

**Ключи к заданиям муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии
2021-2022 учебный год
10 класс**

Максимально возможное количество баллов: 50

Общие критерии оценок

Жюри олимпиады оценивает записи, приведенные в чистовике. Черновики не проверяются.

Правильный ответ, приведенный без обоснования или полученный из неправильных рассуждений, не учитывается. Если задача решена не полностью, то этапы ее решения оцениваются в соответствии с критериями оценок по данной задаче.

Если задача решена отличным от авторского способа, то решение оценивается согласно приведённых ниже критериев.

Таблица 1

Критерии проверки

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
7-9	Верное решение. Имеются небольшие недочёты, в целом не влияющие на решение. Допущены арифметические ошибки
5-6	Задача решена частично, или даны ответы не на все вопросы
3-4	Решение содержит пробелы в обоснованиях, приведены не все необходимые для решения формулы
1-2	Рассмотрены отдельные важные случаи при отсутствии решения или при ошибочном решении
0	Решение неверно или отсутствует

Не допускается снижение оценок за плохой почерк, решение способом, отличным от авторского, и т.д. Все спорные вопросы рекомендуется решать в пользу школьника.

Рекомендуется проверять сначала первую задачу во всех работах, затем вторую и т.д.

Все пометки в работе участника члены жюри делают только красными чернилами. Баллы за промежуточные выкладки ставятся около соответствующих мест в работе (это исключает пропуск отдельных пунктов из критериев оценок). Итоговая оценка за задачу ставится в конце решения. Кроме того, члены жюри заносит её в таблицу (см. табл. № 2) на первой странице работы и ставит свою подпись (с расшифровкой) под оценкой. В случае неверного решения необходимо находить и отмечать ошибку, которая к нему привела. Это позволит точнее оценить правильную часть решения и сэкономит время в случае апелляции

№ задания	Набранные баллы
1	
2	
3	
4	
итого	

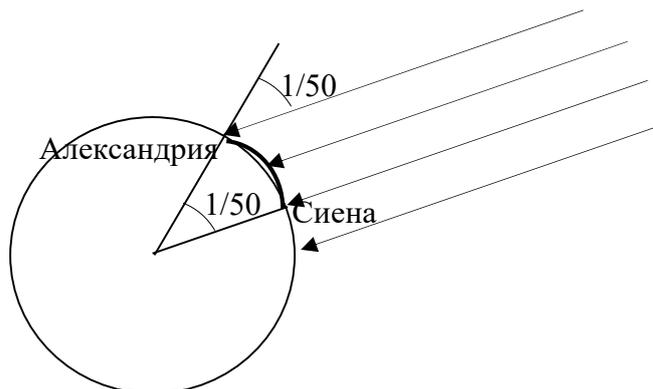
Решение задачи 1 (10 баллов):

Запасы тепла без учета кислорода составляют $Q=qM=2 \cdot 10^{37}$ Дж. Этого запаса хватит на время $t=Q:L=2 \cdot 10^{37} / 4 \cdot 10^{26}=5 \cdot 10^{10}c=1700$ лет. Юлий Цезарь жил более 2000 лет назад, динозавры вымерзли около 60 млн. лет назад, так, что за счет химических реакций Солнце светить не может. (Если кто-то скажет о ядерном источнике энергии, то это будет здорово.)

Решение задачи 2 (10 баллов):

В день летнего солнцестояния Солнце в Сиене было в зените, так как было видно дно колодца. Стрелками показаны солнечные лучи, которые идут практически параллельно друг другу.

Как видно из рисунка, длина заштрихованной дуги между городами будет составлять $1/50$ длины всего меридиана. Следовательно, длина меридиана будет в 50 раз больше расстояния между Сиеной и Александрией. Итак, длина меридиана равна $5000 \cdot 50 = 250000$ греческих стадий. Если кто вспомнит, чему равна греческая стадия, то может посчитать длину меридиана в км. Если кто вспомнит из географии, что длина меридиана равна 40000 км, тому честь и хвала и большой плюс. (1 греч. стадия = 160 м).



Решение задачи 3 (10 баллов):

Из третьего закона Кеплера находим расстояние до Урана (или на память) $a = T^{2/3} = 84^{2/3} = 19 \text{ a.e.}$ Угловой диаметр Солнца, видимый с Земли равен $\approx 30'$, на Уране угловой диаметр Солнца будет $30'/a = 30'/19,2 = 1,5'$.

Разрешающая способность глаза составляет $\approx 1'$, следовательно, Солнце будет представляться едва различимым диском, а не точечным объектом.

Решение задачи 4 (10 баллов):

В нейтронной звезде нейтроны плотно соприкасаются друг с другом, так, что расстояние между их центрами будет равно d – диаметру нейтрона, а концентрация нейтронов будет обратно пропорциональна кубу расстояния между ними, т.е. концентрация $n \approx 1/d^3 = 10^{45} \text{ 1/м}^3$. Плотность равна $\rho = n \cdot m = 1,7 \cdot 10^{18} \text{ кг/м}^3$. Масса нейтронной звезды равна $M = \rho 4\pi R^3/3$. Из этой формулы имеем для радиуса нейтронной звезды величину $R \approx (3M/4\pi \rho)^{1/3} = 8 \cdot 10^4 \text{ м} \approx 10 \text{ км}$.

Решение задачи 5 (10 баллов):

Планета движется по окружности с центростремительным ускорением

$$a = \frac{v^2}{r}$$

Ускорение вызвано силой гравитации $F = \delta \frac{Mm}{(r + R)^2}$.

Учитывая второй закон Ньютона $F=ma$ и пункты 1 и 2 $\frac{mv^2}{r} = \delta \frac{Mm}{(r+R)^2}$.

Запишем соотношение между массами тел и их расстоянием от центра

$$\text{масс} \frac{m}{M} = \frac{R}{r}.$$

Получим с учетом условия $R \ll r$ $m = \frac{R^3 v^2}{\delta}$.