

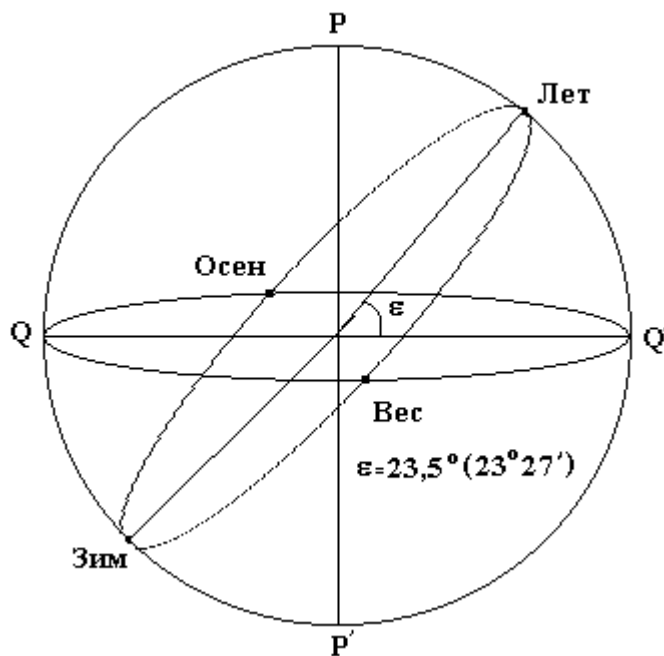
## Урок 4. Видимое движение Солнца. Движение Луны. Затмения.

### 4. 1. Эклиптика. Видимое движение Солнца.

Земля движется вокруг Солнца, поэтому промежутки между кульминациями звезд короче, чем между кульминациями Солнца (приблизительно на 4 минуты); т. к. Земля проходит за сутки приблизительно  $1/365$  часть пути вокруг Солнца.

Итак: нам кажется, что *Солнце сдвигается на фоне звезд к востоку* (в сторону противоположную суточному движению небесной сферы). Этот сдвиг составляет ежесуточно  $\approx 1^\circ$ . Таким образом, в результате движения Земли вокруг Солнца, за год Солнце описывает относительно звезд большой круг, называемый *эклиптикой*.

Видимый годовой путь Солнца проходит через тринадцать созвездий, начиная от точки весеннего равноденствия: Овен, Телец, Близнецы, Рак, Лев, Дева, Весы, Скорпион, Змееносец, Стрелец, Козерог, Водолей, Рыбы. Двенадцать из них называются зодиакальными. Пояс из *двенадцати* зодиакальных созвездий называется *зодиаком*.



а) Весеннее равноденствие: 21 марта;  $\delta = 0$ ,  $\alpha = 0$ ч.

б) Летнее солнцестояние: 22 июня;  $\delta = +23,5^\circ$ ,  $\alpha = 6$ ч.

в) Осеннее равноденствие: 23 сентября;  $\delta = 0$ ,  $\alpha = 12$ ч.

г) Зимнее солнцестояние: 22 декабря;  $\delta = -23,5^\circ$ ,  $\alpha = 18$ ч.

### 4. 2. Смена времен года.

Ось вращения Земли отклонена от оси орбиты (т. е. прямой, перпендикулярной плоскости орбиты) на угол, равный примерно  $23,5^\circ$ . Если бы не было этого наклона, смены времен года не существовало бы. Регулярная смена времен года – следствие движения Земли вокруг Солнца и наклона оси вращения Земли к плоскости орбиты.



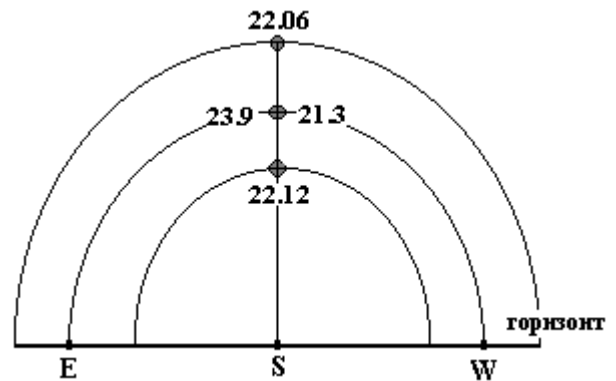
В северном полушарии Земли наступает лето, когда северный полюс Земли освещается Солнцем, а южный полюс планеты располагается в ее тени. При этом в южном полушарии наступает зима. Когда в северном полушарии весна, то в южном – осень. Когда в северном полушарии осень, в южном – весна. Времена года в южном и северном полушариях всегда противоположны.

Примерно 21 марта и 23 сентября во всем мире день и ночь продолжаются 12 часов.

Летом продолжительность светлого времени суток больше, чем зимой, следовательно, северное полушарие Земли в течение весны и лета с 21 марта по 23 сентября получает гораздо больше тепла, чем осенью и зимой с 23 сентября по 21 марта. Скорость движения Земли по орбите также не постоянна, а изменяется от 29,5 км/с в афелии (июль) до 30,3 км/с в перигелии (январь). Соответственно, и расстояние от осеннего до весеннего равноденствия на орбите Земля проходит быстрее, чем противоположную, летнюю часть, а весна и лето в Северном полушарии на 6 суток продолжительнее осени и зимы.

Поток энергии от Солнца, падающий на Землю, изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния. Поэтому зимы в северном полушарии менее суровые, чем в южном, а лето в северном полушарии более прохладное.

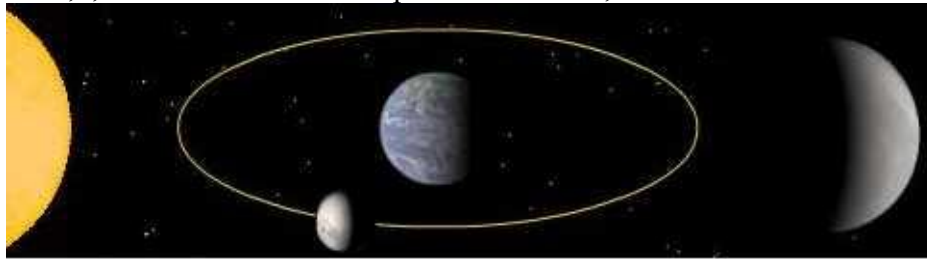
$h_c = 90^\circ - \varphi + \delta_c \Rightarrow$  в разное время года высота Солнца в верхней кульминации различна. Тогда и точки восхода и захода будут различны.



#### 4. 3. Движение Луны.

Видимое движение Луны на фоне звезд отражает действительное движение Луны вокруг Земли, которое сопровождается изменением внешнего вида нашего спутника. Видимый край диска Луны называется лимбом. Линия, разделяющая освещенную и неосвещенную Солнцем части диска Луны, называется терминатором. Отношение площади освещенной части видимого диска Луны ко всей его площади называется фазой Луны.

Различают четыре основных фазы Луны: новолуние, первая четверть, полнолуние и последняя четверть. В новолунии  $\Phi = 0$ , в первую четверть  $\Phi = 0,5$ , в полнолуние фаза равна  $\Phi = 1,0$ , а в последнюю четверть снова  $\Phi = 0,5$ .



Первая четверть.

В новолуние Луна проходит между Солнцем и Землей, к Земле обращена темная, не освещенная Солнцем сторона Луны. Правда, иногда в это время диск Луны светится особым, пепельным светом. Слабое свечение ночной части лунного диска вызвано солнечным светом, отраженным Землей к Луне. Через два дня после новолуния на вечернем небе, на западе, вскоре после захода Солнца, появляется тоненький серпик молодой луны.

Через семь суток после новолуния растущая Луна видна в форме полукруга на западе или юго-западе, вскоре после захода Солнца. Луна находится на  $90^\circ$  к востоку от Солнца и видна по вечерам и в первой половине ночи.

Через 14 суток после новолуния наступает полнолуние. Луна при этом находится в противостоянии с Солнцем, и к Земле обращено все освещенное полушарие Луны. В

полнолуние Луна видна всю ночь, восходит Луна во время захода Солнца, заходит – во время восхода Солнца.

Через неделю после полнолуния стареющая Луна предстает перед нами в фазе своей последней четверти, в виде полукруга. В это время к Земле обращена половина освещенного и половина неосвещенного полушария Луны. Луна видна на востоке, перед восходом Солнца, во второй половине ночи.

Фаза Луны		Время видимости	В какой стороне неба видна
Новолуние	$\Phi = 0$	Не видна	
Первая четверть	$\Phi = 0,5$	Вечер, первая половина ночи	Запад
Полнолуние	$\Phi = 1$	Вся ночь	Противоположно Солнцу
Последняя четверть	$\Phi = 0,5$	Вторая половина ночи, утро	Восток

!!! Полная Луна повторяет по небу суточный путь Солнца, проходимый им за полгода до этого, поэтому летом полная Луна не удаляется далеко от горизонта, а зимой, напротив, поднимается высоко.

Промежуток времени между двумя последовательными одинаковыми фазами Луны называется **синодическим месяцем (периодом)**, его продолжительность 29,53 суток. **Сидерический же месяц (период)**, т.е. время, за которое Луна делает один оборот вокруг Земли относительно звезд, составляет 27,3 суток.

Почему наблюдается такая разница в 2,2 суток между периодами? Луна по орбите проходит за сутки  $\approx 13^\circ$  ( $360^\circ/27,3$ ), а Земля по орбите за день  $\approx 1^\circ$ , следовательно за 27 дней  $27^\circ$ . Таким образом, Луне нужно «дойти» еще  $27^\circ$ , на что потребуется  $27 : 13 \approx 2$  дня.

**Противофаза** – Земля при рассмотрении ее с Луны будет иметь противоположную фазу: если новолуние, то на Луне *полноземелие*, а если на Земле полнолуние, то на Луне - *новоземелие*.

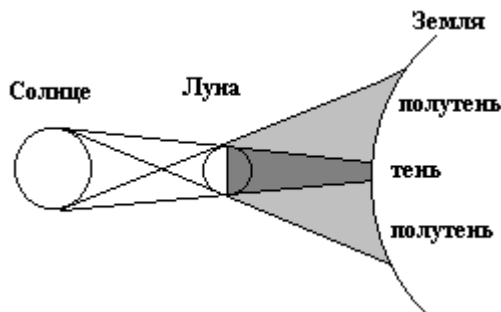
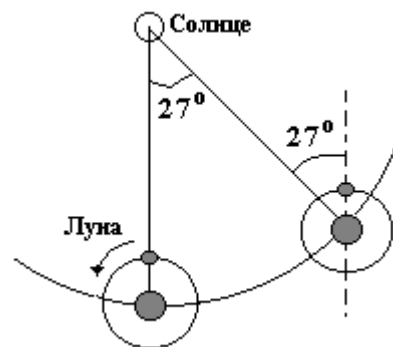
#### 4. 4. Затмения.

##### 4. 4. 1. Солнечные затмения.

Покрытие Солнца Луной называется *солнечным затмением*. Это очень красивое и редкое явление. Солнечное затмение наступает, если в момент новолуния Луна пересекает плоскость эклиптики.

Если диск Солнца полностью закрывается диском Луны, то затмение называют полным.

Полные солнечные затмения можно видеть только в тех областях Земли, по которым



проходит полоса тени Луны. Диаметр тени не превышает 270 км, поэтому полное затмение Солнца видно лишь на малом участке земной поверхности. Солнце может не полностью скрываться за диском Луны из-за несовпадения их центров на небе. Такое затмение называется частным. Наблюдать такое красивое образование, как солнечная корона, можно лишь во время полных затмений. Такие наблюдения даже в наше время многое могут дать науке, поэтому наблюдать в ту страну, где будет солнечное затмение, приезжают астрономы из многих стран. Если угловой диаметр диска Луны (около  $0,5^\circ$ ) оказывается немного меньше углового диаметра диска Солнца (около  $0,5^\circ$ ), то в момент максимальной фазы затмения от Солнца остается видимым яркое узкое кольцо. Такое затмение называется кольцеобразным.

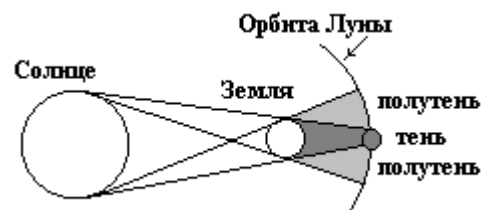
Плоскость лунной орбиты в пересечении с небом образует большой круг – лунный путь. Плоскость земной орбиты пересекается с небесной сферой по эклиптике. Если бы плоскость орбиты Луны совпадала с плоскостью эклиптики, то каждое новолуние было бы солнечное затмение. Но плоскость лунной орбиты наклонена к плоскости эклиптики под углом  $5^\circ 09'$ . Плоскость эклиптики и лунный путь пересекаются друг с другом по прямой линии, называемой линией узлов. Точки пересечения линии узлов с эклиптикой называются восходящим и нисходящим узлами лунной орбиты. Затмение происходит только тогда, когда Солнце, перемещаясь по эклиптике, находится вблизи одного из узлов орбиты Луны. Условия для солнечных затмений сохраняются примерно 17 суток, а для лунных – примерно 11 суток. Поэтому получается, что в год может быть от 2 до 5 солнечных и не более 3 лунных. Всего за год бывает не более 7 затмений.



Лунные узлы непрерывно перемещаются навстречу движению самой Луны, то есть к западу, совершая полный оборот за 18,6 года. Поэтому цикл затмений повторяется именно за это время. Этот период называется *сарос* (18 лет 11 суток 7 часов). В сарос входит 43 солнечных и 28 лунных затмения. В какой-нибудь определенной точке поверхности полное солнечное затмение наблюдается в среднем 1 раз в 200–300 лет.

#### 4. 4. 2. Лунные затмения.

Лунные затмения можно наблюдать, когда Луна в фазе полнолуния. Во время полного лунного затмения Луна полностью уходит в тень Земли. Полная фаза лунного затмения продолжается гораздо дольше, нежели полная фаза солнечного затмения. Время полного лунного затмения может длиться 2 часа, а с частными фазами вдвое больше. Наблюдать его можно из любой точки, где в эту ночь видно Луна.



Форма края земной тени при лунных затмениях послужила древнегреческому философу и ученому Аристотелю одним из веских доказательств шарообразности Земли. Лунные затмения бывают полные и частные.

В момент полного лунного затмения наблюдатель на Луне будет наблюдать полное солнечное затмение.