

Все задания оцениваются в 8 баллов, максимальный балл - 48.

Ответы должны быть подробными и снабжены пояснениями и рисунками

1. Как доказать, что Луна состоит не из чугуна, если известно, что ее масса в 81 раз меньше массы Земли, а радиус примерно в четыре раза меньше земного? Считать плотность чугуна примерно в 7 раз больше плотности воды.

Ответ: Самое простое - это определить среднюю плотность Луны и сравнить её с табличным значением плотности для разных материалов: $\rho = m/V$. (2 балла) Тогда, подставив массу и объем Луны в это выражение в долях земных размеров, получим: $1/81 : 1/4^3 = 0,8$ (3 балла). Средняя плотность Луны составляет всего 0,8 плотности Земли (или $4,4 \text{ г/см}^3$ - истинное значение средней плотности Луны $3,3 \text{ г/см}^3$). Но, и это значение меньше плотности чугуна, которая примерно 7 г/см^3 (3 балла).

2. Летом этого года, школьники Казанской астрошколы ездили на наблюдения, на Кавказ, на Зеленчукскую станцию, Казанского университета. На сколько изменяется высота верхней кульминации, звезды Арктур ($\delta = +19^\circ 11'$) на широте Зеленчукской станции ($43^\circ 51'$), по сравнению с Казанью ($55^\circ 47'$).

Ответ: $h = (90^\circ - \varphi) + \delta$ (2 балла)

в Казани - $h = 53^\circ 24'$ (2 балла)

на Северном Кавказе - $h = 65^\circ 20'$ (2 балла)

Высота Арктура в кульминации увеличилась на $11^\circ 56'$ (2 балла).

3. С какой планеты Солнечной системы Земля будет выглядеть ярче в максимуме блеска – с Венеры или с Марса? Почему?

Ответ: Земля светит отраженным Солнечным светом (1 балла). Чем дальше находится планета, тем меньше света она отражает и тем слабее отраженный от нее сигнал (1 балл). При наблюдении с Венеры свет должен пройти расстояние от Солнца до Земли и от Земли до Венеры, а при наблюдении с Марса – от Солнца до Земли и от Земли до Марса соответственно (2 балла). Суммарное расстояние в случае Марса больше, чем в случае с Венерой (1 балл). К тому же есть еще один существенный момент. При наблюдении с Марса Земля будет видна, тогда, когда находится на максимальном угловом удалении от Солнца (так же как и Венера видна с Земли на максимальном угловом удалении от Солнца) (2 балла). Поэтому при наблюдении с Венеры Земля будет выглядеть ярче (1 балл).

4. Какая планета проходит большее расстояние по орбите за 1 год – Марс или Юпитер? Ответ обоснуйте.

Ответ: Чем дальше планета от Солнца, тем меньше ее скорость. Это следует из 3-го закона Кеплера ($T^2/a^3 = \text{const}$). (2 балла) Скорость планеты равна $v = a/T \Rightarrow 1/v = T/a$. (2 балла)

Значит, $1/a \cdot v^2 = \text{const}$ или $a \cdot v^2 = K$, где K – некоторая константа, одинаковая для всех планет. Легко видим, чем больше значение большой полуоси планеты (радиуса орбиты планеты), тем меньше должно быть значение v^2 для планеты, т.е. тем меньше скорость планеты (2 балла).

Значит, чем дальше планета от Солнца, тем меньшее расстояние она проходит за единицу времени. Т.е. Юпитер пройдет меньшее расстояние за 1 год, по сравнению с Марсом (2 балла).

5. В какой фазе была Луна за 2 недели до лунного затмения?

Ответ: Лунное затмение – это явление, когда Луна попадает в тень Земли, (2 балла) а это значит, что в этот момент Солнце, Земля и Луна оказываются на одной прямой (2 балла) таким образом, что Земля оказывается точно между Солнцем и Луной (2 балла). А за две недели до этого Луна наблюдалась в фазе новолуния (2 балла).

6. В какой конфигурации внешняя планета движется по лучу зрения с максимальной скоростью относительно Земли. Ответ пояснить на рисунке.

Ответ: Внешняя планета будет иметь максимальную проекцию скорости, на луч зрения относительно Земли находясь в квадратуре (3 балла). В противостоянии и верхнем соединении проекция скорости движения по лучу зрения относительно Земли будет равна нулю (3 балла).

Верный рисунок – (2 балла).