

Решение школьного этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии в 2018 - 2019 учебном году

Решение каждого задания оценивается по 8-балльной системе в соответствии с рекомендациями, разработанными составителями для каждой отдельной задачи.

Альтернативные способы решения задачи, не учтенные составителями задач в рекомендациях, при условии их правильности и корректности также оцениваются в полной мере.

Ниже представлена общая схема оценивания решений.

0 баллов – решение отсутствует или абсолютно некорректно;

1 балл – правильно угаданный бинарный ответ (да/нет) без обоснования;

1-2 балл – сделана попытка решения, не давшая результата;

2-3 балла – правильно угадан сложный ответ, но его обоснование отсутствует или ошибочно;

4-6 баллов – частично решенная задача;

6-7 баллов – полностью решенная задача с более или менее значительными недочетами;

8 баллов – полностью решенная задача.

5-6 класс

Задача 1. (8 баллов)

Венера, Марс - планеты земной группы (2 балла), Нептун и Сатурн относятся к планетам-гигантам (2 балла). Лишние: Солнце- это звезда и Северная Корона-это созвездие (по 2 балла)

Задача 2. (8 баллов)

Солнце -1, 4, 5, 11, 15,16

Комета - 4, 6, 7, 14, 15,17

Задача 3. (8 баллов)

4 октября 1957 года в нашей стране был выведен на орбиту первый в мире искусственный спутник Земли (2 балла). Масса ИСЗ была 83,6 кг (2 балла), диаметр-58 см (2 балла). Он налетал 92 дня, совершил 1440 оборотов вокруг Земли (2 балла)

Задача 4. (8 баллов)

1 а.е.=150 млн.км –это расстояние от Земли до Солнца. (3 балла)

Расстояние от Юпитера до Солнца в астрономических единицах будет равно

$L = 778,5/150=5,19$ а.е. (5 баллов)

7 класс

Задача 1. (8 баллов)

Земля -3, 4, 6, 10,12, 13, 15,16, 19

Комета - 2, 4, 6, 7, 14, 15.

Задача 2 (8 баллов)

500 с (8 мин. 20 с). Решение: нужно расстояние разделить на скорость.

Задача 3. (8 баллов)

Противостояние - это такое положение планеты на орбите, в котором для земного наблюдателя планета оказывается в противоположной Солнцу точке неба. Если в день противостояния Марса происходит покрытие его Луной (т.е. Луна закрывает Марс для земного наблюдателя), то это означает, что Луна также будет в противоположной Солнцу точке неба. Следовательно, Солнце

будет освещать весь диск Луны, т.е. Луна будет в полнолунии.

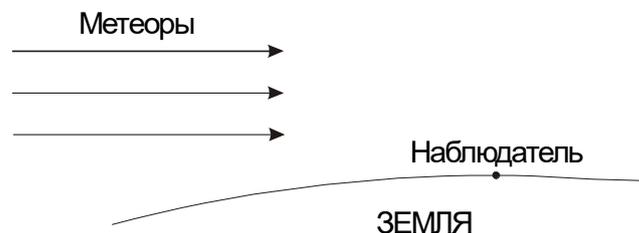
Задача 4. (8 баллов)

Простой год (365 дней) закончится понедельником, поскольку оставшиеся 364 дня делятся без остатка на 7. А високосный год (366 дней) – вторником.

8 класс

Задача 1. (8 баллов)

Такое вполне может быть. Если метеор летит горизонтально относительно наблюдателя (как показано на рисунке), приближаясь к нему, то он увидит его полет снизу вверх. Для «падающих звезд», относящихся к метеорным потокам, такая ситуация наступит, если радиант потока будет находиться вблизи горизонта.



Критерии оценивания: за утверждение, что такое возможно, но при отсутствии пояснения и рисунка, 2 балла. За пояснение в виде рисунка 6 баллов.

Задача 2. (8 баллов)

Расстояние от Солнца до Земли составляет около 149.6 млн км, а свет распространяется со скоростью 300000 км/с, проходя данное расстояние за 8 минут 19 секунд. Поэтому все события на Солнце происходят на 8 с лишним минут раньше, чем мы их регистрируем. Поэтому из трех событий первым произошло событие В (чуть ранее 12ч02м), затем событие А (12ч02м) и, наконец, событие С (незадолго до 12ч04м).

Критерии оценивания: за верный ответ с записанным решением 8 баллов; за верный ответ без решения (В, А, С) 2 балла; при наличии арифметической ошибки, но при условии верно записанного решения (или некоторого выражения, из которого можно получить верный ответ) 4 балла.

Задача 3. (8 баллов)

$$20/0,01=2000 \text{ лет.}$$

Другой способ решения – выразить скорость в км/с, расстояние перевести в км, найти время, которое затем перевести в годы. При этом допускается отклонение от числа 2000, связанное с округлениями при вычислениях или использованием длительности года, отличной от 365,25 суток.

Критерии оценивания: за верный ответ с записанным решением 8 баллов; за верный ответ без решения 2 балла; при наличии арифметической ошибки, но при условии верно записанного решения (или некоторого выражения, из которого можно получить верный ответ) 4 балла.

Задача 4. (8 баллов)

Химические составы Юпитера и Солнца достаточно похожи. Поэтому для получения звезды надо только лишь собрать нужную массу, дальше гравитация сделает всё сама. Значит, нужно порядка 1000 Юпитеров для создания Солнца.

Критерии оценивания: за пояснение, что Юпитер подходит по химическому составу (или просто составу), 2 балла. Слов о том, что возьмём столько Юпитеров, сколько их может

вместиться внутри Солнца, недостаточно. за вычисление количества требуемых Юпитеров 6 баллов (даже без обоснования и без вычислений).

9 класс

Задание 1. (8 баллов)

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
8	3	2	6	1	5	7	4

Критерии оценивания:

за каждую верно указанную пару **по 1 баллу**.

Задание 2. (8 баллов)

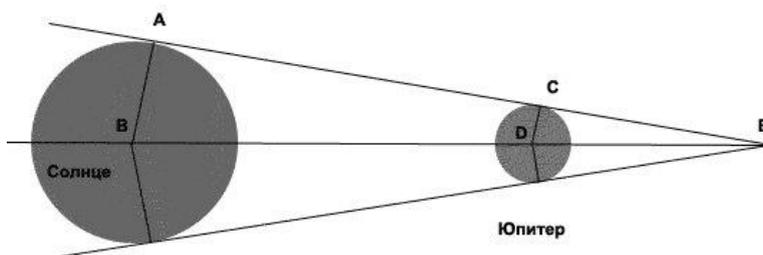
Ответ: Из подобия треугольников ABE и CDE находим $DE/BE = CD/AB$;

$$DE/(BD+DE) = CD/AB.$$

Отсюда $DE = BD/(AB/CD - 1)$.

По условию $AB/CD = 10$ и $BD = 5.2$ а. е.

Поэтому $DE = 0.58$ а. е.



Задание 3. (8 баллов)

Решение: 0.001% от массы Земли — это $10^{-3} \cdot 10^{-2} \cdot 6 \cdot 10^{24} = 6 \cdot 10^{19}$ кг. (**4 балла**) При выпадении за год 10^7 кг такая масса накопится за $6 \cdot 10^{19} / 10^7 = 6 \cdot 10^{12}$ лет. (**3 балла**)

Примечание: Это очень большое время, превышающее время стабильного существования Солнечной системы. Участников, это отметивших, можно поощрить (**1 балл**).

Задание 4. (8 баллов)

Решение: наибольшая скорость, возможная в природе, — это скорость света в вакууме, которая составляет 300 тыс. км/с. Расстояние до Луны — около 400 тыс. км — свет преодолевает за 4/3 с. Расстояние до α Центавра — примерно за 4 года. Поэтому проекты Пети и Васи заведомо неосуществимы.

Расстояние между Марсом и Землёй в среднем противостоянии — 0,5 а. е.. Чтобы преодолеть такое расстояние за час, корабль должен пролетать примерно 1,25 млн км в минуту или 21 тыс. км в секунду.

Это гораздо меньше скорости света, поэтому проект Коли, возможно, будет осуществлён.

Критерии оценивания:

за правильный ответ без обоснования или с неверным обоснованием — **2 балла**;

за указание на скорость света, как на предельную — **1 балл**;

за правильный расчёт времени, за которое свет распространяется от Земли до Луны и до альфы Центавра — **по 2 балла**;

за правильный расчёт времени, за которое свет распространяется от Земли до Марса, с учётом его конфигурации — **3 балла**.

Задание 5. (8 баллов)

Свет от Солнца до Земли идёт $\frac{150\,000\,000 \text{ км}}{300\,000 \text{ км/с}} = 500 \text{ с}$.

Расстояние от Солнца до Нептуна в 30 раз больше, следовательно, время движения света составит 4 часа 10 минут.

Допустимы другие варианты записи ответа: 15 000 секунд, 250 минут, 4,167 часа.

Задание 6. (8 баллов)

Плотность планеты равна $\rho = M/V$, для вычисления объема используем $V = 4/3 \pi R^3$

Отношение плотностей есть

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{M/V}{\frac{M}{V_0}} = \frac{r_0^3}{r^3}$$

Здесь M - масса Земли, $r_0=6400$ км - ее старый радиус, и $r = 384\,000$ км - новый радиус, V_0 и V - старый и новый объем.

При «раздувании» Земля увеличивает свой радиус в 60 раз, при этом ее плотность уменьшается в 216000 раз и составит 0,0256 кг/м³.

Эта плотность существенно меньше, чем плотность воздуха очень высоко в горах. Плотность «нормального воздуха» (у поверхности Земли) примерно в 50 раз больше.

Критерии оценивания:

указаны формулы - 2 балла,

правильный подсчет — 4 балла,

анализ результата – 2 балла.

10 класс

Задание 1. (8 баллов)

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
8	3	2	6	1	5	7	4

Критерии оценивания:

за каждую верно указанную пару по 1 баллу.

Задание 2. (8 баллов)

Ответ: $S^2 = r_1^2 + r_2^2 - 2 r_1 r_2 \cos \alpha$.

Расстояние можно определить по теореме косинусов.

Критерии оценивания:

Сделан только чертеж к задаче 3 балла.

Задание 3. (8 баллов)

Ответ: 1) в Южном; 2) нельзя выбрать.

Критерии оценивания:

за верное указание полушария 5 баллов;

за верное указание дня равноденствия 3 балла.

Задание 4. (8 баллов)

Решение: Нужно, чтобы продолжительность суток увеличилась на 1 час, т.е. на 3600 секунд. Для этого должно пройти примерно $3600/(2 \cdot 10^{-2}) = 180 \cdot 10^3$ раз по 1000 лет, т.е. 180 млн. лет.

Задание 5. (8 баллов)

Ответ: химические составы Юпитера и Солнца достаточно похожи. Поэтому для получения звезды надо только лишь собрать нужную массу, дальше гравитация сделает всё сама. Значит, нужно порядка 1000 Юпитеров для создания Солнца.

Критерии оценивания:

за пояснение, что Юпитер подходит по химическому составу (или просто составу), **2 балла**. Слово том, что возьмём столько Юпитеров, сколько их может вместиться внутри Солнца, недостаточно.

за вычисление количества требуемых Юпитеров **6 баллов** (даже без обоснования и без вычислений).

Задание 6. (8 баллов)

Ответ:

ускорение свободного падения на поверхности планеты зависит от её массы и радиуса: $g = GM/R^2$. Так как ускорения одинаковы, $M_1/R_1^2 = M_2/R_2^2$.

Массу планеты можно выразить через радиус и среднюю плотность: $M = 4\pi R^3\rho/3$. После подстановки массы в предыдущее равенство получаем $\rho_1 R_1 = \rho_2 R_2$. Следовательно, плотность Меркурия больше плотности Марса в 1,4 раза.

Критерии оценивания:

- за правильный ответ, рациональное решение – **8 баллов**;
- только за запись формул для ускорения свободного падения и массы (с использованием объёма шара) – по **2 баллу**.

11 класс

Задание 1. (8 баллов)

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
8	3	2	6	1	5	7	4

Критерии оценивания:

за каждую верно указанную пару по **1 баллу**.

Задание 2. (8 баллов)

Ответ: $S^2 = r_1^2 + r_2^2 - 2 r_1 r_2 \cos \alpha$.

Расстояние можно определить по теореме косинусов.

Критерии оценивания:

Сделан только чертеж к задаче **3 балла**.

Задание 3. (8 баллов)

Ответ: 1) в Южном; 2) нельзя выбрать.

Критерии оценивания:

за верное указание полушария **5 баллов**;

за верное указание дня равноденствия **3 балла**.

Задание 4. (8 баллов)

Из теории

Согласно закону всемирного тяготения, на поверхности сферического тела массой M и радиусом R гравитационное ускорение будет определяться выражением

$$g = G \frac{M}{R^2},$$

а на поверхности Земли то же ускорение будет

$$g_0 = G \frac{M_0}{R_0^2} = 9,81 \text{ м/с}^2$$

откуда, поделив первое равенство на второе, получим:

$$g = g_0 \frac{M}{R^2}$$

где M обязательно выражается в массах Земли и R — в радиусах Земли.

В поле тяготения небесного тела на произвольном расстоянии от него гравитационное ускорение

$$g_r = G \frac{M}{r^2},$$

или, учитывая первое равенство

$$g_r = \frac{g}{\left(\frac{r}{R}\right)^2}.$$

В этой формуле r и R могут быть выражены в любых единицах длины — главное, чтобы они обязательно были одинаковые.

Решение

$$\text{Искомое ускорение } g_r = g \frac{R^2}{r^2}, g = g_0 \frac{M}{R^2}, (4 \text{ б.})$$

где $g_0 = 9,81 \text{ м/с}^2$ — ускорение свободного падения на поверхности Земли.

Тогда

$$g_r = g_0 \frac{M}{r^2}, (2 \text{ б.})$$

причем r выражено в радиусах Земли, а масса M — в массах Земли.

Поскольку средний радиус Земли $R_0 = 6371 \text{ км}$, то искомое гравитационное ускорение

$$g_r = 9.81 \frac{318}{\left(\frac{670.9 \cdot 10^3}{6371}\right)^2} = 0.281 \text{ м/с}^2 (2 \text{ б.})$$

Задание 5. (8 баллов)

Ответ: химические составы Юпитера и Солнца достаточно похожи. Поэтому для получения звезды надо только лишь собрать нужную массу, дальше гравитация сделает всё сама. Значит, нужно порядка 1000 Юпитеров для создания Солнца.

Критерии оценивания:

за пояснение, что Юпитер подходит по химическому составу (или просто составу), **2 балла**. *Слов о том, что возмём столько Юпитеров, сколько их может вместиться внутри Солнца, недостаточно.*

за вычисление количества требуемых Юпитеров **6 баллов** (даже без обоснования и без вычислений).

Задание 6. (8 баллов)

Вычислим длину рельса:

$$l = (19.2 - 1) \cdot 1.5 \cdot 10^{11} = 2.72 \cdot 10^{12} \text{ м}$$

Вычислим объём рельса (т.е. объём необходимого грунта, т.к. плотность рельса равна плотности грунта по условию):

$$V = l \cdot S = 2.72 \cdot 10^{12} \cdot 0.05 \cdot 0.1 = 1.365 \cdot 10^{10} \text{ м}^3$$

Эта величина на много порядков меньше объёма Луны ($4/3\pi R^3 \approx 2 \cdot 10^{19} \text{ м}^3$), поэтому допустимо использовать формулу для объёма шарового слоя. Как известно, объём шарового слоя радиусом R и толщиной ΔR равен $V = 4\pi R^2 \Delta R$ (но не обязательно использовать эту формулу, можно объём слоя искать, как разность объёма всего тела и объёма внутренней части).

Вычислим толщину шарового слоя, имеющего объём V , который надо снять с поверхности Луны:

$$\Delta R = \frac{V}{4\pi R^2} = \frac{1.365 \cdot 10^{10}}{4\pi \cdot \left(3480 \cdot \frac{10^3}{2}\right)^2} \approx 3.6 \cdot 10^{-4} \text{ м}$$

Ответ: $\approx 0,4 \text{ мм}$.

Критерии оценивания:

за вычисление объёма рельса (в виде формулы, числа или в виде верного учёта его в конечной формуле/вычислении) **5 баллов** (если вычислена только длина, то ставится **3 балла**). Если в вычислениях не учтено расстояние от Солнца до Земли (т. е. вместо разности $19,2 - 1$ используется просто $19,2$), то оценка **уменьшается на 2 балла**.

Если это расстояние не учтено, но сделано допущение о малости этой величины (что верно), то оценка не снижается.

за вычисление толщины слоя грунта **3 балла** (через шаровой слой или через объёмы разных частей Луны). Если выполнена часть работы, то она оценивается пропорционально сделанному. Арифметические ошибки **снижают** оценку на **1 балл** каждая.