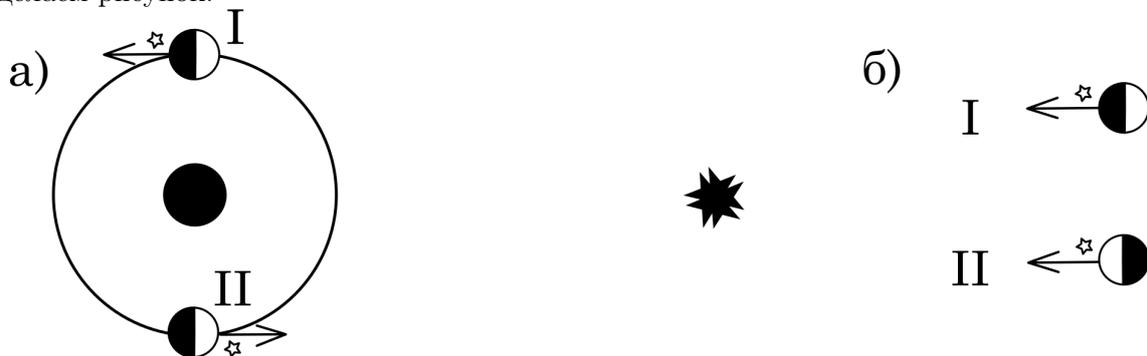


5–6 классы

1. При движении по небу Луна закрывает звезды (происходит, как говорят, «покрытие звезд Лунной»), причем происходит это и тогда, когда Луна не в фазе полнолуния. С какой стороны диска Луны — освещенной или неосвещенной — звезда исчезает и с какой появляется вновь? Почему?

Решение:

Сделаем рисунок:



На нем изображено: а) Луна в двух разных положениях относительно Земли, Солнца и покрываемой звезды; б) то, как видна Луна и звезда в этих положениях наблюдателю в северном полушарии Земли.

Из рисунка видно, что когда Луна растущая (положение I), звезда при покрытии исчезает с неосвещенной стороны диска, а появляется — с освещенной. Когда же Луна стареет (II), наоборот — звезда исчезает со светлой стороны, а появляется — с темной.

Заметим, что ответ на задачу не зависит от того, в каком полушарии Земли находится наблюдатель. В южном полушарии изменится только видимая наблюдателю «картинка»: растущая Луна будет освещена с левой стороны, убывающая — с правой, а двигаться по небу Луна будет слева направо.

2. Хоббит Бильбо Бэггинс родился в четверг 22 сентября 1290 года по летоисчислению Шира. Определите, каким днем недели было 29 сентября 1421 года по тому же летоисчислению, когда Фродо и Бильбо ушли из Серебристой Гавани за Море.

Примечание: Информация о летоисчислении Шира.

В календаре хоббитов было 12 месяцев по 30 дней в каждом. Кроме них, в году было 5 или 6 дней, не относившихся ни к одному из месяцев. А именно: первый и последний дни года и три (или четыре в високосный год) дня летом, между июнем и июлем. При этом второй из добавляемых летом дней назывался днем середины года и вместе с добавляемым за ним в високосный год дополнительным днем не являлся никаким днем недели и был праздничным.

Порядок месяцев в году и дней в неделе можно считать аналогичным нашему, високосные годы в летоисчислении Шира определяются так же, как в григорианском календаре.

Решение:

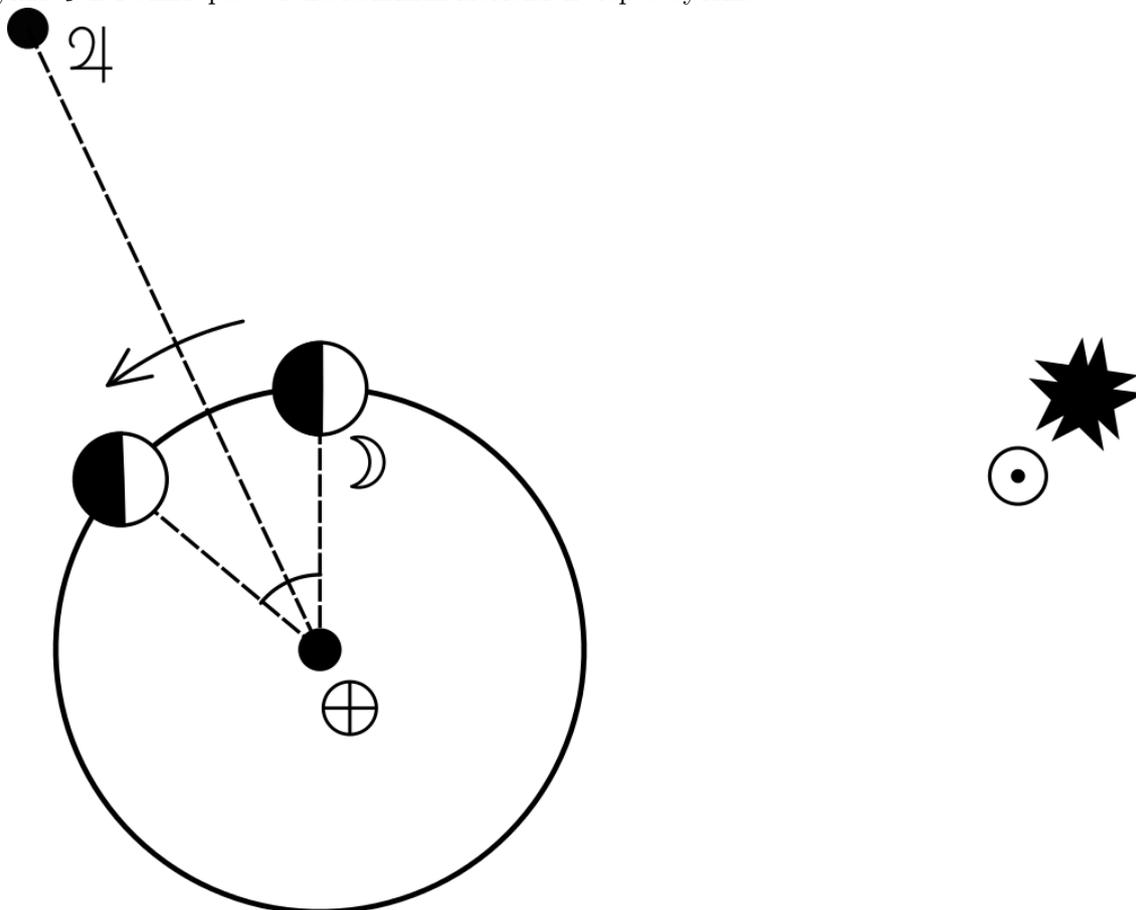
При внимательном прочтении условия становится ясно, что в году хоббитов было 365 (или 366) дней, причем в любом случае только 364 из них относились к каким-то дням недели. Таким образом, в каждом году было ровно $364/7 = 52$ недели и один (или два) не входящих в них дня.

Отсюда следует, что каждой дате в году соответствует какой-то постоянный день недели, не меняющийся в разные годы. Поэтому 22 сентября каждый год является четвергом и, следовательно, 29 сентября тоже всегда будет четвергом.

3. Однажды вечером Луна на небе была видна рядом с Юпитером на некотором угловом расстоянии от него. Ровно через сутки Луна снова находилась рядом с Юпитером, но уже с противоположной стороны и на точно таком же угловом расстоянии, как и сутками раньше. Оцените, чему равно это угловое расстояние.

Решение:

Сделаем рисунок, на котором покажем примерное взаимное положение Солнца ☉, Земли ⊕, Луны ☾ и Юпитера ♃ в начальный момент и через сутки:



Так как Юпитер находится очень далеко от Земли и движется вокруг Солнца очень медленно (совершая полный оборот примерно за 12 лет), то можно считать, что для земного наблюдателя Юпитер за сутки никак не сдвинулся относительно звезд. Луна же, вследствие своего движения по орбите вокруг Земли, за эти сутки переместилась так, как показано на рисунке (угол для наглядности преувеличен). Следовательно, искомое угловое расстояние равно половине суточного пути Луны среди звезд. Луна совершает полный оборот вокруг Земли (360°) примерно за 27 суток, таким образом искомое угловое расстояние равно:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{360^\circ}{27} \approx 6.5$$

4. В таблице указаны десятилетия и количество открытых за эти годы астероидов:

Годы	Число	Годы	Число
1851–1860	47	1891–1900	159
1861–1870	51	1901–1910	258
1871–1880	84	1911–1920	245
1881–1890	90	1921–1930	269

Почему после 1891 года количество открываемых за один год астероидов резко возросло? За счет чего удалось повысить эффективность поиска астероидов?

Решение:

Астероиды, как следует из буквального перевода термина, «звездopodobные» объекты. Связано это с малыми угловыми размерами астероидов при наблюдении с Земли, не позволявшими отличить их от звезд при однократном наблюдении. Единственное видимое отличие астероидов от звезд состояло в том, что астероиды, как все прочие объекты Солнечной системы, постепенно перемещались на фоне звезд, что можно было заметить при нескольких наблюдениях с интервалом в несколько суток.

Однако при этом необходимо было точно фиксировать положение предполагаемого астероида на небе, чтобы можно было сравнить несколько таких положений. Решение этой задачи резко упростилось, когда для поиска астероидов стали использовать фотографии. Сравнив два снимка одной и той же области неба, сделанные в разные ночи, можно было легко заметить переместившийся объект. Более того, даже на одном снимке, сделанном с достаточно большой экспозицией (выдержкой), движущийся на фоне звезд астероид «размазывался», превращаясь в небольшую полосу, легко заметную среди точек-звезд.

Первое использование фотографии для поиска астероидов принадлежит Максимилиану Францу Йозефу Корнелиусу Вольфу, и произошло это как раз в 1891 году. Интересно, что сам Макс Вольф с помощью этого метода открыл немногим меньше астероидов (248), чем их было открыто всеми астрономами до 1891 года (322).

5. 8 июня 2011 года автоматический зонд «Розетта» был переведен в режим низкого энергопотребления (в «спячку»). Команда была отправлена с Земли по радиосвязи, ответ от зонда о получении команды пришел на Землю через 75 минут. 20 января 2014 года зонд автоматически вышел из «спячки» и сообщил об этом на Землю, сигнал о чем был получен на Земле через 45 минут после отправки. Насколько за это время увеличилось расстояние между зондом и Землей? С какой средней скоростью зонд во время «спячки» удалялся от Земли?

Решение:

Когда зонд переводился в спящий режим, сигнал об этом прошел от Земли до зонда и обратно. Следовательно, только до зонда или только обратно сигнал проходил за половину этого времени, $75/2 \approx 37$ минут (округлим результат вниз с учетом того, что зонд еще какое-то малое время потратил на обработку принятого сигнала).

Когда зонд вышел из «спячки», сигнал об этом шел только в одну сторону. Следовательно, за это время зонд удалился от Земли на расстояние, которое радиосигнал проходит за $45 - 37 = 8$ минут.

Известно, что радиосигналы распространяются со скоростью света. Поэтому ответ на первый вопрос можно было сформулировать так: расстояние увеличилось на 8 световых минут. Также можно вспомнить величину скорости света (300 000 км/с) и перевести полученное расстояние, например, в километры (получится примерно 0.14 млрд. км), а можно воспользоваться известным фактом, что свет проходит от Солнца до Земли как раз примерно за 8 минут, и сказать, что расстояние увеличилось на 1 астрономическую единицу. Любой из этих ответов правилен.

Ответ на второй вопрос также можно выражать в произвольных единицах. Несложно посчитать, что в спящем режиме зонд находился примерно 2.5 года (с большей точностью подсчитывать интервал времени бессмысленно), поэтому средняя скорость удаления зонда от Земли составляла $1/2.5 = 0.4$ а.е./год (или примерно 2 км/с).