

8 класс (6 задач, по 8 баллов каждая задача)

Задача 1. К звезде Альфа Центавра с Земли послали автоматический межзвездный корабль. Корабль движется со скоростью 150 км/сек. Программой корабля запланировано следующее: как только корабль долетит до Альфа Центавры, он сразу же посылает радиосигнал на Землю. Определите, когда земляне получат посланное сообщение и доживут ли до этого момента правнуки создателей аппарата? Расстояние от Земли до звезды равно 4,367 световых года.

Решение:

1 световой год – это расстояние, которое свет проходит за 1 год. Свет движется со скоростью 300000 км/с. Космический корабль летит в 2000 раз медленнее, соответственно, до Альфы Центавра он доберется только через $4,367 \cdot 2000 = 8734$ года. Радиосигнал полетит со скоростью света, и, следовательно, он преодолеет расстояние от Альфы Центавра до Земли за 4,367 года. Значит, люди на Земле будут ждать это сообщение более 8 тысяч лет – точнее 8738,367 лет. При имеющейся средней продолжительности жизни правнуки создателей корабля не смогут дожить до этого момента и получить сообщение.

Примечание: Решение может отличаться от приведенного. Участник олимпиады может найти расстояние до Альфа Центавры в километрах (по формуле $S = ct$, где c – скорость света, $t = 4,367$ года, переведенные в секунды), а затем рассчитать время, за которое корабль долетит до звезды.

Примерная схема оценивания задачи:

Определение времени полета корабля до звезды любым верным способом (не обязательно тем, который описан в решении) – 4 балла.

Учет времени возврата сигнала – 2 балла.

Вывод о том, что правнуки не дождутся сигнала – 2 балла.

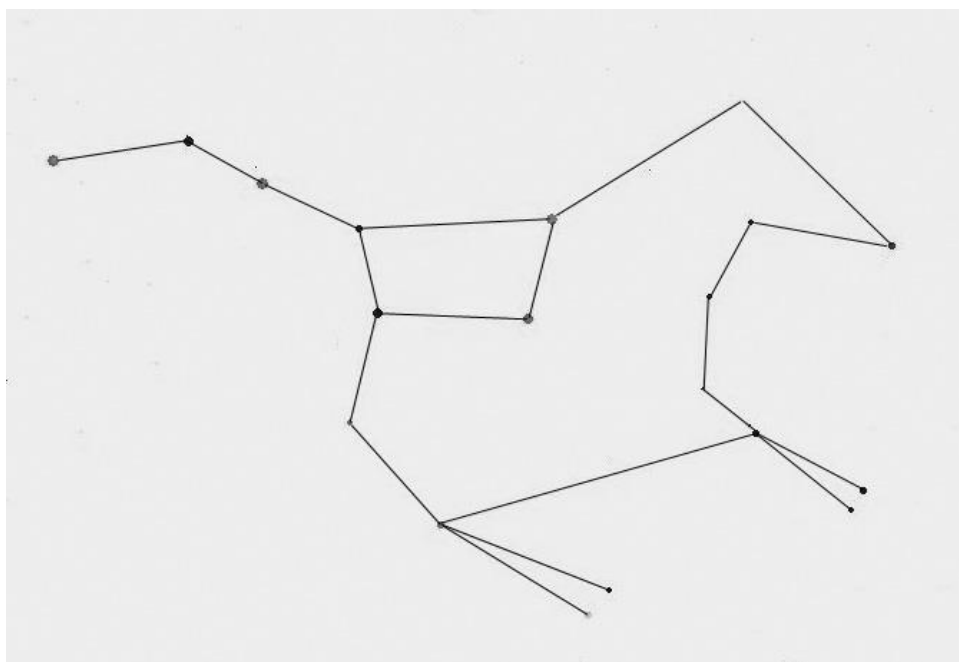
Максимальная оценка за задачу – 8 баллов.

Задача 2. Нарисуйте созвездие Большой Медведицы. Что вы можете рассказать о нем?

Возможное решение:

Большая Медведица — третье по площади созвездие на небе, семь ярких звёзд которого (Дубхе, Алиот, Мерак, Мегрец, Фекда, Мицар, Бенетнаш) образуют известный Большой Ковш. Если через две крайние звезды, образующие стенку ковша, Мерак и Дубхе, провести прямую, то она пройдет через Полярную звезду (самая яркая звезда в созвездии Малой Медведицы).

Средняя звезда в ручке ковша называется Мицар. Это двойная звезда, человек с хорошим зрением может увидеть рядом с ней другую звезду - Алькор. В созвездии Большой Медведицы находится несколько ярких галактик - M81, M82, M101, планетарная туманность M97. Созвездие граничит с другими созвездиями (укажем только яркие): Волопас, Дракон, Гончие Псы, Лев. Существуют разные мифы, связанные с этим созвездием.



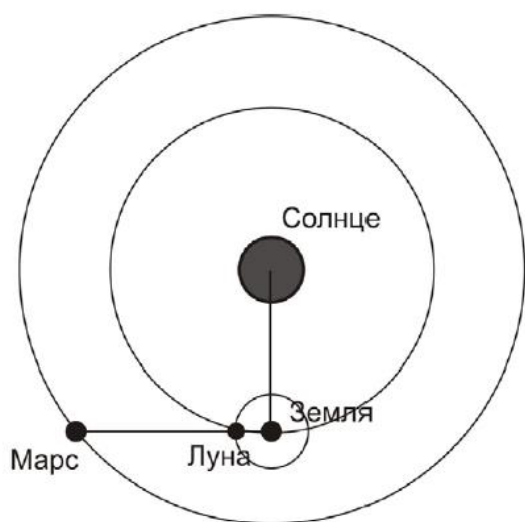
Примерная схема оценивания задачи:

4 балла ставится за близкий к правильному рисунок (**2 балла** если нарисован только ковш). Ни один из приведенных в авторском решении фактов не является обязательным для указания его учеником. Ученик может привести сведения о созвездии, отсутствующие в авторском решении – они должны быть оценены (1 балл за каждый факт, но не более **8 баллов в сумме** за задачу).

Задача 3. Марс, находящийся в восточной квадратуре, и Луна наблюдаются в соединении. Определите фазу Луны в наблюдаемый момент. Ответ обоснуйте. Приведите рисунок с изображением описываемой ситуации.

Решение:

На рисунке показаны положения всех тел, о которых идет речь в описываемой ситуации. (*Рисунок – 4 балла*).



Анализируя рисунок, можно определить, какой будет фаза Луны в этой ситуации. При таком положении Луны относительно Солнца и Земли на Земле будет наблюдаться растущая Луна в фазе первой четверти (*4 балла*).

Примечание: рисунок может быть несколько иным (например, вид взаимного расположения светил на небе для наблюдателя на поверхности Земли), главное, чтобы взаимное положение тел

было указано верно и было понятно, почему Луна будет именно в той фазе, что приведена в ответе.

Примерная схема оценивания задачи:

Рисунок с верным расположением объектов – 4 балла.

Пояснения, какая фаза наблюдается и почему – 4 балла.

Максимальная оценка за задачу – 8 баллов.

Задача 4. В астрономии для определения координат на небе используют прямое восхождение (аналог географической долготы) и склонение (аналог широты). Величина склонения меняется от -90 (южный полюс мира) до $+90$ градусов (северный полюс мира). Три ярчайшие для невооруженного глаза звезды ночного неба имеют следующие склонения:

<i>Звезда</i>	<i>Склонение</i>
Сириус	-17^0
Канопус	-53^0
Толиман	-61^0

Определите для каждой из звёзд, на каких широтах Земли они остаются всегда выше и всегда ниже линии горизонта, то есть являются незаходящими и невосходящими светилами соответственно.

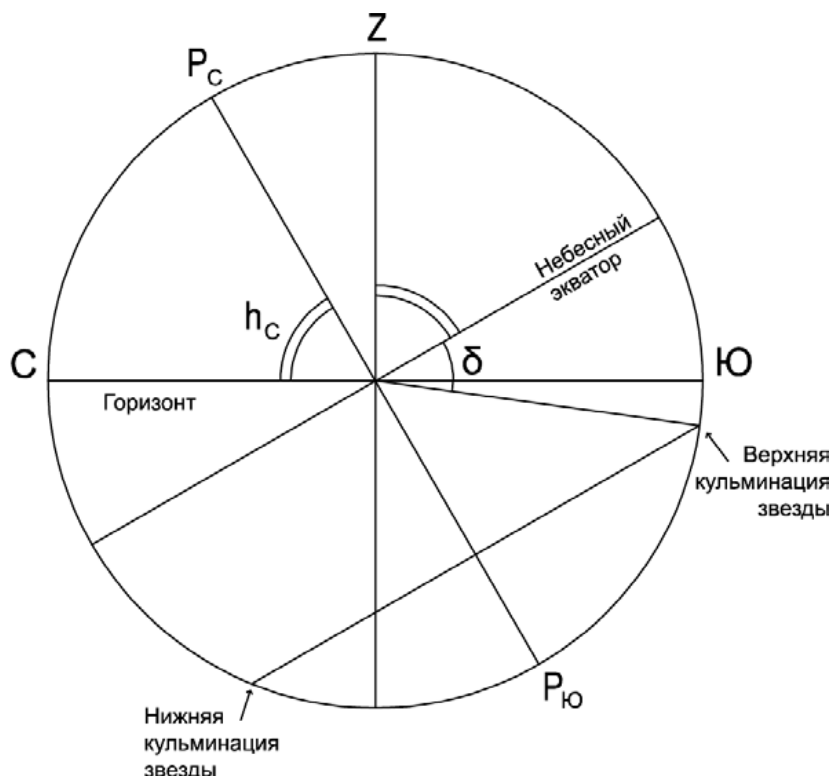
Возможное решение:



Высота северного полюса мира над горизонтом равна широте места наблюдения ($h_{с} = \varphi$). Высота южного равна широте, взятой с противоположным знаком ($h_{ю} = -\varphi$). Если угловое расстояние от ближайшего полюса мира до звезды (величина $90^\circ - |\delta|$) меньше его высоты, такая звезда будет незаходящей. Все три звезды находятся в южном полушарии, так что нас интересует южный полюс мира ($\delta = -90^\circ$).

$$\delta - (-90^\circ) < h_{ю} \Rightarrow \delta - (-90^\circ) < -\varphi \Rightarrow \delta + 90^\circ + \varphi < 0 \Rightarrow \varphi < -\delta - 90^\circ.$$

Подставляя значения δ для каждой звезды, получаем для Сириуса $\varphi < -73^\circ$, для Канопуса $\varphi < -37^\circ$, для Толимана $\varphi < -29^\circ$. Иными словами, Сириус не заходит южнее 73° ю. ш., Канопус южнее 37° ю. ш., Толиман южнее 29° ю. ш.



Звезды южного полушария могут быть невосходящими при наблюдении из северного полушария. Высота светил в верхней кульминации составляет $h = 90^\circ - \varphi + \delta$, если высота отрицательна, светила всегда остаются под горизонтом. $90^\circ - \varphi + \delta < 0^\circ$, $\varphi > 90 + \delta$.

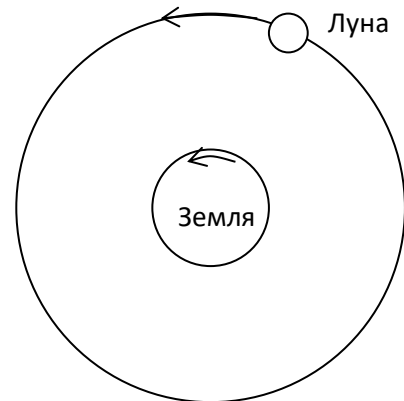
Таким образом, Сириус является невосходящим на широтах севернее $\varphi > 73^\circ$ с. ш., для Канопуса $\varphi > 37^\circ$ с. ш., для Толимана $\varphi > 29^\circ$ с. ш. Обратите внимание, что области являются симметричными; если в одном полушарии звезда является незаходящей на данных широтах, то в другом полушарии она не восходит на тех же по модулю широтах.

Примерная схема оценивания задачи:

К решению данной задачи возможны различные подходы. Верная формулировка критериев, при которых звезда становится невосходящей/незаходящей, оценивается в **2 балла** (суммарно **4**). Ещё по **2 балла** (суммарно **4**) добавляется, если проведены верные расчёты для незаходимости/невосходимости всех трёх звёзд. При наличии арифметических ошибок хотя бы для одной звезды соответствующая оценка снижается до **1 балла из 2**.

Максимум за задачу – 8 баллов.

Задача 5. Чтобы скорректировать положение и скорость орбитальной станции, экипажу нужно определить скорость, с которой движется тень Луны по земной поверхности во время полного солнечного затмения. При этом допустимо не учитывая поправки на орбитальное движение Земли. Помогите космонавтам решить поставленную задачу, считая для простоты, что затмение наблюдается на экваторе в полдень и что земная ось перпендикулярна плоскости лунной орбиты. Направления вращения Земли вокруг своей оси и движения Луны по орбите совпадают. Период обращения Луны по своей орбите примите равным 28 земным суткам. Считайте, что расстояние от Земли до Солнца значительно превышает расстояние от Земли до Луны.



Решение: Перемещение тени Луны по поверхности Земли происходит из-за поворота Земли вокруг своей оси (ΔL_1) и перемещения Луны по своей орбите (ΔL_2) (2 балла). За время Δt эти перемещения равны (по 1 баллу за каждую формулу):

$$\Delta L_1 = \frac{2\pi R_3}{T_3} \Delta t$$

$$\Delta L_2 = \frac{2\pi r}{T_L} \Delta t$$

Здесь $T_3 = 1$ сут, а $T_L = 28$ сут. Так как Луна движется по орбите в ту же сторону, в которую вращается Земля, результирующее смещение тени (2 балла):

$$\Delta L = \Delta L_2 - \Delta L_1 = \left(\frac{r}{T_L} - \frac{R_3}{T_3} \right) 2\pi \Delta t$$

Тогда скорость смещения тени ($r = 384400$ км, $R_3 = 6371$ км) (2 балла):

$$v = \left(\frac{r}{T_L} - \frac{R_3}{T_3} \right) 2\pi = 2\pi(0,159 - 0,074) = 0,53 \text{ км/с.}$$

Ответ: 0,53 км/с.

Примерная схема оценивания задачи:

Утверждение о том, что перемещение тени Луны по поверхности Земли происходит из-за поворота Земли вокруг своей оси и перемещения Луны по своей орбите – 2 балла.

Верные выражения для перемещений – по 1 баллу за каждое (всего 2 балла).

Запись для результирующего смещения тени – 2 балла.

Вычисление скорости смещения тени – 2 балла.

Максимальная оценка за задачу – 8 баллов.

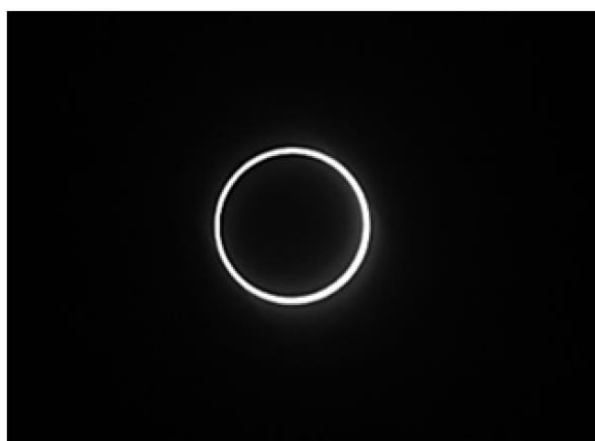
Задача 6. На фотографиях представлены различные небесные явления. Укажите, что за явление изображено на каждом снимке, имея в виду, что изображения не перевернутые, а наблюдения проводились из средних широт Северного полушария Земли.



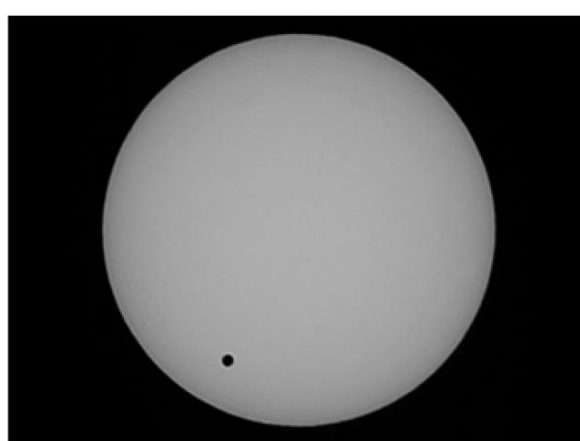
(А)



(Б)



(В)



(Г)



(Д)



(Е)

Решение: Обращаем внимание, что в вопросе спрашивается о том, какое явление изображено на картинке (а не объект!). Исходя из этого и производится оценивание.

- (А) метеорный дождь (другой вариант – «метеорный поток») (*1 балл*);
- (Б) заход Солнца (*1 балл*);
- (В) кольцеобразное солнечное затмение (возможен краткий вариант «солнечное затмение») (*1 балл*);
- (Г) прохождение Венеры по диску Солнца (возможен вариант «прохождение Меркурия по диску Солнца» или «прохождение планеты по диску Солнца») (*1 балл*);
- (Д) пепельный свет Луны (*2 балла*);
- (Е) заход Луны (*1 балл*) (за вариант ответа «неомения» – первое появление молодой Луны на небе после новолуния – (*2 балла*)).