

Przejście Merkurego na tle Słońca

Ariel MAJCHER

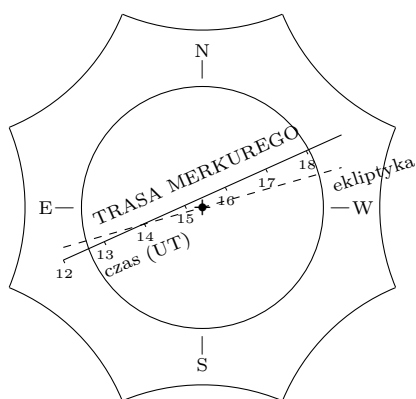
W 101 rocznicę odzyskania przez Polskę państwowości, 11 listopada 2019 r., na tle Słońca przez kilka godzin będzie można dostrzec małą plamkę. Nie będzie to jednak plamka powstała wskutek zwykłej aktywności słonecznej. Tym razem nie ma ona nawet bezpośredniego związku ze zjawiskami zachodzącymi w fotosferze naszej Gwiazdy Dziejnej. Przed tarczą słoneczną przejdzie planeta Merkury. W Układzie Słonecznym dwie planety: Merkury i Wenus krążą bliżej Słońca niż Ziemia, dlatego od czasu do czasu zdarza się, że podczas koniunkcji dolnej przejdą one dokładnie na tle tarczy słonecznej. Gdyby planety krążyły wokół Słońca w tej samej płaszczyźnie, do takiego przejścia dochodziłoby podczas każdej koniunkcji dolnej. Niestety tak nie jest, gdyż orbita Wenus jest nachylona do orbity Ziemi pod kątem ponad 3° , zaś orbita Merkurego – pod kątem 7° . Aby doszło do przejścia przed tarczą słoneczną, planeta musi być blisko własnego węzła, czyli punktu przecięcia swojej orbity z ekliptyką. Są dwa takie węzły: wstępujący, gdy planeta przenosi się na północ od ekliptyki, i zstępujący, gdy przecina orbitę Ziemi w drodze na południe. Dla Merkurego występują one w okolicach 10 listopada (węzeł wstępujący) i 8 maja (węzeł zstępujący). Gdy w pobliżu którejś z tych dat przypada koniunkcja dolna Merkurego ze Słońcem, wtedy dochodzi do przejścia planety na jego tle.

Koniunkcje, czyli ustawienie ciał niebieskich i obserwatora w jednej linii dzielą się, dla planet na orbitach mniejszych od ziemskiej, na dwa rodzaje: koniunkcję dolną, w której planeta znajduje się między Słońcem a Ziemią (w jednej linii po zrzutowaniu na płaszczyznę ekliptyki), oraz koniunkcję górną, w której planeta znajduje się za Słońcem z punktu widzenia Ziemi.

Orbita Merkurego jest najbardziej eliptyczną z planet Układu Słonecznego i jego odległość do Słońca zmienia się najbardziej pomiędzy peryhelium (punktem orbity najbliższej Słońca) a aphelium (punktem orbity najdalej Słońca) w stosunku do rozmiarów orbity. Stąd wielkość jego tarczy (w przeciwieństwie do tarczy Wenus, której orbita z kolei jest najbardziej kołowa wśród planet) w maju jest inna niż w listopadzie. Wiosną planeta jest bliska peryhelium, jesienią – bliska aphelium. W pierwszym przypadku tarcza Merkurego ma rozmiar $10''$, w drugim jest o $2''$ większa. Jednak mimo większych rozmiarów planeta porusza się wolniej, stąd mniej prawdopodobne jest jej przejście przez węzeł w odpowiednim czasie. Tarcza Wenus jest przeszło 5-krotnie większa i w trakcie przejścia na tle Słońca, dysponując odpowiednim filtrem, można ją dostrzec bez dodatkowych przyrządów. Niestety w przypadku Merkurego taka sztuka się nie uda. Jego tarcza jest zdecydowanie za mała, aby można ją było zobaczyć bez pomocy przyrządów optycznych. Do zaobserwowania zjawiska potrzebny jest teleskop o powiększeniu przynajmniej 50-krotnym. Oczywiście należy pamiętać, że Słońce świeci bardzo jasno i jego światło może spowodować nieodwracalne uszkodzenie wzroku nawet wtedy, gdy patrzy się na nie bez pomocy teleskopu. Stąd konieczne jest odpowiednie zabezpieczenie, czy to w postaci dobrego filtra do obserwacji Słońca, czy też przez rzutowanie obrazu Słońca na ekran.

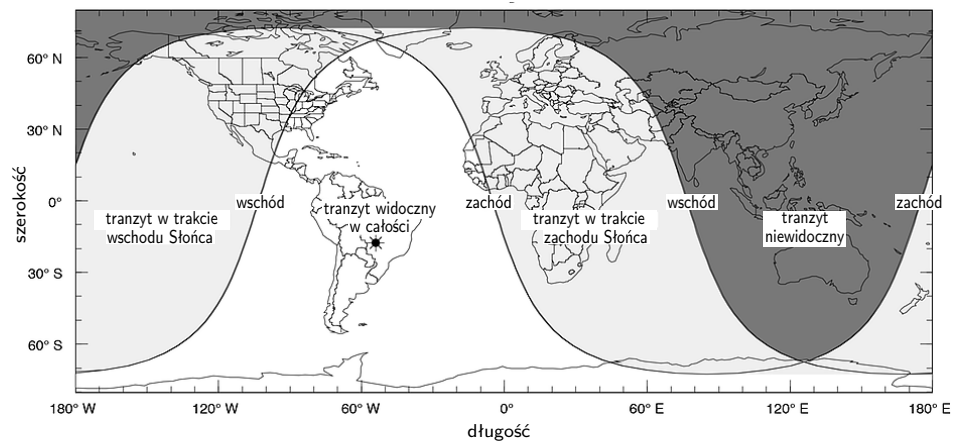
W ciągu roku ziemskiego Merkury zdąży okrążyć Słońce ponad 4-krotnie, zaś okres synodyczny planety, czyli czas mijający np. od jednej koniunkcji dolnej do następnej, wynosi 115 dni, a więc na cały rok ziemski przypadają ponad 3 okresy synodyczne Merkurego. Planeta Wenus znajduje się prawie 2-krotnie dalej od Słońca i jej rok trwa więcej niż pół roku ziemskiego, zaś okres synodyczny – 584 dni, czyli ponad 1,5 roku ziemskiego. Stąd średnio na stulecie przypada 13 przejść Merkurego na tle Słońca. I jest to znacznie więcej niż przejść Wenus – występujących w parach, które dzieli 8 lat, ale między parami jest 105,5 lub 121,5 roku przerwy. Jesienne przejścia Merkurego powtarzają się co 7, 13 lub 33 lata, natomiast przejścia wiosenne – tylko co 13 lub co 33 lata. Przejście planety na tle Słońca widoczne będzie z całej półkuli, zwróconej w momencie przejścia ku Słońcu (plus obszary, na których Słońce wjeździe lub zajdzie w trakcie przejścia), a zatem przeciętny człowiek ma w swoim życiu szansę na dostrzeżenie kilku przejść Merkurego. Jeśli urodził się pechowo, może nie mieć możliwości obserwacji przejścia Wenus. Kolejne przejście Merkurego nastąpi 13 listopada 2032 r., czyli po 13 latach od tegorocznego, zaś kolejne przejście Wenus zdarzy się dopiero w grudniu 2117 r.

Tegoroczne przejście Merkurego zacznie się o godzinie 12:35 czasu uniwersalnego, czyli o 13:35 czasu obowiązującego w Polsce. W tym momencie nad Polską



Rys. 1. Schemat przejścia Merkurego na tle Słońca 11 listopada 2019 r. (źródło: eclipsewise.com)

Słońce znajdować się będzie już w południowo-zachodniej części nieba, na wysokości mniej więcej 15° . Tarcza planety jest mała, stąd jej wejście na tarczę (ingres) trwa tylko 1,5 minuty. Stopniowo Merkury wejdzie do wnętrza tarczy, a jednocześnie tarcza słoneczna zbliży się do linii horyzontu. Najwcześniej Słońce zajdzie na Suwalszczyźnie, o godz. 15:36, najpóźniej – w Bogatyni, o godz. 16:19. Jak pokazano na rysunku 1, w południowo-zachodniej Polsce zmierzch nastąpi tuż przed środkiem przejścia i reszty zjawiska, które potrwa do 19:04 naszego czasu, nie da się obserwować z Polski. Całe zjawisko widoczne będzie z Ameryki Południowej, wschodniej części Ameryki Północnej, z zachodnich krańców Afryki i z większości obszaru Antarktydy, co przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Mapa obszarów widoczności przejścia Merkurego na tle Słońca 11 listopada 2019 r. (źródło: F. Espenak, eclipsewise.com)

Notując dokładne momenty wejścia i zejścia planety z tarczy słonecznej i porównując je następnie z pomiarami wykonanymi przez innych obserwatorów znajdujących się w znacznych odległościach, można z paralaksy wyznaczyć odległość Ziemi od Słońca, czyli wielkość jednostki astronomicznej, a tym samym określić wielkość Układu Słonecznego. Obecnie istnieją dokładniejsze metody wyznaczania odległości między planetami, stąd przejścia Merkurego i Wenus na tle Słońca nie mają już takiego znaczenia. Jednak jest to na tyle rzadkie zjawisko, że jeśli tylko będzie odpowiednia pogoda, na pewno warto wybrać się na jego obserwację. Zwłaszcza że dla większości mieszkańców Polski jest to dzień wolny od pracy. Z pewnością w wielu miastach zostaną zorganizowane publiczne obserwacje zjawiska, dobrze jest zatem śledzić strony internetowe forów astronomicznych, lokalnych organizacji astronomicznych czy doniesienia lokalnej prasy.

Dzienne i nocne krzywe rowerowe

Wojciech JAWIEŃ*

Niech autorowi będzie wolno cofnąć się w czasy lśniących w słońcu chromowanych obręczy kół rowerów (lub wózków dzieciennych). Obręcze te rzucały rozmaite odbłaski na powierzchnię szosy. Bogactwo obserwowanych kształtów zachęcało do podjęcia próby opisania ich w języku matematyki. Zróbmy to teraz, choć poniewczasie – bo współcześnie trudniej o okazję ujrzenia tego zjawiska.

Ograniczymy się do światła odbijanego przez jeden z kołnierzy obręczy (który modelujemy jako powierzchnię boczną stożka ściętego). Ma on pewną szerokość, więc odbłask jest figurą dwuwymiarową. Jeśli jednak ta szerokość będzie dążyć do zera, w granicy otrzymamy jako refleks obiekt jednowymiarowy. To jest właśnie nasza słoneczna albo dzienna krzywa rowerowa. Nocne krzywe otrzymamy, oświetlając obręcz nieodległym, punktowym źródłem światła, takim jak latarnia.

* Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum, Wydział Farmaceutyczny

Tabachnikow zdefiniował krzywą rowerową (*bicycle curve*) jako linię zakreslaną przez tylne koło roweru, gdy przednie porusza się wzdłuż innej, zadanej krzywej (uogólnienie traktrisy). W tym artykule mówimy o czym innym – stąd dodatkowy, ciepły przymiotnik: słoneczna.