

Wykład udostępniam na licencji Creative Commons:

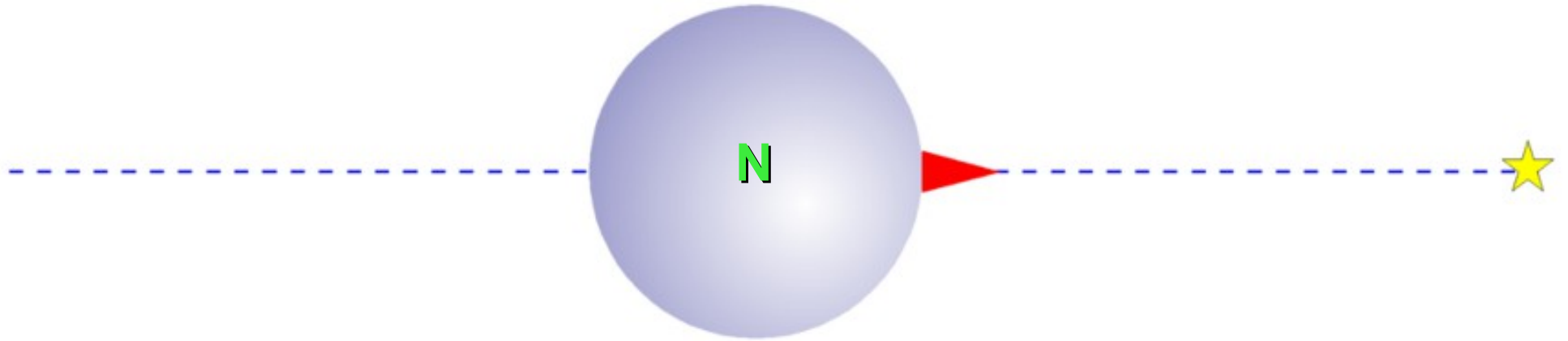


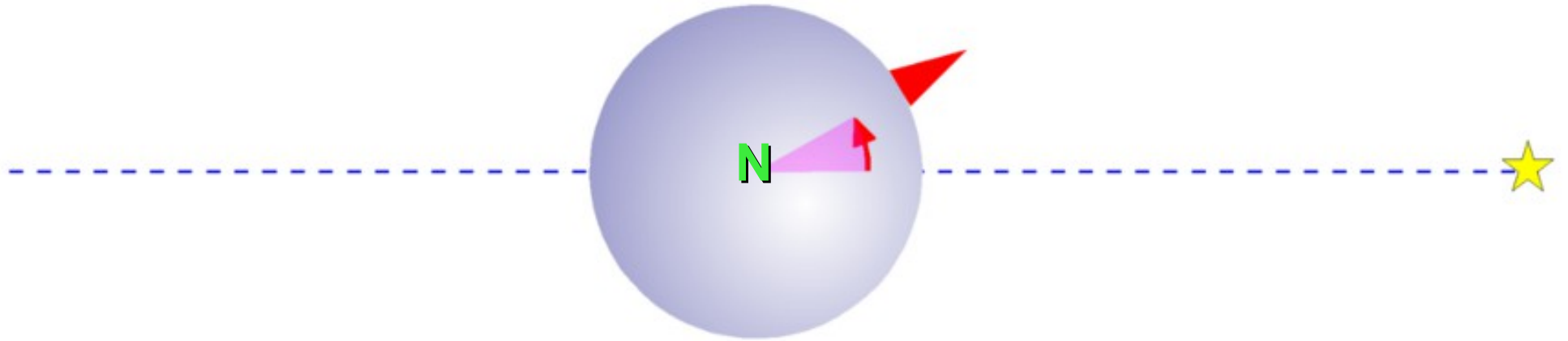
Ziemia jako zegar

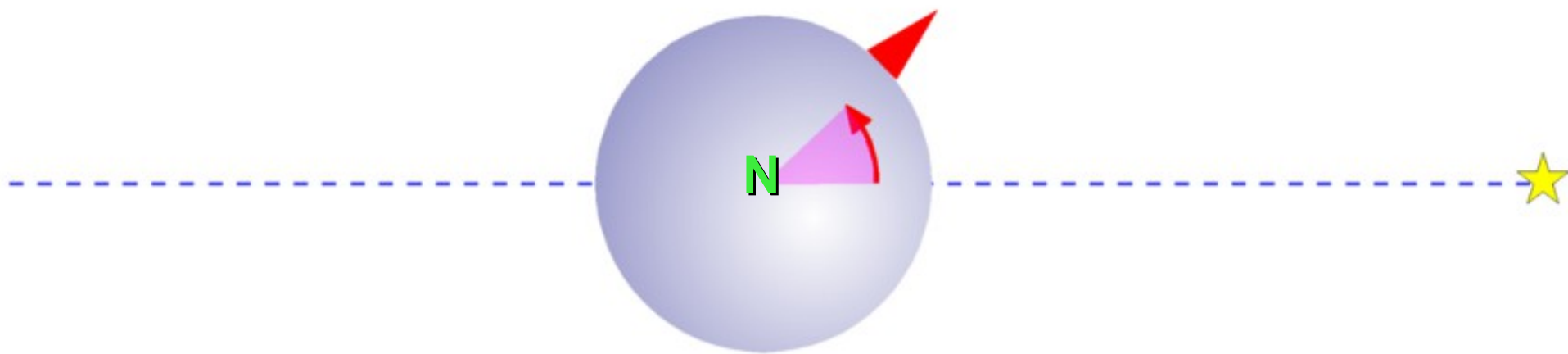
Piotr A. Dybczyński

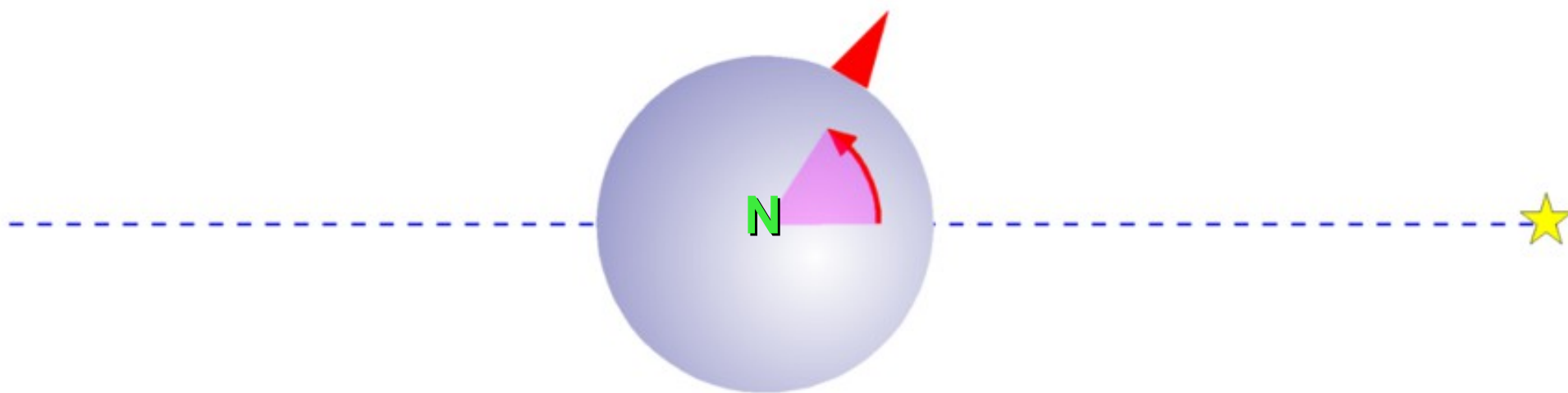


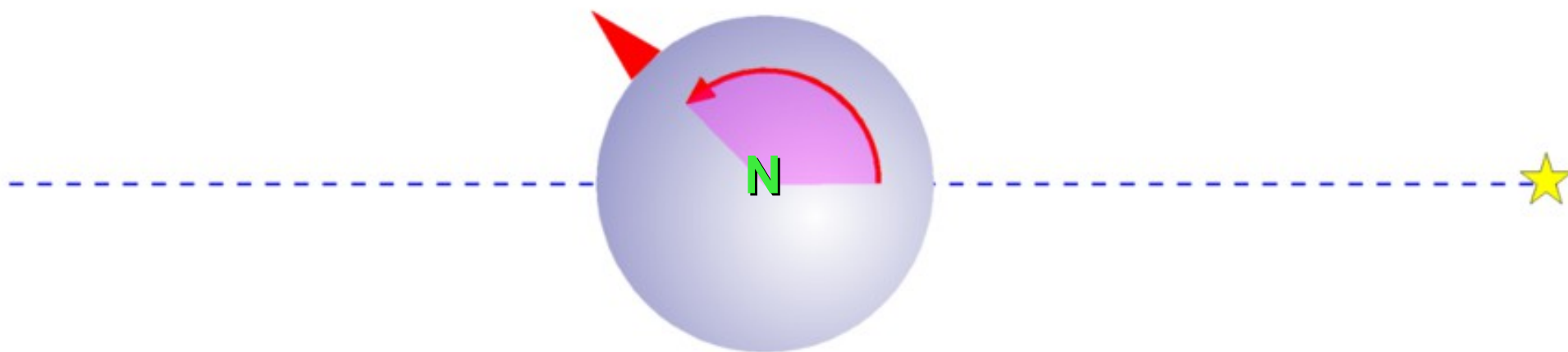
Czas gwiazdowy

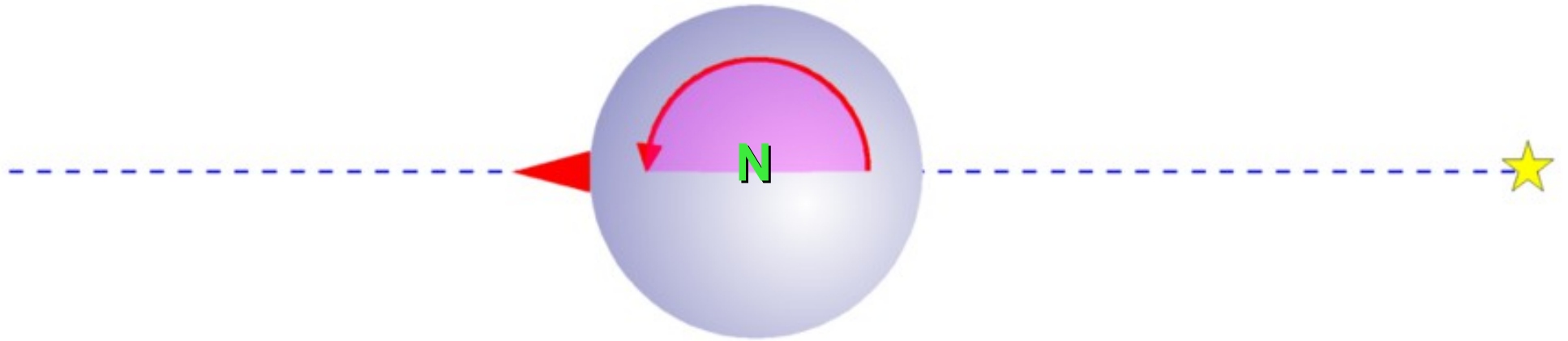


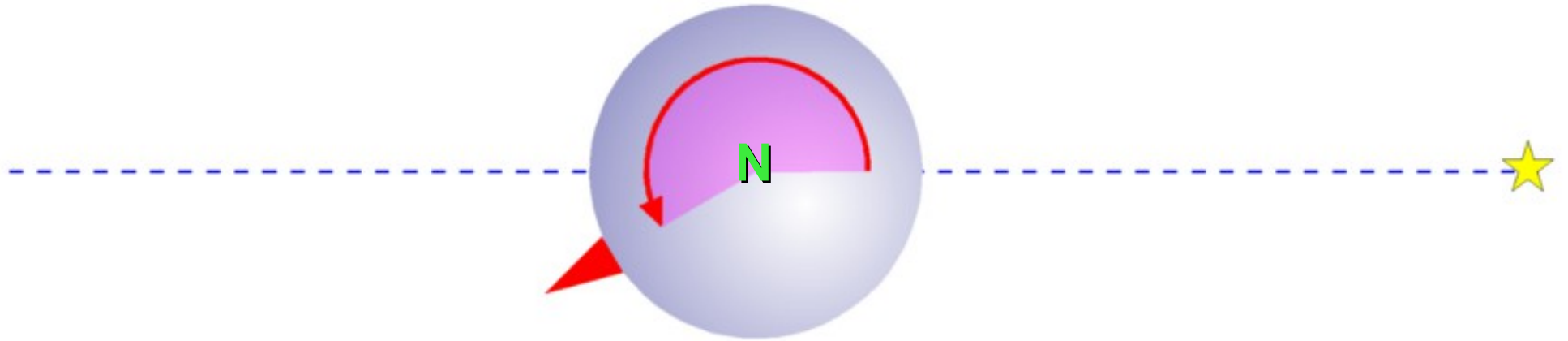


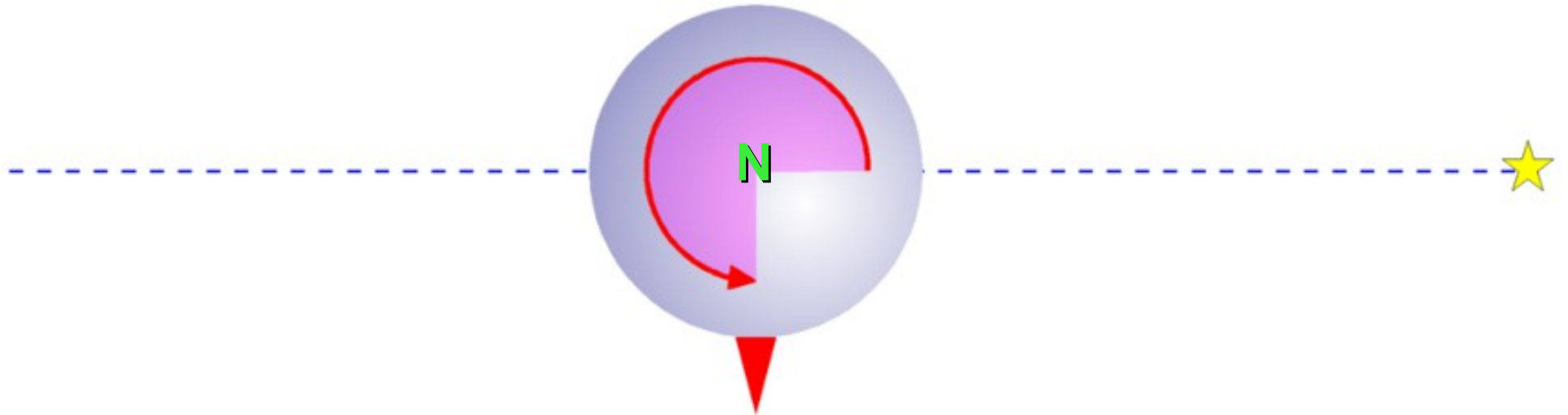


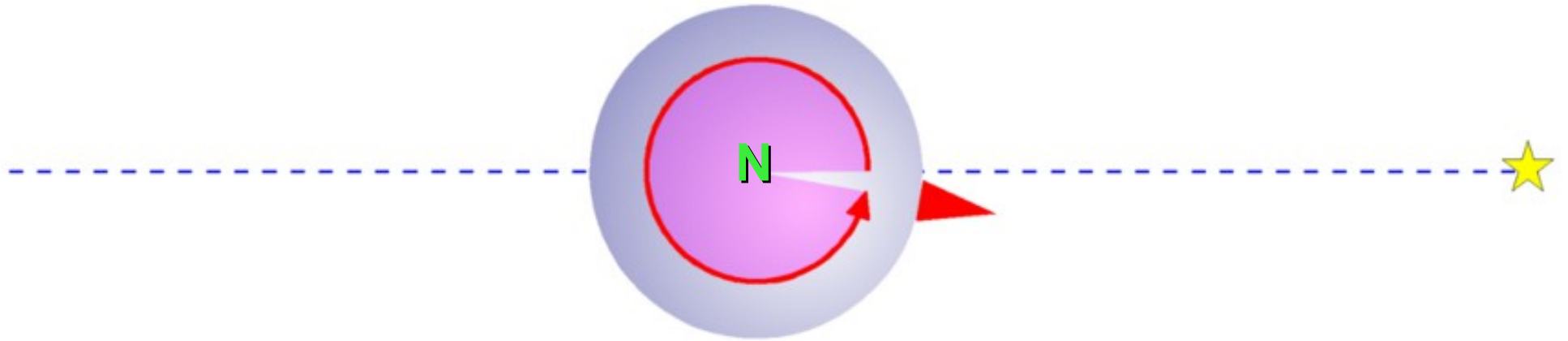


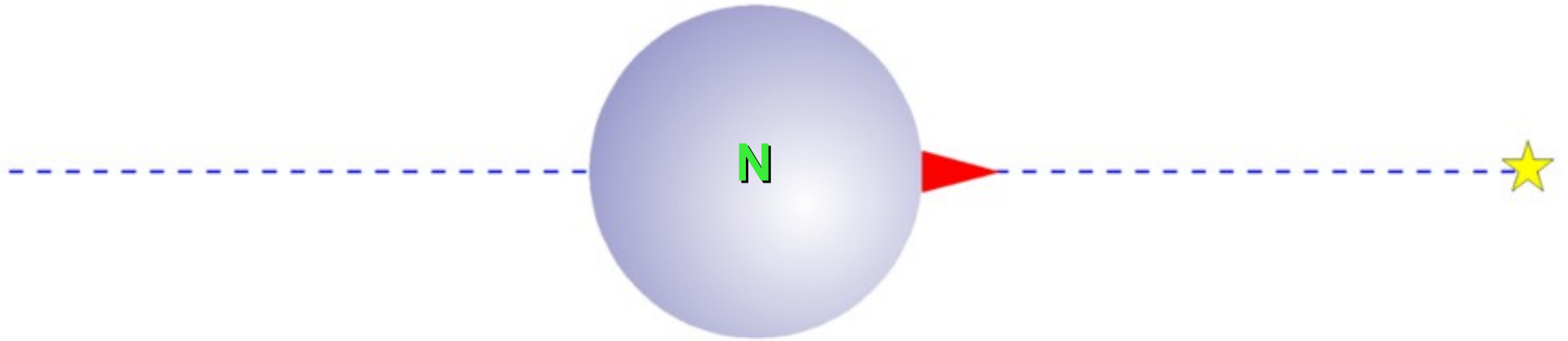


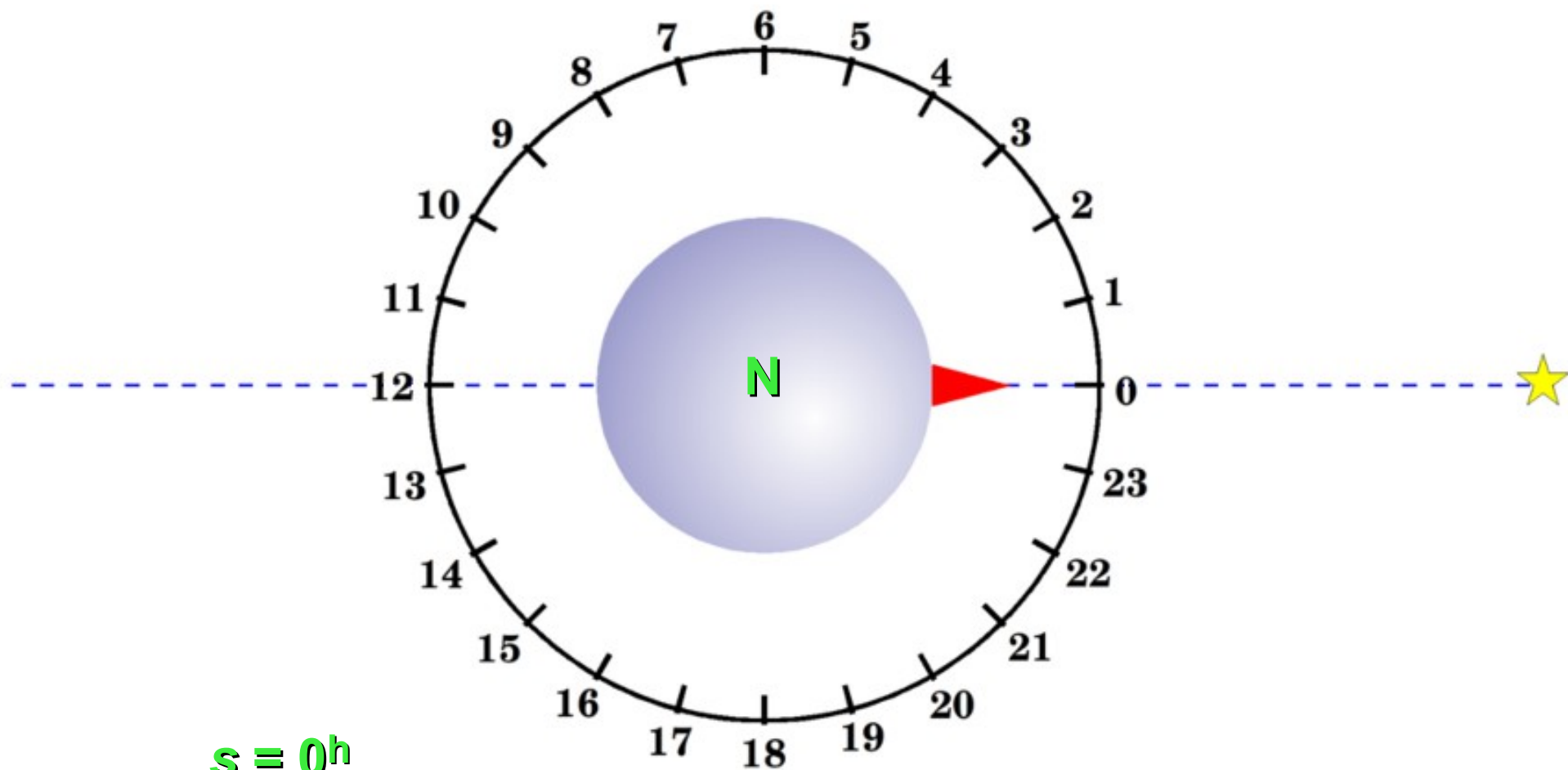


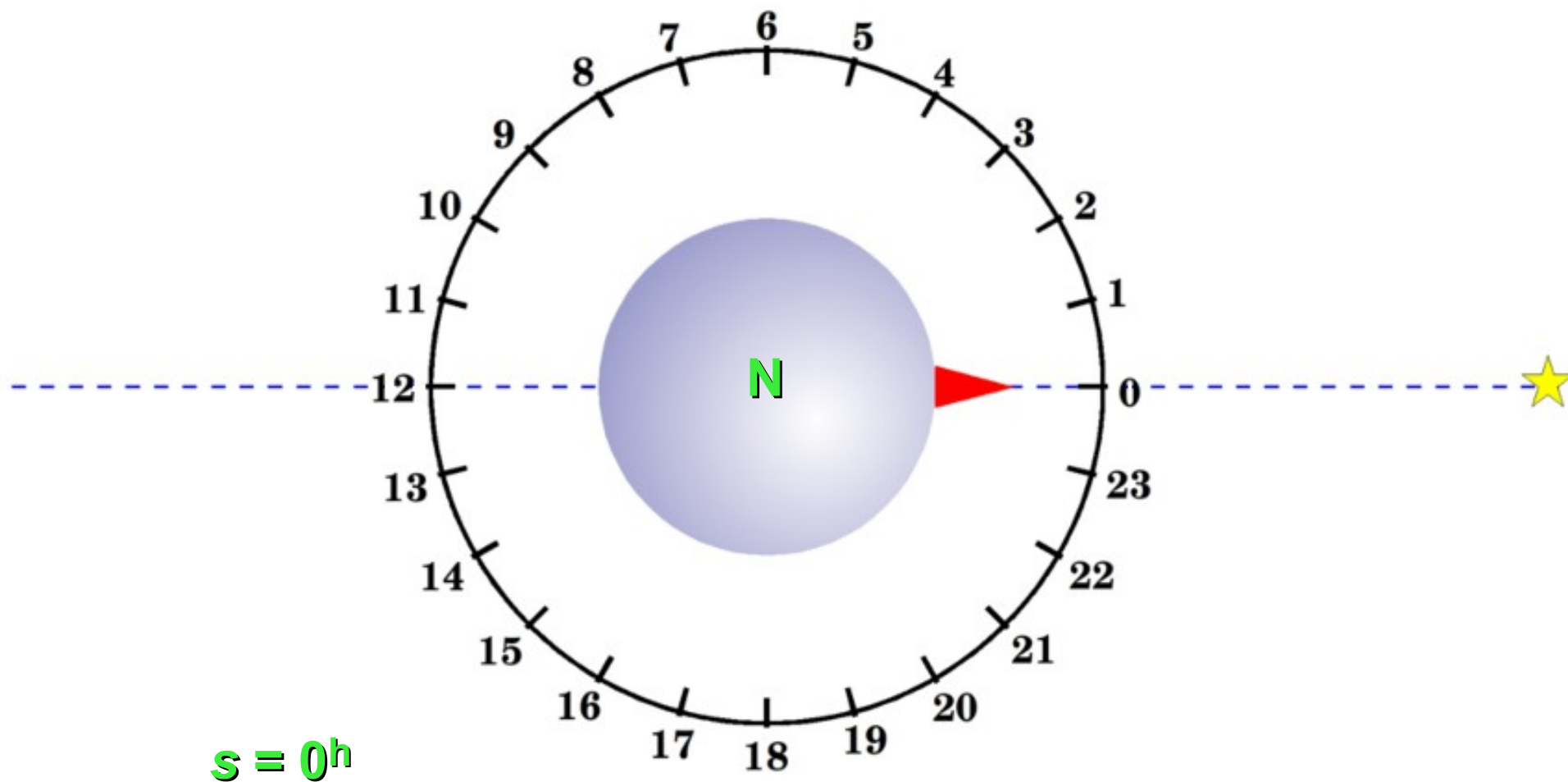




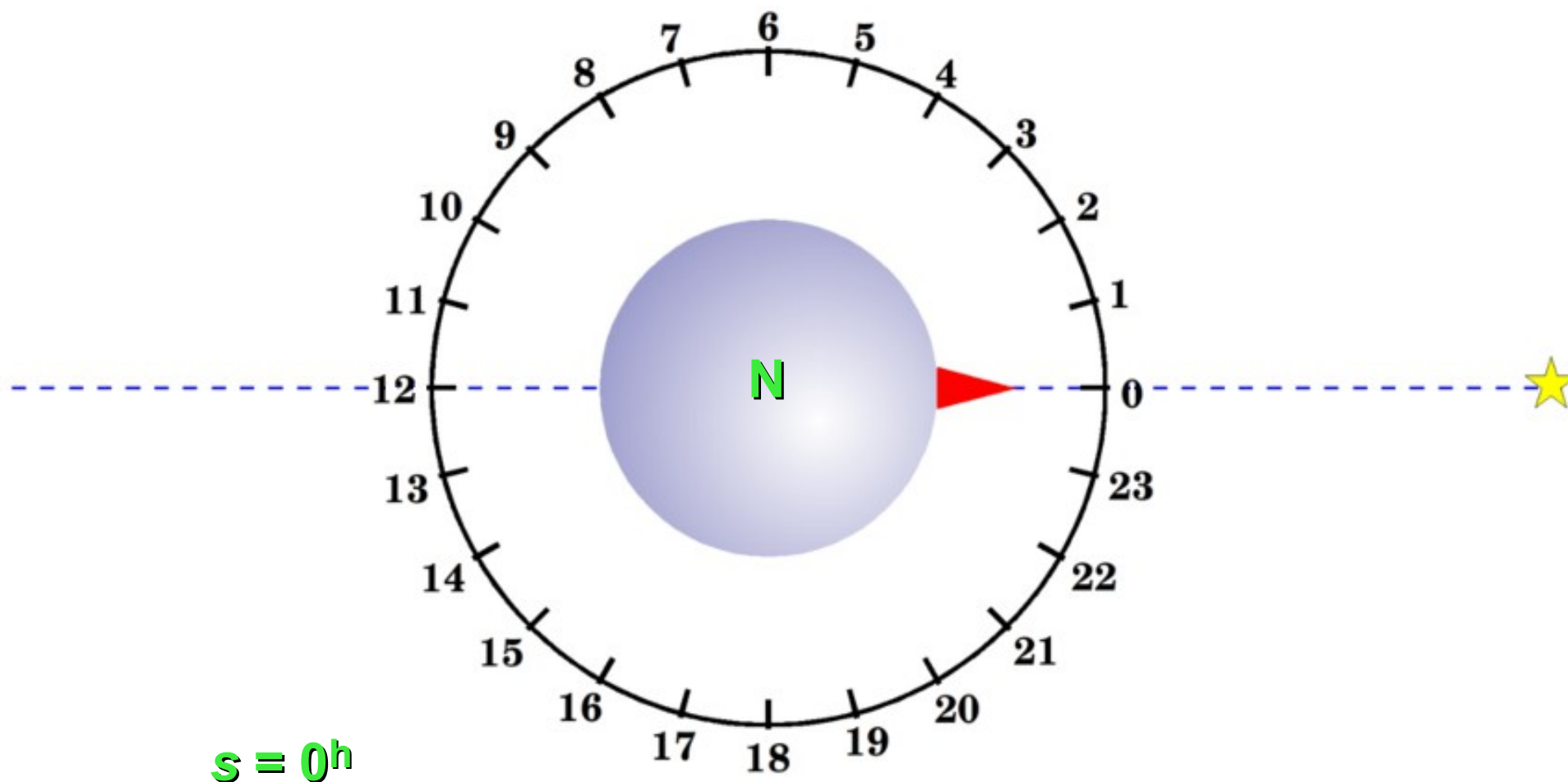








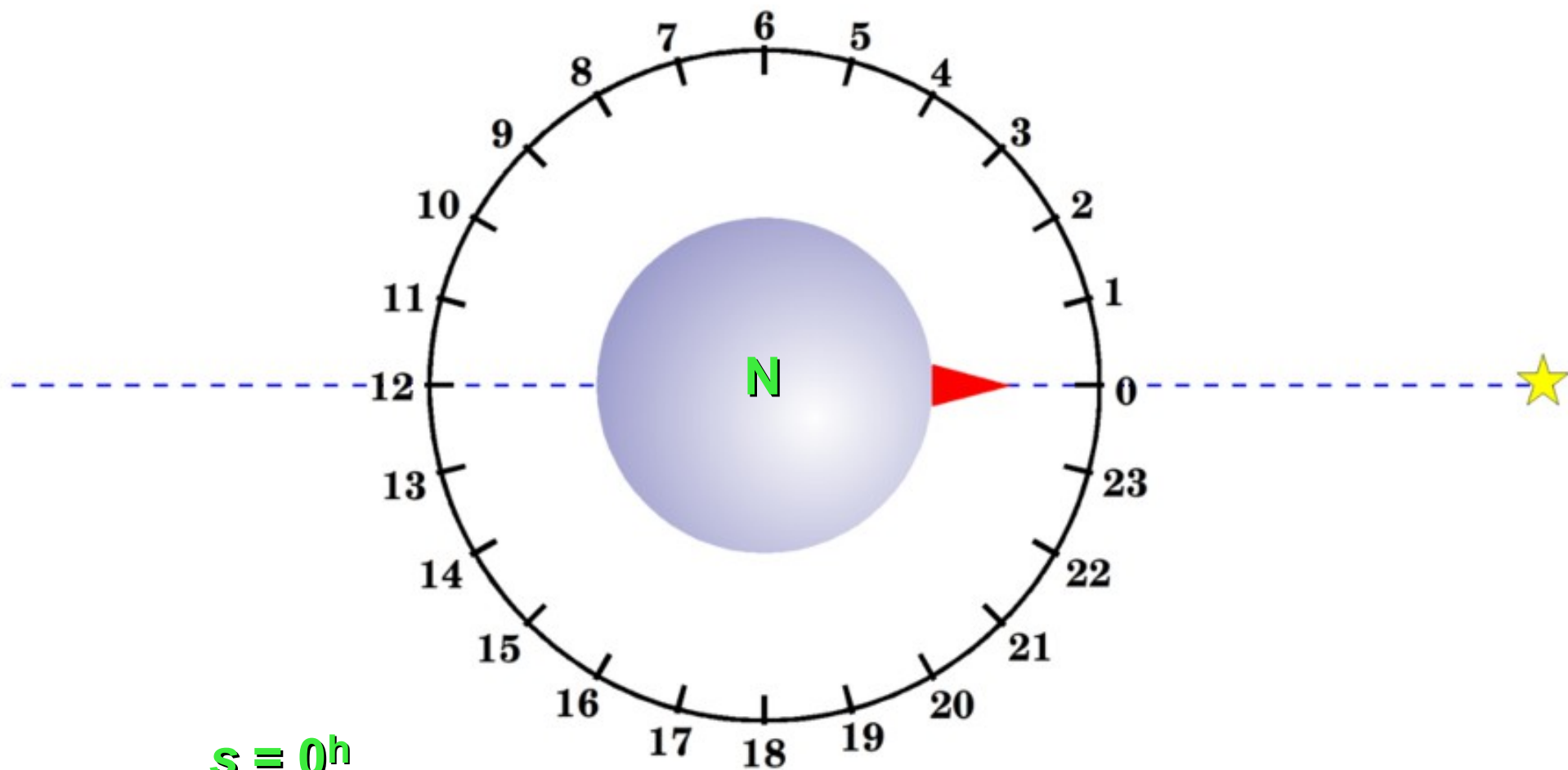
Czemu taka dziwna tarcza?

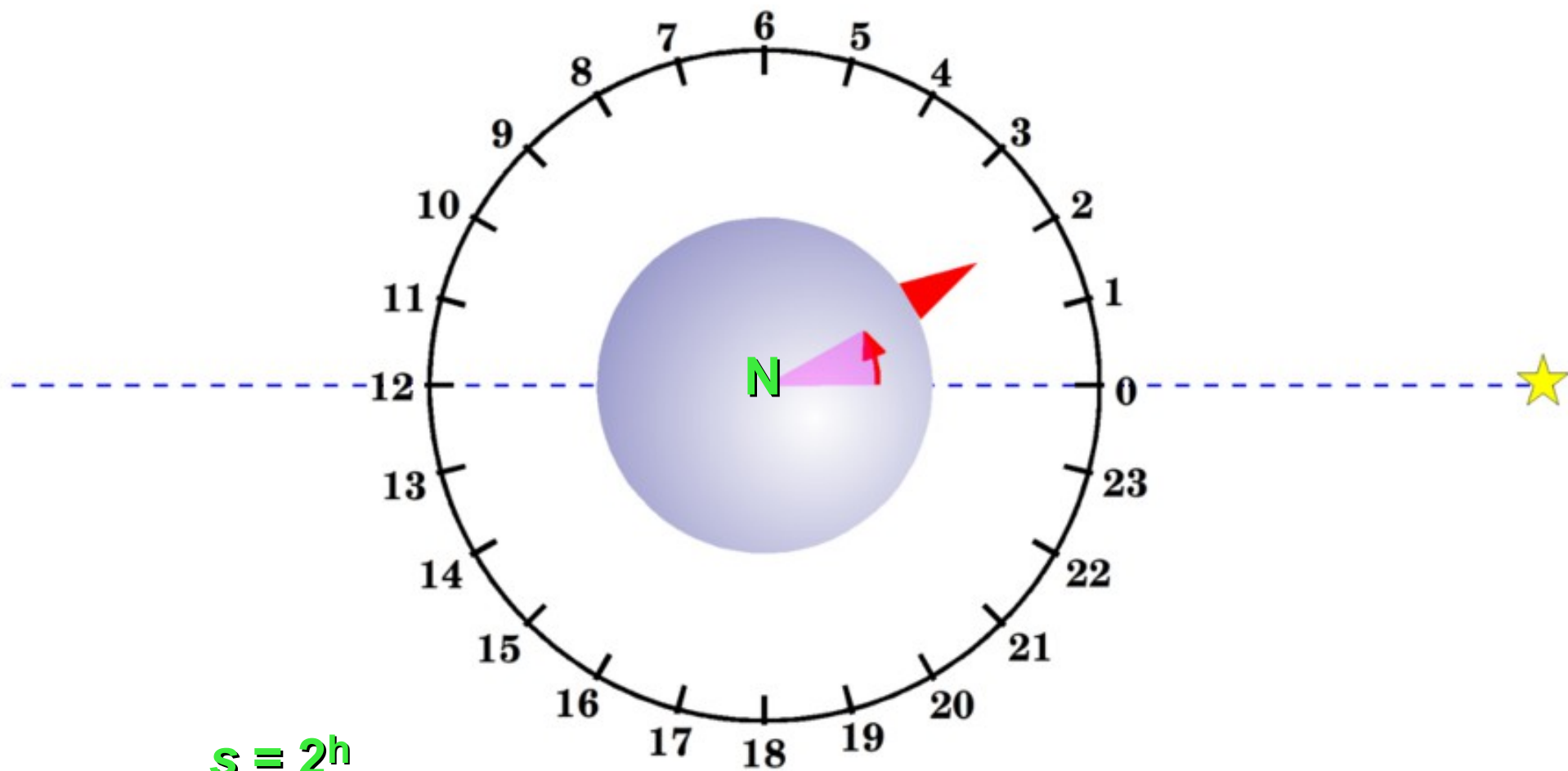


Czemu taka dziwna tarcza? Bo astronomowie mierzą kąty w godzinach...

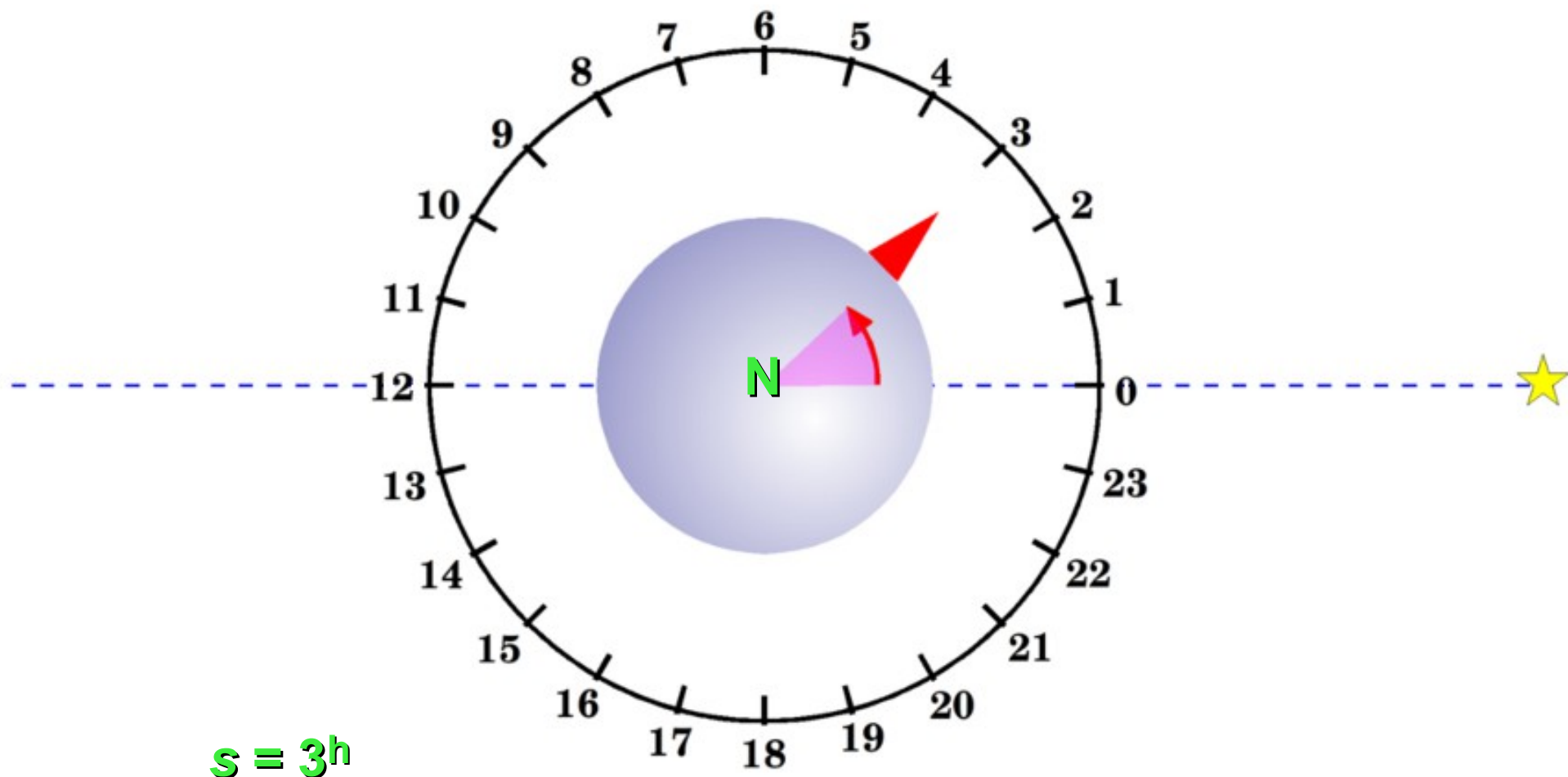
Miara czasowa kątów

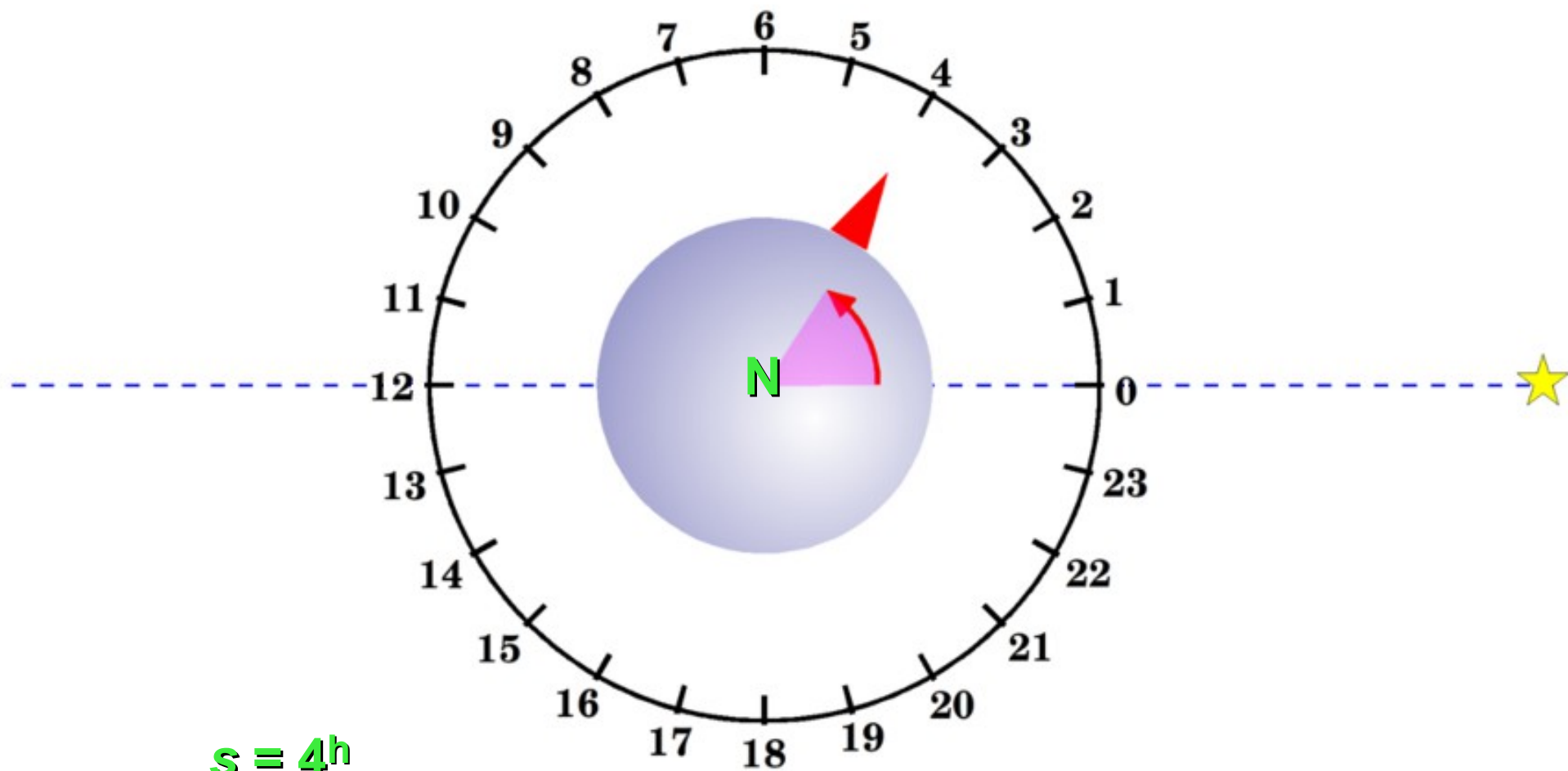
- $360^{\circ} = 24^h$
- $15^{\circ} = 1^h = 60^m$
- $1^{\circ} = 4^m$
- $60' = 4^m$
- $15' = 1^m = 60^s$
- $1' = 4^s$
- $60'' = 4^s$
- $15'' = 1^s$

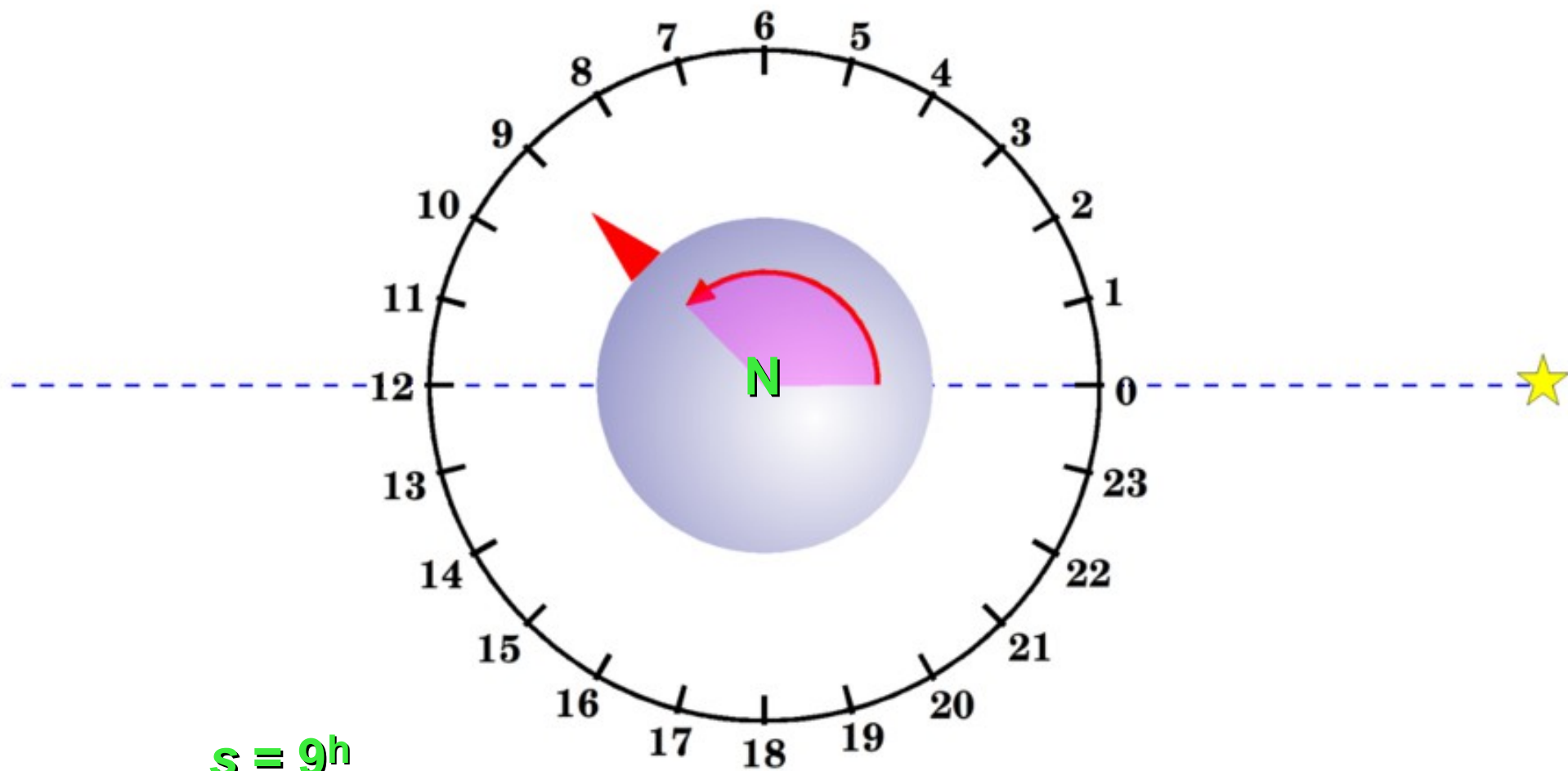




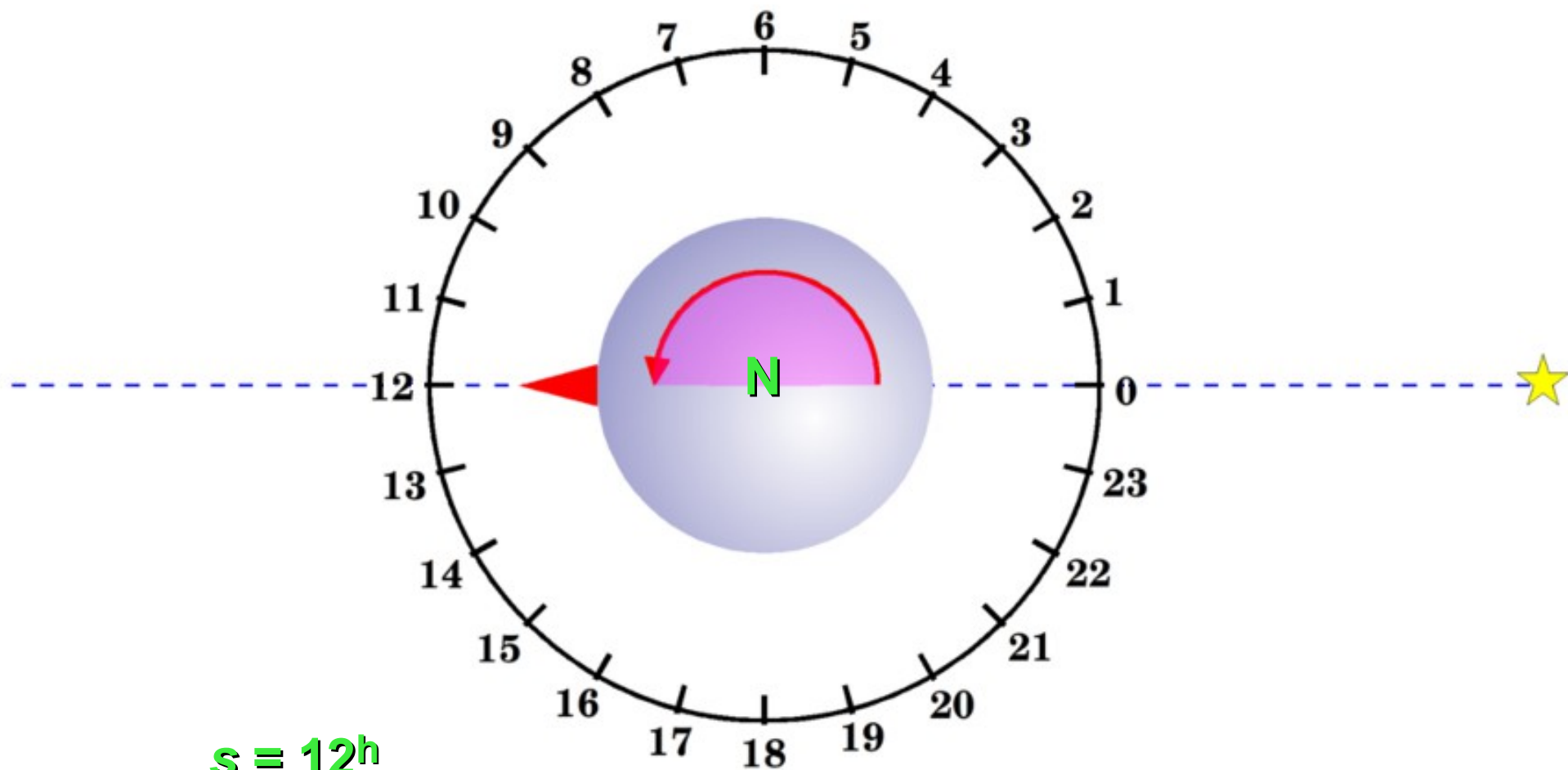
$$s = 2h$$



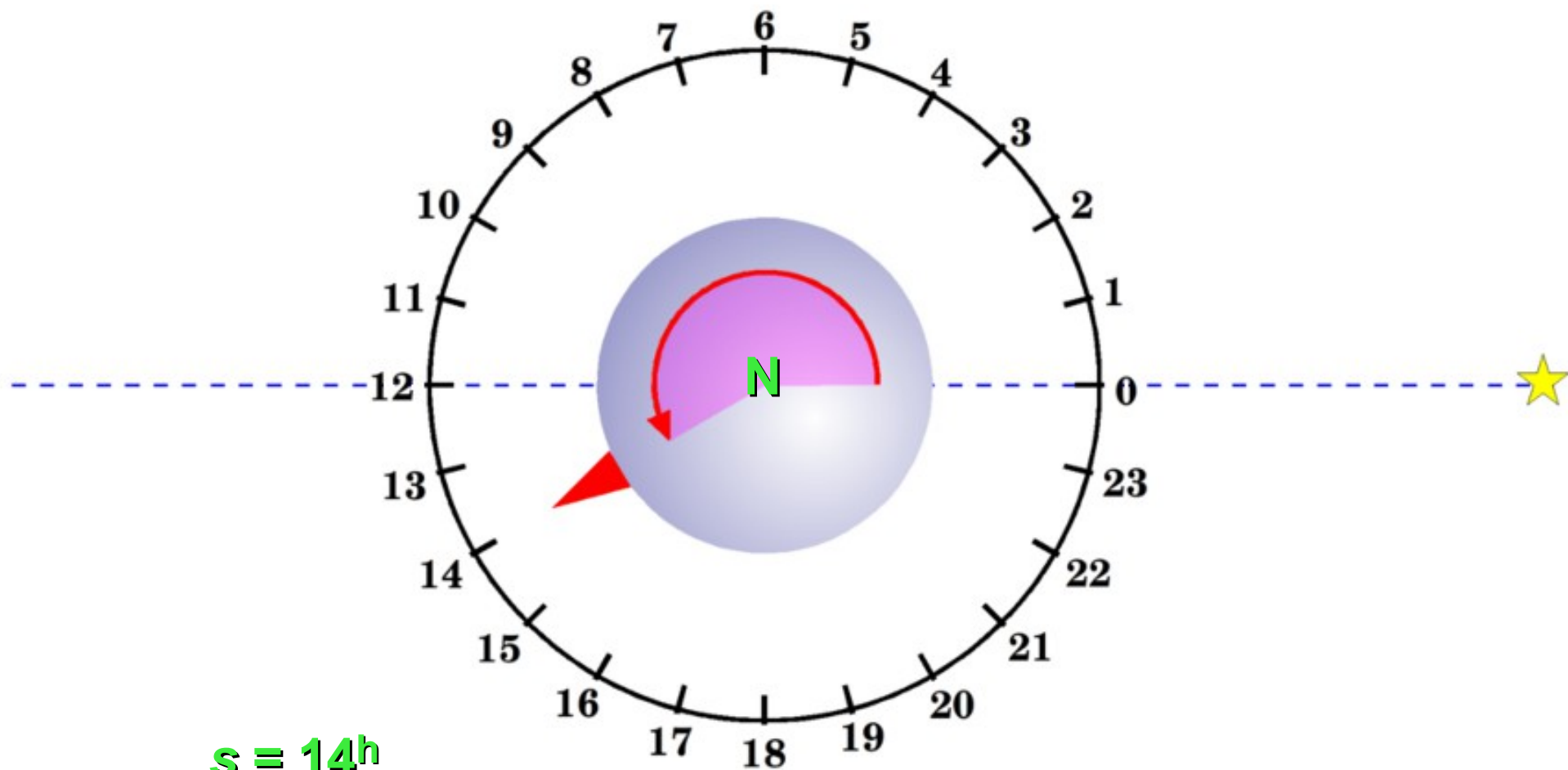


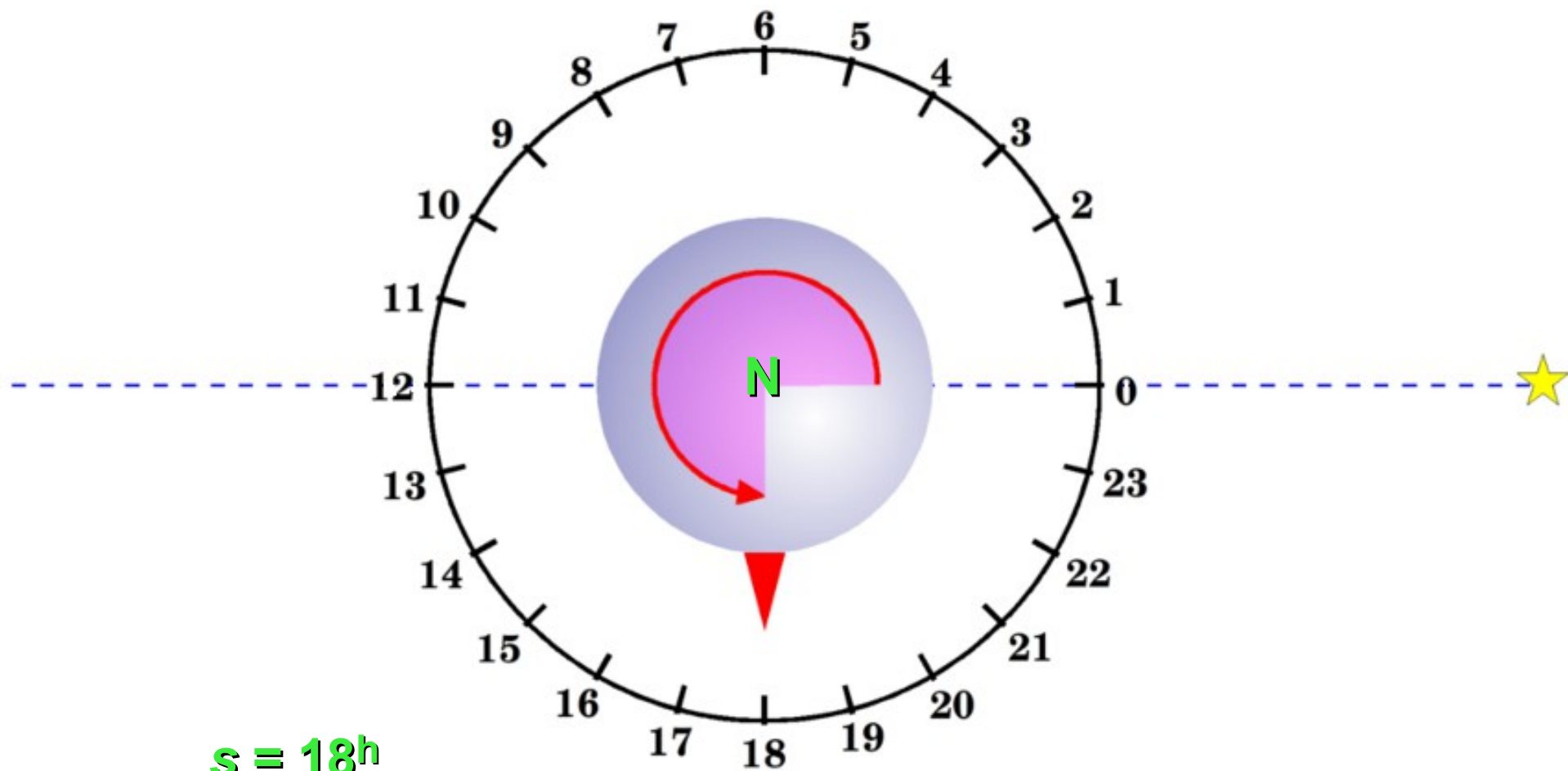


$$s = gh$$

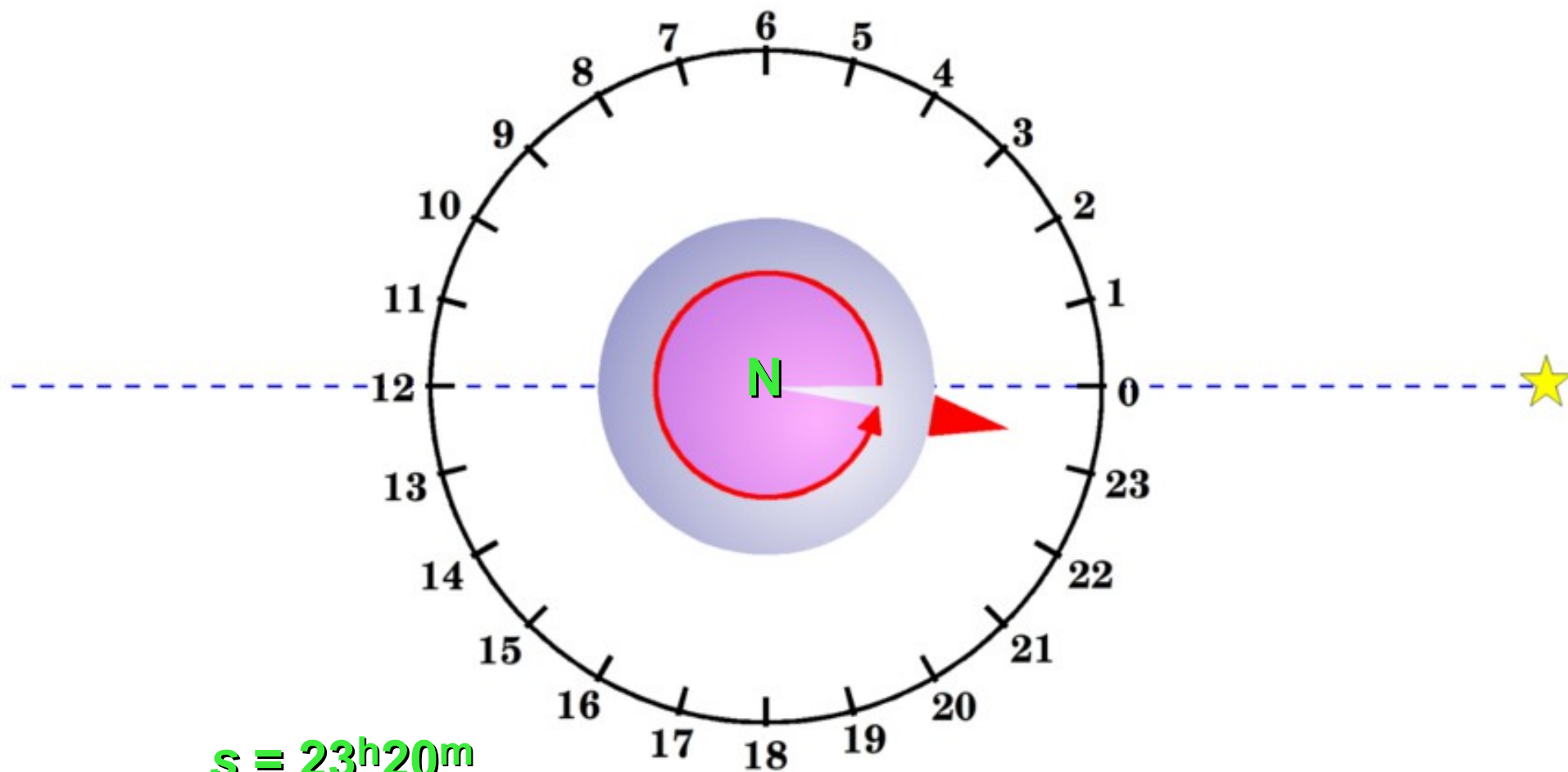


$$s = 12^h$$

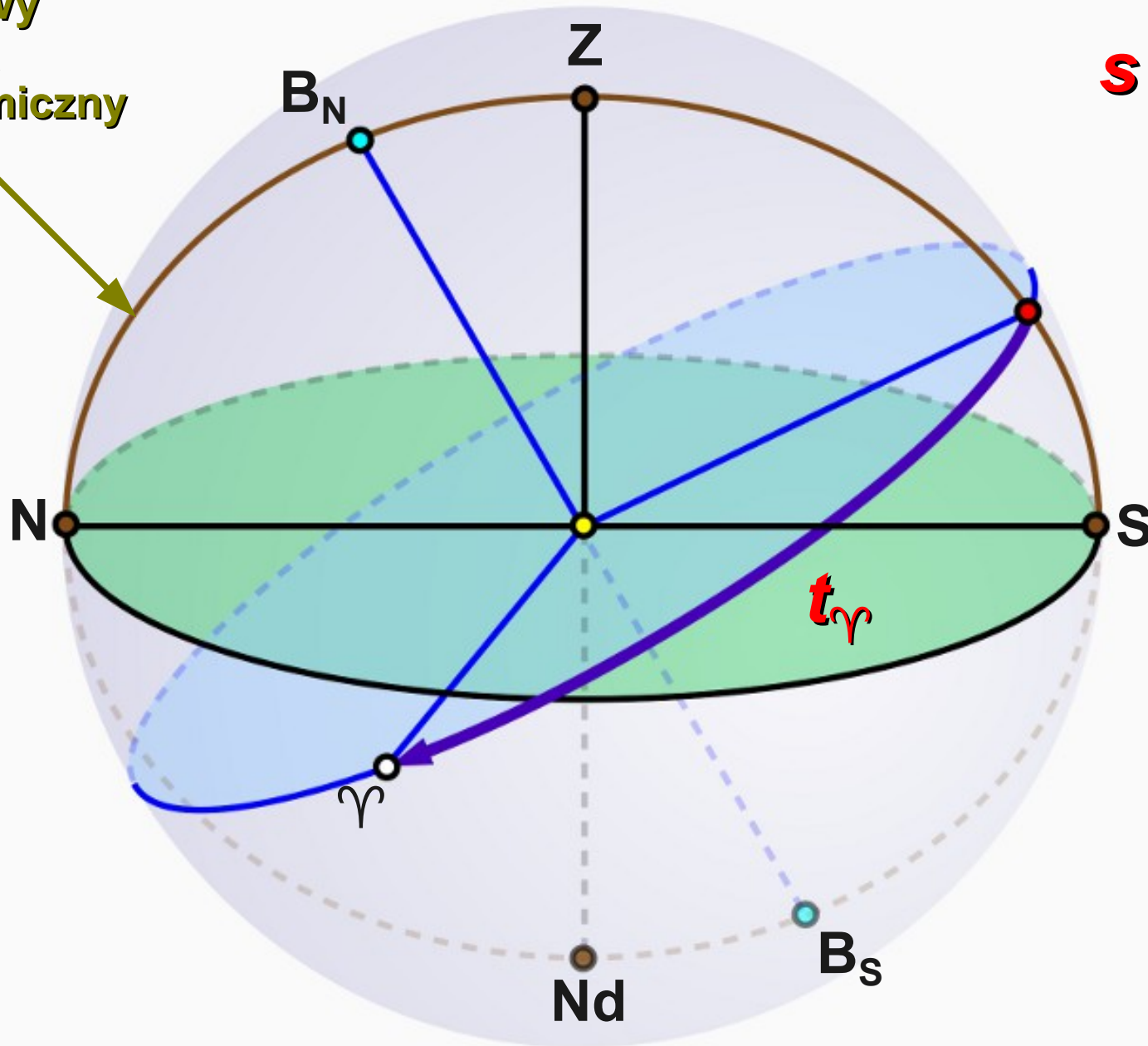




$$s = 18^h$$

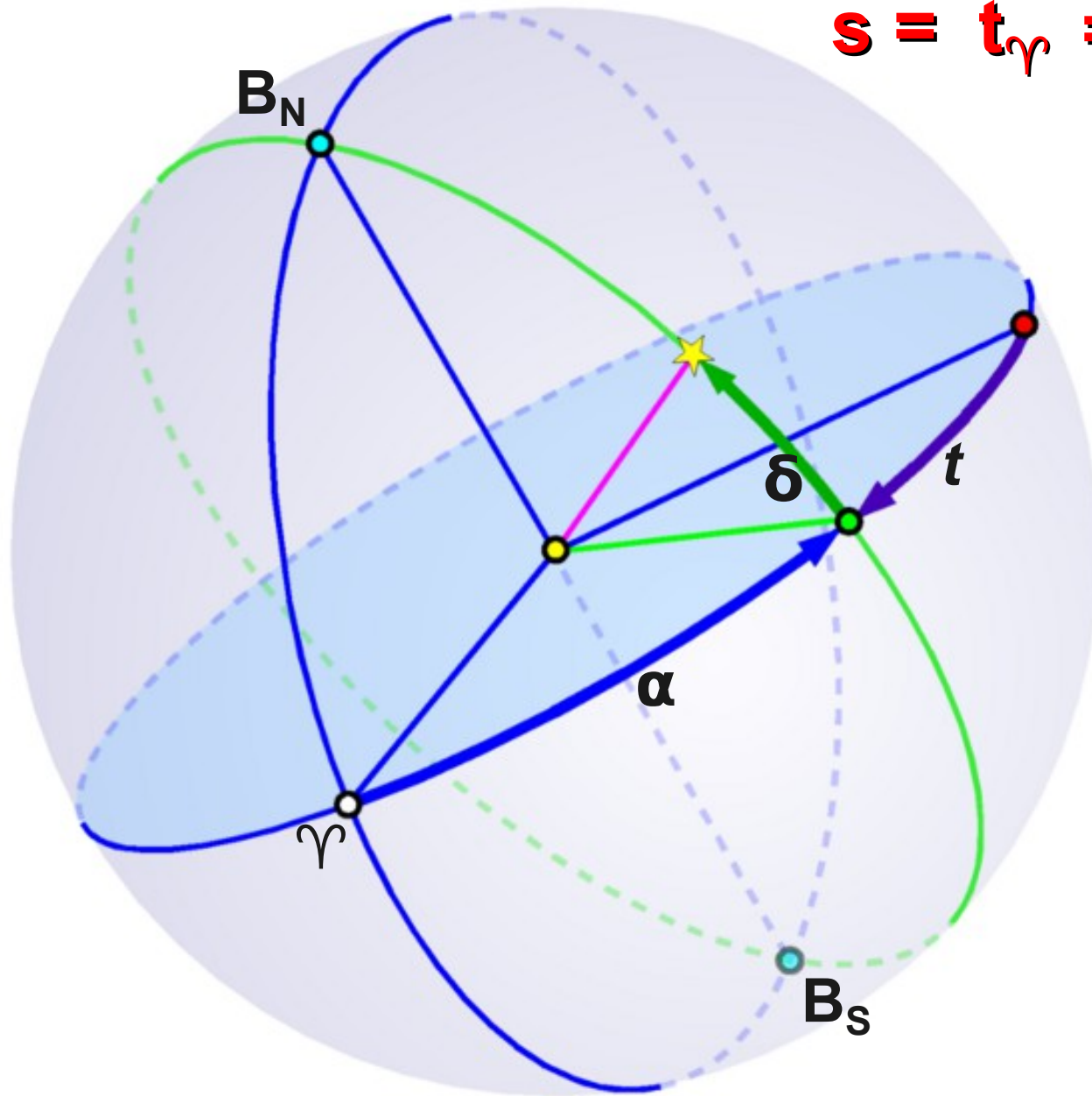


miejscowy
południk
astronomiczny



Definicja: czas gwiazdowy to kąt godzinny punktu Barana

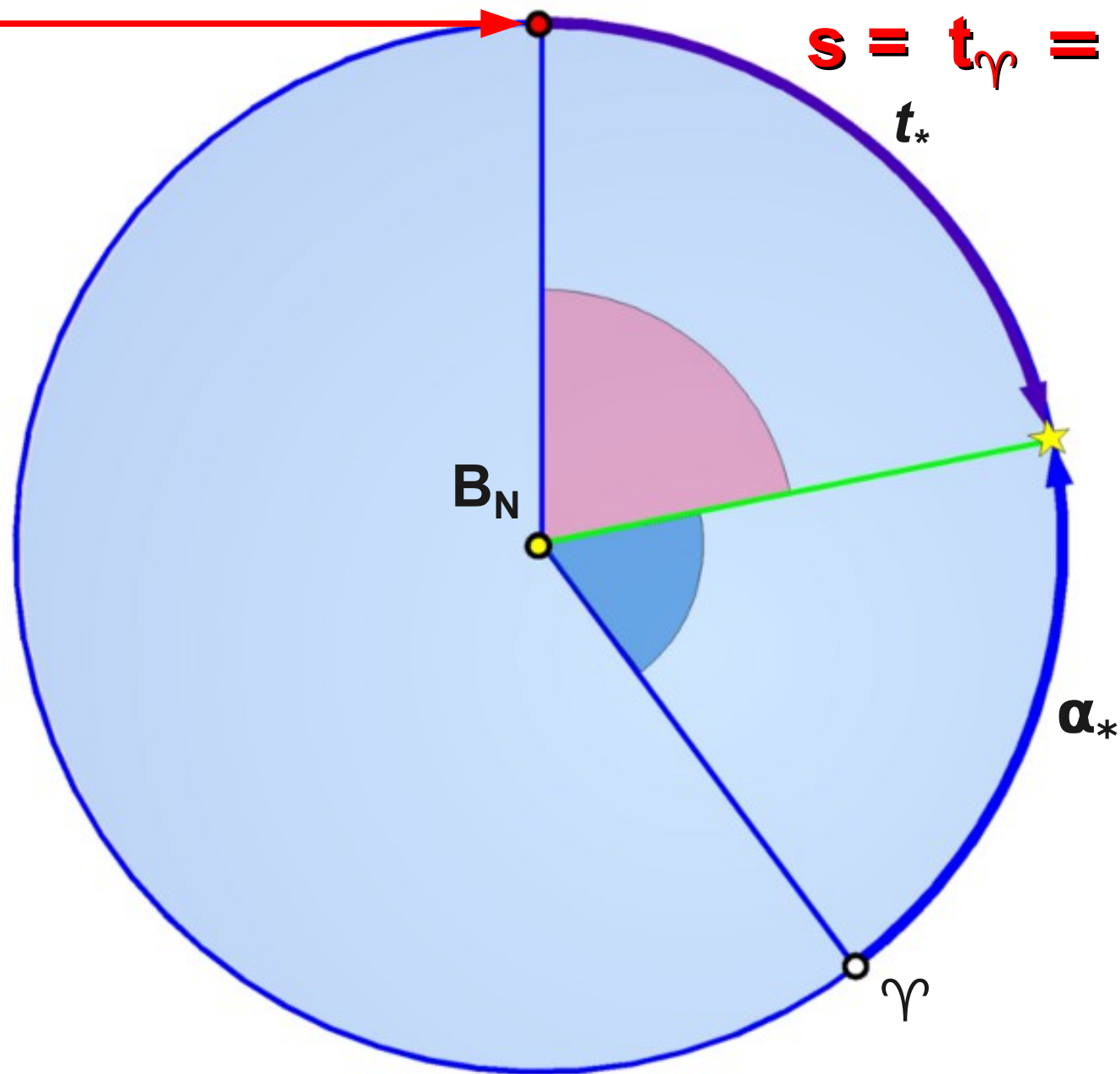
$$\mathbf{s} = \mathbf{t}_\gamma = \mathbf{t}_* + \boldsymbol{\alpha}_*$$



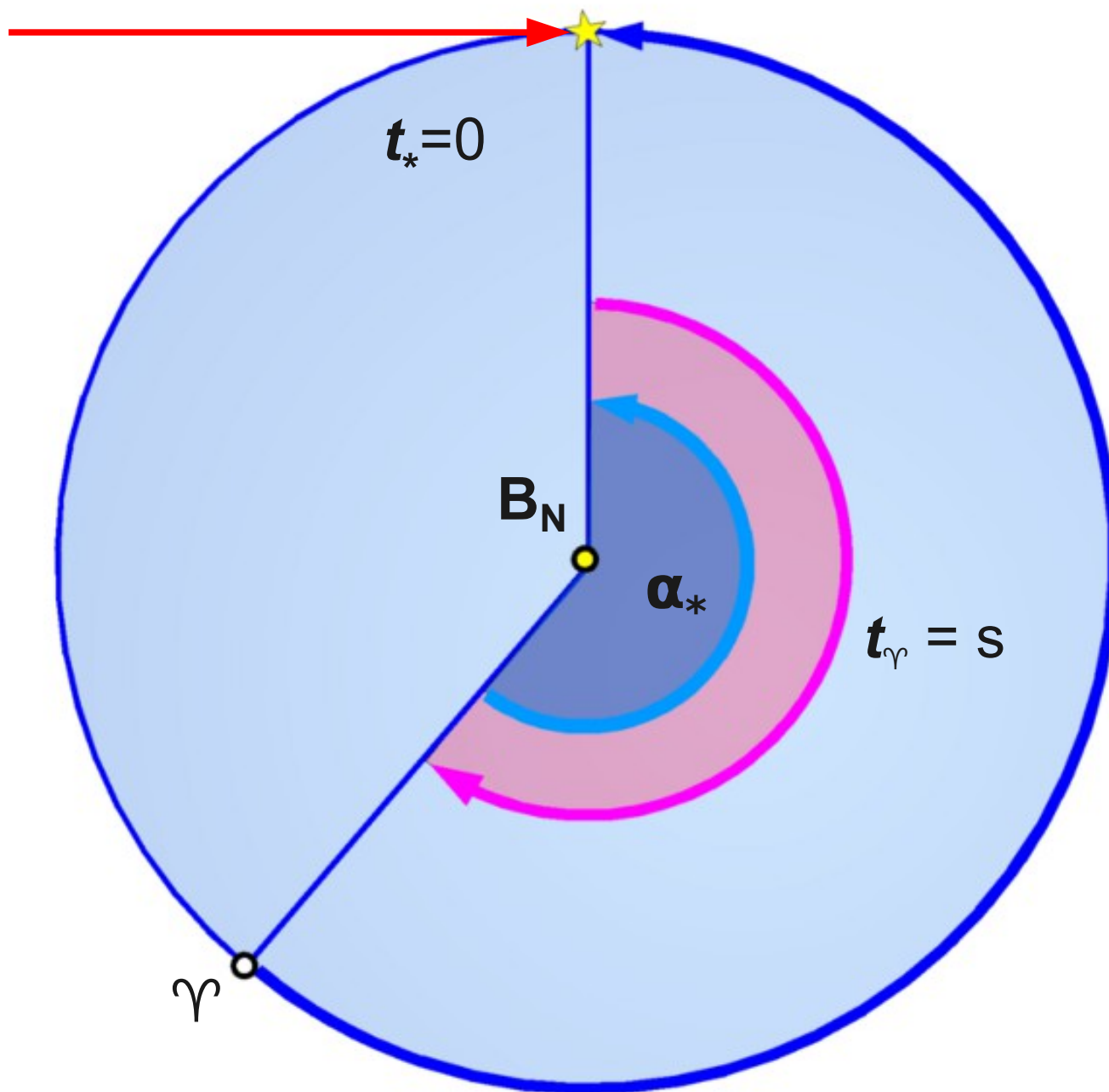
punkt
górowania
na równiku



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



punkt
górowania
na równiku



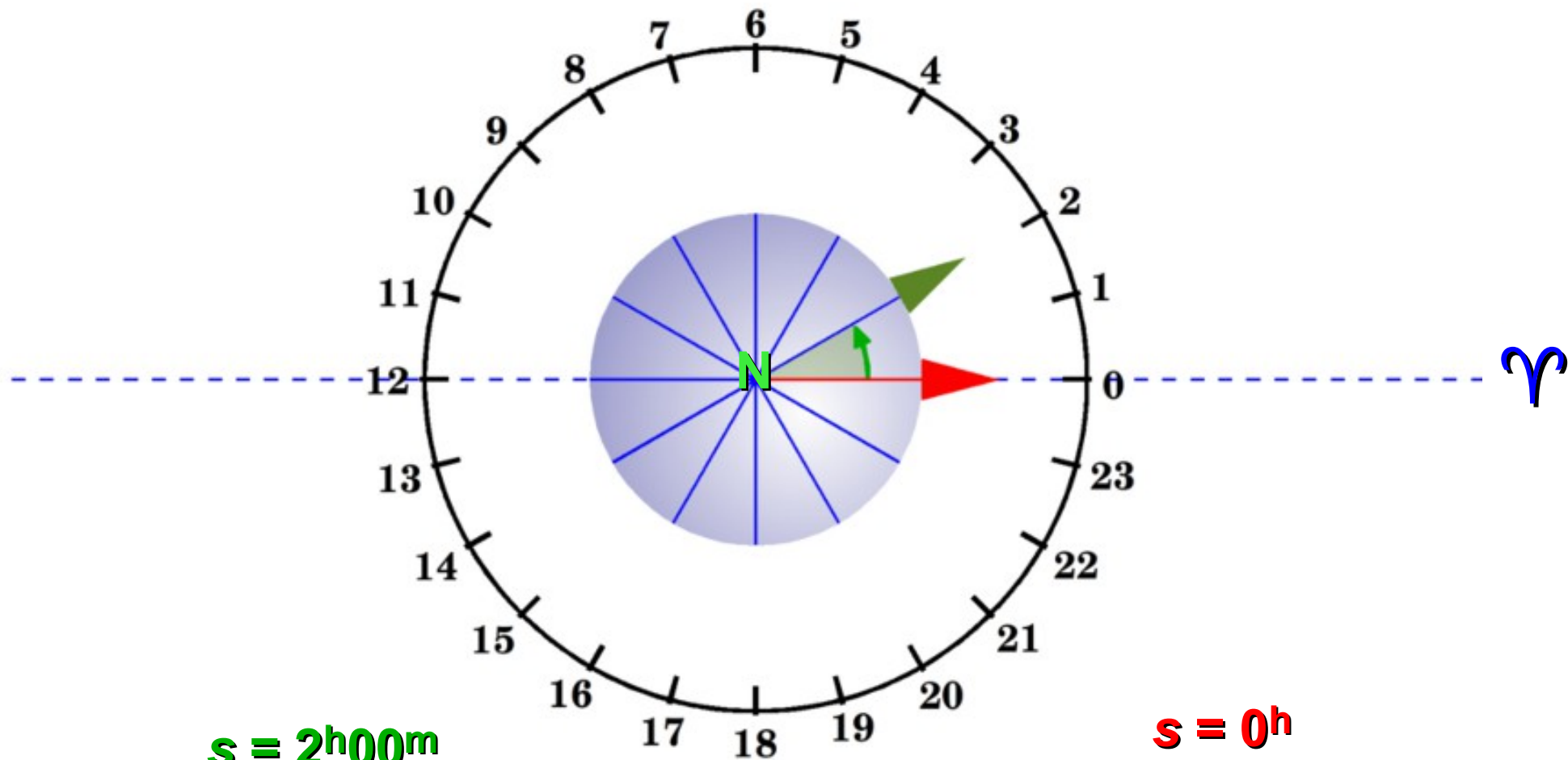
Czas gwiazdowy (t_γ) jest zawsze równy rektascensji gwiazd górujących!

Czas gwiazdowy jest czasem miejscowym

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

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

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

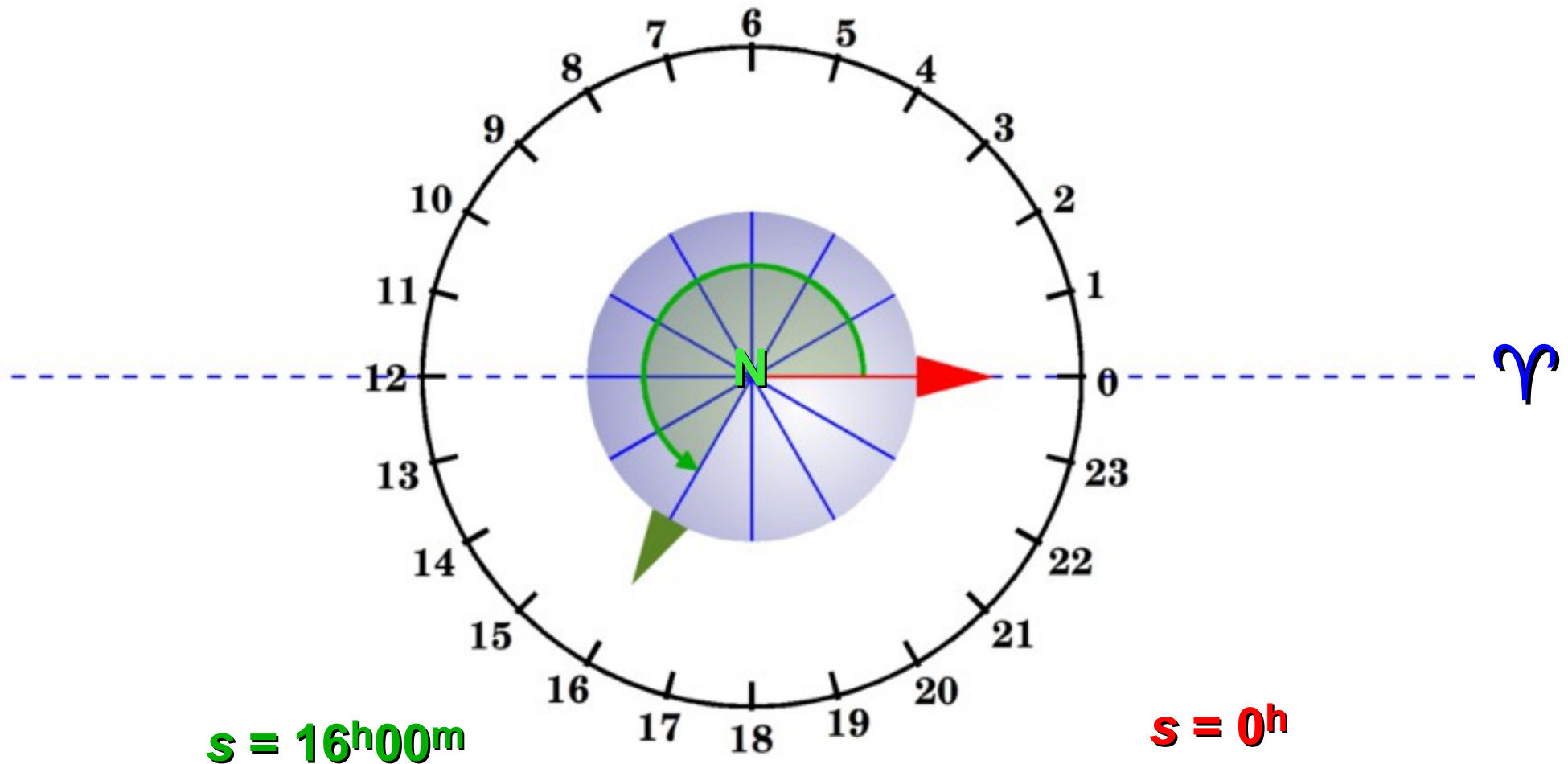


$$s = 2^h 00^m$$

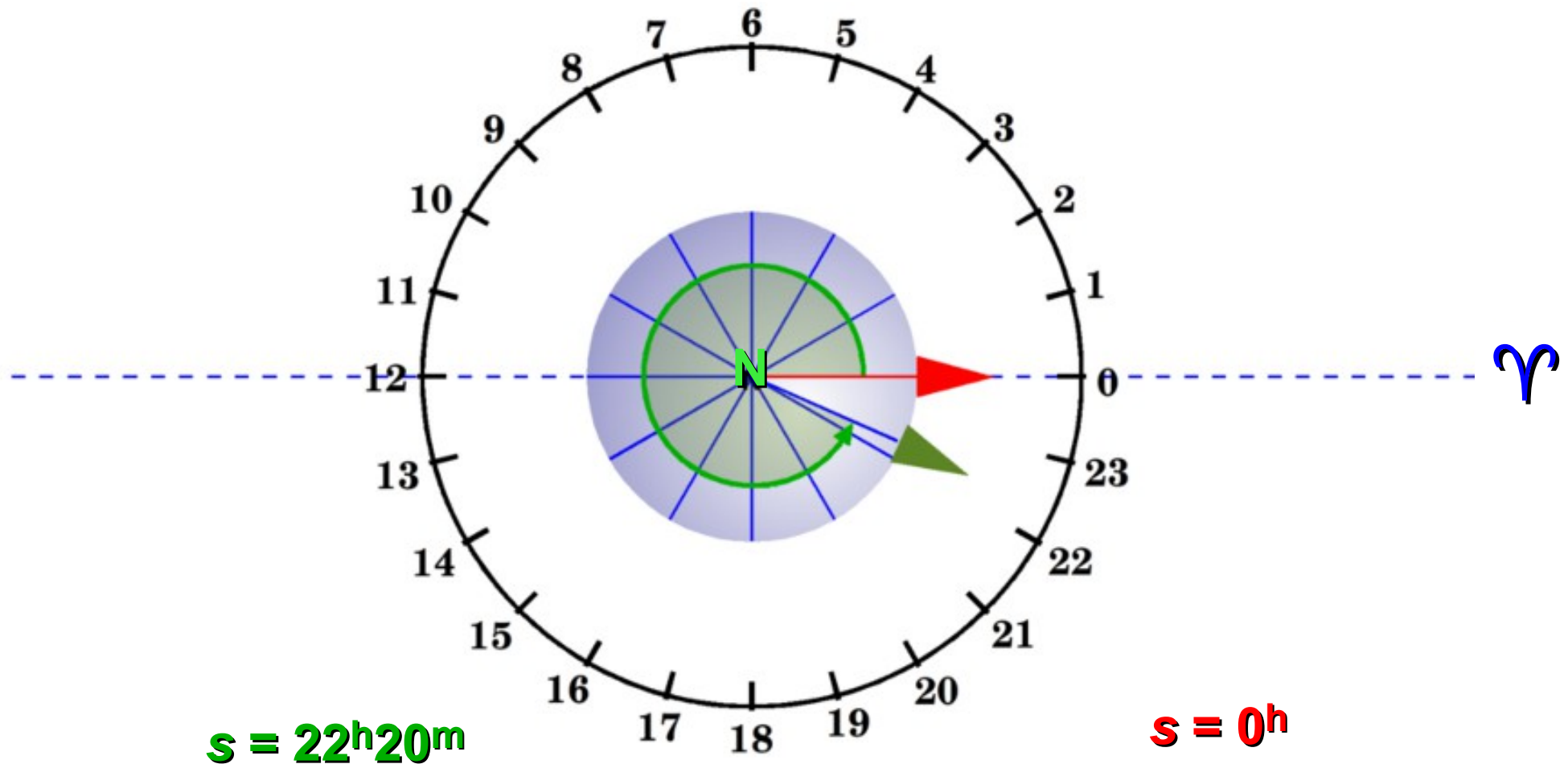
$$s = 0^h$$

(czas gwiazdowy
na południku 0)

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



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



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

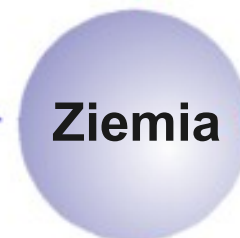
W szczególności może to być obserwacja górowania gwiazdy – wtedy jej kąt godziny wynosi zero a czas gwiazdowy jest równy jej rektascensji.

Czas słoneczny prawdziwy



Słońce

orbita Ziemi



Ziemia

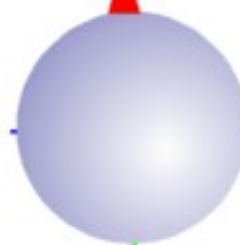


Definicja: czas słoneczny prawdziwy to kąt godzinny środka tarczy Słońca powiększony o 12^h .

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

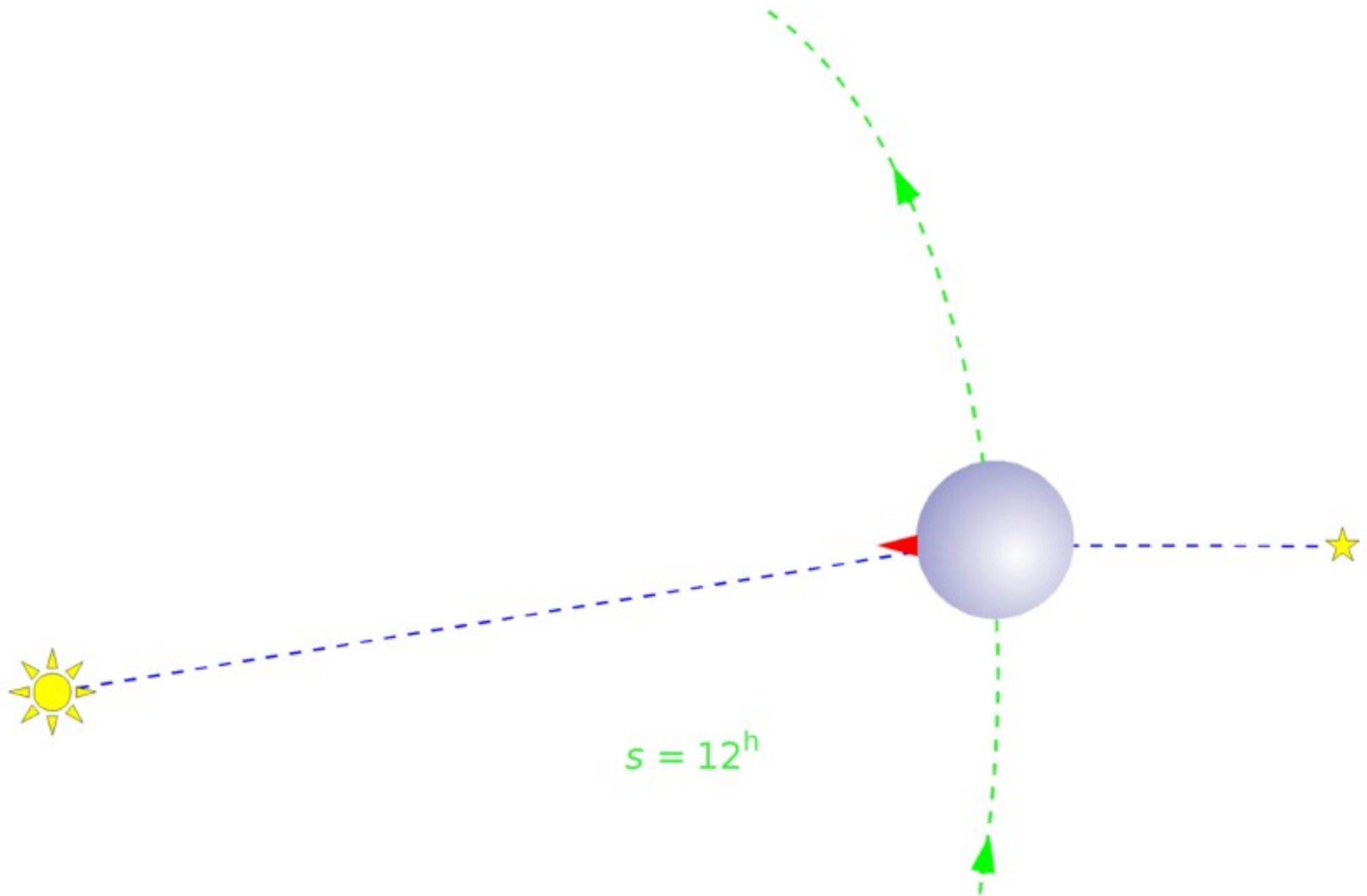


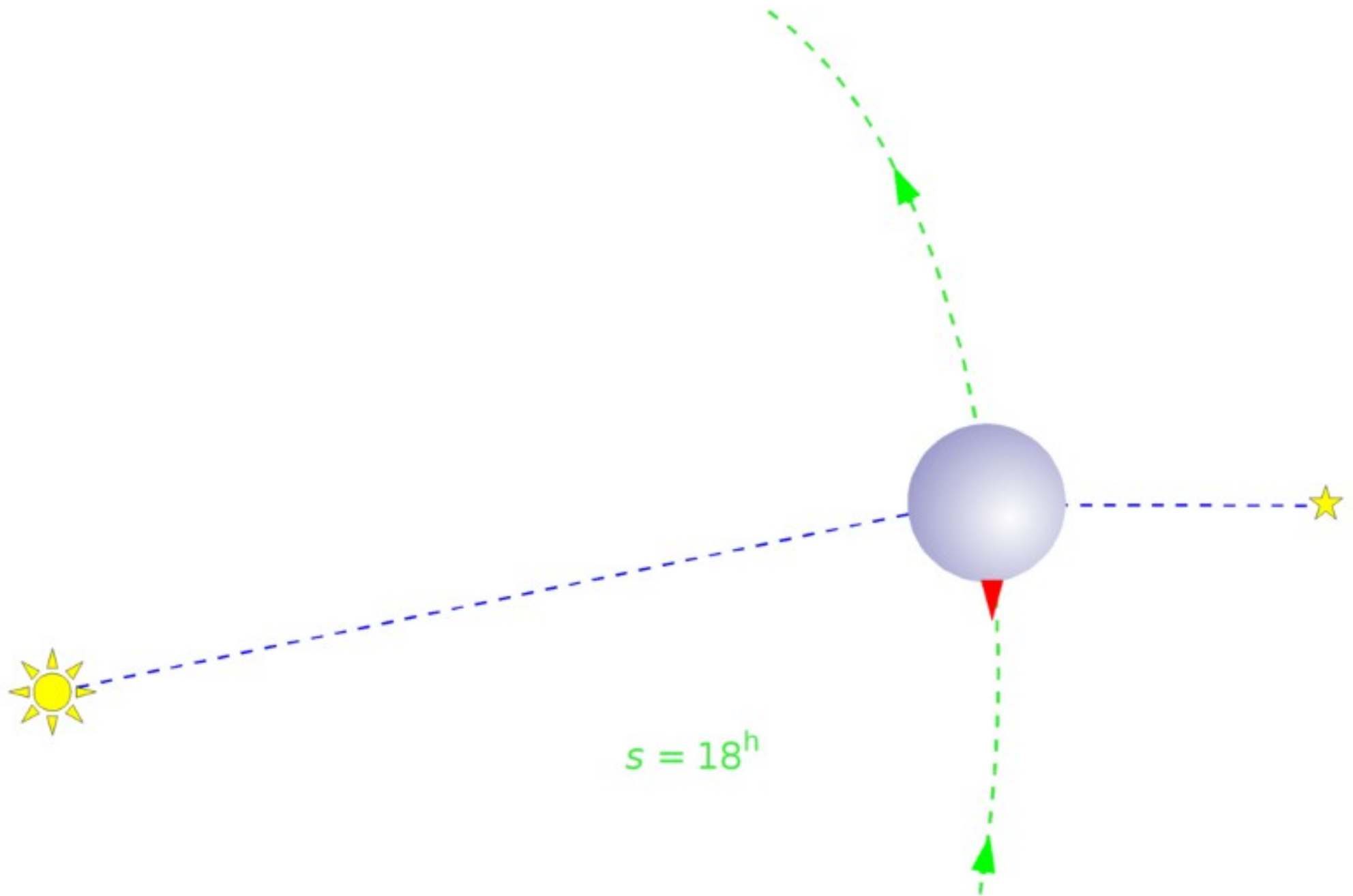


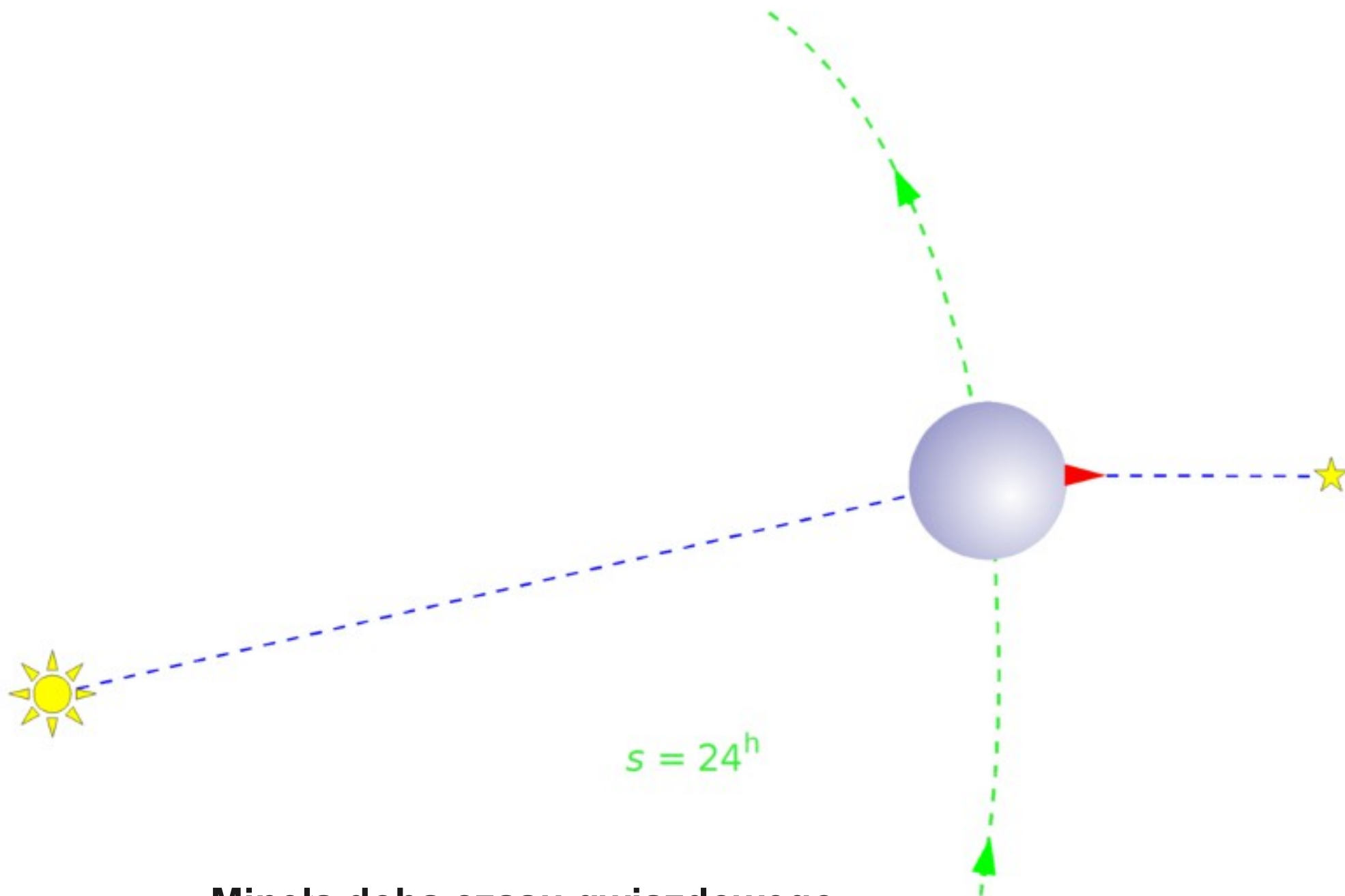


$s = 6^h$

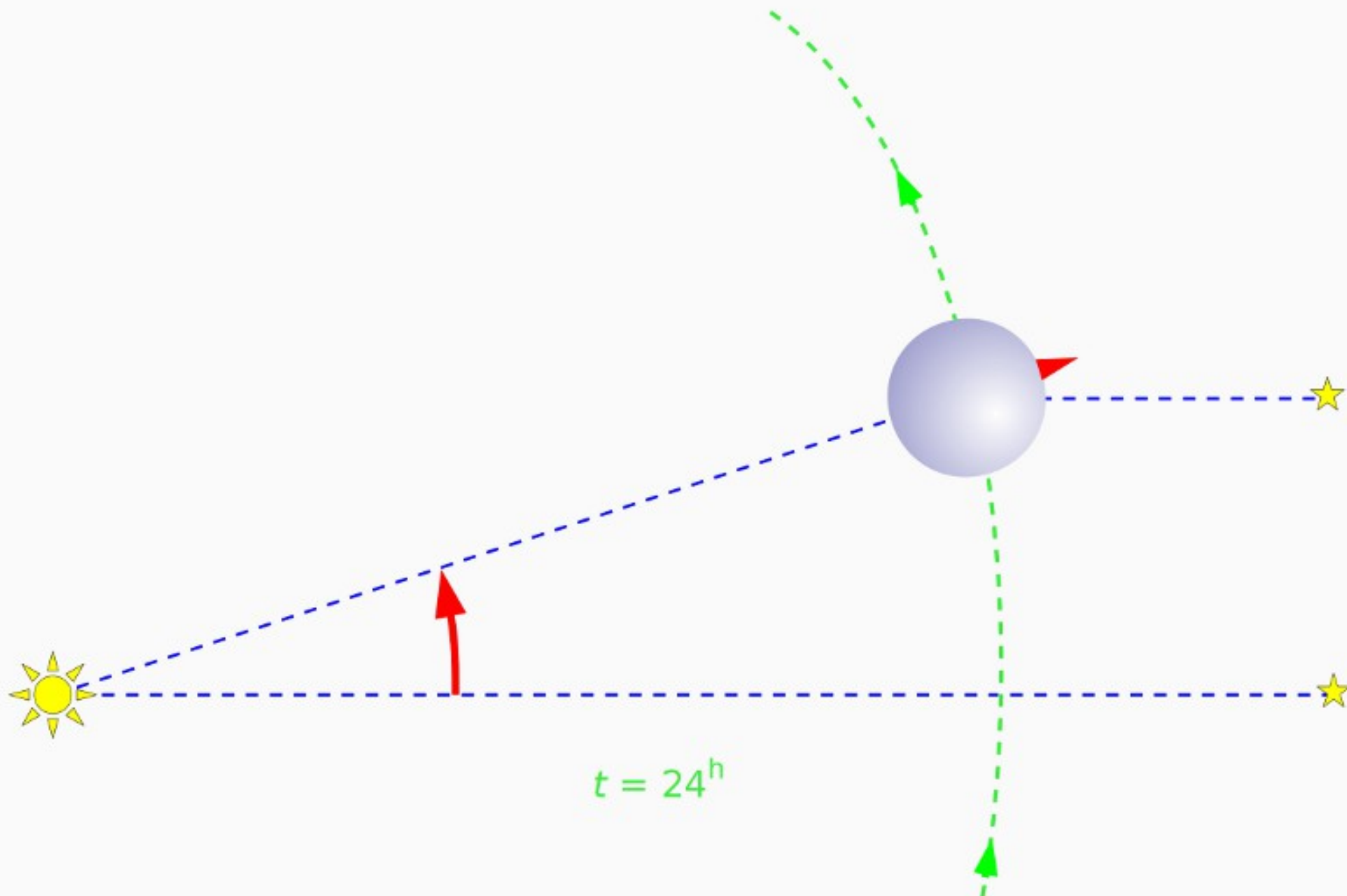






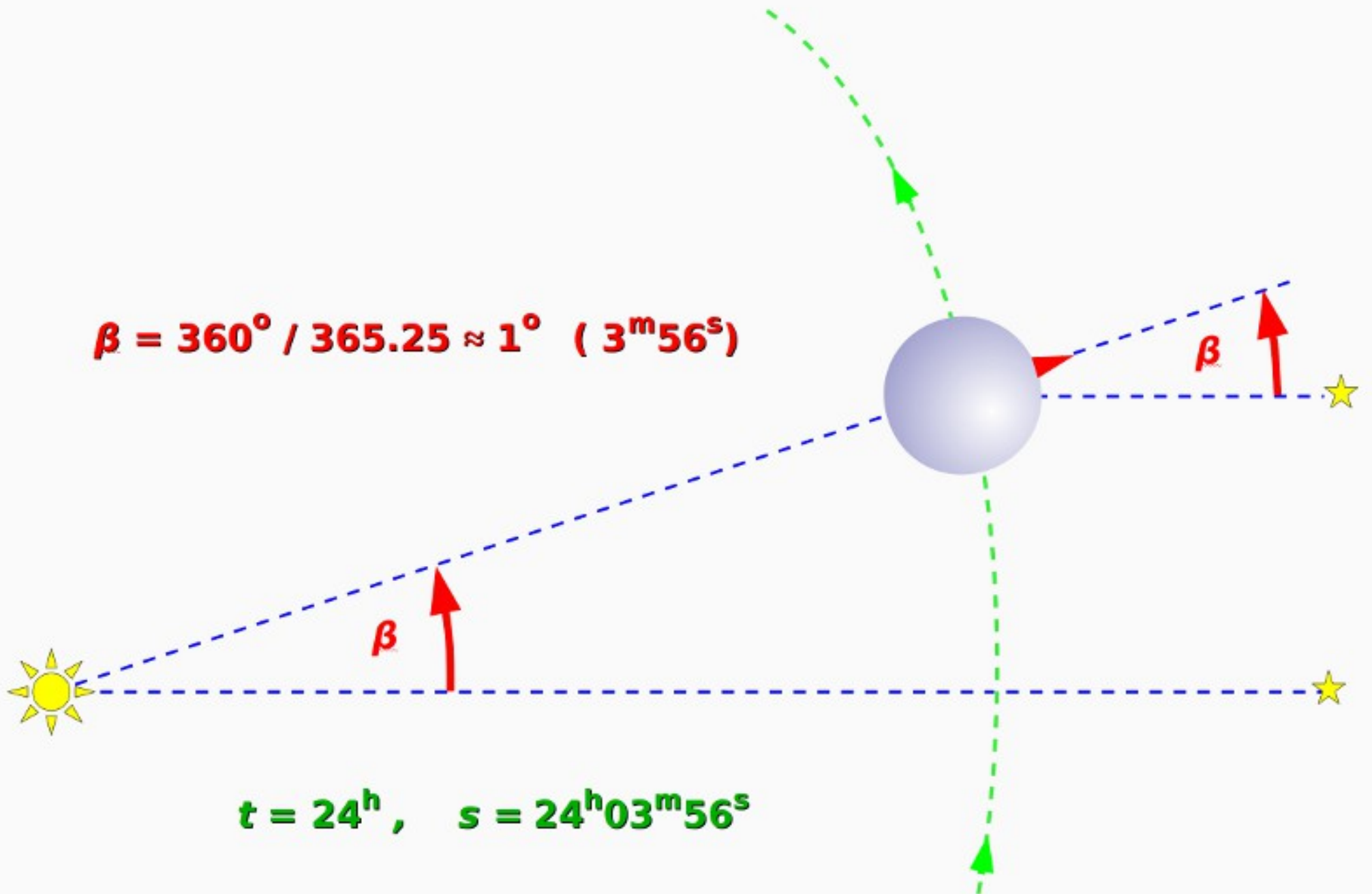


Minęła doba czasu gwiazdowego...



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

$$\beta = 360^\circ / 365.25 \approx 1^\circ \quad (3^m 56^s)$$

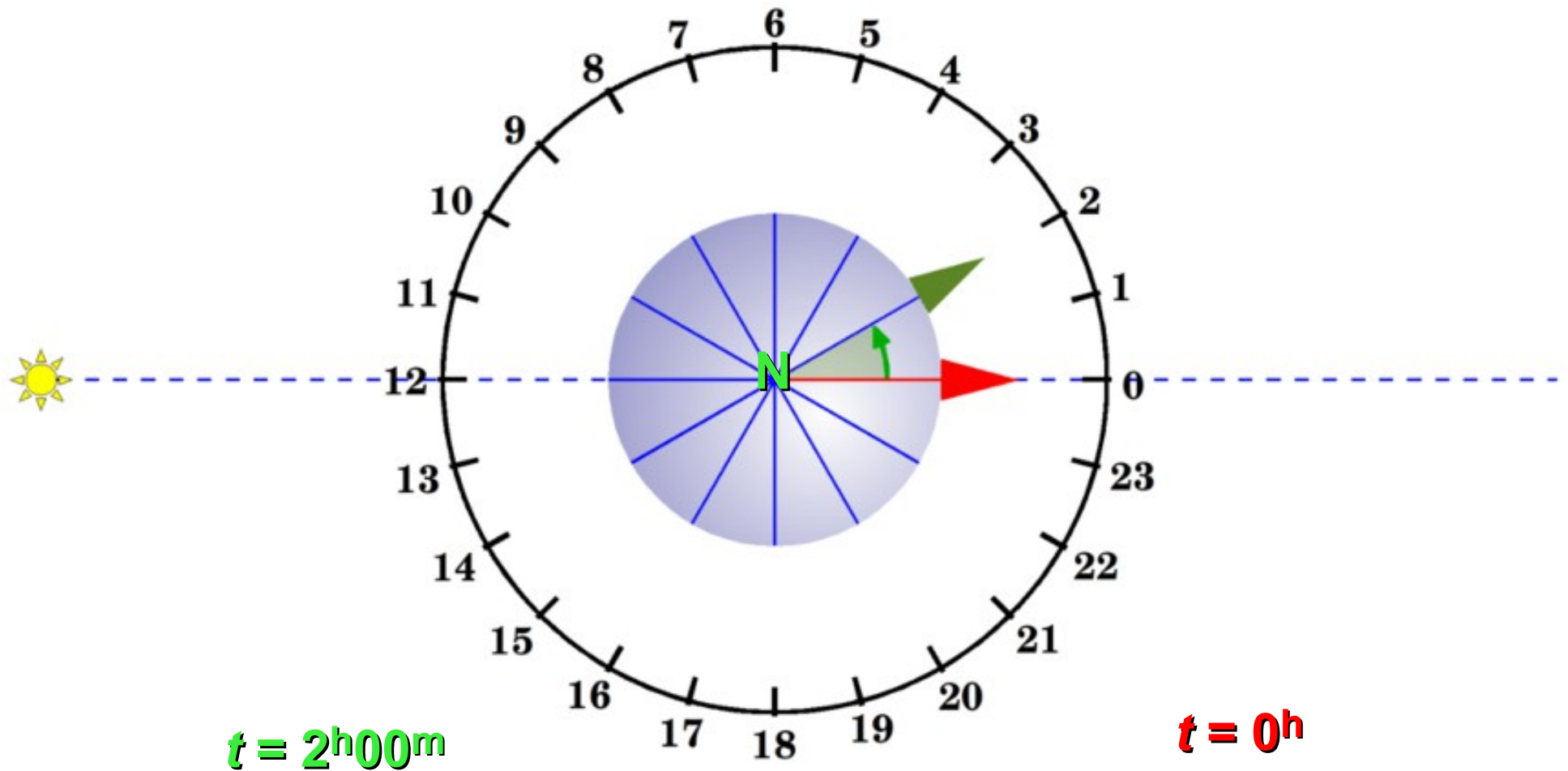


$$t = 24^h, \quad s = 24^h 03^m 56^s$$

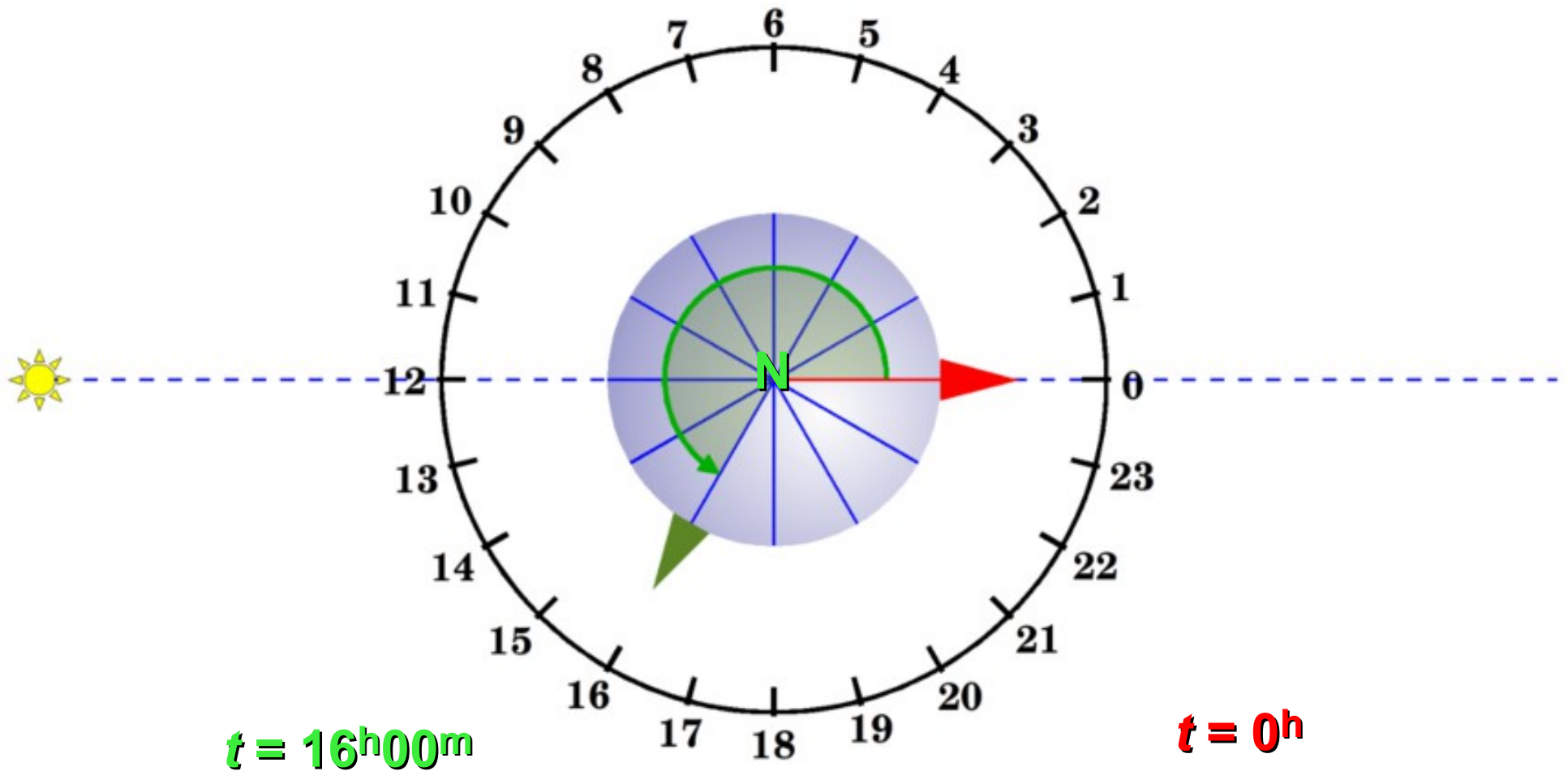
**Czas słoneczny prawdziwy
też jest czasem miejscowym.**

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

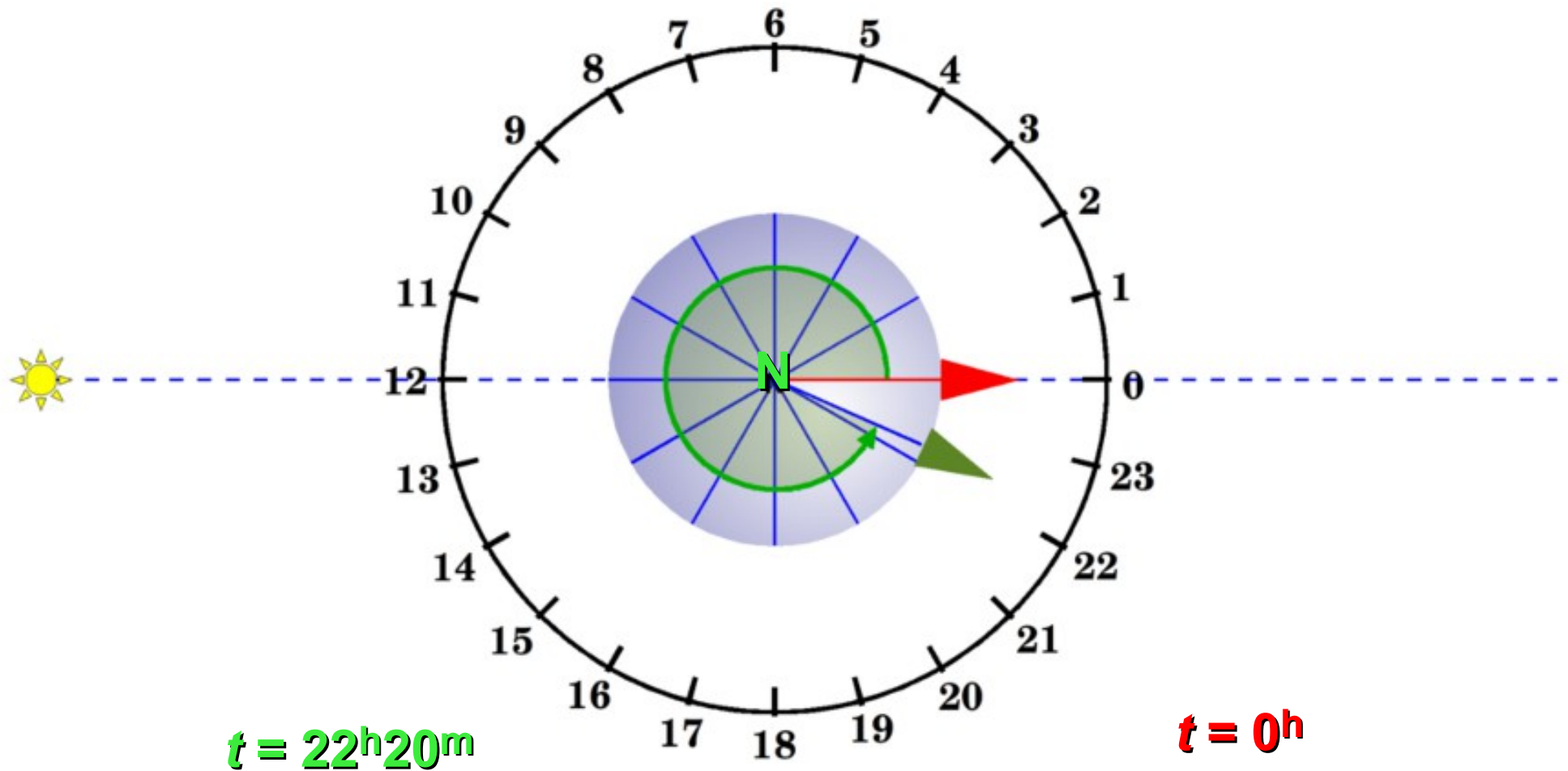
$$\lambda_E = 30^\circ = 2^h$$



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



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



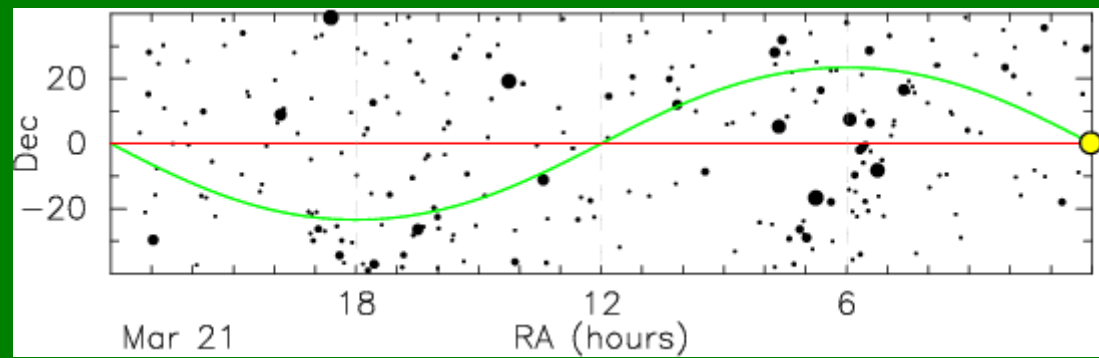
Czas słoneczny prawdziwy



też umiemy mierzyć...

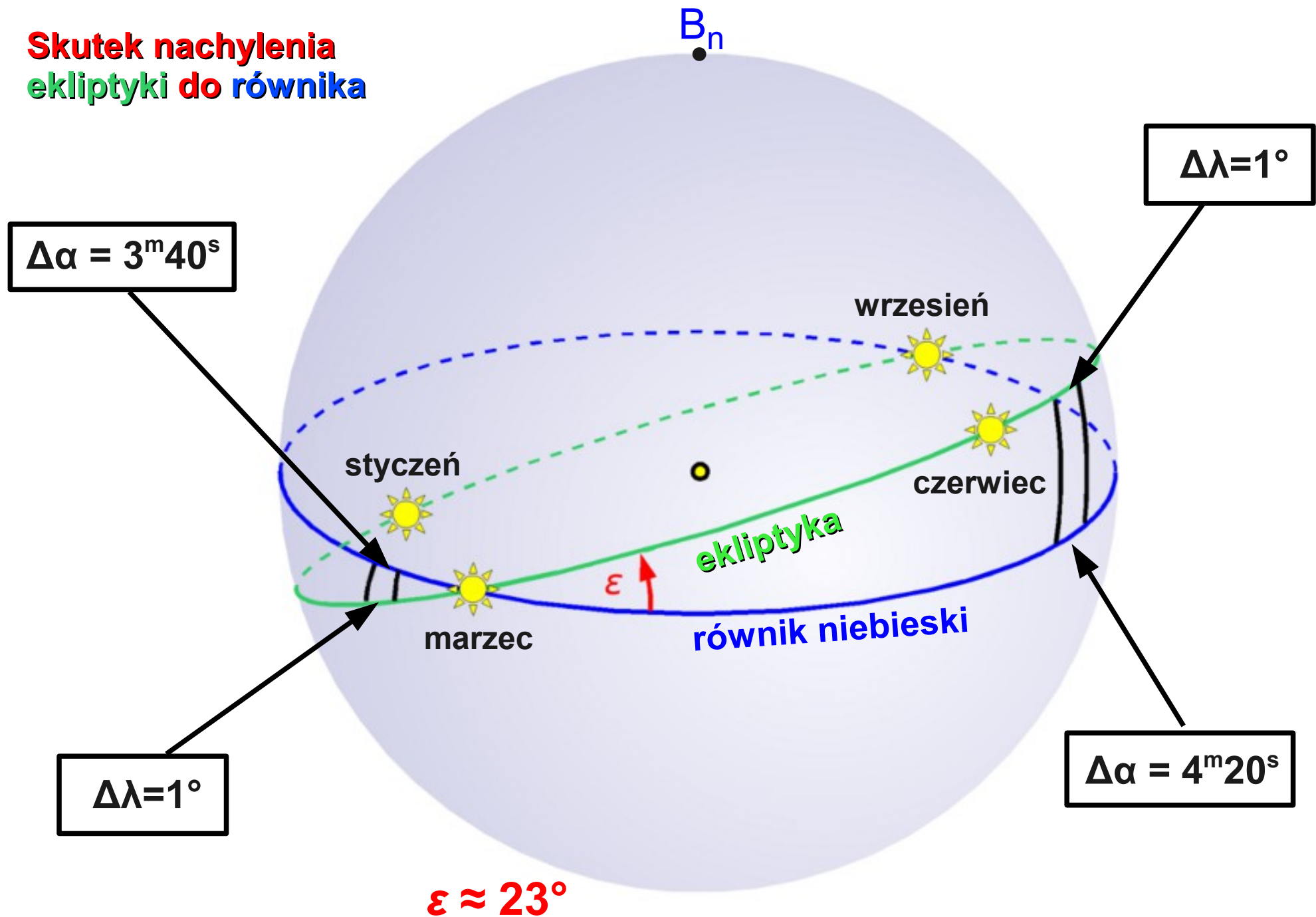
**Na skutek ruchu orbitalnego Ziemi
Słońce zmienia swoją pozycję na tle
gwiazd nierównomiernie.**

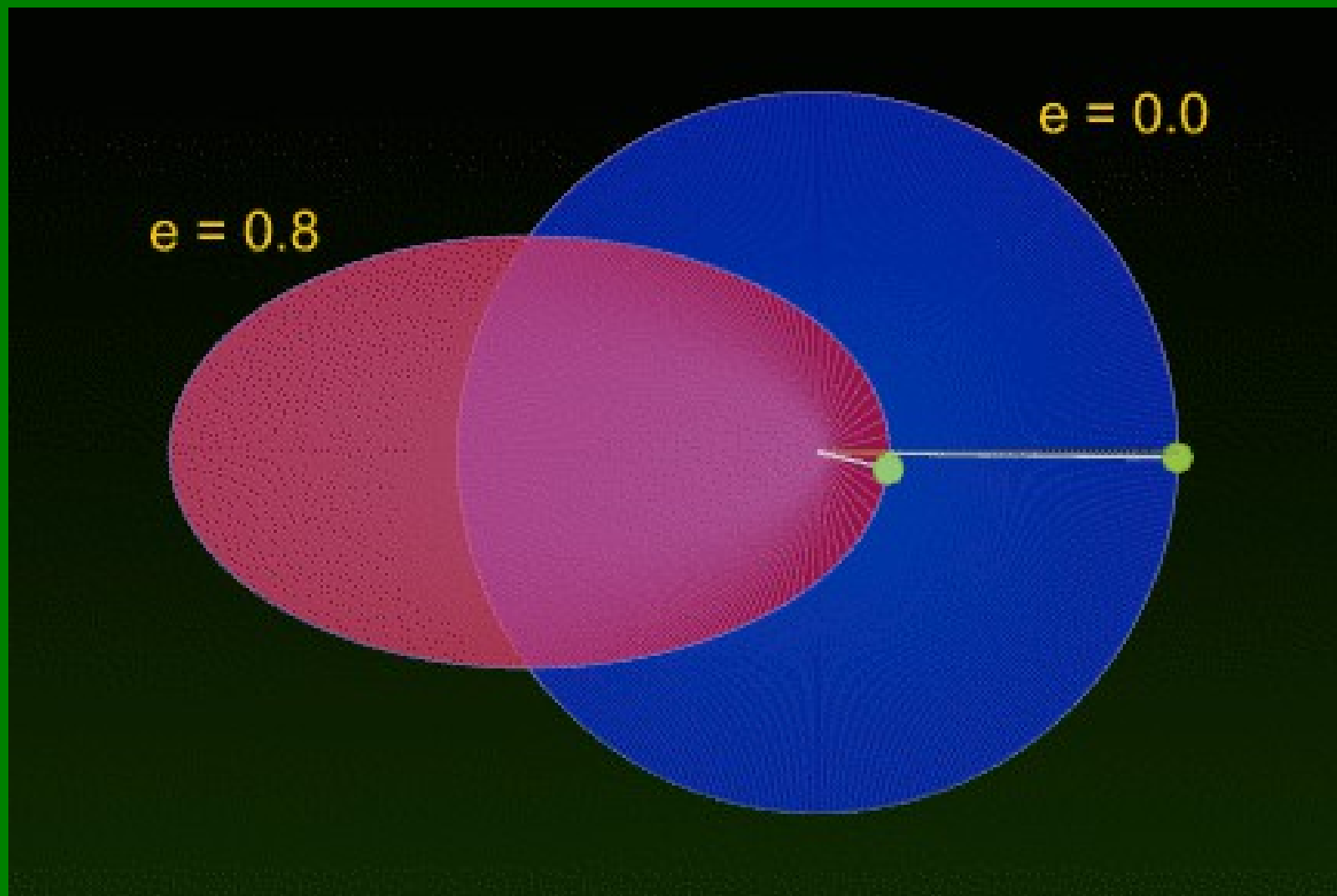
**Rektascensja Słońca rośnie
niejednostajnie tak więc
czas słoneczny prawdziwy jest czasem
niejednostajnym!**



http://www.dur.ac.uk/john.lucey/users/solar_year.gif

**Skutek nachylenia
ekliptyki do równika**

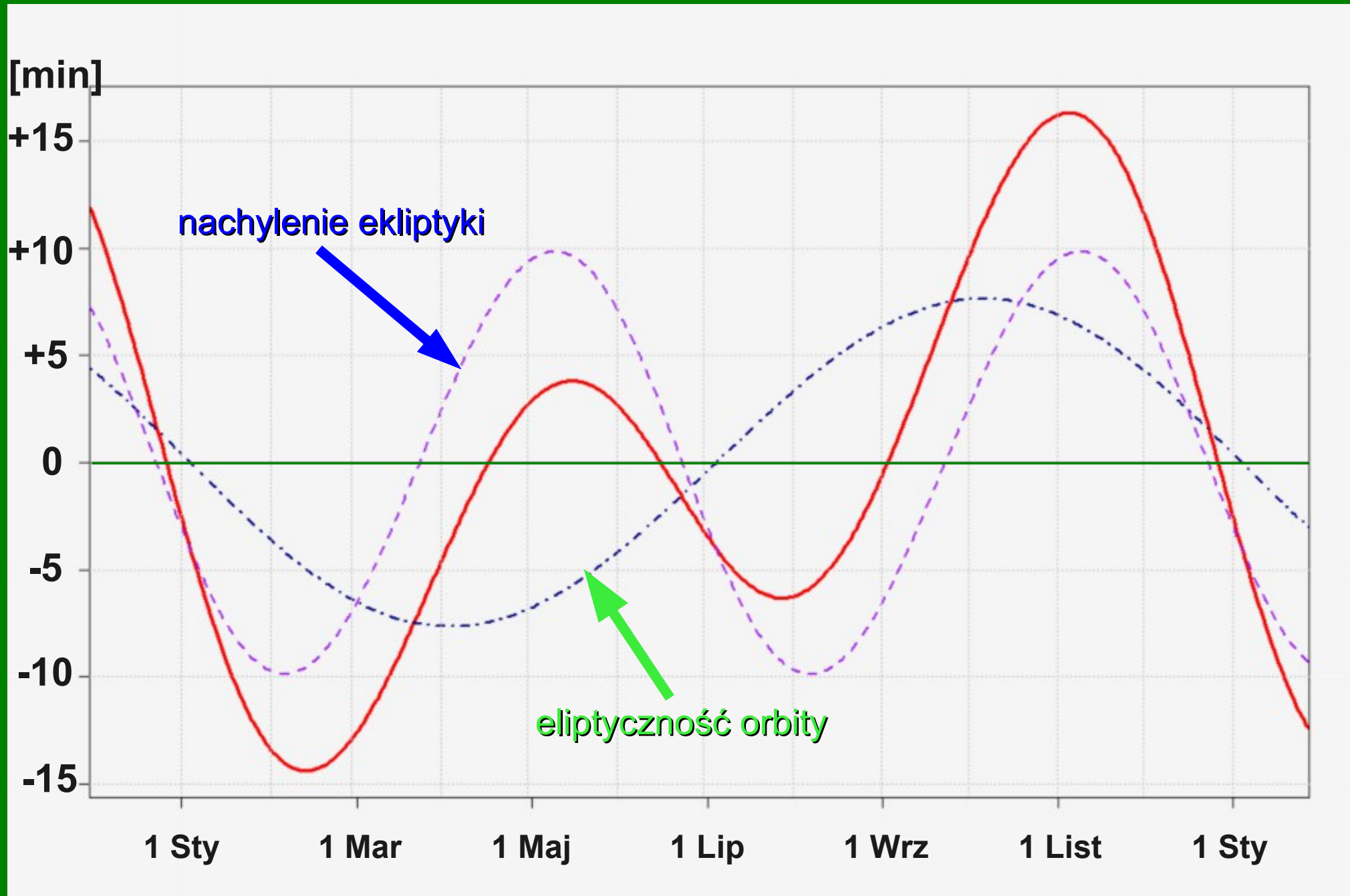




By Garry R. Osgood

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

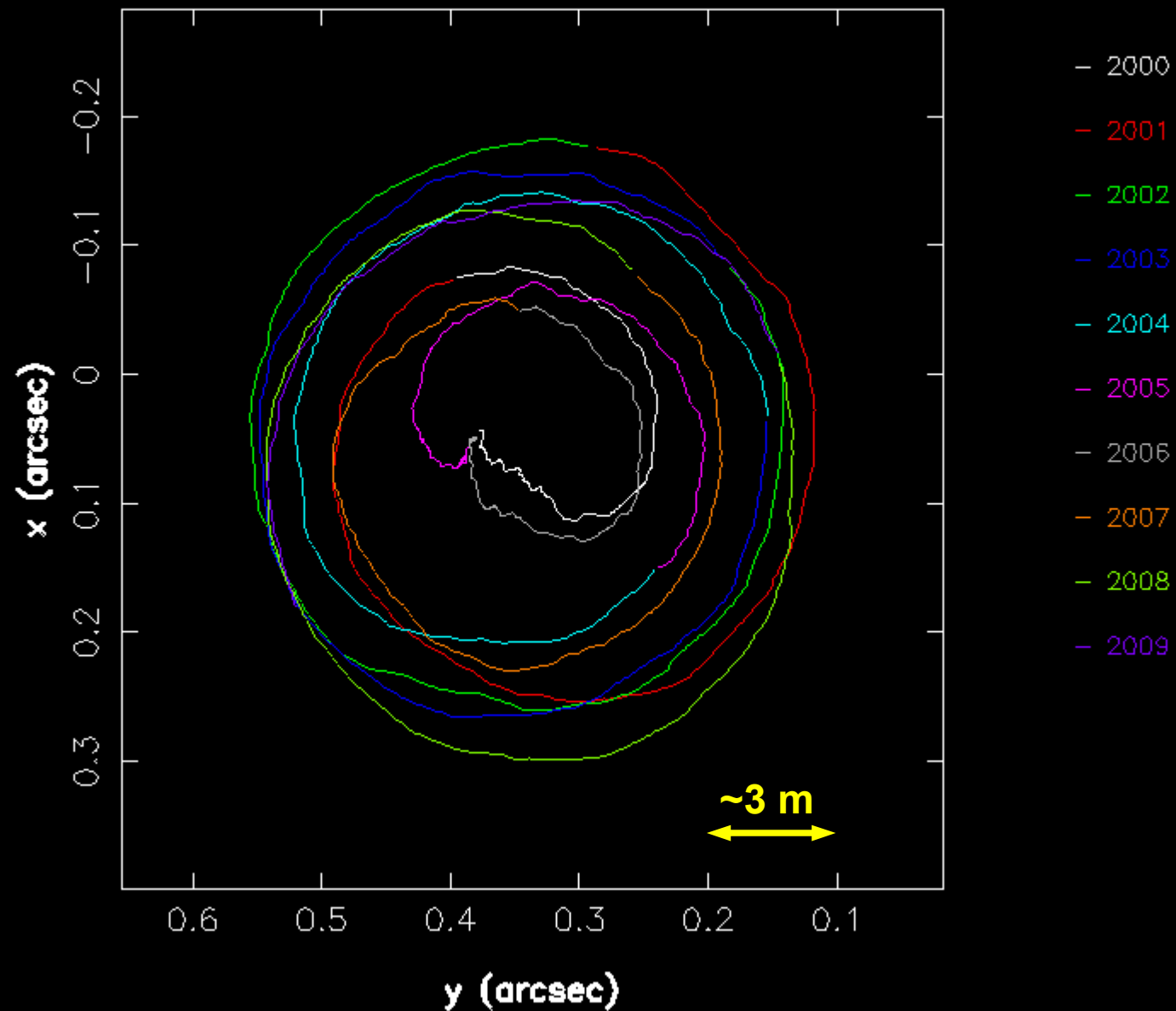
Równanie czasu ($\Delta T = \text{prawdziwy} - \text{średni}$)



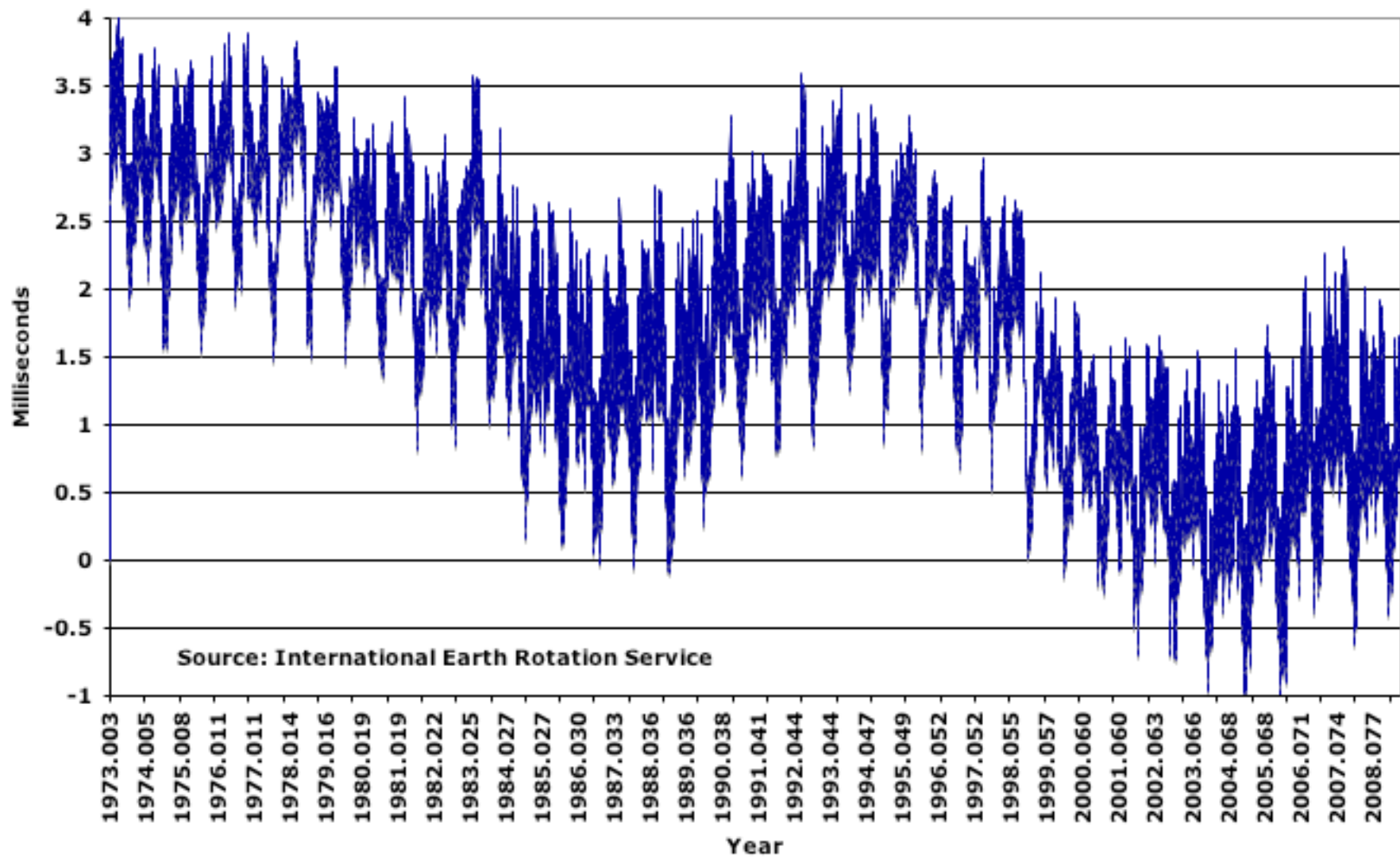
Dalsze kłopoty – nierównomierność rotacji Ziemi

- **Ruchy bieguna ziemskiego**
- **Spowalnianie pływowe – Księżyc i Słońce**
- **Zmiany sezonowe – atmosfera i hydrosfera**
- **Zmiany rozkładu masy – ruchy tektoniczne**

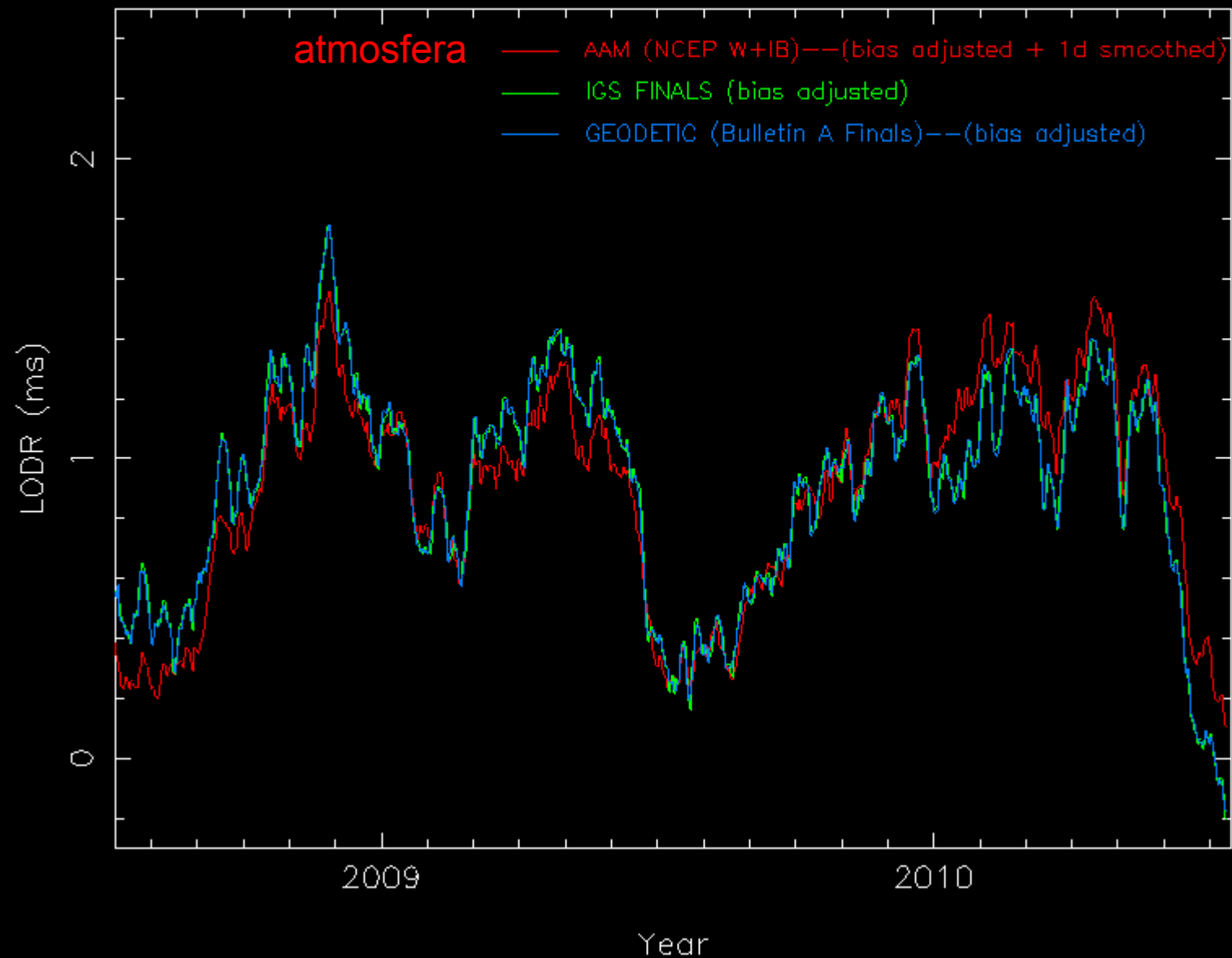
Ruch bieguna na przestrzeni lat



Zmiany długości ziemskiej doby na przestrzeni lat



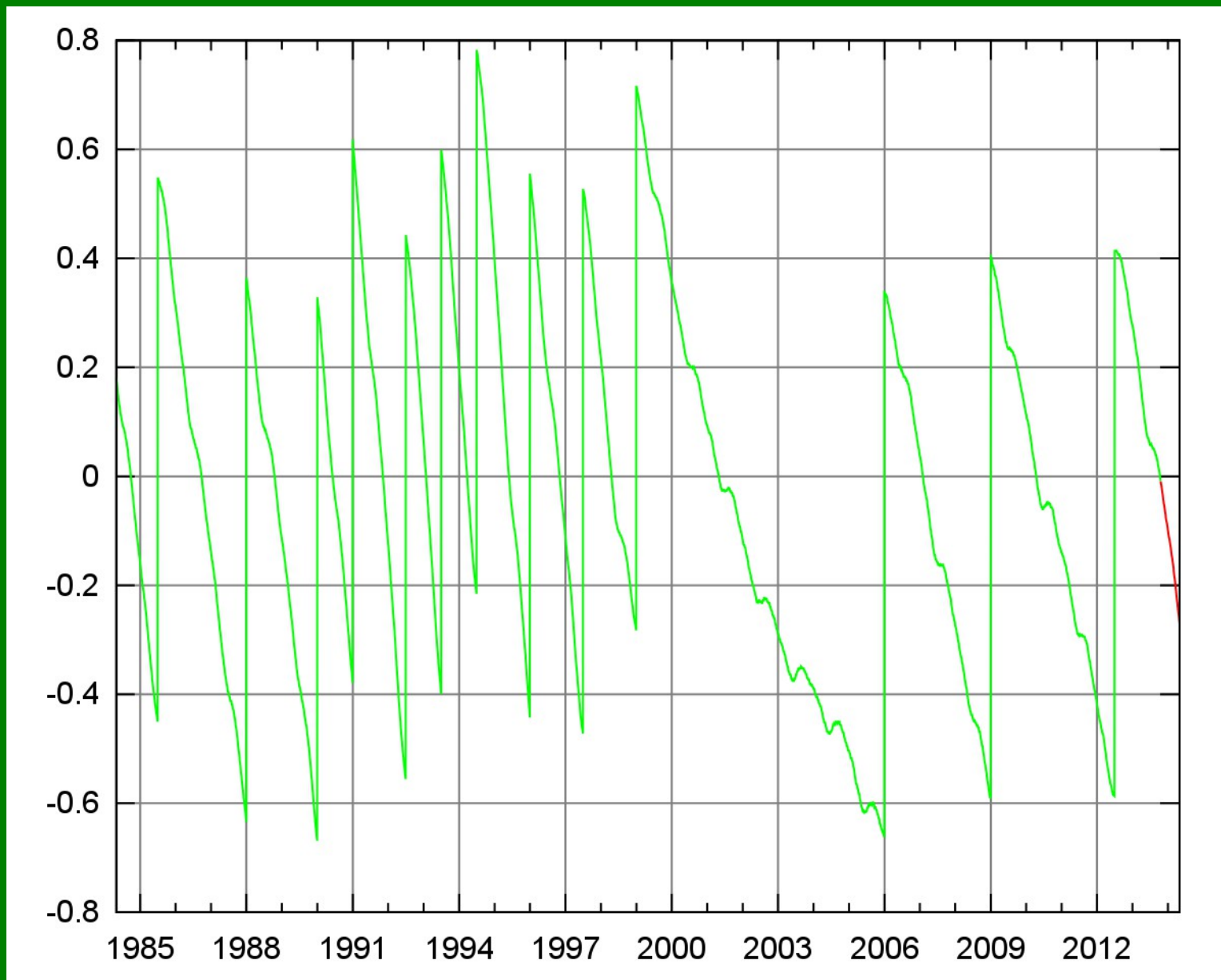
Zmiany długości doby a pogoda



Czas uniwersalny

- UT0 – czas średni ($UT - \Delta T$)
- UT1 – czas UT poprawiony na ruch bieguna
- UT1R – czas UT1 poprawiony na nierównomierności pływowe
- UTC – czas uniwersalny koordynowany, podstawa – czas atomowy, różnica $|UTC-UT1|$ nie większa niż 0.9 s

UT1 – UTC (sekundy przestępne)



„Positive leap second was last introduced at the end of June 2012.”

Zmiany długości ziemskiej doby

