

**Задания муниципального этапа
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии
2025/2026 учебного года**

11 класс

Уважаемый участник олимпиады!

Время выполнения заданий тура – **180 минут**.

Выполнение заданий целесообразно организовать следующим образом:

- внимательно прослушайте инструктаж члена жюри;
- не спеша, внимательно прочитайте задание;
- выполняйте задания в бланках ответа;
- если Вы допустили ошибку, то ее можно исправить простым зачеркиванием, указав рядом правильный ответ;
- после решения каждой задачи удостоверьтесь в правильности решения; исправьте обнаруженные при Вашей самостоятельной проверке ошибки.

Жюри не учитывает решения или части решений заданий, изложенные в черновике, даже при наличии ссылки на черновик в чистовом решении.

Если в решении допущена грубая астрономическая или физическая ошибка с абсурдным выводом (например, скорость больше скорости света, масса звезды, существенно меньшая реальной массы Земли и т.д.), все решение оценивается в 0 баллов, тогда как незначительная математическая ошибка снижает итоговую оценку не более чем на 2 балла.

Каждое задание оценивается в 8 баллов. Дробное количество баллов не допускается. За все задания возможно получить **48 баллов**.

Желаем удачи!

Решения заданий обязательно перенесите в бланки ответов. Решения в черновиках не оцениваются. В начале решения задания указывайте его номер. К заданиям прилагаются справочные материалы отдельно.

1 задание: Кто старое помянет... (8 баллов)

В таблице вам предложены 8 событий в истории астрономии.

А. Событие под каким номером произошло позже всех нижеперечисленных?

Б. Событие под каким номером произошло раньше всех нижеперечисленных?

В. Расположите номера всех событий в хронологическом порядке, от самого раннего до самого позднего, и приведите в виде строки из 8 чисел.

№	Событие
1	Открытие законов Кеплера
2	Создание первой фотографии Солнца Луи Физо и Леоном Фуко
3	Запуск космического телескопа имени Хаббла
4	Создание первого телескопа Галилео Галилеем
5	Создание первой фотографии солнечного спектра Генри Дрейпером
6	Открытие Урана Уильямом Гершелем
7	Создание первого радиотелескопа Гроутом Ребером
8	Создание классической механики Исааком Ньютоном

2 задание: Математическая система (8 баллов)

Вокруг далёкой звезды обращается одна землеподобная экзопланета. Известно, что радиус её орбиты составляет π а.е., а десятичный логарифм (логарифм по основанию 10) отношения массы звезды к массе Солнца равен 1. Найдите период обращения планеты вокруг звезды.

3 задание: Лунный Хаббл (8 баллов)

Телескоп Хаббл обращается вокруг Земли на высоте 545 км. Диаметр его зеркала составляет 2,4 м. Считая, что Хаббл делает снимки в видимом диапазоне излучения,

А. Оцените наименьшее возможное расстояние между телескопом и поверхностью Луны. Ответ дайте в км;

Б. Оцените угловое разрешение телескопа;

В. Определите, сможет ли Хаббл разрешить модуль миссии Аполлон на поверхности Луны, как протяженный объект?

4 задание: Тектоник (8 баллов)

Из-за движения тектонических плит обсерватория, находящаяся в северном полушарии, смещается на север со скоростью 4 см в год.

А. Определите, увеличивается или уменьшается широта наблюдателя? Чему равна скорость изменения широты? Ответ дать в миллисекундах дуги в век.

Б. С какой скоростью меняется модуль высоты верхней кульминации очень далёкой галактики, наблюдаемой из этой обсерватории? Ответ дать в миллисекундах дуги в век.

В. Можно ли с уверенностью сказать, уменьшается или увеличивается высота верхней кульминации? Объясните свой ответ.

5 задание: Перехваченный сигнал (8 баллов)

Во вселенной книги "Дюна" для межзвёздных перелетов использовались транспортные кольца. Последнее транспортное кольцо «Сигма» лежит в галактической плоскости с центром, совпадающим с центром Галактики. «Сигма» разгоняет корабли до скорости $V = 10000$ км/с, после чего в кольце открывается шлюз, из которого корабли вылетают, сохраняя набранную скорость по модулю и направлению. Разогнанные аппараты после вылета сразу посылают сообщение.

А. Сообщения передаются на длине волны, равной в лабораторной системе отсчета $\lambda_0 = 21,106$ см (соответствует излучению нейтрального водорода). Определите частоту излучения, на которой передаются сообщения, в лабораторной системе отсчёта. Ответ выразите в МГц.

Б. Обсерватория зафиксировала на угловом расстоянии от центра Галактики $l = 20^\circ$ излучение от корабля с частотой $\nu = 1452$ МГц. Корабль приближается или отдаляется от наблюдателя? Объясните свой ответ. Определите градусную меру угла между лучом зрения и скоростью корабля.

В. Обсерватория находится в плоскости Галактики с расстоянием от центра $R_0 = 10$ кпк. Сделайте рисунок, указав на нём транспортное кольцо, центр Галактики, обсерваторию, возможные положения корабля, угол l и направления скоростей корабля. Определите радиус R этого кольца. Ответ выразите в килопарсеках (кпк). Считайте, что обсерватория является внешней по отношению к транспортному кольцу ($R_0 > R$).

6 задание: Полярное сияние погибших звезд (8 баллов)

Существуют необычные тесные двойные звезды, которые состоят из двух компонент: нормальной звезды и компактного объекта. Их необычность заключается в том, что вещество с нормальной звезды может перетекать на компактный объект, тем самым разогревая его. В качестве таких объектов могут выступать так называемые белые карлики (БК) и нейтронные звезды (НЗ). Предполагая, что массы компактных объектов одинаковы и равны $1,3$ массы Солнца ($M_{\text{БК}} = M_{\text{НЗ}} = 1,3M_\odot$), радиус белого карлика равен радиусу Земли ($R_{\text{БК}} = R_\oplus$), а радиус нейтронной звезды равен 10 км ($R_{\text{НЗ}} = 10\text{ км}$), дайте ответ на следующие вопросы:

А. Малый элемент вещества массы $\Delta m = 1$ кг находится на очень большом расстоянии от компактного объекта и покоится относительно него. В какой-то момент из состояния покоя этот элемент начинает падать на объект. На поверхность какого из объектов элемент упадёт с большей кинетической энергией: на белый карлик или на нейтронную звезду? Объясните свой ответ. Определите кинетическую энергию в обоих случаях.

Б. На компактный объект каждую секунду приходит большое количество малых элементов вещества: суммарно за секунду на компактный объект падает 10^{14} кг. Эту величину будем называть притоком вещества (J), тогда $J = \Delta m / \Delta t = 10^{14}$ кг/с. Предположим, что вся кинетическая энергия вещества при ударе о поверхность переходит в энергию излучения. Оцените для белого карлика и нейтронной звезды мощность выделяющегося излучения (светимость), связанную с падением вещества. Ответ дайте в единицах светимости Солнца $L_\odot$.

В. Вещество падает на компактный объект не сферически симметрично, а стекает только на полярные области объекта. Общая площадь полярных областей $S_{\text{пол}}$ составляет 0,1 от всей площади объекта $S_{\text{пов}}$ ($S_{\text{пол}} = 0,1S_{\text{пов}}$). Оцените температуру излучения вблизи поверхности полярных областей.

Перенесите решения заданий в бланк ответов!