

**Ключи к заданиям муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии
2021-2022 учебный год
11 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

Таблица 2

№ задания	Набранные баллы
1	
2	
3	
4	
итого	

Решение задачи 1 (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 $n \approx 1/d^3 = 10^{45} \text{ л/м}^3$. 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 2 (10 баллов):

Время, за которое галактика прошла расстояние r , определяется по формуле $t=r/V=r/Hr=1/H=1/75$ км/сМпк (1 Мпк= $3 \cdot 10^{19}$ км). Подставляем в формулу вместо Мпк км и км сокращаются, и остается $t=4 \cdot 10^{17} \text{С}=13 \cdot 10^9$ лет.

Решение задачи 3 (10 баллов):

Эклиптика и небесный экватор пересекаются под углом $23^\circ 27'$ в точках весеннего (в марте) и осеннего (в сентябре) равноденствия. В марте Солнце переходит из южного полушария неба в северное (начало астрономической весны), а в сентябре – из северного полушария в южное (начало астрономической осени). Когда Солнце находится в этих точках – день равен ночи.

Точка весеннего равноденствия обозначается знаком созвездия Овен (Υ) и точка осеннего равноденствия – знаком созвездия Весов (Ω). Половину эклиптики от весеннего равноденствия до осеннего (с 21 марта по 23 сентября) Солнце проходит за 186 суток.

Вторую половину, от осеннего равноденствия до весеннего, – за 179 – 180 суток, так Солнце движется по эклиптике неравномерно.

Эта неравномерность отражает изменения скорости движения Земли по эллиптической орбите вокруг Солнца, что и приводит к разной длительности времён года.

Для жителей Северного полушария весна и лето на шесть суток продолжительнее осени и зимы.

Решение задачи 4 (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

масс $\frac{m}{M} = \frac{R}{r}$.

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

Решение задачи 5 (10 баллов):

Расстояние между Юпитером и Солнцем равно 778300000 км. Радиус Солнца равен 696000 км, найдём отношение этих величин как отношение радиусов неизвестной звезды и Солнца $\frac{778300000}{696000} = 1118$ раз.

По определению, светимость L – это тепловая энергия, которую звезда излучает в космическое пространство за 1 с: $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$ – закон Стефана–Больцмана.

Для звезды: $L_* = 4\pi R_*^2 \sigma T_*^4$

Для Солнца: $L_C = 4\pi R_C^2 \sigma T_C^4$

Найдём отношение светимостей: $\frac{L_*}{L_C} = \frac{4\pi R_*^2 \sigma T_*^4}{4\pi R_C^2 \sigma T_C^4}$; $\frac{L_*}{L_C} = \frac{R_*^2 T_*^4}{R_C^2 T_C^4}$.

По условию $T_* = 3000$ К; $T_C = 6000$ К; $\frac{R_*}{R_C} = 1118$.

$$\frac{L_*}{L_C} = \frac{3000^4 \cdot 1118^2}{6000^4} \Rightarrow \frac{L_*}{L_C} = \frac{1118^2}{16} \approx 75000$$

Ответ: светимость звезды в 75000 раз больше, чем Солнца.