

Ryc. 4.6. Słońce widziane z Ziemi w ciągu roku przesuwa się w lewo, zataczając pełne 360° na tle gwiazdozbiorów zodiaku. Ruch ten widziany z Ziemi nakłada się na obrót dobowy, więc nie jest tak zauważalny jak (pozorny) ruch dzienny.

W pierwszym rozdziale przedstawiliśmy Układ Słoneczny tak, jak go znał Mikołaj Kopernik. W schemacie z rys. 1.2a należałoby dodać jedynie kierunek obrotu „sfer” – okazuje się, że wszystkie planety widziane z perspektywy rys. 1.2a poruszają się w kierunku odwrotnym do kierunku wskazówek zegara. Również Księżyc wokół Ziemi krąży w kierunku odwrotnym do kierunku ruchu wskazówek. Oznacza to, że również Księżyc obserwowany z Ziemi przesuwa się na nieboskłon w lewo, mniej więcej o $\Theta = \frac{1}{30} \cdot 360^\circ$ co noc.

Słońce, widziane z Ziemi, przesuwa się na tle zodiaku w lewo, o mniej więcej 15° na miesiąc.

Księżyc, widziany z Ziemi, przesuwa się na tle zodiaku w lewo, mniej więcej o 12° na dobę.

Ale Słońce i Księżyc to nie jedyne obiekty, które (pozornie) wędrują po zodiaku. Starożytni (a za nimi Kopernik) znali pięć takich „błądzących gwiazd”, czyli planet: Merkurego, Wenus, Marsa, Jowisza, Saturna.

Pytanie: Sprawdź, w jakich miesiącach jest widoczny na niebie „Twój” gwiazdozbiór zodiakalny. Jeśli chcesz go zobaczyć, szukaj go w pasie, po którym wędruje (pozornie) Słońce i Księżyc. Ekliptyka, czyli tory wszystkich planet i Księżyca leżą w pasie zodiakalnym.

4.3. Nierozłączna para: Ziemia - Księżyc

Miesiącem początkowo Słowianie nazywali naturalnego satelitę Ziemi, gdyż co określony czas (około 30 dni) pojawiał się w pełni widoczny na niebie. Początkową fazę (od nowiu do pierwszej kwadry) nazywano wówczas Księżycem (od słowa „książe”), czyli synem Miesiąca³. Jak „wschód” i „zachód” tak *Księżyc* ma mnóstwo znaczeń, szczególnie dla poetów i zakochanych.

Obserwując Księżyc z Ziemi widzimy, że jego rozmiar zmienia się: raz jest większy (rozmiar kątowy wynosi $33'$), innym razem wydaje się mniejszym obiektem ($29'$). Rozmiar tarczy Księżyca to średnio więcej niż pół stopnia (mniej więcej grubość kciuka widzianego na wyciągniętej ręce⁴). Obserwowane rozmiary naszego satelity zależą od miejsca w którym

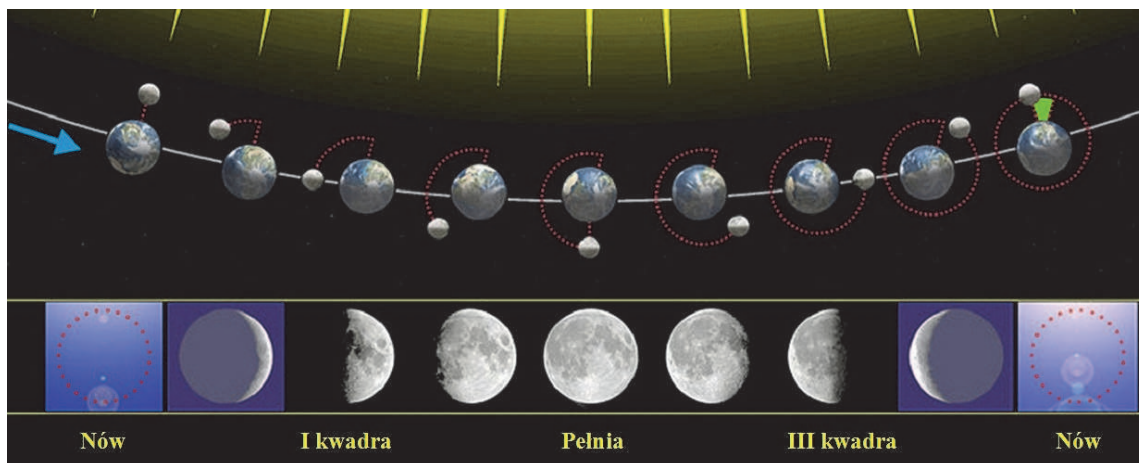
³ Nazwy niektórych pojęć związanych z Księżycem wywodzą się od słów *Selene* oraz *Luna* (odpowiednio greckiej i rzymskiej bogini i uosobienia Księżyca). *Selenographia: sive Lunae descriptio* (*Selenografia: lub opisanie Księżyca*) to dzieło napisane w 1647 r. przez naszego rodaka Jana Heweliusza. Gdański astronom opisał w niej obserwacje Księżyca, jakie wykonał w zbudowanym przez siebie obserwatorium mieszczącym się na dachach trzech kamienic w centrum miasta.

⁴ Nie martw się, jeżeli masz mały kciuk – przypuszczalnie i ramię masz odpowiednio krótsze!

znajduje się na orbicie względem Ziemi, ponieważ odbiega ona od kształtu koła – jest eliptyczna. Najmniejsza odległość, na jaką satelita może zbliżyć się do Ziemi wynosi 363 tys. km – mówimy, że Księżyc jest wtedy w *perygeum*⁵ swojej orbity, a największa - 405 tys. km (*apogeum*). Światło, które pędzi w próżni z prędkością bliską 300 000 km/s, odległość Ziemia-Księżyc pokonuje w czasie ok. 1 sekundy. Możemy zatem powiedzieć, że Księżyc znajduje się w przybliżeniu w odległości 1 *sekundy świetlnej* od Ziemi.

Księżyc jest ciałem szarym, jak popiół⁶. Na niebie widzimy go, ponieważ odbija światło słoneczne. Ze względu na konfigurację, w jakiej znajdzie się satelita względem Słońca i Ziemi, obserwujemy **fazy Księżyca** (patrz. Ryc. 4.7 i 4.8). Księżyc przesuwa się po niebie w ciągu jednej doby o odległość kątową ok. 13°, ze wschodu na zachód, co w konsekwencji powoduje iż jeden obieg wokół Ziemi (czyli okres np. od nowiu do nowiu) zajmuje satelicie 27,3 dnia (**miesiąc sydereczny**). W tym czasie jednak Ziemia zmienia położenie na orbicie względem Słońca, dlatego aby zaobserwować kolejną tę samą fazę, Księżyc musi „dogonić” Ziemię – potrzebuje na to około 2 dni. Faktyczny okres pomiędzy kolejnymi identycznymi fazami wynosi zatem 29,5 dnia i nazywany jest **miesiącem synodycznym** (Fot. 1.1).

Księżyc, podobnie jak planety, obraca się również wokół własnej osi. Obserwując z Ziemi powierzchnię Księżyca widzimy cały czas te same szczegóły, ponieważ okres obiegu wokół Ziemi jest równy okresowi obrotu satelity wokół własnej osi⁷. To „samo-uzgodnienie” okresu obrotu i obiegu dookoła Ziemi jest zjawiskiem wyjątkowym w całym Układzie Słonecznym. W konsekwencji widzimy, że Księżyc zwrócony jest w stronę Ziemi zawsze tą samą stroną⁸. Pierwsze zdjęcia tzw. ciemnej strony Księżyca⁹ wykonała dopiero radziecka sonda *Luna 3* w 1959 roku.



Ryc. 4.7 Schemat przedstawiający występowanie faz Księżyca oraz definicję miesiąca syderecznego (27,3 dnia) i synodycznego (29,5 dnia); Księżyc obiega Ziemię w tym samym kierunku (przeciwnie do ruchu wskazówek zegara, o ile oglądany jest z nadziemskiego bieguna północnego), w którym Ziemia obiega Słońce. (Źródło: Wikipedia)

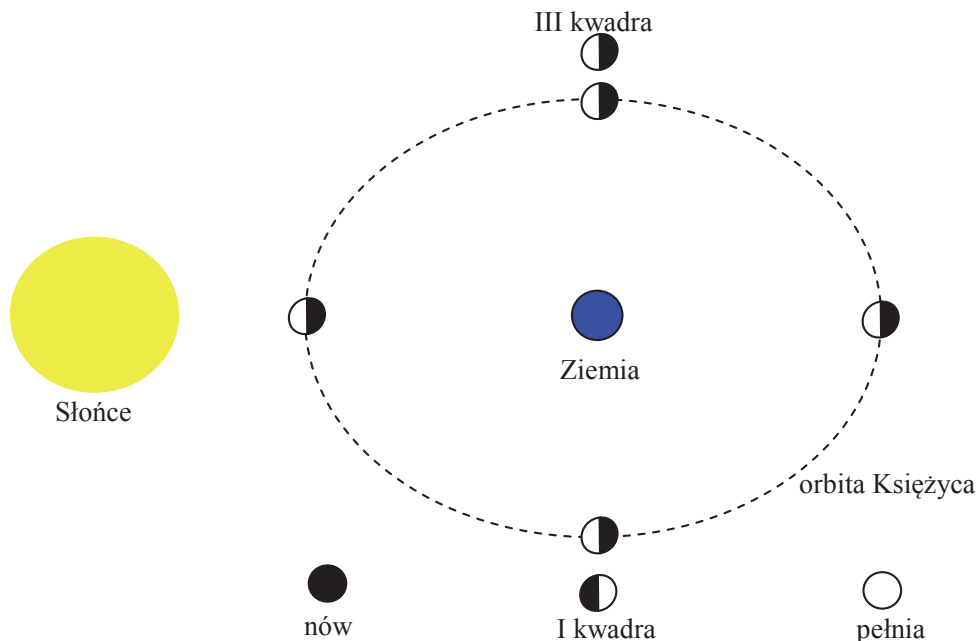
⁵ W podobnym nieco znaczeniu, bliskości, znajdziesz przedrostek greckiego pochodzenia w słowie „pery-feria” i „pery-skop”.

⁶ Naukowo, warstwę pyłu pokrywającego Księżyc (i inne planety skaliste, w tym Ziemię) nazywamy *regolitem*.

⁷ Jest to jedyny chyba w Układzie Słonecznym przykład takiej synchronizacji (1:1) ruchów dwóch ciał niebieskich. Obiegi trzech z czterech największych satelitów Jowisza a mianowicie Io, Europy i Ganimedesa mają się do siebie jak 1:2:4. Okres obrotu Merkurego wokół własnej osi ma się do okresu obiegu dookoła Słońca jak 3:2. Te tzw. rezonanse są wynikiem „samo-uzgodnienia” orbit pod wpływem wzajemnego oddziaływania grawitacyjnego. Warunkiem koniecznym są jednak procesy strat energii, jak np. pływy ziemskich oceanów były przyczyną „samo-uzgodnienia” ruchu Księżyca.

⁸ Z uwagi na niewielkie „drgania” orbity Księżyca (tzw. libracje) widzimy z Ziemi nieco więcej (59%) niż połowę powierzchni naszego satelity.

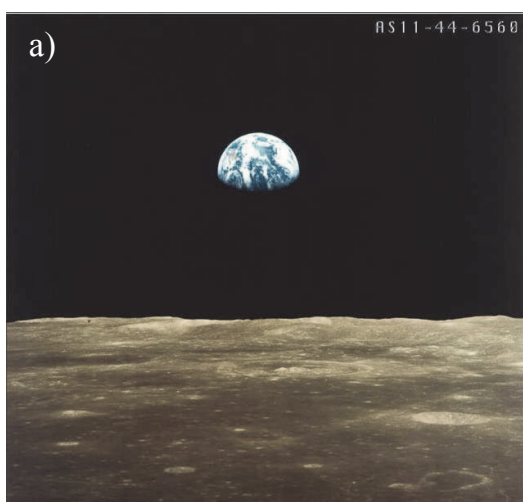
⁹ „Dark Side of the Moon”



Ryc. 4.8 Schemat obserwowania faz Księżyca. Gdy Księżyc znajduje się pomiędzy Ziemią a Słońcem widzimy nieoświetloną część Księżyca, zatem Księżyc jest w nowiu. Kiedy Ziemia znajdzie się pomiędzy Słońcem a Księżycem, obserwujemy pełnię. Gdy oświetlona jest prawa połowa tarczy Księżyca nazywamy ją pierwszą kwadrą, gdy lewa – trzecią kwadrą.

Trudno przecenić znaczenie Księżyca dla powstania życia na Ziemi. To jego sąsiedztwo powoduje przyływy i odpływy, które w niektórych miejscach spiętrzenia wody, jak np. w ujściu Tamizy, sięgają kilku metrów. Życie powstało w wodzie, ale rozwinęło się w całe bogactwo form dopiero na lądzie.

Samo łacińskie określenie *satelita*¹⁰ oznacza nie tyle obiekt astronomiczny, co „nieodłącznego towarzysza”, coś w rodzaju straży przybocznej. Ziemia jest jedyną planetą Układu Słonecznego, która ma satelitę o porównywalnych rozmiarach (promień nieco więcej niż 1/3 promienia Ziemi¹¹). Ma to zasadnicze znaczenie dla stabilizacji nachylenia osi Ziemi. Przeprowadzone niedawno symulacje komputerowe pokazują, że bez Księżyca oś Ziemi „rozchwiałyby się” już po 10 mln lat.



Fot. 4.9. a) Z powierzchni Księżyca trudno stwierdzić, czy to Księżyc towarzyszy Ziemi czy Ziemia Księżycowi (foto NASA Apollo 11); b) układ Ziemia – Księżyc

można przyrównać do pirogi z Polinezji: tubylcy żeglują na większej łodzi, ale mniejsza jest niezbędna dla zachowania równowagi

¹⁰ **satelita** <łac. *satelles*, D. *-litis* = służa, strażnik, towarzysz podróży>, *Słownik Wyrazów Obcych PWN*, PWN Warszawa, 1972, str. 668.

¹¹ Dokładnie promień Księżyca wynosi 1740 km, w porównaniu z 6370 km promieniem Ziemi.