

Astronomia sferyczna

z elementami astronomii
praktycznej i astrometrii



Wykład dla I roku astronomii
semestr letni 2024/25

Piotr A. Dybczyński



Cel tych zajęć:

**poznać
i zrozumieć (!!)**

**pojęcia i narzędzia
astronomii
sferycznej**



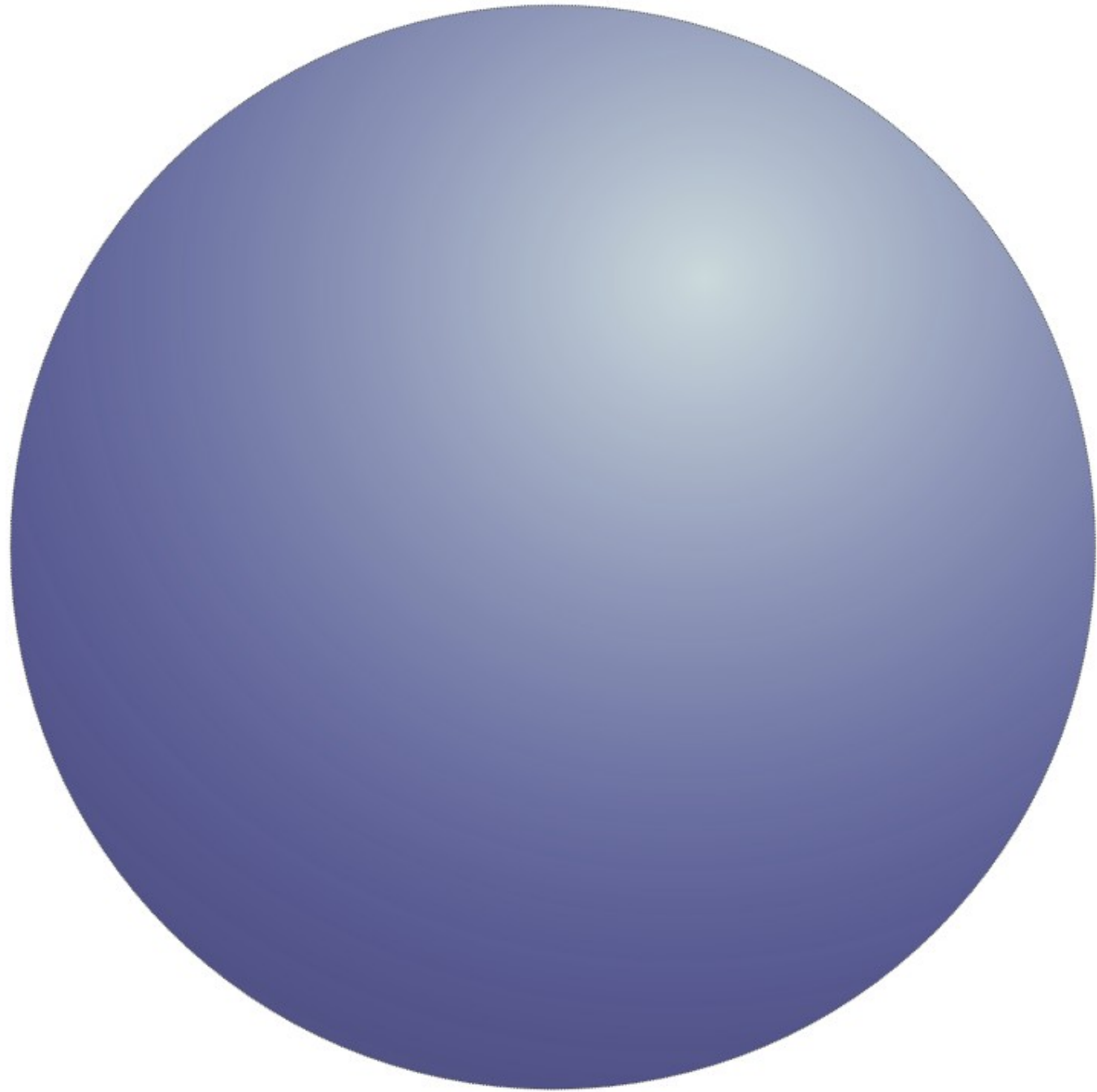
Wykład 1

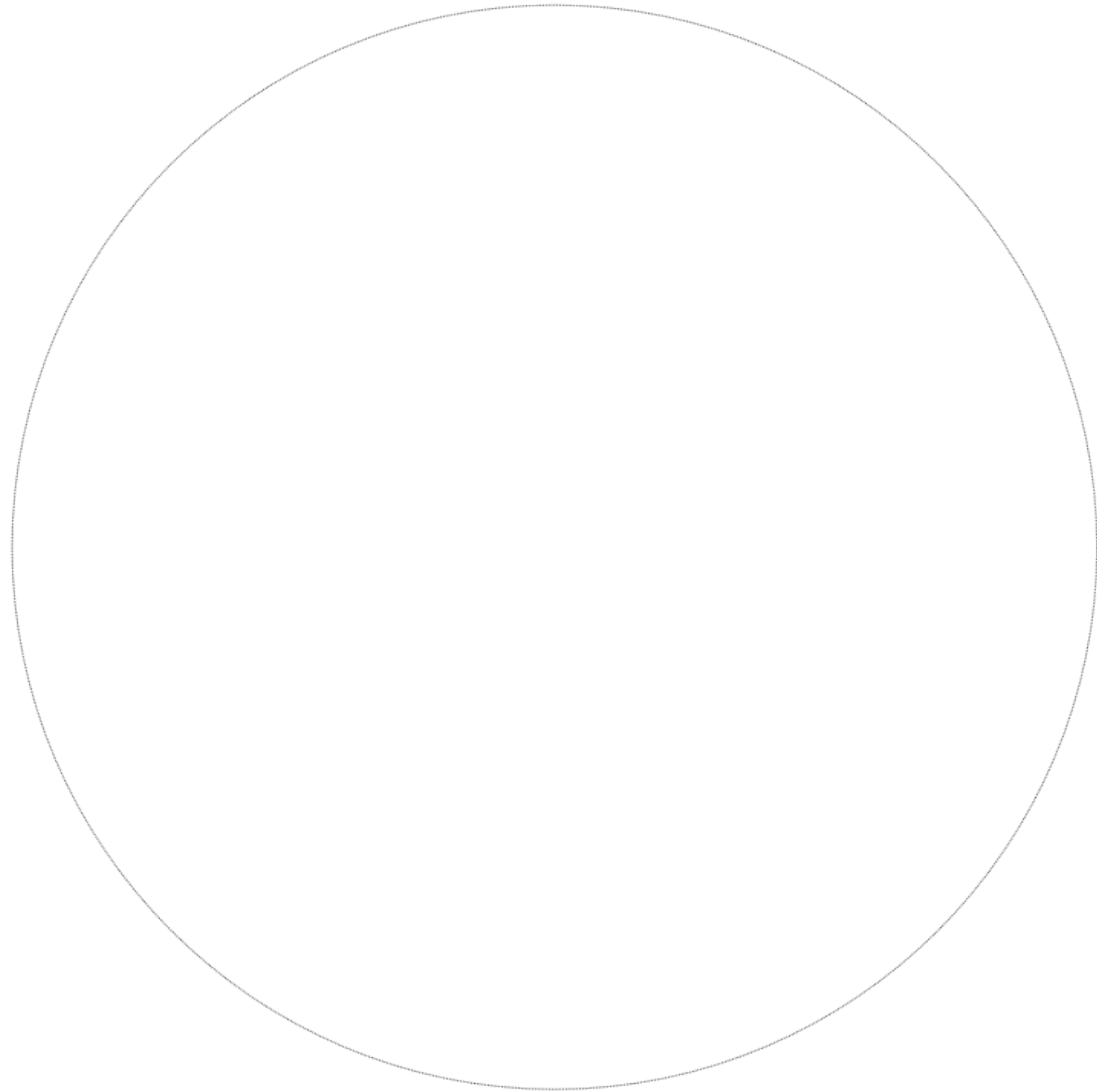
Sfera niebieska, ruch dobowy.

Piotr A. Dybczyński

Ilustracje zawarte w tym wykładzie są w większości mojego autorstwa, w pozostałych przypadkach podane jest źródło. Przy tworzeniu niektórych obrazków wykorzystałem elementy następujących grafik:

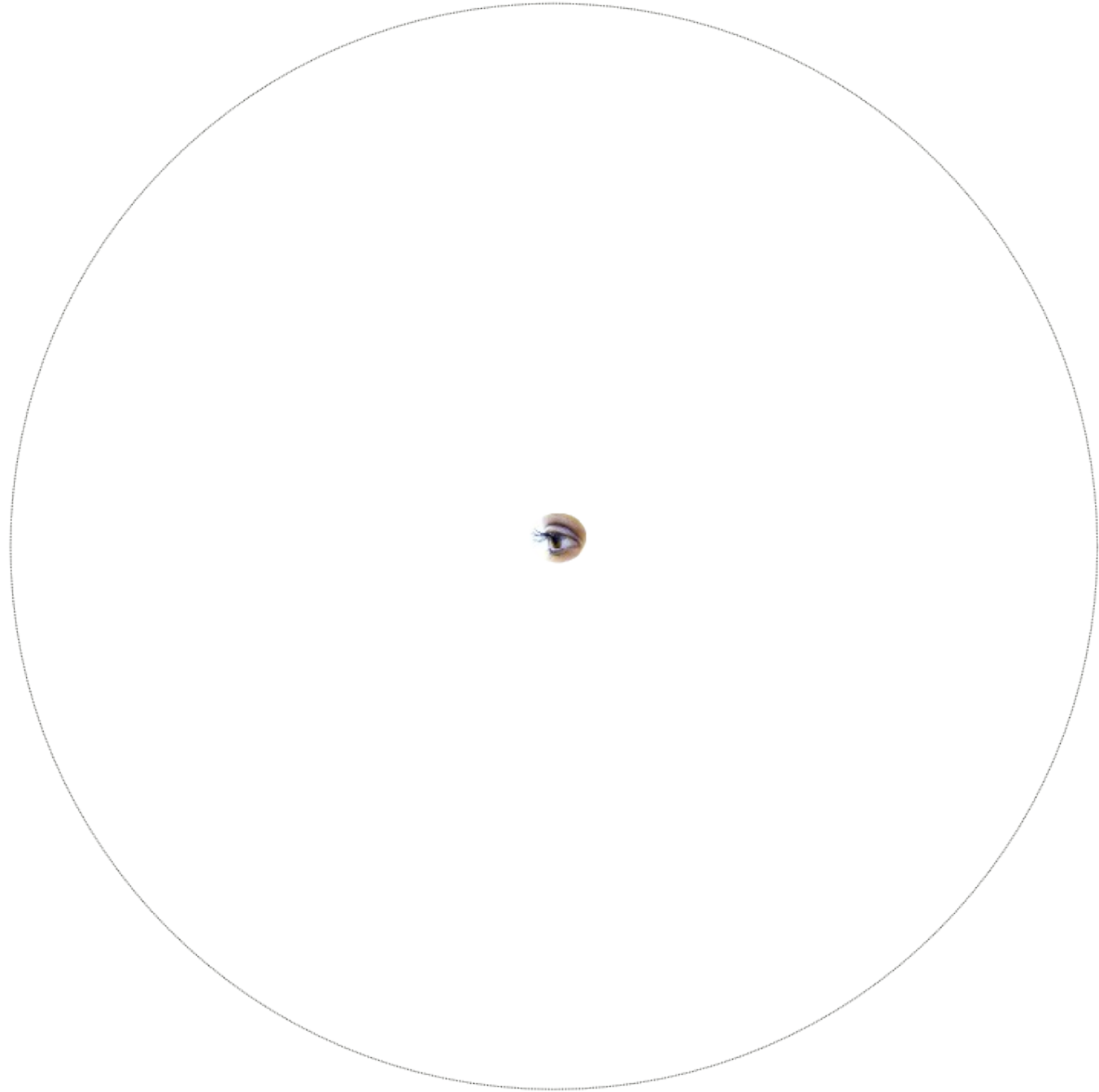
- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eye_lashes_with_makeup.jpg
- http://en.wikibooks.org/wiki/File:Polaris_Altitude.svg
- http://en.wikibooks.org/wiki/File:Celestial_Sphere.bjb.svg

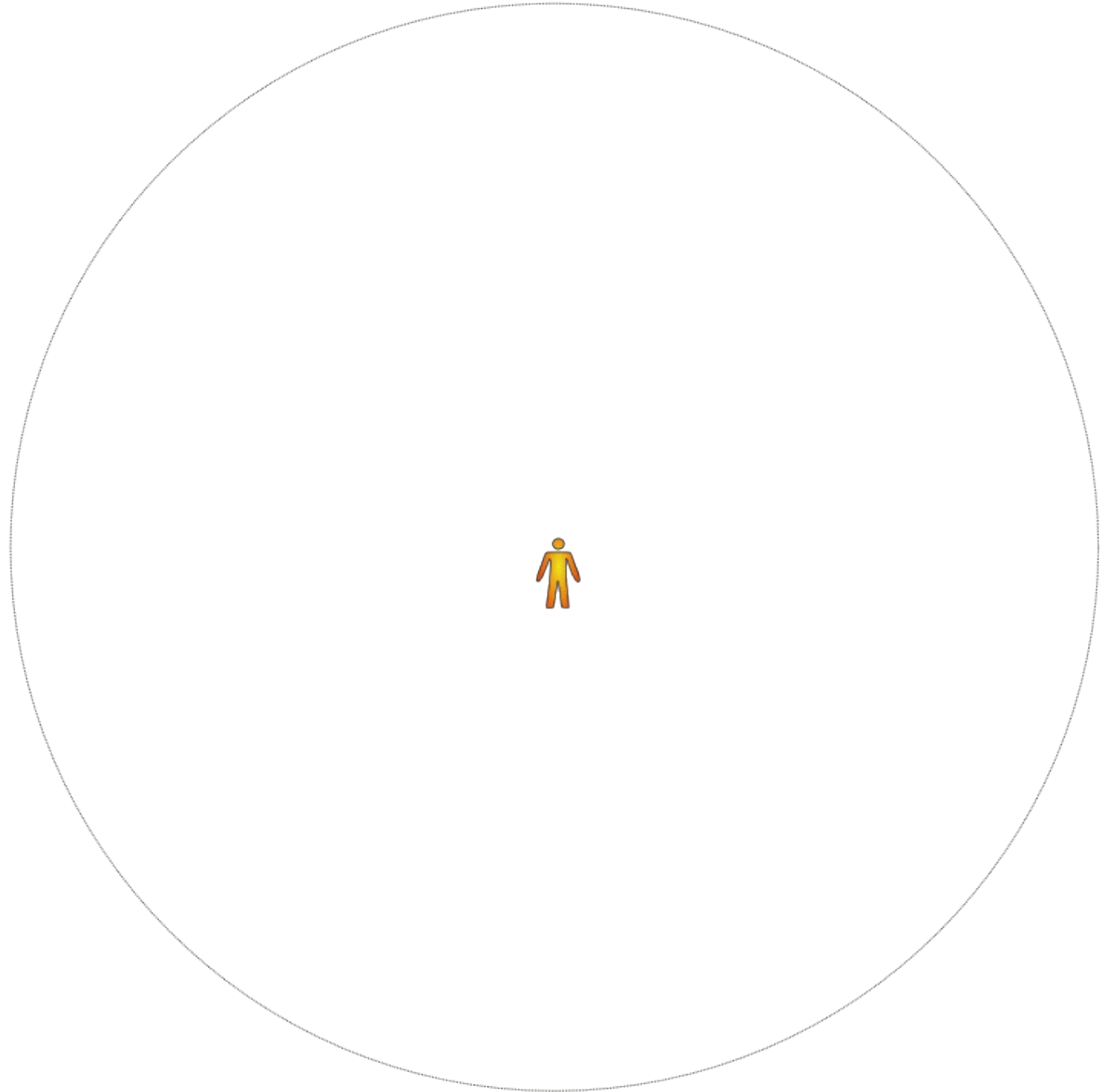


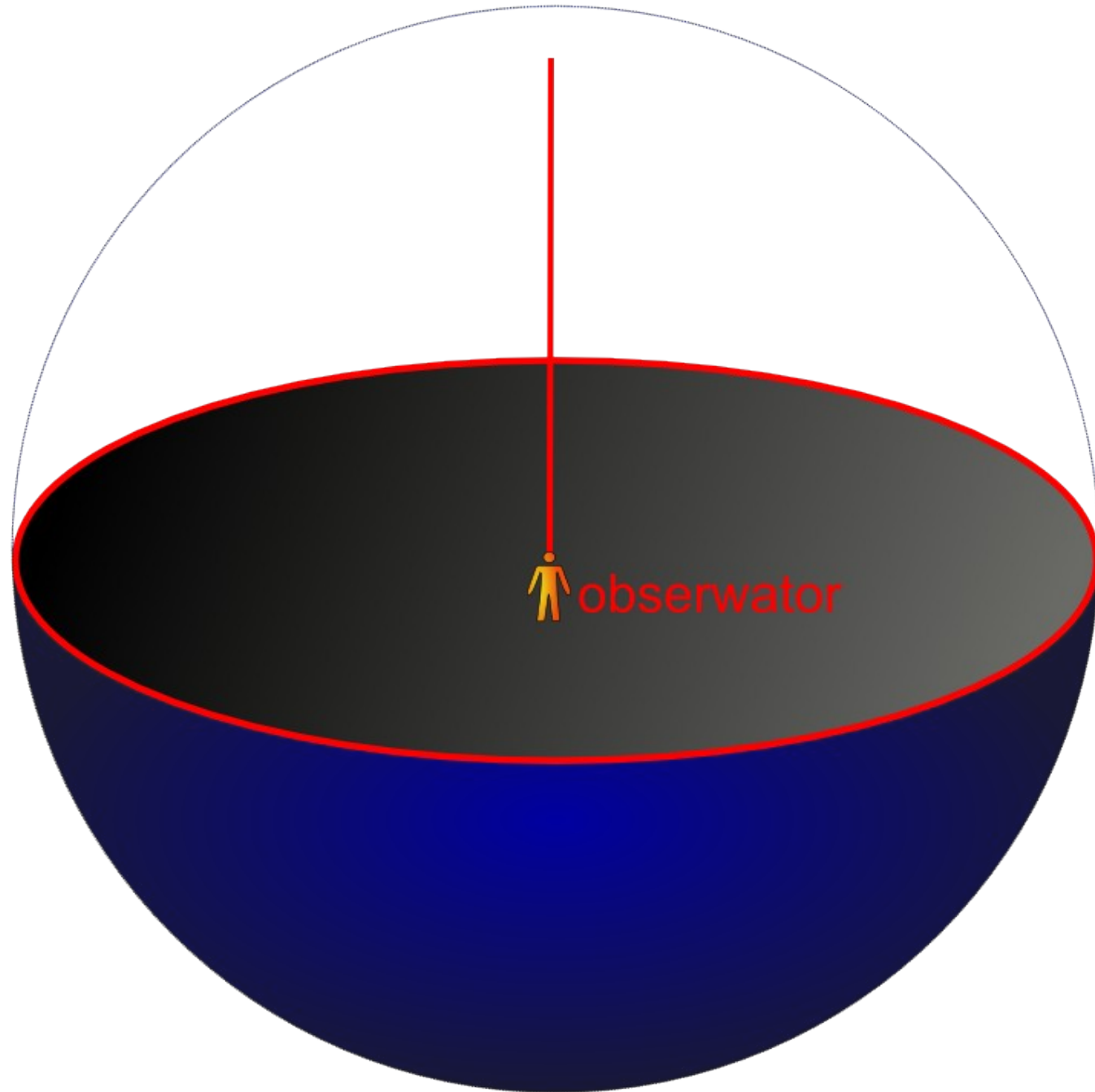








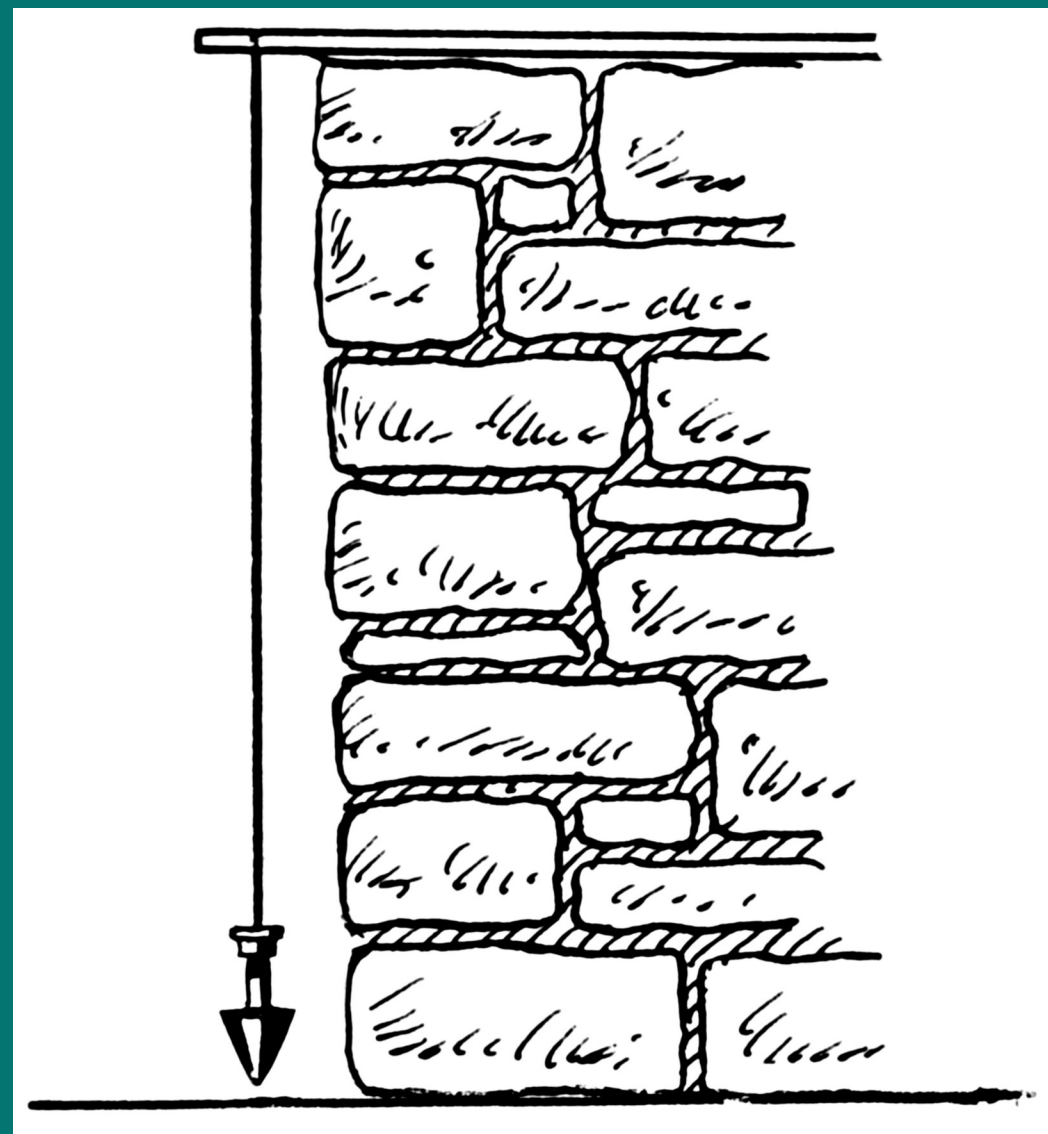




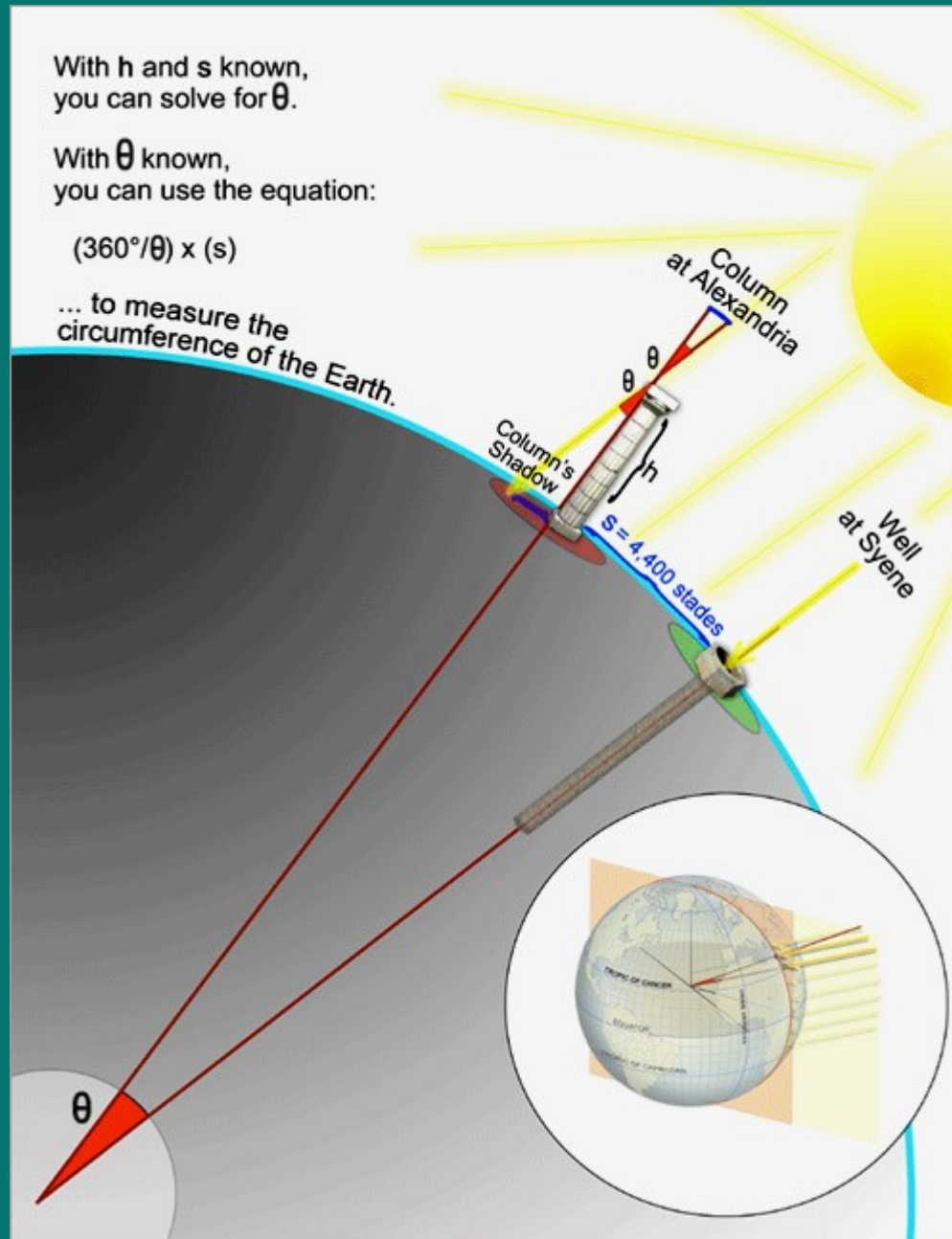
Pion



Fot: Wikimedia by Rob

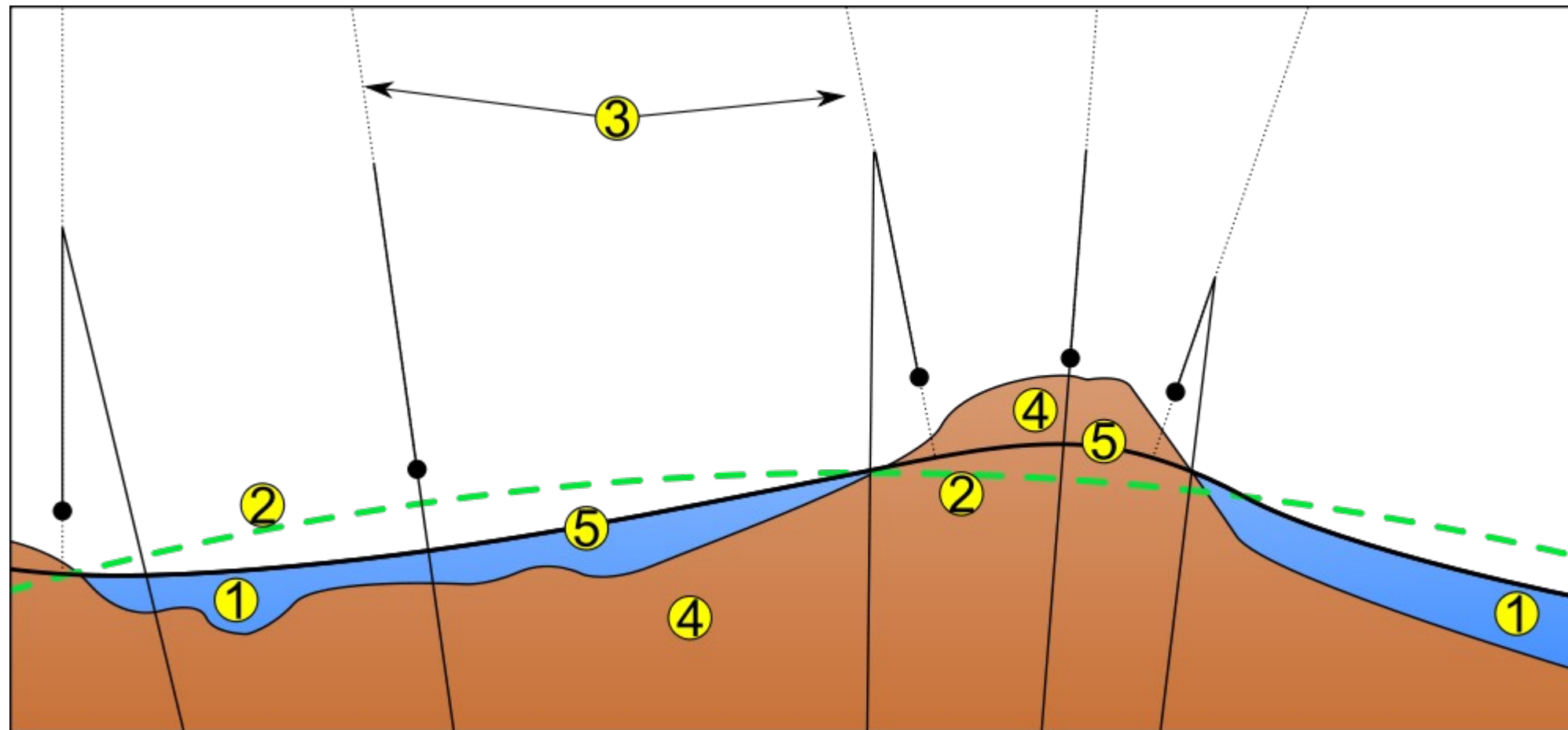


Dygresja 1: pomiar Eratostenesa



- **Praktyczne wykorzystanie kierunku pionu**
- **ok. 230 p.n.e., Eratostenes**
- **Otrzymał obwód Ziemi ok. 40000 km**

Dygresja 2: geoida

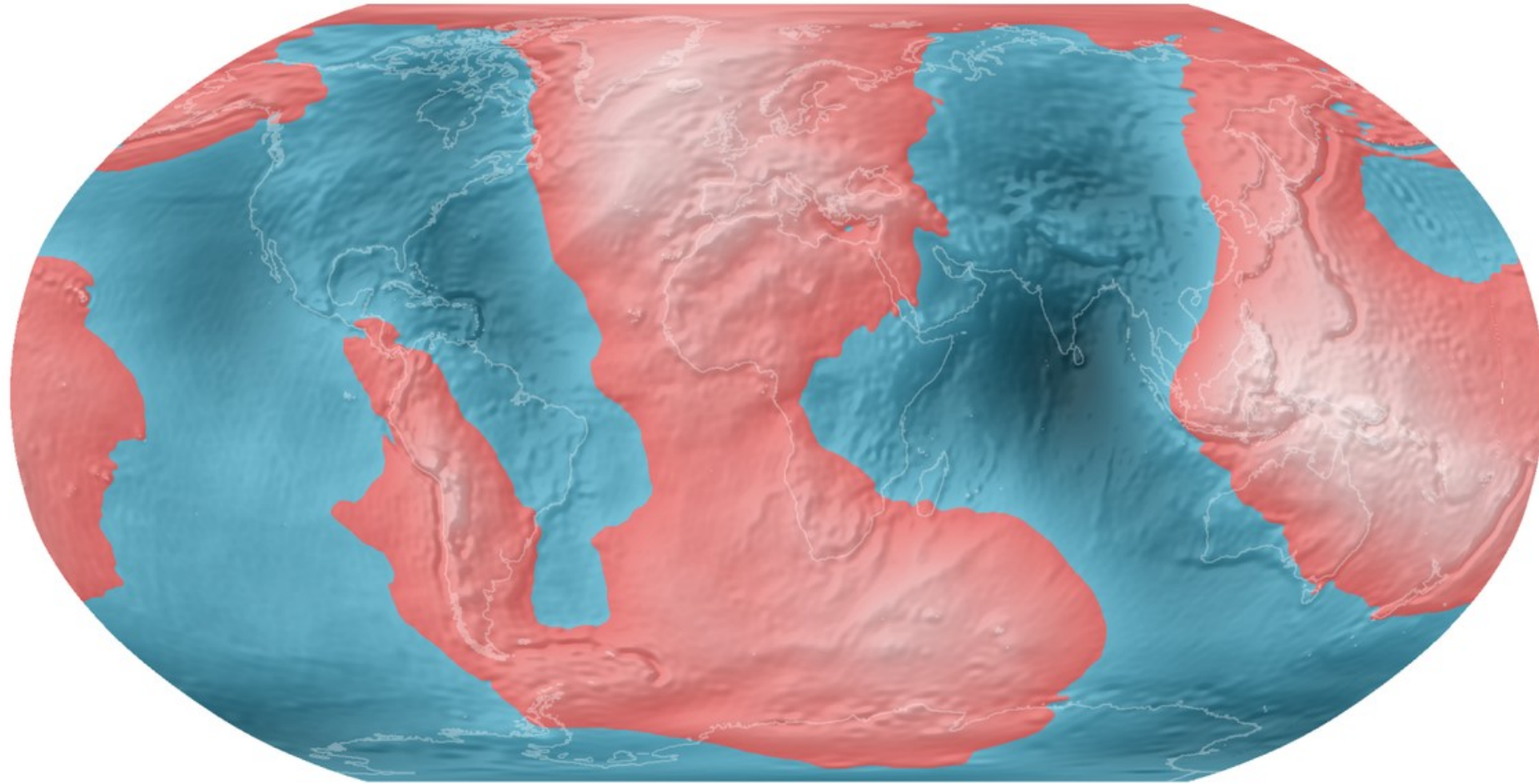


1 – oceany, 2 – elipsoida, 3 – linie lokalnego pionu, 4 – kontynent, 5 - geoida

rys. MesserWoland (Wikimedia)

Kształt Ziemi w porównaniu z idealną elipsoidą

(różnica pomiędzy modelem geoidy EGM96 a elipsoidą odniesienia WGS84)



poniżej idealnej elipsoidy

powyżej idealnej elipsoidy

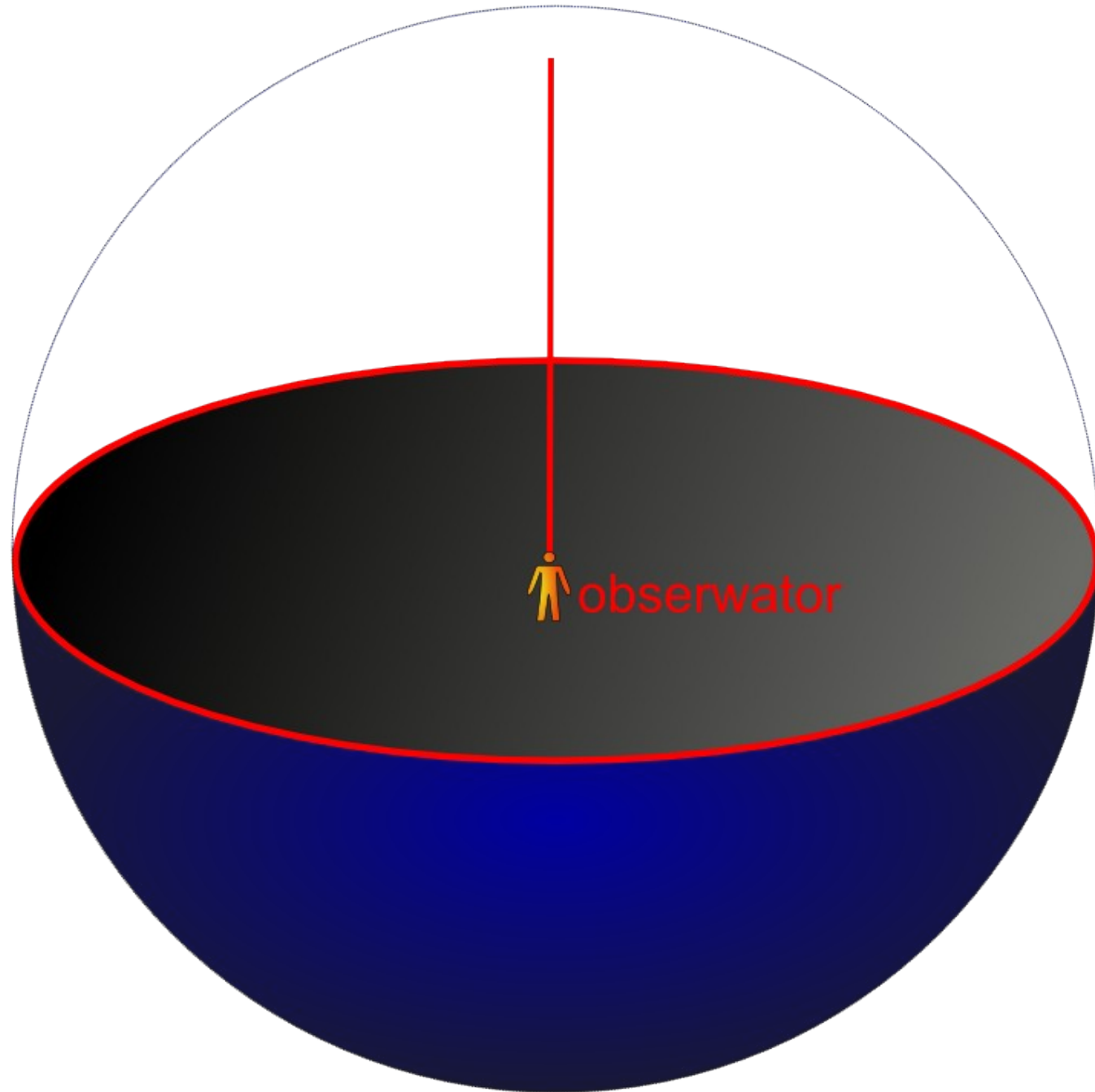
-107.0 m

0 m

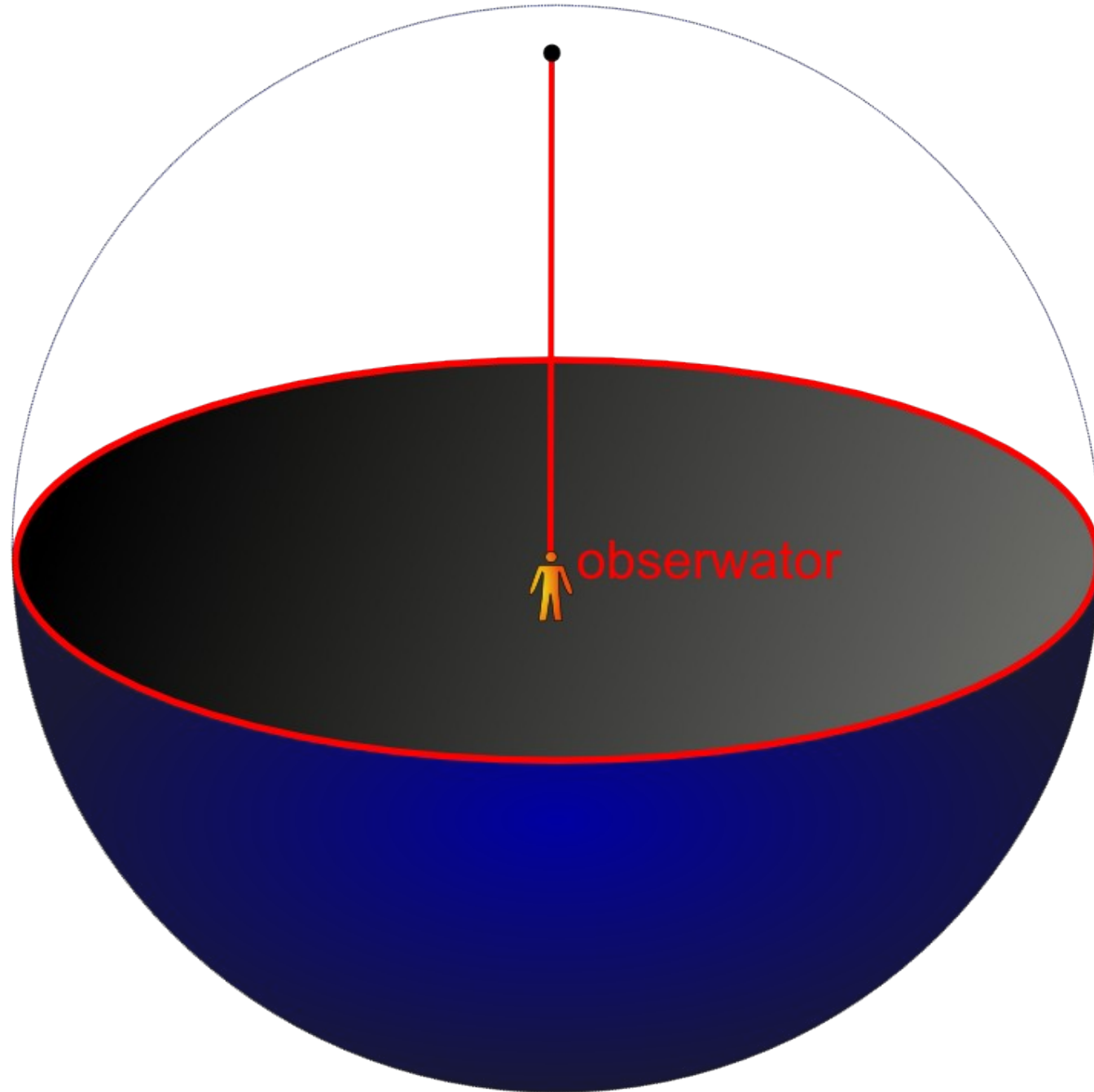
+85.4 m

rys. Aldi (Wikimedia)

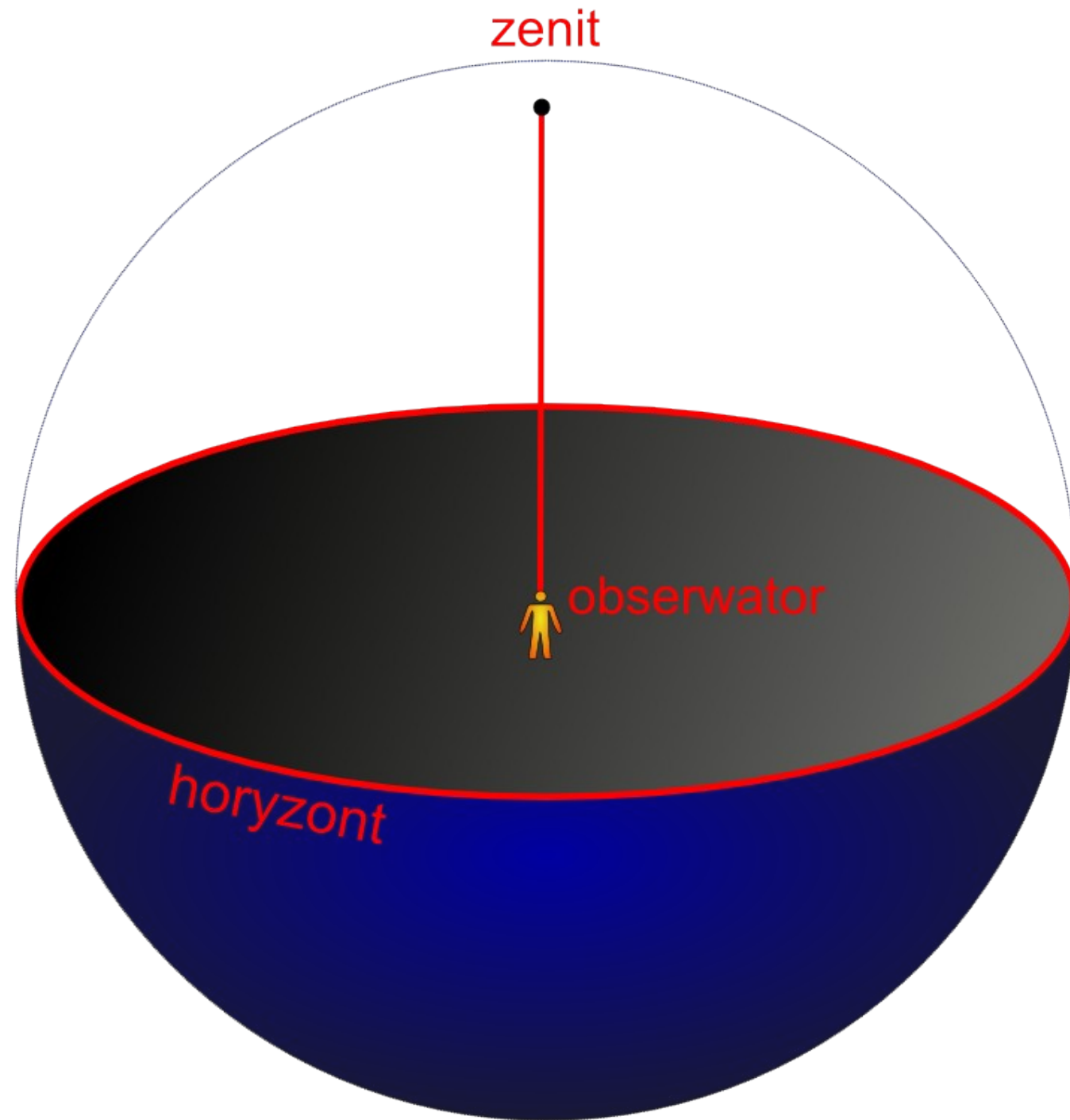
Elipsoida WGS84: $a=6378,137$ km $b=6356,752$ km

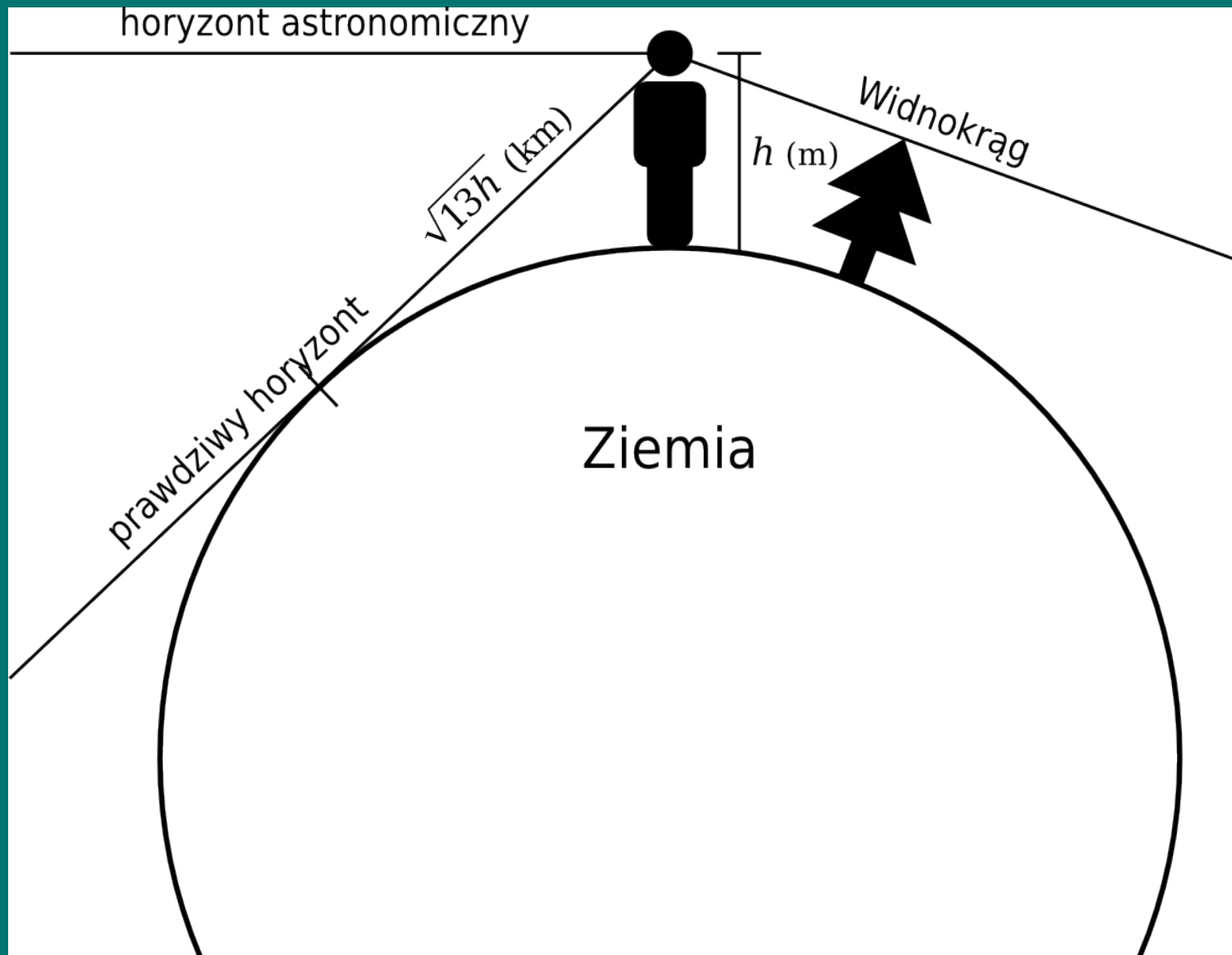


zenit

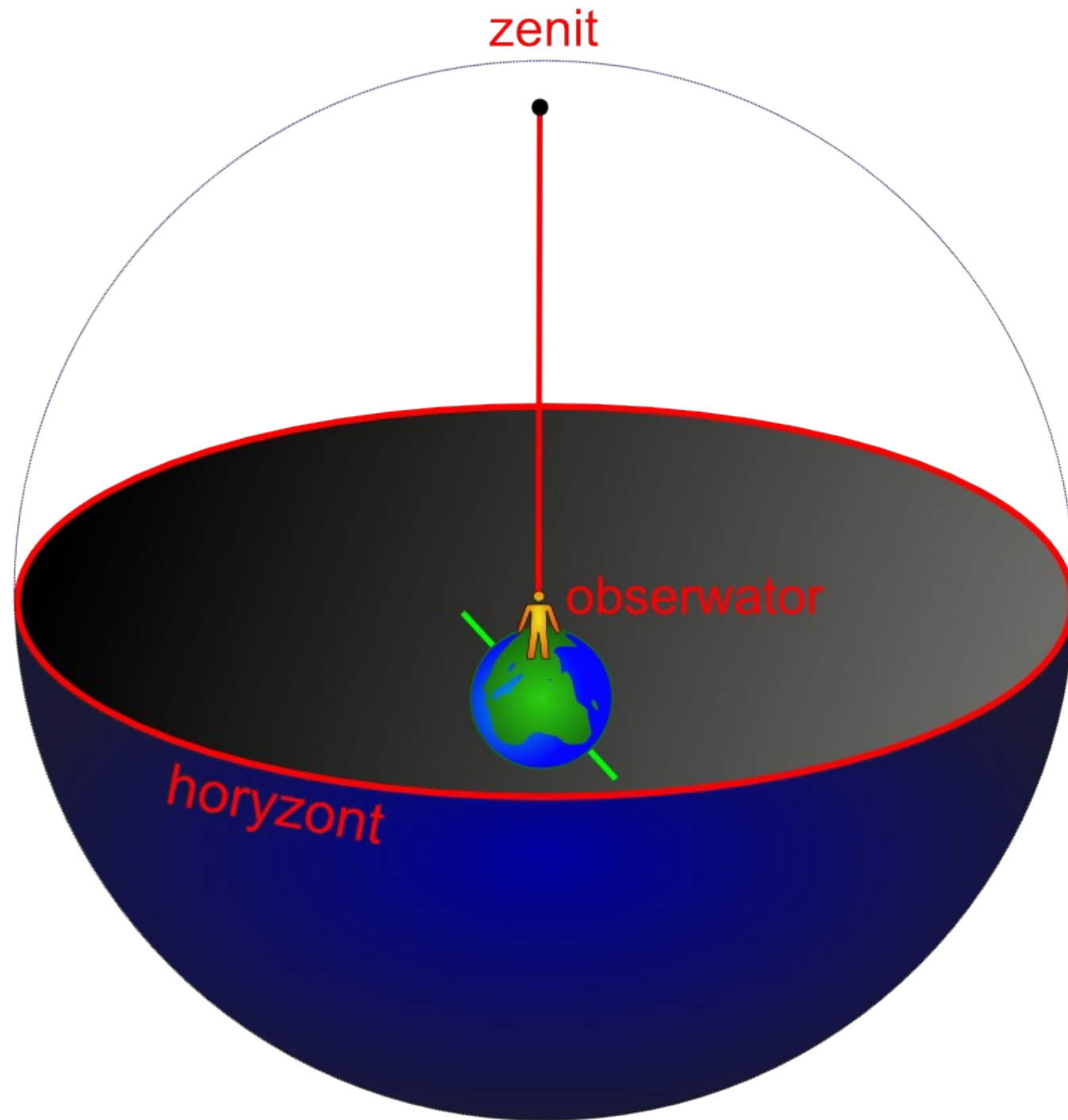


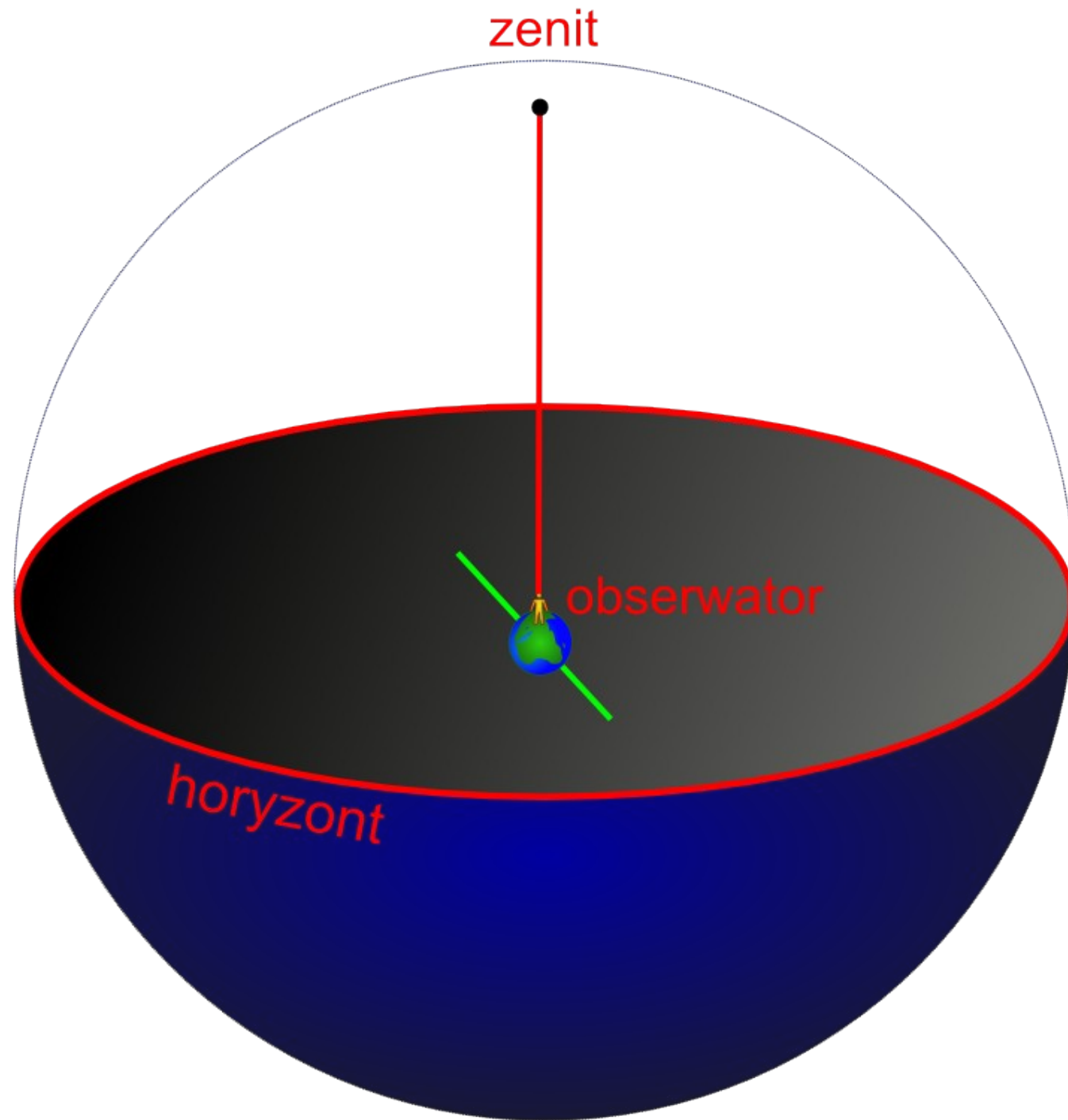
observator

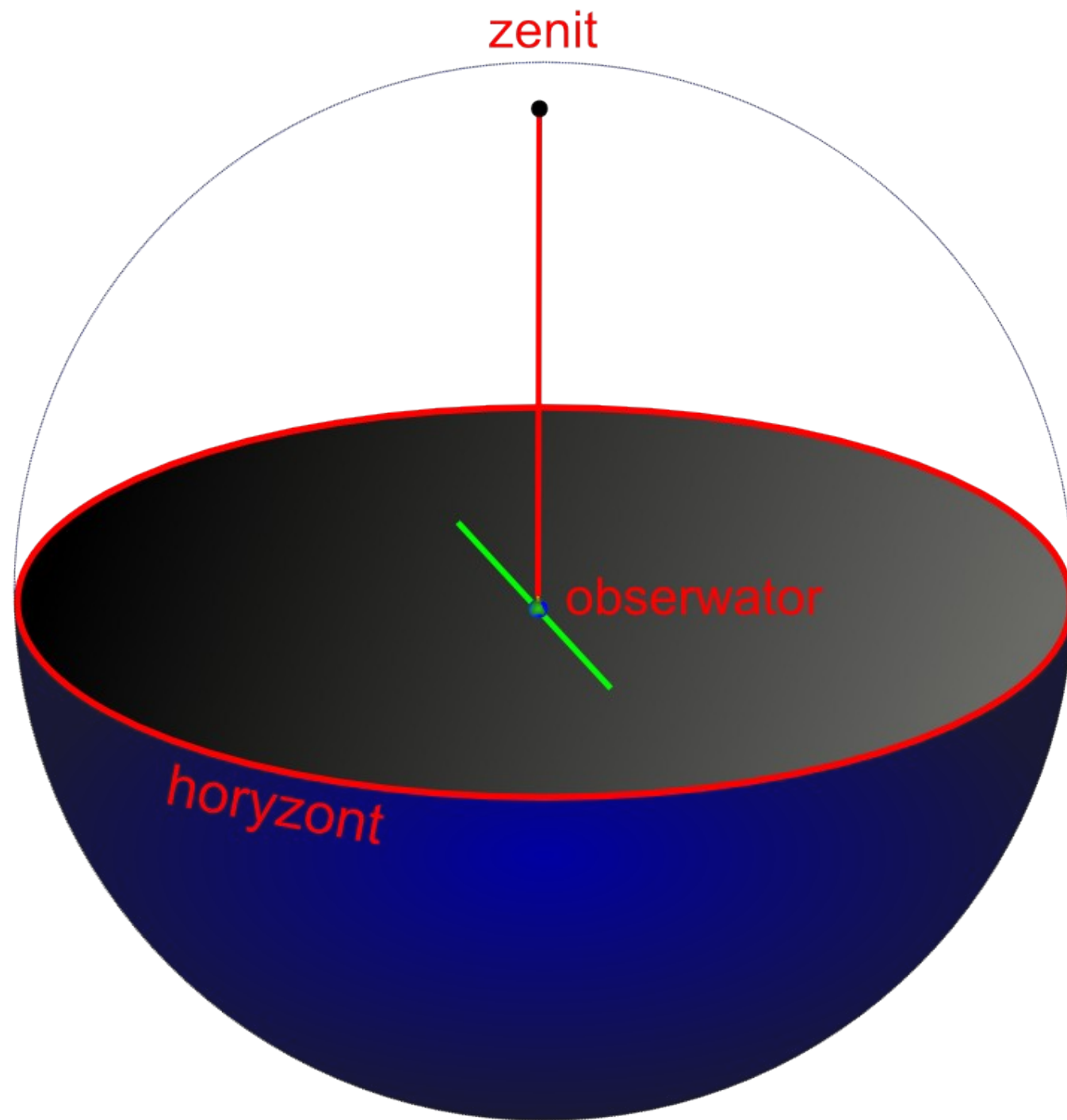


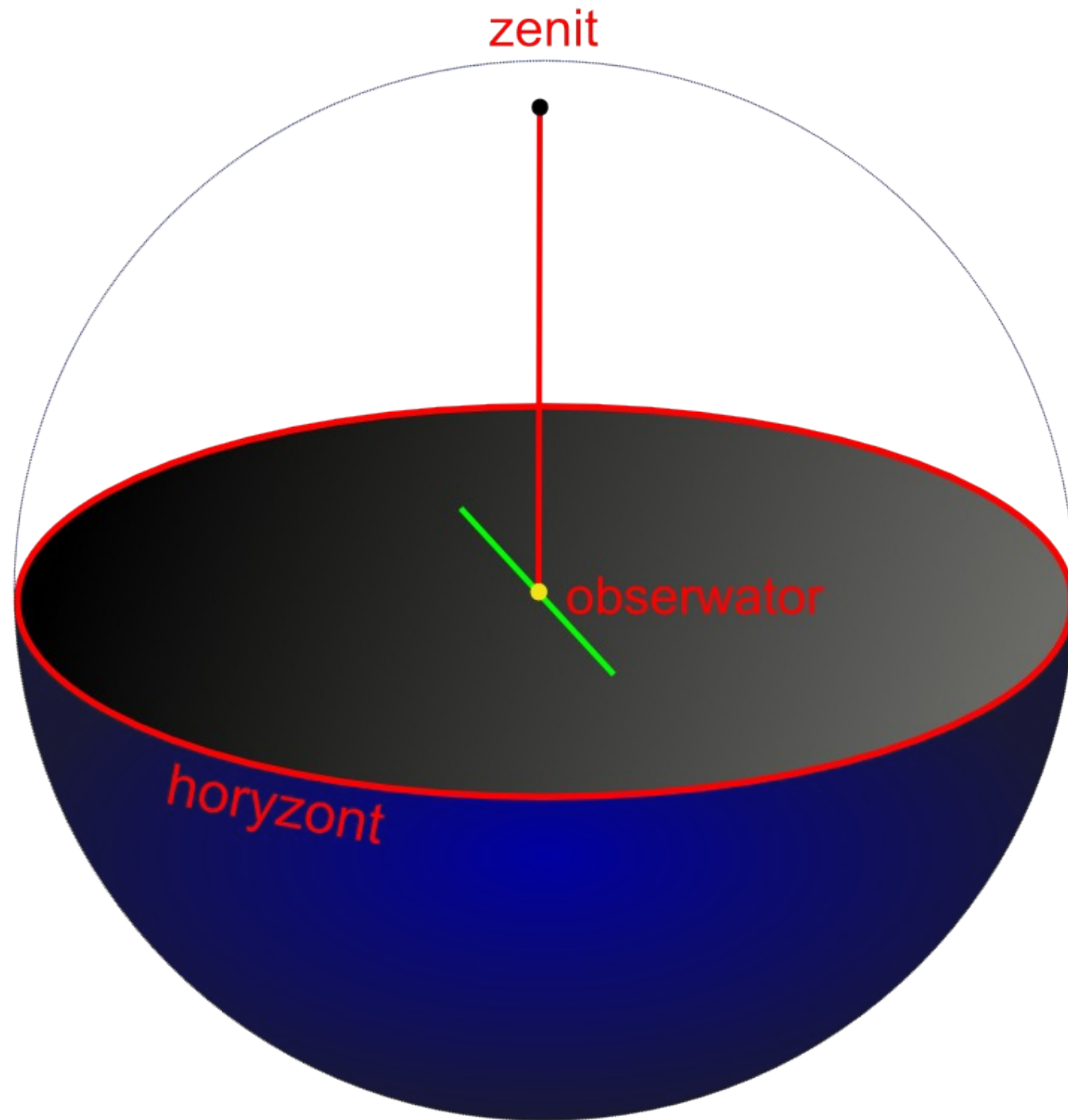


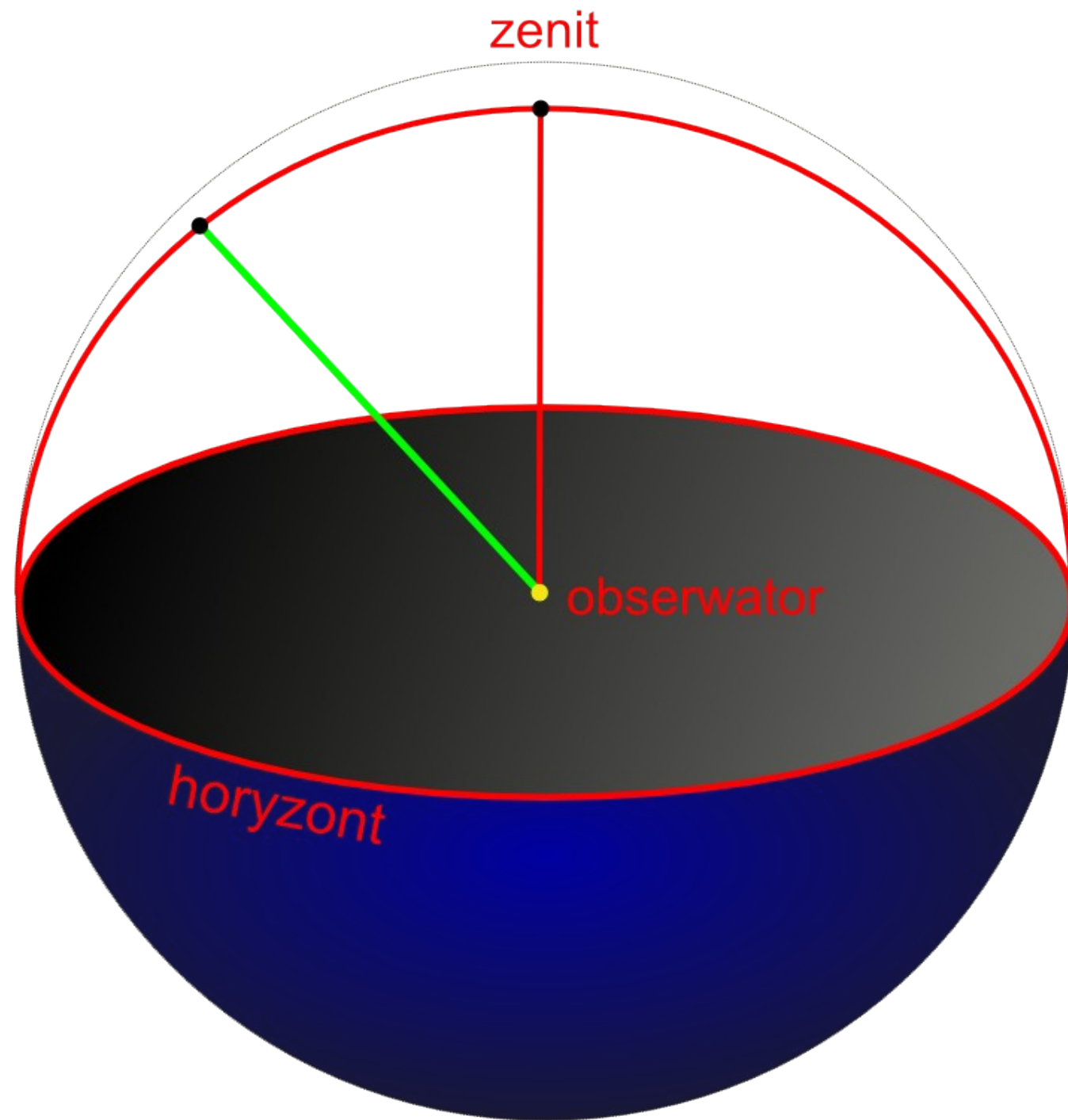
(Wikimedia)

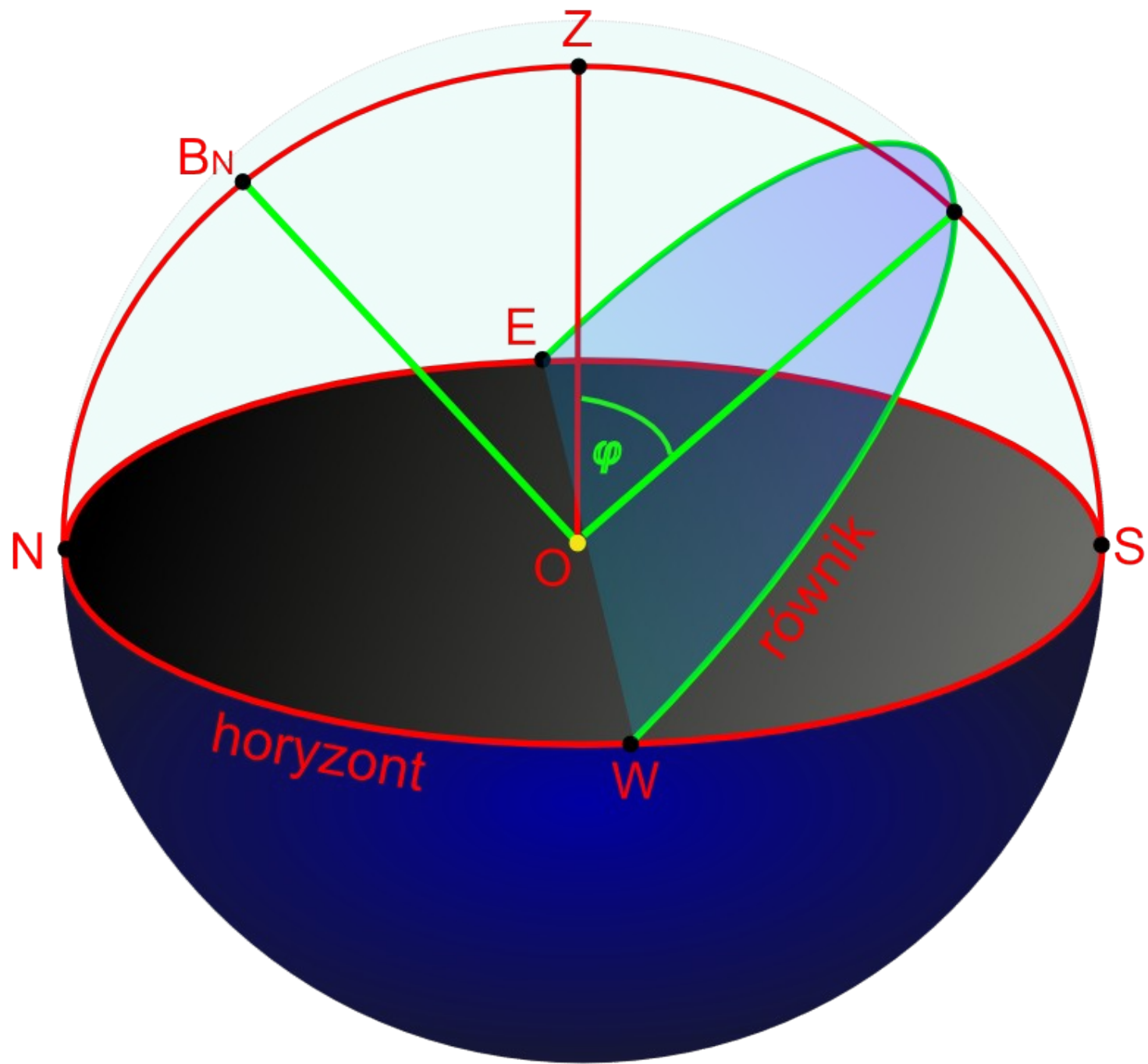


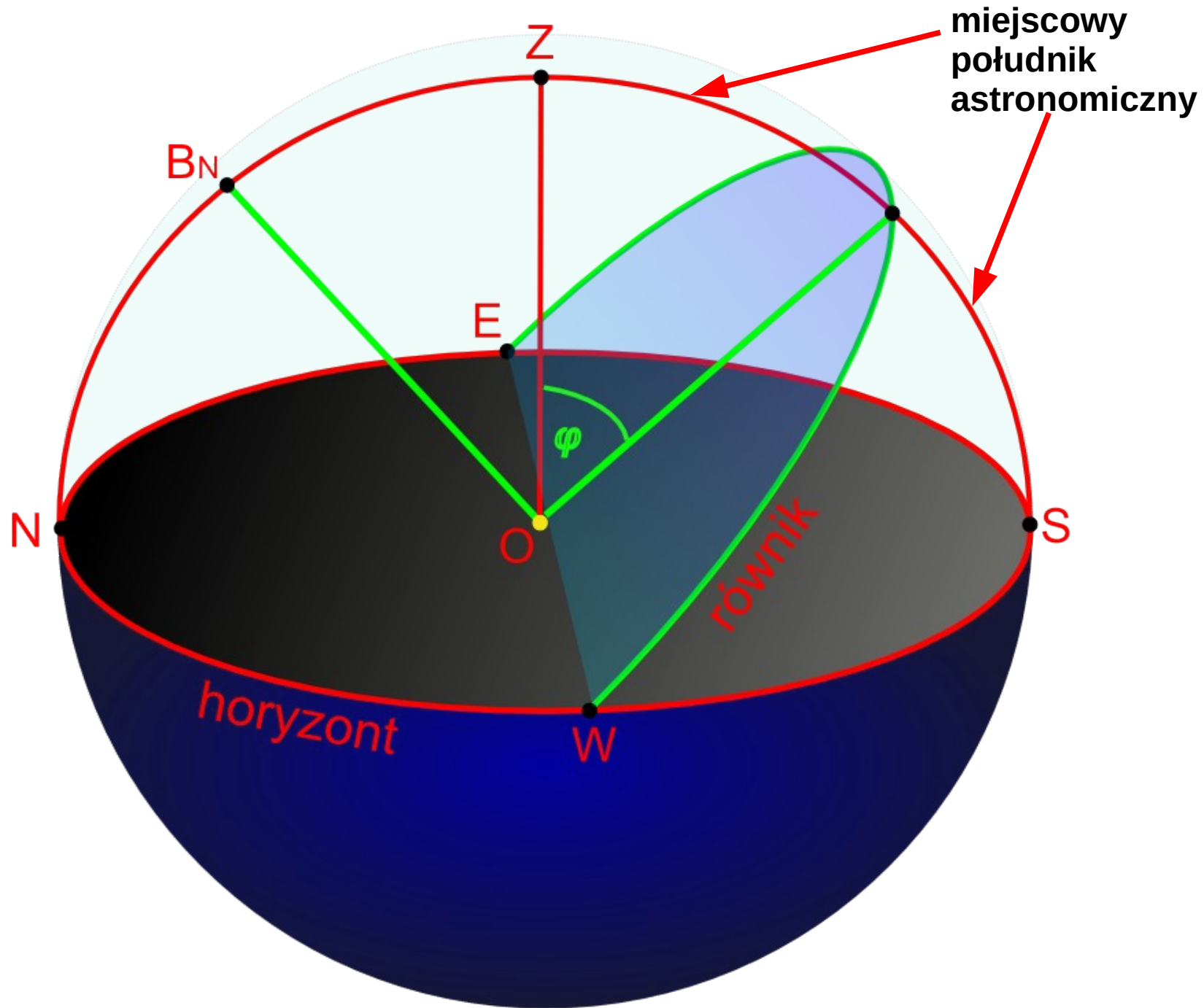


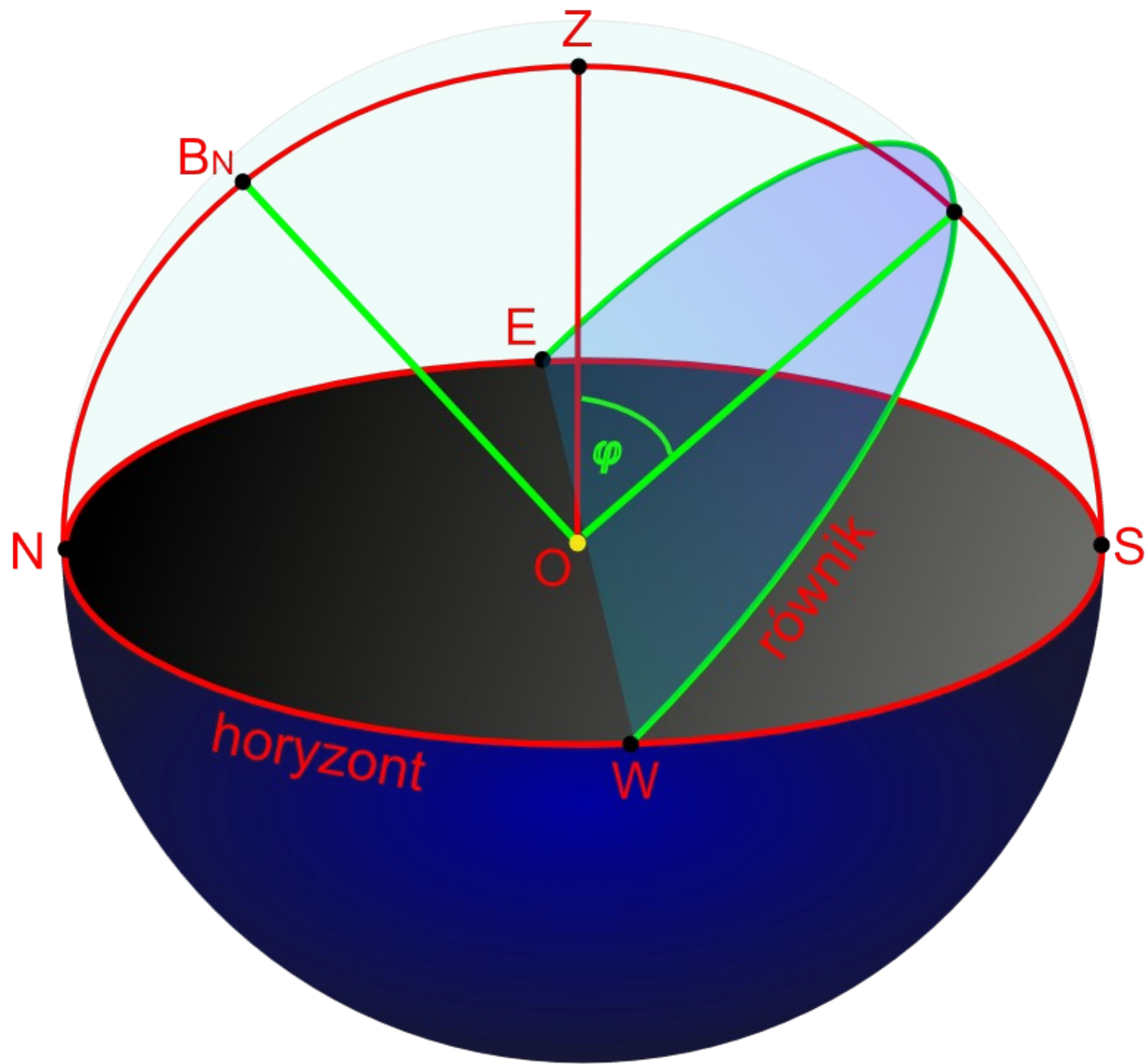


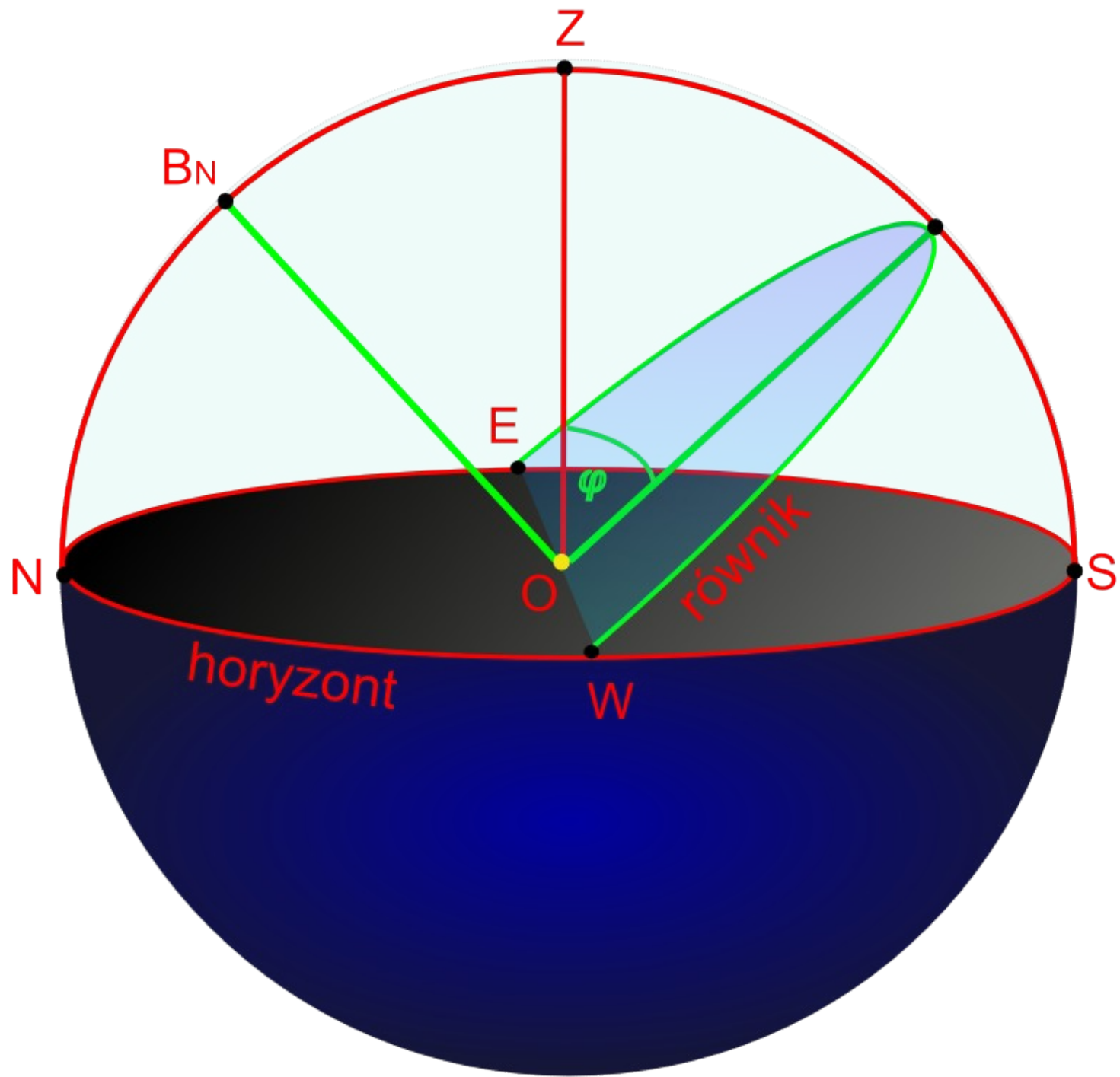


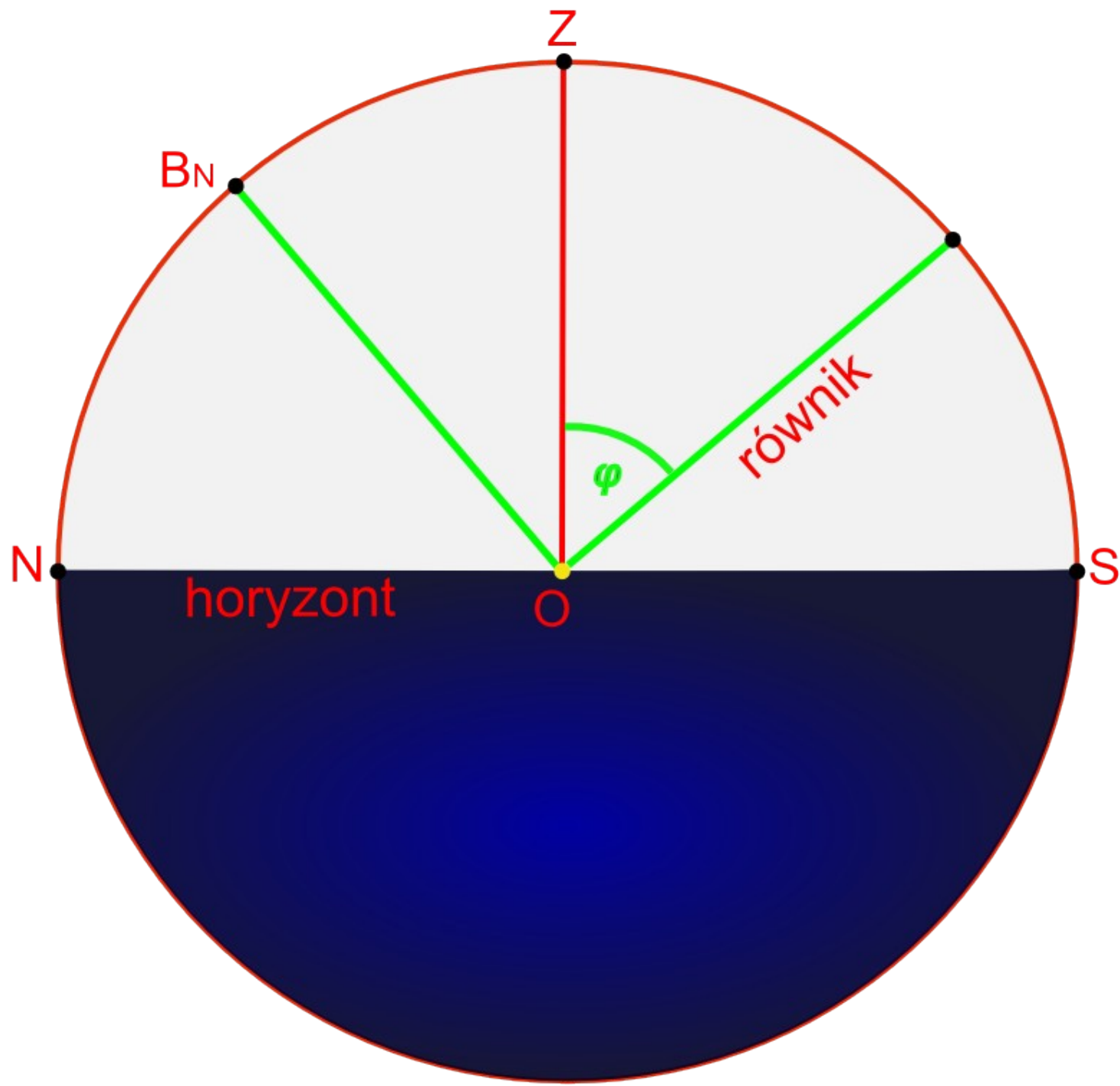


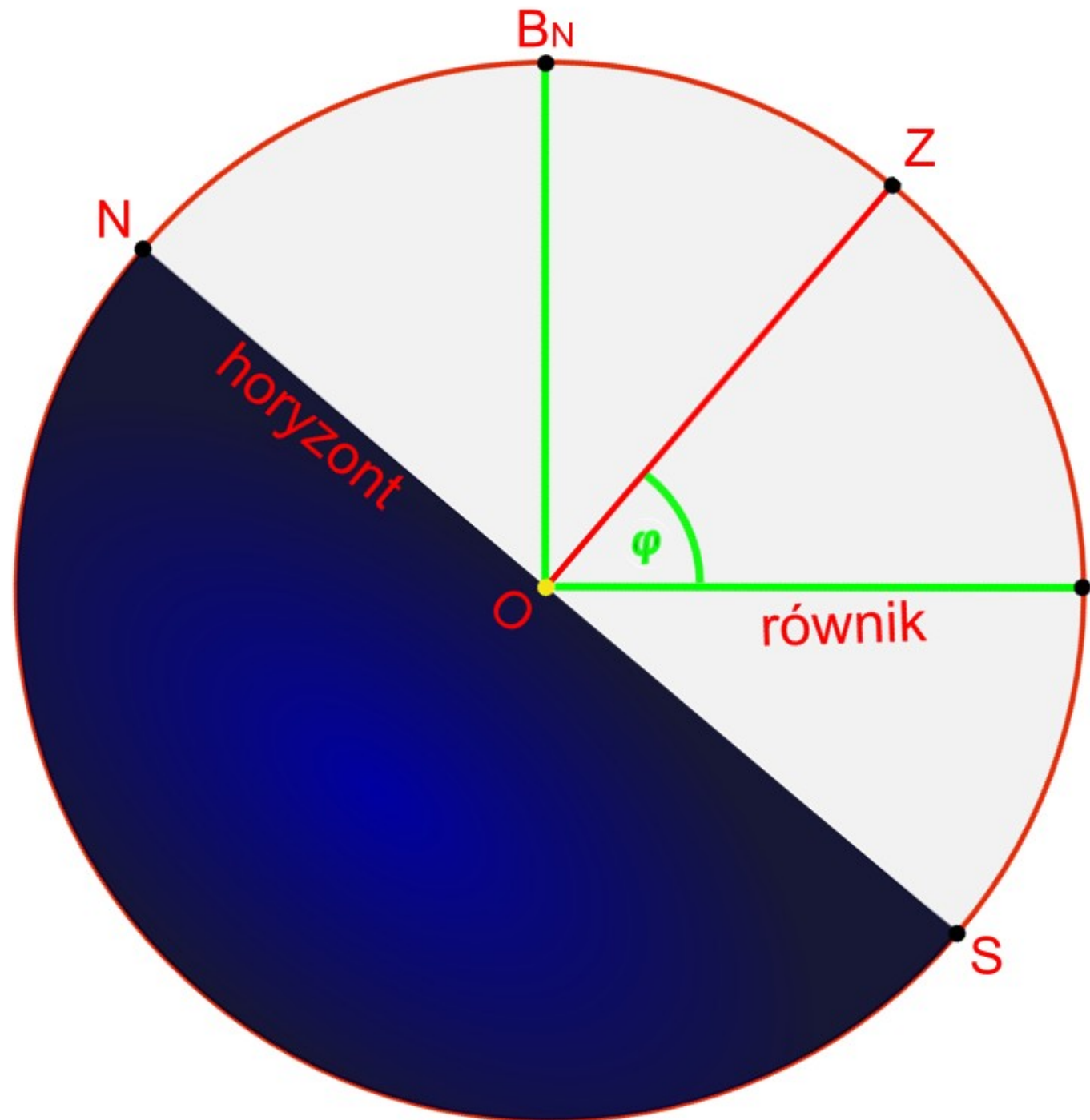




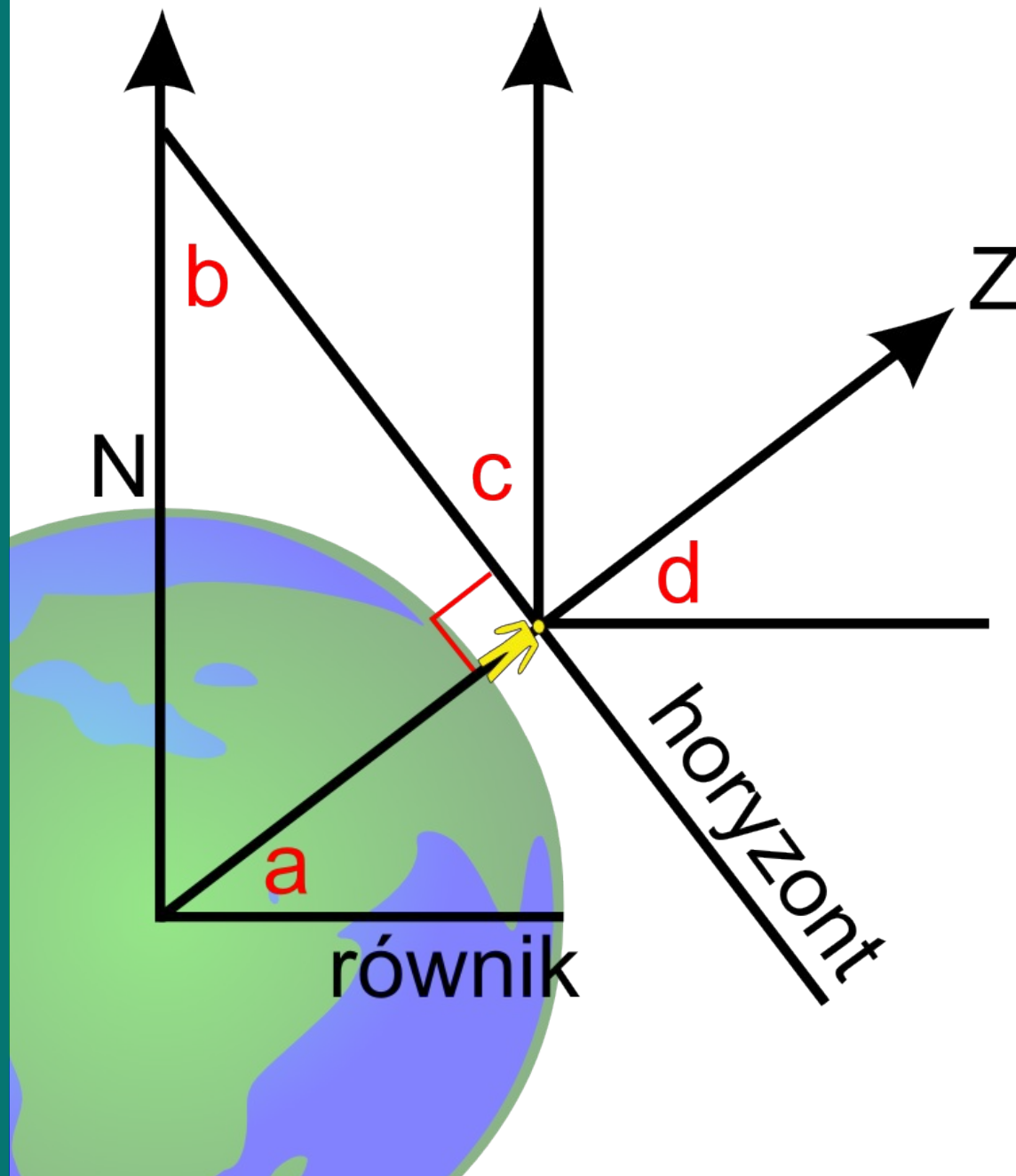




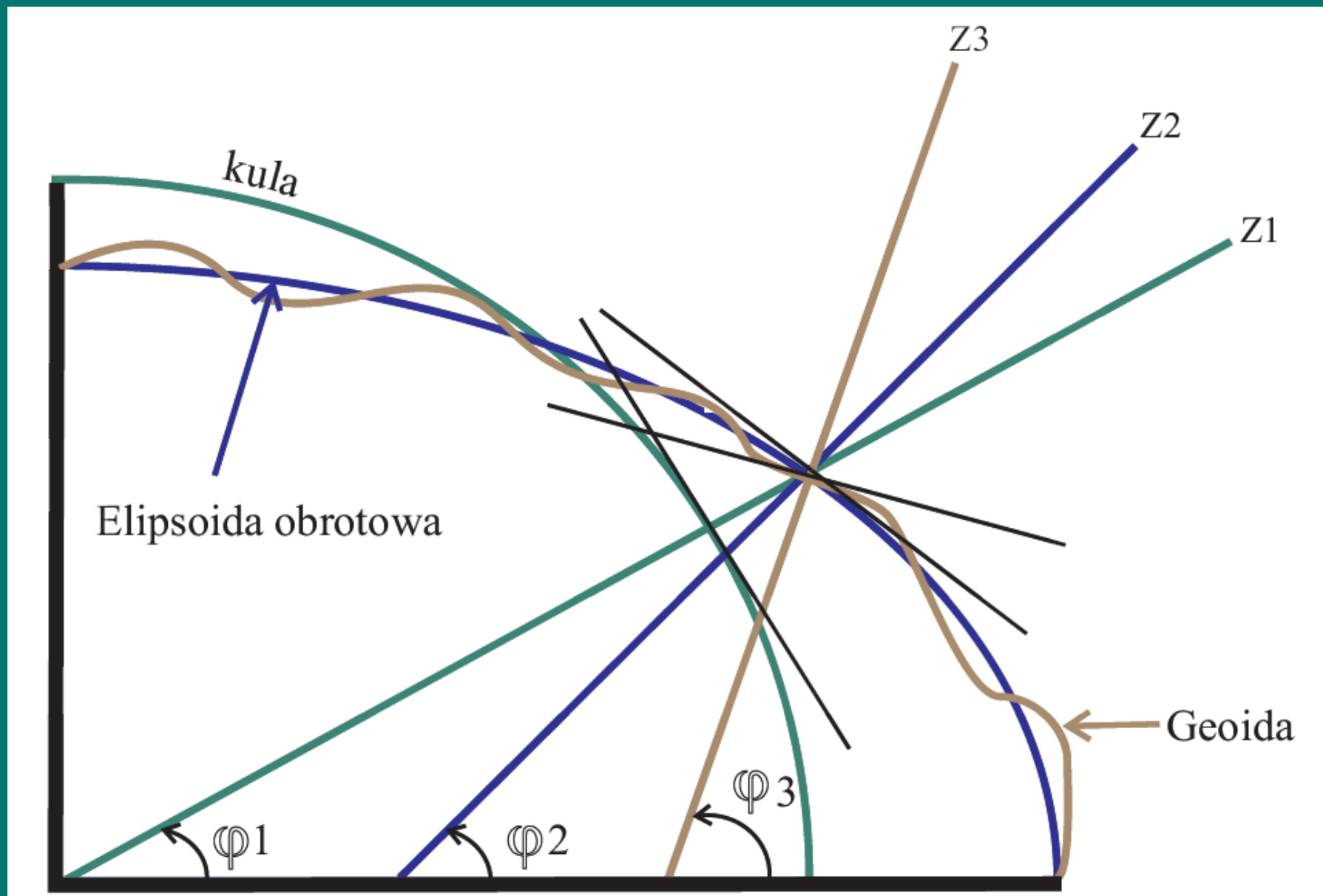




do Bieguna Świata



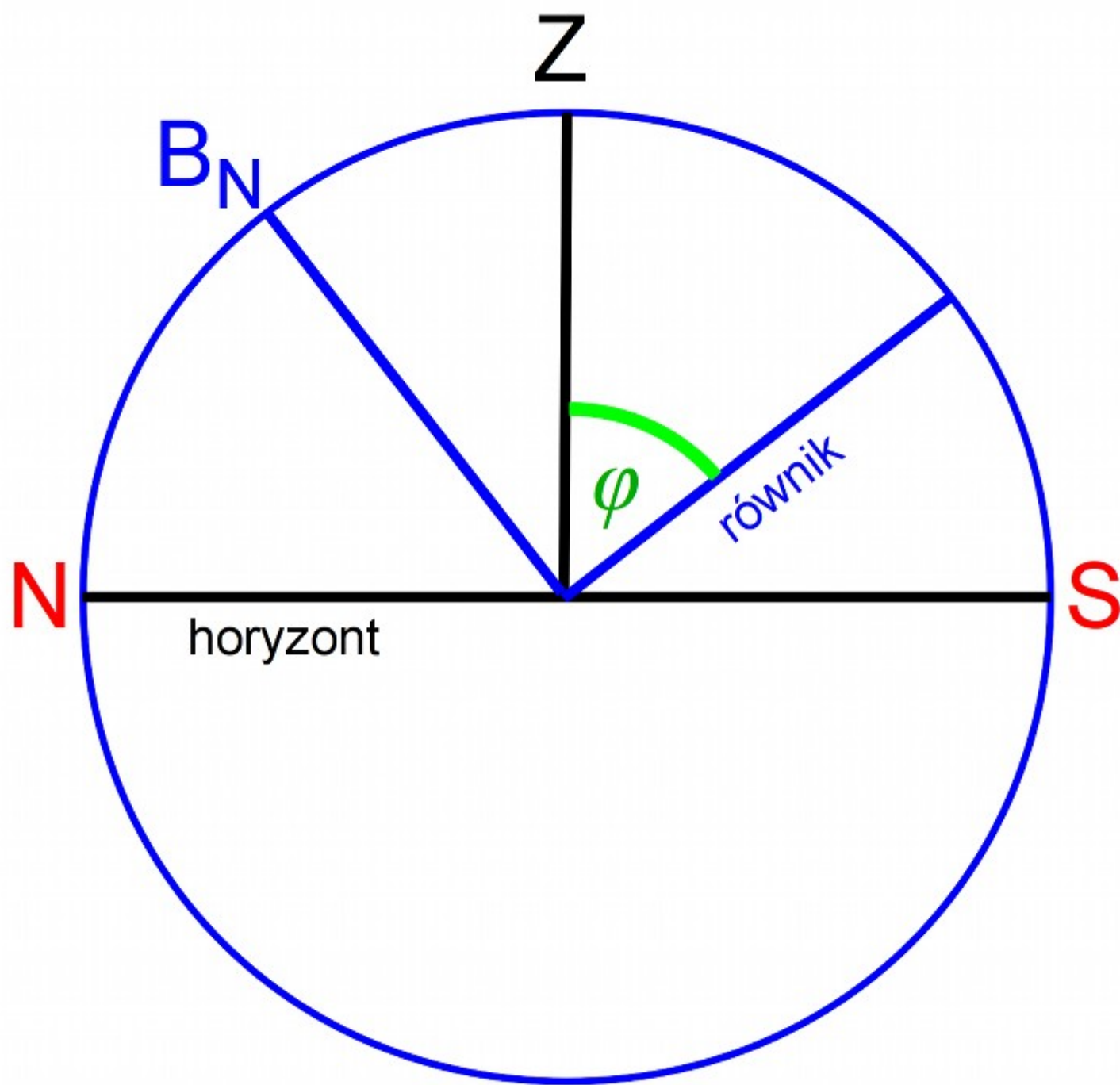
Geocentryczna, geodezyjna i astronomiczna, szerokość geograficzna.

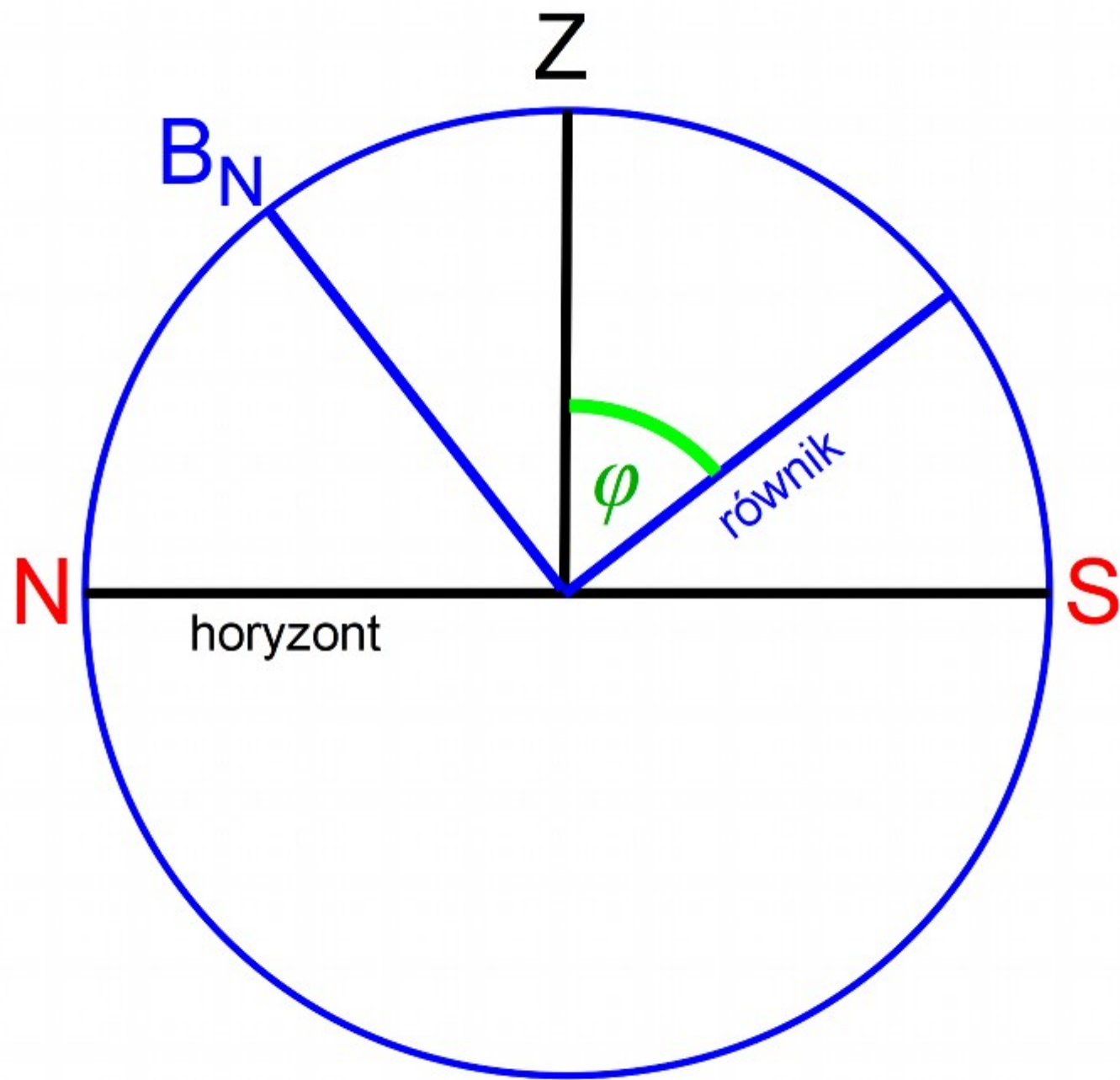


Różnice w szerokościach nie są duże.

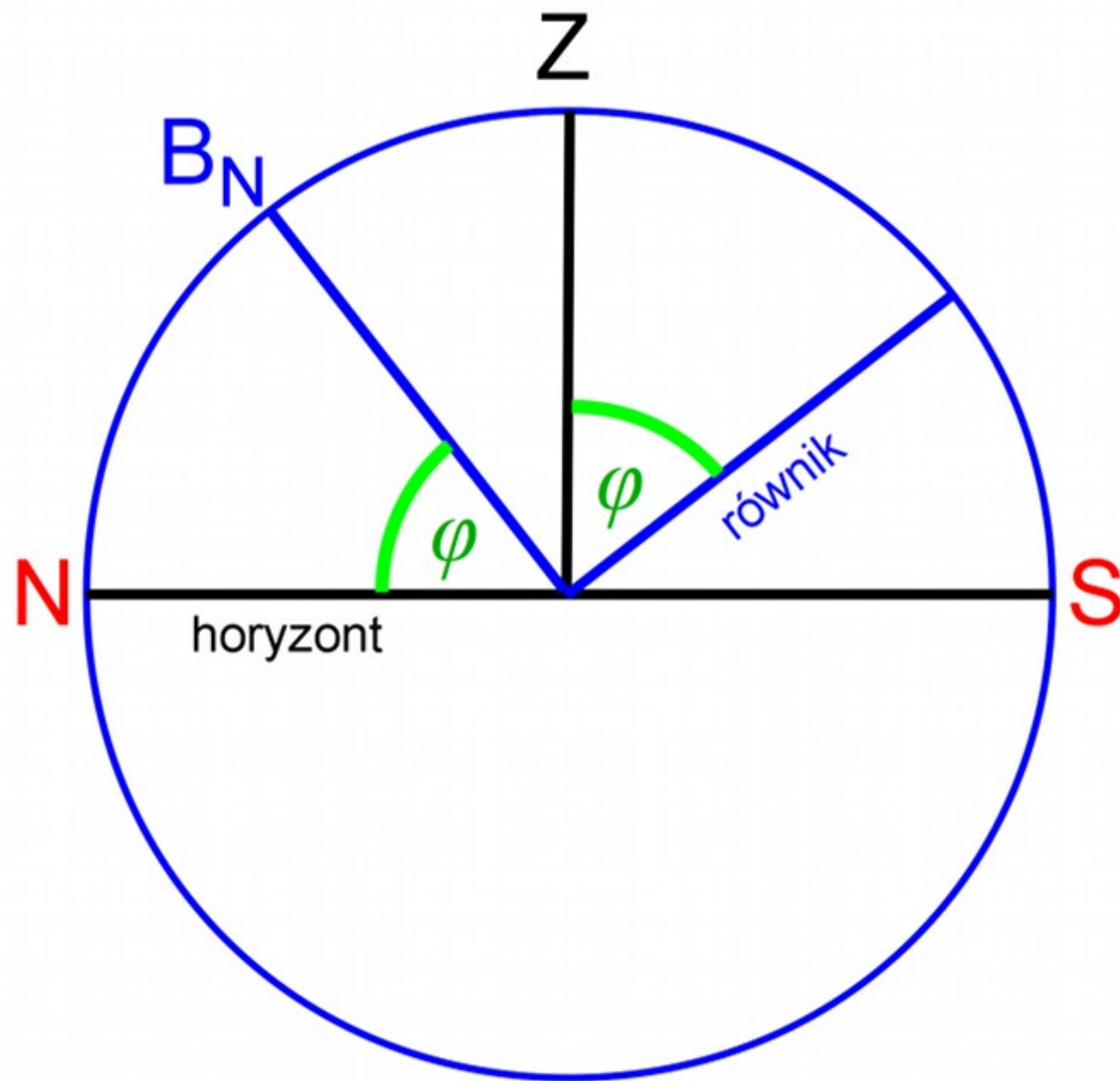
Maksymalna różnica pomiędzy szerokością geocentryczną i geodezyjną wypada dla równoleżnika bliskiego $\pm 45^\circ$ i wynosi około 11' (ok. 20 km).

Różnice między szerokością geodezyjną a astronomiczną są jeszcze mniejsze.

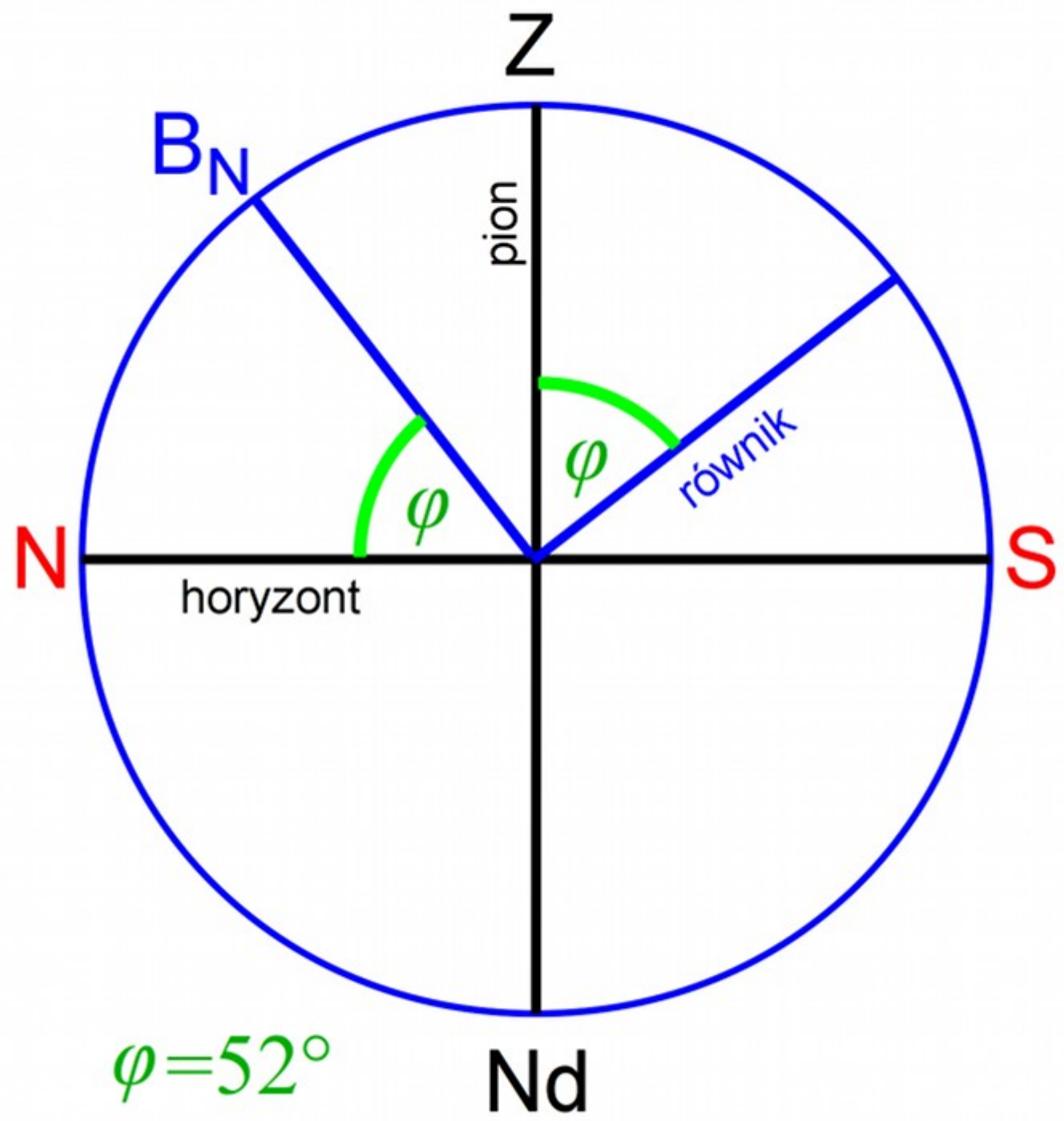


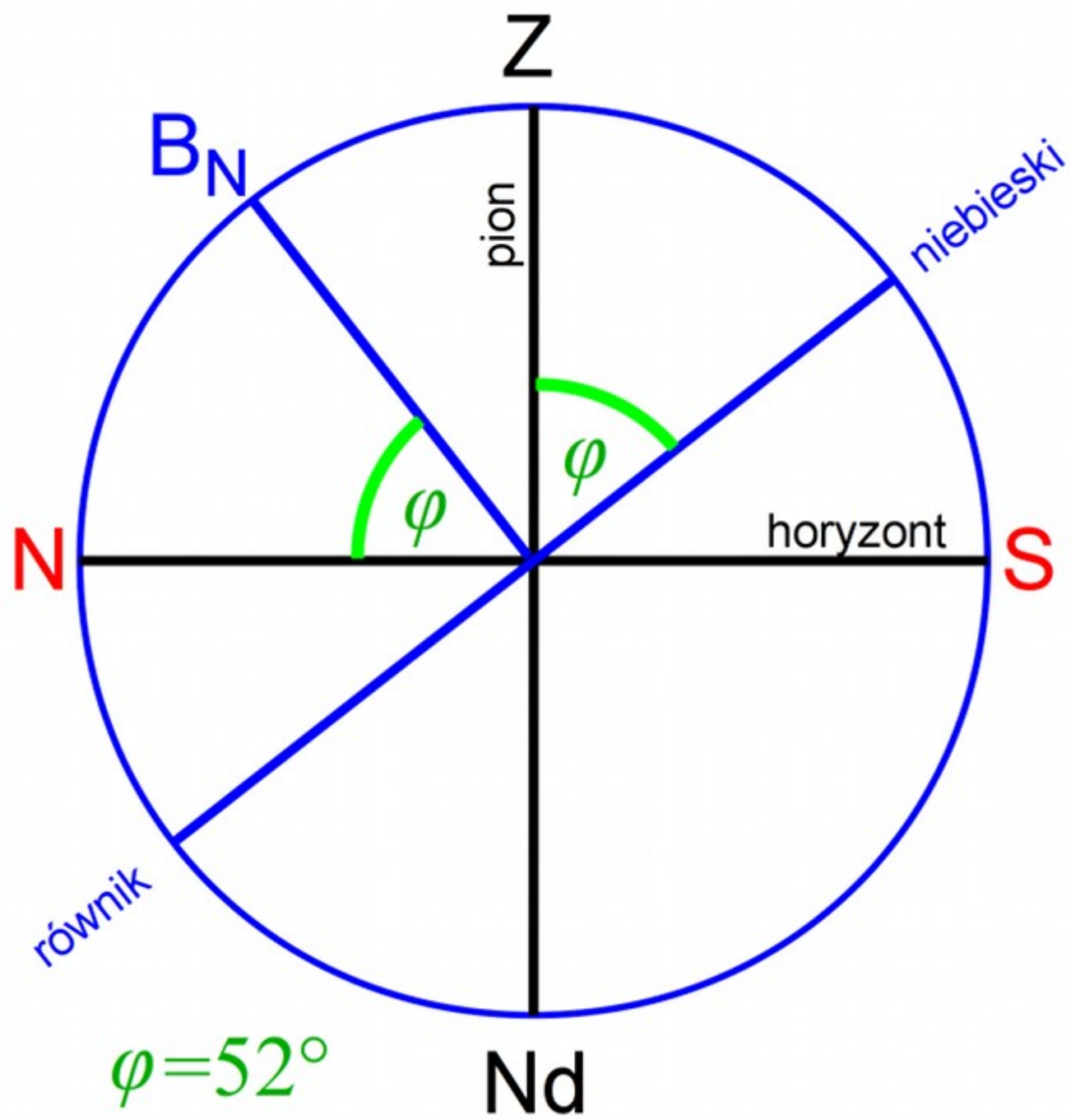


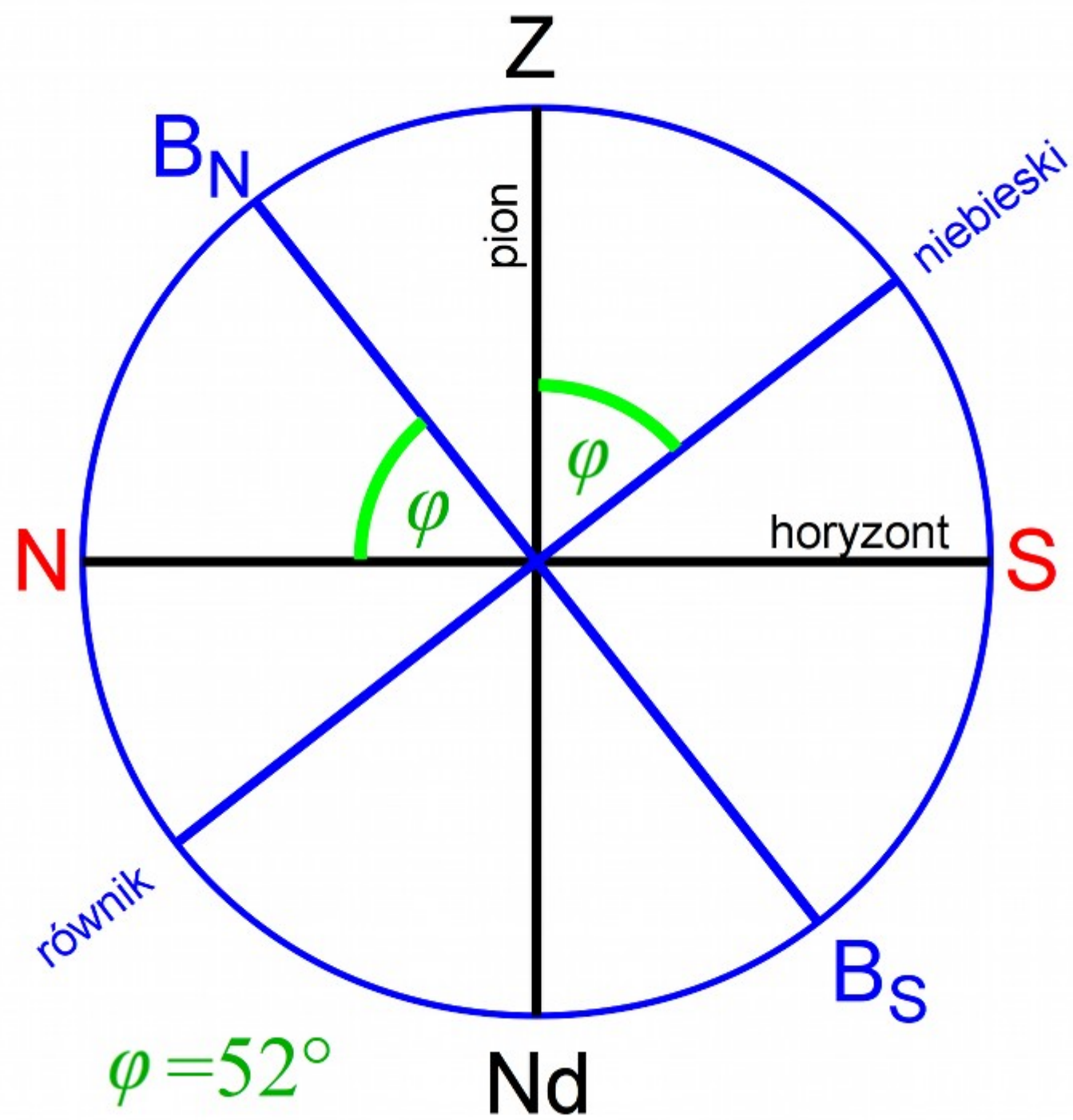
$$\varphi = 52^\circ$$

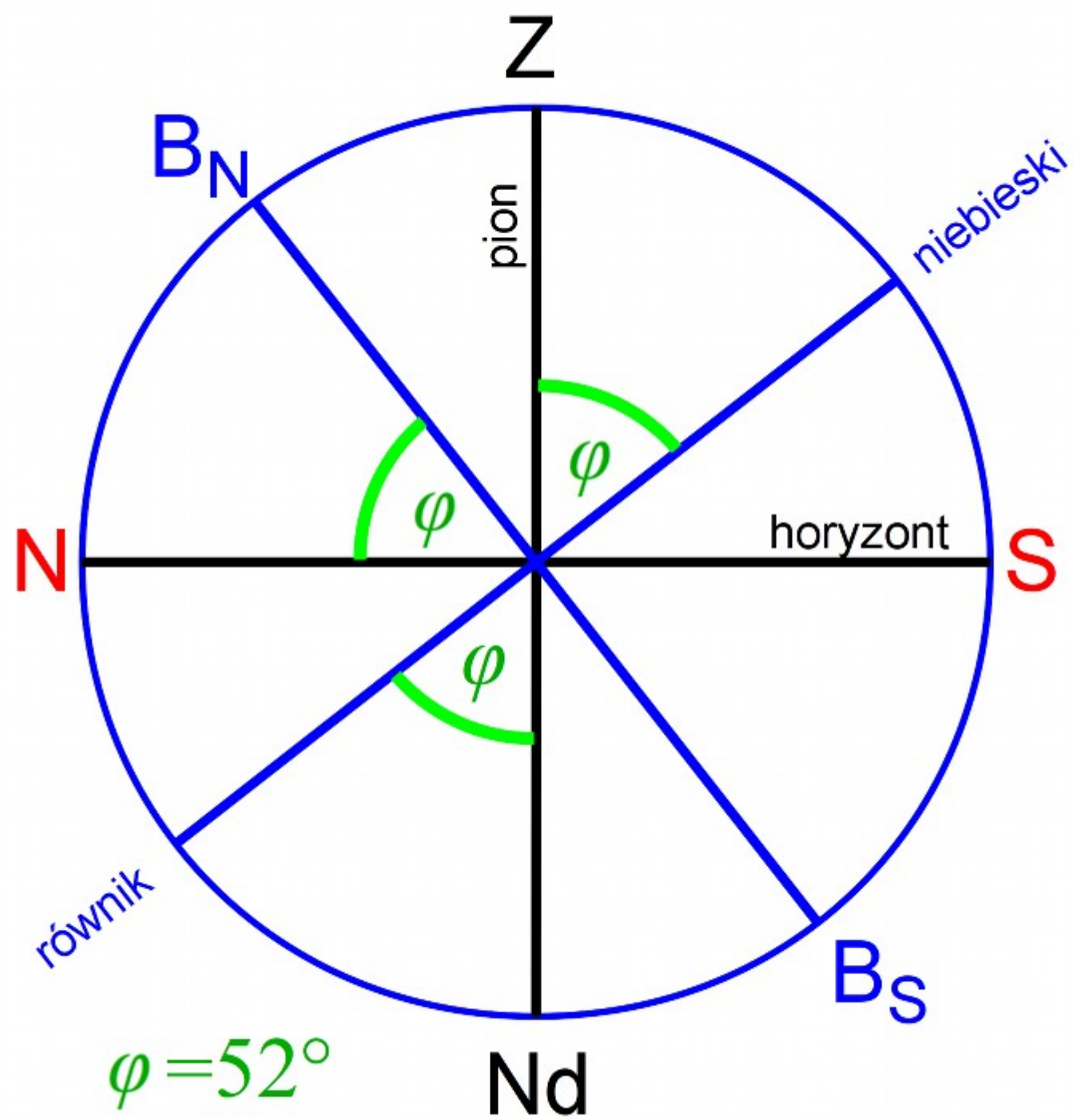


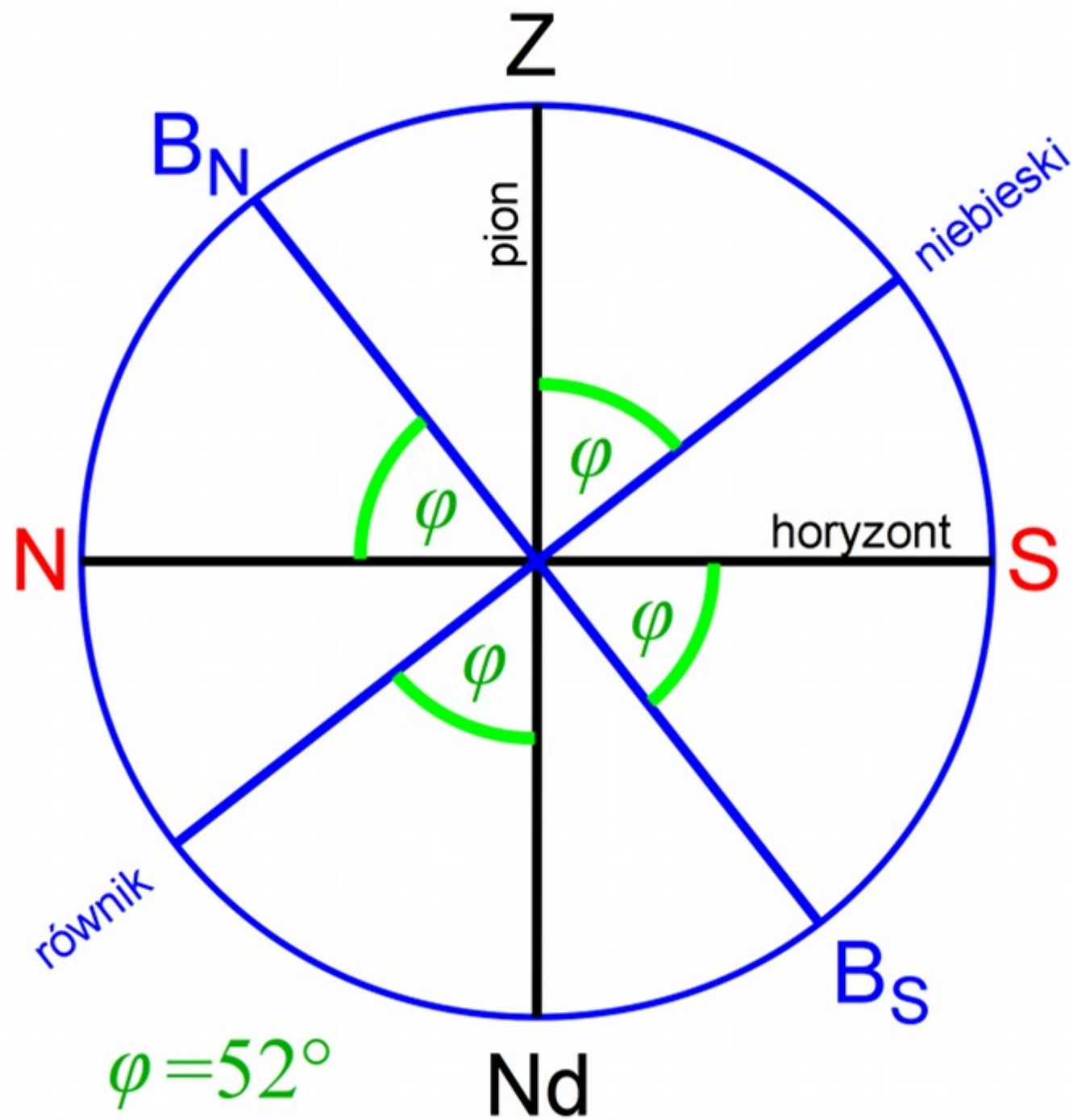
$$\varphi = 52^\circ$$

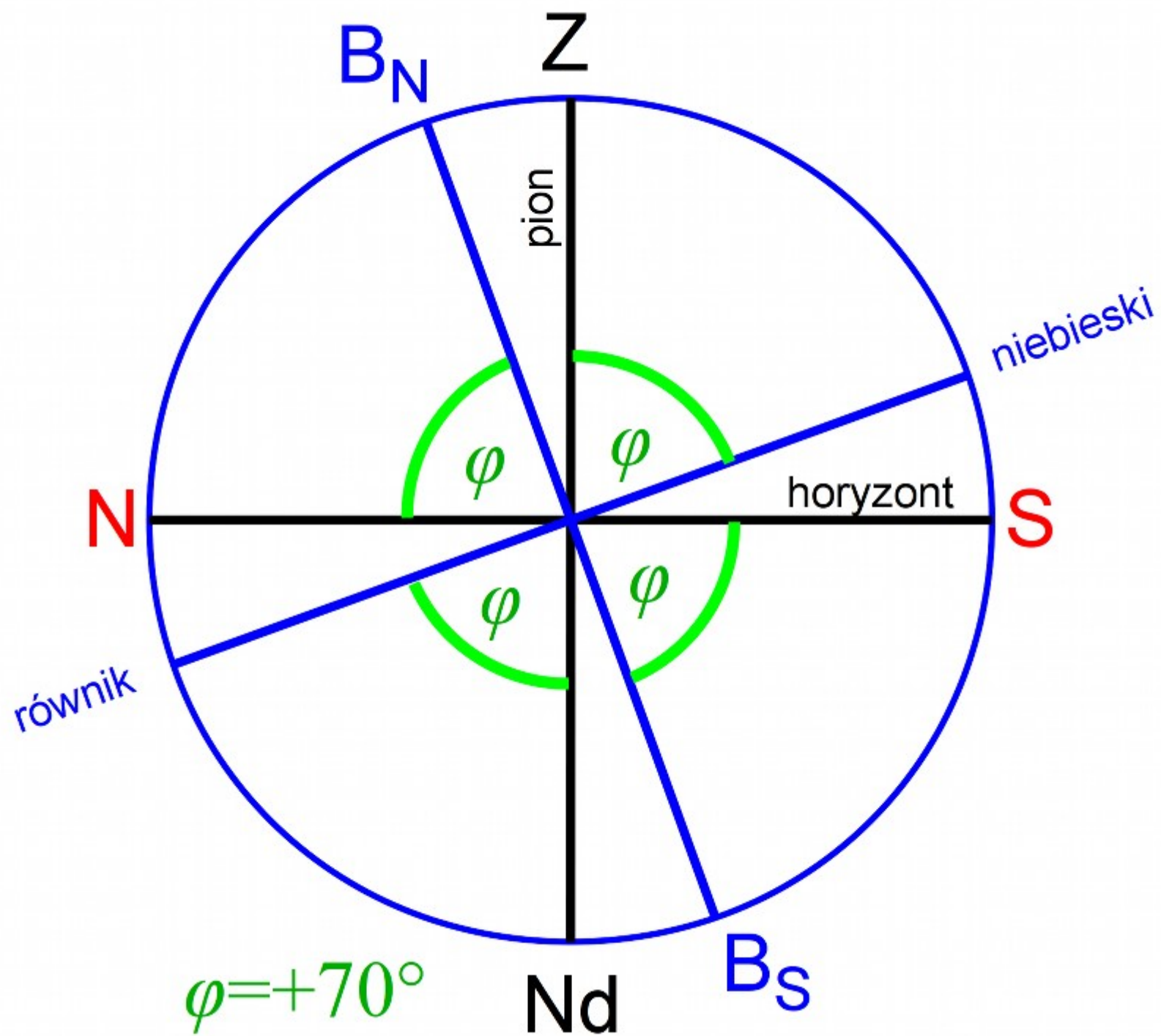


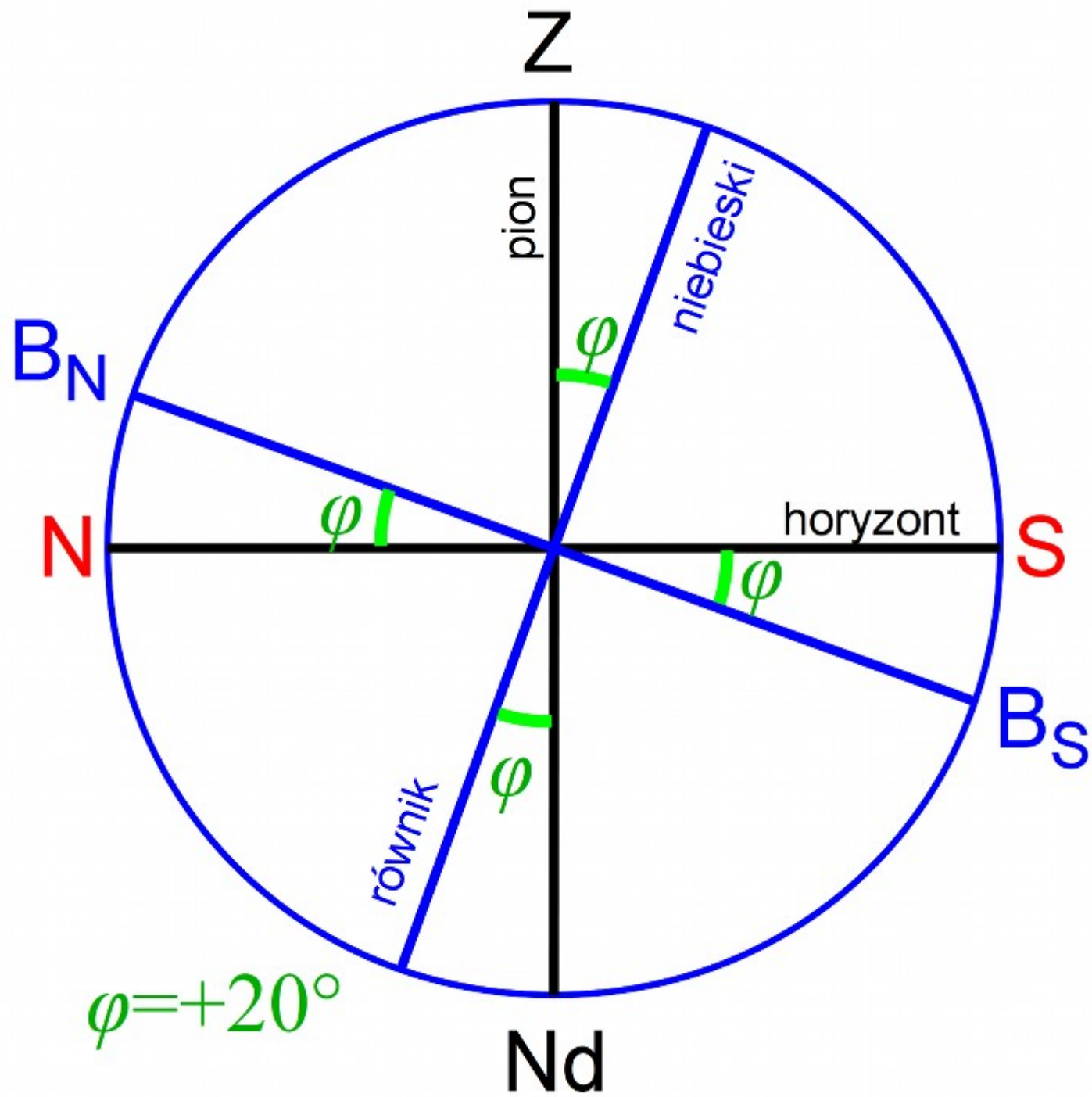




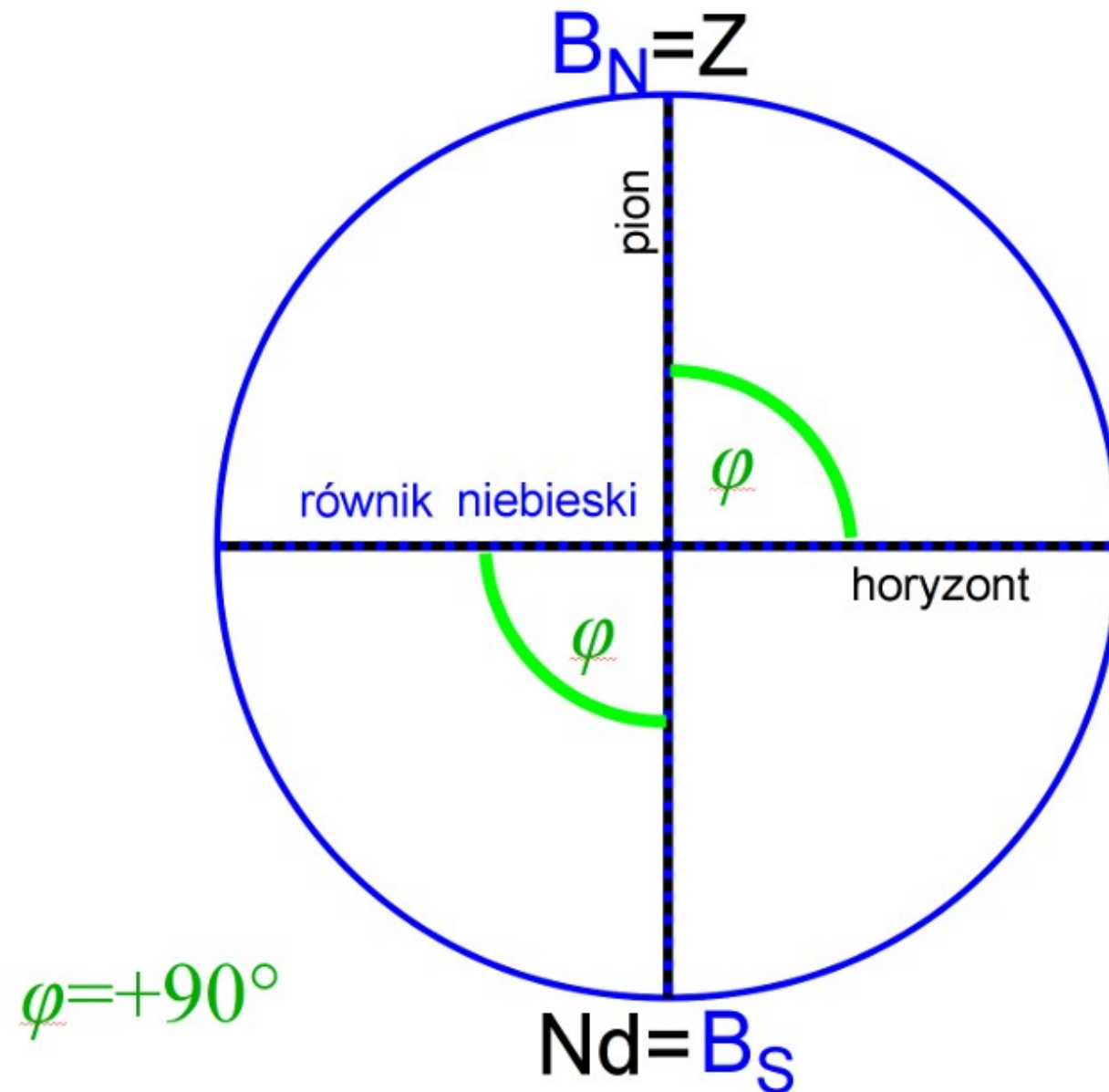




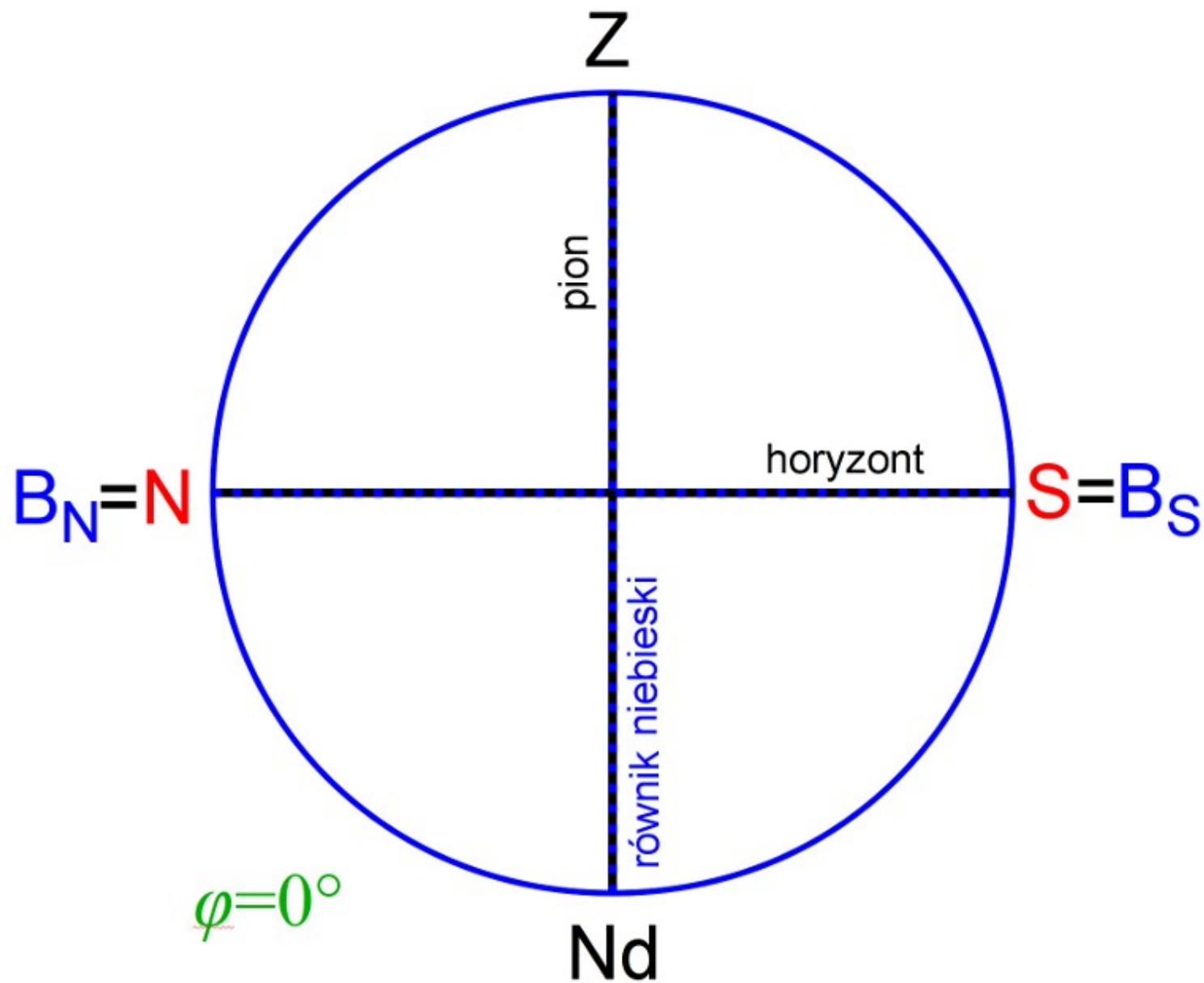


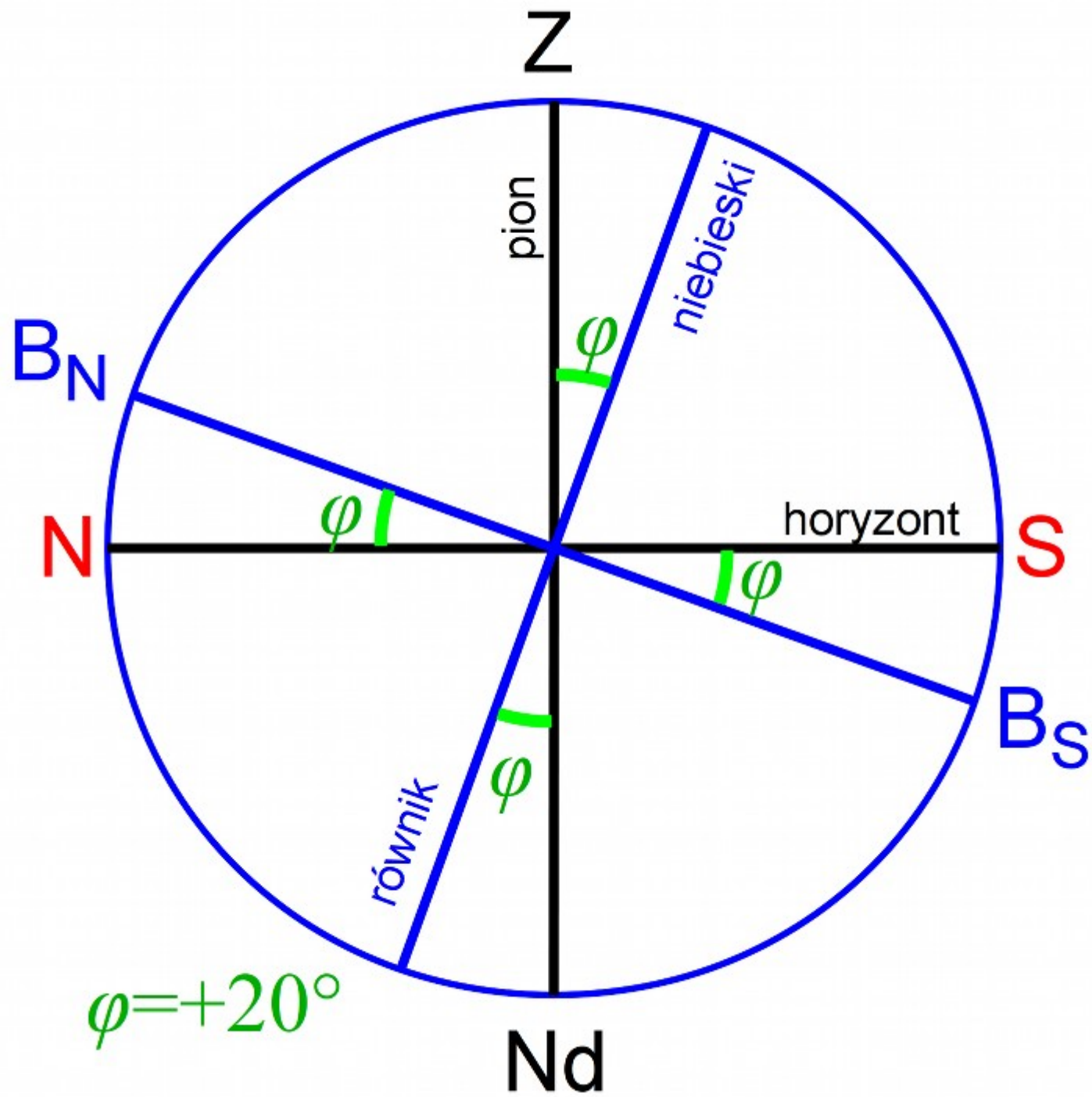


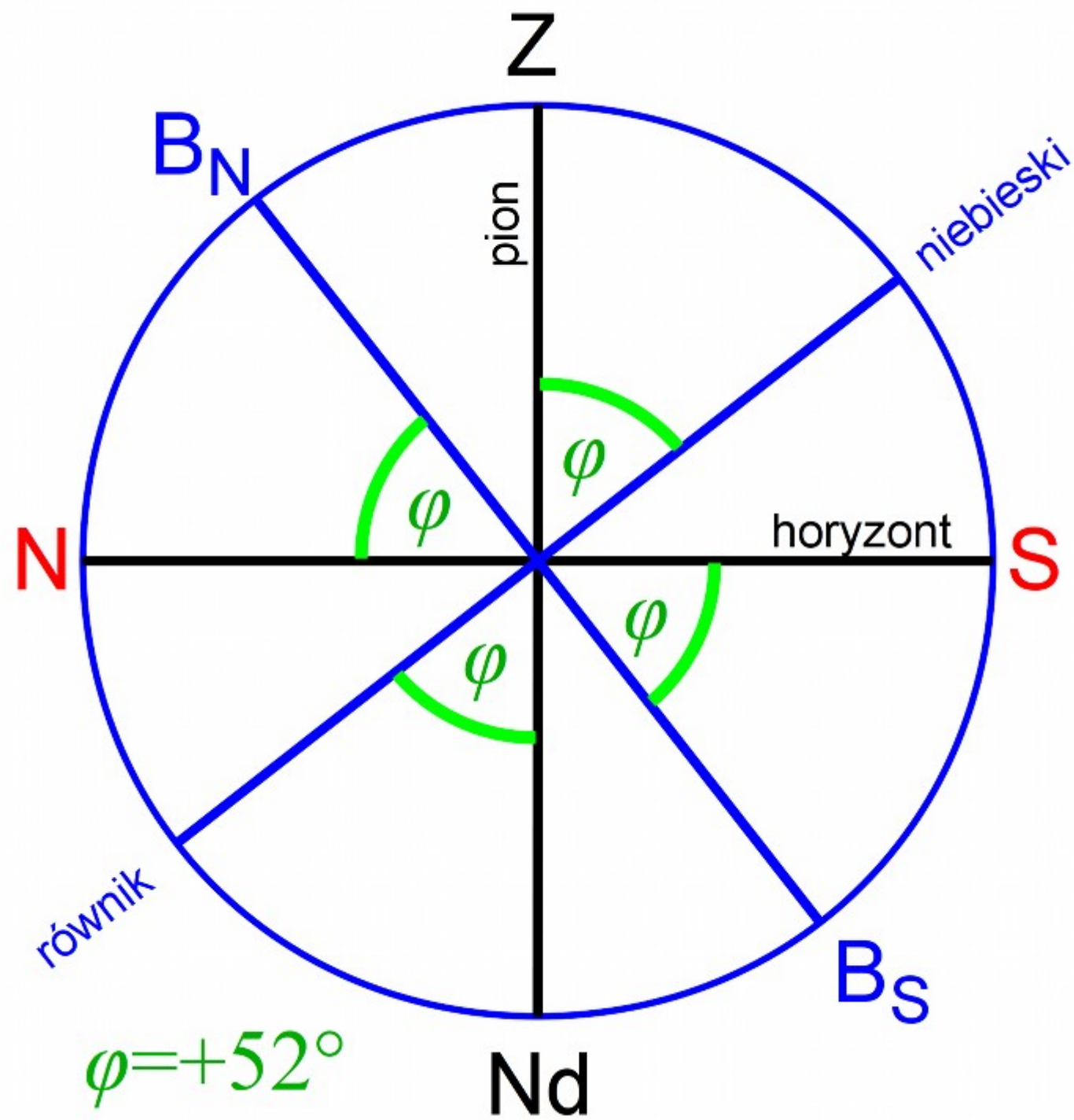
Na biegunie północnym...



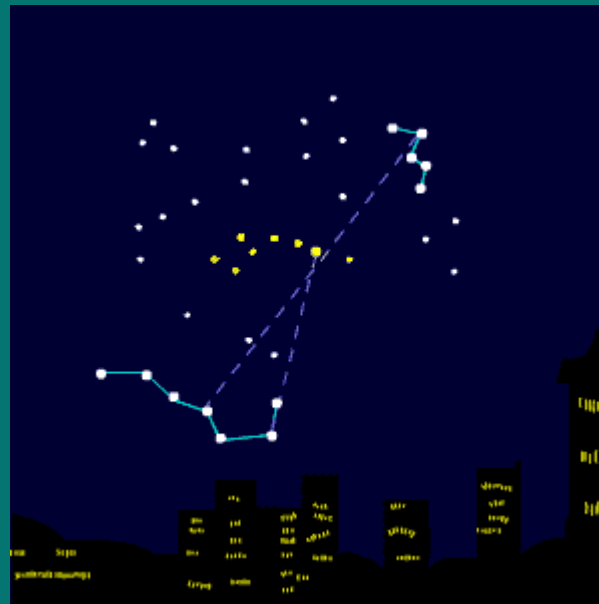
Na równiku ...







Ruch dobowy sfery niebieskiej



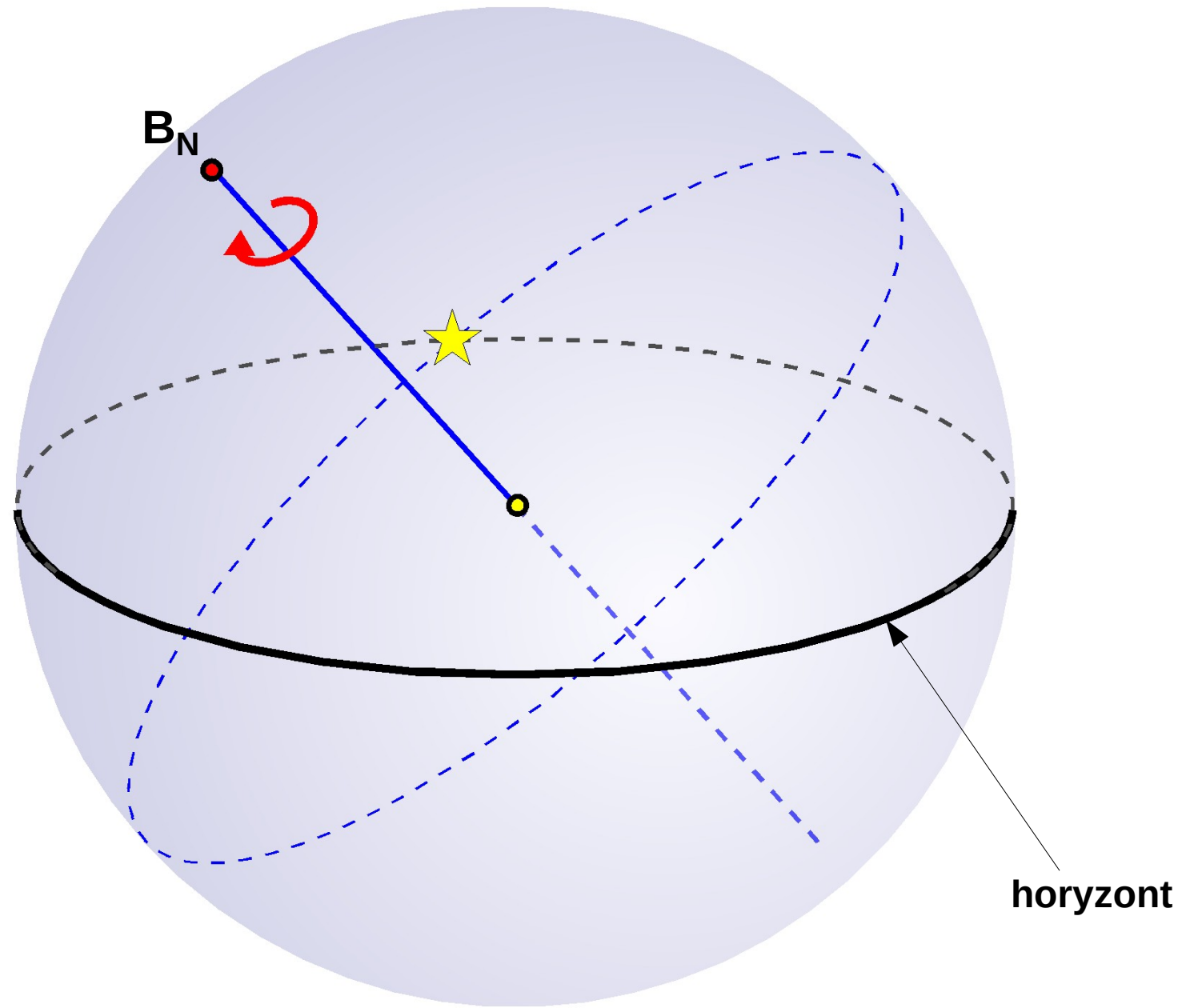
by Mjchael

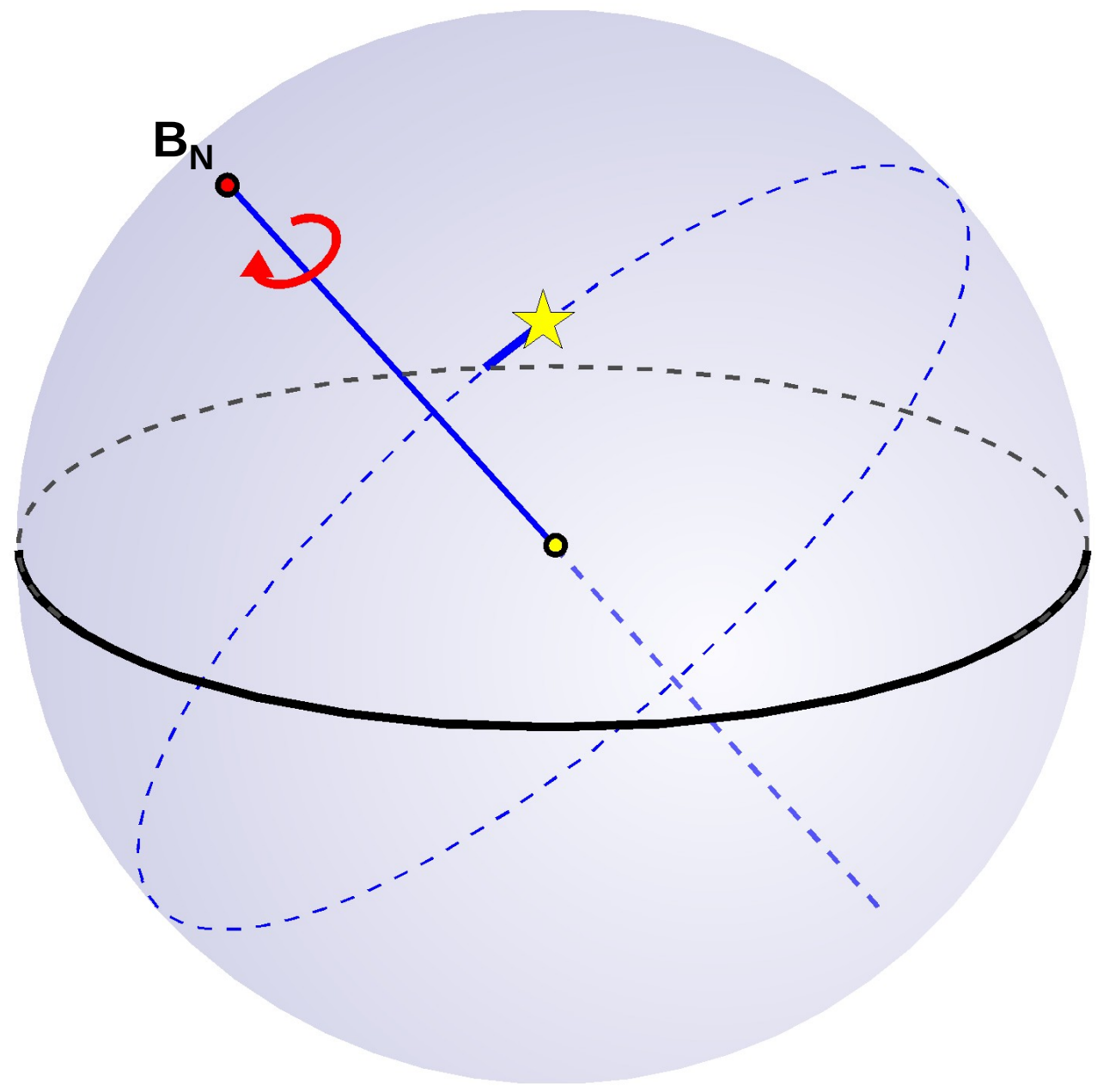


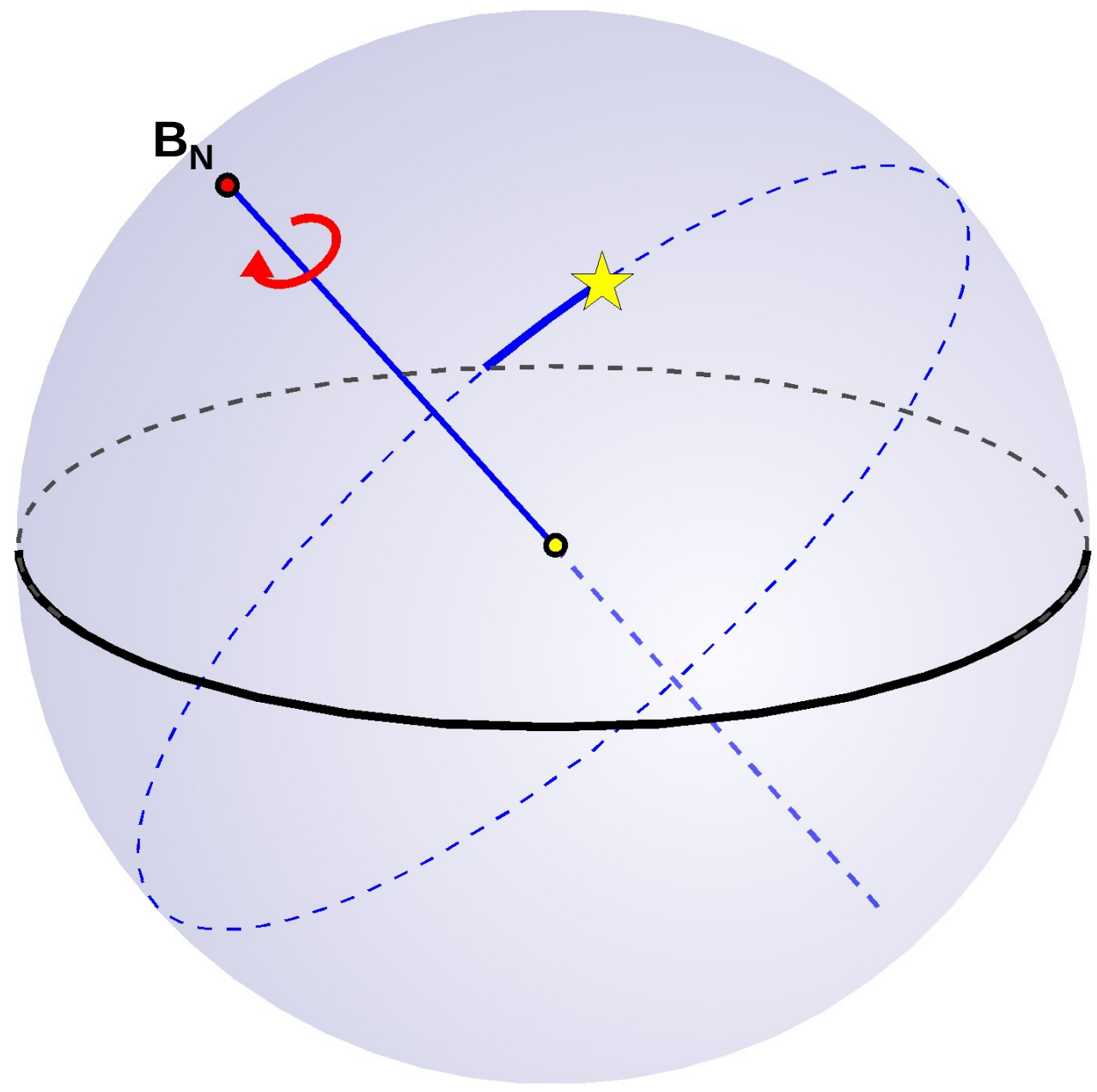
Photo by: Selim S.

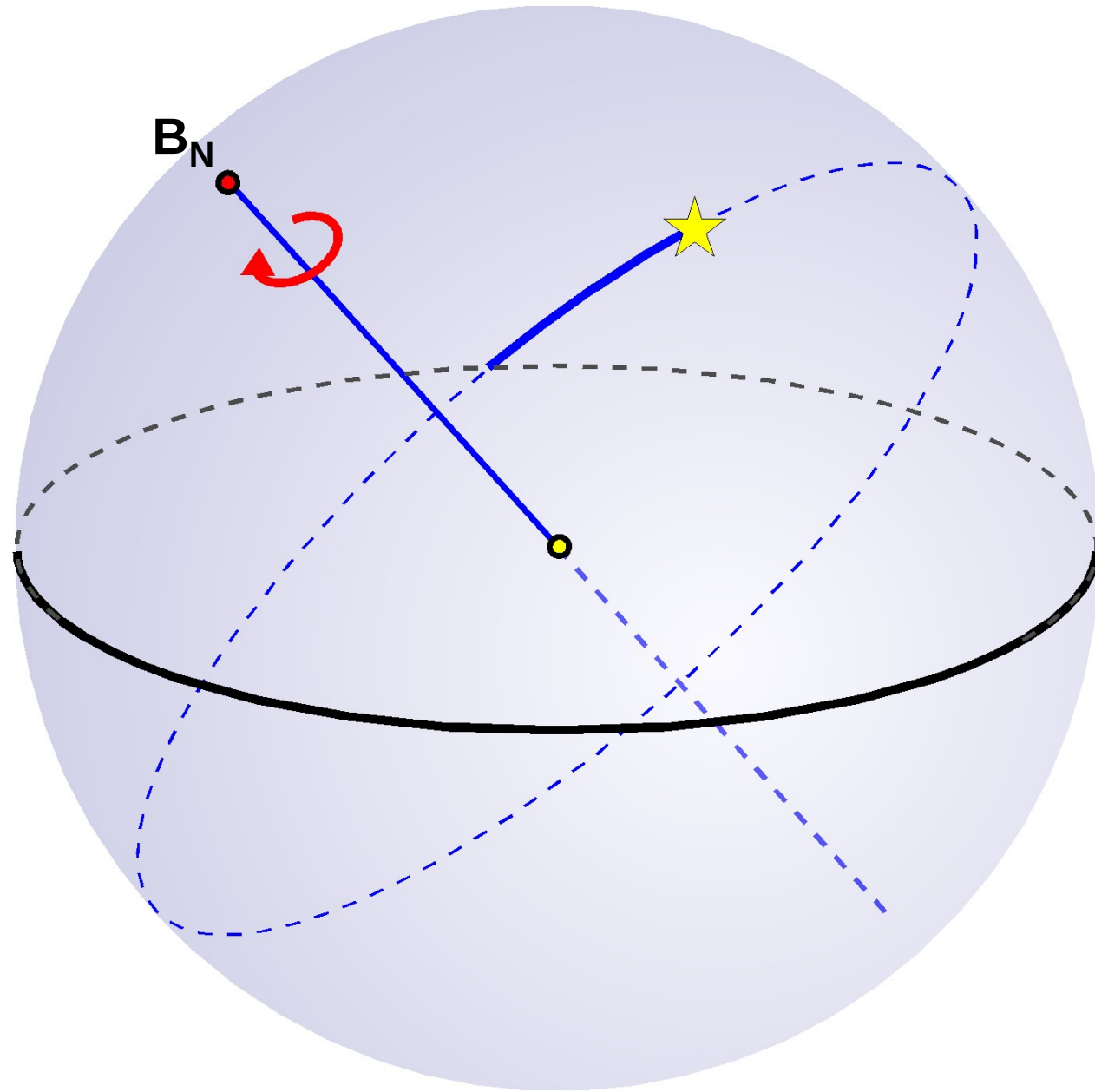


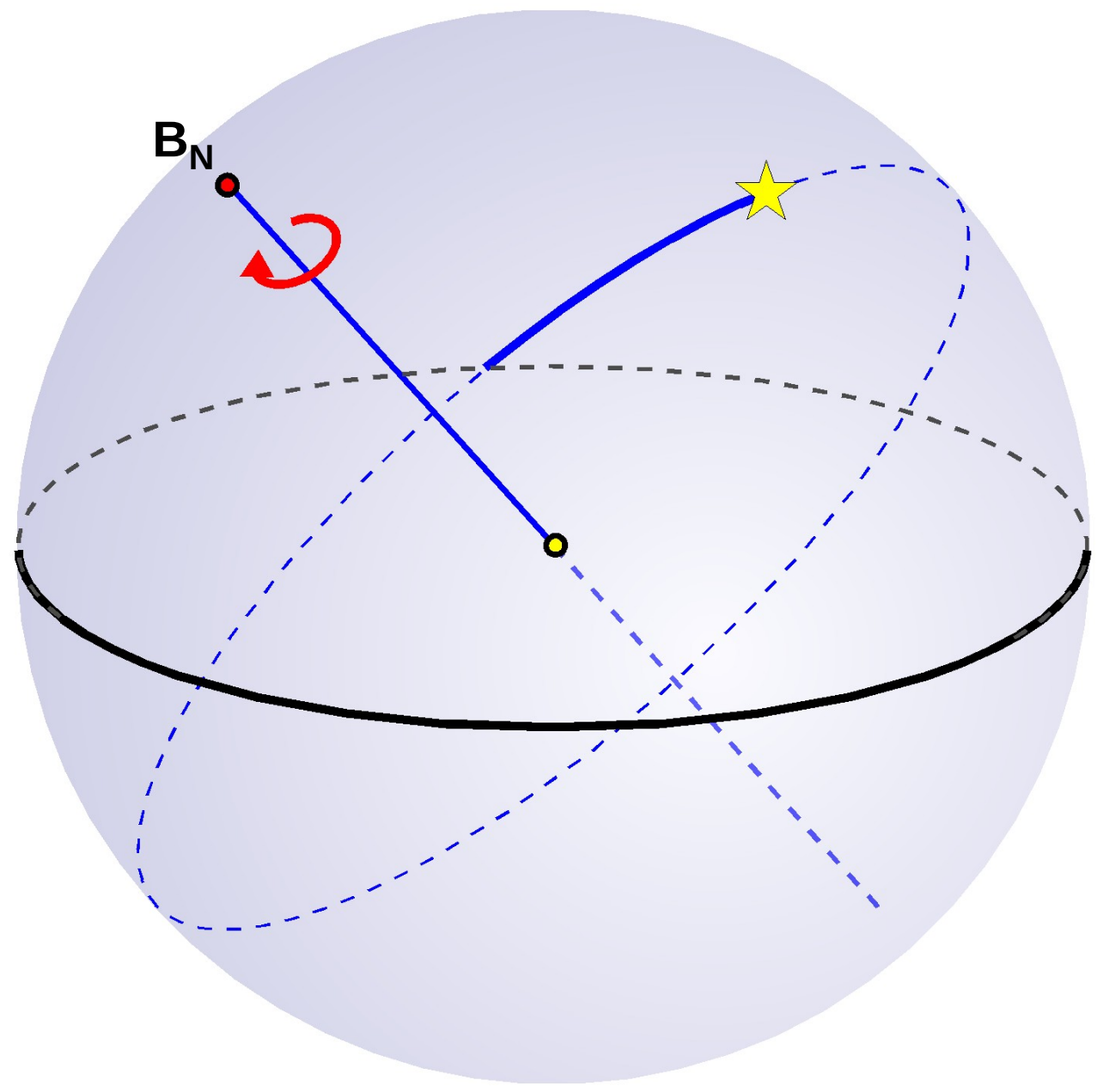
Mt Hamilton, Lick Observatory, by Ikluft

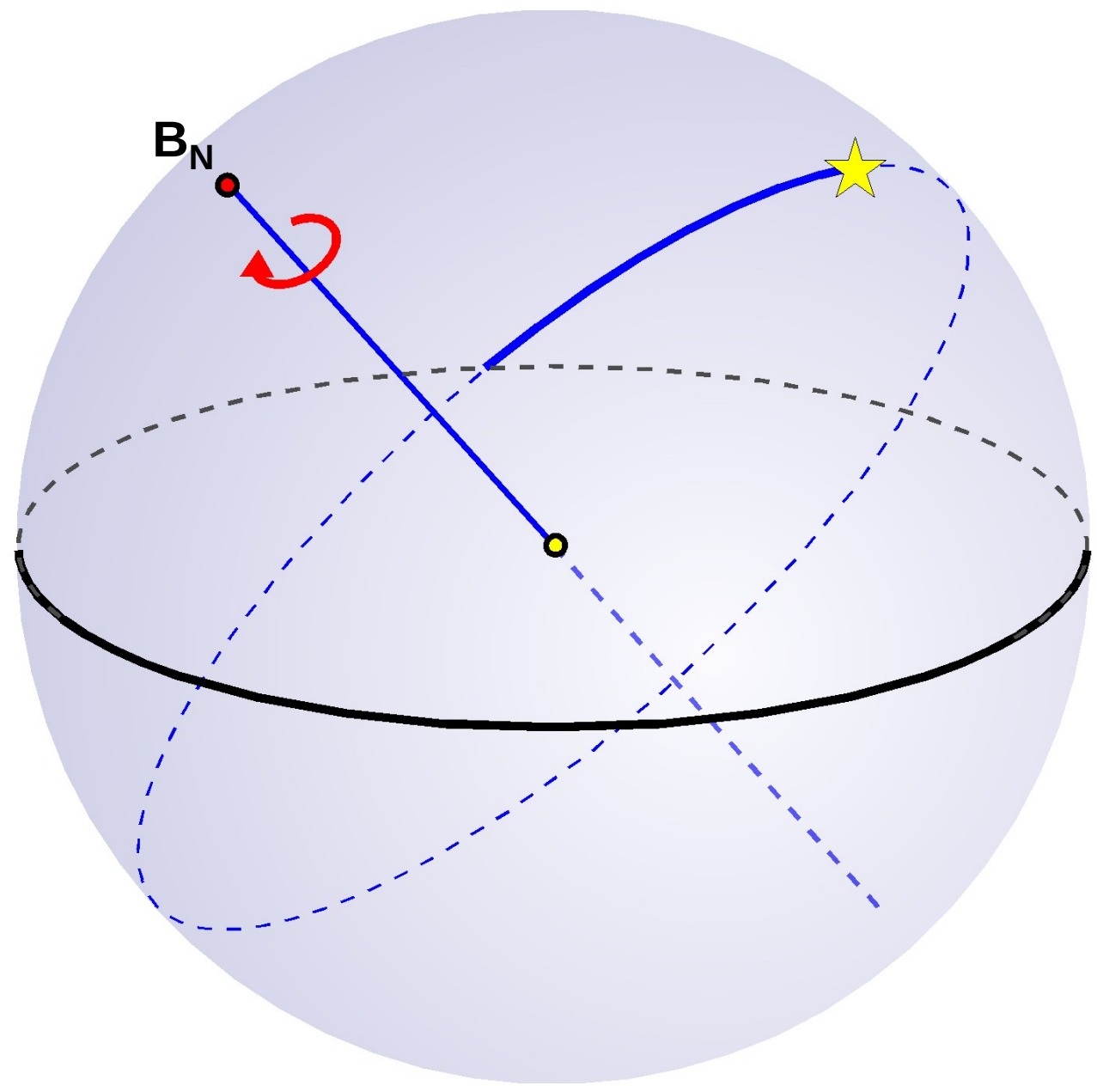


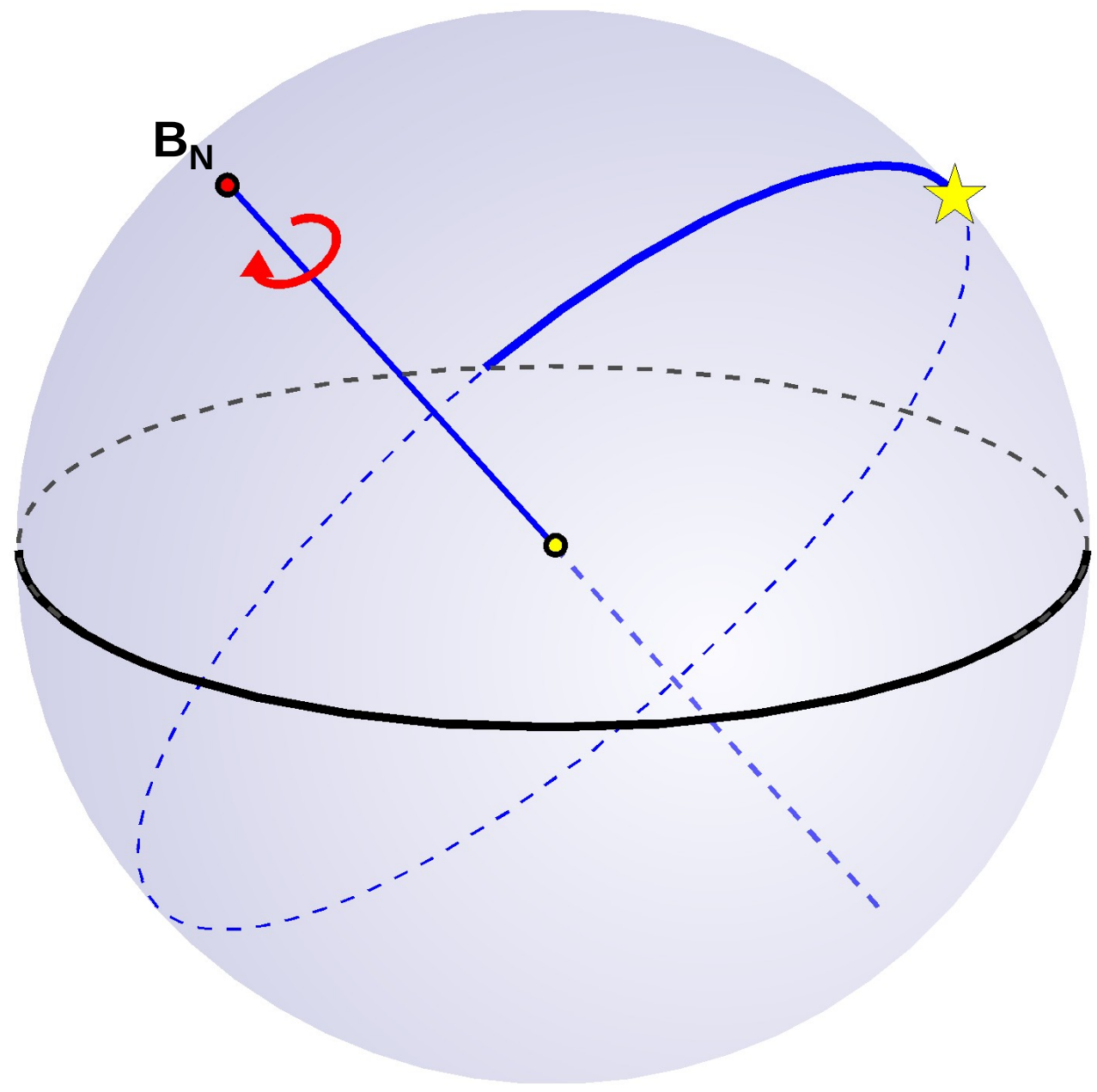


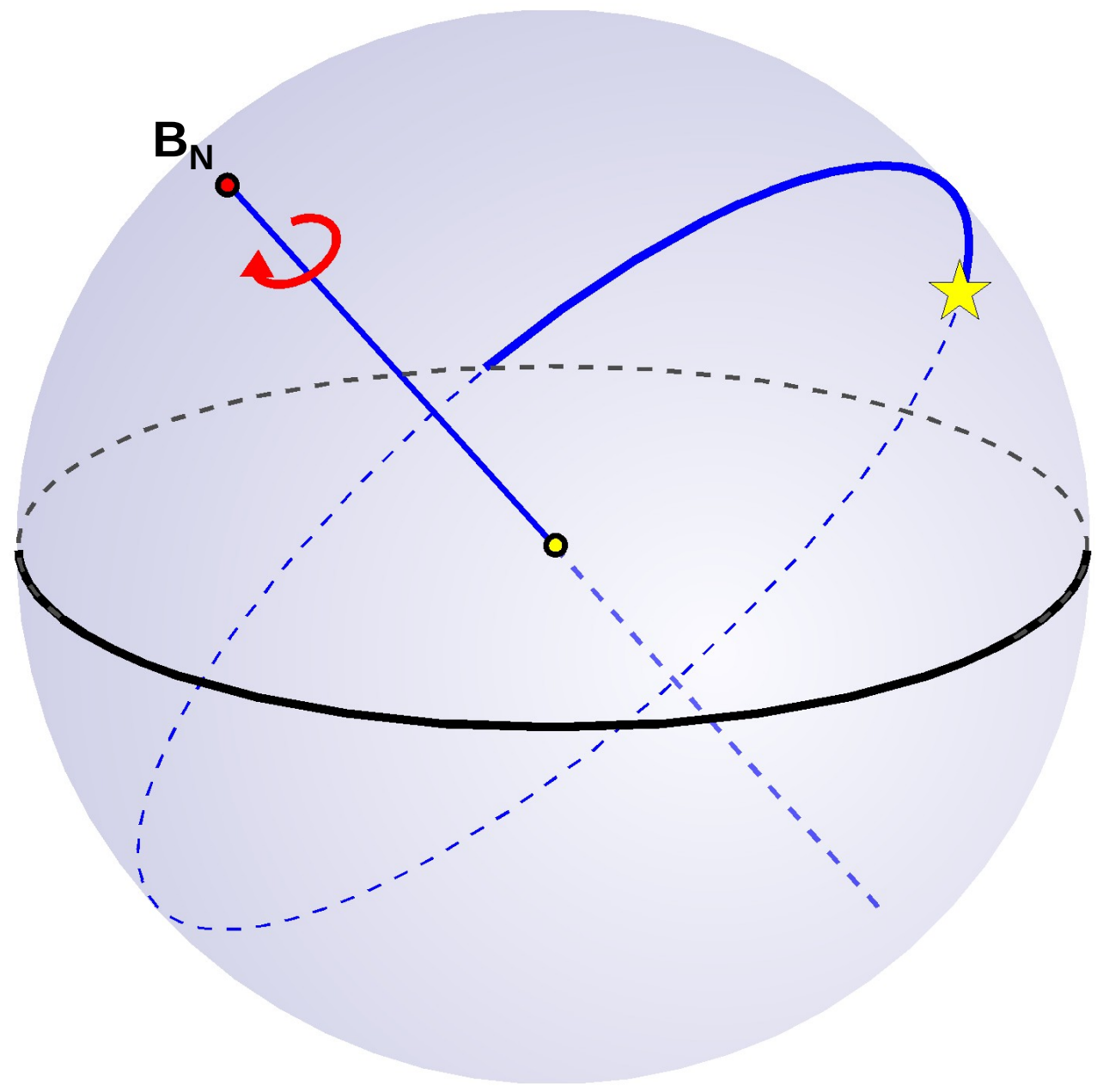


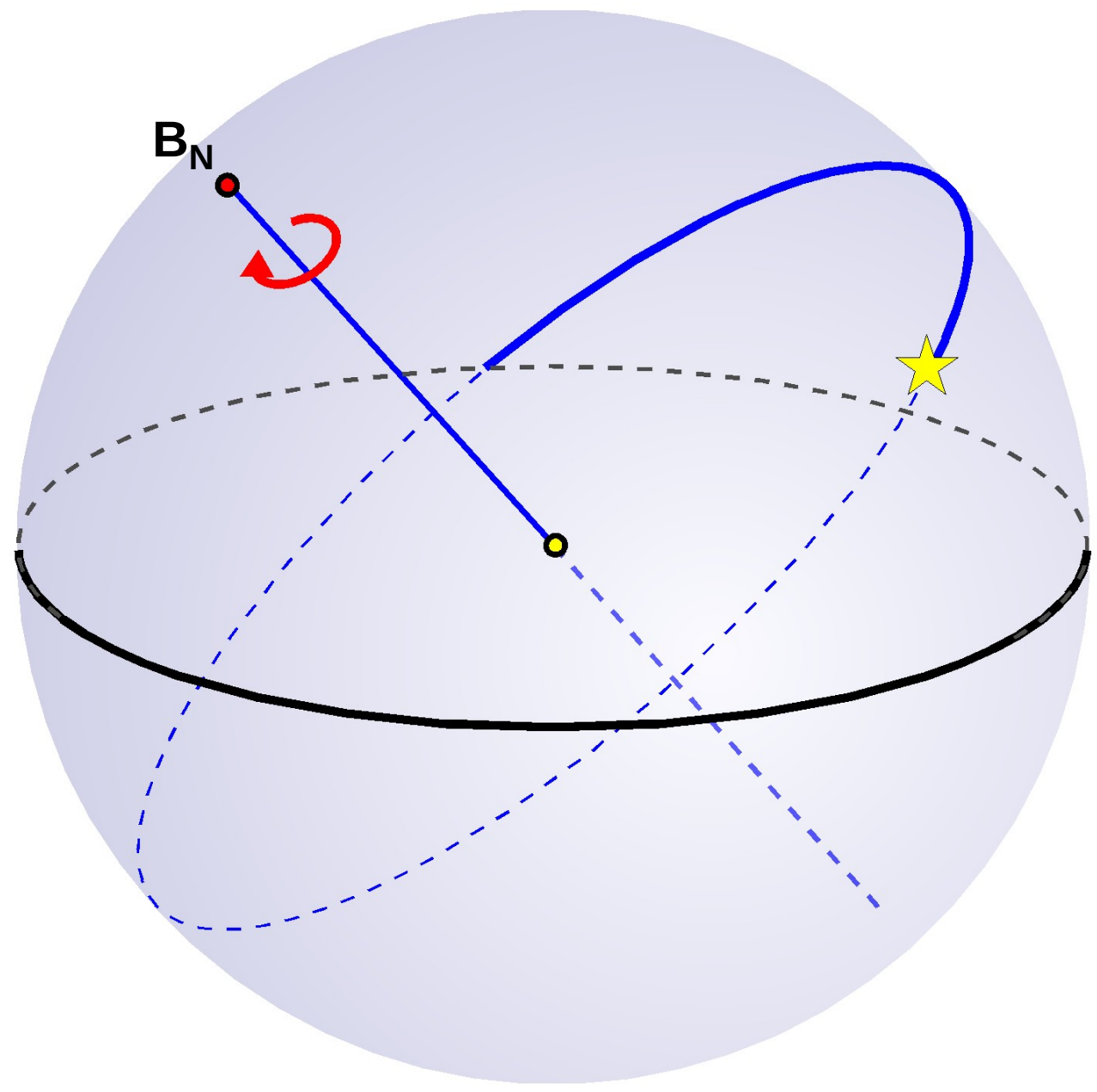


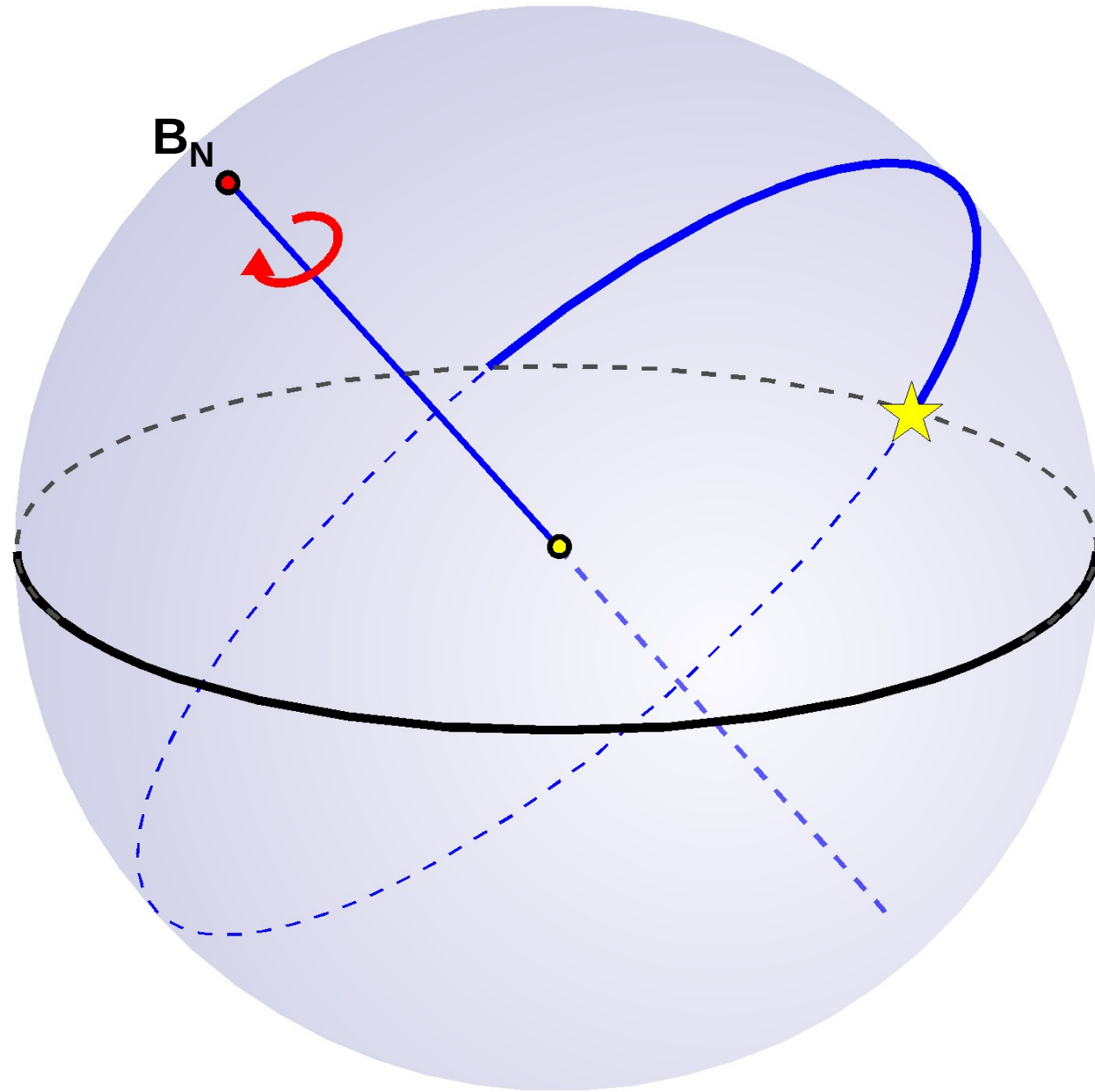


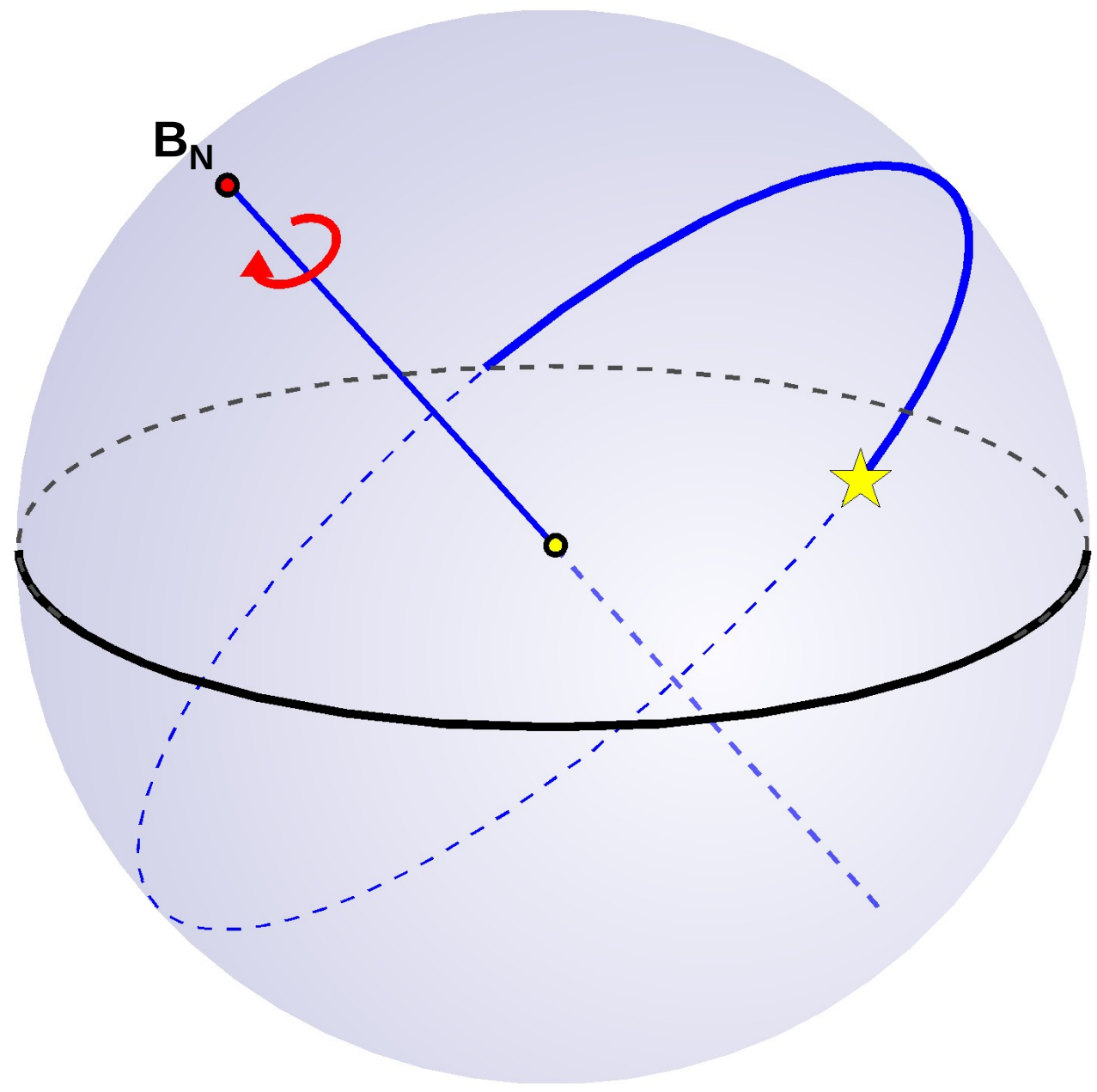


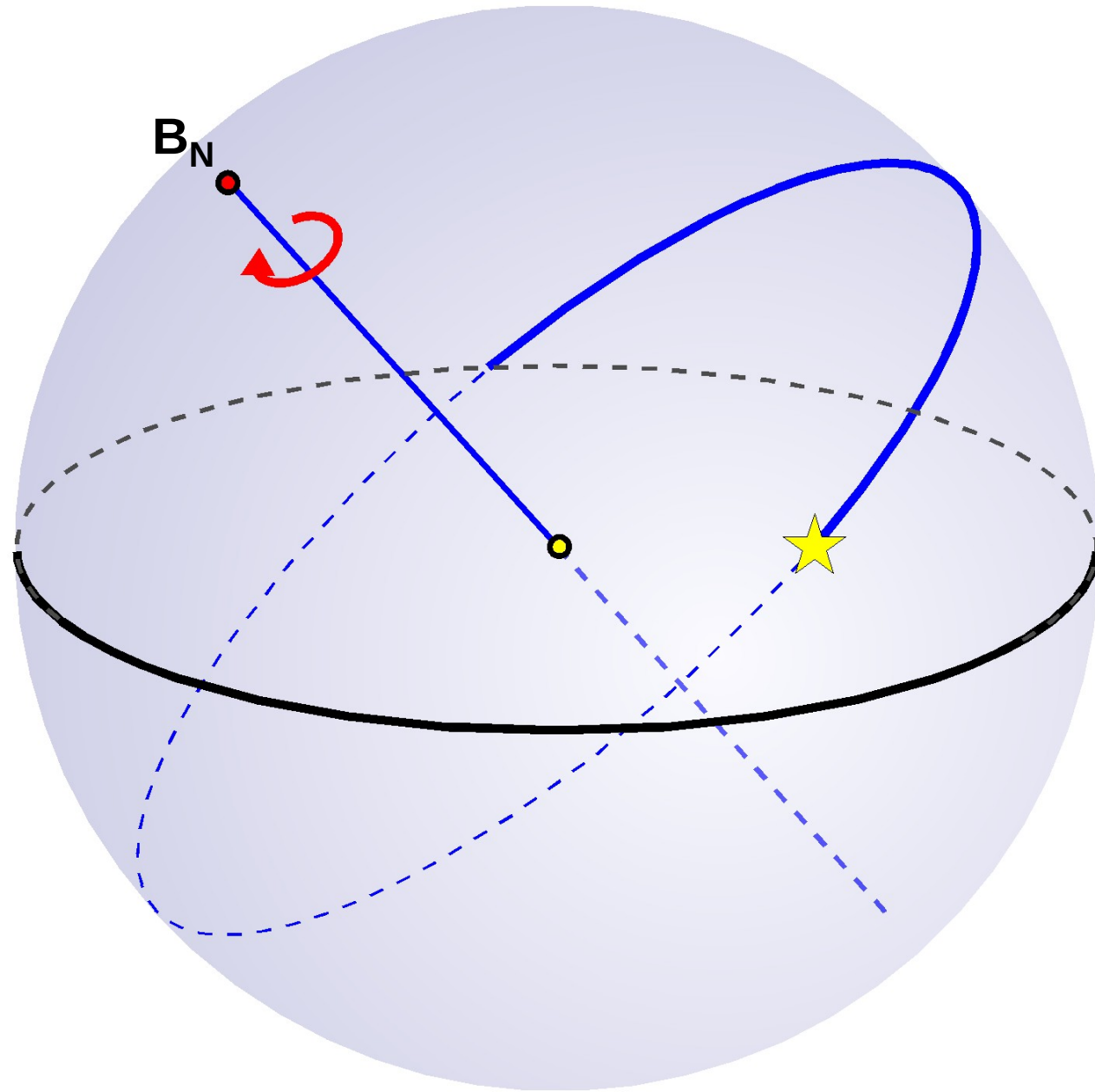


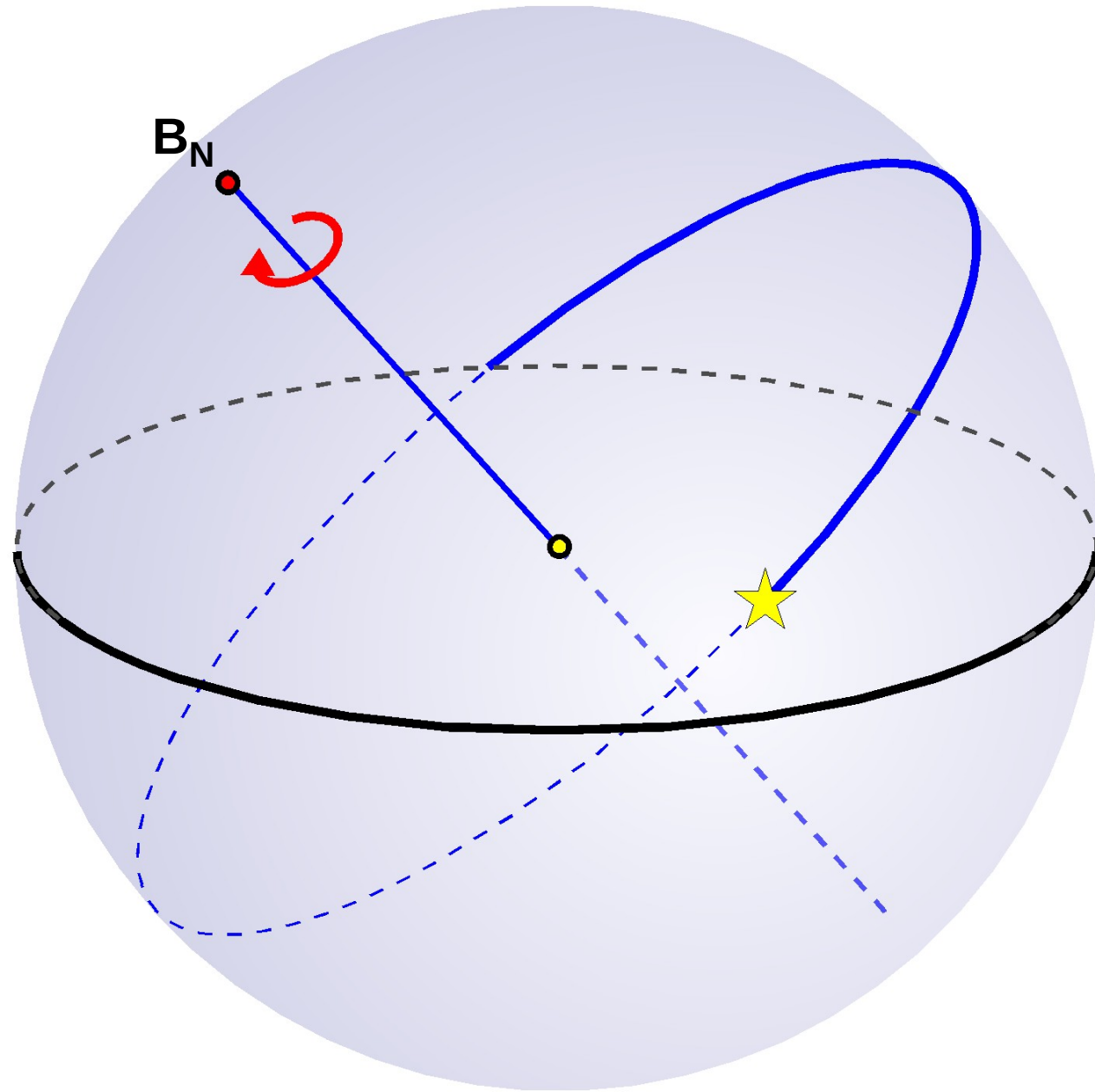


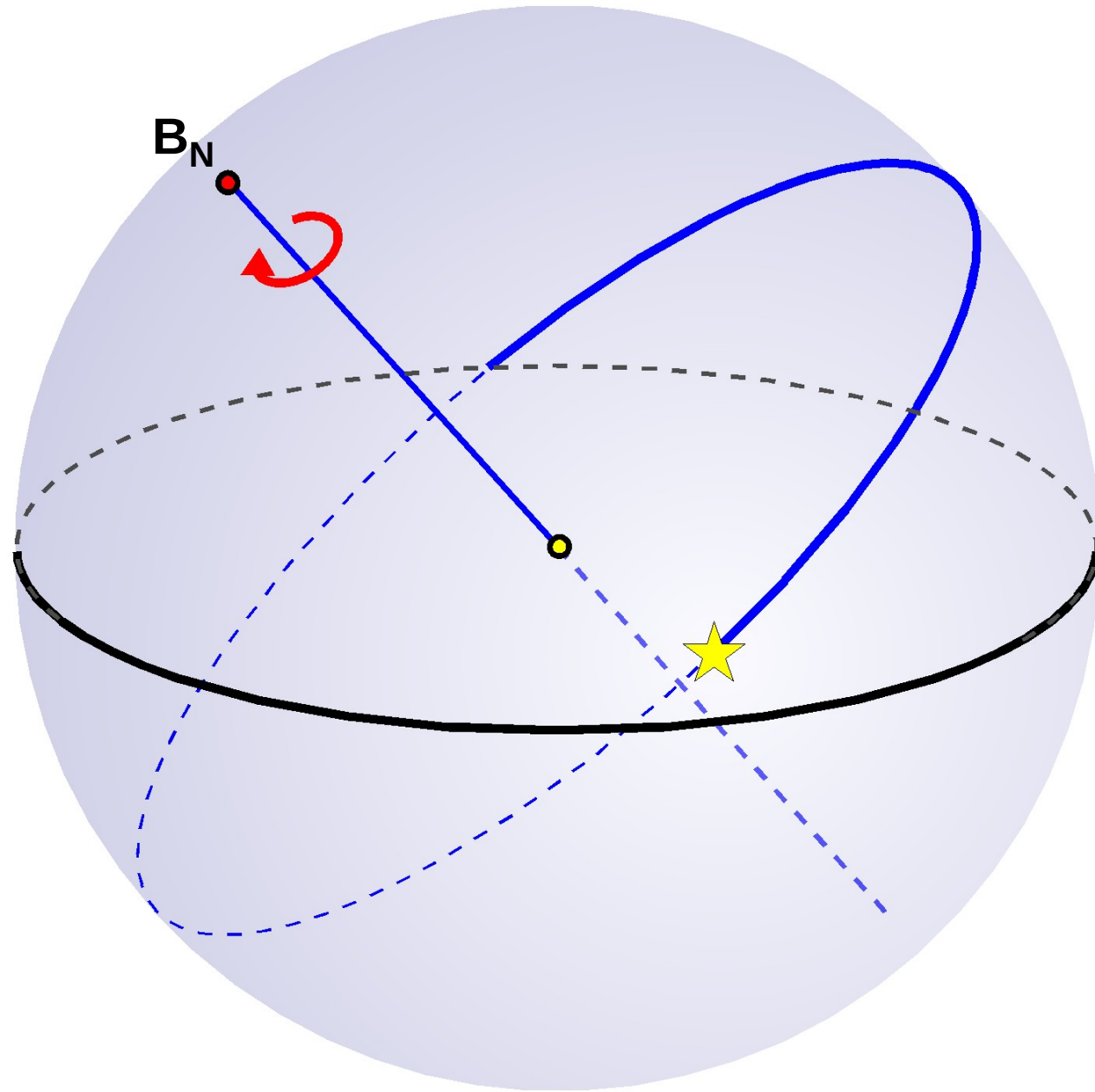


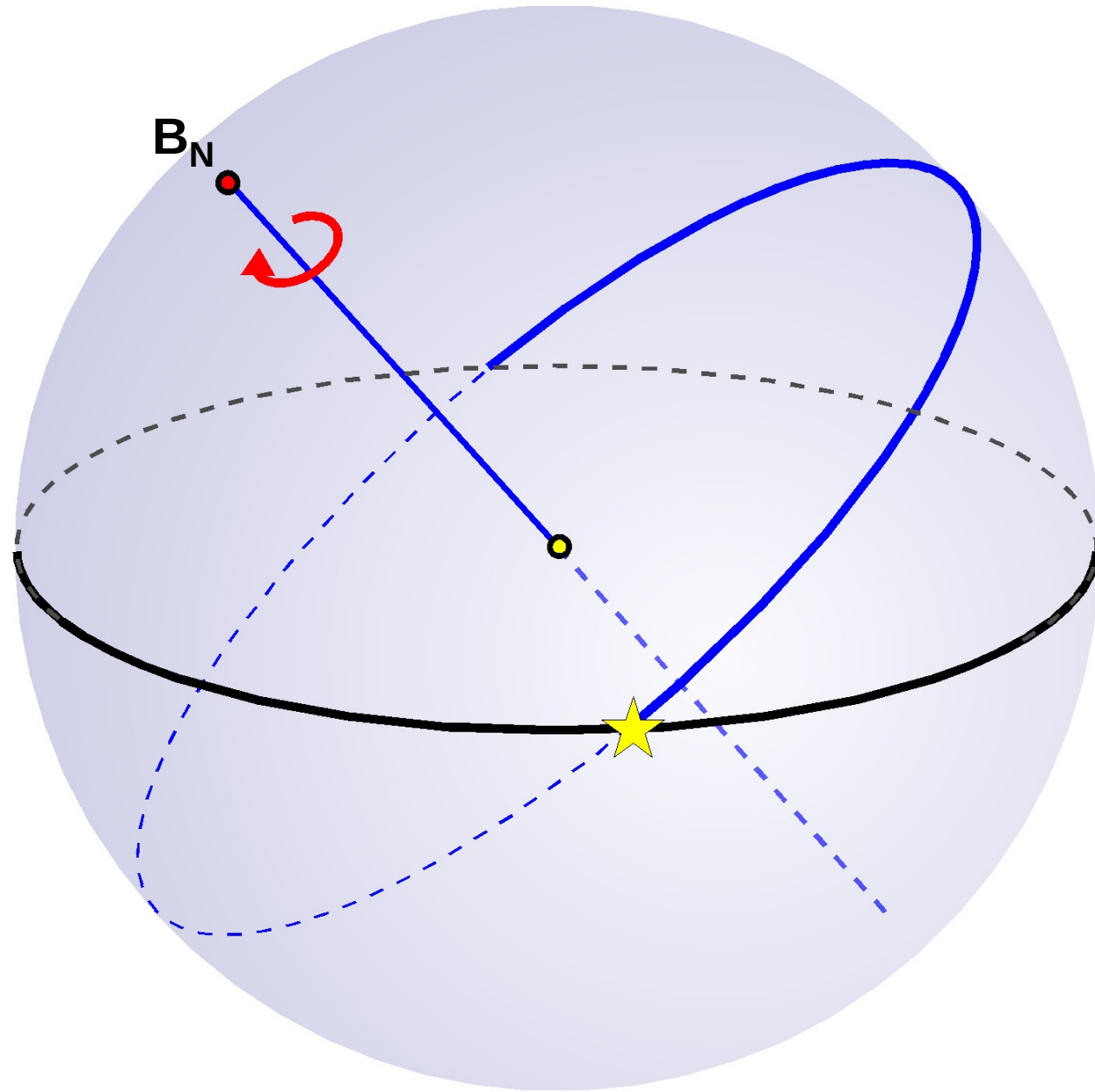


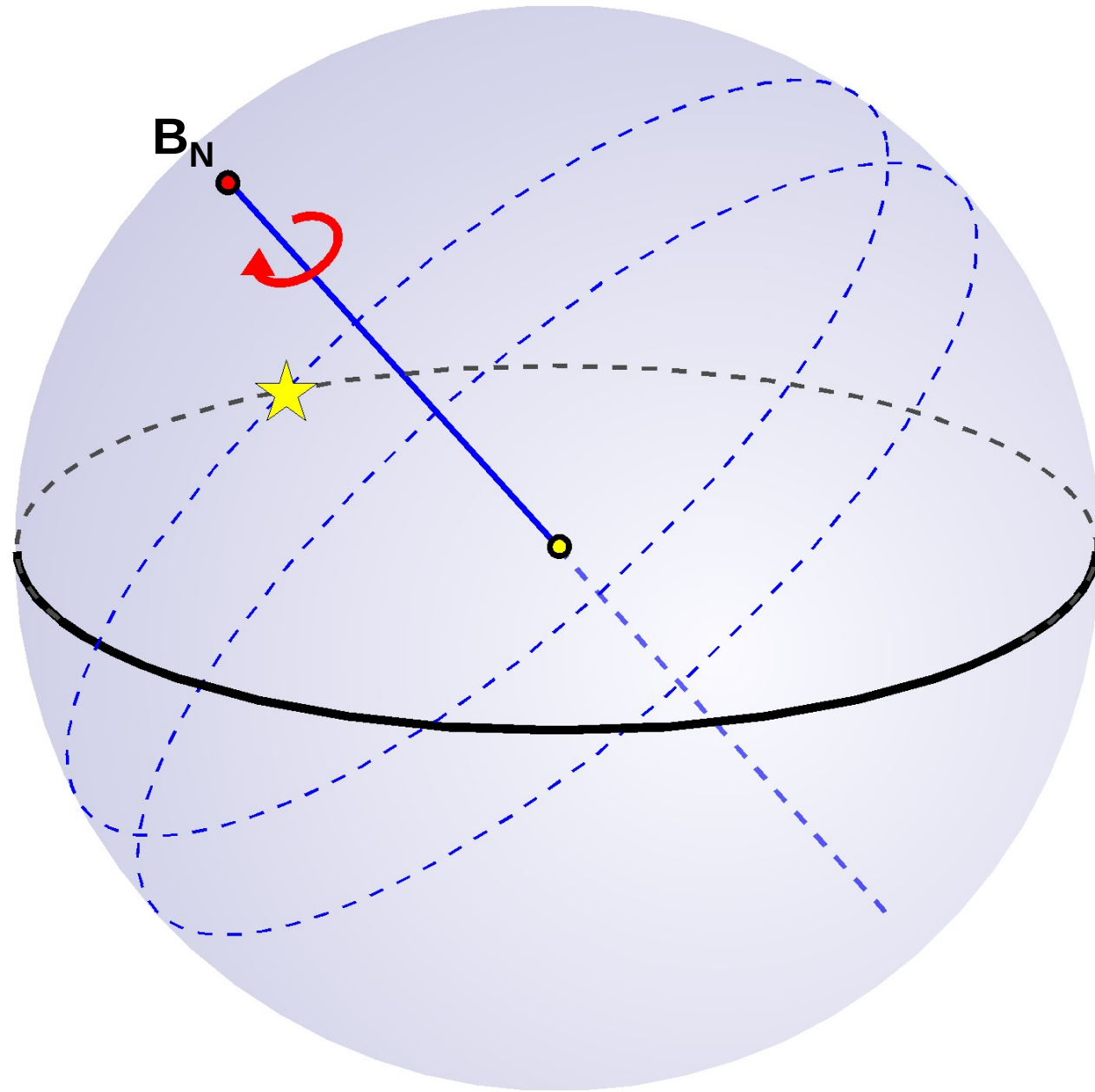


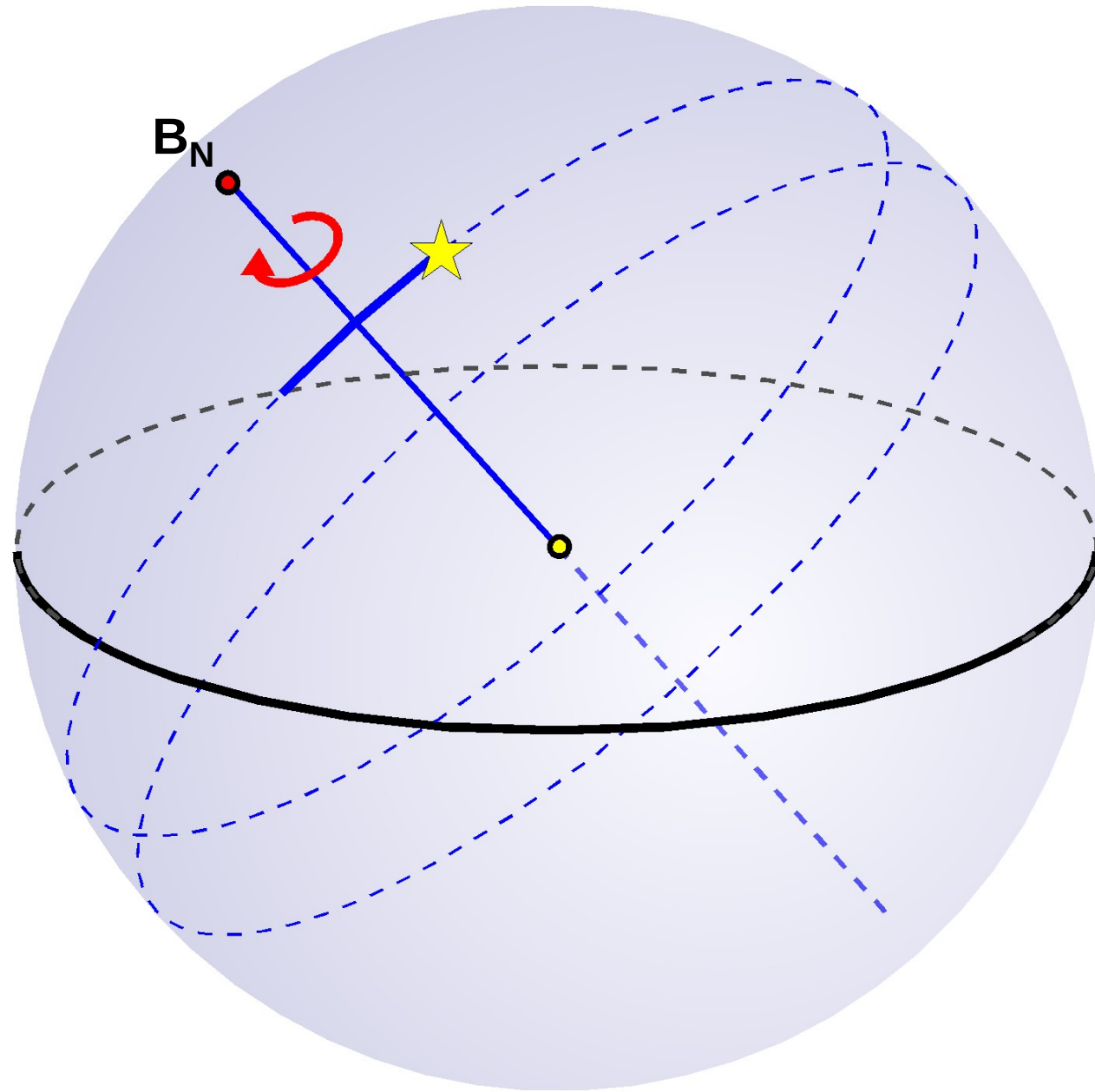


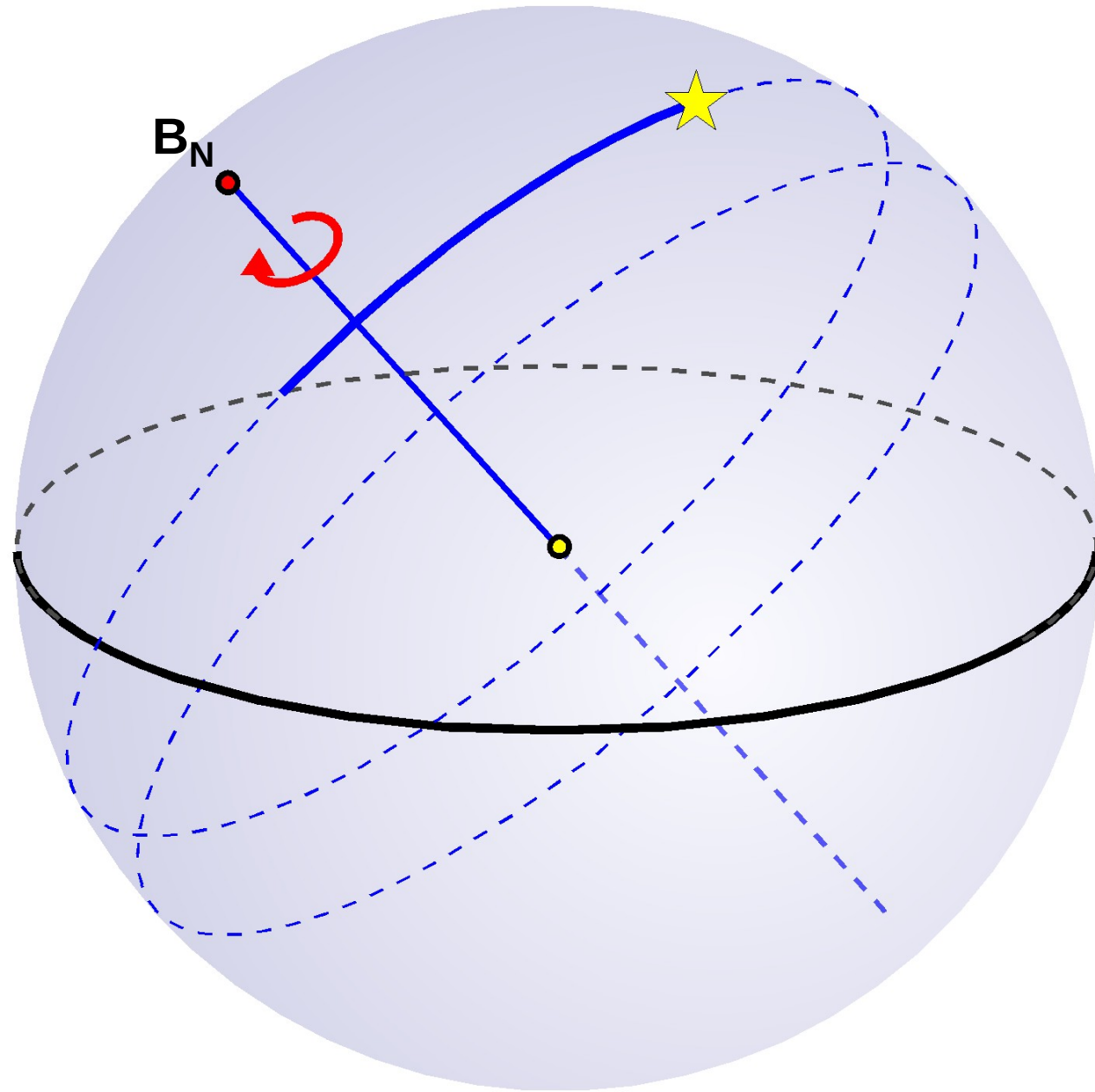


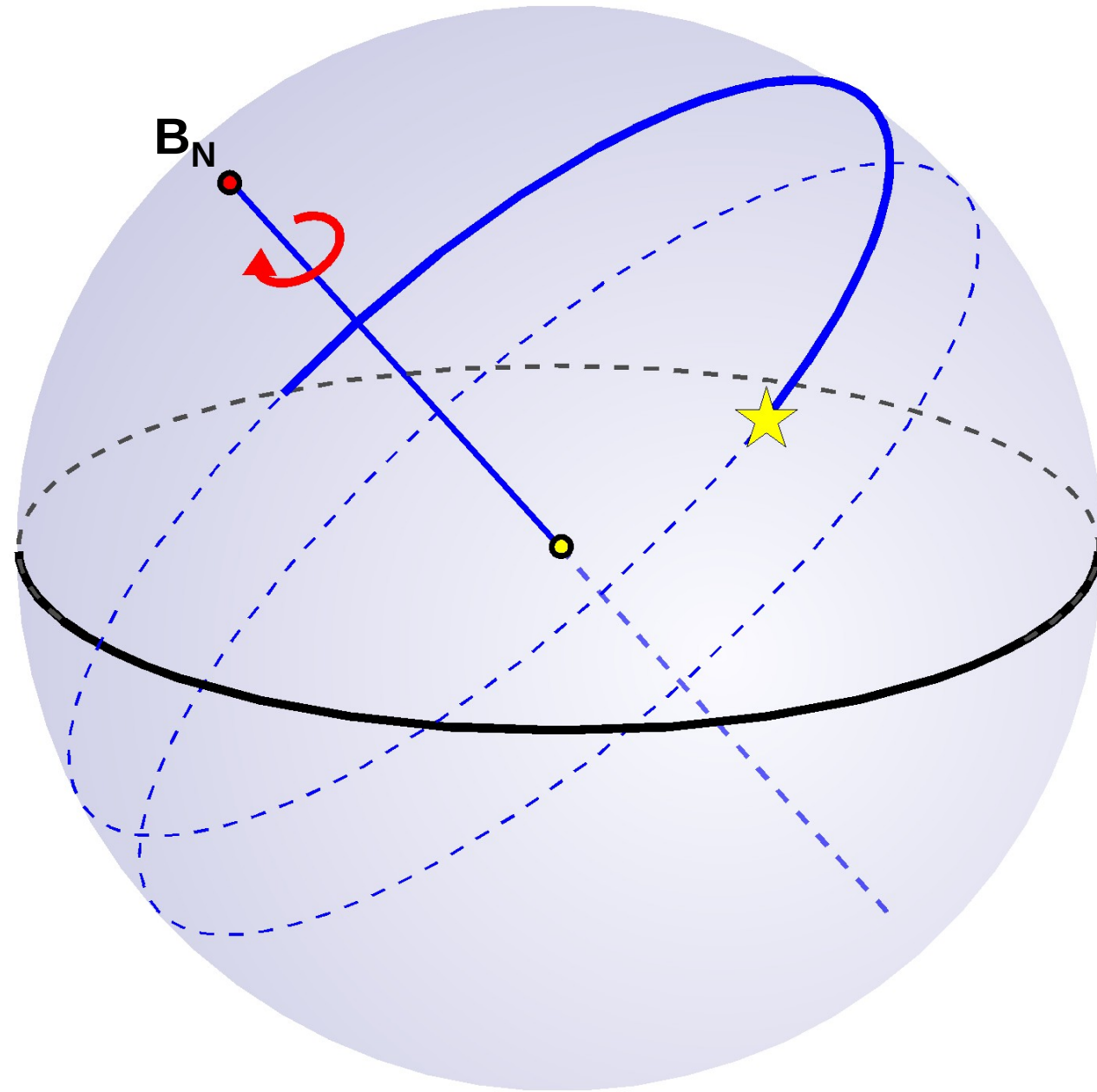


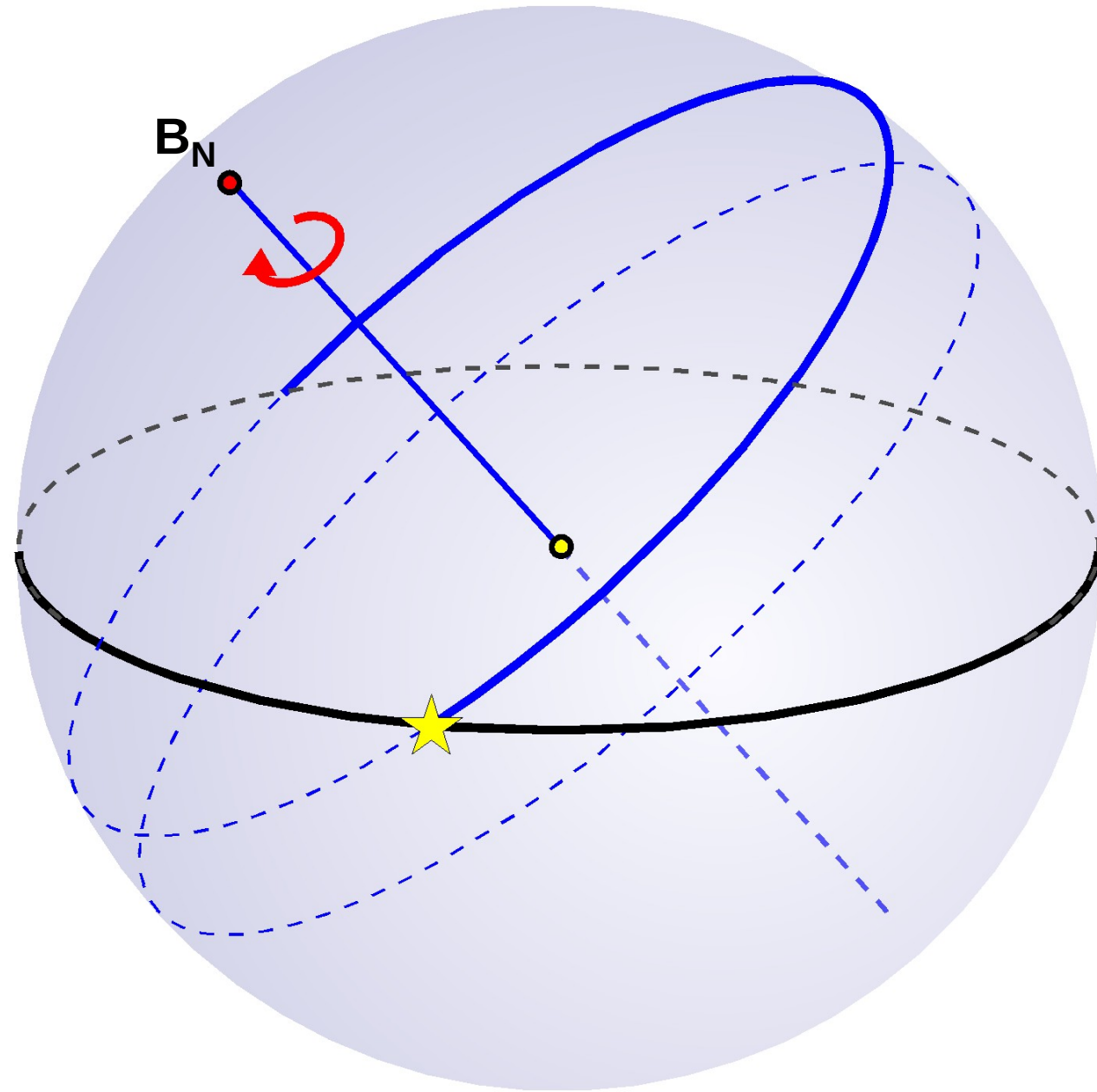


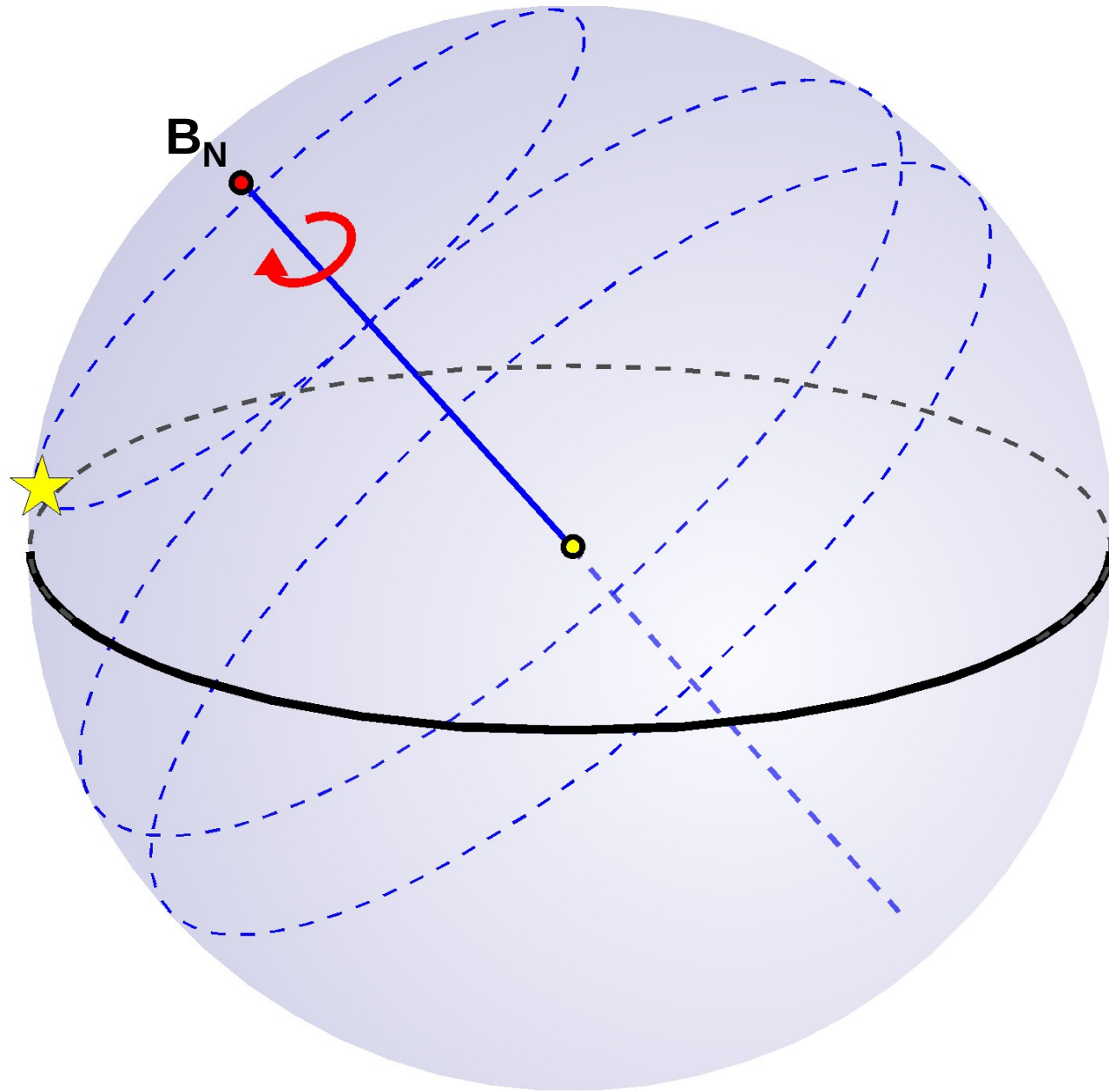


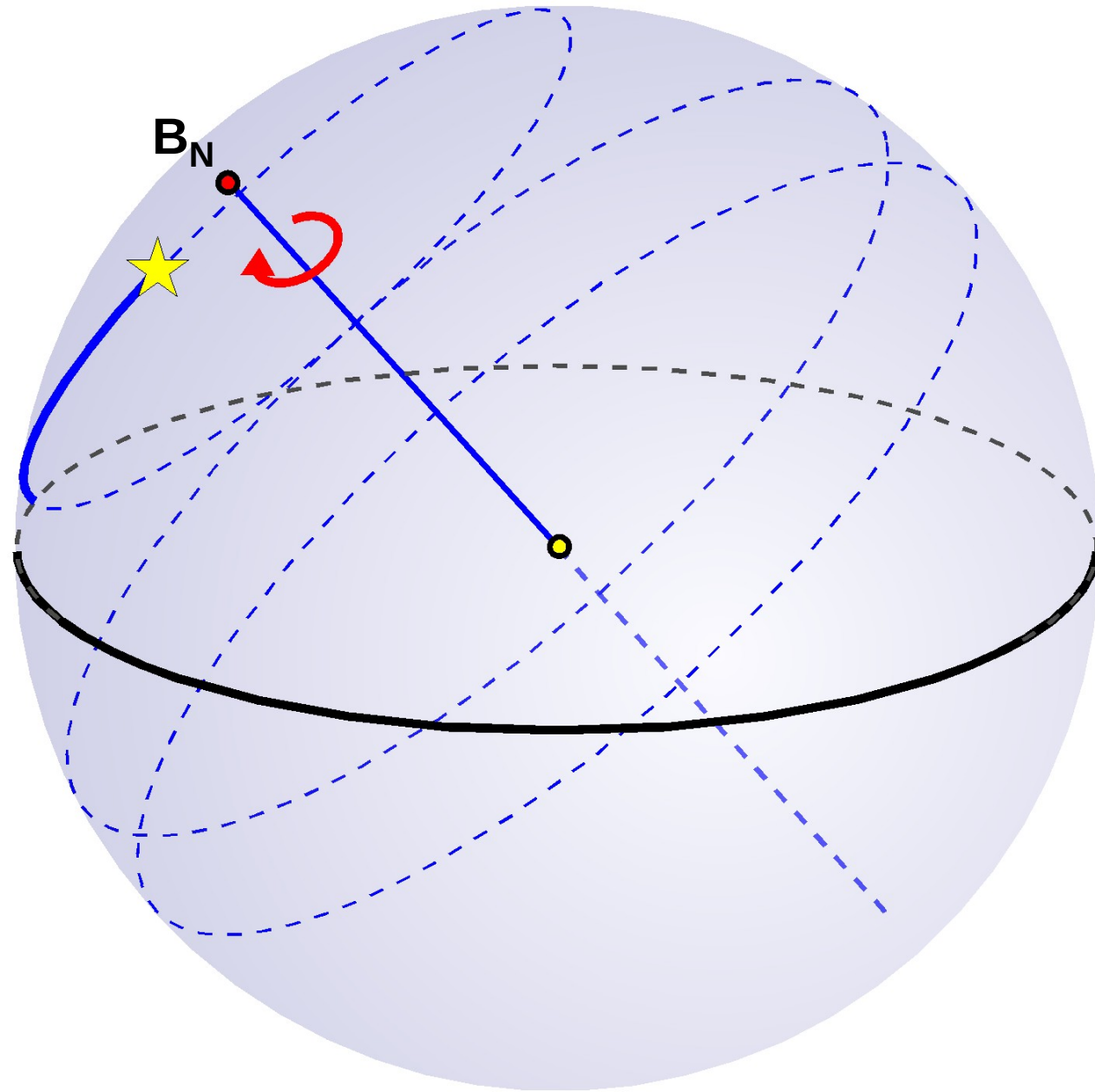


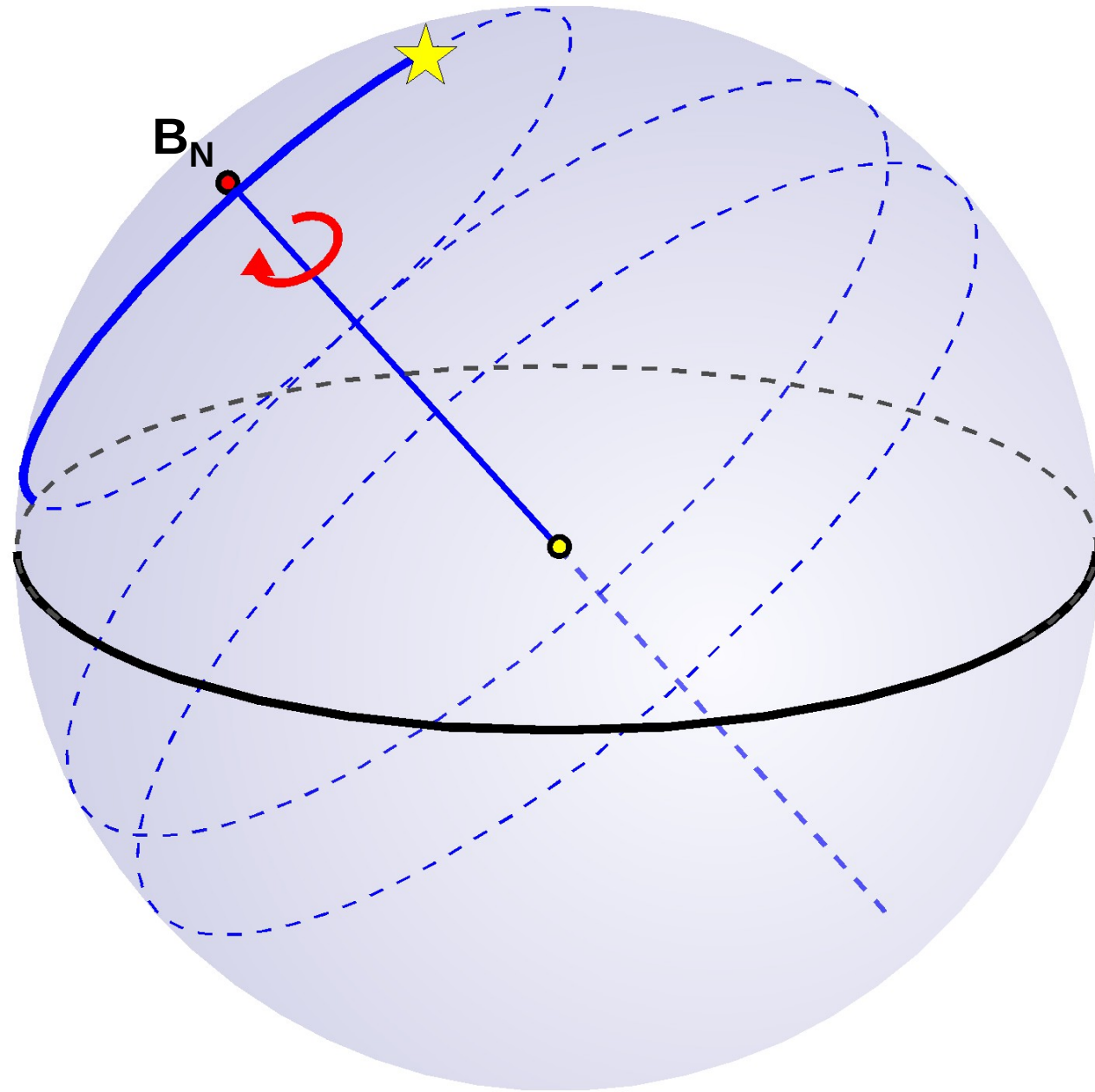


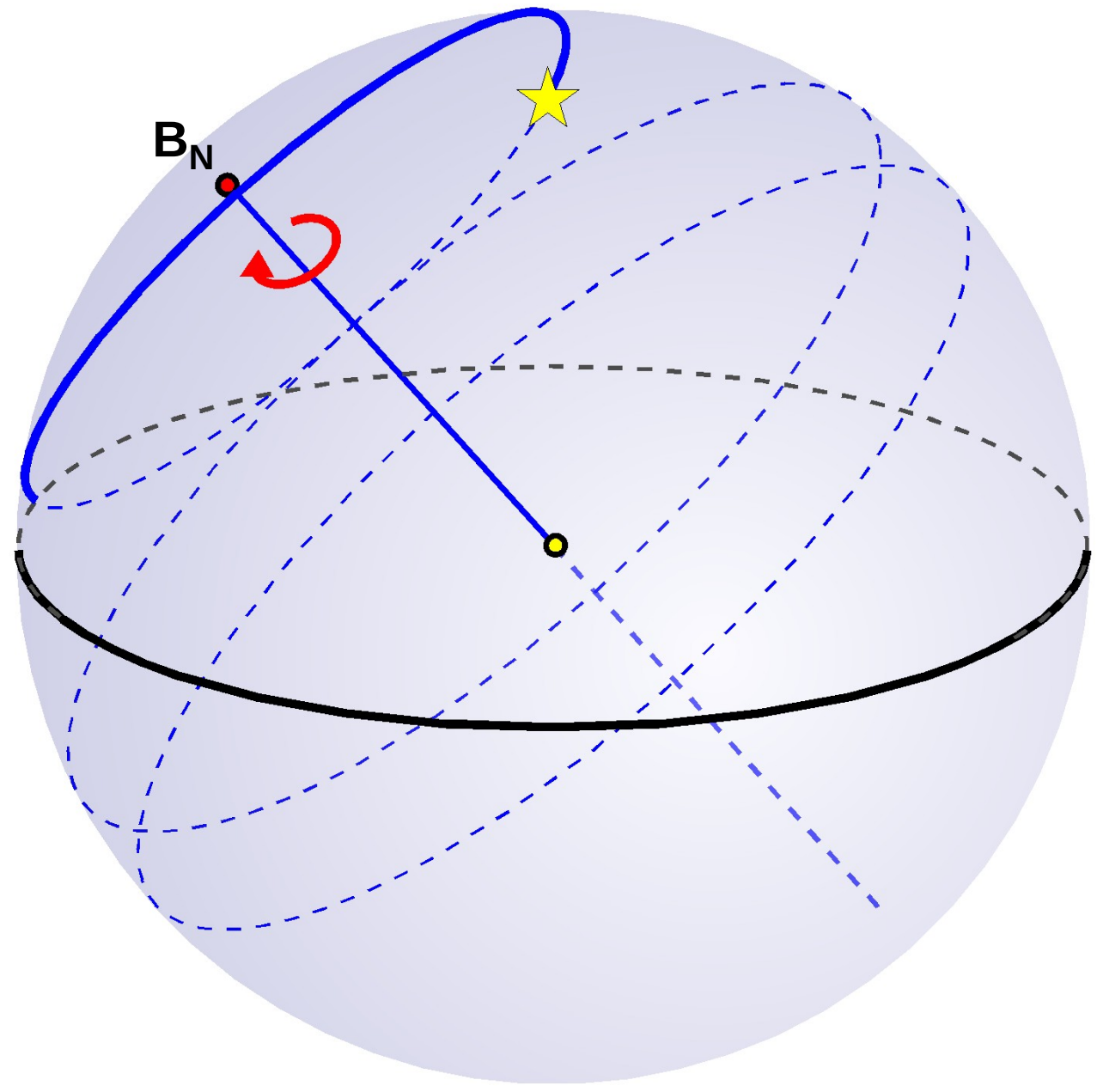


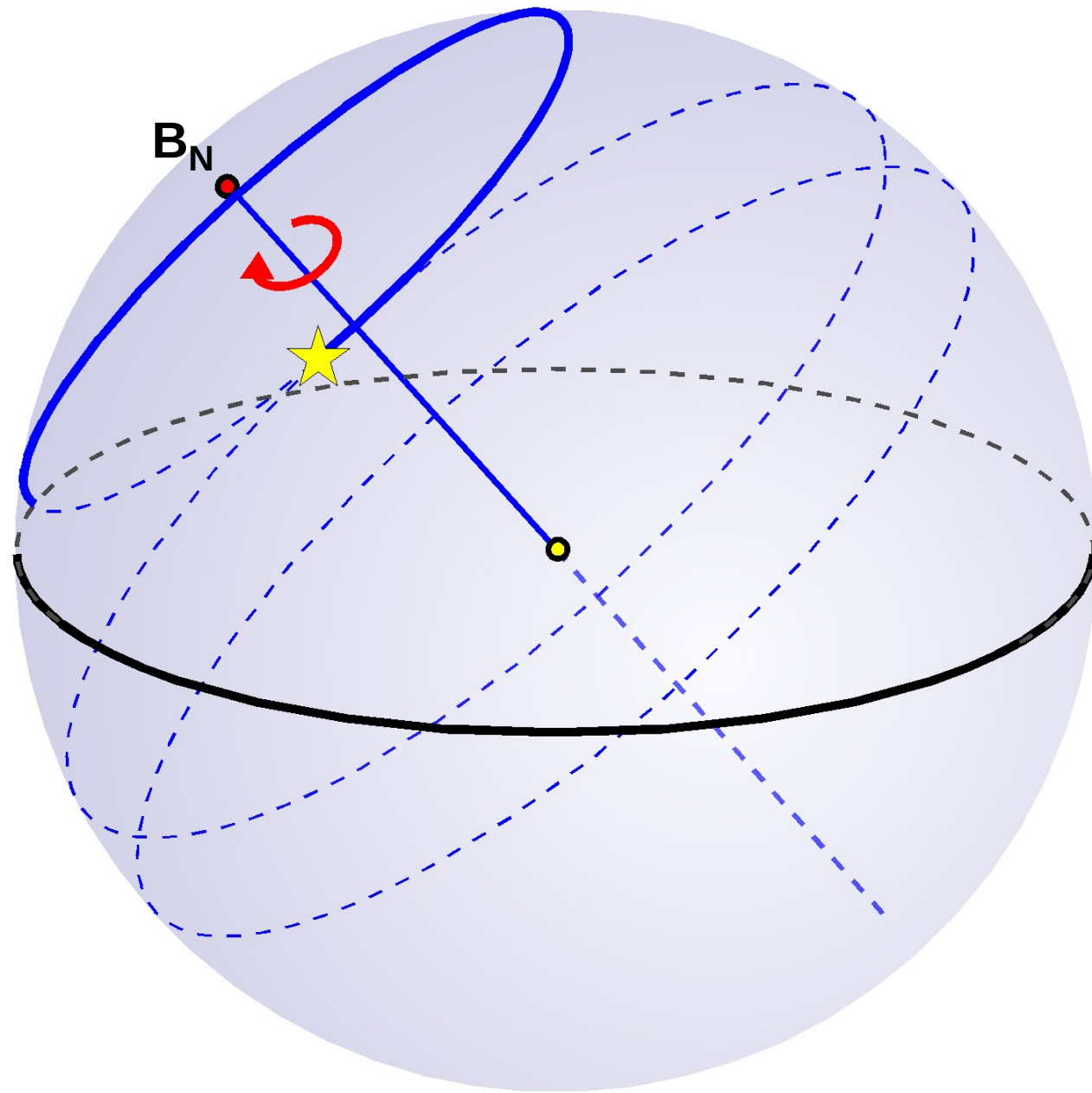


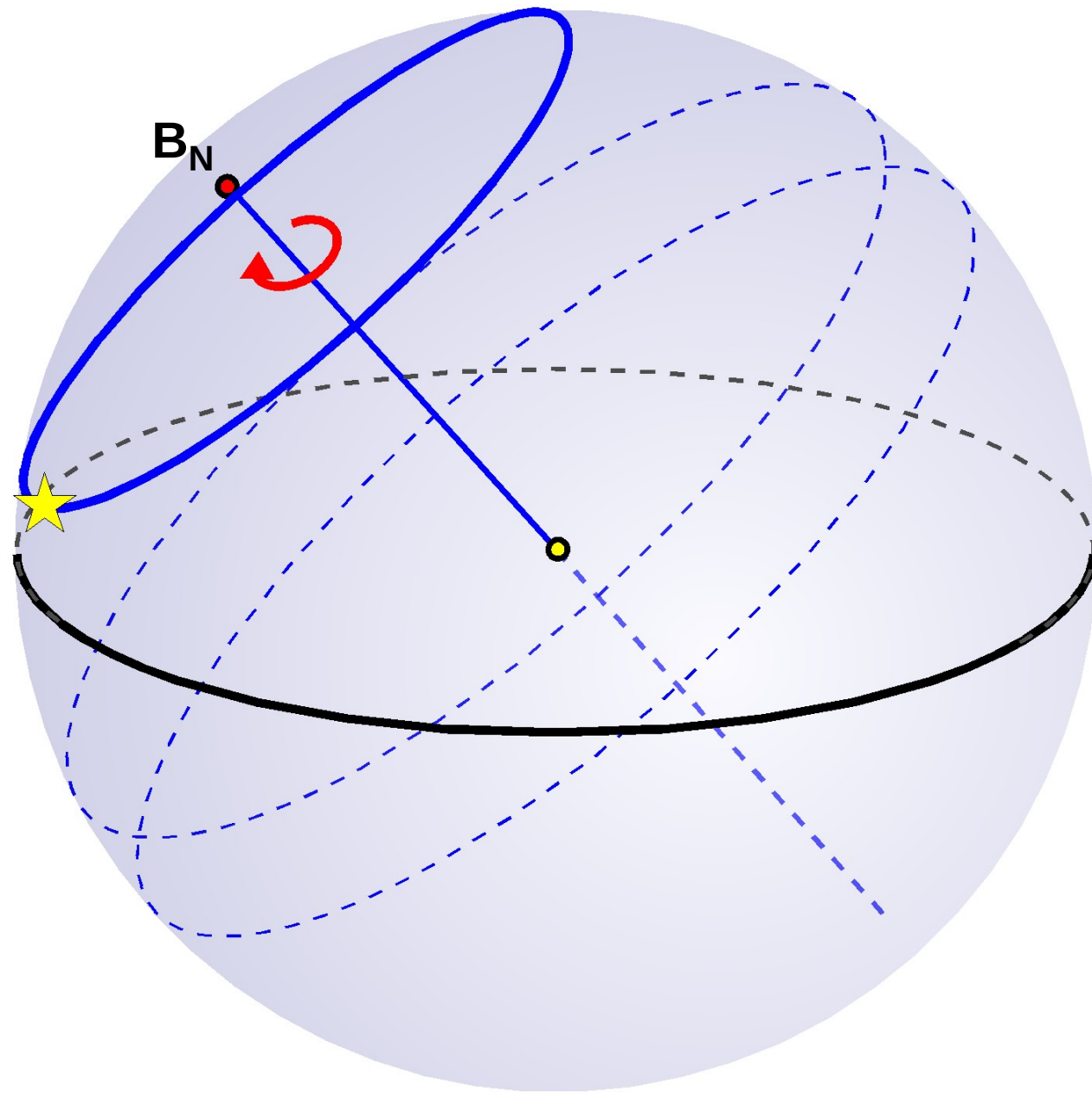


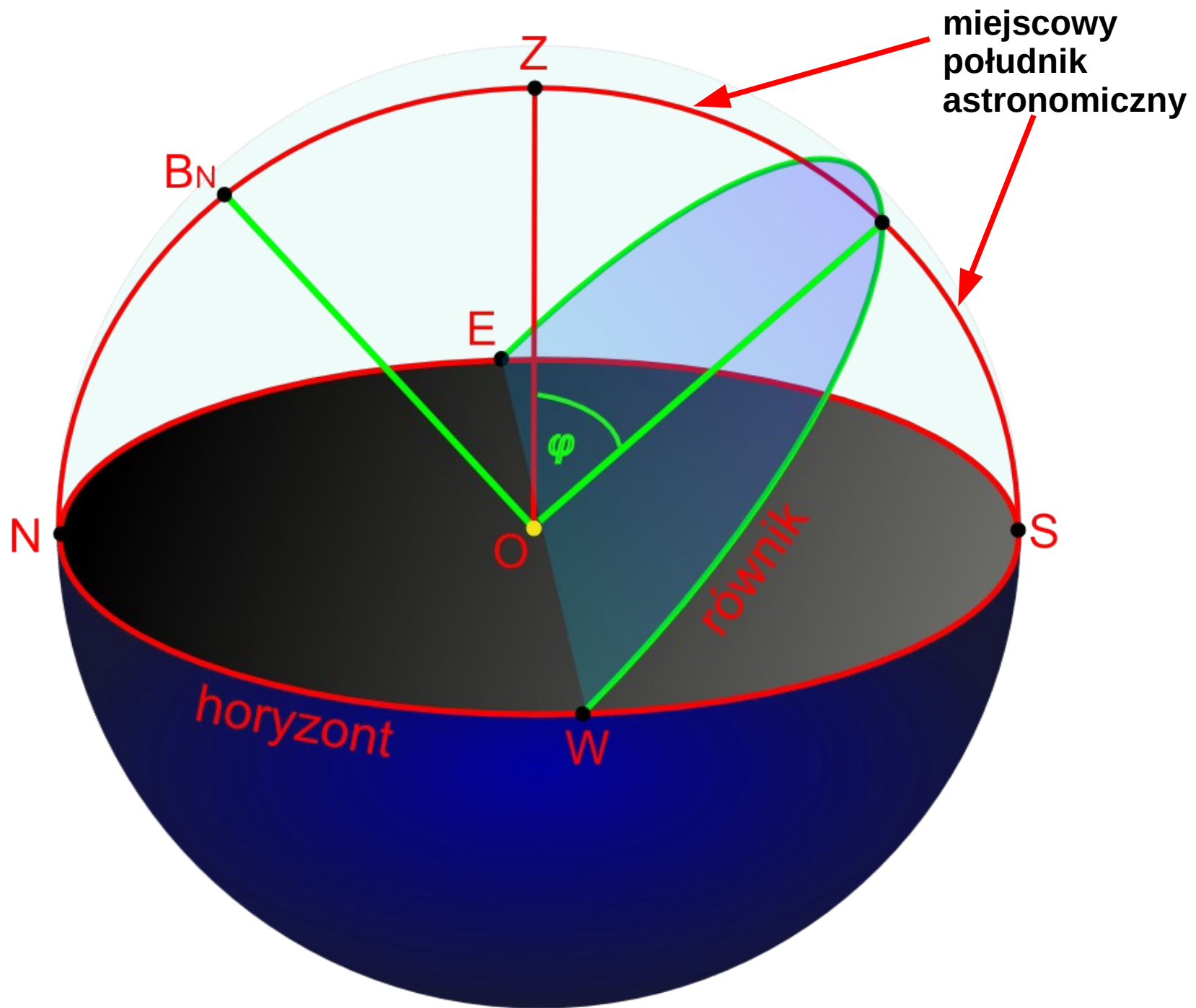


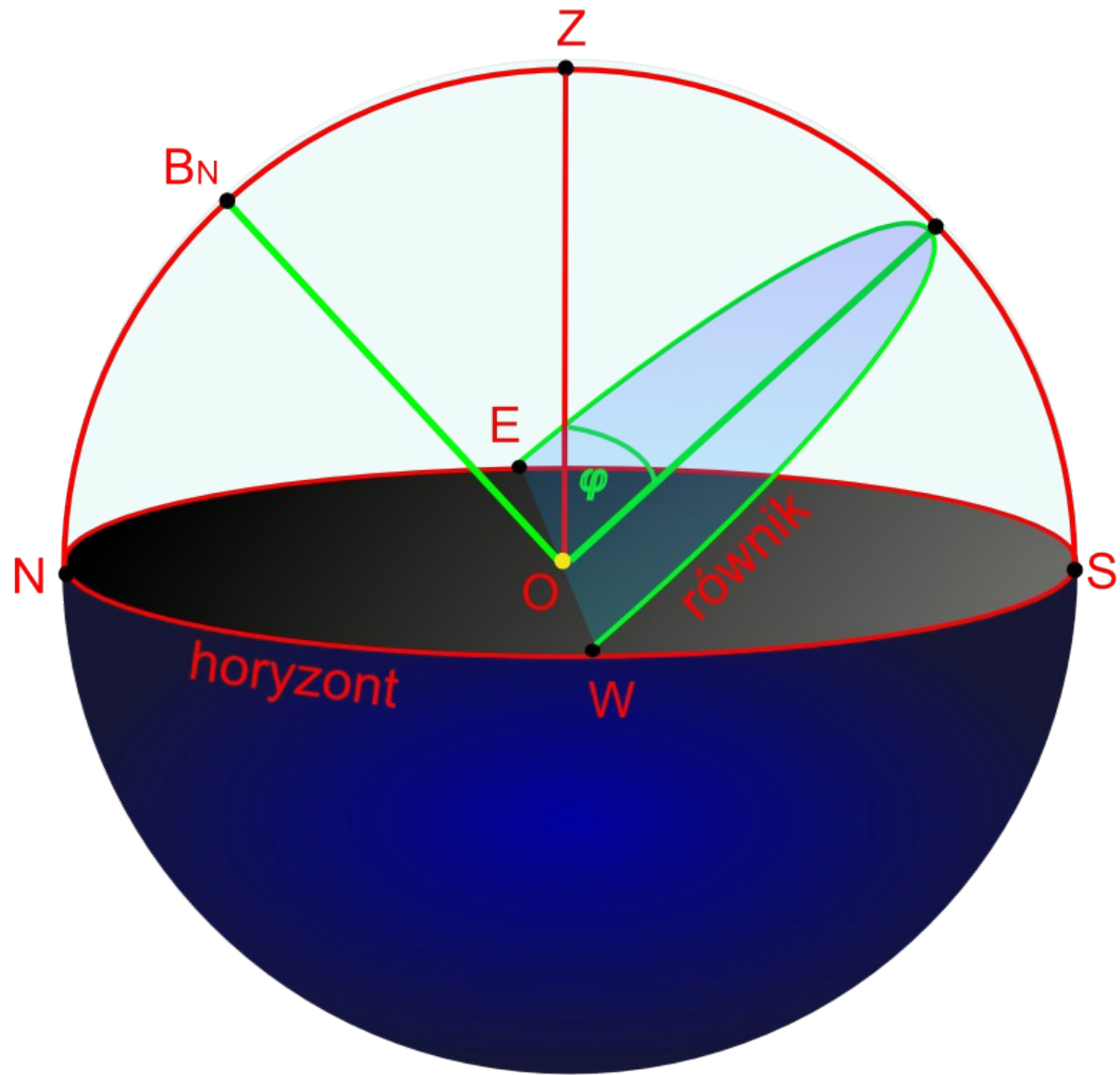


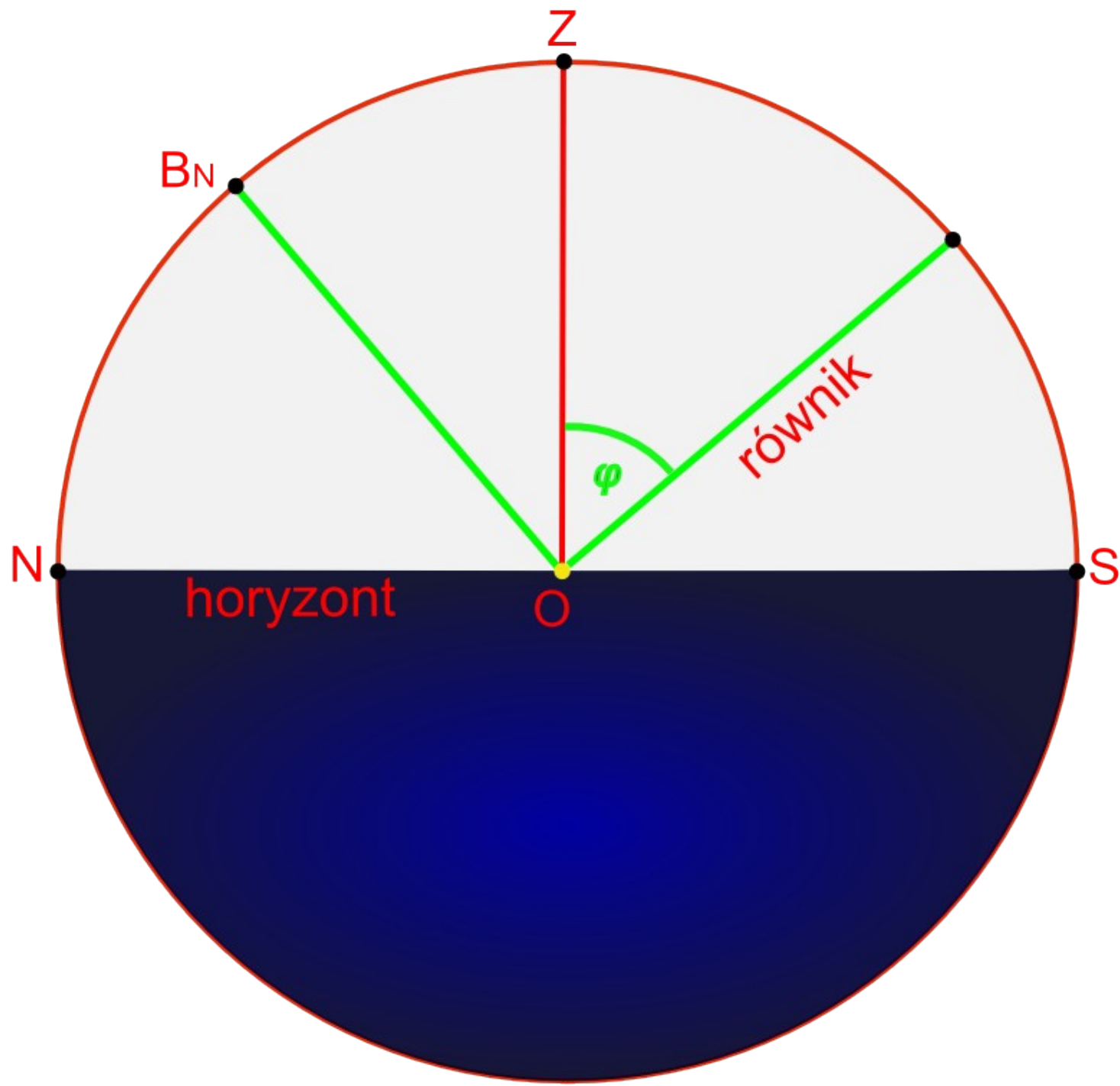


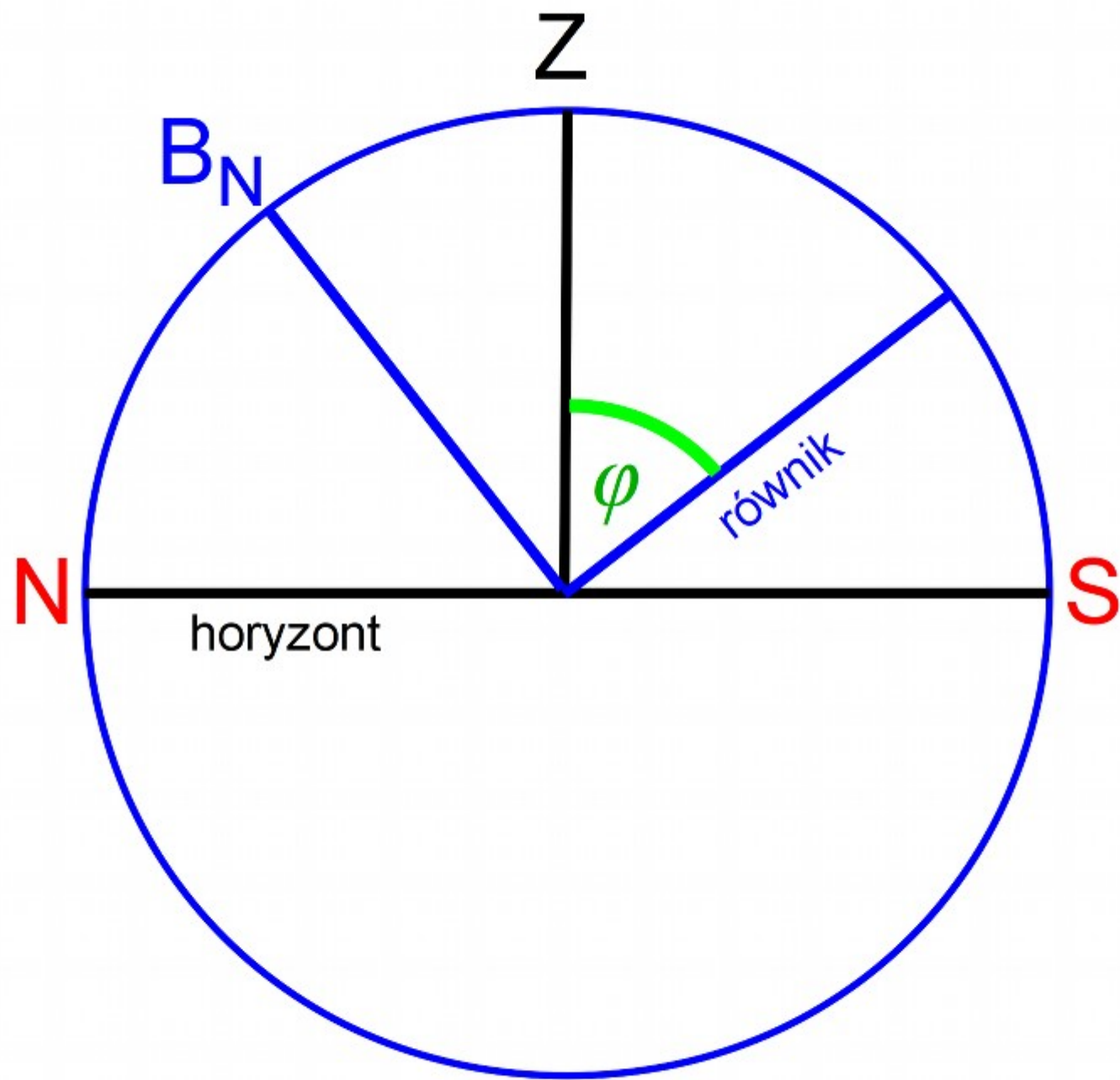




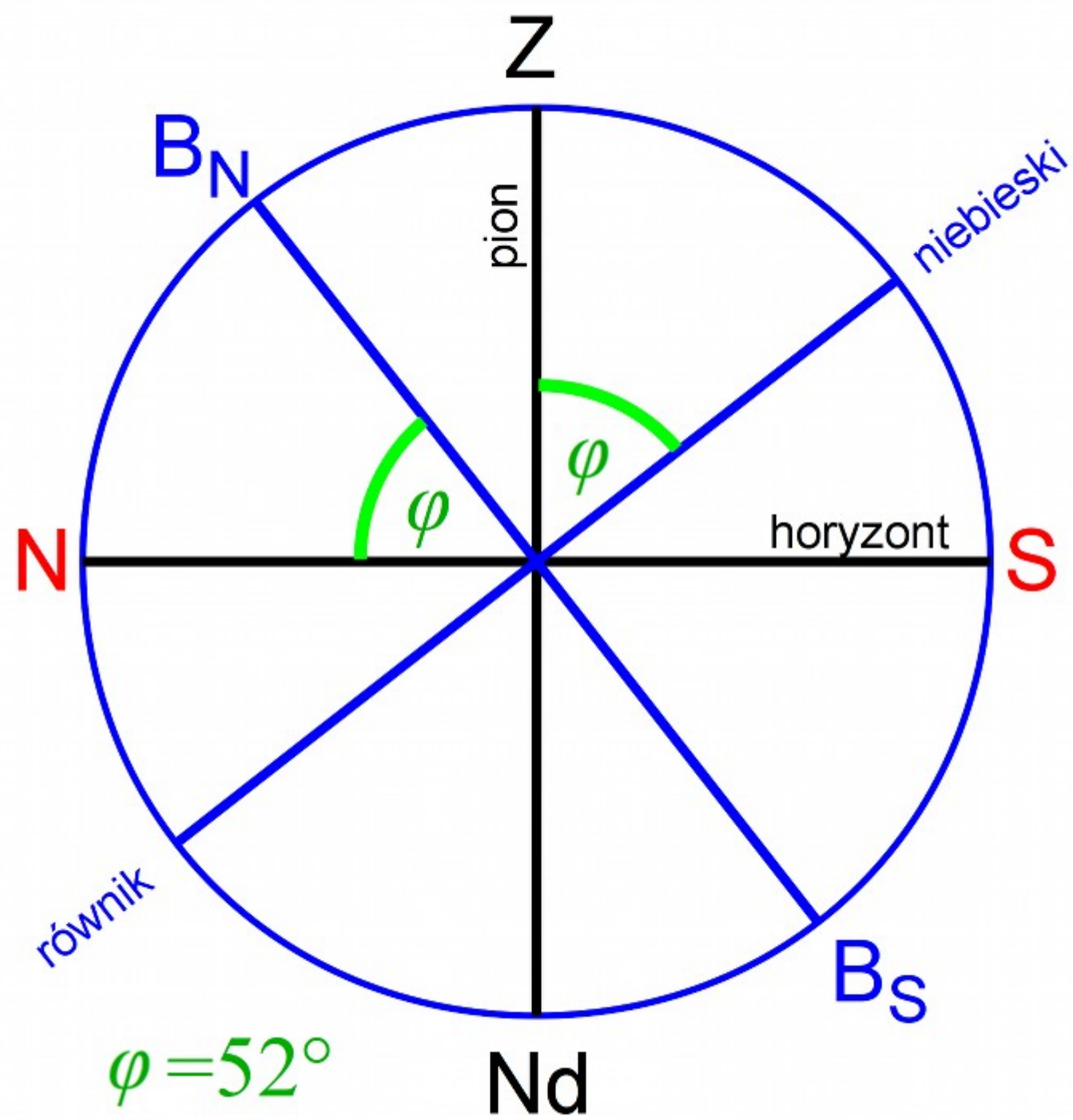


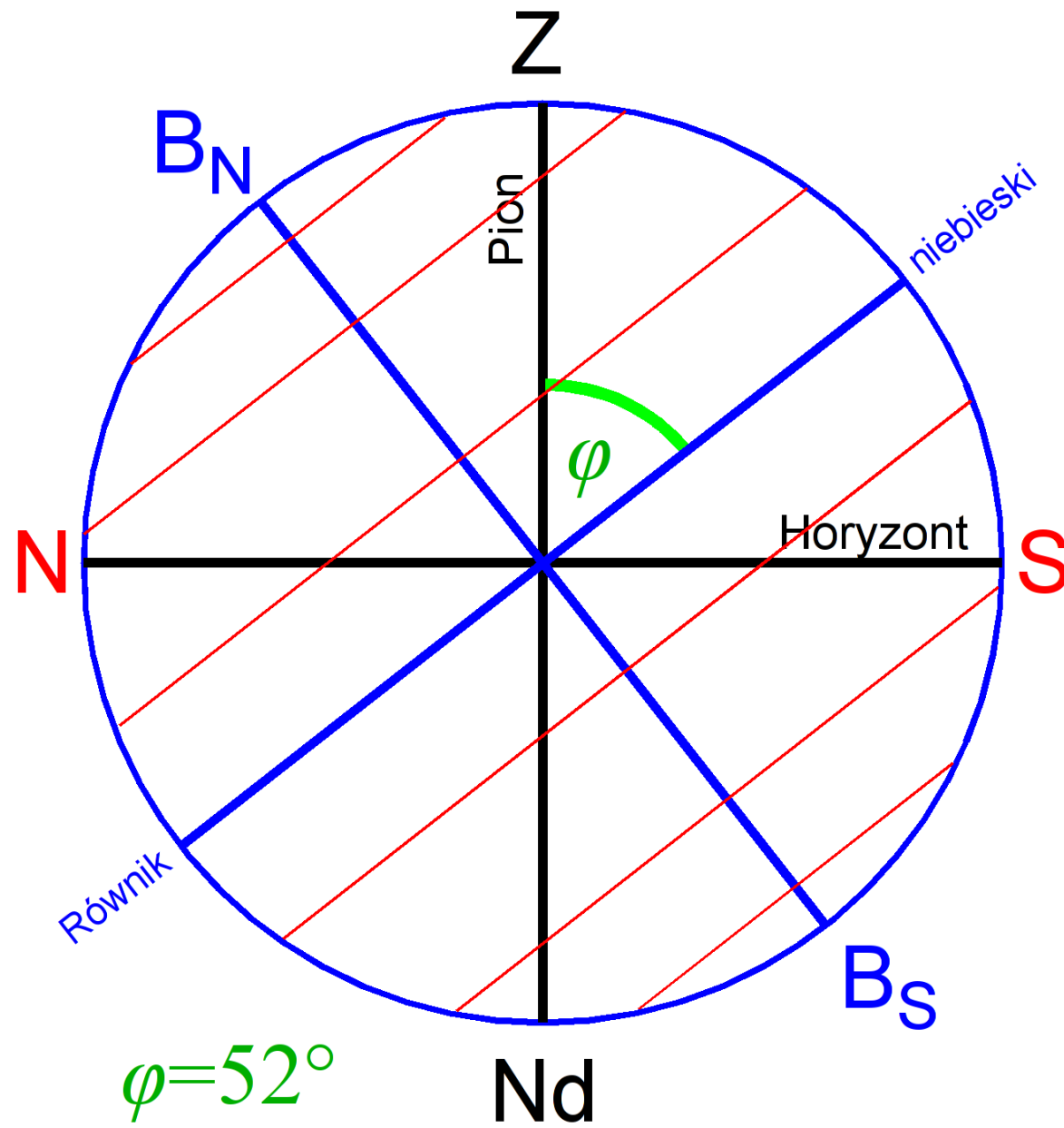


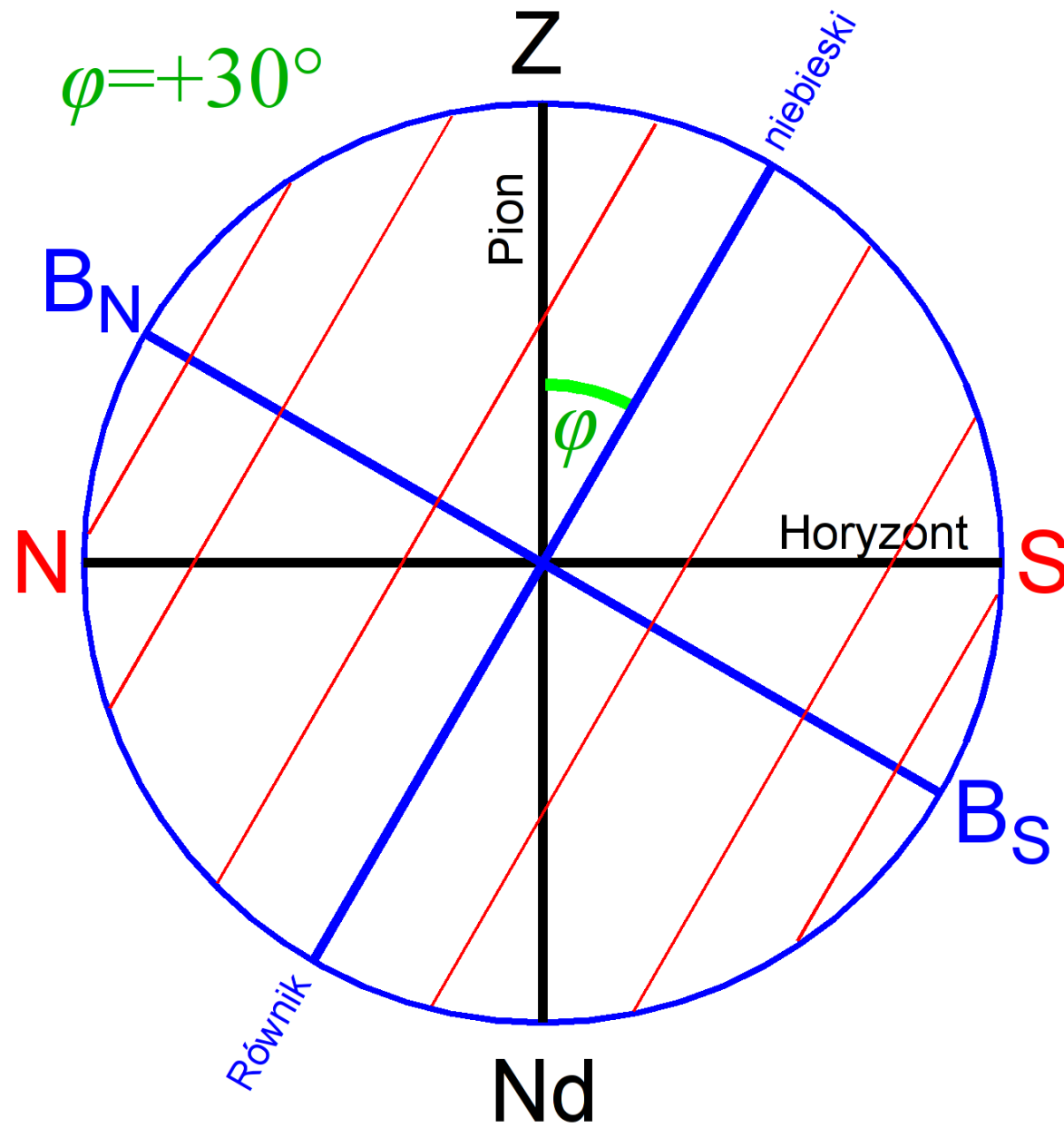


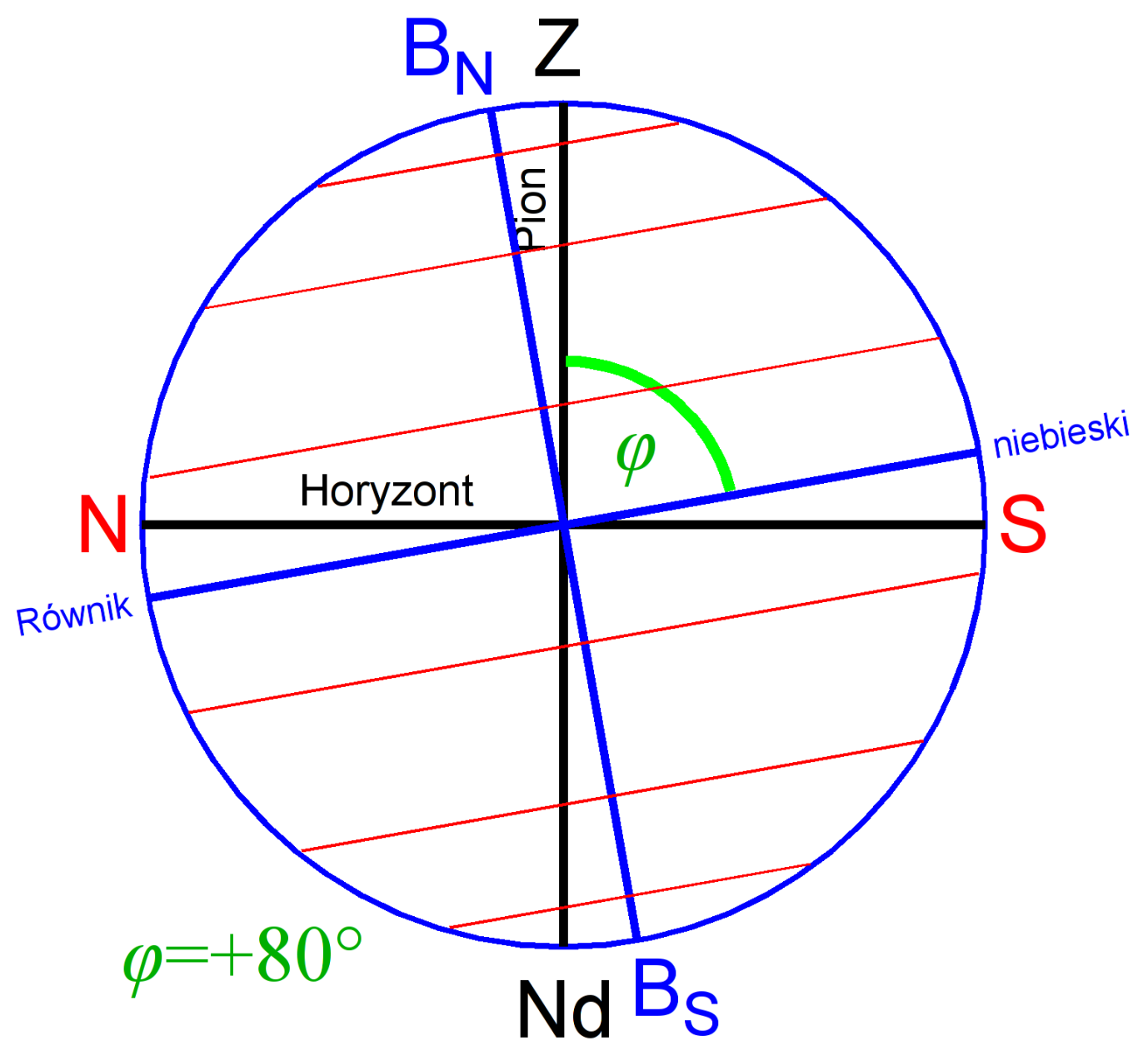


$$\varphi = 52^\circ$$











stellarium

najnowsza wersja to 24.4



Linux
źródło



Linux
snap



Linux
amd64; Qt5;
Applmage



macOS
11.0+; Qt6;
universal



Windows
x86_32; Qt5;
Windows 7+



Windows
x86_64; Qt5;
Windows 7+



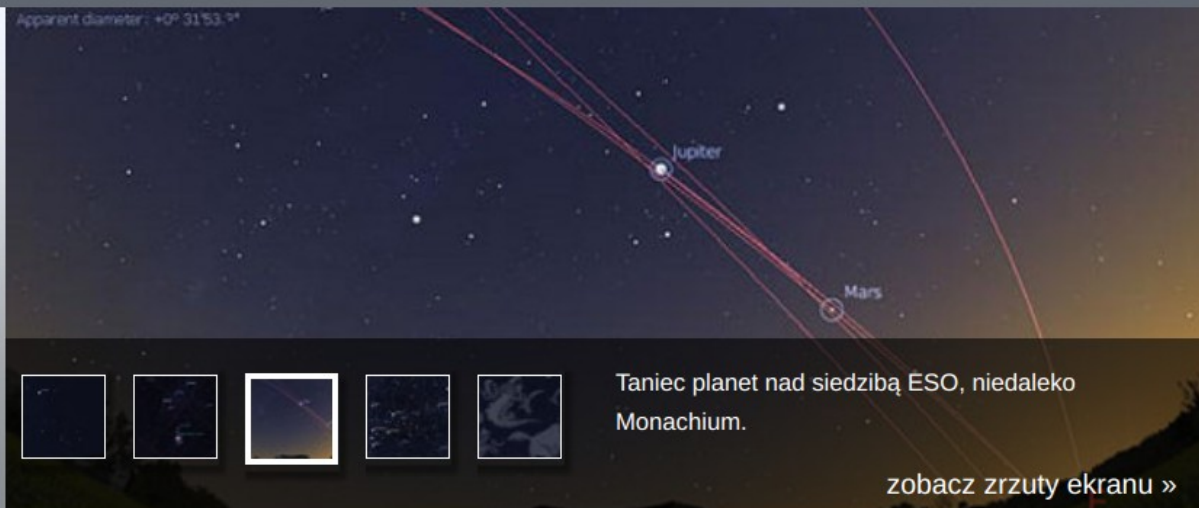
Windows
x86_64; Qt6;
Windows
10+



Stellarium
Web

<http://www.stellarium.org/pl/>

Stellarium to darmowe, otwarte komputerowe planetarium. Dzięki niemu można oglądać realistyczne niebo w 3D, zupełnie tak, jakby patrzeć gołym okiem, przez lornetkę lub teleskop.



cechy programu

- niebo
- podstawowy katalog obejmujący ponad 600 000 gwiazd
- dodatkowe katalogi z ponad 177 milionami gwiazd
- domyślny katalog ponad 80 000 obiektów głębokiego nieba
- dodatkowy katalog z ponad 1 milionem obiektów głębokiego nieba
- asteryzmy i ilustracje gwiazdozbiorów
- constellations for 40+ different cultures
- calendars of 35+ different cultures
- zdjęcia mgławic (pełny katalog Messiera)
- realistyczna Droga Mleczna
- bardzo realistyczna atmosfera; wschody i zachody Słońca
- planety i ich księżyce
- all-sky surveys (DSS, HiPS)

aktualności

- Stellarium 24.4
- Stellarium 24.3
- Stellarium 24.2
- Stellarium 24.1
- Stellarium 23.4
- Stellarium 23.3
- Stellarium 23.2
- Stellarium 23.1
- Stellarium 1.2
- Stellarium 1.1

wymagania systemowe

- minimalne
- Linux/Unix; Windows 7 and above; macOS 11.0 and above
- 3D graphics card which supports OpenGL 2.1 and GLSL 1.2 or OpenGL ES 3.0

współpraca

Możesz dowiedzieć się więcej na temat Stellarium, uzyskać wsparcie i wspomóc ten projekt - skorzystaj z tych linków:

- ➔ discussions
- ➔ lista adresowa
- ➔ wiki
- ➔ FAQ - najczęściej zadawane pytania
- ➔ skrypty
- ➔ krajobrazy
- ➔ Scenerie 3D
- ➔ sky cultures
- ➔ dokumentacja techniczna
- ➔ pisanie skryptów
- ➔ tłumaczenie

Pierwsze uruchomienie

Jeśli program nie jest dostępny poprzez system menu a zainstalowany został w domyślnym miejscu to pod Debianem piszemy w terminalu:

```
/opt/stellarium/bin/stellarium
```

i po enterze cały ekran wypełnia nam widok południowego nieba. **Jeśli wcześniej używaliśmy już Stellarium (np. poprzednią wersję) program spróbuje użyć naszych poprzednich ustawień i zainstalowanych katalogów.**

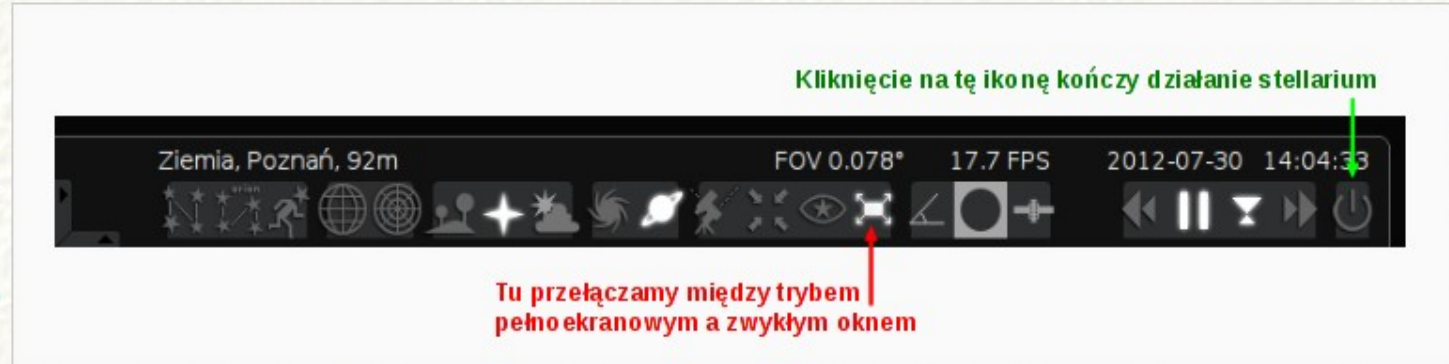
Jak zawsze po uruchomieniu nowego programu, chcemy po pierwsze wiedzieć... jak go wyłączyć 😊. Po

najechaniu kursorem myszki na lewą połowę dolnej krawędzi ekranu zobaczymy na tle aktualnego widoku (domyślnie na tle trawy) menu widoku nieba jak na rysunku obok. Klikanie na ikonę wskazaną czerwoną strzałką przełącza pomiędzy trybem pełnoekranowym a zwykłym oknem (co daje dostęp do innych obiektów na pulpicie) a kliknięcie na ikonę wskazaną zieloną strzałką kończy działanie programu **stellarium**.

Pokazane na rysunku menu różni się od widoku po pierwszym uruchomieniu informacjami tekstowymi ponad ikonami. Po pierwsze ja już skonfigurowałem **stellarium** by pokazywało niebo nad Poznaniem (domyślnie położeniem obserwatora jest Paryż, zmianą położenia obserwatora zajmiemy się później). Po drugie by uzyskać ciemne tło przesunąłem się na niebo i zrobiłem silne powiększenie by znaleźć wolne miejsce między gwiazdami - stąd pole widzenia (**FOV**) to taki mały ułamek stopnia. **Stellarium** po starcie ma pole widzenia 60°. Skrót **FPS** pochodzi od angielskich słów "frames per seconds" i oznacza częstotliwość odświeżania grafiki. Tu jest stosunkowo mała bo zatrzymałem czas i nie "ruszałem niebem". Dalej są już tylko data i godzina, wskazujące na moment gdy robiłem zrzut ekranu - siłą rzeczy gdy to czytasz data i godzina są późniejsze (no chyba że masz źle ustawiony czas na komputerze) 😊.

Jak już jesteśmy przy menu obrazkowym warto poznać funkcje pozostałych ikon - to bardzo proste: najeżdżamy kursorem myszy (bez klikania) na ikonę i ponad paskiem menu pojawia się opis i odpowiedź skrótu klawiszowego.

Analogicznie, najechanie kursorem myszy na dolną połówkę lewej krawędzi ekranu powoduje pojawienie się menu ustawień a po ustawieniu tego kursora nad poszczególnymi ikonami menu pojawia się ich opis i skrót klawiszowy.





Mars

Jowisz

Wenus

Syriusz

Merkury

SE

S

SW

W

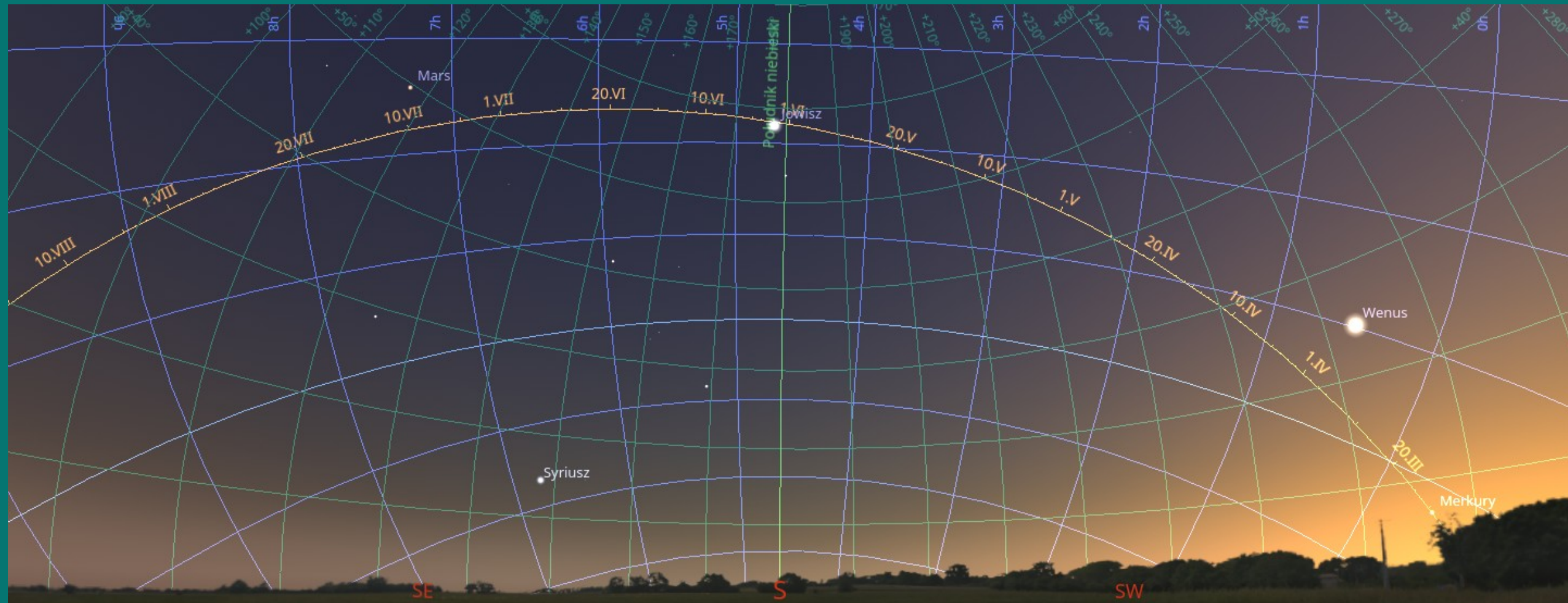
Data i godzina ✕

Data i godzina				Dzień juliański					
2025	-	2	-	27	17	:	55	:	0



Data i godzina ✕

Data i godzina				Dzień juliański					
2025	-	2	-	27	17	:	55	:	0



Data i godzina ✕

Data i godzina				Dzień juliański					
2025	-	2	-	27	17	:	55	:	0

Dziękuję za uwagę