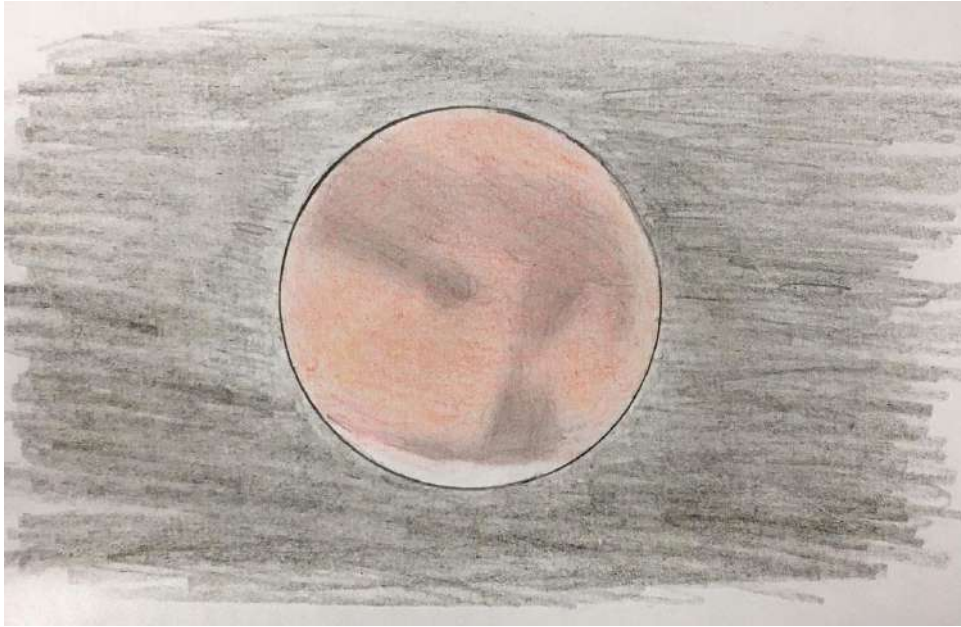


Opozycja Marsa i zakrycie Marsa przez Księżyc.

8 grudnia rano będziemy mieli okazję do obserwacji dwóch interesujących zjawisk. Jednym z nich jest opozycja Marsa, tj. chwila geocentrycznej opozycji w rektascensji Marsa i Słońca. Podczas tego zdarzenia rozmiary kątowe planety osiągną rozmiary rzędu 17", i na jego powierzchni będzie można dostrzec (okiem uzbrojonym w teleskop) trochę szczegółów, wśród nich północną czapę polarną.



Przykładowy, miłośniczy szkic szczegółów na powierzchni Marsa widzianych w jego opozycji przez 38-centymetrowy teleskop. Źródło: Bob King, "Sky and Telescope", 2022.

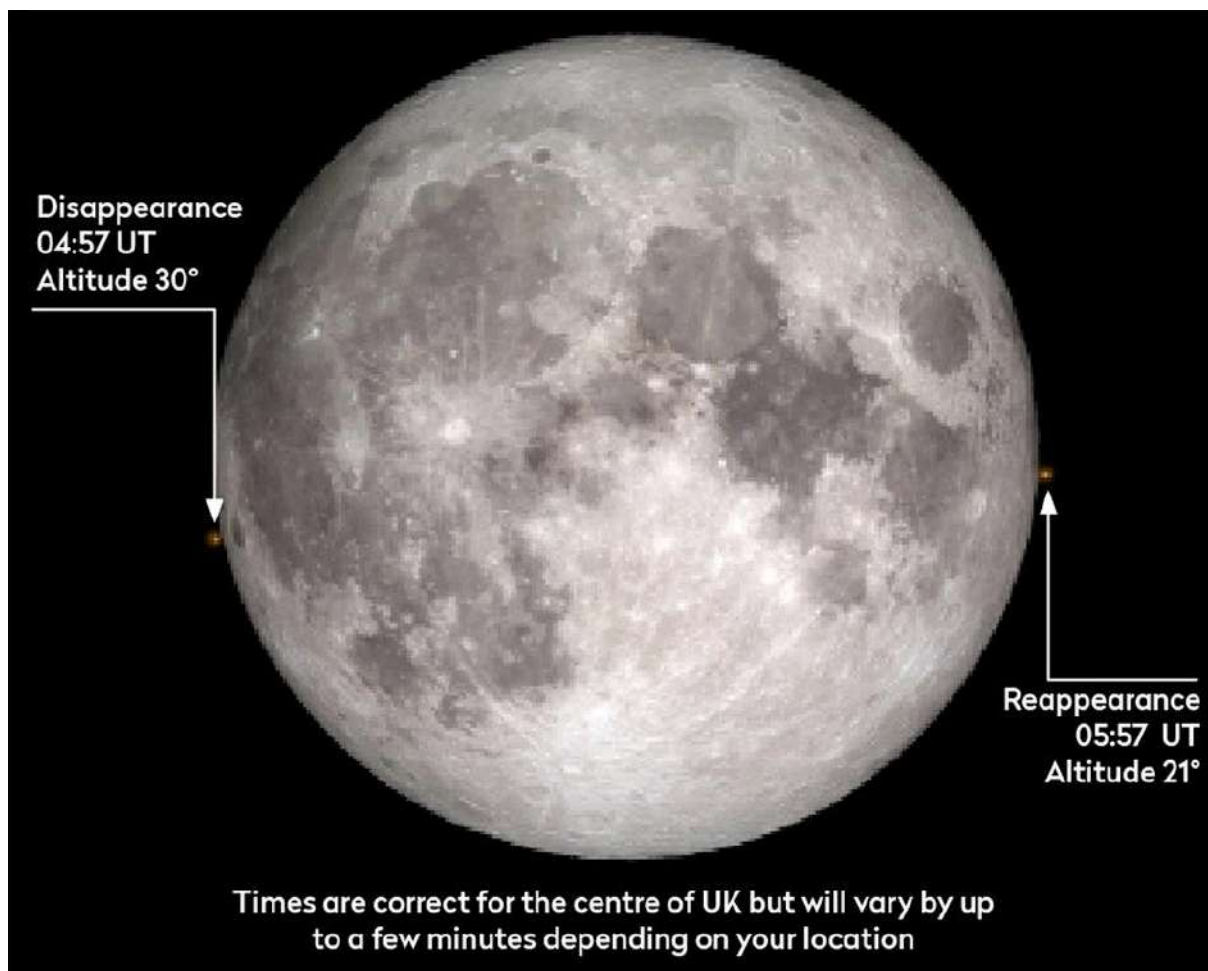
Drugim bardziej interesującym zjawiskiem będzie zakrycia Marsa przez tarczę Księżyca w pełni. W konkretnym miejscu na Ziemi takie zjawisko zdarza się średnio raz na 14 lat, ale bywają miejsca z wyższą częstotliwością zakryć. W przypadku zjawiska przewidywanego na 8 grudnia rano Księżyc i zakrywany Mars będą dosyć wysoko nad horyzontem, inaczej niż 2 lata temu.



Zakrycie Urana przez Księżyc. Źródło: Agapios Elia and Siegfried Trattmig, Cypr. Zjawisko miało miejsce 14 września 2022 r.

Zakrycie jest wdzięcznym zjawiskiem do obserwacji, także przez rejestratory video. Mniej sprzyjającą okolicznością jest fakt, że Księżyc będzie 1,5 godziny po pełni. Warto do tego celu dysponować silną lornetą lub teleskopem o średnicy zwierciadła rzędu 10-15 cm. Ale nawet obserwacja gołym okiem może przynieść dużo satysfakcji.

Zakrycia planet przez Księżyc są o tyle spektakularne (w stosunku do zakryć gwiazd), że planety posiadają pewne rozmiary kątowe dla ziemskiego obserwatora i czas jaki upływa między pierwszym kontaktem (zetknięcie się tarczy planety z brzegiem Księżycy), a chwilą całkowitego zakrycia planety przez Srebrny Glob trwa średnio około 34-36 sekund i zależy od rozmiarów kątowych tarczy planety oraz prędkości Księżycy na orbicie. Ruch orbitalny Marsa wokół Słońca ma tu mniejsze znaczenie.



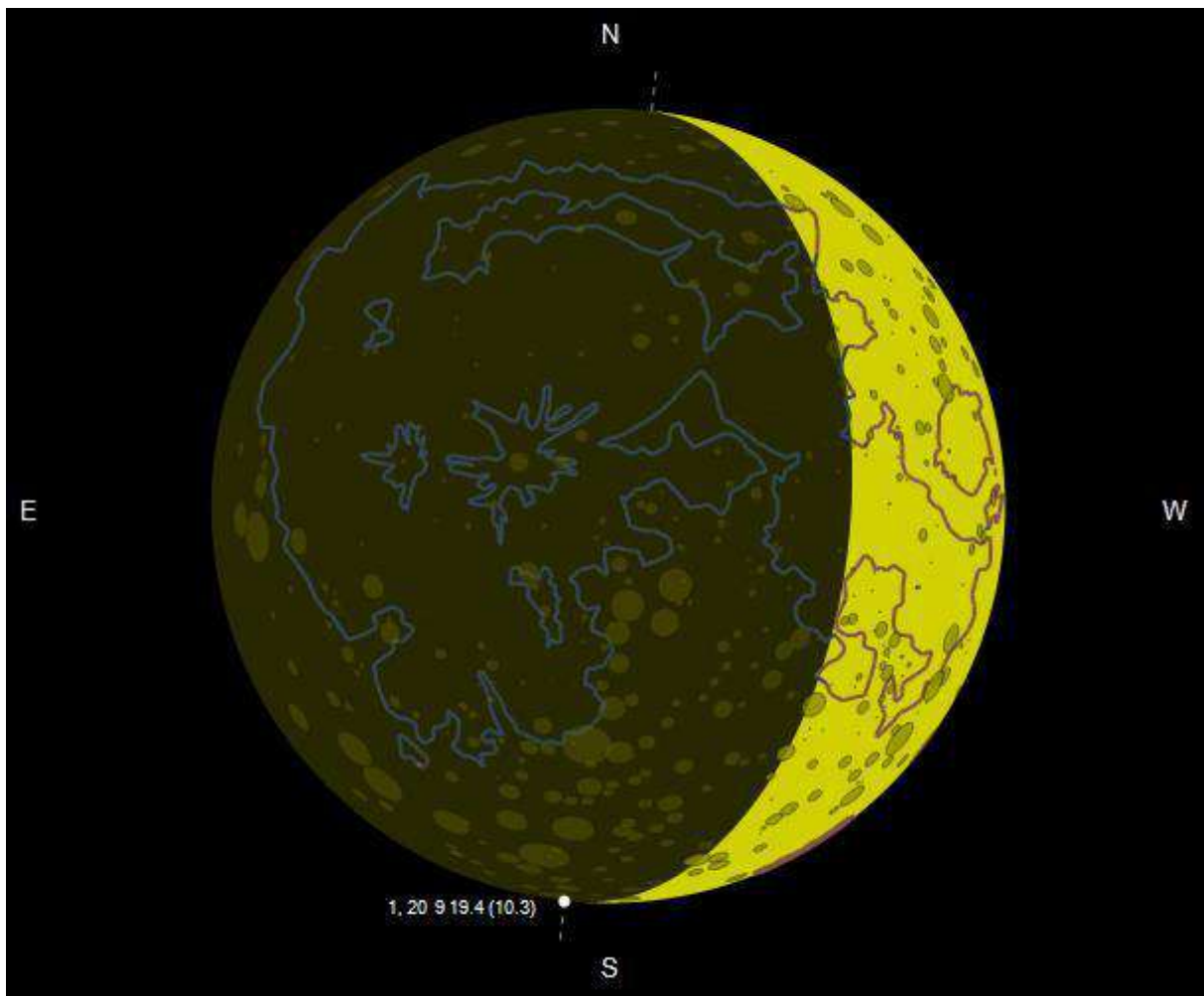
Orientacyjne miejsca zniknięcia (disappearance) i pojawienia się (reappearance) Marsa w zakryciu z 8 grudnia dla Anglii. Czasy różnią się od tych dla Polski (podanych w artykule). Wysokość (altitude) wyniesie około 20 stopni nad horyzontem, zależnie od położenia miejsca obserwacji.

Innym rodzajem zjawisk okultacyjnych (łac. *occultatio*, zakrycie), są zakrycia gwiazd przez Księżyc. Te zaczynają się i kończą w ułamku sekundy, gdyż gwiazda jest za daleko by mieć dla ziemskiego obserwatora tarczę. To też wyjaśnia, dlaczego gwiazdy migoczą, a planety świecą stałym światłem (i tak najłatwiej je odróżnić od gwiazd) – planeta, jak wiadomo, ma rozmiary skończone. Jeżeli powierzchnie planety potraktujemy jako zbiór dużej ilości punktów będących źródłem światła, to każdy promień będzie przechodził przez różne obszary atmosfery charakteryzujące się nieco odmiennymi właściwościami optycznymi, różniącymi się współczynnikami refrakcji. Różnice właściwości optycznych wynikają z faktu, że atmosfera jest ośrodkiem bardzo niestabilnym i zmiennym w czasie i przestrzeni. Każdy promień świetlny pochodzący od punktu źródłowego z tarczy planety będzie załamywał się nieco inaczej (sąsiednie obszary atmosfery różnią nieco temperaturą i gęstością), a więc kierunki biegu poszczególnych promieni będą przypadkowe, bardziej chaotyczne. Obraz pojedynczego punktu tarczy planety będzie drgał analogicznie jak obraz gwiazdy. Suma wszystkich promieni świetlnych przechodzących przez atmosferę da obraz tarczy planety, który będzie stabilny podobnie jak i jasność obserwowanej tarczy planety. Można zadać pytanie czy planeta nigdy nie będzie migotać. Otóż okazuje się, że w wypadku, kiedy poszczególne promienie będą załamywać tworząc chaotyczną wiązkę (przy atmosferze bardzo niestabilnej), której rozmiary kątowe będą większe od rozmiarów kątowych planety, wówczas planeta również będzie migotać. Gwiazdy są na tyle odległe od Ziemi, że obserwator nie jest w stanie obserwować ich powierzchni, widzi je jako punktowe obiekty, będące źródłem światła.

Promienie świetlne docierające do oka obserwatora są równoległe. Przechodzą przez tę samą warstwę atmosfery. Każda zmiana właściwości atmosfery wywołuje migotanie gwiazdy.



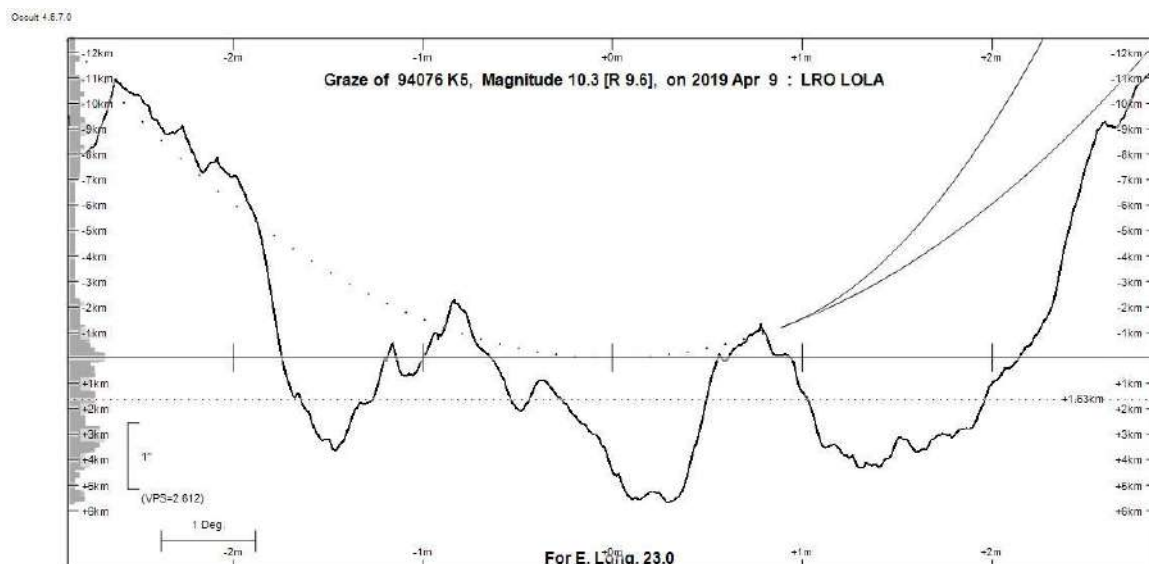
Zdjęcie Antaresa (najjaśniejszej gwiazdy w gwiazdozbiórze Skorpiona, z prawej) w pobliżu zakrycia przez Księżyc. Źródło: John Chumack, „Astronomy”



Przewidywana konfiguracja dla zakrycia brzegowego gwiazdy SAO94076 (o jasności rzędu 10.3 mag, zatem około 100 x za słabej by była widoczna gołym okiem) przez Księżyc jako część efemerydy tego zjawiska. Źródło: Sekcja Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA, W. Burzyński.

Pewną podgrupą zakryć gwiazd (lub planet) przez Księżyc są zakrycia brzegowe – czyli takie, w których zakrycie dokonywane jest przez sam brzeg Księżycy, który znajduje się w pobliżu księżycowych biegunów. Do ich przeprowadzenia trzeba mieć bardzo precyzyjną efemerydę zjawiska (tj. jego lokalizację w czasie i przestrzeni, skąd i kiedy obserwować) i rozstawić obserwatorów co kilkadziesiąt – kilkaset metrów na miejscu obserwacji. „Nagrodą” za przeprowadzenie jej z powodzeniem jest wyznaczenie profilu gór Księżycy w miejscu, którym zakrywa on daną gwiazdę (lub – bardzo rzadko – planetę), por. rysunek poniżej. W przeciwieństwie do zakryć zwykłych, w zakryciach brzegowych obiekt zakrywany może nikać lub się pojawiać nawet kilka razy zza tarczy Księżycy. Faza Księżycy też ma znaczenie, najlepiej gdyby nie była to dokładnie pełnia.





Efemeryda zakrycia brzegowego gwiazdy z katalogu SAO (Smithsonian Astronomical Observatory) przez Księżyc wg programu Occult. Widoczny profil gór księżycowych. Źródło: Sekcja Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA, W. Burzyński.

Kiedy geocentryczna opozycji w rektascensji Marsa i Słońca wypada w chwili, kiedy Mars znajduje się w okolicach perihelium swojej orbity, wówczas taką opozycję nazywamy periheliczną lub tzw. Wielką Opozycją. Występują one z częstotliwością co 15 lat. Rozmiary kątowe tarczy marsjańskiej są wówczas największe i osiągają wartość powyżej 20". Kiedy planeta znajduje się w aphelium orbity wówczas taką opozycję nazywamy apheliczną. Rozmiary kątowe planety są wówczas mniejsze. Opozycja przewidziana na 8 grudnia 2022 roku jest jedną z tych pośrednich. Tegoroczne warunki obserwacyjne zjawiska będą lepsze w porównaniu do tych sprzed 2 lat. Nie zawsze opozycja planety zbiega się z minimalną odległością planety od Ziemi. Przyczynę należy upatrywać w orbitach planetarnych. W tym roku Czerwona Planeta znalazła się najbliżej Ziemi 1 grudnia 2022 roku o godzinie 2 UTC, w odległości 81450879470 m.



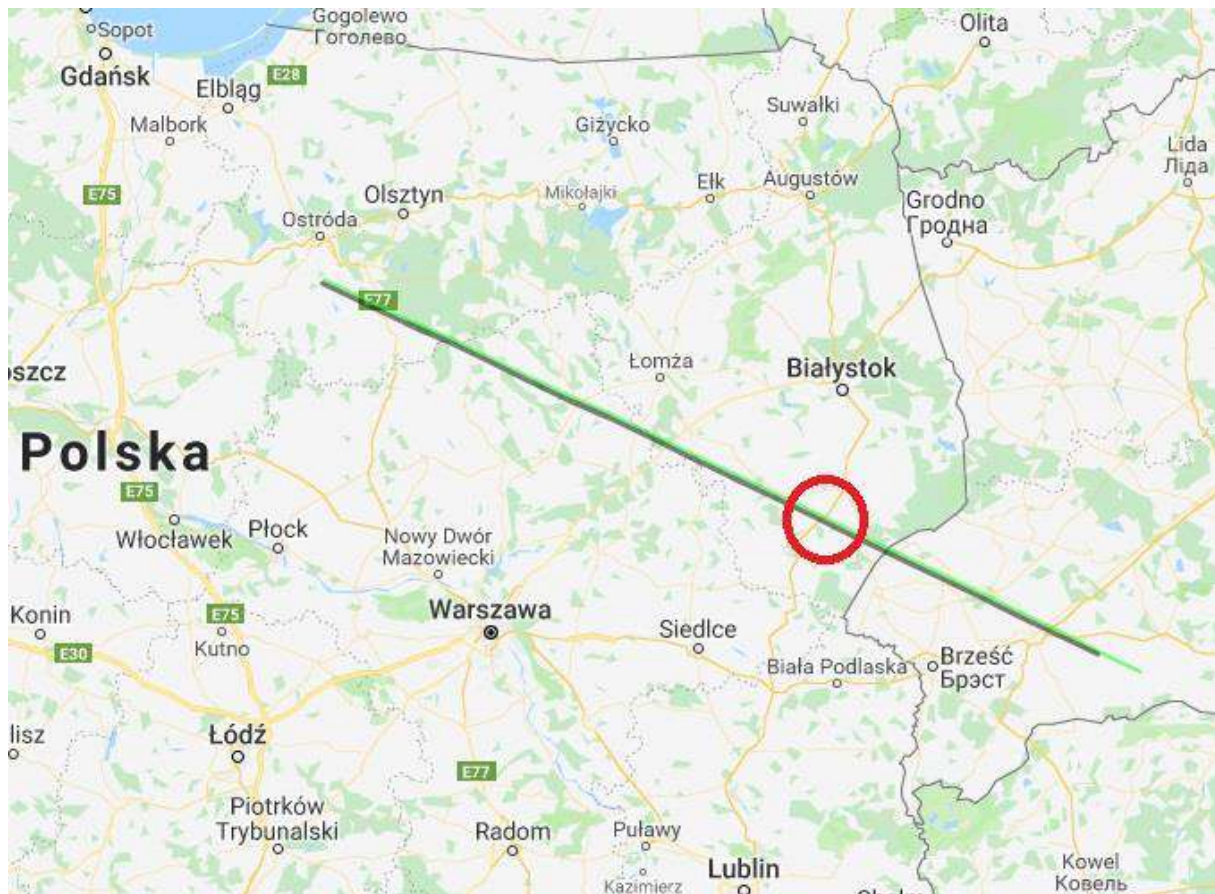
Zdjęcie Marsa zakrywanego przez Księżyc na fotografii Andrew Chaikin'a z Florydy (zakrycie miało miejsce 17 lipca 2003 r. a średnica kątowa Marsa wynosiła około 19"). „Nasuwanie się” Księżyca na Marsa trwa zwykle kilkadziesiąt sekund.

Aby zwiększyć szanse na dostrzeżenie zjawiska, warto pójść na miejsce obserwacji 20 minut wcześniej – po pierwsze, żeby rozstawić sprzęt, ale (co ważniejsze) przyzwyczaić oko do widzenia w nocy. Pełna adaptacja oka potrafi zająć nawet 40 minut. Warto pójść obserwować także wtedy, gdy nie mamy owego „sprzętu” – każda obserwacja astronomiczna ma walor poznawczy i pozwala obcować z Kosmosem. Często takie zjawisko dopinguje nas do tego, by wyjść z domu i popatrzeć w niebo – może wejdzie to komuś w nawyk?



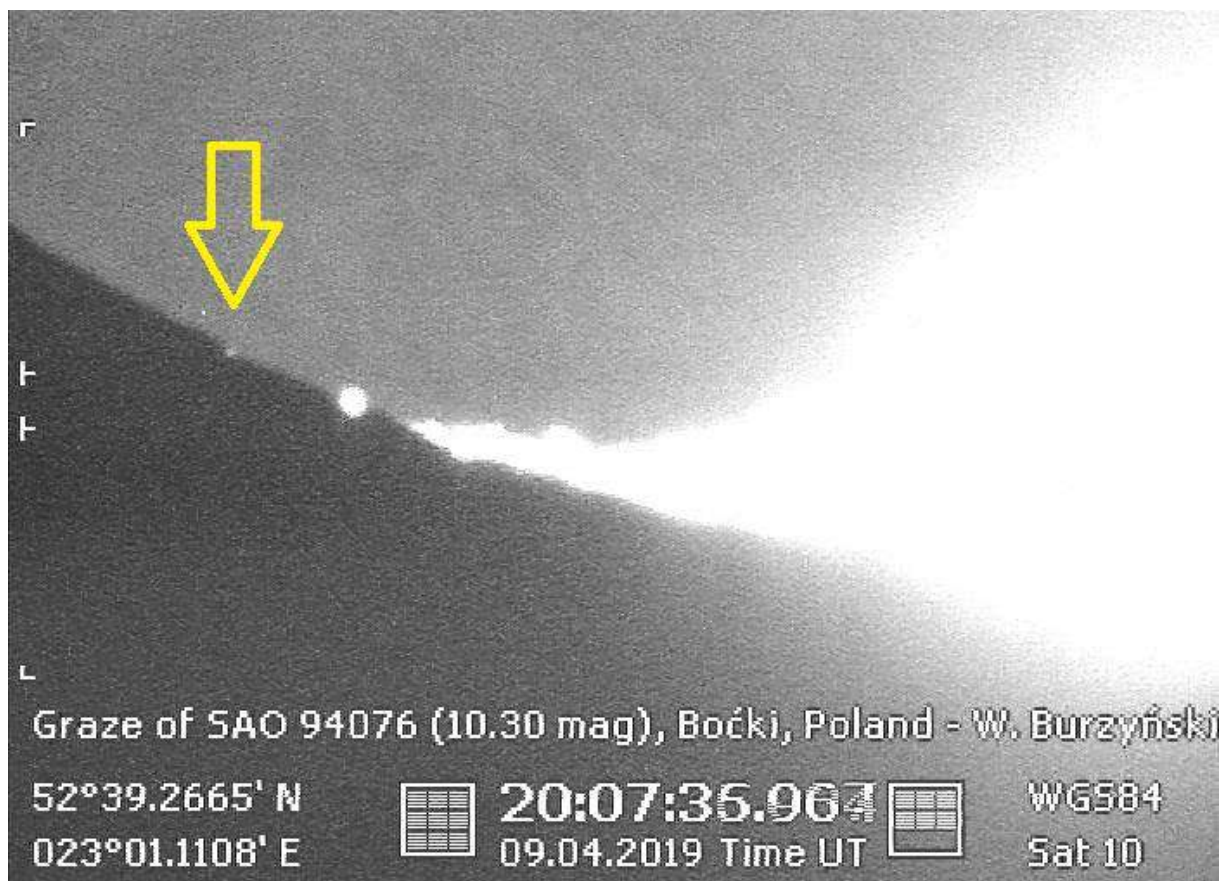
Rejony, w których będzie widoczne zakrycia Marsa przez Księżyc. Źródło: Sky & Telescope, 2022.

Rejon widoczności zakrycia brzegowego gwiazdy przez Księżyc jest znacznie węższy niż zakrycia Marsa. Tu liczą się wojskowe mapy, meteorologiczna prognoza pogody i rozstawienie obserwatorów.



Rejon widoczności zakrycia brzegowego gwiazdy SAO 94076 przez Księżyc (zielona linia). Czerwonym okręgiem zaznaczono łatwo dostępne do obserwacji skrzyżowanie dróg. Źródło: Sekcja Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA, W. Burzyński.





Kadr z obserwacji gwiazdy SAO94076 (zaznaczono żółtą strzałką) przez W. Burzyńskiego z SopiZ PTMA. Widoczne dane z insertera i oświetlona część Księżyca. Jak widać, liczy się każde 1/1000 sekundy. Jest to blisko rekordowo słabej gwiazdy zaobserwowanej w tym zjawisku (rekord 10.8 mag). „Graze” oznacza brzegowe, pełna angielska nazwa tego zjawiska to „graze occultation”.

### **Dokładny przebieg zjawiska zakrycia Marsa przez Księżyc**

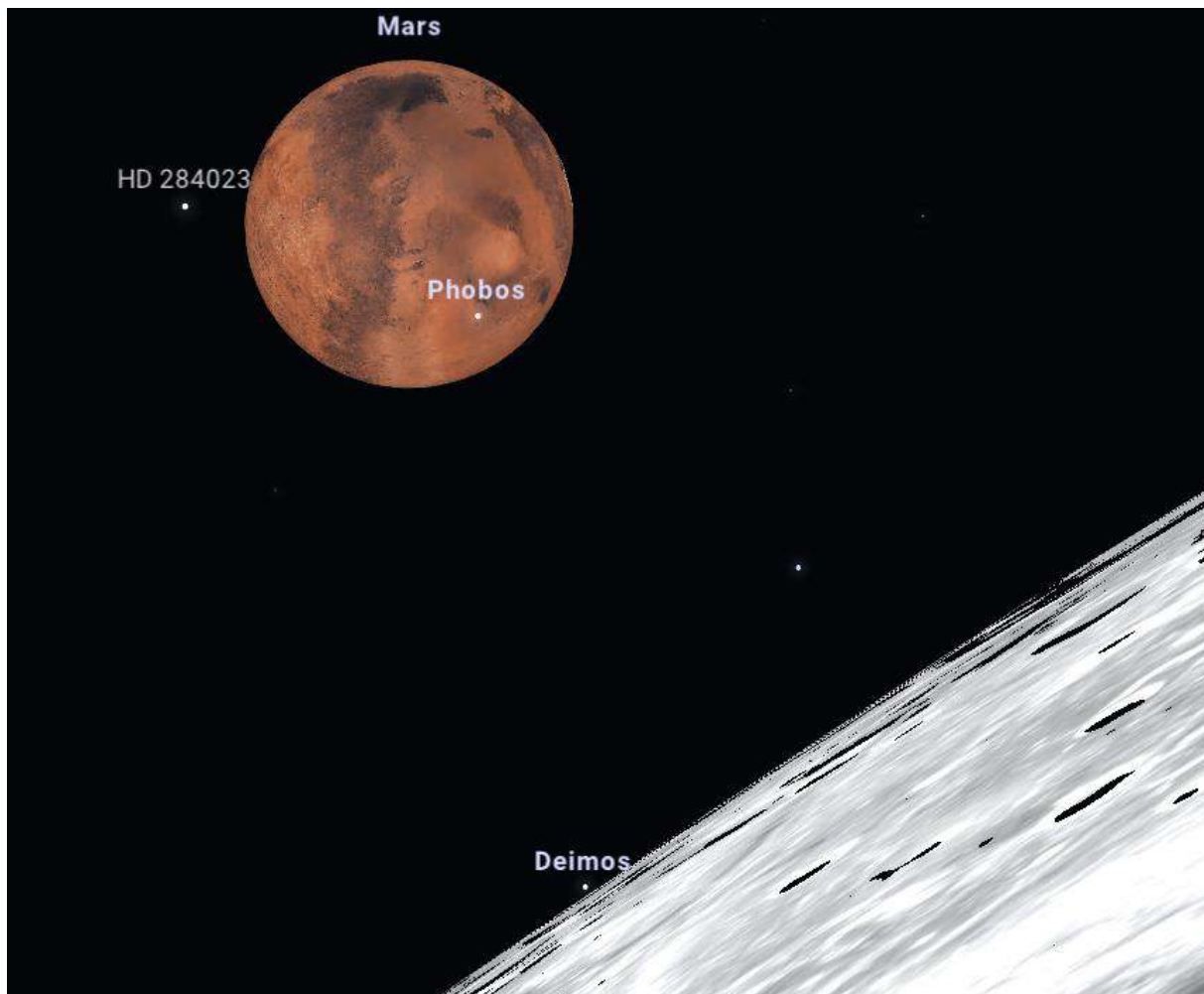
Mars oraz Księżyc znajdować się będą w konstelacji Byka. O godzinie 5:08 nastąpi geocentryczna opozycja w rektascensji Słońca i Księżyca, czyli pełnia. O godzinie 6:42 nastąpi geocentryczna opozycja w rektascensji Marsa i Słońca. W chwili rozpoczęcia zjawiska oba ciała niebieskie będą znajdowały się na wysokości około 15° nad horyzontem, w kierunku zachodnio północno zachodnim (WNW). Czas rozpoczęcia poszczególnych etapów zjawiska podano dla Polski centralnej (Łódź). Zainteresowani miłośnicy astronomii mogą wyznaczyć dokładny czas poszczególnych etapów wykorzystując wirtualne planetarium: <https://stellarium-web.org/>.



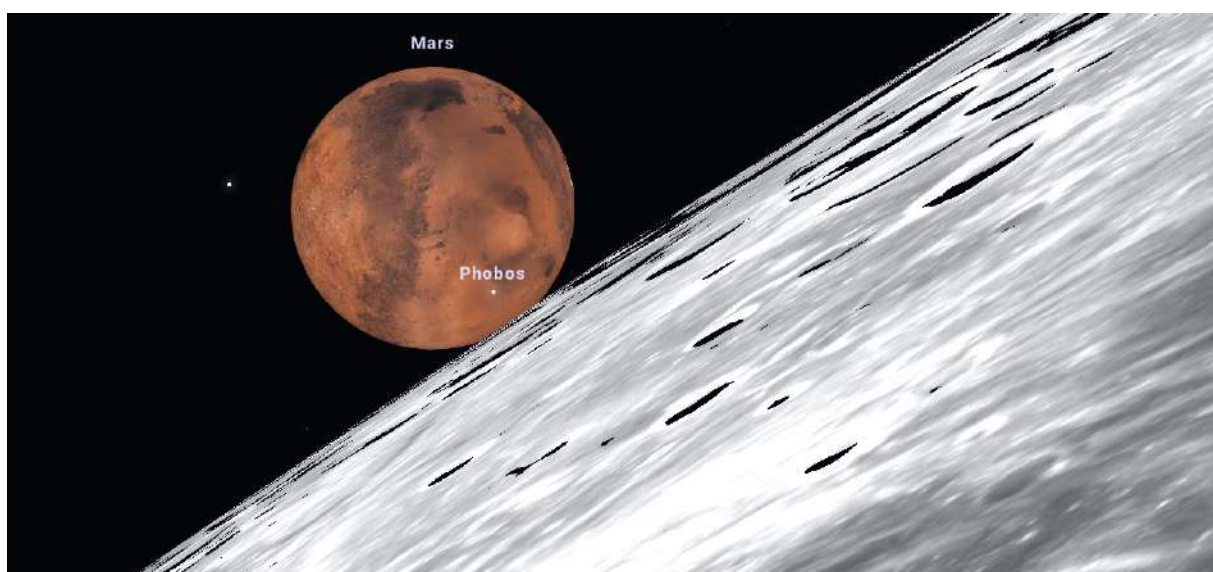
Wygląd nieba, 8 grudnia 2022 roku, godzina 6:00:33. Źródło: <https://stellarium-web.org/>

Tuż przed rozpoczęciem okultacji, na tle tarczy marsjańskiej będzie znajdował się jeden z jego naturalnych satelitów, Fobos. Drugi księżyc Deimos znaleźć będzie można w kierunku południowo zachodnim od planety.

Poruszający się Księżyc najpierw przysłoni Deimosa, a około 49 sekund później wschodnia krawędź tarczy Księżyca będzie miała kontakt z zachodnią krawędzią powierzchni Marsa. Około 30 sekund później tarcza planety Marsa zostanie zasłonięta przez tarczę Księżyca.

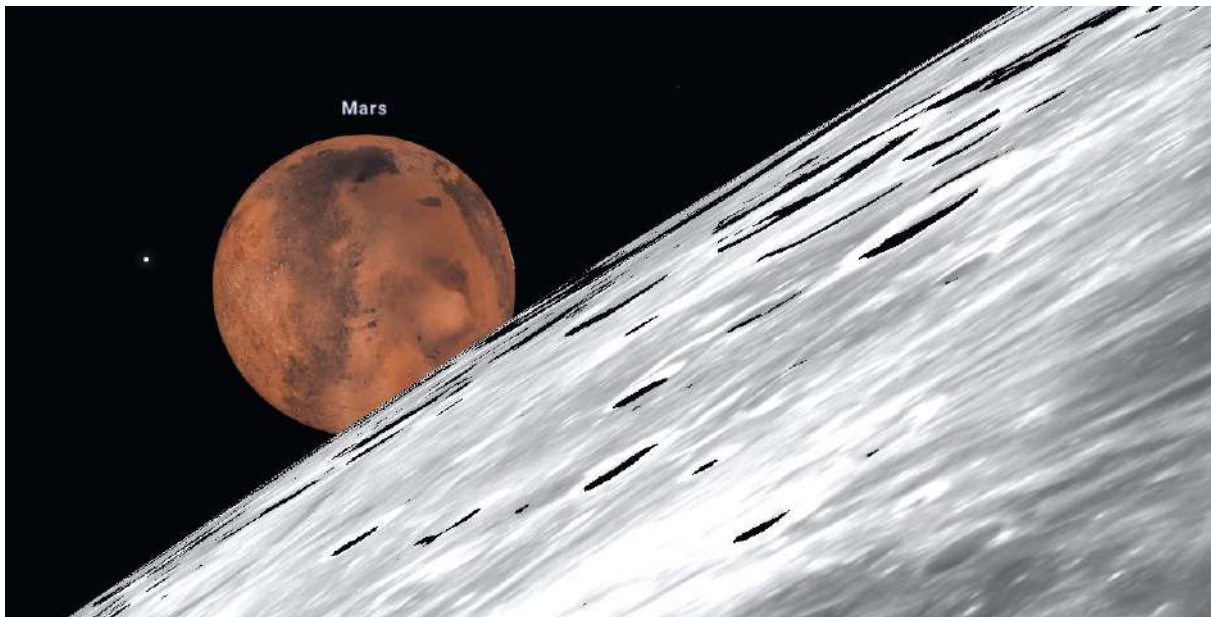


Położenie Marsa i jego księżyców względem tarczy Księżyca o godzinie 6:00:33 (dla Łodzi). Źródło: <https://stellarium-web.org/>

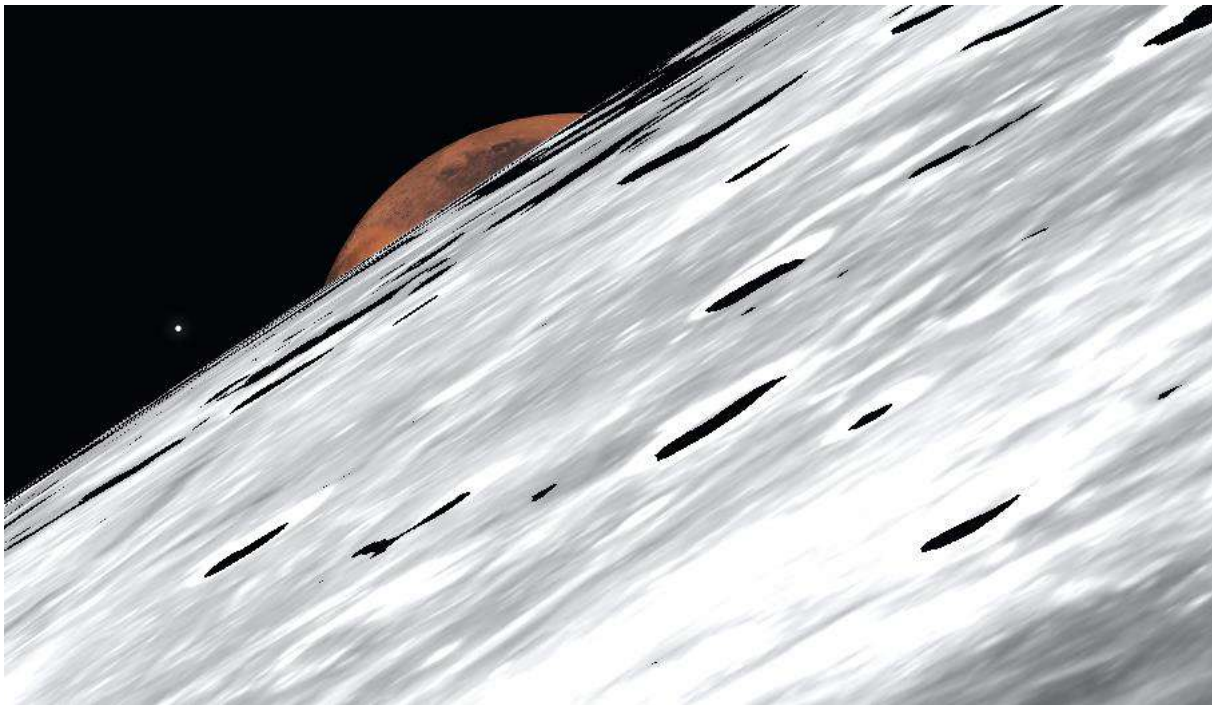


Położenie Marsa i jego księżyców względem tarczy Księżyca o godzinie 6:01:22 (dla Łodzi). Źródło: <https://stellarium-web.org/>





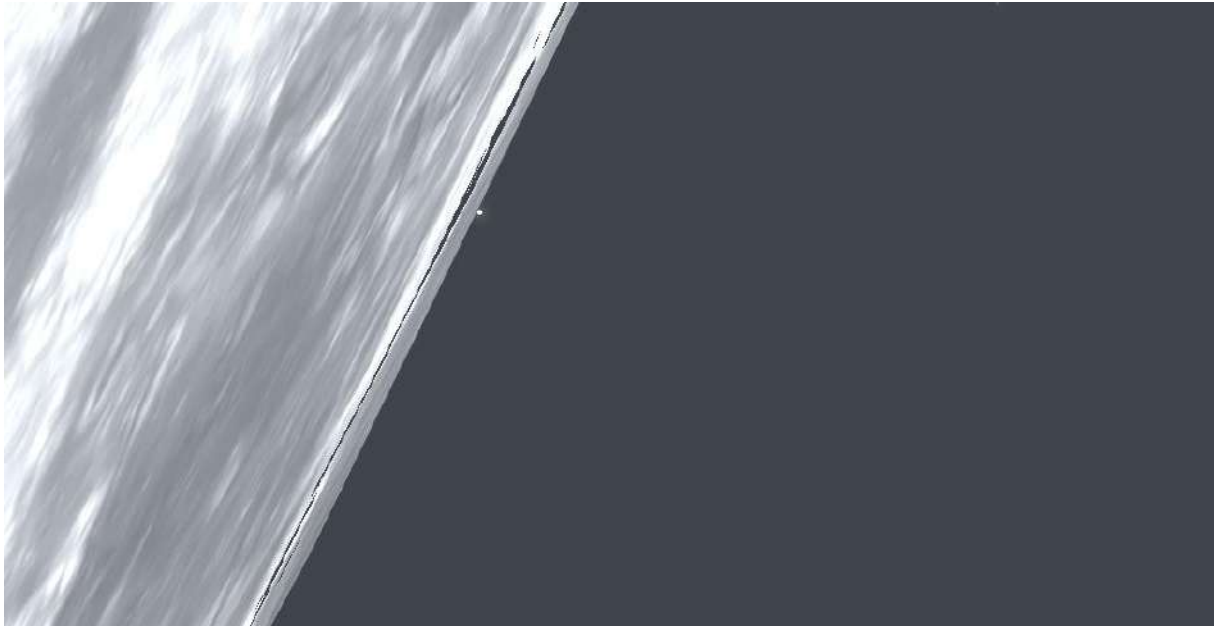
Położenie Marsa i jego księżyców względem tarczy Księżyca o godzinie 6:01:26 (dla Łodzi). Źródło: <https://stellarium-web.org/>



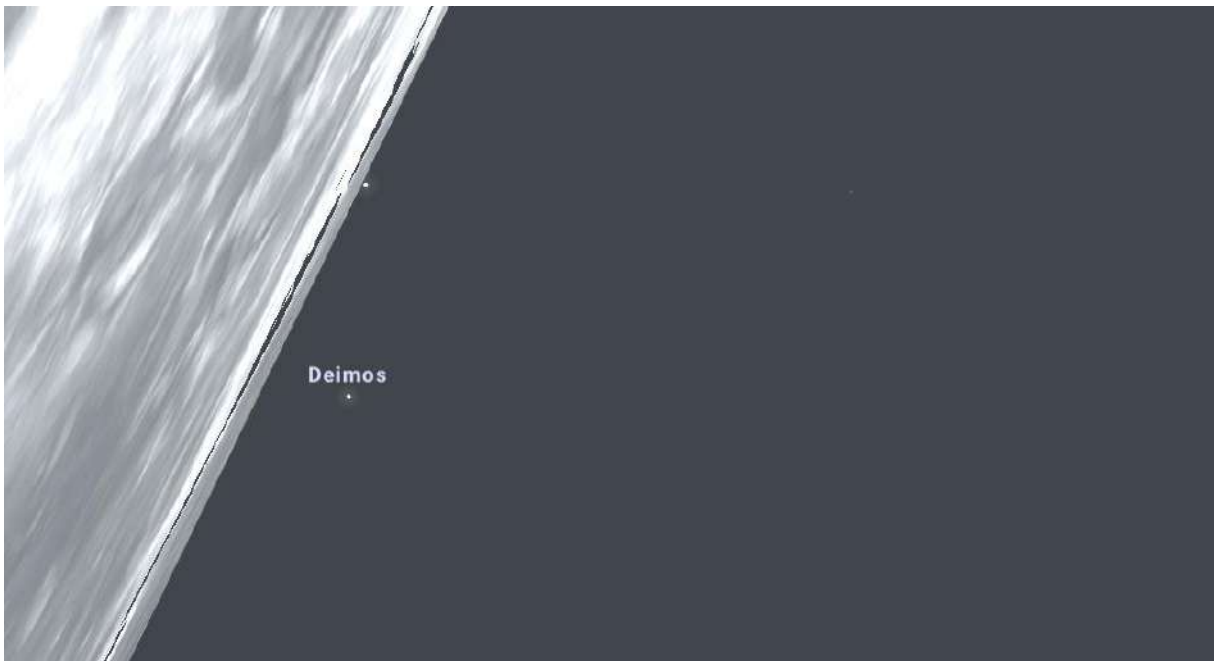
Położenie Marsa i jego księżyców względem tarczy Księżyca o godzinie 6:01:51 (dla Łodzi). Źródło: <https://stellarium-web.org/>

Po 51 minutach i 42 sekundach (dla Łodzi) zza tarczy Księżyca wyłoni się początkowo Deimos, po upływie 5 sekundach przy krawędzi zachodniej Księżyca znajdzie się Fobos. Po upływie kolejnych 12 sekundach zza tarczy Księżyca zacznie wyłaniać się tarcza planety Mars. Po 30 sekundach zachodni brzeg tarczy marsjańskiej będzie w kontakcie ze wschodnią krawędzią Księżyca, a następnie zjawisko

zakończy się. Mars całkowicie zostanie odstonięty. W chwili zakończenia zjawiska oba ciała niebieskie znajdą się na wysokości około  $7,5^\circ$  nad horyzontem, w kierunku północnego zachodu ku zachodowi (NWbW).

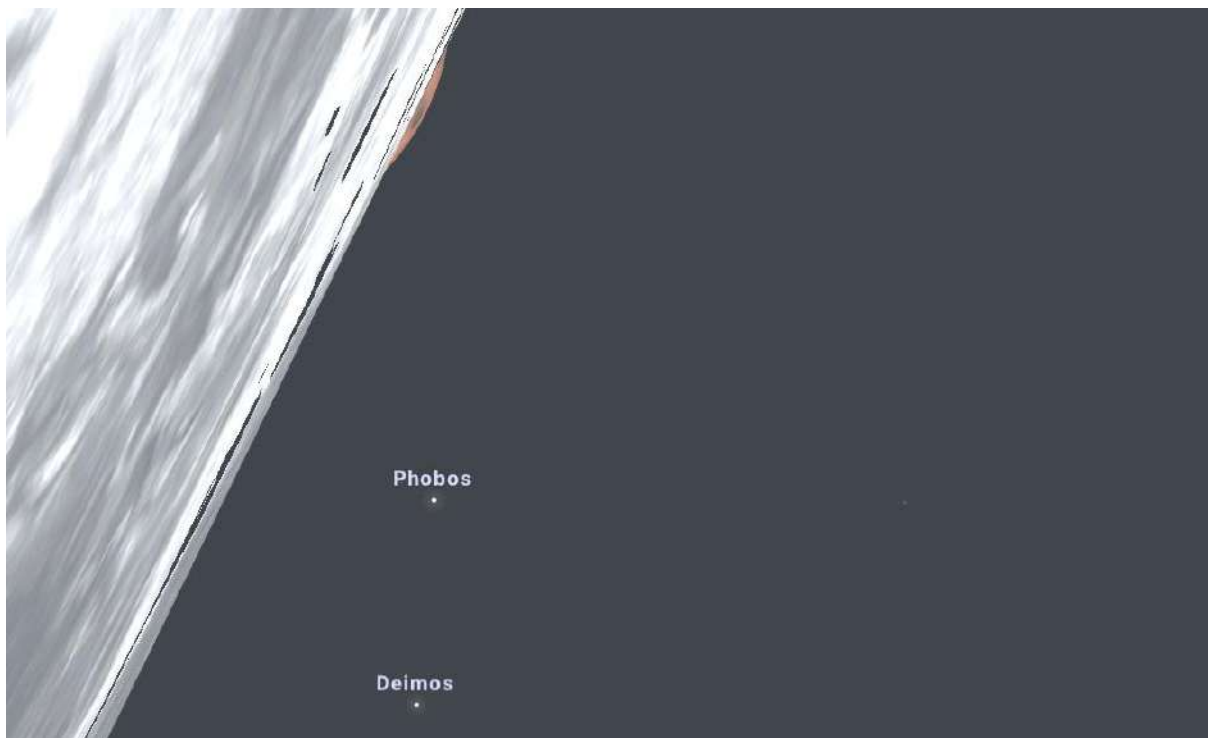


Położenie Marsa i jego księżyców względem tarczy Księżyca o godzinie 6:53:33 (dla Łodzi). Źródło: <https://stellarium-web.org/>

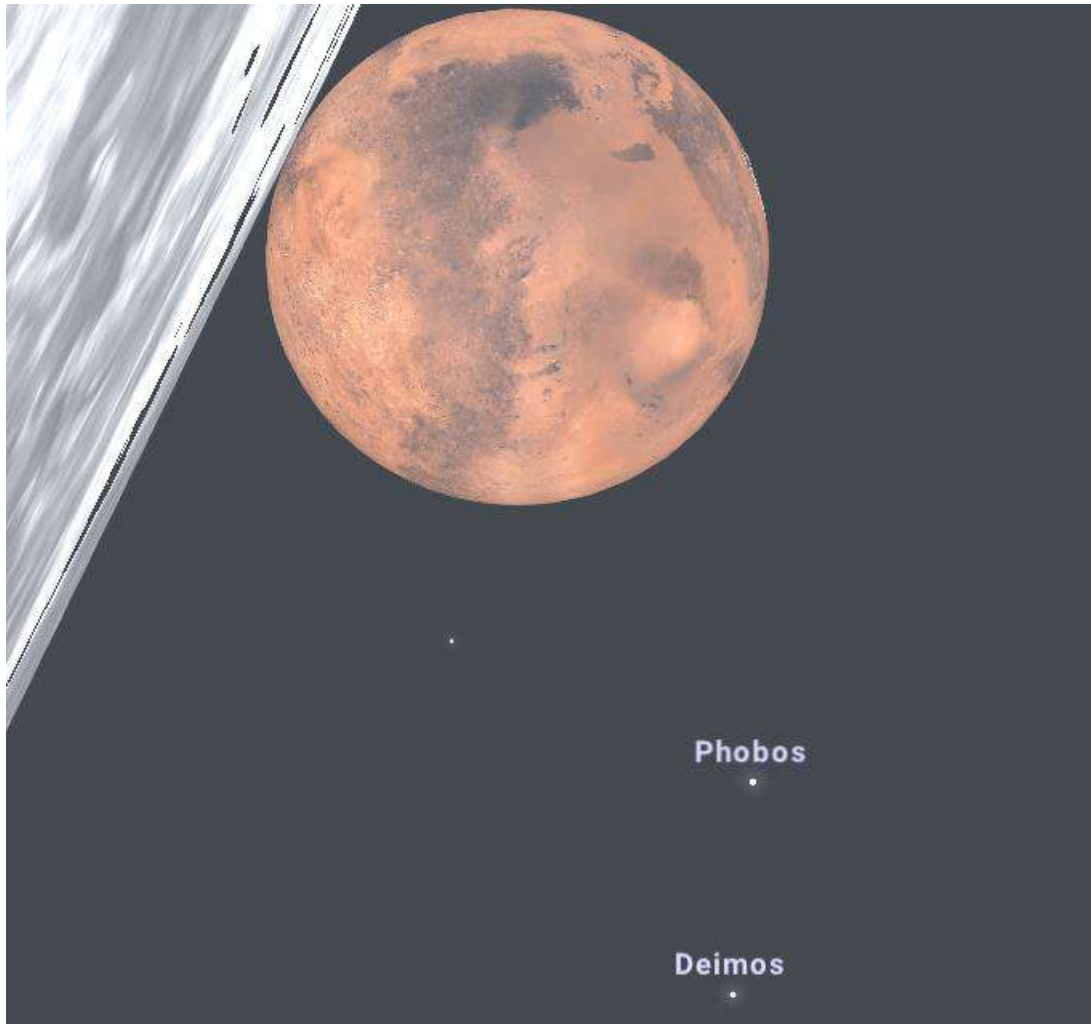


Położenie Marsa i jego księżyców względem tarczy Księżyca o godzinie 6:53:38 (dla Łodzi). Źródło: <https://stellarium-web.org/>





Położenie Marsa i jego księżyców względem tarczy Księżyca o godzinie 6:53:50 (dla Łodzi). Źródło: <https://stellarium-web.org/>



Położenie Marsa i jego księżyców względem tarczy Księżyca o godzinie 6:54:20 (dla Łodzi). Źródło: <https://stellarium-web.org/>