

Tranzyt planet na tarczy Słońca

Już za czasów Ptolemeusza (I w. n.e.) astronomowie wiedzieli, że dwie planety: Merkury i Wenus mogą przechodzić na tle tarczy Słońca. Pierwsze matematyczne obliczenia tranzytu wykonał Kepler. W słynnych „Tablicach Rudolfańskich” (*Tabulae Rodolfinae*, 1627) przewidział przejście Merkurego z 7 listopada 1631 roku oraz przejście Wenus miesiąc później.



Do tranzytu dochodzi, gdy jedna z planet wewnętrznych (Merkury lub Wenus) znajdzie się pomiędzy Ziemią a Słońcem. Tranzyt planety Wenus zachodzi okresowo co: 8, 105, 8, 121 lat. Ostatni tranzyt Wenus obserwowany był w 2004 r., kolejny w 2012 r., następne będą w 2117 r. oraz 2125 r.

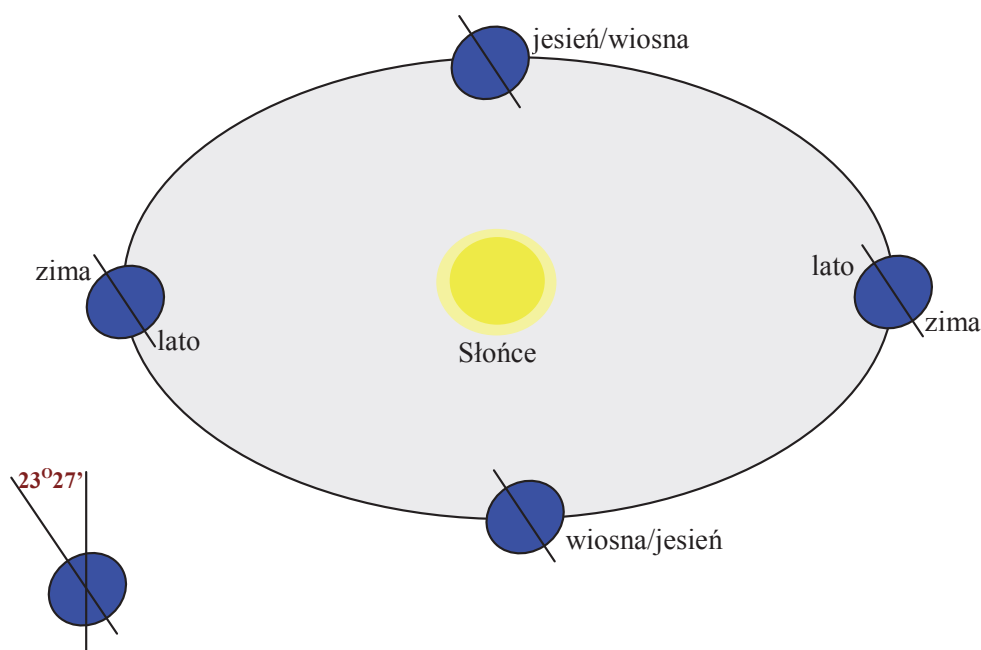
Fot. 4.12 Tranzyt Wenus na tle tarczy słonecznej godz. 6:25, 6/6/2012, Monte Bondone, szer. geogr. 46°N, foto Ch. Lavarian. Wenus to plamka w górnym prawy rogu, pozostałe ciemne punkty to plamy słoneczne. Linia przerywana to położenie ekliptyki (przy Słońcu wschodzącym)

Tranzyty Merkurego, który jest położony blisko Słońca i obiega je raz na 88 dni, mogą być obserwowane znacznie częściej, ostatni w 2006 r., kolejny w 2016 r. Możliwe są również podwójne tranzyty, gdy obie planety przechodzą na tle tarczy Słońca, zdarzają się jednak bardzo rzadko – raz na kilkadziesiąt tysięcy lat.

W przypadku planet zewnętrznych (znajdujących się w większej odległości od Słońca niż Ziemia) tranzyty są niemożliwe. Możemy zaobserwować natomiast **okultację**, czyli przesłonięcie planet zewnętrznych przez obiekty znajdujące się bliżej Słońca.

4.5. Cztery pory roku

Skąd się biorą pory roku i do czego służą? Fascynowały one nie tylko geografów i astronomów ale też kompozytorów i poetów. Powodem występowania pór roku jest dość znaczne ($23^{\circ}27'$) nachylenie osi obrotu Ziemi do płaszczyzny obiegu dookoła Słońca (czyli ekliptyki), zob. ryc. 4.13.



Ryc. 4.13. Występowanie pór roku (lata w lipcu na półkuli północnej a w styczniu na półkuli południowej) jest uwarunkowane nachyleniem osi obrotu Ziemi do płaszczyzny ekliptyki.

W ruchu dookoła Słońca Ziemia ustawia się „bokiem” w stosunku do Słońca w marcu (20-go) i wrześniu (22-go): w tych dniach promienie słoneczne padają (w południe) prostopadle na równik. W czerwcu Ziemia nagrzewa swoją północną czapę polarną – dzień na szerokościach geograficznych powyżej $66^{\circ}33'N (=90^{\circ}-23^{\circ}27')$ trwa pół roku.

Moment, w którym Słońce osiąga (w południa) najwyższą możliwą pozycję na horyzoncie nazywamy przesileniem letnim (łac. *solstitium*). W tym stuleciu, na półkuli północnej jest to 21 czerwca. W końcu czerwca w St. Petersburgu, w Norwegii i Islandii można przeżywać „białe noce” a znaczne różnice w długości dnia obserwujemy nawet w Polsce. W Jastarni słońce wschodzi o 4:08 (polskiego czasu astronomicznego) a w Cieszynie o 4:37. Dzień nad morzem w lecie jest nawet o godzinę dłuższy niż w Tatrach!

Dzień przesilenia letniego potrafiły, zapewne, wyznaczać nawet ludy prehistoryczne. Mogły do tego służyć megalityczne „menhiry” w Stonehenge w Anglii z III tysiąclecia p.n.e. A już Kopernik, za astronomami starożytnymi wiedział, że moment równonocy systematycznie przesuwa się o kilkanaście minut na rok. Powodem jest *trzeci* ruch Ziemi: **precesji** osi obrotu, jak stożki zataczane przez oś bąka, wyprowadzonego z równowagi. Ruch ten jest powolny – oś Ziemi zakreśla pełny stożek raz na 25,8 tys. lat. W czasach faraonów gwiazdą polarną był *Thuban* w konstelacji Smoka.

Pory roku nie występują na wszystkich planetach. Są one na Marsie, który ma podobne nachylenie osi do płaszczyzny swego obiegu dookoła Słońca, $25^{\circ}32'$ (i podobną długość doby, 24,5 h). Pory roku nie występują na Wenus, dla której nachylenie osi wynosi tylko 3° . Wenus jest natomiast najgorętszą planetą Układu Słonecznego, ze średnią temperaturą około $460^{\circ}C$. Wynika to z gigantycznego efektu cieplarnianego, spowodowanego dużymi koncentracjami dwutlenku węgla, dwutlenku siarki i pary wodnej w atmosferze tej planety.

4.6. Błądzące gwiazdy

Mianem błądzących gwiazd (planet) astronomowie starożytni określili kilka obiektów, które obserwowali w pasie zodiaku (czyli w płaszczyźnie ekliptyki), które podobnie jak Słońce przesuwały się w ciągu roku w lewo, ale od czasu do czasu „błądziły”.

Planety łatwo zidentyfikować na nocnym niebie: są one dość jasne (zależy to jednak od konkretnego okresu), poruszają się w płaszczyźnie ekliptyki i, w odróżnieniu od gwiazd, „nie migają”. Ta ostatnia cecha wynika z faktu, że gwiazdy są od nas bardzo daleko, więc wydają się punktami. Małe zaburzenia w ziemskiej atmosferze, gdzieś po drodze światła z kosmosu powodują, że światło raz dociera do naszego oka raz nie: gwiazdy do nas „mrują”. Planety są znacznie bliżej, widzimy je jako małe plamki już przez zwykłą lornetkę, więc świecą, dla nas Ziemiaków, światłem ciągłym.

Planety mają swoje barwy – Mars czerwony, Saturn jasnożółty. Planety wewnętrzne, Wenus i Merkury (zob. schemat Kopernika na ryc. 1.2) wykazują fazy jak Księżyc. Przez pewne okresy są oświetlone przez Słońce z boku i wyglądają jak sierp Księżycy. Szczególnie dobrze widoczne jest to dla Wenus, parę godzin przed wschodem lub pół roku później parę godzin po zachodzie słońca, fot. 4.14a.

Planety wewnętrzne wyraźnie „wędrują” w okolicach Słońca. Inaczej jest dla planet zewnętrznych, Marsa, Jowisza, Saturna, których ruch, widziany z Ziemi, jest specyficzny: planety te zakreślają na zodiaku pętle. Mars zatacza największą pętlę, raz na 2 lata, Saturn – najmniejszą, raz na lat 30. Otóż Ziemia, zgodnie z III prawem Keplera (zob. par. 1.7) porusza się po orbicie z większą prędkością kątową (a liniową również większą, równanie 1.14) i w pewnych okresach wyprzedza Marsa. Na tle gwiazd stałych wydaje się, jakoby Mars zawrócił, ryc. 4.14b. Prawdziwie błądząca gwiazda!