

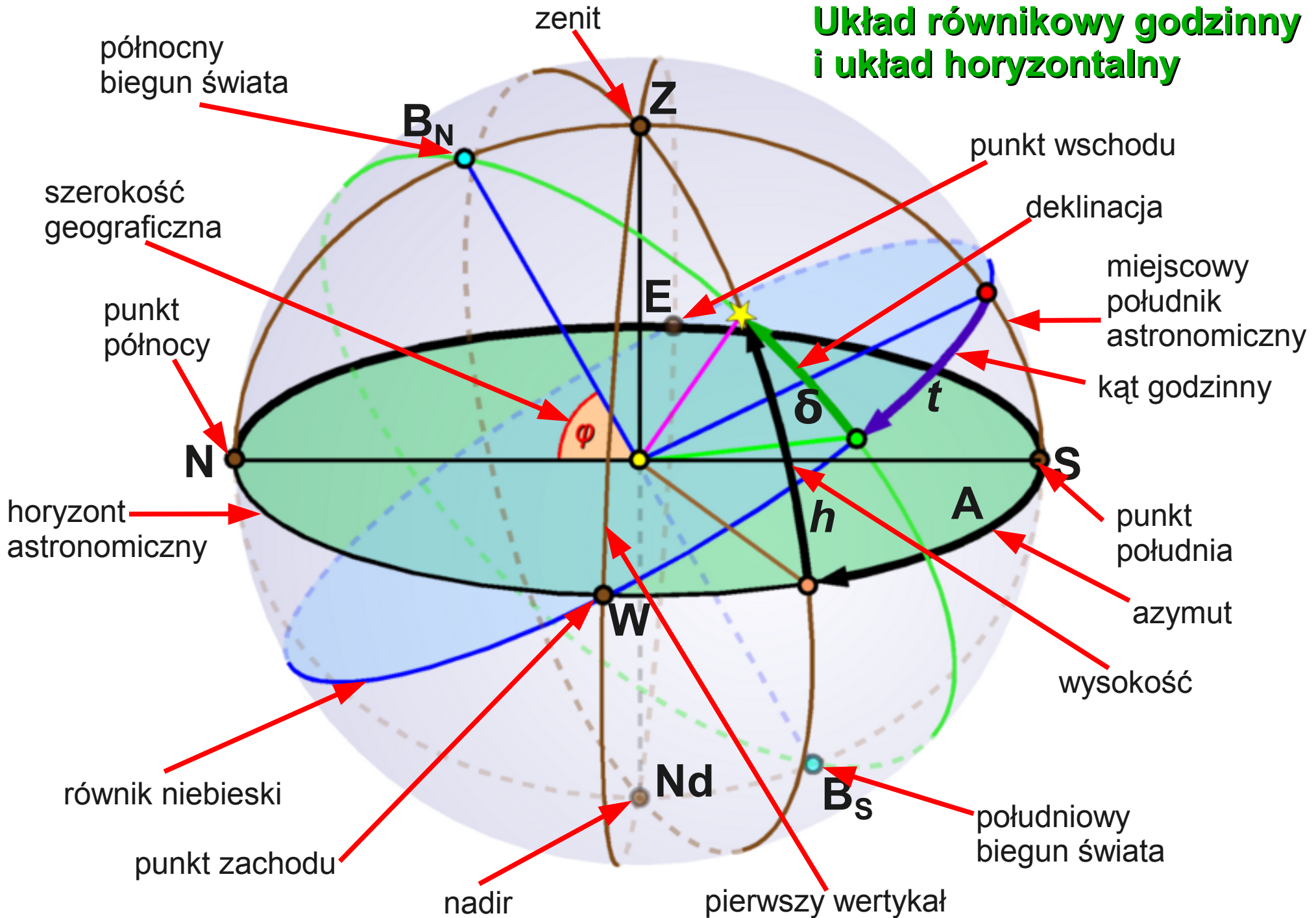
Wykład udostępniam na licencji Creative Commons:

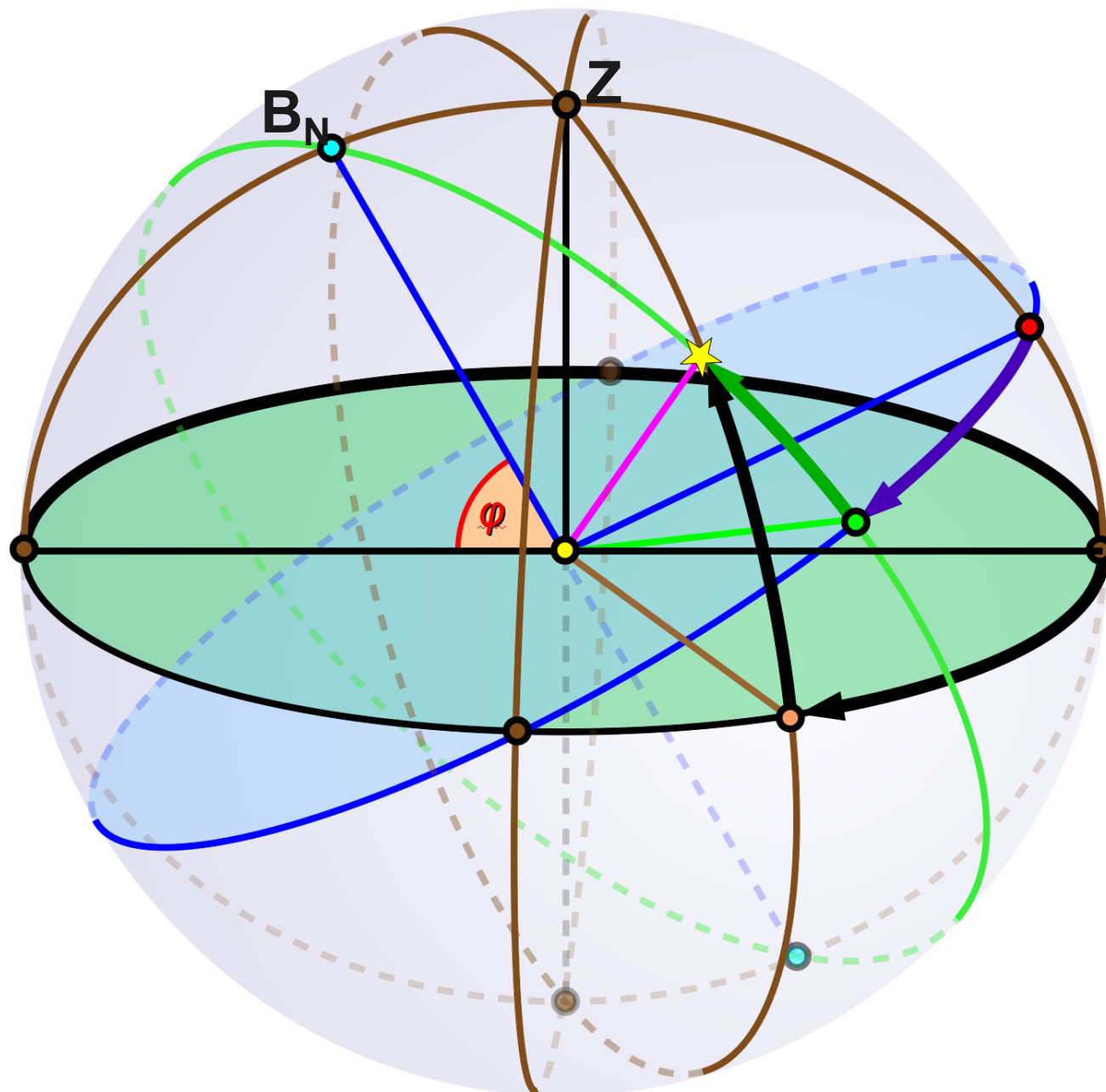


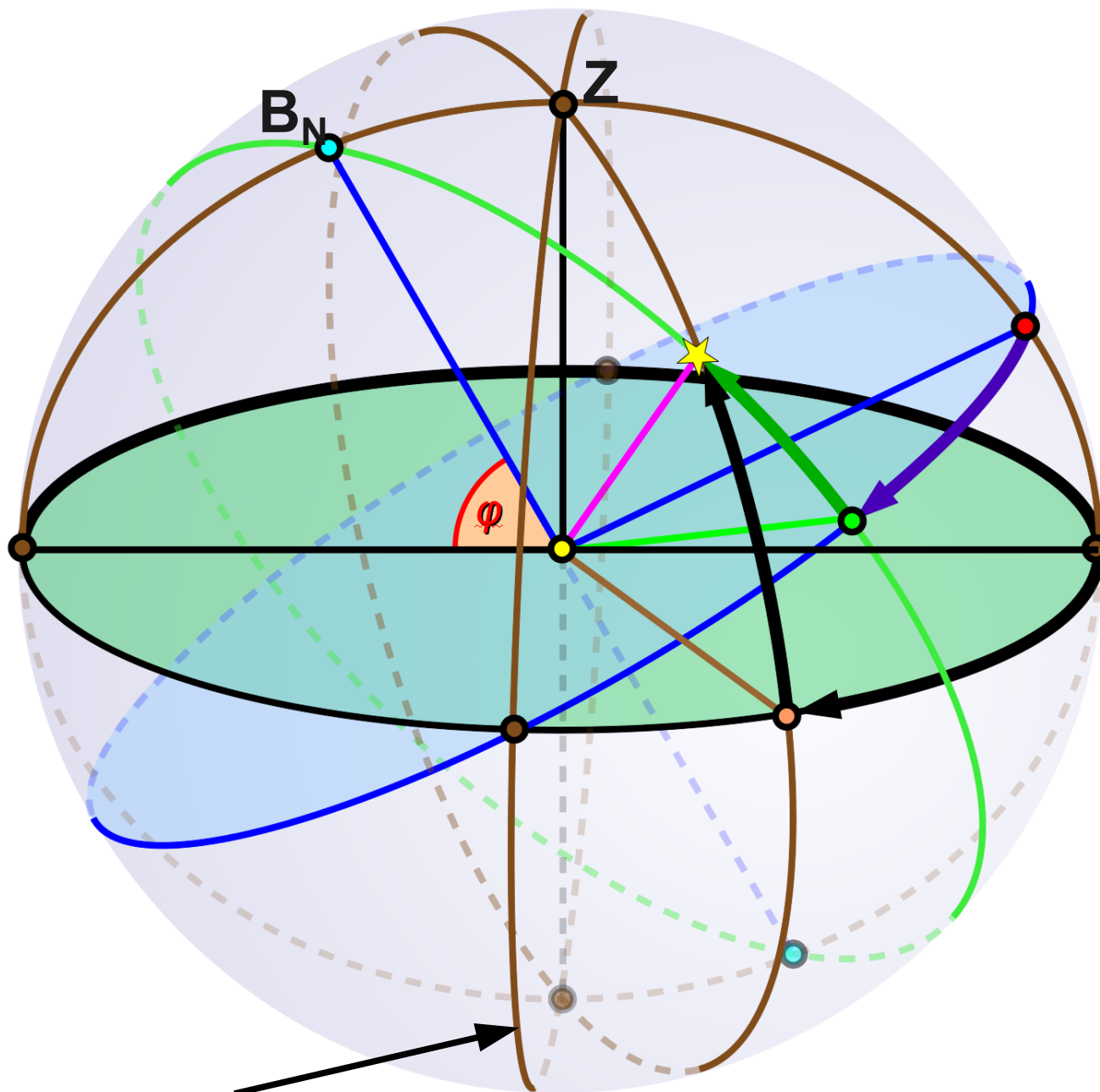
Wędrowki pomiędzy układami współrzędnych

Piotr A. Dybczyński

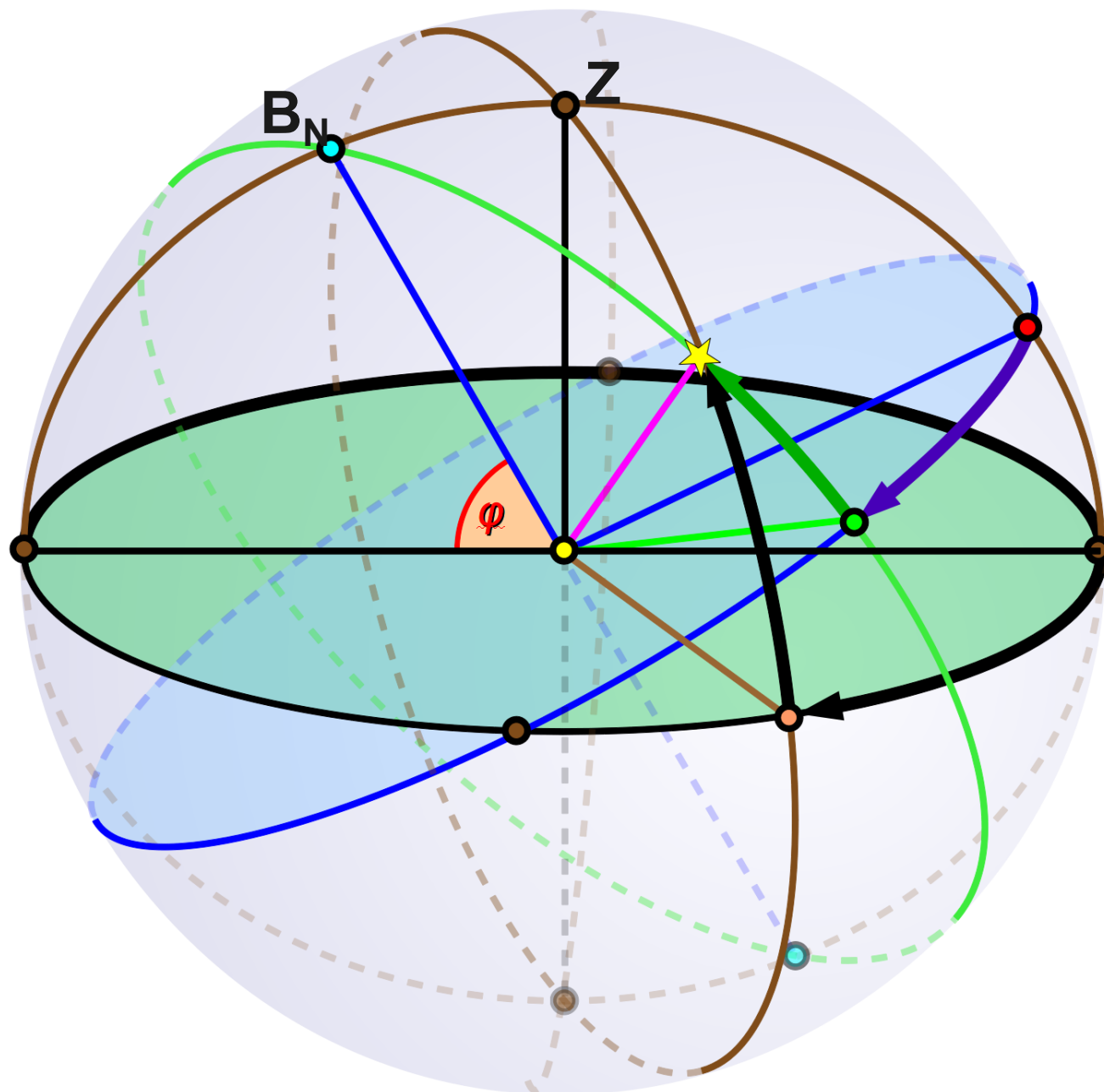
Układ równikowy godzinny i układ horyzontalny

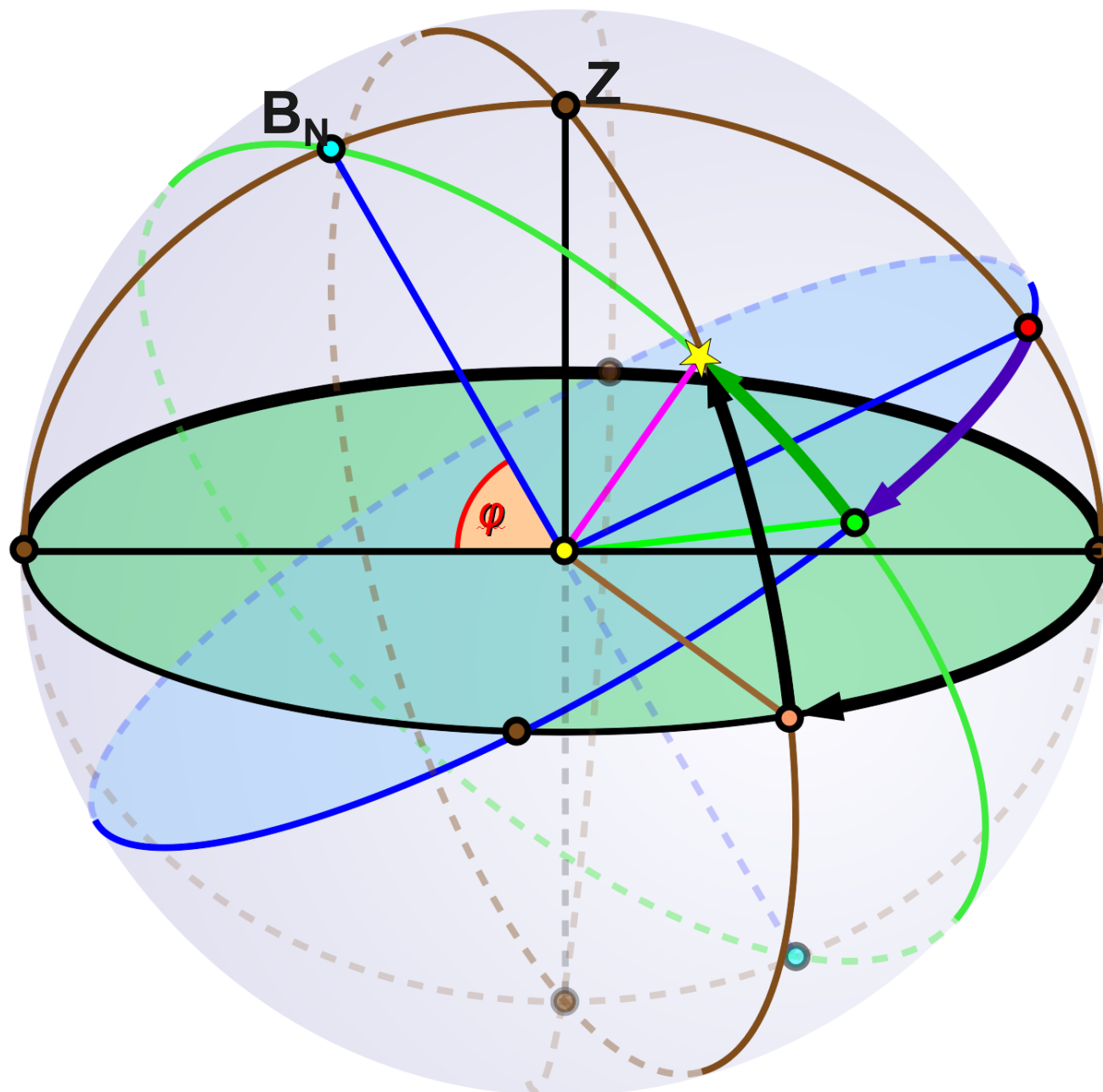




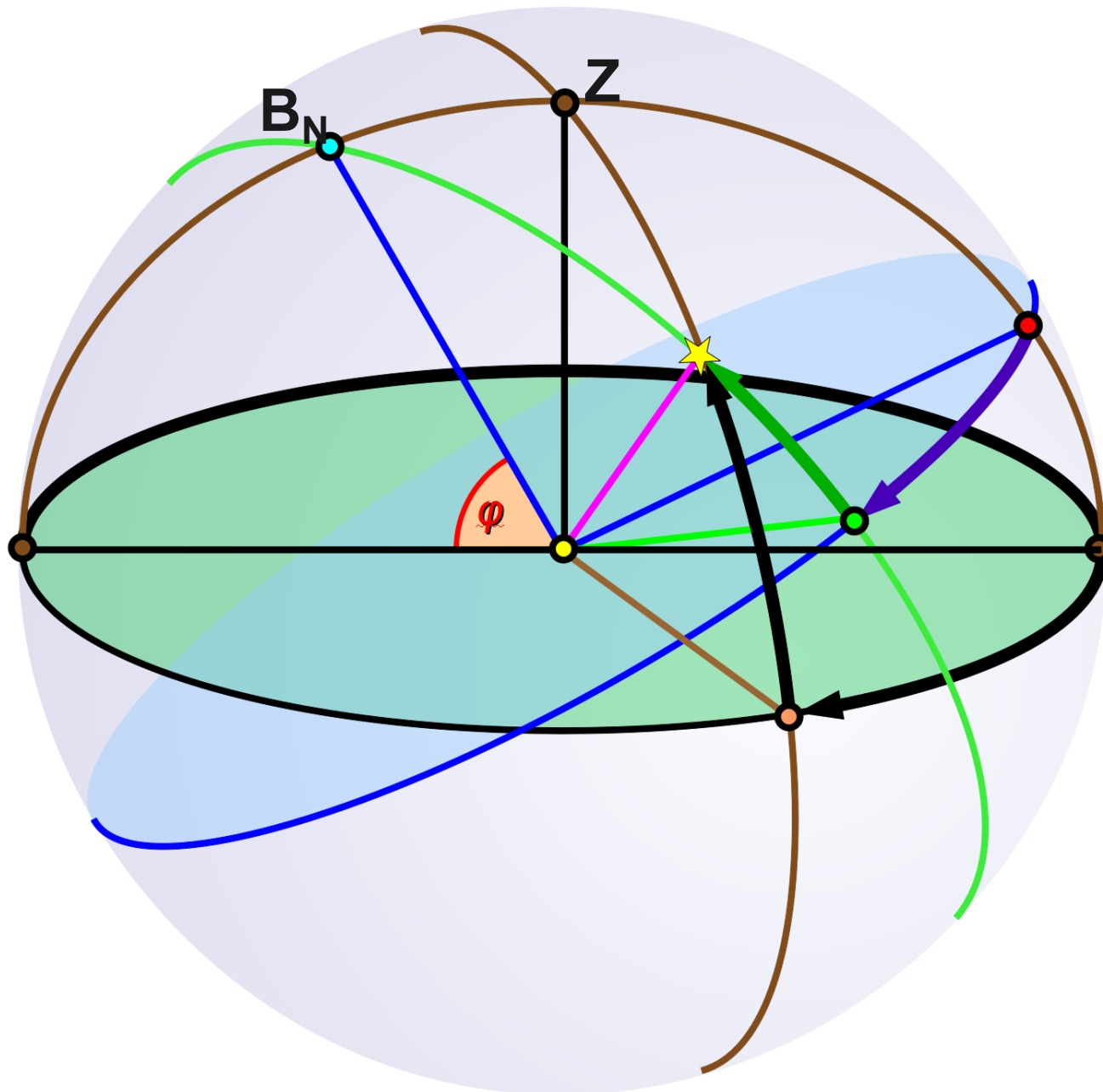


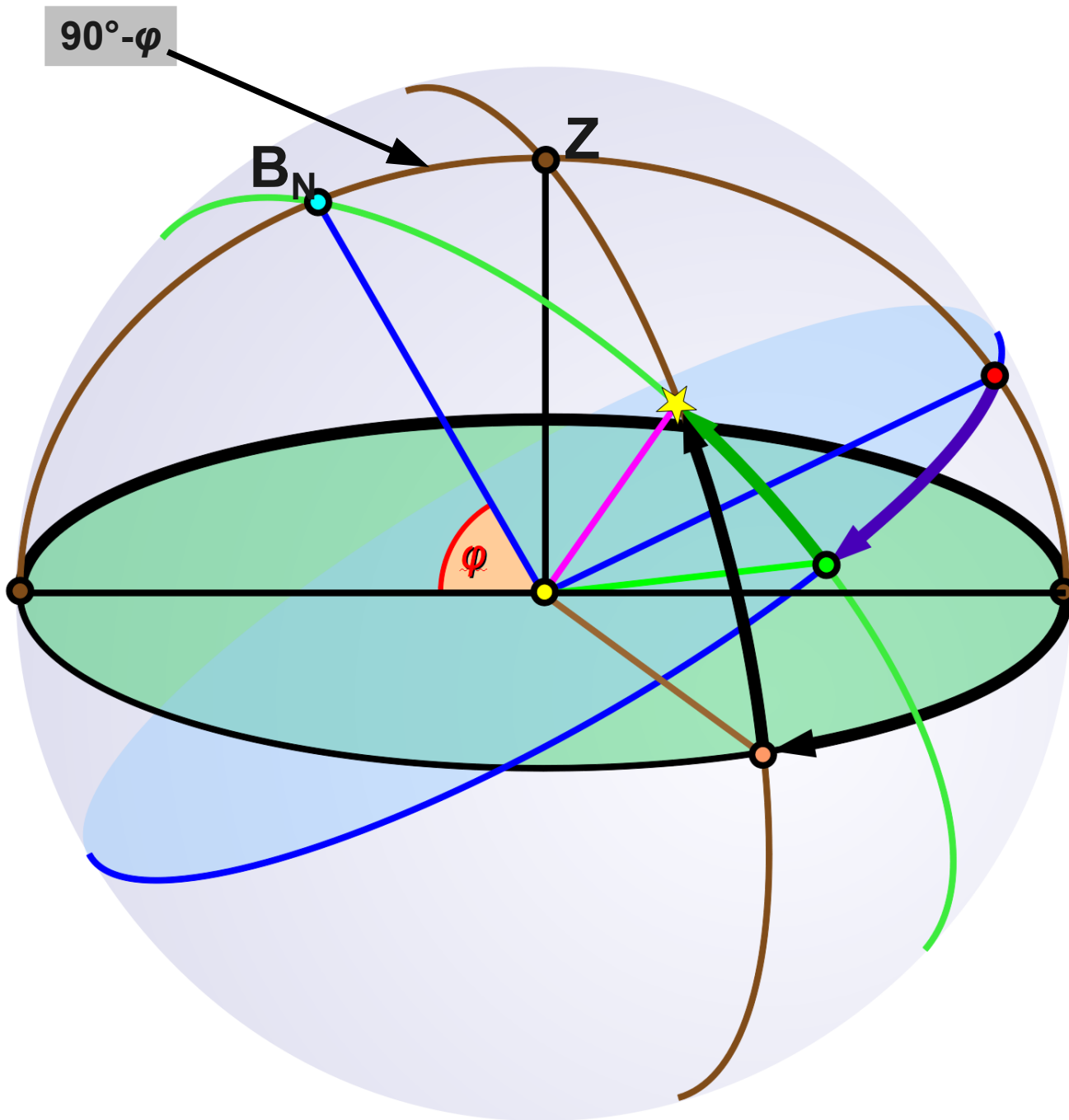
Usuńmy pierwszy wertykał...

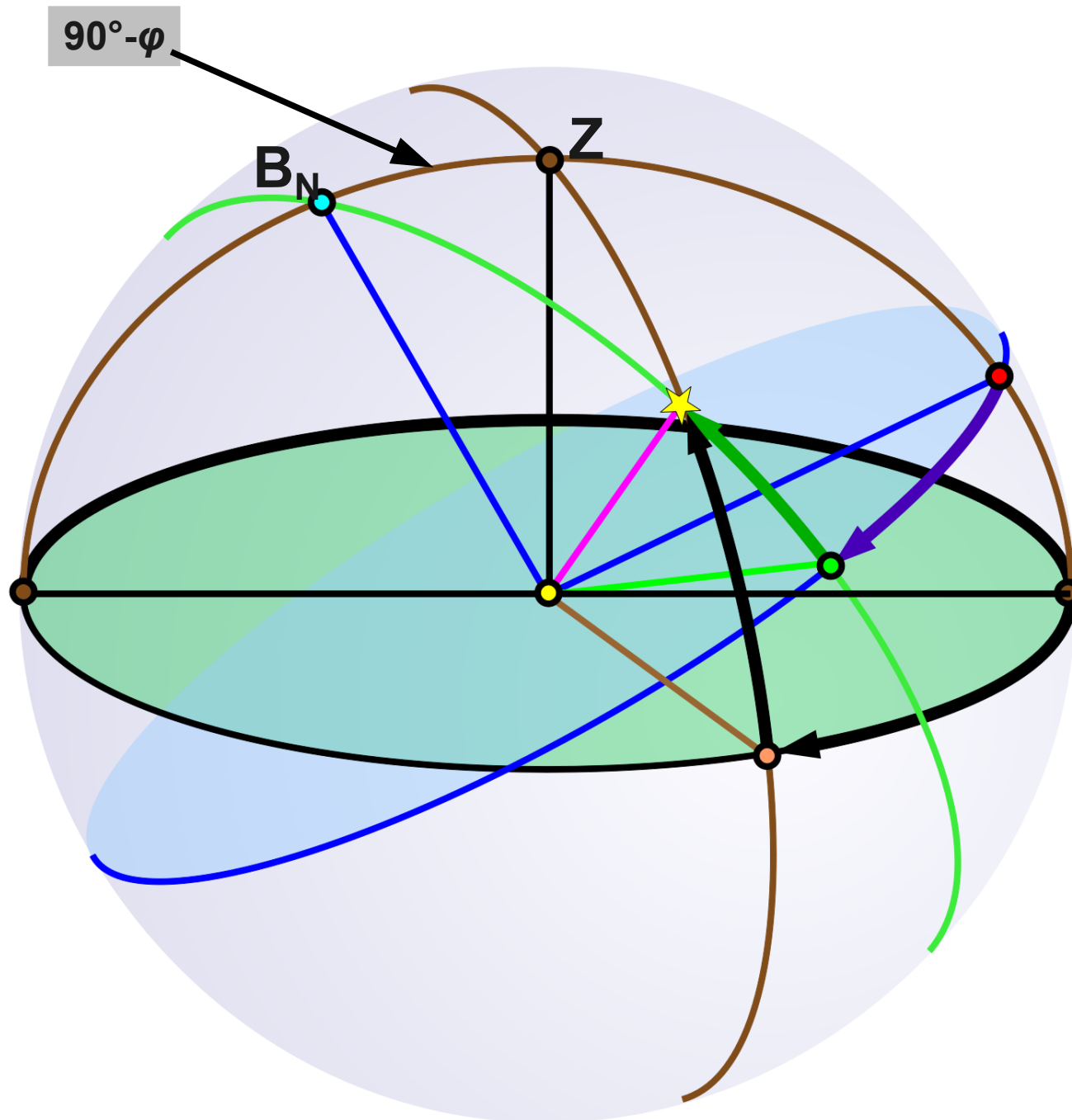


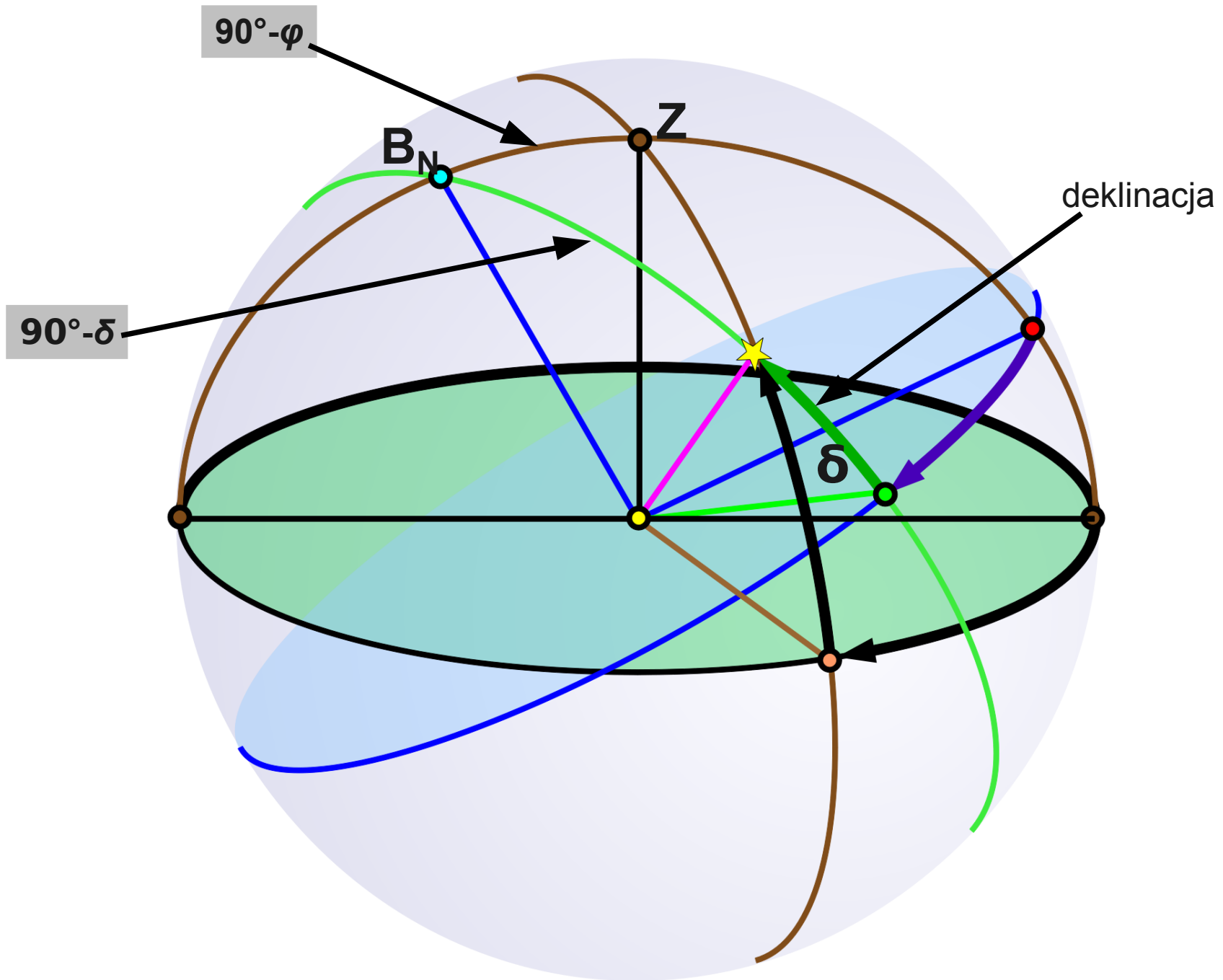


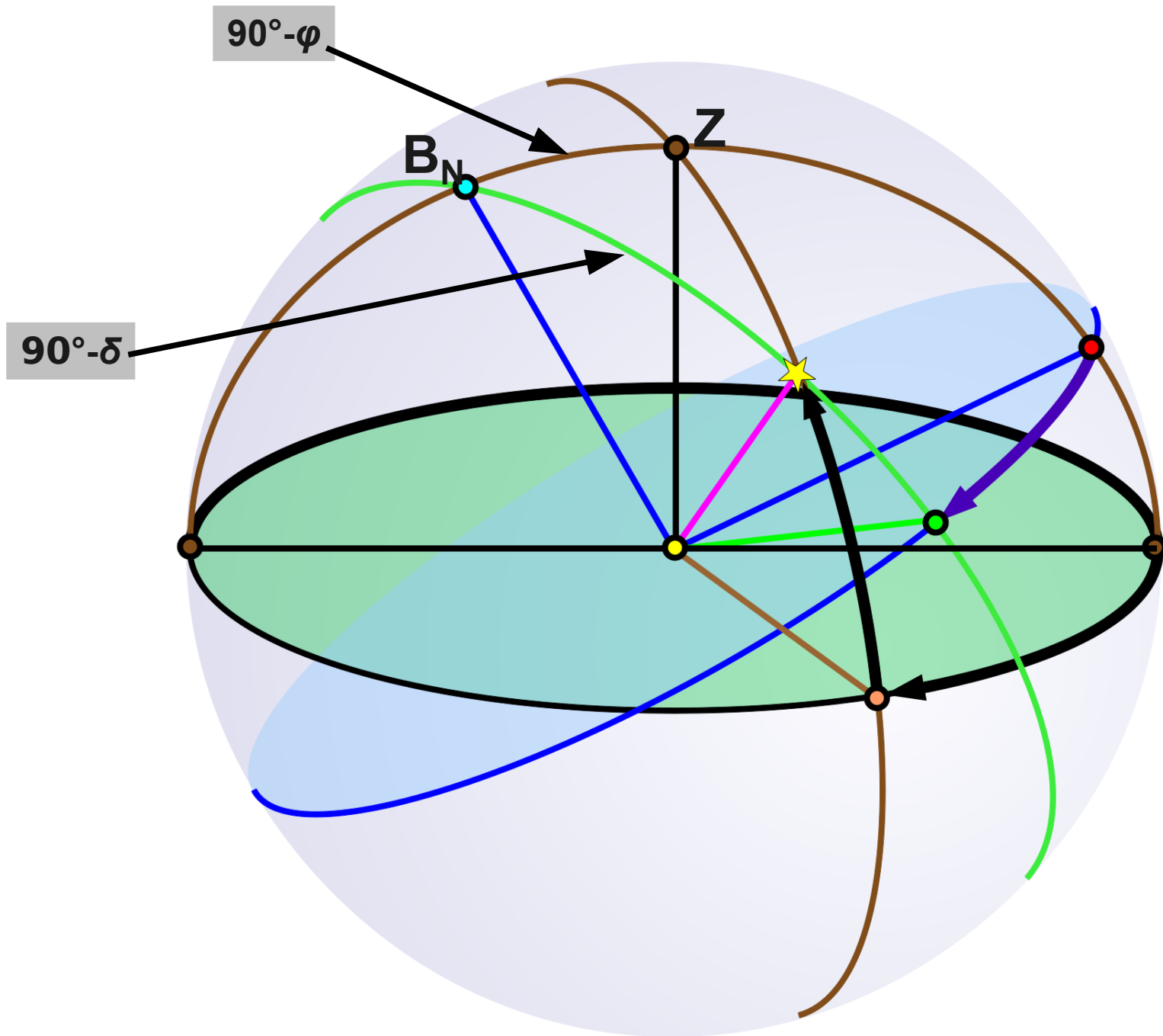
Usuńmy niewidoczne linie...

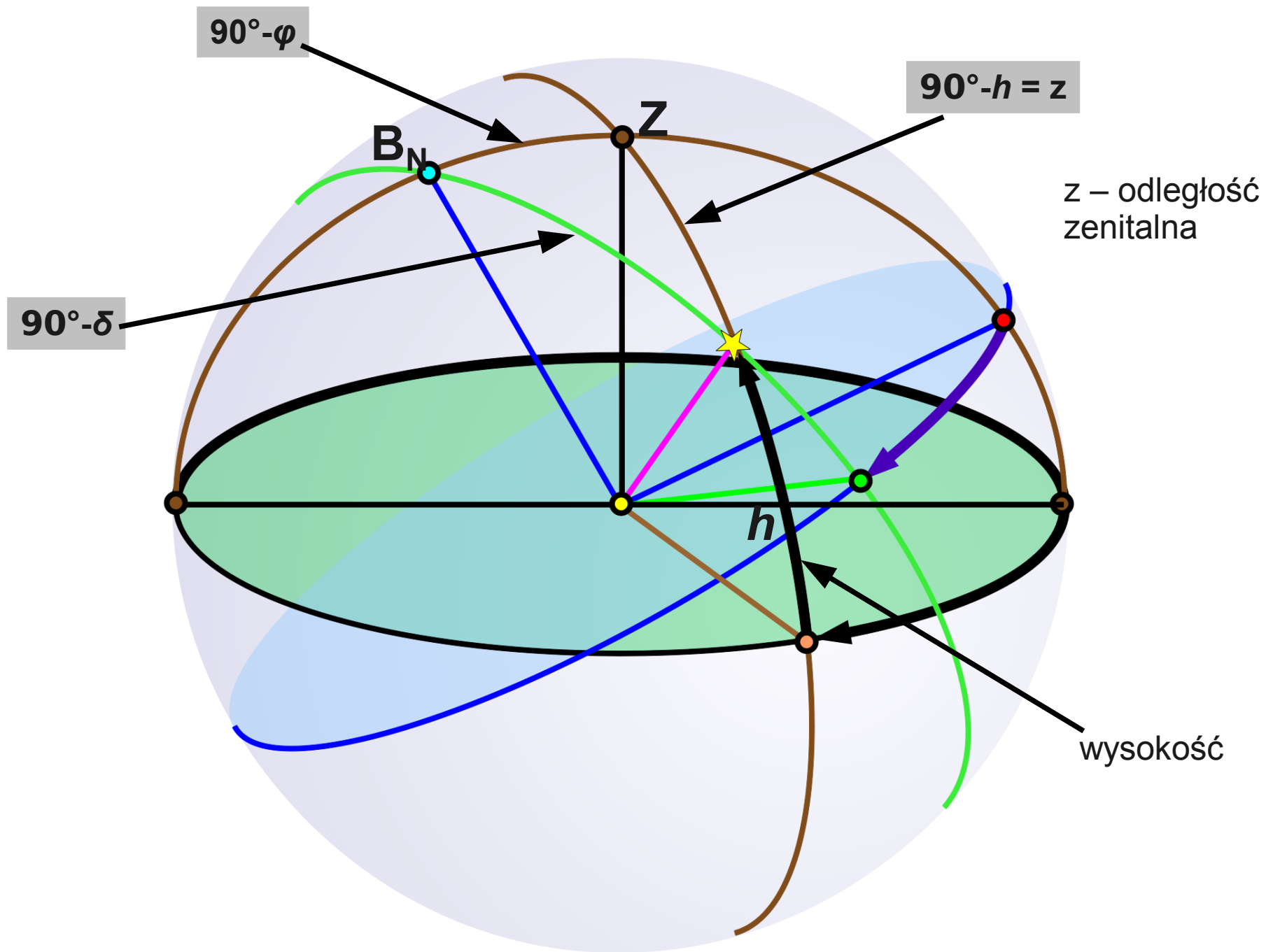


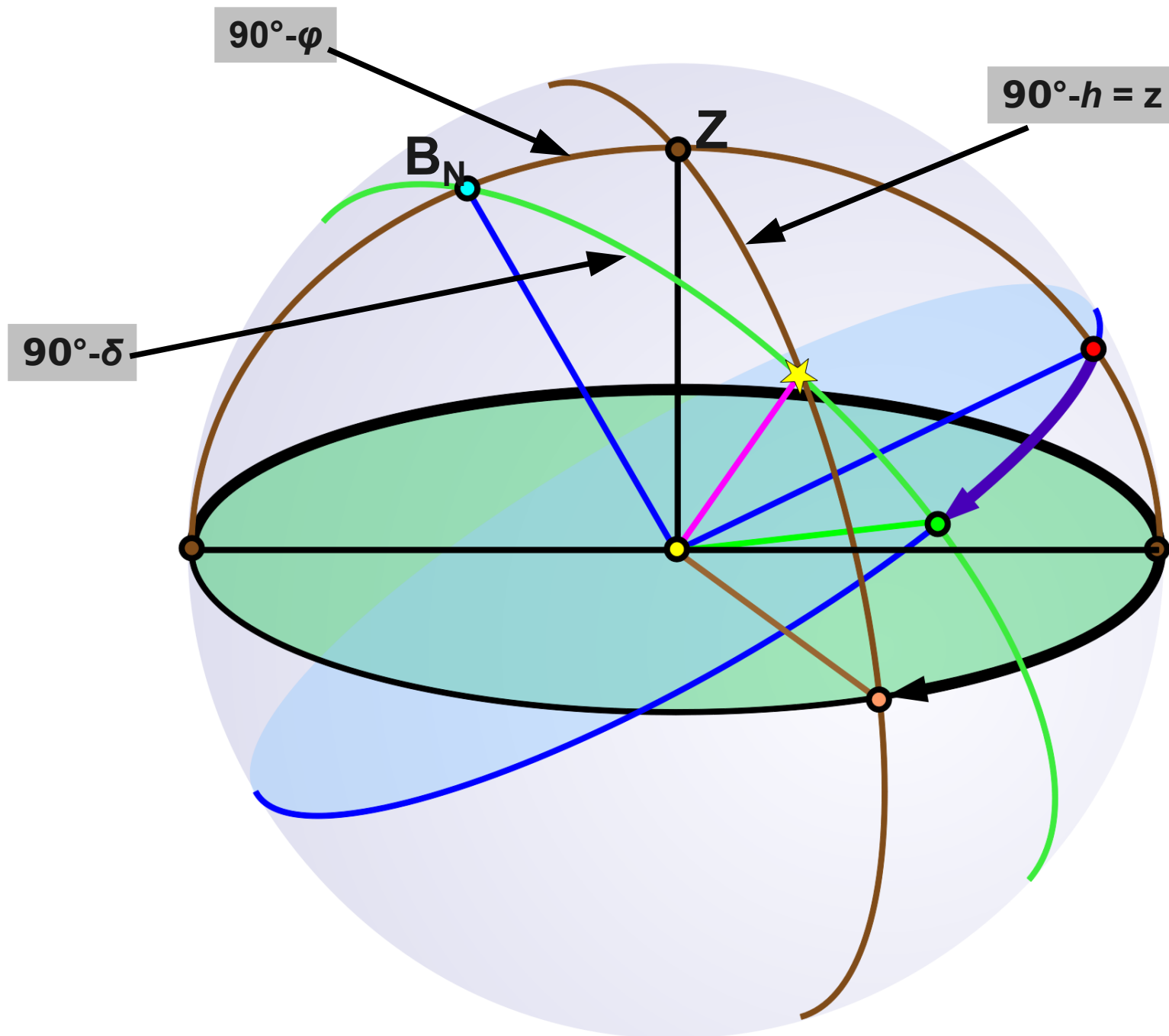


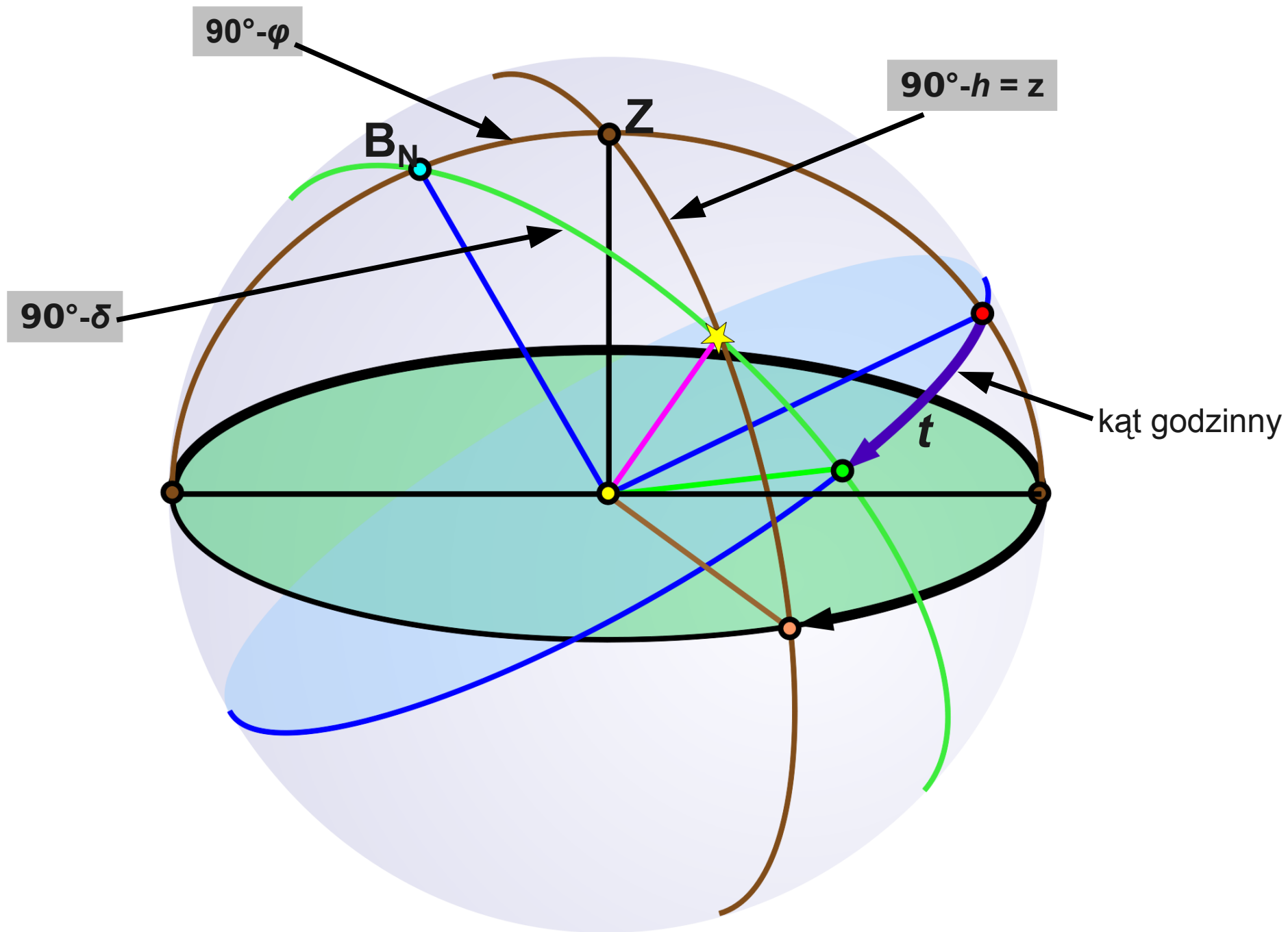


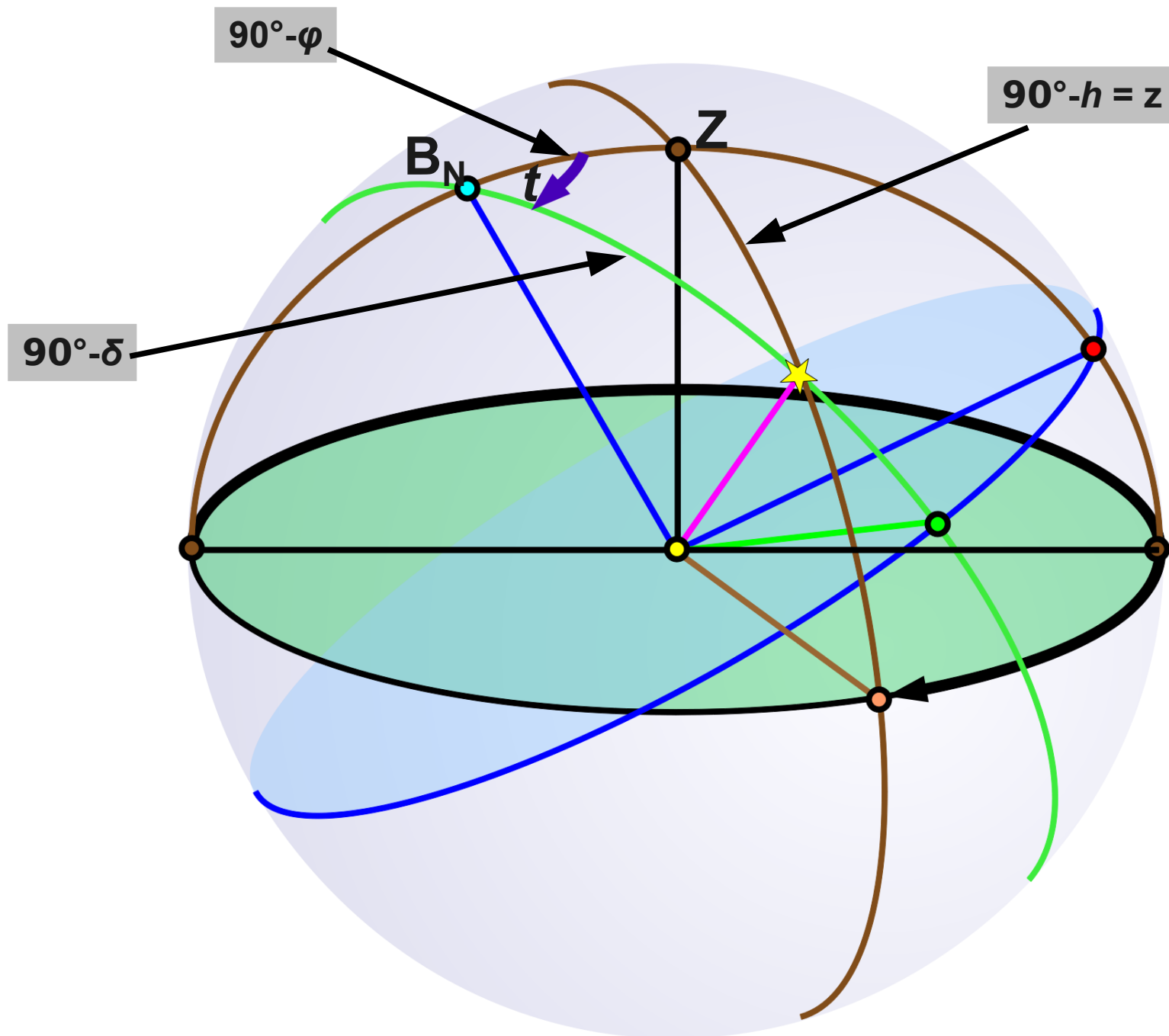


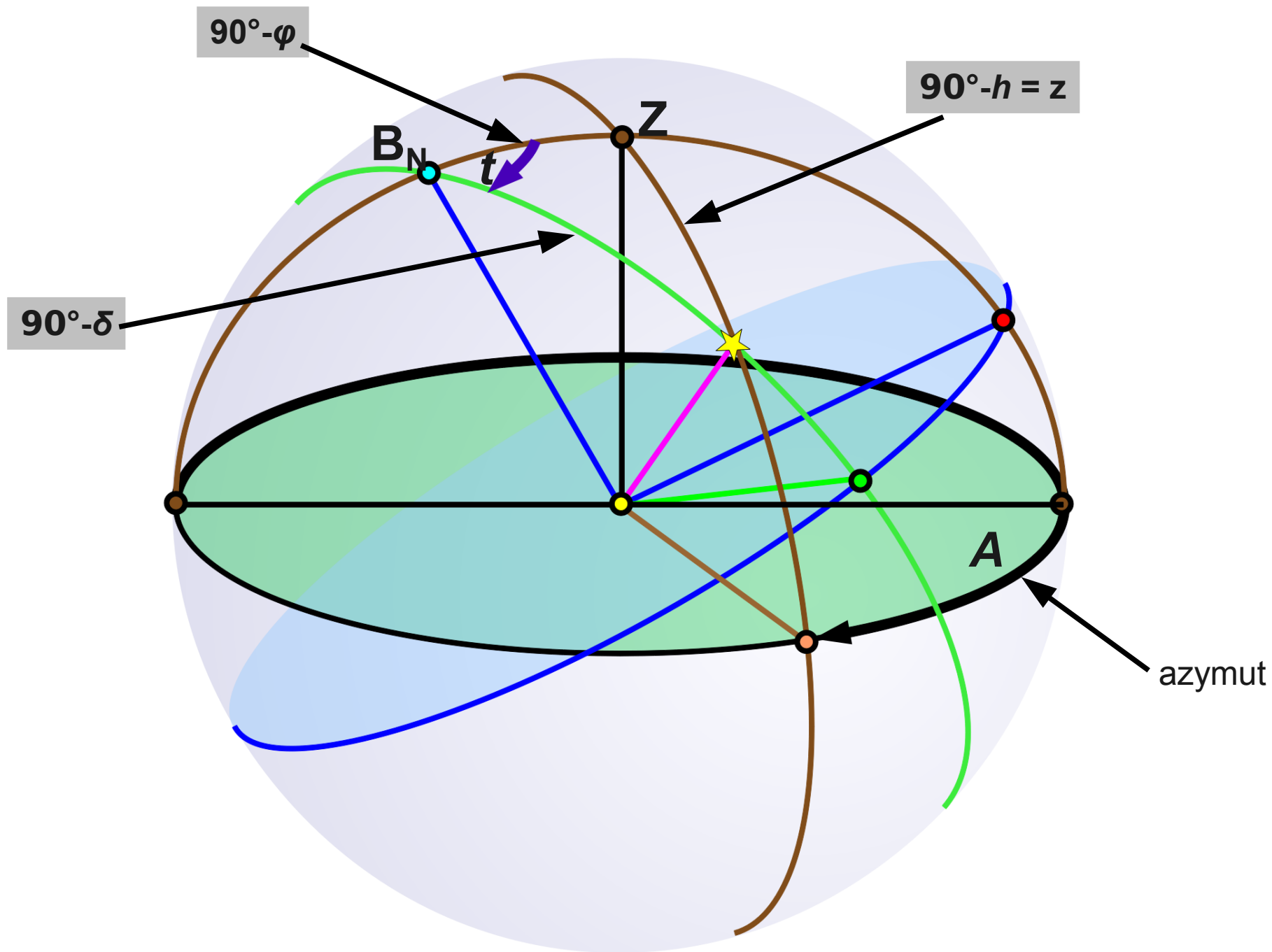


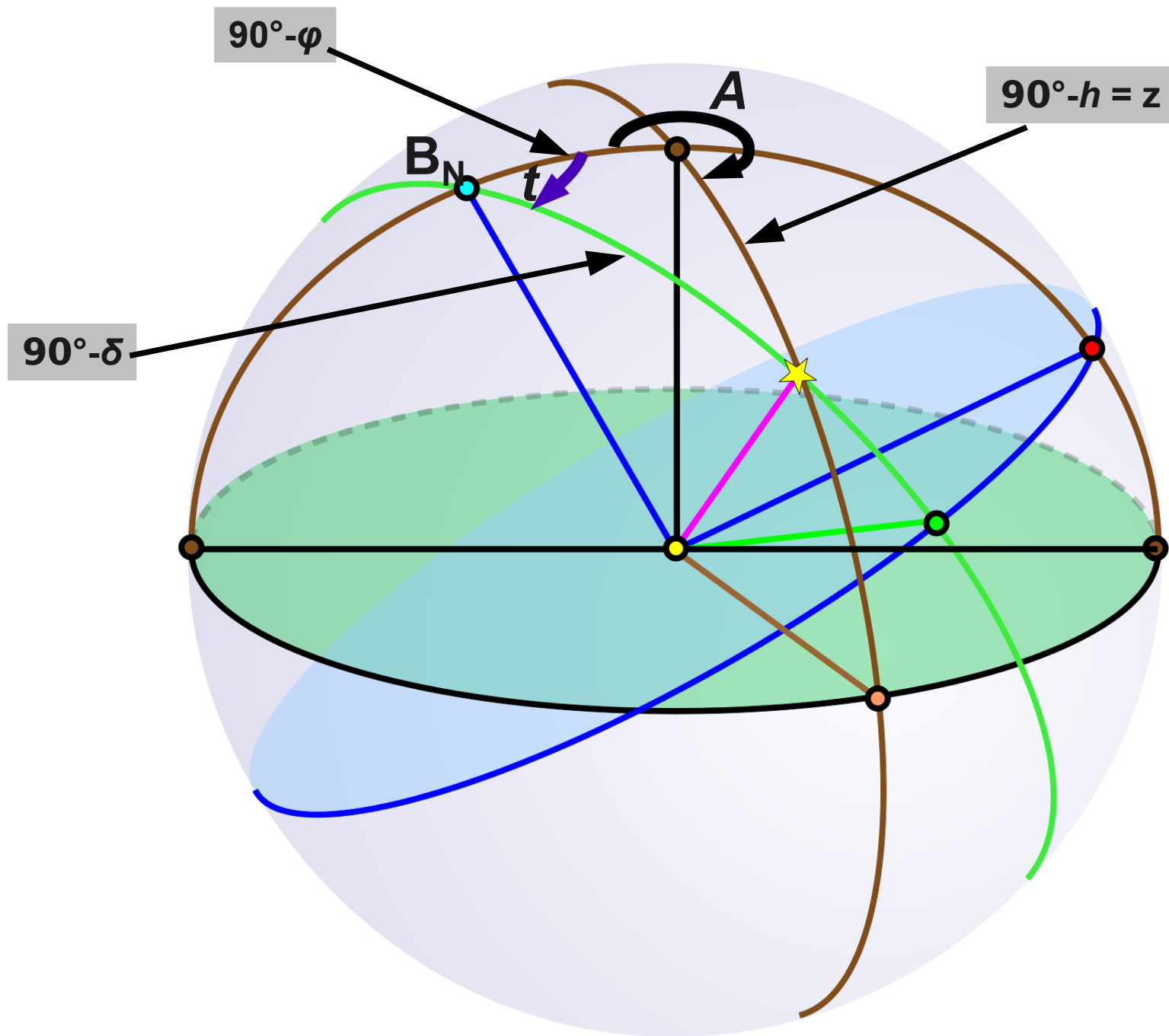


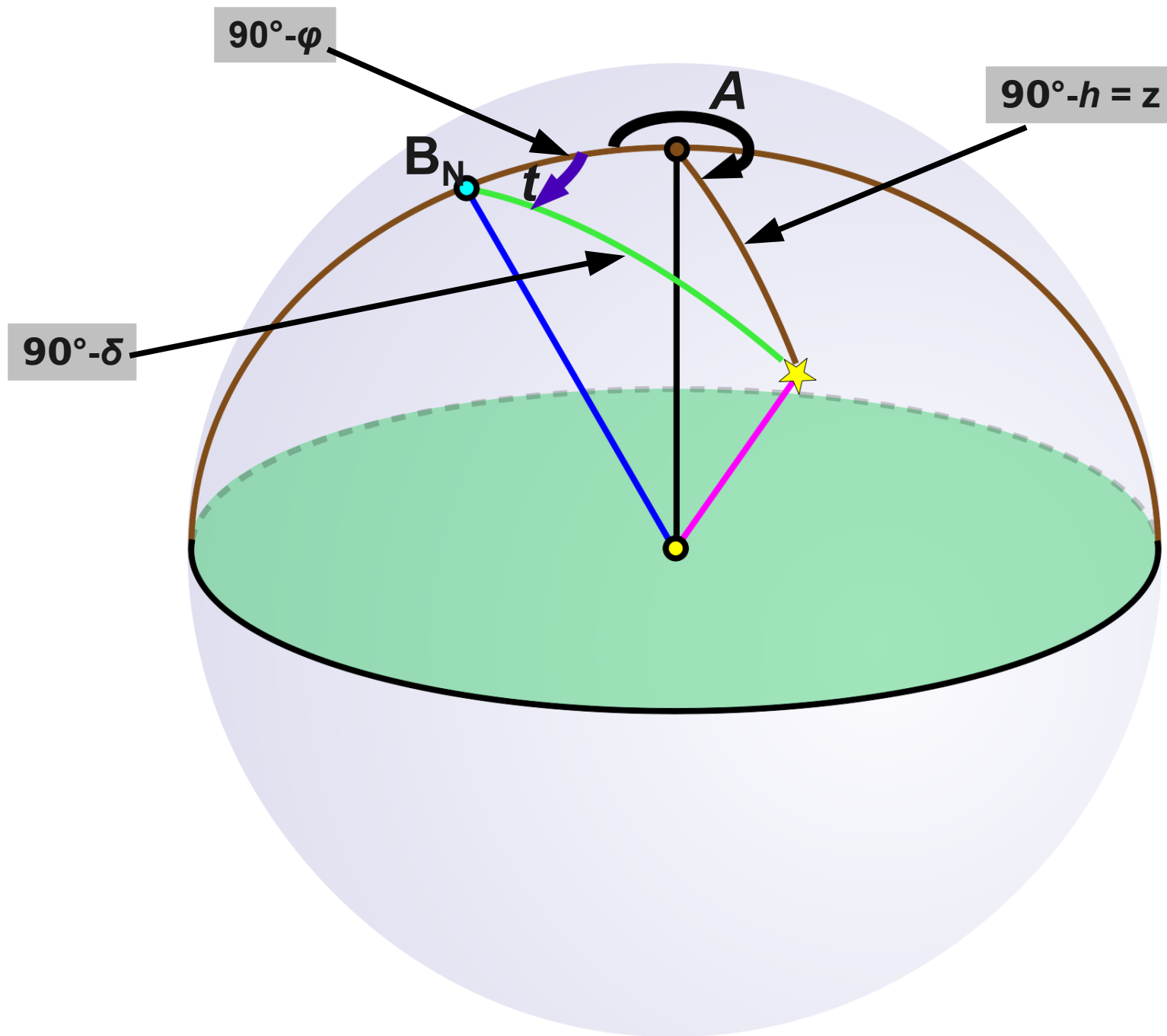


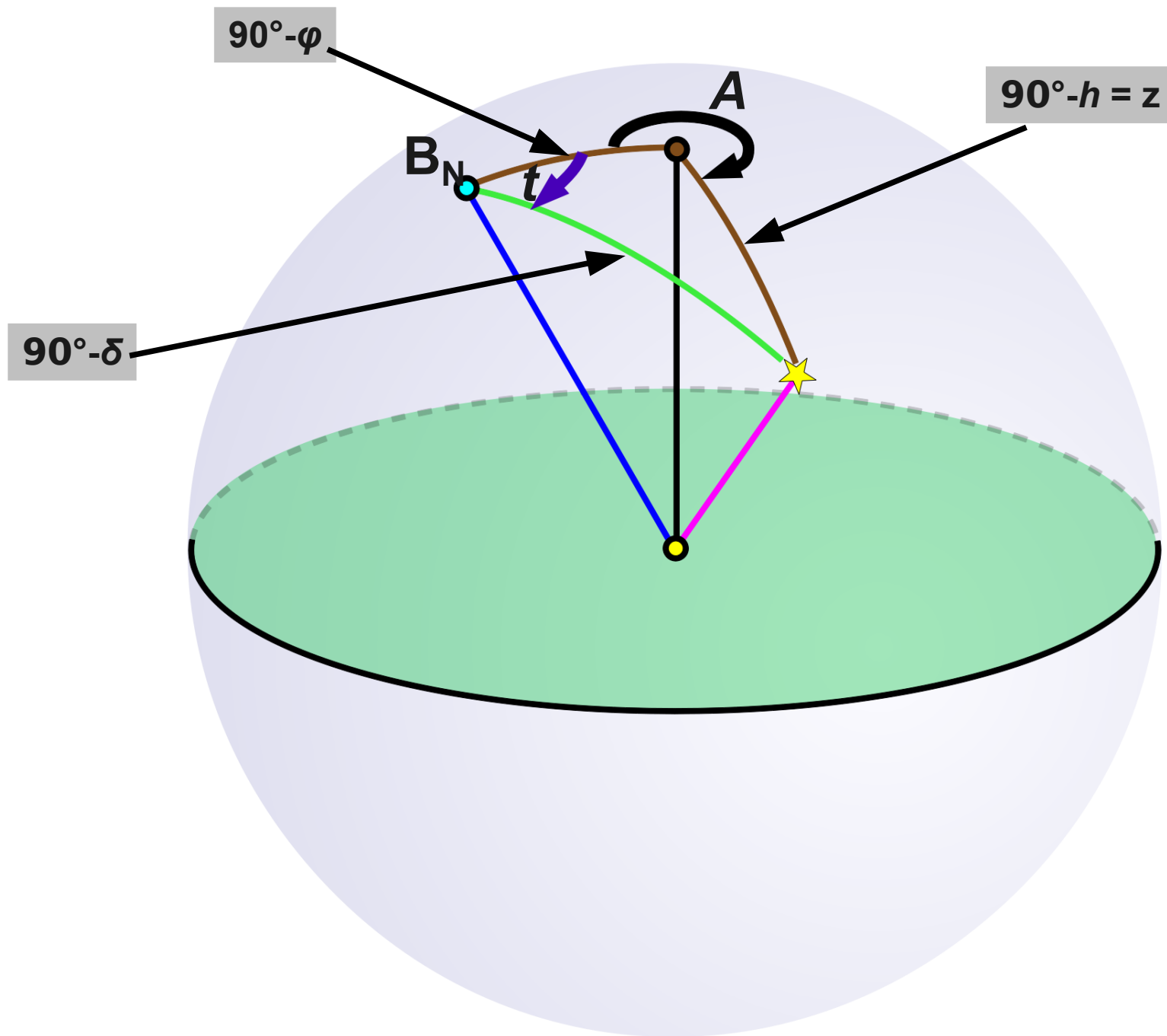


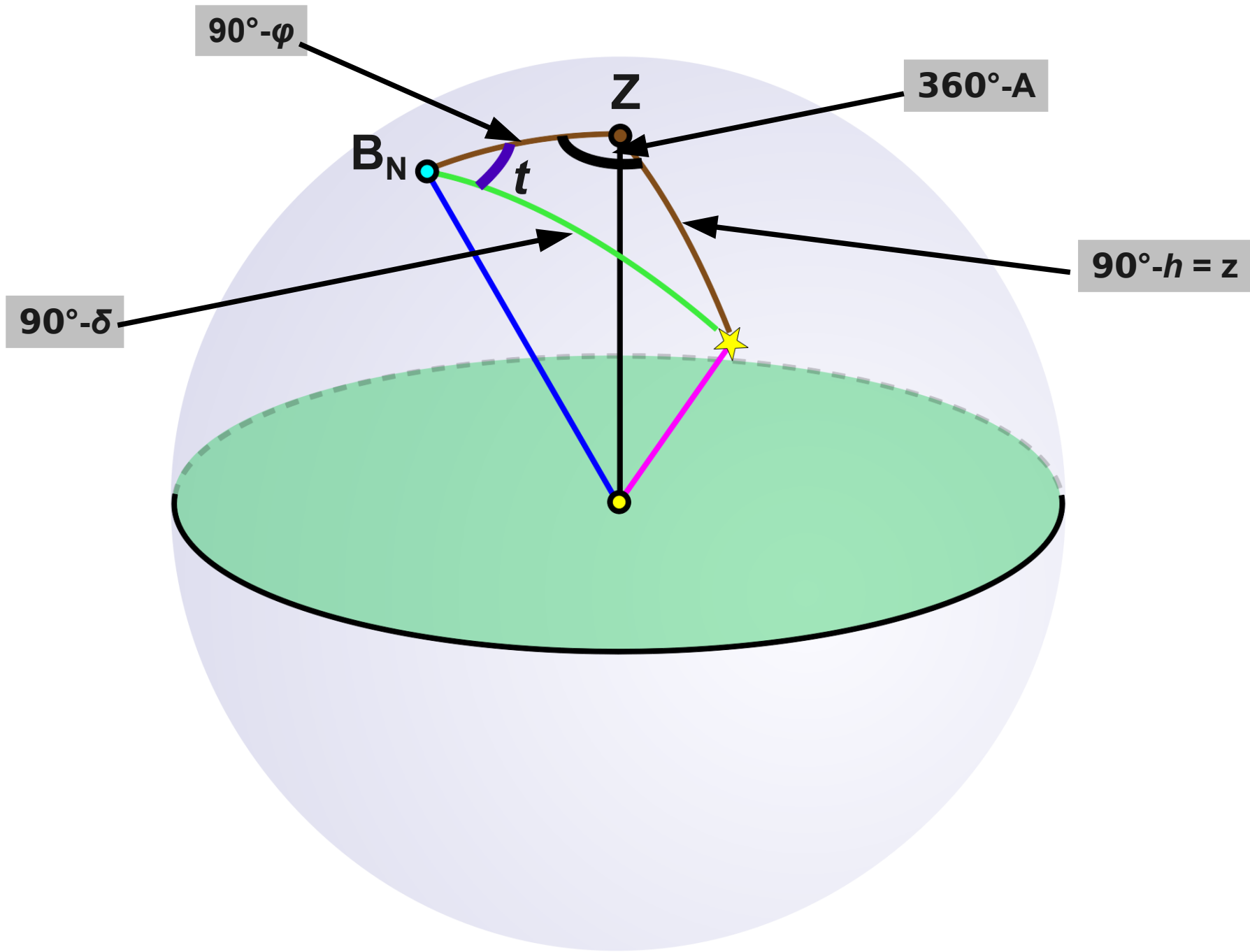


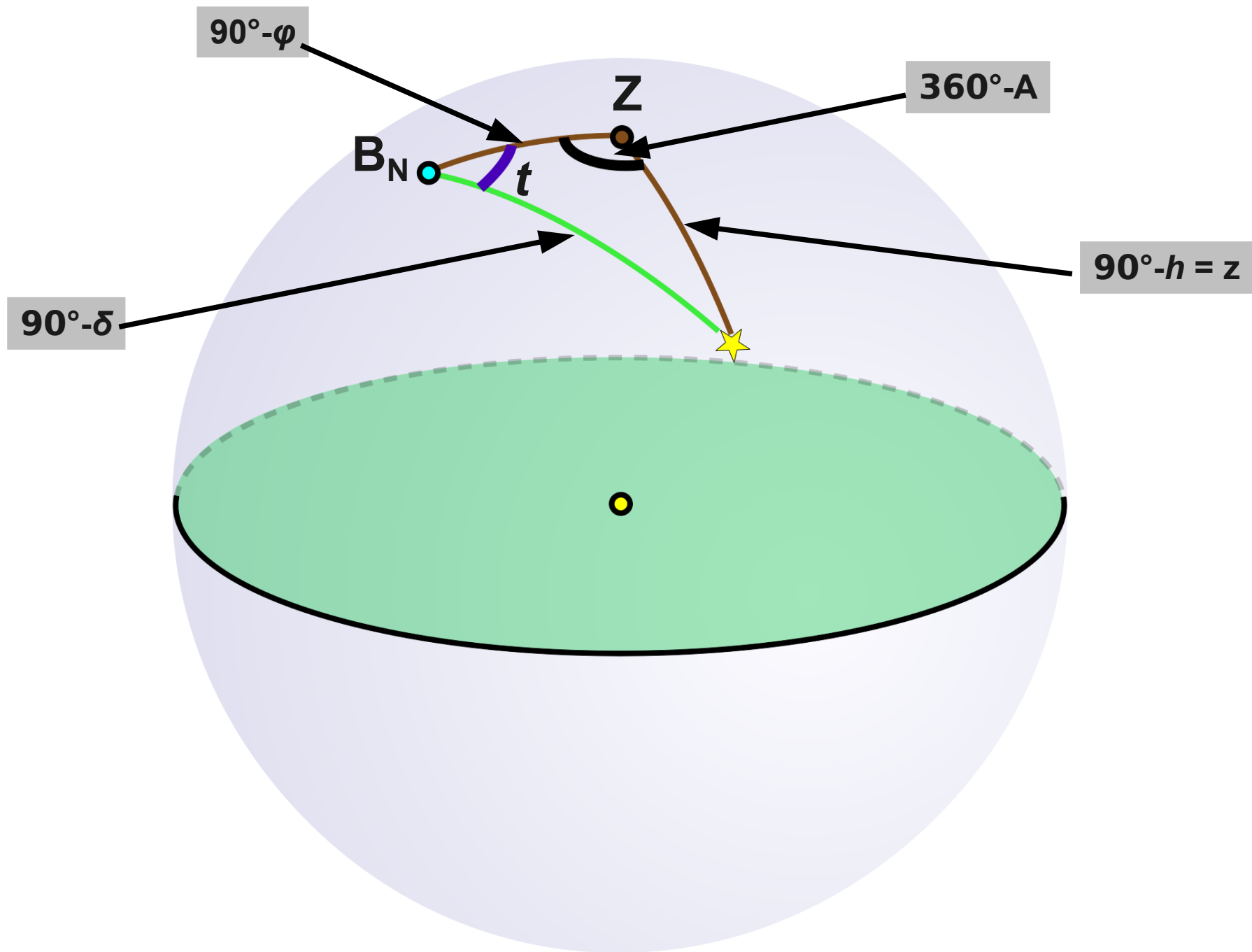


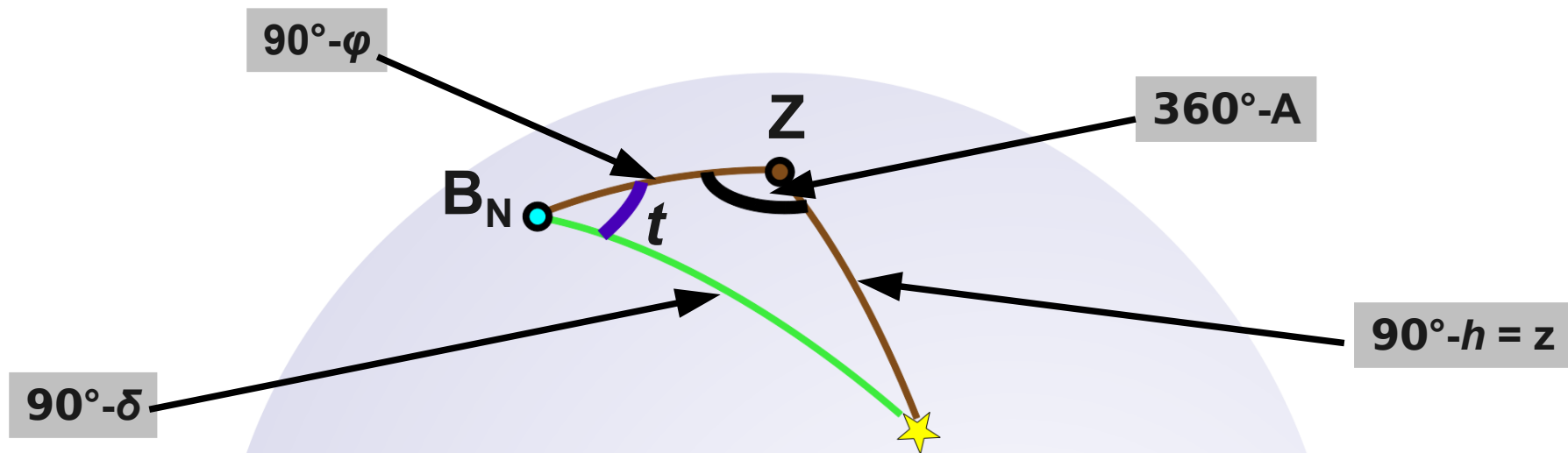








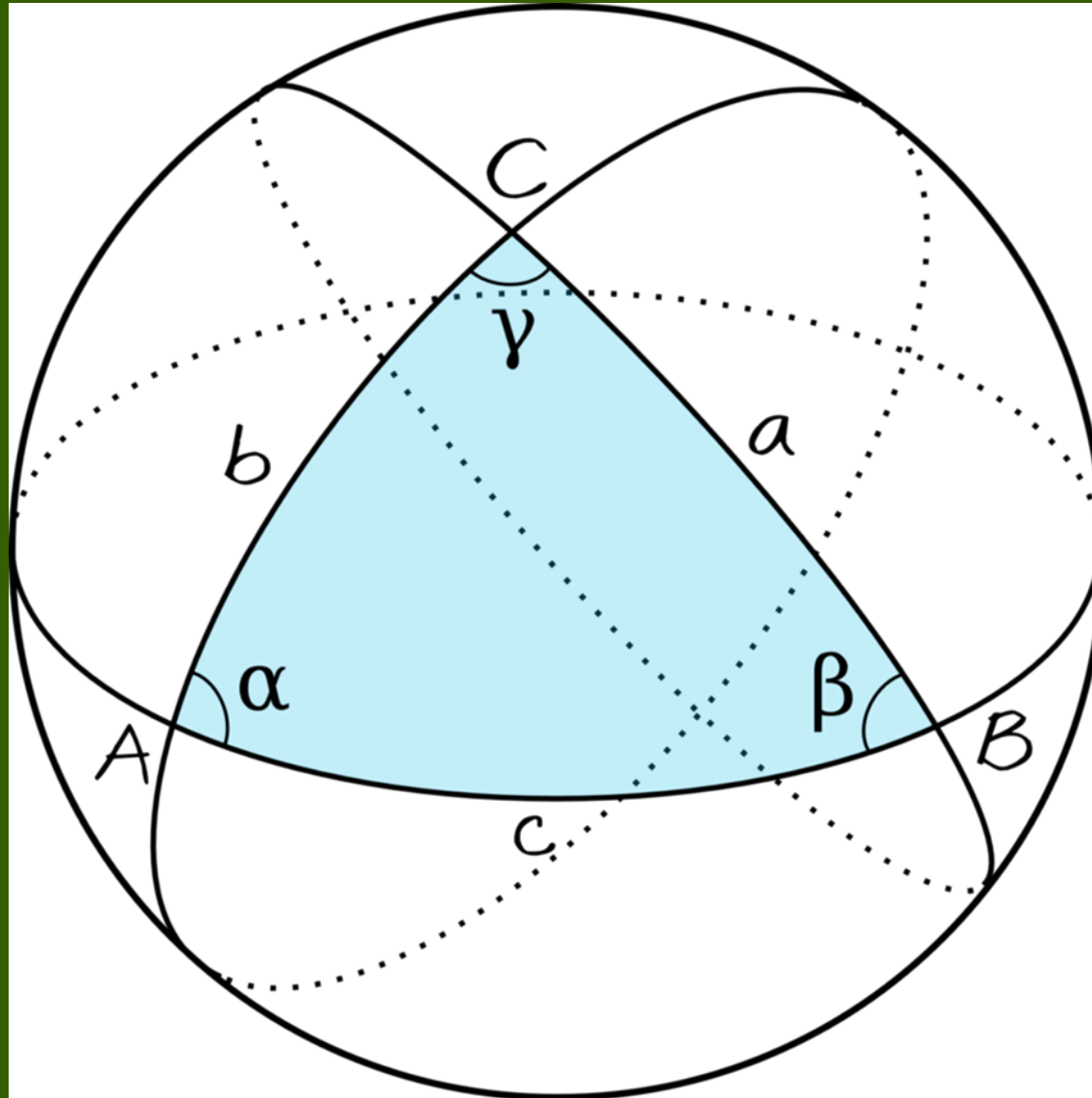




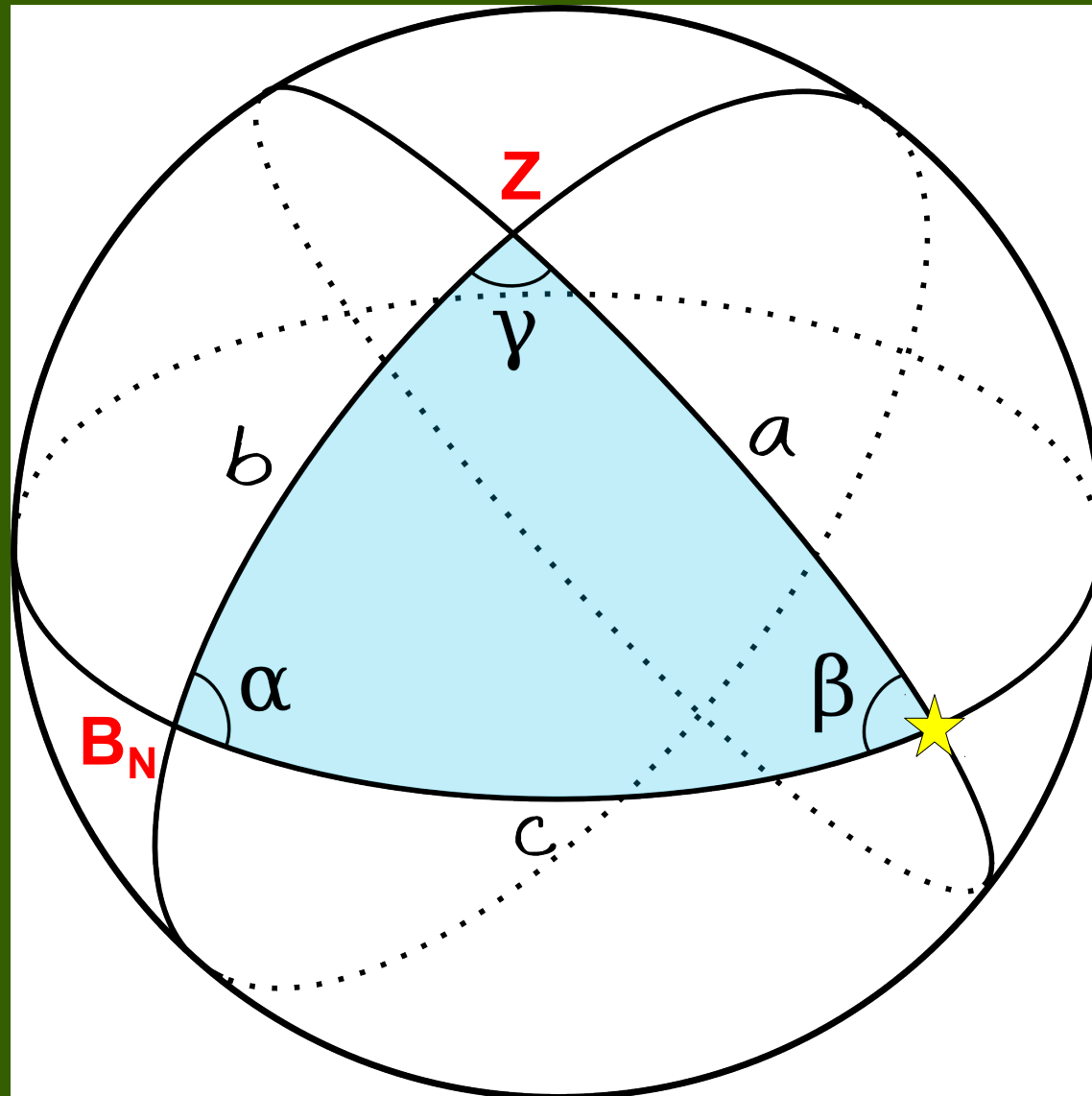
Trójkąt paralaktyczny

czyli związek między układem równikowym godzinny
a układem horyzontalnym

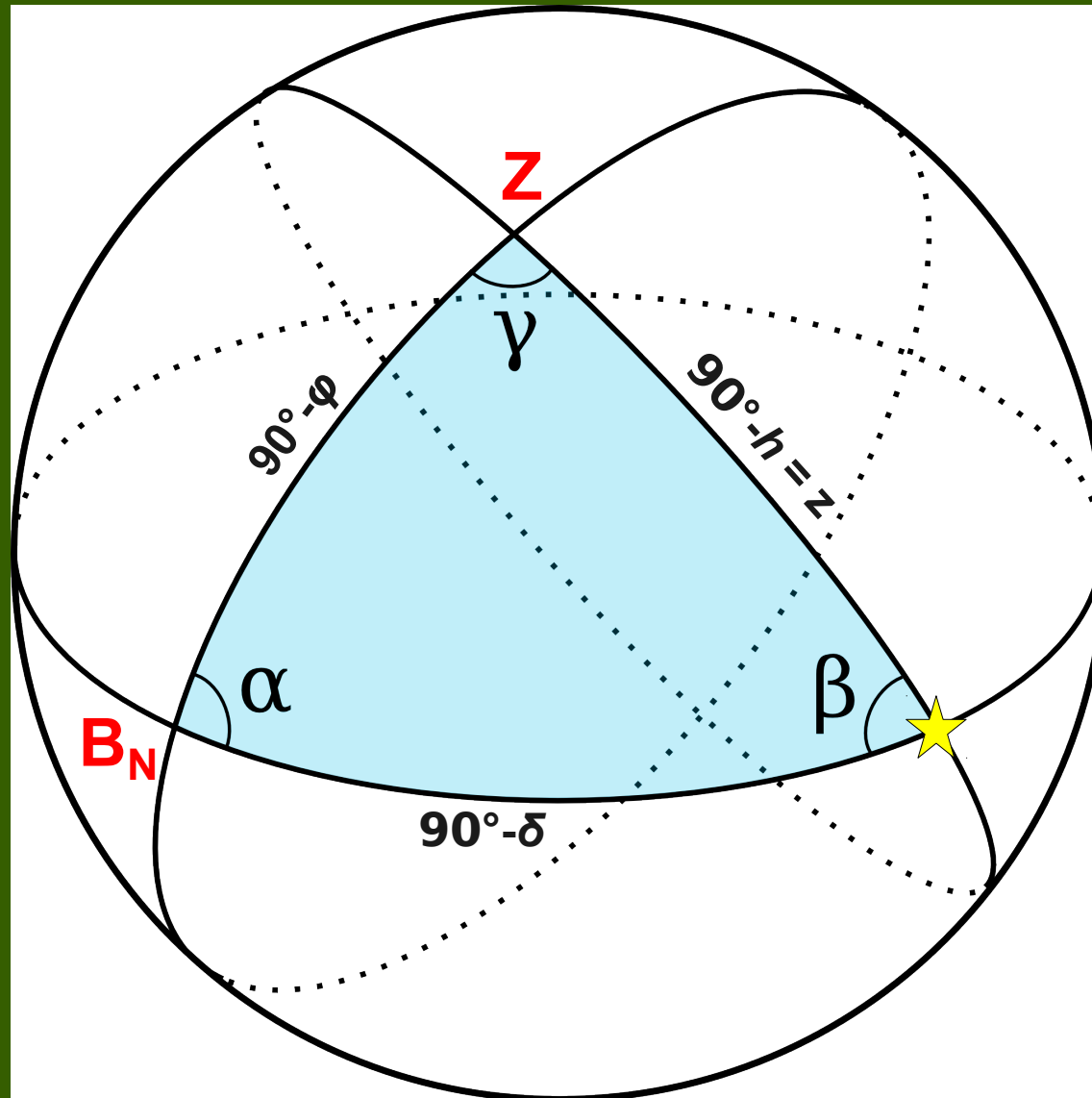
Trójkąt sferyczny



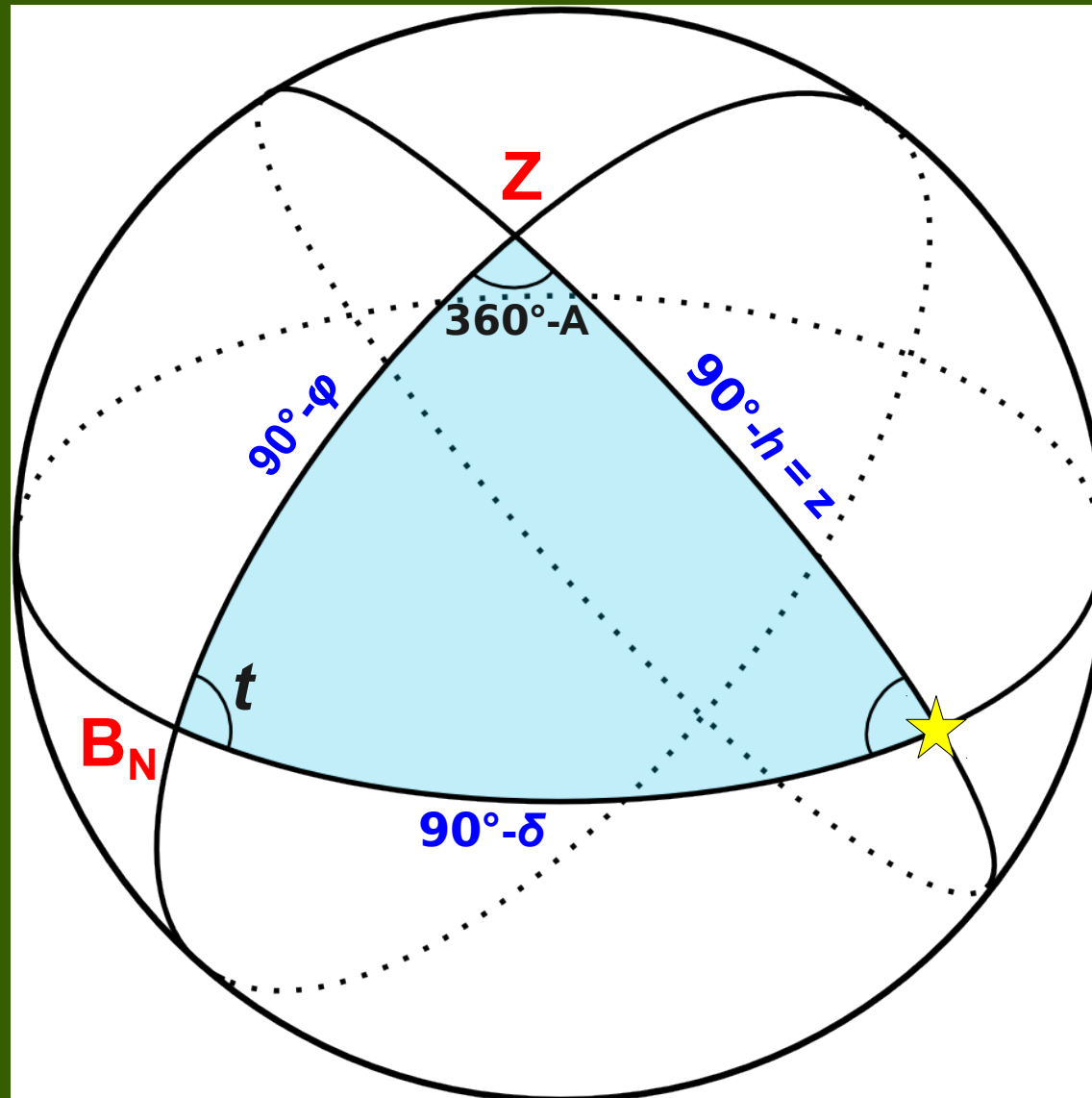
Trójkąt paralaktyczny



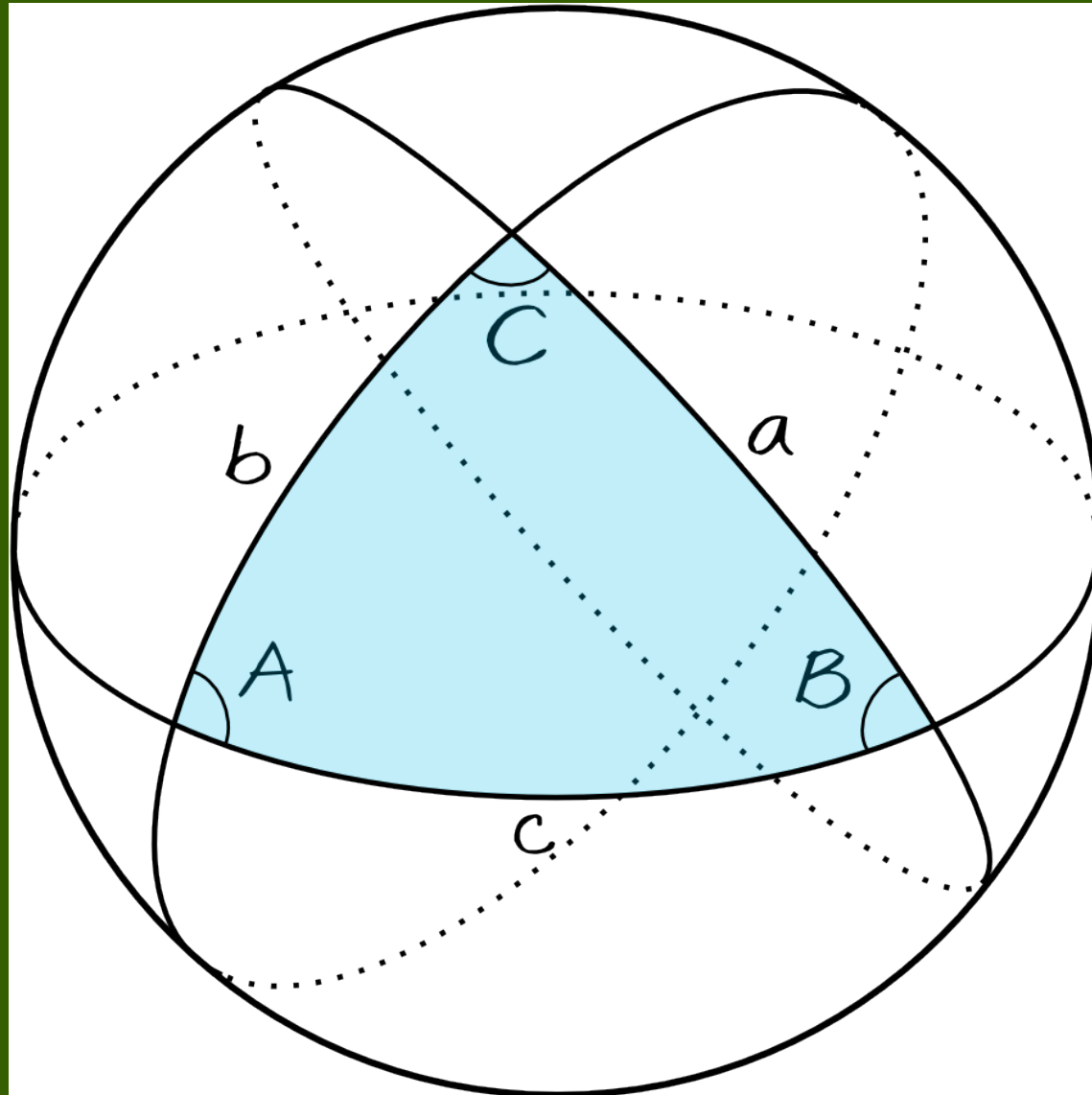
Trójkąt paralaktyczny



Trójkąt paralaktyczny

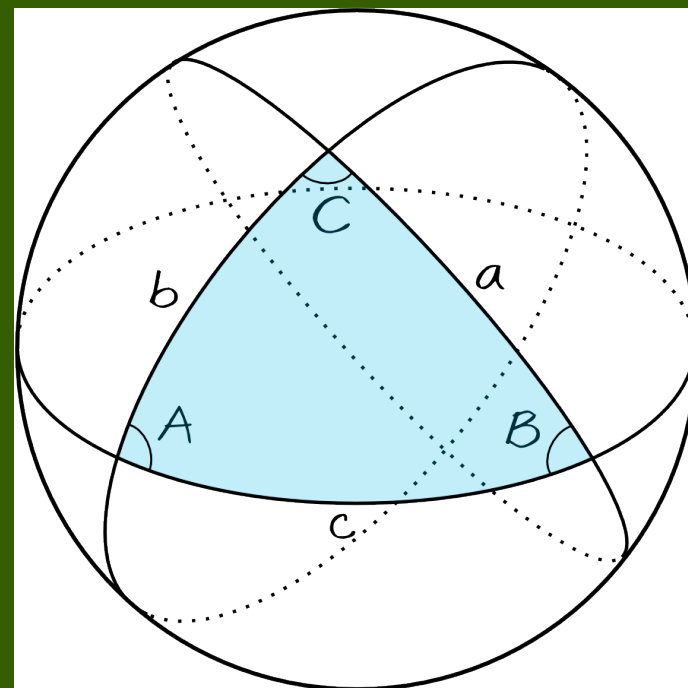


Trójkąt sferyczny



Trygonometria sferyczna

$$\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C}$$



$$\cos a = \cos b \cdot \cos c + \sin b \cdot \sin c \cdot \cos A$$

$$\cos b = \cos a \cdot \cos c + \sin a \cdot \sin c \cdot \cos B$$

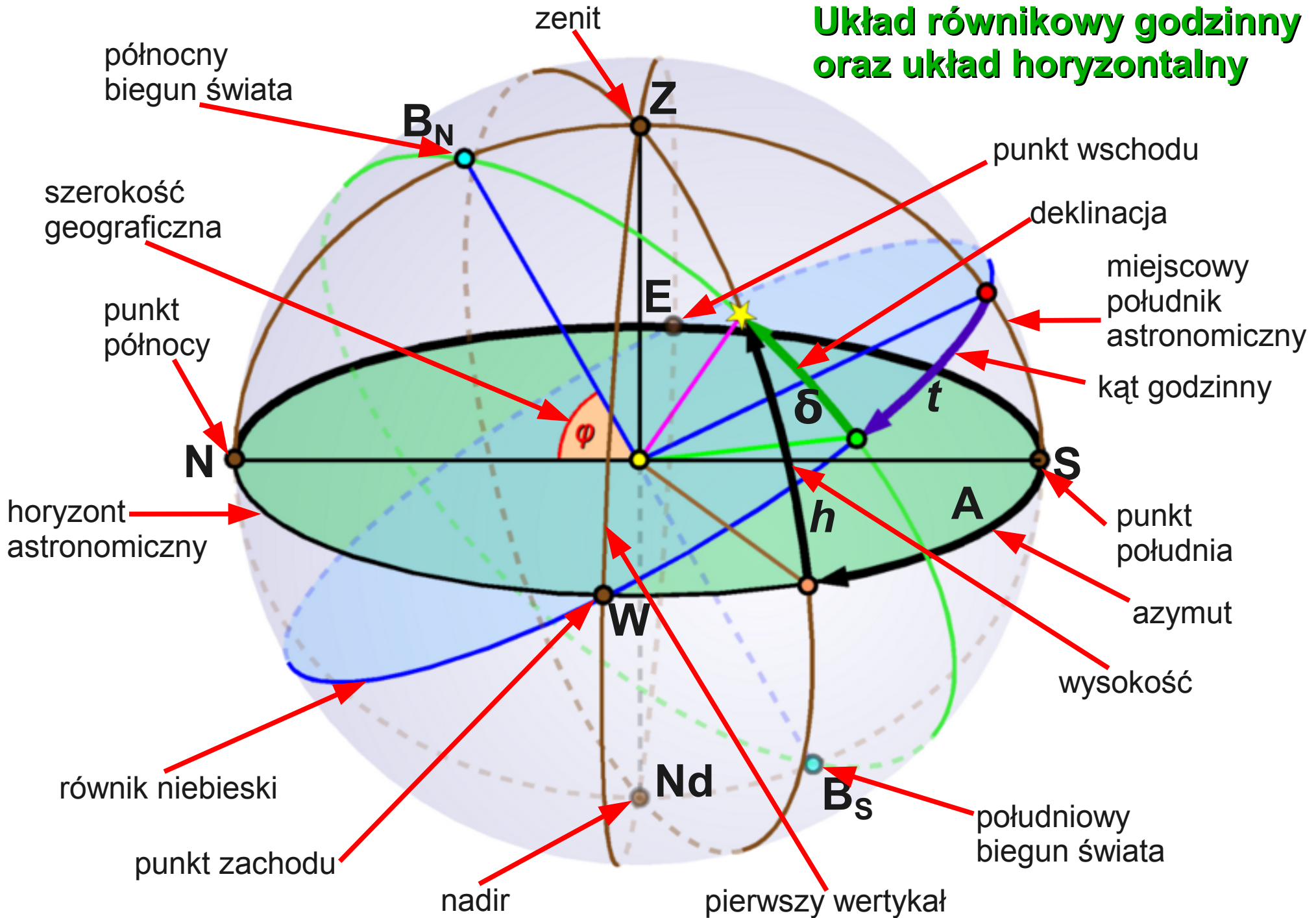
$$\cos c = \cos b \cdot \cos a + \sin b \cdot \sin a \cdot \cos C$$

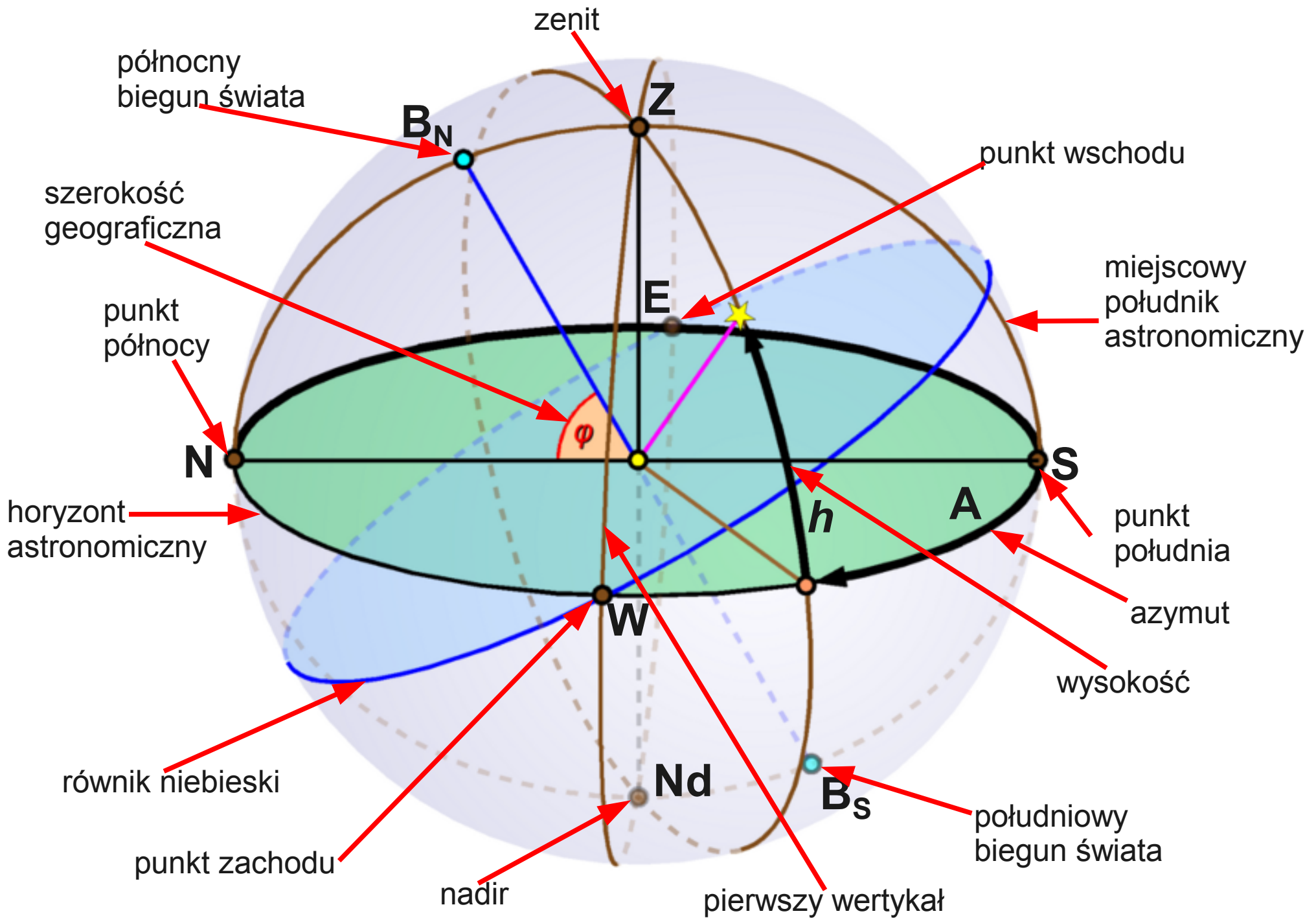
$$\cos A = -\cos B \cdot \cos C + \sin B \cdot \sin C \cdot \cos a$$

$$\cos B = -\cos A \cdot \cos C + \sin A \cdot \sin C \cdot \cos b$$

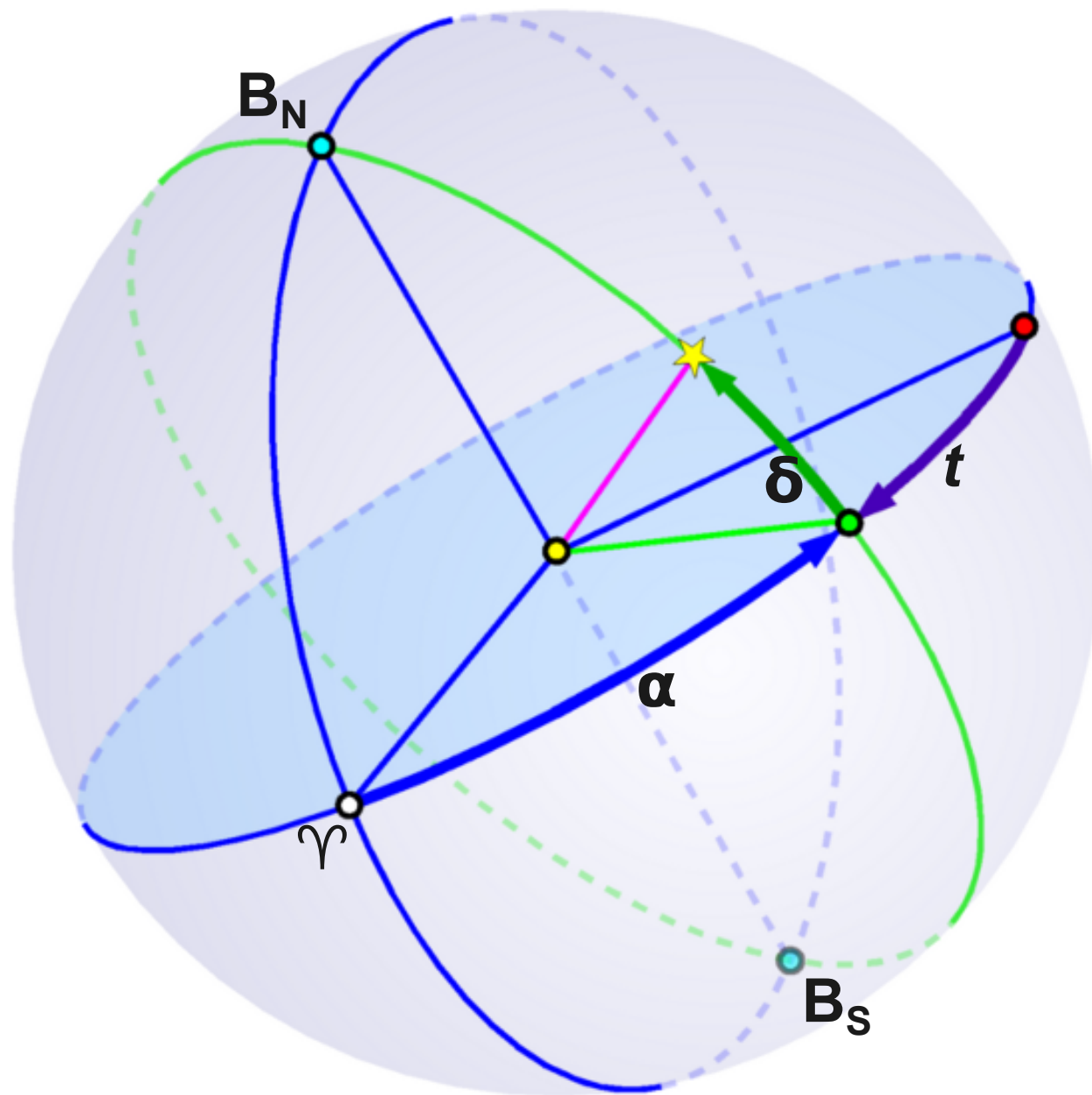
$$\cos C = -\cos B \cdot \cos A + \sin B \cdot \sin A \cdot \cos c$$

Układ równikowy godzinny oraz układ horyzontalny

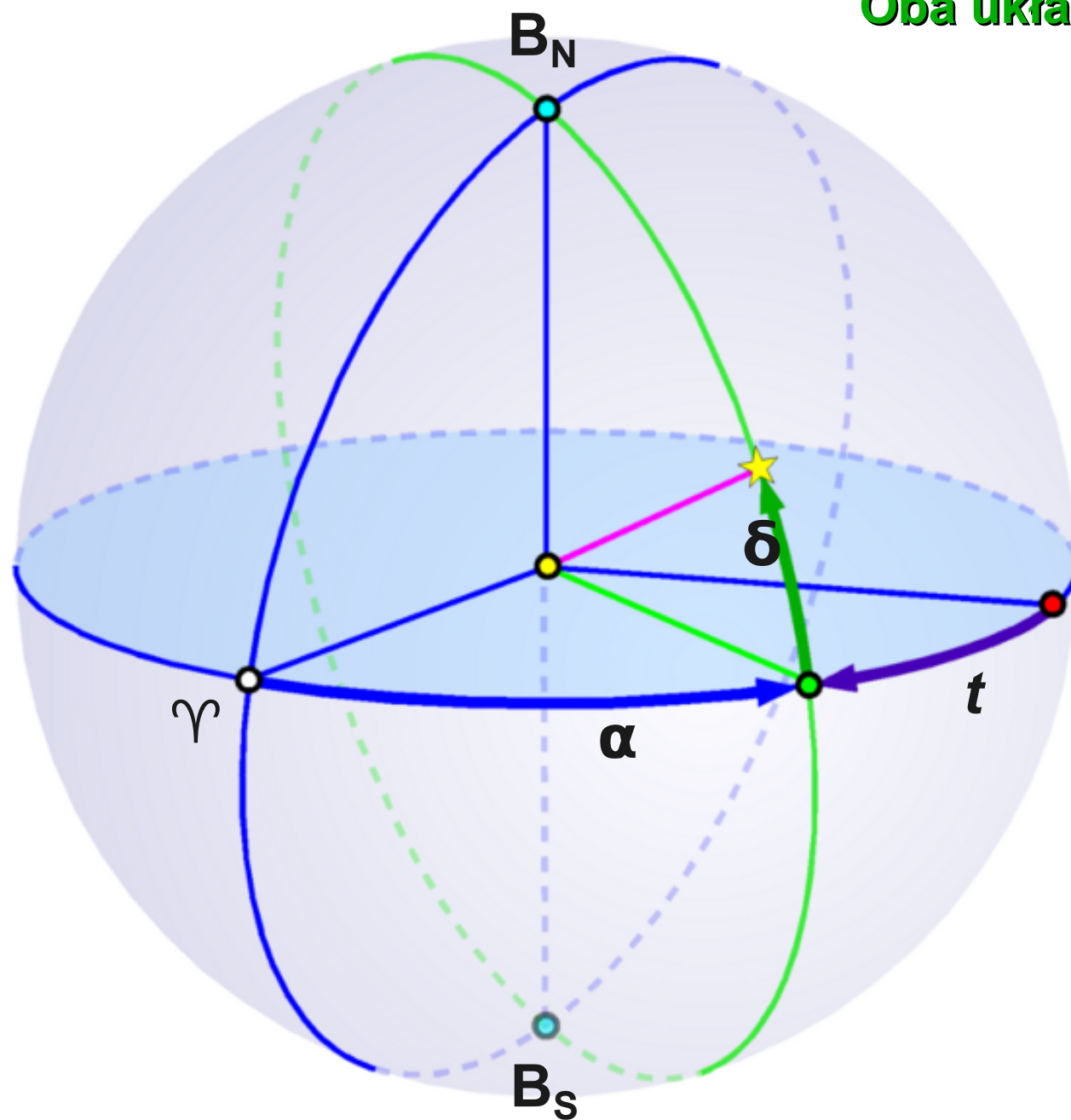




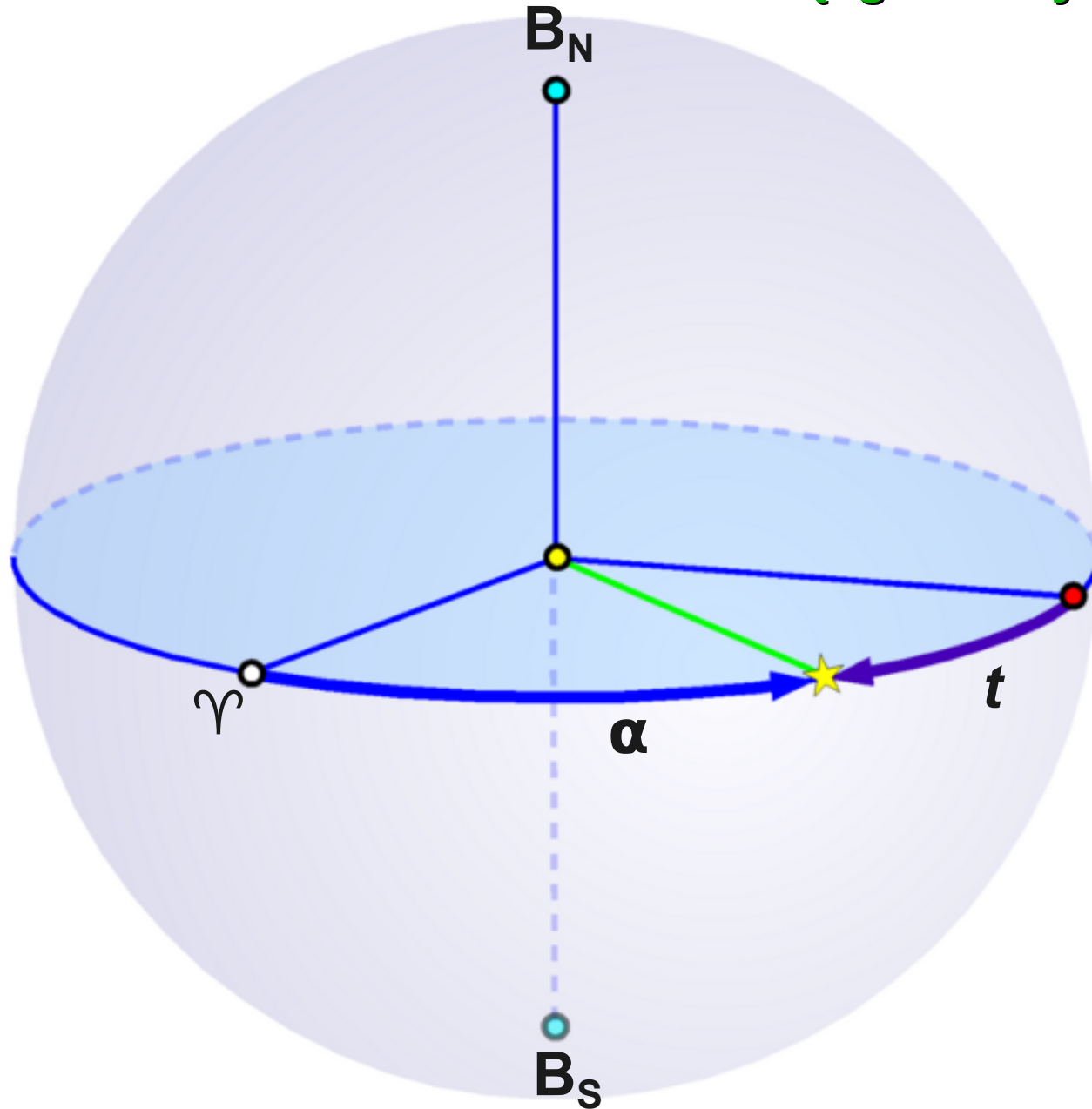
Oba układy równikowe



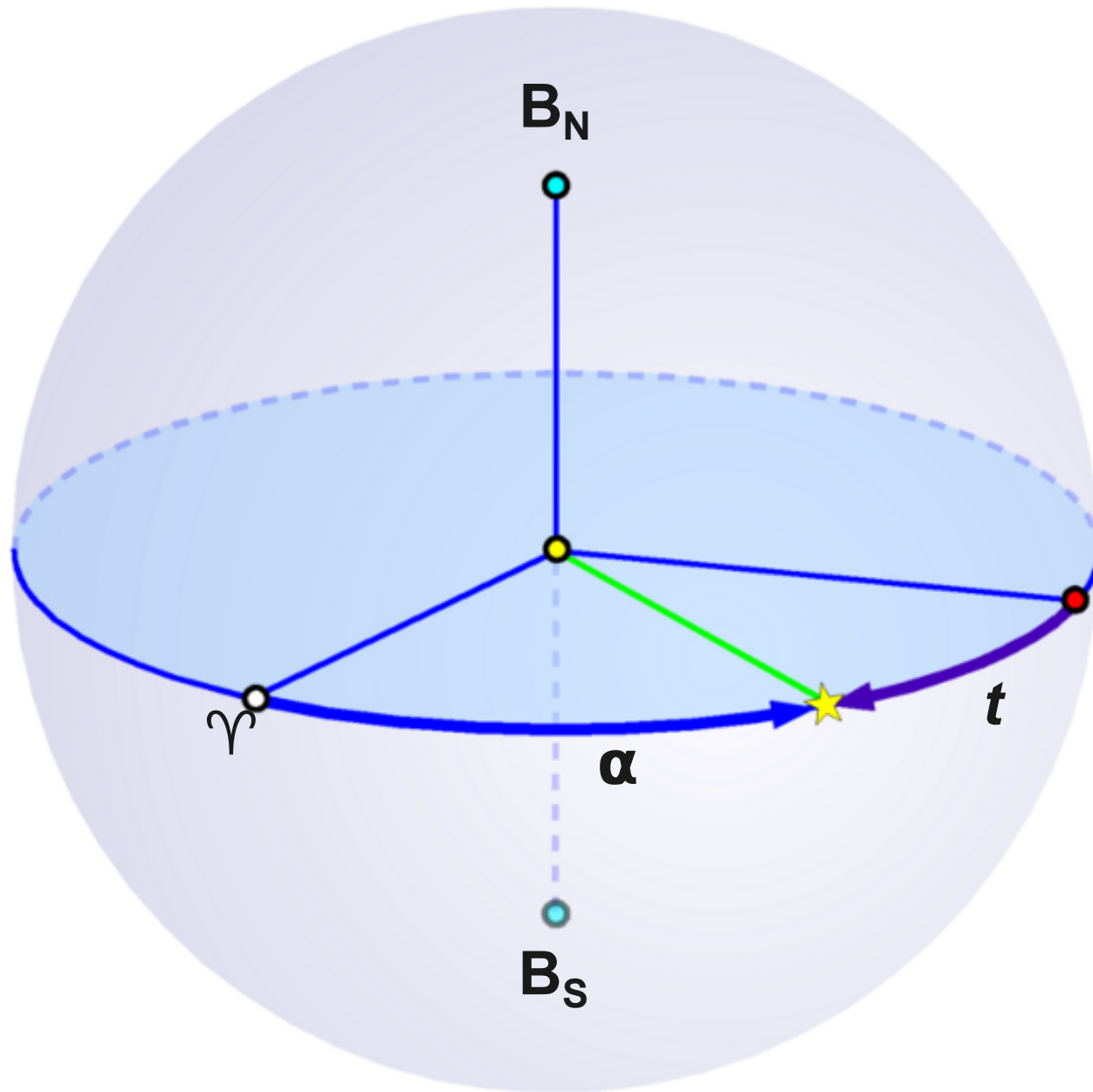
Oba układy równikowe



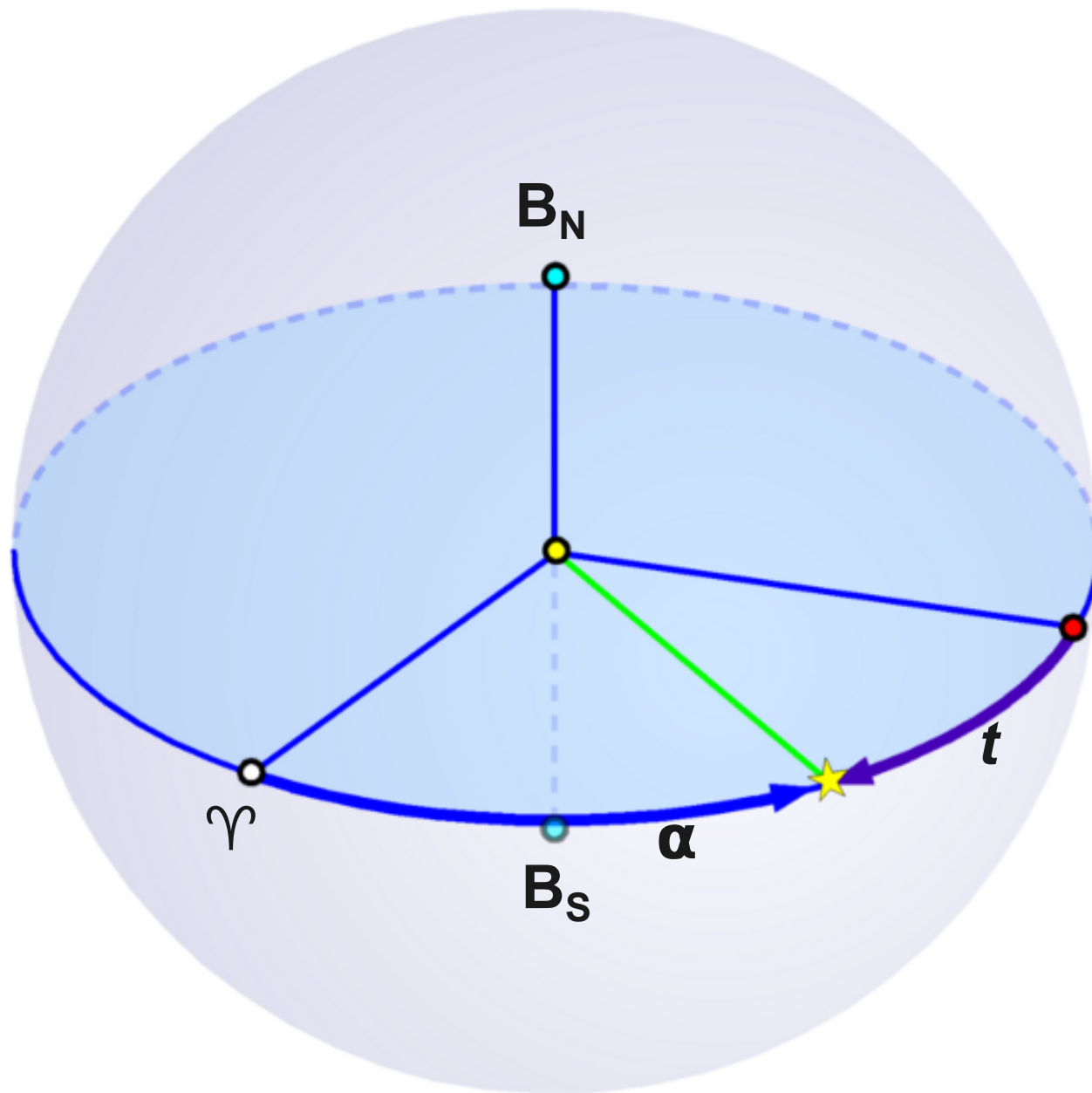
kąt godzinny i rektascensja



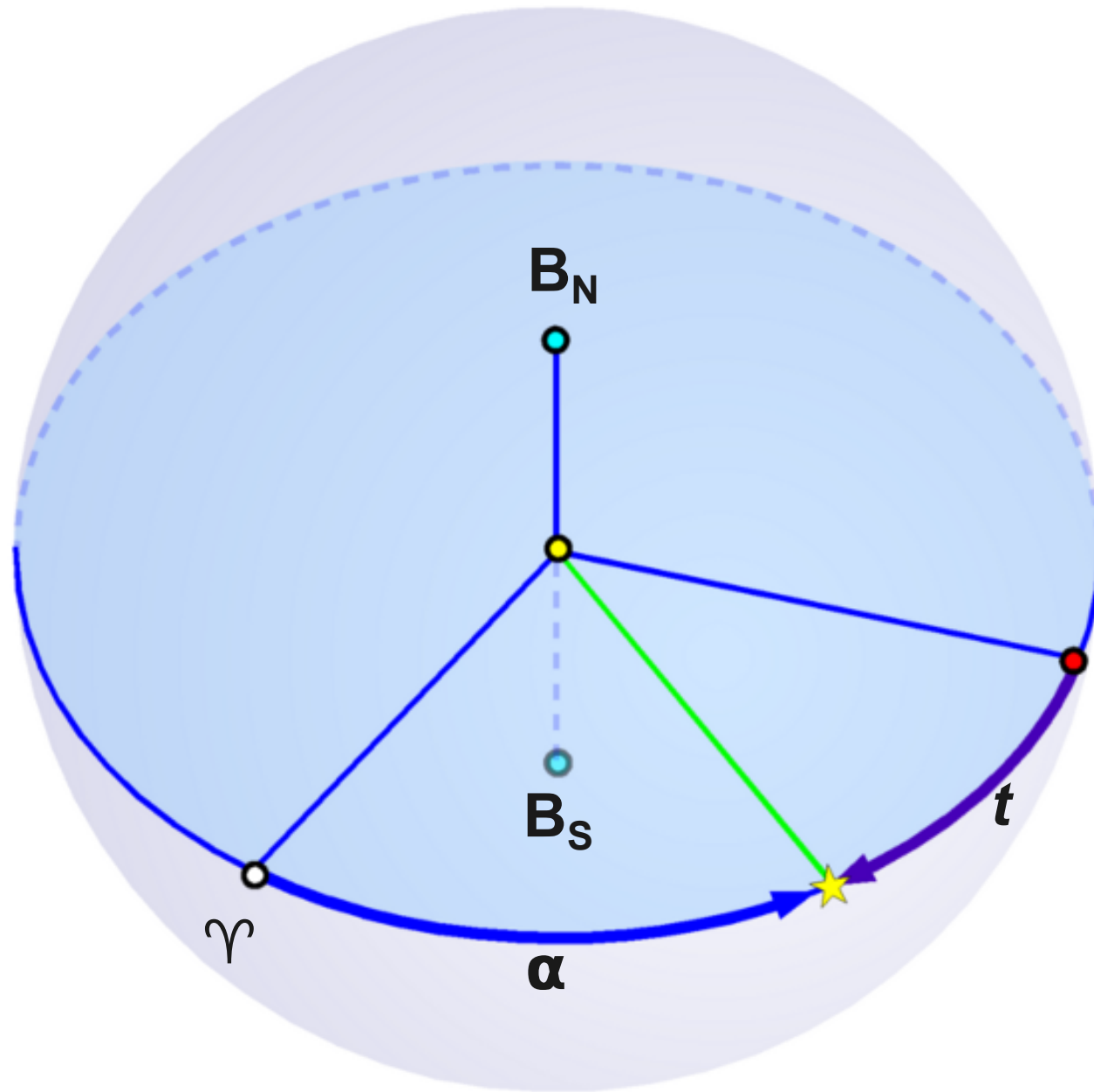
kąt godzinny i rektascensja



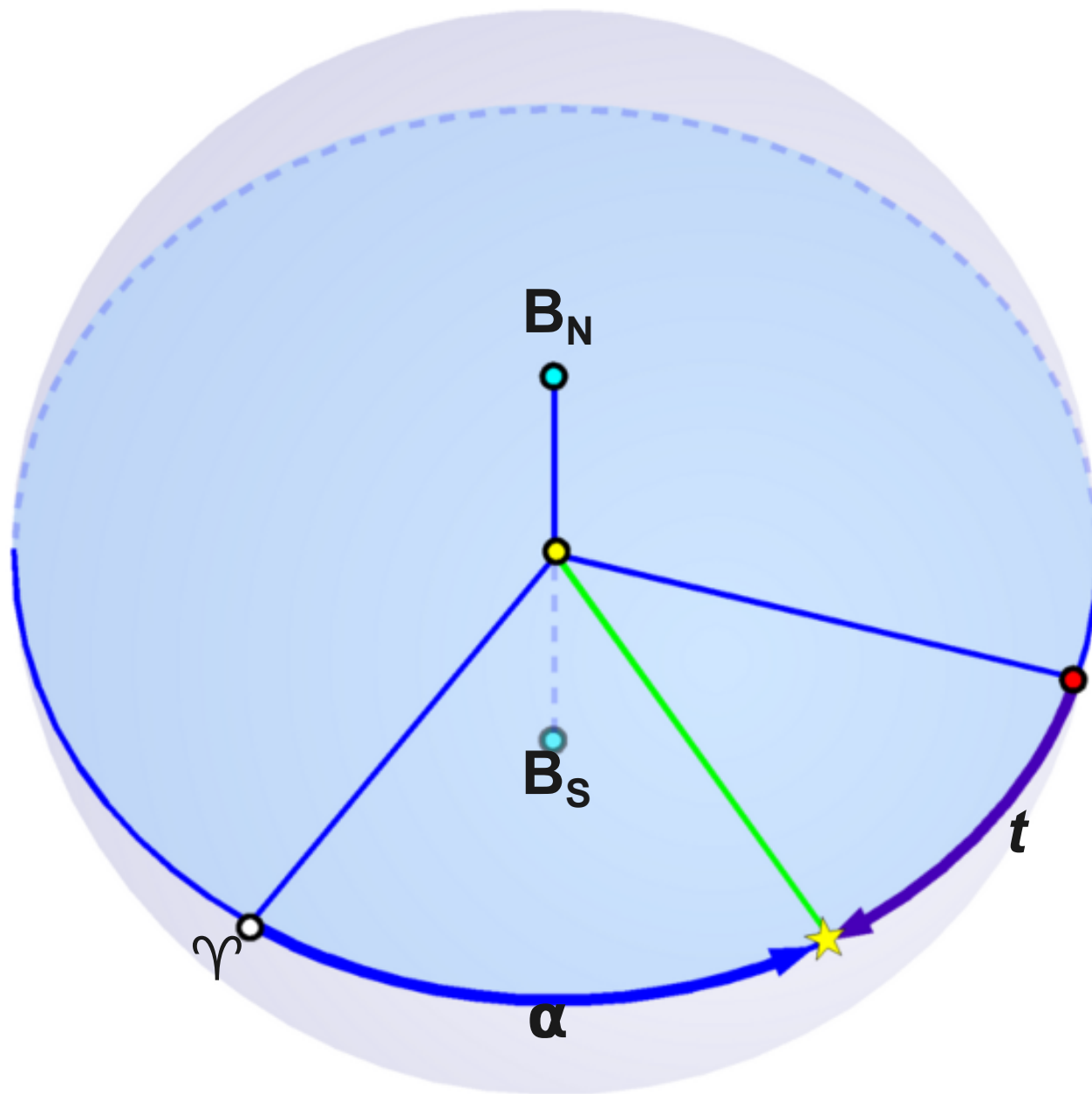
kąt godzinny i rektascensja



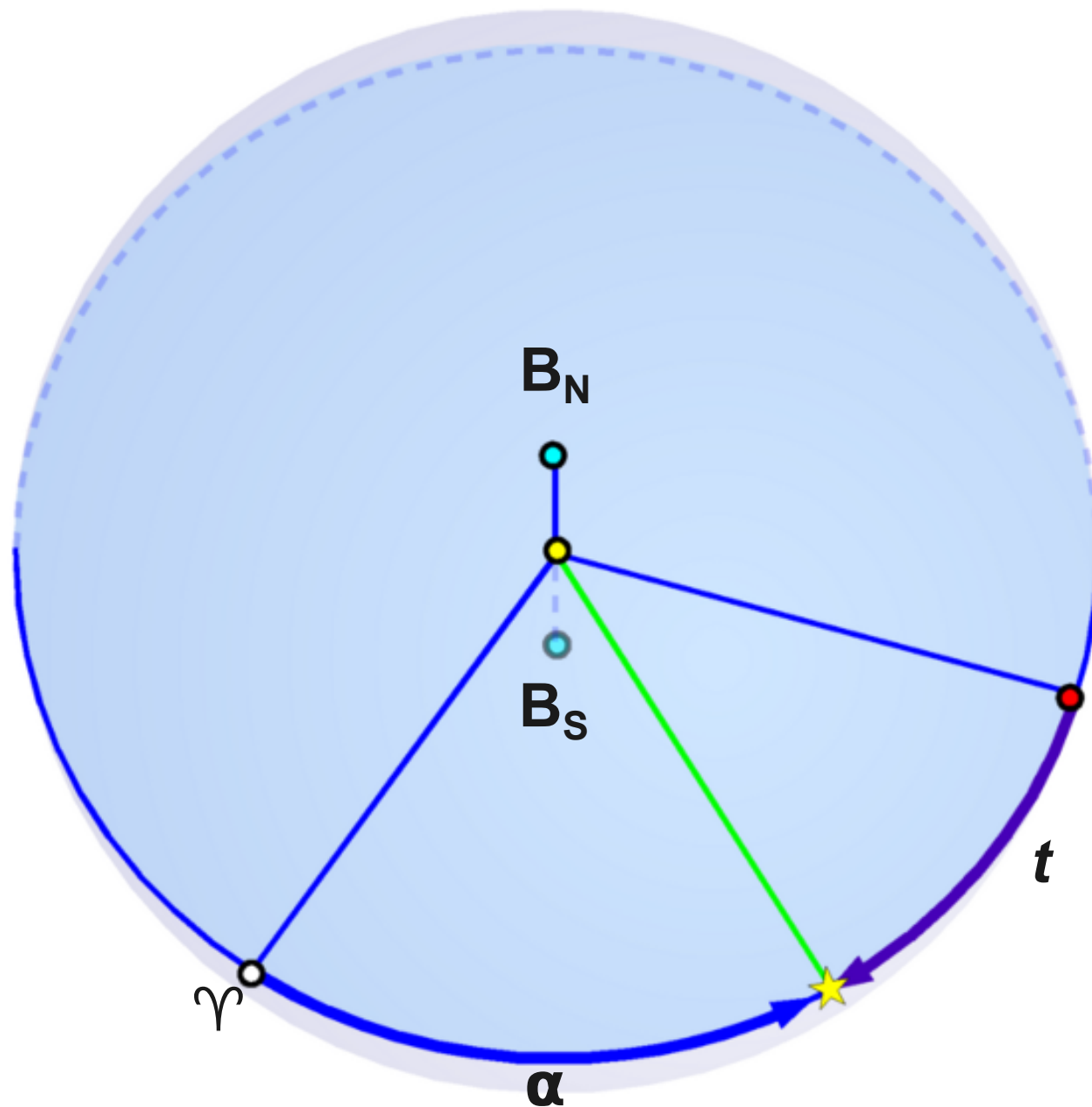
kąt godzinny i rektascensja



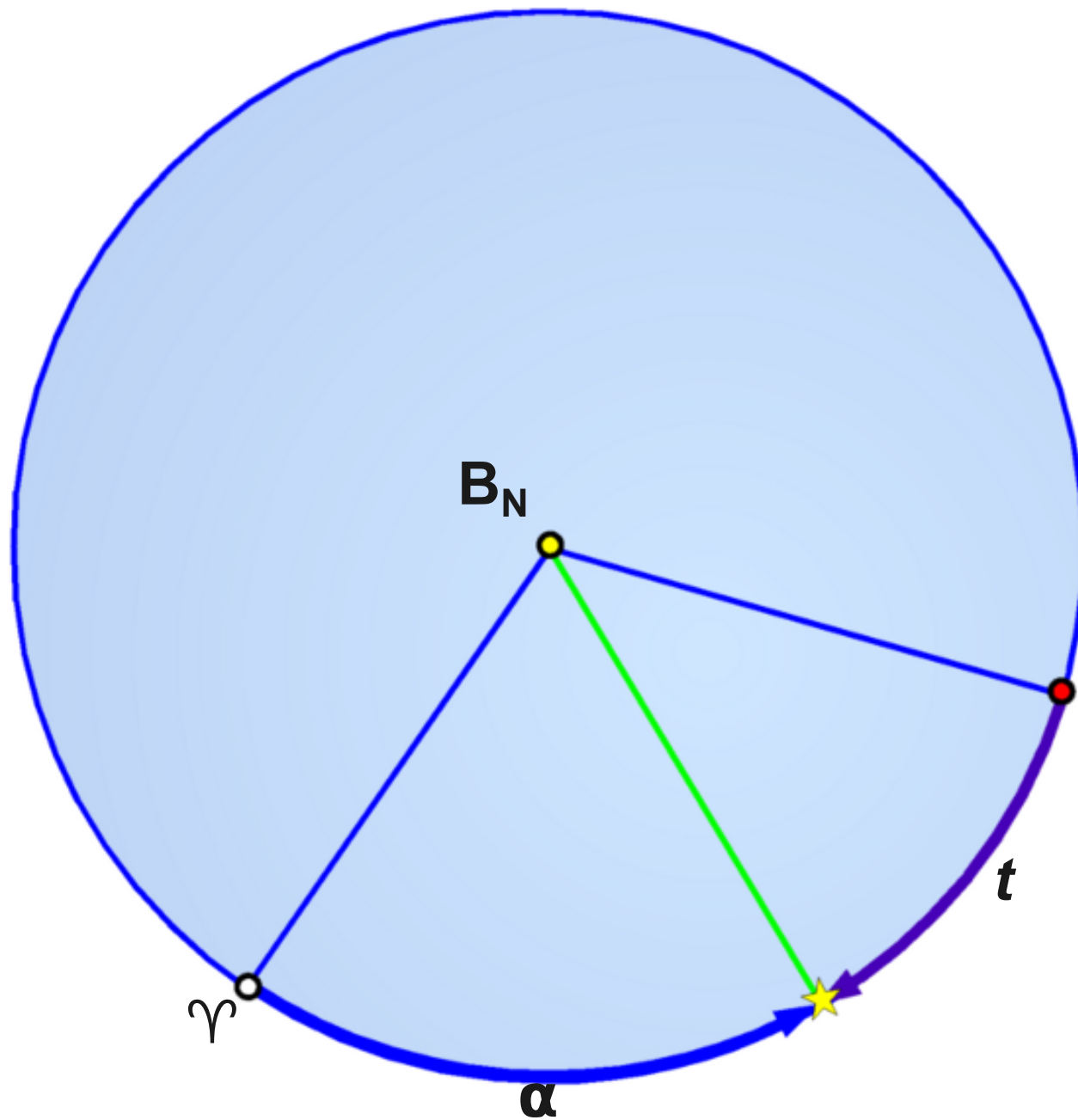
kąt godzinny i rektascensja



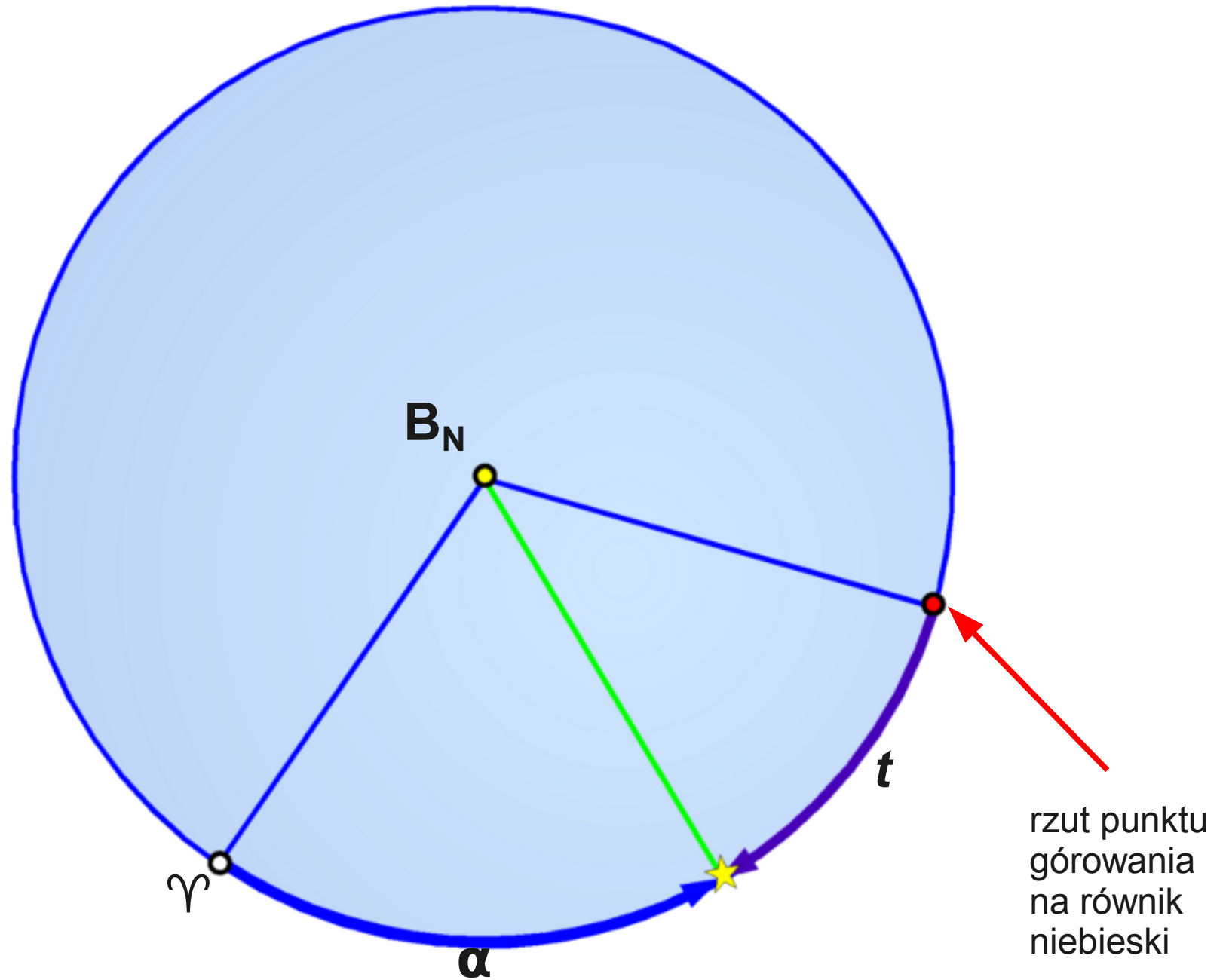
kąt godzinny i rektascensja



kąt godzinny i rektascensja

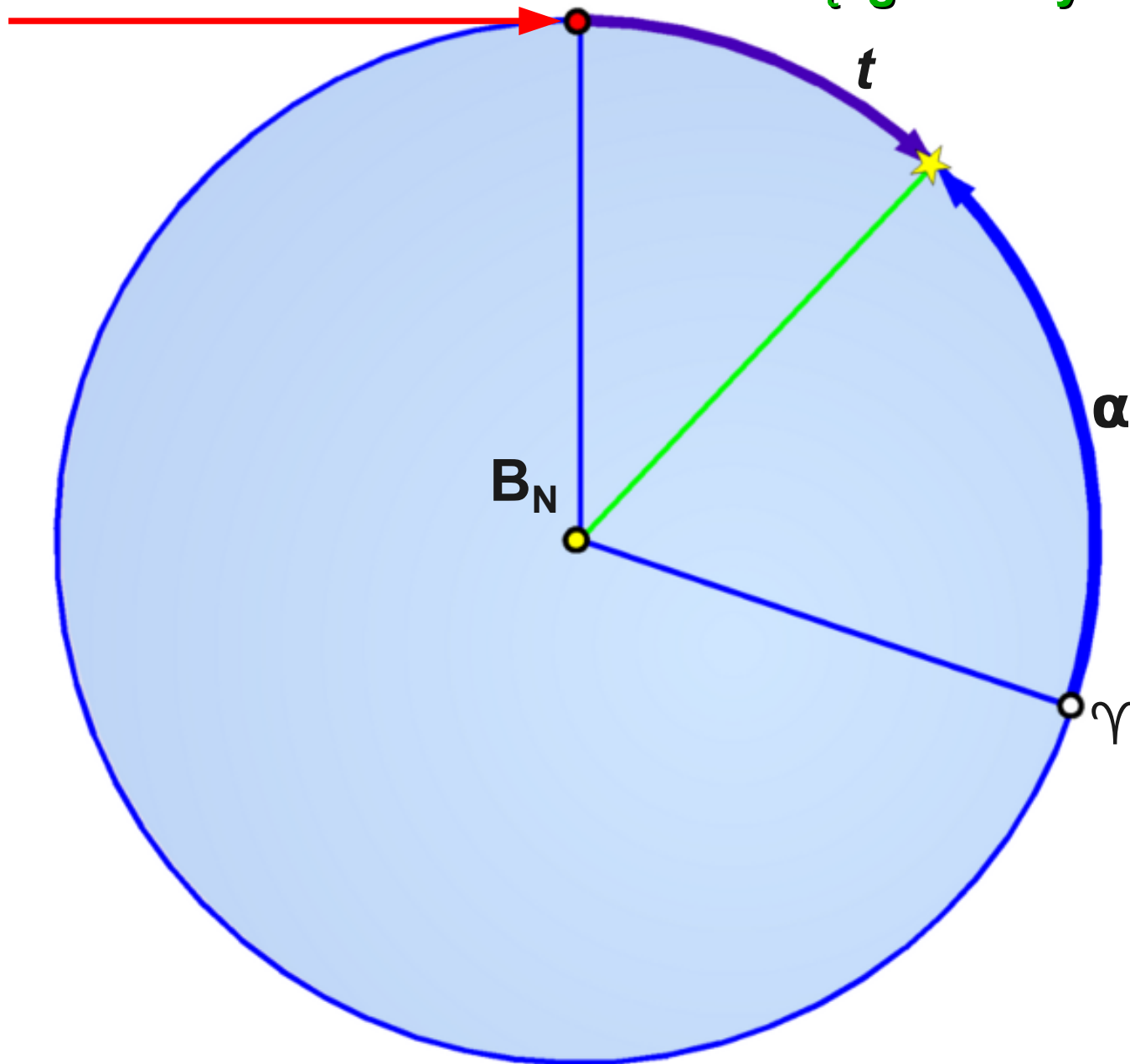


kąt godzinny i rektascensja



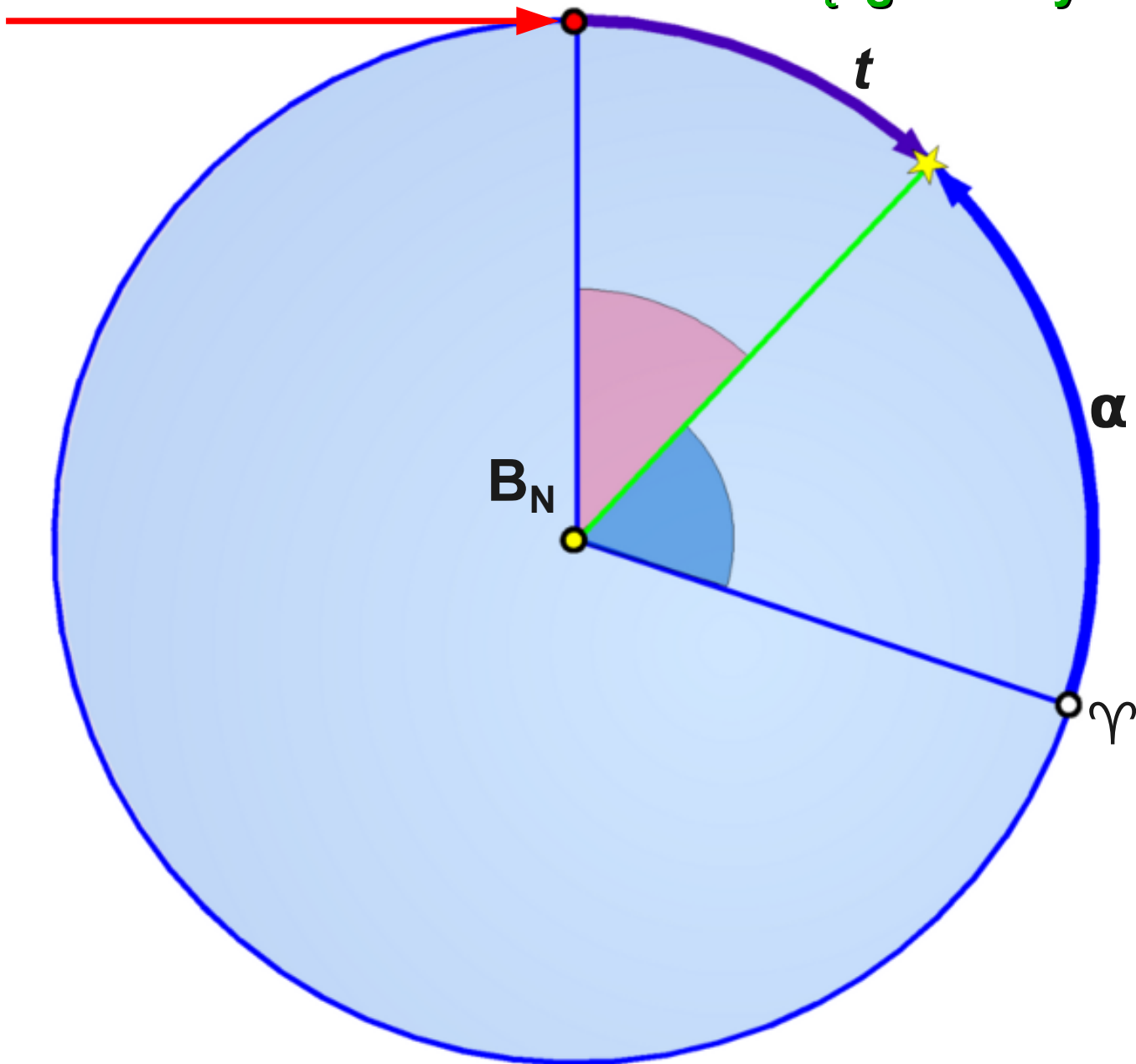
rzut punktu
górowania
na równik
niebieski

kąt godzinny i rektascensja



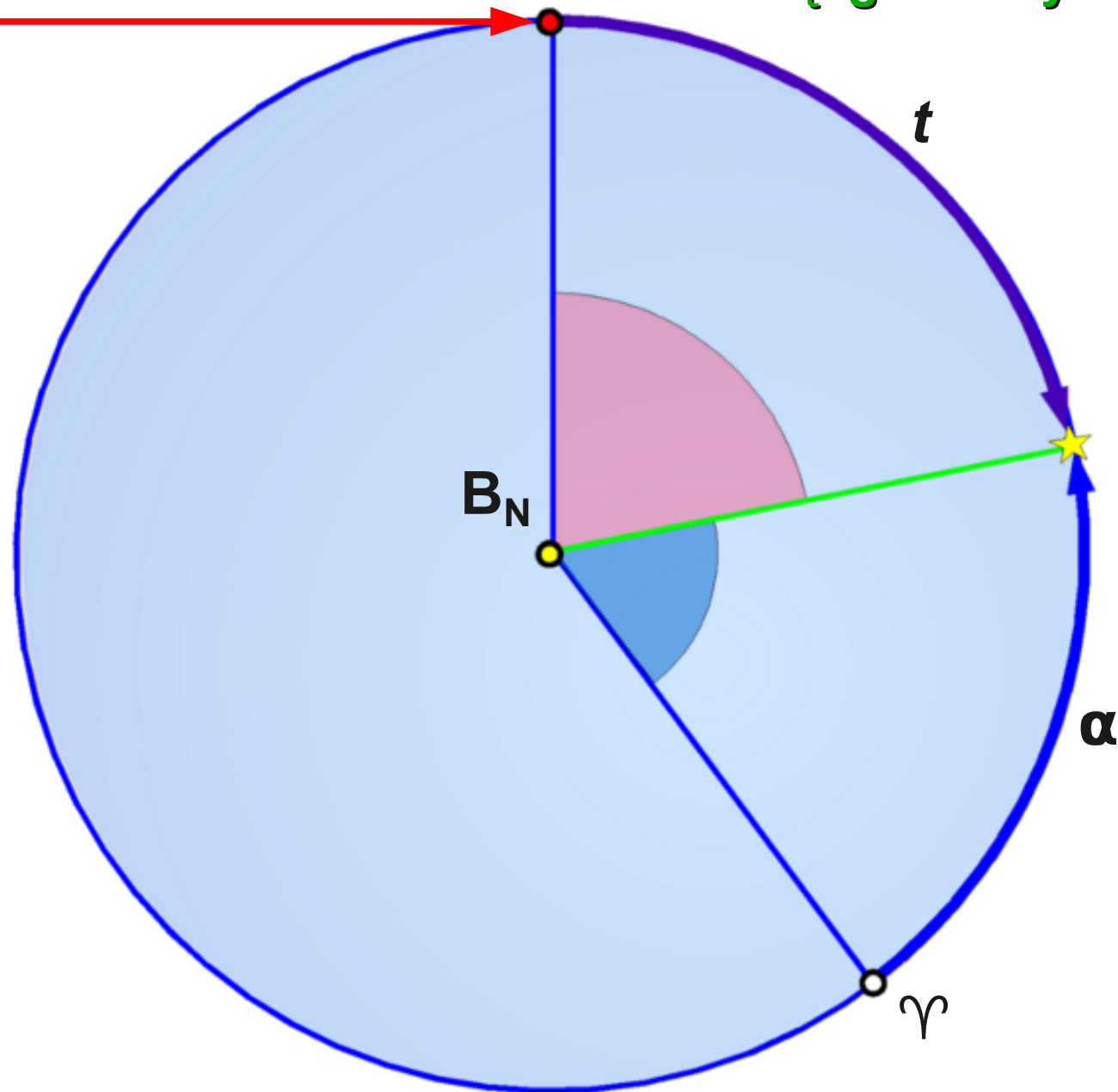
punkt
górowania
na równiku

kąt godzinny i rektascensja



punkt
górowania
na równiku

kąt godzinny i rektascensja

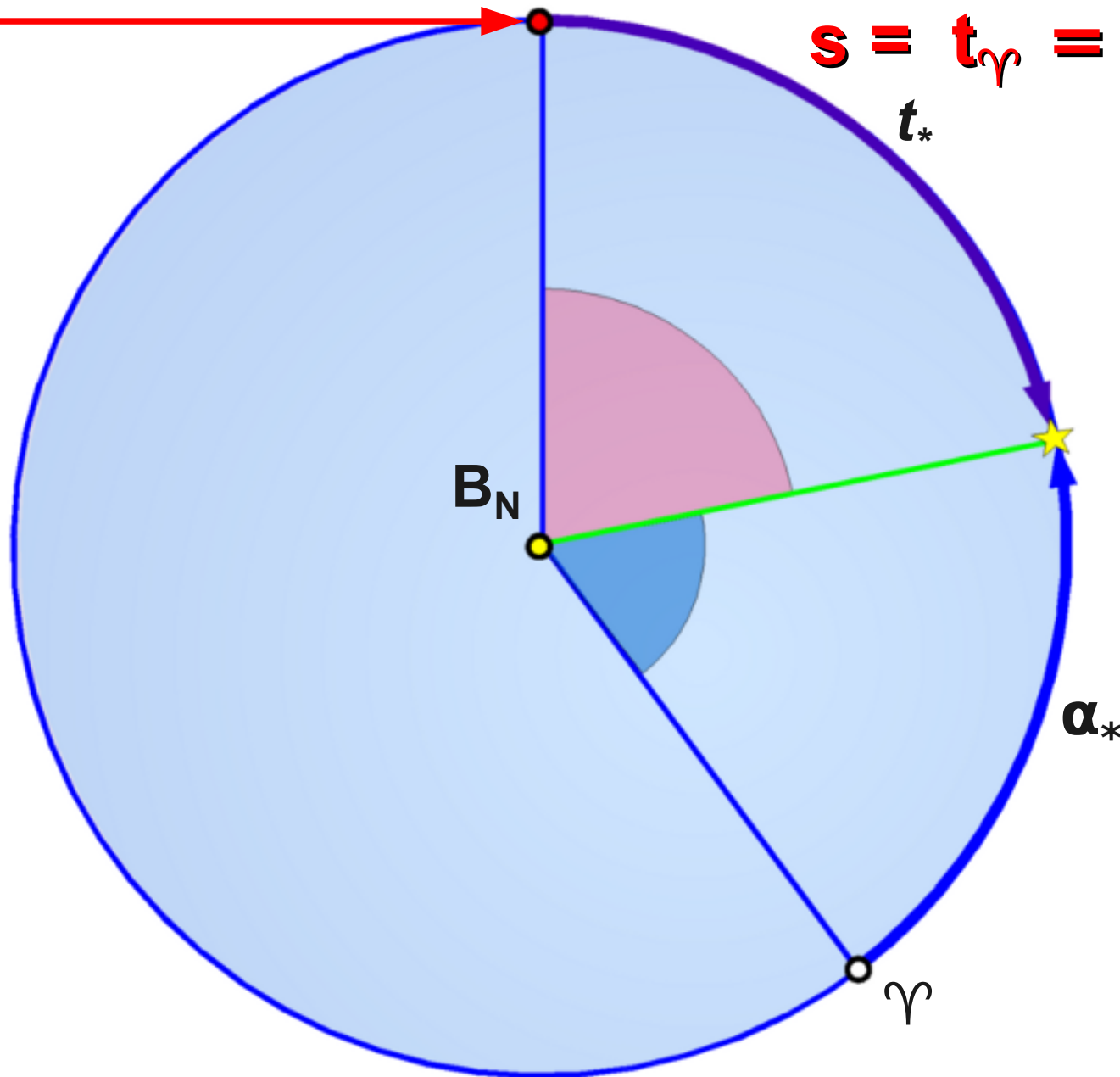


około dwie godziny później

punkt
górowania
na równiku

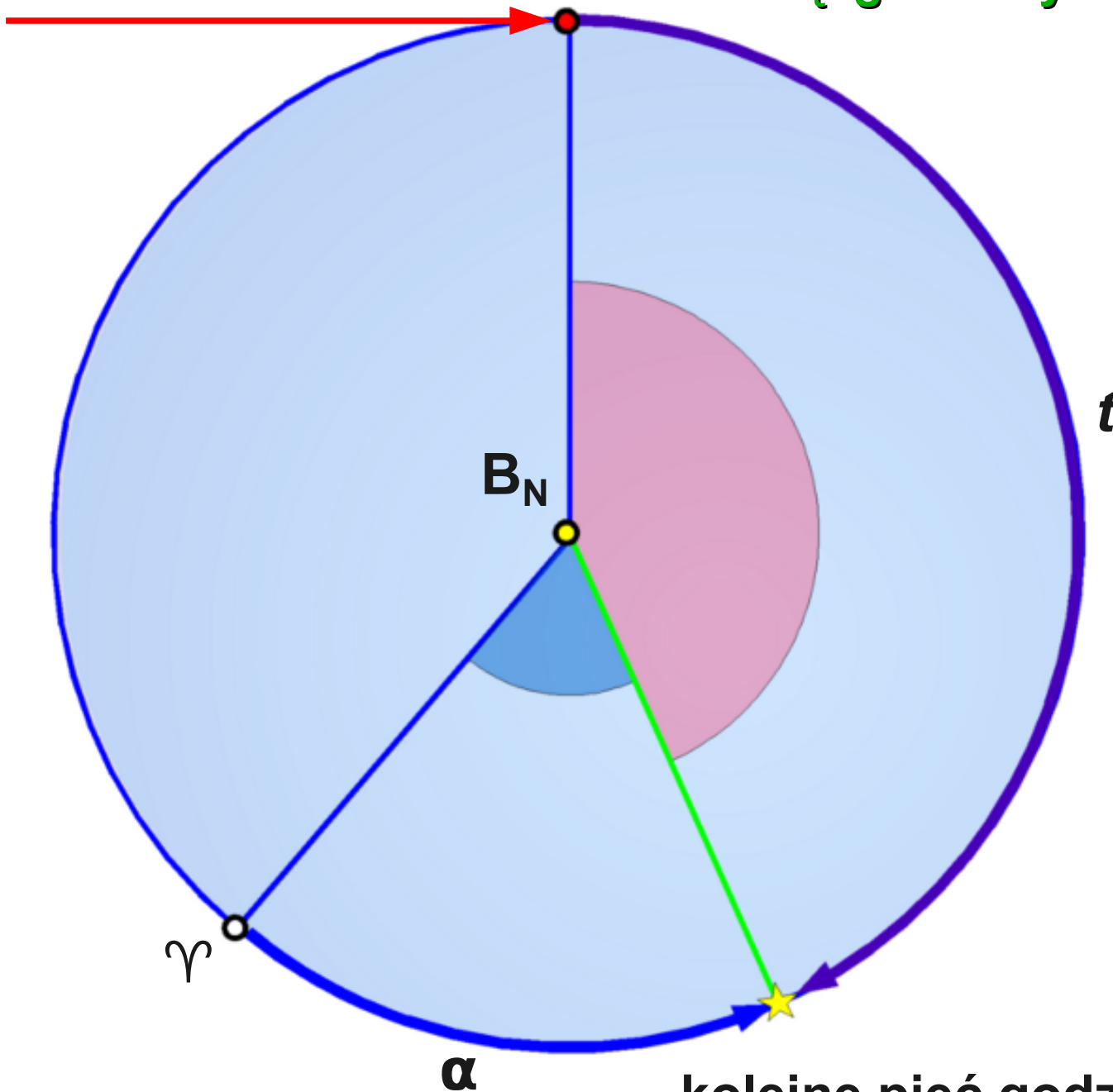


$$s = t_\gamma = t_* + \alpha_*$$



punkt
górowania
na równiku

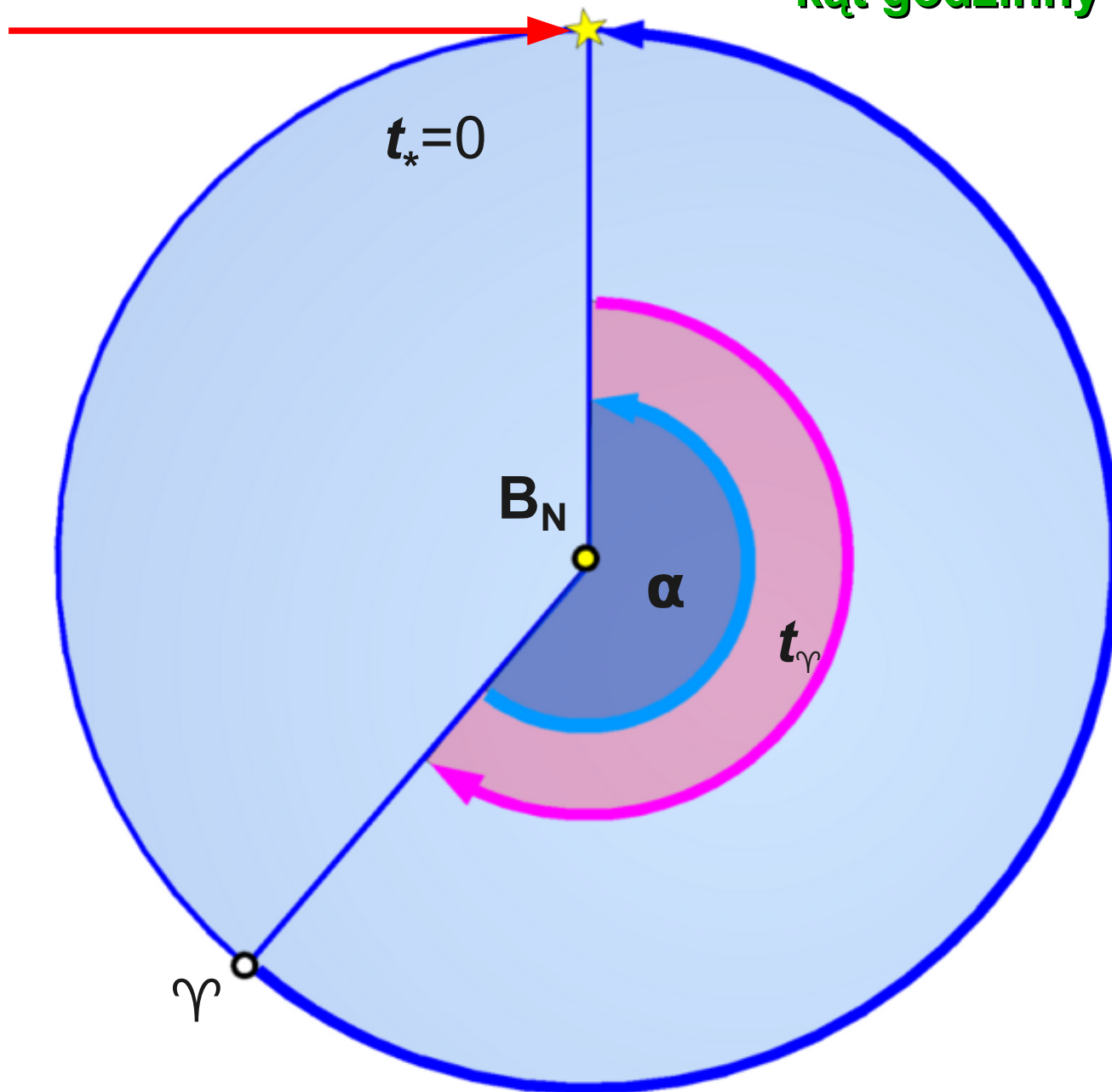
kąt godzinny i rektascensja



kolejne pięć godzin później

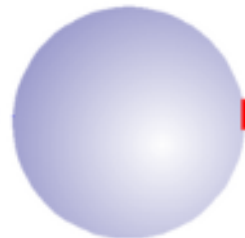
punkt
górowania
na równiku

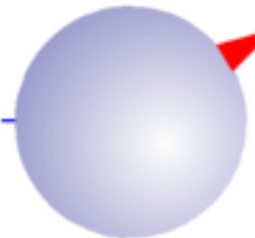
kąt godzinny i rektascensja

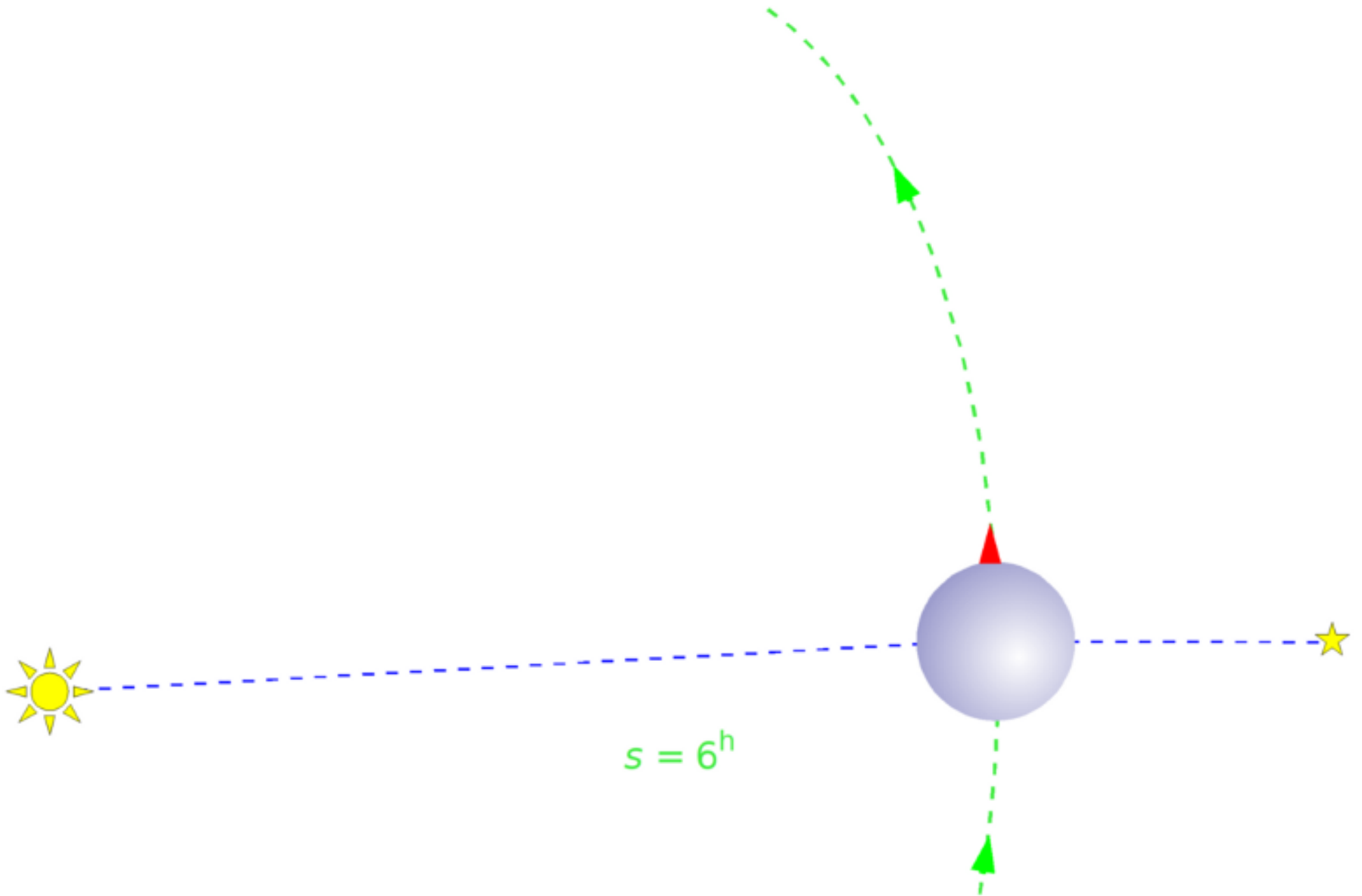


Kąt godzinny punktu Barana jest zawsze równy rektascensji gwiazd górujących.

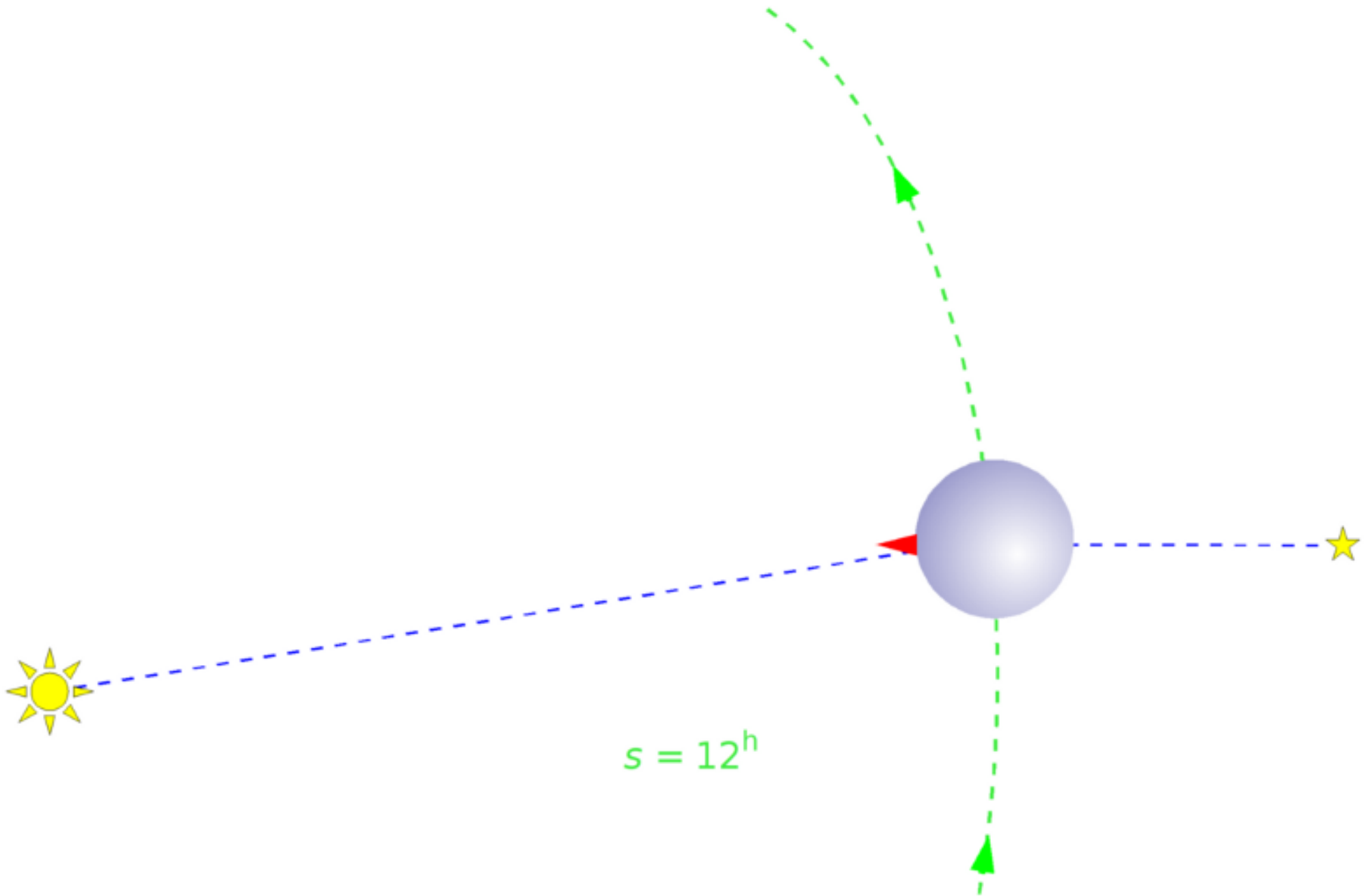
**Związek czasu słonecznego
z gwiazdowym.**



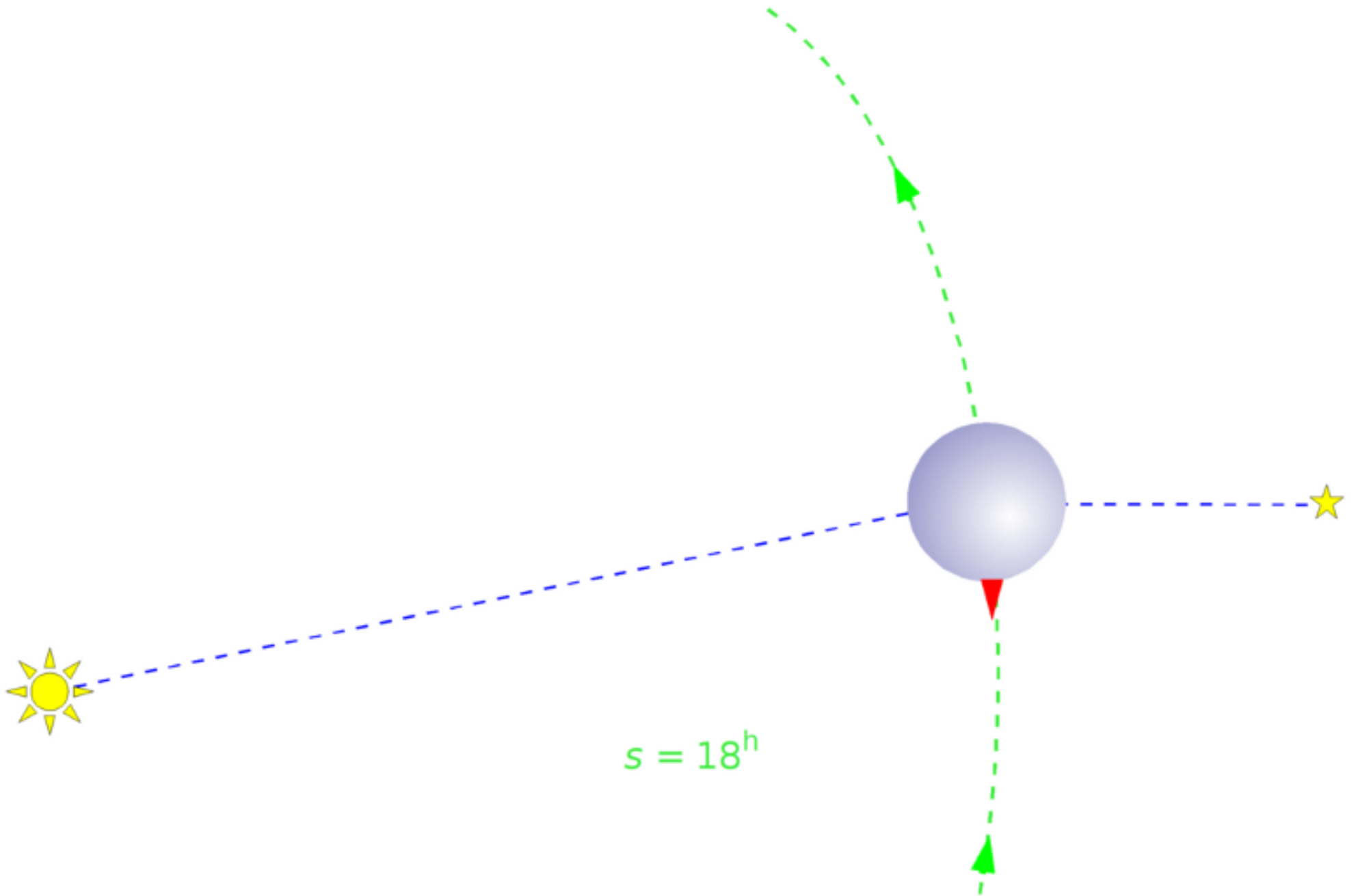




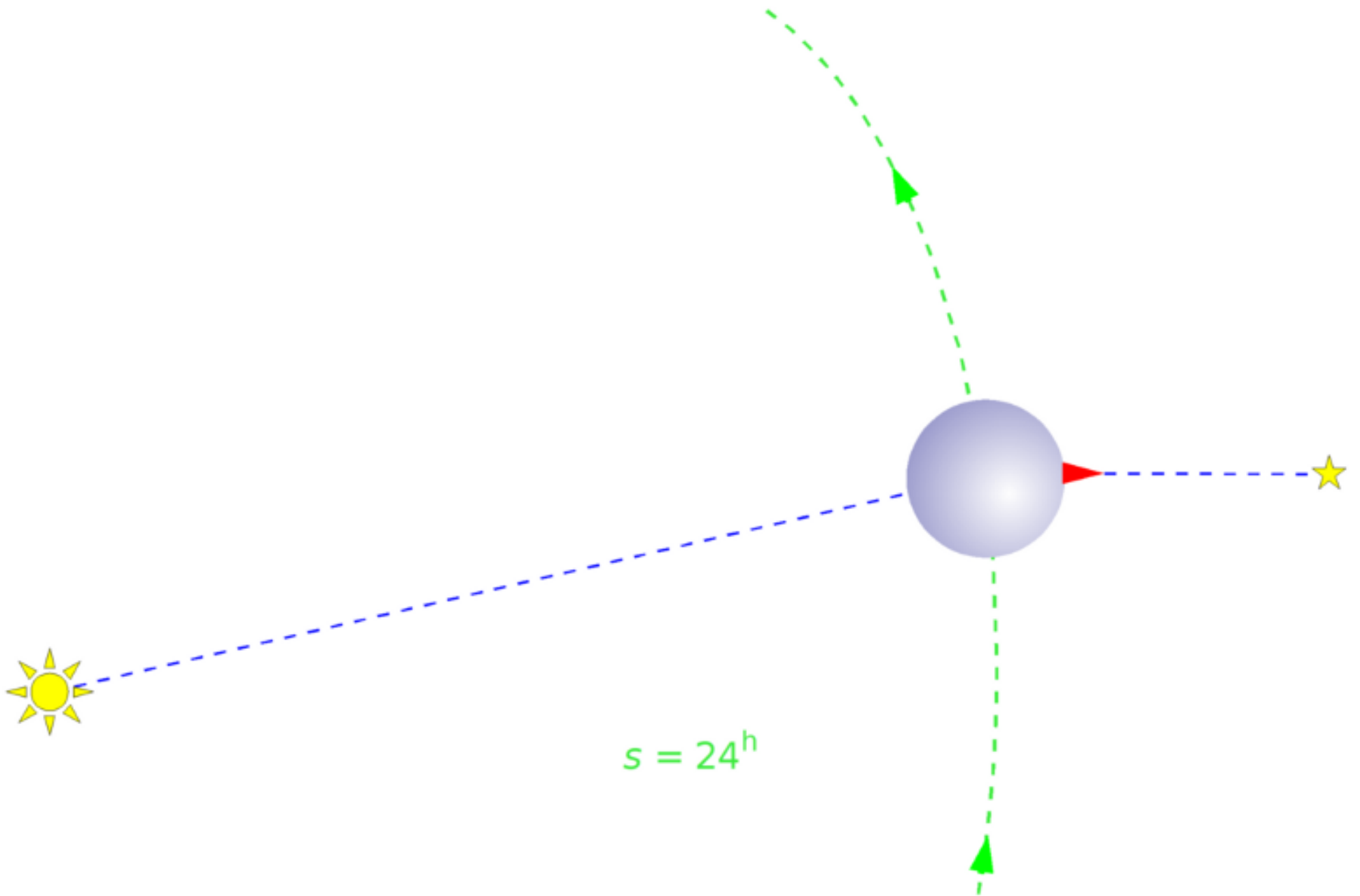
$s = 6^h$



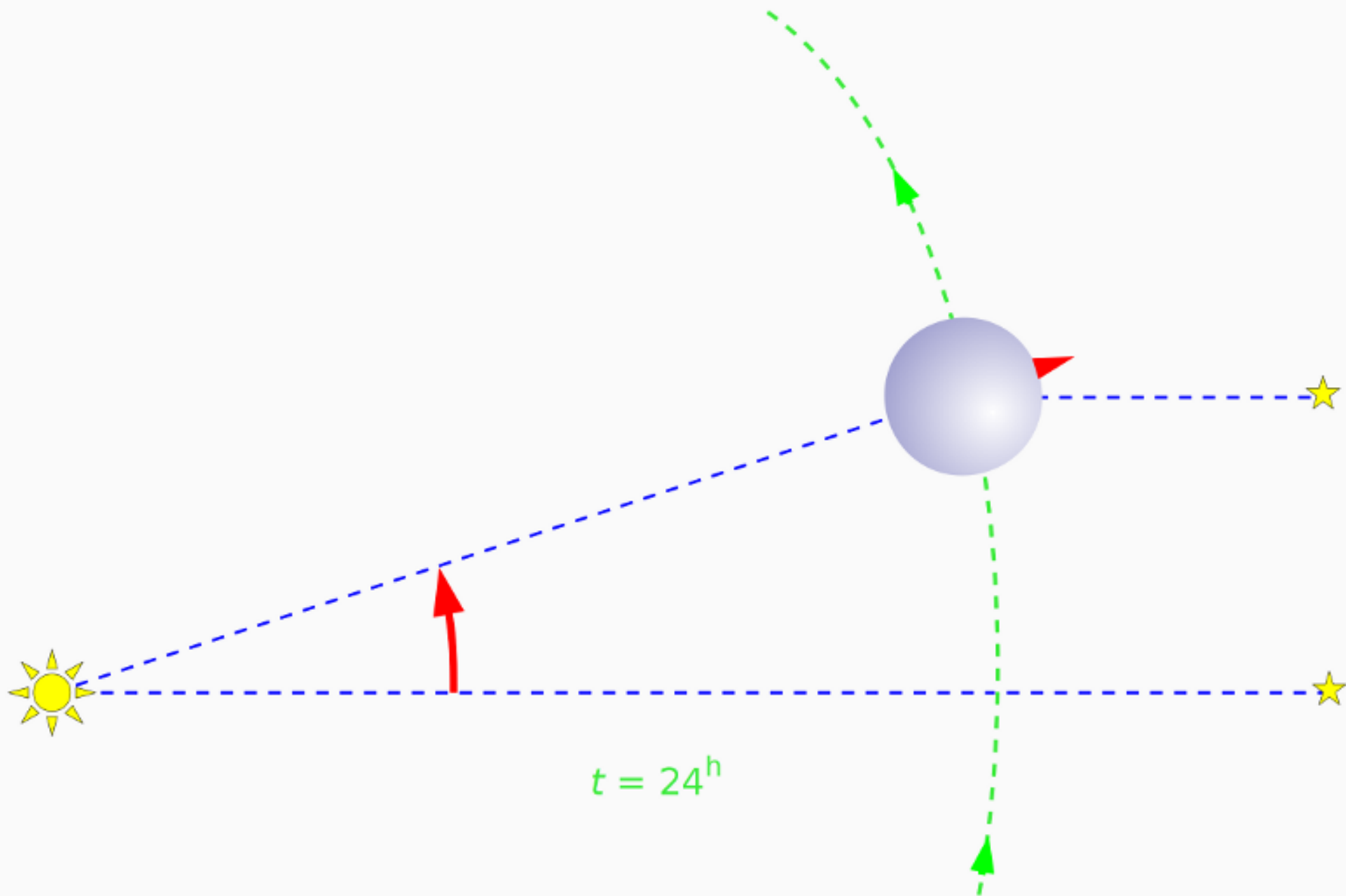
$s = 12^h$



$s = 18^h$

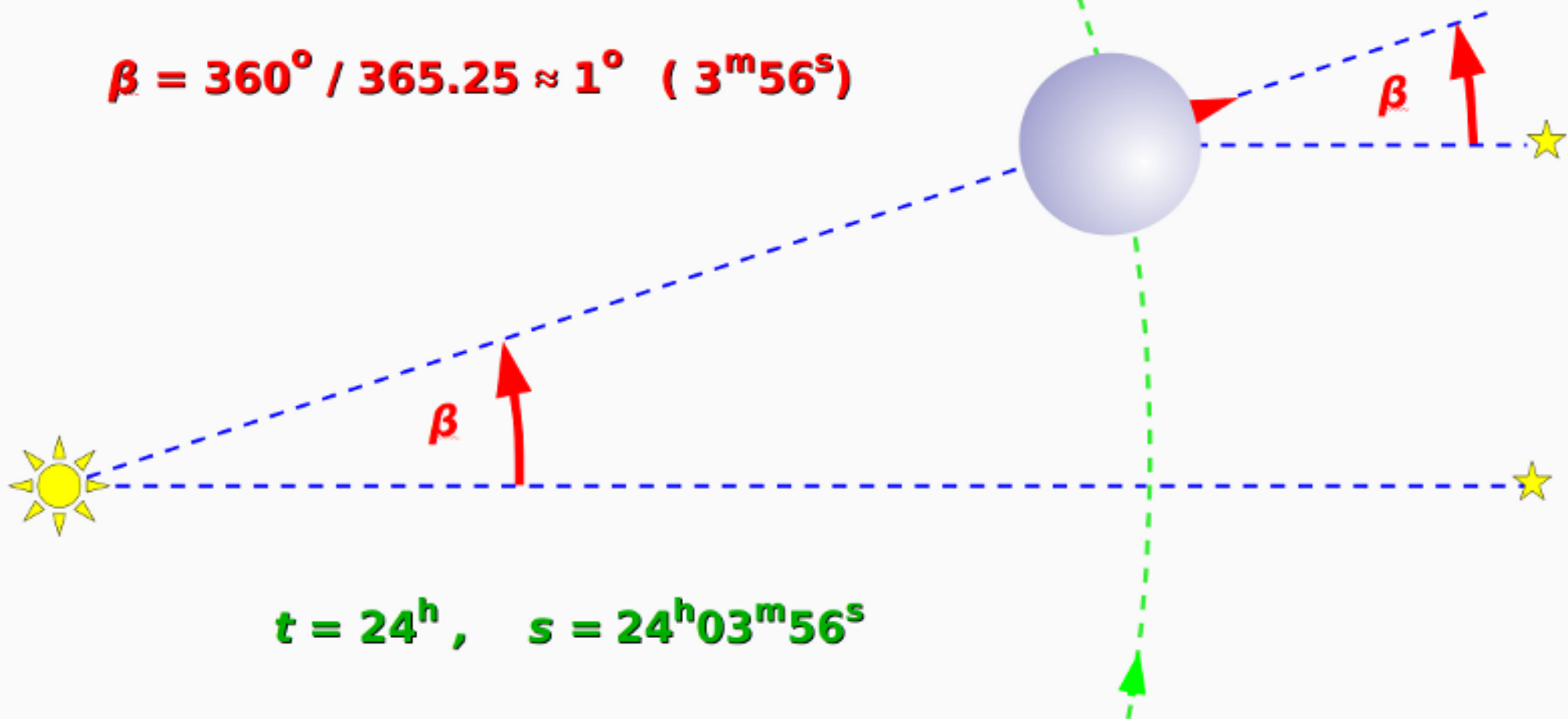


$s = 24^h$



$t = 24^h$

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

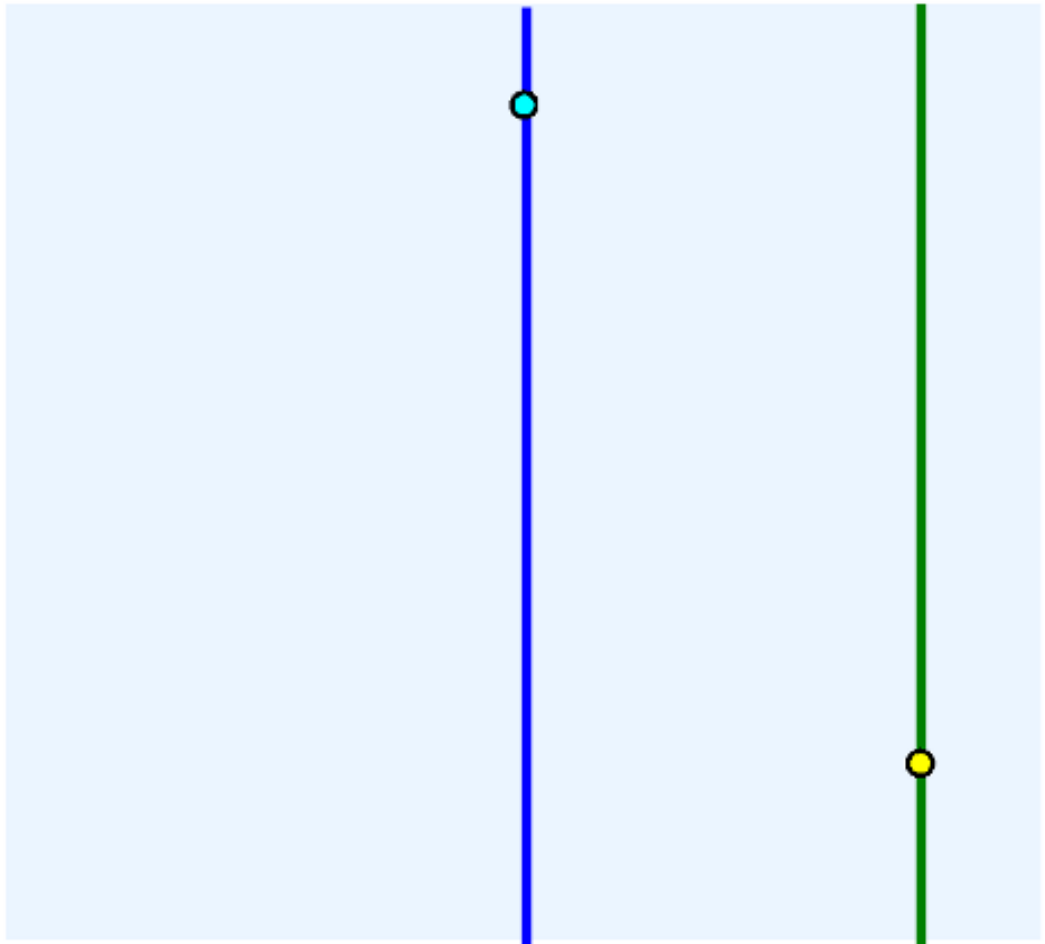


$$t = 24^h, \quad s = 24^h 03^m 56^s$$

Zadanie:

Która godzina średniego, miejscowego czasu gwiazdowego była w tym miejscu, gdy 6 listopada 2012 na zegarkach mieliśmy godzinę 14:47:23 czasu strefowego (czyli zimowego)?

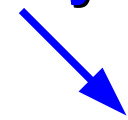
Jesteśmy na długości geograficznej $16^{\circ}56'30''$ czyli $1^{\text{h}}07^{\text{m}}46^{\text{s}}$



południk zerowy



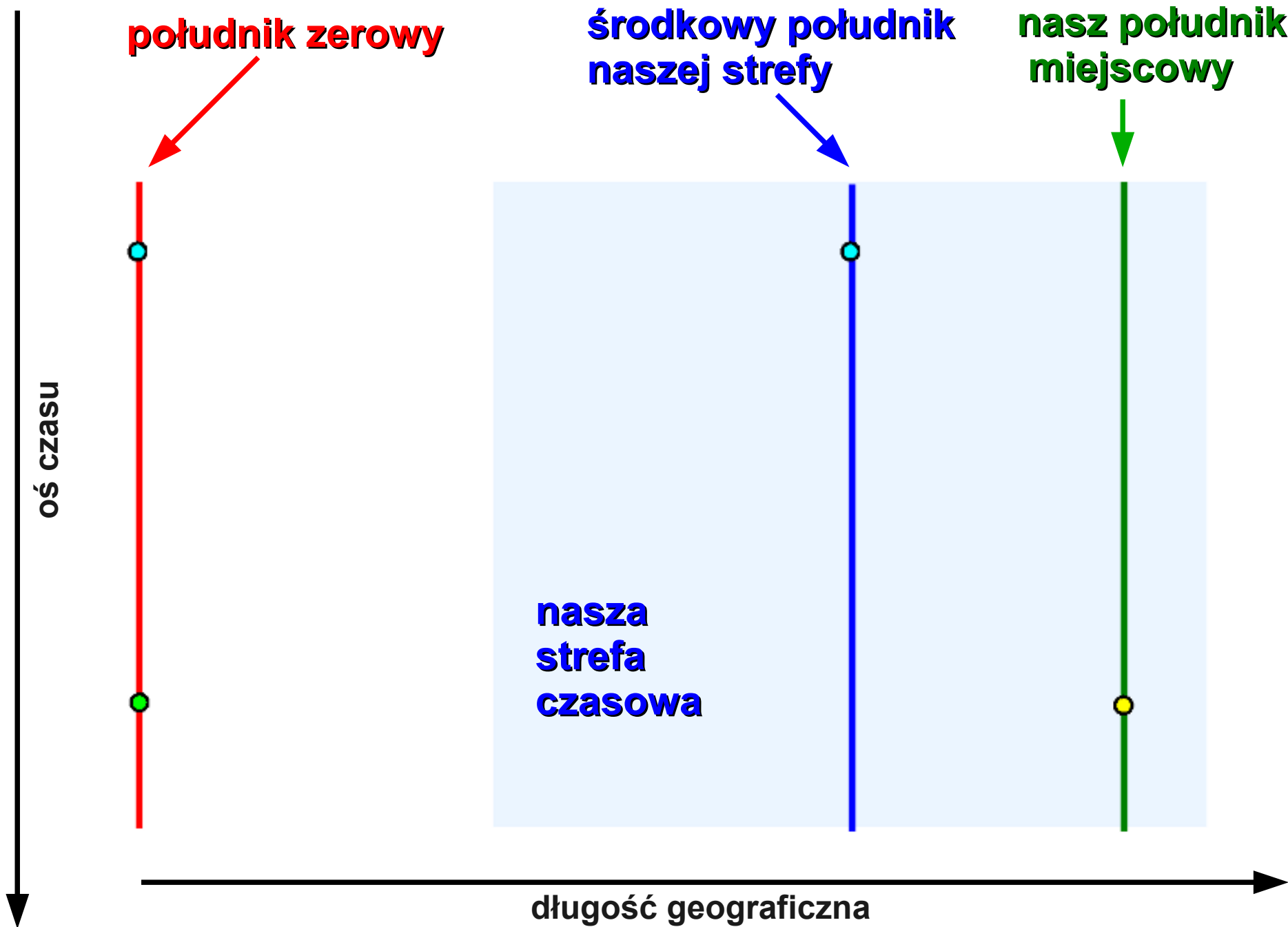
**środkowy południk
naszej strefy**



**nasza
strefa
czasowa**

**nasz południk
miejscowy**



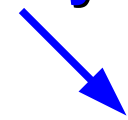


południk zerowy



$\lambda=0$

**środkowy południk
naszej strefy**



**nasza
strefa
czasowa**

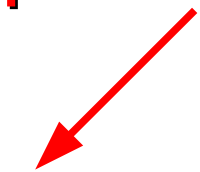
$\lambda=15^{\circ}=1^{\text{h}}$

**nasz południk
miejskowy**

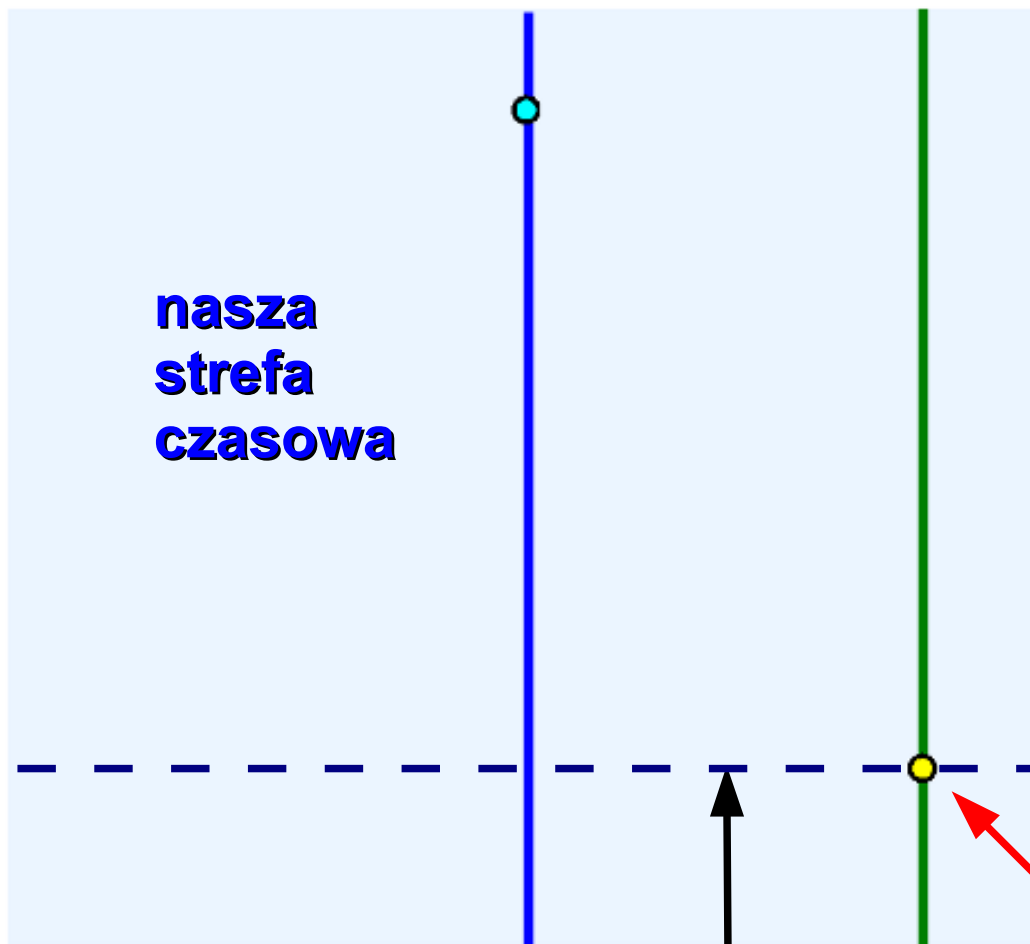
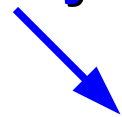


$\lambda=16^{\circ}56'30''$
 $=1^{\text{h}}07^{\text{m}}46^{\text{s}}$

południk zerowy



**środkowy południk
naszej strefy**



**nasz południk
miejscowy**



**nasza
strefa
czasowa**

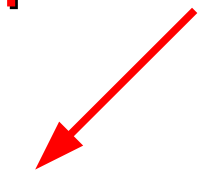


$t = 14^h47^m23^s$

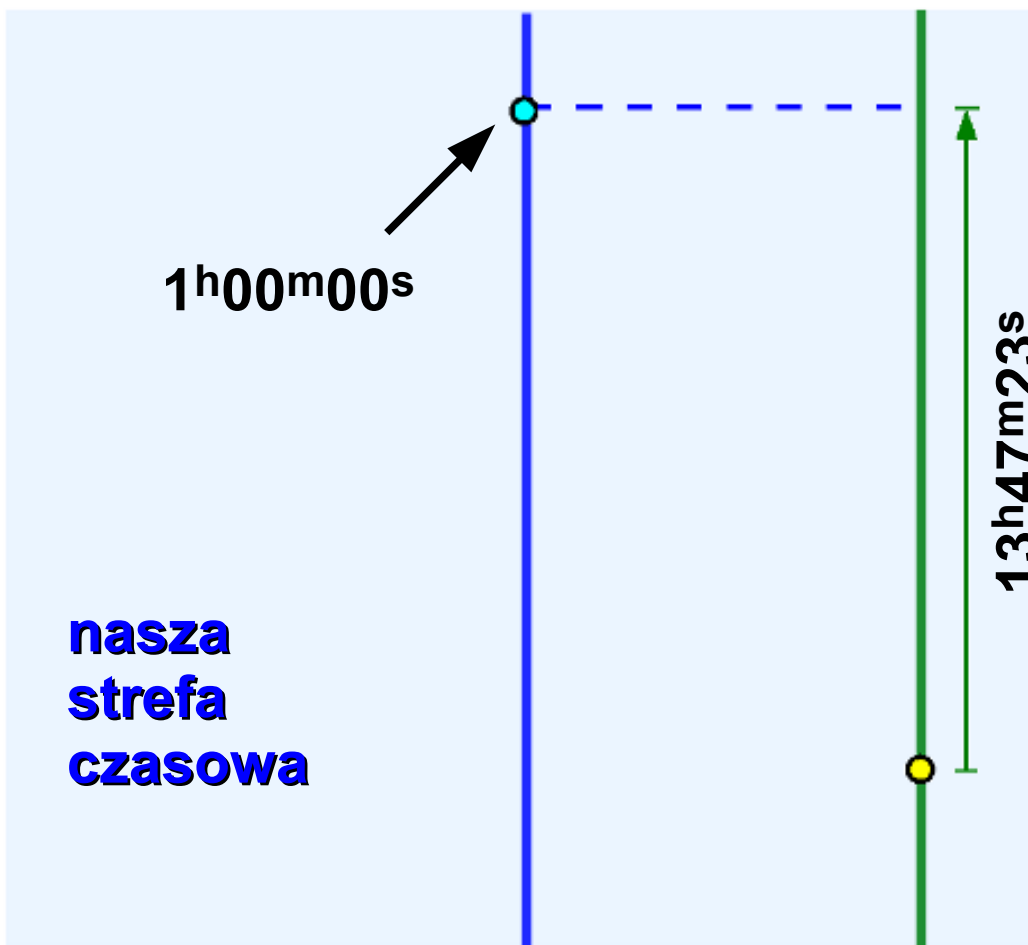
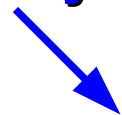
$S = ?$



południk zerowy



**środkowy południk
naszej strefy**



**nasz południk
miejskowy**



1h00m00s

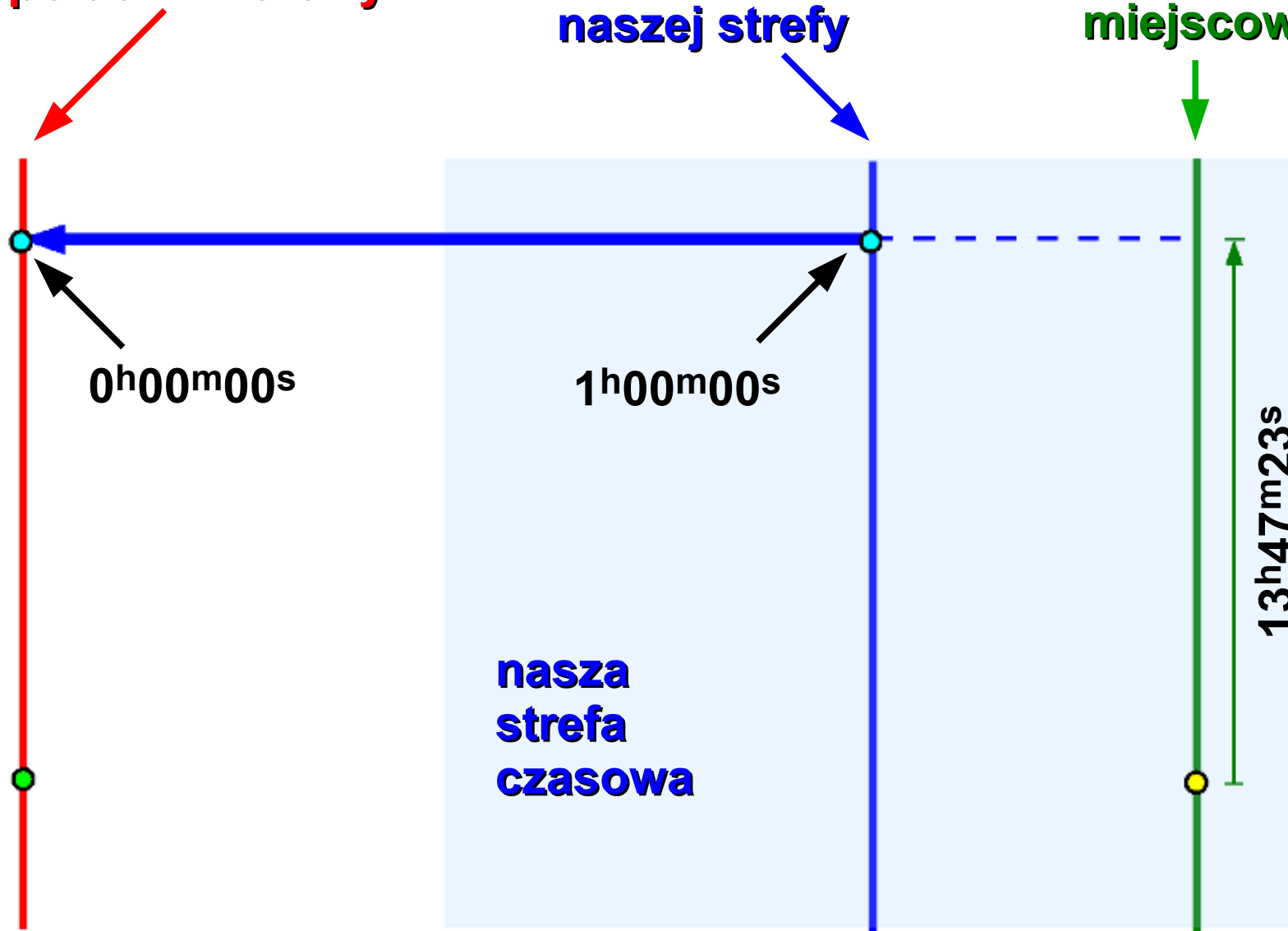
**nasza
strefa
czasowa**

13h47m23s

południk zerowy

**środkowy południk
naszej strefy**

**nasz południk
miejskowy**

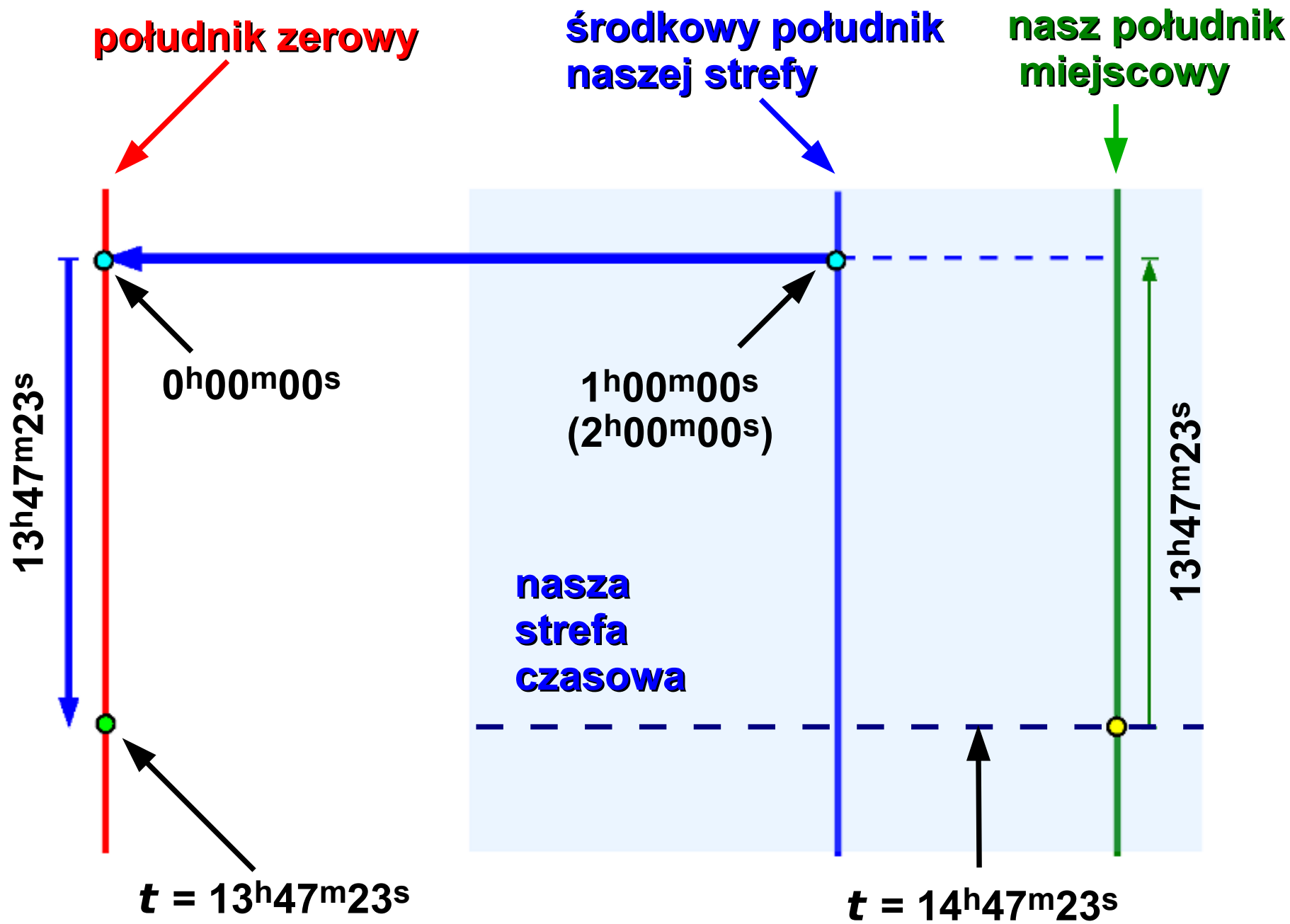


0h00m00s

1h00m00s

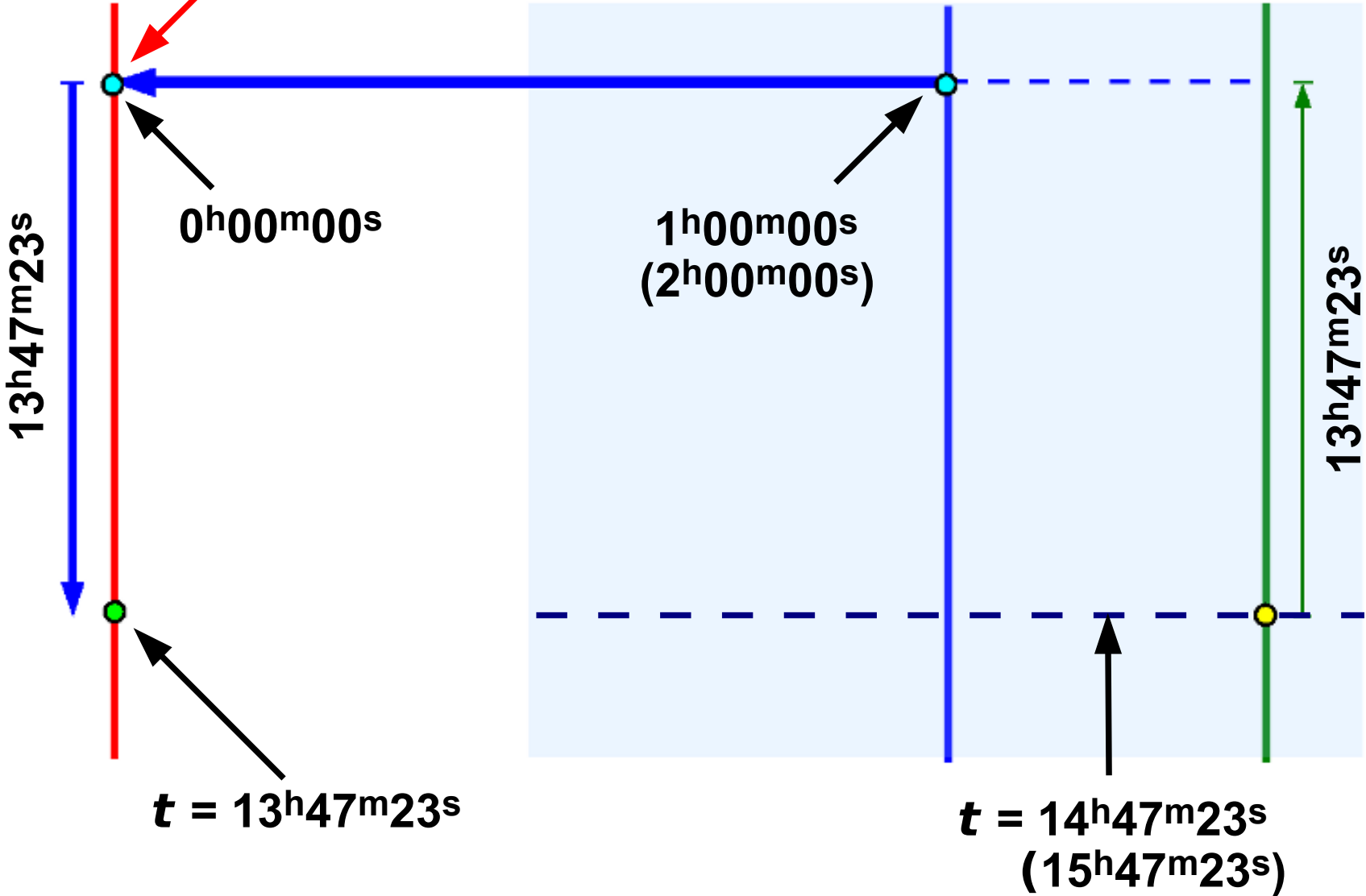
13h47m23s

**nasza
strefa
czasowa**



nasz południk
miejskowy

$$s = S_0 = ?$$



$13^h 47^m 23^s$

$0^h 00^m 00^s$

$1^h 00^m 00^s$
 $(2^h 00^m 00^s)$

$13^h 47^m 23^s$

$t = 13^h 47^m 23^s$

$t = 14^h 47^m 23^s$
 $(15^h 47^m 23^s)$

INSTYTUT GEODEZJI I KARTOGRAFII



ROCZNIK ASTRONOMICZNY

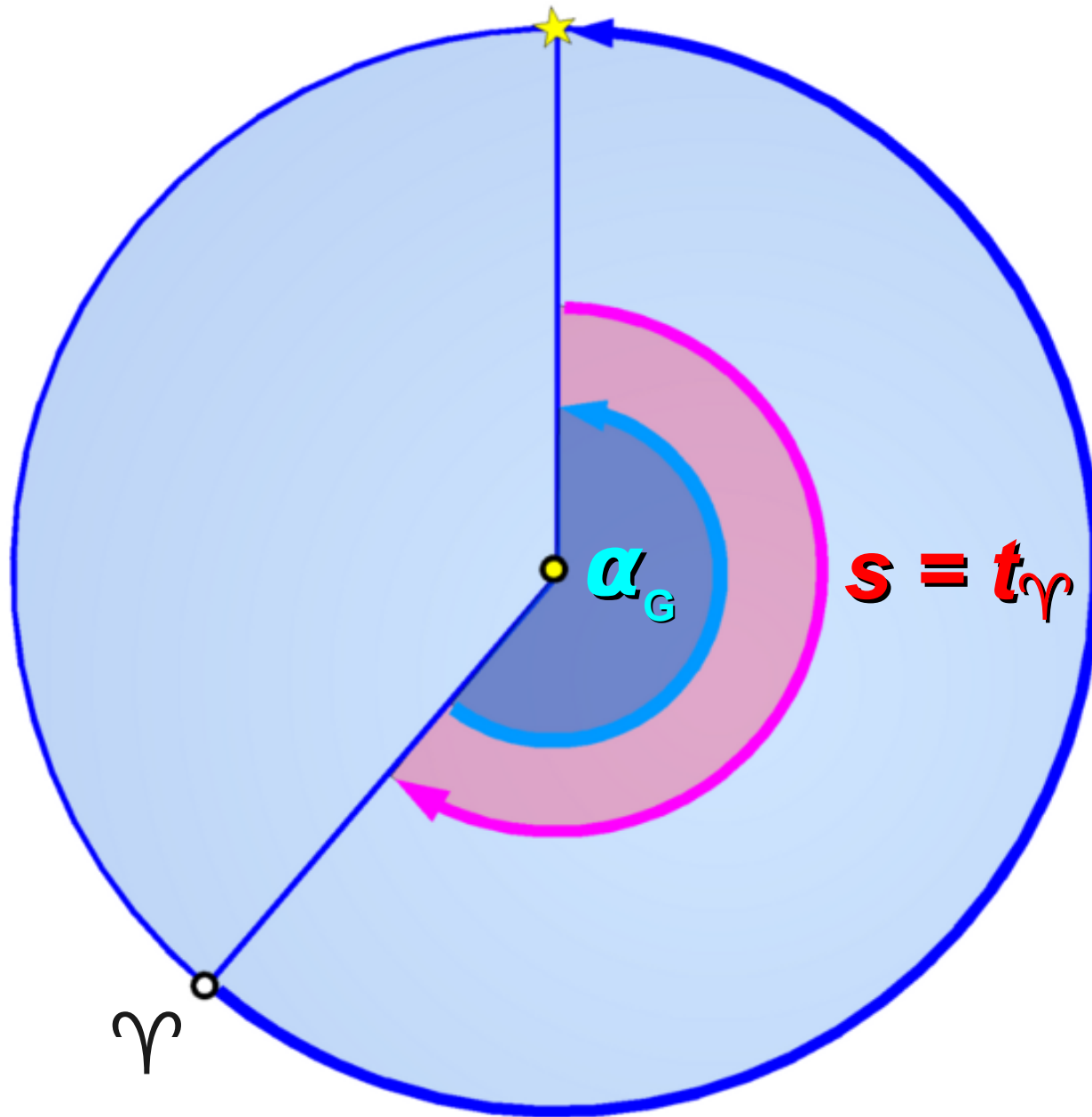
NA ROK
2012



CZAS GWIAZDOWY GREENWICH I KĄT OBROTU ZIEMI 2012

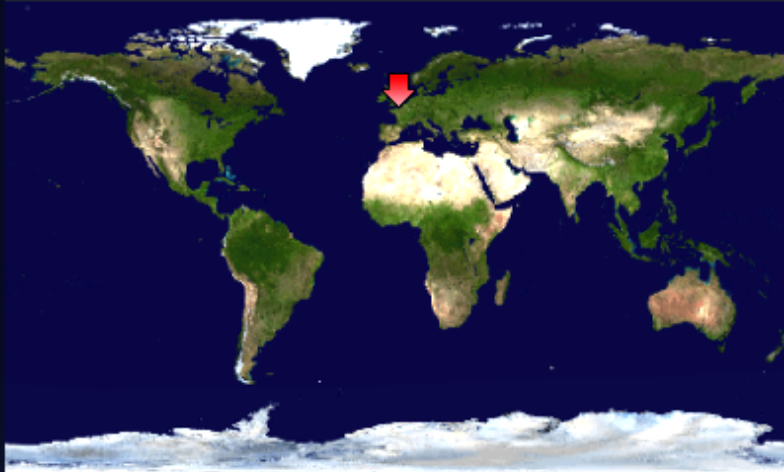
DATA		$0^h UT1$				DATA		$0^h UT1$			
		GMST	Eq	GST	θ			GMST	Eq	GST	θ
Październik	1	0 ^h 40 ^m 30.6192 ^s	+8690	31.4882	0 ^h 39 ^m 51.4171 ^s	Listopad	16	3 ^h 41 ^m 52.1661 ^s	+7999	52.9660	3 ^h 41 ^m 12.5767 ^s
	2	0 44 27.1746	+8624	28.0370	0 43 47.9640		17	3 45 48.7215	+8084	49.5299	3 45 09.1237
	3	0 48 23.7300	+8579	24.5878	0 47 44.5110		18	3 49 45.2769	+8150	46.0919	3 49 05.6706
	4	0 52 20.2853	+8554	21.1407	0 51 41.0579		19	3 53 41.8322	+8186	42.6508	3 53 02.2176
	5	0 56 16.8407	+8547	17.6954	0 55 37.6049		20	3 57 38.3876	+8188	39.2064	3 56 58.7645
Listopad	31	2 38 47.2803	+7942	48.0745	2 38 07.8256	16	5 40 08.8272	+8654	09.6926	5 39 28.9852	
	1	2 42 43.8356	+7950	44.6306	2 42 04.3725	17	5 44 05.3826	+8689	06.2515	5 43 25.5322	
	2	2 46 40.3910	+7973	41.1883	2 46 00.9195	18	5 48 01.9379	+8691	02.8070	5 47 22.0791	
	3	2 50 36.9464	+8004	37.7468	2 49 57.4664	19	5 51 58.4933	+8670	59.3603	5 51 18.6261	
	4	2 54 33.5017	+8037	34.3054	2 53 54.0134	20	5 55 55.0487	+8637	55.9124	5 55 15.1730	
	5	2 58 30.0571	+8063	30.8634	2 57 50.5603	21	5 59 51.6040	+8605	52.4645	5 59 11.7200	
	6	3 02 26.6125	+8075	27.4200	3 01 47.1073	22	6 03 48.1594	+8584	49.0177	6 03 08.2669	

3^h02^m27^s



***Miejscowy czas
gwiazdowy jest zawsze
równy rektascensji
gwiazd właśnie
górujących***

Lokalizacja



'Afula, Israel
'Akko, Israel
'Ar'ara, Israel
'Arad, Israel
'Arrabe, Israel
's-Gravenhage, Netherlands
's-Gravenzande, Netherlands
's-Hertogenbosch, Netherlands
A Coruña, Spain
A Estrada, Spain
Aa en Hunze, Netherlands



Informacja o aktualnym położeniu

Szerokość geograficzna: N 51° 0' 0.00"

Długość geograficzna: E 0° 0' 0.00"

Wysokość: 92 m

Ustaw jako domyślne

Nazwa/Miasto: Nowe położenie

Kraj: Poland

Planeta: Ziemia

Usuń

Dodaj do listy

Fomalhaut

Wielkość gwiazdowa: **9.70** (B-V: 0.51)
Apparent Magnitude: **10.58** (by extinction)
RA/Dec (J2000): 3h01m52.3s/-24°47'01.5"
RA/Dec (na dzień): **3h02m26s** -24°44'02"
Kąt godzinny/Deklinacja: 0h00m1s/-24°44'02" (geometryczne)
Kąt godzinny/Deklinacja: 0h00m1s/-24°39'55" (pozorne)
Az/Wys: +180°00'17"/+12°51'58" (geometryczne)
Az/Wys: +180°00'17"/+12°56'05" (pozorne)

Południk

ζ For

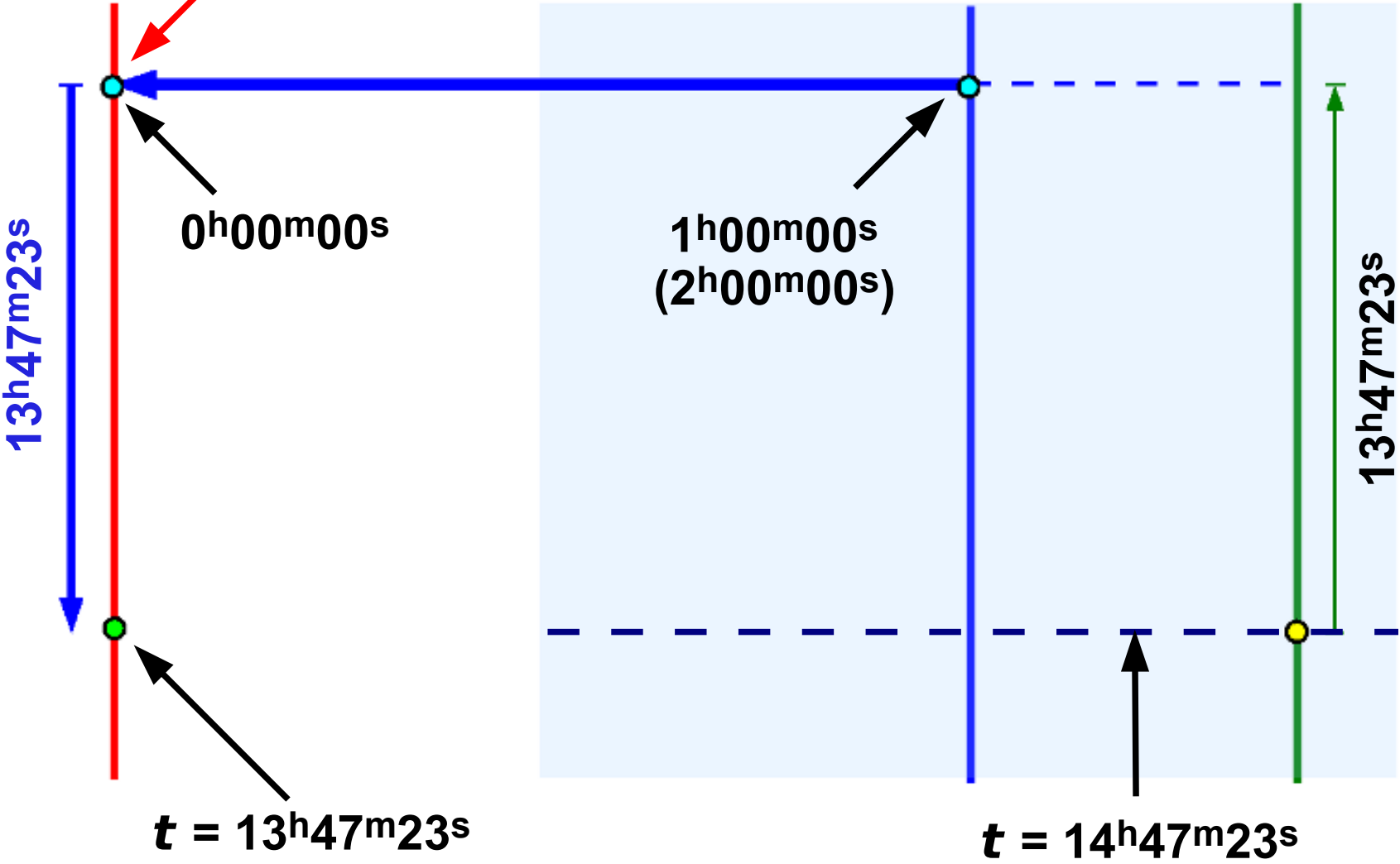
Data i godzina

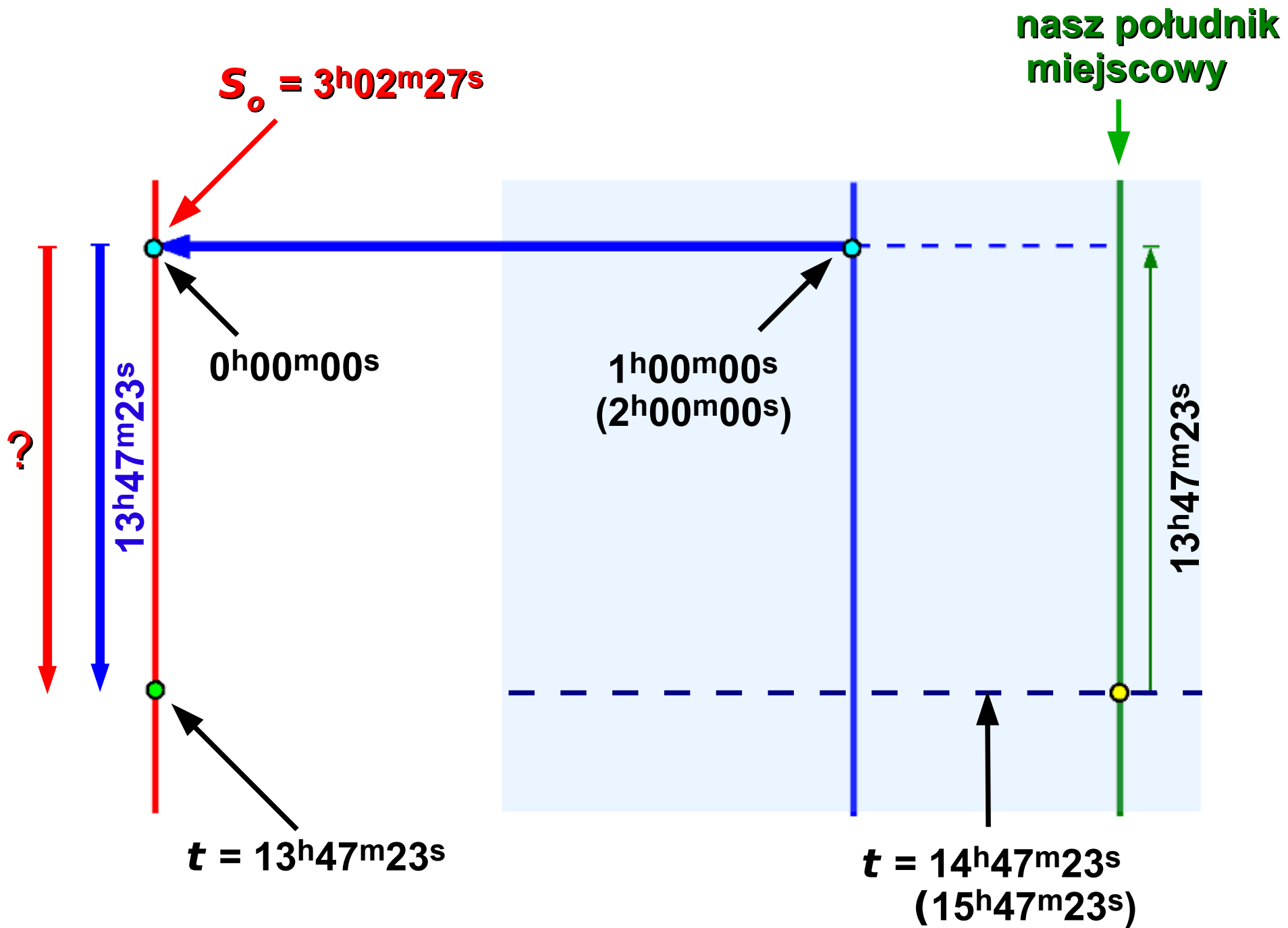
2012	/	11	/	6	:	1	:	0	:	0
------	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---

Stellarium używa „czasu komputera”, czyli naszego, strefowego.

nasz południk
miejskowy

$$S_o = 3^h02^m27^s$$





- Jeden rok zwrotnikowy (czyli okres obiegu Ziemi po orbicie wokół Słońca) to 365.242198797 średnich dób słonecznych.
- Jeden rok zwrotnikowy ma dokładnie o jedną średnią dobę gwiazdową więcej.

$$k = \frac{366.24219897}{365.14219897} = 1.0027379093$$

liczymy...

$13^{\text{h}}47^{\text{m}}23^{\text{s}} = 13.789722222$ godzin

$k = 1.0027379093$

$13.789722222 \times k = 13.827477231$

$13.827477231 = 13^{\text{h}}49^{\text{m}}39^{\text{s}}$

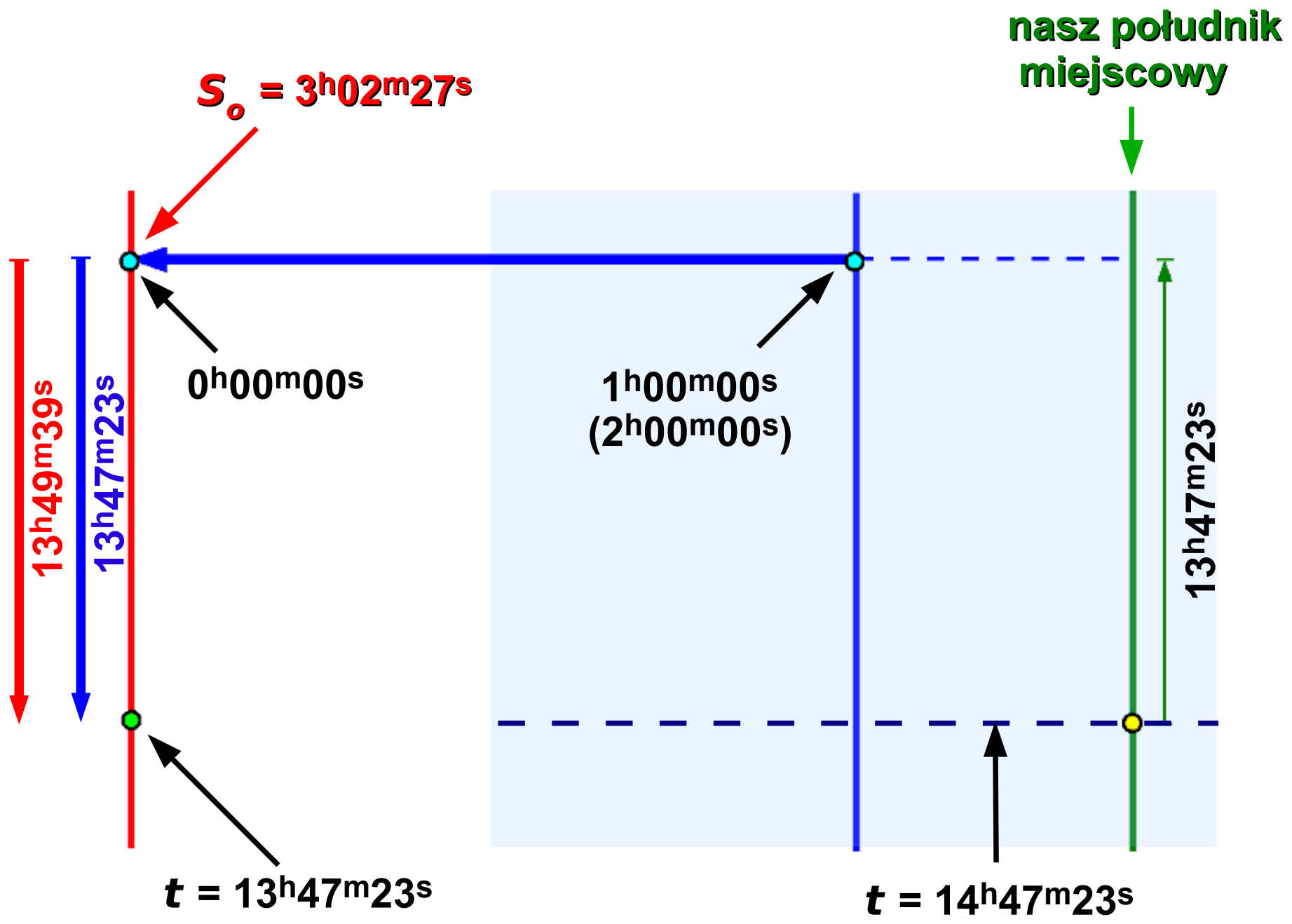
liczymy...

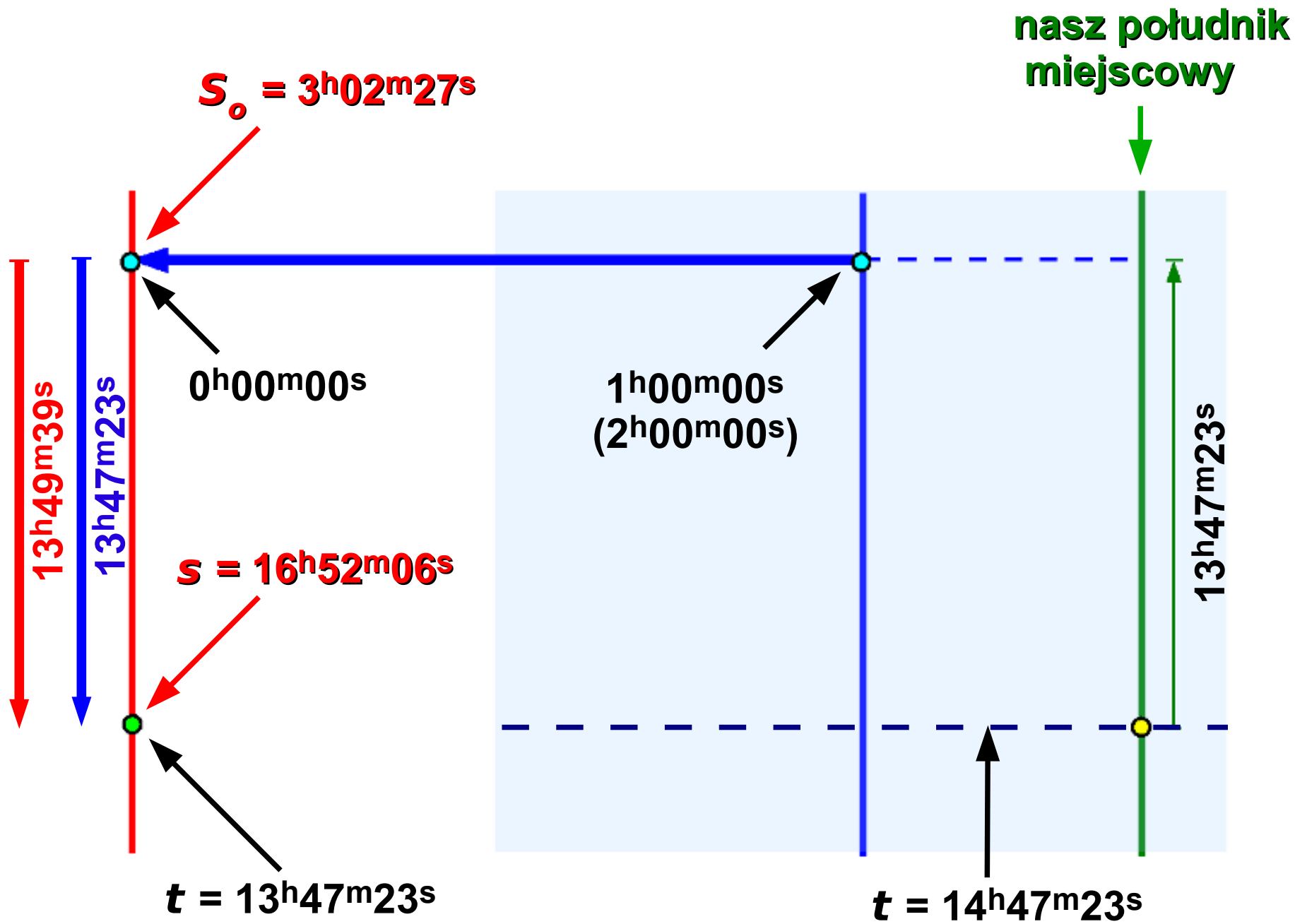
$$13^{\text{h}}47^{\text{m}}23^{\text{s}} = 13.789722222 \text{ godzin}$$

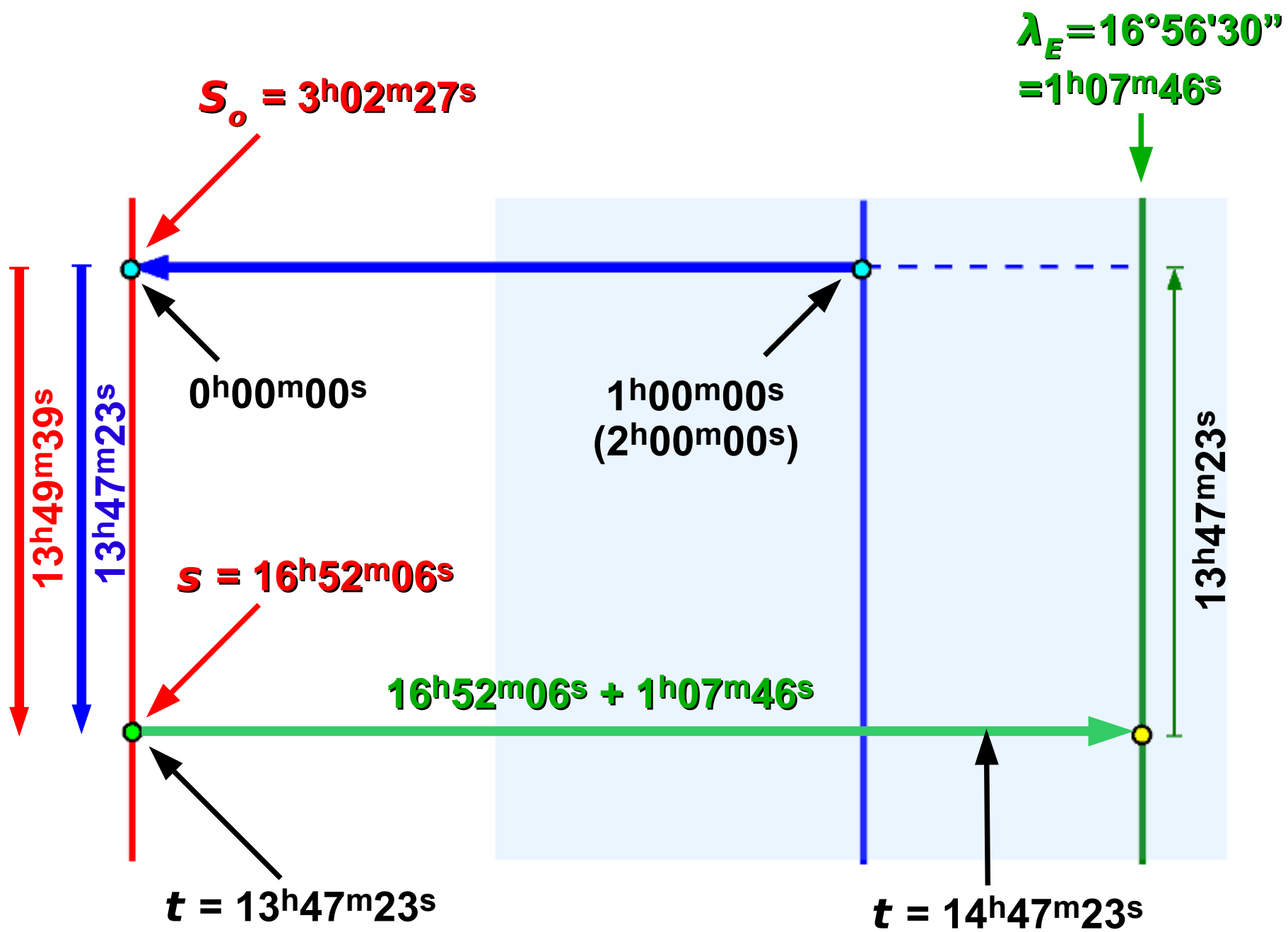
$$k = 1.0027379093$$

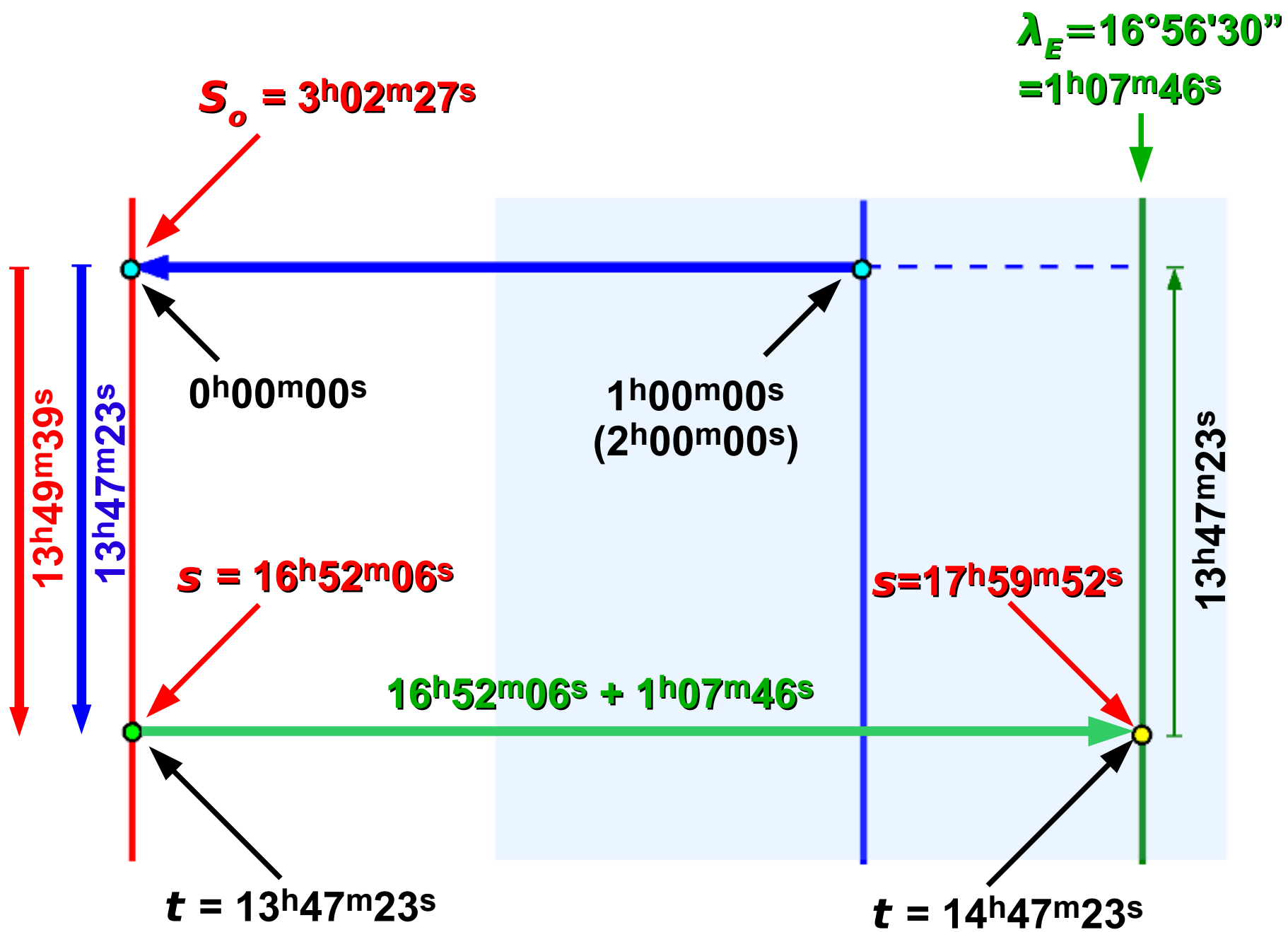
$$13.789722222 \times k = 13.827477231$$

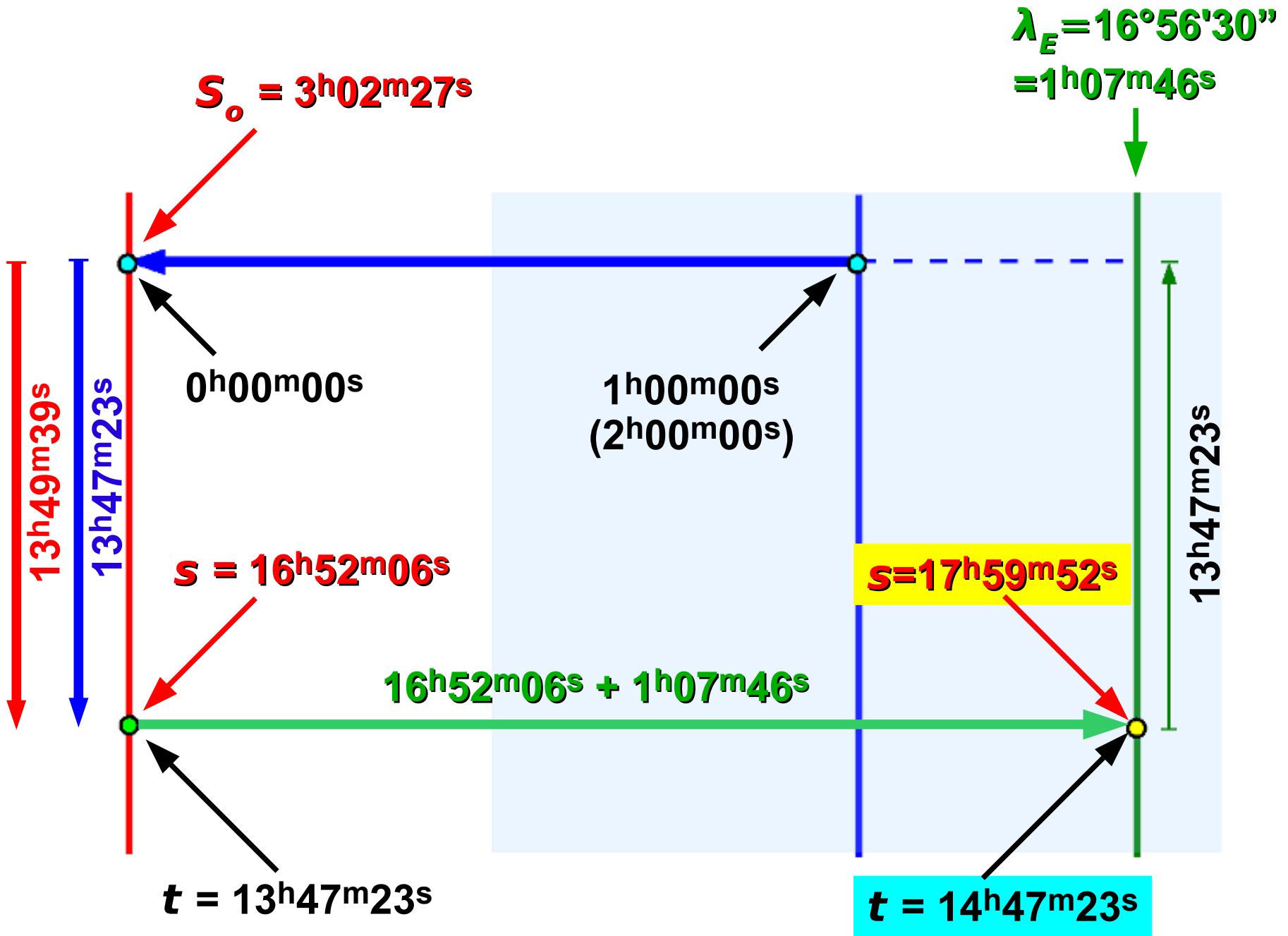
$$13.827477231 = 13^{\text{h}}49^{\text{m}}39^{\text{s}}$$











Wielkość gwiazdowa: 12.45 (B-V: 0.76)
RA/Dec (J2000): 17h59m12.2s/-2°14'06.0"
RA/Dec (na dzień): 17h59m52s/-2°14'07"
Kąt godzinny/Deklinacja: 0h00m0s/-2°14'07"
Az/Wys: +179°59'58"/+35°21'53"

Południk

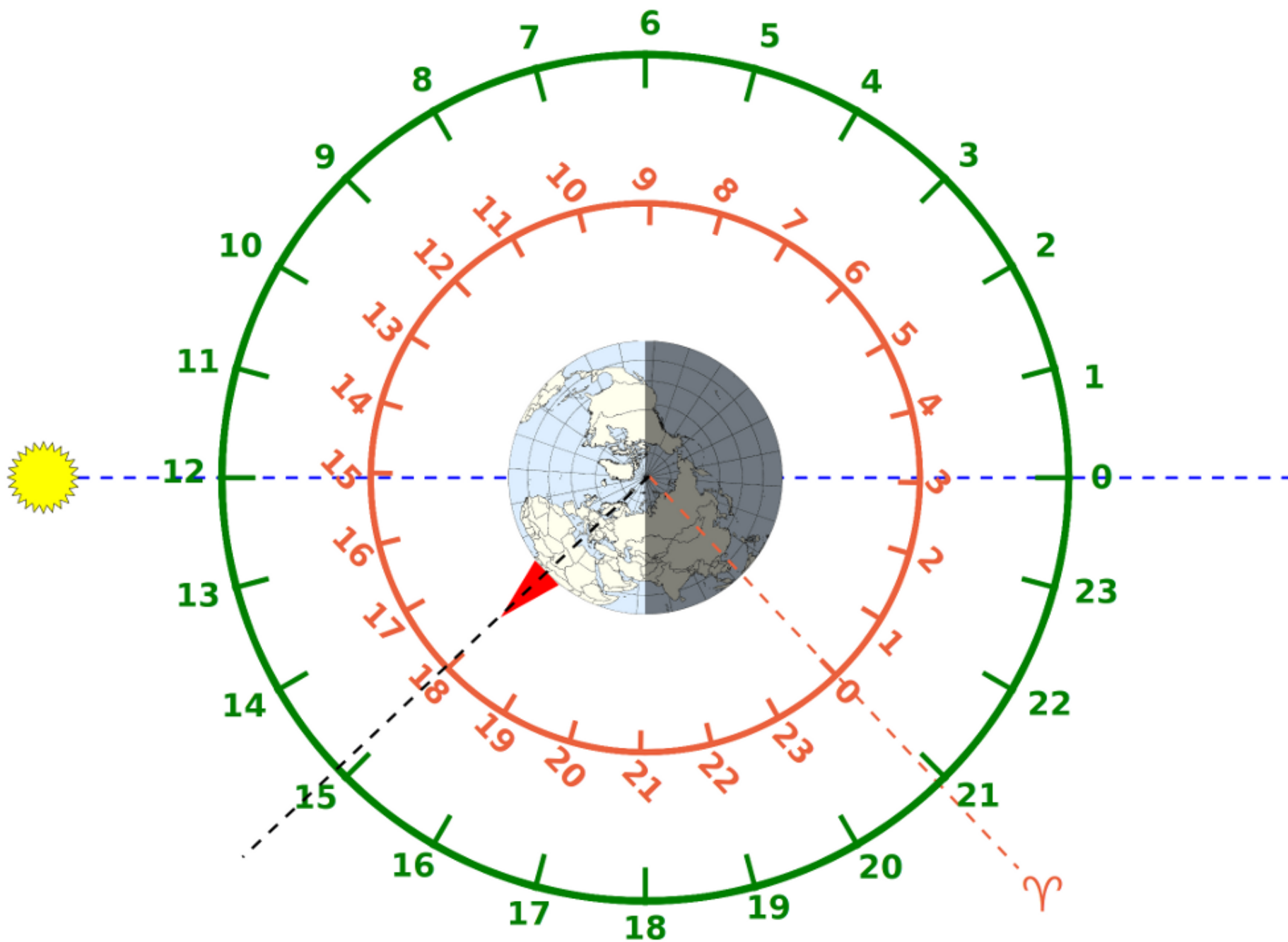
Data i godzina

▲	▲	▲	▲	▲	▲
2012	/	11	/	6	14 : 47 : 23
▼	▼	▼	▼	▼	▼

HIP 88216

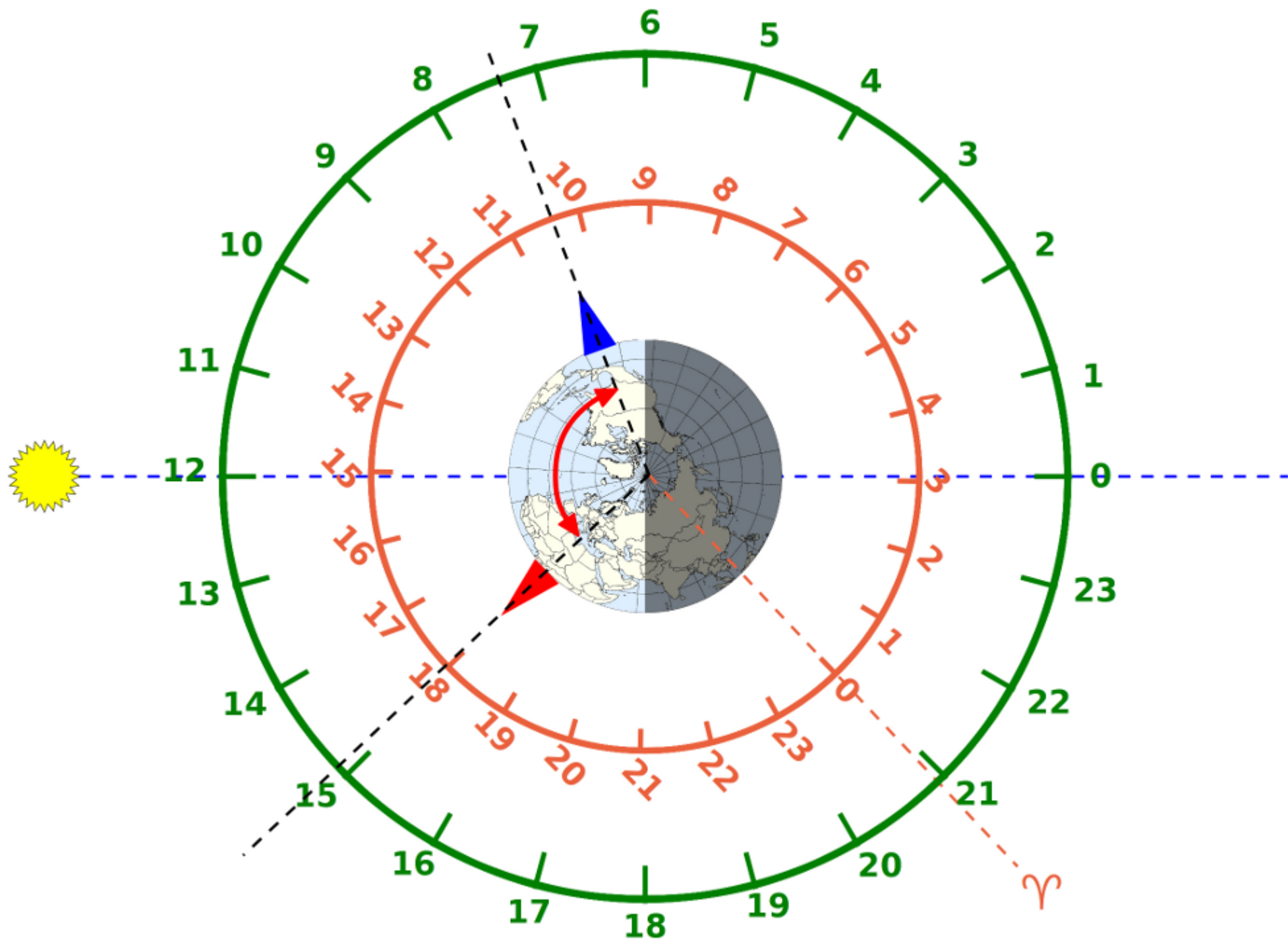
$$s = (t - TZ) \times k + S_0 + \lambda_E$$

$$k = 1.0027379093$$



$17^{\text{h}}59^{\text{m}}52^{\text{s}}$ miejscowego czasu gwiazdowego,
 $14^{\text{h}}47^{\text{m}}23^{\text{s}} + 0^{\text{h}}07^{\text{m}}46^{\text{s}} = 14^{\text{h}}55^{\text{m}}09^{\text{s}}$ miejscowego czasu słonecznego (średniego)

***Różnica długości geograficznych
obserwatorów
jest zawsze dokładnie równa
różnicy ich czasów miejscowych,
tak słonecznych jak
i gwiazdowych.***

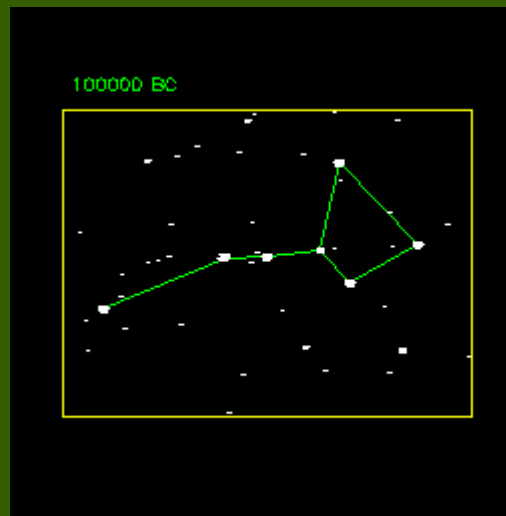




Oczywiście wszystkie miejsca o tej samej długości geograficznej mają w danym momencie ten sam miejscowy czas gwiazdowy i słoneczny.

***Zjawiska zmieniające
współrzędne ciał
niebieskich.***

Ruch własny gwiazd

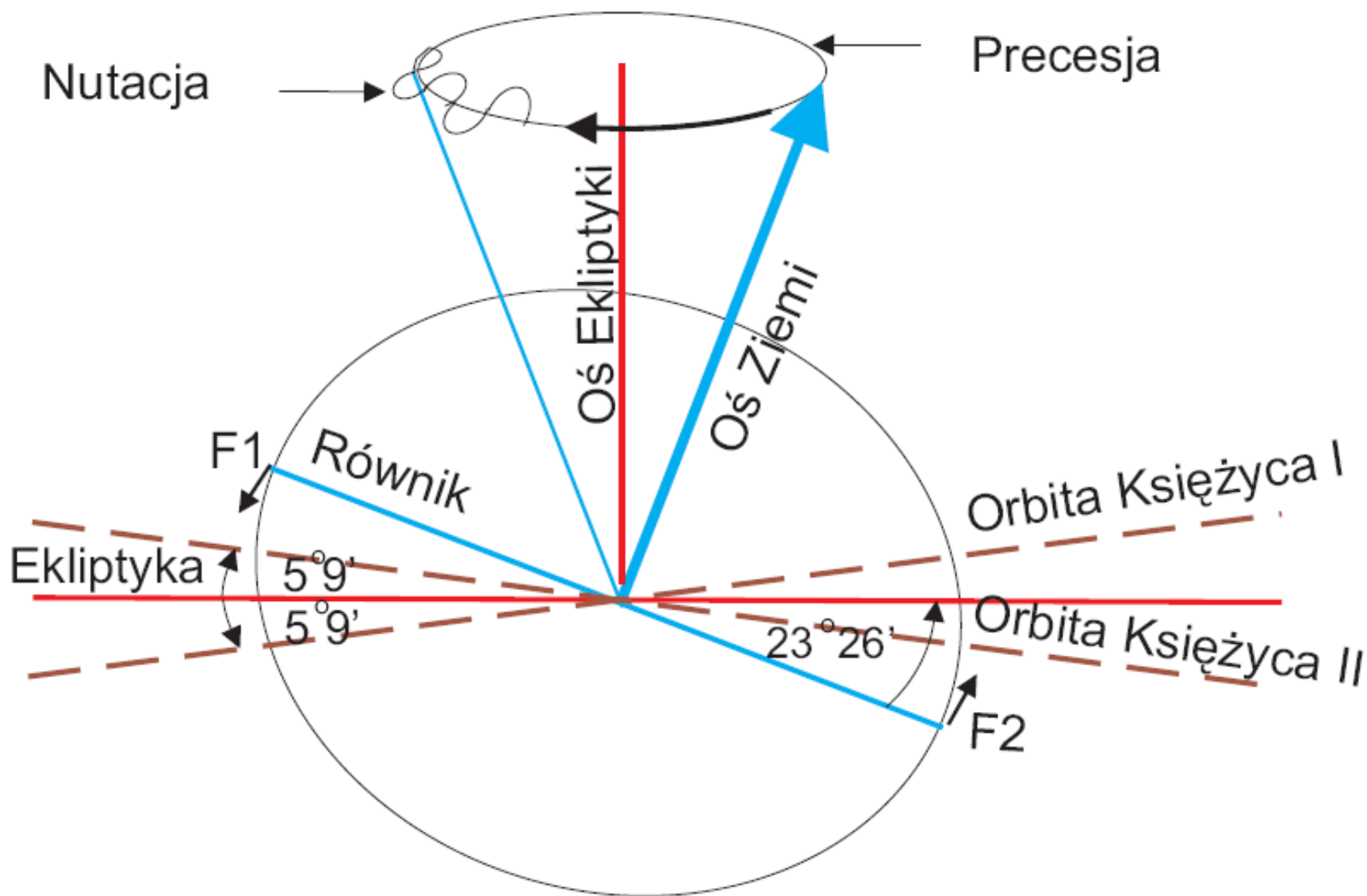


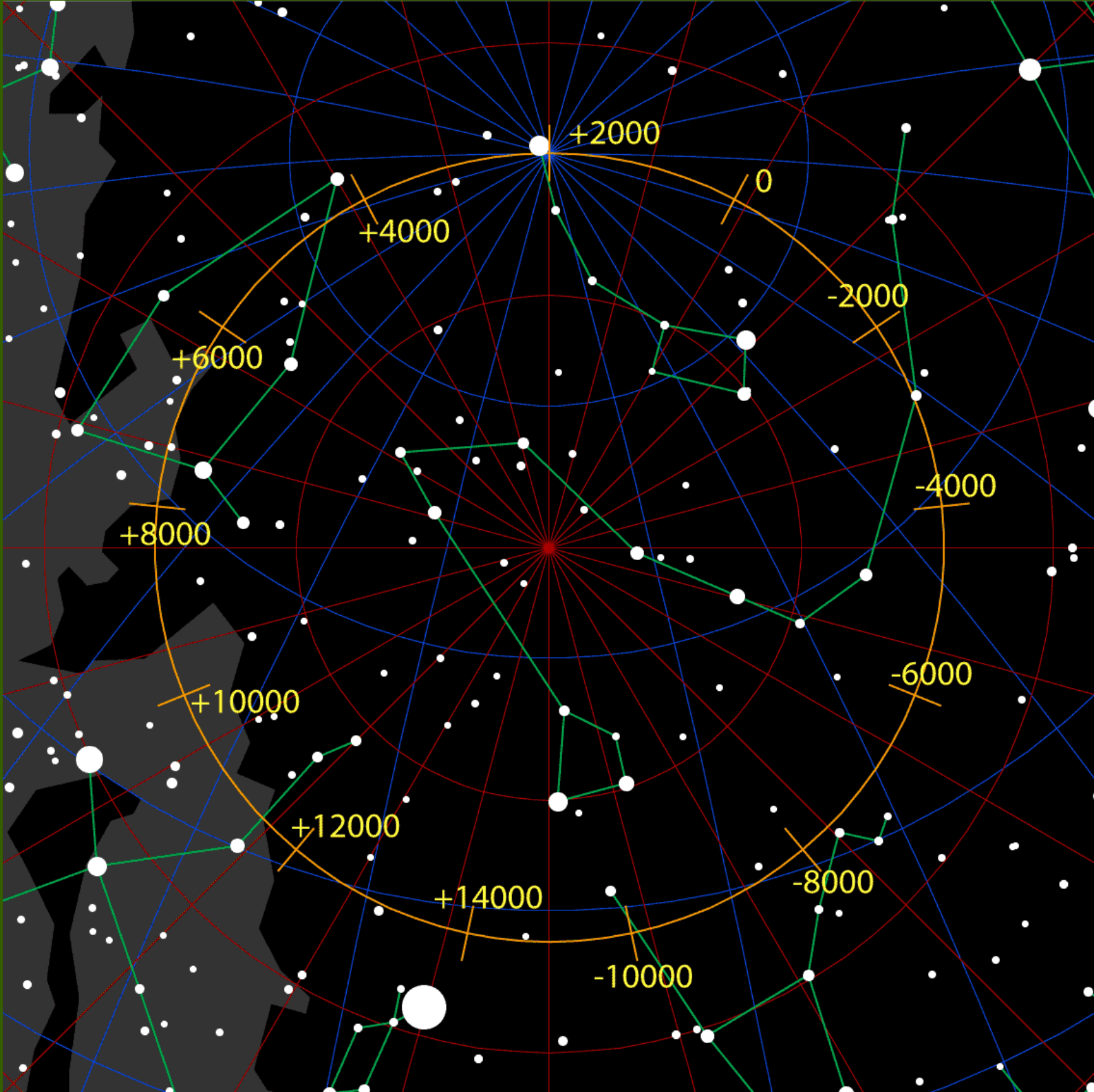
Źródło: <http://www.astronomy.ohio-state.edu/~pogge/Ast162/Movies/proper.html>



**Ruch własny Gwiazdy Barnarda
to ok. 10.3 sekundy łuku na rok!**

Precesja i nutacja





Rysunek:
Tau'olunga

Siły grawitacyjnego przyciągania wywierane przez Słońce na Ziemię usiłują ustawić równik Ziemi w płaszczyźnie ekliptyki, nachylonej w stosunku do równika pod kątem około 23° .

Wypadkowy ruch precesyjny osi obrotu Ziemi odbywa się wokół osi ekliptyki.

Jest on bardzo powolny, pełen obieg precesyjny osi Ziemi wokół osi ekliptyki trwa około 26000 lat.

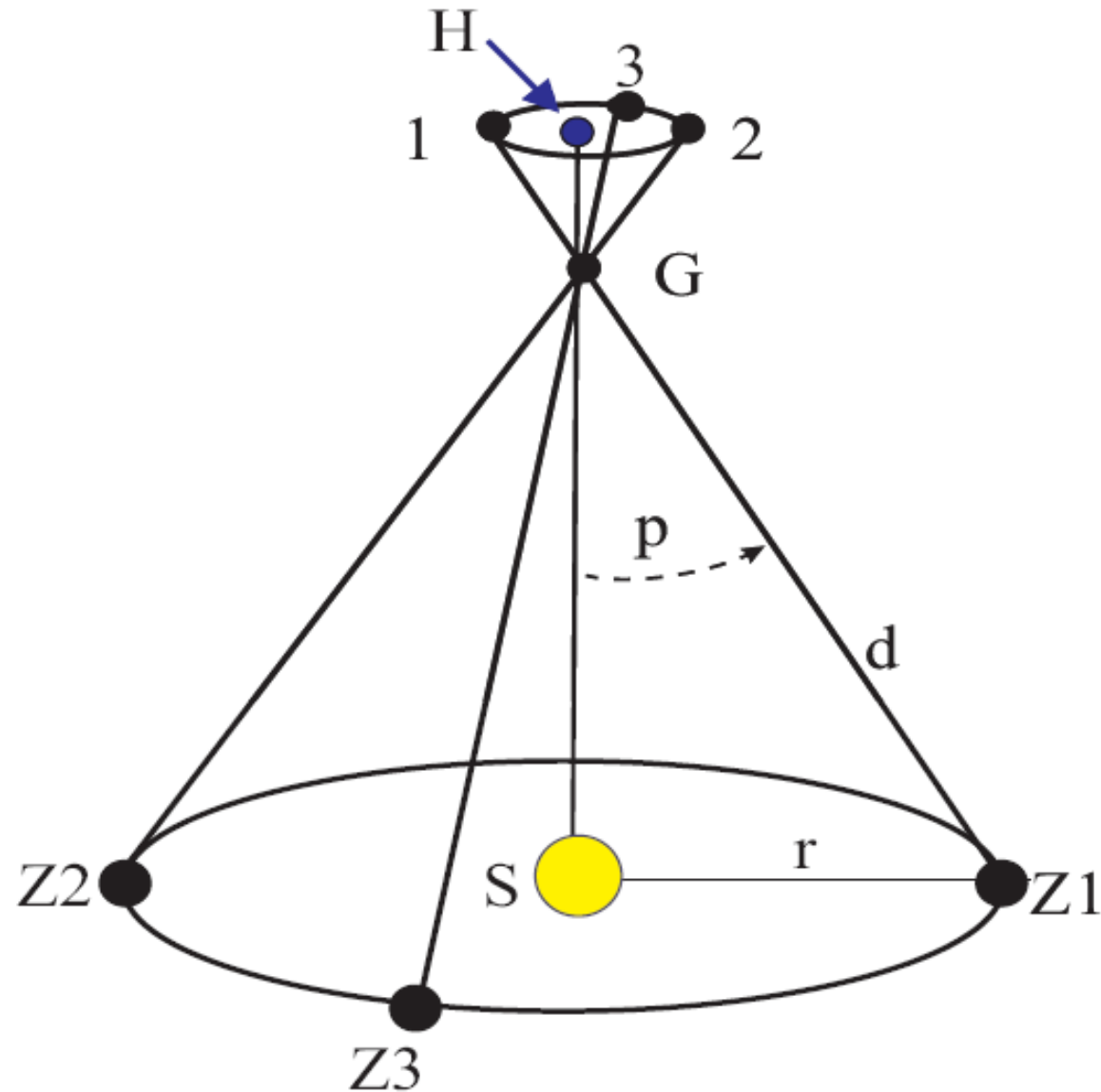
W swoich skrajnych położeniach orbita Księżyca nachylona jest raz pod kątem $+5.9^\circ$, a po 9.3 latach, pod kątem -5.9° do ekliptyki.

Zmieniające się nachylenie orbity Księżyca powoduje tzw. nutację osi obrotu Ziemi. Jest to krótkookresowy, sinusoidalny ruch o amplitudzie ok. $9''$, nałożony na ruch precesyjny.

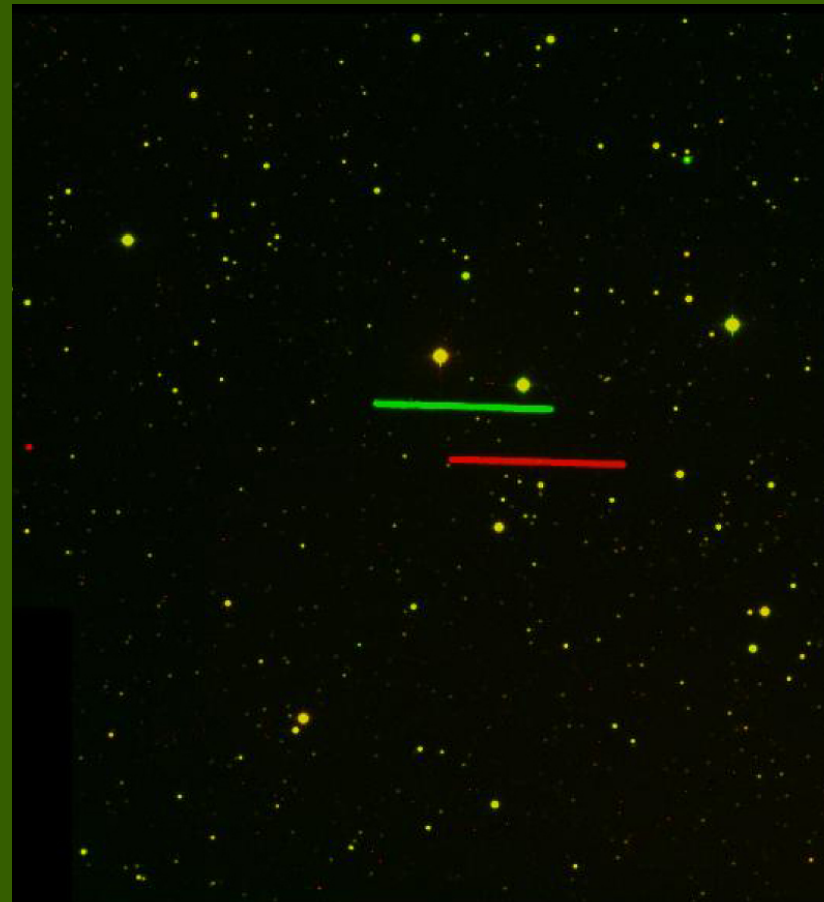
Punkt Barana, wskutek precesji, cofa się po ekliptyce z prędkością około 50'' rocznie i pełnego obiegu ekliptyki dokonuje raz na 26 tysięcy lat.

Od punktu Barana liczymy rektascensję, a więc precesja i nutacja zmieniają współrzędne równikowe obiektów na sferze niebieskiej.

Paralaksa roczna



- **Paralaksy są bardzo małymi kątami, dla wszystkich gwiazd są mniejsze niż 1".**
- **Najbliższa gwiazda, Proxima Centauri ma paralaksę równą 0.76" (jest w odległości około 4.3 lat świetlnych).**
- **Odległości do dalekich gwiazd wyznacza się innymi metodami gdyż ich paralaksy są tak małe, że nie można ich zmierzyć.**



The Parallax of Asteroid (4179) Toutatis
(ESO/MPG 2.2-m + WFI
VLT KUEYEN + FORS 1)

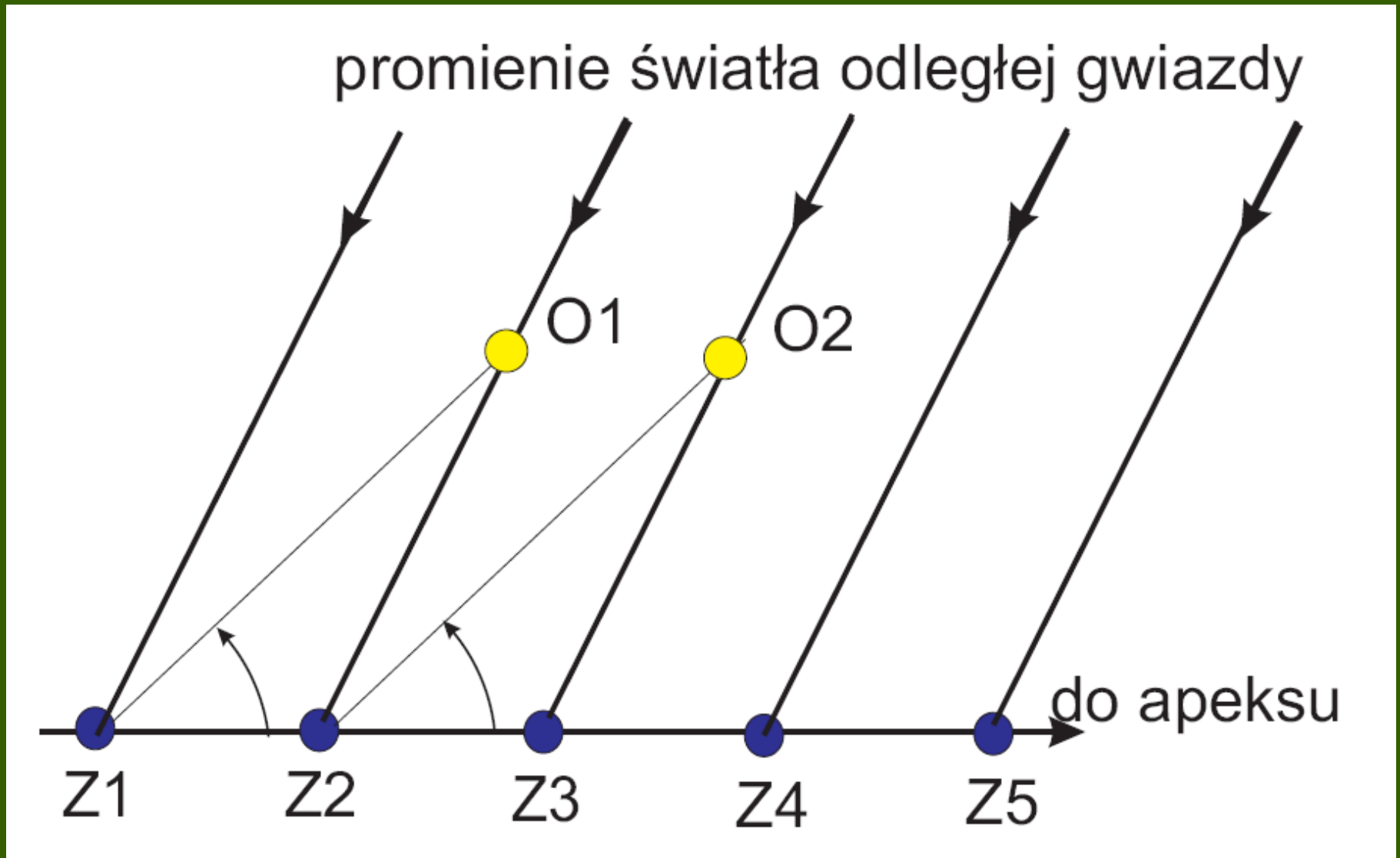
ESO PR Photo 28e/04 (29 September 2004)

© European Southern Observatory

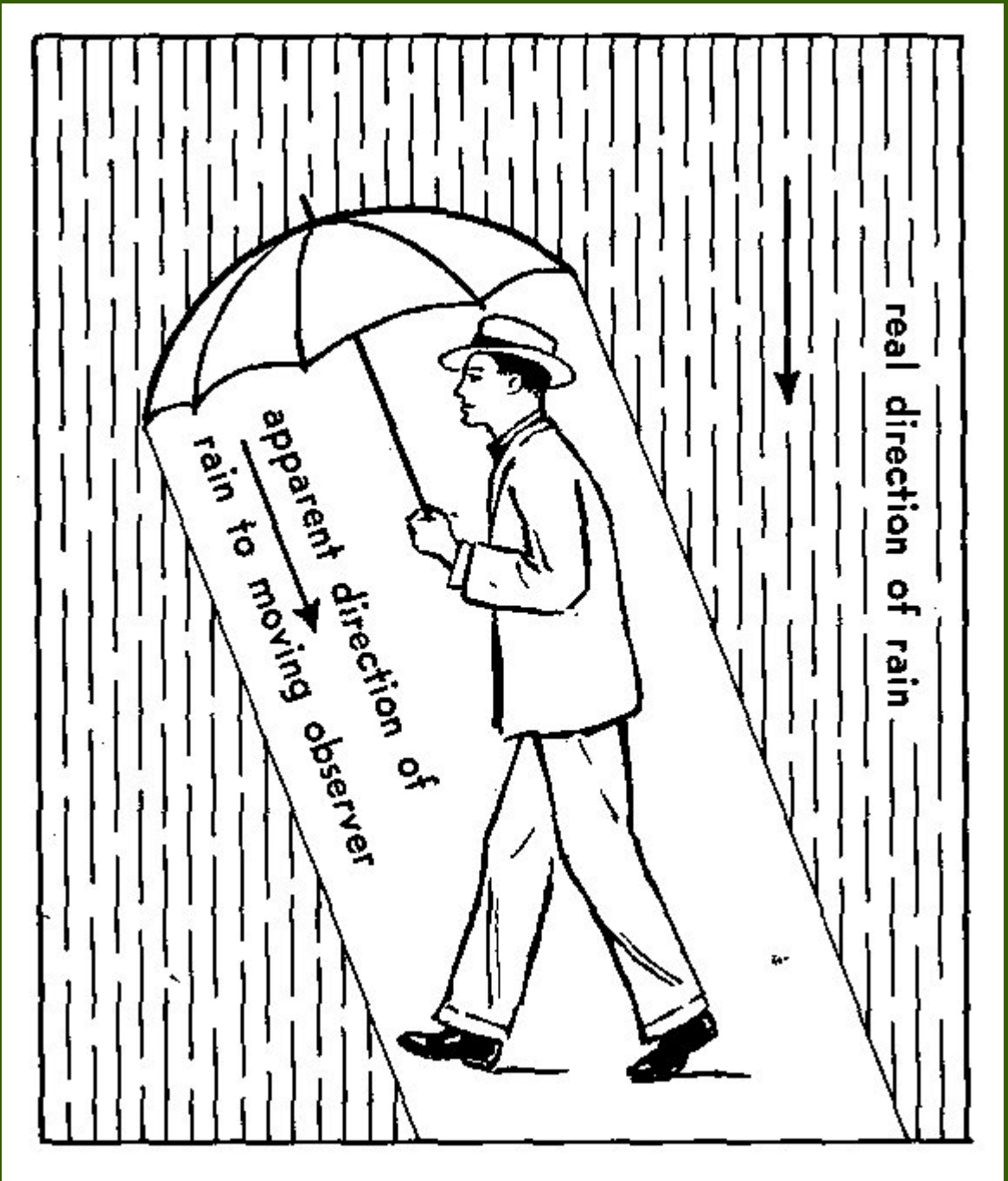


Paralaksa dobowa: jednocminutowy ruch planetoidy Toutatis sfotografowany w dwóch różnych obserwatoriach odległych zaledwie o 513 km. Odległość do planetoidy w tym momencie wynosiła 1 607 900 km a separacja śladów na niebie około 40 sekund kątowych.

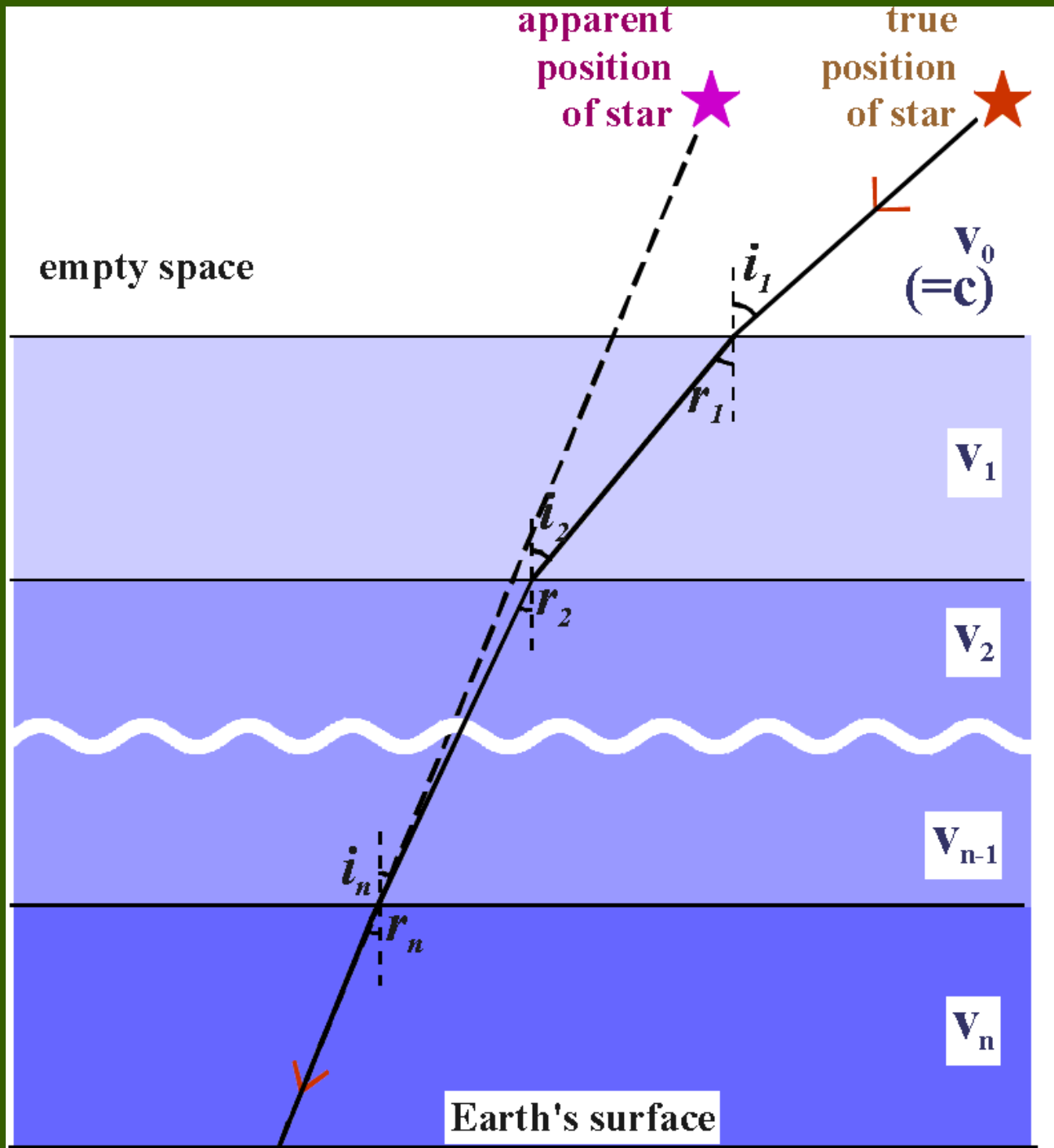
Aberracja światła



- **Aberracją nazywamy zmianę kierunku widzenia ciała niebieskiego na sferze spowodowaną ruchem obserwatora.**
- **Ponieważ Ziemia porusza się po orbicie wokół Słońca ze średnią prędkością ok. 30 km/s, następuje zjawisko aberracji i lunetę w rzeczywistości ustawiamy wzdłuż kierunku będącego wypadkową kierunku prędkości Ziemi i kierunku prędkości światła od gwiazdy.**
- **Maksymalna wartość aberracji rocznej to ok. 20".**
- **Maksymalna wartość aberracji dobowej, wynikającej z rotacji Ziemi to 0,32 sekundy kątowej dla obserwatora na równiku.**



Refrakcja atmosferyczna



Refrakcja zależy od odległości zenitalnej $z = 90^\circ - h$

$$z = 0^\circ \rightarrow R = 0^\circ$$

$$z = 50^\circ \rightarrow R = 1'$$

$$z = 80^\circ \rightarrow R = 5'$$

$$z = 85^\circ \rightarrow R = 10'$$

$$z = 89^\circ \rightarrow R = 25'$$

$$z = 90^\circ \rightarrow R = 35'$$

Fomalhaut (α PsA) - HIP 113368

Wielkość gwiazdowa: 1.15 (po uwzględnieniu ekstynkcji: 2.47, B-V: 0.13)

Absolutna wielkość gwiazdowa: 1.72

RA/Dec (J2000): 22h57m39.2s/-29°37'21.6"

RA/Dec (na dzień): 22h58m28s/-29°32'35"

Kąt godzinny/Deklinacja: 23h44m10s/-29°32'35" (geometryczne)

Kąt godzinny/Deklinacja: 23h44m12s/-29°26'05" (pozorne)

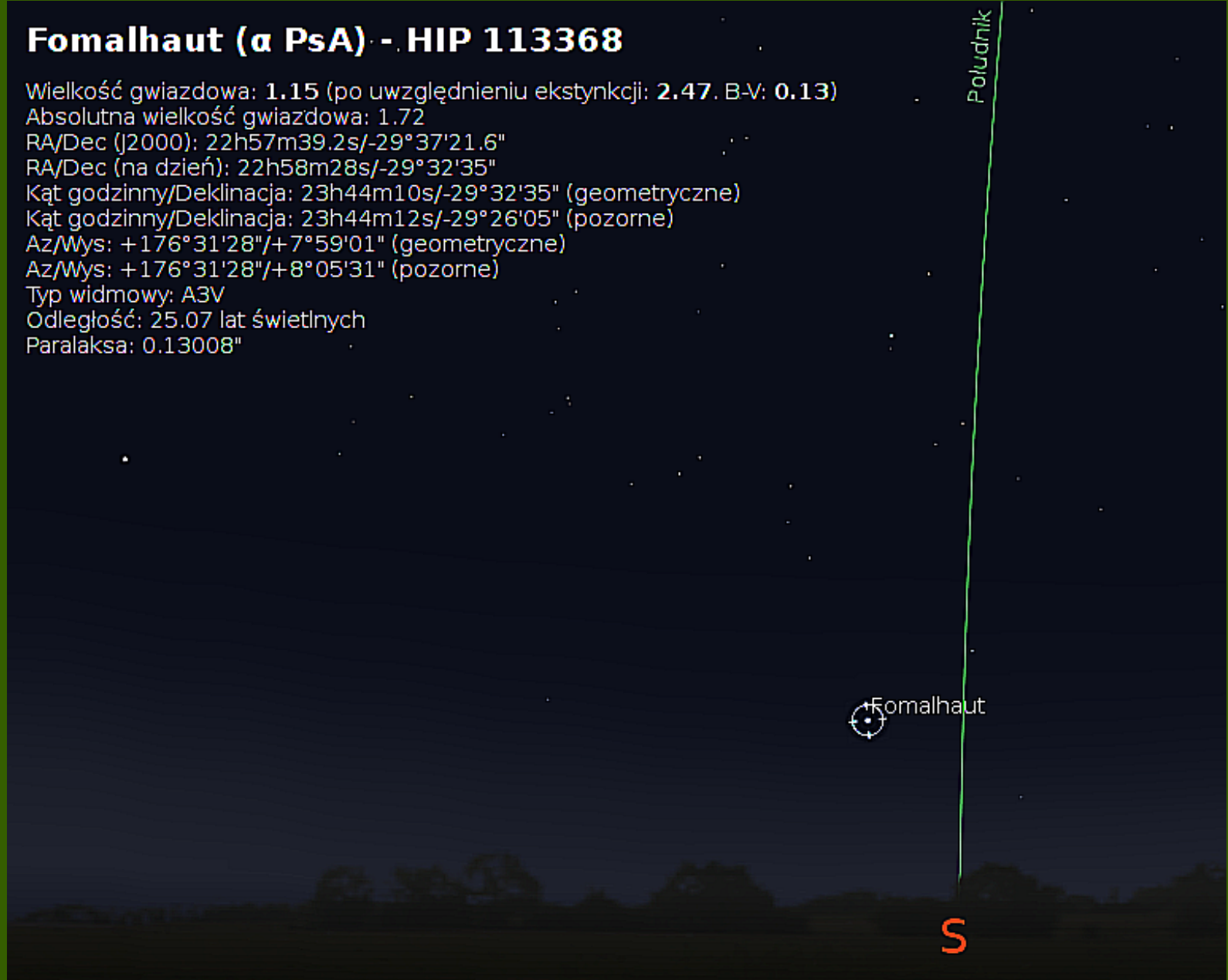
Az/Wys: +176°31'28"/+7°59'01" (geometryczne)

Az/Wys: +176°31'28"/+8°05'31" (pozorne)

Typ widmowy: A3V

Odległość: 25.07 lat świetlnych

Paralaksa: 0.13008"



Data i godzina ×

2014 / 11 / 14 19 : 0 : 0