

Prosto z nieba: Pierwsze gwiazdy w mrocznych wiekach Wszechświata

Wkrótce po Wielkim Wybuchu Wszechświat był zupełnie ciemny. Gwiazdy i galaktyki jeszcze nie powstały, a sam Wszechświat wypełniał tylko neutralny wodór, atomy helu oraz niewidoczna ciemna materia. Te kosmiczne mroczne wieki trwały kilkaset milionów lat, aż zaczęły tworzyć się pierwsze gwiazdy i galaktyki. Niestety obserwacje galaktyk pochodzących z tego okresu ewolucji Wszechświata stanowią ogromne wyzwanie, ponieważ ich światło jest wyjątkowo słabe. W opublikowanym 1 stycznia 2020 roku w *Nature* artykule Jon P. Willis i jego współpracownicy próbują odpowiedzieć na pytanie, co wydarzyło się podczas trwania ciemnych wieków i kiedy tak naprawdę zaczęły powstawać pierwsze gwiazdy. W tym celu przeprowadzili galaktyczne badania archeologiczne – mierzyli „dojrzałość” gwiazd w jednej z najstarszych znanych gromad galaktyk o wdzięcznej nazwie XLSSC 122.

Willis, J.P., Canning, R.E.A., Noordeh, E.S. et al. *Spectroscopic confirmation of a mature galaxy cluster at a redshift of 2*. *Nature* 577, 39–41 (2020).

Gromada galaktyk to grupa związanych grawitacyjnie tysięcy galaktyk, krążących z prędkością około 1000 kilometrów na sekundę. Są one powstrzymywane przed odłączeniem się od gromady przez przyciąganie grawitacyjne towarzyszącej im ciemnej materii, która ma równoważną całkowitą masę około 10^{14} – 10^{15} mas Słońca.

Przedstawione w artykule wyniki dostarczają kluczowych informacji o tym, gdzie i kiedy pojawiły się pierwsze gwiazdy i galaktyki we Wszechświecie.

Gromada galaktyk XLSSC 122 została odkryta w 2013 roku przez zespół prowadzony przez wspomnianego już Willisa. Najnowsze obserwacje, przeprowadzone m.in. za pomocą Kosmicznego Teleskopu Hubble’a, potwierdziły, że jest to bardzo dojrzała gromada galaktyk, w której znajduje się aż 37 galaktyk, zawierających wyewoluowaną populację gwiazdową, o średnim przesunięciu ku czerwieni wynoszącym 1,98. Oznacza to, że światło z tej gromady podróżowało do nas przez około 10,4 miliarda lat, czyli że patrzymy na taką, jaka była zaledwie 3,3 miliarda lat po Wielkim Wybuchu. W związku z tym obserwacje XLSSC 122 umożliwiają nam nieprawdopodobną podróż do bardzo wczesnego Wszechświata.

Willis i jego współpracownicy stwierdzili, że gromada zawiera kilka galaktyk, które mają podobne czerwone kolory. Kolor danej galaktyki można wykorzystać do oszacowania jej wieku, ponieważ młodsze gwiazdy są bardziej niebieskie niż ich starsze odpowiedniki.

W rezultacie galaktyki, które mają czerwony kolor, już dawno utworzyły swoje gwiazdy. Porównując kolory galaktyk w gromadach z kolorami modeli populacji gwiazdowych, autorzy oszacowali, że gwiazdy w tych galaktykach zaczęły powstawać, gdy Wszechświat miał zaledwie 370 milionów lat, czyli nadal w ciemnych wiekach naszego Wszechświata.

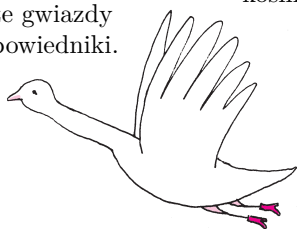
Kolor w astronomii definiowany jest jako stosunek strumienia promieniowania zmierzonego w różnych długościach fali elektromagnetycznej i wskazuje bezpośrednio na temperaturę badanego obiektu (np. gwiazdy, galaktyki), a także stopień ewolucji, czyli wiek.

Jedną ze szczególnie intrygujących kwestii jest to, że Willis zidentyfikował w gromadzie co najmniej 19 galaktyk o podobnych kolorach, co oznacza, że galaktyki te mają podobny wiek.

Dlaczego więc galaktyki zaczęły tworzyć gwiazdy w tym samym momencie? Czy miało na to wpływ otoczenie tych galaktyk? Czy może tworzenie się gwiazd w jednej z galaktyk wywołało w jakiś sposób reakcję łańcuchową, prowadzącą do powstawania gwiazd na pobliskich obłokach gazu? Obecnie nie znamy odpowiedzi na te pytania, ale ze wspomnianej pracy wynika jasno, że ta odległa gromada jest pełna galaktyk powstałych pod koniec ciemnych wieków Wszechświata.

Analiza wieku populacji gwiazdowych przeprowadzona przez zespół Willisa to obecnie najlepsza z możliwych do wykonania – mając do dyspozycji dane pochodzące z teleskopu Hubble’a. Jednak określanie wieku na podstawie kolorów galaktyk jest dość niedokładną metodą, obarczoną dużą niepewnością. Dla przykładu młoda galaktyka, która zawiera dużo pyłu, może mieć ten sam kolor co stara galaktyka zawierająca mało pyłu. Dlatego też wyniki przedstawione w pracy Willisa powinny być traktowane z pewną ostrożnością do czasu uruchomienia Kosmicznego Teleskopu Jamesa Webba (JWST), który będzie w stanie zmierzyć bardzo dokładne widma galaktyk wchodzących w skład gromady XLSSC 122. Porównanie widm z modelami będzie znacznie dokładniejszym sposobem określenia wieku gwiazd niż użycie kolorów galaktyk. Jednak wyniki pracy Willisa otwierają okno do dokładniejszego badania ewolucji naszego Wszechświata i odpowiedzi na pytanie, co się działo podczas panowania kosmicznych mroków.

Katarzyna MAŁEK



JAKIE PIĘKNE NIEBO...

Niebo w maju

Maj jest miesiącem na ogół z ciepłymi nocami, choć zdarzają się przymrozki, a raz na kilka lat nawet opady śniegu. To sprawia, że pomimo coraz krótszych nocy przybywa amatorów obserwacji nocnego nieba.

W maju Słońce wędruje od środka gwiazdozbioru Barana do środka gwiazdozbioru Byka, przecinając dzielącą je granicę około 14 maja. Tydzień później Słońce przechodzi 4° na południe od Plejad i na koniec

miesiąca dociera do Aldebarana, mijając najjaśniejszą gwiazdę Byka w odległości 5,5°. W tym czasie wysokość górowania Słońca zwiększa się o 7°, natomiast długość jego przebywania nad widnokregiem rośnie prawie do 16,5 godziny.

W trzeciej dekadzie miesiąca zaczyna się sezon na zjawisko łuku okołohoryzontalnego (więcej o nim na angielskiej stronie www.atoptics.co.uk/halo/cha2.htm) oraz

obłoków srebrzystych. Łuk okołohoryzontalny jest małą, lecz intensywną tęczą, powstającą w odległości 46° na południe (lub na północ, na półkuli południowej) od Słońca. Zjawisko zachodzi, gdy Słońce znajduje się na wysokości co najmniej 58° nad widnokregiem, co w Polsce zdarza się tylko od maja do sierpnia, w godzinach południowych. Stąd na dużych szerokościach geograficznych jest to zjawisko rzadkie i widoczne tylko latem. Wspomniane obłoki srebrzyste to zawieszona na wysokości kilkudziesięciu kilometrów chmury, widoczne na nocnym niebie, gdy Słońce chowa się niezbyt głęboko pod widnokrąg i oświetla je mimo ciemnego nieba. Tutaj uprzywilejowane są północne obszary naszego kraju, gdyż tam Słońce wędruje płyciej pod widnokregiem i sezon jest dłuższy.

Księżyc wkroczy w maj w fazie tuż po I kwadrze, która miała miejsce 30 kwietnia w Raku, niedaleko znanej gromady otwartej gwiazd M44 i widocznej na ciemnym niebie gołym okiem jako mgielka. Srebrny Glob przejdzie 7 maja przez pełnię w Wadze, 14 maja – przez ostatnią kwadrę w Koziorożcu, by 22 maja przejść przez now w Byku. Ponownie pokaże tarczę w połowie oświetloną już 30 maja, przemierzając tym razem gwiazdozbiór Lwa. Tak więc silnym blaskiem Księżyca zostanie rozświetlony początek miesiąca, a na ciemne niebo można liczyć pod jego koniec. W maju nadal ekliptyka jest korzystnie nachylona wieczorem i niekorzystnie rano, stąd dobrze widać Księżyc po nowiu i bliskie Słońca planety znajdujące się na wschód od niego. O świcie ma miejsce sytuacja przeciwna: Księżyc i bliskie Słońca planety wschodzą niewiele przed nim i giną w zorzy porannej.

Na niebie wieczornym planeta **Wenus** szykuje się do spotkania ze Słońcem na początku czerwca. Wenus zacznie miesiąc ponad 37° na wschód od naszej Gwiazdy Diennej, ale do końca maja zbliży się doń na niecałe 5° , by 3 czerwca minąć Słońce i przemieścić się na niebo poranne. Niestety wtedy Wenus znajdzie się pod ekliptyką, wskutek czego będzie widoczna dopiero od lipca – a zatem ominie nas najatrakcyjniejszy wygląd Wenus, gdy jej sierp jest największy i najcieńszy. Wenus zawróci w swoim ruchu na wschód wśród gwiazd 13 maja i od tego momentu zacznie bardzo szybko zbliżać się do Słońca. Planeta zakreśli $100'$ od gwiazdy El Nath, północnego rogu Byka. W maju blask planety spadnie z $-4,5$ do $-3,9^m$, jednocześnie tarcza planety zwiększy średnicę z 39 do $58''$ i zmniejszy fazę z 24 do prawie 0% .

Na pożegnanie Wenus spotka się z planetą **Merkury**, która z kolei 4 maja przejdzie przez koniunkcję górną ze Słońcem, a potem podaży ku maksymalnej elongacji wschodniej, osiągając ją 4 czerwca. Tego dnia Merkury oddali się od Słońca na ponad 23° . Planeta zacznie pojawiać się na wieczornym niebie od 13 maja. Początkowo bardzo nisko nad widnokregiem, ale szybko nabierze wysokości. Pod koniec miesiąca godzinę po zachodzie Słońca planeta wzniesie się na jakieś 7° ponad północno-zachodni widnokrąg. Niestety do końca maja blask planety osłabnie, z $-1,4^m$ do $+0,2^m$. Zmniejszy się też faza planety, z 90 do 45% , natomiast urośnie tarcza, z 5 do $7''$. Zanim do tego dojdzie, Merkury utworzy dość ciasną parę z planetą Wenus. Od początku okresu

widoczności dystans między planetami z dnia na dzień wyraźnie zmaleje, od 18° do $80\text{--}90$ minut kątowych w dniach 21–22 maja. Aż szkoda, że zabraknie przy nich Księżyca. Ten odwiedzi planety kilka dni później. Cieniusieńki sierp Srebrnego Globu, zaledwie 25,5 godziny po nowiu (23 maja), w fazie 1% , znajdzie się 7° pod Wenus. Ale trzeba się spieszyć, gdyż znajdzie on 50 minut po Słońcu. Dobę później Księżyc już da się dostrzec bez kłopotu. Jego faza urośnie do 4% i o tej samej porze znajdzie się 4° na lewo od dobrze widocznego Merkurego. Do tego momentu Wenus oddali się od Merkurego na 5° .

Przed świtem coraz lepiej widoczne są trzy najbliższe nam planety zewnętrzne, czyli **Mars**, **Jowisz** i **Saturn**. Ostatnie dwie planety w maju zmieniają kierunek swojego ruchu na wsteczny. Uczynią to w odstępie trzech dni 11 i 14 maja (odpowiednio Jowisz i Saturn). W tych dniach dystans między nimi osiągnie minimum (niecałe 5°) i potem zaczną ponownie rosnać. Natomiast w lipcu obie planety przejdą przez opozycję względem Słońca. Planety wschodzą w drugiej połowie nocy i nad ranem wznoszą się na wysokość 10° . Jasność Jowisza w maju urośnie z $-2,3$ do $-2,6^m$, zaś tarcza zwiększy średnicę z 41 do $45''$. W tym samym czasie Saturn zwiększy blask z $+0,6$ do $+0,4^m$ i średnicę tarczy do $18''$. Księżyc odwiedzi obie planety 12 i 13 maja. Najpierw w fazie 75% dotrze na 5° do Jowisza, a dobę później w fazie o 10% mniejszej wejdzie po drugiej stronie pary planet, 5° od Saturna.

Planeta **Mars** w maju przemierzy na niebie ponad 20° , przechodząc na początku miesiąca niecały stopień na północ od pary gwiazd Nashira i Deneb Algiedi, czyli dwóch jasnych gwiazd w północno-wschodniej części Koziorożca, by skończyć miesiąc 2° na południe od gwiazdy λ Aqr. Mars także zbliża się do opozycji w październiku i jego warunki obserwacyjne wyraźnie będą się poprawiały. Do końca miesiąca jasność Czerwonej Planety urośnie z $+0,4$ do 0^m , zaś średnica tarczy zwiększy się do ponad $9''$. Przed świtem planeta osiąga wysokość 10° nad widnokregiem i przez teleskopy z powiększeniem co najmniej kilkudziesięciokrotnie można próbować dostrzec jakieś szczegóły na jej tarczy, o ile pozwoli na to stan atmosfery obu planet. Dwa lata temu, przy okazji poprzedniej opozycji, Marsa spowijała mgła globalnej burzy piaskowej i szczegółów tarczy planety nie dało się obserwować. Księżyc spotka się z Marsem 15 maja, gdy tuż po ostatniej kwadrze przejdzie $3,5^\circ$ na południe od niego.

W kolejnych dniach naturalny satelita Ziemi zbliża się do fazy nowiu, ale ze względu na to, że znajdzie się wtedy pod ekliptyką, Księżyc zniknie z nieboskłonu już kilka dni przed nim. Za to gdy powróci na niebo wieczorne, w trzeciej dekadzie miesiąca, bardzo szybko nabierze wysokości i uświetni widoki swoją obecnością. Pod koniec miesiąca, 27 maja, prezentując tarczę w fazie 32% , Księżyc przejdzie zaledwie 1° na północ od wspomnianej już otwartej gromady gwiazdy M44 i jednocześnie $45'$ na południe od gwiazdy Asellus Borealis, stanowiącej północno-wschodni róg charakterystycznego trapezu gwiazd otaczających gromadę.

Ariel MAJCHER