

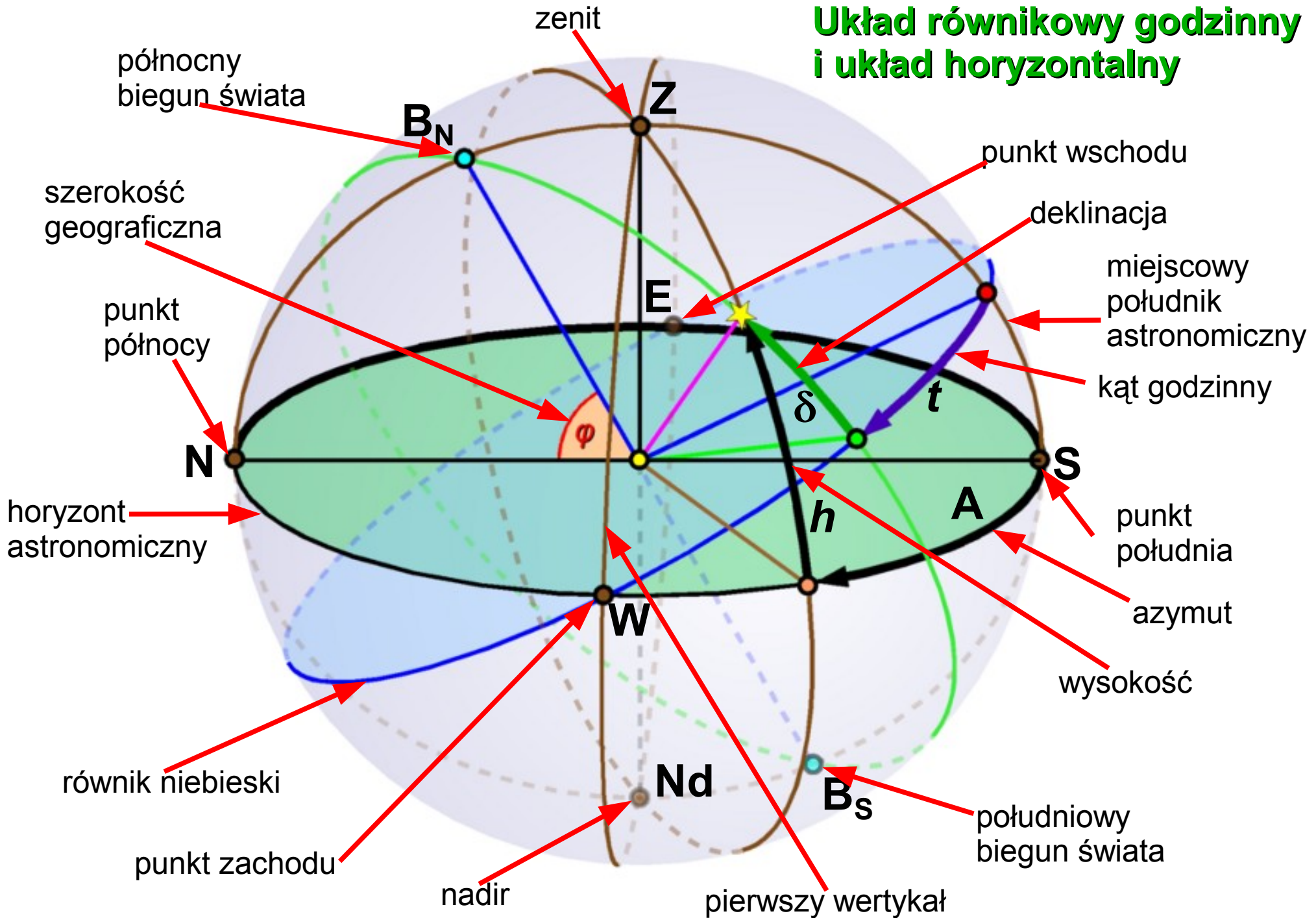
Wykład udostępniam na licencji Creative Commons:

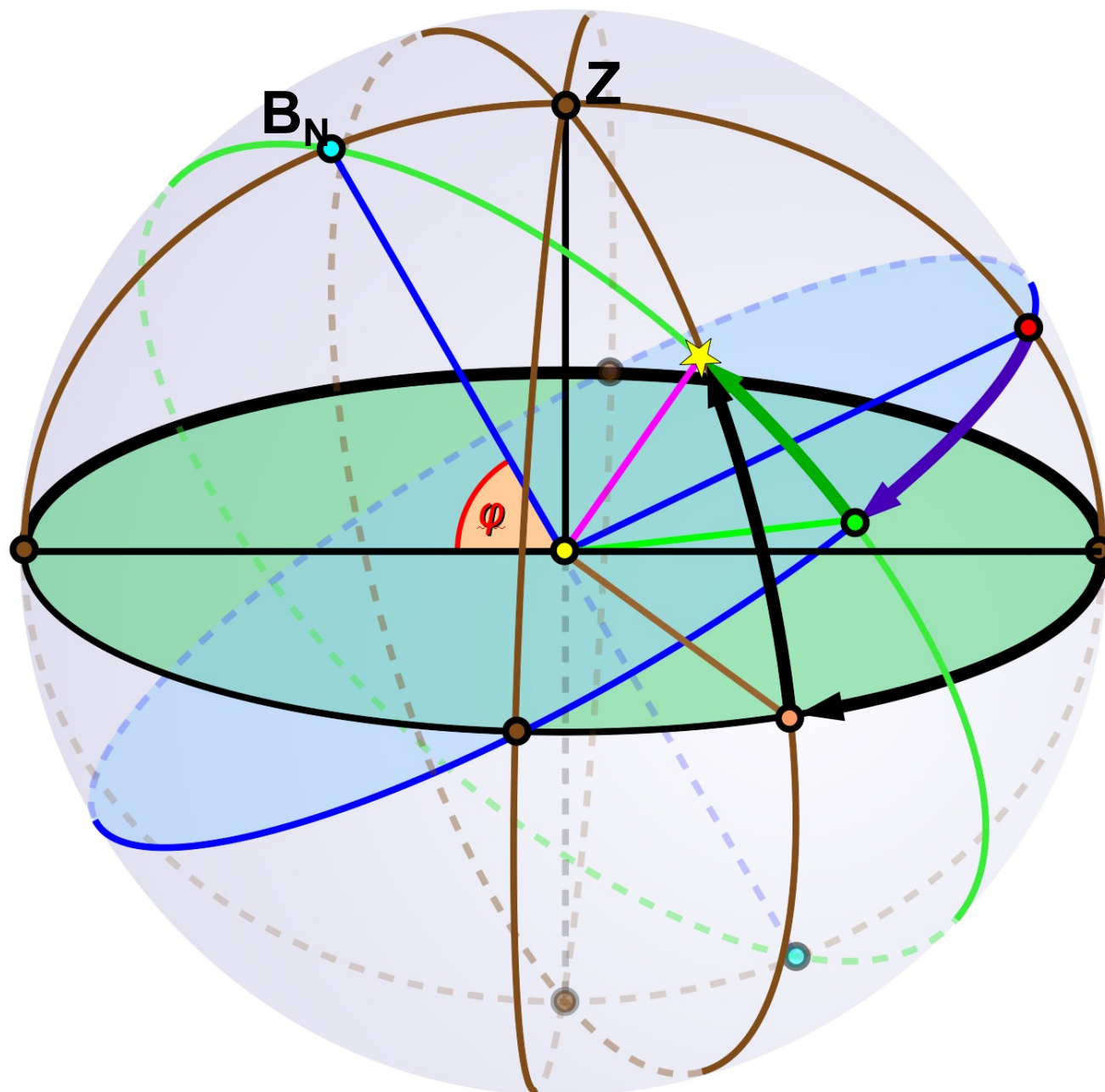


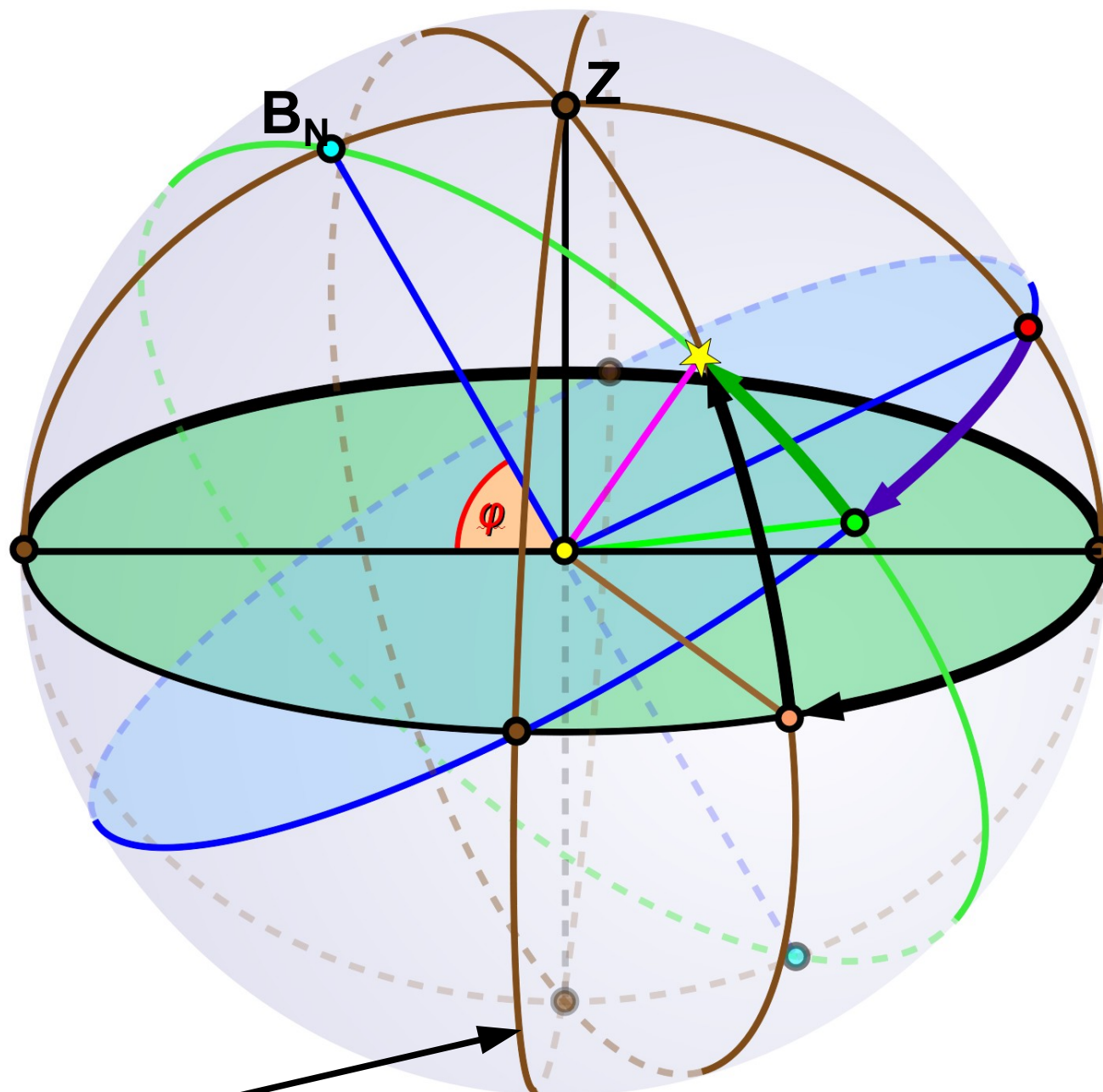
Wędrowki między układami współrzędnych

Piotr A. Dybczyński

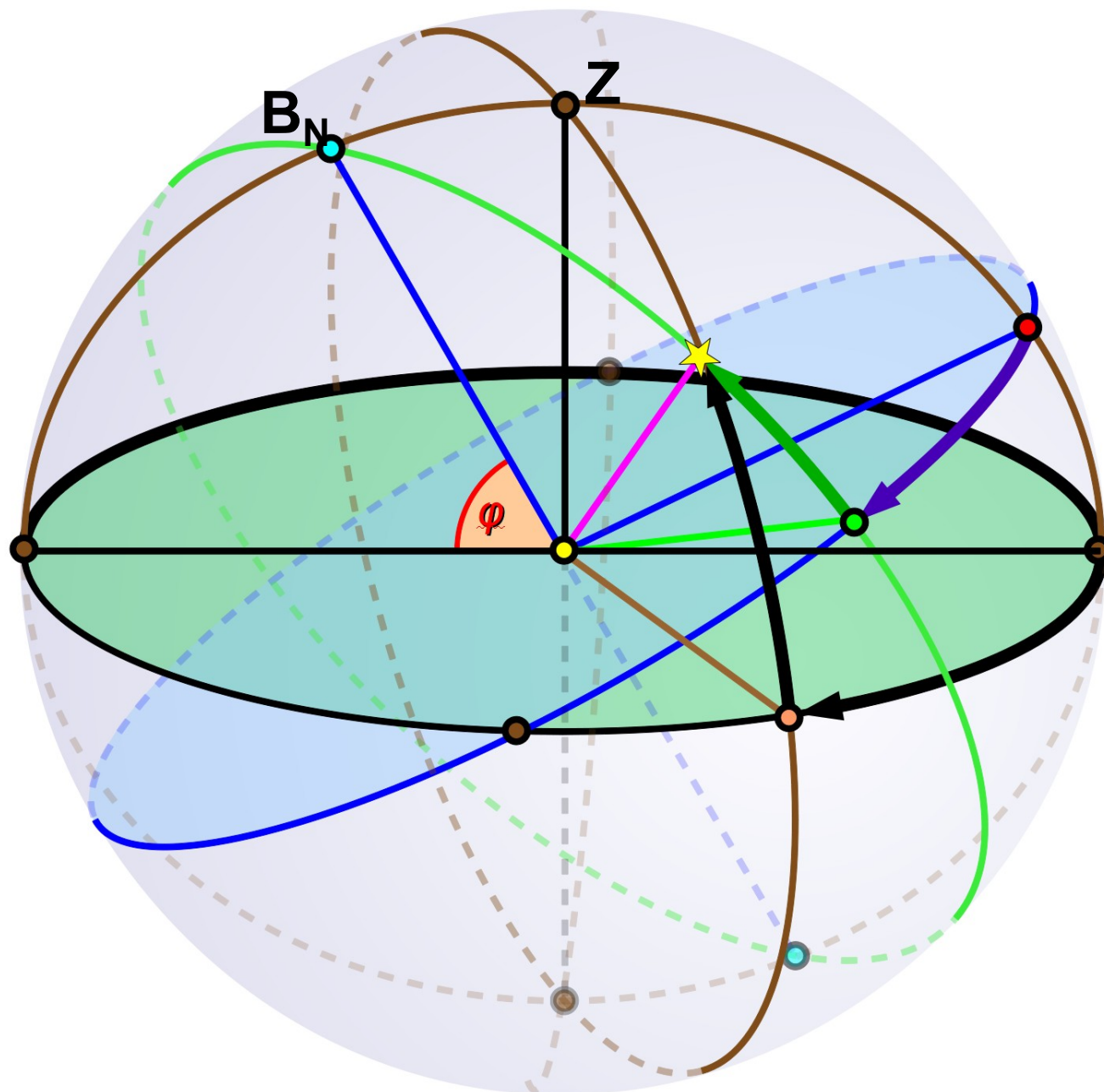
Układ równikowy godzinny i układ horyzontalny

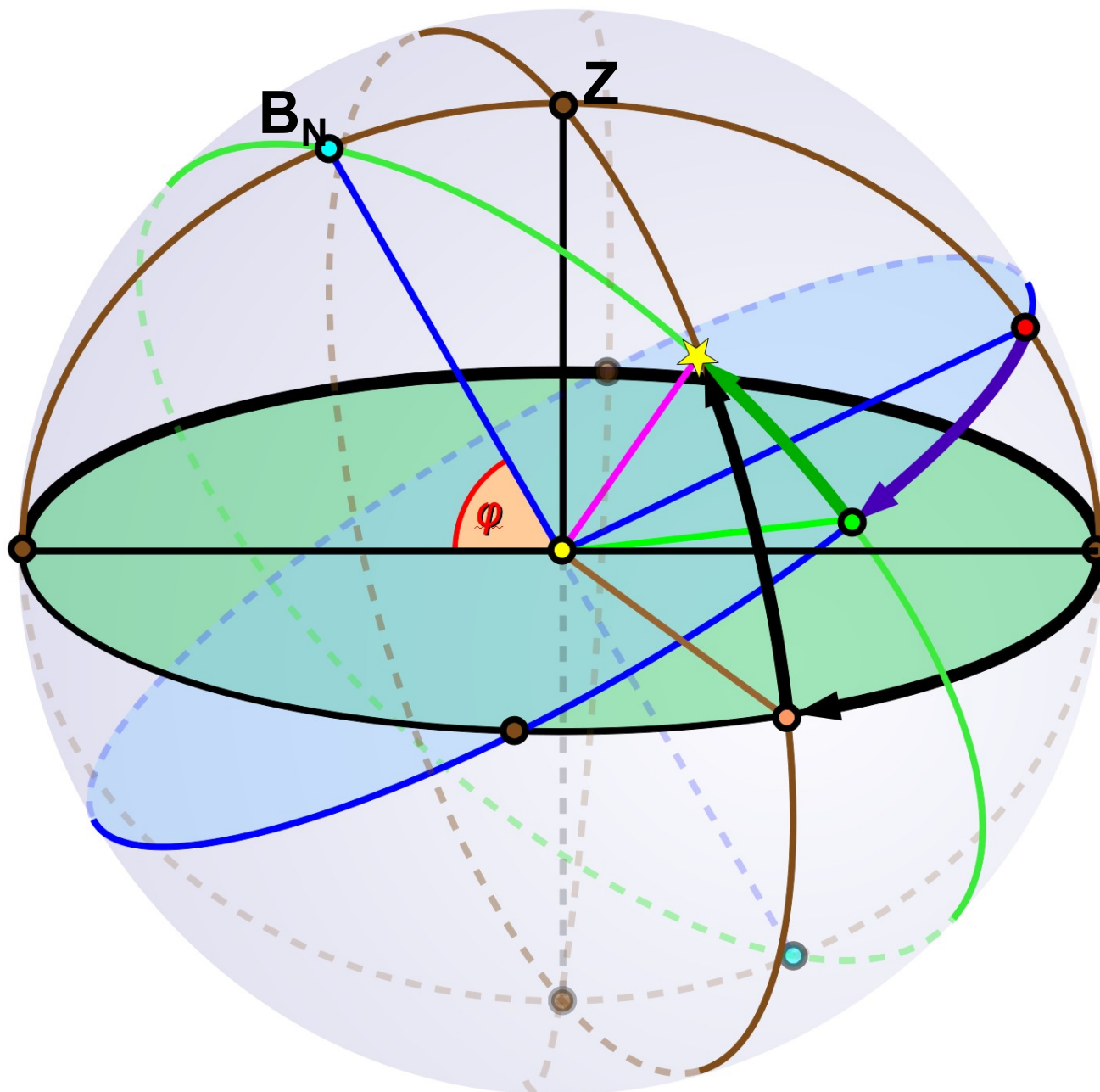




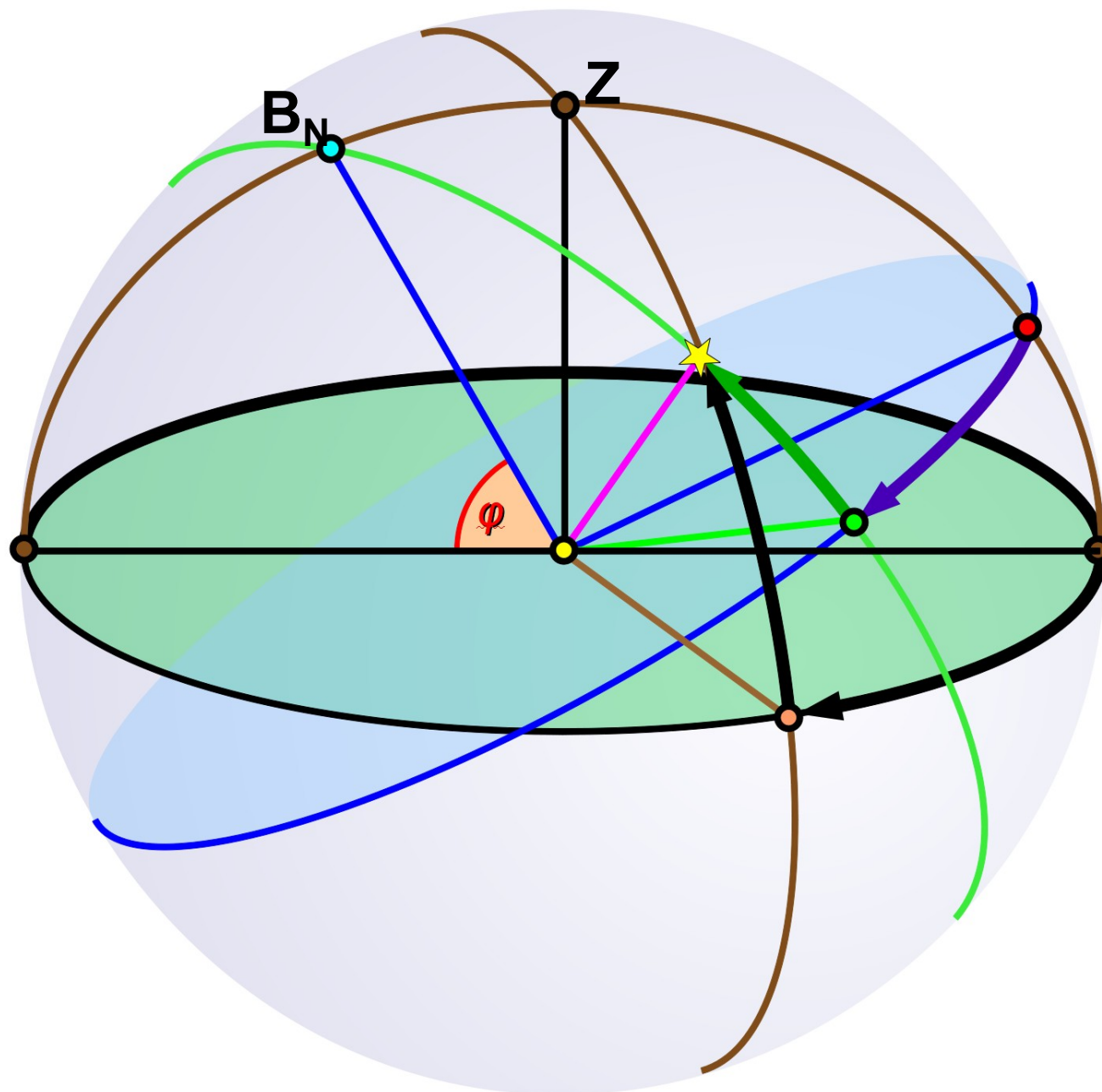


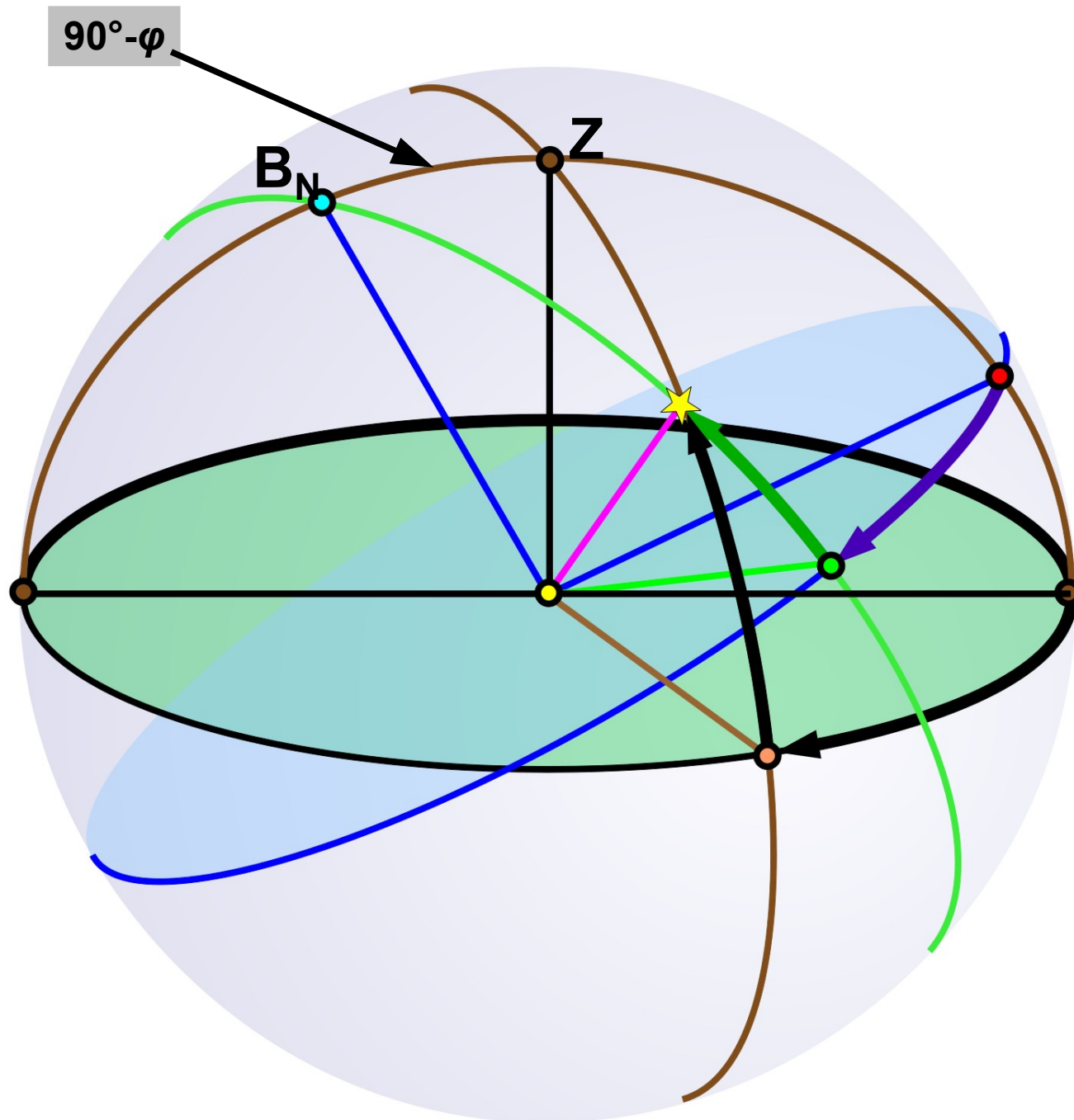
Usuńmy pierwszy wertykał...

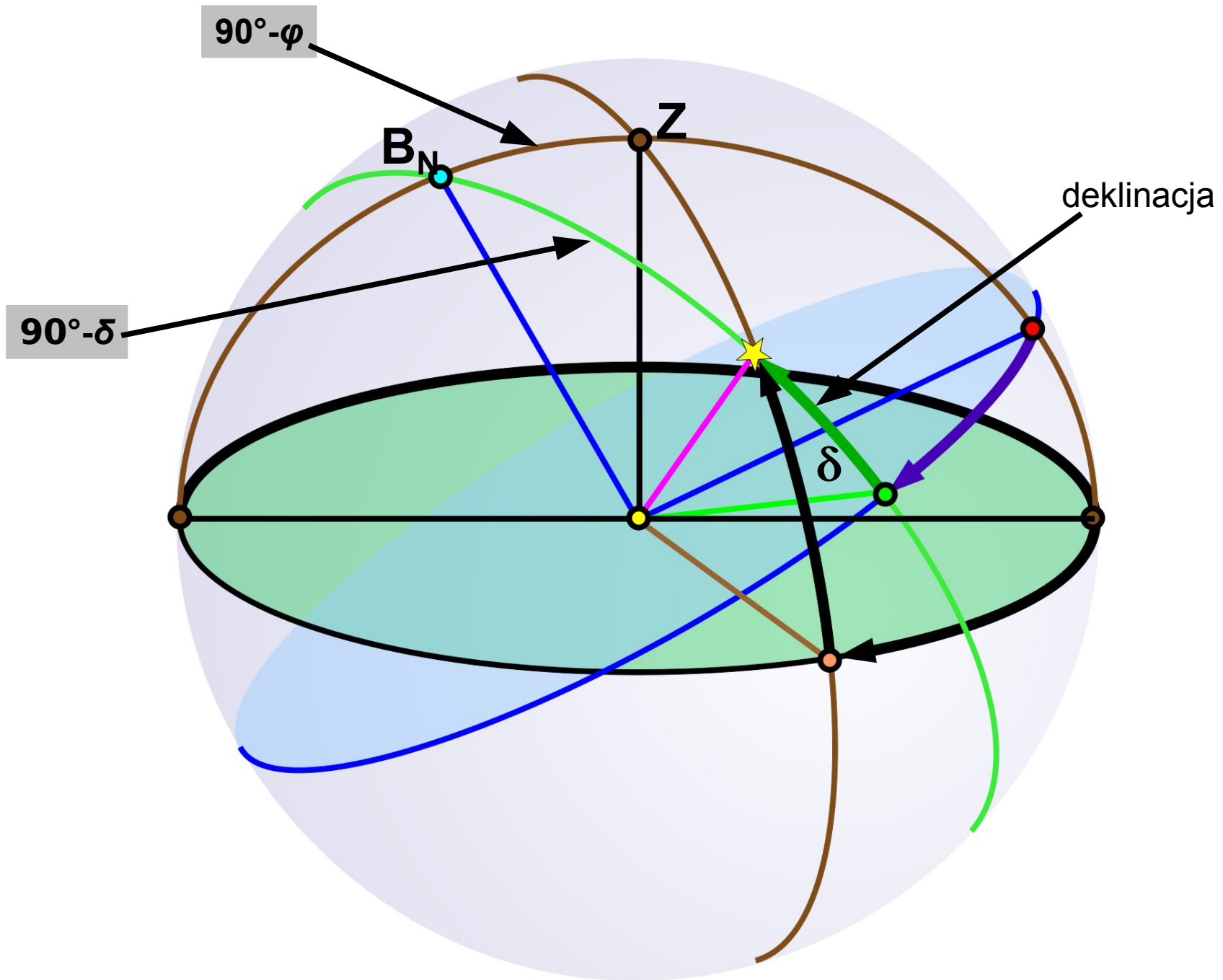


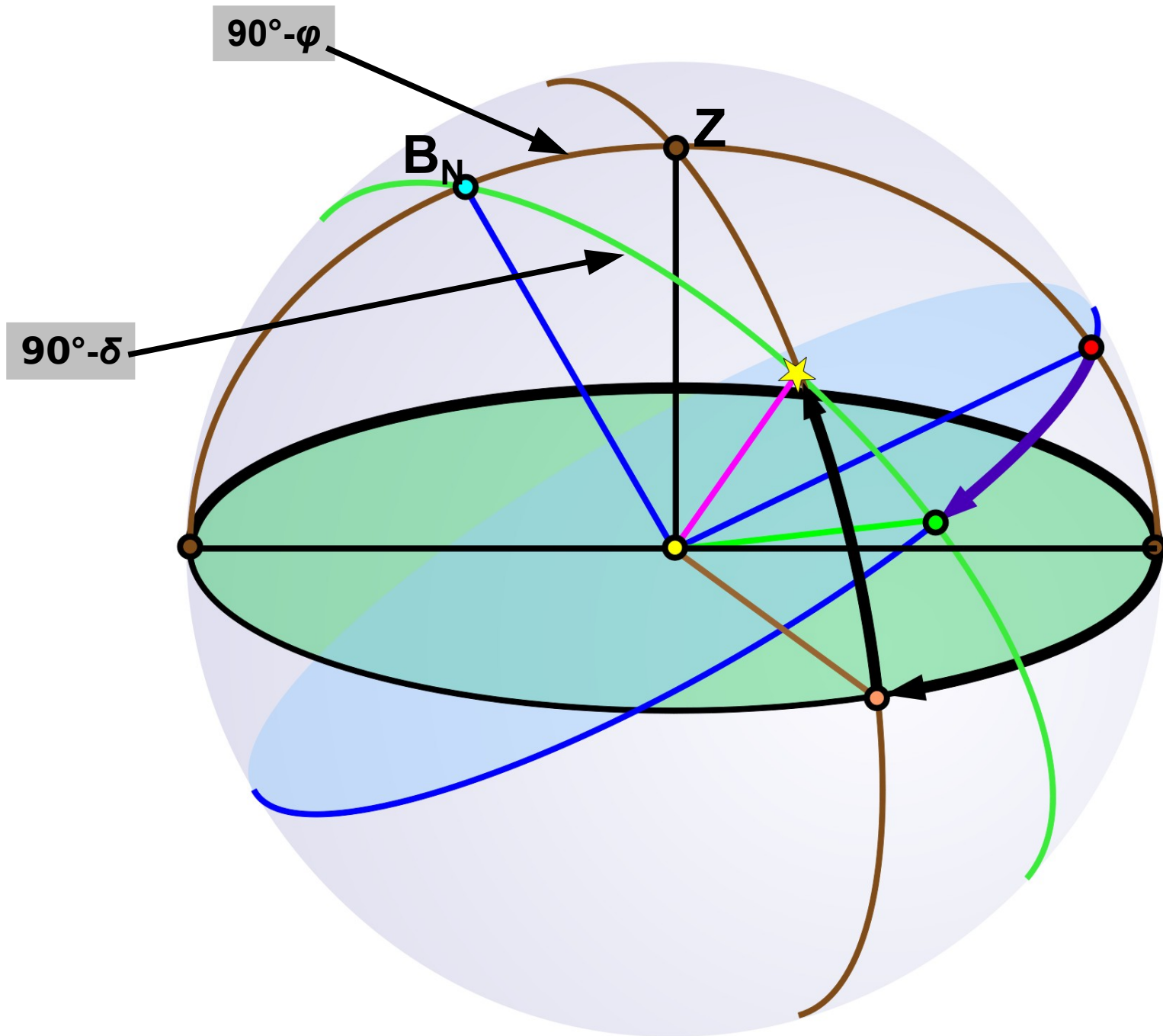


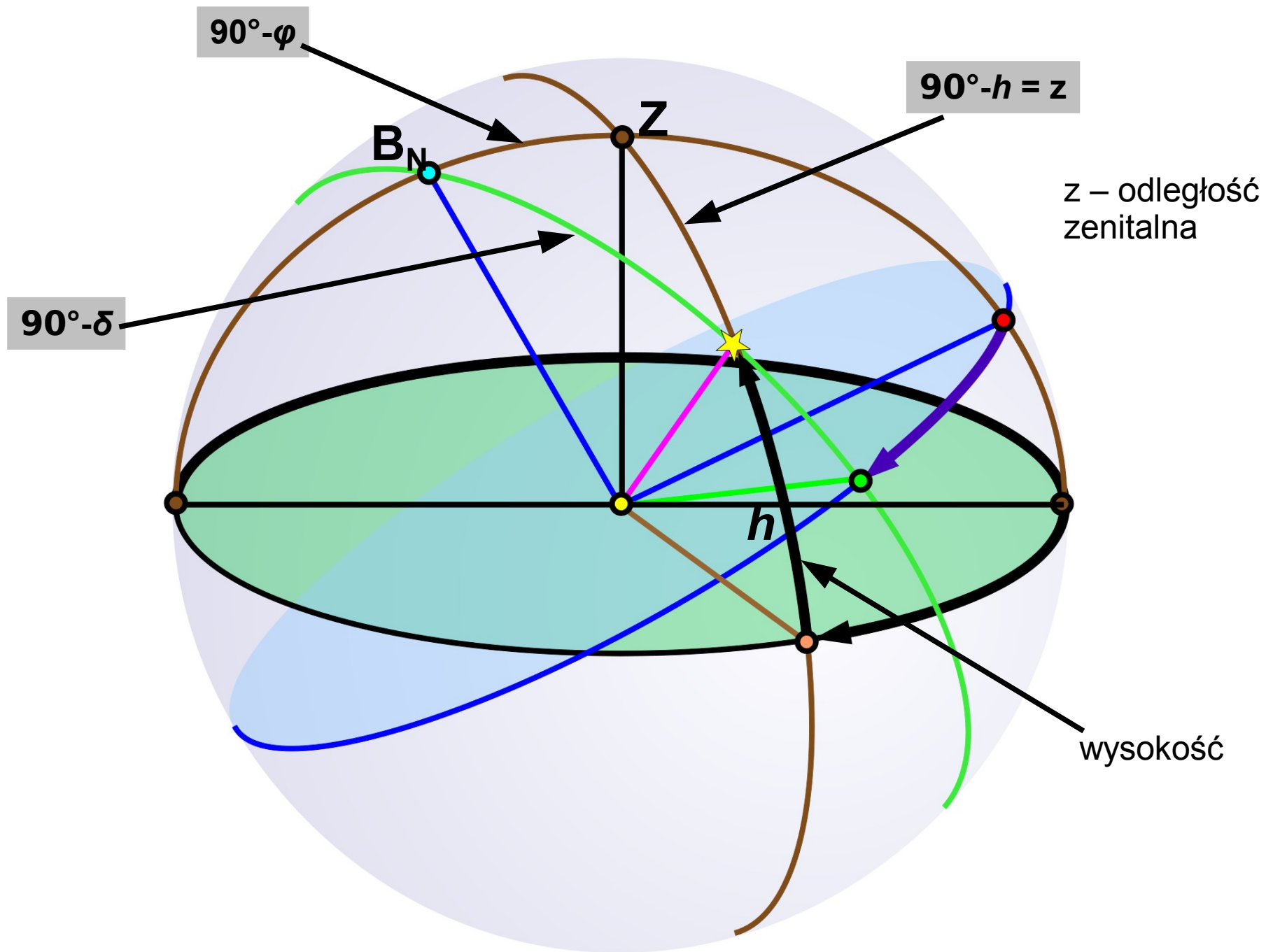
Usuńmy niewidoczne linie...

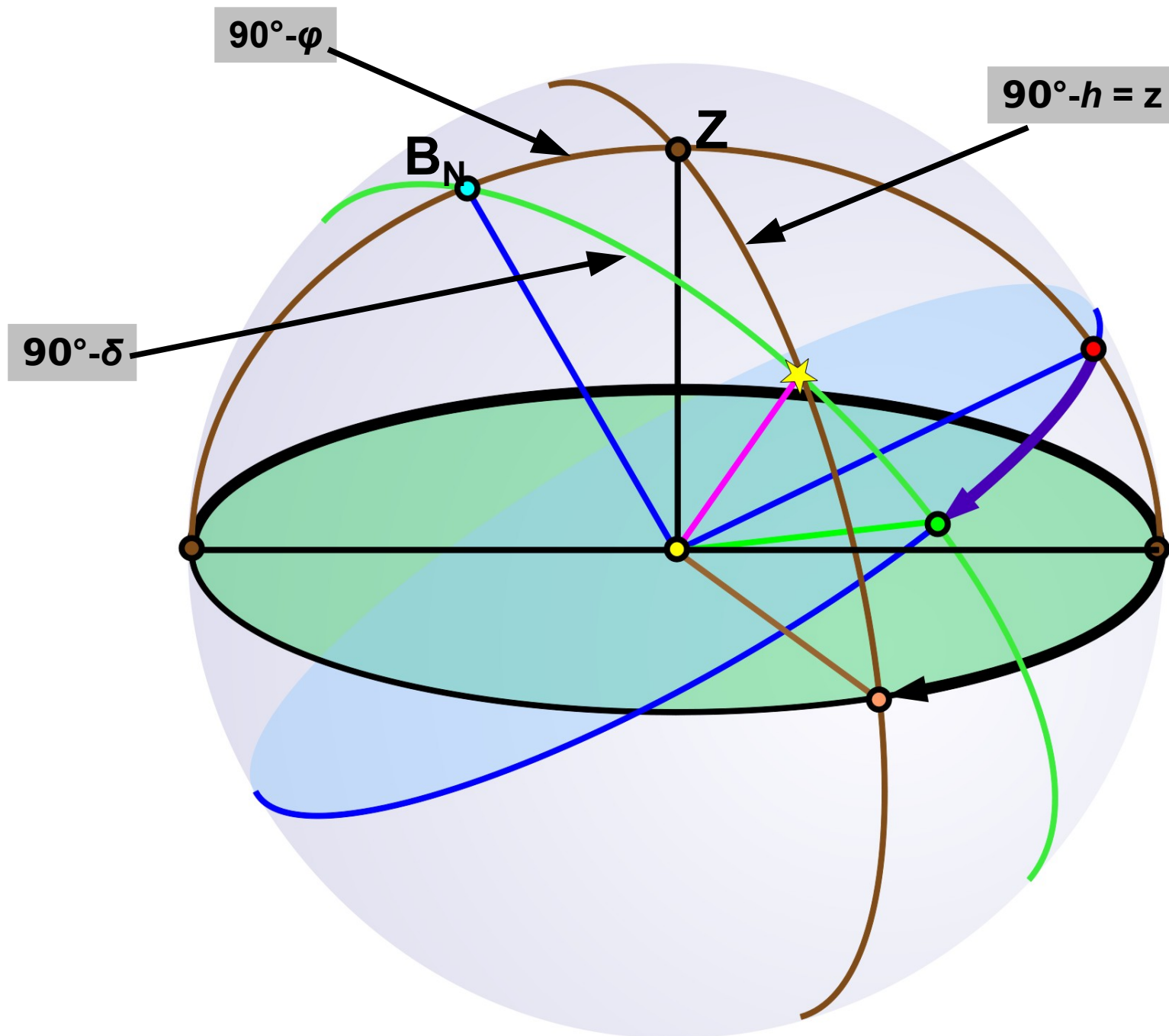


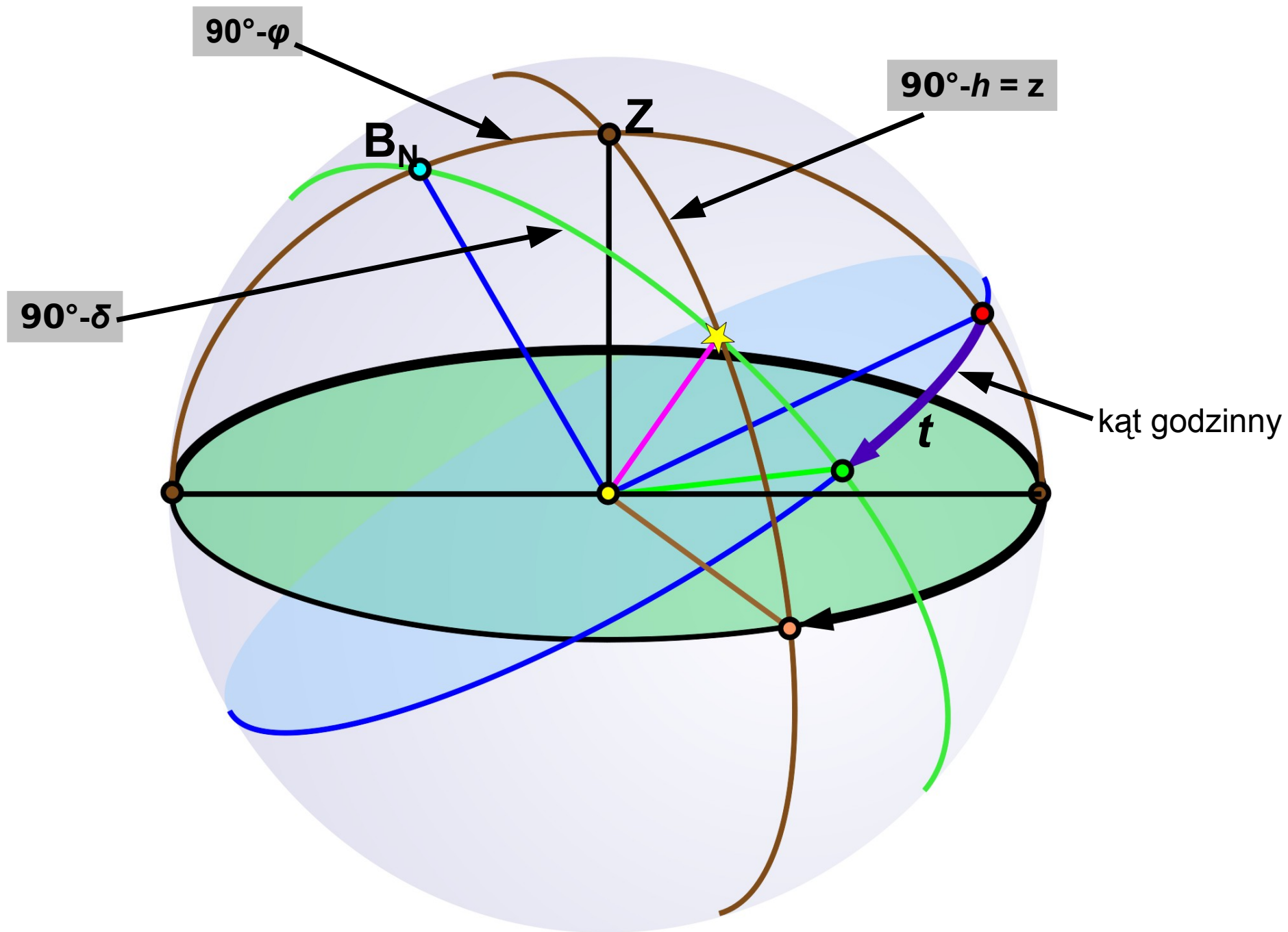


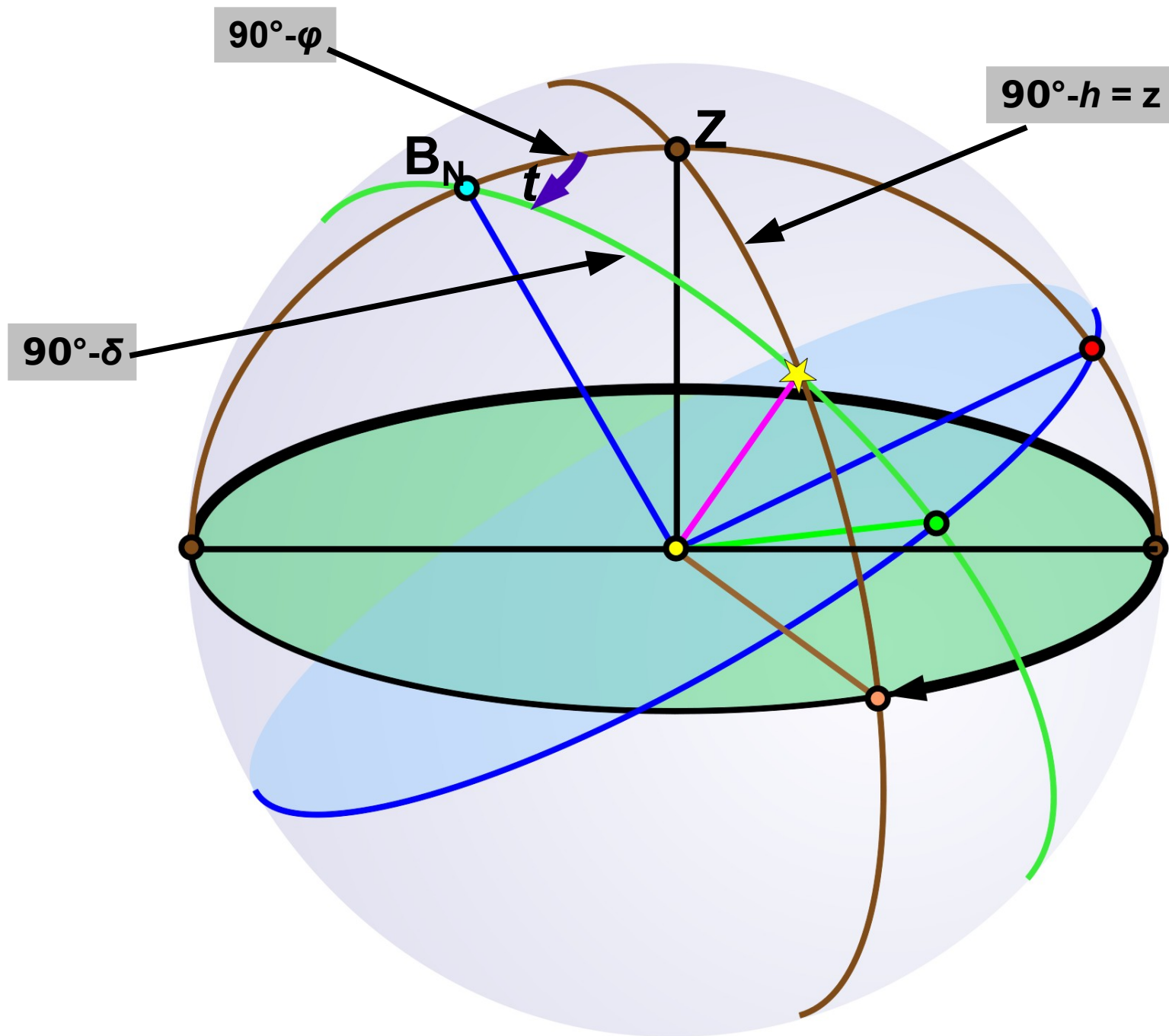


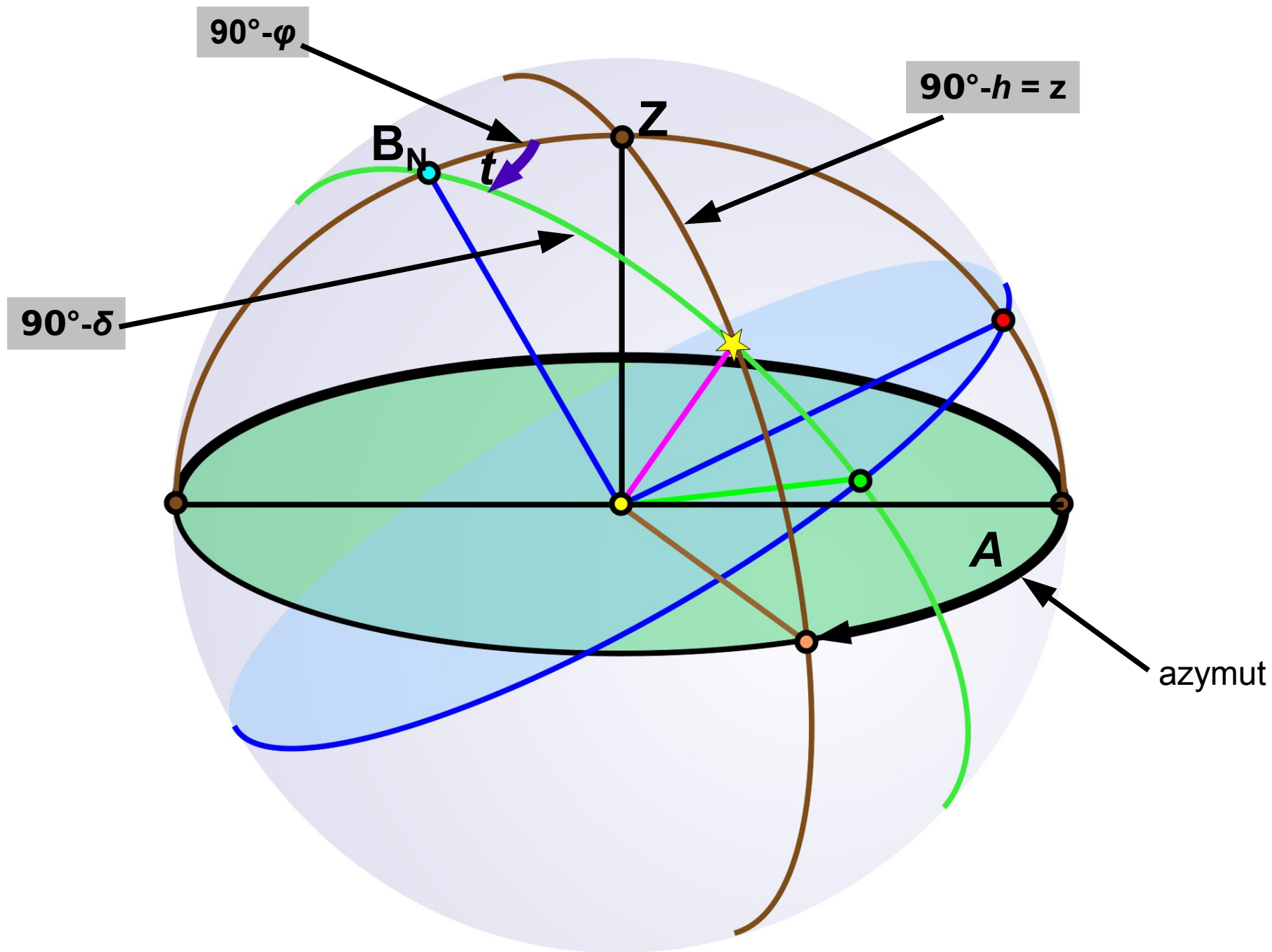


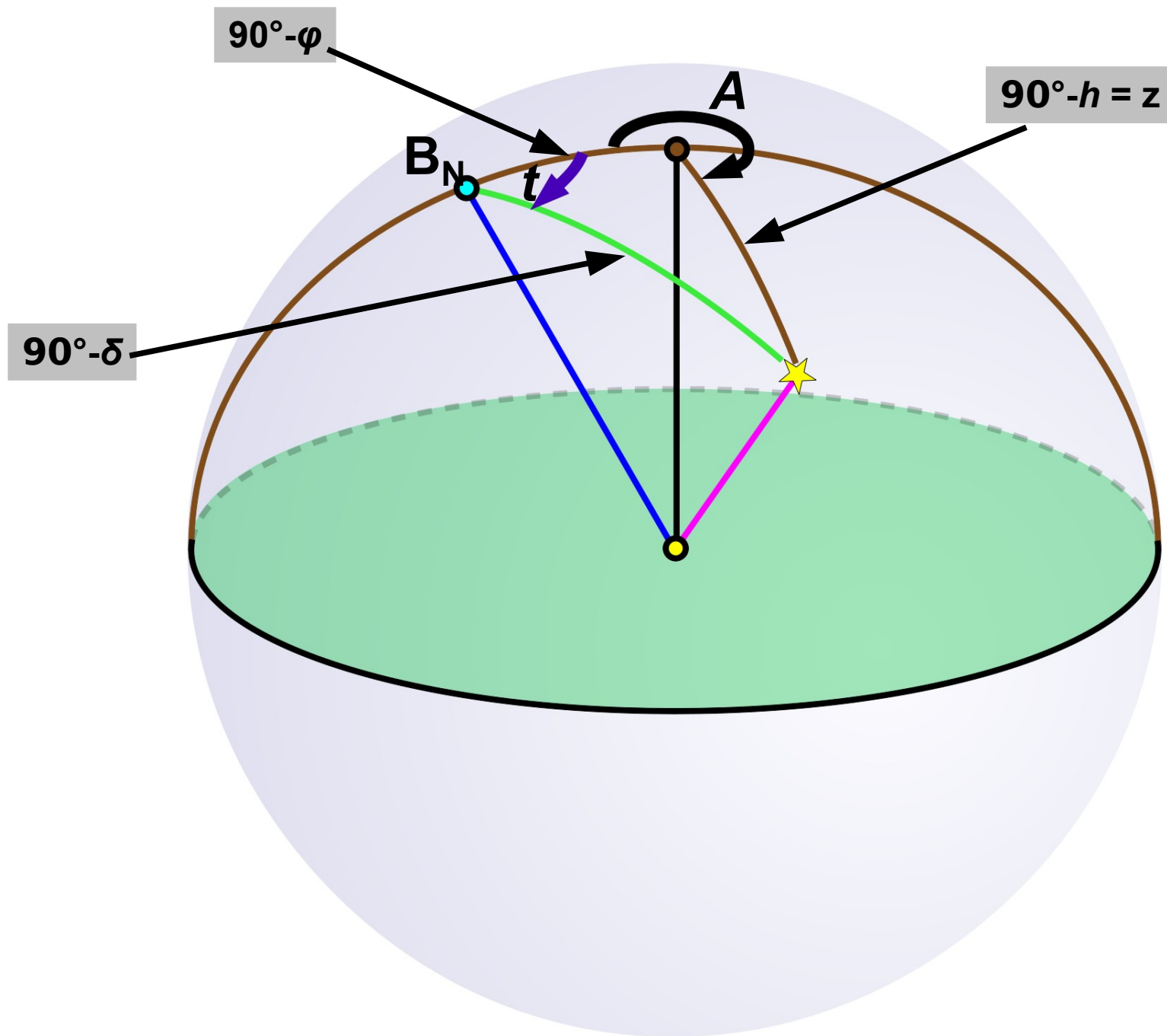


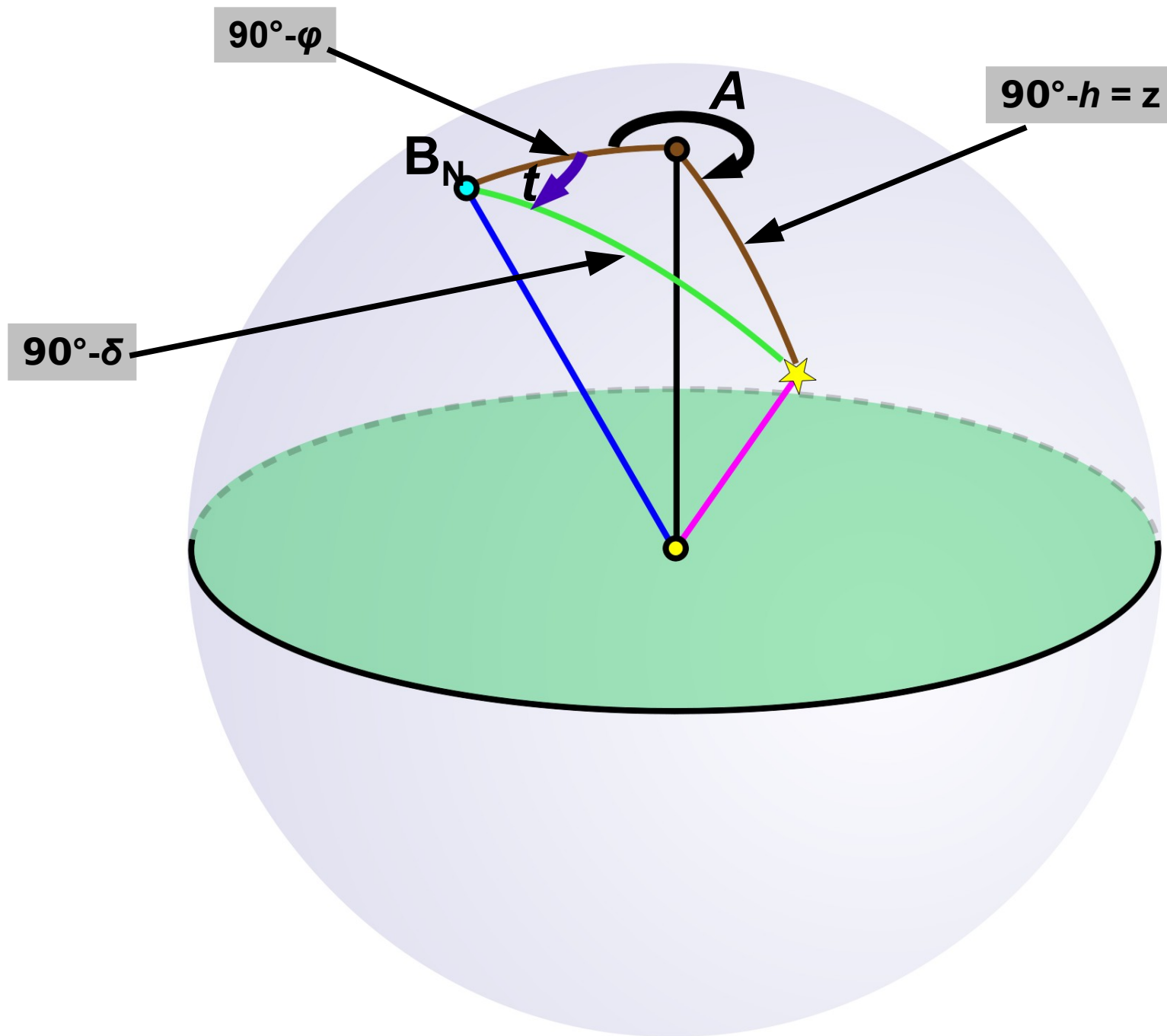


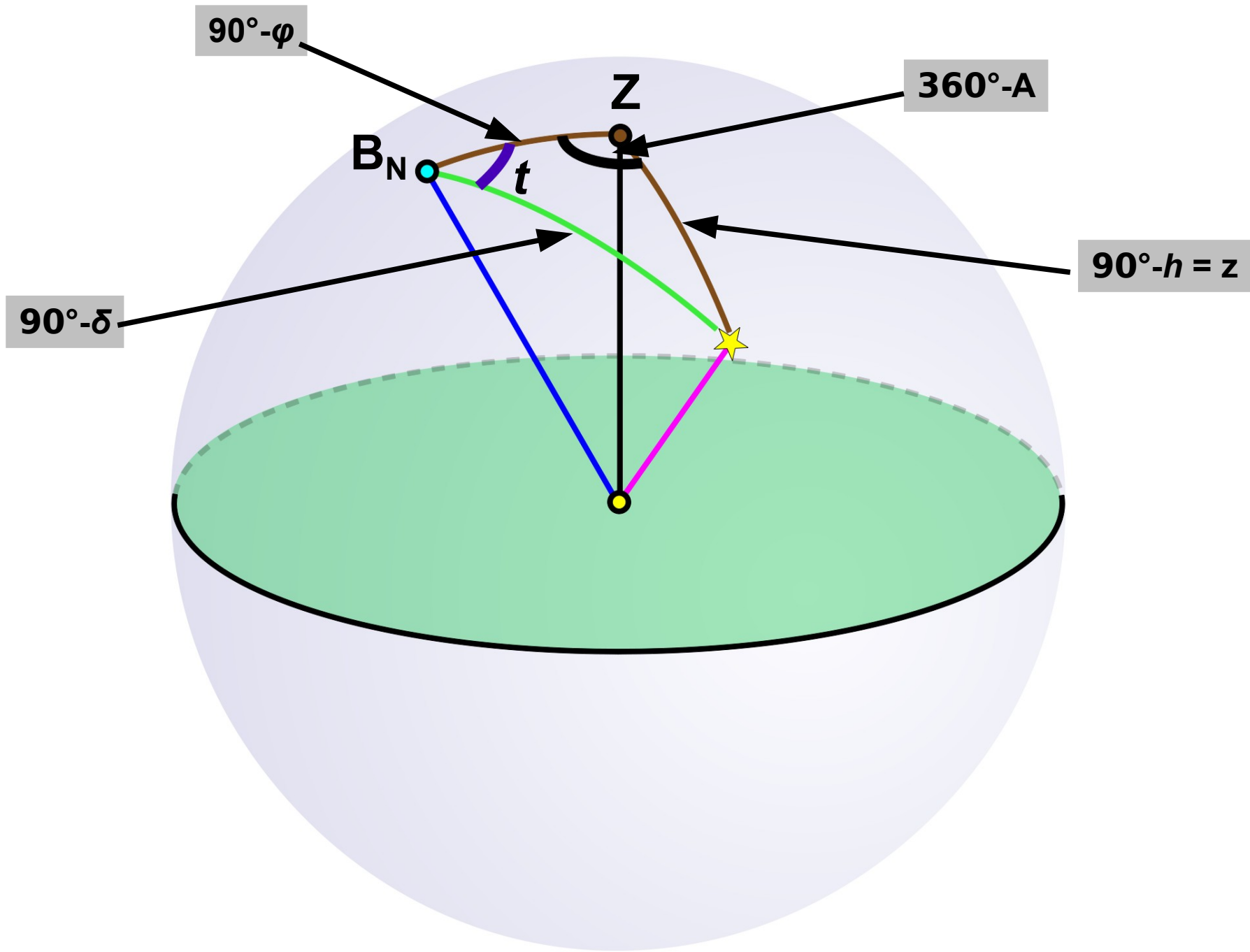


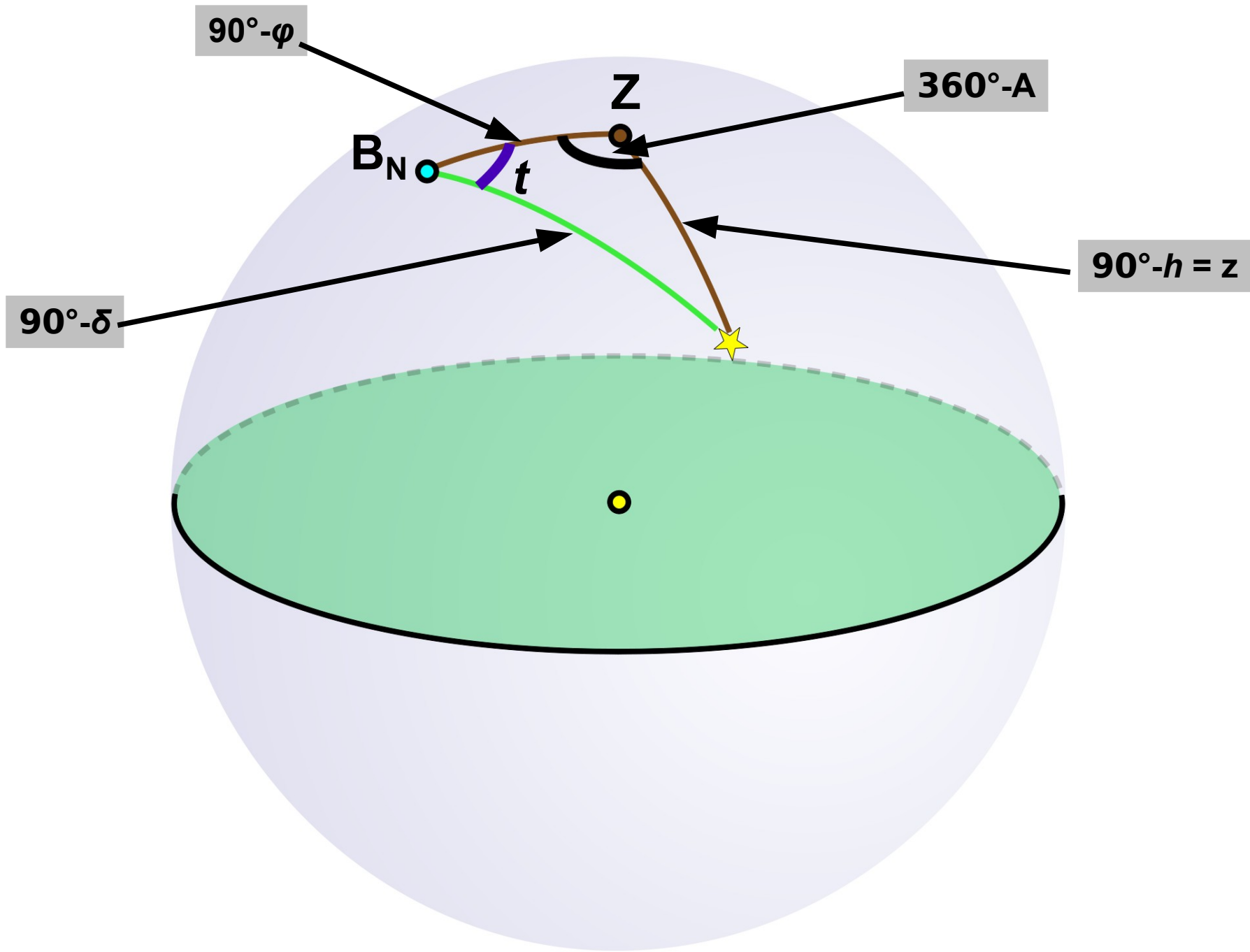


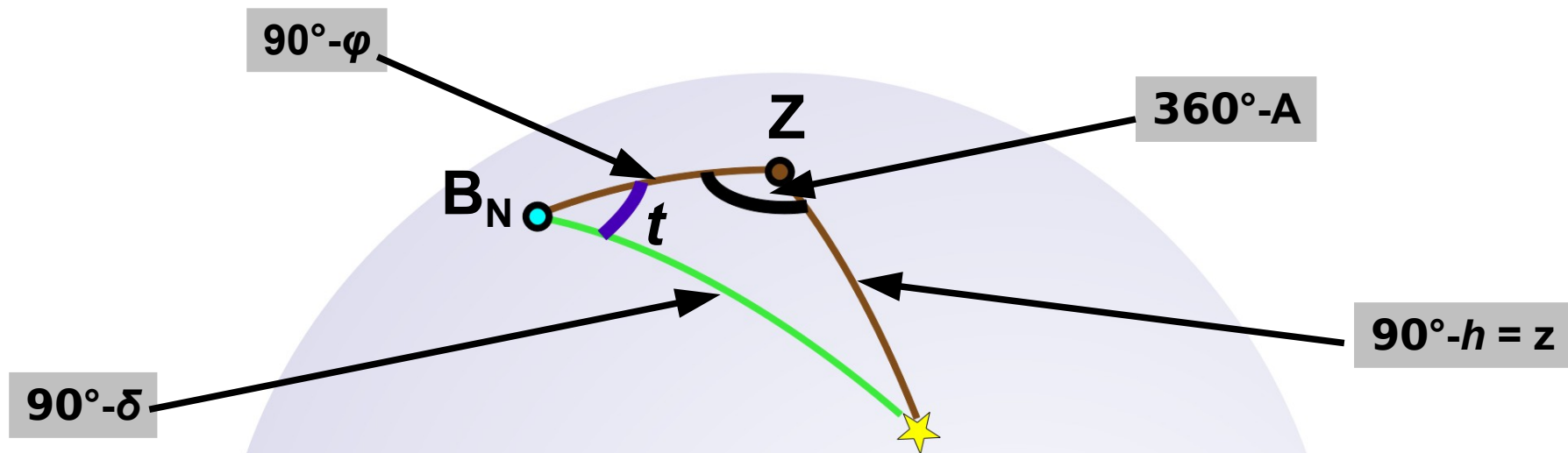








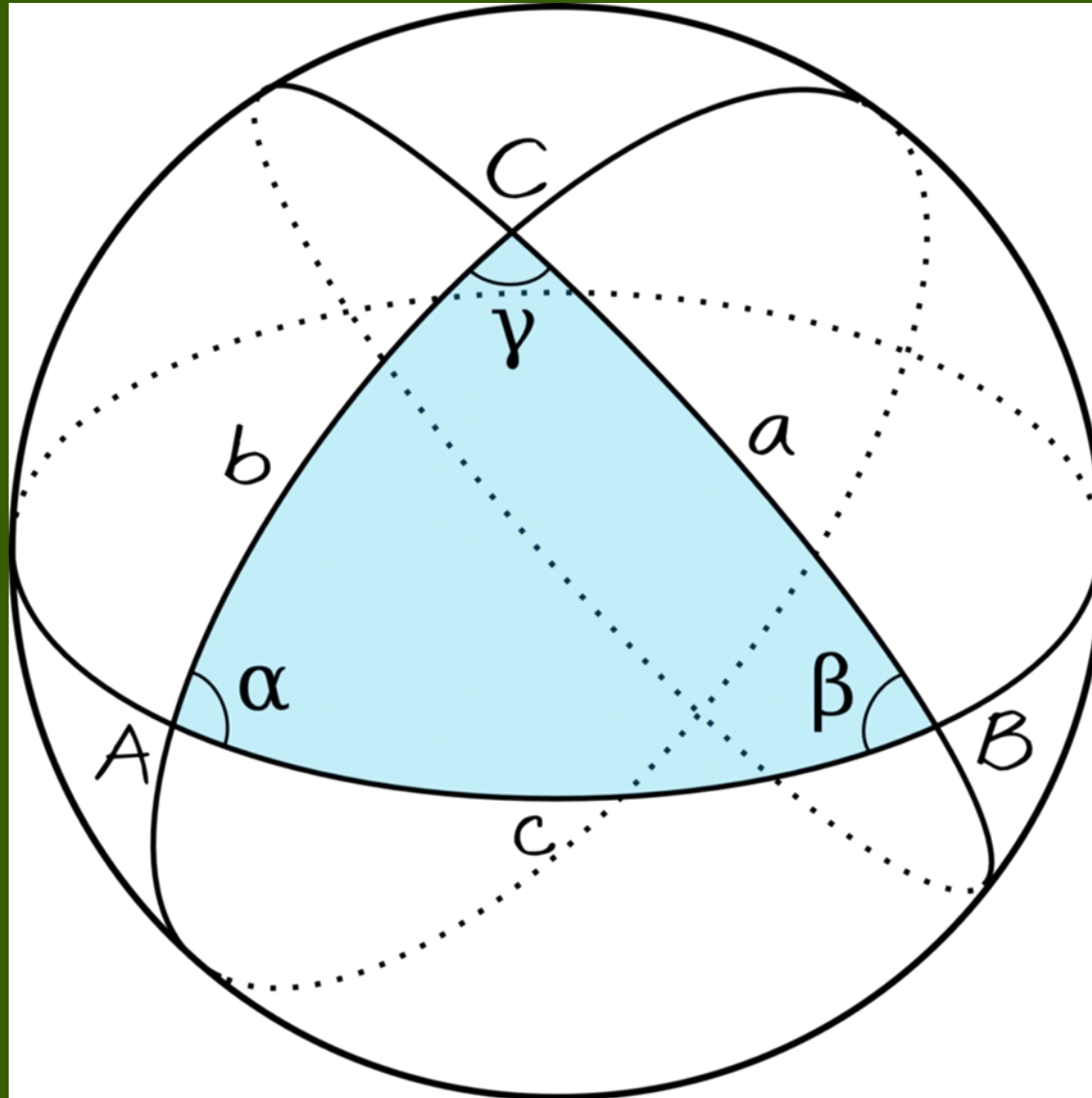




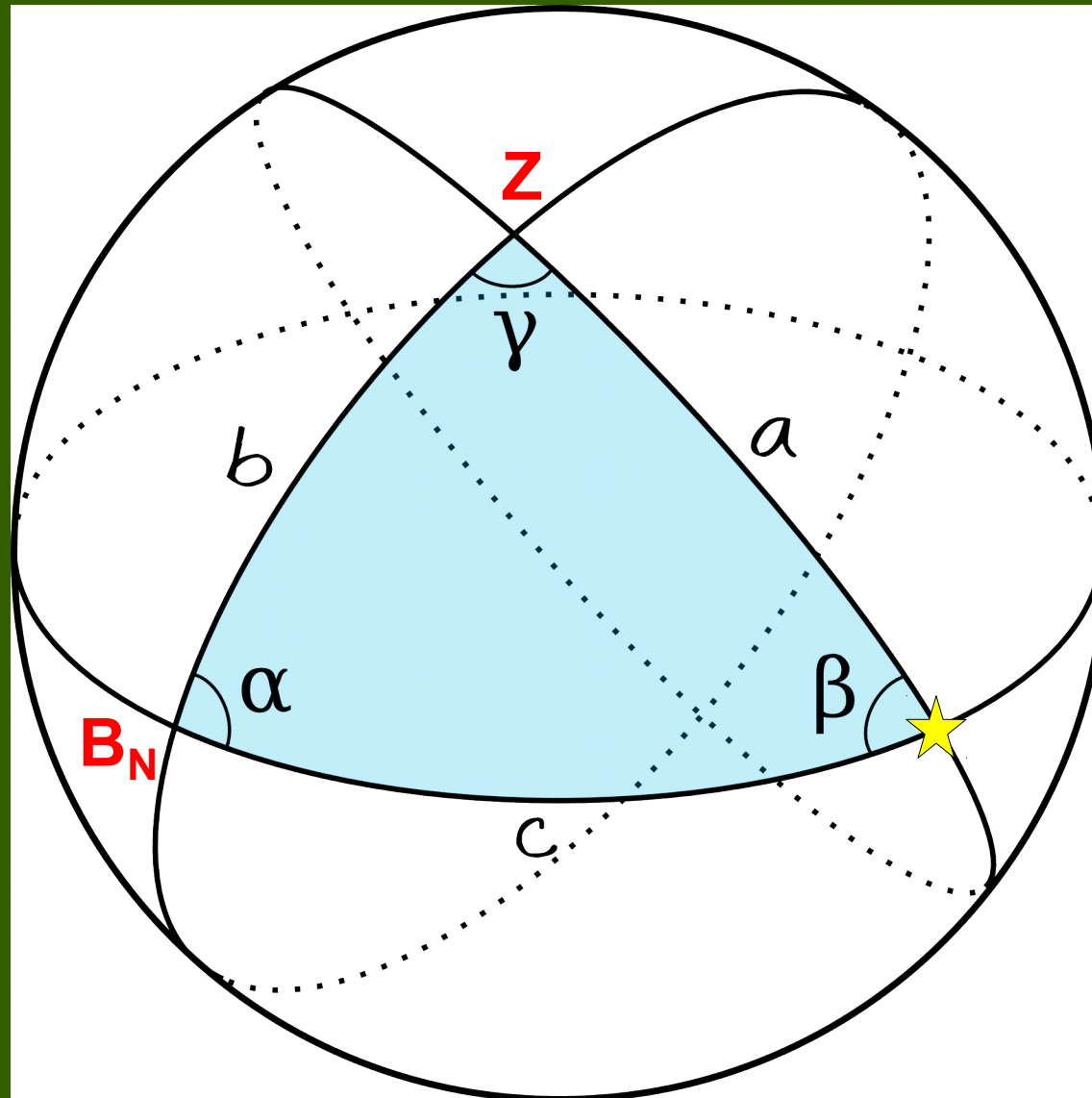
Trójkąt paralaktyczny

czyli związek między układem równikowym godzinny
a układem horyzontalnym

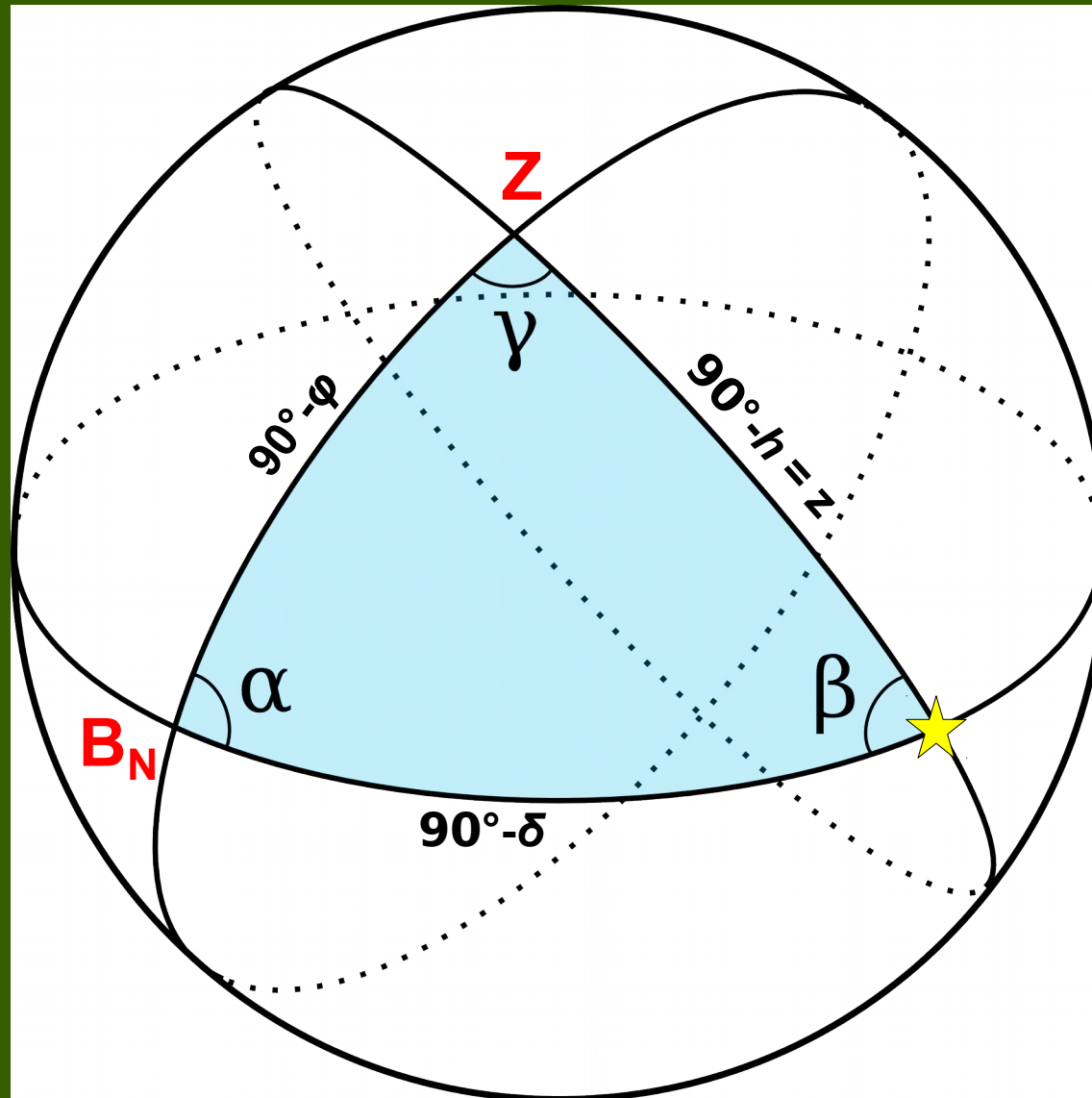
Trójkąt sferyczny



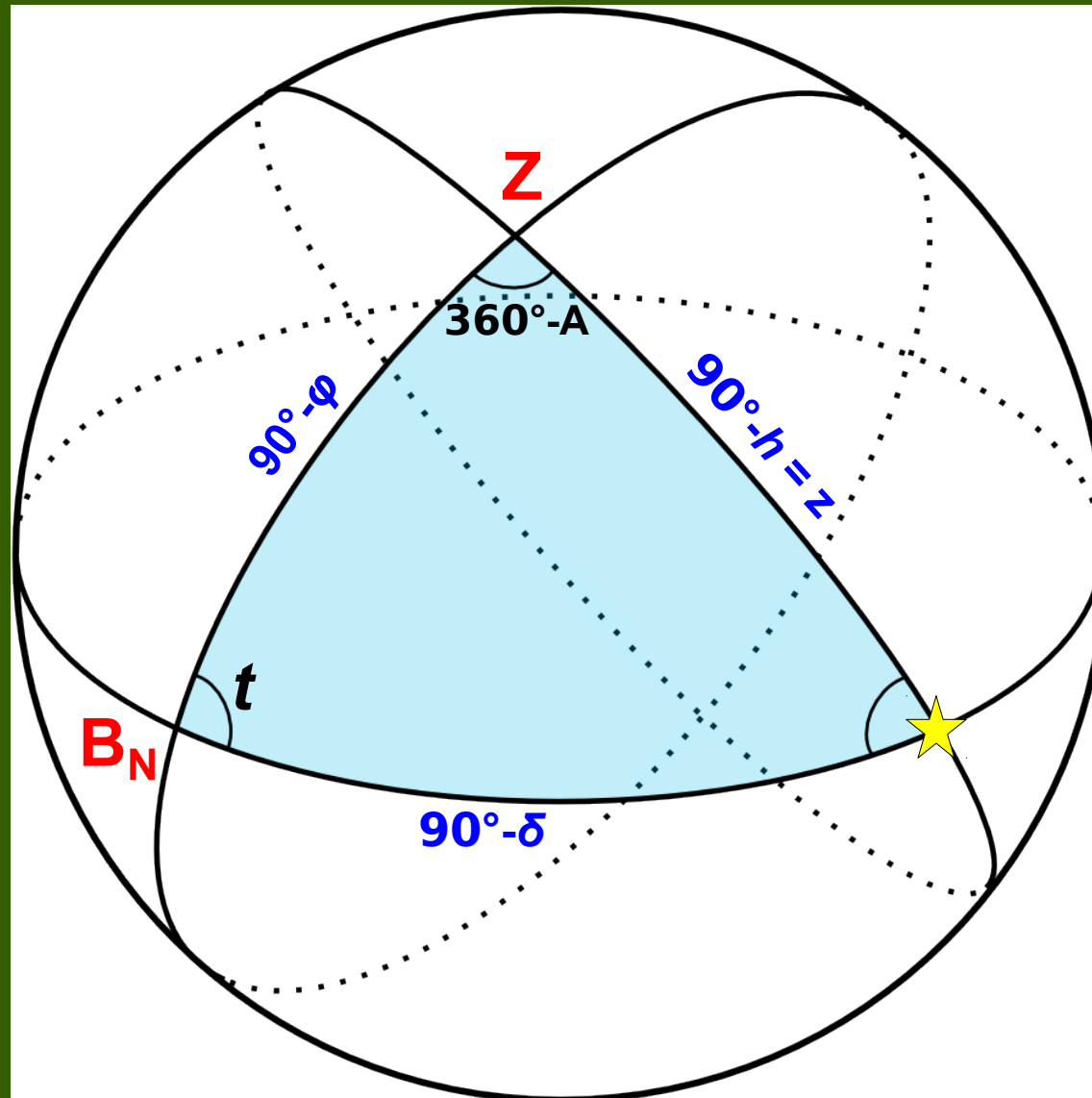
Trójkąt paralaktyczny



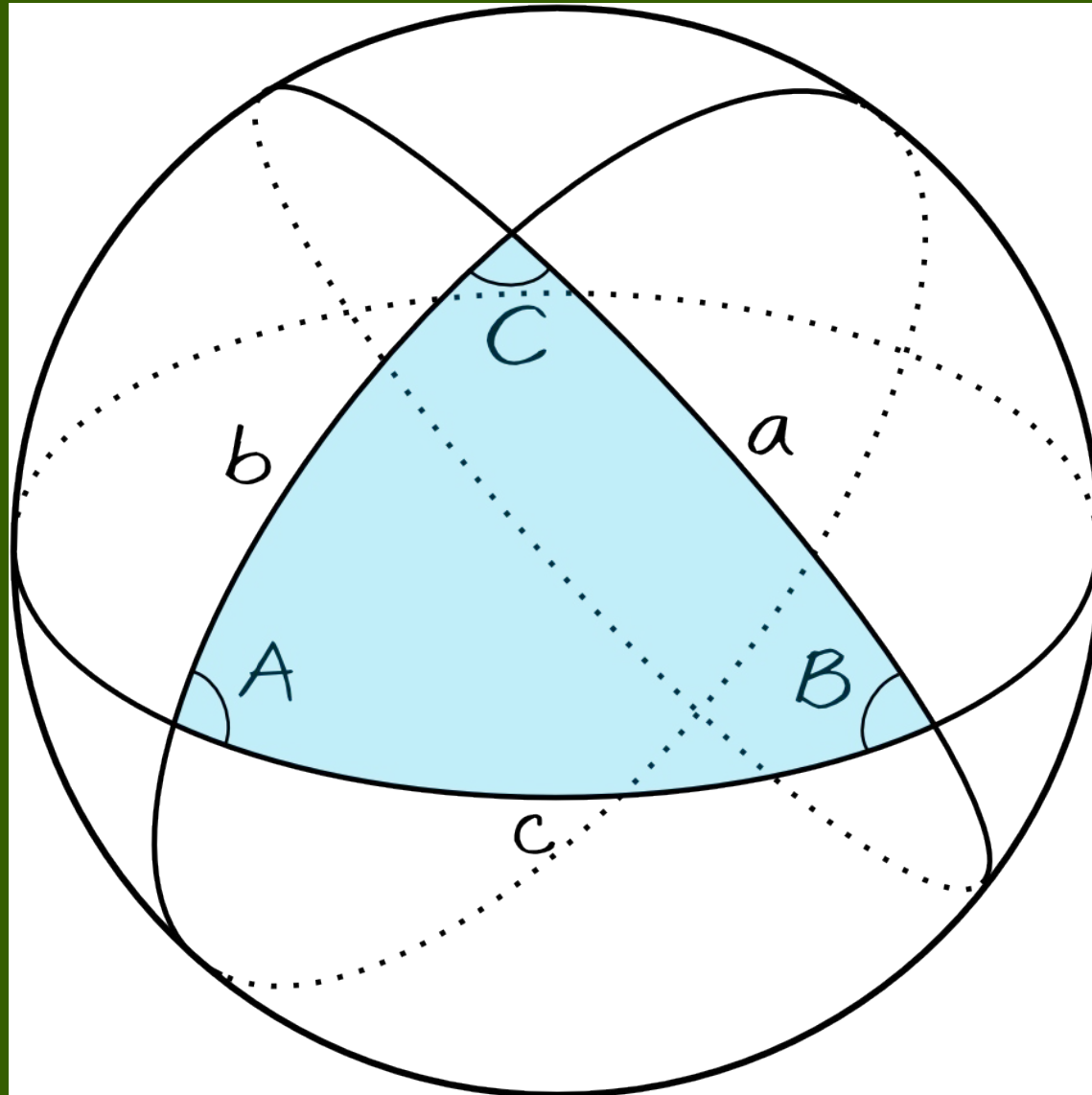
Trójkąt paralaktyczny



Trójkąt paralaktyczny

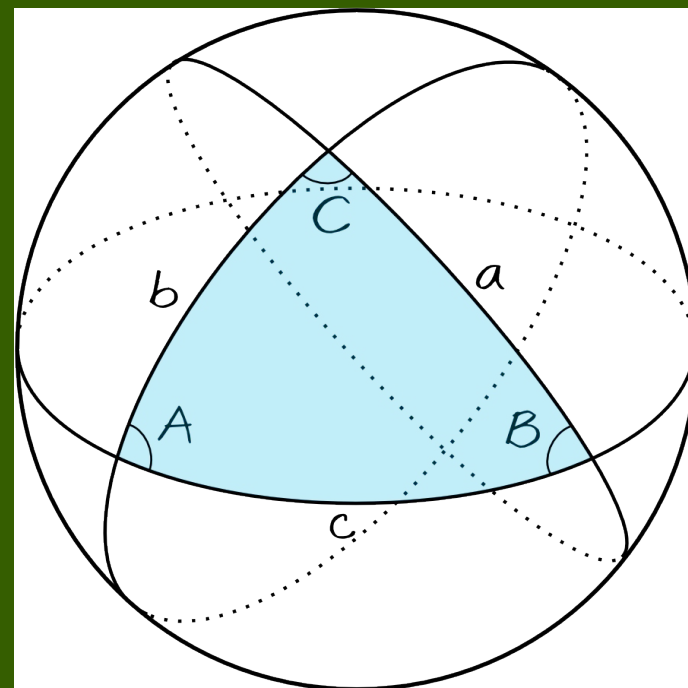


Trójkąt sferyczny



Trygonometria sferyczna

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



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

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

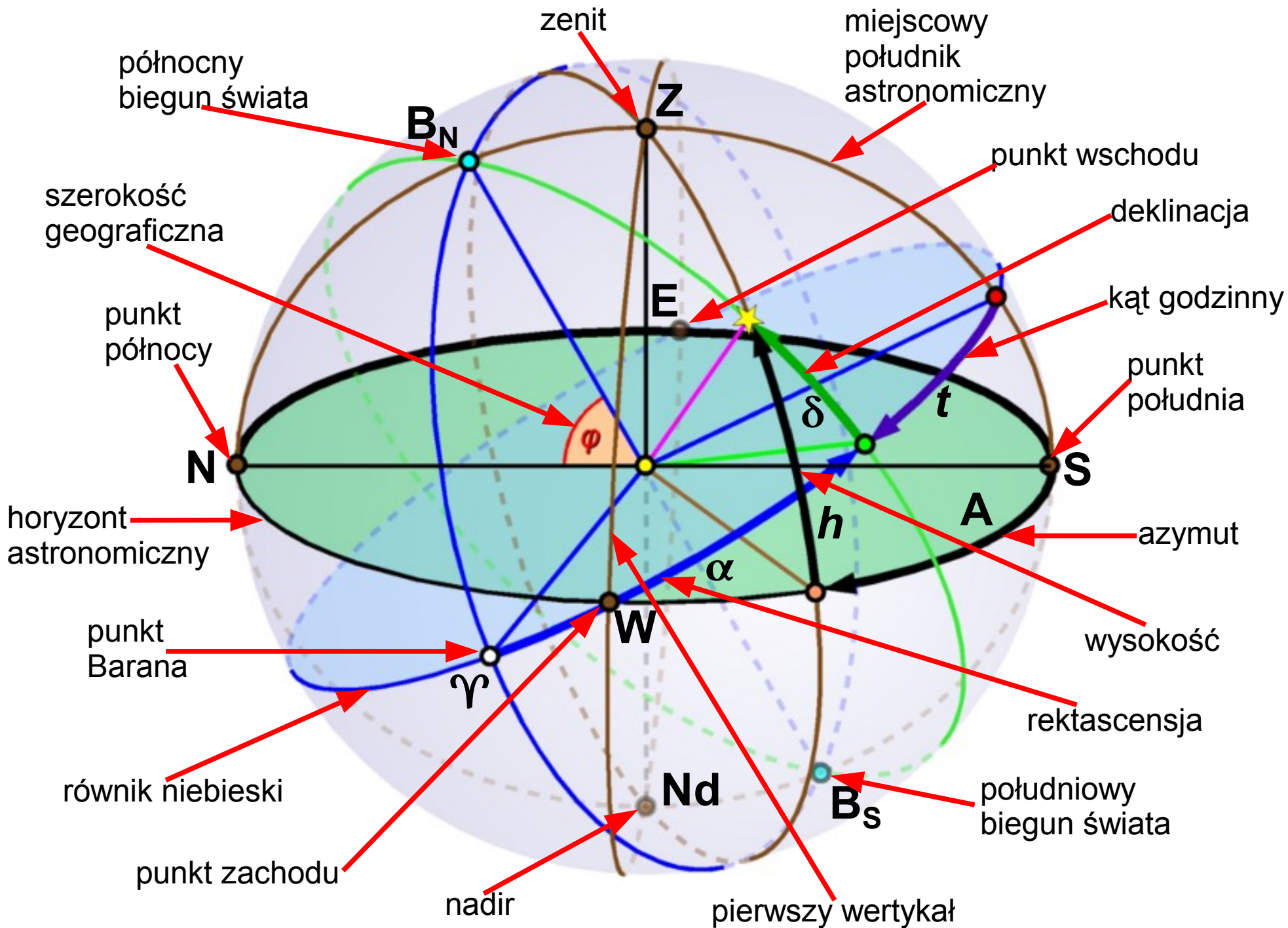
$$\cos c = \cos b \cdot \cos a + \sin b \cdot \sin a \cdot \cos C$$

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

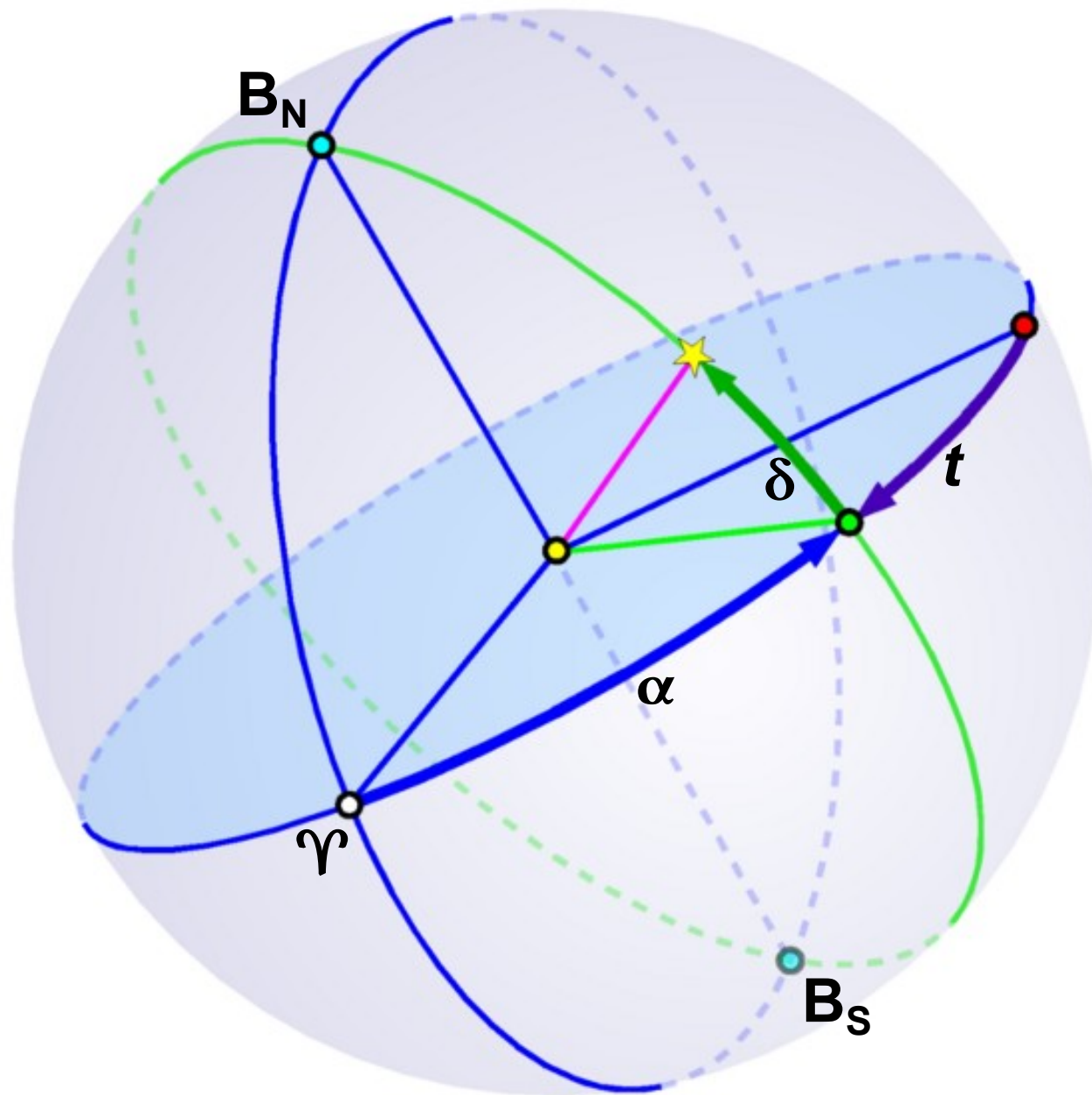
$$\cos B = -\cos A \cdot \cos C + \sin A \cdot \sin C \cdot \cos b$$

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

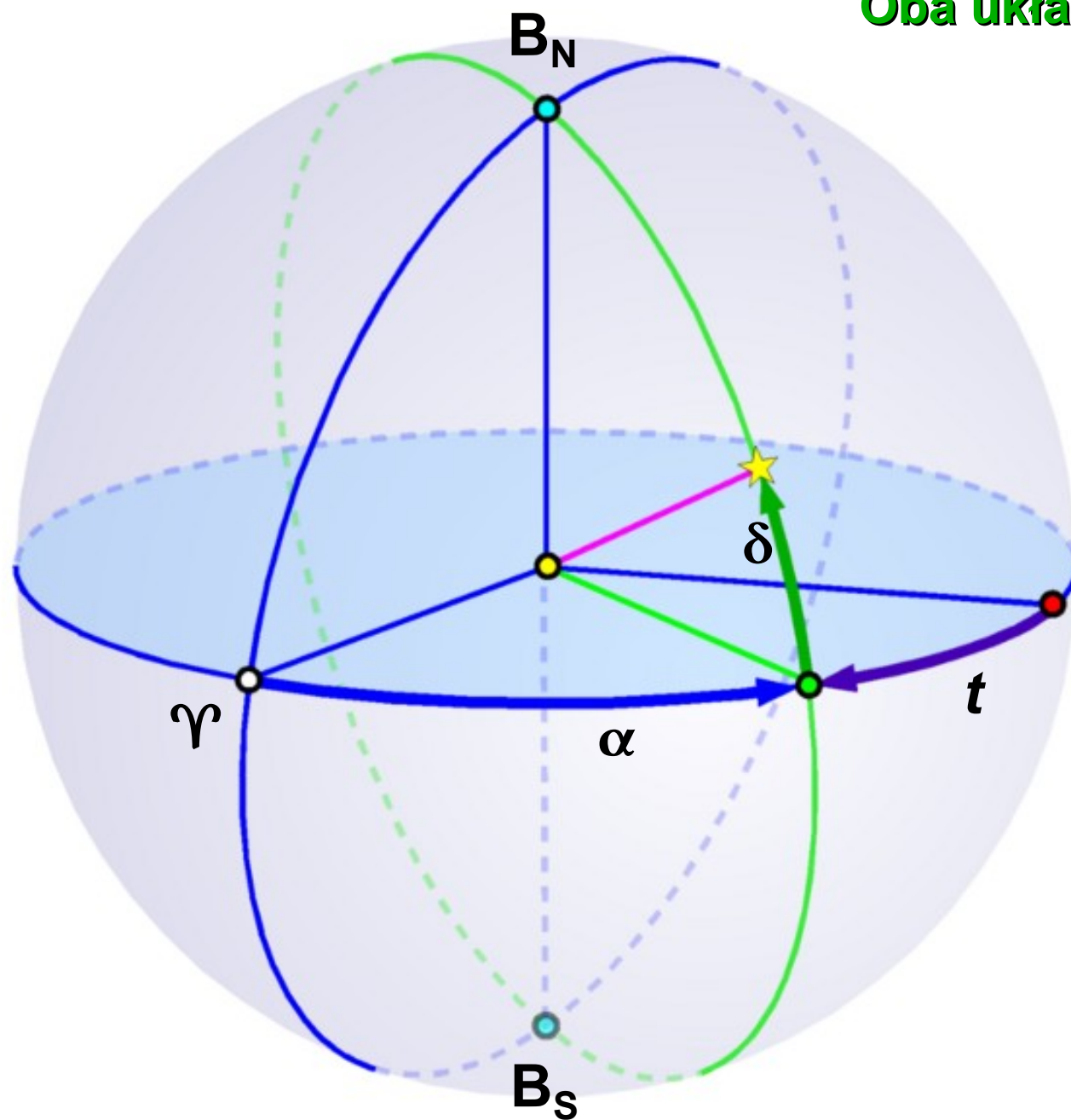
Oba układy równikowe oraz układ horyzontalny



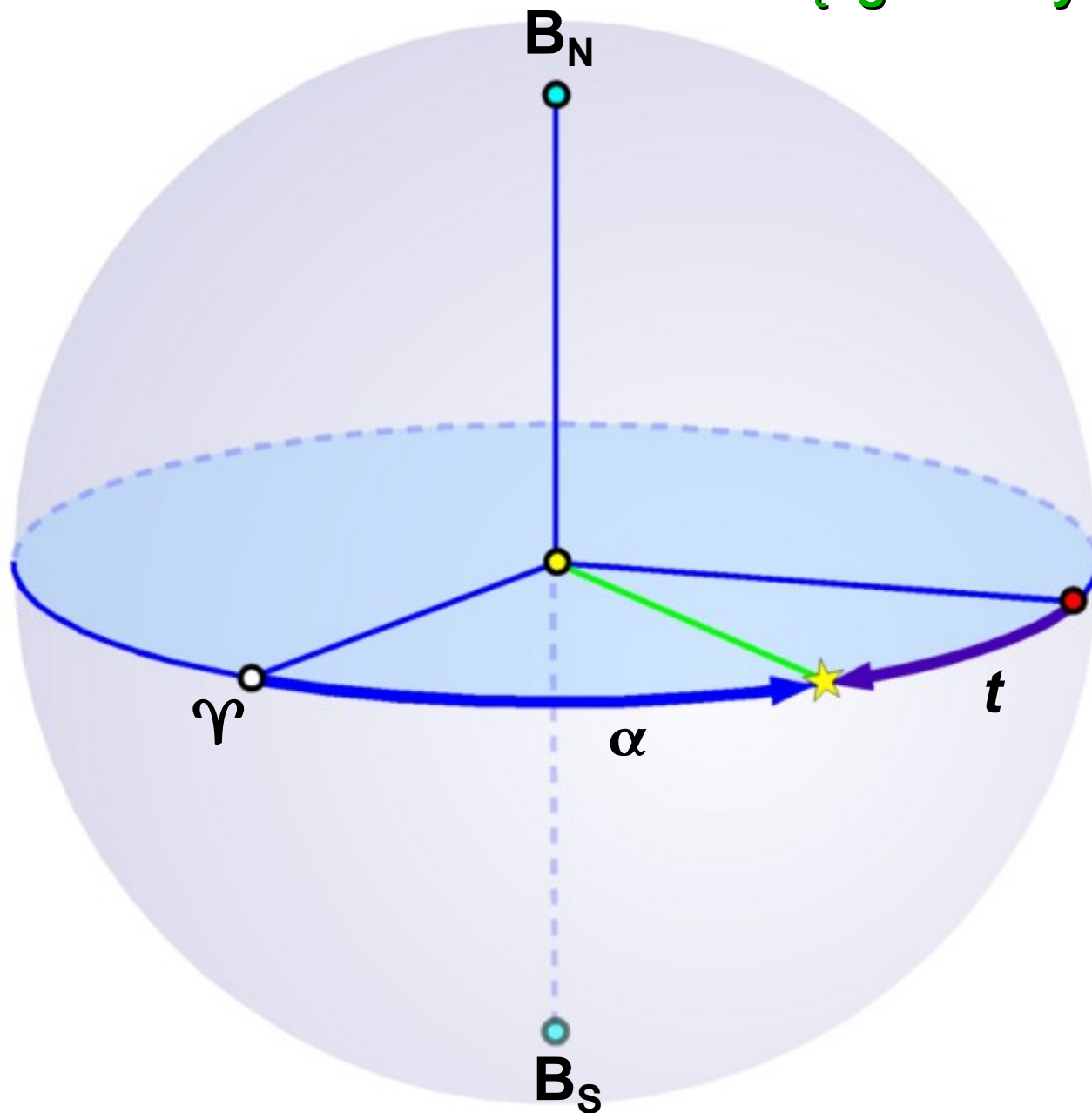
Oba układy równikowe



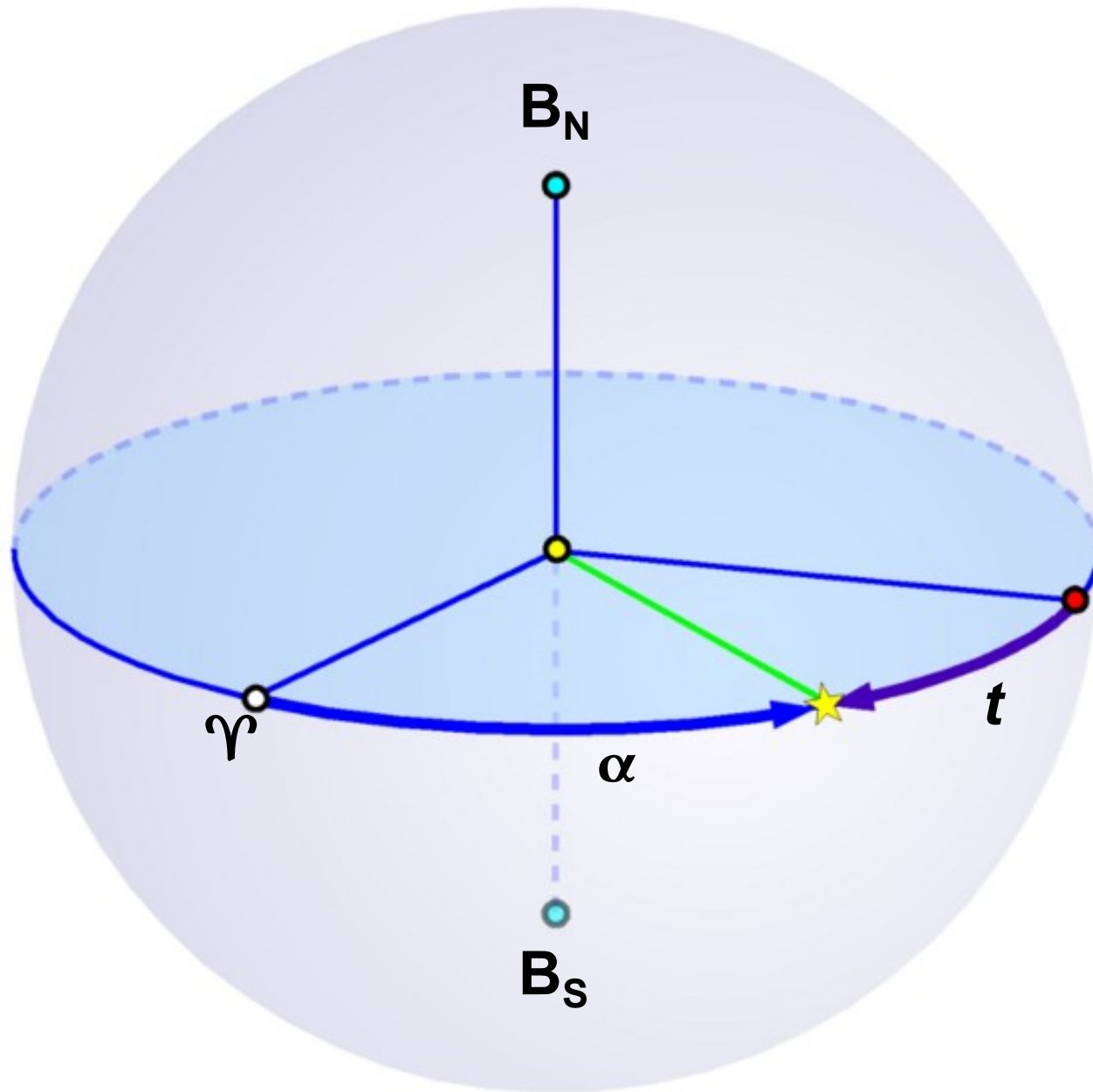
Oba układy równikowe



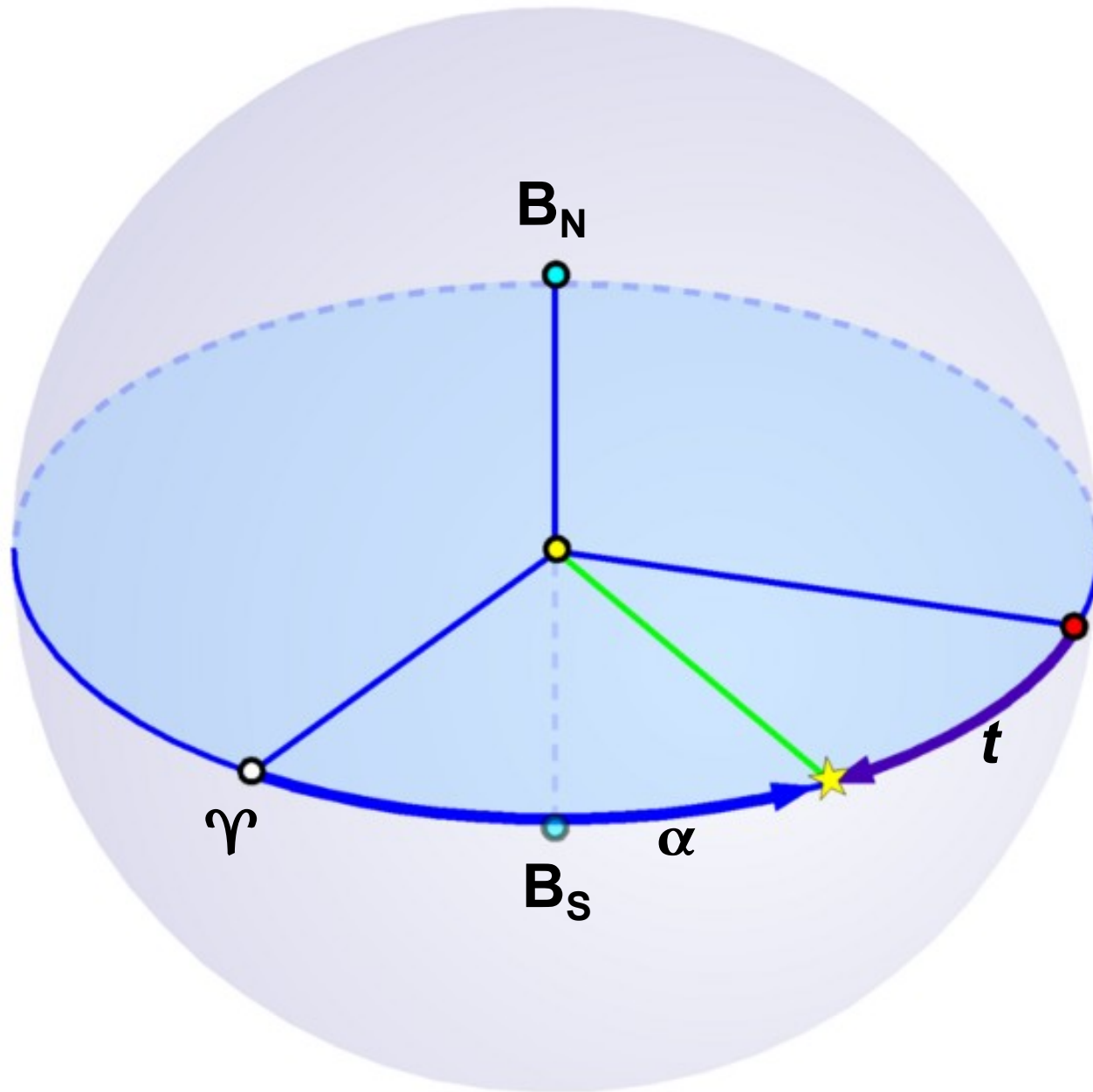
kąt godzinny i rektascensja



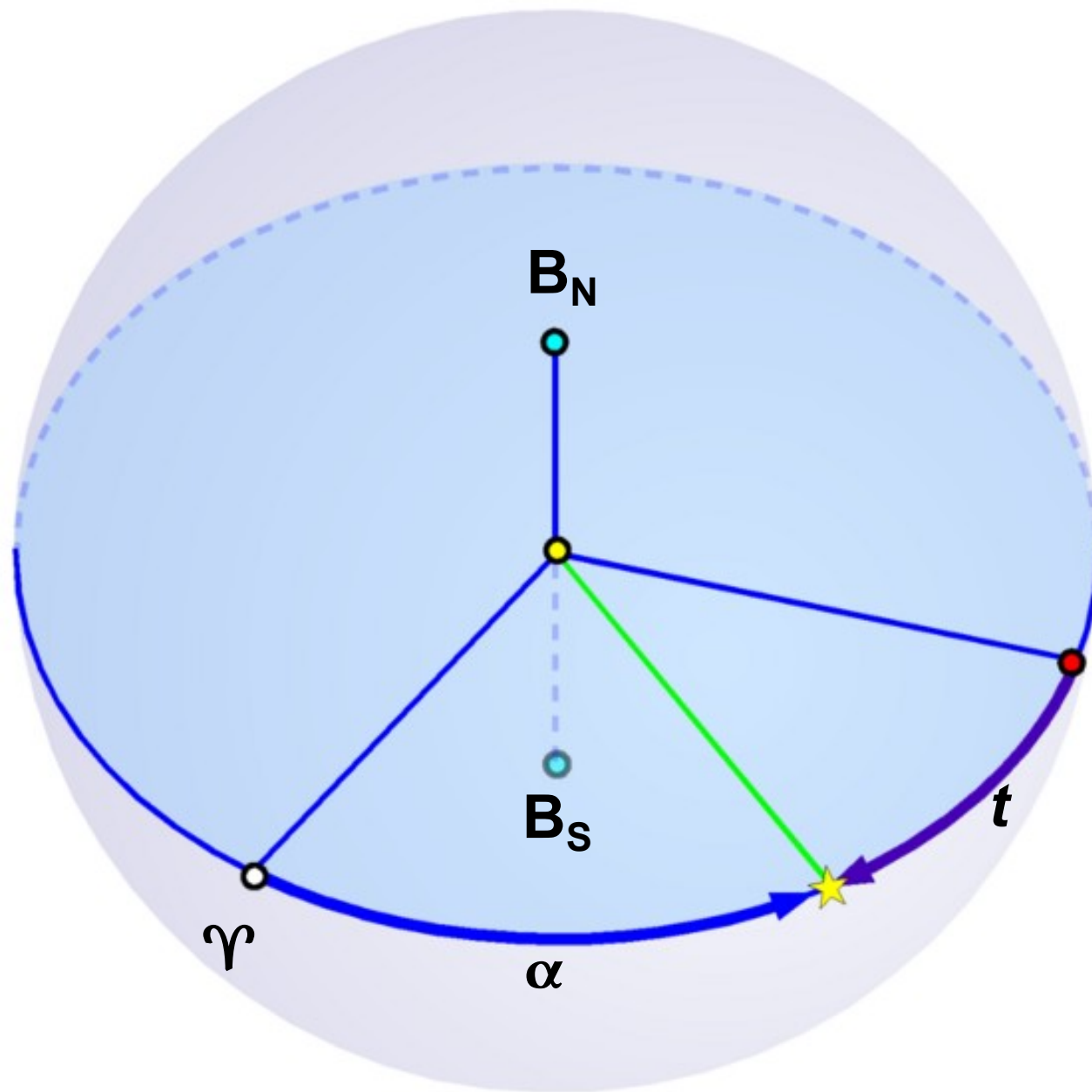
kąt godzinny i rektascensja



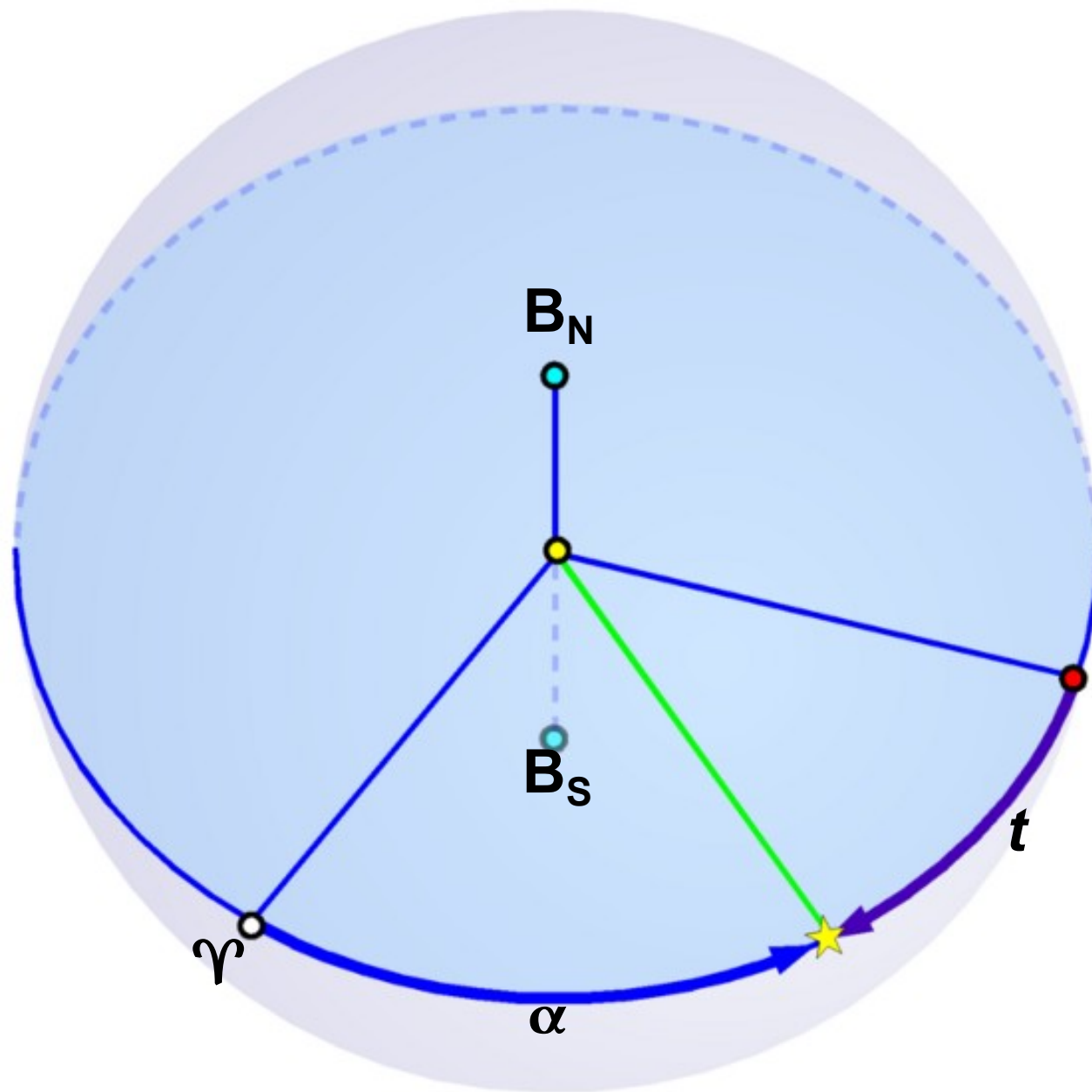
kąt godzinny i rektascensja



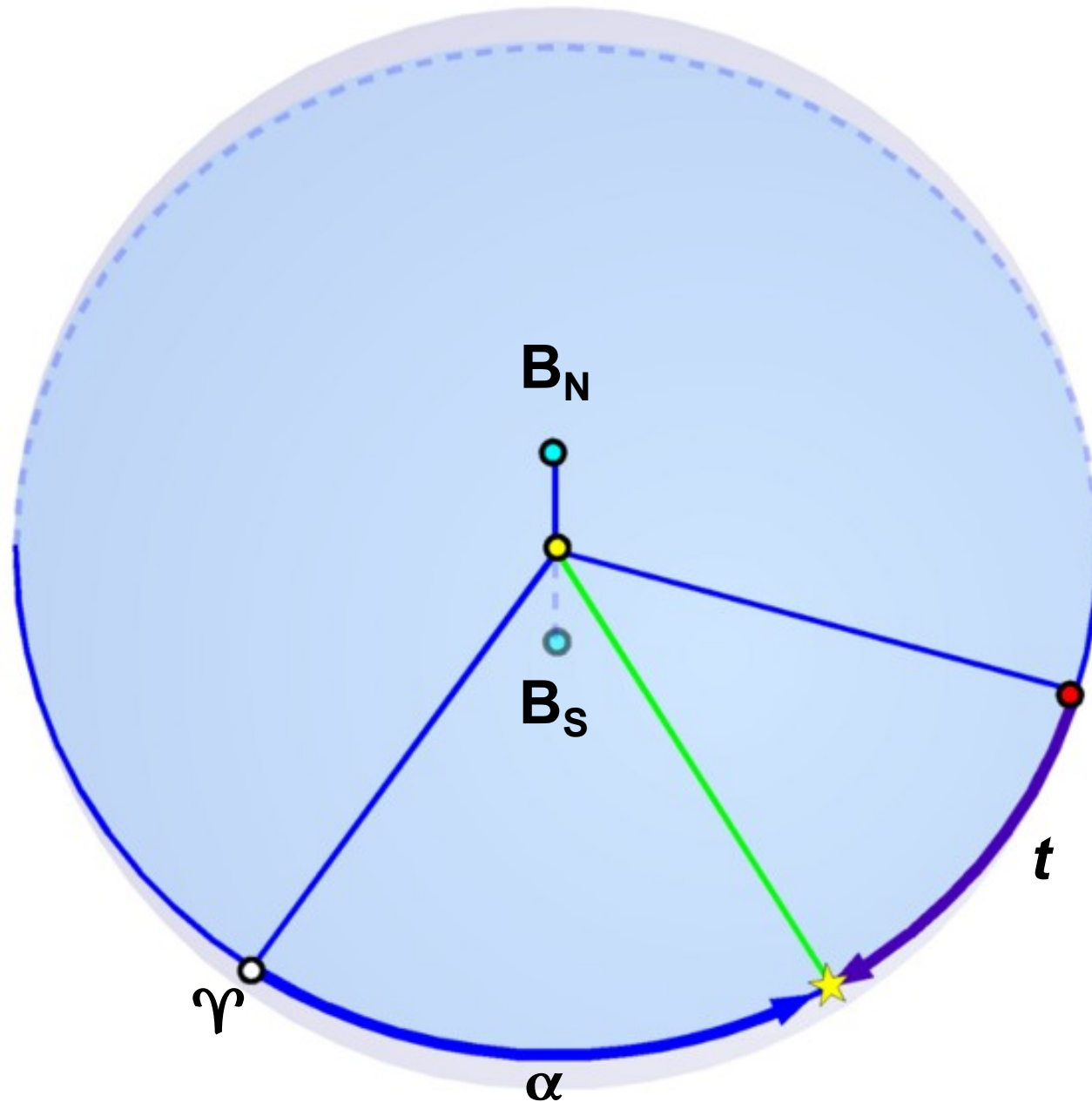
kąt godzinny i rektascensja



kąt godzinny i rektascensja

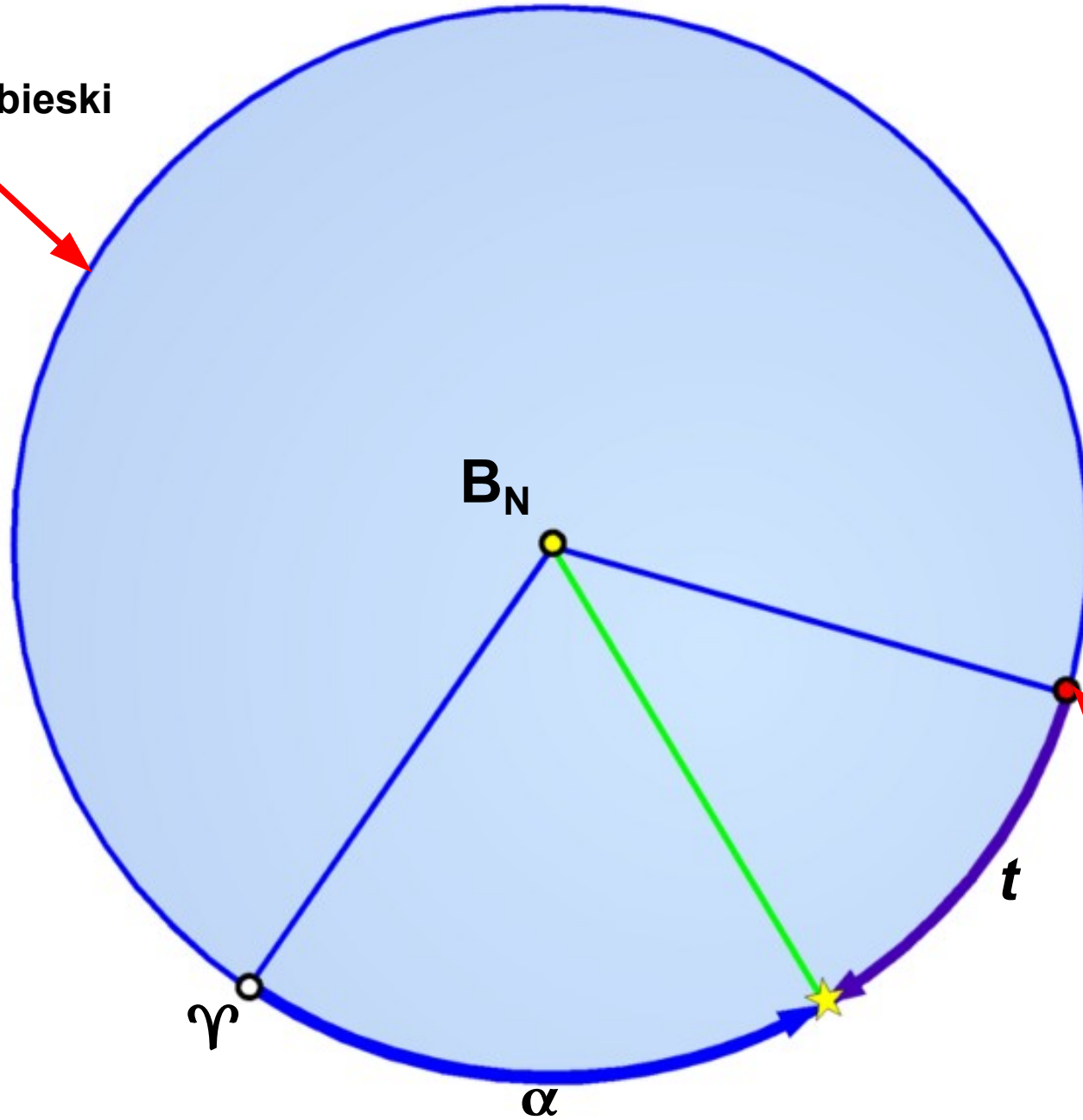
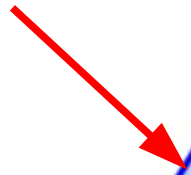


kąt godzinny i rektascensja



kąt godzinny i rektascensja

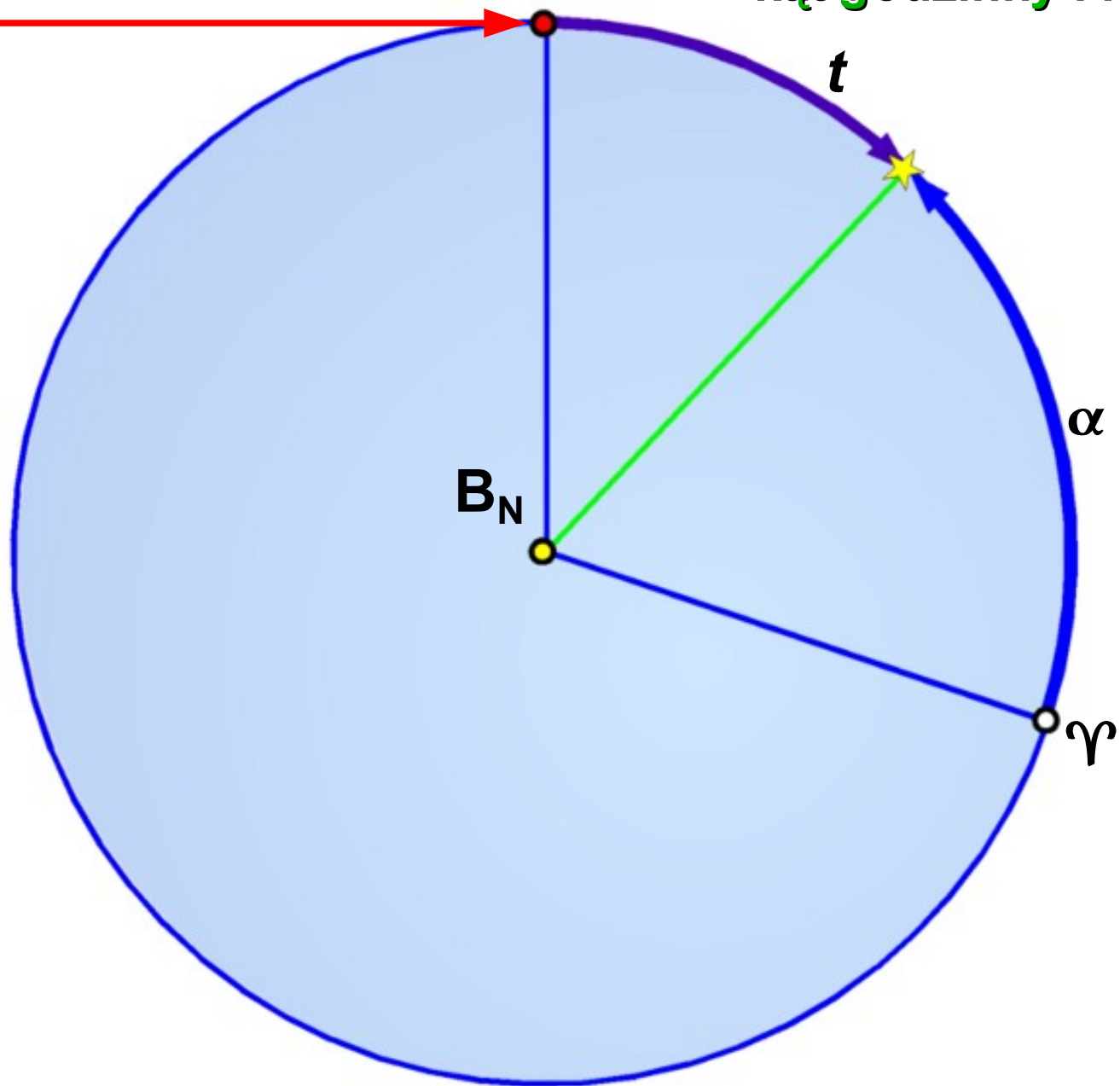
równik niebieski



punkt górowania na równiku

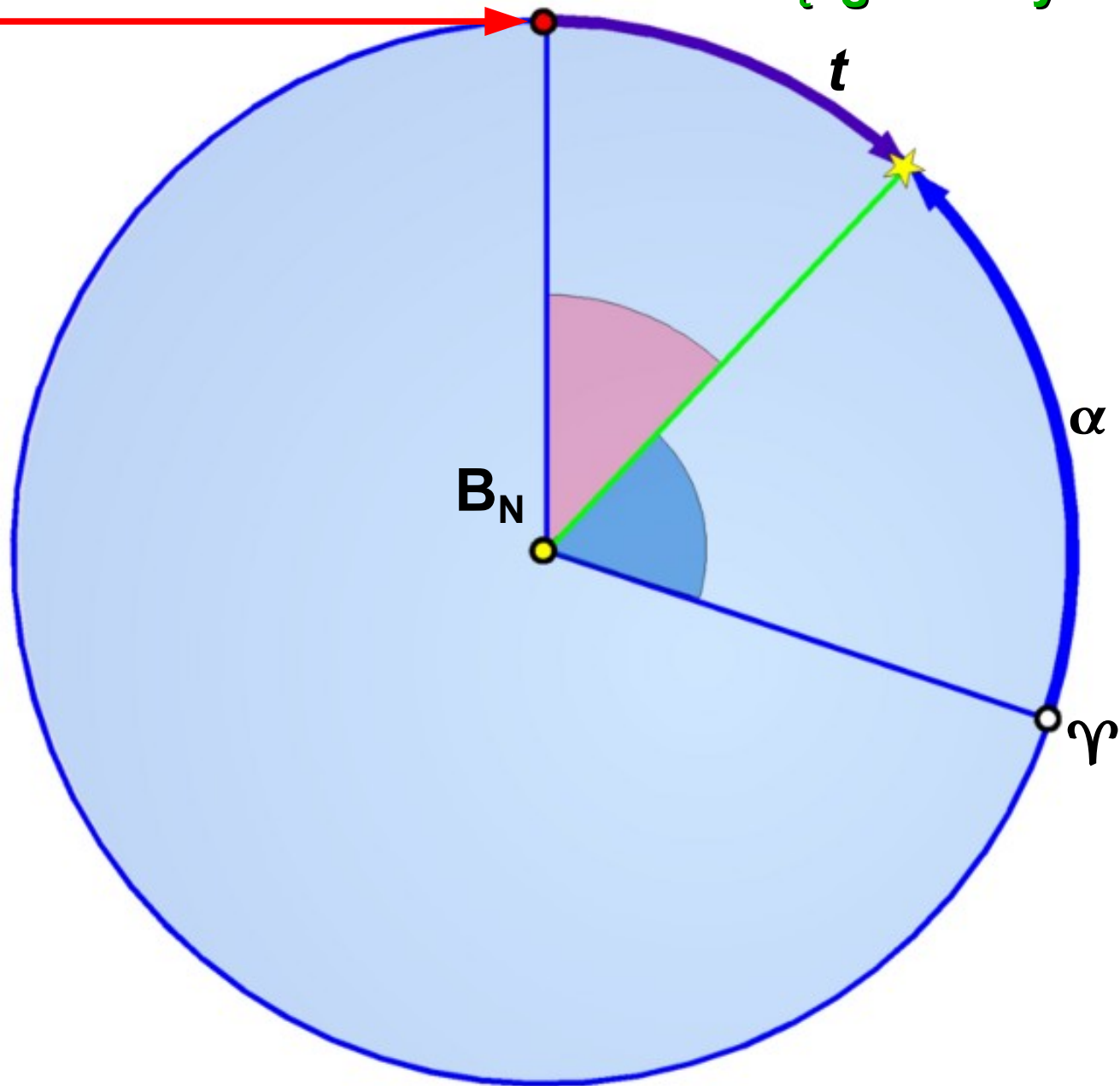
punkt
górowania
na równiku

kąt godzinny i rektascensja



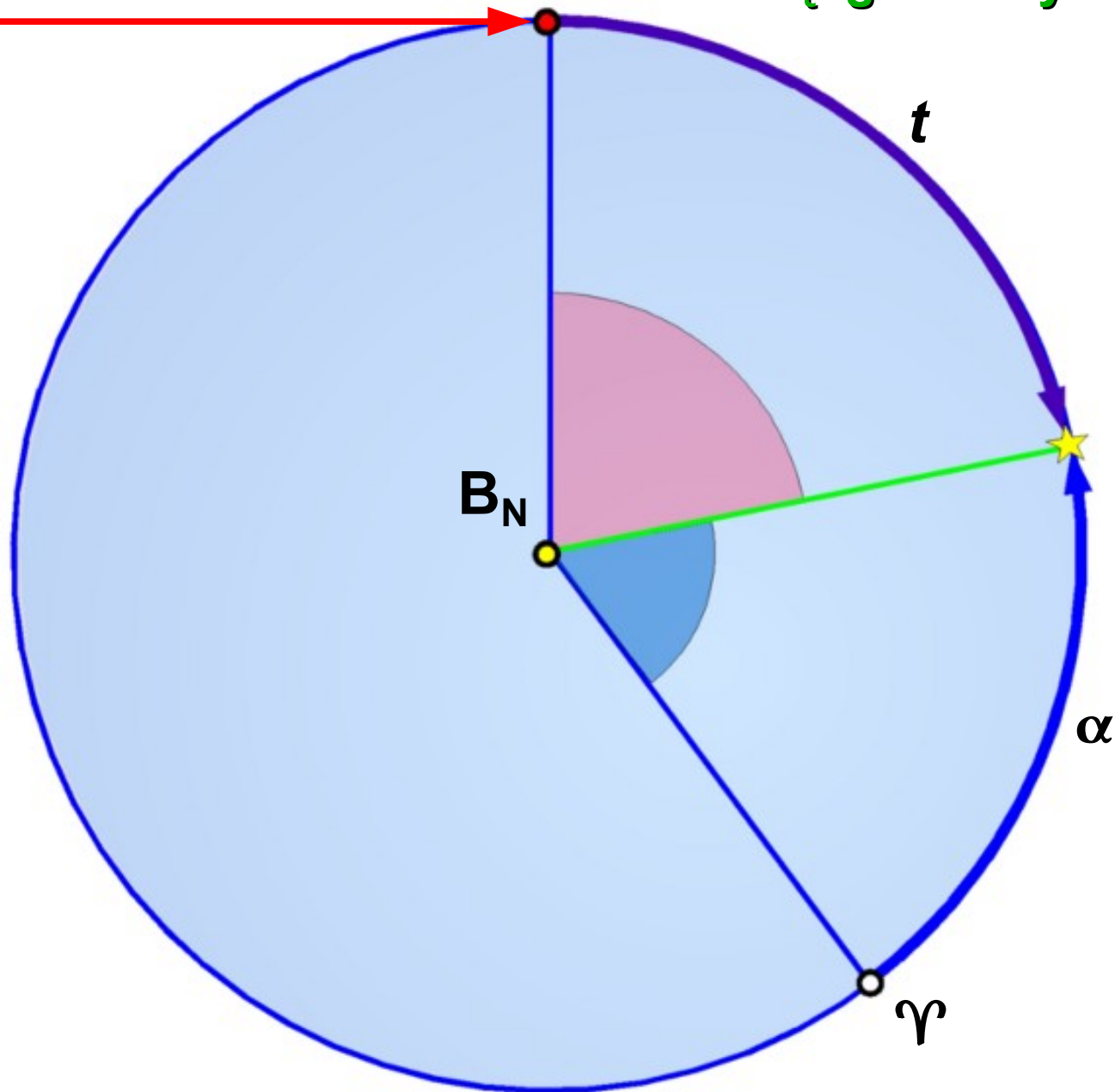
punkt
górowania
na równiku

kąt godzinny i rektascensja



punkt
górowania
na równiku

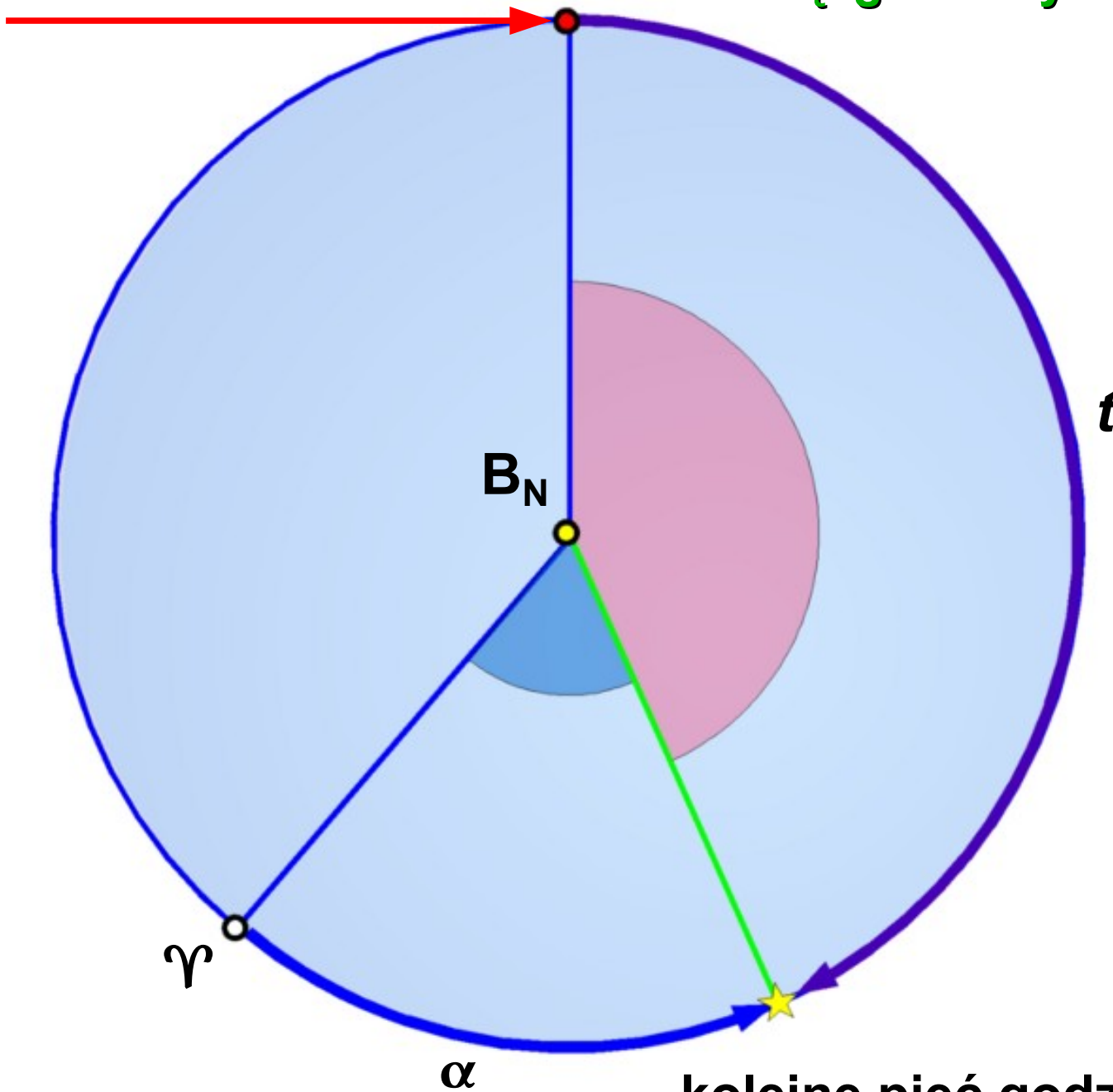
kąt godzinny i rektascensja



około dwie godziny później

punkt
górowania
na równiku

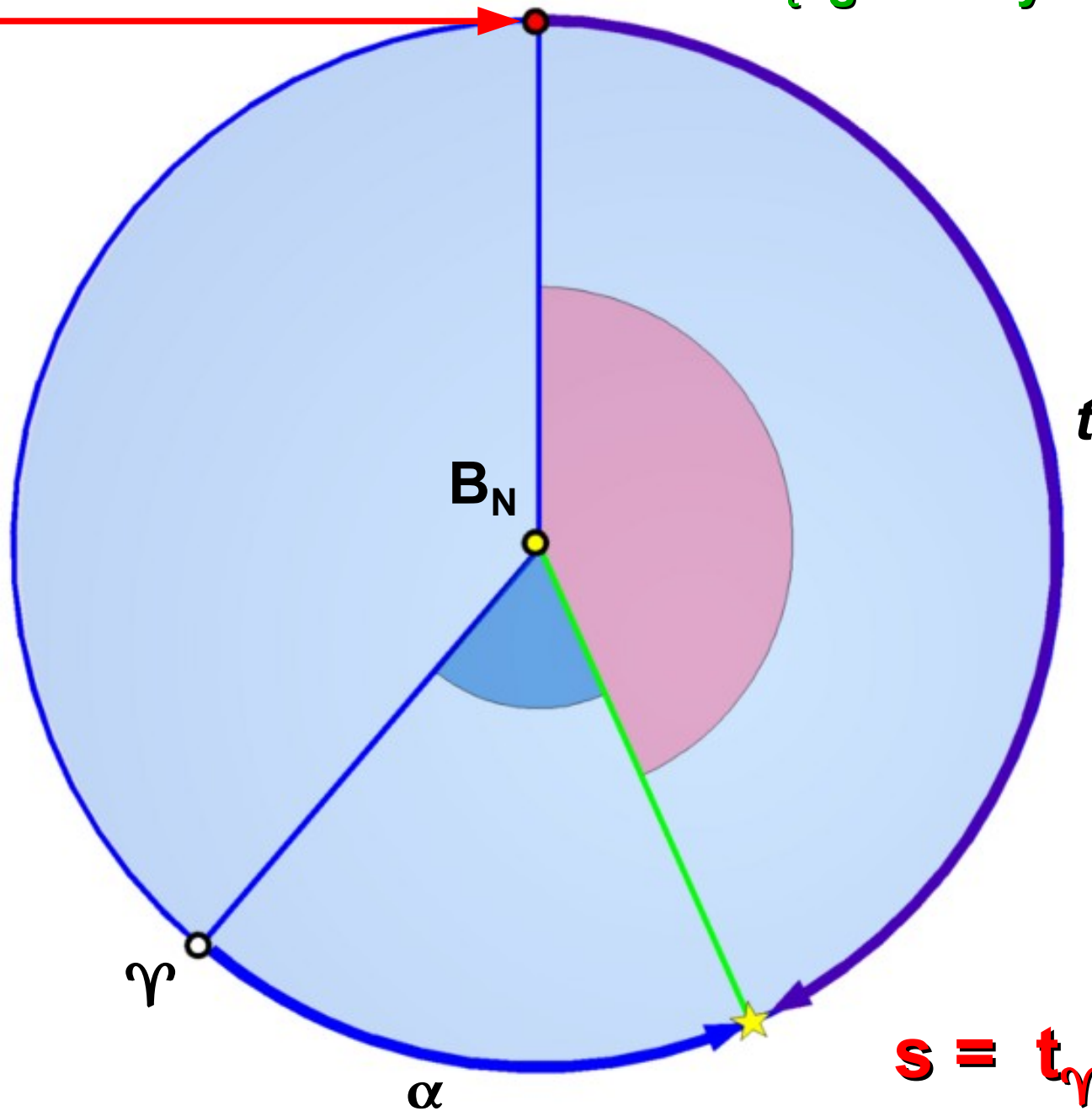
kąt godzinny i rektascensja



kolejne pięć godzin później

punkt
górowania
na równiku

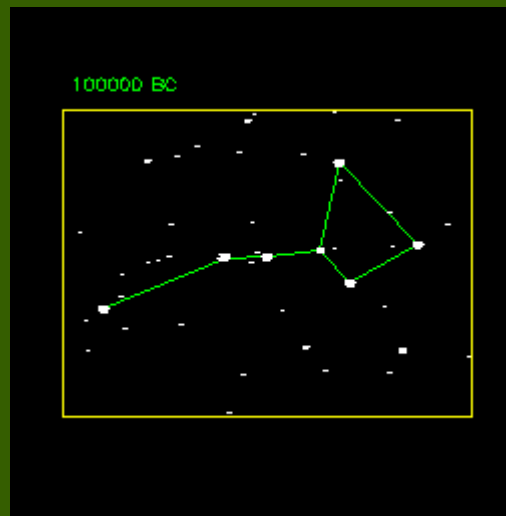
kąt godzinny i rektascensja



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

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

Ruch własny gwiazd

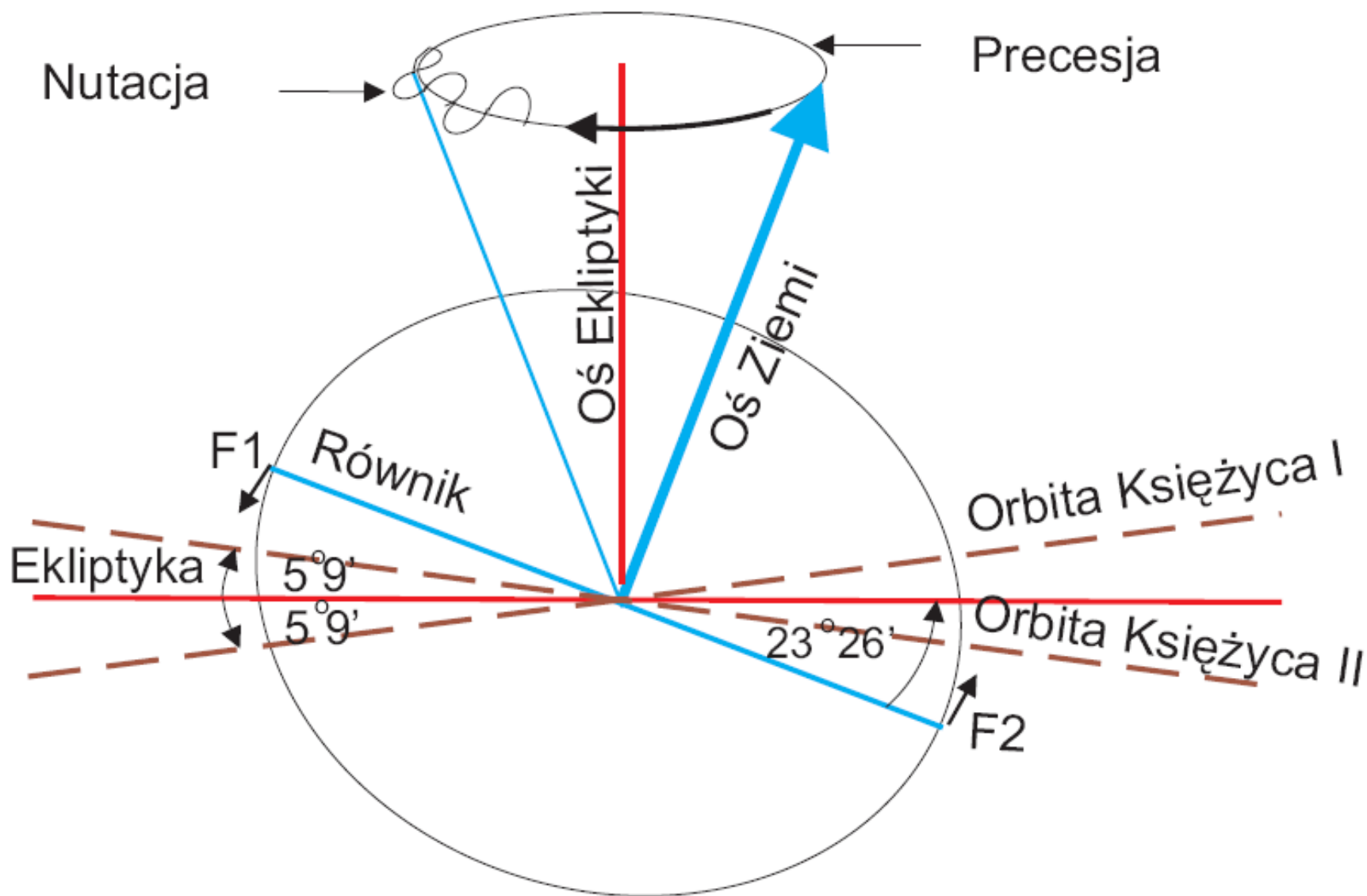


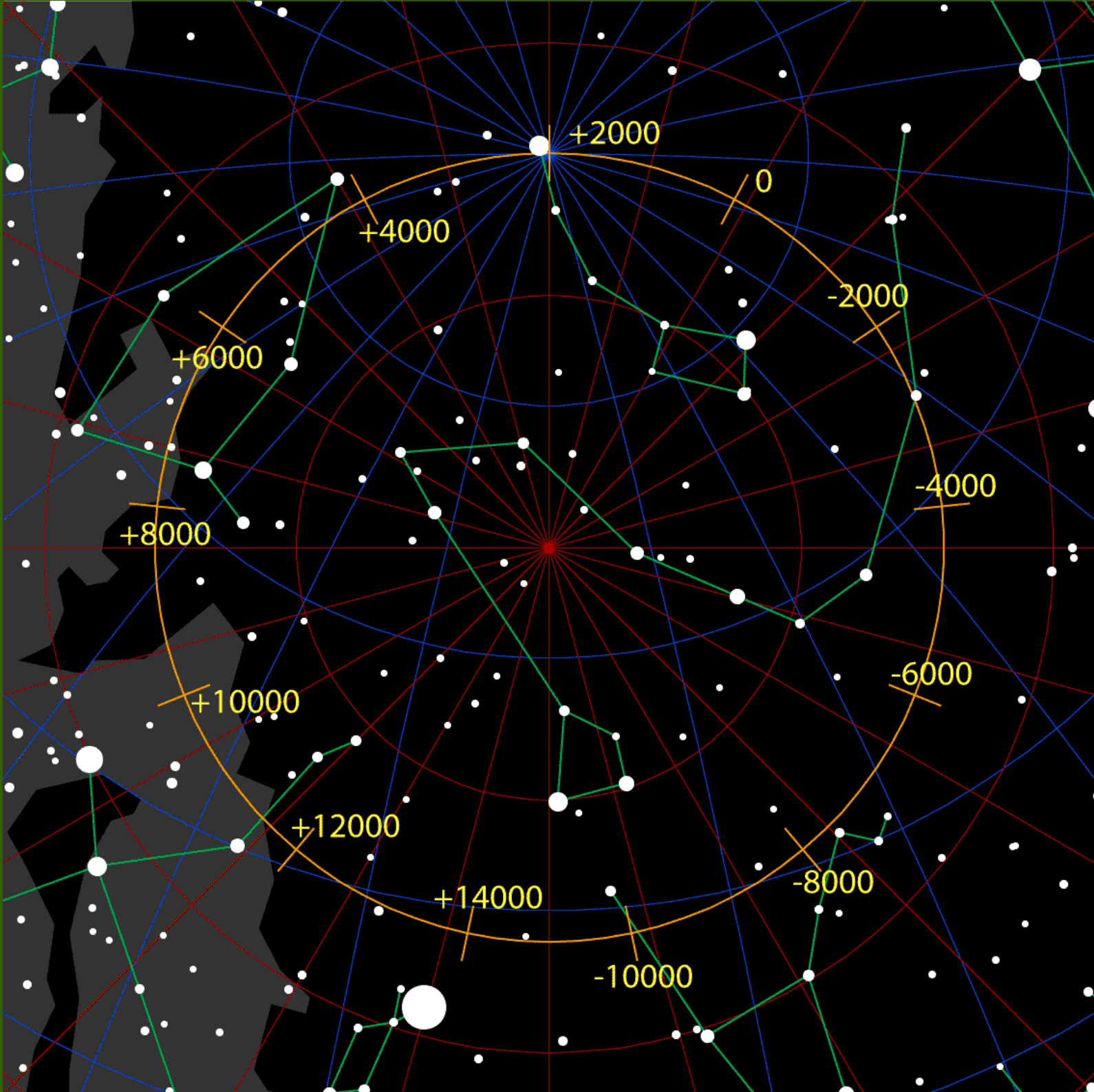
Źródło: <http://www.astronomy.ohio-state.edu/~pogge/Ast162/Movies/proper.html>



**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.

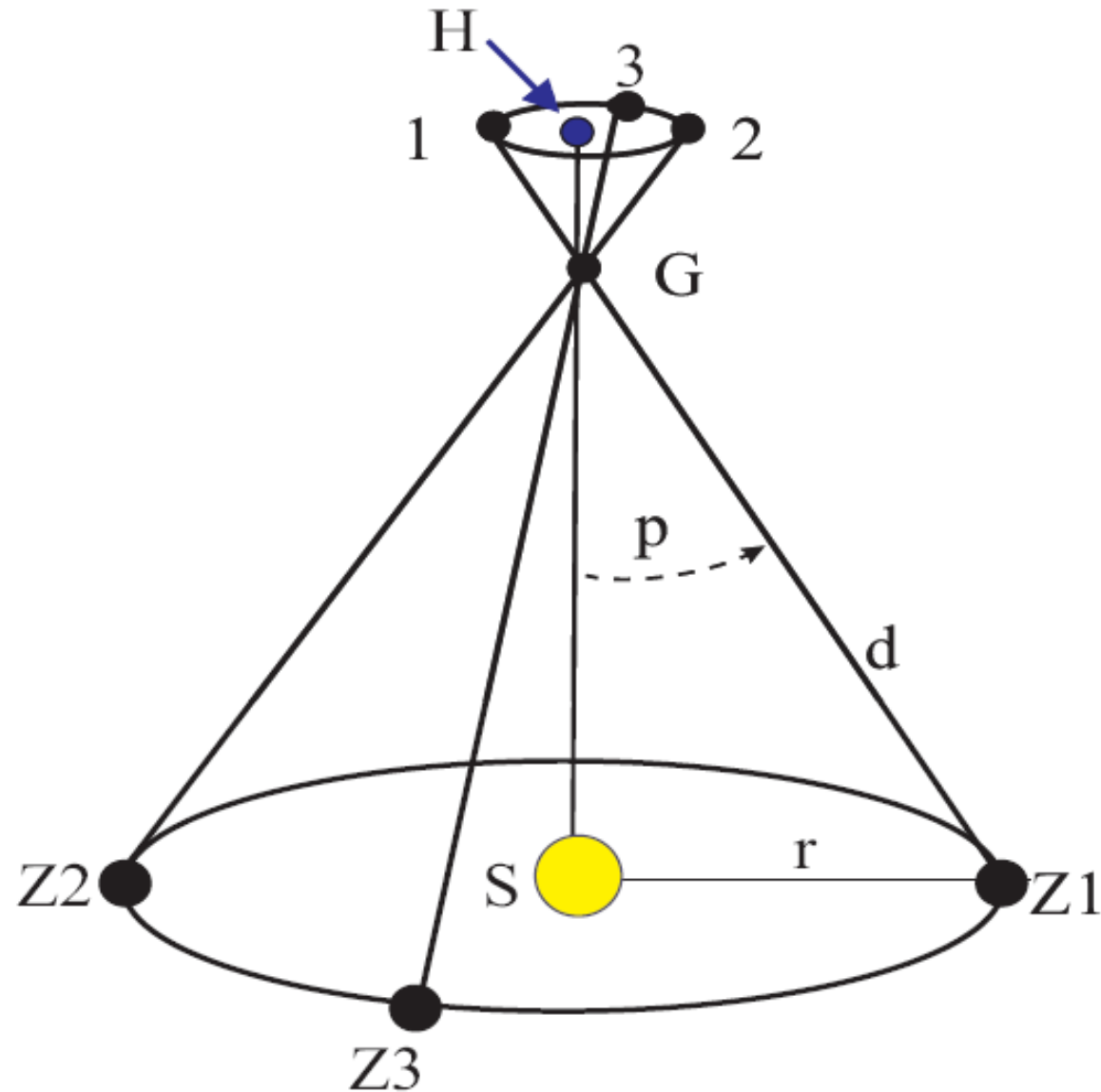
W swoich skrajnych położeniach orbita Księżyca nachylona jest raz pod kątem $+5.9^\circ$, a po 9.3 latach, pod kątem -5.9° do ekliptyki.

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)

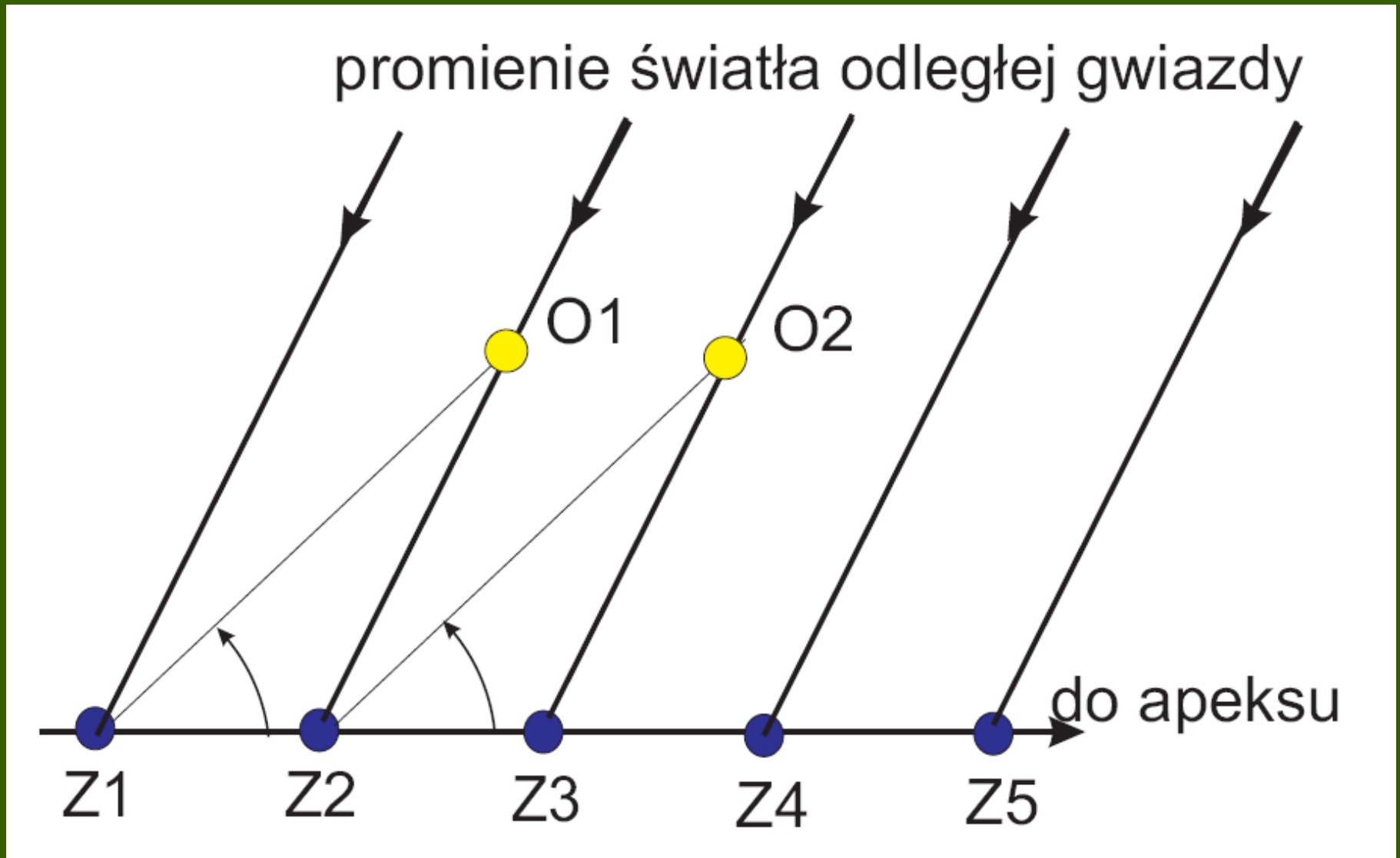
ESO PR Photo 28e/04 (29 September 2004)

© European Southern Observatory

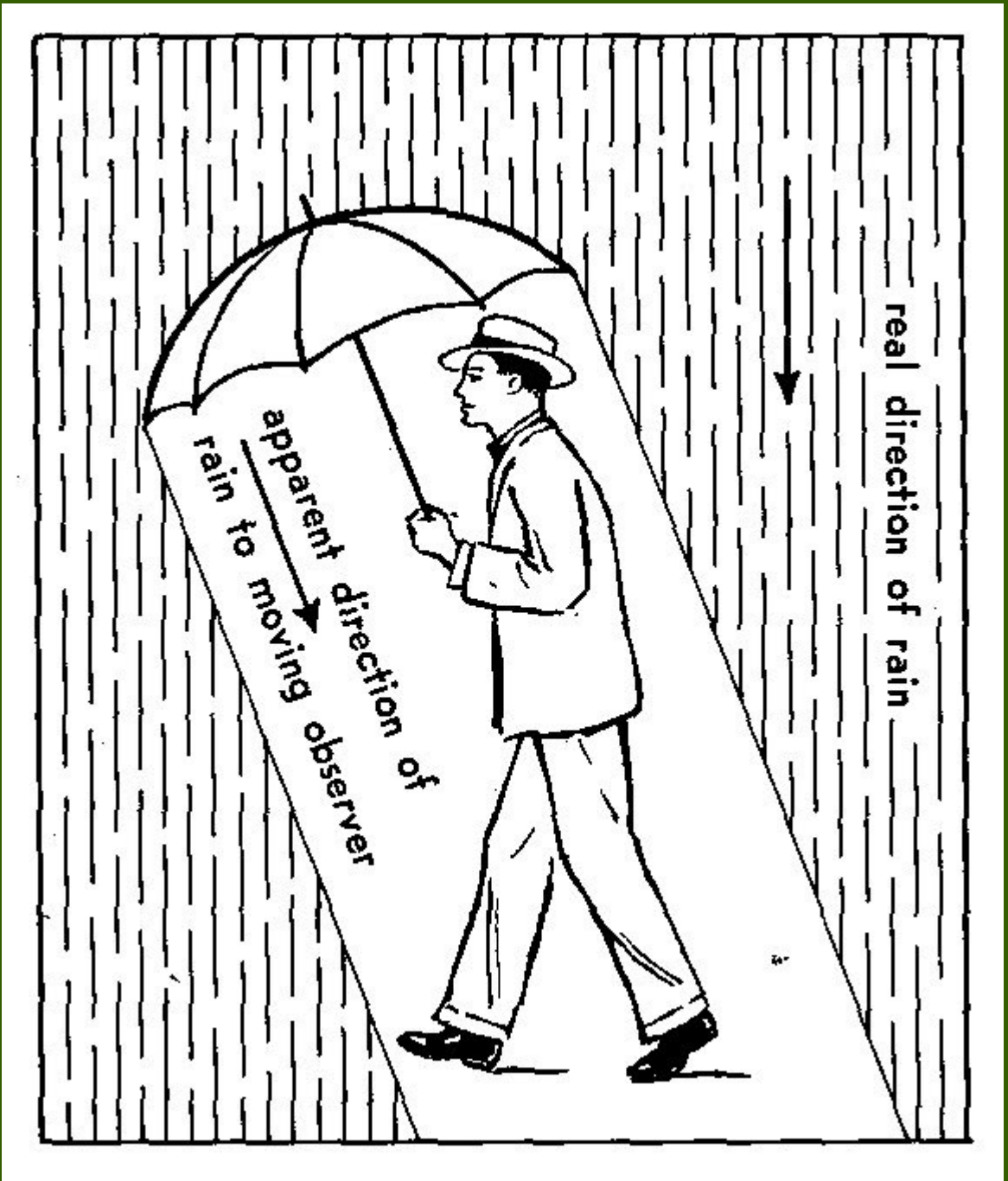


Paralaksa dobowa: jednocminutowy ruch planetoidy Toutatis sfotografowany w dwóch różnych obserwatoriach odległych zaledwie o 513 km. Odległość do planetoidy w tym momencie wynosiła 1 607 900 km a separacja śladów na niebie około 40 sekund kątowych.

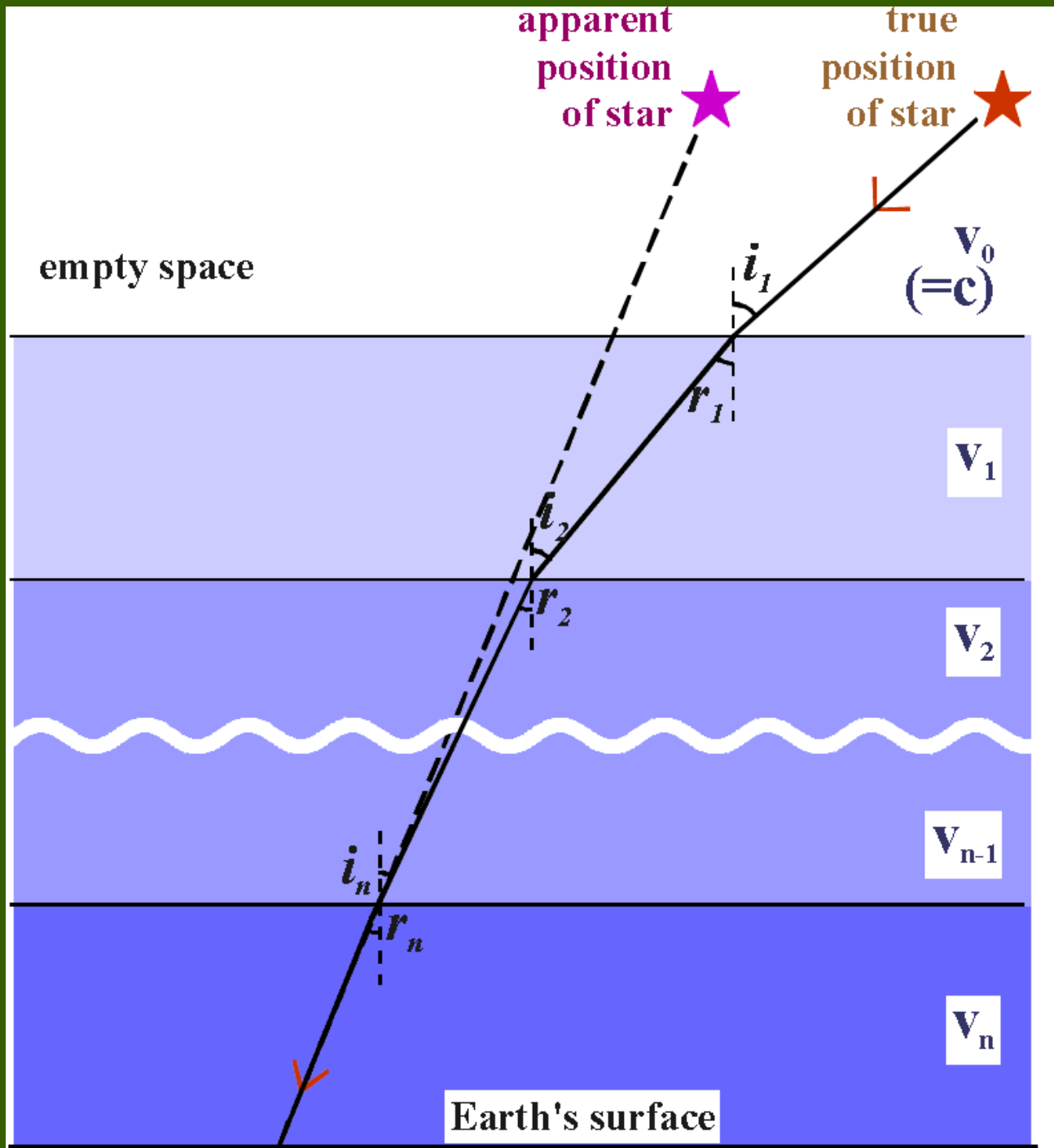
Aberracja światła



- **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 $z = 90^\circ - h$

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

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

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

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

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

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



Data i godzina ✕

▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
2012	/	11	/	13	7	: 10 : 43
▼		▼		▼	▼	▼

+119°

+120°

+121°

+0°



Słońce

-1°

Data i godzina ✕

2012	/	11	/	13	:	7	:	10	:	43
------	---	----	---	----	---	---	---	----	---	----

