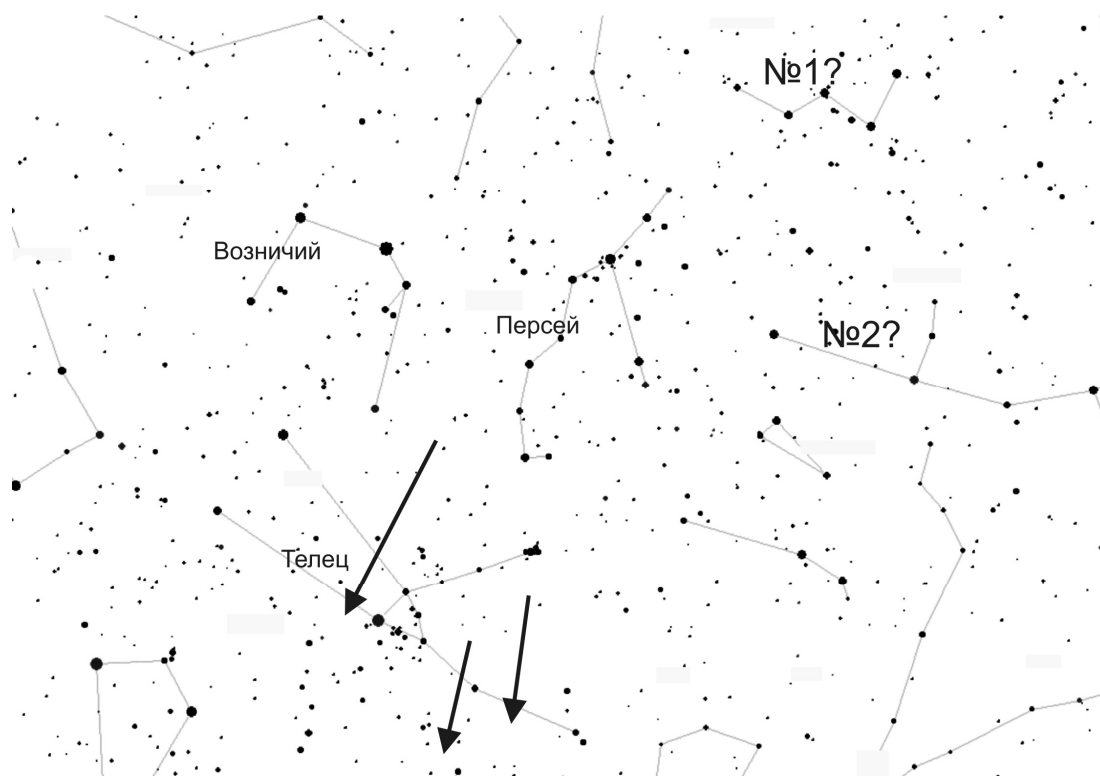




Задача 1

На рисунке приведён фрагмент карты звёздного неба с нанесёнными на неё следами трёх метеоров, наблюдавшихся 10 августа. Напишите название метеорного потока, к которому принадлежат эти метеоры. Опишите, как Вы это определили. Как называются созвездия, обозначенные знаками вопроса?



Решение

Метеорный поток называется Персеиды. Для того чтобы это определить, требуется нарисовать продолжение метеорных следов в сторону, откуда летел метеор, и найти точку их пересечения. Эта точка – радиант метеорного потока. Обычно название потоку даётся по названию созвездия, в котором находится радиант (для справки: на самом деле радиант Персеид находится в малозаметном созвездии Жираф на самой границе с Персеем). Поток Персеиды действует в августе, когда Земля, двигаясь по своей орбите, пересекает орбиту разрушившейся кометы – прародительницы потока. Тем не менее, одновременно с Персеидами могут действовать и другие менее известные метеорные потоки, поэтому определение потока по дате не является полностью верным.

Созвездие №1 – Кассиопея; созвездие №2 – Андромеда.

Критерии оценивания

- Верное указание названия метеорного потока оценивается в **+3 балла**.
- Верное указание названия созвездий оценивается в **+1 балл за каждое**.
- За верное описание способа определения названия метеорного потока ставится **+3 балла** (должно быть упоминание о точке пересечения продолжений следов – просто слов о том, что надо посмотреть, из какого созвездия вылетели метеоры, недостаточно).
- Указание на то, что в августе действует именно метеорный поток Персеиды (при отсутствии верного описания способа определения названия) оценивается в **+1 балл**.

Максимум за задачу 8 баллов.

Задача 2

На каких широтах из приведённых ниже могут наблюдаться восходы Полярной звезды ($\alpha = 2^{\text{h}} 32^{\text{m}}$, $\delta = +89^{\circ} 16'$)? Влиянием атмосферы Земли пренебречь.

- 1) больше $89^{\circ} 16'$ с.ш.
- 2) меньше $89^{\circ} 16'$ с.ш.
- 3) $00^{\circ} 16'$ с.ш.
- 4) $0^{\circ} 00'$
- 5) $00^{\circ} 16'$ ю.ш.
- 6) $2^{\text{h}} 32^{\text{m}}$
- 7) ни на каких

Ответ: 3 4 5

Примечание: в отсутствие атмосферы (точнее, атмосферной рефракции) Полярная звезда, находясь близко к полюсу Мира, восходит и заходит в очень узкой полосе широт, отстоящей от экватора на $\pm(90^{\circ} - 89^{\circ} 16' = 44')$. Варианты 3-5 лежат как раз внутри этой полосы.

Критерии оценивания

- По **+3 балла** за варианты 3 и 5.
- Вариант 4 оценивается в **+2 балла**.
- За указание любого другого варианта по **минус 1 баллу** (итоговая оценка не может быть отрицательной).
- Указание в качестве ответа одновременно всех вариантов с 1 по 7 оценивается в **0 баллов**.
- Указание в качестве ответа одновременно всех вариантов с 1 по 6 оценивается в **0 баллов**.

Максимум за задачу 8 баллов.

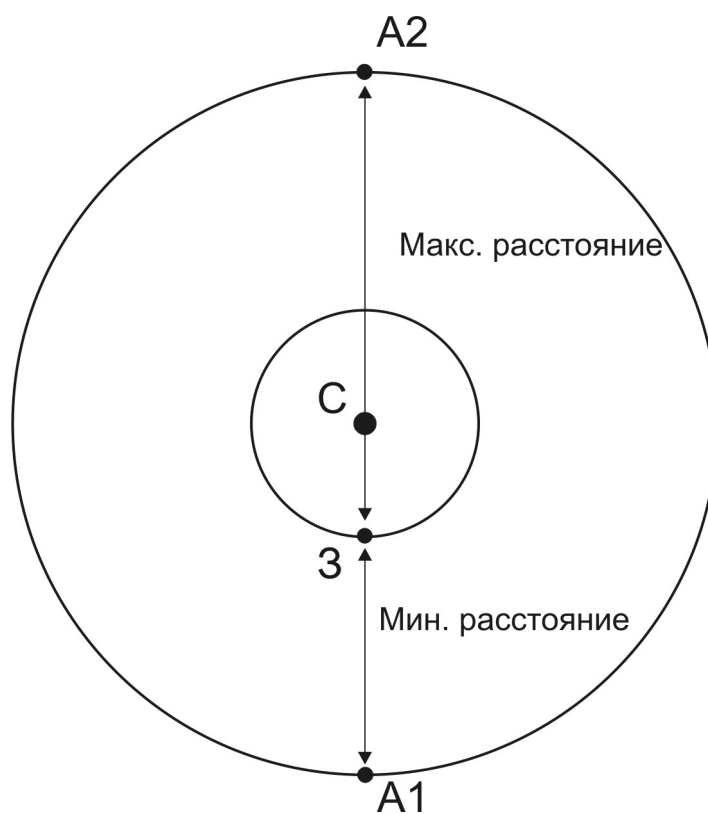
Задача 3

Диаметр орбиты астероида равен 930 млн км. Считая форму орбиты круговой, найдите его расстояние от Солнца в астрономических единицах. Чему равны минимальное и максимальное расстояние от Земли до астероида? Нарисуйте рисунок, на котором отметьте все искомые расстояния. Вычисления приведите в решении.

Решение

Найдём радиус орбиты астероида: $R = D/2 = 930/2 = 465$ млн км. Выразим его в астрономических единицах: $R = 465 \text{ млн км} / 150 \text{ млн км} = 3,1 \text{ а.е.}$

Нарисуем требующийся в условии рисунок и укажем на нём минимальное и максимальное расстояния от Земли (точка З) до астероида (точки A1 и A2) (в противостоянии и соединении, соответственно):



Расстояние от Земли до Солнца равно 1 а.е. Поэтому минимальное расстояние от Земли будет равно $L_{\min} = R - 1 = 2,1 \text{ а.е.}$, максимальное расстояние от Земли будет равно $L_{\max} = R + 1 = 4,1 \text{ а.е.}$

Ответ: расстояние от Солнца 3,1 а.е., минимальное расстояние от Земли 2,1 а.е. (или 315 млн км), максимальное расстояние от Земли 4,1 а.е. (или 615 млн км)

Критерии оценивания

- Явная запись или использование в решении расстояния от Земли до Солнца (1 а.е. или 150 млн км) оценивается в **+1 балл**.
- Вычисление радиуса орбиты астероида в км оценивается в **+1 балл**.
- Вычисление радиуса орбиты астероида в а.е. оценивается в **+1 балл** (если радиус был сразу вычислен в а.е. без определения его величины в км, то ставится **2 балла** вместо 1).
- Вычисление минимального расстояния от Земли оценивается в **+1 балл**.
- Вычисление максимального расстояния от Земли оценивается в **+1 балл**.
- Верный рисунок с отмеченными расстояниями (минимальное и максимальное расстояния от Земли; радиус орбиты допускается не указывать специально) оценивается в **+3 балла** (по **1 баллу** за каждое обозначенное расстояние и **1 балл** за верное отображение орбиты астероида относительно Земли – внешняя орбита с Солнцем в центре); масштаб может быть нарушен, формы орбит при рисовании от руки могут отличаться от окружностей; вместо перемещения отметки астероида (как на рисунке в авторском решении) по орбите можно перемещать отметку Земли или обе отметки).

Максимум за задачу 8 баллов.

Задача 4

Выберите из списка те созвездия, через которые проходит полоса Млечного пути: Лебедь, Малая Медведица, Большая Медведица, Орион, Кассиопея, Лев, Волопас, Стрелец.

Ответ: Лебедь, Орион, Кассиопея, Стрелец

Критерии оценивания

- По **2 балла** за указание каждого нужного созвездия.
 - Указание каждого «лишнего» созвездия **снижает оценку на 1 балл**.
 - указание в ответе всех созвездий оценивается в **0 баллов**.
- Общий балл за задачу не может быть отрицательным.

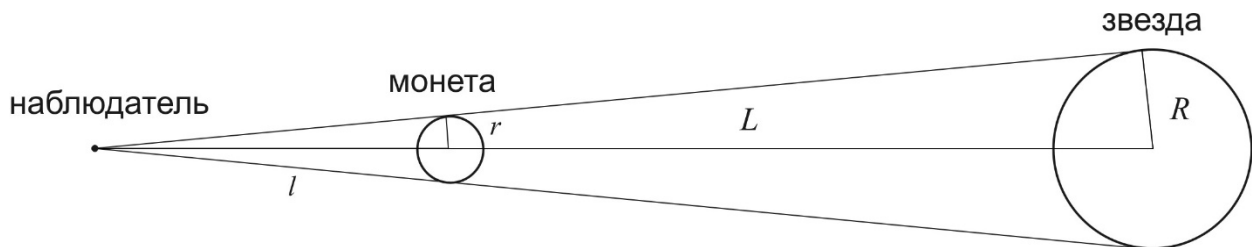
Максимум за задачу 8 баллов.

Задача 5

Угловые диаметры наиболее близких к нам красных сверхгигантов (линейный радиус сверхгиганта $R = 1000$ радиусов Солнца), у которых астрономы могут наблюдать изображения дисков звёзд, составляют примерно $\alpha = 0,05''$. Для того чтобы под таким углом увидеть монету номиналом 5 рублей (диаметр монеты $d = 25$ мм), её надо отнести от наблюдателя на расстояние примерно 100 км. Найдите расстояние L до сверхгиганта. Ответ выразите в километрах и парсеках. Для справки: радиус Солнца равен 696000 км.

Решение

Нарисуем рисунок:



Задачу можно решить, используя данные об угловом размере звезды (это решение будет приведено ниже), а можно, составив пропорцию: $\frac{r}{l} = \frac{R}{L}$.

Из пропорции: $L = \frac{R \cdot l}{r} = \frac{1000 \cdot 696000 \cdot 100}{12,5 \cdot 10^{-6}} = 5,57 \cdot 10^{15} \text{ км} \approx 181 \text{ пк}$.

Для перевода километров в парсеки можно воспользоваться известными соотношениями (или определением парсека). Например, известно, что $1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св. лет} \approx 206265 \text{ а.е.} \approx 3,08 \cdot 10^{13} \text{ км}$.

Если решать задачу через заданный угловой размер звезды, то можно вспомнить, что тангенс угла задаётся отношением катетов треугольника: $\text{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{R}{L}$. Для малых углов справедливо $\text{tg} X \approx X$ (если угол выражен в радианах). Известно, что $1 \text{ рад} = \frac{180}{\pi} \cdot 3600'' \approx 206265''$. Отсюда можно выразить расстояние: $L = \frac{2R}{\alpha} = \frac{2 \cdot 1000 \cdot 696000}{0,05} \cdot 206265 \approx 5,74 \cdot 10^{15} \text{ км}$ или $L \approx 186 \text{ пк}$. Ответ несколько отличается от полученного выше из-за того, что данное в условии расстояние до монеты было округлено до 100 км (вместо реальных 103 км).

Решить задачу можно и другими методами.

Ответ: расстояние до звезды примерно $5,6 \cdot 10^{15} \text{ км}$ или 181 пк (допустимый диапазон ответов $5,5 \cdot 10^{15} - 5,8 \cdot 10^{15} \text{ км}$ или 178 – 188 пк).

Критерии оценивания

- Верный ответ при записанном верном решении оценивается в **8 баллов**.
- Запись требуемой пропорции (запись выражения для тангенса углового размера, либо выражения для угла $\alpha = 2R/L$) оценивается в **+2 балла**.
- Запись выражения для расстояния оценивается в **+2 балла**.
- Определение расстояния до звезды в км оценивается в **+2 балла**.
- Определение расстояния до звезды в парсеках оценивается в **+2 балла**.
- При использовании радиуса вместо диаметра (или наоборот) **минус 1 балл** за каждый случай.

Арифметическая ошибка **снижает оценку на 1 балл** (только за тот этап, на котором она была совершена).

Максимум за задачу 8 баллов.

Всего за работу – 40 баллов.