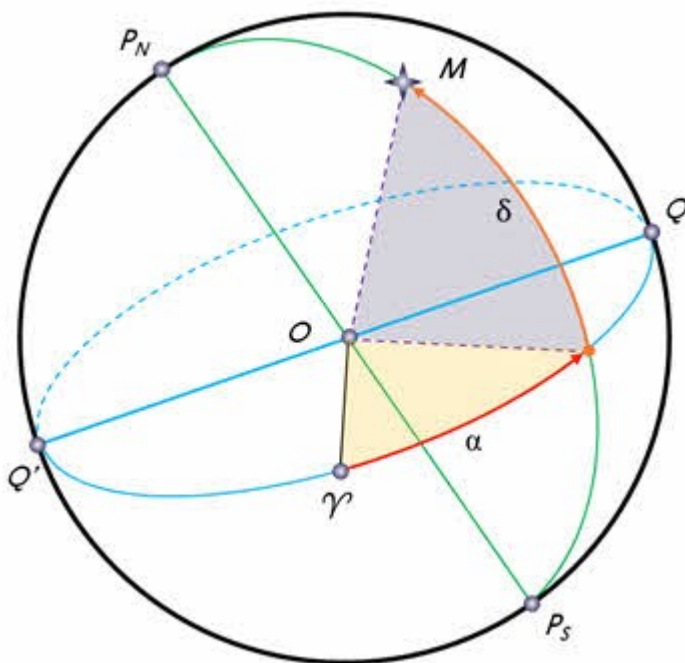


Конспект урока "Видимое движение звёзд на различных географических широтах"

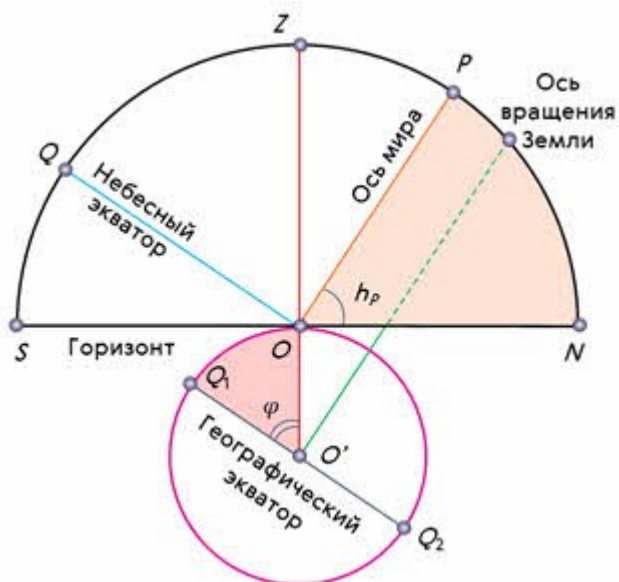
На прошлых уроках мы с вами познакомились с **картой звёздного неба**. Напомним, что так называют проекцию небесной сферы на плоскость с нанесёнными на неё объектами в определённой системе координат.

Для построения звёздных карт за основной круг небесной сферы обычно принимают круг небесного экватора. В этом случае небесные координаты называются экваториальной системой координат. А координатами в ней служат склонение и прямое восхождение.



Также мы с вами выяснили, что при суточном вращении звёздного неба, Полярная звезда, располагающаяся вблизи Северного полюса мира, на данной широте остаётся почти на одной высоте над горизонтом. Однако, если наблюдатель начнёт перемещаться с севера на юг, где географическая широта меньше, то Полярная звезда начнёт опускаться к горизонту.

Тогда логично предположить, что должна существовать некая зависимость между высотой полюса мира и географической широтой места наблюдения. Чтобы найти эту зависимость, давайте рассмотрим часть небесной сферы и земной шар в проекции на плоскость небесного меридиана.



Пусть OP — это часть оси мира, параллельная оси вращения Земли; OQ — проекция части небесного экватора, параллельного экватору Земли; OZ — отвесная линия. Тогда наблюдатель, находящийся в точке O будет видеть полюс мира на высоте, численно равной углу NOP .

Угол при центре Земли, образованный отвесной линией и географическим экватором, соответствует географической широте места наблюдения.

Так как радиус Земли в точке наблюдения перпендикулярен плоскости истинного горизонта, а ось мира перпендикулярна плоскости географического экватора, то эти два угла равны между собой как углы со взаимно перпендикулярными сторонами.

Таким образом получаем, что **угловая высота полюса мира над горизонтом равна географической широте места наблюдения.**

$$h_p = \varphi$$

Иными словами, измерив высоту полюса мира над горизонтом, мы легко сможем определить географическую широту места, с которого производится наблюдение.

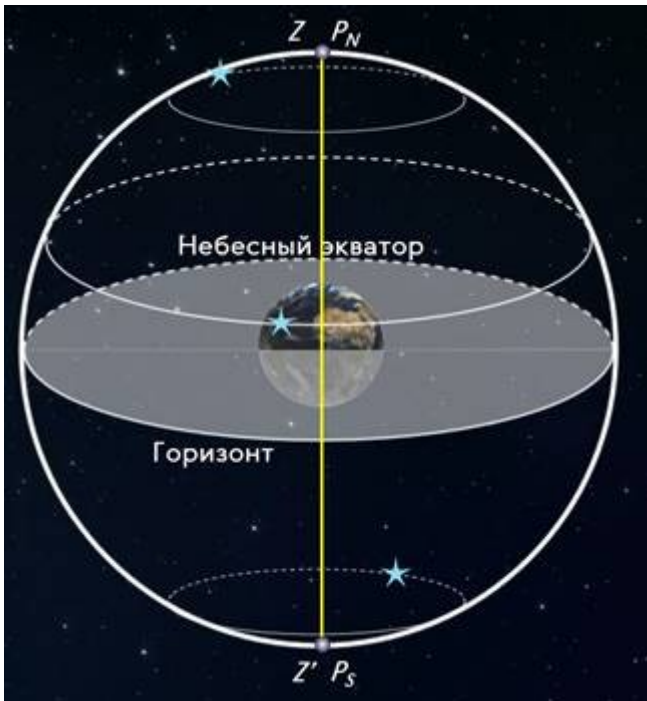
Теперь обратите внимание на угол QOZ . Из рисунка видно, что это есть ни что иное, как склонение зенита, которое равно географической широте места наблюдения, а, следовательно, и высоте полюса мира над горизонтом.

$$\angle QOZ = \delta_Z = \varphi = h_p$$

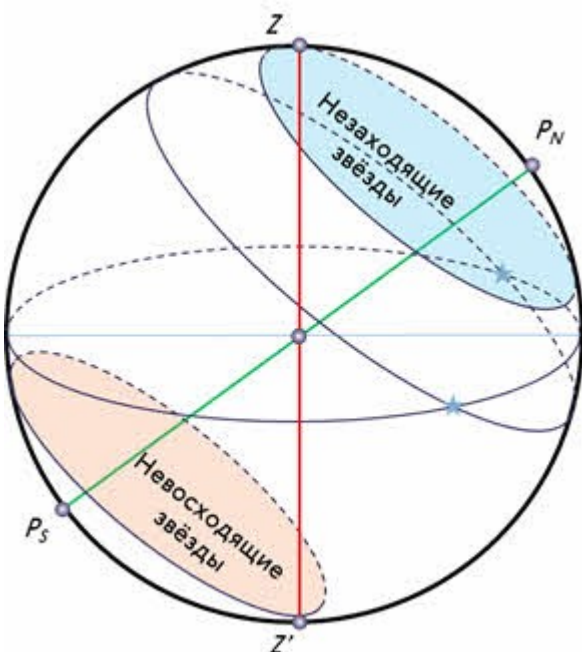
Полученное нами равенство характеризует зависимость между географической широтой места наблюдения и соответствующими горизонтальной и экваториальной координатами светила.

Как мы с вами говорили на прошлом уроке, суточные пути светил на небесной сфере — это окружности, плоскости которых параллельны небесному экватору. А в зависимости от места наблюдения, характер суточного движения звёзд, как и вид звёздного неба, меняется.

Проще всего разобраться в том, что и как происходит, на полюсах Земли. Полюс — это такое место на земном шаре, где ось мира совпадает с отвесной линией, а небесный экватор — с горизонтом. Для наблюдателя, находящегося на Северном полюсе Земли, Полярная звезда будет располагаться в зените, звёзды будут двигаться по кругам, параллельным математическому горизонту, который совпадает с небесным экватором. При этом над горизонтом будут видны все звёзды, склонение которых положительно (на Южном полюсе, наоборот, будут видны все звёзды, склонение которых отрицательно), а их высота в течение суток не будет изменяться.



Переместимся в привычные для нас средние широты. Здесь уже ось мира и небесный экватор наклонены к горизонту. Поэтому и суточные пути звёзд также будут наклонены к горизонту. Следовательно, на средних широтах наблюдатель сможет наблюдать восходящие и заходящие звёзды.

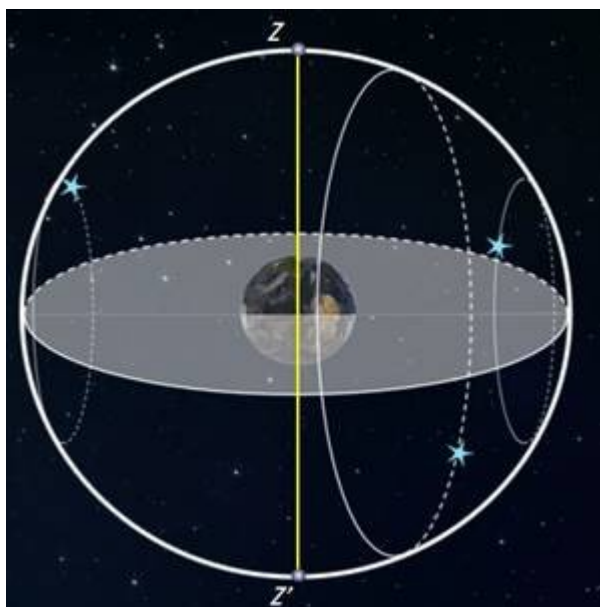


Под восходом понимается явление пересечения светилом восточной части истинного горизонта, а под заходом — западной части этого горизонта.

Помимо этого, часть звёзд, располагающихся в северных околополярных созвездиях, никогда не будут опускаться за горизонт. Такие звёзды принято называть **незаходящими**.

А звёзды, расположенные около Южного полюса мира для наблюдателя на средних широтах будут являться **невосходящими**.

Отправимся дальше — на экватор, географическая широта которого равна нулю. Здесь ось мира совпадает с полуденной линией (то есть располагается в плоскости горизонта), а небесный экватор проходит через зенит. Суточные пути всех, без исключения, звёзд перпендикулярны горизонту. Поэтому находясь на экваторе, наблюдатель сможет увидеть все звёзды, которые в течение суток восходят и заходят.



Вообще, для того, чтобы светило восходило и заходило, его склонение по абсолютной величине должно быть меньше, чем $|\delta| < 90^\circ - \varphi$.

Если $|\delta| \geq 90^\circ - \varphi$, то в Северном полушарии она будет являться незаходящей (для Южного — невосходящей).

Тогда очевидно, что те светила, склонение которых $|\delta| \leq 90^\circ - \varphi$, являются невосходящими для Северного полушария (или незаходящими для Южного).

Для примера, давайте с вами по условиям восхода и захода, определим, какой является звезда дельта Стрельца, для наблюдателя, находящего на широте $55^\circ 15'$.

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.



При суточном вращении все звёзды два раза пересекают небесный меридиан. Это явление в астрономии получило название **кульминацией светил**.

Принято различать верхнюю и нижнюю кульминации. **В момент верхней кульминации светило достигает наивысшей точки над горизонтом, ближайшей к зениту. Нижняя кульминация происходит через двенадцать часов после верхней кульминации.**

Теперь найдём формулу, по которой можно рассчитать высоту светила в момент его верхней и нижней кульминаций. Для этого воспользуемся небесной сферой и некоторыми её основными линиями.

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

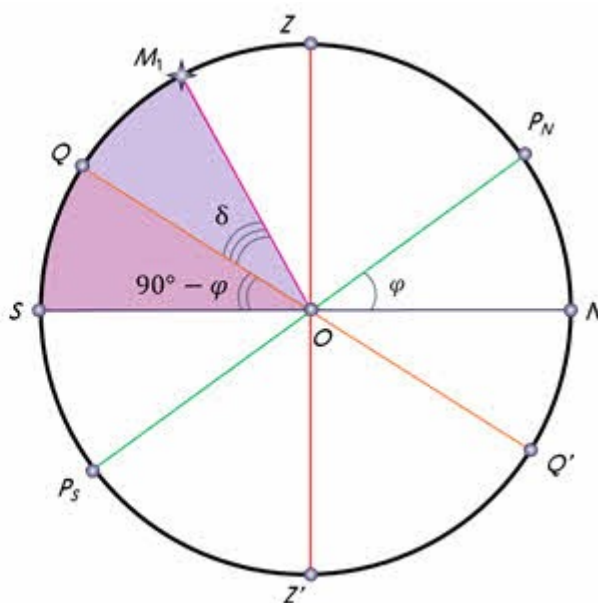
$\angle SOM_1 = h_b$ — высота светила над горизонтом.

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

Угол наклона небесного экватора к плоскости горизонта:
 $\angle SOQ = 90^\circ - \varphi$.

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

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



Аналогичными рассуждениями можно получить формулу, определяющую высоту светила в момент его верхней кульминации к северу от зенита:

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

Сравнив две формулы, не трудно найти и общую формулу высоты светила в момент его верхней кульминации:

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

Здесь важно запомнить, что знак «плюс» перед скобками берётся тогда, когда светило кульминирует к югу от зенита (то есть его склонение меньше широты места наблюдения), а «минус», — когда к северу от зенита.

Предлагаем вам самостоятельно получить формулу для определения высоты светила в момент его нижней кульминации.

Обратите внимание на то, что, **измерив склонение светила и его высоту в моменты кульминации, легко определить географическую широту, на которой находится наблюдатель.**

Для закрепления материала, давайте с вами решим такую задачу.

VIDEOUROKI.RU

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

ДАНО	РЕШЕНИЕ
$\delta_{\odot} = +23^{\circ} 26'$	Положение Солнца относительно зенита в верхней кульминации:
$\varphi = 57^{\circ} 57'$	так как $\delta_{\odot} < \varphi$, то Солнце кульминирует к югу от зенита.
$h_{\text{в}} = ?$	Высота Солнца в момент верхней кульминации:
$h_{\text{н}} = ?$	$h_{\text{в}} = 90^{\circ} + (\delta - \varphi) = 90^{\circ} + (23^{\circ} 26' - 57^{\circ} 57') = +53^{\circ} 29'$.
	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: $h_{\text{в}} = +53^{\circ} 29'$; $h_{\text{н}} = +6^{\circ} 37'$.