

Kto wie, do czego potrzebny jest nam molibden? Mimo że w ludzkim organizmie występuje w śladowych ilościach, pełni bardzo ważną rolę: umożliwia między innymi produkowanie enzymów potrzebnych do przyswajania tłuszczów, cukrów i żelaza, występuje także w zębach i kościach.

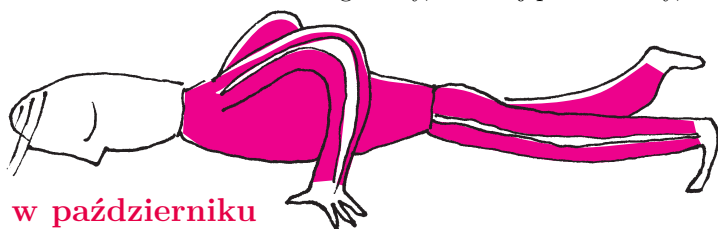
„A nearby neutron-star merger explains the actinide abundances in the early Solar System”, Imre Bartos & Szabolcs Marka, Nature 569, 85–88 (2019).

Prosto z nieba: Skąd się wzięły ciężkie pierwiastki?

W Δ_{18}^7 pisaliśmy o „metodach produkcji” różnych pierwiastków, od lekkich – niezbędnych do podtrzymywania procesów życiowych – do bardzo ciężkich, wykorzystywanych przez naszą cywilizację w technologii. Dzięki nowym obserwacjom związanym z emisją i detekcją fal grawitacyjnych gromadzimy obecnie coraz więcej dowodów na to, że pierwiastki cięższe od molibdenu powstają w bardzo specyficznym otoczeniu ekstremalnie neutrononadmiarowych jąder atomowych bombardowanych przez szybko poruszające się swobodne neutrony. „Proces r”, od *rapid*, to zjawisko na tyle szybkiego wychwyty wielu neutronów przez jądro, by zysk na jego masie kompensował, a nawet przeważał naturalnie zachodzące w tym samym czasie rozpady. Proces r zachodzi bardzo efektywnie podczas zderzenia się gwiazd neutronowych w układach podwójnych, podobnych do historycznego GW170817 i pozostałej po nim szybko gasnącej kilonowej.

Większość produktów procesu r ma ograniczony okres trwałości: egzotyczne izotopy, dalekie od stabilnych konfiguracji, rozpadają się na mniej masywne, ale za to stabilne jądra. Zasadne wydaje się pytanie, skąd z praktycznego punktu widzenia wzięły się na Ziemi używane przez nas pierwiastki. Czy wszystkie okoliczne planety są równie bogato lub ubogo wyposażone w pierwiastki sprzyjające rozwojowi cywilizacji? Z tego, co wiemy do tej pory, zderzenia gwiazd neutronowych podobne do GW170817 zdarzają się stosunkowo rzadko (częstość występowania jest około 100 razy mniejsza od zapadania się masywnych gwiazd, czyli zjawisk supernowych). Obecność radioaktywnych izotopów w mgławicy, z której powstał Układ Słoneczny, jest zatem najprawdopodobniej wynikiem najwyżej kilku pobliskich wydarzeń typu GW170817. Jak można odtworzyć tę historię? Krótkożyłowe izotopy wyprodukowane w procesie r – o okresach półtrwania krótszych niż 100 milionów lat – nie są aktualnie obecne w Układzie Słonecznym, ale ich początkowe obfitości są znane, ponieważ produkty pochodne zostały zachowane w wysokotemperaturowych kondensatach znajdujących w meteorytach. Ich względna obfitość wskazuje na pochodzenie: bardzo dobrze pasuje do hipotezy, w której powstają one podczas zderzeń gwiazd neutronowych. Z obfitości aktynowców produkowanych wyłącznie w procesie r da się także wywnioskować, że do „zanieczyszczenia” pierwotnej materii pre-Układu Słonecznego doszło poprzez pobliskie zderzenia gwiazd neutronowych. Dzięki symulacjom komputerowym można stwierdzić, że częstotliwość takich zjawisk w naszej Galaktyce to od około 1 do 100 razy na milion lat. Jest to zgodne z obserwacyjnymi szacunkami częstotliwości pojawiania się fal grawitacyjnych typu GW170817, ale wyklucza supernowe i procesy zachodzące w „zwykłych” gwiazdach. Jest bardzo prawdopodobne, że większość ciężkich pierwiastków, które mamy do dyspozycji na Ziemi, pochodzi z jednego zderzenia, w którym powstała m.in. duża część kiuru (Cm) i znaczna część plutonu (Pu), obecnego we wczesnym Układzie Słonecznym. Takie kosmiczne zderzenie i eksplozja, połączona zapewne z błyskiem gamma, mogły nastąpić około 300 parseków od pierwotnej mgławicy, z której powstał nasz Układ Słoneczny.

Michał BEJGER



Niebo w październiku

Zaczął się ostatni kwartał 2019 roku. Przed nami jeszcze jego trzy miesiące, z długimi nocami i krótkimi dniami. Niestety w tym czasie pogoda bardzo często nie sprzyja obserwacjom, dlatego należy wykorzystywać wszelkie chwile roz pogodzeń. Następne mogą trafić się nieprędko. W październiku **Słońce** wędruje szybko na południe. Przez miesiąc jego deklinacja (i wynikająca z niej wysokość górowania) zmniejszy się o ponad 10° , a czas przebywania Słońca na nieboskłonie skróci się o ponad 100 minut.

Księżyc rozświetli nocne niebo w środku miesiąca. Początkowo, 5 października, Srebrny Glob przejdzie przez I kwadrę, 13 października – przez pełnię, 21 października – przez ostatnią kwadrę i 28 października – przez now. Oczywiście jesienią nachylenie ekliptyki wieczorem, w przeciwieństwie do poranka, jest niekorzystne, a zatem przed I kwadrą Księżyc (i inne ciała niebieskie przebywające blisko ekliptyki) jest widoczny słabo, natomiast rano – przeciwnie. Stąd 27 października nadarzy się okazja do

odnalezienia bardzo cienkiego sierpa Księżyca na 22 godziny przed nowiem. Tego ranka na początku świtu cywilnego (około godziny 5:50, czasu już zimowego) Księżyc zdąży się wznieść na wysokość prawie 7° , prezentując tarczę w fazie zaledwie 1%. W odległości 7° towarzystwa dotrzyma mu powracająca na niebo poranne, po kilkumiesięcznej niewidoczności, planeta **Mars**, która na razie świeci blaskiem $+1,8^m$.

Czerwona Planeta na początku września spotkała się ze Słońcem i w drugiej połowie października zacznie wylaniać się ze zorzy porannej. Na początku miesiąca na godzinę przed świtem planeta znajduje się jeszcze pod horyzontem, ale w połowie miesiąca o tej samej porze wznosi się już na wysokość 3° , zaś na koniec miesiąca zwiększy wysokość do ponad 7° . Mars dopiero co oddala się od Słońca po koniunkcji, a zatem jest jeszcze daleko od Ziemi. Stąd przez cały miesiąc jego jasność utrzyma się na poziomie $+1,8^m$, a średnica tarczy nie przekroczy $4''$. W drugiej połowie miesiąca, 20 października, Mars przejdzie niecałe 2° na południe od Porrimy, gwiazdy Panny oznaczanej na mapach nieba grecką literą γ , natomiast 6 dni później 9° nad nim przejdzie Księżyc w fazie 5%.

Pozostałe dwie planety typu ziemskiego przebywają na niebie wieczornym i w związku z kiepskim nachyleniem ekliptyki są u nas niewidoczne, mimo tego że elongacja **Wenus** jest podobna do marsjańskiej, a **Merkurego** nawet większa. Nie wystarcza to jednak do przebiccia się przez zorzę wieczorną. Merkury znajduje się z perspektywy obserwatora na półkuli północnej kilka stopni pod ekliptyką i zachodzi mniej niż 0,5 godziny po Słońcu; Wenus jest nad ekliptyką, lub na niej, ale ma mniejszą elongację i zachodzi tylko 15 minut później od Merkurego. Pod koniec miesiąca, 29 października, niecałe 3° na północ od Wenus przejdzie Księżyc w fazie 2%, lecz w momencie zachodu Słońca oba ciała zajmą pozycje na małych wysokościach, odpowiednio 5 i 7° , a mniej niż godzinę po zmierzchu znajdą się pod horyzontem, a zatem ich wyłowienie z jasnego jeszcze tła nieba nie będzie sprawą prostą. Poza bardzo przejrzystą atmosferą niezbędną może okazać się też lornetka.

Dalszemu pogorszeniu w porównaniu z wrześniem ulegną warunki obserwacyjne planet **Jowisz** i **Saturn**. Skracający się dzień sprawi, że popsują się one wolniej, niż stałoby się to na wiosnę, ale i tak do końca miesiąca planeta Jowisz zniknie z ciemnego nieba, zachodząc tuż po rozpoczęciu się nocy astronomicznej. Planeta Saturn znajduje się ponad 20° na wschód od Jowisza i stąd zachodzi dwie godziny po nim, zajmując o tej samej porze pozycję na wysokości mniej więcej 10° , a zatem jej obraz teleskopowy również pozostawia wiele do życzenia. W październiku obie planety poruszają się ruchem prostym. Jowisz w swojej najbliższej okolicy nie ma jasnych gwiazd, natomiast Saturn pod koniec miesiąca przejdzie niecały 1° na południe od gwiazdy o Sgr, czyli najbardziej na południe wysuniętej gwiazdy z łuku gwiazd należącego do północno-wschodniej części głównej figury Strzelca. W październiku jasność Jowisza spadnie do $-1,9^m$, a jego średnica kątowa – do $34''$. W tym samym czasie Saturn zmniejszy blask do $+0,5^m$, prezentując tarczę o średnicy $16''$. Księżyc minie Jowisza 3 października, mając tarczę oświetloną w 30%,

zbliżając się doń na 2° i ponownie 31 października, gdy 15-procentowy sierp Srebrnego Globu znajdzie się wieczorem niecały 1° od planety. Z Saturnem Księżyc spotka się 5 października, czyli w I kwadrze. Oba ciała oddzieli wtedy dystans $1,5^\circ$.

Wciąż bardzo dobrze widoczne są dwie ostatnie planety Układu Słonecznego. **Neptun** miał opozycję we wrześniu, natomiast **Uran** znajdzie się po przeciwnej stronie Ziemi niż Słońce 28 października. Tego samego dnia wypada nów Księżyca, a zatem wtedy Słońce, Księżyc, Ziemia i Uran znajdą się prawie na jednej linii. Opozycja Urana oznacza, że można go obserwować przez całą noc, a planeta góruje około północy, na wysokości przekraczającej 50° . Neptun góruje ponad 2 godziny wcześniej i jakieś 20° niżej. Obie planety poruszają się ruchem wstecznym. Do końca miesiąca Neptun oddali się na ponad $70'$ od gwiazdy φ Aquarii, zbliżając się na prawie tyle samo do trójkąta gwiazd 81, 82 i 83 Aquarii, przez który wędrował w zeszłym sezonie obserwacyjnym. Planeta Uran nie ma w swojej okolicy jaśniejszych od niej gwiazd. Przez cały miesiąc przebywa mniej więcej 11° na południe od Hamala, najjaśniejszej gwiazdy Barana. Księżyc w fazie 92% przejdzie 10 października 5° na południe od Neptuna, 4 dni później, już w pełni, w podobnej odległości minie Urana. Neptun świeci blaskiem $+7,8^m$ i jest widoczny przez lornetki lub teleskopy, natomiast Uran jest o 2^m jaśniejszy i na ciemnym niebie można próbować odszukać go gołym okiem.

Podczas swojej wędrówki **Księżyc** zakryje dwie dobrze widoczne gołym okiem gwiazdy 3. wielkości: 19 października nad ranem, w fazie 76%, ζ Tau, czyli południowy róg Byka, i 20 października wieczorem, w fazie 57%, Wasat, czyli δ Gem. Zakrycie pierwszej z nich zdarzy się mniej więcej od 2 do 2:30, lecz tylko w północno-zachodniej części kraju. Natomiast druga gwiazda wszędzie już zakryta przez Księżyc, a odkrycie da się zaobserwować tylko w północno-wschodniej Polsce. W Suwałkach odkrycie nastąpi o 23:04, na wysokości 3° nad widnokretem.

W październiku promieniuje kilka corocznych rojów meteorów. Najwcześniej maksima aktywności mają Drakonidy (8 października) i Tauridy Południowe (2 dni później). Niestety ich obserwacje popsuje Księżyc przed pełnią. 22 października maksimum mają Orionidy. Tutaj też Księżyc zaznaczy swoją obecność, świecąc w ostatniej kwadrze kilkadziesiąt stopni od radiantu i wschodząc niecałe 2 godziny po nim, a więc zanim jeszcze radiant zdąży się wznieść na jakąś przyzwoitą wysokość.

Na początku listopada maksimum aktywności osiągnie **miryda o Ceti**, czyli najjaśniejsza gwiazda tego typu. W maksimum jej jasność może przekroczyć $+4^m$ i dość łatwo da się ją wtedy dostrzec gołym okiem, ale już pod koniec października jej jasność powinna osiągnąć $+5^m$. W drugiej połowie miesiąca Wieloryb jest widoczny bardzo dobrze, o Ceti góruje około północy, na wysokości mniej więcej 35° .

Ariel MAJCHER