

9 класс

Задание 1.

Могут ли космонавты с поверхности Луны невооружённым глазом увидеть Чёрное море? Считать, что среднее расстояние от Луны до Земли и средний диаметр Чёрного моря соответственно равны 380 000 км и 1000 км.
Примечание: разрешающая способность глаза, не превышает 1'.

Решение.

Разрешающей способностью глаза называется способность различать объекты определённых угловых размеров. То, что разрешающая способность глаза не превышает 1', означает, что мы можем видеть отдельно две звезды (или две буквы в тексте книги), если угловое расстояние между ними $a \geq 1'$, если $a > 1'$, то эти звёзды сливаются в одно светило, поэтому различить их невозможно.

Итак, из прямоугольного треугольника, в котором катетами являются расстояние до Луны $L = 3,8 \cdot 10^5$ км и диаметр Чёрного моря $D = 10^3$ км, определяем угол, под которым с Луны видно Чёрное море:

$$a = \frac{D}{L} \approx 0,268 \cdot 10^{-2} \text{ рад} \approx 9'.$$

Учитываем, что 1 рад = 3438'. Значит, с поверхности Луны увидеть Чёрное море можно, поскольку его угловой размер больше разрешающей способности глаза.

Критерии оценивания (максимум – 8 баллов).

Если ответ дан без объяснения, то оценка не может превышать 2 баллов. За арифметические ошибки рекомендуется снимать не более двух баллов.

Задание 2.

Вычеркните один или несколько объектов, которые не являются спутниками больших планет:

- а. Веста
- б. Луна
- в. Меркурий
- г. Фобос
- д. Харон

Решение.

Веста – астероид, Меркурий – планета, Харон – спутник карликовой планеты Плутон. Их нужно вычеркнуть. Луна – спутник Земли, Фобос – спутник Марса.

Критерии оценивания (максимум – 8 баллов).

Верный ответ оценивается в 8 баллов. Если участник допустил только одну ошибку, то есть вычеркнул только два (нужных) объекта, или вместе с тремя нужными вычеркнул один лишний, то ответ оценивается в 4 балла.

Если допущено две ошибки (вместе с двумя верными объектами вычеркнул один неверный, вычеркнул все пять объектов или вычеркнул только один (верный) объект), то ответ оценивается в 1 балл. При большем числе ошибок – 0 баллов. Обоснование ответа в этой задаче не требуется.

Задание 3.

Астроном-любитель Васечкин, вечером, во время захода Солнца, наблюдает в телескоп на Луне кратер Тихо, находящийся на линии терминатора. В этот момент, внутри этого кратера, находится экспедиция землян, что же они увидят при наблюдении неба на Луне:

- 1) Восход или заход Солнца и почему?
- 2) Будут ли видеть космонавты Землю и почему?
- 3) Звезды в этот момент, и почему?

Решение.

Поскольку, Васечкин наблюдает Луну во время захода Солнца, то она находится в фазе от новолуния до полнолуния, и мы видим ту часть терминатора Луны, которая начинает лунный день. Следовательно, наблюдатели на Луне увидит восход Солнца, т.к. фаза Луны увеличивается. Да космонавты будут видеть Землю, т.к. их точка нахождения видна с Земли, а значит расположена на повернутом к земле полушарии Луны. И смогут видеть звезды, так как на Луне нет атмосферы и звезды видны на чёрном небе днем вместе с Солнцем.

Критерии оценивания (максимум – 8 баллов).

- 1) Наблюдается восход Солнца – 1 балл.

Объяснение причины в том, что мы видим растущую Луну и утреннюю часть терминатора. Или любое другое объяснение, сводящееся к правильному описанию ситуации – 2 балла.

- 2) Космонавты будут видеть Землю – 1 балл.

По той причине, что, если мы видим точку в которой находится экспедиция по условию задачи, значит и оттуда будет видна Земля – 2 балла.

- 3) Космонавты будут видеть звезды – 1 балл.

Отсутствие атмосферы на Луне – 1 балл.

Задание 4.

Звезда улетает от Солнца со скоростью 90 км/с. С Земли к этой звезде собираются отправить космический корабль, который будет двигаться относительно Солнца со скоростью 1 световая минута в час. Сможет ли корабль догнать звезду? Скорость света равна 300 000 км/с.

Решение.

Космический корабль догонит звезду, если его скорость больше. Для того чтобы сравнить скорости, их надо привести к одинаковым единицам

измерения. Световая минута – это то расстояние, которое свет в вакууме проходит за одну минуту, то есть $1 \text{ св. мин.} = 300\,000 \text{ км/с} \cdot 60 \text{ с} = 18\,000\,000 \text{ км}$. Если за час космический корабль пролетает такое расстояние, то за секунду он пролетит в 3600 раз меньше, а именно 5000 км/с. Эта скорость превышает скорость звезды, так что рано или поздно космический корабль до неё доберётся.

Критерии оценивания (максимум – 8 баллов).

Если ответ дан без объяснения, то оценка не может превышать 2 балла. За арифметические ошибки рекомендуется снимать не более двух баллов.

Задание 5.

В некотором пункте звезда Вега ($\alpha = 18^{\text{h}}37^{\text{m}}$, $\delta = +38^{\circ}47'$) проходит точно через зенит. Какую звезду чаще можно видеть из этого пункта: Антарес ($\alpha = 16^{\text{h}}29^{\text{m}}$, $\delta = -26^{\circ}26'$) или Сириус ($\alpha = 6^{\text{h}}45^{\text{m}}$, $\delta = -16^{\circ}43'$)?

Решение.

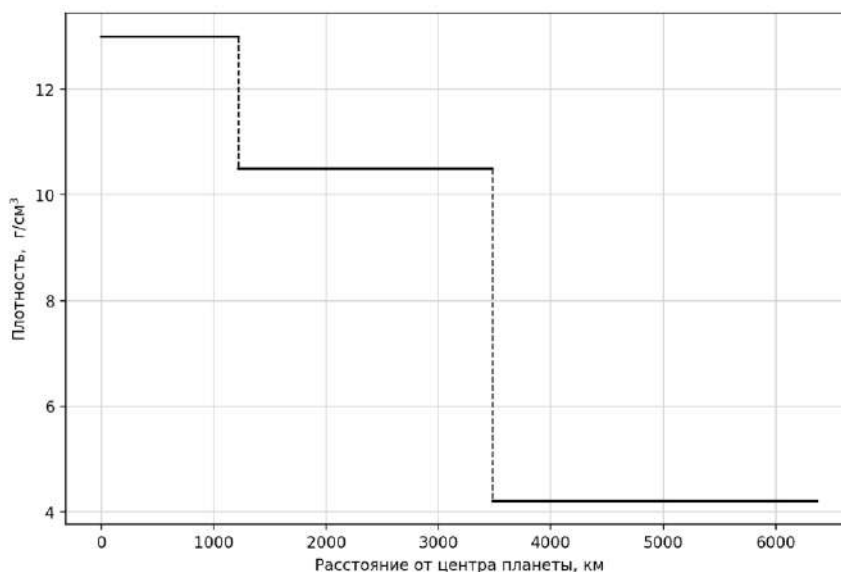
Широта этого пункта $38^{\circ}47'$ (северная). Поскольку Сириус на небесной сфере расположен севернее, чем Антарес (ближе к небесному экватору), то он проводит над горизонтом больше времени. Кроме того, Сириус – зимняя звезда, а Антарес – летняя, и наблюдать Сириус удаётся дольше ещё и потому, что зимой весь его суточный путь над горизонтом приходится на тёмное время суток.

Критерии оценивания (максимум – 8 баллов).

Если ответ дан без объяснения, то оценка не может превышать двух баллов.

Задание 6.

Перед вами график зависимости плотности от расстояния от центра некоторой планеты, полученный по результатам исследований. Известно, что планета имеет шарообразную форму.



Определите:

- 1) Массу внутреннего слоя.
- 2) Массу среднего слоя.
- 3) Массу внешнего слоя.
- 4) Полную массу планеты

Решение.

Первый шаг – это предположить из графика, что внутри планеты плотность сохраняется постоянной в трех областях: ядре (индекс 1) и двух слоях, назовем их верхним (индекс 3) и средним (индекс 2) слоем. Второй – определить из графика значения плотностей. Для этого необходимо, графически определить масштаб, и после этого снять из графика значения точек, соответствующих плотностям:

$$\begin{aligned}\rho_1 &= 4.24 \text{ г/см}^3 \approx 4,2 \text{ г/см}^3 \\ \rho_2 &= 10.48 \text{ г/см}^3 \approx 10,5 \text{ г/см}^3 \\ \rho_3 &= 12.96 \text{ г/см}^3 \approx 13,0 \text{ г/см}^3\end{aligned}$$

Определим из графика радиусы слоев и поверхности планеты:

$$\begin{aligned}R_1 &= 6370 \text{ км;} \\ R_2 &= 3480 \text{ км;} \\ R_3 &= 1220 \text{ км.}\end{aligned}$$

Определим массу внутреннего слоя, он будет являться сферой заданного радиуса:

$$M_3 = \frac{4}{3} \pi R_3^3 \rho_3 = 9,9 \cdot 10^{22} \text{ кг.}$$

Определим массу среднего слоя, он будет являться разницей сфер заданного радиуса 2 и 3:

$$M_2 = \left(\frac{4}{3} \pi R_2^3 - \frac{4}{3} \pi R_3^3 \right) \cdot \rho_2 = 1,8 \cdot 10^{24} \text{ кг.}$$

Определим массу верхнего слоя, он будет являться разницей сфер заданного радиуса 1 и 2:

$$M_1 = \left(\frac{4}{3} \pi R_1^3 - \frac{4}{3} \pi R_2^3 \right) \cdot \rho_1 = 3,8 \cdot 10^{24} \text{ кг.}$$

Полная масса планеты получится:

$$M_1 + M_2 + M_3 = 3,8 \cdot 10^{24} + 1,8 \cdot 10^{24} + 9,9 \cdot 10^{22} \approx 5,7 \cdot 10^{24} \text{ кг.}$$

Критерии оценивания (максимум – 8 баллов).

Правильное определение значений плотности, с точностью $0,2 \text{ г/см}^3$ – 2 балла.

Правильное определение значений радиуса границ изменения плотности по радиусу планеты 100 км – 2 балла.

Правильное определение массы ядра, как сферы заданного радиуса – 1 балл.

Правильное определение среднего слоя, как разницы двух сфер – 1 балл.

Правильное определение верхнего слоя, как разницы двух сфер – 1 балл.
Правильное определение полной массы планеты – 1 балл.