

верной и восточной стороне над горизонтом. Затем установите звёздную карту на полночь той даты, которая отличается от первой ровно на полгода. Снова запишите созвездия, видимые в различных сторонах горизонта. Сравнивая эти две записи, укажите, какие изменения произошли в положении созвездий. Чем можно объяснить эти изменения?

§ 7. ДВИЖЕНИЕ И ФАЗЫ ЛУНЫ

Луна — ближайшее к Земле небесное тело, её единственный естественный спутник. Находясь на расстоянии около 380 тыс. км от Земли, Луна обращается вокруг неё в том же направлении, в котором Земля вращается вокруг своей оси. За каждые сутки она перемещается относительно звёзд примерно на 13° , совершая полный оборот за 27,3 суток. Этот промежуток времени — период обращения Луны вокруг Земли в системе отсчёта, связанной со звёздами, — называется **звёздным** или **сидерическим** (от лат. *sidus* — звезда) **месяцем**.

Собственного свечения Луна не имеет, а Солнце освещает только половину лунного шара. Поэтому по мере её

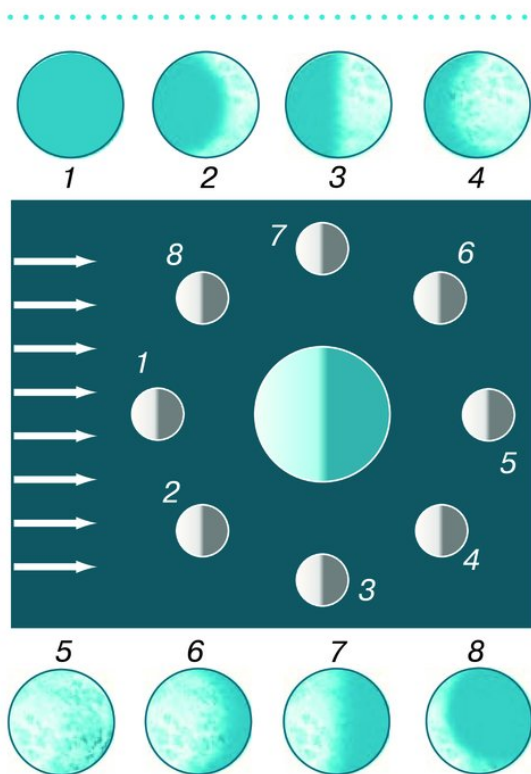


Рис. 2.12. Смена лунных фаз

движения по орбите вокруг Земли происходит изменение вида Луны — **смена лунных фаз**. В какое время суток Луна бывает над горизонтом, каким мы видим обращённое к Земле полушарие Луны — полностью освещённым или освещённым частично, — всё это зависит от положения Луны на орбите (рис. 2.12).

Если она расположена так, что обращена к Земле своей тёмной, неосвещённой стороной (положение 1), то мы не можем видеть Луну, но знаем, что она находится на небе где-то рядом с Солнцем. Эта фаза Луны называется **новолу-**

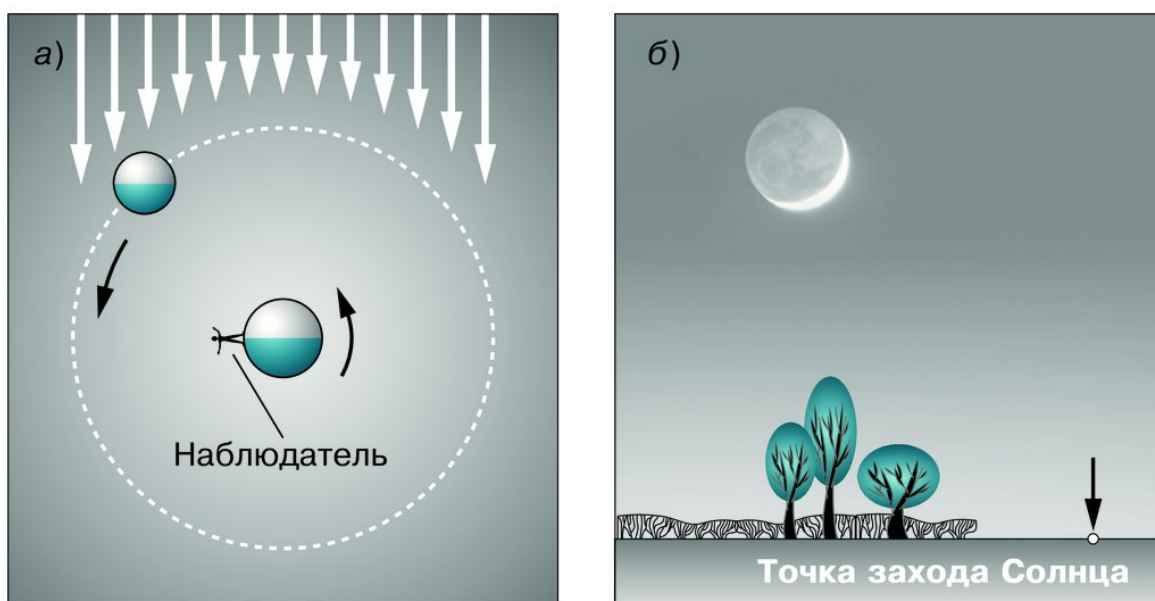


Рис. 2.13. Вечерняя видимость Луны

нием. Двигаясь по орбите вокруг Земли, Луна примерно через трое суток придёт в положение 2. В это время её можно будет видеть по вечерам неподалёку от заходящего Солнца в виде узкого серпа. При наблюдении из Северного полушария Земли выпуклость серпа обращена вправо, в сторону зашедшего Солнца (рис. 2.13). При этом нередко бывает видна и оставшаяся часть Луны, которая светится значительно слабее, так называемым пепельным светом. Это наша планета, отражая солнечные лучи, освещает ночную сторону своего спутника.

День ото дня серп Луны увеличивается по ширине, и его угловое расстояние от Солнца возрастает. Через неделю после новолуния мы видим половину освещённого полушария Луны — наступает фаза, называемая *первой четвертью* (см. рис. 2.12, положение 3).

В дальнейшем доля освещённого полушария Луны, видимая с Земли, продолжает увеличиваться до тех пор, пока не наступит *полнолуние* (положение 5). В этой фазе Луна находится на небе в стороне, противоположной Солнцу, и видна над горизонтом всю ночь — от его захода до восхода. После полнолуния фаза Луны начинает уменьшаться. Сокращается и её угловое расстояние от Солнца. Сначала на правом крае лунного диска появляется небольшой ущерб, который имеет форму серпа. Постепенно этот ущерб растёт (положение 6), а через неделю после полнолуния наступает фаза *последней четверти* (положение 7). В этой фазе, как и в первой четвер-

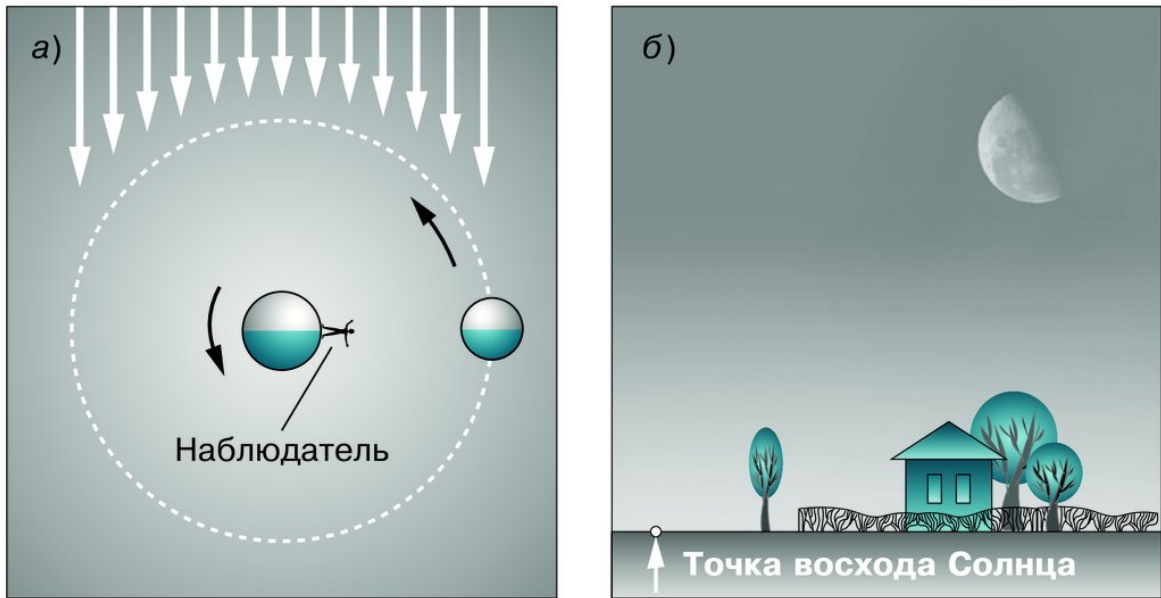


Рис. 2.14. Утренняя видимость Луны

ти, мы снова видим половину освещённого полушария Луны, но теперь уже другую, которая в первой четверти была неосвещённой. Луна восходит поздно и видна в этой фазе по утрам (рис. 2.14). В последующем её серп, обращённый теперь выпуклостью влево (если смотреть из Северного полушария Земли), становится всё более и более узким (см. рис. 2.12, положение δ), постепенно сближаясь с Солнцем. В конце концов он скрывается в лучах восходящего Солнца — снова наступает новолуние.

Полный цикл смены лунных фаз составляет 29,5 суток. Этот промежуток времени между двумя последовательными одинаковыми фазами называется **синодическим месяцем** (от греч. *synodos* — соединение). Ещё в глубокой древности у многих народов месяц, наряду с сутками и годом, стал одной из основных календарных единиц.

Понять, почему синодический месяц длиннее сидерического, не трудно, если вспомнить, что Земля движется вокруг Солнца. На рисунке 2.15 взаимное расположение Земли T и Луны L соответствует новолунию. Через 27,3 суток Луна

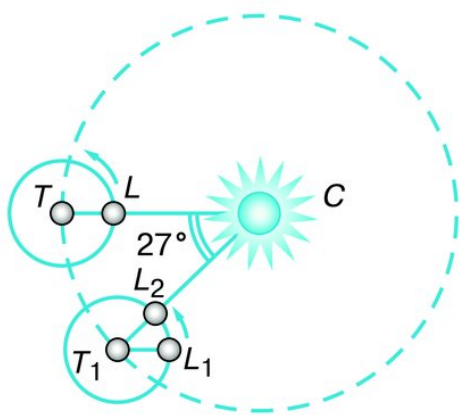


Рис. 2.15. Соотношение сидерического и синодического месяцев

займёт на небе прежнее положение относительно звёзд и будет находиться в точке L_1 . За это время Земля, перемещаясь на 1° в сутки, пройдёт по орбите дугу в 27° и окажется в точке T_1 . Луне, для того чтобы снова оказаться в новолунии L_2 , придётся пройти по орбите такую же дугу (27°). На это потребуется немногим более двух суток, поскольку за сутки Луна смещается на 13° .

С Земли видна лишь одна сторона Луны, однако это не означает, что она не вращается вокруг своей оси. Проведём опыт с глобусом Луны, перемещая его вокруг глобуса Земли так, чтобы к нему всегда была обращена одна сторона лунного глобуса. Этого можно достичь лишь в том случае, если мы будем его поворачивать по отношению ко всем другим предметам, находящимся в классе. Полный оборот глобуса Луны вокруг оси завершится одновременно с тем, как завершится один оборот вокруг глобуса Земли. Это доказывает, что период вращения Луны вокруг своей оси равен сидерическому периоду её обращения вокруг Земли — 27,3 суток.



ВОПРОСЫ 1. В каких пределах изменяется угловое расстояние Луны от Солнца? 2. Как по фазе Луны определить её примерное угловое расстояние от Солнца? 3. На какую примерно величину меняется прямое восхождение Луны за неделю? 4. Какие наблюдения необходимо провести, чтобы заметить движение Луны вокруг Земли? 5. Какие наблюдения доказывают, что на Луне происходит смена дня и ночи? 6. Почему пепельный свет Луны слабее, чем свечение остальной части Луны, видимой вскоре после новолуния?



УПРАЖНЕНИЕ 6 1. Нарисуйте вид Луны между первой четвертью и полнолунием. В какое время суток она видна в такой фазе? 2. Луна видна вечером как серп, который обращён выпуклостью вправо и расположен невысоко над горизонтом. В какой стороне горизонта находится Луна? 3. Утром перед восходом Солнца виден серп Луны. Увеличится или уменьшится его ширина на следующие сутки? 4. Сегодня была видна полная Луна. В какое время суток она будет видна через неделю? Нарисуйте, как она будет выглядеть в это время. 5*. Сколько времени для наблюдателя, находящегося на Луне, проходит от одной кульминации звезды до следующей?

§ 8. ЗАТМЕНИЯ СОЛНЦА И ЛУНЫ

Как и любые физические тела, находящиеся недалеко от Солнца, Земля и Луна отбрасывают в противоположную от него сторону тени. Периодически во время новолуния может наступить ситуация, когда тень Луны попадет на Землю, и тогда в данной части нашей планеты произойдет солнечное затмение — Луна заслонит Солнце. В полнолуние, наоборот, Луна может попасть в тень Земли, что вызовет потемнение яркого диска Луны. В этом случае говорят о лунном затмении.

Если бы плоскость орбиты, по которой Луна движется вокруг Земли, совпадала с плоскостью орбиты, по которой Земля обращается вокруг Солнца, то ежемесячно в момент новолуния происходило бы солнечное затмение, а в момент полнолуния — лунное. Этого не случается потому, что плоскость лунной орбиты наклонена к плоскости орбиты Земли под углом около 5° .

Именно поэтому, как показано на переднем плане рисунка 2.16, тень Луны в новолуние может пройти выше Земли, а в полнолуние сама Луна может пройти ниже земной тени. В это время положение орбиты Луны таково, что она пересекает плоскость орбиты Земли вблизи фаз первой и последней чет-

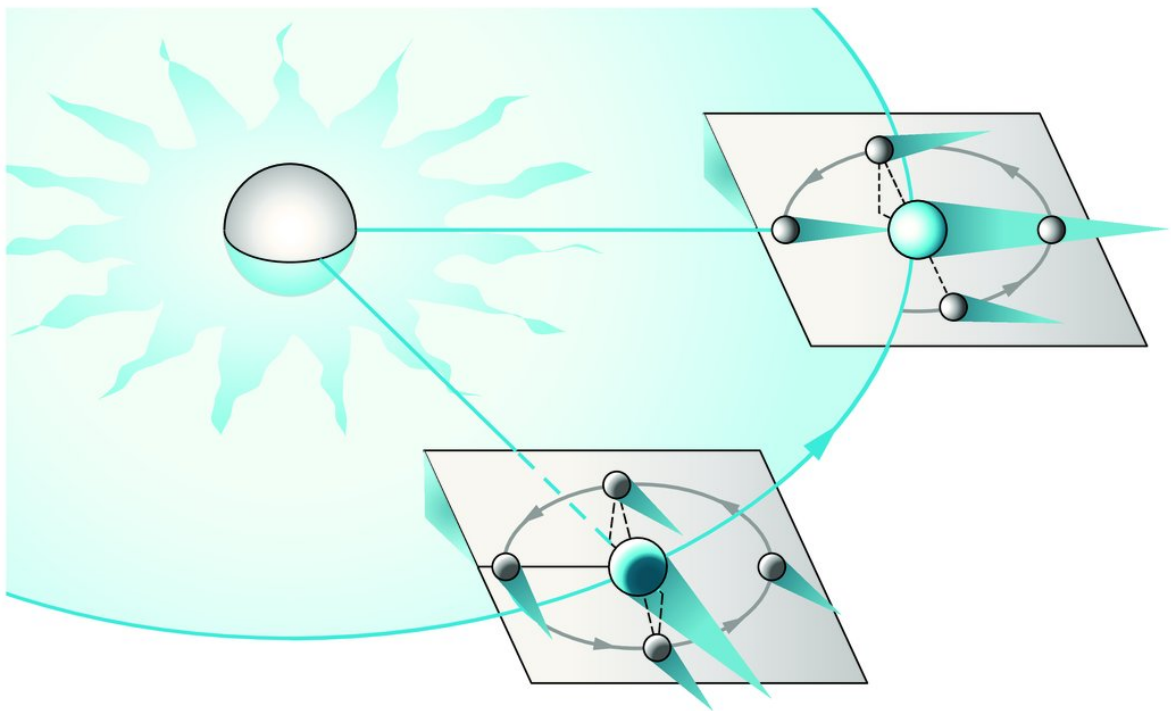


Рис. 2.16. Периодичность затмений Солнца и Луны

верти. В каких же случаях затмения Солнца и Луны могут произойти?

Вы уже знаете, что направление оси вращения Земли в пространстве остаётся при движении нашей планеты вокруг Солнца неизменным. Мало меняется в течение года и положение плоскости лунной орбиты. Рассмотрим, как это повлияет на возможность наступления затмений. За три месяца Земля пройдёт четверть своего пути вокруг Солнца и займёт положение, показанное в правой части рисунка 2.16. Теперь плоскость лунной орбиты будет расположена так, что линия её пересечения с плоскостью земной орбиты направлена на Солнце. Поэтому Луна будет пересекать плоскость орбиты Земли (или находиться близ неё) в новолуние и полнолуние. Иначе говоря, двигаясь по небу, Луна приходит в ту точку эклиптики, где в этот момент находится Солнце, и заграждает его от нас.

В том случае, если Солнце целиком закрыто Луной, затмение называется **полным**. Если же случится так, что она закроет лишь часть Солнца, то затмение будет **частным**. Из-за небольшого изменения расстояний до Солнца и Луны может сложиться ситуация, что центры их видимых дисков на небе совпадают, но видимые размеры Луны окажутся чуть меньше, и она не закроет Солнце целиком, оставив от него яркое тонкое кольцо. Такое затмение называется **кольцеобразным**.

Когда Луна пересекает эклиптику в точке, диаметрально противоположной Солнцу, она сама полностью или частично скрывается в тени Земли. Лунные затмения, как и солнечные, могут быть полными или частными, но не могут быть кольцеобразными.

Условия, благоприятные для наступления затмений, сохраняются примерно на протяжении месяца. За это время произойдёт либо одно солнечное затмение, либо одно солнечное и одно лунное, либо два солнечных и одно лунное затмение. Следующее необходимое для наступления затмений расположение лунной орбиты повторится снова лишь спустя примерно полгода (177—178 суток), когда Земля пройдёт половину своего пути вокруг Солнца. В течение года на Земле обычно происходит два-три солнечных затмения и одно-два лунных. Максимальное число затмений за год — семь.

Лунные затмения хотя и происходят на Земле реже солнечных, но из каждой отдельной её точки видны чаще. Причина этого в том, что Луна, попавшая при затмении в земную

ть, видна на всём полушарии Земли, где она в это время находится над горизонтом. Погружаясь в земную тень, Луна приобретает красноватую окраску различных оттенков. Цвет зависит от состояния земной атмосферы, которая, преломляя лучи Солнца и рассеивая их, всё же пропускает красные лучи внутрь конуса тени. Несколько часов затрачивает Луна, чтобы пересечь тень Земли. Полная фаза затмения длится около полутора часов.

Полное затмение Солнца можно наблюдать лишь там, где на Землю падает небольшое по размерам (диаметром не более 270 км) пятно лунной тени. Тень Луны со скоростью около 1 км/с движется по поверхности Земли примерно с запада на восток, поэтому в каждом пункте Земли полное затмение продолжается лишь несколько минут (вблизи экватора максимальная продолжительность составляет 7 мин 31 с). Путь, который проходит тень Луны, называется *полосой полного солнечного затмения* (рис. 2.17). В разные годы лунная тень пробегает по различным районам земного шара, поэтому полные солнечные затмения видны реже лунных. Так, например, в окрестностях Москвы в последний раз полное затмение было 19 августа 1887 г., а в следующий раз произойдёт только 16 октября 2126 г. Область видимости частных фаз солнечного

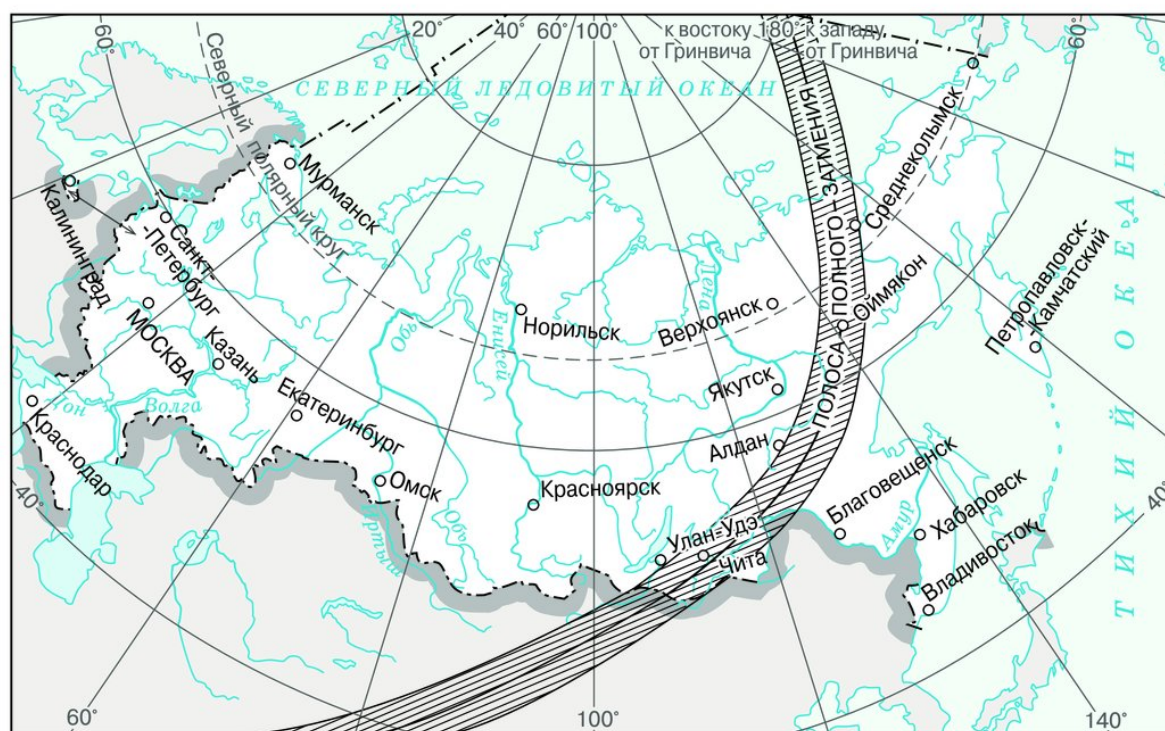


Рис. 2.17. Полоса полного солнечного затмения 1 августа 2008 г.

затмения (её называют полутенью Луны) значительно больше тени, ее диаметр около 6000 км. В каждой точке Земли частные затмения Солнца бывают видны примерно раз в три года. Полутень есть и у Земли. При попадании в неё Луны происходят полутеневые лунные затмения, которые, как правило, с трудом заметны глазом и не столь интересны, как теневые.

Ещё в Древней Греции обратили внимание, что через каждые 6585,3 суток (18 лет 10 (11) суток 8 часов) после солнечного или лунного затмения происходит другое, очень похожее по своим характеристикам, но отличающееся областью видимости на Земле. Данный период был назван саросом. Он близок к периоду поворота оси лунной орбиты в пространстве (18,6 лет). Знание закономерностей движения Луны и Земли позволяет учёным с высокой степенью точности на сотни и тысячи лет вперёд вычислять моменты наступления затмений и знать, где на земном шаре они будут видны. Сведения о затмениях на ближайший год и условия их видимости содержатся, в частности, в «Школьном астрономическом календаре».

Располагая необходимыми данными о предстоящих затмениях, учёные получают возможность организовать экспедиции в полосу полного солнечного затмения. В момент полной фазы можно наблюдать внешние, наиболее разреженные слои атмосферы Солнца — *солнечную корону*, которая в обычных условиях с поверхности Земли не видна. В прошлом многие важные сведения о природе Солнца были получены именно во время полных затмений.



ВОПРОСЫ 1. Почему затмения Луны и Солнца не происходят каждый месяц? 2. Каков минимальный промежуток времени между солнечным и лунным затмениями? 3. Можно ли с обратной стороны Луны видеть полное солнечное затмение? 4. Какое явление будут наблюдать находящиеся на Луне космонавты, когда с Земли видно лунное затмение?



УПРАЖНЕНИЕ 7 1. Можно ли с Северного полюса Земли наблюдать солнечное затмение 15 октября; 15 апреля? Ответ поясните. 2. Можно ли с Северного полюса Земли видеть лунные затмения, происходящие в июне; в ноябре? Ответ поясните. 3. Укажите три признака, по которым можно отличить фазу затмения Луны от её обычных фаз.