Jowisz** i **Saturn**, przeniosą się na niebo wieczorne i ich warunki obserwacyjne wyraźnie się pogorszą. Pomoże natomiast skracający się dzień i mimo że zmniejsza się ich odległość do Słońca, to można je obserwować coraz wcześniej, dzięki czemu pogorszenie nie postępuje tak szybko. W sierpniu Jowisz znika z nieboskłonu około północy, Saturn – dwie godziny później. Dokładnie 20 lat po pamiętnym całkowitym zaćmieniu Słońca, którego pas przechodził m.in. przez Europę Środkową, czyli 11 sierpnia, Jowisz zmieni kierunek swojego ruchu na prosty. To oznacza, że w sierpniu niemal nie przesuwa się on względem gwiazd tła, zatrzymując się prawie na linii łączącej gwiazdy Sabik z Wężownika i Antares ze Skorpiona. Kończy się także okres najlepszej widoczności Jowisza i planeta zacznie dość szybko tracić rozmiar kątowy i jasność. Planeta Saturn też zmieni kierunek ruchu, ale dopiero w drugiej połowie września, a zatem w sierpniu wciąż porusza się ona ruchem wstecznym. Do końca miesiąca jasność Jowisza spadnie z  $-2,4$  do  $-2,2^m$ , a średnica jego tarczy z 42 do  $39''$ . W tym samym czasie Saturn zmniejszy blask do  $+0,3^m$ , przy tarczy o średnicy  $18''$ .

Ostatnie dwie planety Układu Słonecznego w sierpniu widoczne są bardzo dobrze. Wznoszą się zdecydowanie wyżej od Jowisza i Saturna, a ponadto zbliżają się do swoich opozycji. **Neptun** znajdzie się po przeciwnej stronie Ziemi niż Słońce 10 września, zaś **Uran** – 28 października. Neptun przez cały sierpień przesuwa się

ruchem wstecznym, zbliżając się do gwiazdy 4. wielkości  $\phi$  Aquarii. Ostatniego dnia miesiąca planeta zbliży się do niej na niecałe  $8'$ . Przy czym jasność planety to  $+7,8^m$ . Planeta Uran zacznie poruszać się ruchem wstecznym 12 sierpnia, dlatego początkowo pozostanie prawie nieruchoma względem gwiazd tła. Niestety w tym roku Uran nie towarzyszy jaśniejszej od siebie gwiazdzie, która byłaby wskazówką w jego odszukaniu. Można posilkować się tutaj Hamalem, najjaśniejszą gwiazdą Barana o jasności  $+2^m$ . Uran kreśli swoją pętlę jakieś  $11^\circ$  na południe od niej, świecąc z jasnością obserwowaną  $+5,8^m$ . Neptun góruje po godzinie 2, na wysokości przekraczającej  $30^\circ$ , zaś Uran przechodzi przez południk centralny w okolicach wschodu Słońca, ale na końcu nocy astronomicznej wznosi się na ponad  $40^\circ$ .

**Księżyc** zacznie sierpień od nowiu pierwszego dnia miesiąca, a potem przeniesie się na niebo wieczorne. Jednak niskie nachylenie ekliptyki do widnokręgu o tej porze doby sprawi, że przez pierwszych kilkanaście dni Srebrny Glob nie wzniesie się zbyt wysoko. Na szczęście Księżyc przejdzie wtedy na północ od ekliptyki, dzięki czemu da się go dostrzec przed I kwadrą. W pierwszym tygodniu miesiąca, 5 i 6 sierpnia, księżycowy sierp w fazie 30 i 40% minie Spikę, najjaśniejszą gwiazdę Panny. Kolejnego dnia, w I kwadrze, przejdzie  $3,5^\circ$  od Zuben Elgenubi, gwiazdy  $\alpha$  w Wadze. Do Jowisza Srebrny Glob, oświetlony w 72%, zbliży się 9 sierpnia na  $2^\circ$ , zaś 12 sierpnia, już prawie w pełni, pokaże się  $5^\circ$  od Saturna. Dokładnie w połowie miesiąca, 15 sierpnia, naturalny satelita Ziemi przejdzie przez pełnię, a 2 dni później, z tarczą oświetloną w 95% dotrze na  $5^\circ$  do Neptuna. W podobnej odległości do Urana wędzie 21 sierpnia, przy fazie zmniejszonej do 67%. Dwa dni później po południu naszego czasu Księżyc przejdzie przez ostatnią kwadrę, a 24 sierpnia – przez Hiady, zakrywając świecące z jasnościami obserwowanymi od  $+3,8$  do  $+4,8^m$  gwiazdy  $\delta 1$ ,  $\delta 2$  i  $\delta 3$  Tau, lecz niestety wszystkie już po wschodzie Słońca. O świcie Księżyc zbliży się do Aldebarana, najjaśniejszej gwiazdy Byka, na niecałe  $4^\circ$ .

W ostatnich dniach miesiąca Księżyc podąży ku nowiu, przez który przejdzie 30 sierpnia. Rano nachylenie ekliptyki do widnokręgu jest bardzo korzystne do obserwacji Księżycyca prawie do samego nowiu. Znakomicie widoczne będzie tzw. światło popielate, czyli jego nocna część, oświetlona światłem odbitym od Ziemi. 26 sierpnia, w fazie 24%, Srebrny Glob zbliży się na niecały  $1^\circ$  do gwiazdy Tejat Prior,  $\eta$  Gem, zaś dobę później, sierpem zwężonym do 15%, Księżyc zakryje gwiazdę Wasat ( $\delta$  Gem). Również tym razem Polska ma pecha i zjawisko zacznie się tuż po wschodzie Słońca. Nieco ponad dobę przed nowiem, 29 sierpnia, na godzinę przed świtem Księżyc zdąży się wnieść na wysokość  $7^\circ$ , prezentując tarczę w fazie zaledwie 2%.

*Ariel MAJCHER*