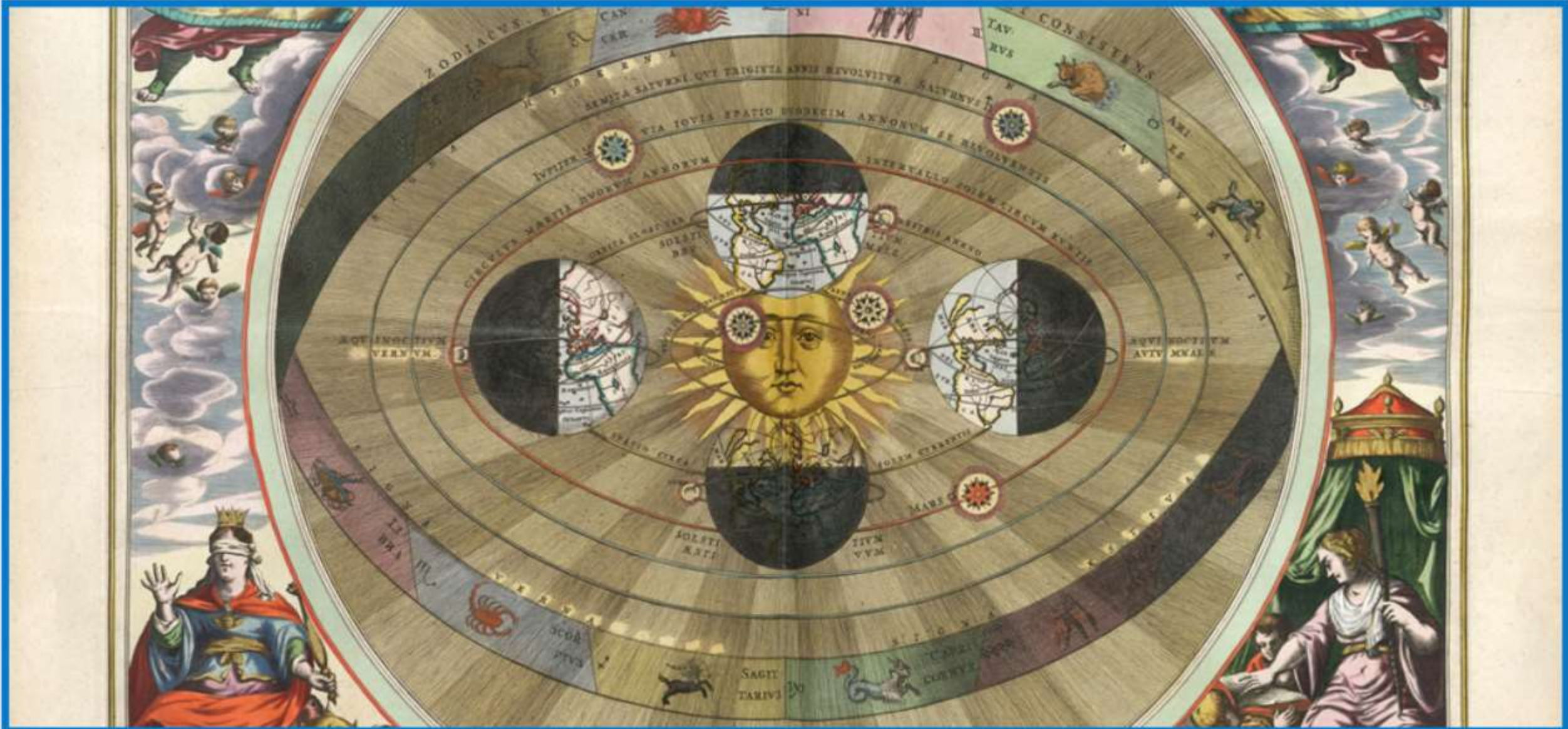


## II. Ziemia we wszechświecie

### 3a. Ruch obiegowy Ziemi

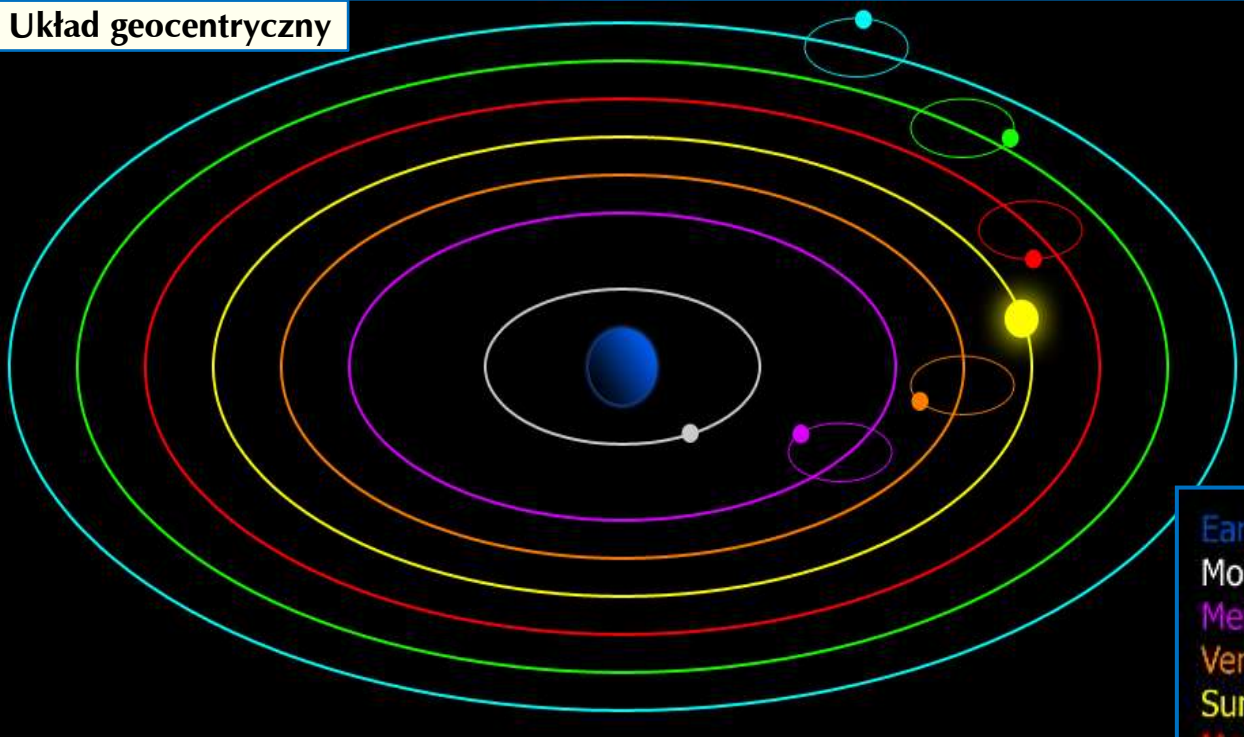


Ruch obiegowy Ziemi

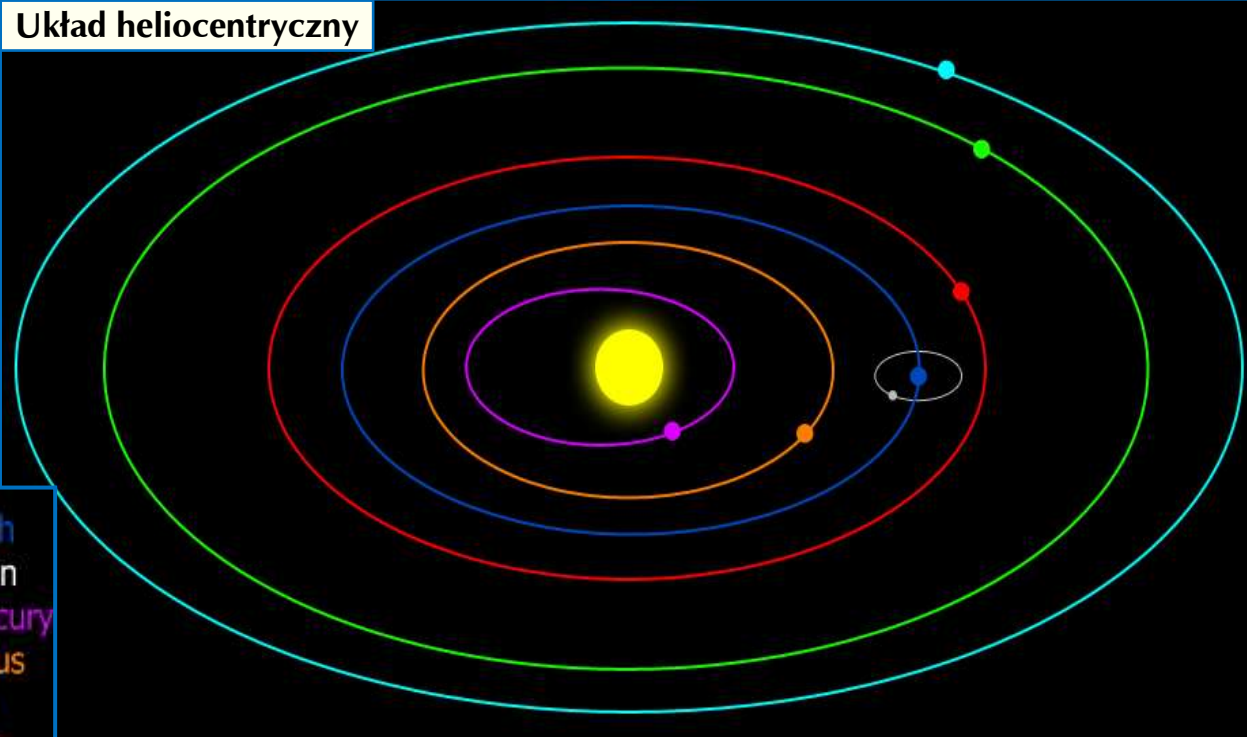
# Ruch obiegowy Ziemi

- Ziemia obiega gwiazdę znajdującą się w środku naszego układu planetarnego, czyli Słońce.
- Ta konstatacja, dzisiaj absolutnie niekwestionowana, z trudem dochodziła do powszechnej świadomości, ponieważ dawniej myślano, że to Ziemia mieści się w centrum wszechświata, a wokół niej krążą pozostałe planety (**teoria geocentryczna**).
- W XVIII wieku **heliocentryczna koncepcja budowy świata**, stworzona przez Kopernika i udoskonalona przez innych naukowców i badaczy, była już jednak powszechnie przyjmowana.

Układ geocentryczny



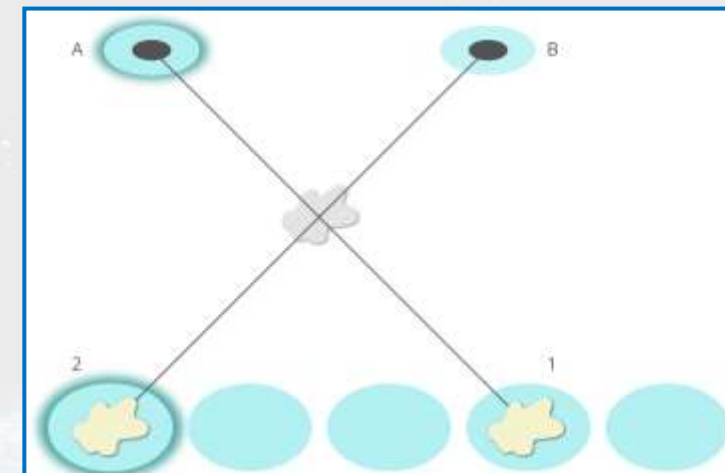
Układ heliocentryczny



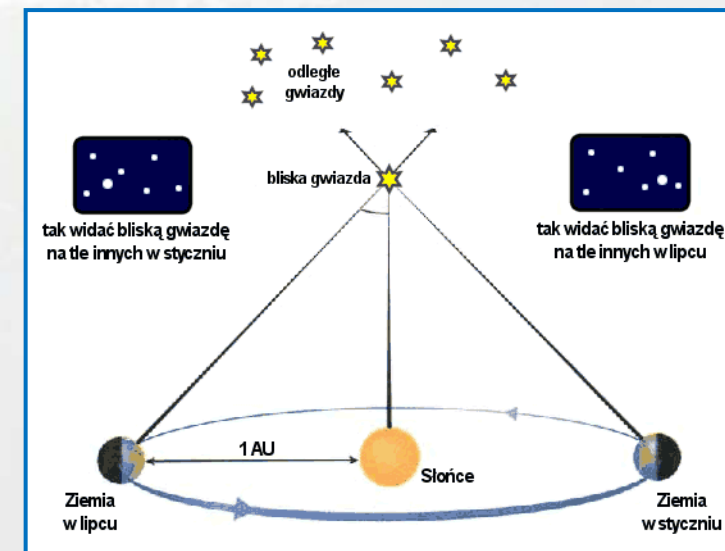
Earth  
Moon  
Mercury  
Venus  
Sun  
Mars  
Jupiter  
Saturn

# Dowody na ruch obiegowy: roczna paralaksa gwiazd

- Jednym z takich dowodów jest roczna **paralaksa gwiazd**.
- Jest to **zjawisko pozornej zmiany położenia obiektu na sferze niebieskiej względem dalszych obiektów**, wynikające ze zmiany miejsca obserwacji, spowodowanej przemieszczeniem się obserwatora związaną z rocznym ruchem Ziemi po orbicie.
- Ten pozorny ruch wynika z rocznej zmiany położenia Ziemi na orbicie.
- Ściślej rzecz ujmując roczna paralaksa jest to kąt, pod jakim widać z danej gwiazdy promień orbity Ziemi przechodzący prostopadle do kierunku od gwiazdy do Ziemi.
- Dana gwiazda zatacza pozornie elipsę dookoła swego położenia średniego, w taki sposób, że odchyła się w stronę ekliptyki od punktu, gdzie w danym czasie znajduje się Słońce.
- Przesunięć tego typu poszukiwali astronomowie po ogłoszeniu teorii Kopernika, nie przypuszczając, że wskutek olbrzymich odległości od gwiazd ruch paralaktyczny jest bardzo niewielki.
- Dopiero w 1838 roku udało się dokonać pomiarów pierwszej paralaksy.



Gdy przesuwamy się z punktu A do punktu B, to przedmiot obserwacji ulega pozornemu przemieszczeniu (w stosunku do przedmiotów bardziej oddalonych).



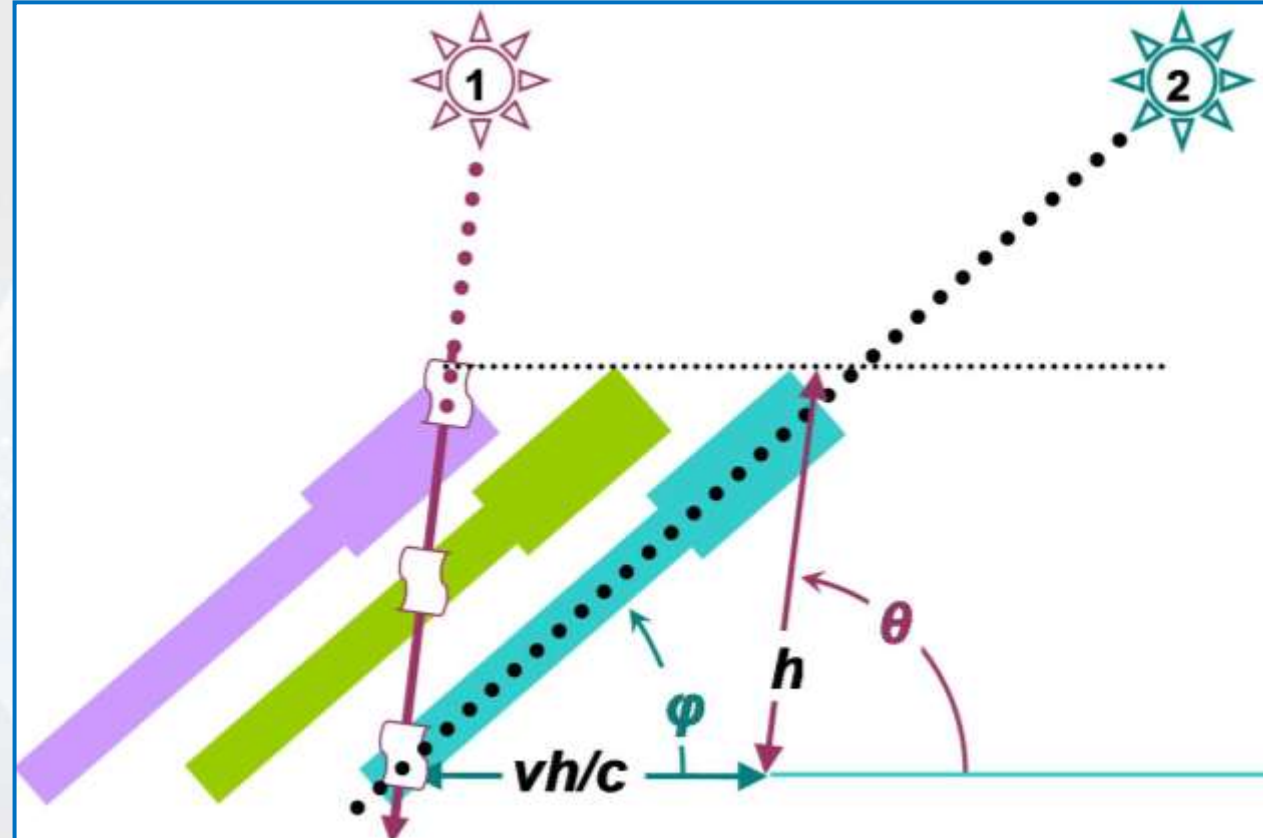
Paralaksa gwiazdy (P). W rocznym ruchu Ziemi wokół Słońca będziemy widzieli gwiazdę w różnych położeniach na sklepieniu niebieskim.

# Dowody na ruch obiegowy: aberracja światła

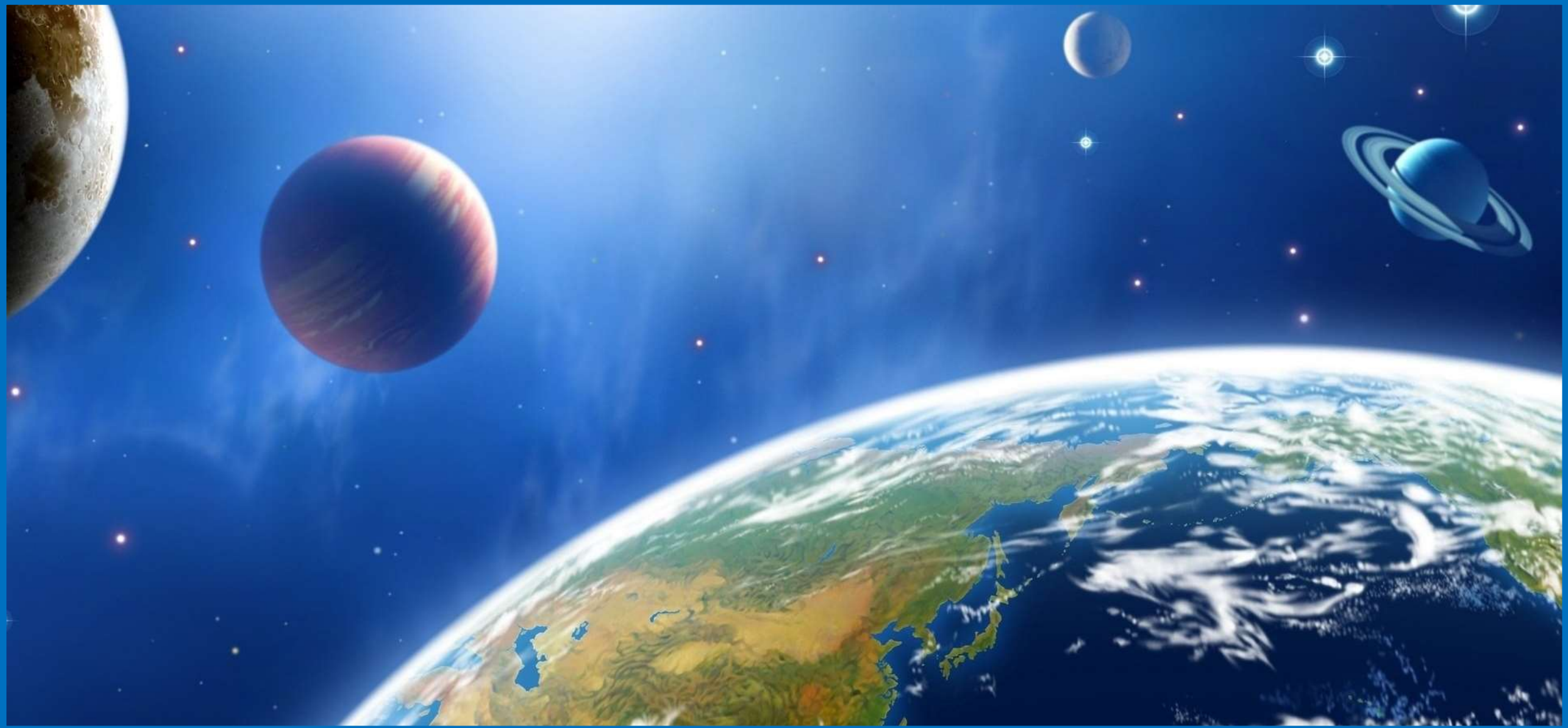
- **Aberracja światła (aberracja astronomiczna)** – pozorna zmiana położenia obserwowanego obiektu astronomicznego spowodowana ruchem Ziemi.
- Zjawisko to odkrył w 1728 roku James Bradley.
- Wyobraźmy sobie, że w deszczowy i bezwietrzny dzień stoimy pod parasolem.
- Krople deszczu padają na parasol pionowo.
- Jeśli jednak zaczniemy iść, to będziemy musieli parasol pochylić tym bardziej, im szybciej idziemy.
- Podobnie jest ze światłem.
- Gdyby Ziemia była nieruchoma, to widzielibyśmy gwiazdę dokładnie w miejscu, w którym rzeczywiście się znajduje.
- Jeśli jednak Ziemia znajduje się w ruchu, to obserwator, chcąc widzieć gwiazdę dokładnie w środku pola widzenia, musi pochylić lunetę w kierunku swego ruchu.
- Obserwator z Ziemi nie widzi nigdy gwiazdy w miejscu, gdzie ona rzeczywiście się znajduje, lecz w miejscu różniącym się od prawdziwego o kąt aberracji.



Im szybciej poruszamy się w deszczu, tym bardziej musimy pochylić parasol.



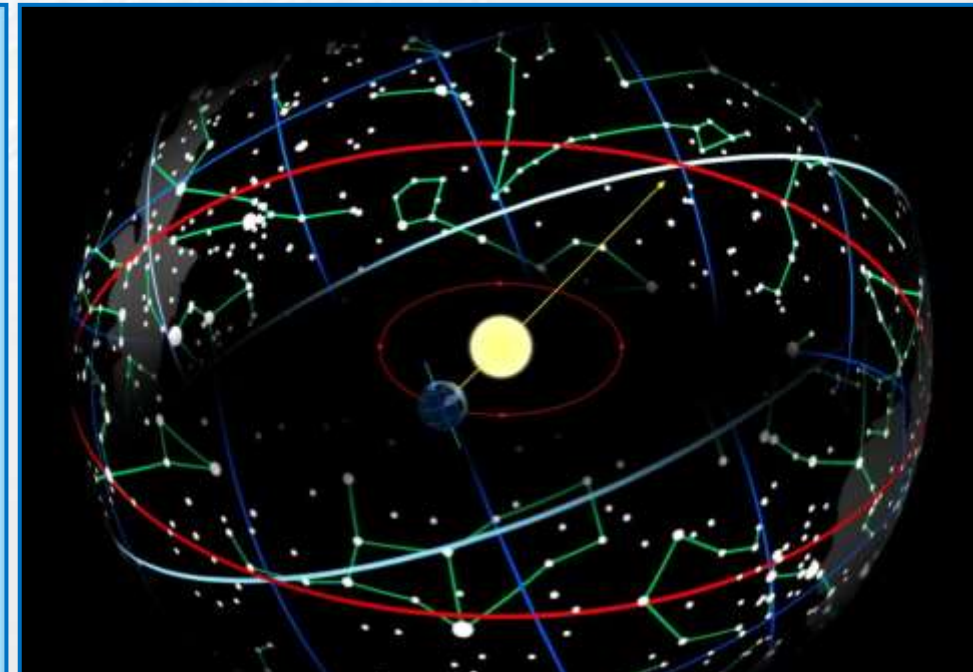
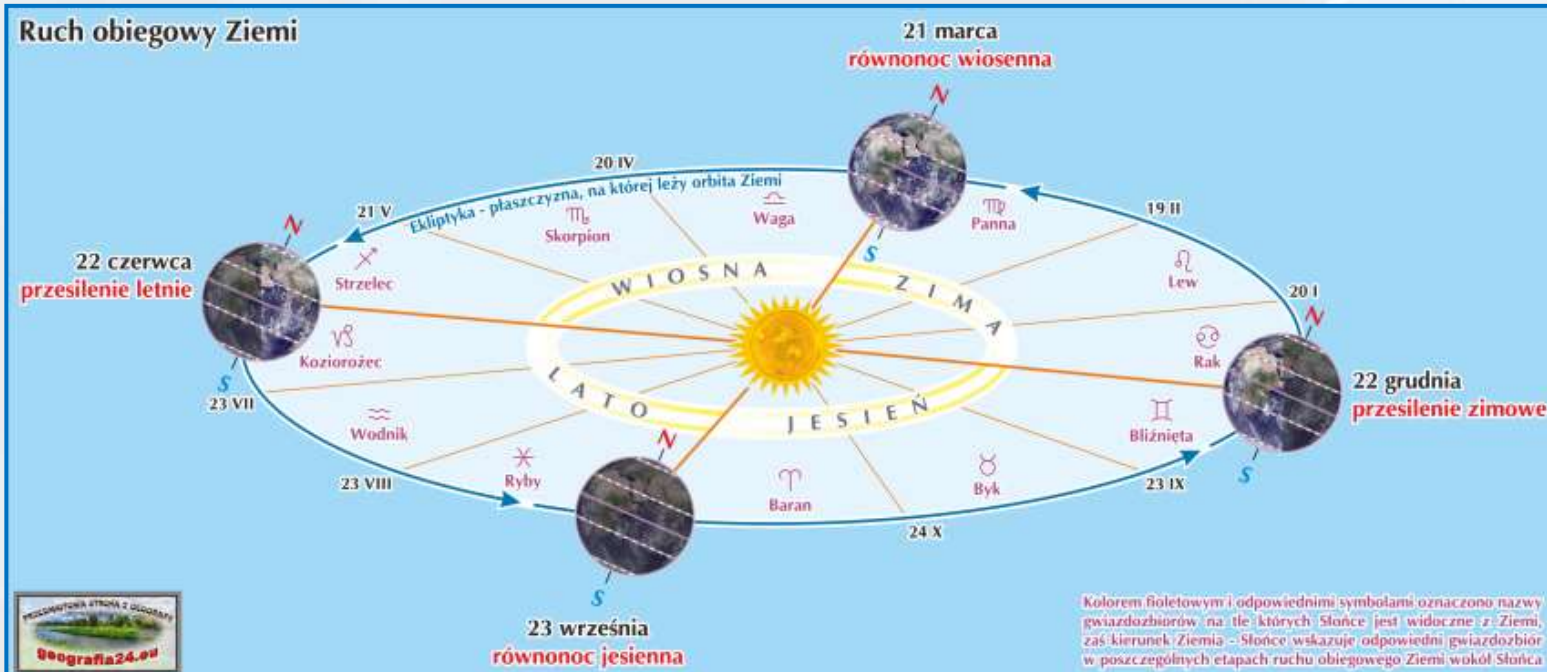
Chcąc uwzględnić ruch obrotowy Ziemi, teleskop należy ustawić pod odpowiednim kątem



## Parametry ruchu obiegowego Ziemi

# Kształt Orbity Ziemi

- **Mikołaj Kopernik** opisując ruch Ziemi wokół Słońca, posługiwał się **orbitą kołistą**.
  - Gdyby taki był rzeczywisty kształt orbity, to odległość Ziemi od Słońca byłaby w każdym miejscu jednakowa, tak samo zresztą, jak prędkość kątowna Ziemi.
- Z obserwacji wykazano jednak dowody na **eliptyczny kształt orbity Ziemi**:
  - **widomy ruch roczny Słońca na niebie** jest niejednostajny;
  - **średnica kątowna Słońca** (wielkość tarczy) zmienia się w ciągu roku;
    - kiedy Ziemia znajduje się dalej od Słońca, tarcza ta jest mniejsza, a kiedy bliżej – większa;
    - obliczenia te pozwoliły Johannesowi Keplerowi (1571-1630) na stwierdzenie eliptycznego kształtu orbity Ziemi.
- Z uwagi na grawitacyjne oddziaływania innych planet rzeczywisty kształt orbity Ziemi i orbit innych planet nieco **odbiega od kształtu elipsy** – zjawisko to nazywamy **perturbacją** (łac. “zaburzenie”).



# Odległość: Ziemia - Słońce

- Średnia odległość Ziemi od Słońca wynosi **149 600 000 km**.
  - Wartość ta stanowi podstawę pomiarów odległości w Układzie Słonecznym i nazywamy ją **jednostką astronomiczną**.
- Ze względu na eliptyczny kształt orbity Ziemi odległość ta się zmienia - waha się:
  - od **147 milionów km** (**perihelium** – punkt przysłoneczny – występuje 2-3 stycznia);
  - do **152 milionów km** (**aphelium** – punkt odsloneczny – występuje 3-5 lipca).

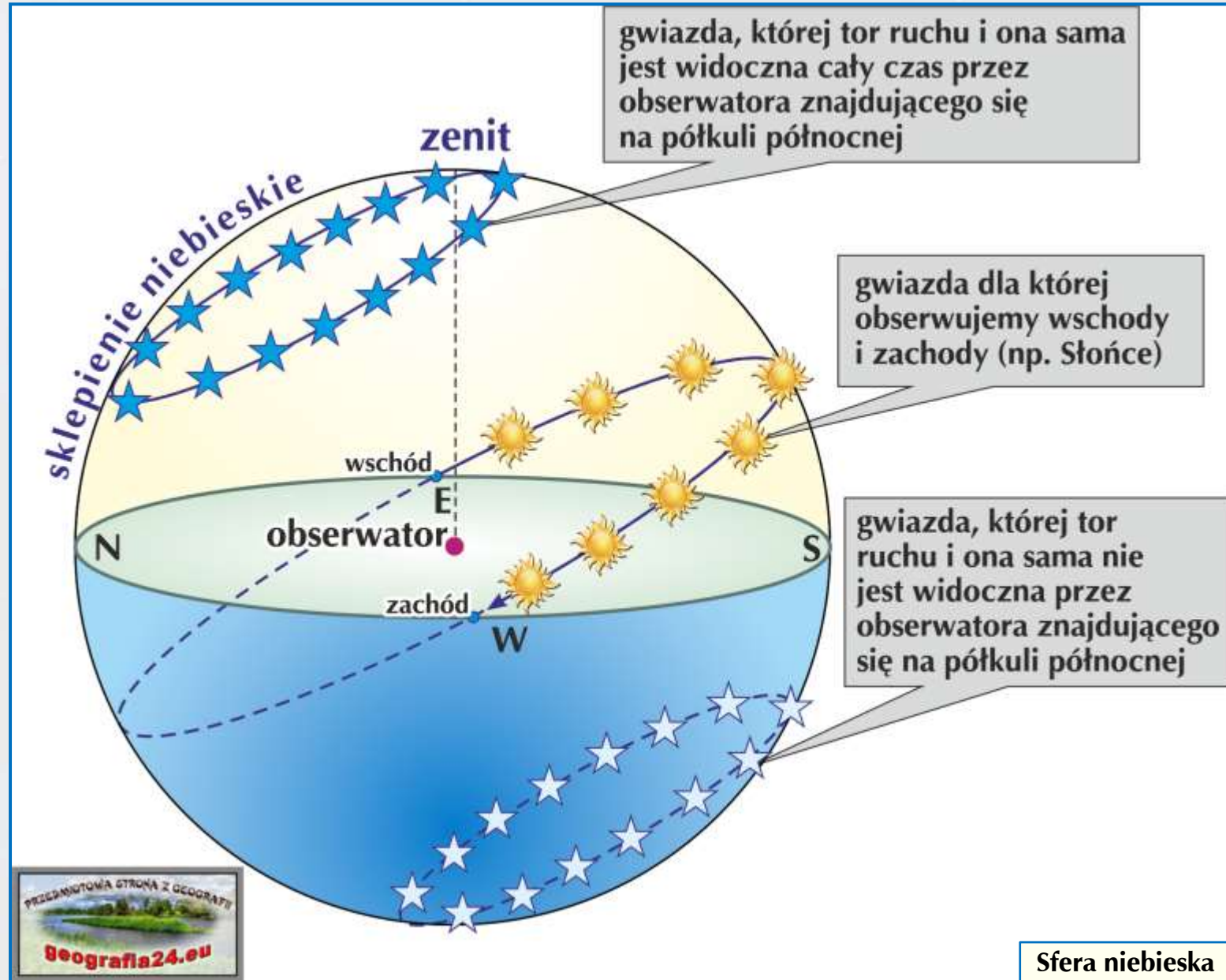
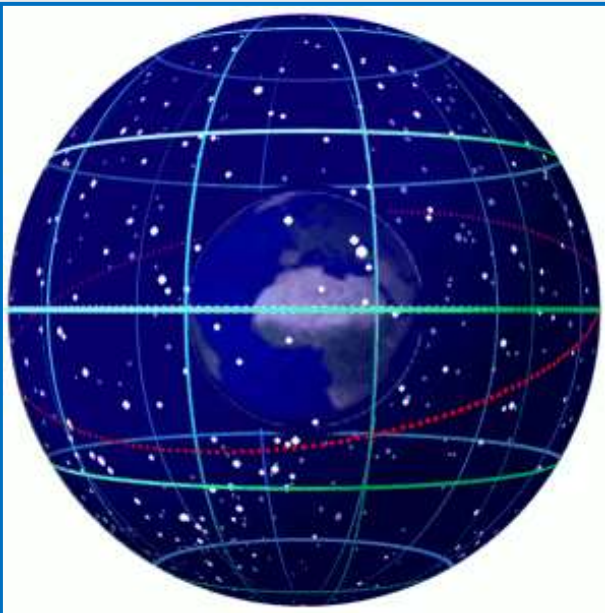
## Ziemia w aphelium i perihelium





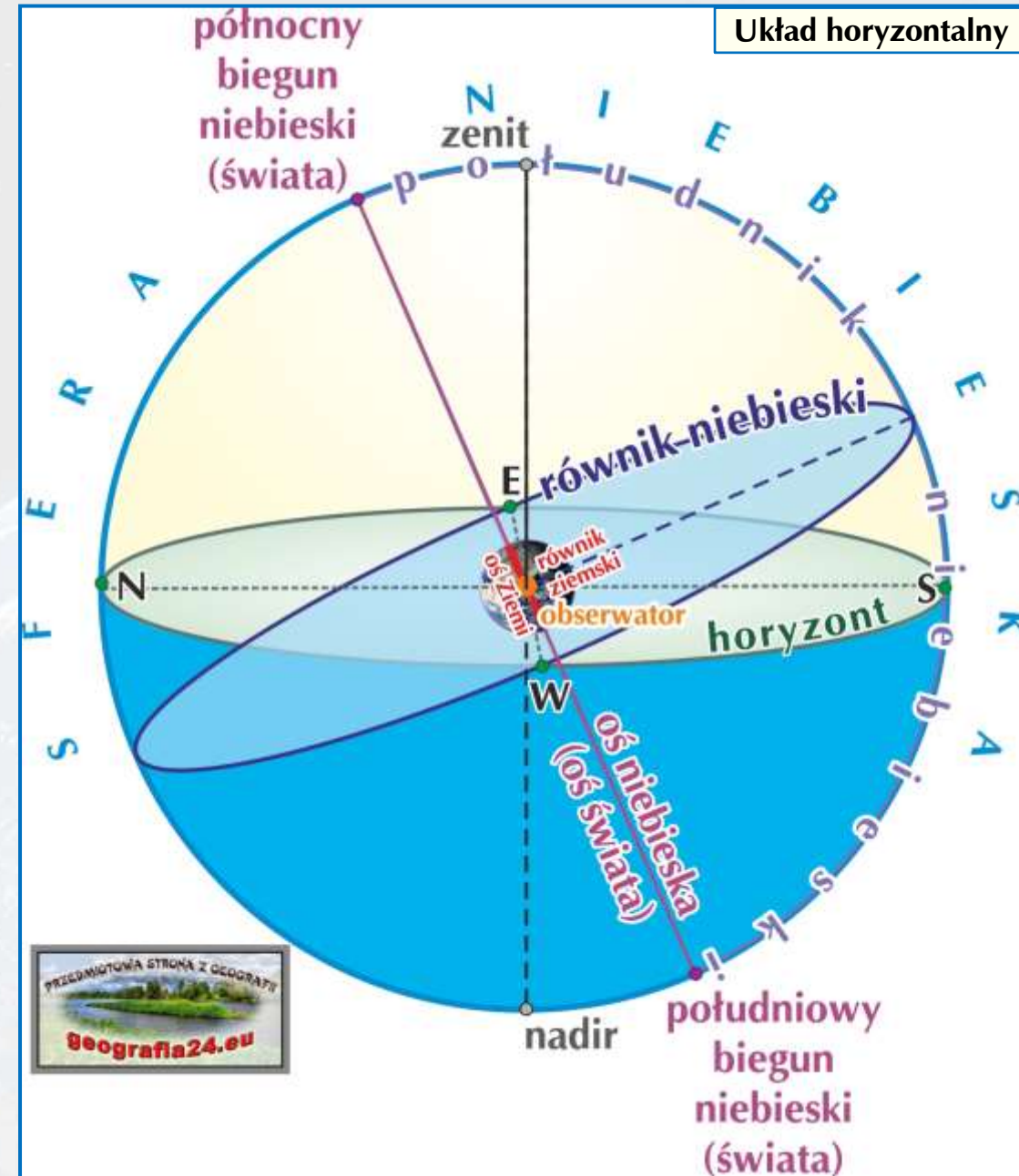
# Sfera niebieska (firmament lub sklepienie niebieskie)

- **Sfera niebieska (firmament, sklepienie niebieskie)** – jest to wyobrażana (widoczna) sfera o nieokreślonym promieniu widoczna na niebie przez obserwatora znajdującego się na Ziemi.
- W dawnych czasach wierzono, że sfera niebieska jest rzeczywistą kopułą na której są “zawieszane” w takiej samej odległości wszystkie gwiazdy i inne obiekty.
- Obecnie dokładnie wiemy, że jest to tylko złudzenie optyczne któremu ulegamy.



# Układ horyzontalny

- **Układ horyzontalny** – stosujemy w celu określenia chwilowego położenia gwiazd widzianych z Ziemi na sferze niebieskiej.
- W centrum tego układu znajduje się Ziemia z obserwatorem:
  - **horyzont** (linia horyzontu) – linia dzieląca sferę niebieską na dwie równe części - płaszczyznę, na której stoi obserwator oraz płaszczyznę znajdującą się tuż pod nim,
  - **widnokrąg** – linia styku widocznej (widocznej ponad przeszkodami terenowymi, np. górami) i niewidocznej części świata dla obserwatora z Ziemi,
  - **zenit** – punkt na sferze niebieskiej znajdujący się dokładnie nad obserwatorem,
  - **nadir** – punkt znajdujący się dokładnie pod obserwatorem (dla niego niewidoczny),
  - **południk niebieski** – najkrótsza linia łącząca bieguny niebieskie na sferze niebieskiej, przechodząca przez punkty:
    - **biegun niebieski północny**,
    - **biegun niebieski południowy**,
    - **zenit lub nadir**,
  - **oś niebieska (oś świata)** – linia łącząca północny biegun niebieski z południowym (będącą przedłużeniem także osi naszej Ziemi), względem której prostopadle do niej następuje pozorny ruch całej sfery niebieskiej.



# Układ horyzontalny

→ Położenie gwiazdy w układzie horyzontalnym wyznacza się określając:

→ **wysokość astronomiczną ( $h$ )** – kąt zawarty pomiędzy płaszczyzną horyzontu a prostą prowadzącą od obserwatora do danej gwiazdy (ciała niebieskiego);

→ jego wartość zmienia się w zakresie: od  $-90^\circ$  do  $+90^\circ$ ;

→ wartości ujemne oznaczają, że obiekt znajduje się pod płaszczyzną horyzontu,

→ wartości dodatnie oznaczają, że obiekt jest nad płaszczyzną horyzontu,

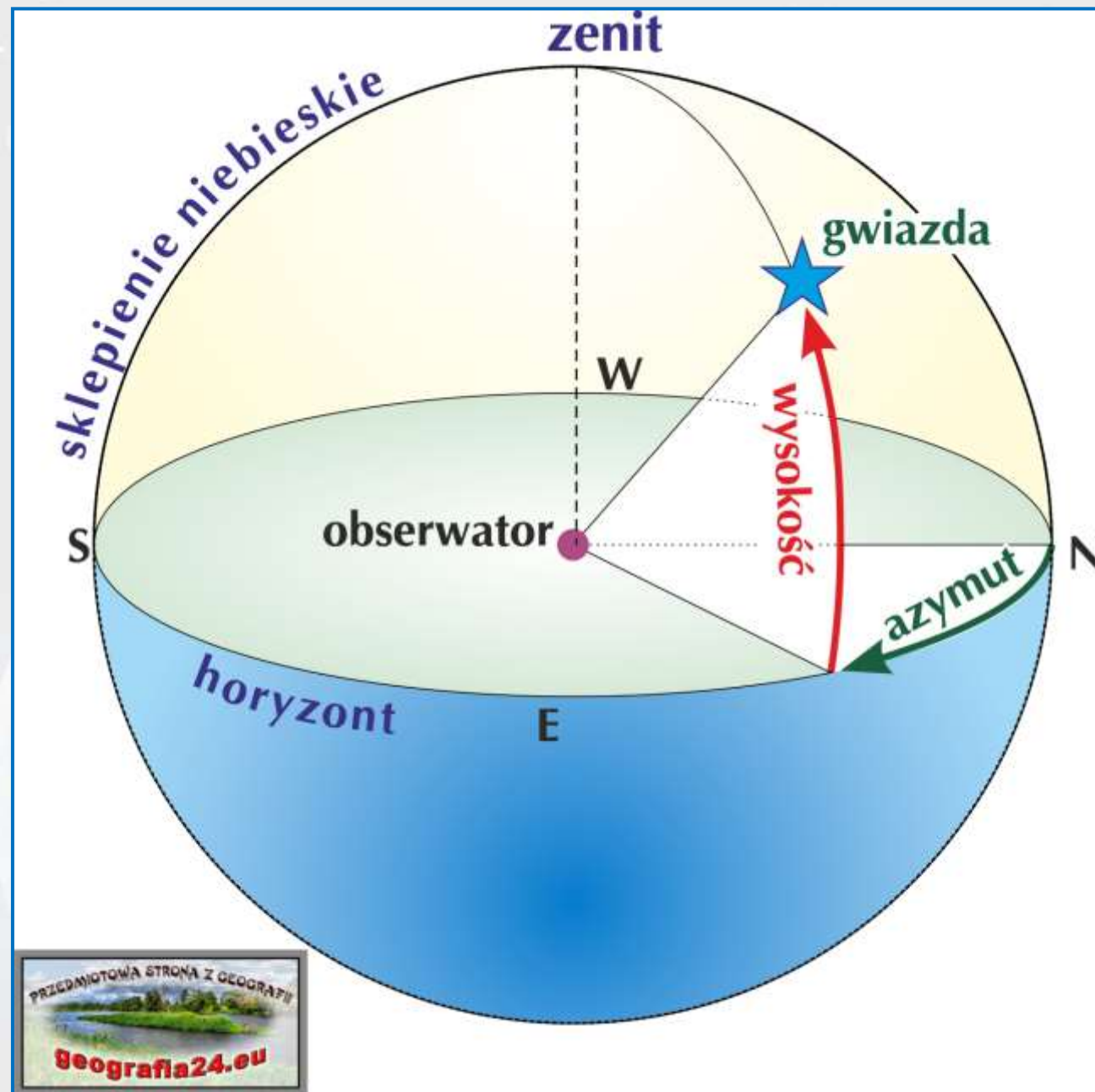
→ **azymut astronomiczny ( $A$ )** – kąt dwuścienny zawarty między płaszczyzną południka niebieskiego a wyznaczonym kołem wertykalnym – łączącym trzy punkty:

→ **zenit**,

→ **nadir**,

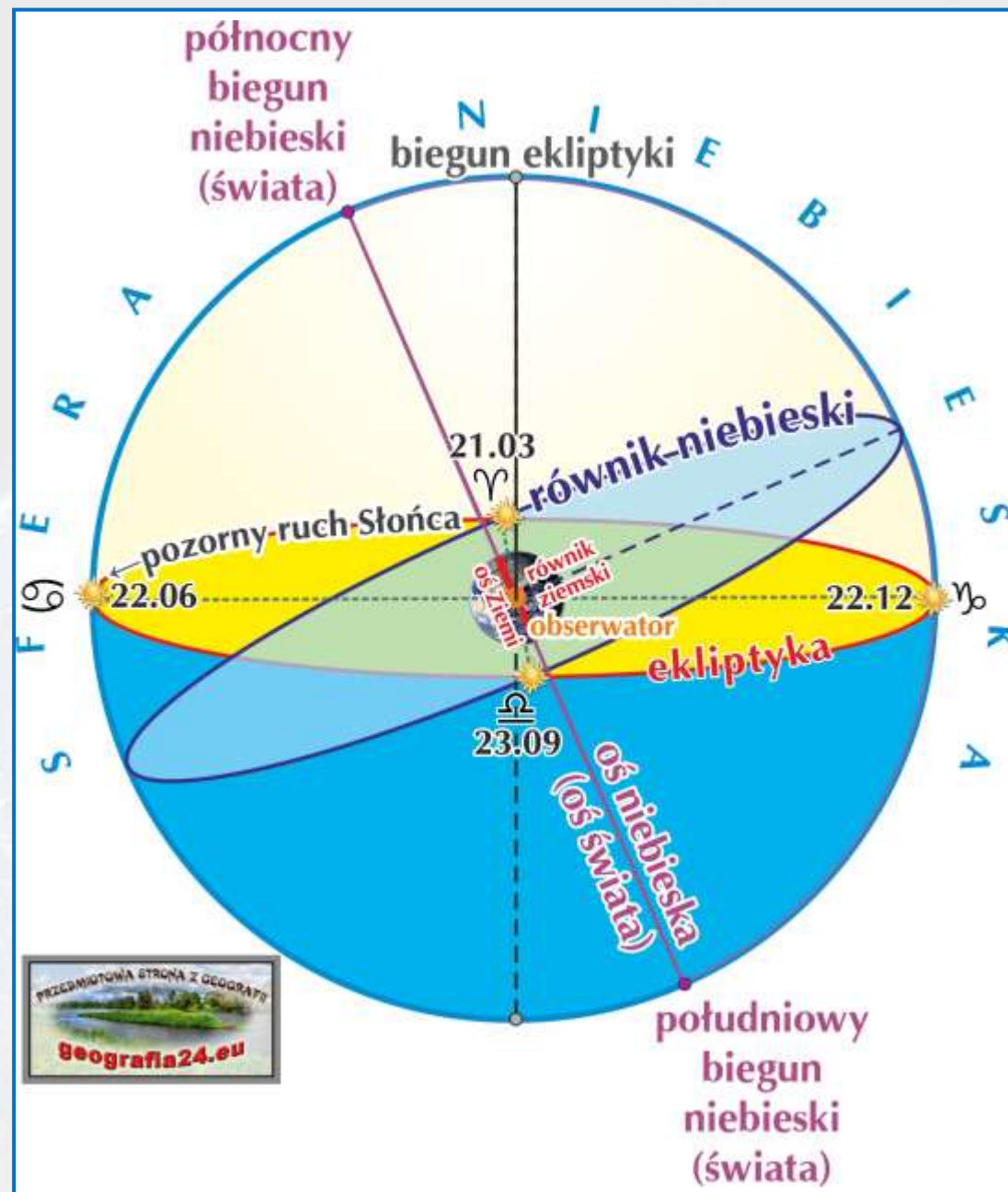
→ **gwiazdę** dla której azymut chcemy ustalić;

→ wartość azymutu waha się w zakresie od  $0^\circ$  do  $360^\circ$  (wzrasta zgodnie z ruchem wskazówek zegara).



# Nachylenie ekliptyki oraz nachylenie osi ziemskiej

- **Równik niebieski** jest to wielkie koło na sferze niebieskiej, powstałe w wyniku jej przecięcia płaszczyzną prostopadłą do **osi świata**.
  - Na płaszczyźnie równika niebieskiego leży **równik ziemski**.
  - Przecięcie **sfer niebieskiej** płaszczyzną orbity Ziemi wyznacza z kolei **ekliptykę**, czyli inne wielkie koło na tej sferze, po którym przesuwa się środek Słońca w swym pozornym ruchu w ciągu roku.
- **Płaszczyzna ekliptyki** (czyli **płaszczyzna orbity ziemskiej**) jest nachylona do **płaszczyzny równika niebieskiego** pod kątem zwanym **nachyleniem ekliptyki**, który ma obecnie ok. **23°26'**.
- **Oś Ziemi** nachylona jest do **płaszczyzny ekliptyki** pod kątem **66°34'**.
  - W trakcie obiegu Ziemia (obieg Ziemi dookoła Słońca jest przeciwny do ruchu wskazówek zegara) zawsze jest zwrócona osią w ten sam punkt przestrzeni.
    - W punkcie tym znajduje się **Gwiazda Polarna**.



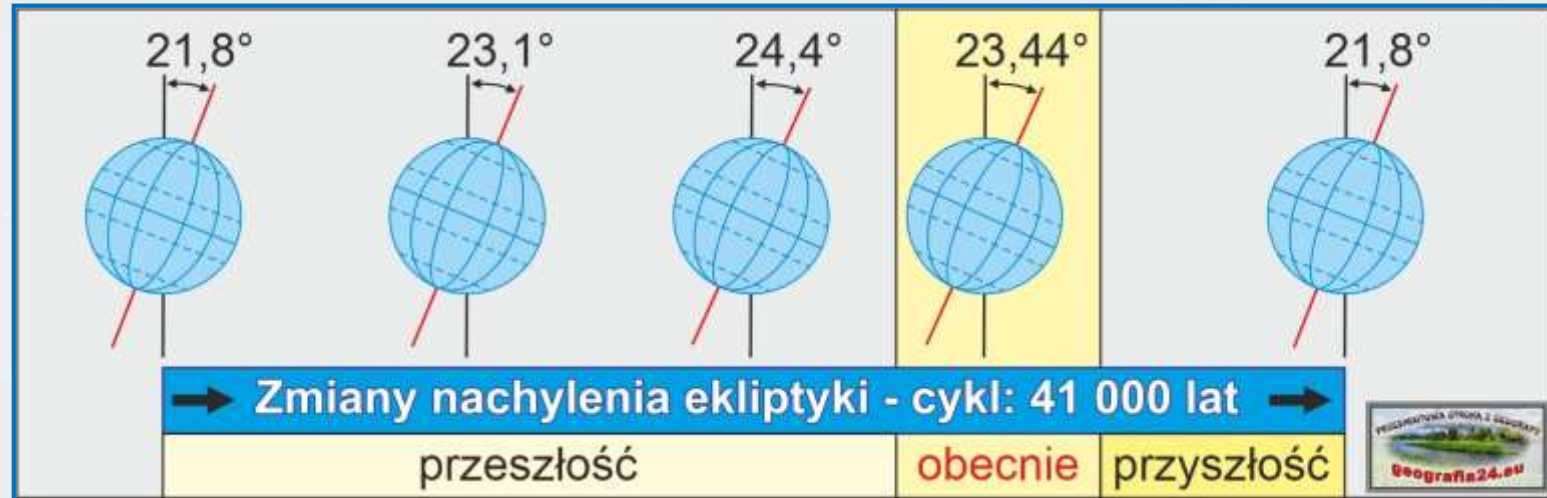
# Cykle Milankovicia: nachylenie ekliptyki i precesja osi

→ **Nachylenie ekliptyki** – zmienia się w granicach **21,8° – 24,4°** w ciągu **41 tys. lat**.

→ Obecnie wynosi ok. **23,44°** i zmniejsza się.

→ Za ok. 27 tys. lat zwrotniki będą miały niższą szerokość geograficzną;

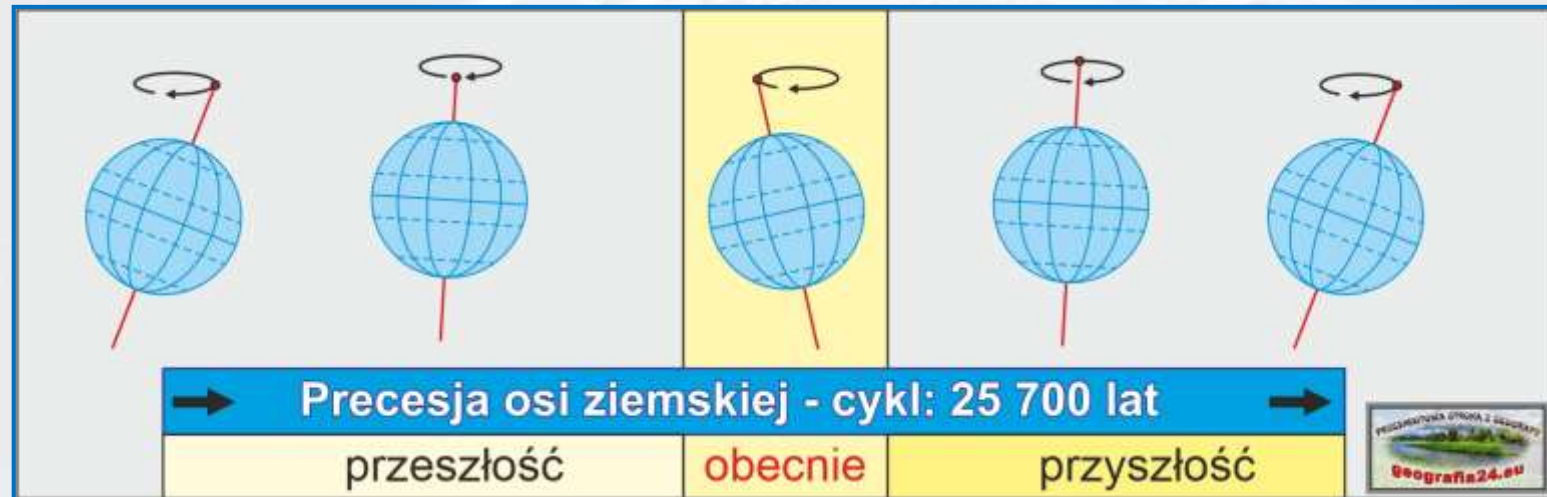
→ obszar międzyzwrotnikowy będzie gorętszy, a okołobiegunowy zimniejszy.



→ **Precesja osi ziemskiej** jest konsekwencją drgania Ziemi pod wpływem niestabilnych oddziaływań grawitacyjnych Księżyca i Słońca oraz (w mniejszym stopniu) planet.

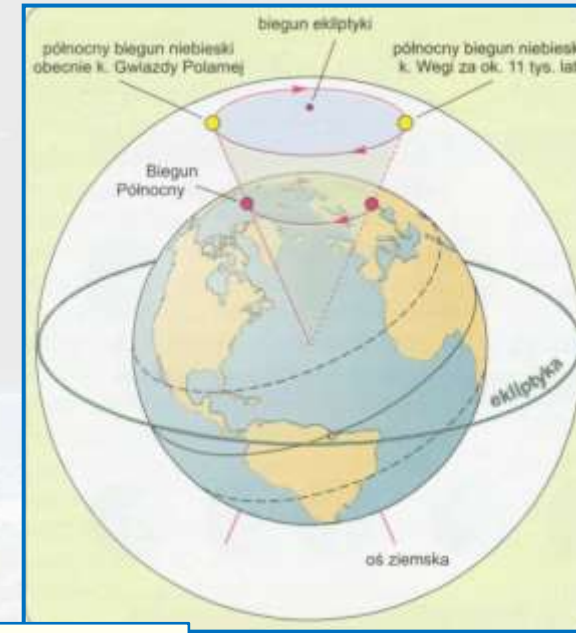
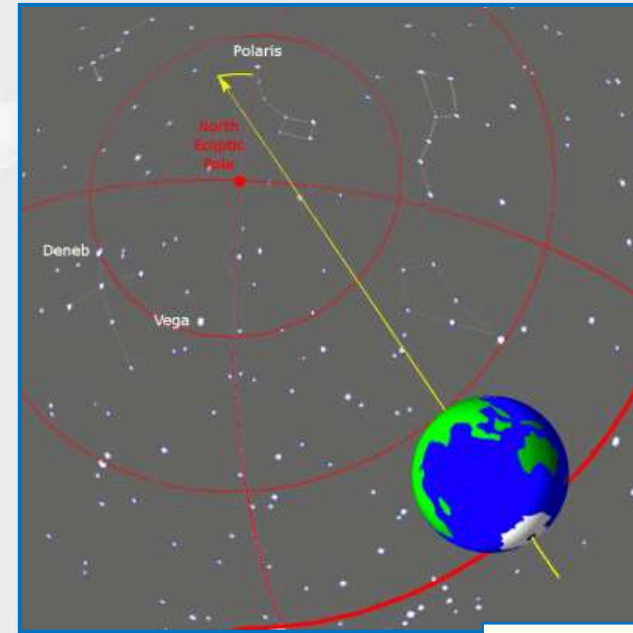
→ Jest to długookresowa zmiana położenia tej osi w przestrzeni, polegająca na jej przesuwaniu się po poboczniczy stożka i znaczeniu okręgu wokół bieguna ekliptyki.

→ Pełny cykl precesji trwa **25 700 lat** - rok platoński.

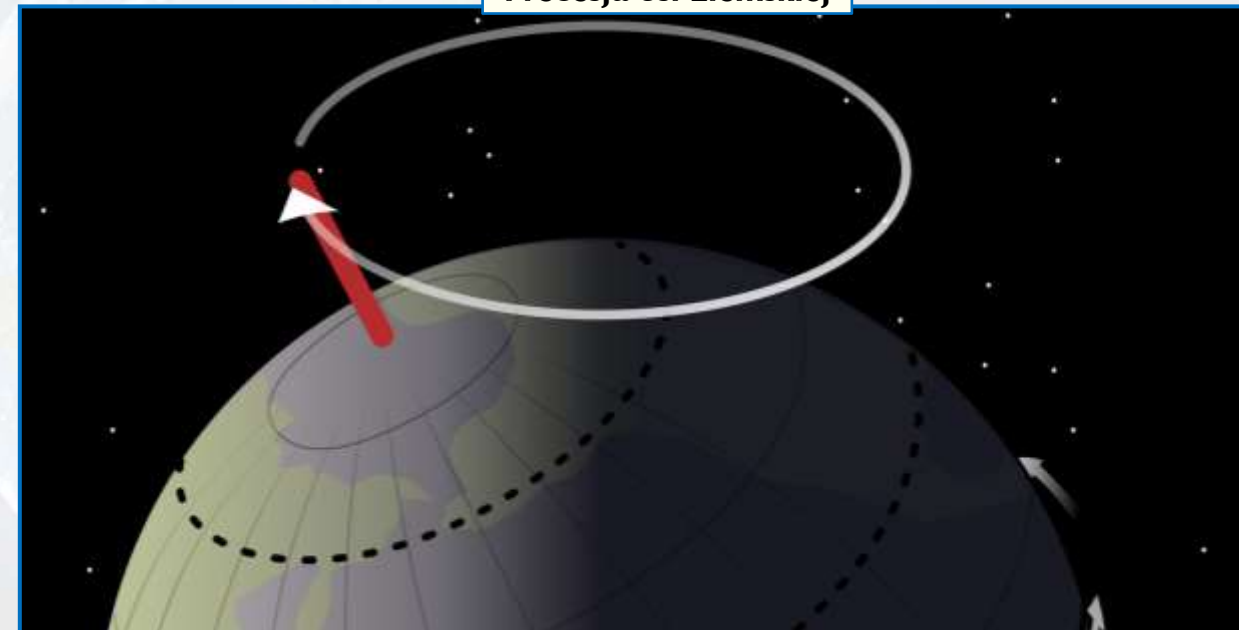


# Konsekwencje precesji osi ziemskiej

- W wyniku precesji zmieniają swoje względne położenie bieguny niebieskie.
- Biegun północny, leżący dzisiaj w pobliżu Gwiazdy Polarnej, za ok. 11 000 lat znajdzie się w pobliżu Wagi.
- Skutkiem precesji jest też przesuwanie się na zachód punktu Barana, który ok. 100 r. p.n.e. był w pierwszy dzień wiosny rzeczywiście widziany na tle konstelacji Barana.
- Obecnie w tym dniu znajduje się w konstelacji Ryb, a za ok. 2150 lat będzie w gwiazdozbiórze Wodnika.
- Dlatego przy rozpoczynaniu kalendarzowych pór roku mówimy o wchodzeniu Słońca widzianego z Ziemi w punkt na ekliptyce, nie w gwiazdozbiór.
- Związane z precesją widome przemieszczenia wszystkich gwiazd na sklepieniu niebieskim zmuszają do sukcesywnego aktualizowania map nieba (obecnie są one zmieniane co 50 lat).

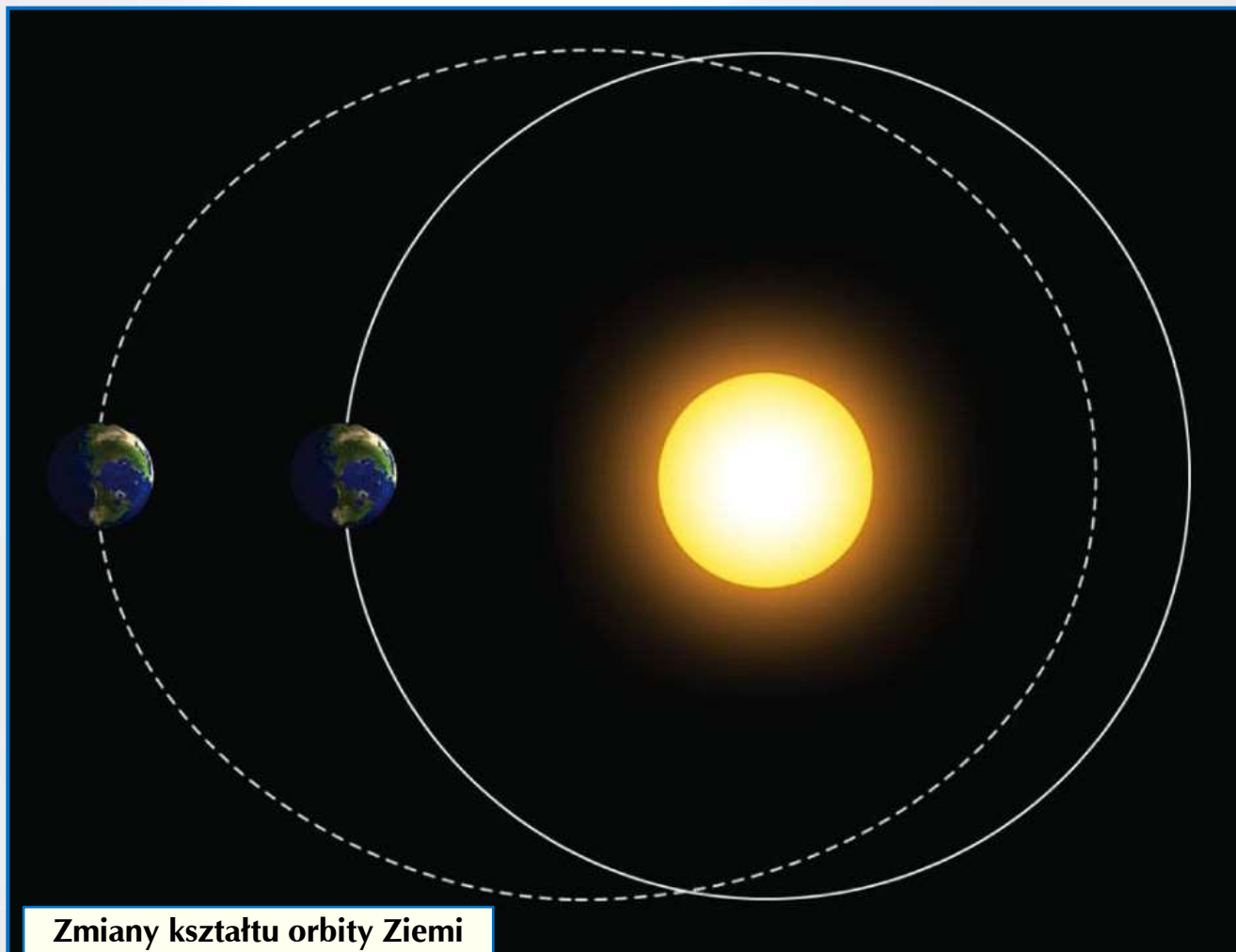


Precesja osi ziemskiej



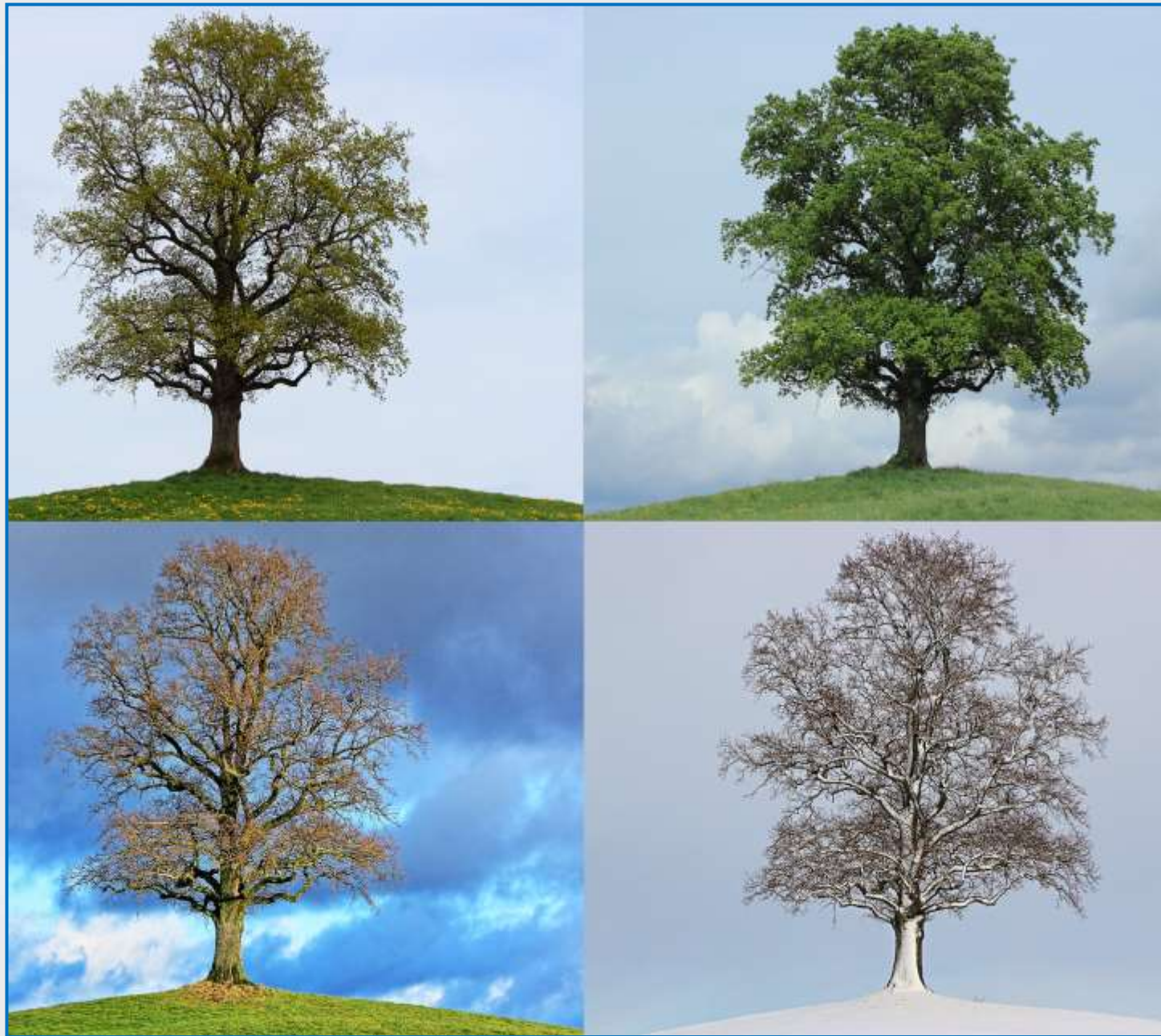
# Zmiany klimatyczne

- Zmiana nachylenia ekliptyki, rozpatrywana w powiązaniu z precesją osi ziemskiej oraz zmianą **kształtu orbity Ziemi**, jest uznawana za jeden z ważniejszych czynników długookresowych zmian klimatu Ziemi – następuje ona co około 95 tysięcy lat.
- Obecnie kształt orbity Ziemi jest blisko kształtu najbardziej kołowego.



# Ruch słońca po ekliptyce – astronomiczne pory roku

- Konsekwencją ruchu Ziemi po orbicie wokółsłonecznej jest **widoczny ruch Słońca po ekliptyce** i zmiany jego położenia w stosunku do gwiazdozbiorów Zodiaku.
- Na podstawie pozycji Słońca można wyznaczyć **astronomiczne pory roku**.
- W tym celu należy ustalić **długość ekliptyczną**, czyli kątowe oddalenie **od punktu Barana** (zawarte w przedziale  $0^{\circ}$ - $360^{\circ}$  i narastające w kierunku pozornego ruchu Słońca), który znajduje się w miejscu przecięcia ekliptyki przez równik niebieski i stanowi początek układu ekliptycznego.

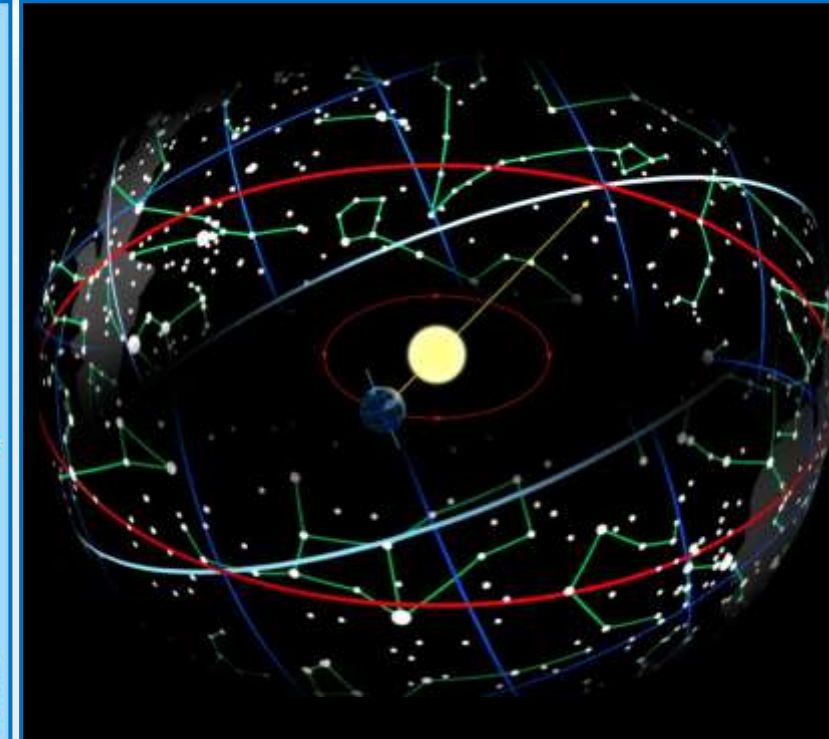
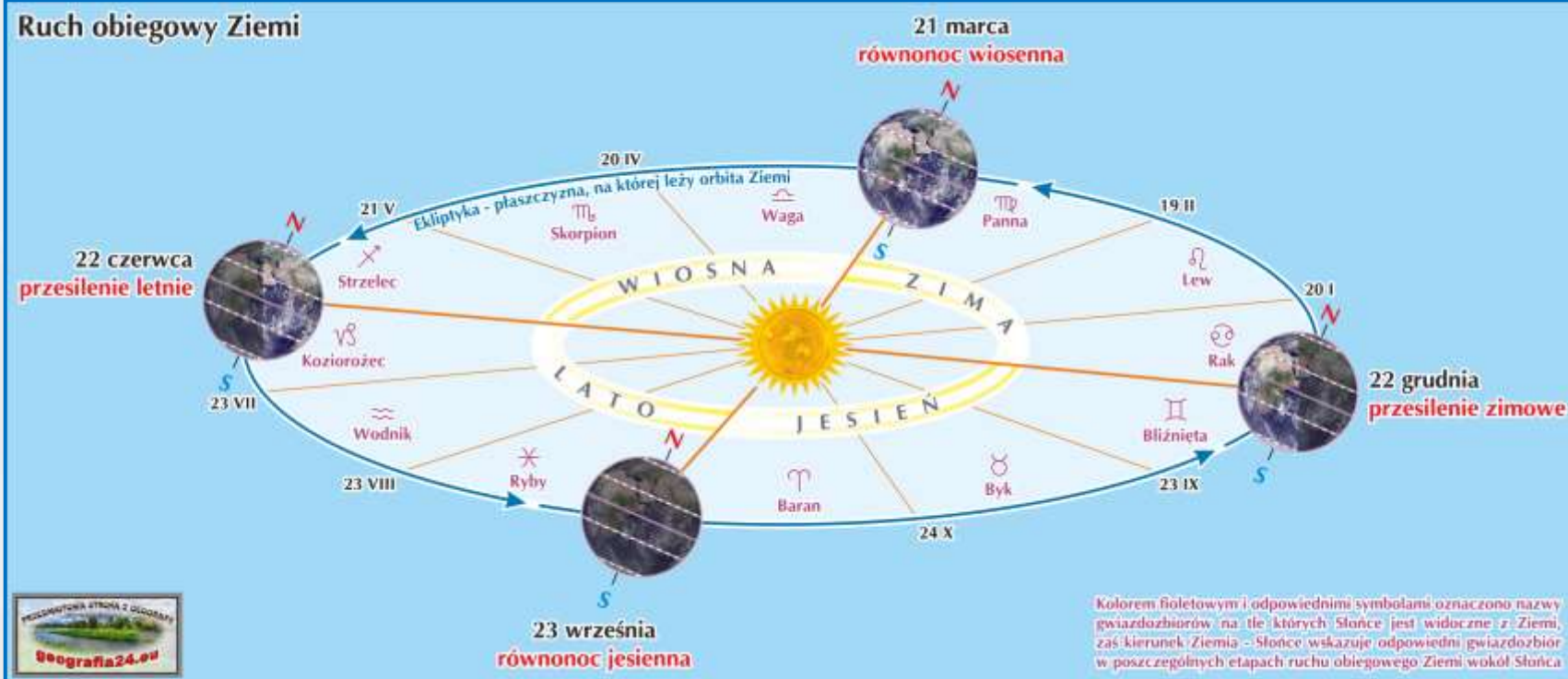




# Ruch słońca po ekliptyce – astronomiczne pory roku

→ Obserwacje przesuwania się środka tarczy słonecznej po ekliptyce dowodzą, że:

- **21 marca** (długość ekliptyczna wynosi  $0^\circ$ ) środek ten przechodzi przez równik niebieski w **punkcie Barana** i zaczyna się **astronomiczna wiosna** na półkuli północnej i **astronomiczna jesień** na półkuli południowej (trwa 92 dni i 19 godz.);
- **22 czerwca** ( $90^\circ$ ) osiąga **punkt Raka**, na półkuli północnej zaczyna się wówczas **astronomiczne lato**, a na półkuli południowej **astronomiczna zima** (trwa 93 dni i 15 godz.);
- **23 września** ( $180^\circ$ ) wchodzi ponownie na równik niebieski w **punkcie Wagi**, co oznacza początek **astronomicznej jesieni** na półkuli północnej i **astronomicznej wiosny** na półkuli południowej (trwa 89 dni i 19 godz.);
- **22 grudnia** ( $270^\circ$ ) przechodzi przez **punkt Koziorożca**, na półkuli północnej zaczyna się wówczas **astronomiczna zima**, zaś na półkuli południowej **astronomiczne lato** (trwa 89 dni).



# Kalendarzowe pory roku

- **Kalendarzowe pory roku** są związane z ilością energii słonecznej docierającej do powierzchni Ziemi.
- Na naszej półkuli **astronomiczne pory roku** pokrywają się z **porami kalendarzowymi**,
  - zaś na półkuli południowej są wzajemnie przesunięte o pół roku, tzn. astronomicznemu latu odpowiada tam kalendarzowa zima.
  - Kalendarzowe pory roku są najwyraźniejsze w strefach umiarkowanych szerokości geograficznych.
- Kalendarzowe pory roku nie mają stałych dat rozpoczęcia;
  - Zaraz po roku przystępnym daty rozpoczęcia kalendarzowych pór roku są wcześniejsze od dat rozpoczęcia astronomicznych pór roku, przed rokiem przystępnym są późniejsze.
  - Moment zmiany pory roku wyznaczany jest za pomocą obliczeń astronomicznych i w rzeczywistości co roku wypada o innej porze dnia, a nawet innego dnia.
    - W związku z tym np. początek wiosny wypada czasami nie 21., a 20. lub 22. dnia marca.
  - Jest to wynikiem kumulowania się godzin na 29 lutego w roku przestępnym.

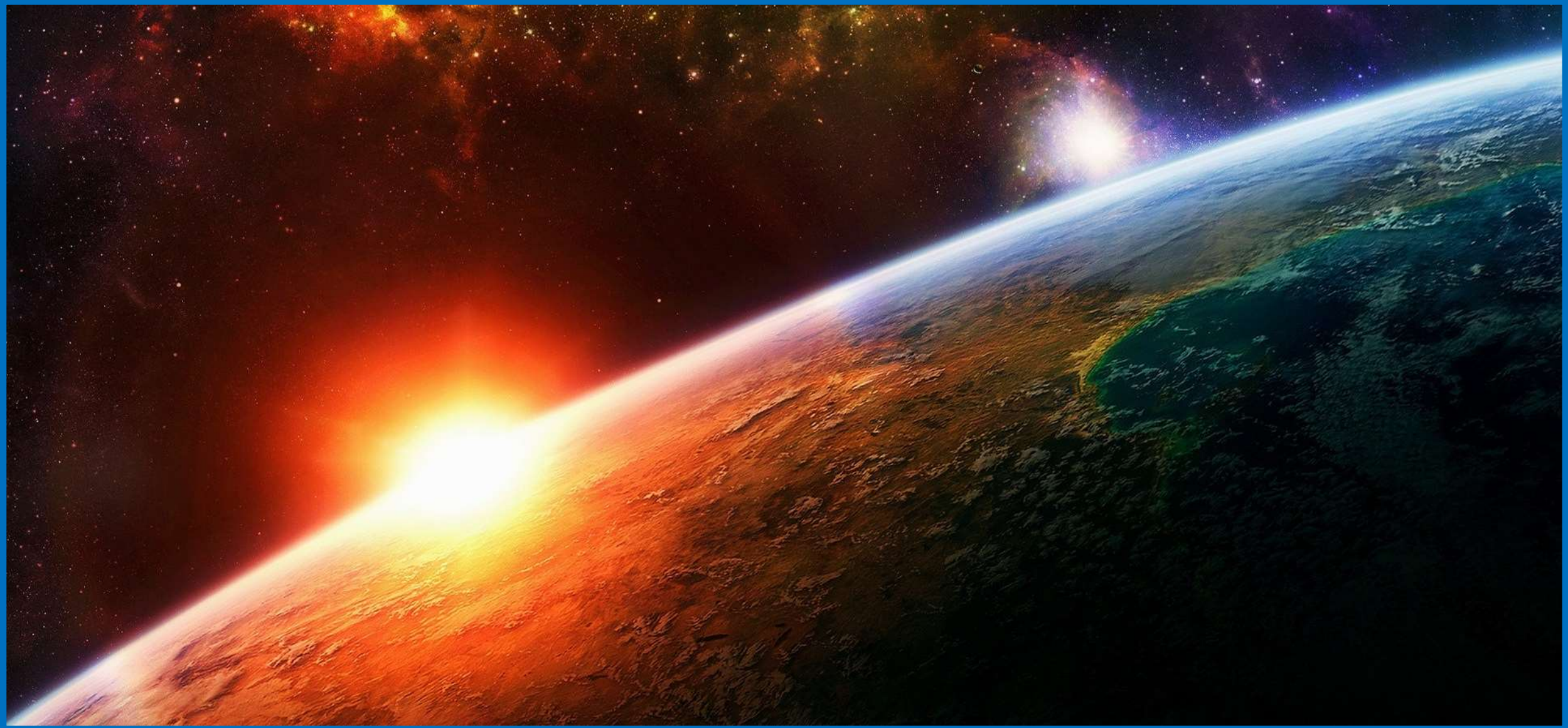




# Prędkość Ziemi na orbicie

- Znając drogę oraz czas, możemy obliczyć **prędkość**, z jaką **Ziemia porusza się po orbicie**.
  - Wynosi ona **29,78 km/s** (średnia prędkość ruchu Ziemi po orbicie).
  - Ziemia porusza się z niejednostajną prędkością:
    - **największą**, kiedy jest najbliżej Słońca (w **peryhelium**) – **30,3 km/s**,
    - **najmniejszą**, kiedy jest najdalej Słońca (w **aphelium**) – **29,3 km/s**.
- Prędkość ruchu obiegowego Ziemi wokół Słońca waha się w granicach 1 km/s.
  - Ponadto widomy ruch Słońca na tle gwiazd odbywa się po kole zwanym ekliptyką, które znacznie odbiega od równika.
  - Z powyższych powodów widomy ruch roczny Słońca na tle gwiazd, jaki obserwujemy z Ziemi, jest niejednostajny.
  - Oznacza to, że niejednostajny jest również czas odmierzany według tego widomego ruchu Słońca.
    - Nazywa się go **czasem prawdziwym słonecznym** i podają go zegary słoneczne.
  - Ze względu na swoje nierównomierności nie nadaje się on do celów praktycznych.
    - Z tego powodu wprowadzono **czas średni słoneczny**, który jest jednostajny w ciągu całego roku.
  - Odchylenia między czasem słonecznym prawdziwym i średnim sięgają kilkunastu minut.
    - Czas średni słoneczny jest podstawą powszechnie używanego **czasu strefowego i urzędowego**.

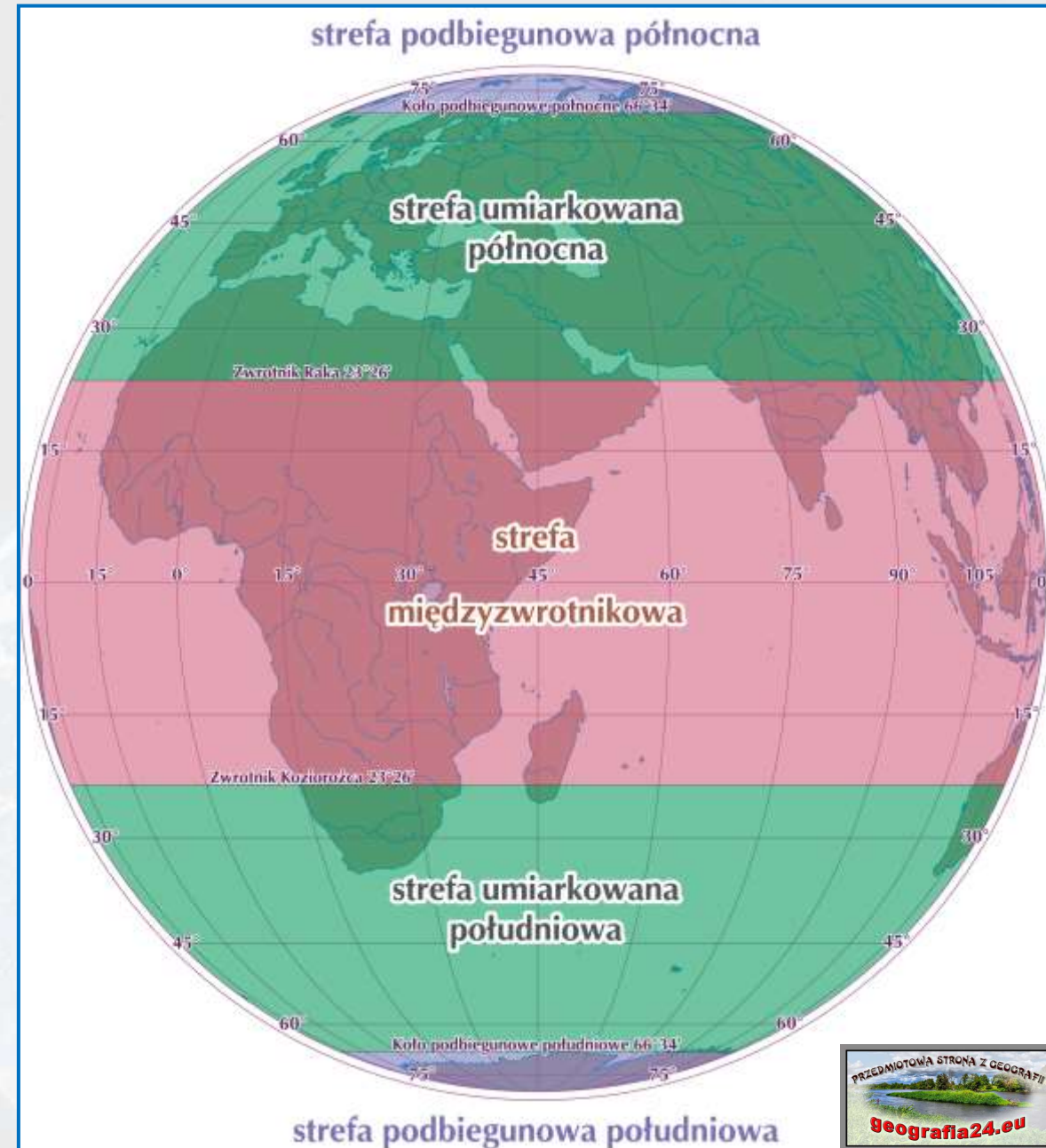




## Strefy oświetlenia Ziemi

# Strefy oświetlenia Ziemi

- Temperatura powietrza na Ziemi zależy od kąta padania promieni słonecznych.
- Ze względu na duże zróżnicowanie tego kąta wydzielono 5 stref oświetlenia:
  - **strefy zimne (podbiegunowe, polarne)** – leżą poza kołami podbiegunowymi, przynajmniej raz w roku Słońce tam nie wschodzi;
  - **strefy umiarkowane** – położone są między zwrotnikami a kołami podbiegunowymi, kąt padania promieni słonecznych jest tutaj w każdym dniu roku większy od  $0^\circ$ , a mniejszy od  $90^\circ$ ;
  - **strefa gorąca (międzyzwrotnikowa)** – znajduje się między zwrotnikami, przynajmniej raz w roku Słońce jest tam w zenicie.





**Wysokość górowania Słońca**

# Wysokość górowania słońca w dniach równonocy

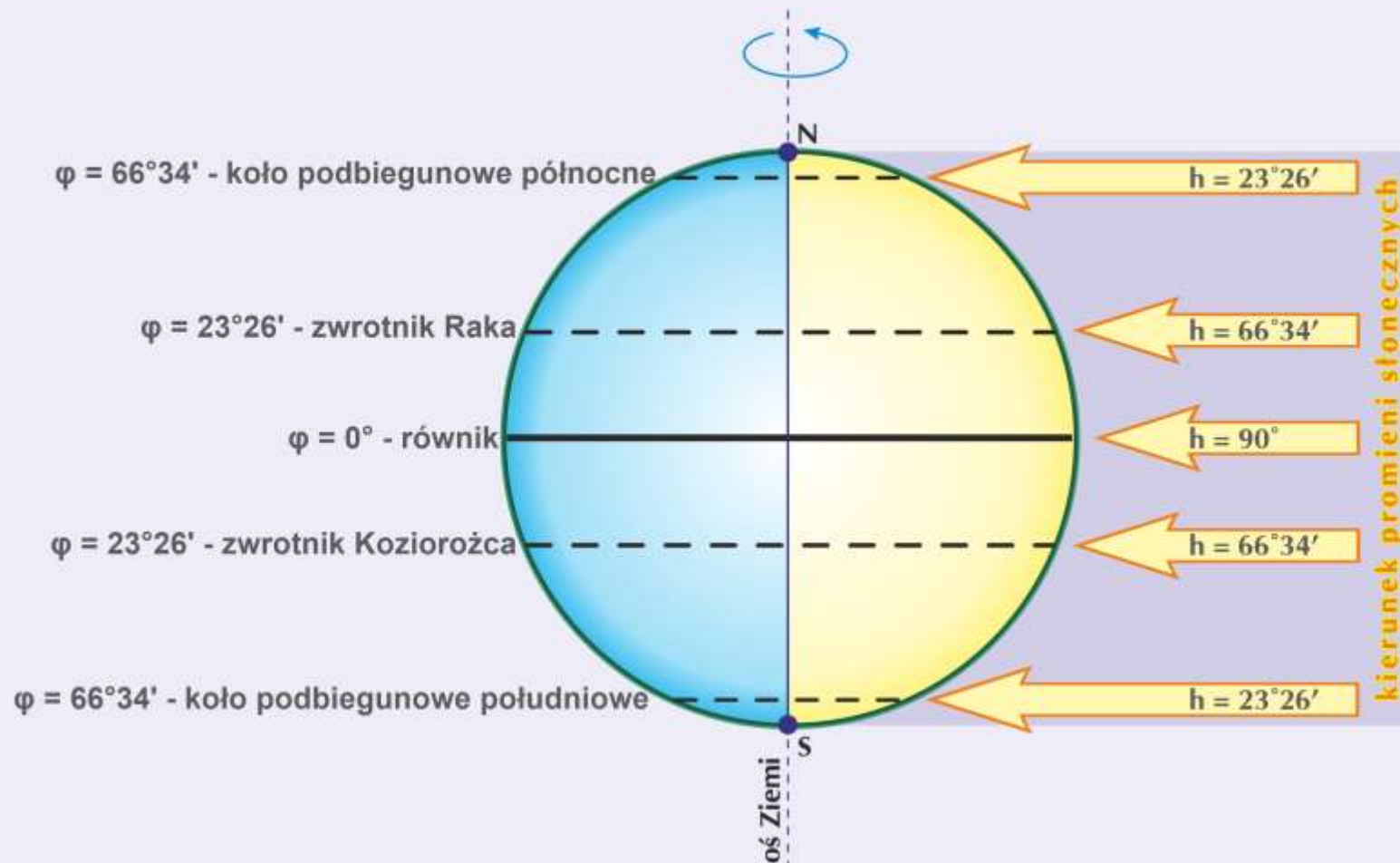
→ W **dniach równonocy (21 III i 23 IX)** promienie słoneczne padają prostopadle na równik.

→ Jeżeli oddalimy się od równika o  $10^\circ$ , to kąt padania promieni słonecznych zmniejszy się o  $10^\circ$ , jeżeli o  $90^\circ$  – zmniejszy się o tyle samo (Słońce znajdzie się na linii horyzontu).

## Wysokość górowania słońca w dniach równonocy

21 marca i 23 września

wzór wysokości  
górowania Słońca  
dla dowolnych  
szerokości geograficznych



$$h = 90^\circ - \varphi$$

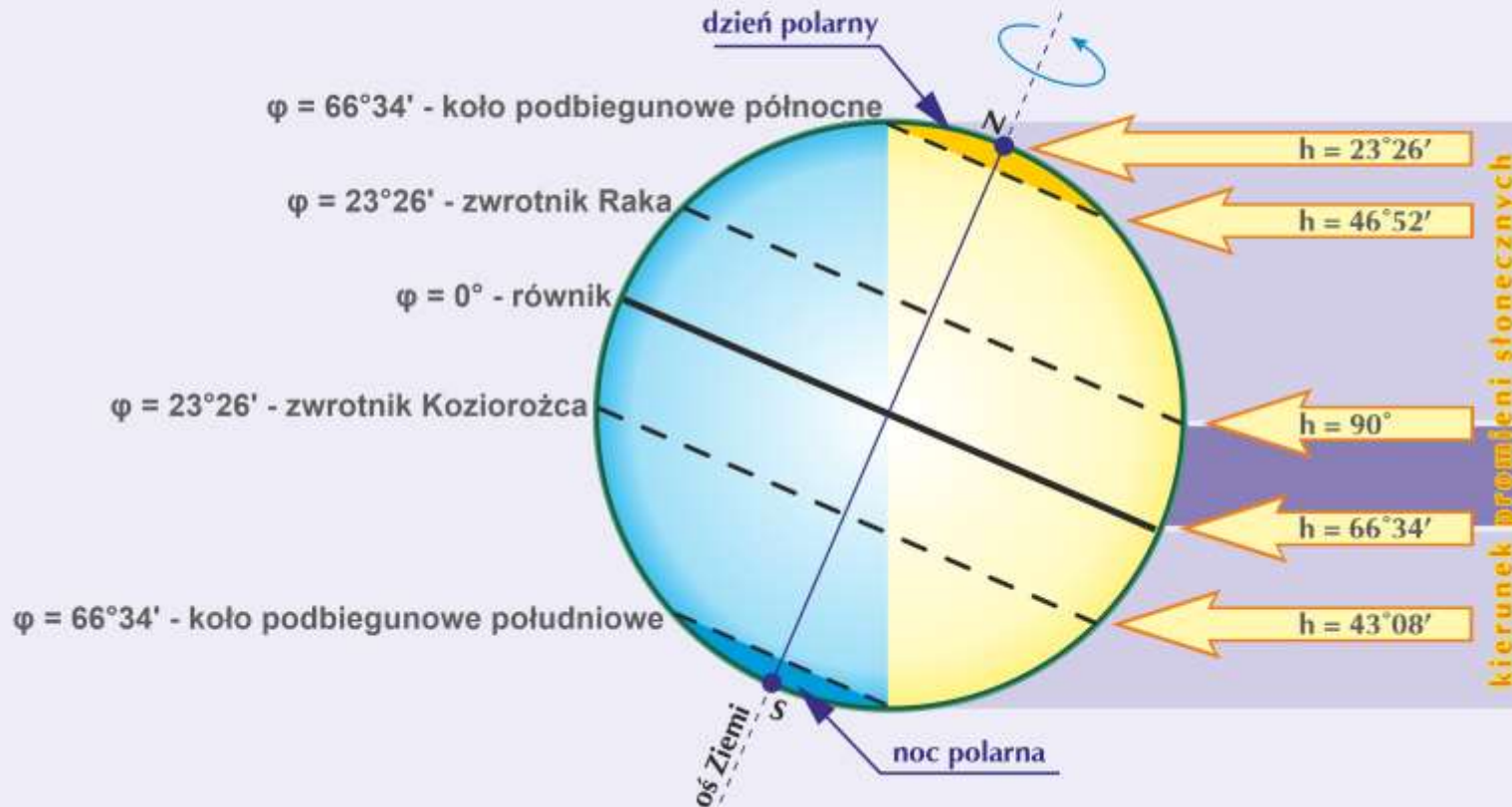




# Wysokość górowania słońca w dniu przesilenia letniego

- **22 VI (przesilenie letnie)** – promienie słoneczne padają prostopadle na zwrotnik Raka – cały układ przesunął się o  $23^{\circ}26'$  na północ.
- W miejscowościach położonych na północ od zwrotnika Raka kąt będzie większy o  $23^{\circ}26'$  niż w dniach równonocy.
- W szerokościach położonych na południe od równika będzie o tyle samo mniejszy.

## Wysokość górowania słońca w dniu przesilenia letniego



22 czerwca

wzór wysokości górowania Słońca dla miejscowości leżących pomiędzy:

zwrotnikiem Raka a biegunem PN

$$h = 90^{\circ} - \varphi + 23^{\circ}26'$$

równikiem a zwrotnikiem Raka

$$h = 90^{\circ} + \varphi - 23^{\circ}26'$$

równikiem a biegunem PD

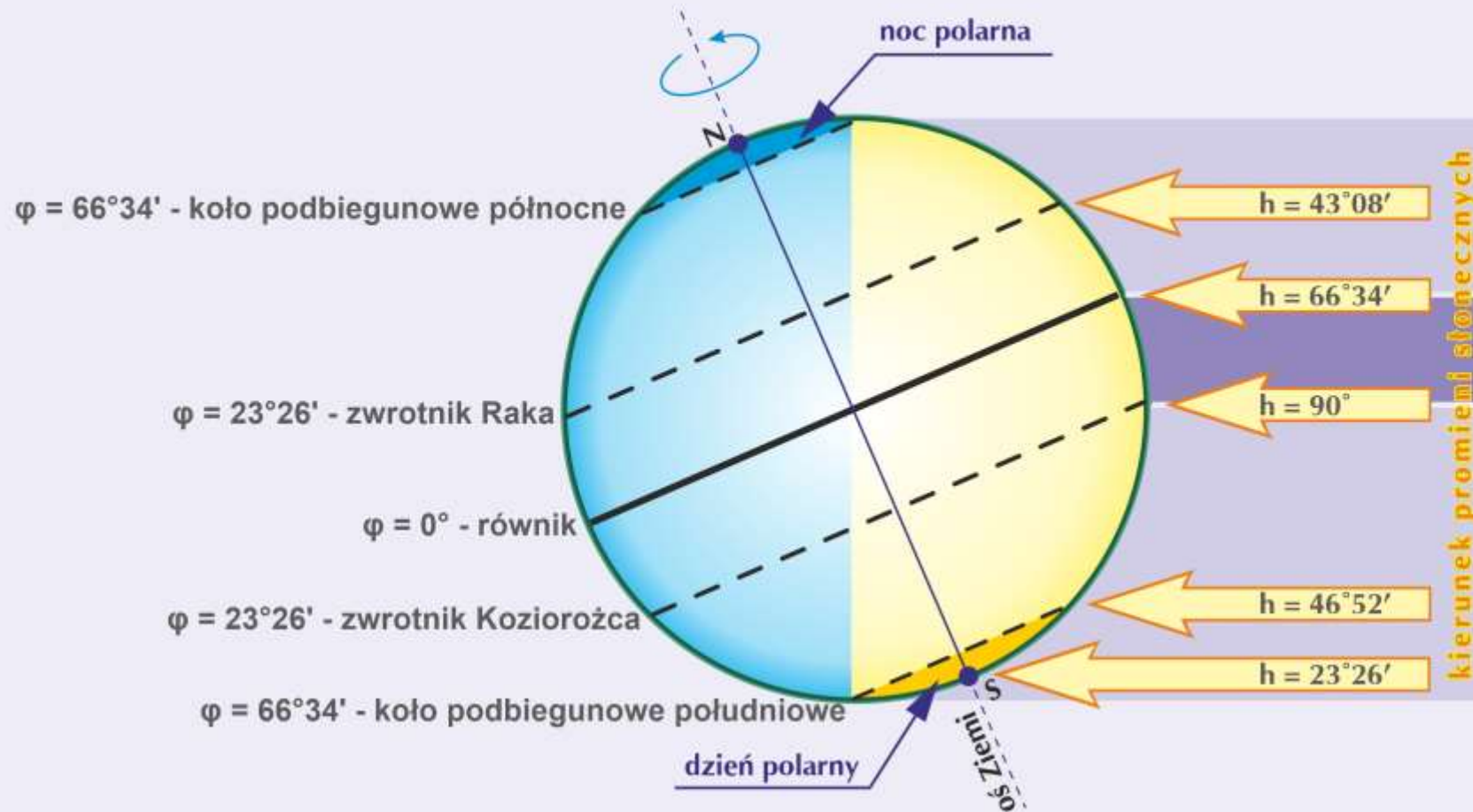
$$h = 90^{\circ} - \varphi - 23^{\circ}26'$$

# Wysokość górowania słońca w dniu przesilenia zimowego

- **22 XII (przesilenie zimowe)** – promienie słoneczne padają prostopadle na zwrotnik Koziorożca.
- Układ oświetlenia Ziemi przesuwa się o kąt  $23^{\circ}26'$  na południe w stosunku do dni równonocy.

## Wysokość górowania słońca w dniu przesilenia zimowego

22 grudnia



wzór wysokości górowania Słońca dla miejscowości leżących pomiędzy:

równikiem a biegunem PN  
 $h = 90^{\circ} - \varphi - 23^{\circ}26'$

$h = 90^{\circ} + \varphi - 23^{\circ}26'$   
równikiem a zwrotnikiem Koziorożca

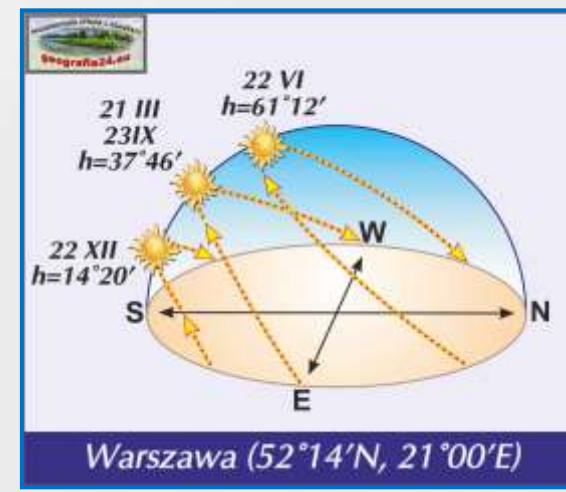
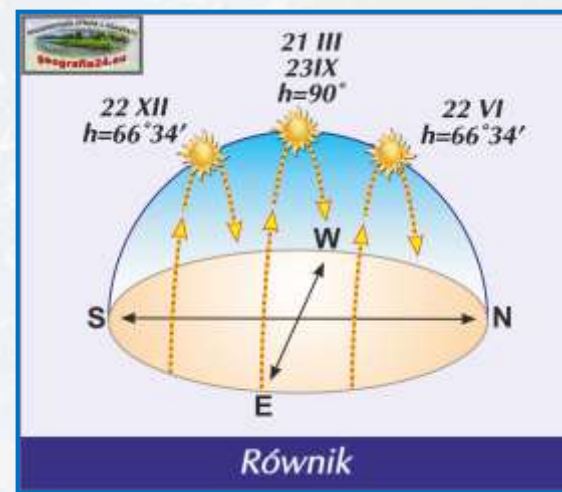
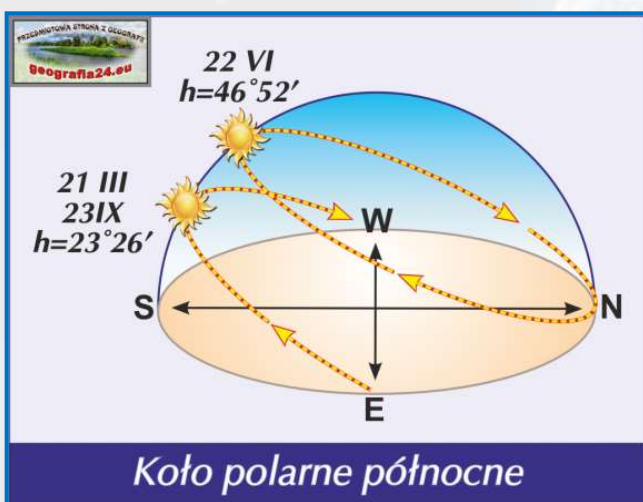
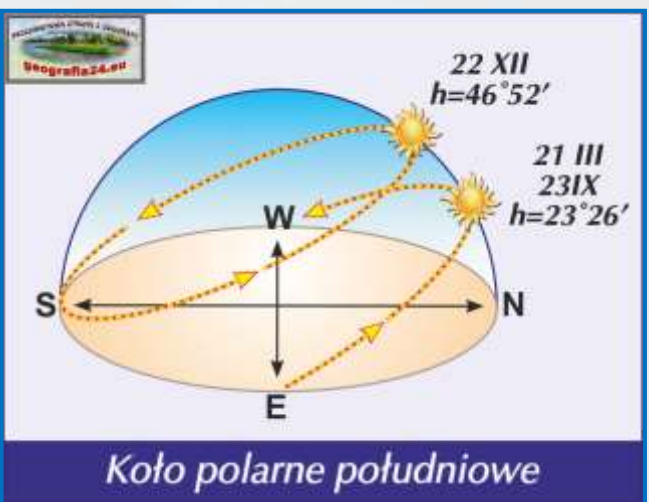
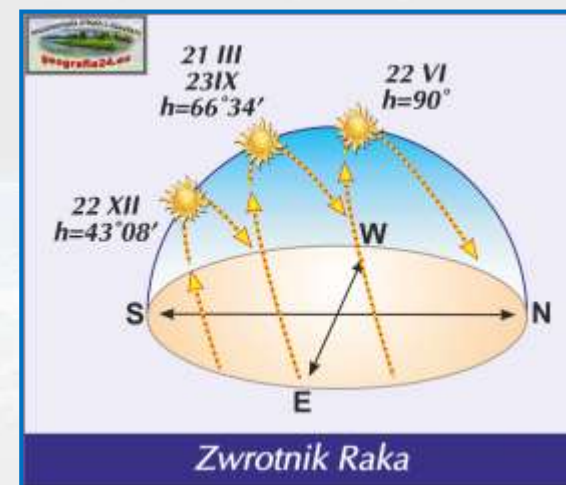
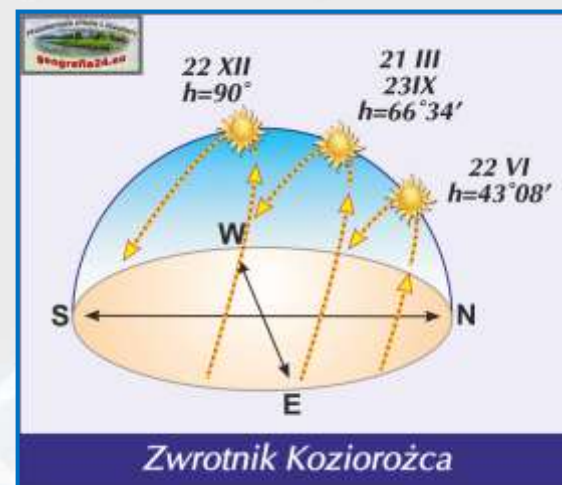
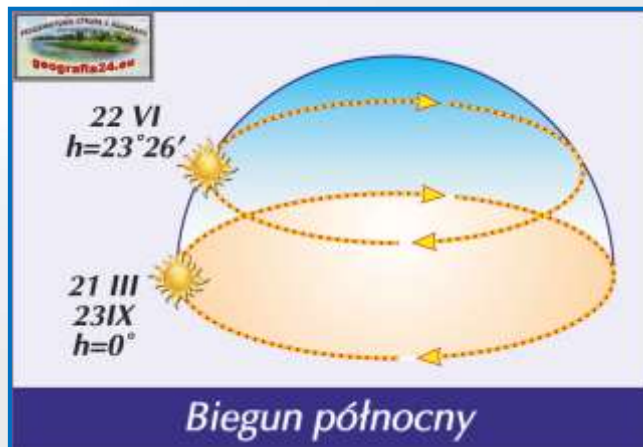
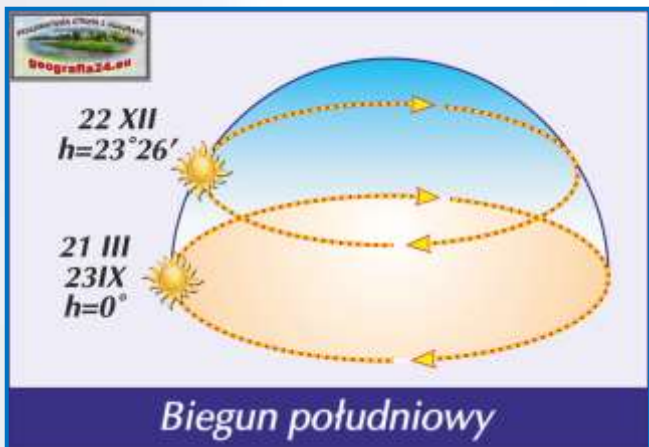
$h = 90^{\circ} - \varphi + 23^{\circ}26'$   
zwrotnikiem Koziorożca a biegunem PD

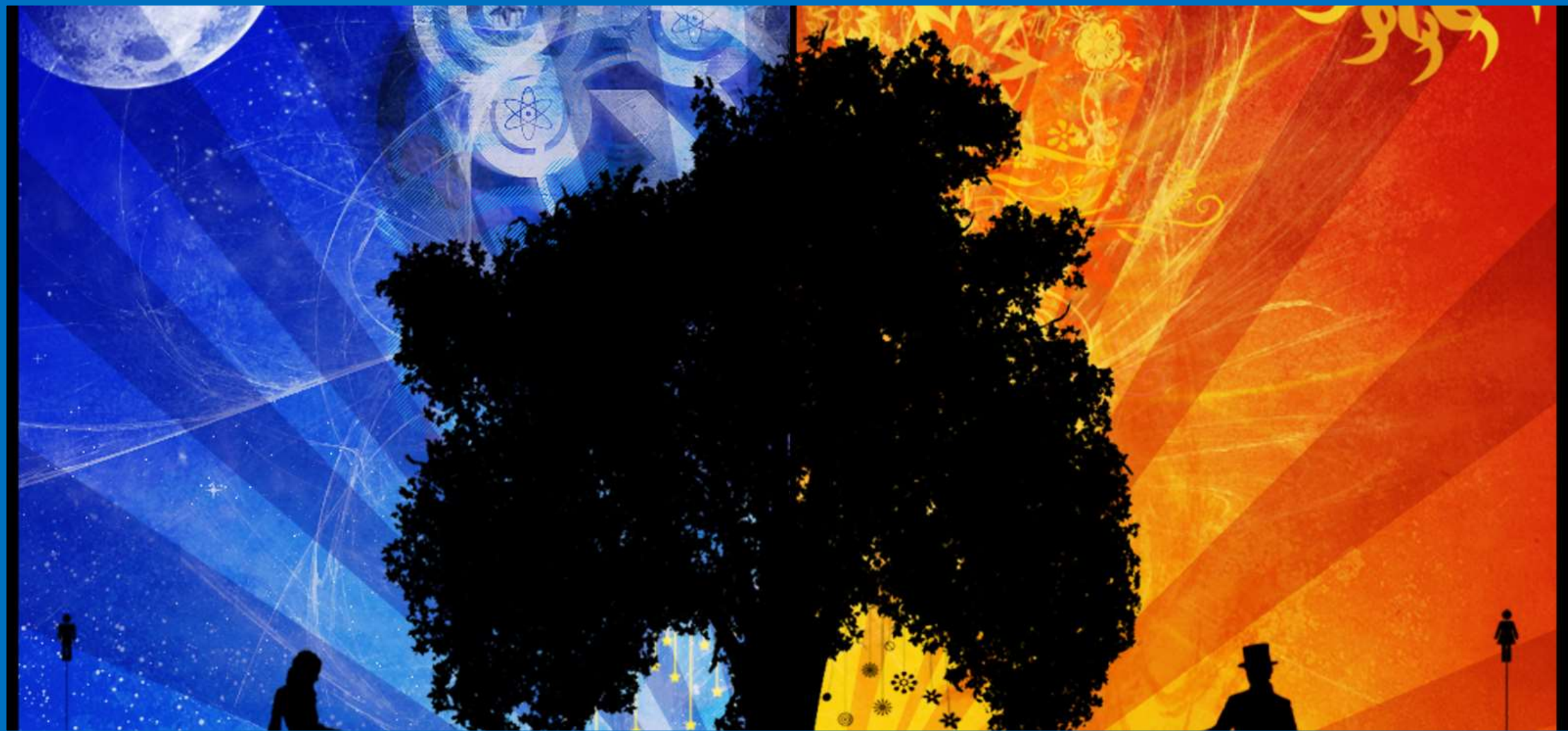


# Pozorna wędrówka Słońca po sferze niebieskiej

→ W wyniku ruchu obrotowego Ziemi Słońce wykonuje **pozorną drogę po sferze niebieskiej**.

→ Pojawia się nad płaszczyzną horyzontu (wchodzi), góruje i chowa się pod płaszczyznę (zachodzi) oraz dołuje (jest najniżej pod płaszczyzną horyzontu).





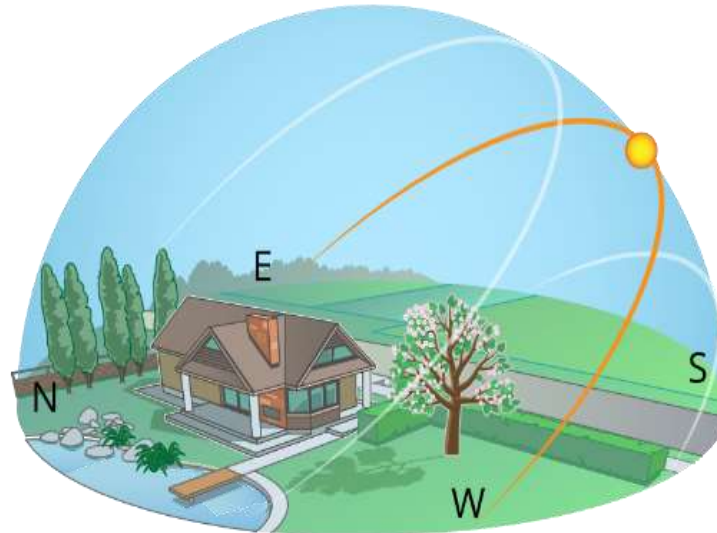
**Zmiany długości dni i nocy**

# Zmiany długości dnia i nocy w ciągu roku

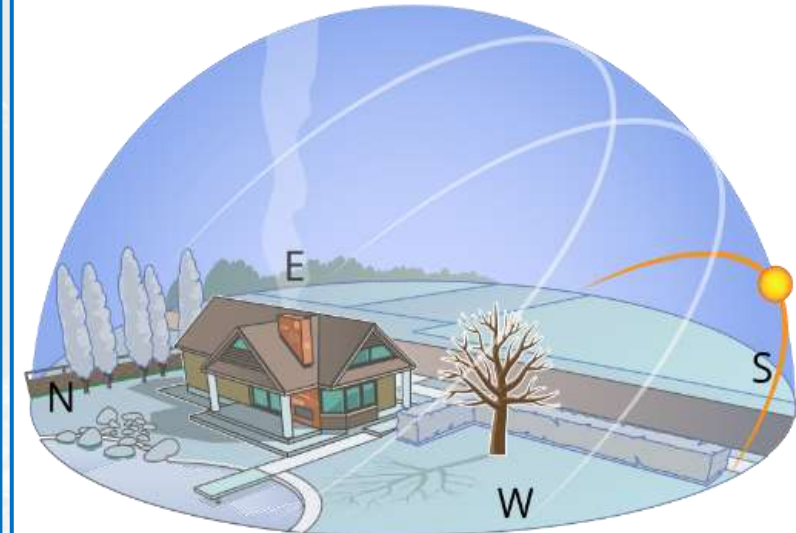
→ Ruchy Ziemi (obiegowy i obrotowy) i nachylenie jej osi do płaszczyzny ekliptyki determinują **zmiany długości dnia i nocy w ciągu roku** we wszystkich miejscowościach, poza leżącymi na równiku.

→ Jedynie w momentach równonocy wiosennej i jesiennej, gdy promienie słoneczne padają prostopadłe na równik, a **terminator** (czyli linia dzieląca powierzchnię ciała niebieskiego na oświetloną i nieoświetloną przez Słońce) pokrywa się z łukami kolejnych południków, dzień i noc trwają wszędzie tyle samo (po ok. **12 godzin**).

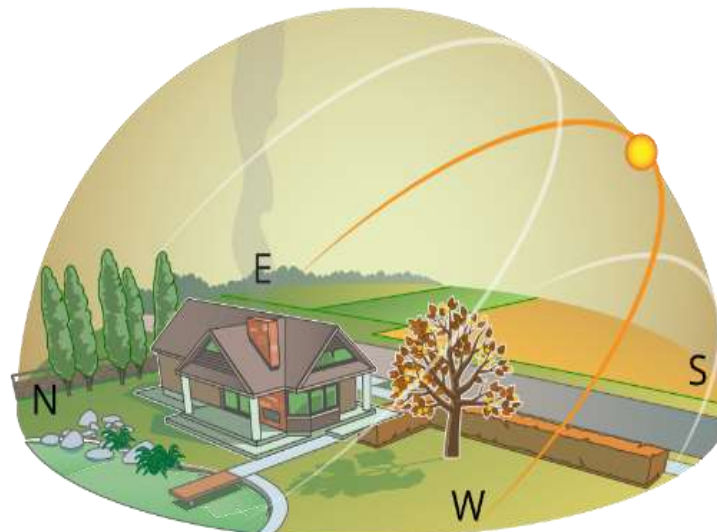
→ W pozostałe dni w roku długość dnia i nocy jest różna.



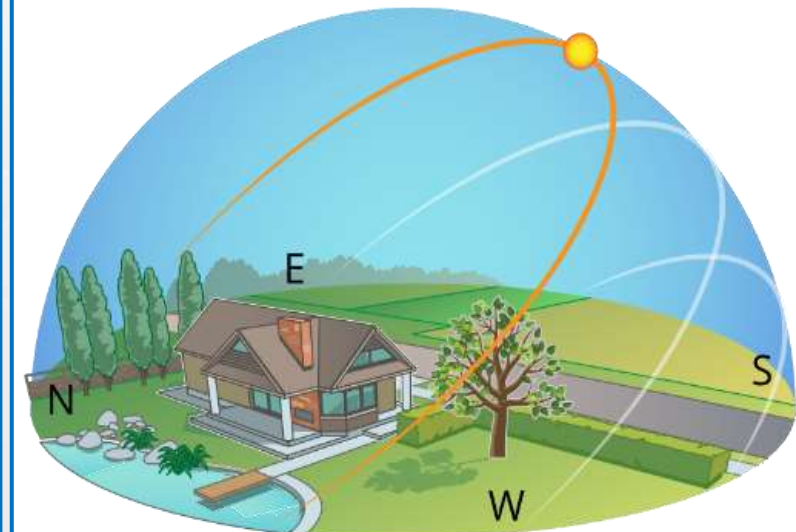
21 marca – początek wiosny (równonoc wiosenna)



22 grudnia – początek zimy (przesilenie zimowe)



23 września – początek jesieni (równonoc jesienna)



22 czerwca – początek lata (przesilenie letnie)

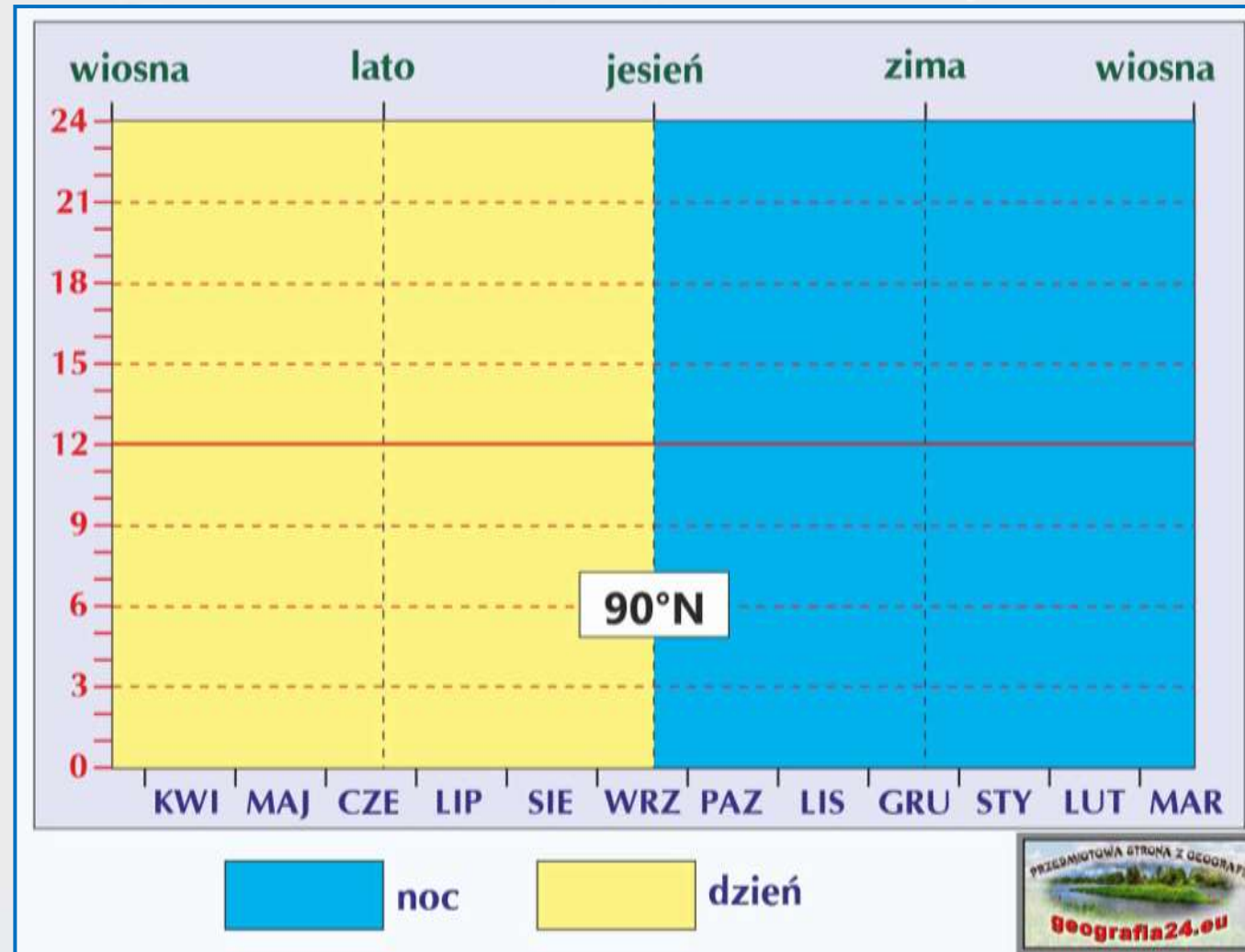
# Długość dnia i nocy w zależności od pory roku i szerokości geograficznej

Zmiana długości dnia i nocy  
w zależności od pory roku i szerokości geograficznej

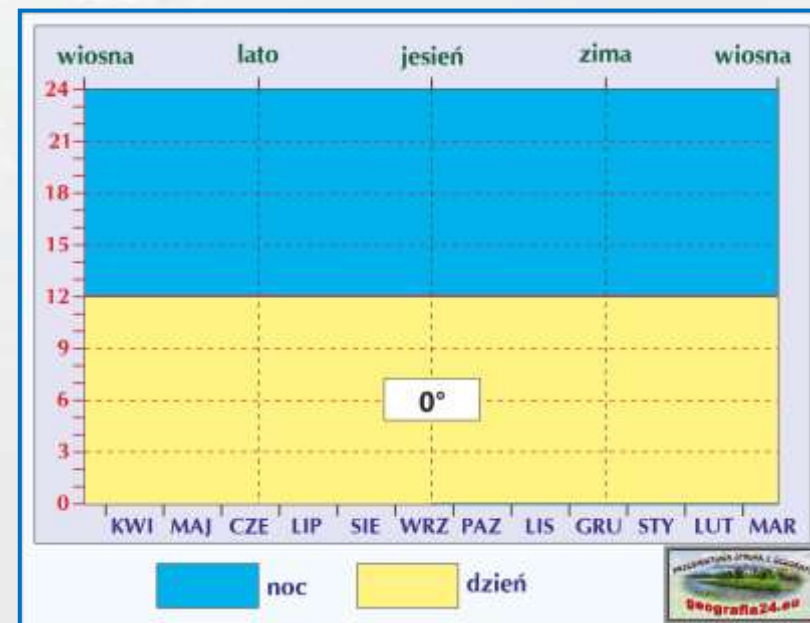
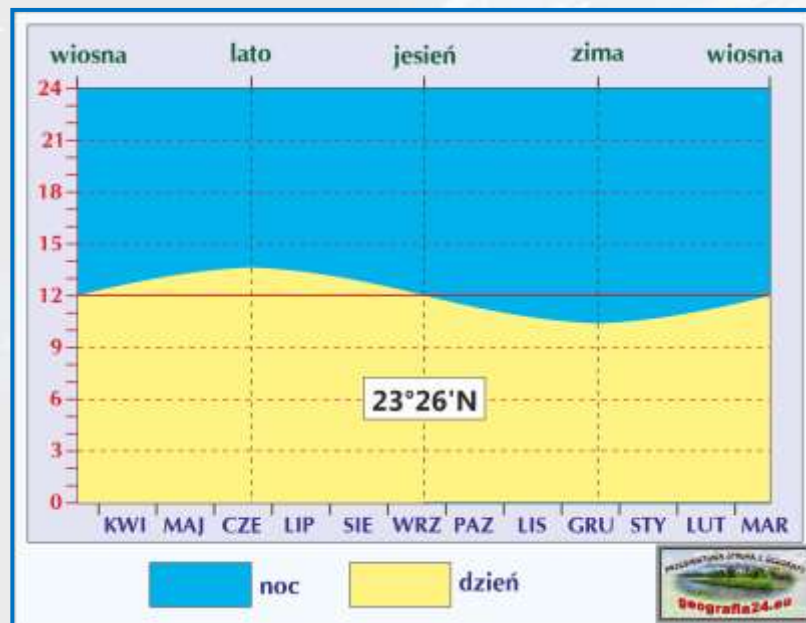
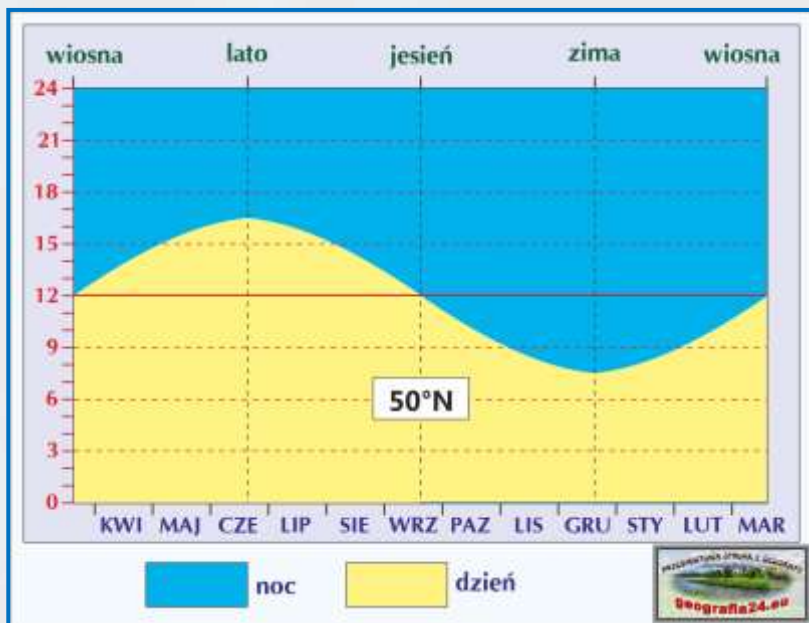
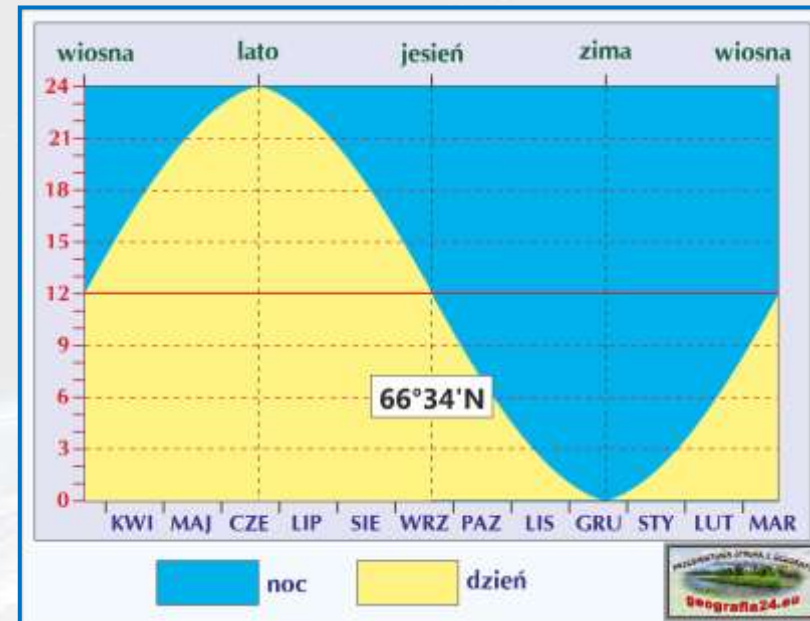
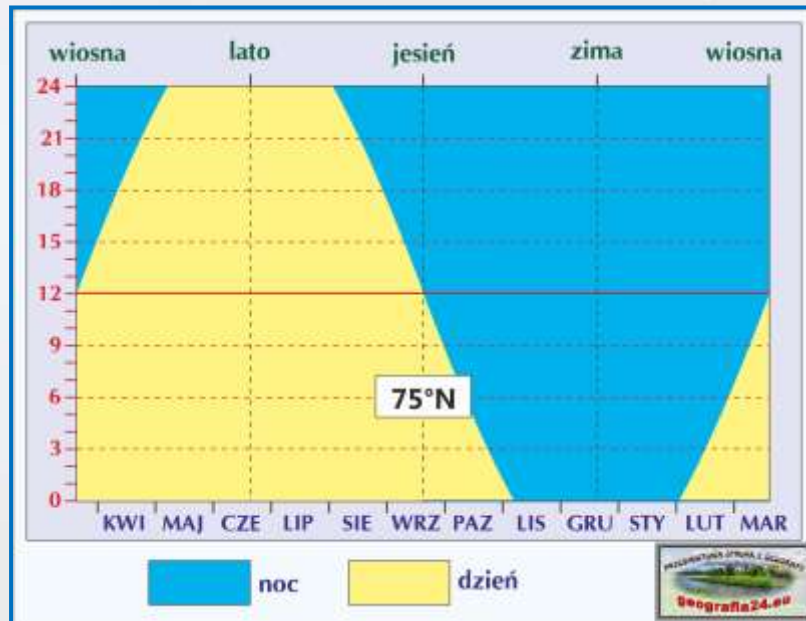
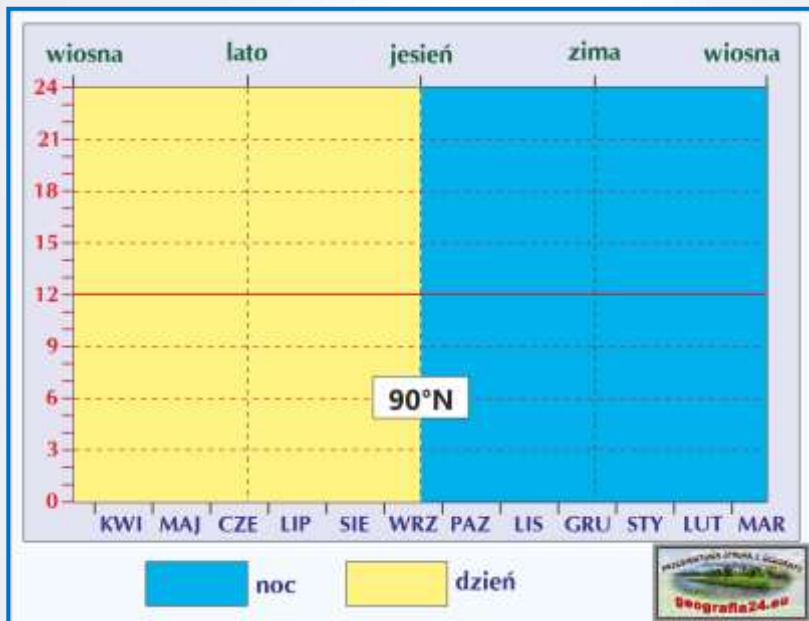
→ Narastanie odpowiednich różnic na obu półkulach można ująć w uproszczeniu następująco:

- w ciągu astronomicznego lata (i dalej jesieni) długość dnia wzrasta od ok. 12 godzin na równiku do 24 godzin za kołem podbiegunowym północnym (albo południowym),
- zatem im wyższa jest szerokość geograficzna, tym dłużej trwa dzień, a krócej noc;
- w ciągu astronomicznej zimy (i dalej wiosny) długość dnia maleje od ok. 12 godzin na równiku do 0 godzin za kołem podbiegunowym północnym (albo południowym),
- więc im wyższa jest szerokość geograficzna, tym krócej trwa dzień, a dłużej noc.

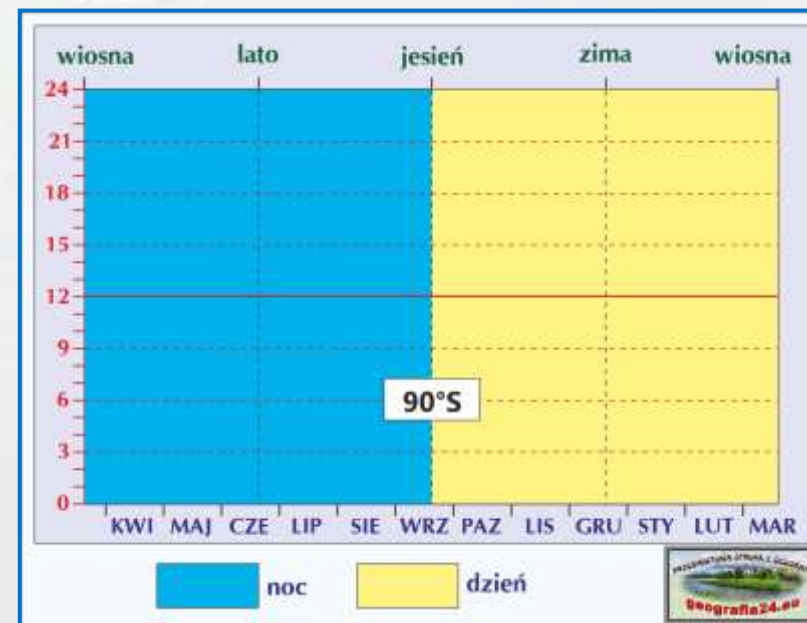
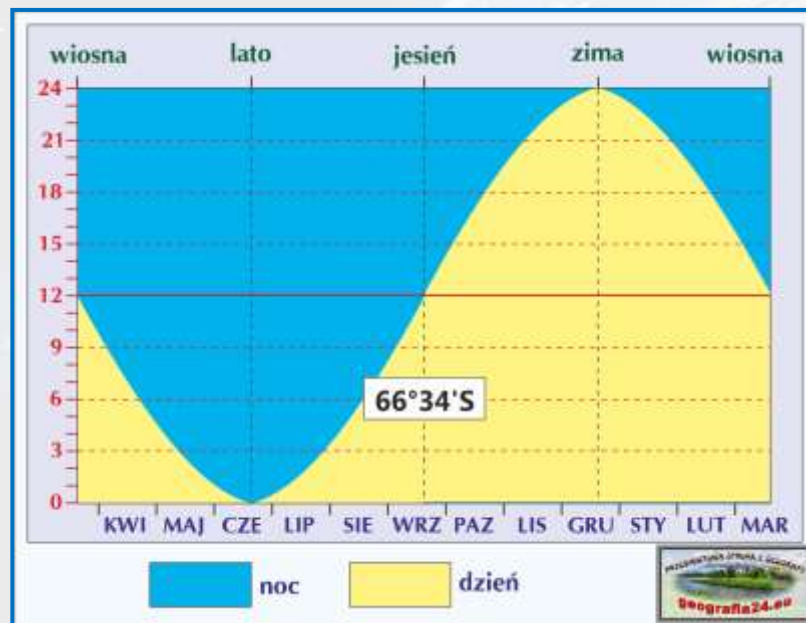
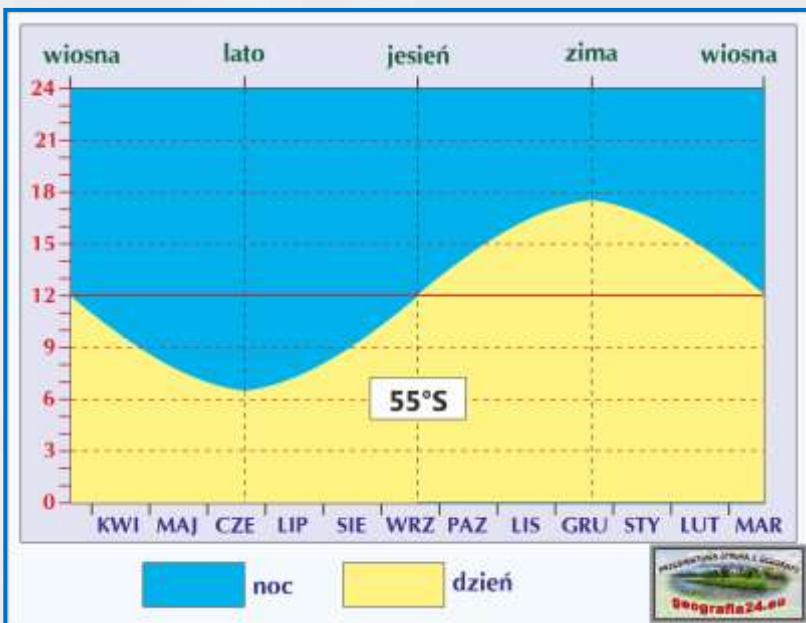
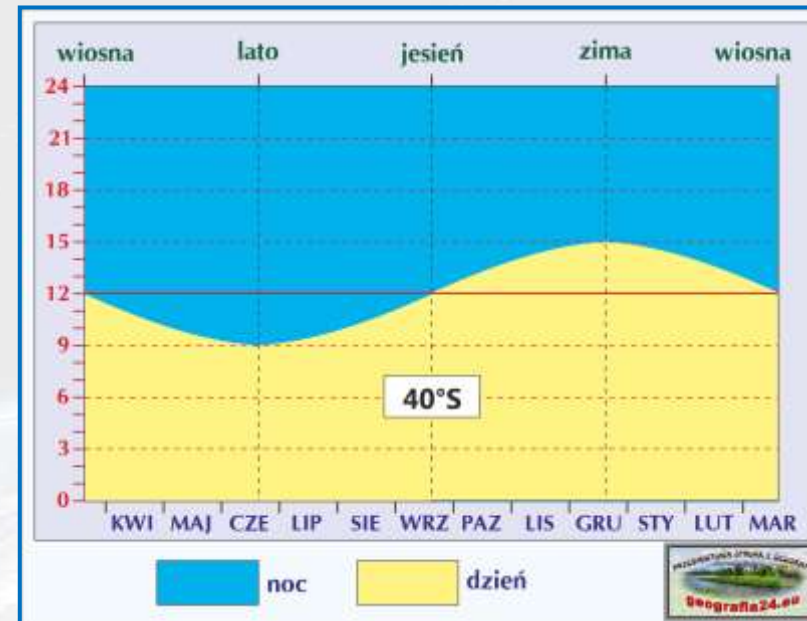
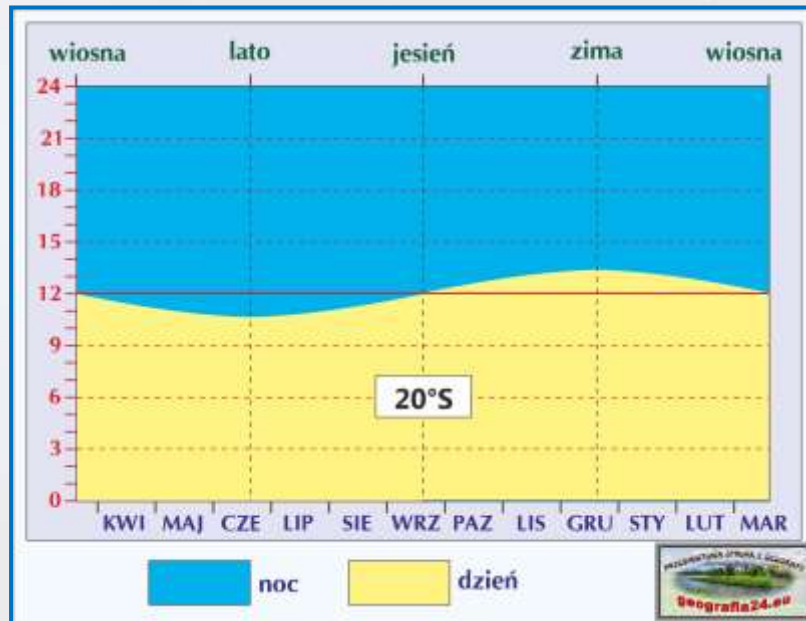
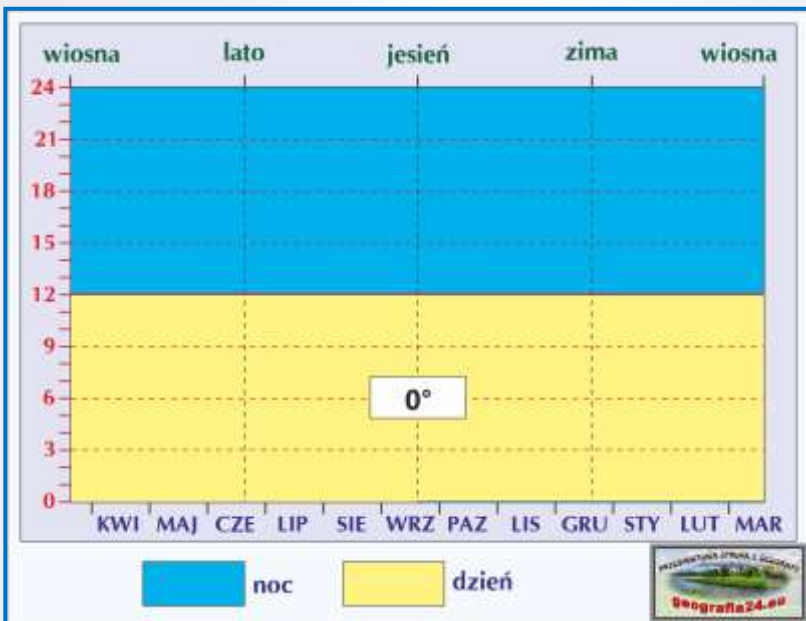
→ Z powyższego wynika, że w danej miejscowości dzień jest zawsze tym dłuższy, im wyżej nad horyzontem góruje środek Słońca.



# Długość dnia i nocy w zależności od pory roku i szerokości geograficznej



# Długość dnia i nocy w zależności od pory roku i szerokości geograficznej



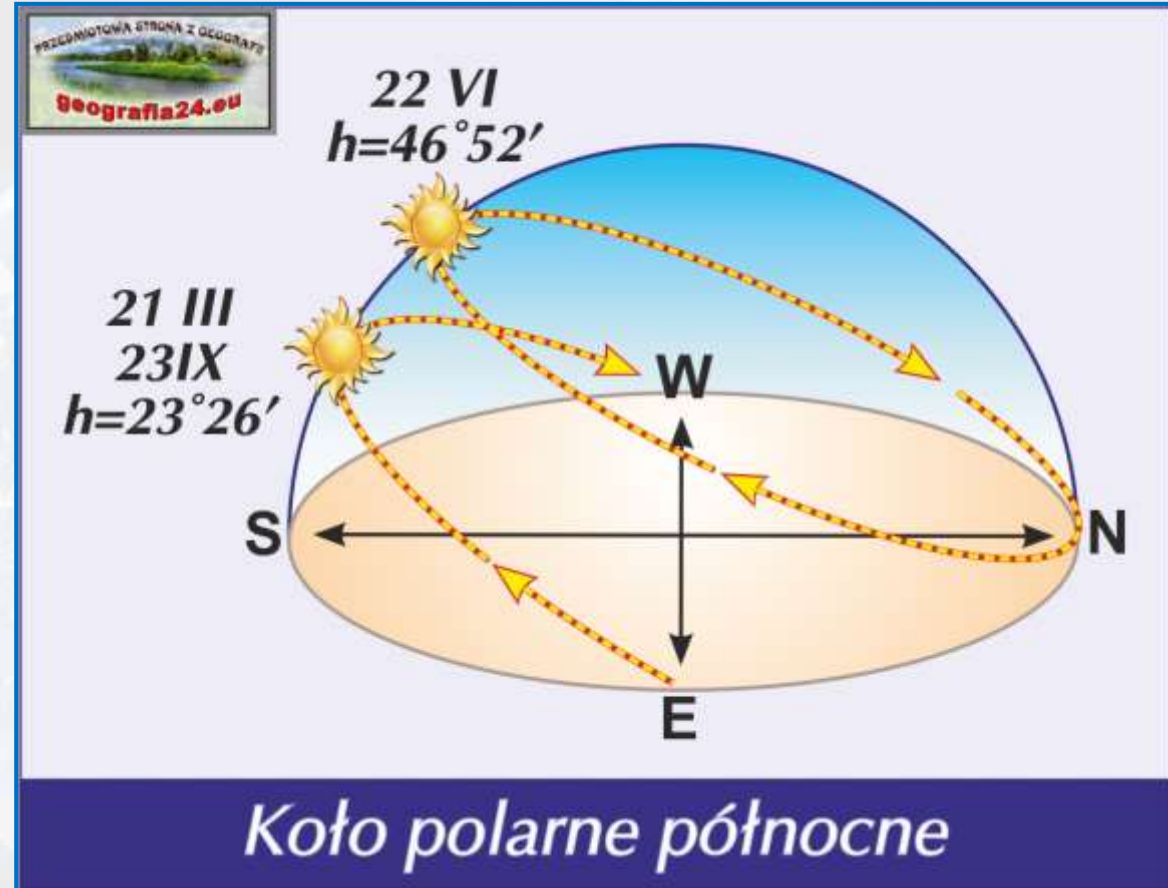




**Dni i noce polarne**

# Dni i noce polarne

- Dzień lub noc trwające co najmniej dobę nazywamy dniem polarnym lub nocą polarną.
- Dni i noce polarne występują za kołami podbiegunowymi, zarówno na półkuli północnej, jak i południowej.
- Na biegunach rok dzieli się na dzień polarny i noc polarną, trwające po 6 miesięcy.
- Na kołach podbiegunowych dzień i noc polarna trwają dobę.

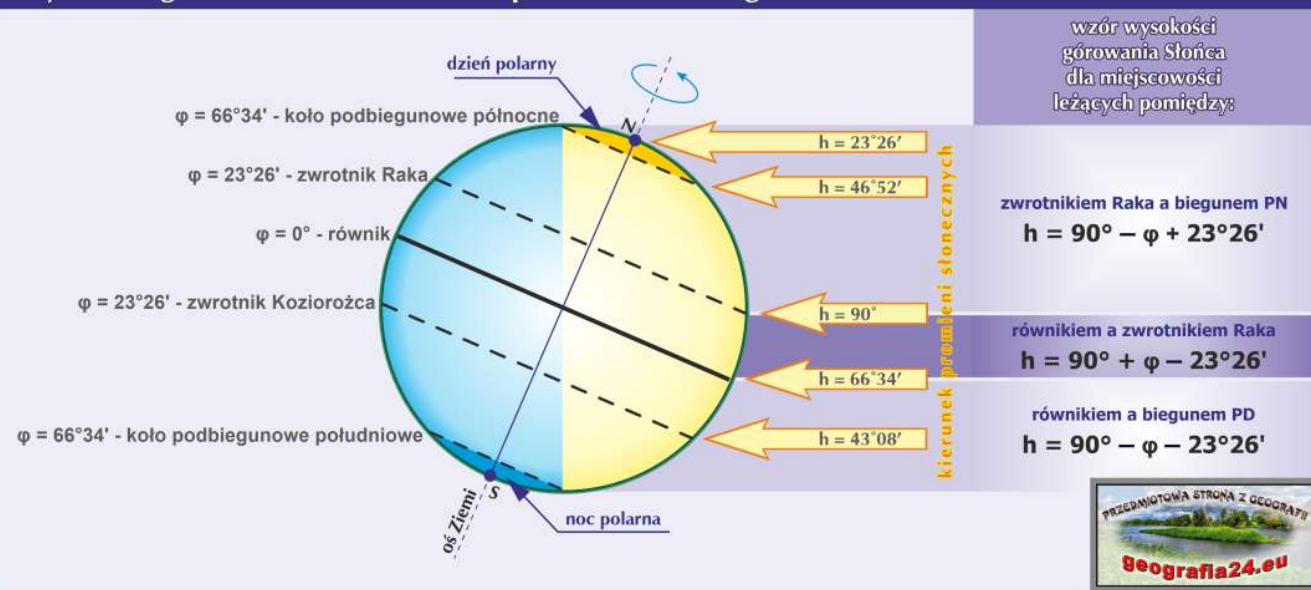


# Dni i noce polarne

→ **22 VI** promienie słoneczne padają prostopadle na **zwrotnik Raka**:

- na obszarze od koła podbiegunowego N do bieguna N jest dzień polarny,
- na obszarze od koła podbiegunowego S do bieguna S jest noc polarna.

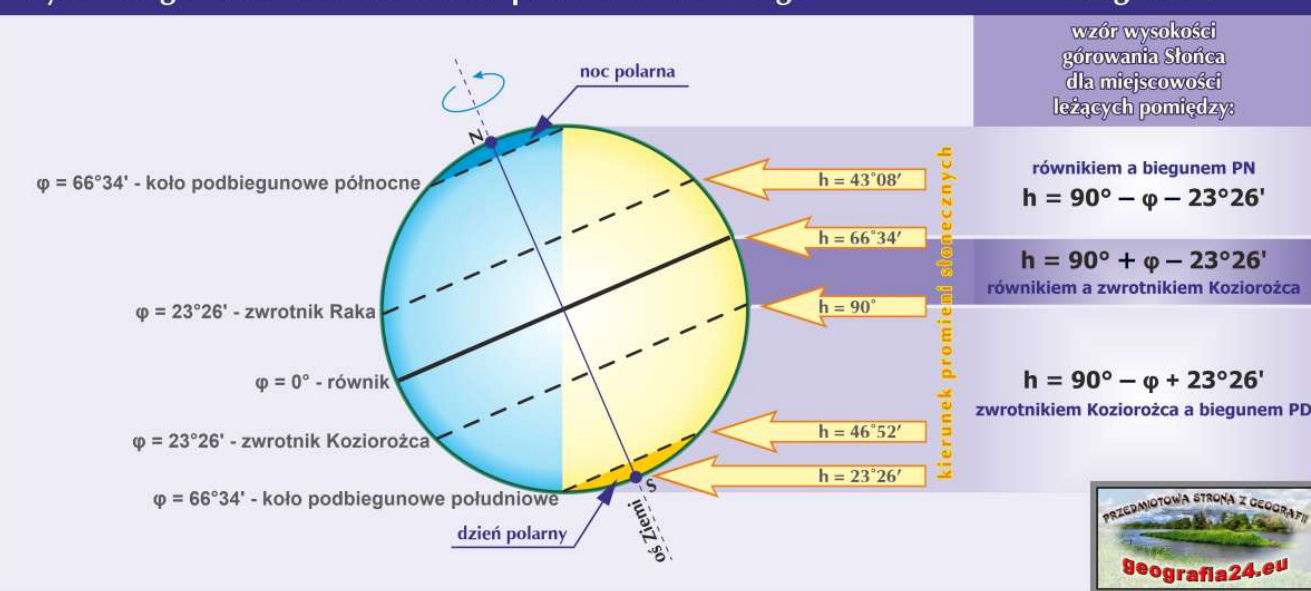
## Wysokość górowania słońca w dniu przesilenia letniego



→ **22 XII** promienie słoneczne padają prostopadle na **zwrotnik Koziorożca**:

- na obszarze od koła podbiegunowego S do bieguna S jest dzień polarny,
- na obszarze od koła podbiegunowego N do bieguna N jest noc polarna.

## Wysokość górowania słońca w dniu przesilenia zimowego



# Białe noce

- W lecie w wysokich szerokościach geograficznych, na obszarach leżących w sąsiedztwie ciągle zmieniającej się (rozszerzającej się lub kurczącej) strefy dnia polarnego występują **białe noce** – mroczna noc wtedy tam nie zapada, gdyż zmierzch i świt na tyle się wydłużają, że łączą się ze sobą.
- W zależności od tego, jaki zmierzch (świt) uwzględniamy, wyróżniamy:
  - **białe noce cywilne** – występujące w szerokościach geograficznych wyższych od  $60^{\circ}34'$  (N i S),
    - jest to okres, kiedy Słońce jest poniżej horyzontu na wysokości  $0^{\circ}$ - $6^{\circ}$  (przy bezchmurnej pogodzie można wówczas czytać książkę);
  - **białe noce żeglarskie (nautyczne) (nawigacyjne)** – występujące w szerokościach wyższych od  $54^{\circ}34'$  (N i S),
    - jest to okres, kiedy Słońce jest pod horyzontem na wysokości  $6^{\circ}$ - $12^{\circ}$  (w tym czasie dostrzegamy już tylko zarysy przedmiotów, żeglarze widzą zarysy wybrzeży i sylwetki innych okrętów),
      - np. na półkuli północnej na równoleżniku  $56^{\circ}$  białe noce nautyczne trwają od 1 czerwca do 11 lipca, zaś na równoleżniku  $60^{\circ}$  - od 11 maja do 31 lipca;
  - **białe noce astronomiczne** – występujące w szerokościach geograficznych wyższych od  $48^{\circ}34'$  (N i S),
    - jest to okres, kiedy Słońce jest pod horyzontem na wysokości  $12^{\circ}$ - $18^{\circ}$  (światło słoneczne przeszkadza jeszcze astronomom w ich obserwacjach optycznych).



Biała noc w Helsinkach (24 czerwca 2005 r.)



**Konsekwencje ruchu obiegowego Ziemi (PODSUMOWANIE)**

# Konsekwencje (następstwa) ruchu obiegowego Ziemi

→ Najważniejsze konsekwencje ruchu obiegowego Ziemi:

- **rok** jako podstawowa jednostka czasu (na półkuli południowej astronomiczne pory roku przesunięte są w stosunku do półkuli północnej o pół roku);
- **strefy oświetlenia Ziemi** (międzyzwrotnikowa, umiarkowana i okołobiegunowa - polarna);
- **strefy klimatyczne** związane ze strefami oświetlenia ziemi;
- **dzień i noc polarna**;
- **pory roku** i różnicowanie czasu i ich trwania;
- **zmiana długości trwania dnia i nocy**;
- **roczne zmiany temperatury powietrza** (im większa szerokość geograficzna, tym mniejsze nagrzanie terenu w ciągu roku);
- **występowanie stref glebowych i roślinnych**;
- **wpływ na działalność człowieka** (rolnictwo, turystyka);
- **zmiana wysokości słońca nad horyzontem** w różnych szerokościach geograficznych **w ciągu roku**;
- **zmiana miejsca wschodu i zachodu słońca** na horyzoncie **w ciągu roku**.



# KONIEC



**Materiały pomocnicze do nauki  
Opracowane w celach edukacyjnych (niekomercyjnych)**

Opracowanie i redakcja: *Sławomir Dmowski*  
Kontakt: *kontakt@geografia24.eu*

**WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE  
- KOPIOWANIE ZABRONIONE -**