

Видимое движение звёзд на различных географических широтах

Практические основы астрономии

Сегодня на уроке

1

Узнаем, какова высота полюса мира над горизонтом

2

Выясним, что такое кульминация светила.

3

Узнаем, что называется точками восхода и захода светил.

4

Научимся определять географическую широту местности по астрономическим наблюдениям.



Небесные координаты

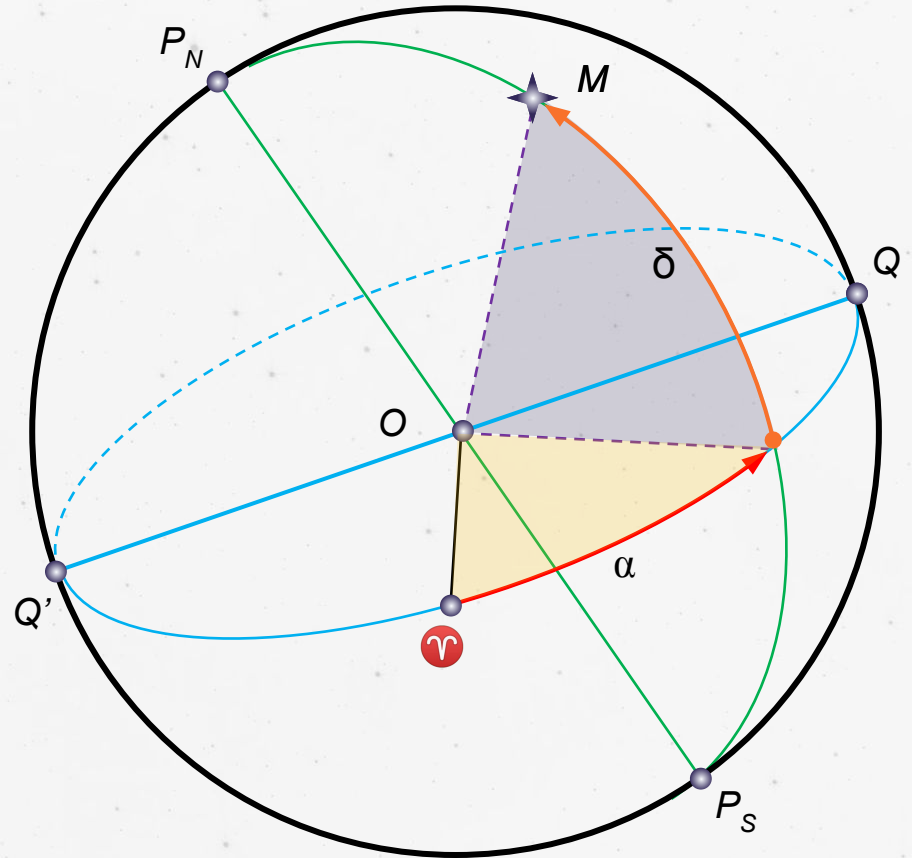
Звёздные карты представляют собой проекции небесной сферы на плоскость с нанесёнными на неё объектами в определённой системе координат.




Небесные координаты

Экваториальная система координат

—
это система небесных координат, основной плоскостью в которой является плоскость небесного экватора.



A long-exposure photograph of a night sky showing star trails. The trails are curved, indicating the Earth's rotation. A yellow line points from a text box to a specific star trail. The foreground shows a hillside with some buildings and trees.

Полярная звезда
(α Малой Медведицы)

Видимое вращение
звёздного неба

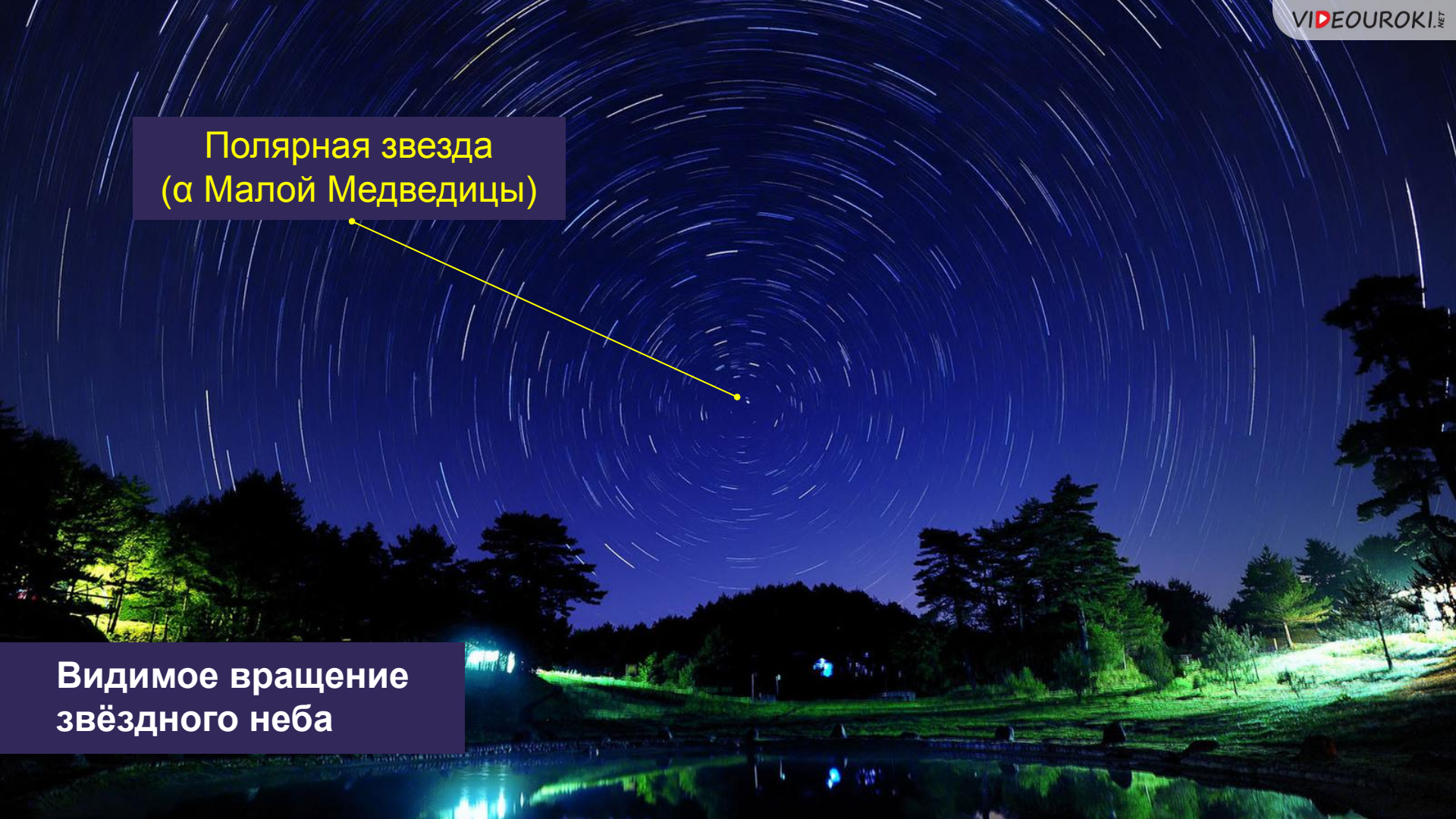
A long-exposure photograph of the night sky showing star trails. The trails are concentric circles centered on a point in the upper left, representing the North Star. A yellow line points from a text box to this central point. The trails are in shades of blue and white. At the bottom, a bright sun or moon is visible on the horizon over a dark landscape.

Полярная звезда
(α Малой Медведицы)

Видимое вращение
звёздного неба

Полярная звезда
(α Малой Медведицы)

Видимое вращение
звёздного неба



Видимое вращение
звёздного неба

Полярная звезда
(α Малой Медведицы)



Небесные координаты

значит, должна существовать
зависимость между высотой
полюса мира и
географической широтой
места наблюдения.



Видимое движение звёзд

Наблюдатель из точки O видит полюс мира на высоте $h_p = \angle NOP$.

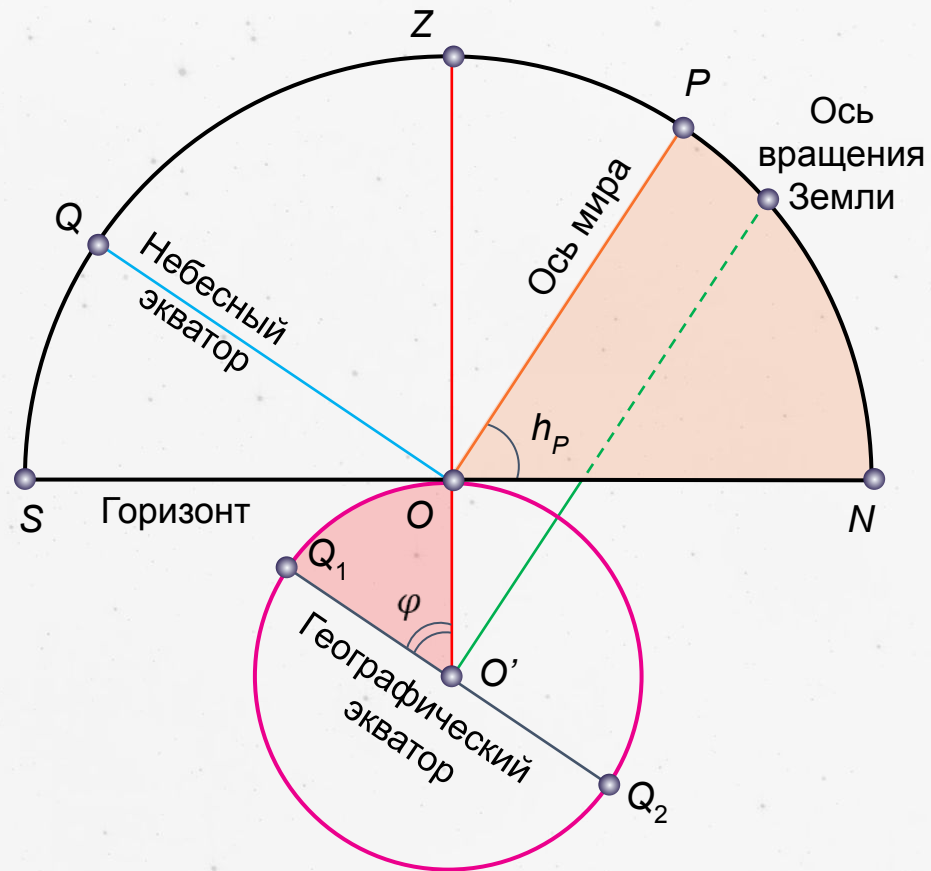
Угол при центре Земли: $\angle OO'Q_1 = \varphi$.

Так как $O'Q_1 \perp OS$, а $OP \perp Q_1Q_2$, то

$$\angle NOP = \angle OO'Q_1.$$

Следовательно,

$$h_p = \varphi$$

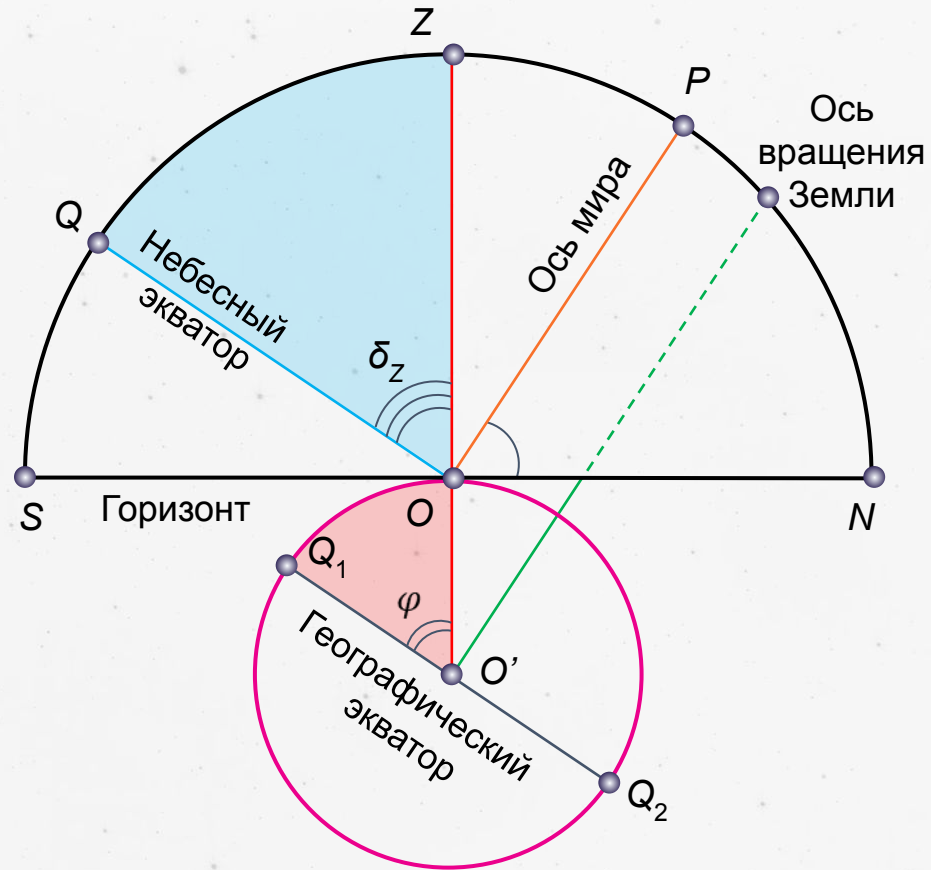


Видимое движение звёзд

Угловая высота полюса мира над горизонтом равна географической широте места наблюдения:

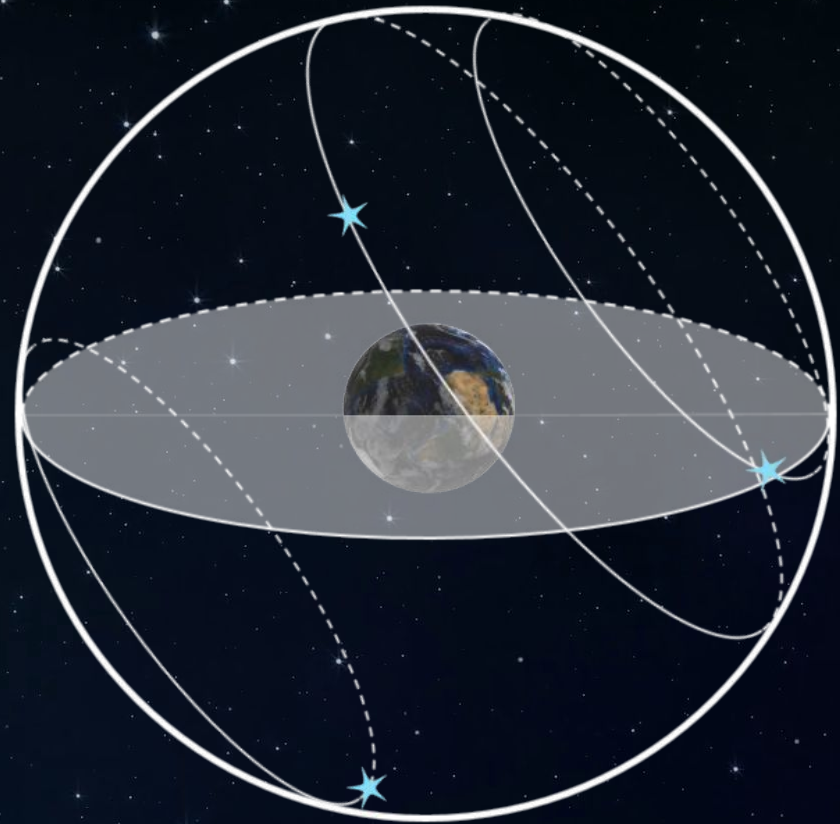
$$h_P = \varphi$$

$$\angle QOZ = \delta_Z = \varphi = h_P$$



Видимое движение звёзд

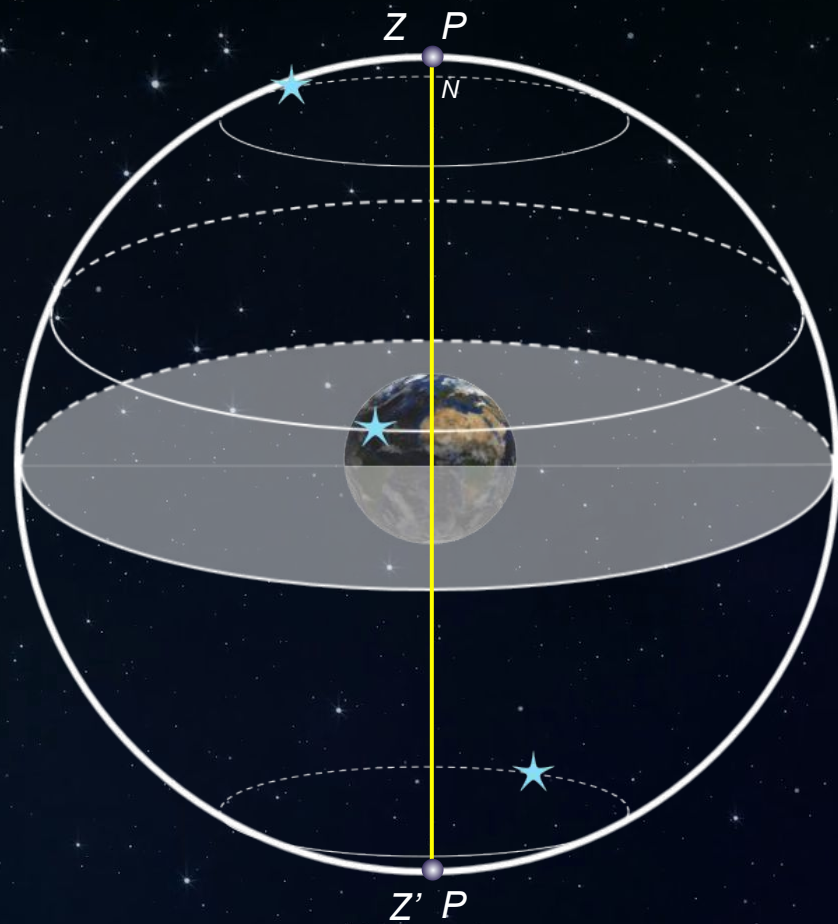
Суточные пути светил на небесной сфере —
окружности, плоскости которых
параллельны небесному экватору.



Видимое движение звёзд

Полюс —

это такое место на земном шаре, где ось мира совпадает с отвесной линией, а небесный экватор — с горизонтом.



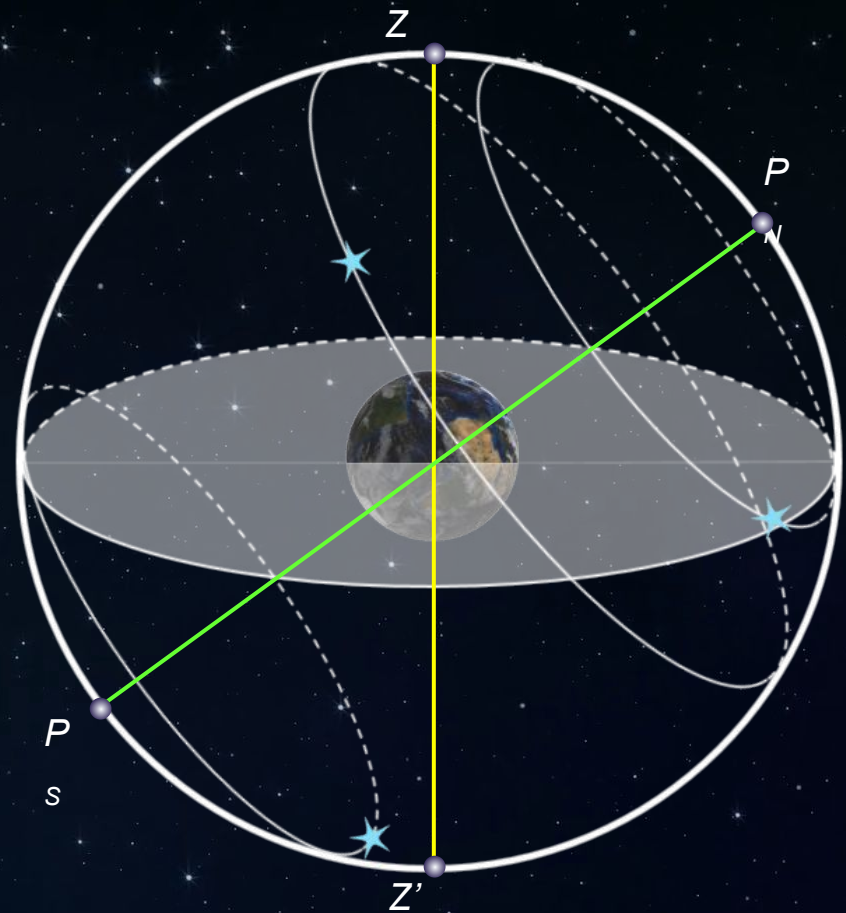
Видимое движение звёзд

На Северном полюсе над горизонтом будут видны все звёзды, **склонение которых положительно**, а их высота в течение суток **не будет изменяться**.



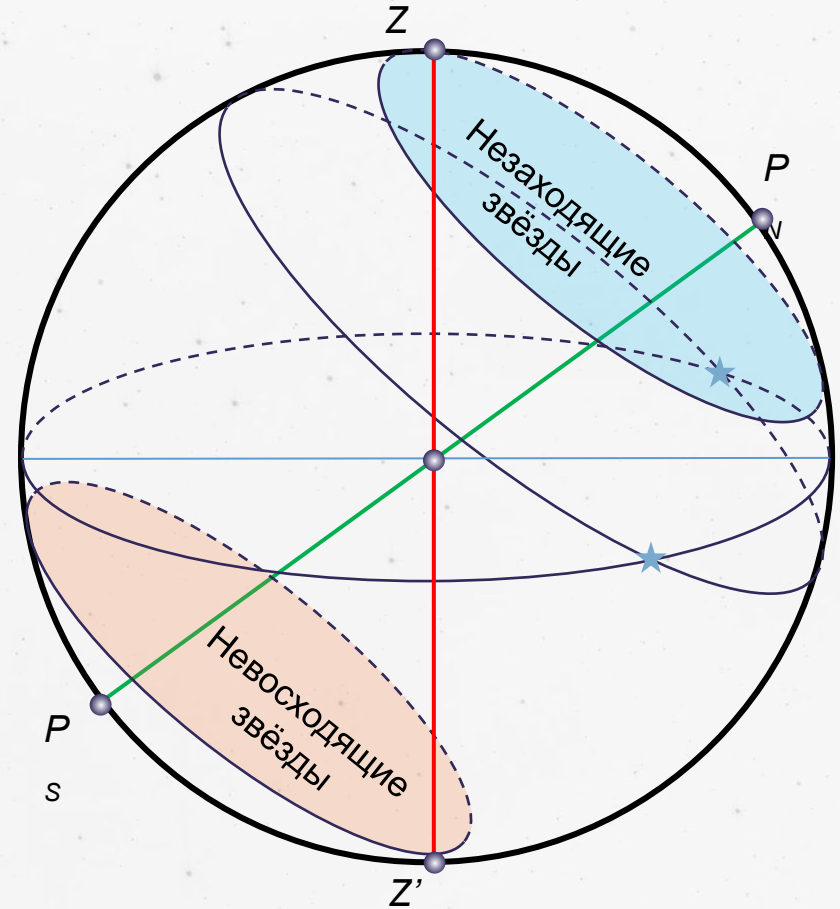
Видимое движение звёзд

На средних широтах наблюдатель сможет наблюдать **восходящие и заходящие звёзды**.



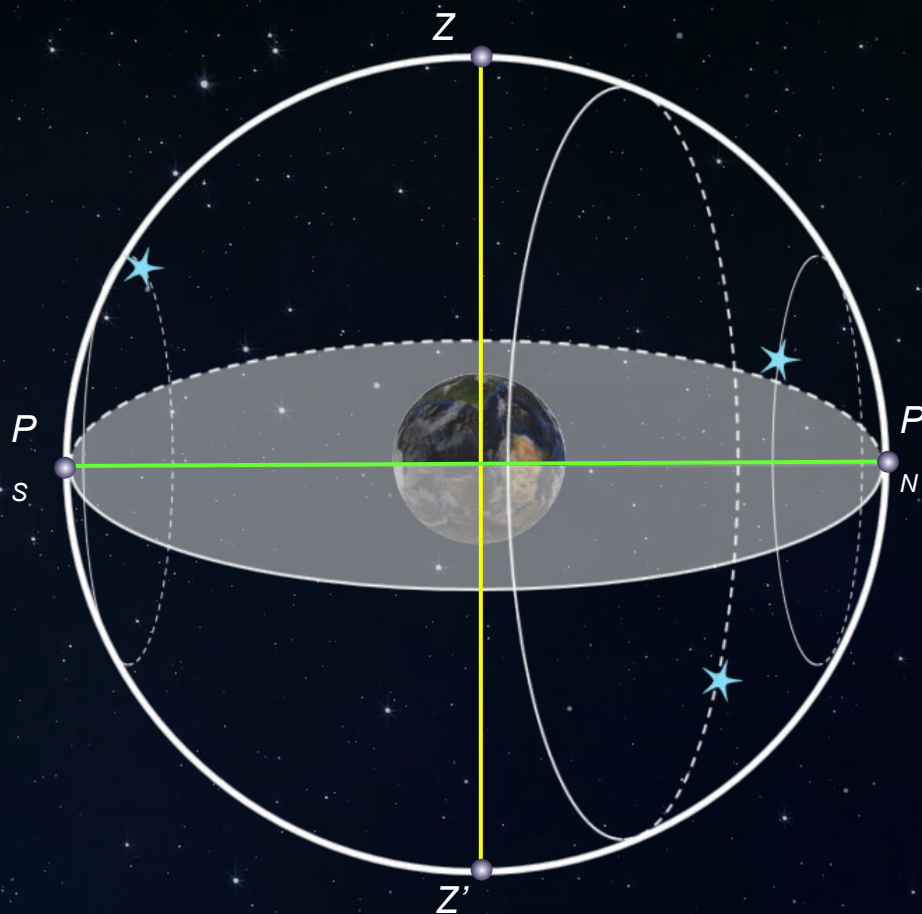
Видимое движение звёзд

Под **восходом** понимается явление пересечения светилом восточной части истинного горизонта, а под **заходом** — западной части этого горизонта.



Видимое движение звёзд

Находясь на экваторе, наблюдатель сможет увидеть **все звёзды**, которые в течение суток восходят и заходят.



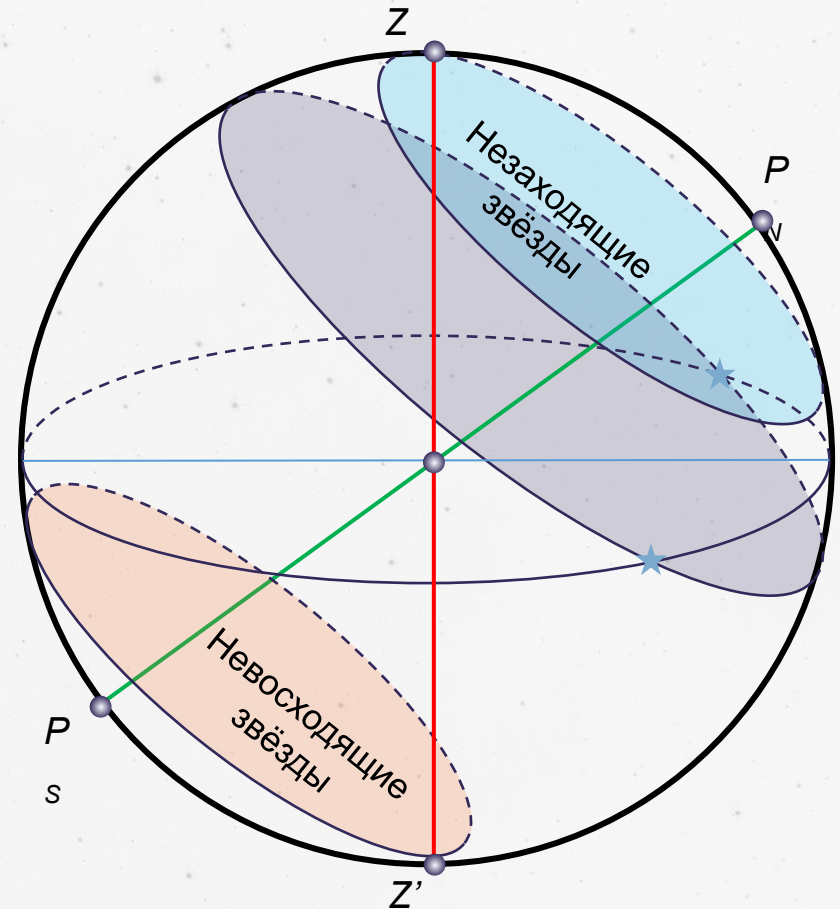
Видимое движение звёзд

Условия видимости звёзд:

Если $|\delta| < 90^\circ - \varphi$, то звезда является восходящей и заходящей.

Если $|\delta| \geq 90^\circ - \varphi$, то звезда в Северном полушарии является незаходящей.

Если $|\delta| \leq -(90^\circ - \varphi)$, то звезда в Северном полушарии является невосходящей.



Задача 1. Определите, какой является звезда δ Стрельца, для наблюдателя, находящегося на широте $55^\circ 15'$.

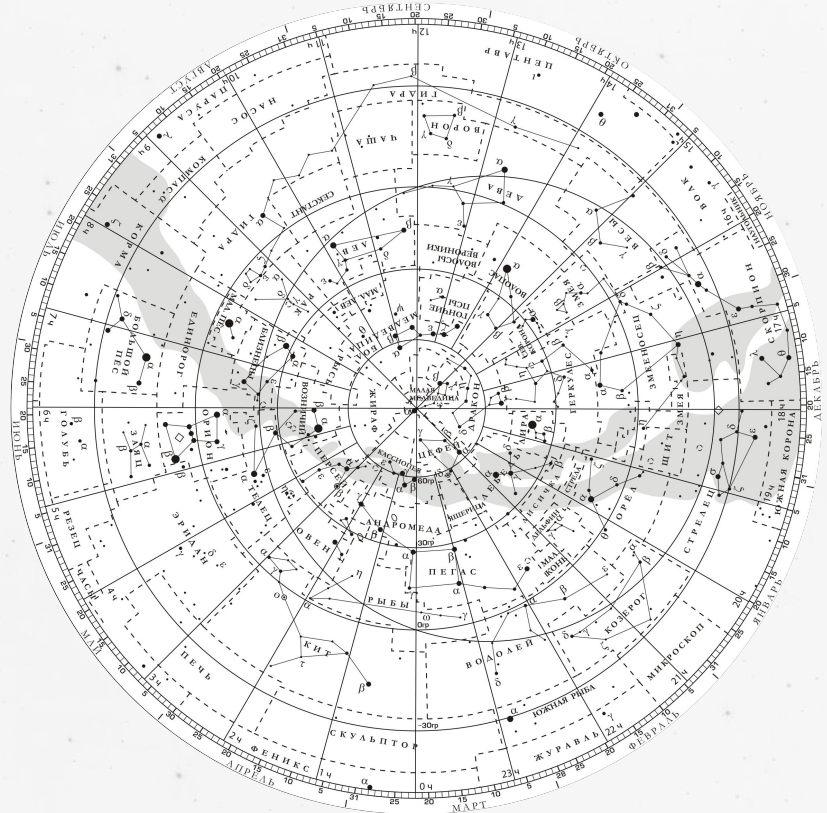
РЕШЕНИЕ

Склонение δ Стрельца: $\delta = -30^\circ$.

Тогда $-(90^\circ - \varphi) = -(90^\circ - 55^\circ 15') = -34^\circ 45'$.

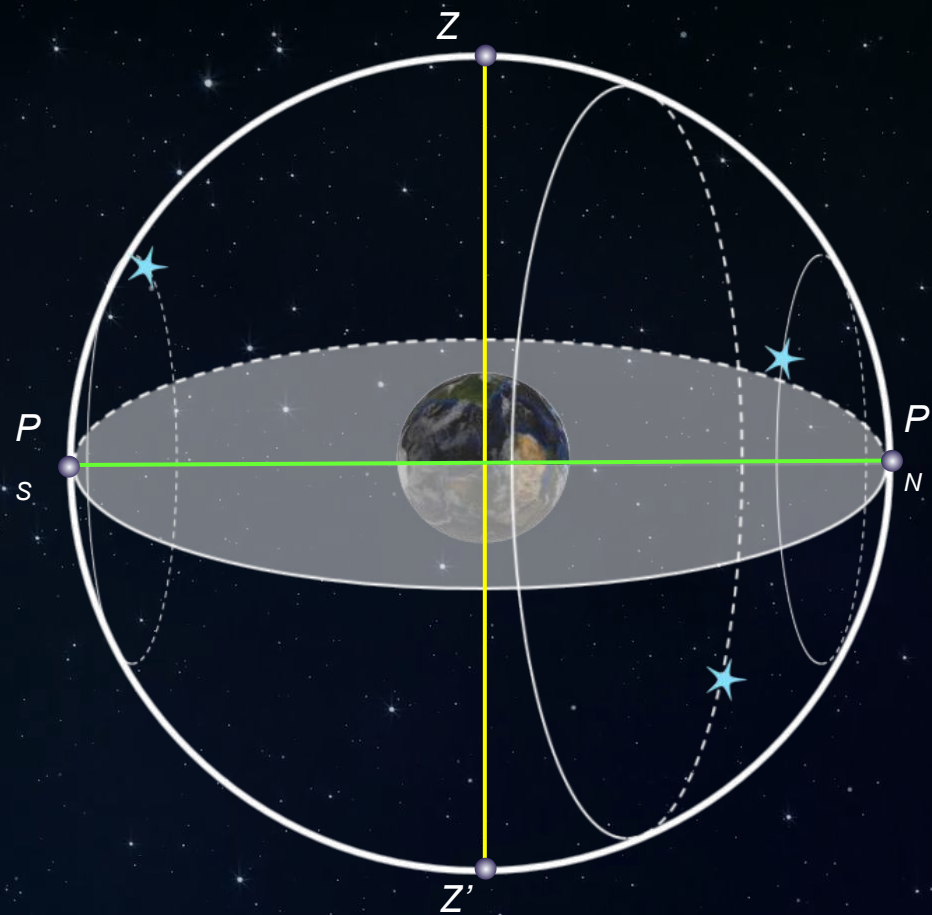
Следовательно, $\delta > -(90^\circ - \varphi)$.

ОТВЕТ: на данной широте звезда и восходит, и заходит.



Видимое движение звёзд

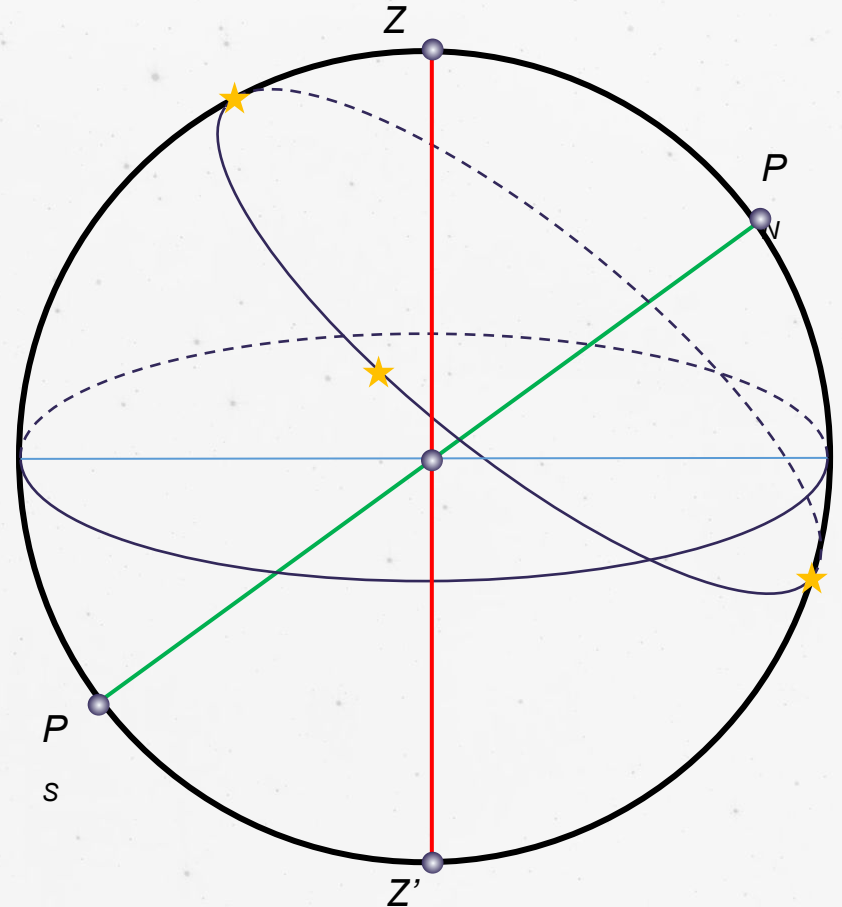
Явление прохождения светилом небесного меридиана называется **кульминацией**.



Видимое движение звёзд

В верхней кульминации светило при суточном движении находится в наивысшей точке над горизонтом, ближайшей к зениту.

Нижняя кульминация происходит через половину суток после верхней кульминации.



Кульминация светил

Высота полюса мира над горизонтом: $h_P = \varphi$.

$\angle SOM_1 = h_B$ — высота светила над горизонтом.

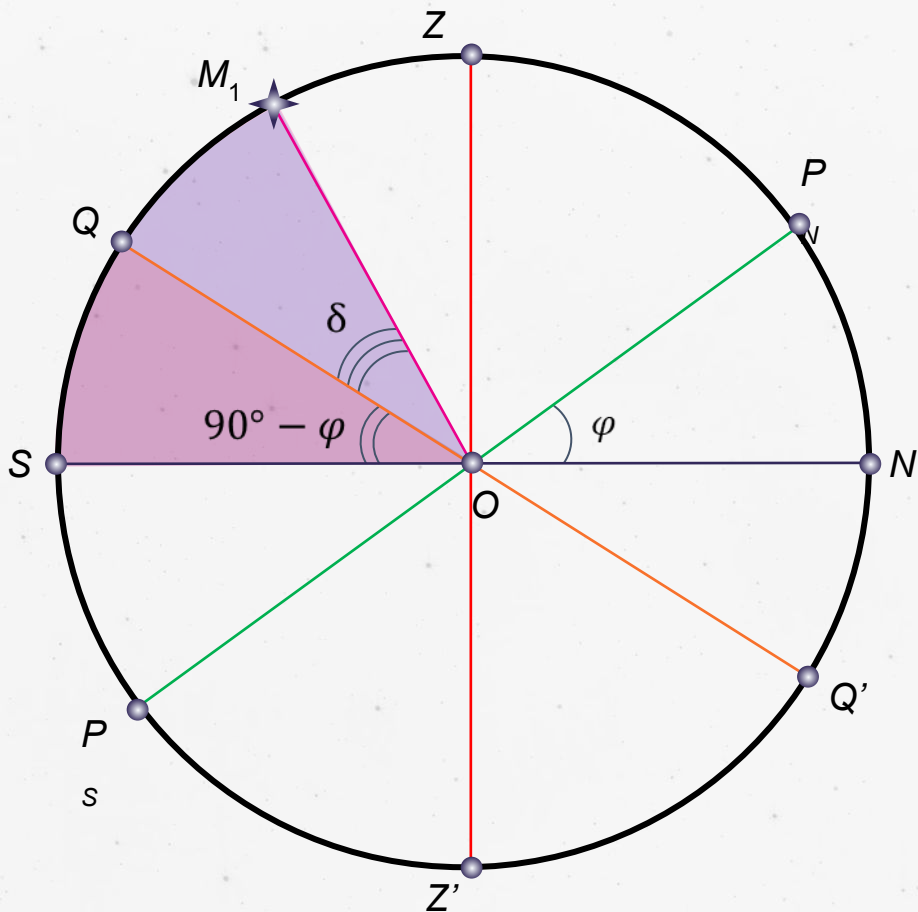
$\angle SOM_1 = \angle SOQ + \angle QOM_1$.

Угол наклона небесного экватора к плоскости горизонта:

$\angle SOQ = 90^\circ - \varphi$.

Склонение звезды: $\angle QOM_1 = \delta$.

Тогда $h_B = (90^\circ - \varphi) + \delta$.



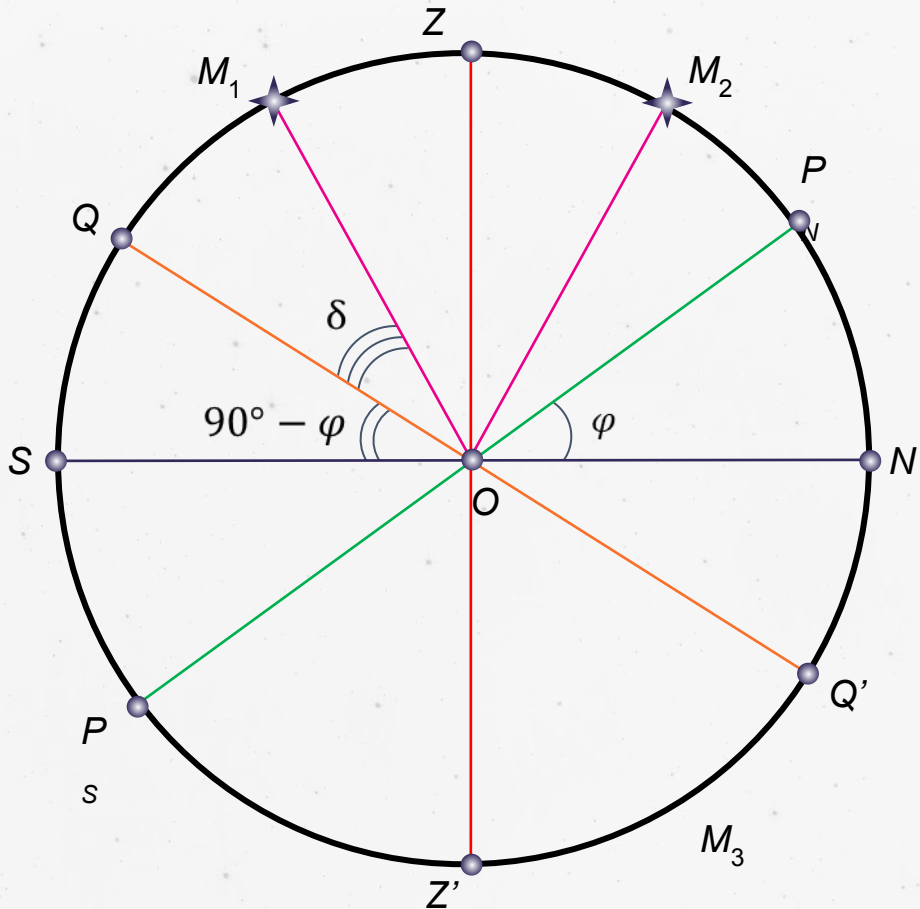
Кульминация светил

Высота звезды в верхней кульминации слева от зенита:

$$h_B = (90^\circ - \varphi) + \delta$$

Высота звезды в верхней кульминации справа от зенита:

$$h_B = (90^\circ + \varphi) - \delta$$



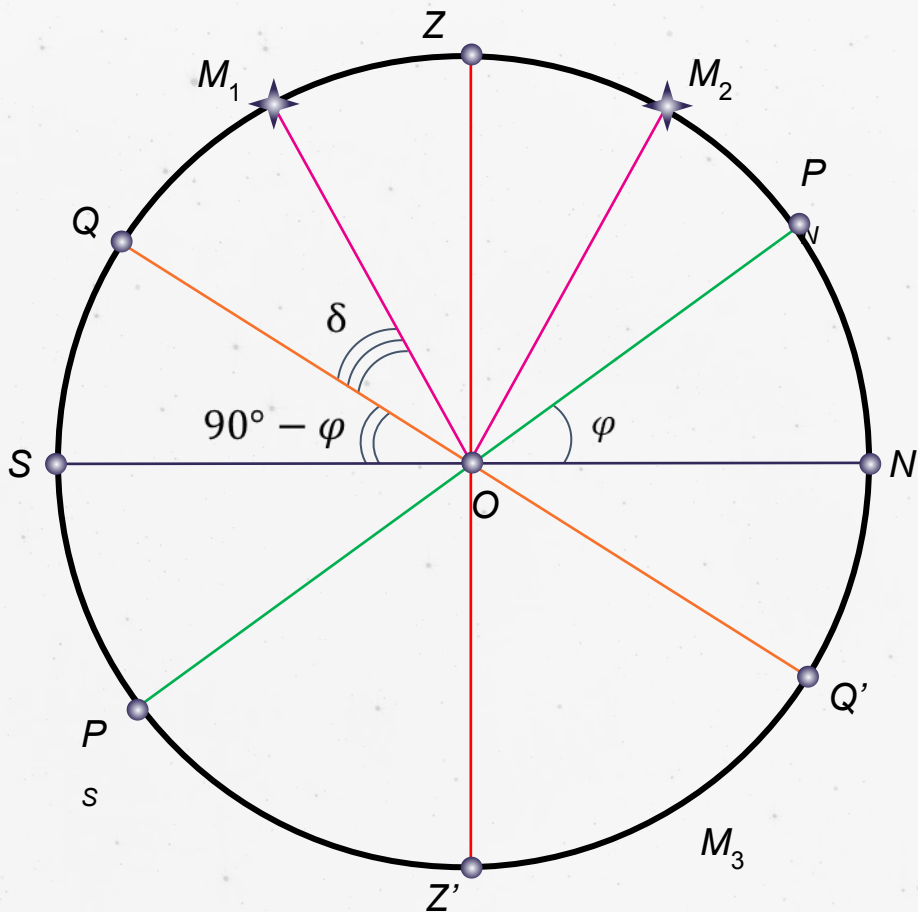
Кульминация светил

Высота звезды в верхней кульминации:

$$h_B = 90^\circ \pm (\delta - \varphi)$$

«+» — светило кульминирует к югу от зенита ($\delta < \varphi$).

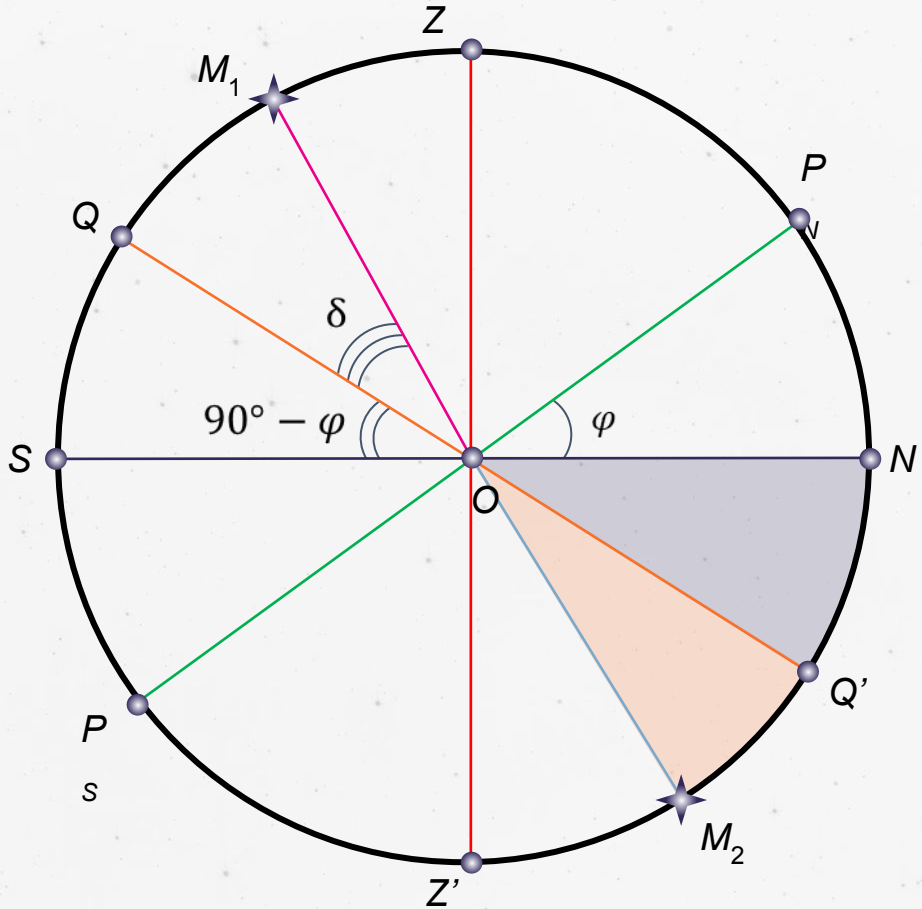
«-» — светило кульминирует к северу от зенита ($\delta > \varphi$).



Кульминация светил

Высота звезды в нижней кульминации:

$$h_H = \delta - (90^\circ - \varphi)$$



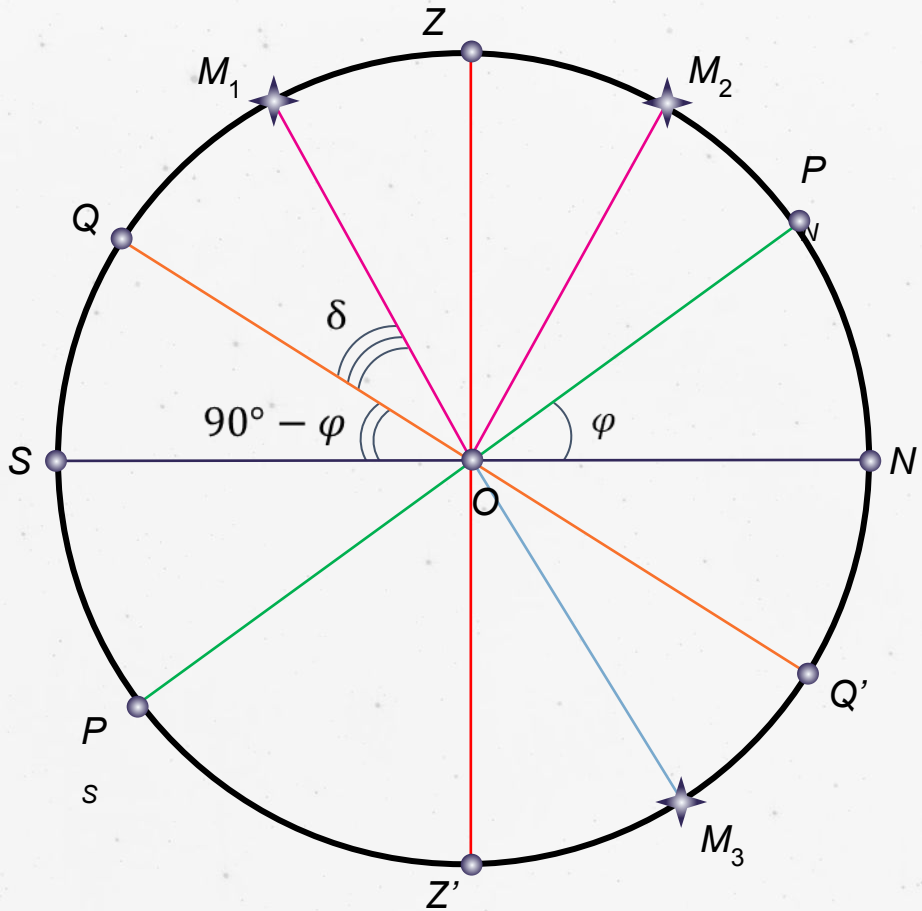
Кульминация светил

Высота звезды в верхней
кульминации:

$$h_{\text{В}} = 90^\circ \pm (\delta - \varphi)$$

Высота звезды в нижней
кульминации:

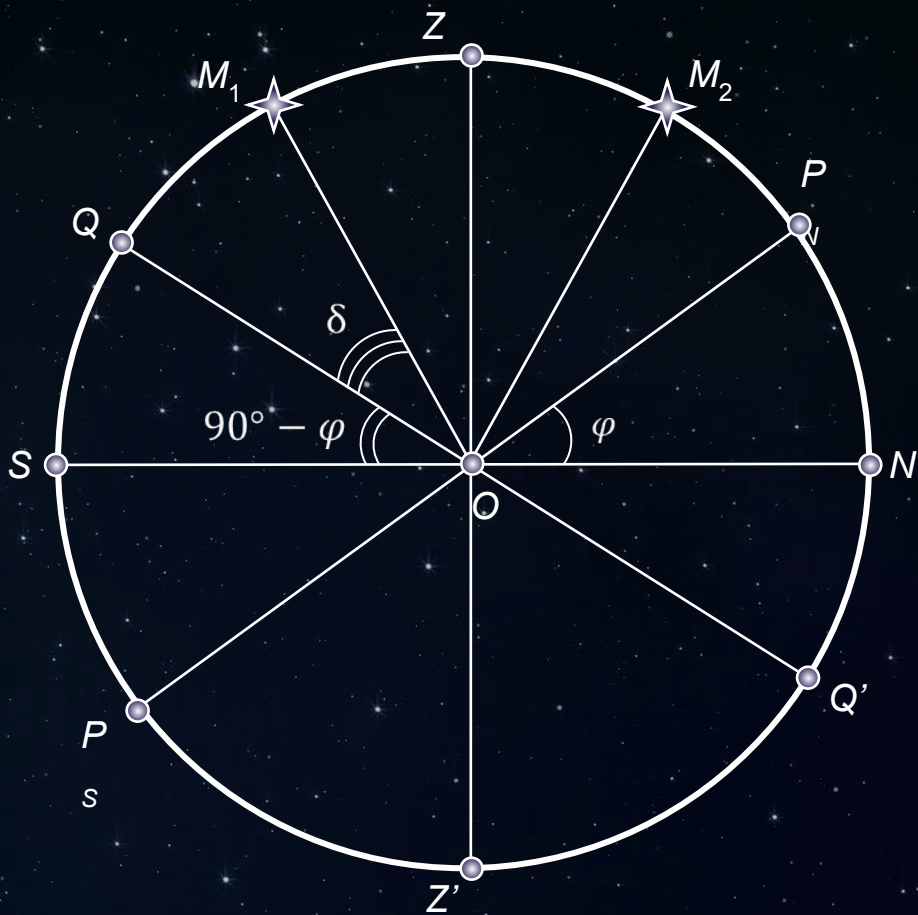
$$h_{\text{Н}} = \delta - (90^\circ - \varphi)$$



Видимое движение звёзд

Измерив склонение светила и его высоту в моменты кульминации, легко определить географическую широту, на которой находится наблюдатель:

$$\varphi = \delta \pm (90^\circ - h_B)$$



Задача 2. Известно, что 22 июня склонение Солнца составляет $\delta_{\odot} = +23^{\circ} 26'$. Определите моменты верхней и нижней кульминаций Солнца в Санкт-Петербурге, если его широта равна $\varphi = 57^{\circ} 57'$.

ДАНО

$$\delta_{\odot} = +23^{\circ} 26'$$

$$\varphi = 57^{\circ} 57'$$

$$h_{\text{В}} = ?$$

$$h_{\text{Н}} = ?$$

РЕШЕНИЕ

Положение Солнца относительно зенита в верхней кульминации:

так как $\delta_{\odot} < \varphi$, то Солнце кульминирует к югу от зенита.

Высота Солнца в момент верхней кульминации:

$$h_{\text{В}} = 90^{\circ} + (\delta - \varphi) = 90^{\circ} + (23^{\circ} 26' - 57^{\circ} 57') = +53^{\circ} 29'.$$

Высота Солнца в момент нижней кульминации:

$$h_{\text{Н}} = \delta + \varphi - 90^{\circ} = 23^{\circ} 26' + 57^{\circ} 57' - 90^{\circ} = +6^{\circ} 37'.$$

ОТВЕТ: $h_{\text{В}} = +53^{\circ} 29'$; $h_{\text{Н}} = +6^{\circ} 37'$.



Белые ночи в Санкт-Петербурге

Выводы

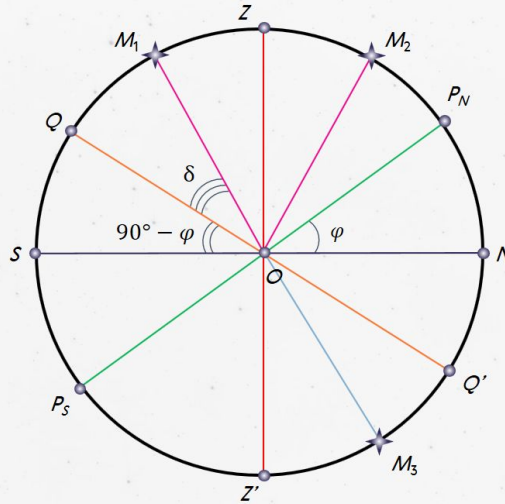
Кульминация светил

Высота звезды в верхней кульминации:

$$h_B = 90^\circ \pm (\delta - \varphi)$$

Высота звезды в нижней кульминации:

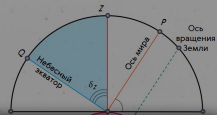
$$h_H = \delta - (90^\circ - \varphi)$$



Видимое движение звёзд

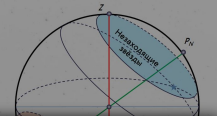
Угловая высота полюса мира над горизонтом равна географической широте места наблюдения:

$$h_p = \varphi$$



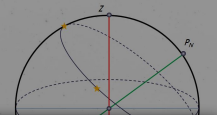
Видимое движение звёзд

Под восходом понимается явление пересечения светилом восточной части истинного горизонта, а под



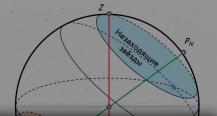
Видимое движение звёзд

Явление прохождения светилом небесного меридиана называется кульминацией.



Видимое движение звёзд

Под восходом понимается явление пересечения светилом восточной части истинного горизонта, а под



Кульминация светил

Высота звезды в верхней кульминации:

$$h_B = 90^\circ \pm (\delta - \varphi)$$

Высота звезды в нижней кульминации:

$$h_H = \delta - (90^\circ - \varphi)$$

