

AKTYWNOŚĆ DYDAKTYCZNA 1.

Obliczanie odległości między Ziemią a Słońcem na podstawie obrazów przejścia Wenus.

Miguel Ángel Pío Jiménez. Astronom. Instituto de Astrofísica de Canarias, Tenerife.

Dr **Miquel Serra-Ricart.** Astronom. Instituto de Astrofísica de Canarias, Tenerife.

Juan Carlos Casado. Astrophotograf. tierrayestrellas.com, Barcelona.

Dr **Lorraine Hanlon.** Astronom. University College Dublin, Irlandia.

Dr **Luciano Nicastro.** Astronom. Istituto Nazionale di Astrofisica, IASF Bolonia.

3 - Zjawisko

3.1. Okultacja i przejścia.

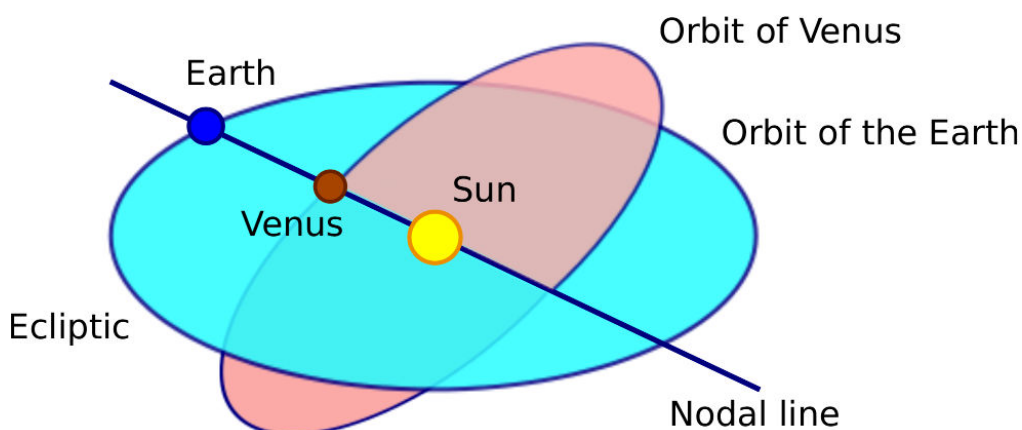
Okultacja występuje wtedy, gdy jedno ciało niebieskie, widzialne z Ziemi, zostaje zasłonięte przez inne ciało niebieskie. Przejście to zjawisko częściowego zaćmienia, w którym ciało niebieskie znajdujące się bliżej nie zasłania całkowicie bardziej oddalonego ciała niebieskiego, a bliższe ciało niebieskie widoczne jest na tle dalszego (Rys. 2).

Z naszej planety możemy oglądać tylko przejścia planet wewnętrznych - Merkurego i Wenus - na tle słońca. Merkury przesuwa się na płaszczyźnie, która jest nachylona o 7 stopni w stosunku do orbity Ziemi, więc przez większość czasu znajduje się „nad” albo „pod” tarczą słońca, nie powodując przejść. Merkury przechodzi średnio 13 razy w ciągu stu lat w okresach 3, 7, 10 i 13 lat. Ostatnie przejście Merkurego miało miejsce 8 listopada 2006 r.

3.2. Przejście Wenus.

Wenus, znajdująca się bliżej Słońca niż Ziemia, również ma obserwowalne dla ludzi przejścia. Płaszczyzna orbity Wenus jest nachylona w stosunku do orbity ziemskiej o 3,4 stopnie. Gdyby tak nie było, przejścia Wenus następowałyby co 584 dni (tyle czasu zabiera Wenus powrót na tę samą pozycję w stosunku do Słońca względem Ziemi).

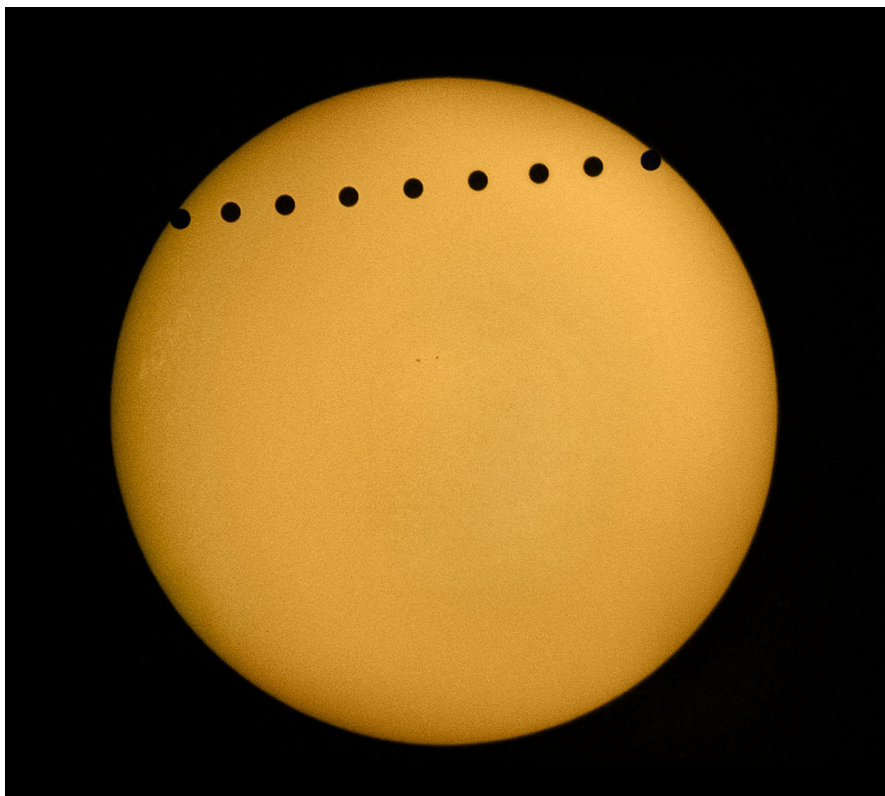
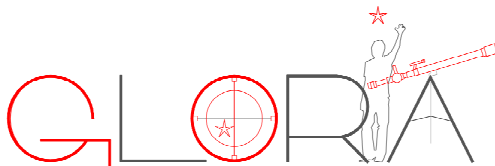
Co roku, około 6-7 czerwca i 9-10 grudnia, Ziemia przechodzi przez ciąg węzłów na orbicie Wenus (Rys. 1) . Jeżeli ma to miejsce w tym samym czasie co dolna koniunkcja, tzn. kiedy Wenus znajdzie się między Słońcem a Ziemią, wtedy ma miejsce przejście.



Rys. 1: Węzły na orbicie Wenus podczas przekraczania orbity ziemskiej.

Przejścia Wenus są zjawiskiem bardzo rzadkim, gdyż średnio zdarzają się dwa na sto lat. Te dwa przejścia oddzielone są okresem 8 lat, a odstęp czasu między parami przejść to albo 105,5 albo 121,5 lat. Niekiedy, tak jak zdarzyło się to w 1388r., jedno z pary przejść może nie nastąpić ze względu na to, że nie wystąpi w tym samym czasie, co przekraczanie węzła. Ostatnia para przejść Wenus miała miejsce 9 grudnia 1874 r. i 6 grudnia 1882 r.

Ostatnie przejście widoczne z Europy nastąpiło 8 czerwca 2004 r. (Rys. 2), a następne będzie 6 czerwca 2012 r.



Rys. 2: Przejście Wenus 2 czerwca 2004 r., pokazujące trasę Wenus na tle tarczy słonecznej w odstępach 45 minutowych. Źródło: Juan Carlos Casado © staryearth.com.

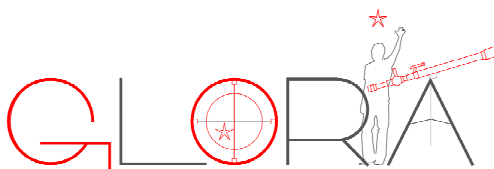
Z wizualnego punktu widzenia zjawisko przejścia Wenus podobne jest do przejścia Merkurego: Wenus jest widoczna jako czarny krążek, przesuwany się powoli na tle lśniącej tarczy słońca. Przejście Wenus trwa do 8 godzin. Podczas przejścia wydaje się, że Wenus ma bardzo niewielką średnicę. Mimo to jest wyraźnie widoczna bez użycia soczewki, należy jedynie ochronić oczy przed blaskiem Słońca. Można też zobaczyć na krawędziach tarczy słonecznej zjawisko zwane „efektem czarnej kropli”.

Zjawisko czarnej kropli. Zaraz po pierwszym kontakcie tarczy Słońca i Wenus, przez kilka sekund tarcza planety wydaje się przywierać do tarczy słońca i przybiera kształt czarnej kropli. Zjawisko to powtarza się tuż przed ostatnim wewnętrznym kontaktem (Rys. 3). Zjawisko czarnej kropli nie pozwala dokonać dokładnego pomiaru czasu kontaktu tarczy planety i tarczy Słońca.¹ Jest główną przyczyną niedokładności obserwacji wykorzystywanych do obliczania odległości między Słońcem a Ziemią. Przyczynę tego zjawiska upatruje się w charakterze atmosfery Wenus. Jednakże, wykorzystując obrazy przejścia Merkurego uzyskane przez satelitę TRACE (Transition Region and Coronal Explorer, NASA, USA) ustalono,² że głównymi przyczynami efektu czarnej kropli jest nieostrość obrazu (wynikająca z fluktuacji atmosfery oraz dyfrakcji obrazu teleskopowego) a także pociemnienia brzegowego tarczy słońca. Oznacza to, że sposób, w jaki „zjawisko czarnej kropli”, widziane jest przez obserwatora na Ziemi zależy przede wszystkim od warunków atmosferycznych i jakości instrumentu (np. rozmiar i optyka teleskopu).

¹ Informacja o metodzie zwiększania dokładności mierzenia kontaktów:

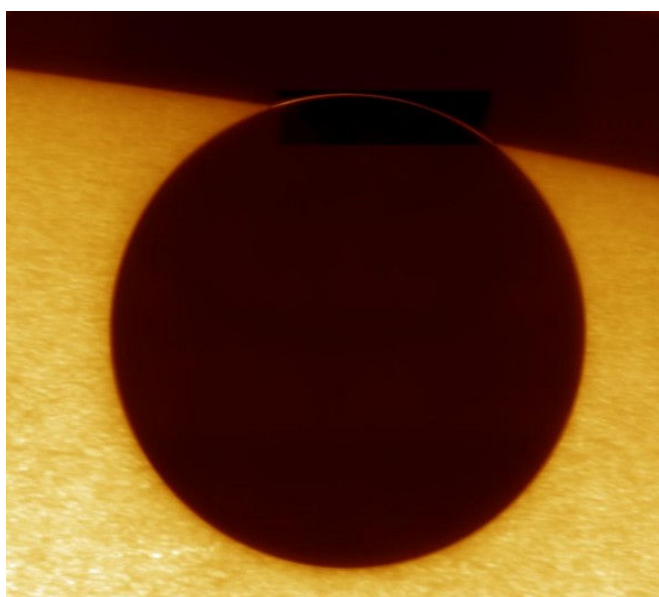
<http://www.transitofvenus.nl/blackdrop.html>

² Publikacja naukowa: <http://nicmosis.as.arizona.edu:8000/POSTERS/TOM1999.jpg>



Rys. 3: Ewolucja zjawiska czarnej kropki podczas przesuwania się Wenus na tarczę słoneczną. Źródło: Juan Carlos Casado © staryearth.com.

Zjawisko „Aureoli Wenus”. Podczas tranzytu Wenus często obserwuje się też lśniący łuk, widoczny przez ok. 0,1 sekundy. Znajduje się on dookoła tej części obwodu tarczy Wenus, która znajduje się częściowo poza pozorną krawędzią Słońca. Rosyjski astronom, Michał Łomonosow, jako pierwszy opisał to zjawisko, kiedy obserwował tranzyt Wenus w 1761 r. Zaraz po pierwszym wewnętrznym kontakcie podczas wejścia, pojawia się zjawisko aureoli w postaci jaskrawej plamy światła w pobliżu jednego z biegunów Wenus. Gdy Wenus przesuwa się po tarczy słońca, plama ta stopniowo przekształca się w cienki łuk (Rys. 4) Podczas wyjścia fazy występują w odwrotnej kolejności. Jasność aureoli zbliżona jest do jasności fotosfery słońca, co pozwala dostrzec aureolę przez filtr słoneczny. Jest widzialna tylko w dobrych warunkach obserwacji i przy użyciu doskonałego teleskopu.



Rys. 4: Aureola Wenus to zjawisko odkryte podczas przejścia Wenus w 2004 r. przy użyciu metrowej długości Szwedzkiego Teleskopu Słonecznego, znajdującego się w Obserwatorium Roque de Los Muchachos (La Palma, Instituto de Astrofísica de Canarias). Źródło: D. Kiselman, et al. (Inst. for Solar Physics), Royal Swedish Academy of Sciences.

Zjawisko Aureoli wywoływane jest przez odbicie światła słonecznego w gęstej górnej warstwie atmosfery Wenus. Warunki atmosferyczne Wenus determinują wygląd aureoli. Jeśli stopień refrakcji w atmosferze jest mały, aureola rozdziela się na serię jaskrawych plam natychmiast po zejściu Wenus z tarczy słońca. Jednak jeśli stopień refrakcji jest wysoki, aureola otacza równomiernie całą tarczę Wenus (Rys. 4).