

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО АСТРОНОМИИ 2017–2018 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
11 класс



Ответы и критерии оценивания

Задача 1

Как-то в середине осени начинающий художник сразу после захода Солнца сделал набросок картины «Осень в Подмосковье», нарисовав с натуры линию горизонта, несколько элементов пейзажа и положения Меркурия и Марса (цифры 1 и 2 на рисунке), видимых на небе в это время. Через несколько месяцев он вернулся к работе и нарисовал на наброске своё любимое созвездие.

- 1) Под каким номером на рисунке изображен Меркурий, а под каким Марс? Объясните ваш выбор.
- 2) Как называется любимое созвездие художника? Какие ошибки он допустил, поместив его на свой набросок?



Ответ:

1) Планета №1 – Марс, планета №2 – Меркурий. Выбор можно объяснить так: как известно, Меркурий на земном небе не удаляется от Солнца далеко (больше, чем на 28°). Поскольку положение планет было обозначено в середине осени, то есть в момент времени достаточно близкий ко дню равноденствия, значит, Солнце зашло примерно у точки запада. Получается, что планета №1 находится от него на расстоянии около 90° . Следовательно, это Марс, т.к. по условию мы должны выбрать из двух планет – Марса и Меркурия.

2) Созвездие – Орион.

3) Ошибки, допущенные художником:

- осенью Орион не может наблюдаться в западной части горизонта сразу после захода Солнца;
- слишком большой размер созвездия;
- созвездие должно быть повернуто по часовой стрелке примерно на 30 градусов от указанного на рисунке положения;
- планеты не могут находиться под созвездием Ориона;
- видно слишком много звёзд в созвездии на еще ярком фоне вечернего неба.

Критерии оценивания:

- за верное указание планет **+4 балла** при условии верного объяснения (*оно может быть короче авторского или более упрощённым, например: Меркурий - внутренняя планета и не может удаляться от Солнца так далеко, как Марс*);
- за верное указание созвездия **+2 балла**;
- за верное указание любой ошибки **по 1 баллу** (но не более **8 баллов** в сумме за задачу).

Максимум за задачу – 8 баллов.

Задача 2

Существует ограничение на максимально возможную светимость звезды заданной массы. Его называют пределом Эддингтона. Выберите верное утверждение и дайте краткое обоснование вашего выбора.

- 1) Предел Эддингтона определяется условием равновесия газового давления и силы тяжести в верхних слоях звезды.
- 2) Предел Эддингтона определяется условием равновесия давления излучения и силы тяжести в верхних слоях звезды.
- 3) Предел Эддингтона определяется условием равновесия газового давления и давления излучения в верхних слоях звезды.
- 4) Предел Эддингтона определяется условием равновесия силы тяжести и центробежной силы, возникающей из-за осевого вращения звезды, в верхних слоях звезды.

Ответ: Верное утверждение №2. Обоснование: светимость звезды связана с давлением излучения. Чем выше светимость, тем выше давление. Давление излучения не может быть больше силы тяжести в верхних слоях звезды (иначе эти слои улетят от звезды). Значит, утверждение №2 соответствует определению предела Эддингтона.

Примечание: вариант №1 описывает условия в любой звезде, не накладывая ограничение на светимость звезды; вариант №3 вообще физически не может быть условием равновесия, т.к обе силы действуют в одну сторону (от центра звезды); вариант №4 ограничивает скорость вращения звезды, но не её светимость.

Критерии оценивания:

- за правильный ответ **+6 баллов**;
- за верное обоснование **+2 балла**.

Максимум за задачу – 8 баллов.

Задача 3

Выберите из списка четыре звезды, которые будут видны (т.е. будут находиться над горизонтом) в 20 часов по московскому времени в Москве в день проведения олимпиады при условии хорошей погоды.

- 1) Полярная звезда (созвездие Малой Медведицы)
- 2) Сириус (созвездие Большого Пса)
- 3) Вега (созвездие Лиры)
- 4) Регул (созвездие Льва)
- 5) Канопус (созвездие Киля)
- 6) Мицар (созвездие Большой Медведицы)
- 7) Шедар (созвездие Кассиопеи)
- 8) Ахернар (созвездие Эридана)

Ответ: Полярная звезда, Вега, Мицар, Шедар.

Примечание (для справки - не требуется указывать при ответе): большинство звёзд можно выбрать по созвездию, в котором они находятся, – Малая Медведица, Кассиопея, Лира и Большая Медведица являются незаходящими на широте Москвы. Киль, напротив, никогда не восходит. Часть созвездия Эридана в Москве видно, но Ахернар находится далеко в южной полусфере и также не появляется над горизонтом в Москве. Сириус и Регул в Москве восходят, но период их вечерней видимости начинается позже.

Критерии оценивания:

За каждую верно указанную звезду **по 2 балла** (обоснование или объяснение не требуется), за каждую неверную - **минус 2 балла**.

Отрицательная оценка не ставится (выставляется 0 баллов за задачу).

Максимум за задачу – 8 баллов.

Задача 4

Определите угловое расстояние в градусах (с точностью несколько угловых минут) между Геммой (α Северной Короны) и Ункалхаи (α Змеи), между Вегой и Луной, между Садалмеликом (α Водолея) и Минтакой (δ Ориона), если известны их координаты:

- 1) Гемма (азимут $A_1=169^\circ$, высота $h_1=61^\circ$), Ункалхаи (азимут $A_2=169^\circ$, высота $h_2=40^\circ$)
- 2) Вега (азимут $A_3=90^\circ$, высота $h_3=49^\circ$), Луна (азимут $A_4=270^\circ$, высота $h_4=15^\circ$)
- 3) Феркад (прямое восхождение $\alpha_1=15^h20^m$, склонение $\delta_1=71^\circ46'$) и Мирфак (прямое восхождение $\alpha_2=3^h24^m$, склонение $\delta_2=49^\circ51'$).

Объясните, как Вы нашли угловое расстояние в каждом случае.

Решение:

Если внимательно посмотреть на координаты пар объектов из условия задачи, то можно заметить, что во всех случаях пары объектов находятся на большом круге: у первой пары совпадают азимуты $A_1=A_2$, у второй - азимуты отличаются на $A_4-A_3=180^\circ$, звёзды третьей пары находятся на экваторе (склонения звёзд очень близки к 0).

Поэтому для вычисления угловых расстояний достаточно вычислить, на сколько отстоят друг от друга объекты по соответствующим большим кругам:

- 1) $h_1-h_2=21^\circ$
- 2) $(90^\circ-h_3)+(90^\circ-h_4)=41^\circ+75^\circ=116^\circ$
- 3) $\alpha_1-\alpha_2=24^h-(22^h05^m47^s-5^h32^m00^s)=24^h-(22^h,0964-5^h,5333)=7^h,4369=111,5535^\circ$

Ответ: 1) 21° ; 2) 116° ; 3) $\approx 111,55^\circ = 111^\circ33'$.

Критерии оценивания (обратите внимание, что числа в условии этой задачи различаются в разных классах):

- за верно вычисленное угловое расстояние для первой пары **+4 балла**;
- за верно вычисленное угловое расстояние для второй пары **+4 балла**.

Оценка **снижается на 1 балл** для каждой пары, если не приведено обоснование (т.е. не сказано о совпадении азимутов, либо об отличии координат на 180 градусов).

За каждую арифметическую ошибку оценка **снижается на 1 балл** (т.е. при условии верного обоснования и верного хода вычислений ставится указанный выше балл **минус 1 балл**; если в качестве решения приведён только неверный ответ, то в случае ошибки оценка за такую пару звёзд не выставляется).

Внимание: в условии допущена техническая ошибка, поэтому третья пара не оценивается.

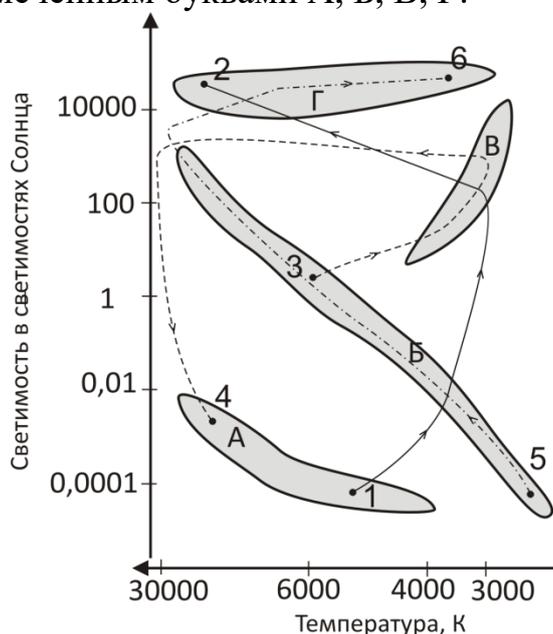
Допускается использование формулы из сферической тригонометрии при условии получения ответа, близкого к указанному выше (ответы №1 и №2 должны совпадать с авторскими, ответ №3 может отличаться не более чем на 1-2').

Максимум за задачу – **8 баллов**.

Задача 5

На рисунке приведена диаграмма температура-светимость (диаграмма Герцшпрунга-Рессела), на которой схематически обозначено положение основных классов звёзд и приведены 3 эволюционных трека (т.е. последовательность положений одной звезды за время её жизни).

- 1) Выберите из треков те, которые соответствуют действительности (в ответе укажите номера начальной и конечной точек трека, т.е. 1-2, 3-4, 5-6).
- 2) Подпишите названия классов звёзд, соответствующих областям на диаграмме, помеченным буквами А, Б, В, Г.



Ответ: 1) Правильный трек только один: 3-4;
2) классы звёзд: А – белые карлики, Б – главная последовательность, В – красные гиганты, Г – сверхгиганты.

Критерии оценивания:

- если указан только верный трек **+4 балла**;
- если указан верный трек и один неверный **+2 балла**;
- если указаны все треки или указаны только ошибочные варианты - **0 баллов**;
- за каждый верно названный класс звёзд **+1 балл**;
- за каждый неверно названный класс звёзд – **минус 1 балл**.

Максимум за задачу – 8 баллов.

Задача 6

Две звезды с одинаковой светимостью наблюдаются с Земли в направлении полюса Галактики и в направлении её центра. Расстояние до звёзд одинаковое – 2000 пк. Первая звезда на пределе видна глазом в телескоп диаметром 100 мм. Телескоп какого диаметра надо взять, чтобы можно было в него увидеть вторую звезду? Поглощение в диске нашей Галактики принять равным $0,002^m/\text{пк}$. Поглощением в направлении полюса Галактики пренебречь.

Решение:

Полное поглощение в направлении второй звезды составляет $0,002 \cdot 2000 = 4^m$. Т.е. от неё приходит света в $2,512^4 \approx 40$ раз меньше, чем от первой звезды. Значит, чтобы собрать от второй звезды столько же света, сколько 100 мм телескоп собирает от первой, надо взять телескоп с объективом, имеющим в 40 раз большую площадь. Т.е. его диаметр должен быть $100 \cdot 40^{1/2} \approx 630$ мм.

Ответ: 630 мм.

Критерии оценивания:

- за определение полного поглощения в звездных величинах **+3 балла**;
- за определение полного поглощения в разгах **+2 балла**;
- за определение диаметра объектива **+3 балла**;

Арифметическая ошибка снижает оценку на **1 балл**, но только за тот этап, в котором она была допущена. Однако если она повлекла за собой абсурдный ответ (например, диаметр телескопа получается близким или меньшим 100 мм), определение диаметра объектива не засчитывается и оценка за этот этап не выставляется.

Решение может быть сделано без проведения промежуточных вычислений.

Путь решения может отличаться от авторского. При условии его корректности и близости ответа (ответ в диапазоне ± 50 мм) решение оценивается полным баллом (8 баллов).

Максимум за задачу – 8 баллов.

| |
|--------------------------------------|
| Всего за работу – 48 баллов . |
|--------------------------------------|