



Doba księżycowa jest równa miesięcowi synodycznemu, czyli okresowi pomiędzy kolejnymi pełniami Księżyca widzianymi z Ziemi, i wynosi około 29,5 ziemskiego dnia.

F. Civilini i in., „Thermal Moonquake Characterization and Cataloging Using Frequency-Based Algorithms and Stochastic Gradient Descent”, *Journal of Geophysical Research: Planets* (2023).

## Prosto z nieba: Co trzęsie Księżycem?

Księżyc ma masę około 1/80 masy Ziemi i jest od niej oddalony o średnio 384 tys. km, czyli 60 razy tyle co promień Ziemi, wynoszący średnio 6370 km. Przy zachowaniu proporcji układ Ziemia-Księżyc wygląda mniej więcej tak:

W odróżnieniu od Ziemi Księżyc nie wykazuje aktywności wulkanicznej ani ruchomych płyt tektonicznych. Wiemy jednak, że struktura wewnętrzna Księżyca jest niejednorodna; składa się on z geochemicznie odrębnej skorupy, płaszczka i jądra. Jądro jest niewielkie (promień około 350 km, przy promieniu Księżyca 1750 km), co oznacza, że jest dużo mniejsze niż na przykład ziemskie, które zaczyna się około 2900 km pod powierzchnią (promień Ziemi to około 6350 km). Struktura ta powstała w wyniku frakcyjnej krystalizacji oceanu magmy wkrótce po uformowaniu się układu Ziemia-Księżyc, około 4,5 miliarda lat temu.

W latach 70. w ramach projektu Lunar Seismic Profiling Experiment (LSPE) astronauta misji Apollo 17 umieścili na Księżycu zestaw trzech sejsmometrów (geofonów). Zbierały one dane przez okres ośmiu miesięcy, od października 1976 roku do maja 1977 roku. Okazuje się, że mimo braku wyrafinowanej struktury wewnętrznej Księżyc wykazuje się wewnętrzną aktywnością. Bez atmosfery, która by go izolowała, Księżyc doświadcza drastycznych wahań temperatury, od 120°C w księżycowe „południe” do –120°C w nocy. Te ekstremalne wahania powodują, że powierzchnia Księżyca rozszerza się, gdy jest gorąco, i kurczy, gdy jest zimno, a ruch ten prowadzi do niewielkich wstrząsów i pęknięć zewnętrznych warstw, które prowadzą do termicznych trzęsień Księżyca.

Dane LSPE zostały niedawno przeanalizowane przez geofizyków z Kalifornijskiego Instytutu Technicznego. Wyniki wskazują na to, że oprócz oczekiwanych termicznych trzęsień globu w danych znajdują się jeszcze dodatkowe, niespodziewane sygnały, które występują podczas księżycowych poranków. Niezwykle regularne – występujące co 5–6 minut przez okres paru godzin po wschodzie Słońca – minitrzęsienia są w istocie wynikiem rozgrzewania się w promieniach Słońca pozostałej na powierzchni części lądowiska księżycowego, od której oddzielił się wracający na Ziemię statek z astronautami.

Zrozumienie aktywności księżycowej jest ważne, ponieważ w przeciągu kilku lat na powierzchni Księżyca wylądują astronauta w ramach misji Artemis, by ostatecznie założyć bazę księżycową. Termiczne trzęsienia księżycowe, choć zbyt małe, aby mogły być odczuwalne, są istotne, ponieważ dostarczają wskazówek na temat procesów zachodzących na powierzchni Księżyca, w tym budowy kraterów i księżycowej „gleby”. To z kolei ma znaczenie dla planów umieszczenia na Księżycu różnego typu aparatury badawczej, np. dużych teleskopów.

*Michał BEJGER*

Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN,  
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Ferrara, Włochy  
Redaktor Deltę od roku 2011.

## Niebo w grudniu

Słońce zajmuje najniższe położenie na niebie w ciągu roku, górując w środkowej Polsce na wysokości około 15°. Jak co roku, 13 grudnia następuje najwcześniejszy zachód Słońca i w kolejnych dniach zmierzch następuje coraz później. Rano jednak Słońce wschodzi nadal coraz później i odstęp pomiędzy kolejnymi jego wschodami jest większy niż między zachodami, stąd dzień się skraca aż do przesilenia zimowego, które w tym roku wypada 22 grudnia o godzinie 4:27 naszego czasu. Najpóźniejszy wschód Słońca natomiast ma miejsce 30 grudnia.

Na początku miesiąca nachylenie ekliptyki wieczorem jest jeszcze słabe, co przełoży się na praktyczny brak możliwości obserwacji Merkurego po zmierzchu, mimo tego że 4 grudnia planeta osiągnie swoją maksymalną

elongację wschodnią, przekraczającą 21°. Wędruje jednak pod ekliptyką i dlatego zachodzi mniej więcej godzinę po Słońcu, zanim jeszcze niebo odpowiednio się ściemni.

Grudzień również zacznie się dobrą widocznością Księżyca na niebie porannym. Pierwszego dnia miesiąca jego tarcza w fazie 85% zajmie pozycję 2° od Polluksa w Bliźniętach i przetnie południk lokalny około godziny 3, na wysokości 65°. 4 grudnia Księżyc w fazie 60% przejdzie 3° nad Regulusem, a dobę później osiągnie ostatnią kwadrę, świecąc dalej na tle Lwa. W kolejnych dobach jego sierp stanie się coraz cieńszy, zdążając ku nowiu 13 grudnia tuż po północy naszego czasu. Po drodze Srebrny Glob cztery kolejne poranki spędzi na tle gwiazdozbioru Panny, gdzie w nocy

z 6 na 7 grudnia w fazie 33% zakryje jaśniejszą od 4<sup>m</sup> gwiazdę Zaniah ( $\eta$  Vir). Tarcza Księżycza pokaże się na niebie niewiele przed północą, a wspomniana gwiazda zniknie za jej jasnym brzegiem około godziny 1:50, by godzinę później pojawić się ponownie po drugiej stronie.

Poranek 8 grudnia zostanie Srebrny Glob w sierpie zwięzonym do 23% mniej więcej 6° nad Spiką, najjaśniejszą gwiazdą Panny, 24 godziny później jego sierp zaprezentuje fazę 15%, docierając na pozycję 5° na prawo od Wenus. Druga planeta od Słońca w grudniu pokona na niebie 35°, zaczynając miesiąc 4,5° od Spiki i kończąc 2° od gwiazdy Graffias, czyli  $\beta$  Skorpiona, która jest szerokim układem podwójnym, widocznym już w lornetkach. Tutaj dwie gwiazdy o jasnościach +2,6<sup>m</sup> i +4,9<sup>m</sup> dzieli dystans 14'', czyli tak samo jak u Mizara w Wielkim Wozie, tylko z troszkę słabszymi składnikami. Przez cały miesiąc tarcza Wenus zmniejszy jasność od -4,2<sup>m</sup> do -4,1<sup>m</sup> i średnicę z 17'' do 14'', zwiększy za to fazę z 68% do 78%. 18 grudnia planeta przejdzie 2° na północ od Zuben Elgenubi, czyli drugiej co do jasności, ale oznaczanej na mapach nieba grecką literą  $\alpha$ , gwiazdy Wagi.

10 grudnia o stopień dalej, lecz na południe od Zuben Elgenubi znajdzie się bardzo cienki już sierp Księżycza w fazie 8%. Tarczę Srebrnego Globu można jeszcze próbować dostrzec o świcie 11 grudnia, gdy w fazie 4% wszędzie on około godziny 6, a 45 minut później wzniesie się na wysokość 4°. Wspomniana wyżej gwiazda Graffias znajdzie się 7° na lewo od tarczy Księżycza, lecz do jej dostrzeżenia niezbędne mogą okazać się lornetka lub teleskop.

Grudniowy nów Księżycza bardzo dobrze zbiega się z maksimum aktywności corocznego roju meteorów Geminidów. Ich radiant znajduje się jakieś 2° na północny zachód od Kastora, drugiej co do jasności gwiazdy Bliźniąt. Geminidy promieniują od 4 do 17 grudnia, z maksimum 14 dnia miesiąca, gdy można się spodziewać nawet 150 zjawisk na godzinę. Geminidy są widoczne przez całą noc, a ich radiant góruje około godziny 2 na wysokości prawie 70°. Są to dość wolne meteory, ich prędkość zderzenia z naszą atmosferą wynosi 35 km/s.

Na niebie wieczornym dobrze można obserwować cztery planety Układu Słonecznego. Niżej i bliżej zachodniej części nieba znajduje się Saturn z Neptunem, które dzieli dystans około 22°. Wyżej i bardziej po stronie wschodniej znajduje się Jowisz z Uranem, odległe od siebie o mniej więcej 14°. Do końca miesiąca wszystkie planety odwiedzi Srebrny Glob dążący do pełni. Księżyc zacznie pojawiać się o zmierzchu od 15 grudnia, gdy o godzinie 16:30 zajmie pozycję na wysokości 6° nad południowo-zachodnią częścią firmamentu, prezentując tarczę w fazie 9%. Dobę później o tej samej porze jego faza zwiększy się do 16%, wzrośnie również wysokość nad widnokregiem do 17°.

17 i 18 grudnia Księżyc spotka się z planetą Saturn. Najpierw pokaże się 6° pod nią, a następnie 10° na wschód od niej, w fazie, odpowiednio, 26% i 37%. Planeta w grudniu pokona 2° na tle gwiazdozbioru

Wodnika, a 12 dnia miesiąca minie w odległości 20' gwiazdę 5. wielkości 42 Aqr. Blask samej planety spadnie w grudniu do +0,9<sup>m</sup>, przy średnicy tarczy 16''. Saturn góruje jakieś 45 minut po zachodzie Słońca i znika z nieboskłonu około godziny 21.

19 grudnia przypada I kwadra Księżycza, który spotka się wtedy z Neptunem, mijając tę planetę w odległości 2°. Neptun na początku miesiąca zmieni kierunek swojego ruchu na prosty, zawracając na granicy między Rybami i Wodnikiem, niecałe 1,5° na zachód od świecącej z jasnością obserwowaną +5,5<sup>m</sup> gwiazdy 20 Psc. W grudniu planeta świeci blaskiem +7,9<sup>m</sup> i do jej dostrzeżenia potrzebna jest lornetka. Około godziny 18 Neptun góruje 10° wyżej od Saturna.

Jowisz z Uranem są miesiąc po opozycji i są widoczne prawie przez całą noc na tle gwiazdozbioru Barana. Jowisz przecina południk lokalny po godzinie 20, a Uran mniej niż godzinę później. Obie planety przekraczają wtedy wysokość 50°. Ostatniego dnia grudnia jaśniejsza z planet zmieni kierunek ruchu na prosty. Przez cały miesiąc jej jasność spadnie z -2,8<sup>m</sup> do -2,6<sup>m</sup>, tarcza zaś zmniejszy średnicę z 48'' do 44''. Uran świeci z jasnością +5,7<sup>m</sup> i do jego dostrzeżenia przyda się lornetka.

W dniach 22 i 23 grudnia tę parę planet odwiedzi Księżyc. Pierwszego z wymienionych dni naturalny satelita Ziemi w fazie 81% zajmie pozycję 4° na północny wschód od Jowisza, dobę później natomiast przesunie się na pozycję także 4° na północny wschód, ale od Urana. Zwiększy przy tym fazę do 88%. Jednocześnie zakryje gwiazdę 4. wielkości Botein ( $\delta$  Ari). Gwiazda zniknie za ciemnym brzegiem księżycowej tarczy około godziny 16:30, a zatem na jasnym jeszcze niebie. Pokaże się ponownie po jej drugiej stronie jakieś 55 minut później.

27 grudnia Księżyc przejdzie przez pełnię, świecąc między Bliźniętami, Bykiem i Woźnicą. Dwa dni wcześniej Srebrny Glob utworzy trójkąt równoramienny z Plejadami i Aldebaranem w Byku, kolejnej zaś nocy zbliży się na 1,5° do El Nath, gwiazdy wspólnej dla Byka i Woźnicy. Mieszkańcy pogranicza brazylijsko-urugwajsko-argentyńskiego dostaną możliwość obserwacji zakrycia tej gwiazdy przez naszego satelitę. Do końca miesiąca warto wspomnieć o wschodzie Księżycza 4° od Polluksa wieczorem 28 grudnia i ponownym zbliżeniu na 5° do Regulusa rankiem 31 dnia miesiąca.

21 grudnia przez opozycję przejdzie planetoida (4)Westa, czyli najjaśniejsza planetoida na naszym niebie. Tegoroczna opozycja należy niestety do tych małych, i Westa osiągnie jasność tylko +6,4<sup>m</sup>. Planetoida kreśli swoją trajektorię na pograniczu Oriona, Bliźniąt i Byka. 15 grudnia Westa zbliży się na 9' do jaśniejszej od 5<sup>m</sup> gwiazdy  $\chi$ 2 Ori, 8 dni później natomiast przejdzie 22' od podobnie świecącej gwiazdy  $\chi$ 1 Ori.

*Ariel MAJCHER*

Autor cyklu „Niebo w...” od roku 2017.