

6-7 классы

1. Космический корабль совершил посадку на Луну (в некоторой точке). Что чаще будут наблюдать космонавты на небе: Солнце или Землю?

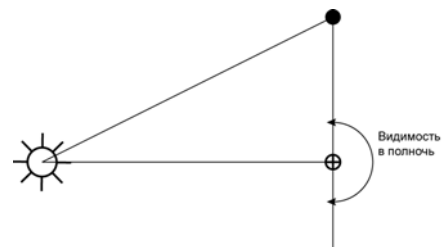
Решение. Ответ зависит от того, в какой именно точке корабль совершил посадку: на видимой или обратной стороне Луны. Поскольку Луна совершает один оборот вокруг оси относительно направления на Солнце за синодический месяц, равный 29,53 суток, в любой точке её поверхности Солнце видно над горизонтом в течение примерно двух недель, а следующие две недели его не видно. А вот Земля постоянно видна только из одного полушария Луны (мы называем его «видимой стороной Луны»), а из другого полушария («обратная сторона Луны») Землю не видно никогда. Поэтому на видимой стороне Луны чаще видна Земля, а на невидимой - Солнце. ▲

2. Почему на поверхности Луны температура от дня к ночи меняется на сотни градусов, а на Земле всего лишь на несколько десятков градусов?

Решение. После захода Солнца поверхность любой планеты или спутника начинает охлаждаться, в основном, излучая в пространство инфракрасные лучи. На планетах и спутниках, лишённых атмосферы (Меркурий, Луна, ...) этому ничто не препятствует, и охлаждение происходит быстро. На планетах с атмосферой (Земля, Венера, ...) инфракрасное излучение не может свободно уходить в космос, поскольку некоторые газы (пары воды, углекислый газ, и др.) его поглощают. Нагретая этим излучением атмосфера, в свою очередь, греет поверхность, не давая ей быстро остывать по ночам. В тех местах на Земле, где атмосфера тонкая (высоко в горах) или почти лишена паров воды (в пустыне) температура поверхности по ночам быстро понижается, иногда опускаясь за ночь на десятки градусов. ▲

3. Планета видна на Земле в полночь. Ближе или дальше от Солнца, чем Земля находится эта планета?

Решение. Дальше, независимо от того, в какой части небосвода видна планета (см. рис.): гипотенуза всегда длиннее катета. ▲



6-9 классы

4. Новый почтовый сервис. Огромная пушка выстрелила из Англии так, что послала почтовый снаряд в Новую Зеландию. Оцените время его полёта.

Решение. Легко видеть, что Англия и Новая Зеландия расположены на земном шаре почти диаметрально противоположно. Следовательно, траектория полета снаряда будет весьма близка к половине оборота вокруг Земли искусственного спутника, движущегося по низкой орбите. Как известно, продол-

жительность такого оборота (гагаринский полет) 1,5 часа, значит, снаряд долетит до цели минут за 45. ▲

5. Можно ли наблюдать на Луне солнечные затмения, метеоры, кометы, полярные сияния, радугу, серебристые облака, искусственные спутники?

Решение. Метеоры, полярные сияния, радуга и серебристые облака – это атмосферные явления, а на Луне атмосферы нет; значит, они там не наблюдаются. А вот затмения Солнца Землей, искусственные спутники Луны и кометы на Луне наблюдаются даже лучше, чем на Земле, поскольку не мешает атмосфера. ▲

8-9 классы

6. Известно, что экваториальные координаты точки весеннего равноденствия составляют 0^h и 0° . А каковы координаты северного полюса эклиптики?

Решение. Вспомнив величину наклона земной оси ($\varepsilon = 23,5^\circ$), без труда определим, что северный полюс эклиптики имеет прямое восхождение 18^h и склонение $66,5^\circ$. ▲

8-11 классы

7. В эллиптической галактике M32 (спутник Туманности Андромеды) примерно 250 млн. звёзд. Видимый блеск этой галактики составляет 9^m . Считая, что все звёзды в галактике примерно одинаковые, вычислите видимый блеск одной её звезды.

Решение. Представим число 250 млн. как $2,5 \times 100 \times 100 \times 100 \times 100$, тогда ясно, что блеск одной звезды будет на $1^m + 5^m + 5^m + 5^m + 5^m = 21^m$ слабее блеска всей галактики, т.е. составит $9^m + 21^m = 30^m$. ▲

8. Переменные звёзды-цефеиды есть в любой галактике, в том числе и в нашей. Почему же зависимость «период-светимость» удалось установить только после их открытия в Магеллановых облаках?

Решение. Поскольку все звёзды-цефеиды Магеллановых Облаков находятся примерно на одинаковом расстоянии от Земли, их блеск пропорционален светимости. Найденная астрономами зависимость период-блеск для цефеид в Магеллановых Облаках натолкнула их на мысль, что существует зависимость «период-светимость». Наблюдения цефеид в любой другой галактике могли бы дать те же результаты: важно то, что расстояния от нас до галактик много больше, чем расстояния между исследуемыми звёздами. ▲

9. Как известно, прецессия, или предварение равноденствия, – это медленное ($50''$ в год) обратное перемещение точек равноденствия. А по какому кругу небесной сферы происходит это перемещение: по экватору или по эклиптике?

Решение. Перемещение точек равноденствия происходит по эклиптике, поскольку движение в пространстве испытывает плоскость земного экватора.



10-11 классы

10. Предположим, что Солнце в результате неожиданного коллапса превратилось в чёрную дыру. Как при этом изменится орбитальный период Земли?

Решение. Если в процессе коллапса Солнце не потеряло вещество и не излучило гравитационные волны, то его масса не изменилась. Поэтому не изменится и орбита Земли. ▲

11. Можно ли различить невооруженным глазом на Луне Море Кризисов, диаметр которого 520 км?

Решение. При диаметре 3476 км Луна видна на земном небосводе под углом 31'. Значит, Море Кризисов будет видно под углом

$$31' \times 520/3476 = 4,6'.$$

Формально это в 3-5 раз превышает предел углового разрешения глаза. Действительно, зоркий глаз в хороших условиях способен различить Море Кризисов, что доказано зарисовками Луны, сделанными до изобретения телескопа. ▲

12. Искусственный спутник Земли движется со скоростью 6,9 км/с по круговой орбите в плоскости экватора в направлении вращения Земли. С каким периодом времени он будет проходить через зенит пункта, лежащего на экваторе?

Поскольку роль центростремительной силы mV^2/R играет сила гравитационного притяжения Земли GmM_0/R^2 , мы приравняем их друг другу и найдем скорость движения спутника по круговой орбите:

$$V = (GM_0/R)^{1/2}.$$

Отсюда, вспомнив, что $GM_0 = gR_0^2$, легко найти орбитальный период:

$$P = 2\pi R/V = 2\pi GM_0/V^3 = 2\pi gR_0^2/V^3 \approx 127 \text{ мин.}$$

Теперь используем уравнение синодического движения, учитывая, что спутник обращается в направлении движения Земли, имеющей период $P_0 = 24^h$:

$$1/T = 1/P - 1/P_0,$$

откуда

$$T = P_0P/(P_0 - P) \approx 139 \text{ мин.}$$