

## Prosto z nieba: Podglądanie supernowej

Supernowa to zjawisko kataklizmiczne, związane ze śmiercią pewnych rodzajów gwiazd. Jak wskazuje nazwa, jest „czymś więcej” niż *nova*, którą to nazwą astronomowie oznaczają nowy obiekt na nieboskłonie (np. nowe karłowate to układy podwójne, w których następuje akrecja na powierzchnię białego karła, co powoduje wybuchy znacznie zwiększające jasność układu). Supernowa jako obiekt badań została wprowadzona do astronomii przez Waltera Baade i Fritza Zwicky’ego w 1931 roku.

Supernowe powstają dzięki dwóm podstawowym mechanizmom. Pierwszym z nich jest wywołanie fuzji jądrowej w zdegenerowanej gwiazdzie (białym karle, który przekracza masę Chandrasekhara i eksploduje). W drugim przypadku jądro masywnej gwiazdy przestaje produkować wystarczająco wiele promieniowania, i ulega kolapsowi grawitacyjnemu, uwalniając grawitacyjną energię potencjalną. Eksplodujące białe karły należą do typu I (gdyż składają się z helu, tlenu, węgla i cięższych pierwiastków), natomiast kolapsy masywnych gwiazd mogą wywoływać – w zależności od składu gwiazdy – supernowe typu I i II.

W szczególności, ciekawym typem kolapsującej masywnej gwiazdy jest supernowa typu Ic, w świetle której nie obserwuje się ani wodoru, ani helu. Zarówno teoretyków, jak i obserwatorów od lat gnębiło pytanie, które gwiazdy są – w żargonie astronomicznym – progenitorami (protoplastami) supernowymi typu Ic. Według teoretyków, gwiazdy te należą do bardzo masywnych – co najmniej 30 razy masywniejszych niż Słońce, i nawet po stracie części ich materiału pod koniec życia pozostają bardzo duże i jasne.

Głównym problemem jest oczywiście to, że trzeba mieć obserwacje danej gwiazdy przed jej wybuchem. Postęp w tej dziedzinie staje się możliwy dopiero teraz, gdy dysponujemy dostatecznie głębokimi i obszernymi katalogami. Przesiewając dane archiwalne teleskopu satelitarne Hubble’a i analizując dane z obserwacji przy użyciu teleskopu Kecka (Hawaje, USA), zespołem astronomów z Caltech i Uniwersytetu Kalifornijskiego udało się „namierzyć” przyszłą supernową Ic. Astronomowie obserwowali do tej pory wiele supernowych typu Ic, ale były one zbyt daleko, aby teleskop Hubble’ego mógł je dokładnie zbadać. Do czasu: supernowa skatalogowana jako SN 2017ein pojawiła się w okolicy centrum pobliskiej galaktyki spiralnej NGC 3938, odległej od nas w przybliżeniu 65 milionów lat świetlnych. Wybuch zdarzył się względnie blisko i był bardzo jasny (około 5–10 razy jaśniejszy od innych supernowych typu Ic), co znacznie ułatwiło odnalezienie progenitora. Okazuje się, że obiekt potencjalnie odpowiedzialny za wybuch jest niebieską i wyjątkowo gorącą gwiazdą.

Progenitor jest najprawdopodobniej pojedynczą jasną gwiazdą o masie między 45 a 55  $M_{\odot}$ . Drugą hipotezą jest masywny układ podwójny, w którym jedna z gwiazd waży od 60 do 80  $M_{\odot}$ , a druga około 48  $M_{\odot}$ . W tym scenariuszu gwiazdy krążą blisko siebie, wchodząc w interakcje. Bardziej masywna gwiazda zostaje pozbawiona warstw wodoru i helu przez pobliskiego towarzysza, i ostatecznie eksploduje jako supernowa. Możliwość istnienia masywnego systemu podwójnego gwiazd jest traktowana jako bardziej egzotyczna.

Astronomowie zastrzegają, że nie będą w stanie potwierdzić w 100% tożsamości źródła, dopóki supernowa nie zgaśnie, za około dwa lata. Dzięki obserwacjom teleskopu Hubble’a lub prawie już gotowego do wystrzelenia teleskopu Jamesa Webba będzie można wtedy stwierdzić, czy kandydat na progenitora zniknął, czy też znacznie przygasł. Badacze będą także w stanie oddzielić światło supernowej od światła gwiazd w jej otoczeniu, aby lepiej oszacować jasność i masę obiektu.

Michał BEJGER

Dla uproszczenia obserwatorzy sklasyfikowali typy supernowych według cech ich krzywych blasku i linii absorpcyjnych różnych pierwiastków chemicznych, które pojawiają się w ich widmach. Główną cechą jest obecność lub brak linii wodoru. Jeżeli widmo supernowej zawiera linie wodoru (np. serię Balmera w widzialnej części widma), to taka supernowa jest klasyfikowana jako typ II, w przeciwnym razie jako to typ I. W każdym z tych dwóch typów znajdują się dodatkowe podklasy, w zależności od widoczności innych pierwiastków lub od kształtu krzywej blasku.



**Rozwiązanie zadania M 1598.**  
Przyjmijmy oznaczenie

$$d = a^2 + \frac{1}{a} = b^2 + \frac{1}{b} = c^2 + \frac{1}{c}$$

i rozważmy wielomian

$$P(x) = x^3 - dx + 1. \text{ Skoro}$$

$$P(a) = P(b) = P(c) = 0$$

oraz liczby  $a, b, c$  są różne, to są one

różnymi pierwiastkami wielomianu  $P$ .

Stąd na mocy wzorów Viète’a uzyskujemy

$$a + b + c = 0.$$

Łatwo sprawdzić, że liczby  $a, b, c$

spełniające założenia zadania rzeczywiście istnieją, np.

$$a = 2, \quad b = \frac{\sqrt{6}}{2} - 1, \quad c = -\frac{\sqrt{6}}{2} - 1,$$

więc znaleziona wartość 0 istotnie jest osiągalna.

## Niebo w kwietniu

Kwietniowe noce są coraz krótsze, zatem na obserwacje gwiazd i innych niewidocznych w dzień ciał niebieskich zostaje coraz mniej czasu. Na początku kwietnia Słońce w środkowej Polsce pojawia się na nieboskłonie około godziny 6:18 (po zmianie czasu na letni) i schodzi z niego o godzinie 19:15; natomiast ostatniego dnia miesiąca wschód Słońca następuje kwadrans po godzinie 5, a zachód

– po godzinie 20. Jak łatwo policzyć, przez miesiąc dnia przybywa o ponad 2 godziny.

Podobnie jak w marcu, wieczorem nachylenie ekliptyki do widnokregu jest duże, natomiast nad ranem – małe; stąd bardzo dobrze widoczne są znajdujące się blisko niej ciała niebieskie będące na wschód od Słońca. Tymczasem

na niebie porannym jest odwrotnie: planety, nawet jeśli są w swoich maksymalnych elongacjach, wschodzą tuż przed albo zaraz po wschodzie Słońca, tak samo jak Księżyc przed nowiem.

I tak też zdarzy się tym razem: nów Księżyca przypada 5 kwietnia i 5 maja, I kwadra – 12 kwietnia, pełnia – 19 kwietnia, ostatnia kwadra zaś – 26 kwietnia. Stąd na początku i na końcu miesiąca noce są bezksiężycowe, natomiast po nowiu, już na następny dzień, 45 minut po zmierzchu Księżyc w fazie 2%, 36 godzin po spotkaniu ze Słońcem, pokaże się na wysokości 2°. Byłoby jeszcze lepiej, gdyby w tym momencie Księżyc znajdował się z naszej perspektywy nad ekliptyką, a nie pod. Tego wieczora Księżyc przejdzie 5° na południe od Urana, jednak siódma planeta Układu Słonecznego nie przebije się przez zorzę wieczorną. Niewidoczny jest także Neptun, który miał spotkanie ze Słońcem w zeszłym miesiącu.

W następnych dniach naturalny satelita Ziemi szybko zwiększy początkową wysokość i długość przebywania na nocnym nieboskłonie. Zwłaszcza przed I kwadrą bez kłopotów da się dostrzec ciemną, nocną stronę Księżyca, czyli tzw. światło popielate. Srebrny Glob spotka się z planetą Mars 8 i 9 kwietnia. Pierwszego z wymienionych dni jego faza urośnie do 14%, a Mars znajdzie się 5° od Księżyca, na godzinie 1 względem niego. Dobę później Księżyc wyprzedzi już Czerwoną Planetę, zwiększając fazę do 22%. Wieczorem oba ciała Układu Słonecznego przedzieli dystans 10°. Po drodze Księżyc przejdzie przez znaną gromadę otwartą gwiazd Hiady. Wieczorem 9 kwietnia Księżyc pokaże się 2° na północny wschód od Aldebarana, zaś jeszcze przed swoim zachodem zbliży się mocno do widocznej przez lornetkę gromady otwartej gwiazd NGC 1647, przechodząc 40' od jej środka. Dobę później Księżyc w fazie 28% przejdzie 40' na południe od gwiazdy 3. wielkości  $\zeta$  Tauri, stanowiącej południowy róg Byka.

Sam Mars w kwietniu wędruje przez gwiazdozbiór Byka, cały czas dążąc do wrześnieowej koniunkcji ze Słońcem. Od zeszłorocznej opozycji minęło już ponad 8 miesięcy, i Czerwona Planeta już nie jest najjaśniejszym obiektem w swojej okolicy. Zwłaszcza na tle gwiazdozbioru obfitującego w jasne gwiazdy, jakim jest Byk. W trakcie miesiąca blask Marsa zmniejszy się z +1,4 do +1,6<sup>m</sup>, przy tarczy wielkości zaledwie 4", a więc ponad 6-krotnie mniejszej niż w lipcu i sierpniu ubiegłego roku. W tym czasie jego elongacja, czyli odległość kątowna od Słońca, zmniejszy się z 50 do 40°, zaś wysokość nad widnokregiem na początku nocy astronomicznej (21:15 na początku kwietnia i 22:30 pod jego koniec) – z 30 do 15°.

Początek miesiąca zastanie Marsa 3,5 stopnia od drugiej bliskiej gromady otwartej gwiazd w Byku, Plejady. 5 kwietnia planeta minie gwiazdę 4. wielkości 37 Tauri w odległości około 20'. Tydzień później przejdzie między parą nieco jaśniejszych gwiazd  $\kappa$  i  $\nu$  Tauri, zbliżając się do drugiej z nich na 15'. Następnie Mars minie Hiady (w charakterystycznym kształcie litery V), zbliżając się na 3,5 stopnia do najbardziej na północ wysuniętej jasnej gwiazdy  $\epsilon$  Tau. Aldebaran, najjaśniejsza gwiazda Byka, znajdzie się 3° dalej w tym samym kierunku. Planeta minie kolejną gwiazdę 4. wielkości  $\tau$  Tauri 18 kwietnia, po czym w dniach 25 i 26 kwietnia przetnie gromadę otwartą gwiazd, o oznaczeniu katalogowym NGC 1746 i jasności

łącznej 6<sup>m</sup>. Na przełomie kwietnia i maja Mars utworzy trójkąt równoramienny z rogami Byka, czyli gwiazdami El Nath (róg północny, jasność +1,6<sup>m</sup>, czyli porównywalnie z Marsem) i wspomnianej już  $\zeta$  Tauri, zbliżając się do obu gwiazd na około 5°, a na początku maja przetnie łączącą je linię.

I kwadra zastanie Księżyc na tle gwiazdozbioru Bliźniąt, około 7° pod Polluksem, najjaśniejszą, choć oznaczaną grecką literą  $\beta$ , gwiazdą tej konstelacji. Kolejnej nocy faza Księżyca urośnie do 62% i dotrze on do środka gwiazdozbioru Raka, zahaczając o znaną, widoczną gołym okiem jako mgiełka, gromadę otwartą gwiazd M44. Niestety w Polsce Srebrny Glob przejdzie około 10' na południe od najjaśniejszych gwiazd gromady. Jej zakrycie będą mogli obserwować mieszkańcy południowej części Afryki.

W dniach 14–15 kwietnia Księżyc w fazie, odpowiednio, 73 i 83% spotka się z Regulusem, najjaśniejszą gwiazdą Lwa. W Polsce Księżycowi zabraknie do Regulusa za każdym razem po około 8°. Całkowicie oświetlona tarcza Srebrnego Globu 19 kwietnia przejdzie 7° na północ od Spiki, najjaśniejszej gwiazdy Panny.

Naturalny satelita Ziemi powędruje dalej i w nocy z 21 na 22 kwietnia zawita na chwilę do gwiazdozbioru Skorpiona. Do tego czasu oświetlenie jego tarczy zmniejszy się do 92%, a tuż pod nim znajdzie się charakterystyczny łuk gwiazd z północno-zachodniej części konstelacji, z gwiazdami Graffias ( $\beta$  Sco, +2,5<sup>m</sup>) i Dschubba ( $\delta$  Sco, +2,3<sup>m</sup>). Zwłaszcza pierwsza z gwiazd jest atrakcyjnym celem dla posiadaczy niedużych teleskopów, czy nawet większych lornetek, gdyż jest to układ podwójny, w którym drugi składnik, o jasności +4,9<sup>m</sup>, znajduje się 13" od jaśniejszej gwiazdy.

23 i 24 kwietnia Księżyc ma zaplanowane spotkanie z Jowiszem. Pierwszej z wymienionych nocy tarcza Księżyca w fazie 85% dotrze na 6° do największej planety Układu Słonecznego, zaś kolejnej nocy, w fazie zmniejszonej do 77%, znajdzie się już 7° na wschód od niej. Jednocześnie Księżyc około drugiej w nocy zakryje jasną gromadę otwartą gwiazd M21 i przejdzie tuż na północ od mgławicy M20. Jowisz na początku czerwca przejdzie przez opozycję względem Słońca, by 10 kwietnia zmienić kierunek swojego ruchu względem gwiazd na wsteczny. W kwietniu jasność Jowisza urośnie do –2,4<sup>m</sup>, a jego tarcza do 43".

Kolejne dwa dni Srebrny Glob spędzi w pobliżu planety Saturn. Księżycowa tarcza pokaże wtedy fazę 68 i 58% (ostatnia kwadra o północy naszego czasu z 26 na 27 kwietnia), świecąc około 6° od Saturna. Planeta z najokazalszymi pierścieniami również zbliży się do opozycji, przez którą przejdzie w lipcu. W kwietniu jej blask przekroczy 0,5<sup>m</sup>, a tarcza średnicę 17".

Na koniec miesiąca, 28 kwietnia Księżyc w fazie 40% spotka się z gwiazdami Nashira i Deneb Algiedi, czyli dwiema dość jasnymi gwiazdami z północno-wschodniej części Koziorożca, ale aż do majowego nowiu jego warunki obserwacyjne pozostaną bardzo słabe, zwłaszcza że przebywa wtedy pod słabo nachyloną ekliptyką, co dodatkowo pogarsza jego widoczność.

Promieniujące co roku w kwietniu Lirydy wypadają kilka dni po pełni Księżyca i są niewidoczne, ginąc w jego łunie.

Ariel MAJCHER