

Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по астрономии
Московская область, 2017/2018 учебный год

10-11 классы

Задача 1. Как известно, у спутника Земли – Луны с Земли можно наблюдать только одну сторону. Т.е. Луна всегда повёрнута к Земле одной стороной. Выберите правильный ответ на вопрос:

- 1) Можно ли с Луны наблюдать Землю со всех сторон?
А) Да
Б) Нет
- 2) Наблюдается на Луне смена дня и ночи?
А) Да
Б) Нет
- 3) Вращается ли Луна вокруг своей оси?
А) Да
Б) Нет
- 4) Луна – самый крупный спутник планеты в Солнечной системе?
А) Да
Б) Нет

Ответ: 1) А, 2) А, 3) А, 4) Б.

Критерии оценивания: За каждый верный ответ +2 балла.

Задача 2. Выберите верные утверждения:

- А) По занимаемой площади на обратной стороне Луны преобладают материки
- Б) На видимой стороне Луны находится только одно море
- В) Терминатор – это граница между освещённым и тёмным полушариями Луны
- Г) В подсолнечной точке поверхности Луны температура достигает 400 К
- Е) Большинство кратеров на Луне имеют ударную природу

Ответ: А, В, Г, Е

Критерии оценивания: каждое верно указанное утверждение +2 балла.

Задача 3. Составьте пары: звезда – сезон её наилучшей вечерней видимости в Подмосковье:

Звезда	Сезон
Сириус (созвездие Большого Пса)	Лето
Вега (созвездие Лиры)	Осень
Полярная звезда (созвездие Малой Медведицы)	Зима
Антарес (созвездие Скорпиона)	Весна
	Круглый год
	Никогда не видна

Ответ: Сириус – зима; Вега – осень; Полярная звезда – круглый год; Антарес – лето.

Критерии оценивания: каждая правильная пара +2 балла.

Задача 4. Выберите из списка планет Солнечной системы верное окончание высказывания:

- 1) Самая большая планета...
- 2) Самая массивная планета...
- 3) Самая вытянутая орбита у планеты...
- 4) Самое большое число спутников у планеты...
- 5) Самая сплюснутая планета...

- 6) Самая маломассивная планета...
- 7) Самая плотная планета...
- 8) Самая горячая планета...

Ответ: 1 – Юпитер; 2 – Юпитер; 3 – Меркурий; 4 – Юпитер; 5 – Сатурн; 6 – Меркурий; 7 – Земля; 8 – Венера.

Критерии оценивания: за каждый верный ответ **+1 балл**.

Задача 5. Сколько планет, похожих на Юпитер, нужно объединить, чтобы образовалась звезда, похожая на Солнце? Можно ли создать такую звезду из огромного числа планет, похожих на Землю? Сколько их для этого понадобится? Масса Солнца равна $2 \cdot 10^{30}$ кг, масса Юпитера $2 \cdot 10^{27}$ кг, масса Земли $6 \cdot 10^{24}$ кг. Ответы объясните.

Ответ. Химический состав Юпитера и Солнца достаточно похожи. Поэтому для получения звезды надо только лишь собрать нужную массу, а дальше гравитация сделает всё сама. Значит нужно порядка $N \approx 2 \cdot 10^{30} \text{ кг} / 2 \cdot 10^{27} \text{ кг} \approx 1000$ Юпитеров для создания звезды, похожей на Солнце.

Сделать звезду из планет типа Земли напрямую не получится, т.к. химический состав их различается очень сильно (этого достаточно для верного ответа).

Однако, всё же есть способ это сделать – можно тем или иным способом извлечь из Земли водород (и сколько наберётся – гелий), создав из него звезду. Однако, при этом будет использоваться лишь около 0,003% от массы Земли. При таком подходе к решению у нас получится число $N \approx 2 \cdot 10^{30} \text{ кг} / (k \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ кг})$, где k – массовая доля водорода в составе Земли. Конечный ответ зависит от принятого учащимся числа k . Корректными можно считать значения k от 0,0003 до 0,000003 (т.е. от 0,03% до 0,0003%). Таким образом, получается ответ $N \approx 2 \cdot 10^{30} \text{ кг} / (0,00003 \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}) \approx 10^{10}$ Земель (при других допустимых значениях k ответ может лежать в диапазоне от 10^9 до 10^{11} шт.).

Критерии оценивания:

1. Указание, что Юпитер подходит по хим. составу **+3 балла**.
2. Вычисление количества требуемых «юпитеров» **+2 балла** (выставляются даже без обоснования и без вычислений если есть верное число – примерно 1000 шт.).
3. Указание, что из Земли сделать тоже самое нельзя **+1 балл**.
4. Объяснение почему это сделать нельзя **+2 балла** (не подходит хим. состав).
5. Эти же 3 балла (из пп. 3 и 4) ставятся, если предпринята попытка «извлечь» водород из Земли и сделать звезду из него (все 3 балла при ответе, лежащем в указанном выше диапазоне); 2 балла при ошибочном числе k , но верном способе вычисления; только 1 балл за указание на то, что это в принципе возможно при условии использования только водорода (можно указать и гелий, а можно не указывать) из состава Земли).

Задача 6. Зная, что Солнце теряет в виде солнечного ветра 10^{36} частиц/сек, и считая, что скорость ветра постоянна и равна 400 км/с, оцените плотность солнечного ветра в районе орбиты Венеры (большая полуось орбиты $a=0,72$ астрономической единицы). Ответ выразите в $\text{кг}/\text{м}^3$. Масса одного протона равна $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг.

Решение.

Вещество, теряемое в виде солнечного ветра, полностью ионизовано и состоит в основном из протонов и электронов, причем их количество примерно равно. Массой электрона можно пренебречь, а значит практически вся масса приходится в протоны. За 1 сек Солнце теряет массу $M=0,5 \cdot 10^{36} \cdot m_p = 8,35 \cdot 10^8$ кг. Эта масса находится в шаровом слое толщиной $d=400$ км. На расстоянии Венеры объём этого слоя будет равен: $V=S \cdot d$, где S – площадь шарового слоя $4\pi a^2 = 4 \cdot 3,14 \cdot (0,72 \cdot 150 \cdot 10^9)^2 = 1,47 \cdot 10^{23} \text{ м}^2$. Отсюда находим плотность солнечного ветра: $\rho = M/V = 8,35 \cdot 10^8 \text{ кг} / (1,39 \cdot 10^{23} \text{ м}^2 \cdot 4 \cdot 10^5 \text{ м}) = 1,42 \cdot 10^{-20} \text{ кг}/\text{м}^3$.

Ответ: примерно $1,4 \cdot 10^{-20} \text{ кг}/\text{м}^3$.

Примечание: авторское решение разбито на отдельные части для того, чтобы были видны промежуточные ответы. Этого делать не обязательно. Объём шарового слоя может быть вычислен иначе. Разбалловка дана для авторского решения. При решении в общем виде или при решении другим методом можно не находить промежуточные величины (массу и объём), оценка за это не снижается. При использовании другого метода решения допускается отклонение величины плотности от полученного в авторском решении значения в диапазоне $\pm 30\%$. Ошибка в каком-то одном месте (и снижение за неё оценки) при правильном дальнейшем ходе решения не может приводить к снижению оценки за другие части решения.

Критерии оценивания:

- 1) Указание на то, что вещество солнечного ветра ионизовано и учёт этого в решении (множитель 0,5 в формуле вычисления массы) **+1 балл**
- 2) Вычисление массы некоторого слоя вещества (это может быть тонкий слой, как в авторском решении, а может быть и всё пространство внутри орбиты Венеры) **+3 балла** (в этом месте оценка за не учёт ионизованного состояния не снижается; при частично верном решении в этой части или за запись формулы ставится 1-2 балла)
- 3) Вычисление объёма того слоя, для которого вычислялась масса вещества **+3 балла** (из них 1 балл за знание величины астрономической единицы; при частично верном решении в этой части или за запись формулы ставится 1-2 балла)
- 4) Вычисление плотности **+1 балл** (в этом месте оценка за не учёт ионизованного состояния не снижается)
- 5) Арифметическая ошибка **-1 балл**.