



Prosto z nieba: Wykrywanie zamieszkałych planet

Astronomowie odkryli dotychczas ponad 4000 układów planetarnych poza naszym Układem Słonecznym. Dzięki coraz lepszym teleskopom, na przykład takim jak Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba, można bezpośrednio zmierzyć odległość planety od jej gwiazdy oraz czas potrzebny na okrążenie gwiazdy (okres orbitalny). Pozwala to wywnioskować, czy planeta znajduje się w strefie zamieszkiwalnej, to znaczy – z naszego ziemskiego punktu widzenia – takiej, w której może przez długi czas istnieć woda w stanie ciekłym.

Jak stwierdzić obecność cieczy na innych planetach? Na pobliskich ciałach niebieskich Układu Słonecznego można obserwować odbłask światła słonecznego odbitego od powierzchni cieczy. Taki efekt zaobserwowano na przykład na największym księżycu Saturna, Tytanie, co pomogło potwierdzić istnienie dużych jezior: niestety nie wody, ale mieszaniny metanu i etanu. Wykrycie analogicznego odbłasku na planetach pozasłonecznych jest niestety poza zasięgiem obecnej technologii. Istnieją jednak inne, subtelniejsze metody stwierdzania obecności wody.

Skaliste planety wewnętrzne – Wenus, Ziemia i Mars – mają (co do rzędu wielkości) podobne rozmiary i masy, ale tylko na Ziemi znajduje się woda w stanie ciekłym. Zespół naukowców z MIT i Uniwersytetu w Birmingham zwrócił uwagę na oczywistą różnicę: Ziemia ma znacznie mniej dwutlenku węgla w swojej atmosferze niż Wenus i Mars. Przy założeniu, że planety

Cykl hydrologiczny to obieg wody obejmujący takie procesy, jak parowanie, kondensacja, opady, transport wilgoci, wsiąkanie, spływ podziemny i powierzchniowy.

Na Ziemi rośliny i niektóre mikroorganizmy przyczyniają się do pochłaniania CO₂, choć nie w takim stopniu jak oceany. W ramach tego procesu materia ożywiona emituje tlen, który reaguje ze światłem gwiazdy centralnej, przekształcając się w ozon: cząsteczkę O₃, która jest znacznie łatwiejsza do spektroskopowych obserwacji niż sam tlen.

Warunki nadające się do zamieszkania niekoniecznie oznaczają, że planeta jest rzeczywiście zamieszkana. Aby sprawdzić, czy życie może faktycznie istnieć, należy poszukiwać innej cechy atmosfery planety: obecności ozonu. Jeśli zatem atmosfera planety wykazuje jednocześnie obecność ozonu oraz niedobór CO₂, prawdopodobnie jest to świat zamieszkały przez biomasę na skalę planetarną, podobnie jak Ziemia.

Szacuje się, że Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba byłby w stanie zmierzyć poziom CO₂ oraz O₃ w pobliskich układach planetarnych, takich jak np. TRAPPIST-1: układ siedmiu planet, który krąży wokół jasnej gwiazdy zaledwie 40 lat świetlnych od Ziemi.

Amaury H. M. J. Triaud i in., „Atmospheric carbon depletion as a tracer of water oceans and biomass on temperate terrestrial exoplanets”, *Nature Astronomy* (2023).

Michał BEJGER

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



Niebo w marcu

Marzec odznacza się jeszcze szybszą wędrówką Słońca na północ niż luty. Przez cały miesiąc zwiększy ono wysokość górowania o prawie 12°, przechodząc od środka zodiakalnej części Wodnika do środka gwiazdozbioru Ryb. 20 marca o godzinie 22:24 naszego czasu Słońce przetnie równik niebieski i na pół roku przemieści się na północną półkulę nieba, rozpoczynając astronomiczną wiosnę. 31 marca nastąpi zmiana czasu z zimowego na letni. Należy pamiętać o przestawieniu zegarów z godziny 2 na 3.

Planeta Merkury po koniunkcji ze Słońcem w ostatnich dniach lutego podąży ku maksymalnej elongacji

powstały w podobny sposób, można wnioskować, że obecność węgla jest na Ziemi regulowana w inny sposób. Jedynym procesem, który mógłby usunąć taką ilość węgla z atmosfery, jest sprawny cykl hydrologiczny wymagający udziału oceanów ciekłej wody. Ziemskie oceany odgrywają ważną rolę w pochłanianiu CO₂. W ciągu setek milionów lat oceany pochłonęły ogromną ilość tego związku, prawie równą ilości, która utrzymuje się obecnie w atmosferze Wenus. Na Ziemi znaczna część atmosferycznego CO₂ została zmagazynowana w wodzie morskiej i litosferze w geologicznych skalach czasowych, co wpłynęło na regulację klimatu oraz oczywiście na utrzymanie warunków sprzyjających życiu.

Rozumowanie poszukiwaczy planet przebiega więc w następujący sposób: jeśli podobny jak na Ziemi niedobór CO₂ (w porównaniu do jej sąsiadów) został wykryty na odległej planecie byłby to wiarygodny wskaźnik obecności płynnych oceanów, a może i życia na jej powierzchni. CO₂ bardzo silnie pochłania światło podczerwone, i można go wykryć w atmosferach egzoplanet. Gdy już astronomowie ustalą, że w danym układzie wiele planet posiada atmosferę, będą mogli przejść do pomiaru zawartości CO₂, aby sprawdzić, czy jedna planeta ma go dużo mniej niż pozostałe. Jeśli tak, planeta prawdopodobnie nadaje się do zamieszkania, co oznacza, że na jej powierzchni znajdują się znaczne ilości ciekłej wody.

wschodniej, którą osiągnie 24 marca, oddalając się wtedy na niecałe 19° od Słońca. Mimo tak małej elongacji druga i trzecia dekada marca jest najlepszym okresem widoczności tej planety na niebie wieczornym w tym roku. Merkury zacznie pojawiać się tuż po zachodzie Słońca wraz z bardzo cienkim sierpem Księżyca po nowiu. Srebrny Glob spotka się ze Słońcem 10 marca i już następnego wieczora można próbować dostrzec jego cienki sierp w fazie 2,5% na wysokości 8° prawie dokładnie nad punktem kardynalnym w widnokregu. Merkurego należy szukać wtedy w odległości 7° na godzinie 5 względem Księżyca. Poszukiwania planety ułatwi jej duża jasność, $-1,3^m$.

W kolejnych dniach Srebrny Glob powędruje szybko w górę wzdłuż stromo nachylonej ekliptyki, przynosząc się dodatkowo na północ od niej. Merkury również poprawi swoje warunki obserwacyjne, choć nie tak bardzo jak Księżyc. W okolicach maksymalnej elongacji 45 minut po zachodzie Słońca planeta zajmie pozycję na wysokości prawie 10° nad zachodnią częścią nieboskłonu, i na pogodnym niebie jej odszukanie nie powinno sprawiać trudności. Potem planeta zacznie szybko zbliżać się do Słońca i wraz z początkiem kwietnia zniknie w zorzy wieczornej.

Jak zawsze podczas elongacji wschodniej w miarę upływu czasu Merkury zbliży się do nas, zwiększając przy tym swoją średnicę kątową i zmniejszając zarówno fazę tarczy, jak i jasność. Na początku okresu widoczności tarcza planety osiągnie średnicę $5''$, fazę 92% i wspomnianą jasność $-1,3^m$, by 1 kwietnia zmniejszyć blask do $+1,7^m$, ale jej średnica urośnie do ponad $9''$, faza zaś spadnie do 15%. Przez cały ten czas Merkury nie opuści gwiazdozbioru Ryb i zdąży zbliżyć się do Jowisza na 20° .

Największa planeta Układu Słonecznego tworzy coraz ciaśniejszą parę z planetą Uran. W marcu dystans między planetami zmniejszy się od 8° do $3,5^\circ$. Obie planety dążą do majowych koniunkcji ze Słońcem i na początku marca są widoczne jeszcze dość dobrze, dwie godziny po zachodzie Słońca wciąż świecąc na wysokości przekraczającej 30° . Niestety do końca miesiąca o tej samej porze planety zmniejszą swoją wysokość nad widnokresem o połowę, stąd na ich obraz teleskopowy coraz większy wpływ zacznie wywierać nasza atmosfera. Przez cały miesiąc blask Jowisza spadnie od $-2,2^m$ do -2^m , a jego tarcza skurczy się od $36''$ do $34''$. W przypadku Urana zmiana odległości między nim a nami w ciągu roku stanowi znacznie mniejszy ułamek jego średniej odległości od Słońca i od nas, dlatego też ma to wyraźnie mniejszy wpływ na wygląd jego tarczy. Planeta utrzyma blask $+5,8^m$.

W dniach 13 i 14 marca obie planety odwiedzi cienki sierp Księżyca. Najpierw jego tarcza w fazie 16% zbliży się na 4° do Jowisza, a następnie przy sierpie pogrubionym do 25% pokaże się ona 6° nad Uranem i jednocześnie niemal tyle samo pod Plejadami w Byku. 15 marca Srebrny Glob w fazie 35% utworzy trójkąt prawie równoramienny z Plejadami i Aldebaranem, a jeszcze kolejnej nocy, już prawie oświetlony w połowie, zbliży się na 1° do El Nath, drugiej co do jasności gwiazdy Byka. 18 i 19 marca warto odnotować bliskie spotkanie Księżyca w fazie około 70% z Polluksem, najjaśniejszą gwiazdą Bliźniąt, a 22 marca nad ranem, w fazie przekraczającej 90%, Księżyc zbliży się na mniej niż 4° do Regulusa, najjaśniejszej gwiazdy Lwa.

Rankiem 25 marca naturalny satelita Ziemi przejdzie przez pełnię, która jest o tyle szczególna, że nastąpi wtedy jego półcieniowe zaćmienie o głębokiej fazie 96%. A zatem księżycowa tarcza podczas pełni na około 4,5 godziny stanie się wyraźnie ciemniejsza. Niestety całe zjawisko da się dostrzec z terenu obu Ameryk i oblewających je oceanów. W Polsce zaćmienie

zacznie się o godzinie 5:53 na jaśniejącym już niebie, przy zachodzie Księżyca, i jest niewidoczne. Coś powinno dać się zobaczyć z Europy Zachodniej, gdzie Księżyc zniknie za widnokresem nawet ponad godzinę później. Faza maksymalna nastąpi o godzinie 8:13 naszego czasu.

Po pełni do końca miesiąca Srebrny Glob rozjaśni poranne niebo, gdzie ekliptyka nie wznosi się zbyt wysoko, a wraz z nią Księżyc również zajmie niskie położenie nad horyzontem. Zwłaszcza że powędruje wtedy pod ekliptykę, co dodatkowo obniży jego wysokość górowania o kilka stopni. W tym czasie do ciekawszych spotkań Księżyca z innymi ciałami niebieskimi dojdzie 26 marca wieczorem, gdy jego tarcza w fazie 98% wędzie niecały stopień od Spiki, najjaśniejszej gwiazdy Panny. W nocy z 29 na 30 marca i następnej Księżyc oświetlony, odpowiednio, w 80% i 70% pokaże się około 6° od Antaresa, najjaśniejszej gwiazdy Skorpiona, najpierw na zachód, a potem na wschód od niej.

Srebrny Glob ozdobi poranne niebo również na początku miesiąca. 3 marca rano tuż przed ostatnią kwadrą zbliży się on na $2,5^\circ$ do wspomnianej wyżej gwiazdy Antares. Na linii łączącej Antaresa z Księżycem, lecz o ponad stopień bliżej, znajdzie się jasna gromada kulista gwiazd M4. Do mającego miejsce 10 marca nowiu ciekawie zapowiada się jeszcze zbliżenie Księżyca w fazie 34% na niecały 1° do gwiazdy 3. wielkości Kaus Meridianalis (δ Sgr) 5 marca.

28 marca maksimum swojej jasności osiągnie miryda R Leo. Ta gwiazda zmienia swoją jasność od $+4,4$ do $+11^m$ w okresie 312 dni. R Leo charakteryzuje się ciemnowiśniową barwą, widoczną już w lornetkach i małych teleskopach. Z tego względu trudno ją pomylić z inną gwiazdą. R Leo znajduje się 5° na zachód od wspomnianego już Regulusa. Ułatwieniem w jej szukaniu jest również para gwiazd 5. i 6. wielkości gwiazdowej 18 i 19 Leonis. R Leo jest położona $9'$ na południe od drugiej z nich. Obie gwiazdy bardzo dobrze nadają się na tzw. gwiazdy porównania. W marcu cały układ przecina południk lokalny około godziny 22, wznosząc się wtedy na wysokość dochodzącą do 50° .

W tym miesiącu dużą jasność może osiągnąć kometa okresowa 12P/Pons-Brookes. Jej okres obiegu wokół Słońca wynosi 71 lat, a nachylenie do ekliptyki 74° . Kometa przejdzie przez peryhelium swojej orbity 21 kwietnia i może wtedy pojaśnieć do ponad $+5^m$. Jest zatem szansa, że da się ją dostrzec gołym okiem, a na pewno przez lornetkę. W marcu kometa pokona 35° na tle gwiazdozbiorów Andromedy, Ryb i Barana. Na początku miesiąca kometa przejdzie 8° od galaktyki M31, 22 marca znajdzie się 3° od galaktyki M33 w Trójkącie, by 31 marca przejść mniej niż $0,5^\circ$ od Hamala, najjaśniejszej gwiazdy Barana. Wspomniane sąsiedztwo o tej porze roku oznacza także bliskość Słońca, ale o godzinie 20 kometa zajmuje pozycję na wysokości kilkunastu stopni nad północno-zachodnią częścią widnokregu.

Ariel MAJCHER