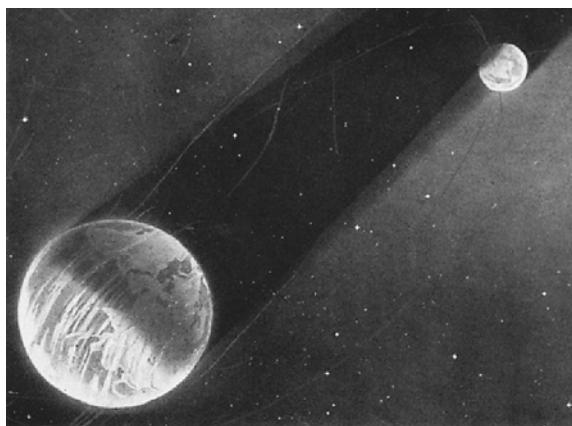




## КОСМИЧЕСКИЙ ТЕАТР ТЕНЕЙ

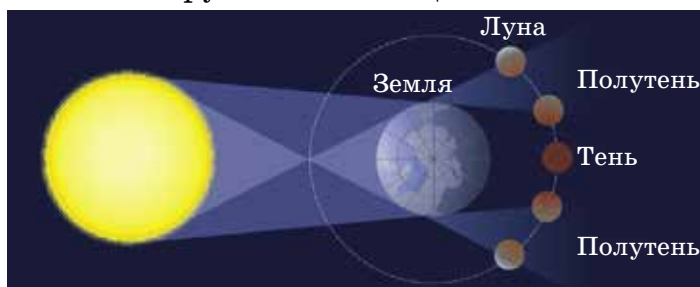
Каждый знает, что тень – это пространство, закрытое от яркого света. Мы любим устраивать театр теней на стене комнаты или на белом экране, если рядом есть яркая лампа. Сложил пальцы по-особому, и на стене возник силуэт волка или зайчика.

В космосе тоже есть театр теней: его демонстрируют нам планеты и их спутники. Например, наша Земля иногда отбрасывает свою тень на Луну, а Луна – на Землю.



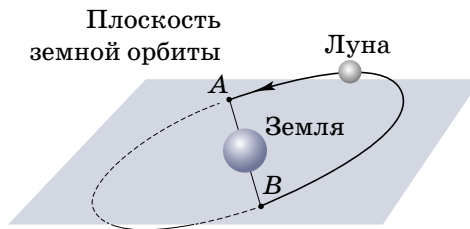
Такие моменты астрономы называют *затмениями*. Например, затмение Солнца – это когда Луна отбрасывает свою тень на поверхность нашей планеты и закрывает от некоторых жителей Земли солнечный диск. Лунная тень невелика, она не может накрыть всю Землю, поэтому полное солнечное затмение в этот момент видят не все земляне, а только те, кому повезло попасть в тень Луны.

Случаются и лунные затмения – это когда Земля своей тенью закрывает от Солнца Луну. Тогда диск Луны сильно меркнет и на несколько часов становится почти невидимым. Земная тень велика, поэтому Луна легко погружается в неё целиком.



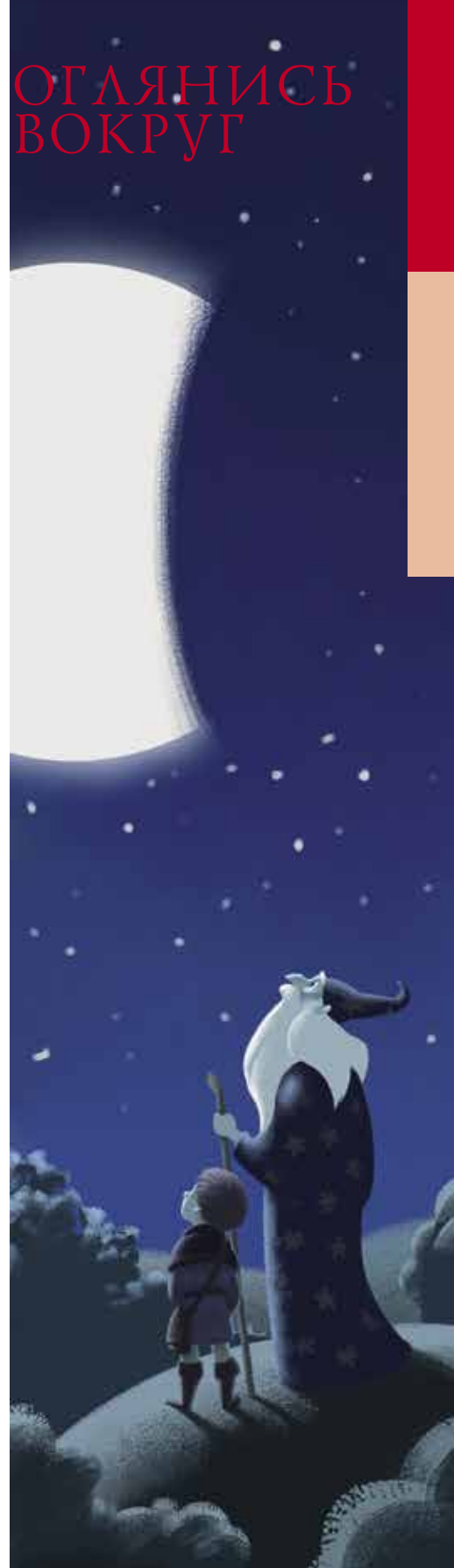
Как известно, Луна – спутник Земли. Двигаясь по своей орбите, она завершает оборот вокруг Земли примерно за месяц. Казалось бы, Луна должна попадать в тень Земли каждый месяц. И это в самом деле было бы так, если бы плоскость лунной орбиты совпадала с плоскостью земной орбиты, где находится и Солнце. Но эти две плоскости не совпадают: между ними угол примерно в  $5^\circ$ . Поэтому лунные и солнечные затмения случаются редко: только в те дни, когда Луна приближается к плоскости земной орбиты. Линия, по которой плоскости земной и лунной орбит пересекаются, называется *линией узлов*.

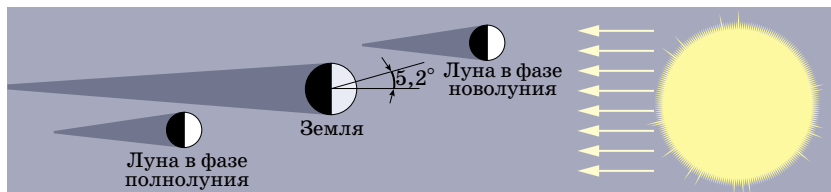
Взаимное расположение плоскости лунной орбиты и плоскости орбиты Земли. *AB* – линия узлов



Когда Луна и Солнце находятся на линии узлов по одну сторону от Земли, может произойти солнечное затмение, а когда они располагаются на линии узлов по разные стороны от Земли – лунное. Иными словами, затмения происходят только в те дни, когда Луна пересекает плоскость земной орбиты. Поэтому астрономы называют её *плоскостью эклиптики*, а годичный путь Солнца – *эклиптикой* (лат. *ecliptica*, от др.-греч. ἑκλειψις – затмение). Если Луна далеко от эклиптики, затмений не жди. Если же Луна приблизилась к эклиптике, оказавшись вблизи одного из узлов своей орбиты, и при этом Солнце тоже оказывается на линии узлов, то будет затмение.

Центр земной тени всегда лежит на эклиптике, а угловой радиус этой тени в районе лунной орбиты составляет для наблюдателя на Земле около  $0,7^\circ$ . Угловой радиус лунного диска около  $0,25^\circ$ . Следовательно, если Луна удаляется от эклиптики более чем на  $1^\circ$ , она не попадает в тень Земли. Именно поэтому Луна чаще проходит мимо земной тени, чем попадает в неё. По этой же причине и лунная тень далеко не всегда попадает на Землю. Вот почему мы наблюдаем затмения не ежемесячно, а лишь несколько раз в году.





Однако все знают, что за короткое время внешний вид Луны на нашем небе сильно меняется. То она полная (то есть круглая), то четвертинкой, то узким месяцем вроде серпа. Эти изменения называют сменой лунных фаз. Обычно цикл лунных фаз начинают отсчитывать от момента новолуния, когда лунный диск вообще не виден, поскольку Луна находится между Солнцем и Землёй, так что сторона Луны, обращённая к Земле, не освещена Солнцем.

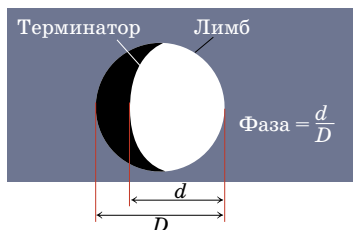
Через пару дней после новолуния по вечерам после захода Солнца низко у западного горизонта появляется тонкий лунный серп. День ото дня он растёт, и через неделю мы уже видим половину освещённого Солнцем диска Луны. Это *фаза первой четверти*. Почему же «четверти», если видна половинка диска? Да потому что неделя – это четверть месяца, то есть четверть полного периода смены лунных фаз.



Так происходит смена фаз Луны в Северном полушарии – слева направо, а в Южном – справа налево



Полнолуние (слева) и первая четверть (справа)



Фаза Луны или планеты выражается числом  $F = d/D$ , где  $d$  – ширина освещённой части, а  $D$  – диаметр диска

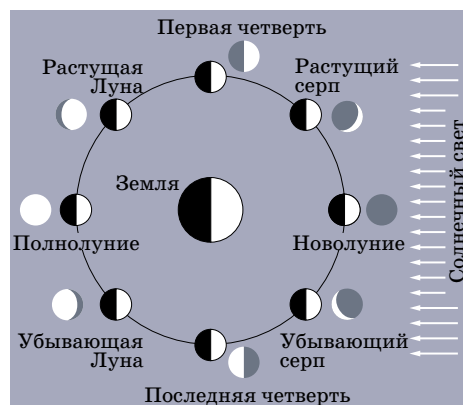


Край видимого лунного диска астрономы называют *лимбом*. Глядя на любую планету в телескоп, мы тоже видим её как диск и тоже называем его край лимбом. А линию, отделяющую дневную часть диска от ночной, называют *терминатором*. На планетах, Луне и других спутниках это граница дня и ночи. Фазу Луны или любой другой планеты можно выразить числом, равным отношению ширины освещённой части диска к его полному диаметру. Именно это число указывают в календарях под названием *фаза*.

Некоторые люди думают, что в смене лунных фаз виновата тень Земли, которая попеременно закрывает то левую, то правую половинку лунного диска. Но это, конечно, не так. Ведь мы уже знаем, что земная тень редко попадает на Луну, а фазы непрерывно меняются в течение каждого месяца. Значит, не тень Земли закрывает от нас разные части лунного диска. А чья же тогда это тень?

Да всё очень просто! У Луны, как и у любой планеты, всегда есть два полушария – дневное, освещённое Солнцем, и ночное, не освещённое. Обходя вокруг Земли за месяц, Луна постепенно демонстрирует нам оба свои полушария: в полнолуние – освещённое, дневное, а в новолуние – неосвещённое, ночное. В остальные дни – часть освещённого и часть неосвещённого. Так что в новолуние мы не видим поверхность нашего спутника вовсе не потому, что на него упала тень Земли. Можно сказать, что в этот момент повернутое к Земле лунное полушарие находится в тени... самой Луны.

Фазы Луны. Показано её движение по орбите вокруг Земли (вид со стороны Северного полюса, Луна движется против часовой стрелки). Рядом с орбитой показан внешний вид Луны для земного наблюдателя в Северном полушарии в соответствующие моменты месяца.



# ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ

А теперь – задание. Посмотрите на фото ниже. Какой серп Луны сфотографирован на нём – растущий (молодой) или убывающий (старый)?



Фото: Европейская южная обсерватория

Это задание простое. А вот ещё одно, посложнее. На этом же фото кроме ярко освещённого Солнцем узкого лунного серпа мы ясно видим и ночную сторону Луны, тускло освещённую... чем? Это явление называют *пепельным светом Луны*. А где же источник пепельного света? Попробуйте представить себя в этот момент на Луне, но на её ночной стороне. У вас ночь, Солнце под горизонтом. А что вы видите в небе над собой? Откуда льётся на вас тусклый свет?

Как видите, всё очень просто: на Земле бывает полнолуние, а на Луне – «полноземелие». При этом ночное освещение от Земли на Луне намного сильнее, чем от Луны на Земле. Ведь диск Земли на лунном небе в несколько раз больше, чем лунный диск на нашем небосводе, да и отражаются солнечные лучи от Земли намного лучше, чем от лунной поверхности. В итоге ночная поверхность видимой стороны Луны освещается Землёй так ярко, что там без труда ночью можно гулять без фонарика и даже книжки читать. На Земле в полнолуние тоже можно гулять (но осторожно, а то споткнётесь!), а вот книжки при полной Луне читать не советую – можно глаза испортить.