

Wykład udostępniam na licencji Creative Commons:

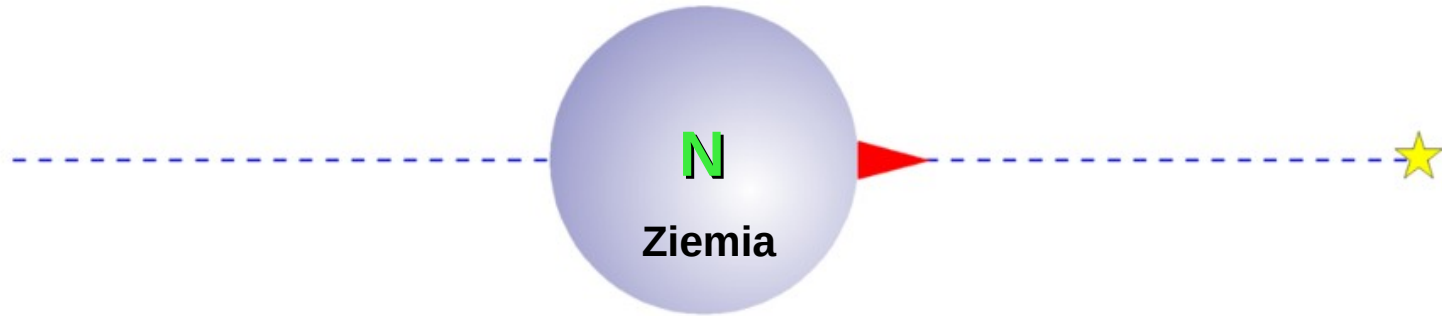


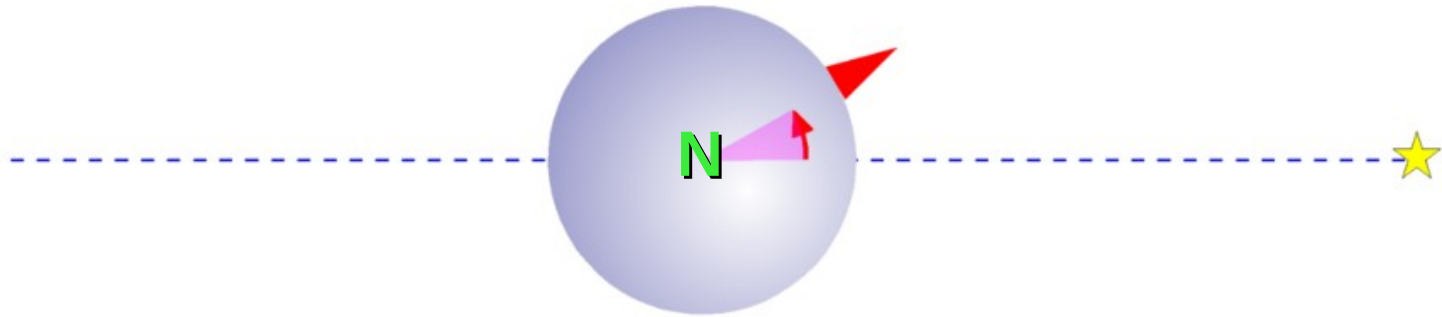
Ziemia jako zegar

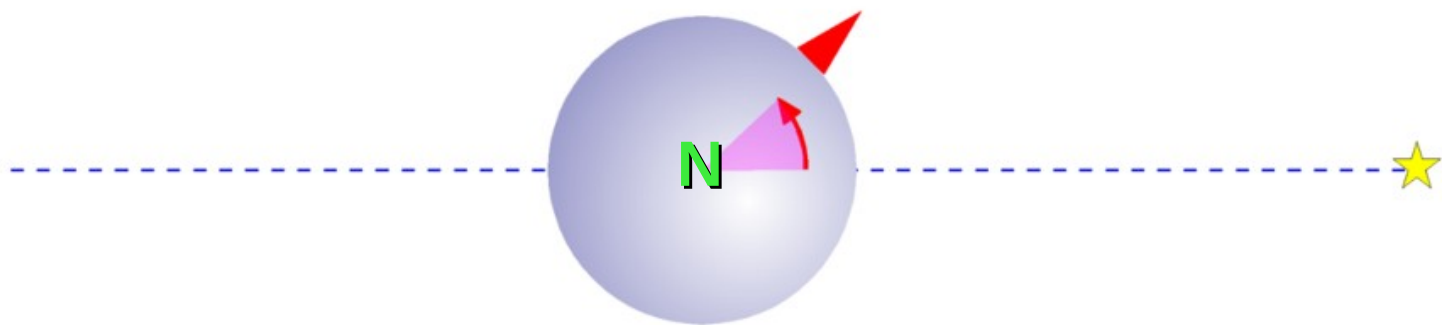
Piotr A. Dybczyński

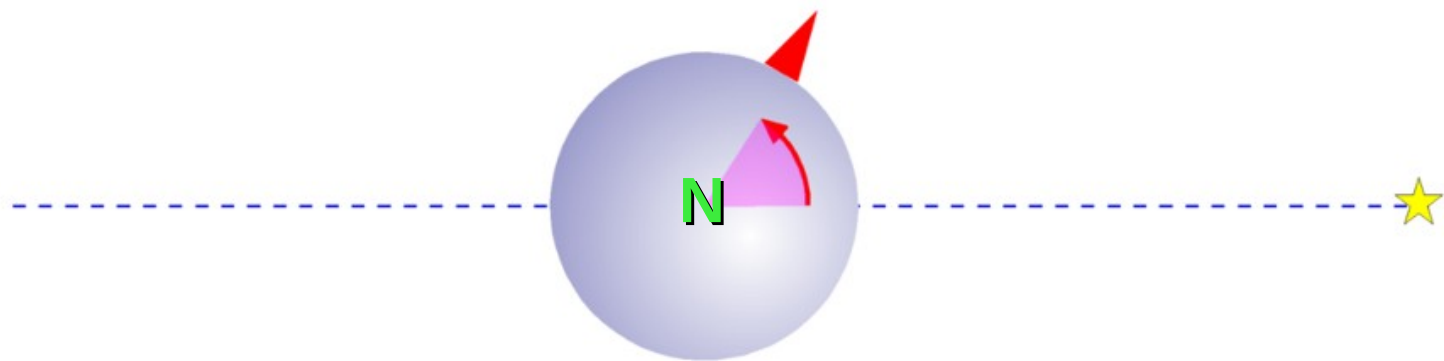


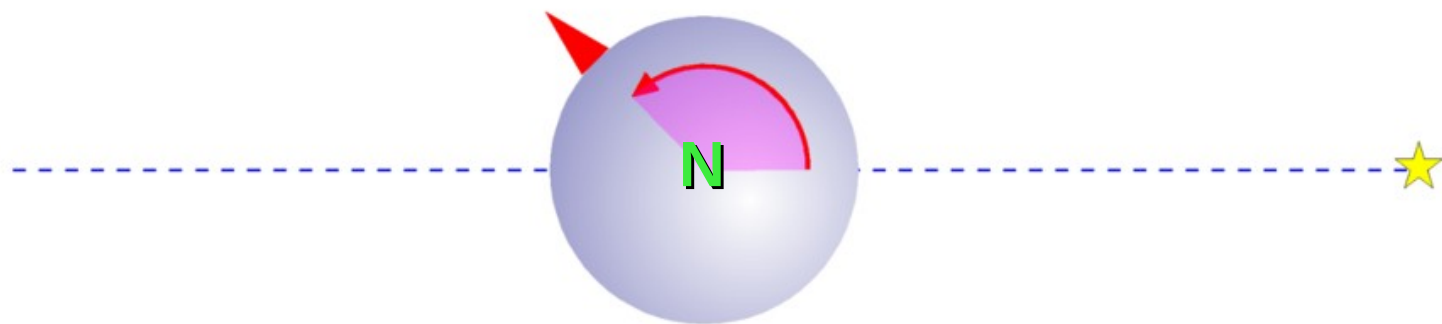
Czas gwiazdowy: s

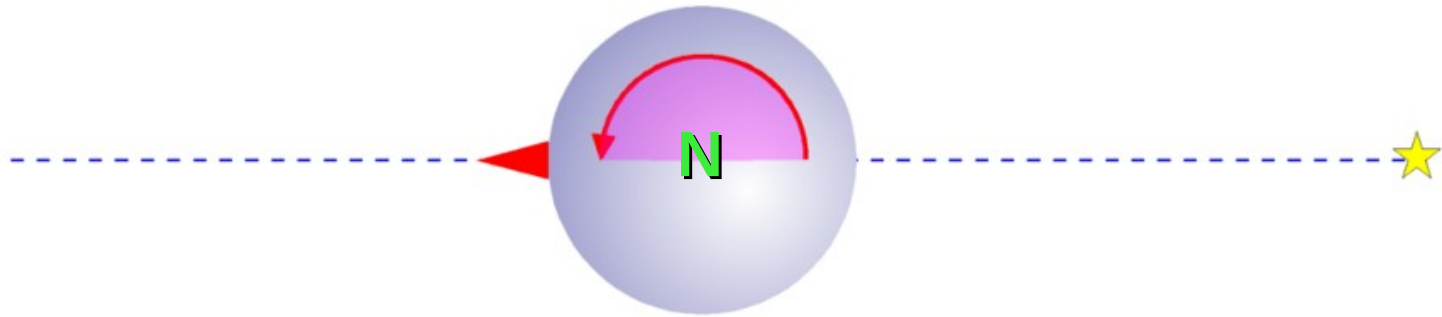


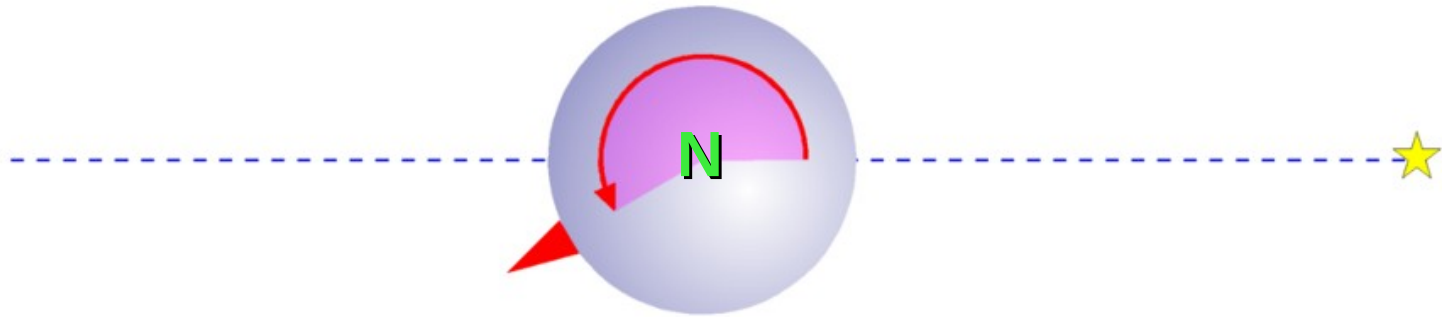


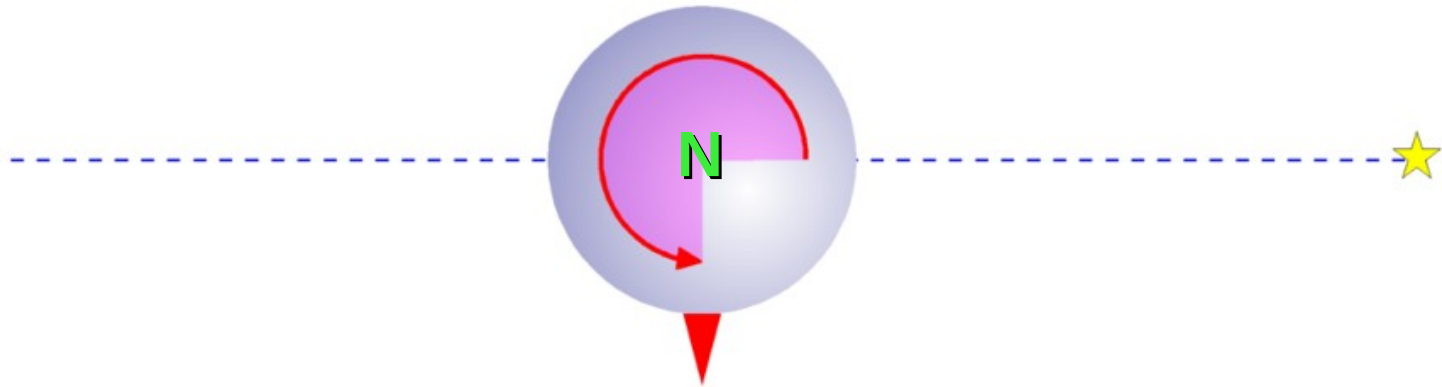


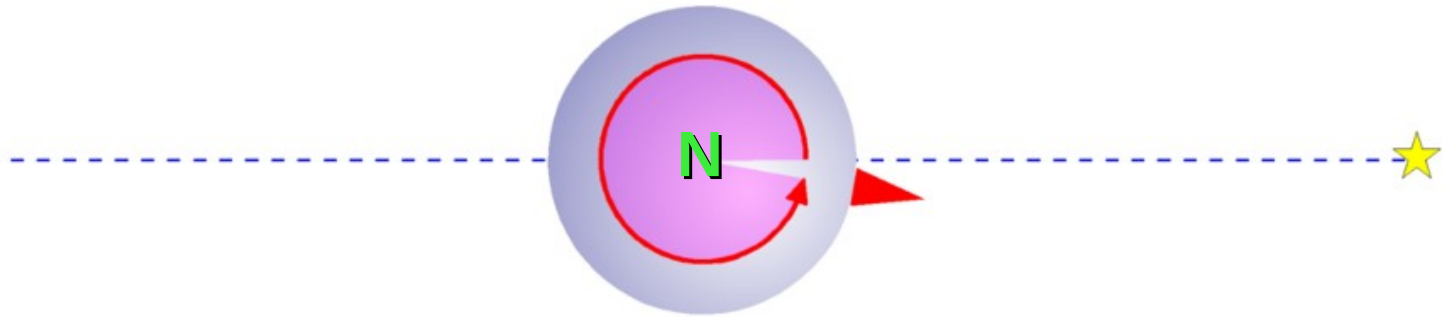


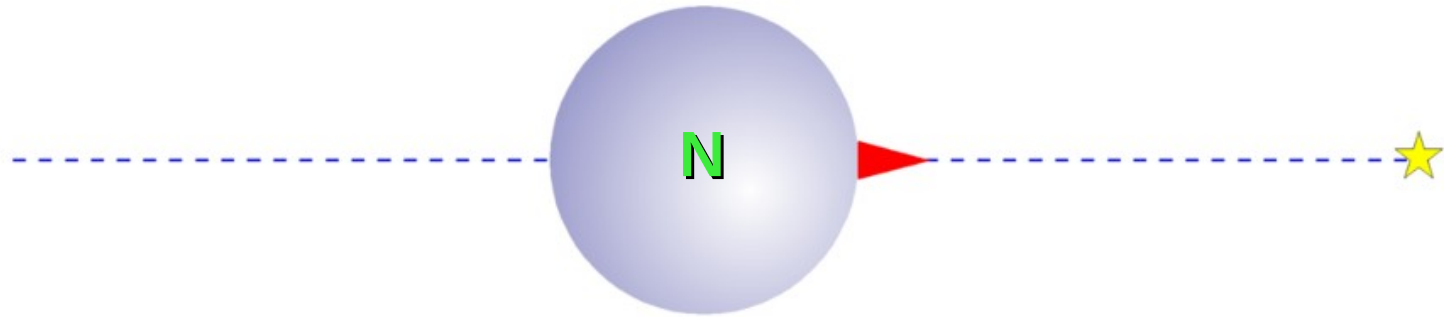


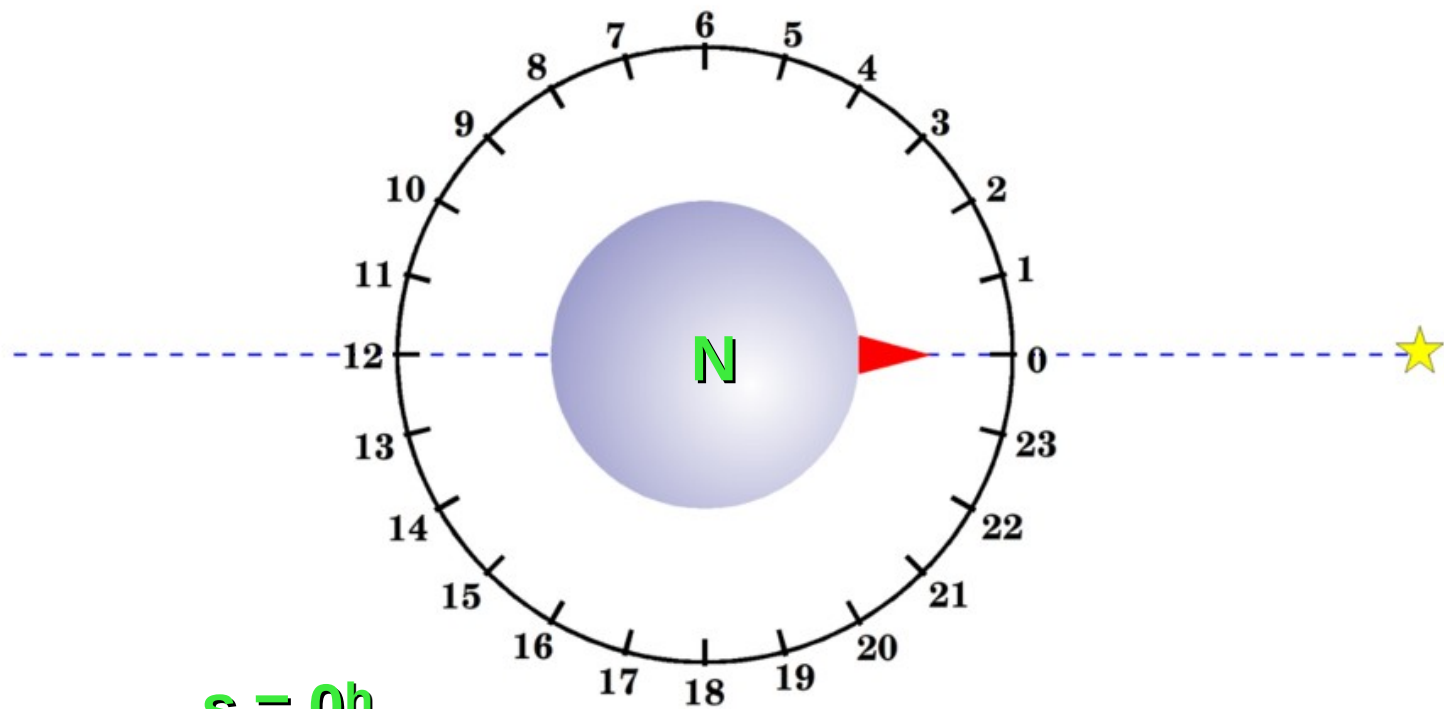






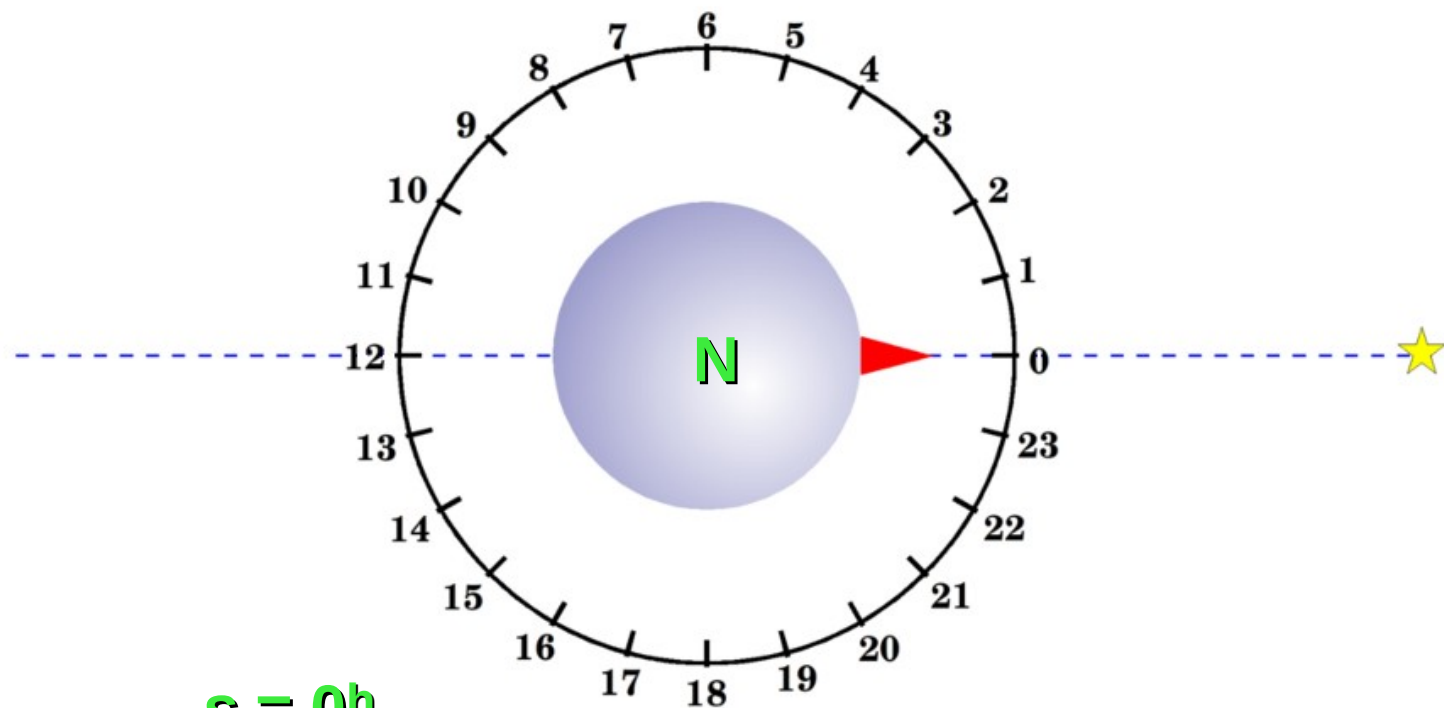






$s = 0h$

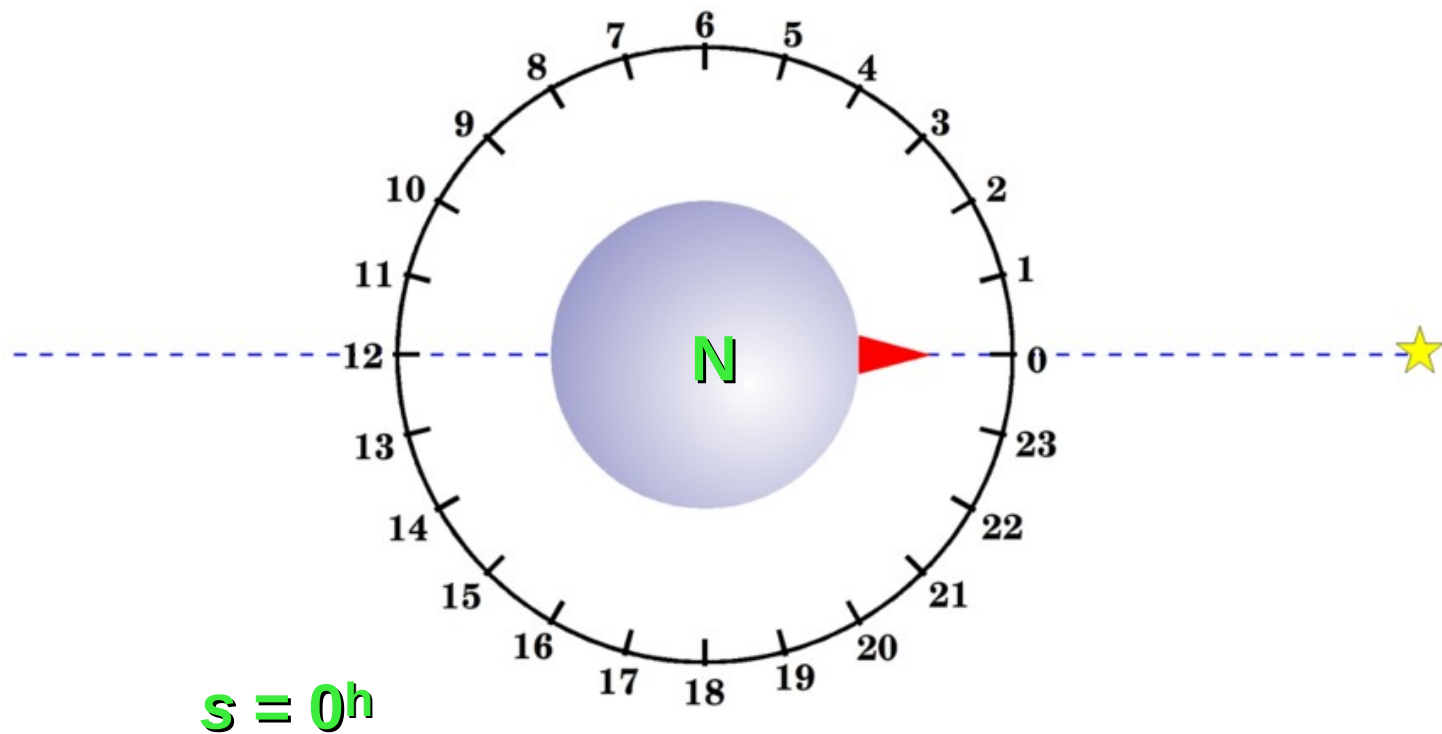
Czemu
taka
dziwna
tarcza?



$s = 0h$

**Czemu
taka
dziwna
tarcza?**

**Bo
astronomowie
mierzą
niektóre
kąty
w godzinach...**

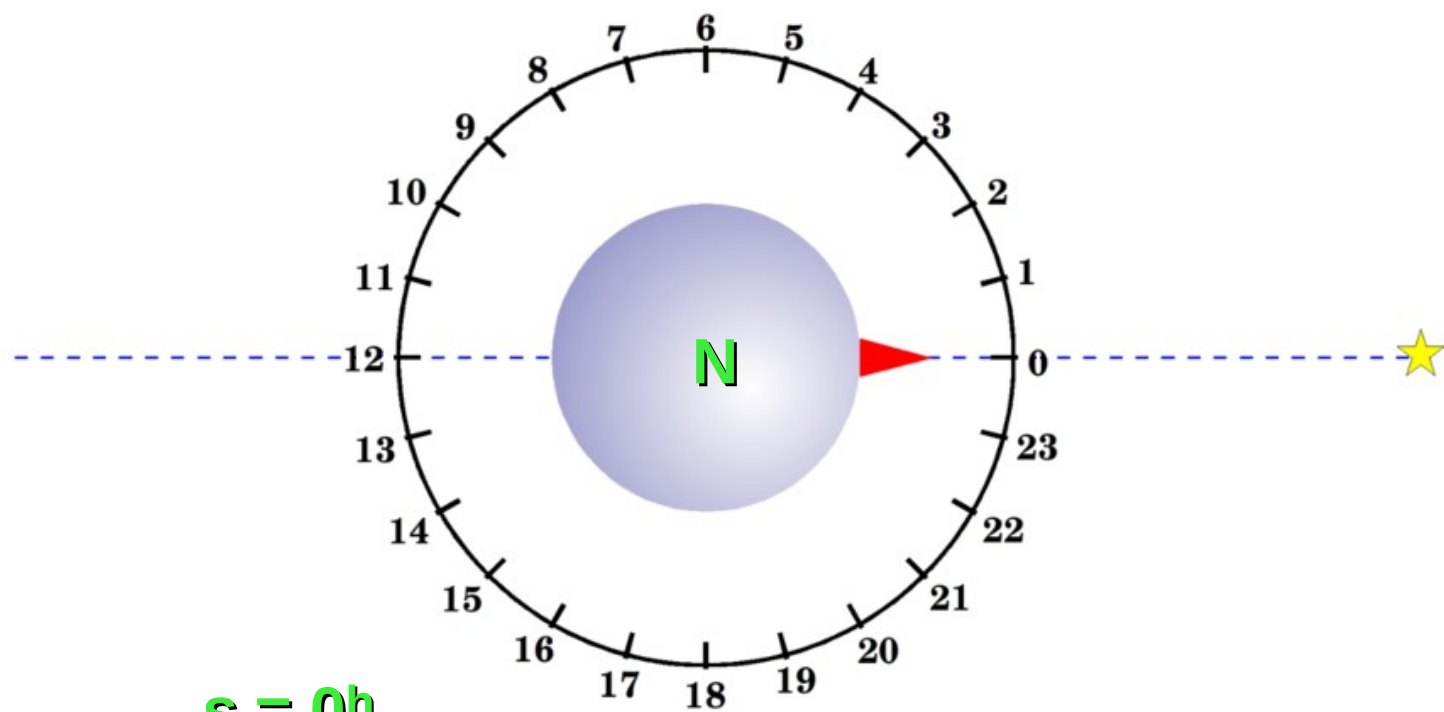


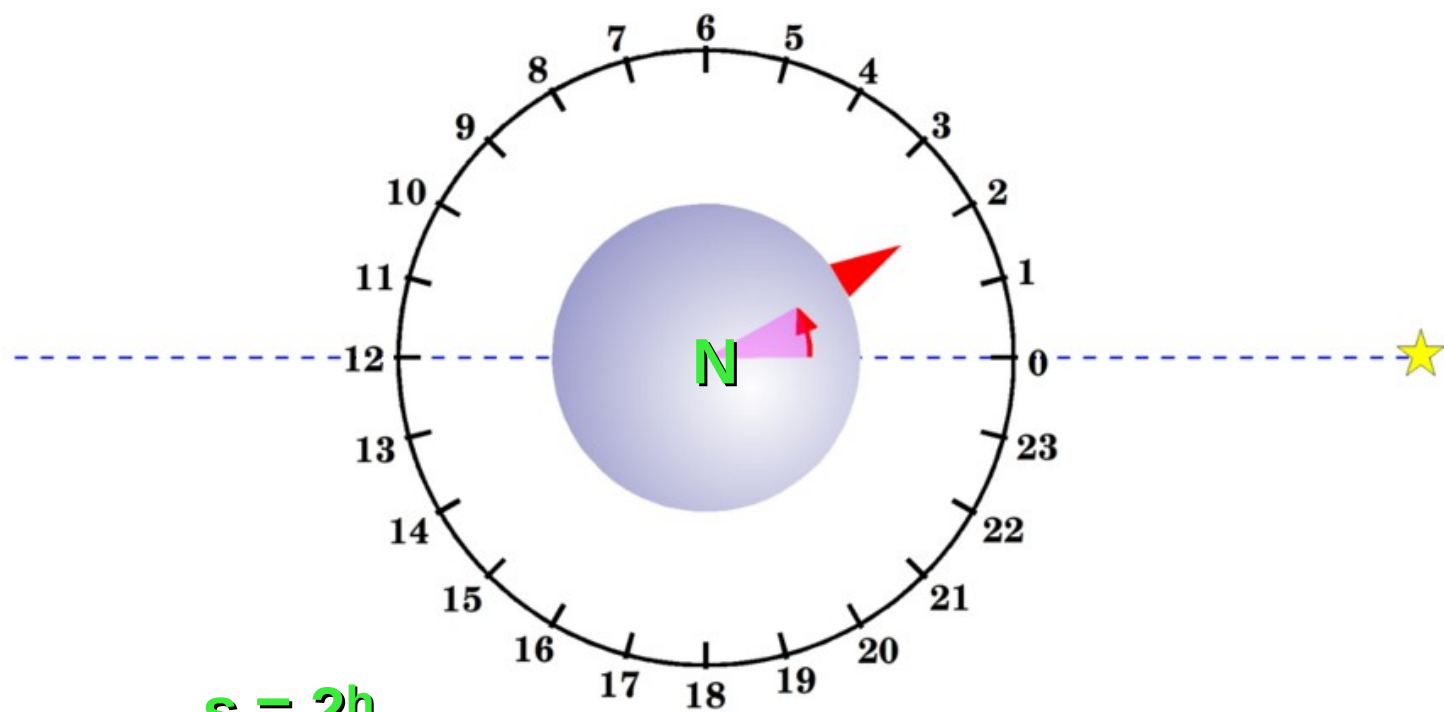
Miara czasowa kątów

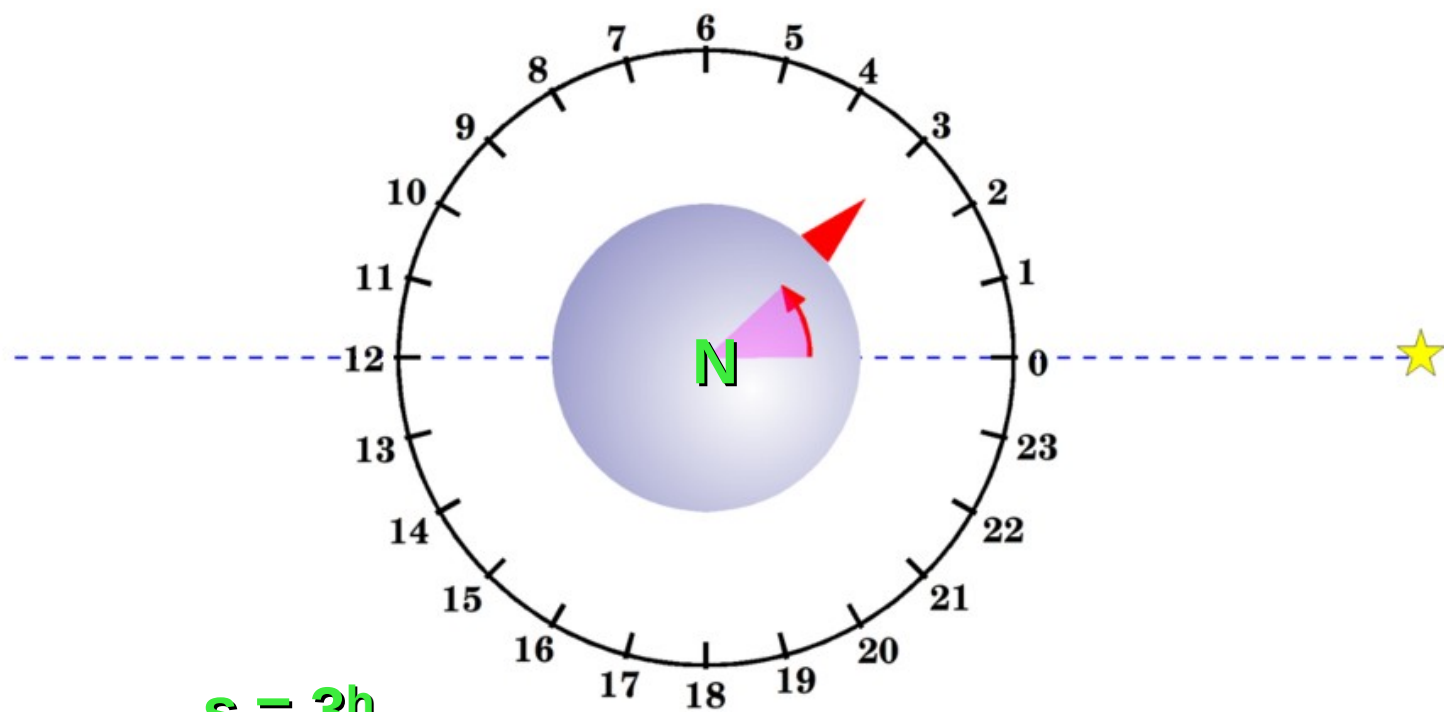


Shepherd gate clock at the Royal Observatory, Greenwich, UK. By:Alvesgaspar

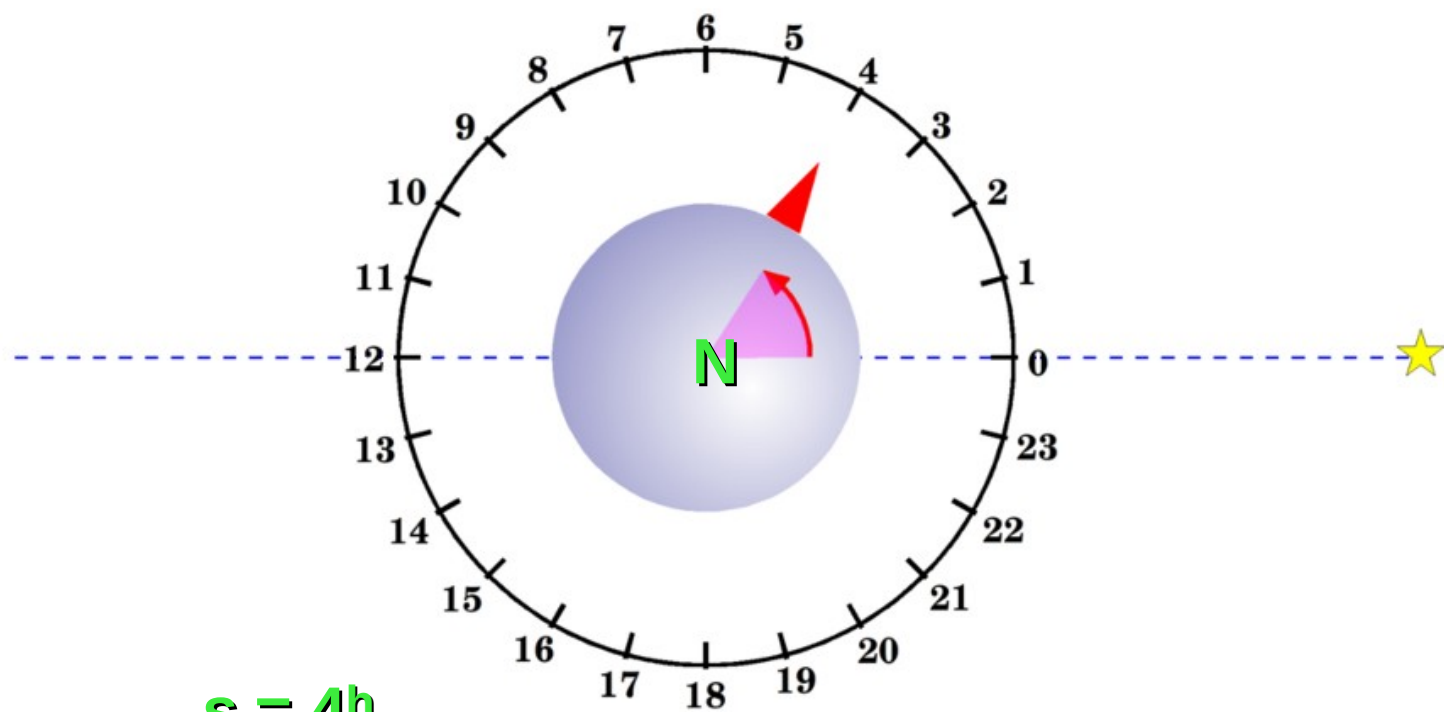
- $360^\circ = 24^h$
- $15^\circ = 1^h = 60^m$
- $1^\circ = 4^m$
- $60' = 4^m$
- $15' = 1^m = 60^s$
- $1' = 4^s$
- $60'' = 4^s$
- $15'' = 1^s$

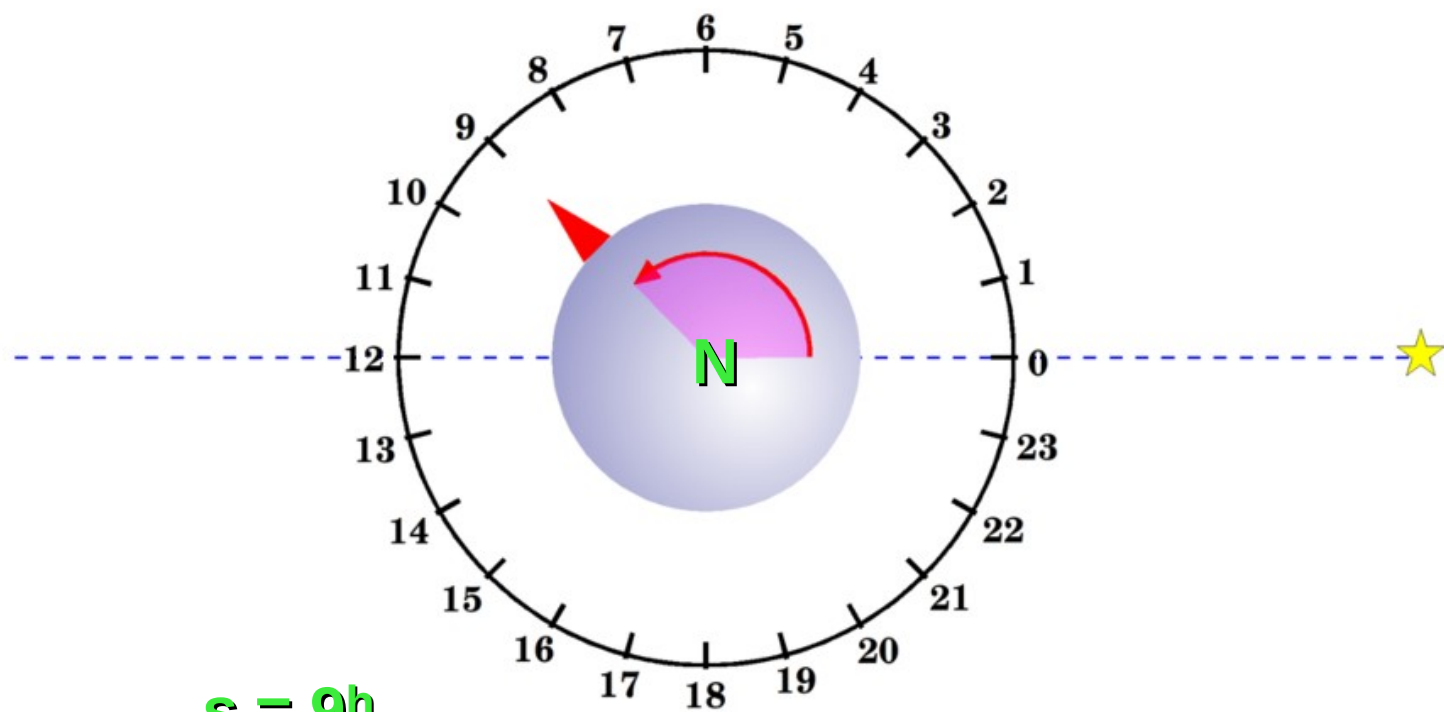




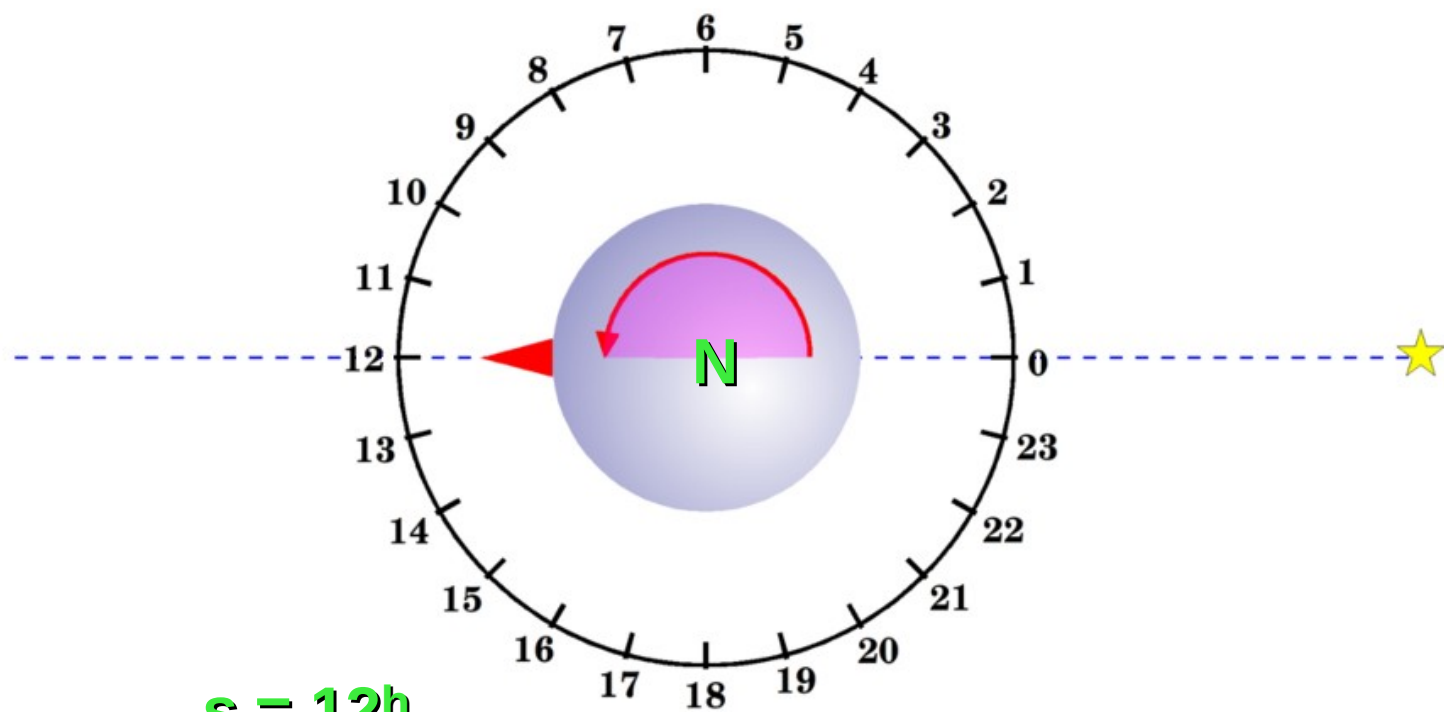


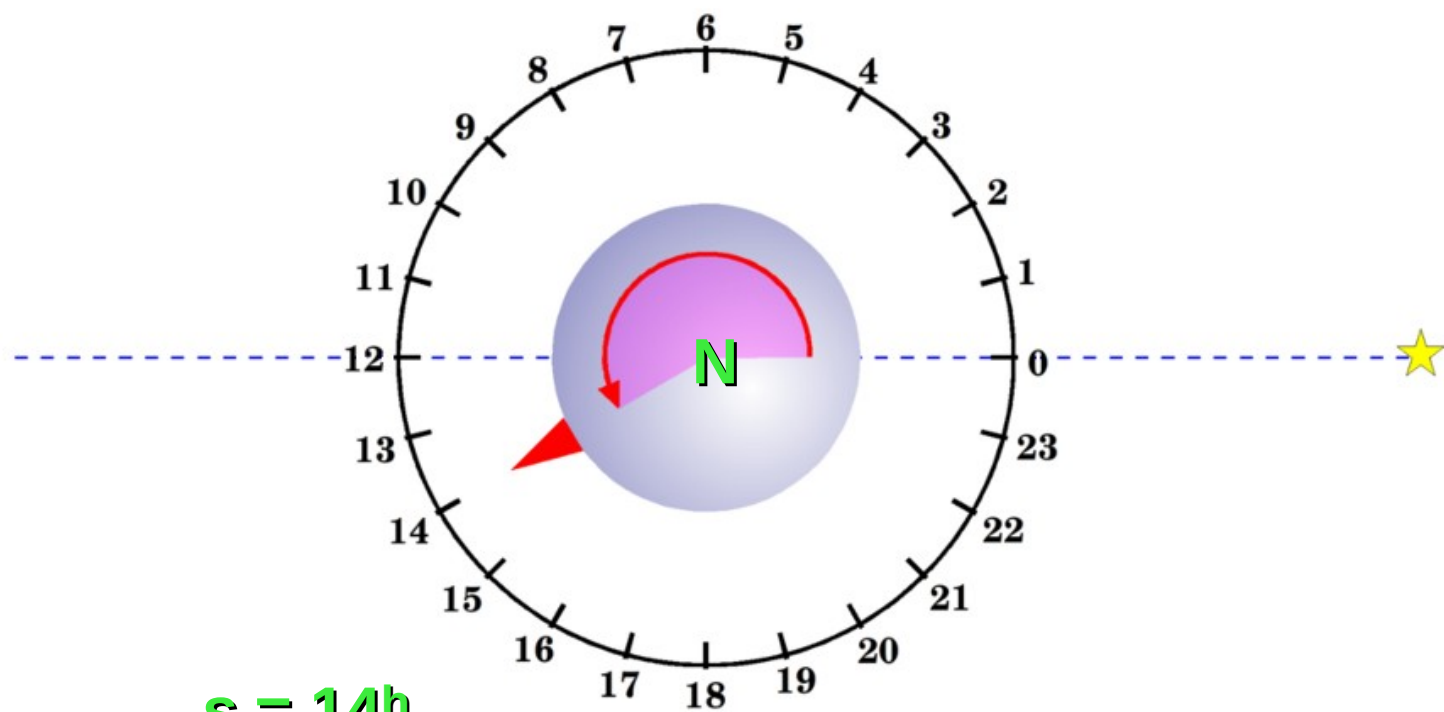
$$s = 3h$$

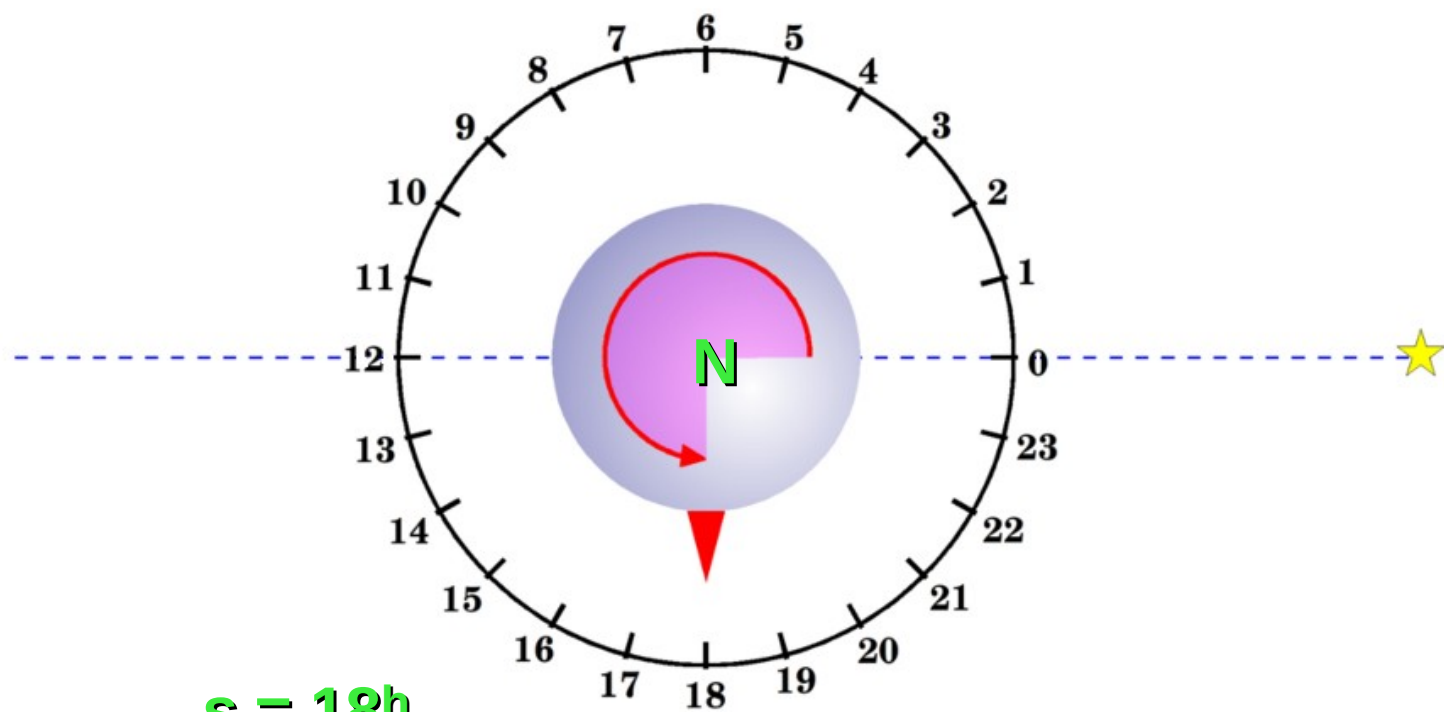


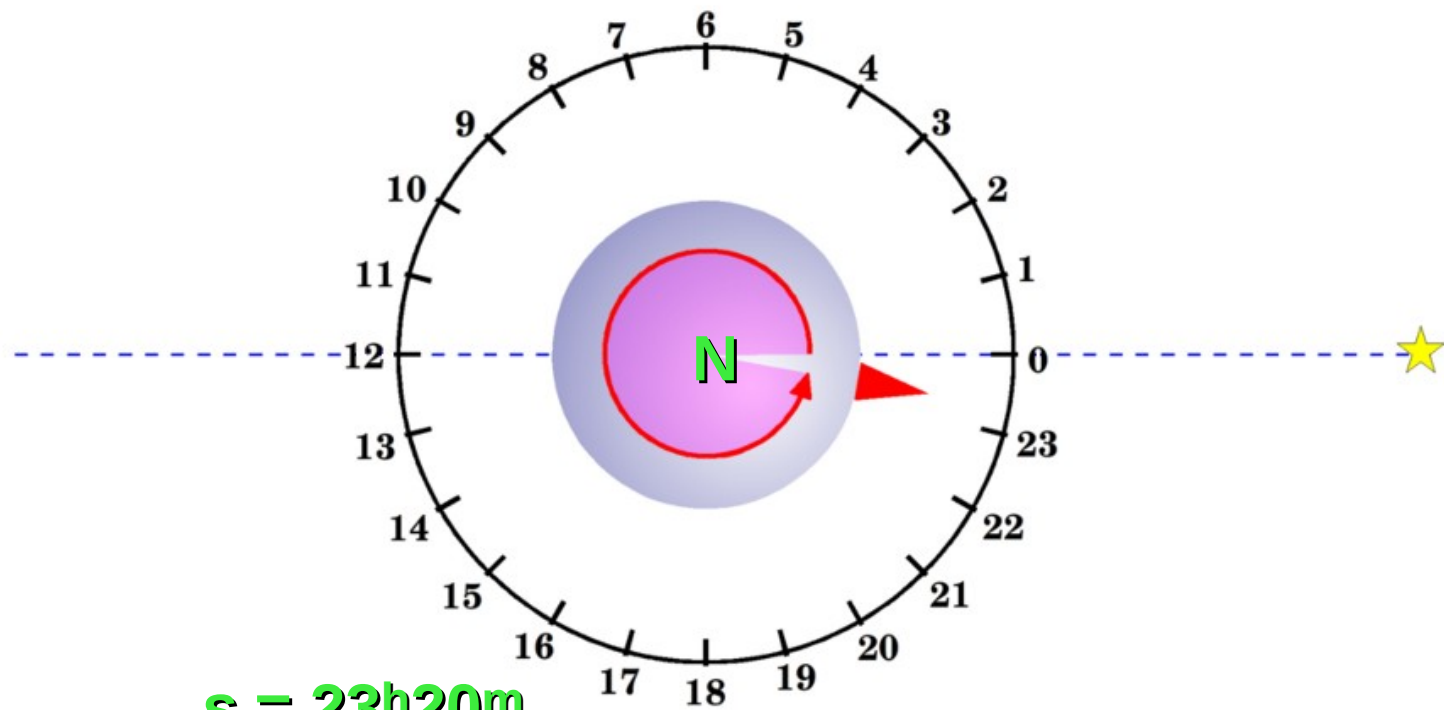


$$s = 9h$$

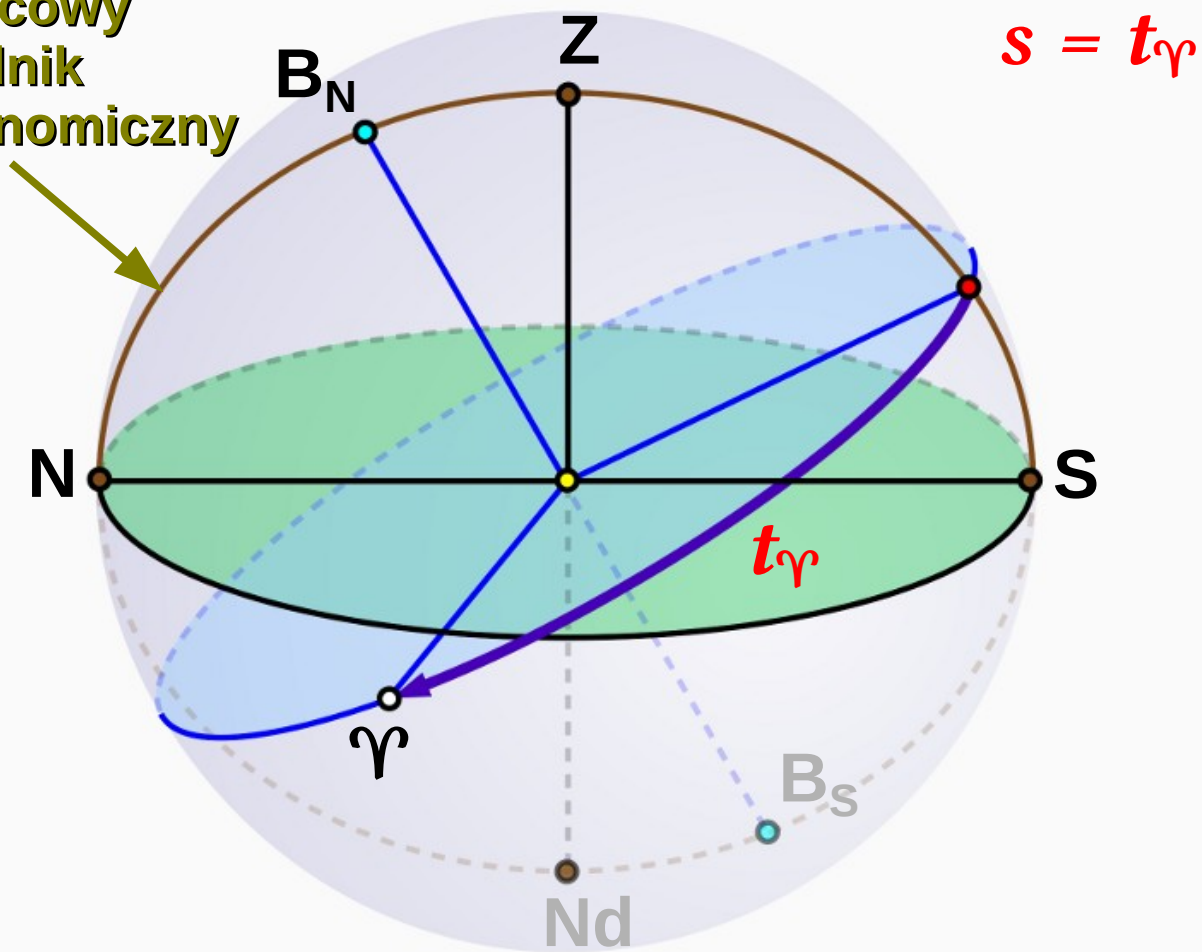






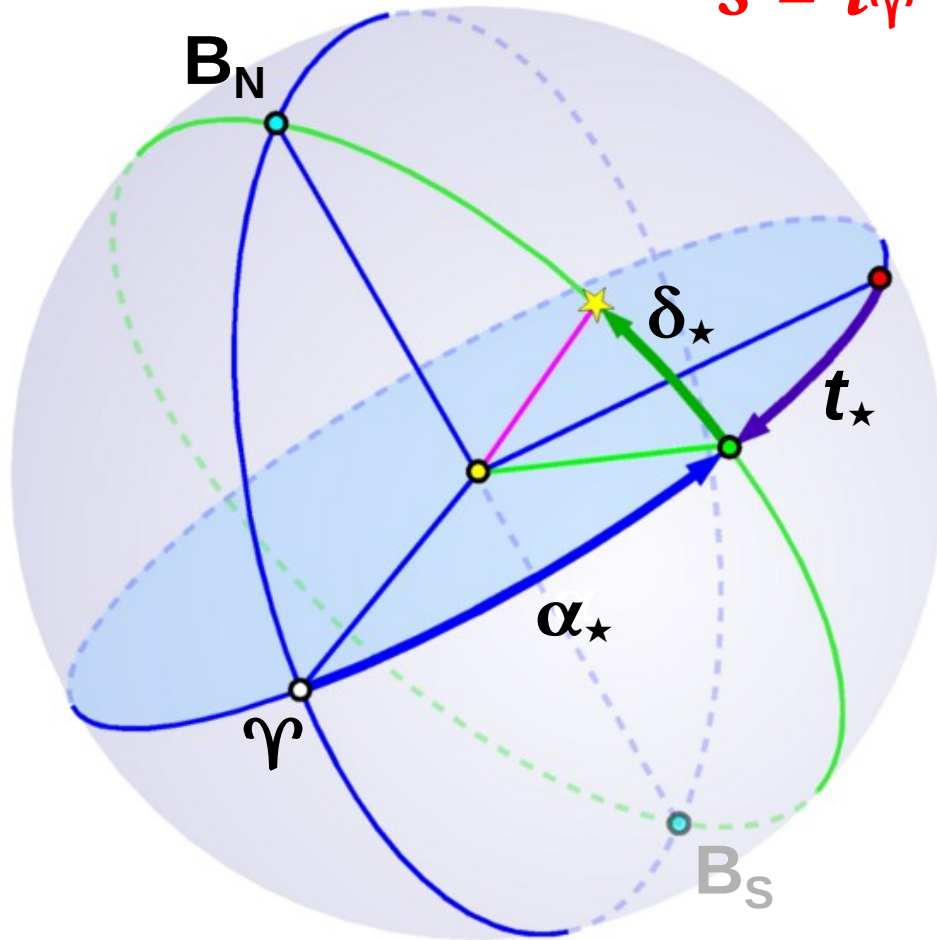


miejscowy
południk
astronomiczny



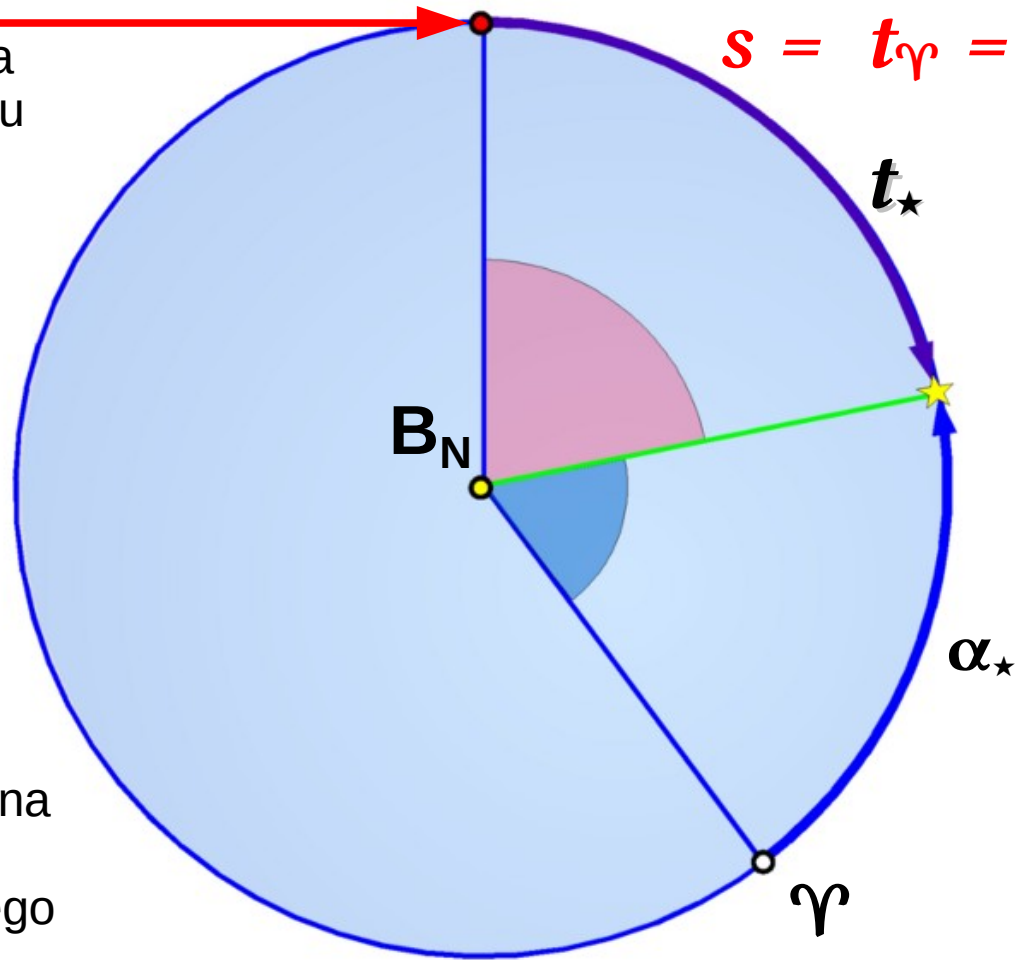
Definicja:
czas
gwiazdowy
to kąt
godzinny
punktu
Barana

$$s = t_\gamma = t_\star + \alpha_\star$$



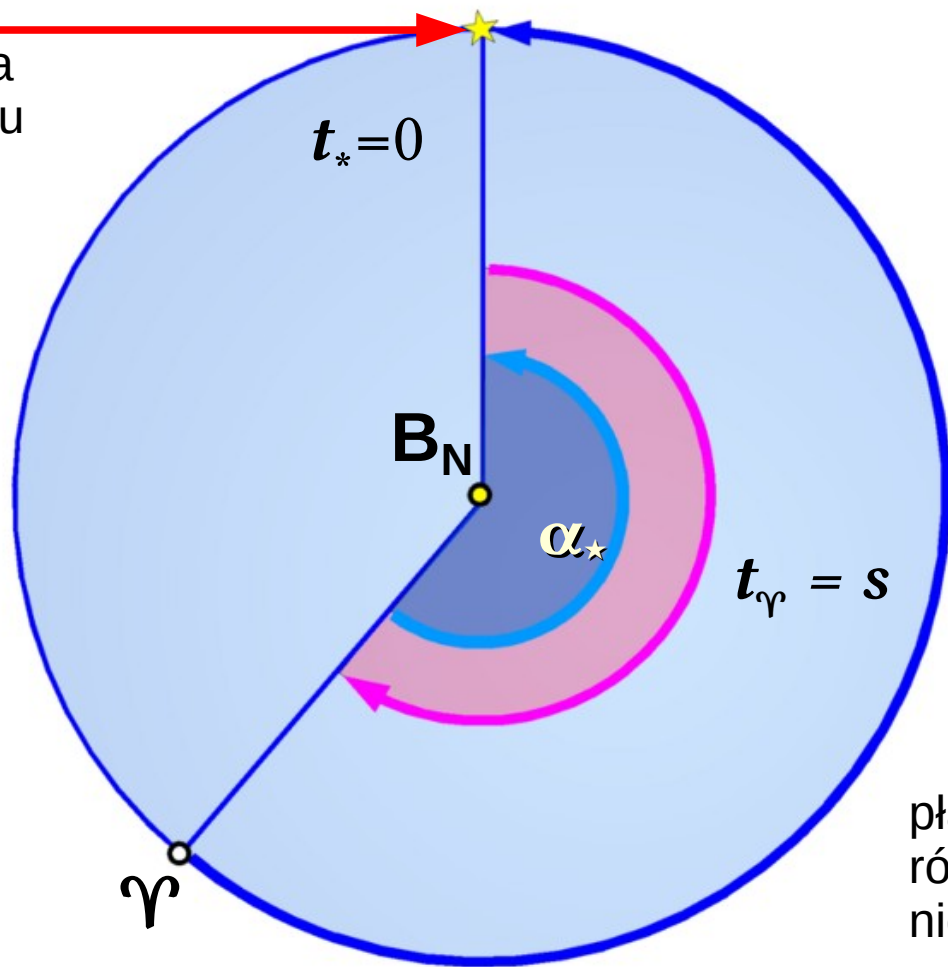
punkt
górowania
na równiku

płaszczyzna
równika
niebieskiego



$$s = t_\gamma = t_\star + \alpha_\star$$

punkt
górowania
na równiku



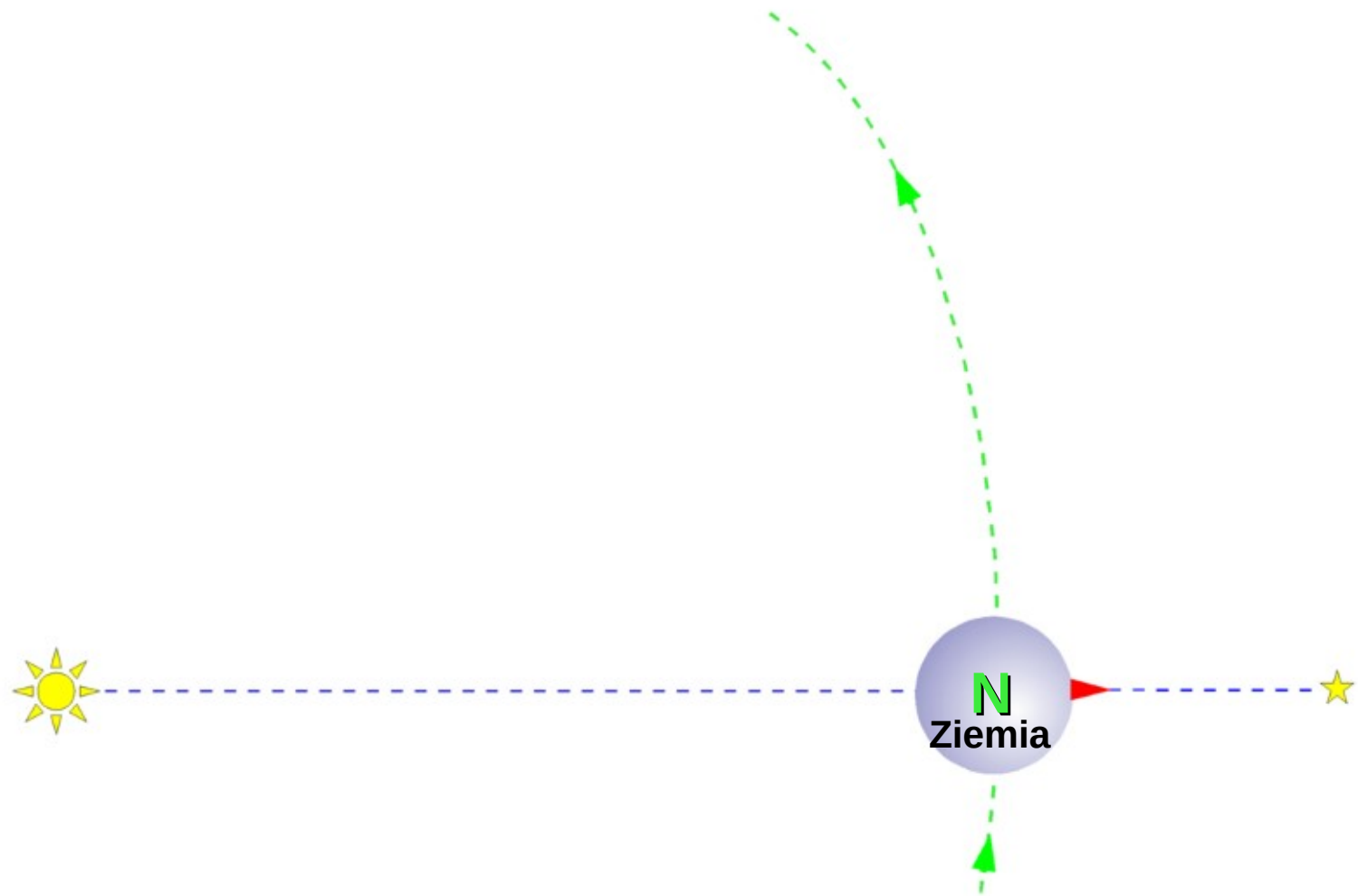
płaszczyzna
równika
niebieskiego

**Czas
gwiazdowy
(t_γ)
jest zawsze
równy
rektascensji
gwiazd
górujących!**

Pomiar kąta godzinnego dowolnej gwiazdy o znanej rektascensji jest pomiarem czasu gwiazdowego.

W szczególności może to być obserwacja górowania gwiazdy – wtedy jej kąt godziny wynosi zero a czas gwiazdowy jest równy jej rektascensji.

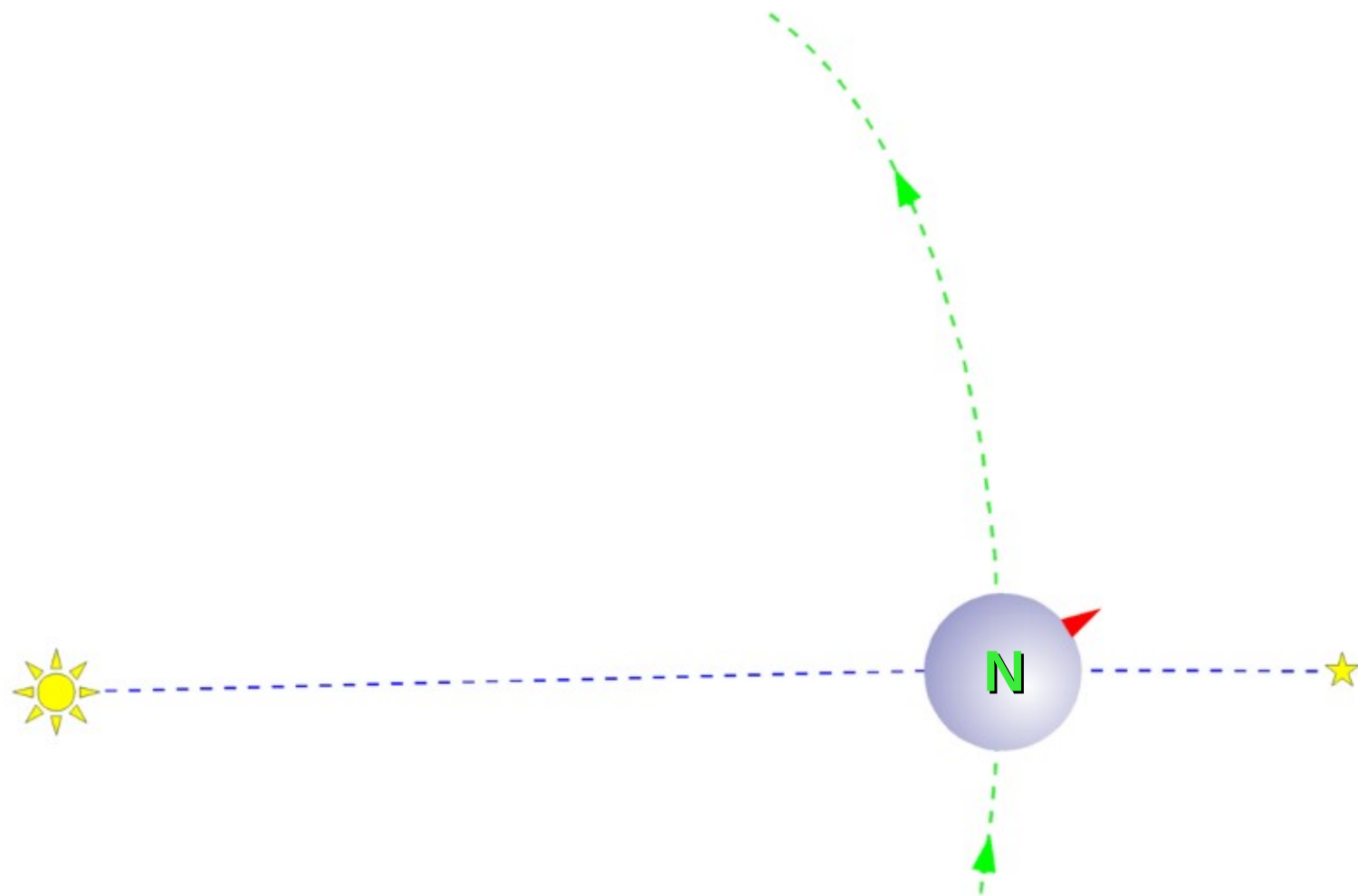
Czas słoneczny prawdziwy: T

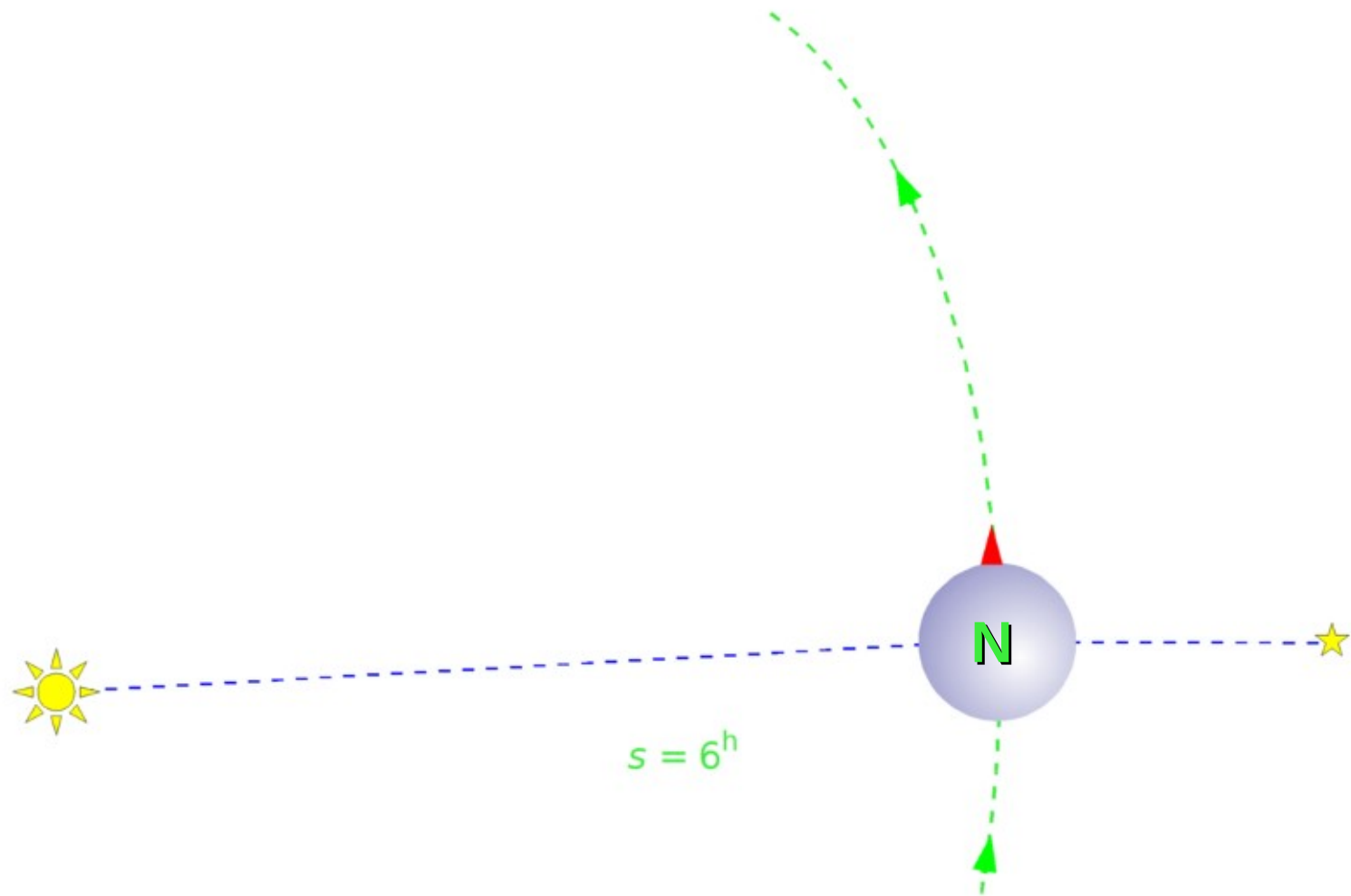


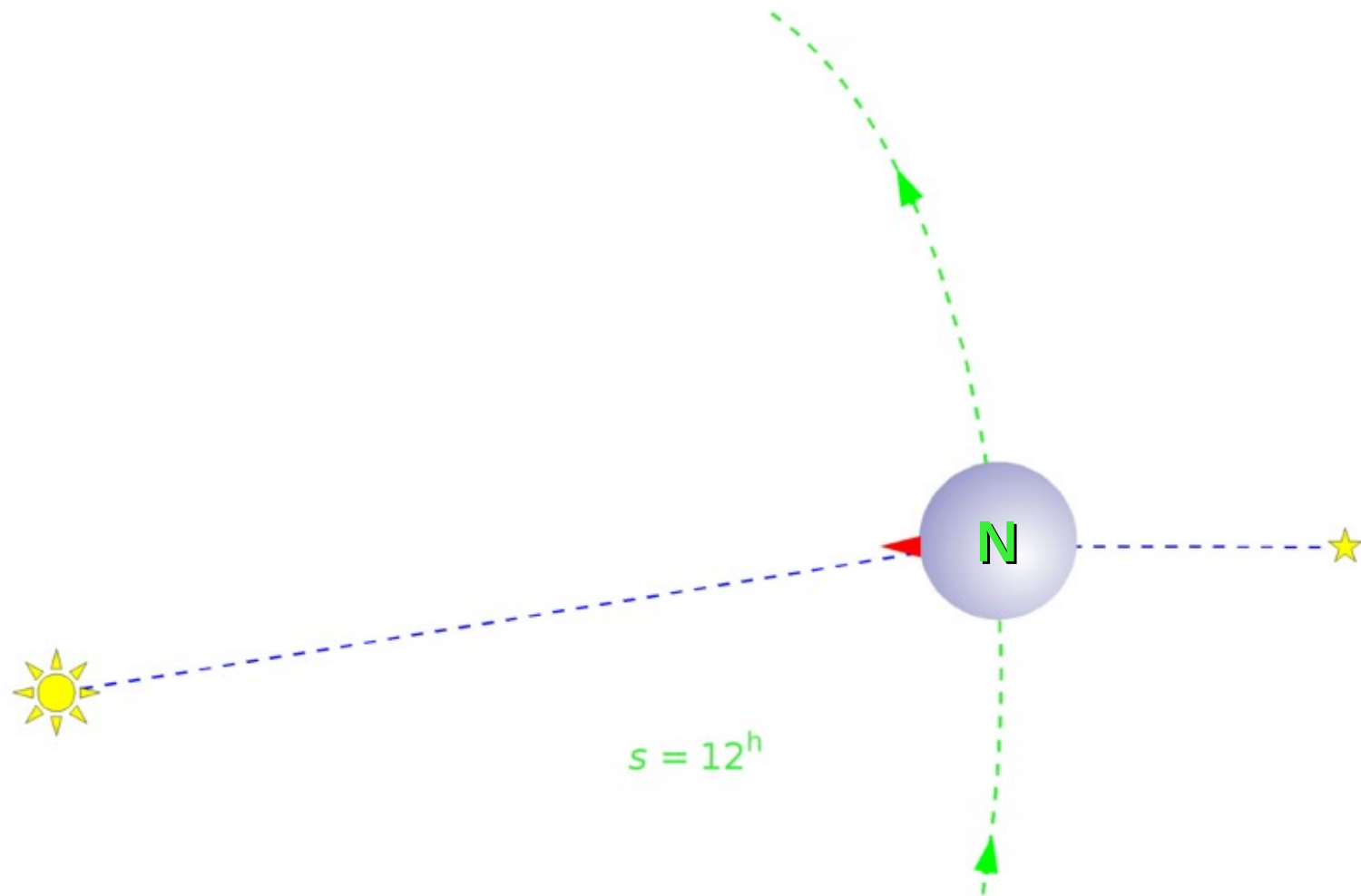
Definicja: czas słoneczny prawdziwy to kąt godzinny środka tarczy Słońca powiększony o 12^h .

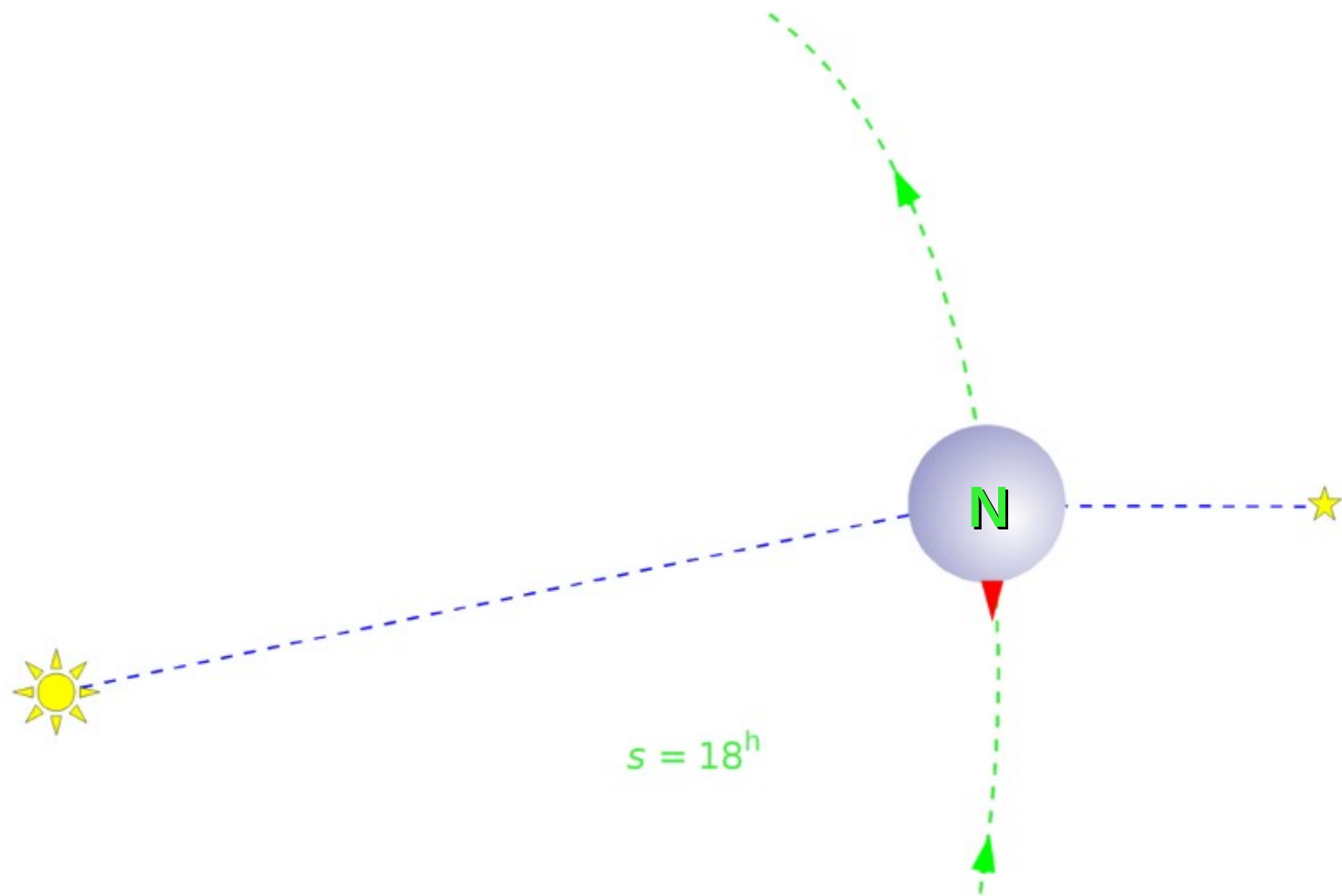
Chodzi o to by początek doby (godzina 0) był o północy.



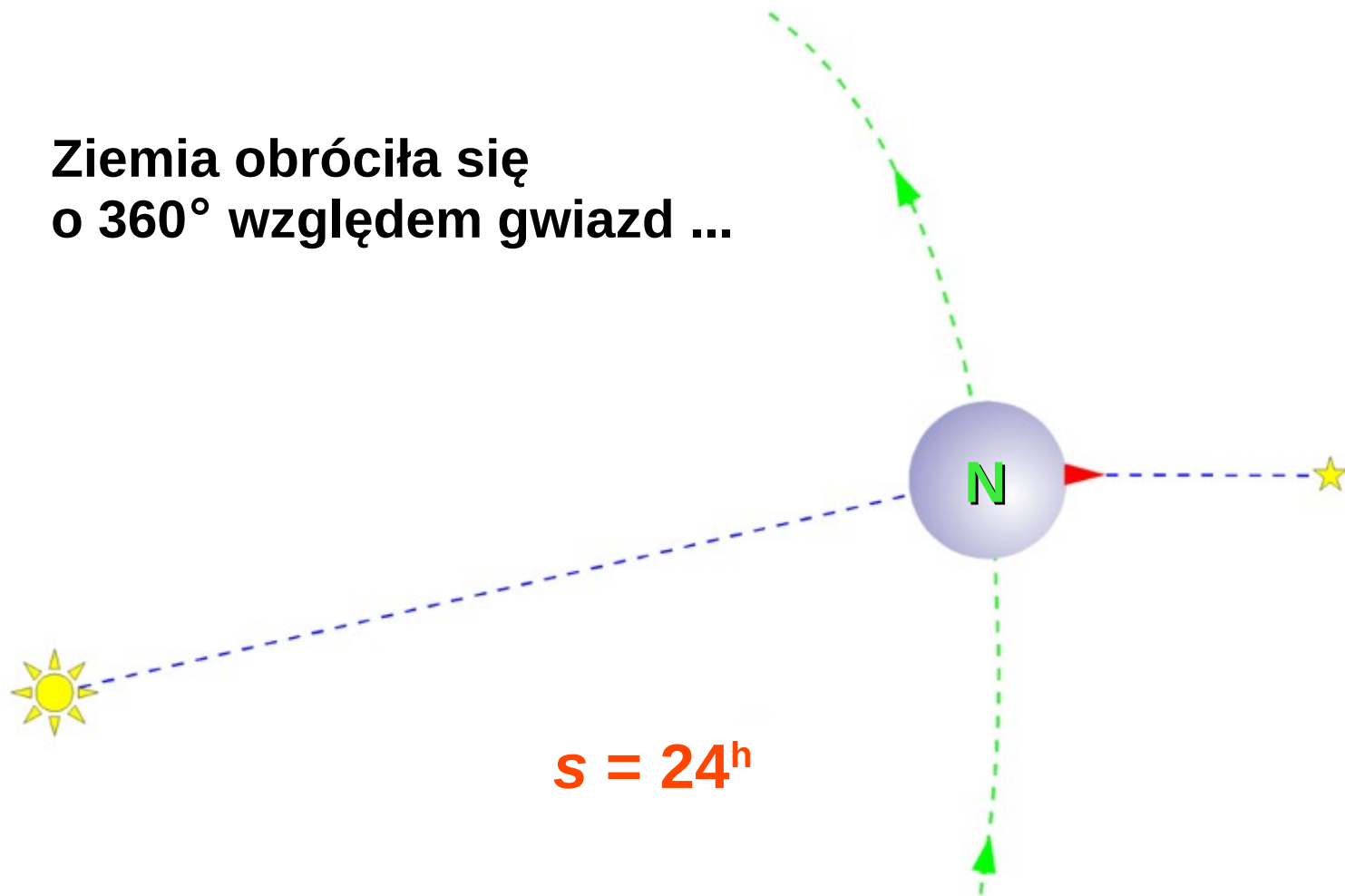




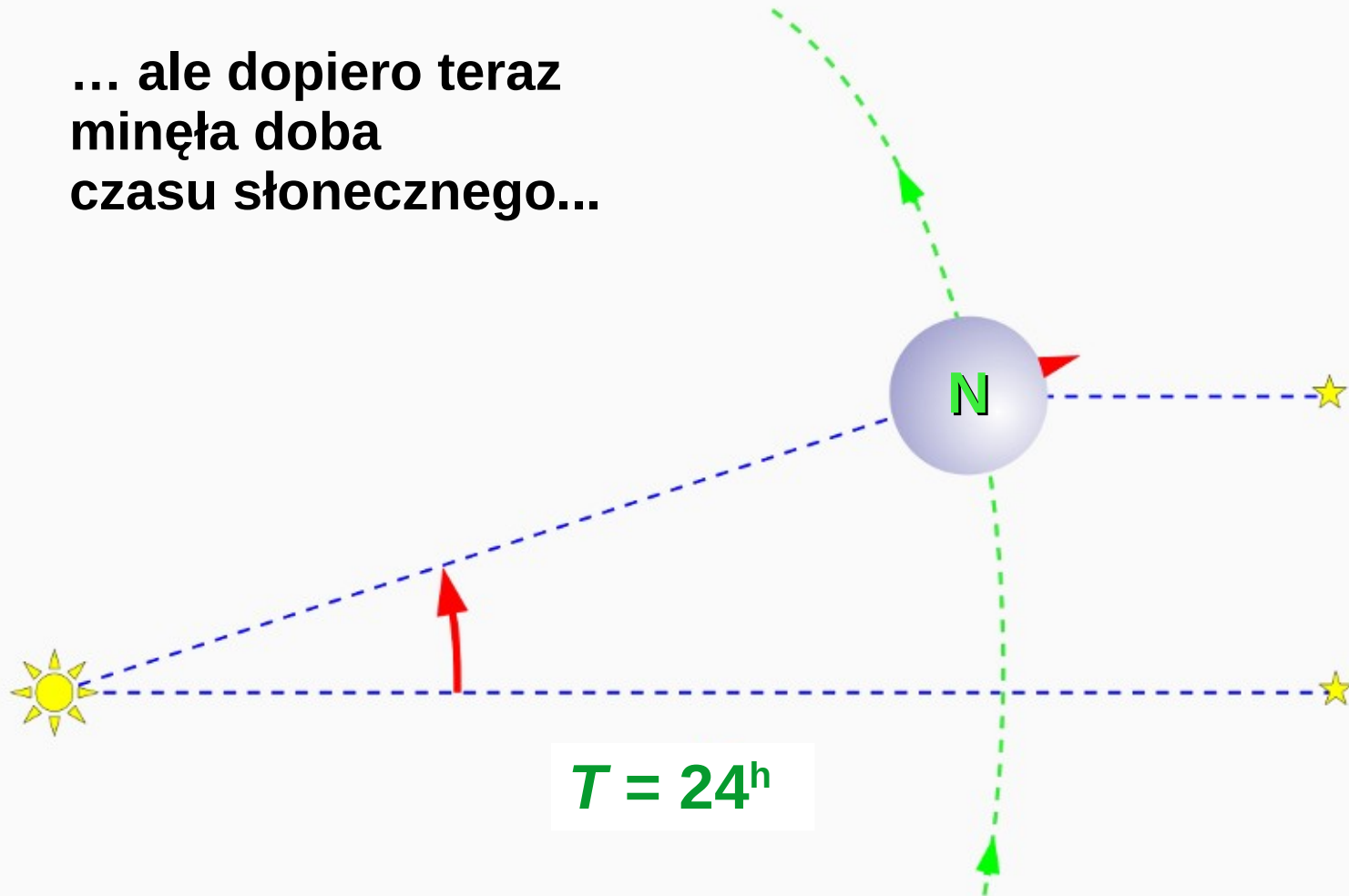


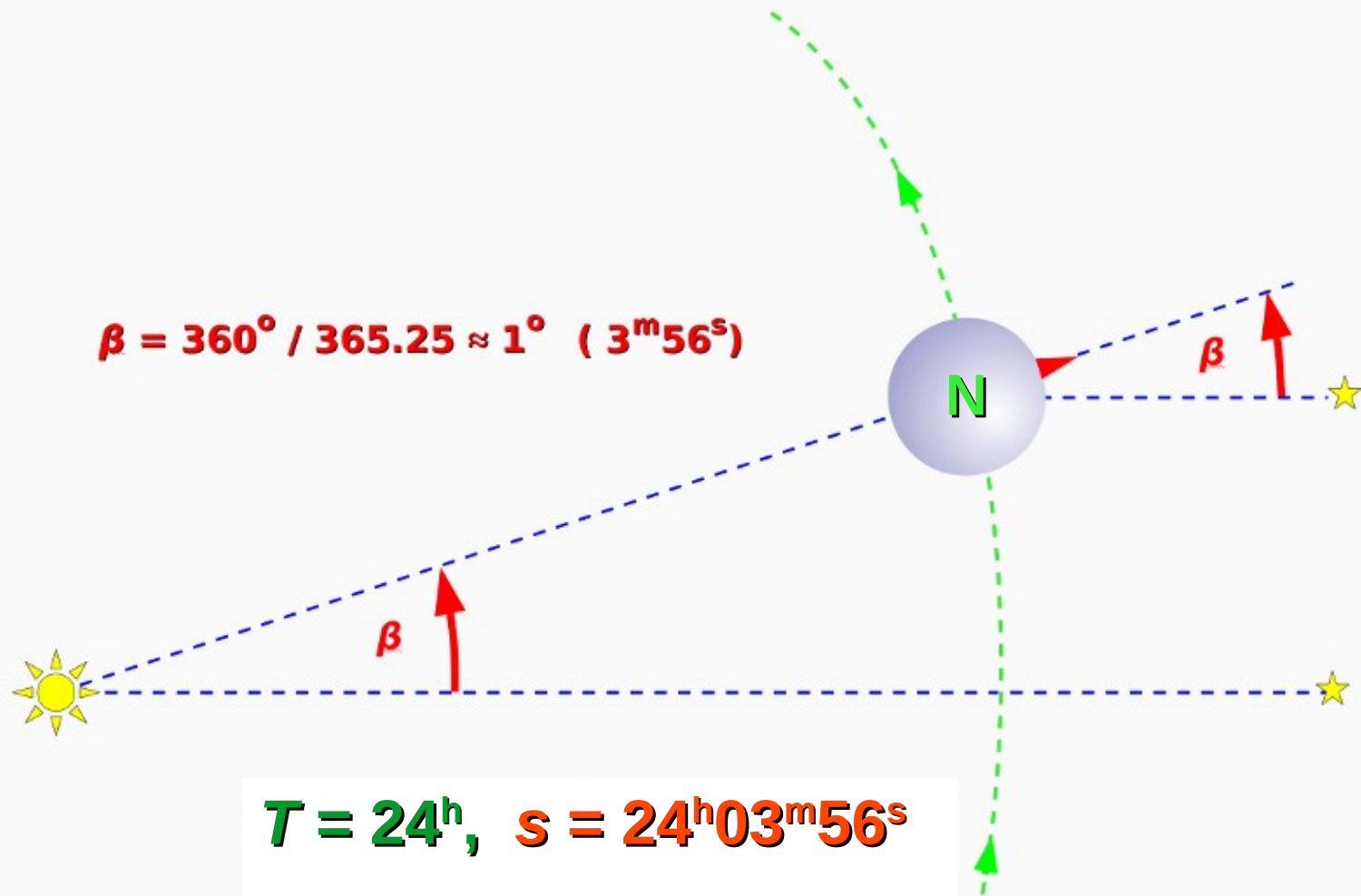


Ziemia obróciła się
o 360° względem gwiazd ...



... ale dopiero teraz
minęła doba
czasu słonecznego...





Czas słoneczny prawdziwy



też umiemy mierzyć...

Dokładny zegar słoneczny



Fot. Liz West

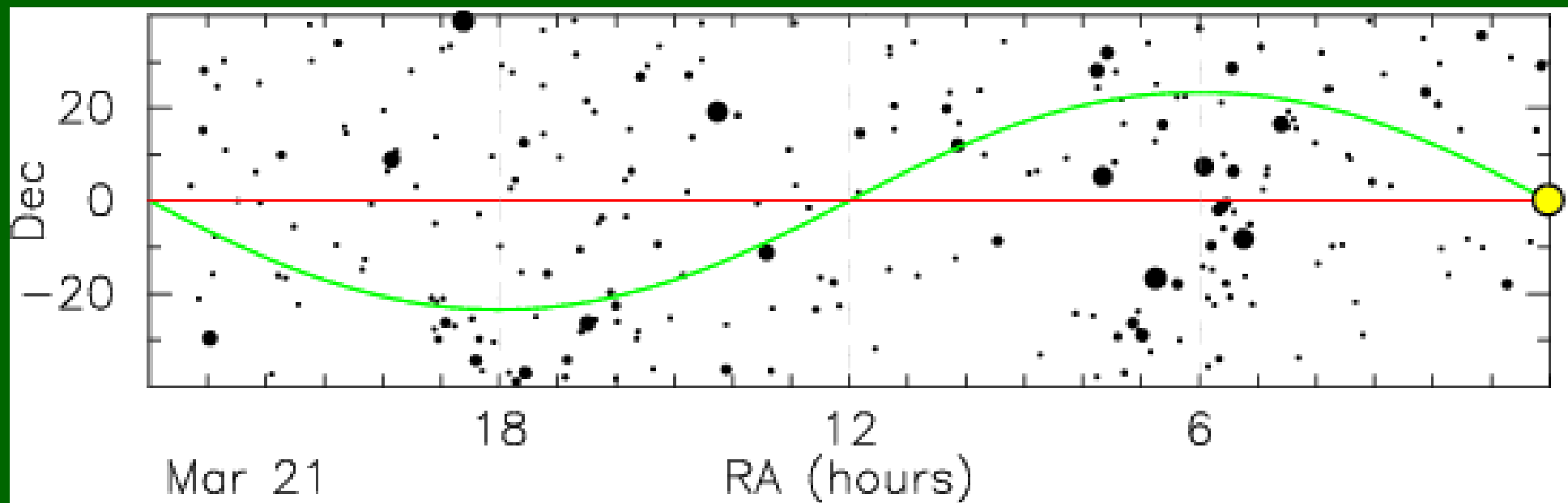


Zegar słoneczny sprzed poznańskiej Palmiarni...

**Na skutek ruchu orbitalnego
Ziemi Słońce zmienia swoją
pozycję na tle gwiazd
nierównomiernie.**

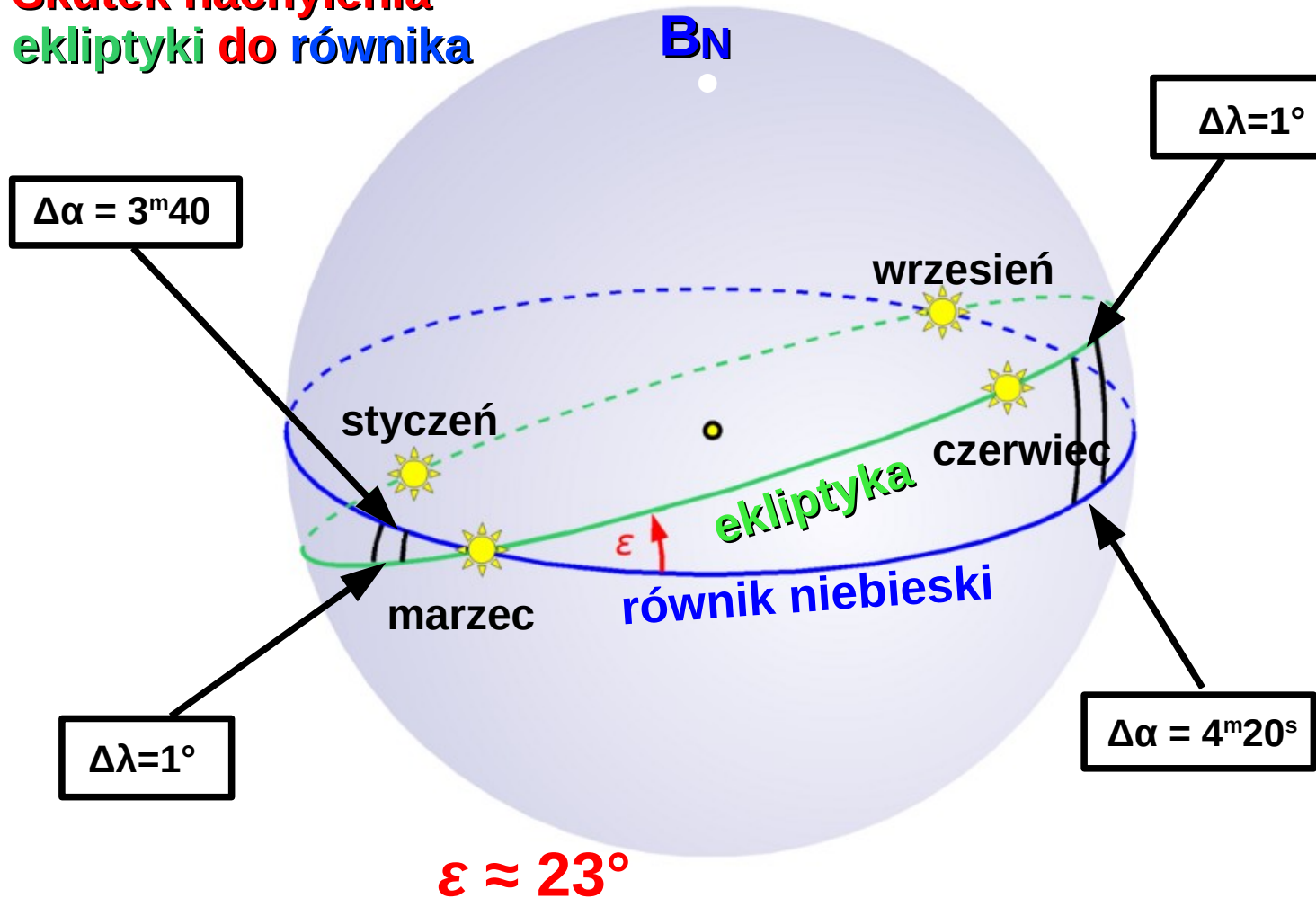
**Rektascensja Słońca rośnie
niejednostajnie tak więc
czas słoneczny prawdziwy jest
czasem niejednostajnym !**

Ruch roczny Słońca

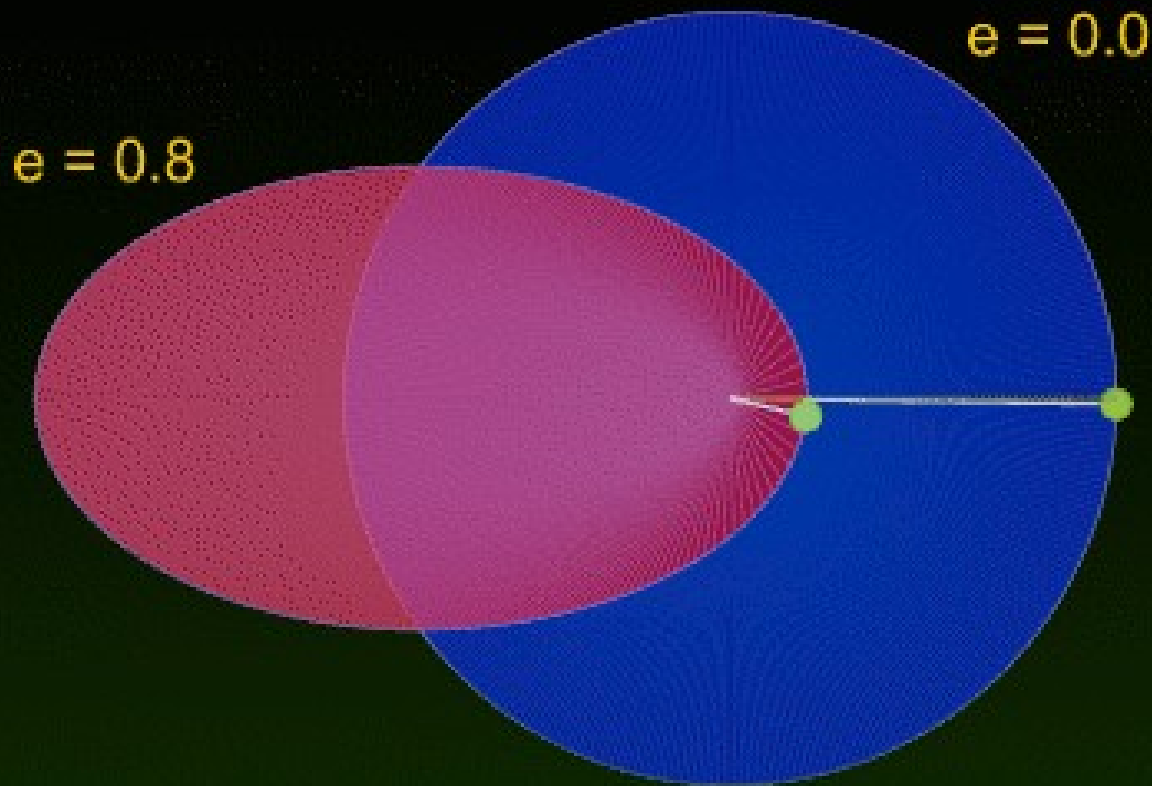


<https://johnlucey.webspace.durham.ac.uk/users/solar-year/>

Skutek nachylenia ekliptyki do równika



Dwie orbity o identycznym okresie



Ziemia
przechodzi
przez
peryhelium
ok. 4 stycznia
a przez
aphelium
ok. 5 lipca.

By Garry R. Osgood

Równanie czasu (prawdziwy - średni)

[min]

+15

+10

+5

0

5

-10

-15

nachylenie ekliptyki



eliptyczność orbity



1 Sty

1 Mar

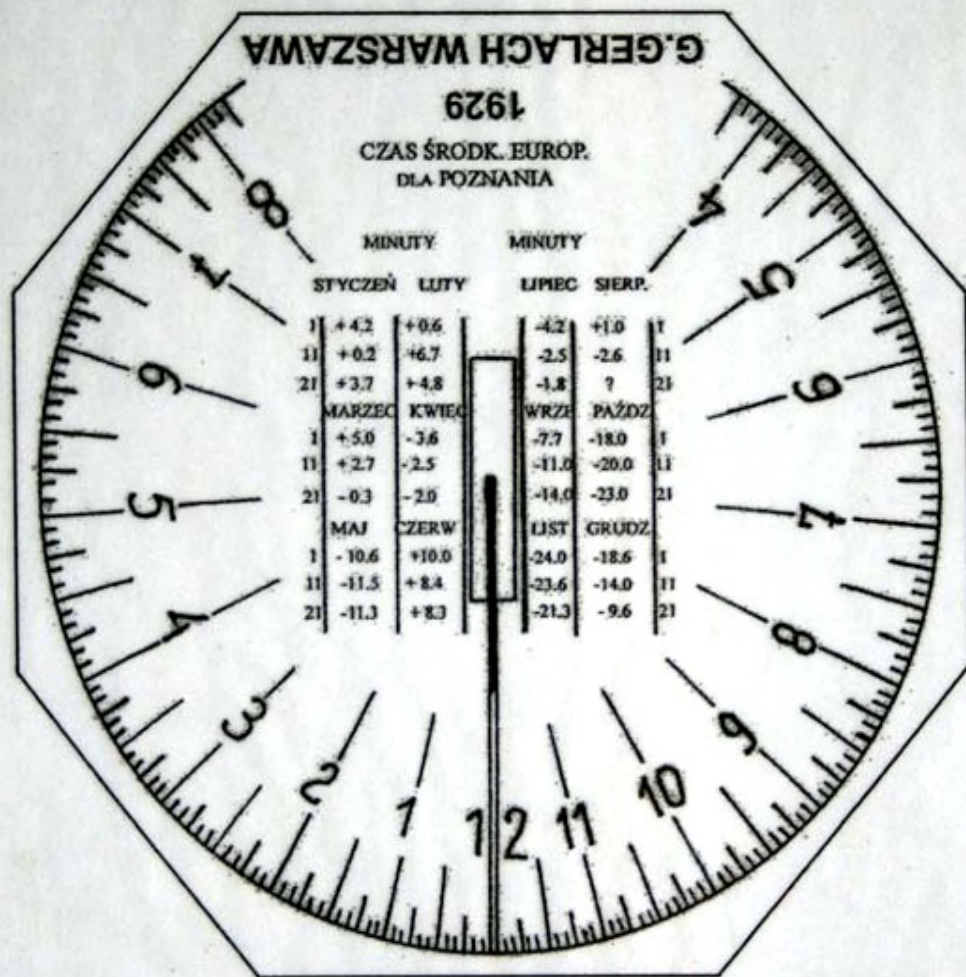
1 Maj

1 Lip

1 Wrz

1 List

1 Sty



**Tarcza
zegara
słonecznego
sprzed
Palmiarni
w Poznaniu**

Czas słoneczny średni

Od 1925 roku średni czas słoneczny
mierzy się od północy.

Jest to kąt godzinny Słońca średniego
powiększony o 12 godzin.

Słońce średnie to fikcyjny punkt
na równiku niebieskim, który porusza się
jednostajnie, ze średnią, roczną
prędkością Słońca prawdziwego.

Czas uniwersalny UT

Pojęcie czasu uniwersalnego wprowadzono rezolucją IAU w 1935 roku. Zdefiniowany został jako średni czas słoneczny w Greenwich, czyli:

UT = średni czas gwiazdowy w Greenwich – rektascensja Słońca średniego +12^h

Współcześnie najczęściej jako czasu uniwersalnego używa się czasu UT1, który jest obserwowanym czasem UT poprawionym o chwilowy ruch bieguna.

Od 1984 roku związek między średnim czasem gwiazdowym w Greenwich a średnim czasem słonecznym UT1 określał wzór:

$$\text{GMST1 of } 0^{\text{h}}\text{UT1} = 24110^{\text{s}}.54841 + 8640184^{\text{s}}.812866 T_{\text{u}} + 0^{\text{s}}.093104 T_{\text{u}}^2 - 6.2 \times 10^{-6} T_{\text{u}}^3$$

gdzie T_{u} to interwał w stuleciach od 1 stycznia 2000 12^h UT1.

Dalsze kłopoty – nierównomierność rotacji Ziemi

- **Ruchy bieguna ziemskiego = wahania osi rotacji Ziemi**
- **Spowalnianie pływowe – wpływ Księżyca i Słońca**
- **Zmiany sezonowe – wpływ atmosfery i hydrosfery**
- **Zmiany rozkładu masy – ruchy tektoniczne, wulkany**

Będzie o tym mowa w osobnym wykładzie

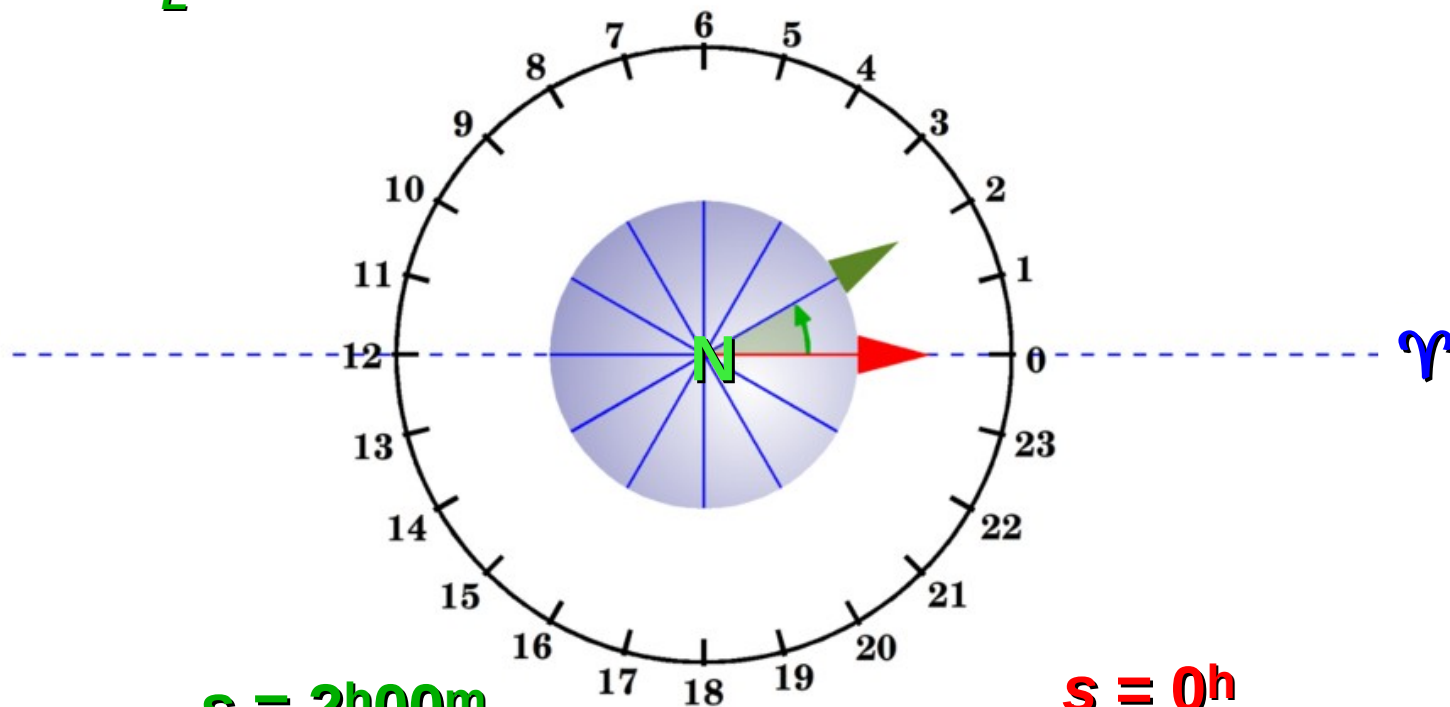
Czas a długość geograficzna.

**Czas gwiazdowy
jest czasem miejscowym.**

**Znaczy to, że w miejscach o różnej
długości geograficznej jest różny
czas gwiazdowy.**

**Równy czas gwiazdowy mają tylko
miejsca na tym samym południku
geograficznym.**

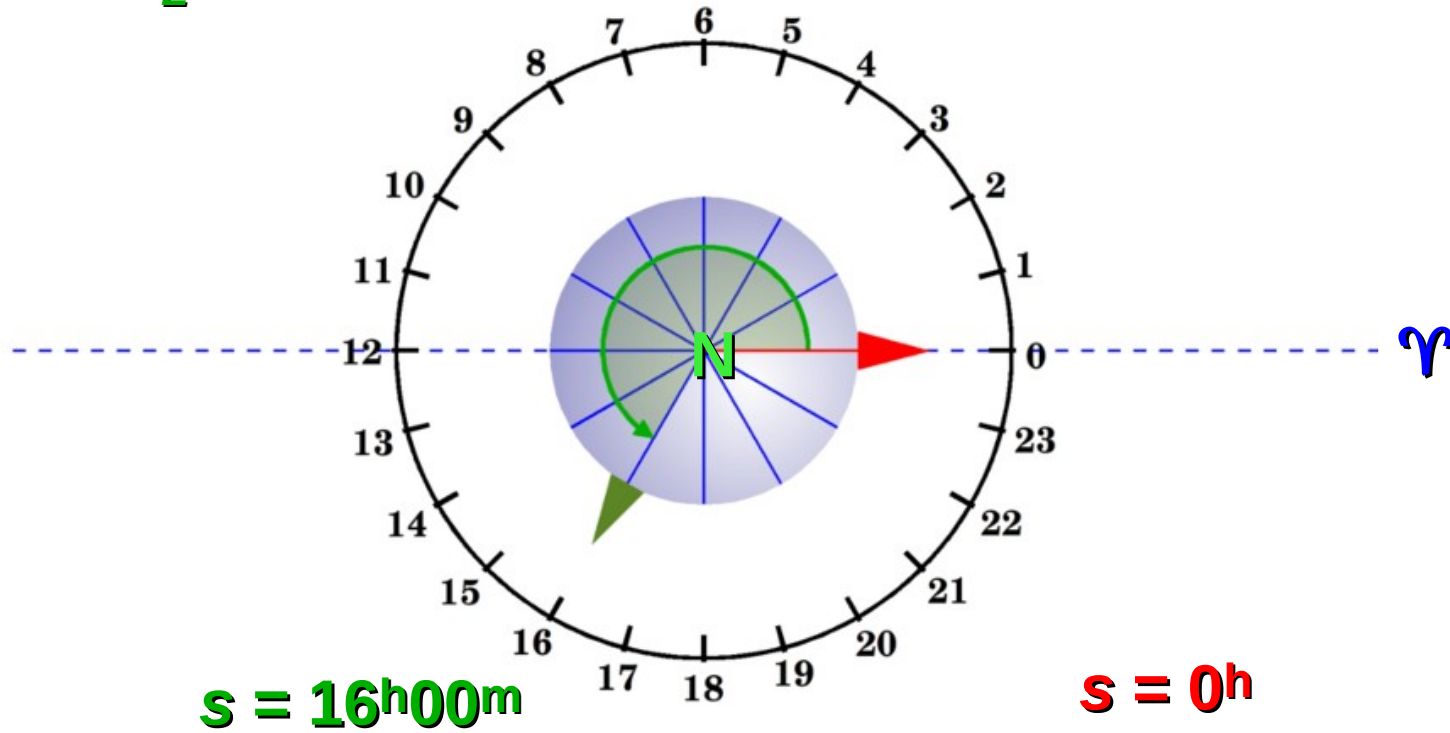
$$\lambda_E = 30^\circ = 2^h$$



$$s = 2^h00^m$$

$s = 0^h$
(czas gwiazdowy
na południku 0)

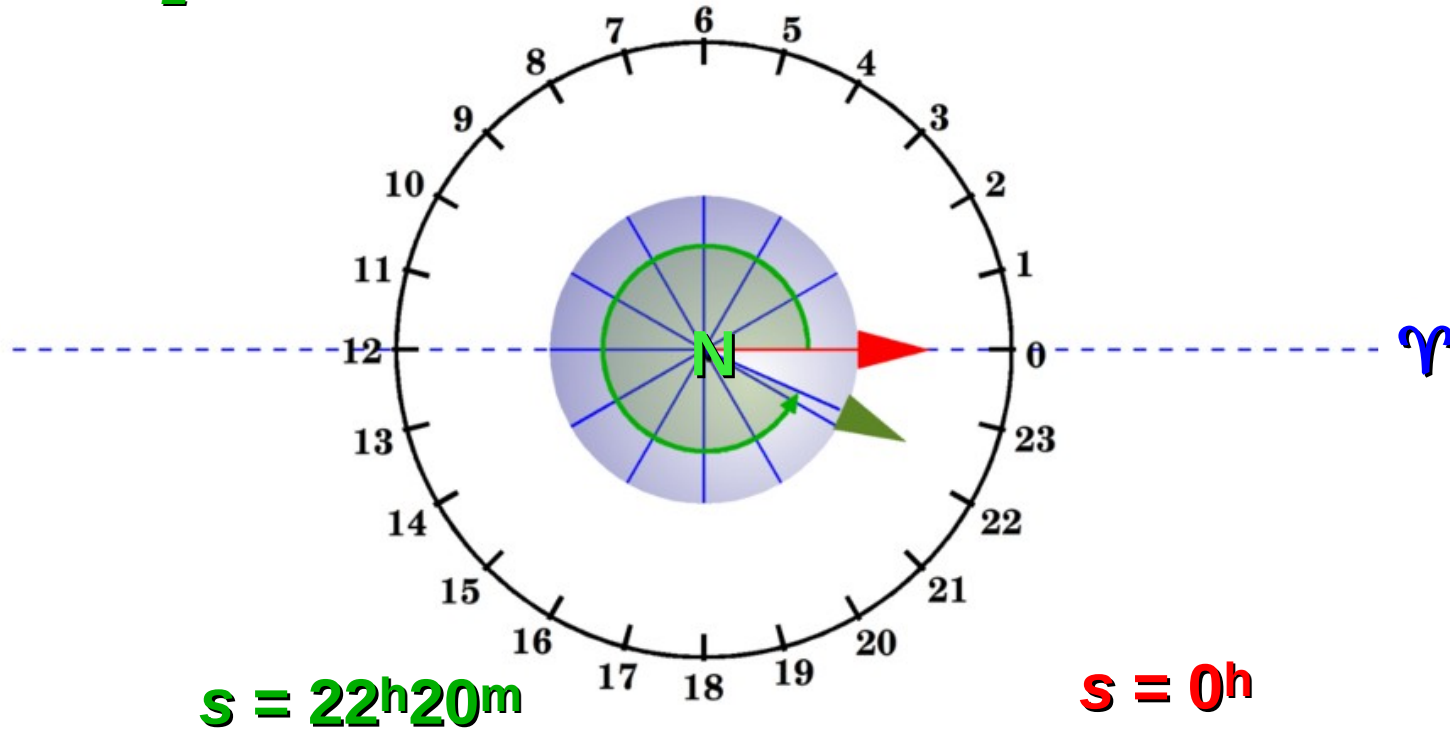
$$\lambda_E = 240^\circ = 16^{\text{h}}00^{\text{m}}$$



$$s = 16^{\text{h}}00^{\text{m}}$$

$$s = 0^{\text{h}}$$

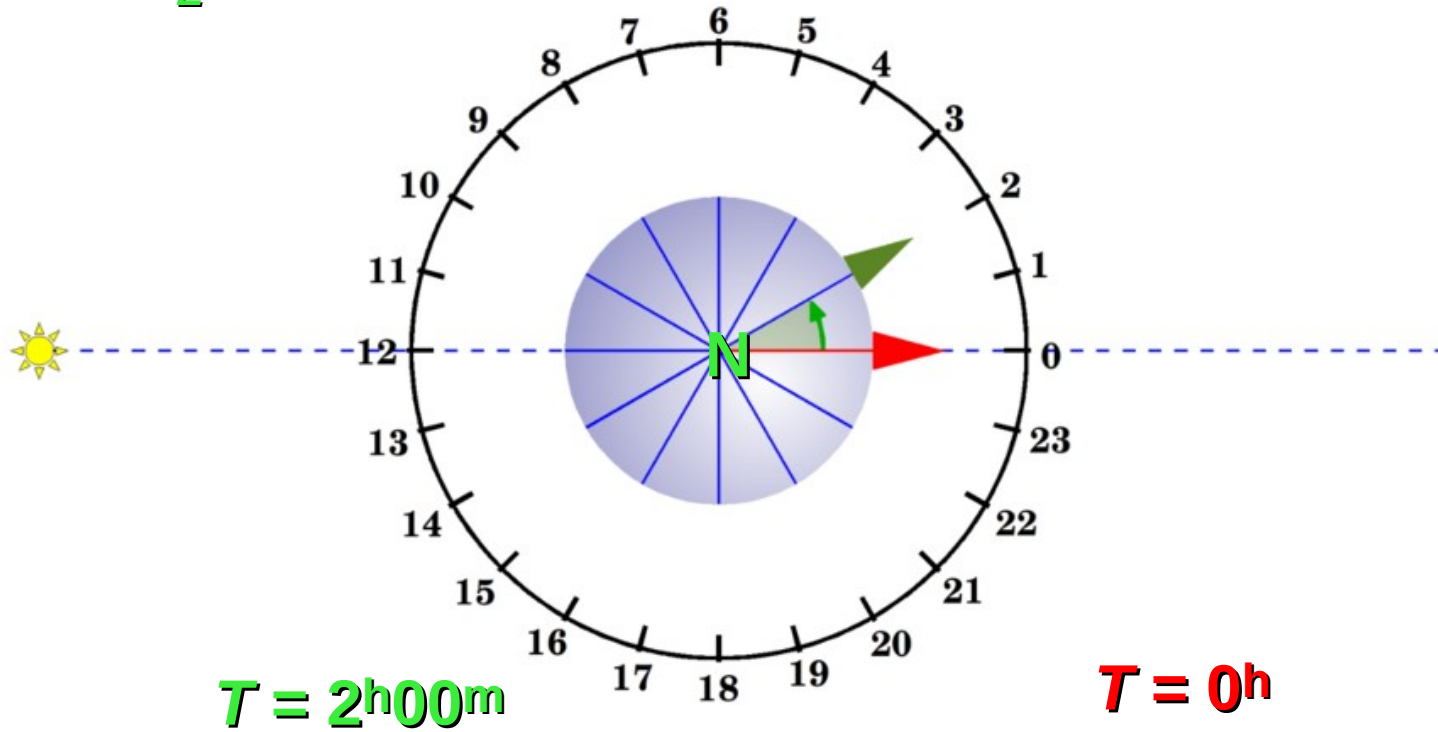
$$\lambda_E = 335^\circ = 22^{\text{h}}20^{\text{m}}$$



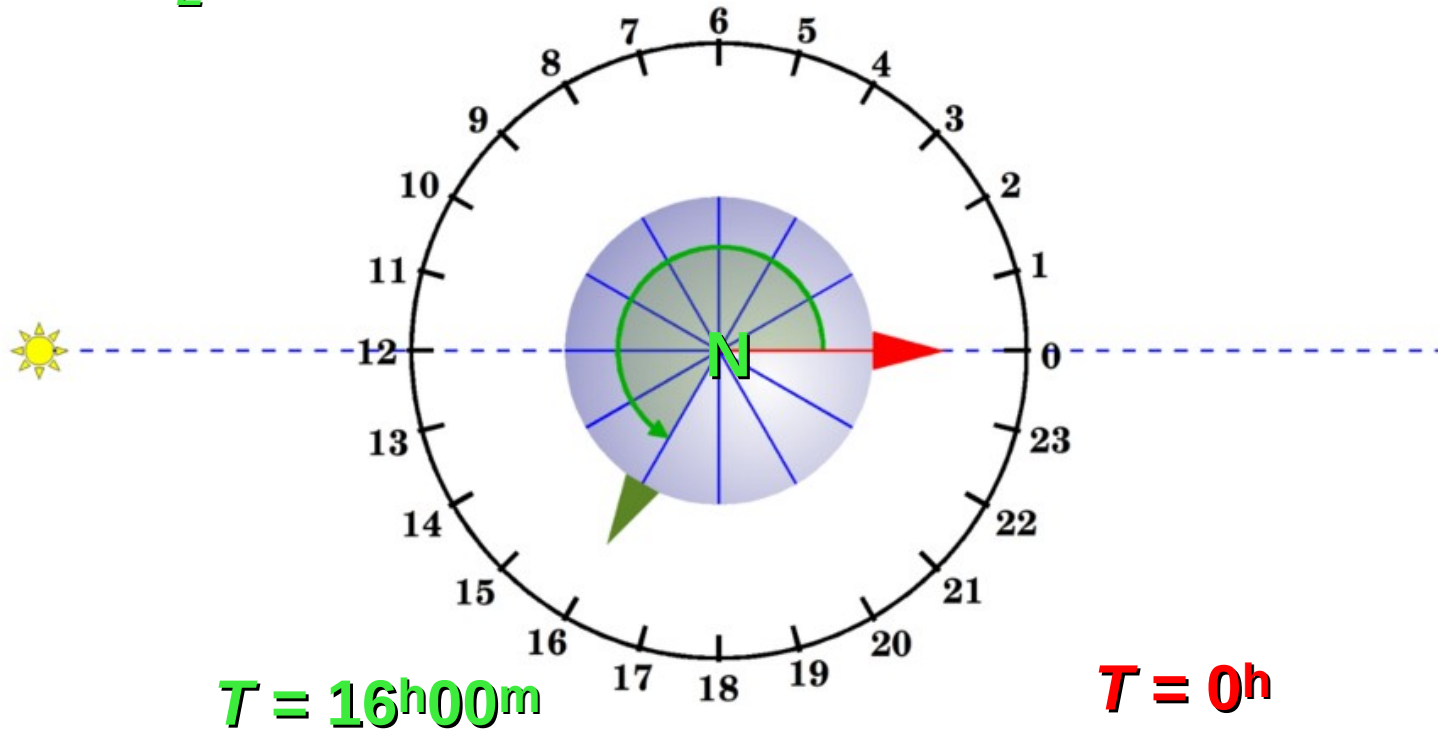
**Czas słoneczny prawdziwy
też jest czasem miejscowym.**

**Wiemy doskonale, że na różnych
długościach geograficznych
jest różny czas.**

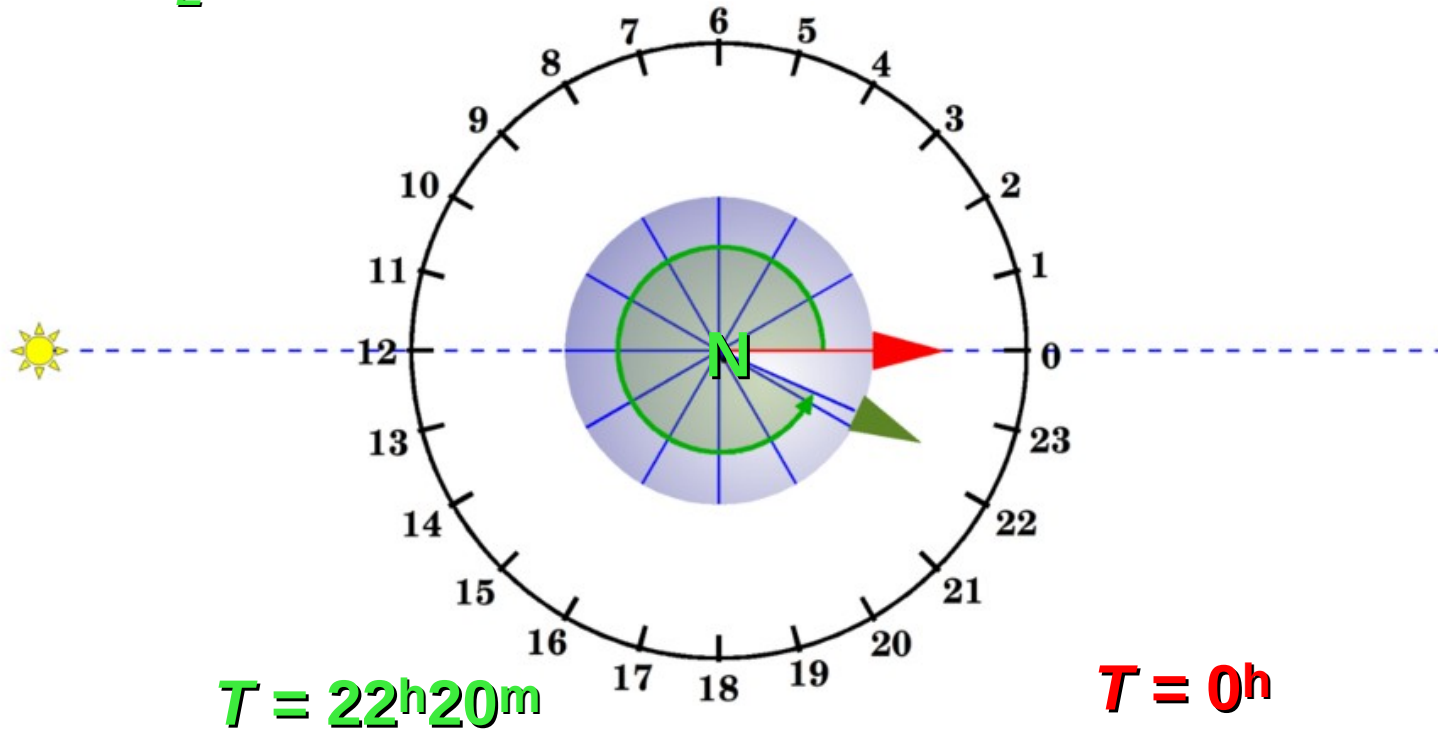
$$\lambda_E = 30^\circ = 2^h$$



$$\lambda_E = 240^\circ = 16^{\text{h}}00^{\text{m}}$$



$$\lambda_E = 335^\circ = 22^{\text{h}}20^{\text{m}}$$







południk zerowy



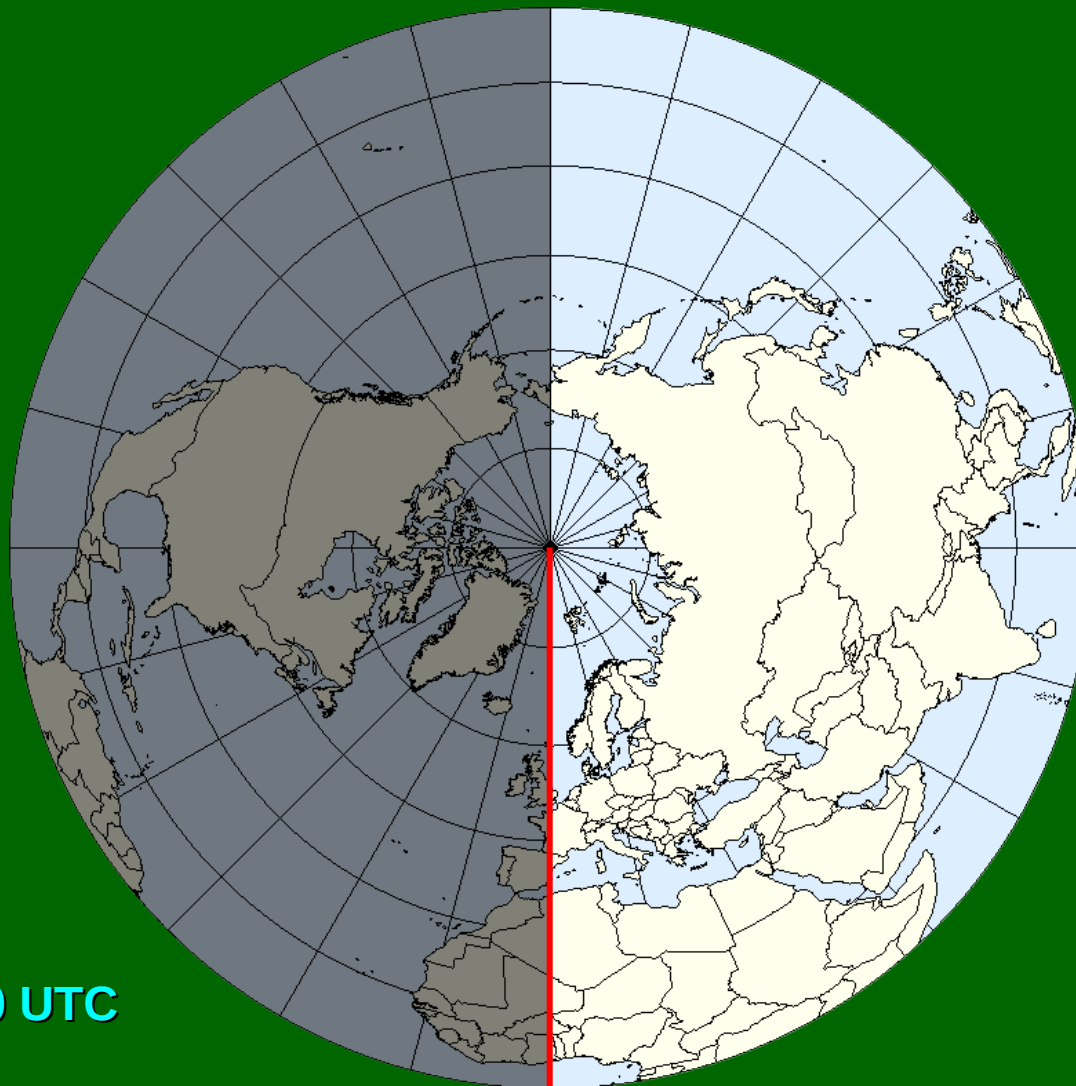
fot. Zlatko Krastev

fot. Takasunrise0921



południk zerowy

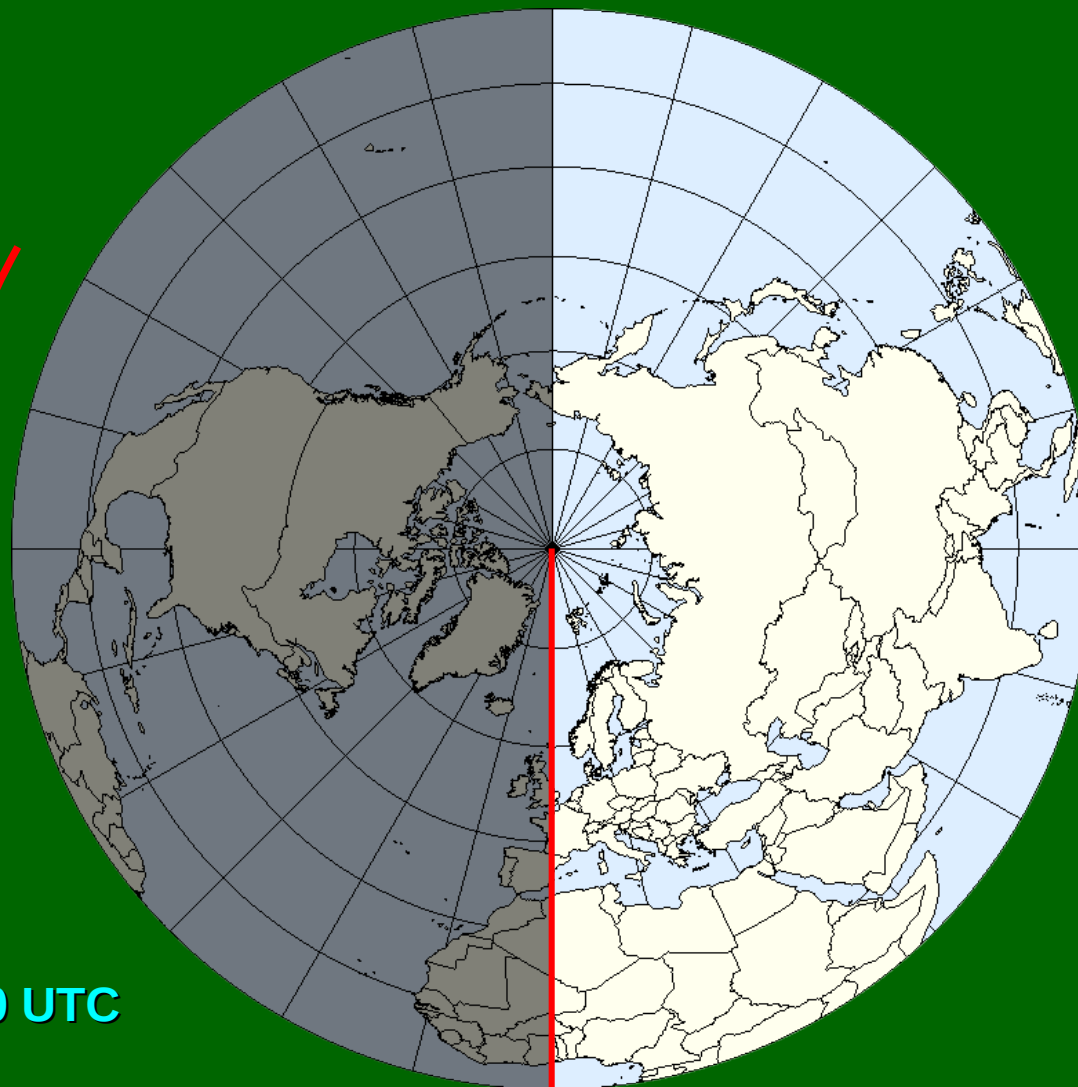
godzina 6:00 UTC



ku
Słońcu

Dla uproszczenia rysunek wykonano dla dnia równonocy wiosennej lub jesiennej.

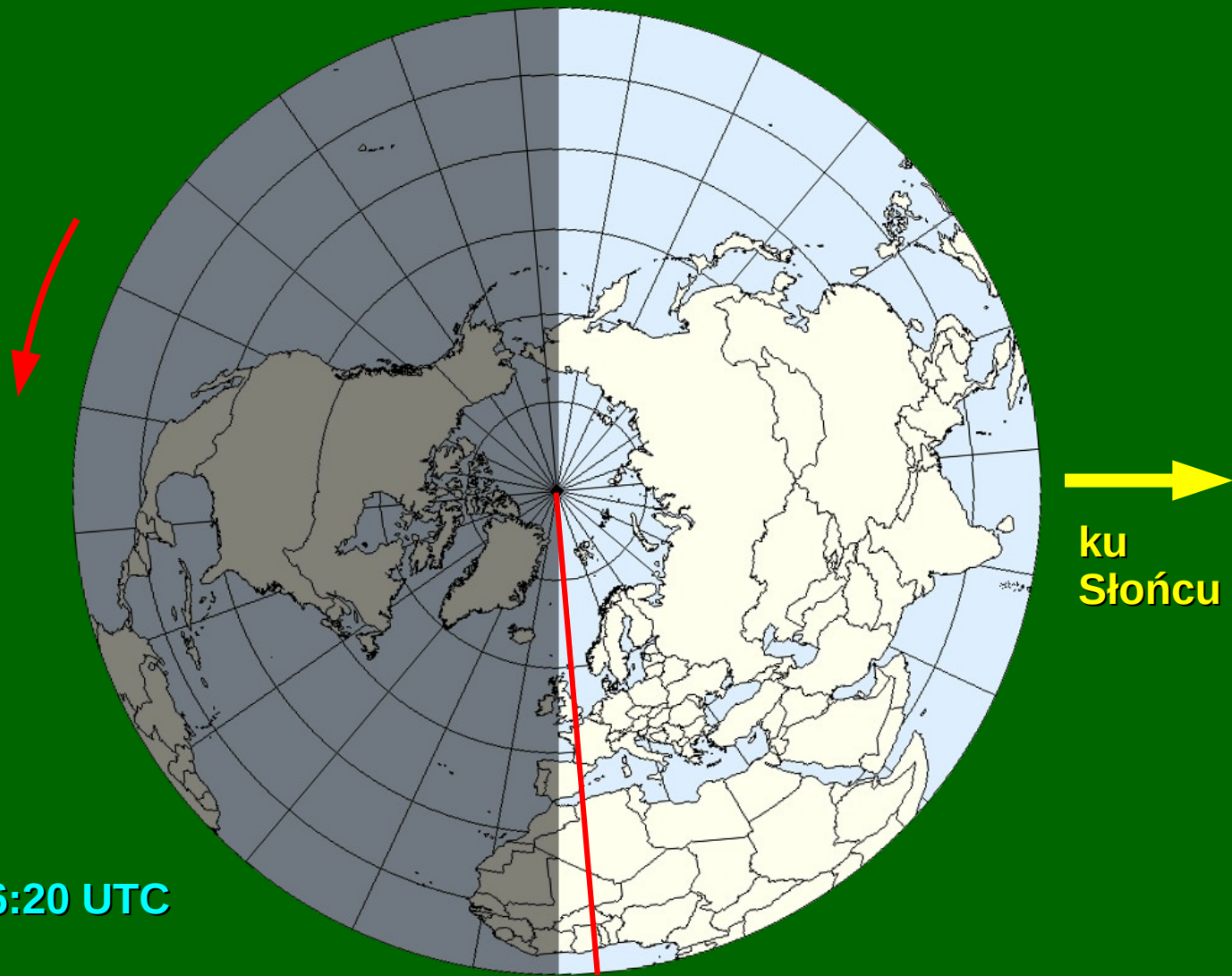
godzina 6:00 UTC



ku
Słońcu

Dla uproszczenia rysunek wykonano dla dnia równonocy wiosennej lub jesiennej.

godzina 6:20 UTC

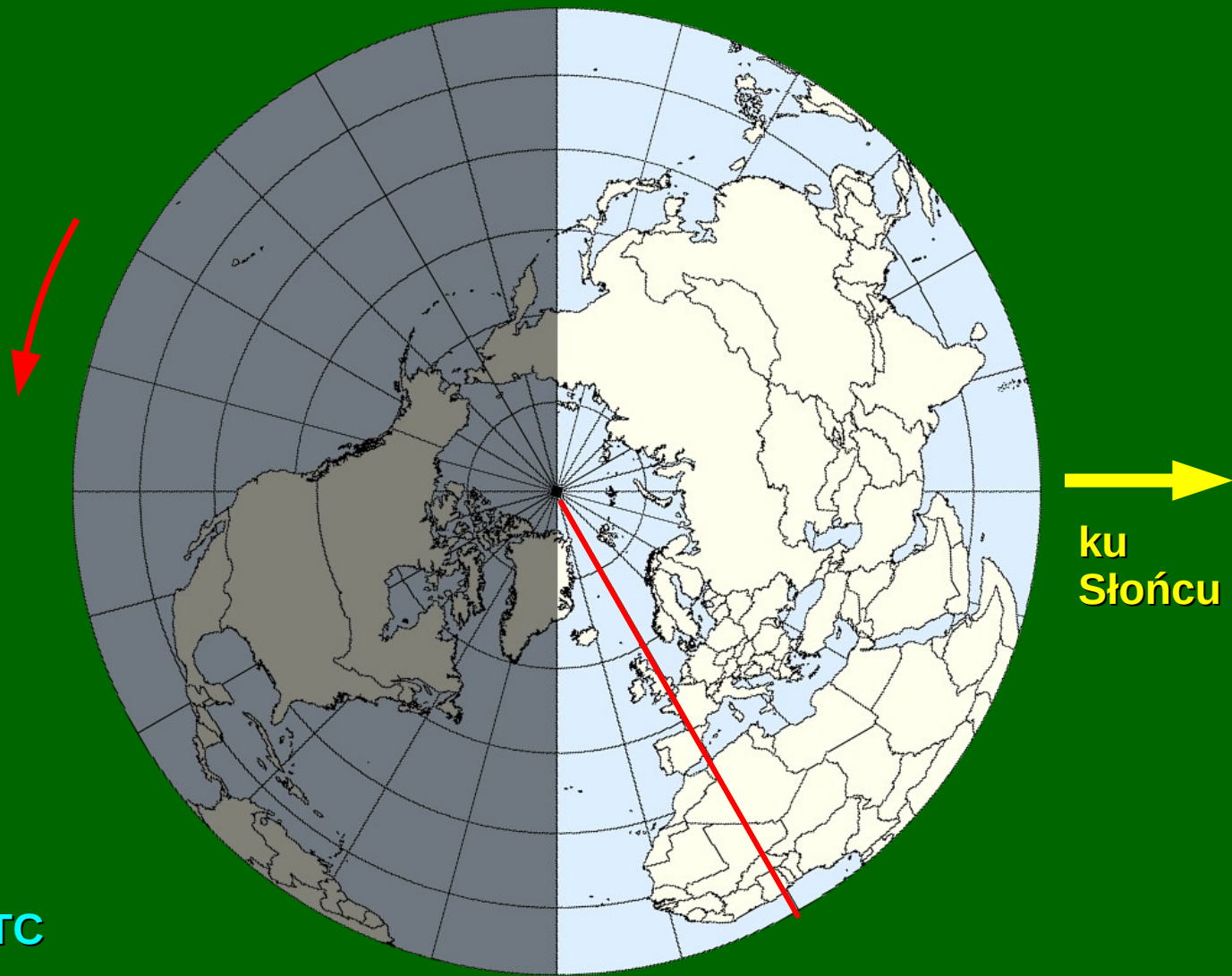


godzina 7:00 UTC



ku
Słońcu

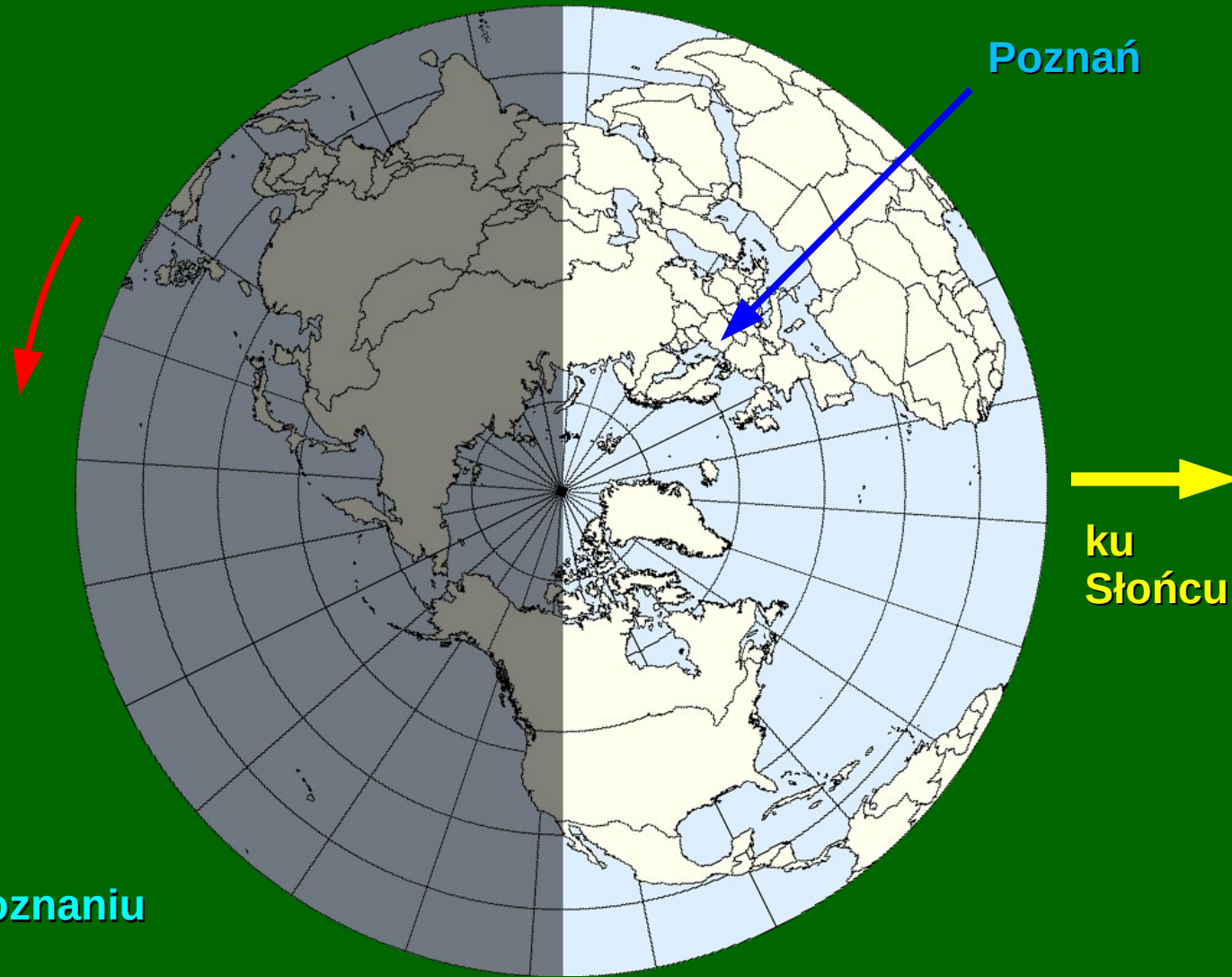
godzina 8:00 UTC





ku
Słońcu

godzina 10:30 UTC

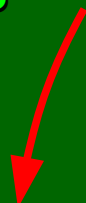


Poznań

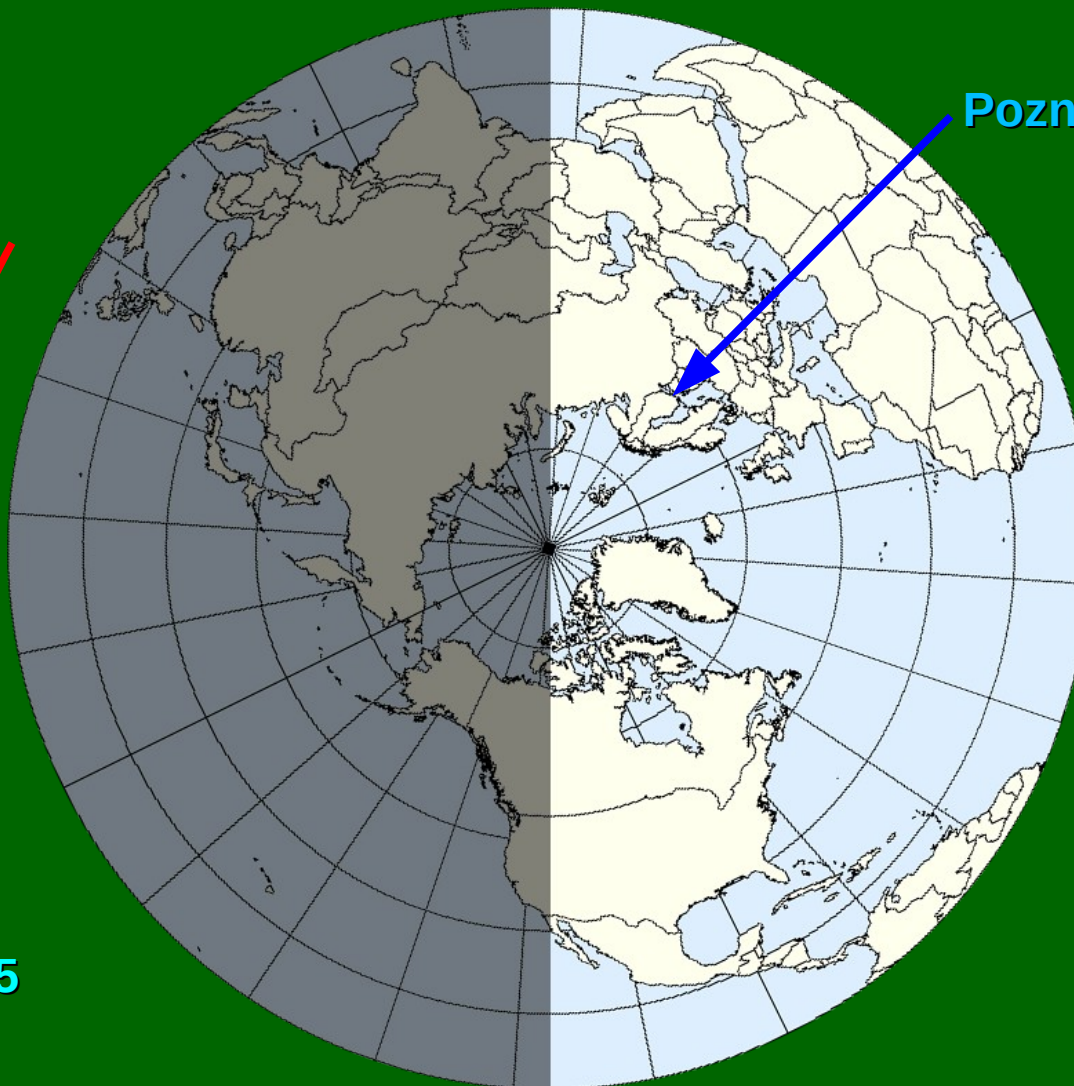
ku
Słońcu

Godzina 14:45
na zegarku w Poznaniu
czas zimowy

Tokio, 22:45



Hawaje, 3:45



Poznań, 14:45

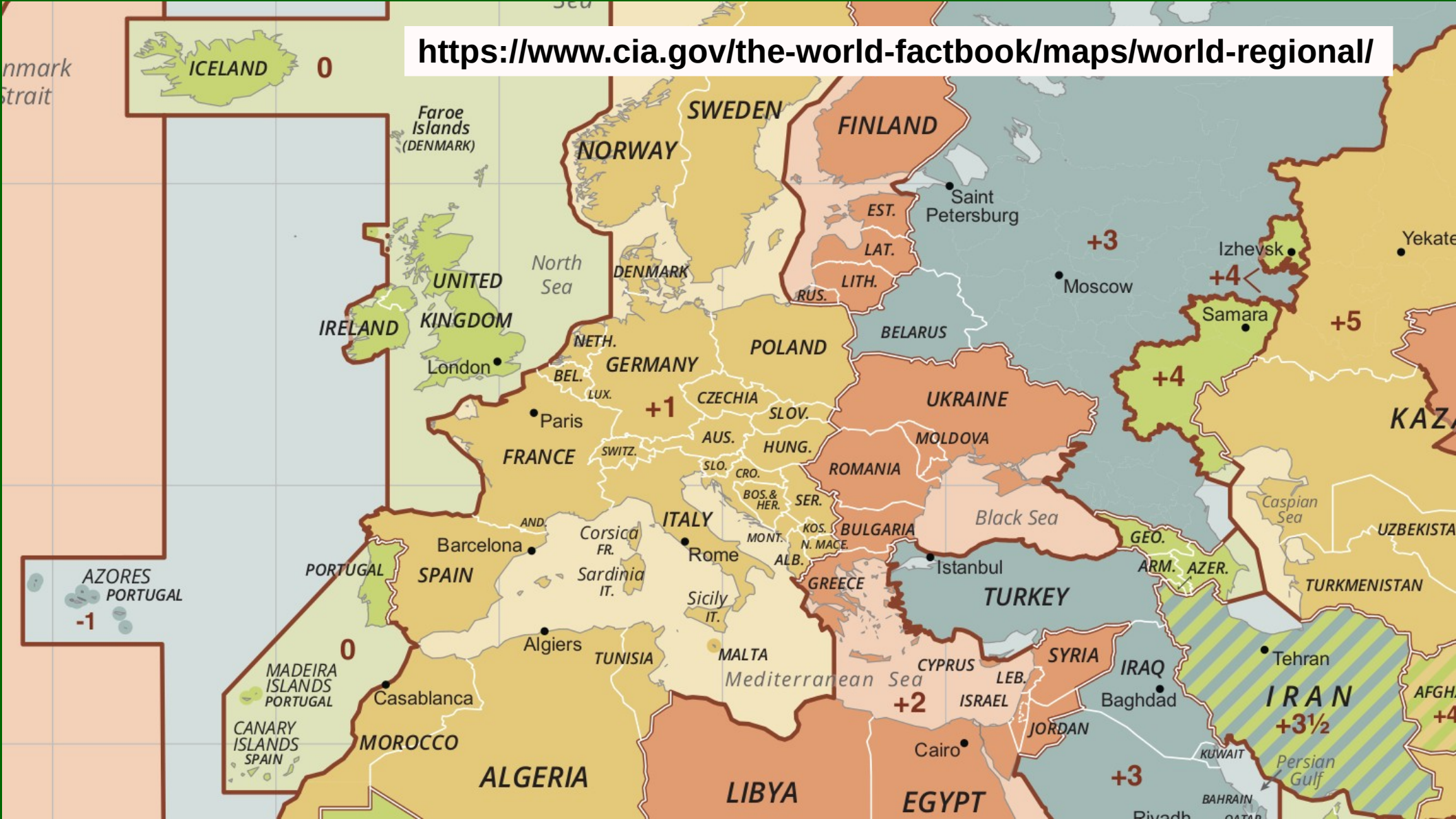
Londyn, 13:45



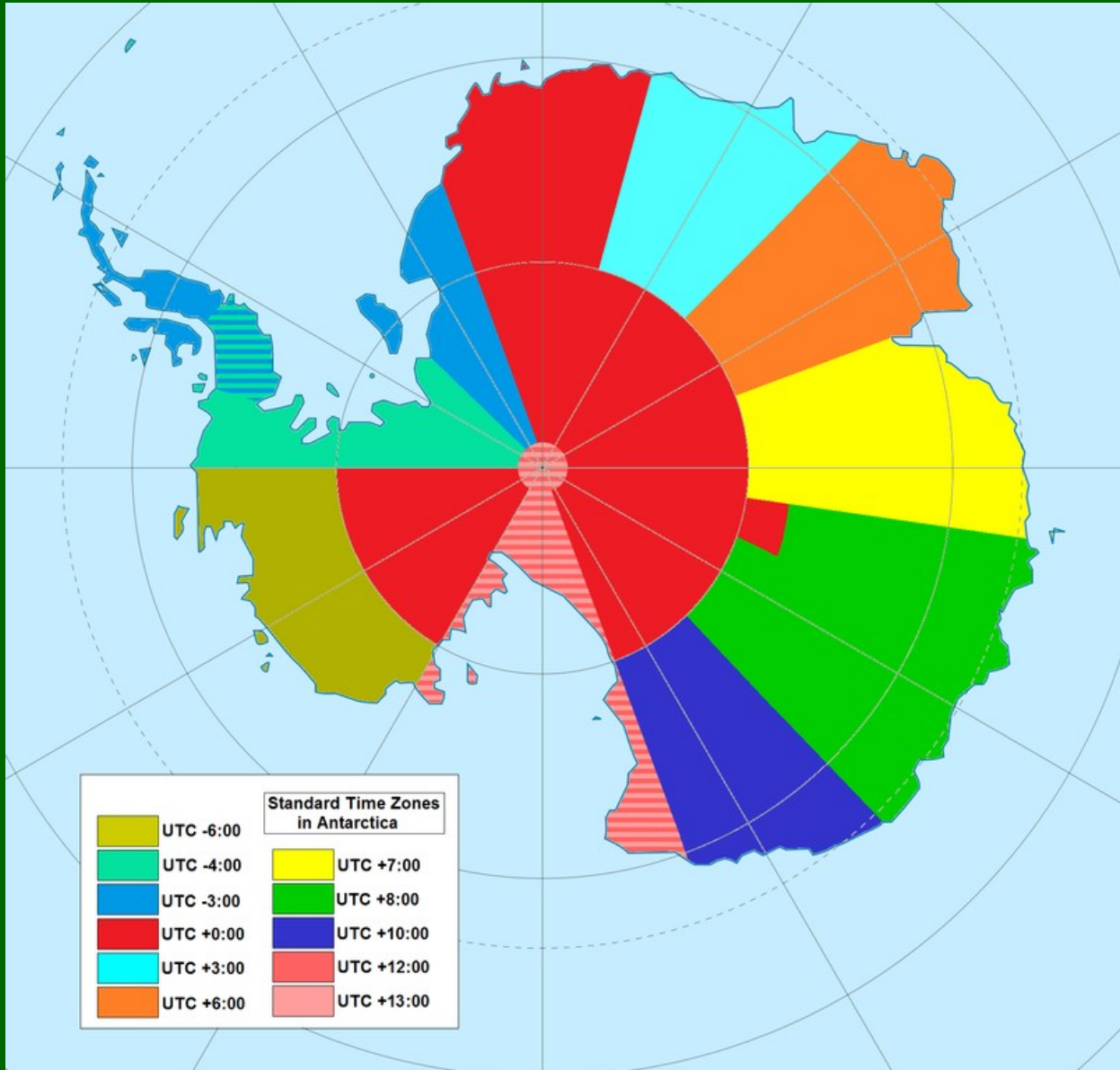
ku
Słońcu

Nowy Jork, 9:45

<https://www.cia.gov/the-world-factbook/maps/world-regional/>







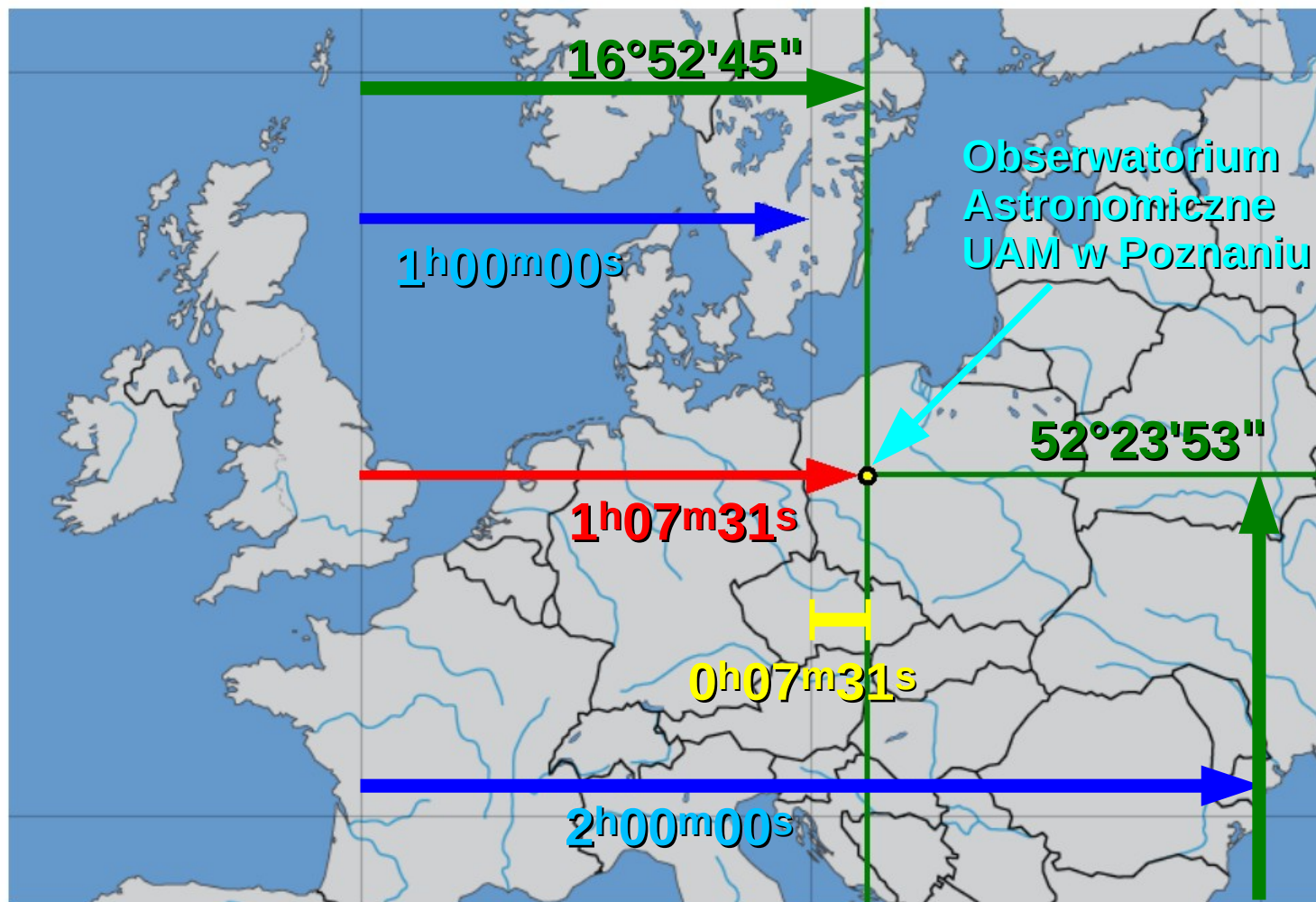
Czas letni i zimowy

- W Polsce utrzymywana jest **nadal** praktyka wprowadzania czasu letniego nad ranem w ostatnią niedzielę marca i odwoływania nad ranem w ostatnią niedzielę października.
- W roku 2025 czas letni (wschodnio-europejski) zostanie wprowadzony dnia **30 marca o godzinie 2:00** czasu środkowo-europejskiego (1:00 czasu uniwersalnego - UT) poprzez przestawienie wskazówek zegarów z godziny 2:00 na godzinę 3:00.
- Odwołanie czasu letniego - powrót do zimowego (środkowo-europejskiego) - odbędzie się dnia **26 października o godzinie 3:00** czasu letniego (wschodnio-europejskiego) poprzez cofnięcie wskazówek na godzinę 2:00.
- Tego dnia czas pomiędzy godzinami 2:00 i 3:00 nowego czasu oznacza się poprzez dodanie litery a po numerze godziny (np godz. 2a minut 25).

Jakiś czas temu pisałem ...

- 11 października 2017 sejmowa komisja administracji i spraw wewnętrznych poparła jednogłośnie projekt ustawy, który zakładał brak zmiany czasu na letni i zimowy.
- Był pomysł aby czas letni obowiązywał przez cały rok, od 1 października 2018 r.

Pomysł rezygnacji ze zmiany czasu rozważany jest w całej Unii Europejskiej, trwają konsultacje i uzgodnienia.

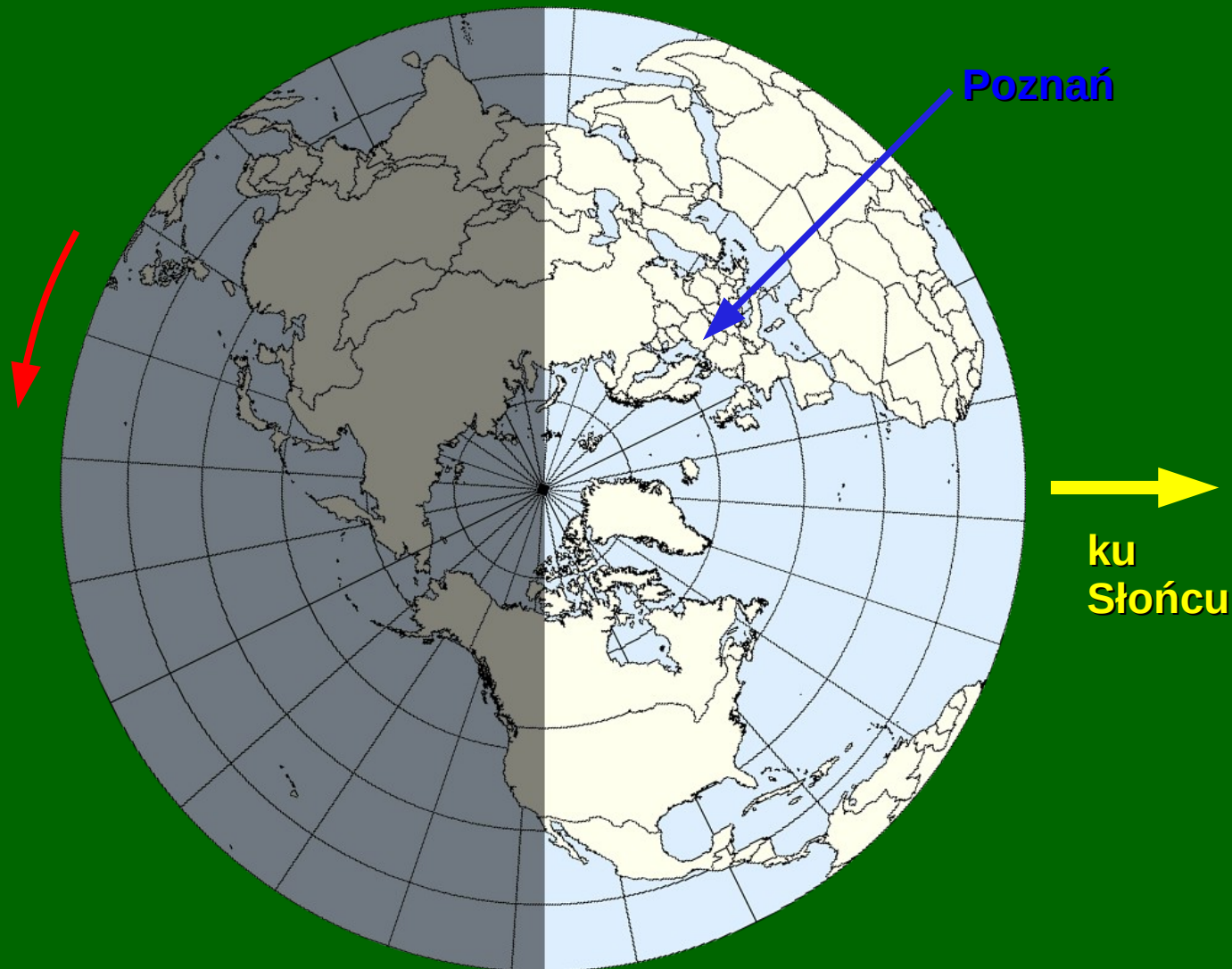




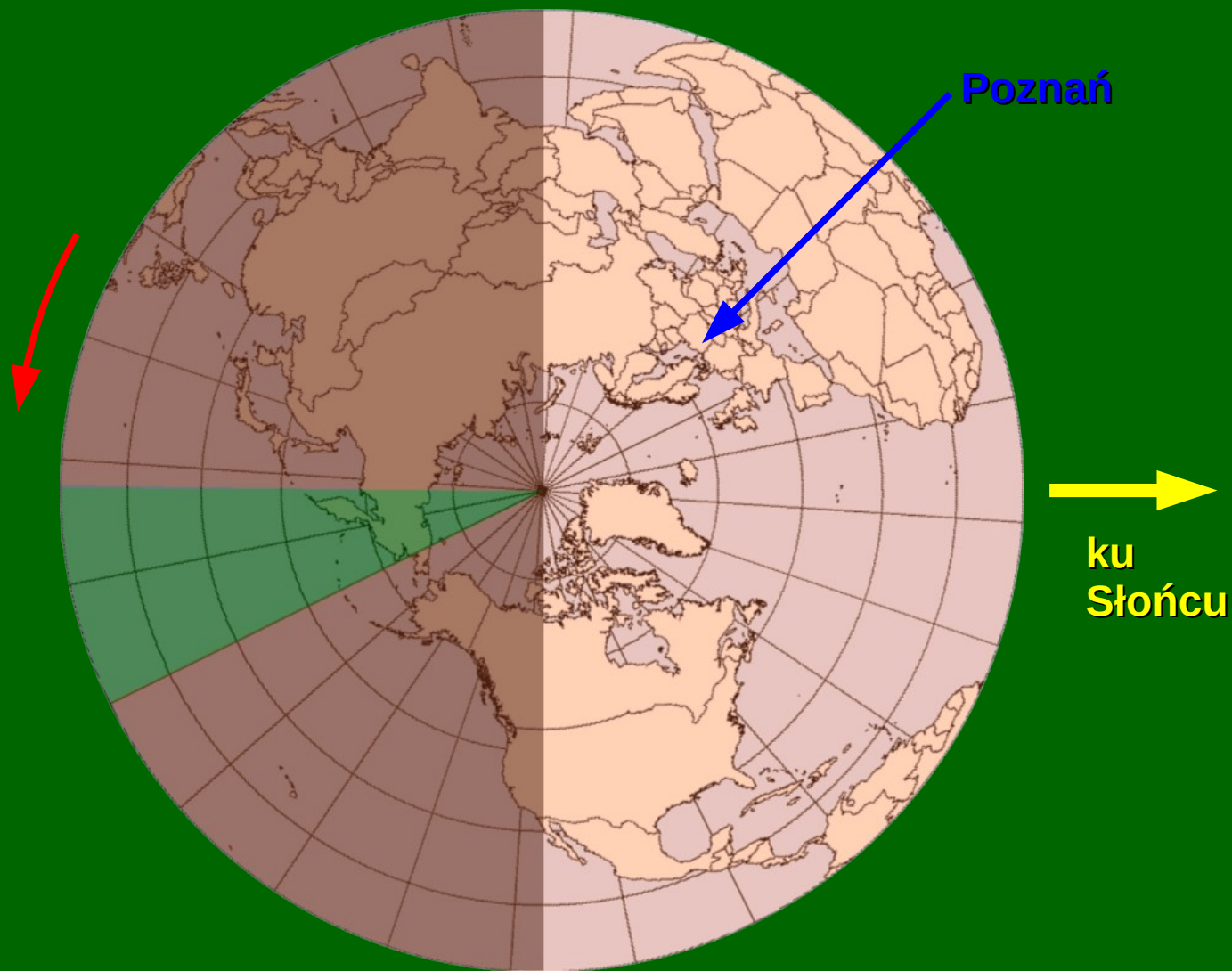
Czasy miejscowe!

**Różnica
około
40 minut !**

Zagadka...



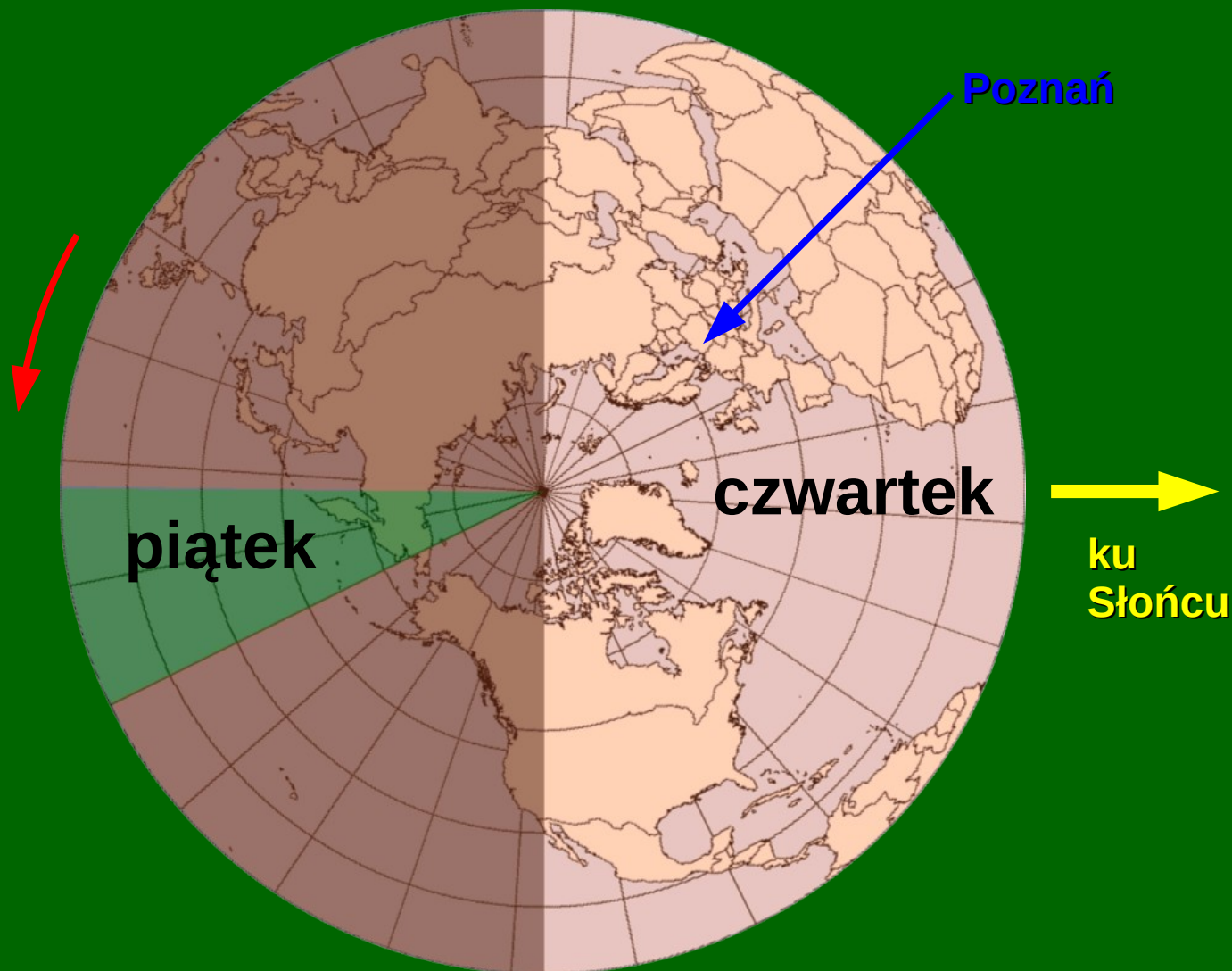
Godzina 14:45
na zegarku w Poznaniu



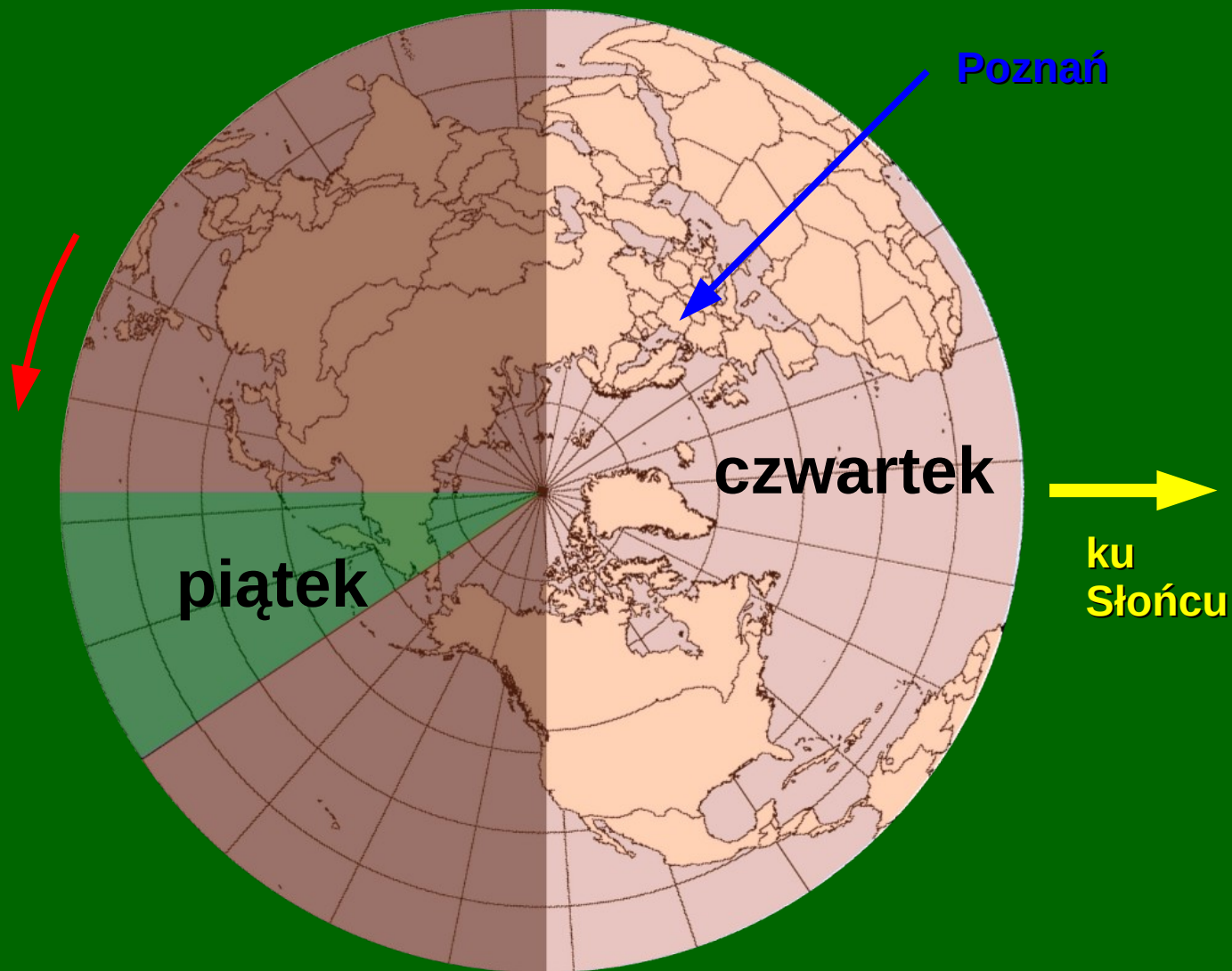
Poznań

ku
Słońcu

Godzina 14:45
na zegarku w Poznaniu



Godzina 14:45
na zegarku w Poznaniu



Godzina 15:15
na zegarku w Poznaniu

**Linia zmiany
daty**

czwartek

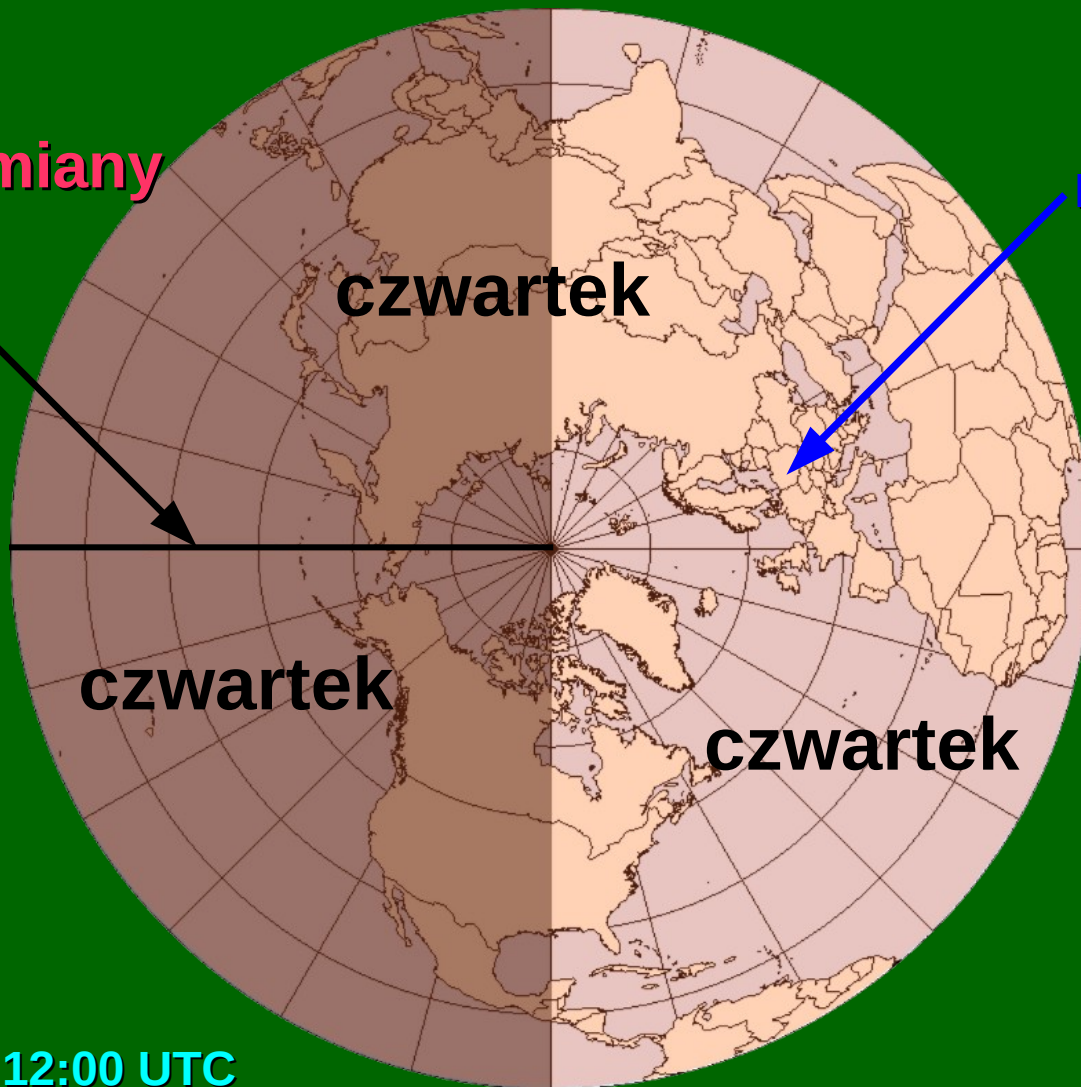
Poznań, 13:00

czwartek

czwartek

**ku
Słońcu**

Godzina 12:00 UTC



**Linia zmiany
daty**

Poznań, 15:15

czwartek

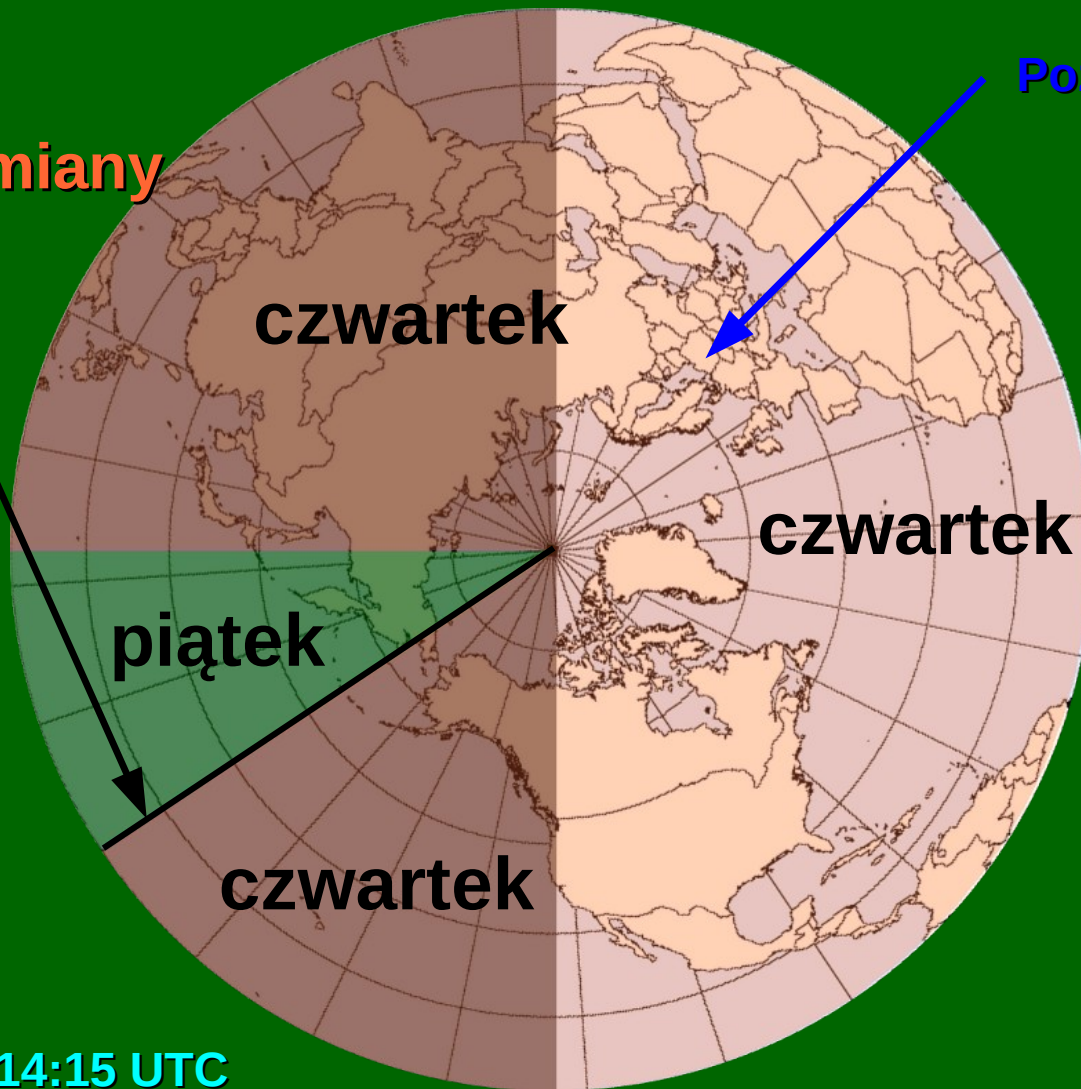
czwartek

piątek

czwartek

**ku
Słońcu**

godzina 14:15 UTC





**Linia
zmiany daty**

czwartek

czwartek

piątek

piątek

**ku
Słońcu**

Poznań, 01:00

godzina 00:00 UTC

południk zerowy

Linia
zmiany daty

czwartek

czwartek



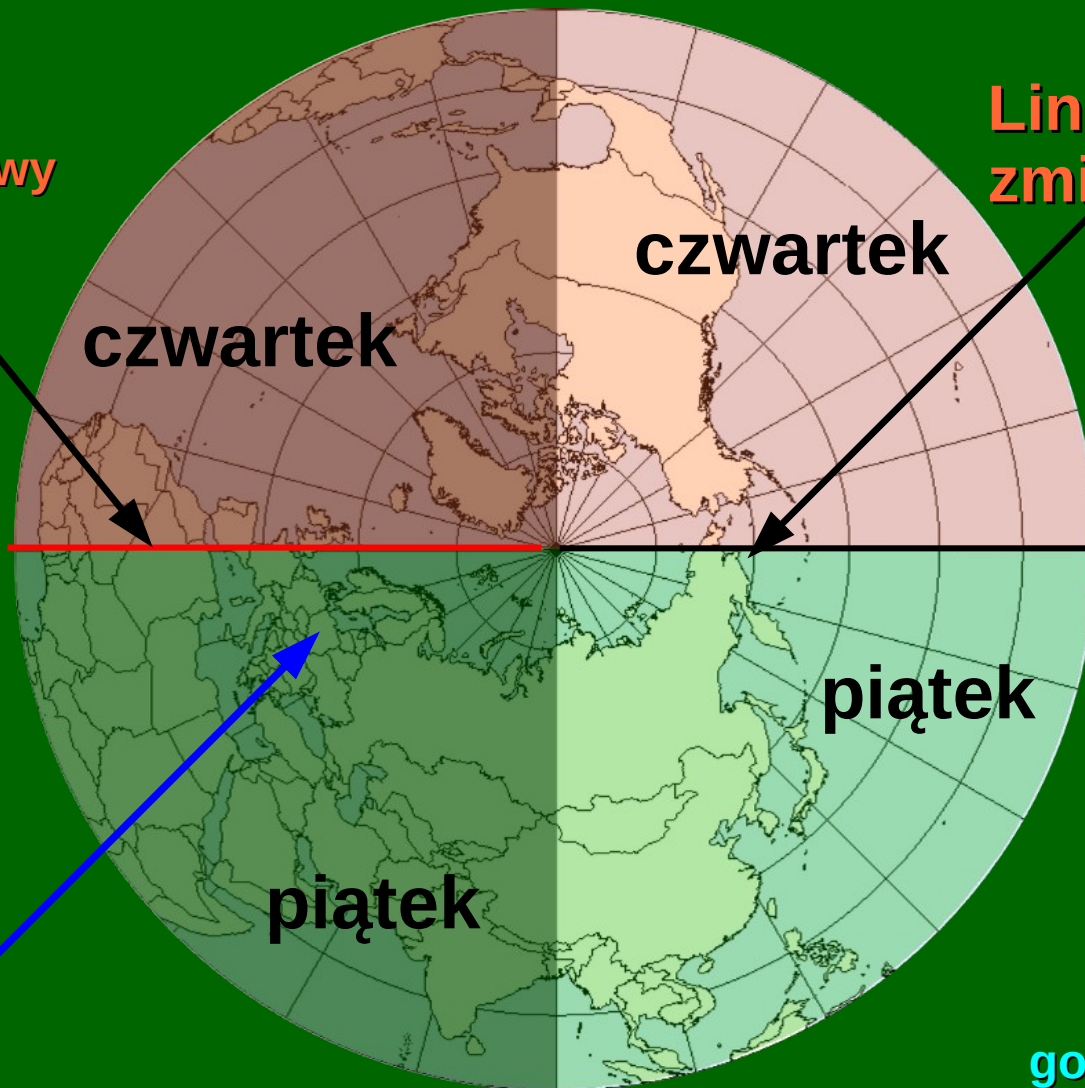
ku
Słońcu

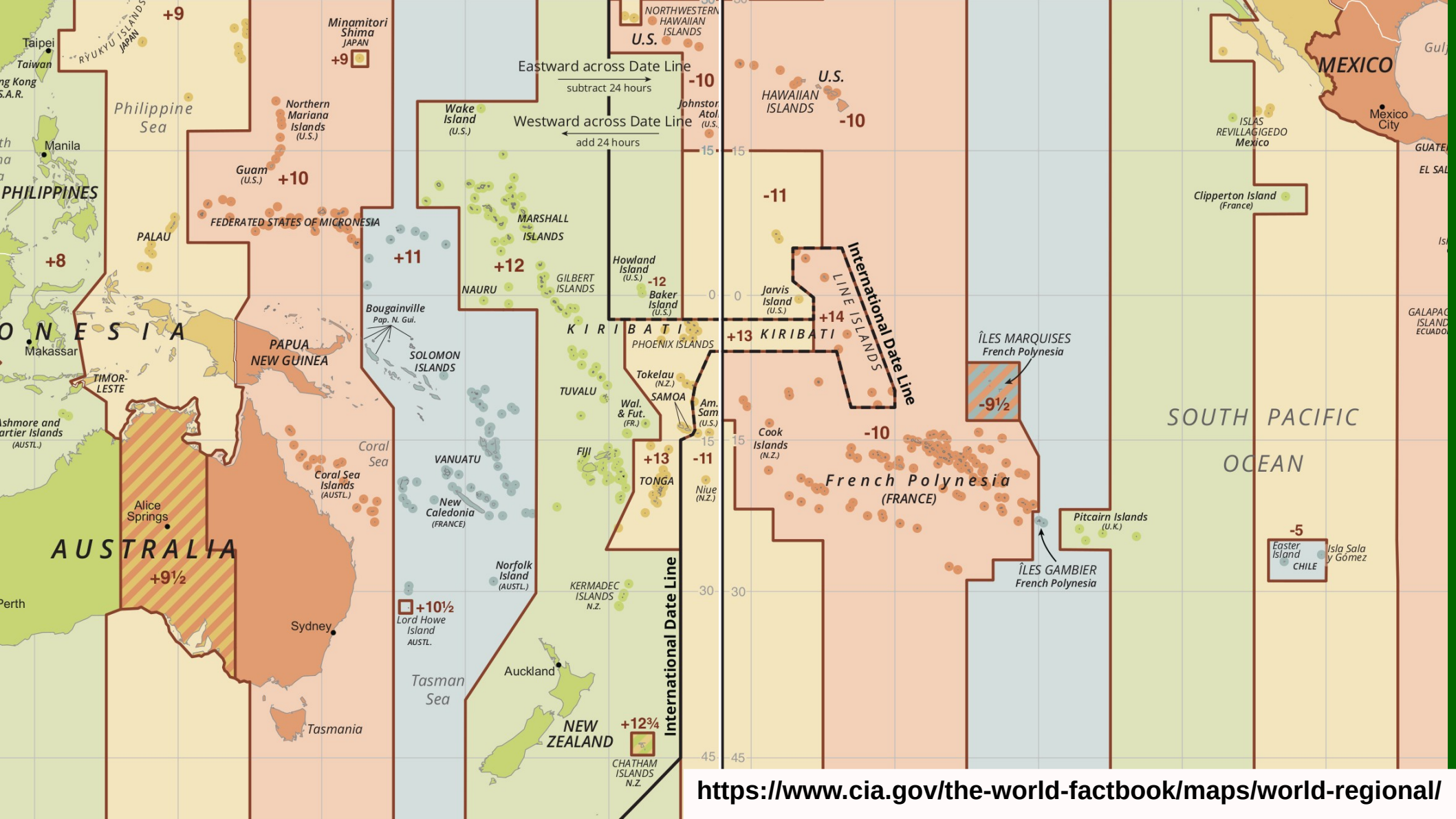
piątek

piątek

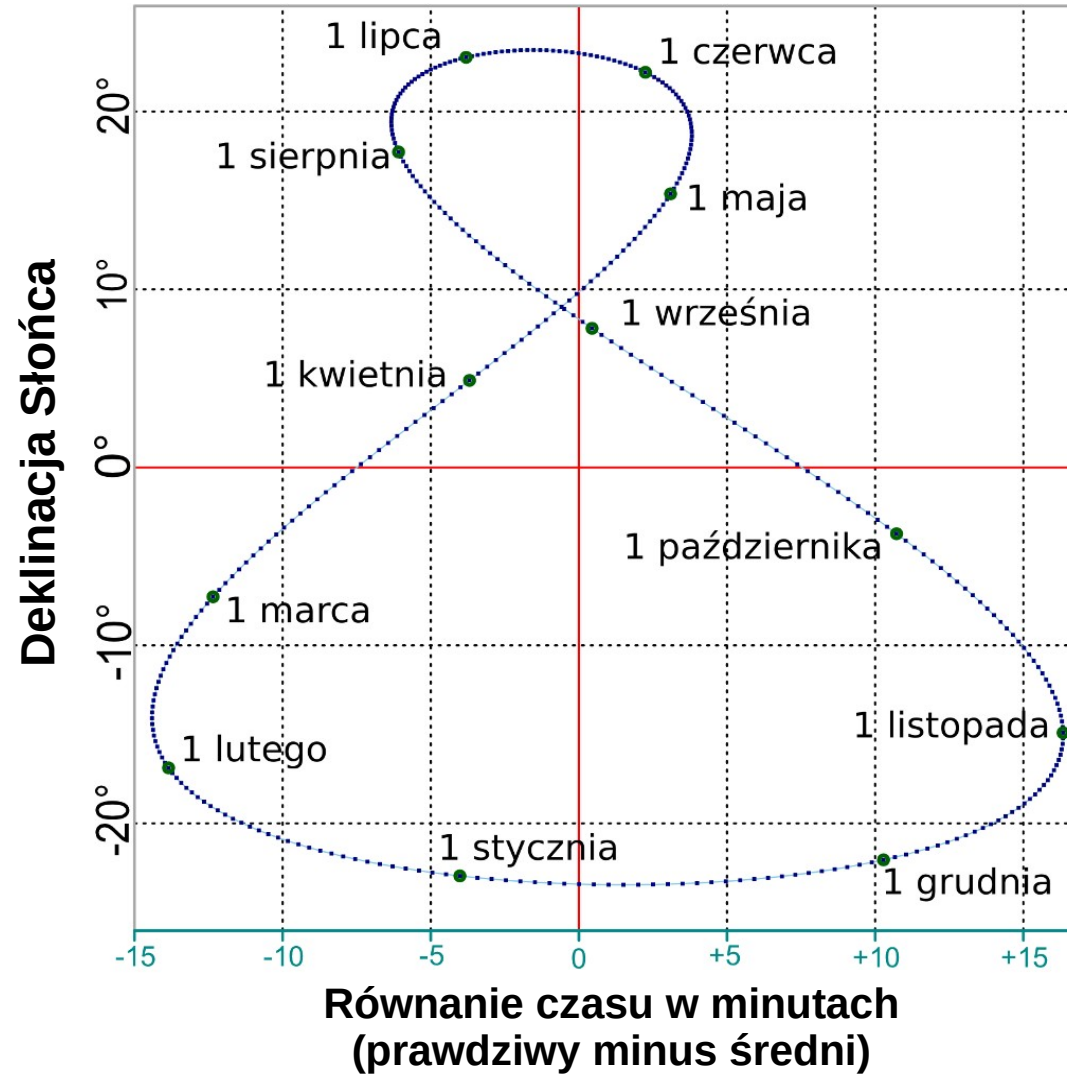
Poznań, 01:00

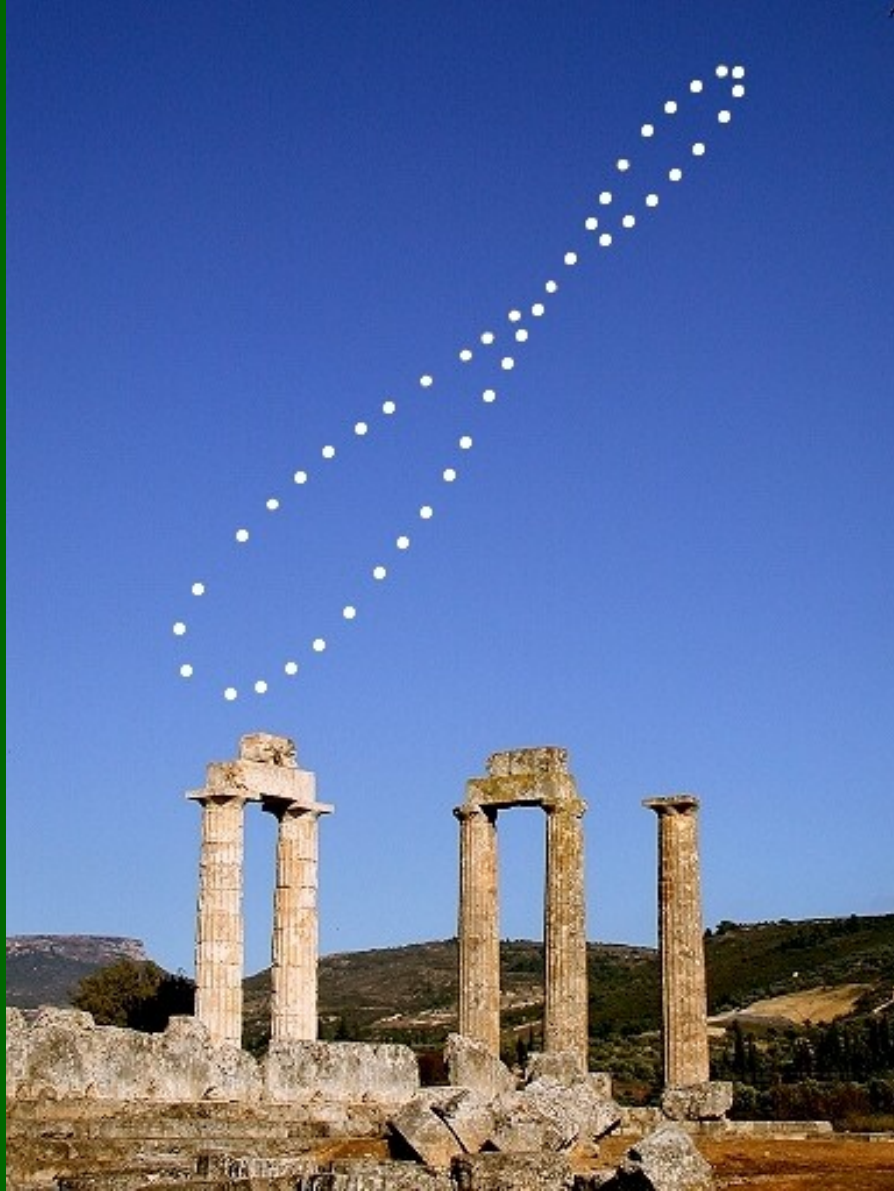
godzina 00:00 UTC





Analemma





**Analemma 2003,
copyright:
Anthony
Ayiomamitis**

W roku 2025:

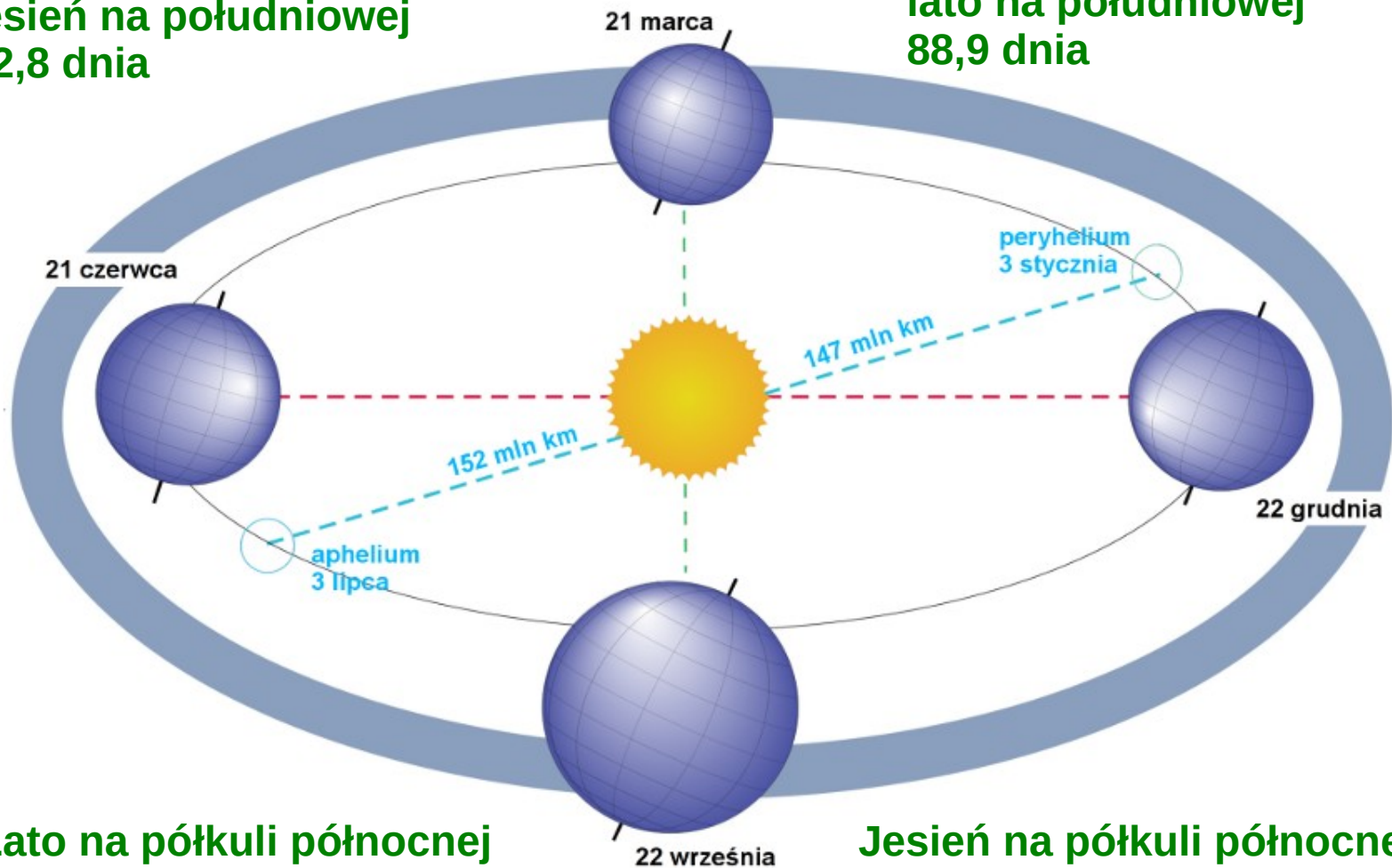
- Ziemia najbliżej Słońca (w peryhelium) 4 stycznia, 14:28
- Początek astronomicznej wiosny: 20 marca, 10:01
- Początek astronomicznego lata: 21 czerwca, 4:42
- Ziemia najdalej od Słońca (w aphelium) 3 lipca, 21:55
- Początek astronomicznej jesieni: 22 września, 20:19
- Początek astronomicznej zimy: 21 grudnia, 16:03

(momenty podane w czasie urzędowym)

Pory roku

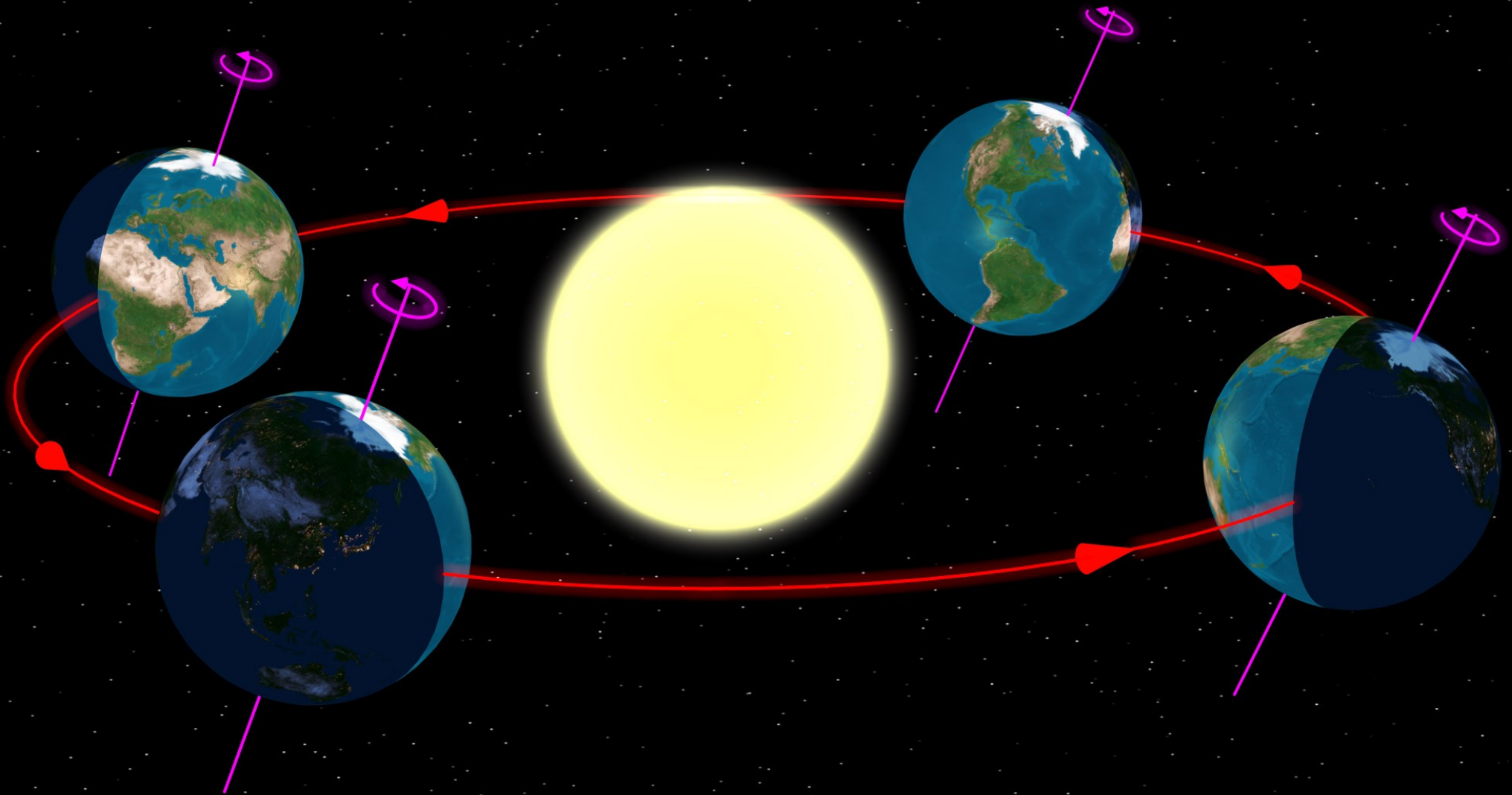
Wiosna na półkuli północnej
jesień na południowej
92,8 dnia

Zima na półkuli północnej
lato na południowej
88,9 dnia



Lato na półkuli północnej
zima na południowej
93,6 dnia

Jesień na półkuli północnej
wiosna na południowej
89,9 dnia



Promienie słoneczne

Oś Ziemi

Koło podbiegunowe północne

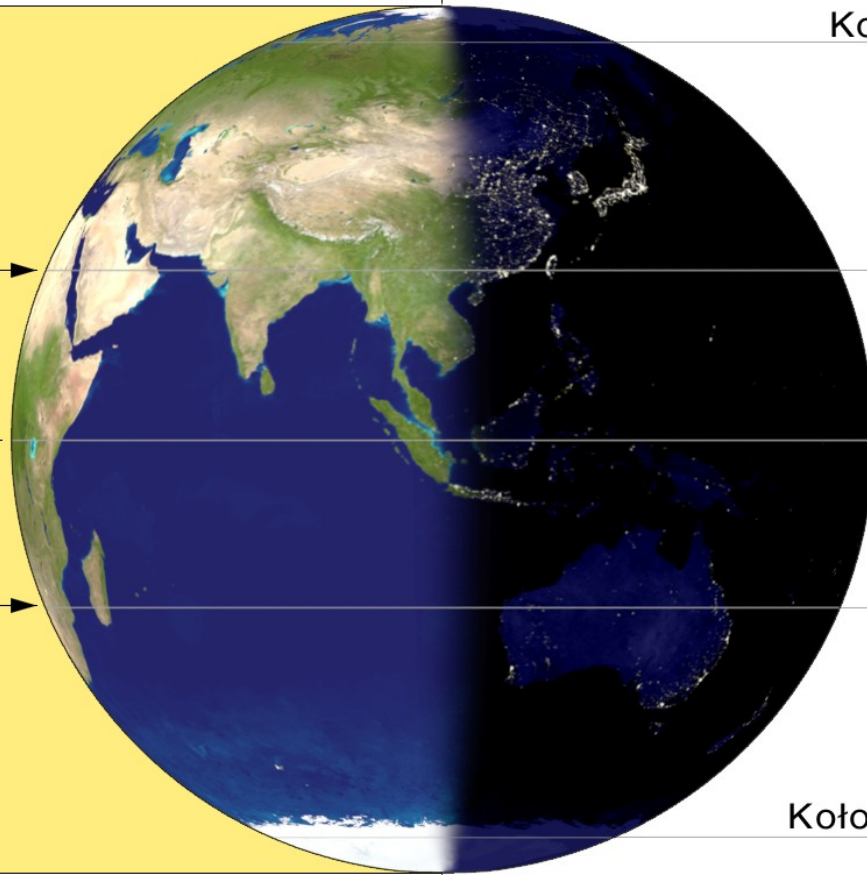
Zwrotnik Raka

Równik

Zwrotnik Koziorożca

Koło podbiegunowe południowe

Równonoc jesienna i wiosenna



Promienie słoneczne

Oś Ziemi

Koło podbiegunowe północne

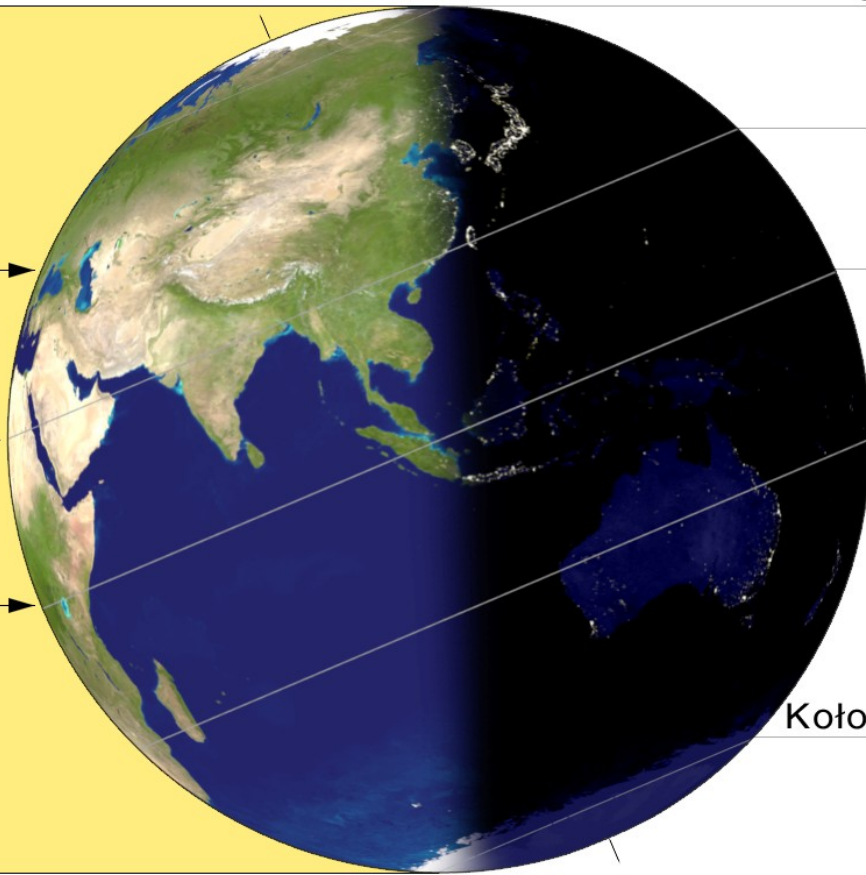
Zwrotnik Raka

Równik

Zwrotnik Koziorożca

Koło podbiegunowe południowe

Przesilenie letnie



Promienie słoneczne

Oś Ziemi

Koło podbiegunowe północne

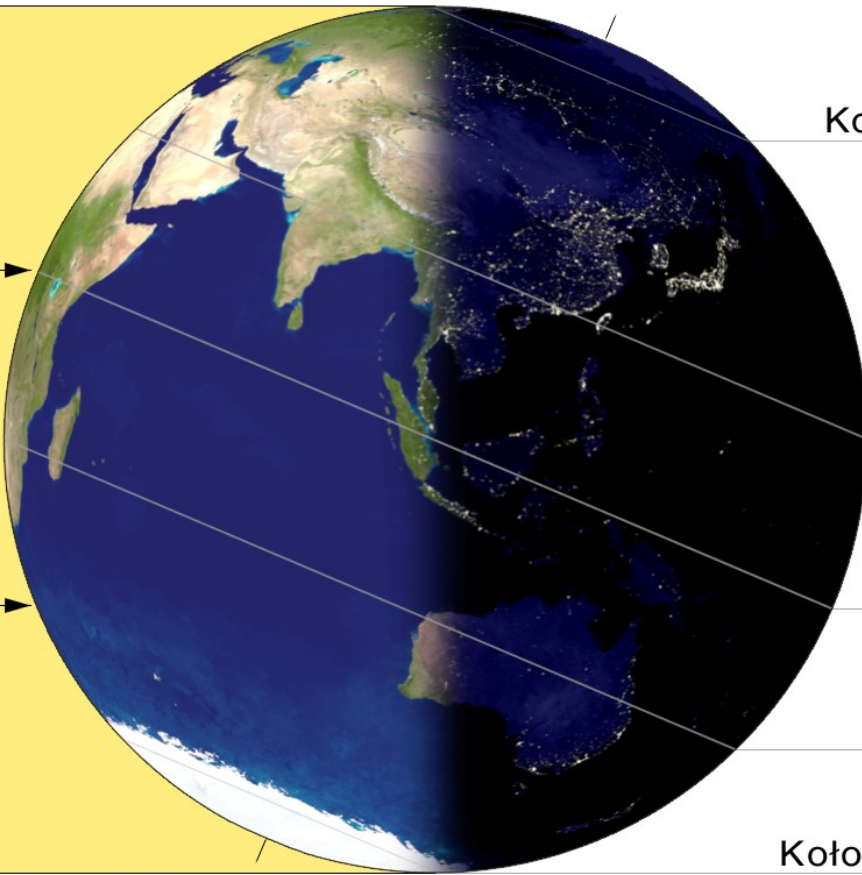
Zwrotnik Raka

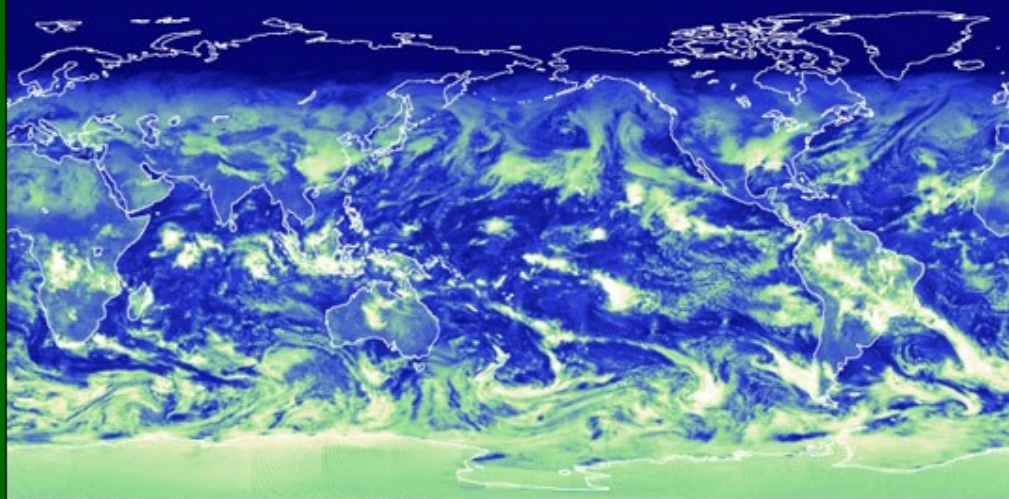
Równik

Zwrotnik Koziorożca

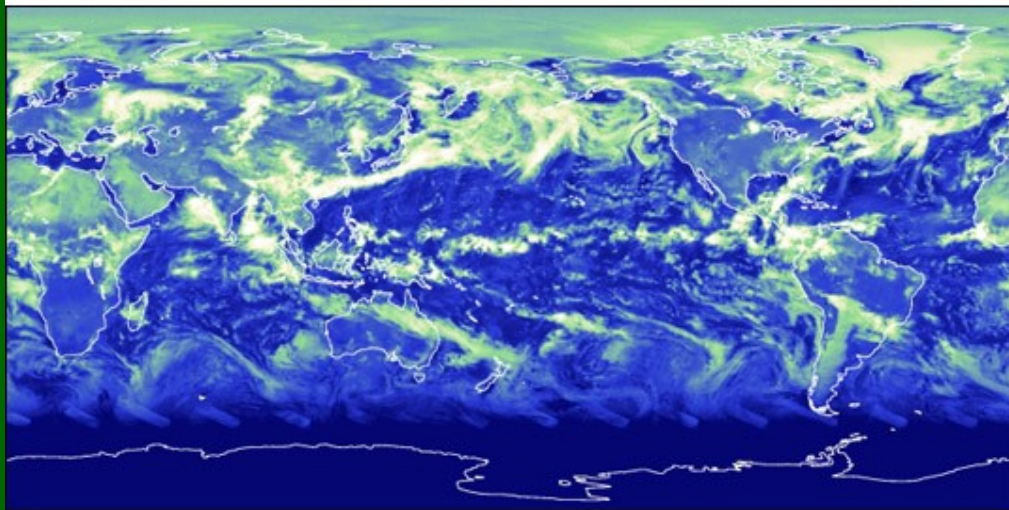
Koło podbiegunowe południowe

Przesilenie zimowe





Winter Solstice, December 22, 2004



Summer Solstice, June 20, 2005

Reflected Solar Radiation (W/m^2)



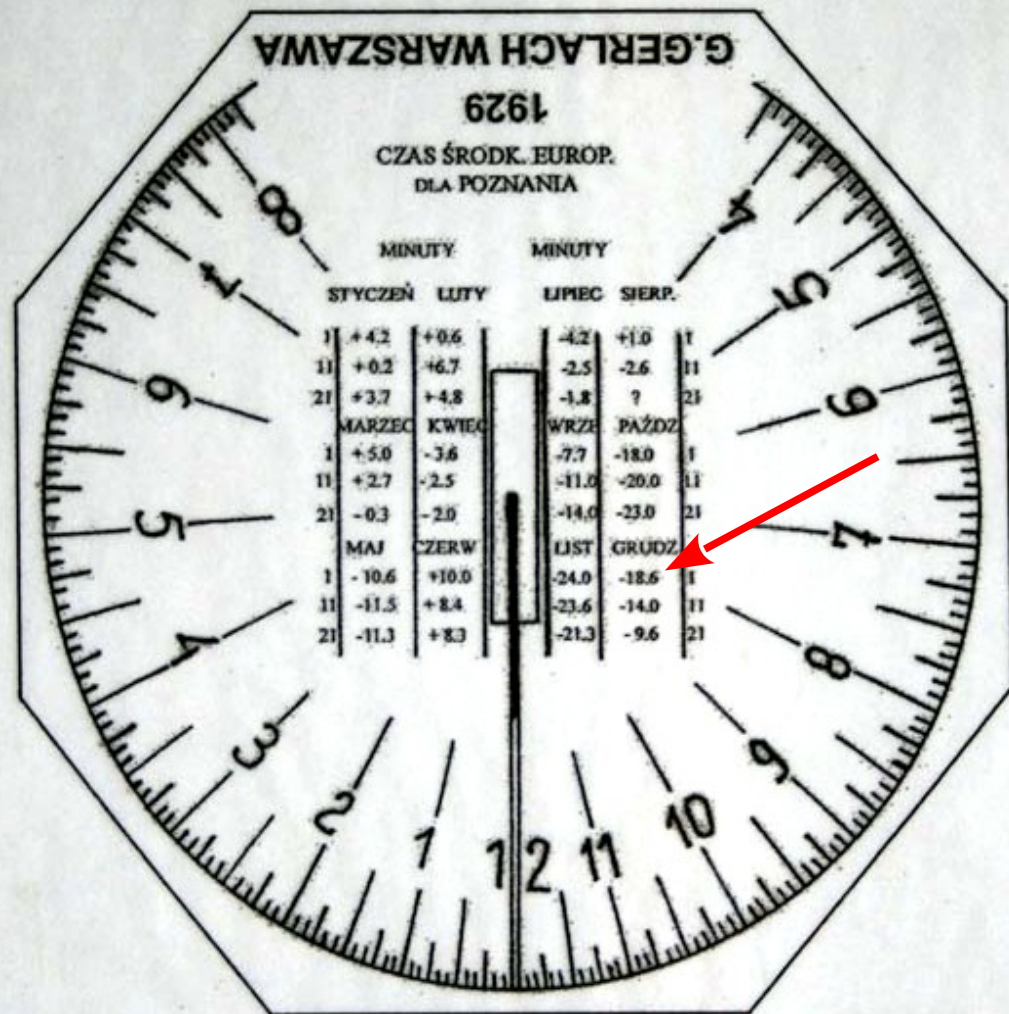
**Stała słoneczna:
ok. 1370 W/m^2**

Reforma kalendarza 1582

- Wprowadził ją papież Grzegorz XIII
- Skasowano dni od 5 do 14 października, po 4 był od razu 15 października 1582
- Reforma polegała na zmodyfikowaniu reguł decydujących, czy dany rok jest przestępny czy nie
- Poprzedni kalendarz, tzw. juliański, spóźniał się o jeden dzień na 128 lat
- Nowy kalendarz wprowadzono od razu jedynie w Hiszpanii, Portugalii, Włoszech i Polsce
- Pozostałe państwa wprowadzały go sukcesywnie, niektóre dopiero w XX wieku a np. niektóre kościoły używają juliańskiego kalendarza do dziś.

Lata przestępne

- Jeśli rok dzieli się przez 4 to tak,
- ale jeśli dzieli się przez 100 to nie,
- chyba że dzieli się przez 400 to jednak tak.
- W ten sposób w ciągu każdych 400 lat mamy 97 lat przestępnych (po 366 dni) i 303 lata zwykłe (po 365 dni) – razem 146097 dni. $146097:400=365.2425$
- Daje to średnią długość roku tylko o 26 sekund dłuższą od średniego okresu obiegu Ziemi po orbicie.
- Wystarczy na 3000 lat !



Jeszcze jedna zagadka...

Na tarczy zegara słonecznego z Poznańskiej Palmiarni można np. odczytać, że 1 grudnia od wskazania zegara słonecznego trzeba odjąć 18.6 minuty by uzyskać czas urzędowy, czyli czas środkowoeuropejski.

Ale z wykresu Równania Czasu odczytujemy poprawkę ok. 12 minut . Skąd ta różnica?

Równanie czasu (prawdziwy - średni)

[min]

+15

+10

+5

0

5

-10

-15

nachylenie ekliptyki

eliptyczność orbity

1 Sty

1 Mar

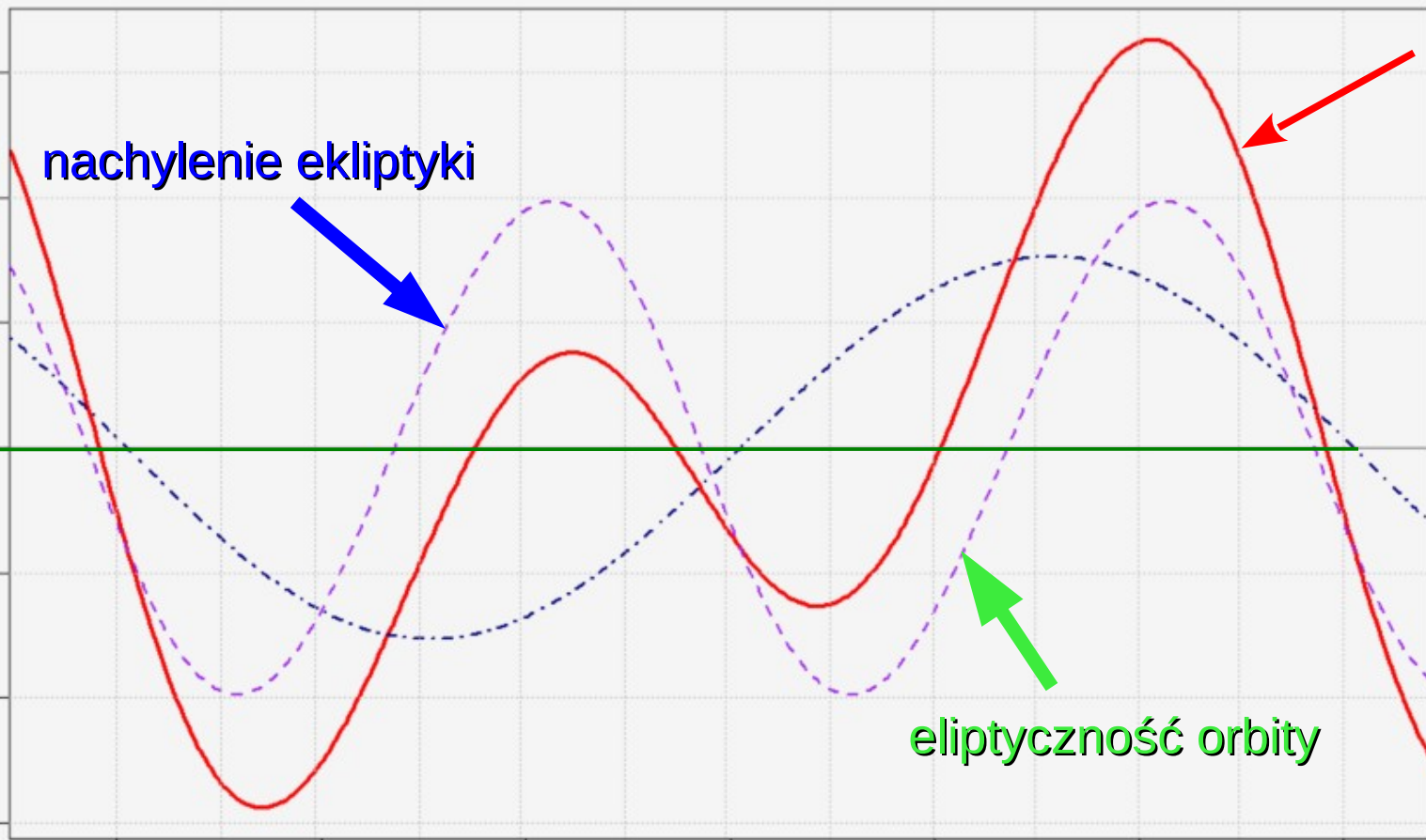
1 Maj

1 Lip

1 Wrz

1 List

1 Sty



Dziękuję za uwagę.