

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО АСТРОНОМИИ 2017–2018 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
8–9 классы



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 Венеры 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 изображена Венера, 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 – Венера. Выбор можно объяснить так: как известно, Венера на земном небе не удаляется от Солнца далеко (больше, чем на 48°). 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 Венеры.

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: Венера - 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).

Поскольку в условии не указывается число ошибок, учащиеся часто пытаются указать их больше, чем надо. В 7-9 классах это не наказывается.

Максимум за задачу – 8 баллов.

Задача 2

Выберите верные утверждения.

- 1) Скорость движения Земли по орбите больше, чем скорость Меркурия.
- 2) Кольца есть только у двух планет Солнечной системы.
- 3) Глядя на Солнце глазом, мы видим его фотосферу.
- 4) Серебристые облака являются самыми высокими облаками в земной атмосфере.
- 5) Кассиопея – экваториальное созвездие.
- 6) Луна – самый крупный спутник в Солнечной системе.
- 7) Юпитер – самая большая планета Солнечной системы.
- 8) Сириус ярче Полярной звезды.

Ответ: Верные утверждения №3, 4, 7, 8.

Критерии оценивания:

За каждое верное утверждение **по 2 балла**, за каждое неверное - **минус 2 балла**.
Суммарная оценка не может быть меньше 0.

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. Антарес (созвездие Скорпиона)
3. Вега (созвездие Лиры)
4. Спика (созвездие Девы)
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. Антарес и Спика в Москве восходят, но период их вечерней видимости начинается гораздо 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

Расставьте отдельные объекты и их группы в порядке удаления от Солнца: Марс, Венера, Юпитер, Нептун, облако Оорта, главный пояс астероидов, Земля.

Ответ: Венера – Земля – Марс - главный пояс астероидов - Юпитер - Нептун - облако Оорта.

Критерии оценивания:

- за верную последовательность планет (т.е. планеты расставлены в порядке удаления от Солнца) **+4 балла**; за любую ошибку в порядке - **0 баллов** за этот пункт;
- если пояс астероидов помещён между Марсом и Юпитером (и между ними нет других объектов), **+2 балла**; если нет – ставится **0 баллов** за этот пункт;
- если облако Оорта стоит на последнем месте, **+2 балла**; в любом другом случае за этот пункт - **0 баллов**.

Максимум за задачу – 8 баллов.

Задача 5

Два космических аппарата будущего стартуют с Земли со скоростями относительно Солнца 1000 км/с и 10000 км/с соответственно. Первый летит к экзопланете Проксима Центавра b (параллакс $\pi=768,7$ миллисекунды дуги), а второй к планетной системе вокруг звезды TRAPPIST-1 (расстояние 39,50 световых лет). По прилёту оба корабля сразу же отправят некоторые данные на Землю с помощью радиосвязи. Данные от какого корабля придут раньше и на сколько? Ответ представьте в годах с корректным числом значащих цифр. Временем полёта внутри планетных систем пренебречь.

Решение:

Найдём время полёта до каждой звезды.

1) Проксима Центавра b

$$\text{Расстояние } r = \frac{1}{\pi} = 1,3 \text{ пк} = 4,015 \cdot 10^{16} \text{ м}$$

$$\text{Время } \tau = \frac{r}{v} = 4,015 \cdot 10^{10} \text{ сек} = 1272,3 \text{ года}$$

2) Звезда TRAPPIST-1

$$\text{Расстояние } r = 39,5 \times 24 \times 3600 \times 365,25 \times 3 \cdot 10^8 \text{ м} = 3,74 \cdot 10^{17} \text{ м}$$

$$\text{Время } \tau = \frac{r}{v} = 1185 \text{ лет}$$

(это же время можно найти проще: $\tau = 39,5 \times \frac{300000 \text{ км/с}}{10000 \text{ км/с}} = 1185 \text{ лет}$)

Учтём, что данные, отправленные с аппаратов, будут лететь до получателя на Земле разное время.

$t_1 = 1272,3 + 1,3 \times 3,26 = 1276,5$ года (3,26 – число световых лет в 1 парсеке; можно найти расстояние в световых годах и иначе, например, $1272,3 \cdot 1000 / 300000$)

$$t_2 = 1185 + 39,5 = 1224,5 \text{ года}$$

3) Разница времени будет равна

$$\Delta t = 1276,5 - 1224,5 = \text{на } 52 \text{ года.}$$

Ответ: Данные от второго корабля придут быстрее на 52 года.

Критерии оценивания (обратите внимание, для разных классов критерии отличаются, как и условия этой задачи):

Основное, что должно быть показано в решении данной задачи, это умение работать с расстояниями, заданными разными способами, умение переводить из одних единиц измерений в другие, понимание конечности скорости распространения сигнала и учёт этого в решении.

- за вычисление времени полёта до каждой из звёзд (любым способом, но ответ должен совпасть с приведённым выше с учётом возможного округления на разных этапах – допускается отличие во времени прилёта кораблей до ± 10 лет) **по 2 балла**. При наличии арифметической ошибки эти **2 балла не выставляются**. Однако если верно записаны формулы (например, вычисления расстояния по параллаксу), то может быть выставлено **по 1 баллу** за звезду;
- за учёт времени распространения сигнала от звезды до Земли явно или косвенно, т.е. без указания, почему появилось дополнительное слагаемое, **по 1 баллу** за звезду (выставляется и при наличии арифметической ошибки в предыдущей и этой части решения, т.е. тут важно понимание самого факта, что это время надо учесть);
- за вычисление разности времён для обоих случаев и формулировку ответа в годах с корректным числом значащих цифр **+2 балла** (ставятся только при отсутствии ошибок на предыдущих этапах).

Максимум за задачу – 8 баллов.

Задача 6

Определите угловое расстояние (с точностью до нескольких угловых минут) между Геммой (α Северной Короны) и Ункалхай (α Змеи), между Вегой и Луной, между Феркадом (γ Малой Медведицы) и Мирфаком (α Персея), если известны их координаты:

- 1) Гемма (азимут $A_1=169^\circ$, высота $h_1=48^\circ$), Ункалхай (азимут $A_2=169^\circ$, высота $h_2=40^\circ$)
- 2) Вега (азимут $A_3=90^\circ$, высота $h_3=52^\circ$), Луна (азимут $A_4=270^\circ$, высота $h_4=18^\circ$)
- 3) Феркад (прямое восхождение $\alpha_1=15^h20^m$, склонение $\delta_1=71^\circ46'$), Мирфак (прямое восхождение $\alpha_2=3^h24^m$, склонение $\delta_2=49^\circ51'$).

Объясните, как Вы нашли угловое расстояние в каждом случае.

Решение:

Угловое расстояние между объектами на небесной сфере определяется по дуге большого круга небесной сферы, проходящего через оба объекта.

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 почти на одном круге склонения (прямые восхождения у звёзд отличаются примерно на $\alpha_1-\alpha_2\approx 12^h$).

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

1) $h_1-h_2=8^\circ$

2) $(90^\circ-h_3)+(90^\circ-h_4)=41^\circ+75^\circ=110^\circ$

3) $(90^\circ-\delta_1)+(90^\circ-\delta_2)=18^\circ 14'+40^\circ 09'\approx 58^\circ 23'$

Ответ: 1) 8° ; 2) 110° ; 3) $\approx 58^\circ 23'$

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

- за верно вычисленное угловое расстояние для первой пары **+3 балла**;
- за верно вычисленное угловое расстояние для второй пары **+3 балла**;
- за верно вычисленное угловое расстояние для третьей пары **+2 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).

Не обязательно указывать, что в случае №3 ответ примерный.

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.

Всего за работу – 48 баллов.
