

Wszechświat w mojej kieszeni



Noc i dzień



Rogério Riffel

DepAstro/IF

UFRGS, Brazilia



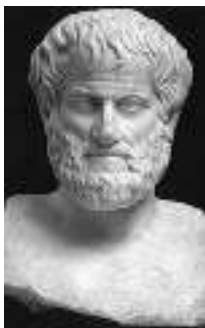
Noc, namalowana przez 12 letniego Davi Michalski



Dzień, namalowany przez 12 letniego Davi Michalski

Noc i dzień

Od czasów archaicznego i przednaukowego poglądu na płaskość Ziemi, ludzkość starała się zrozumieć okresowe zmiany oświetlenia, które są obserwowane na powierzchni Ziemi. Zmiany te określane są jako Noc i Dzień. Jak widać na obrazkach na stronie 2, głównym aktorem jest światło słoneczne. Gdy Słońce jest nad horyzontem mamy piękny i słoneczny dzień, a gdy jest pod nim mamy wspaniałą ciemność nocy. Obserwując ruch Słońca w ciągu dnia, mamy fałszywe wrażenie, że Ziemia jest nieruchoma, a Słońce porusza się wokół Ziemi. W rzeczywistości to, co obserwujemy, to dobowy ruch obrotowy Ziemi wokół własnej osi.



Rzymskie popiersie greckiego filozofa **Arystotelesa ze Stagiry** (384-322 p.n.e.) znalezione pod Akropolem w Atenach w 2006 roku.



4

Geocentryczny model Ptolemeusza i
heliocentryczny model Kopernika.
Ilustracja Larissa Luciano Amorim.

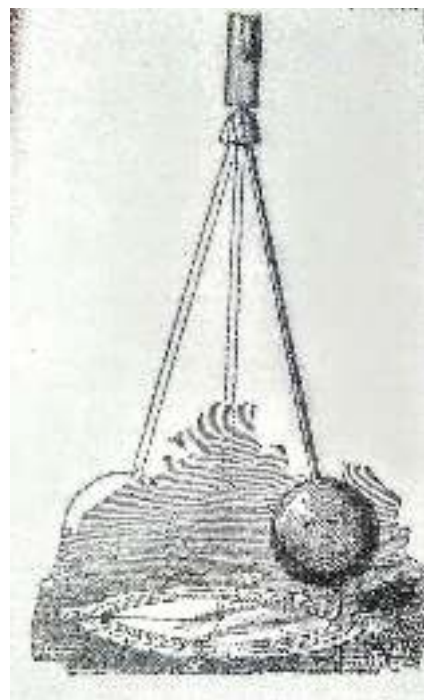
Ruchy planetarne

Starożytni filozofowie greccy, których idee ukształtowały światopogląd zachodniej cywilizacji, byli skłóceni w kwestii ruchu planet wokół Słońca. Idea Arystotelesa, że Ziemia jest nieruchoma i stanowi centrum wszechświata (geocentryzm), dominowała w starożytności i w średniowieczu. Najbardziej udanym modelem geocentrycznym, który przetrwał przez 1300 lat, był model Ptolemeusza, który użył kombinacji okręgów do opisanie ruchu planet. W 1543 r. Kopernik, badając hipotezy wysunięte przez Arystarcha w 300 r. p.n.e., zaproponował model heliocentryczny. Model ten umieszcza Słońce w centrum, a wszystkie planety krążą wokół niego.

5



Léon Foucault



Zdjęcie wahadła
Foucaulta
(1851)



Wahadło Foucaulta w
Panteonie w Paryżu.
Zdjęcie: Rémi



Rysunek Ziemi i jej osi
obrotu, wykonany
przez Marię Cecilję
Feltes Riffel w wieku 5
lat.

6

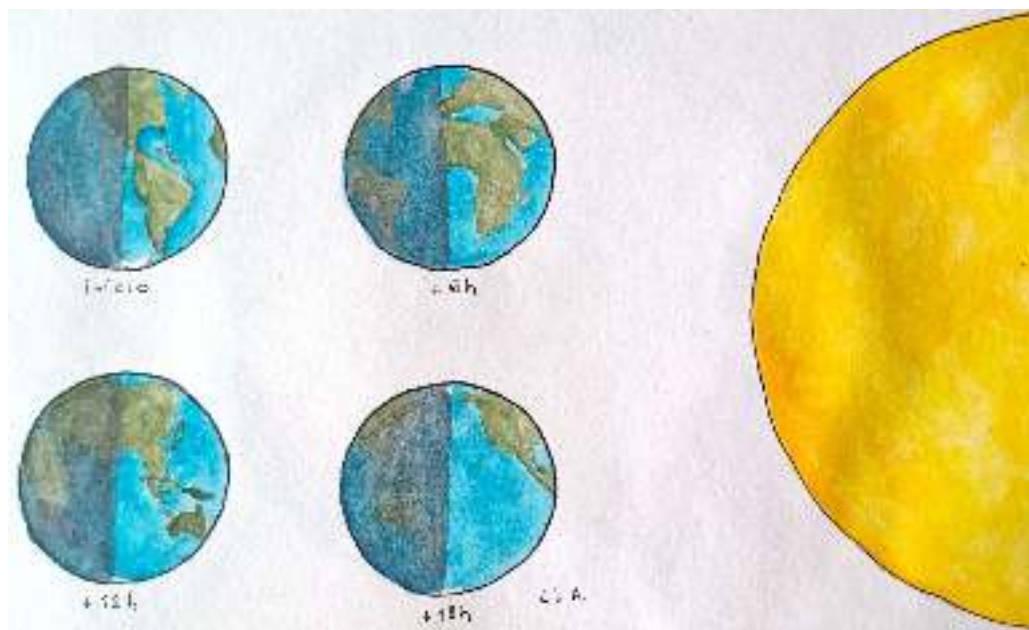
Ruch obrotowy Ziemi

Najważniejszą ideą wprowadzoną przez Kopernika było to, że Ziemia jest tylko jedną z sześciu planet (wówczas znanych) obracających się wokół Słońca. Dodatkowym założeniem tej idei było to, że dzień i noc powstają w wyniku ruchu Ziemi wokół własnej osi: obrotu.

Udowodnienie ruchu obrotowego Ziemi nie było jednak łatwe. Pierwszego pomiaru jej prędkości obrotowej dokonał francuski fizyk Léon Foucault, używając wahadła. Publiczna demonstracja eksperymentu odbyła się w lutym 1851 roku w Obserwatorium Paryskim: na skutek ruchu obrotowego Ziemi wahadło obracało się zgodnie z ruchem wskazówek zegara z prędkością $11,3^\circ$ na godzinę, na szerokości geograficznej Paryża. Gdyby eksperyment został przeprowadzony na szerokości geograficznej $\pm 90^\circ$ (na biegunie północnym lub południowym), jego wynik wynosiłby około 15° na godzinę.

7

Diagram przedstawiający Słońce oświetlające jedną stronę planety Ziemia. Na oświetlonej stronie widzimy bezpośrednio światło Słońca i mamy dzień. Druga strona znajduje się w cieniu planety i tam mamy noc. Ponieważ Ziemia obraca się wokół własnej osi, widzimy, że w ciągu 24 godzin oświetlane są różne regiony Ziemi. Rysunek nie jest w skali i nie uwzględnia nachylenia osi obrotu Ziemi. Ilustracja autorstwa Larissy Luciano Amorim.



Rotacja i efekt nocy i dnia

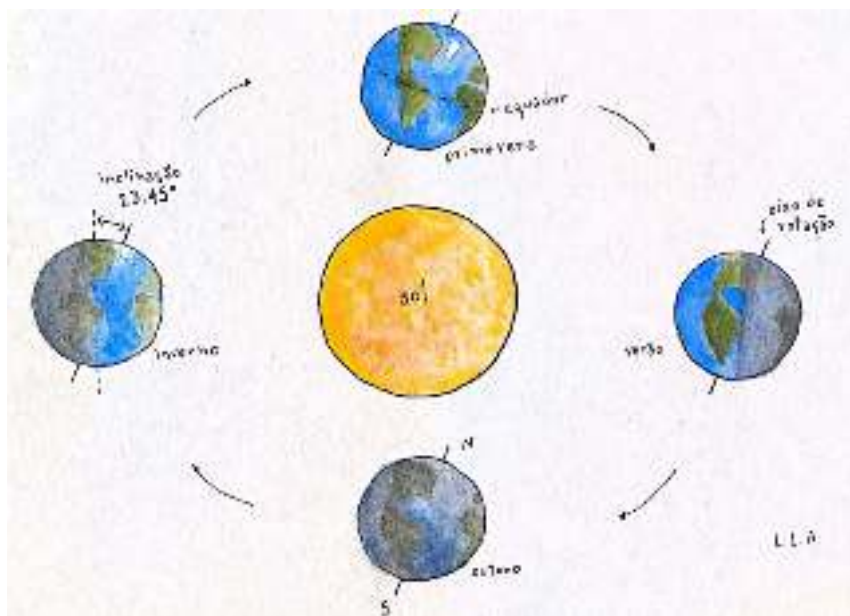
Jak widzimy, czynnikiem odpowiedzialnym za efekt nocy i dnia jest ruch obrotowy Ziemi. Długość tzw. doby gwiazdowej, czyli czasu potrzebnego do wykonania przez Ziemię jednego pełnego obrotu wokół własnej osi, wynosi 23h 56min 4.09s. Jeśli weźmiemy pod uwagę punkt na równiku ziemskim, to jego prędkość obrotowa wynosi 1675 km/h. Czas trwania oświetlenia może być mylnie rozumiany jako 12h (połowa z 24h). Tak rzeczywiście jest na równiku ziemskim. Jednak ze względu na nachylenie osi obrotu Ziemi, czas trwania oświetlenia zmienia się wraz z szerokością geograficzną. Podczas niektórych pór roku może ono trwać 24 godziny bez przerwy, to znaczy, że Słońce w ogóle nie zachodzi.

Dzień i pory roku

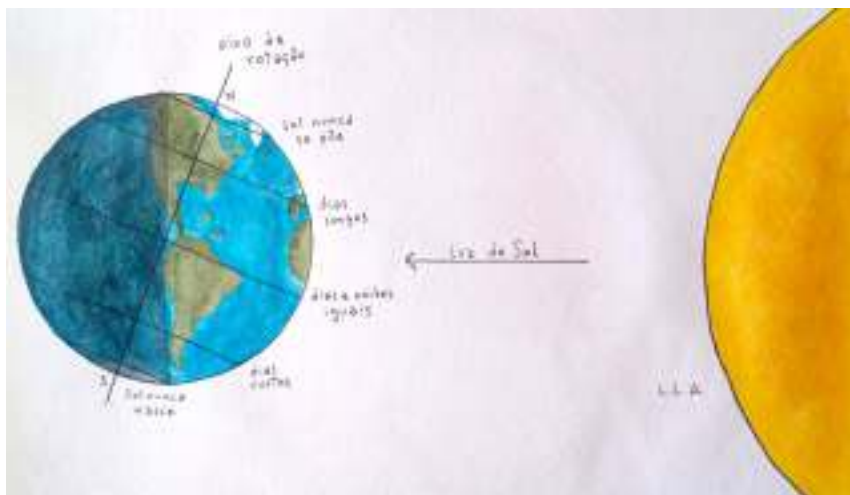
Rysunki po lewej stronie pokazują, jak zmienia się czas trwania światła dziennego w zależności od pory roku i szerokości geograficznej. Dzieje się tak ponieważ oś obrotu Ziemi jest nachylona pod kątem $23,5^\circ$ w stosunku do płaszczyzny ekliptyki (płaszczyzny orbity Ziemi wokół Słońca).

W skrajnych przypadkach mamy do czynienia z tzw. wieczną nocą, która trwa ponad 24 godziny, zjawisko to występuje w rejonie ograniczonym kołami podbiegunowymi. Odwrotne zjawisko, kiedy Słońce przez długi czas utrzymuje się nad horyzontem, nazywamy dniem polarnym.

Nachylenie osi obrotu Ziemi jest również odpowiedzialne za pory roku: Promienie słoneczne padają pod różnymi kątami na powierzchnię Ziemi w różnych regionach globu, powodując tym samym lato (promienie prawie prostopadłe) i zimę (promienie bardzo skośne).



Wpływ nachylenia osi obrotu w połączeniu z ruchem Ziemi wokół Słońca, na oświetlenie i pory roku.

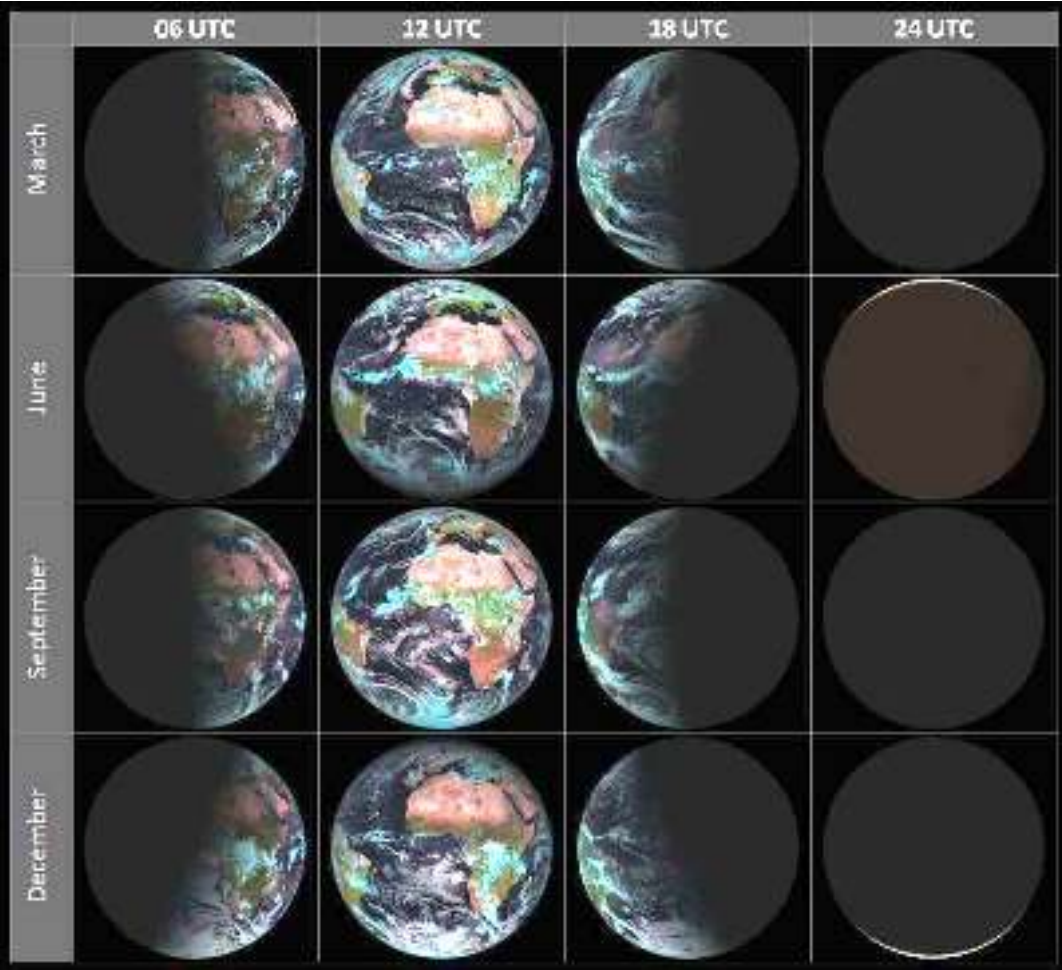


Przykład nachylenia osi obrotu Ziemi na początku zimy na półkuli południowej.

Ilustracje autorstwa Larissy Luciano Amorim.

Ziemia widziana z kosmosu przez satelitę EUMETSAT podczas przelotu w pobliżu równika w dniach przesilen (czerwiec i grudzień) oraz równonocy (marzec i wrzesień) w różnych godzinach UTC (Universal Time Coordinated, czyli skali czasu prowadzonej przez Międzynarodową Agencję Miar i Wag).

Credits : Eumetsat



Ziemia z kosmosu

Wraz z postępem technologicznym końca XX wieku możliwe stało się obserwowanie Ziemi z kosmosu i obserwowanie zjawiska dnia i nocy w różnych okresach i różnych położeniach Ziemi na jej orbicie wokół Słońca.

Na przeciwległej stronie znajdują się zdjęcia satelitarne, pokazujące oświetlenie Ziemi w charakterystycznych momentach, takich jak równonoc (kiedy dzień i noc trwają tyle samo) i przesilenia (kiedy długość dnia jest maksymalna lub minimalna). Wyraźnie widzimy część bezpośrednio oświetloną przez Słońce (dzień) oraz część znajdującą się w cieniu samej Ziemi (noc).

Wschód słońca w
Ammanie w Jordanii o
różnych porach roku.

Grudzień
Przesilenie

Styczeń

Luty

Marzec
Równonoc

Kwiecień

Maj

Czerwiec
Przesilenie

Lipiec

Sierpień

Wrzesień
Równonoc

Październik

Listopad

Kredyty:
Zaid M. Al-Abbadi i APOD



Zachód słońca nad
jeziorem Guaíba w
Porto Alegre, Rio
Grande do Sul, w
grudniu 2019 roku.
Fot: Márcio Maia.

Roczny ruch Słońca

W wyniku ruchu Ziemi wokół Słońca, pozycja Słońca wśród gwiazd zmienia się w ciągu roku. Roczna droga Słońca między gwiazdami nazywana jest ekliptyką. Ekliptyka to nic innego jak rzut płaszczyzny orbity Ziemi na niebo. Ponieważ płaszczyzna orbity Ziemi jest nachylona o $23^{\circ}27'$ względem jej równika, to pozorna roczna droga Słońca ma takie samo nachylenie do równika niebieskiego. W konsekwencji punkty na horyzoncie, w których Słońce wschodzi (na wschodzie) i zachodzi (na zachodzie) zmieniają się w ciągu roku, podobnie jak jego maksymalna wysokość nad horyzontem w ciągu dnia.

Dlaczego Słońce nie wschodzi zawsze w tym samym miejscu? (odpowiedź na odwrocie).

Wszechświat w mojej kieszeni Nr. 32

Ta książeczka została napisana w 2021 roku przez Rogério Riffela i poprawiona przez Marinę Trevisan (oboje z Wydziału Astronomii Uniwersytetu Federalnego Rio Grande do Sul). Dedykuję tę książeczkę moim dzieciom Marii Cecylii i João Pedro, dzięki którym moje dni są jaśniejsze.

Obraz na okładce: Zdjęcie z 21 czerwca 2021 roku, przesilenia zimowego na półkuli południowej obserwowane przez Meteosat-11. Credits EUMETSAT.



Aby dowiedzieć się więcej o tej kolekcji i tematach przedstawionych w tej książeczce, można odwiedzić stronę

<http://www.tuimp.org>.

Tłumaczenie: Ryszard Szczerba
TUIMP Creative Commons

