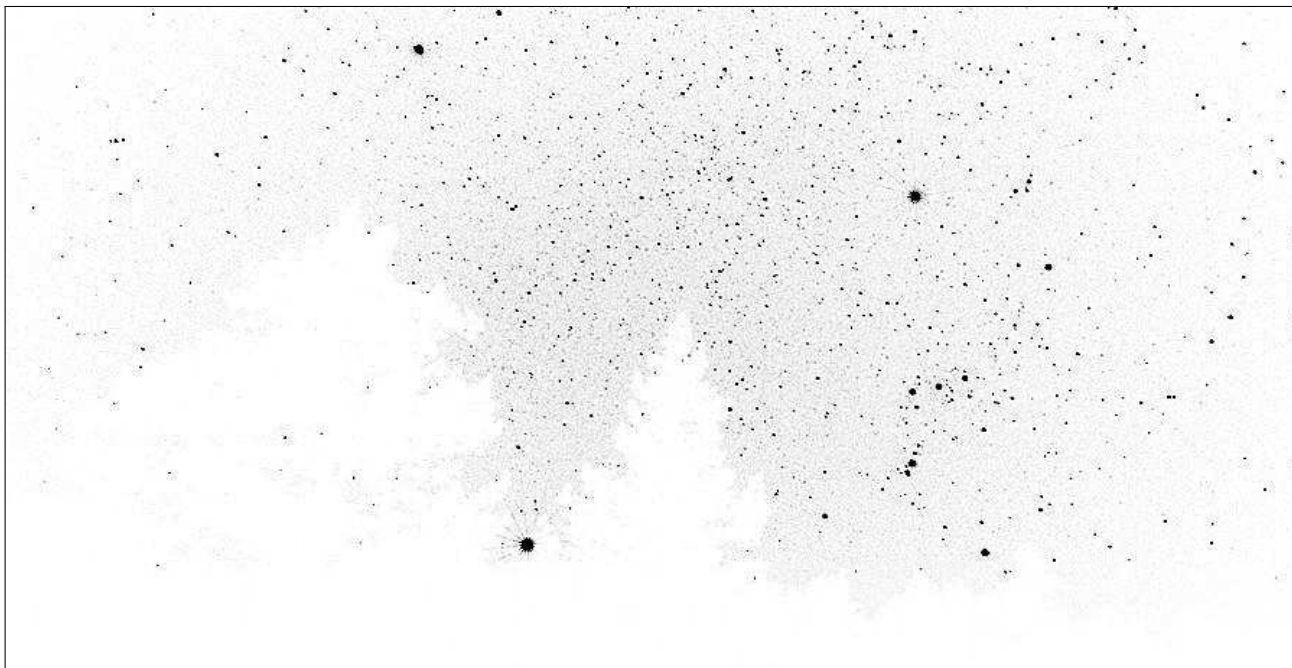


8 класс

8.1 Ночные бриллианты

Перед вами негатив фотографии, на которой запечатлены узнаваемые созвездия.



- а) Как называются три созвездия, которым принадлежат ярчайшие звёзды в кадре?
- б) Назовите ярчайшие звёзды этих созвездий.
- в) В какой сезон года условия наблюдения этой области неба наилучшие?

Возможное решение. В правой части фотографии запечатлён **Орион**. Его легко узнать по астеризму Сноп (или Бабочка), определяющему характерный вид этого созвездия на небе. Отчётливо видны Пояс и Меч Ориона (рис. 1 на с. 6). Ярчайшая звезда Ориона — **Ригель** (β Ориона), однако на этой фотографии он находится слишком низко, так что **Бетельгейзе** (α Ориона) оказывается ярче³.

Пояс Ориона указывает на ярчайшее светило в кадре и, по совместительству, ярчайшую звезду ночного неба — **Сириус**, α **Большого Пса**. Сириус, Бетельгейзе и **Процион** (α **Малого Пса**) образуют на небе узнаваемый равносторонний Зимний треугольник (рис. 2).

³По этой причине и Ригель, и Бетельгейзе считаются верными ответами на подвопрос о ярчайшей звезде созвездия Ориона.

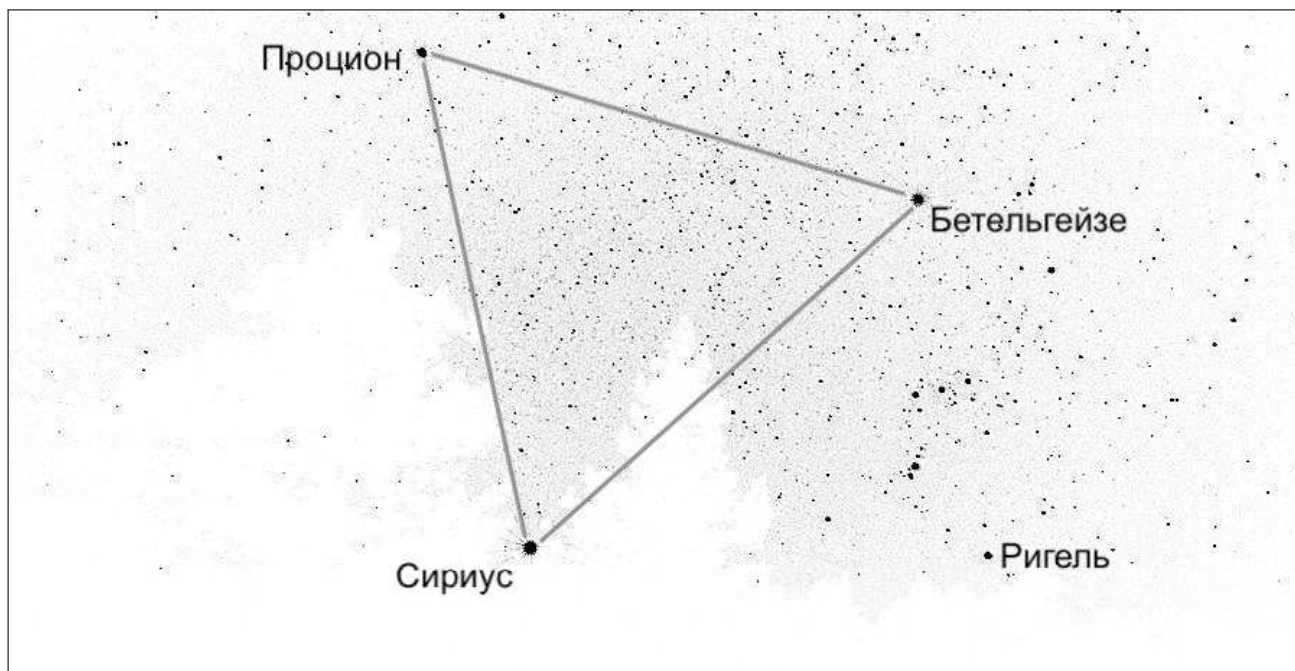


Рис. 2: Астеризм Зимний треугольник

Орион соседствует с Близнецами и Тельцом, Малый Пёс — с Близнецами и Раком. Солнце находится в этих зодиакальных созвездиях с конца весны и практически всё лето⁴. Следовательно, лучшие условия для наблюдений этих созвездий — **в зимний период** года.

Критерии оценивания. Это задание проверяет базовые знания учащихся о ночном небе Земли (о созвездиях и наиболее ярких звездах). Они носят общекультурный характер. Участникам может быть трудно объяснить приведший к ответу ход мыслей. Поэтому разумные ответы засчитываются без пояснений. Выставление частичного балла при неверном ответе допускается на усмотрение жюри при наличии разумных рассуждений.

- а) **По 1 баллу** за указание созвездий Ориона; Большого Пса; Малого Пса.
- б) **По 1 баллу** за указание Бетельгейзе *или* Ригеля; Сириуса; Проциона. Засчитываются как собственные имена звёзд, так и их обозначения.
- в) **2 балла** за указание за указание верного периода: зима (осень–зима), декабрь–январь и т. п.

⁴В созвездии Тельца, близ границы с Близнецами, находится точка летнего солнцестояния.

8.2 Два сапога пара

Звезда Stephenson 2-18 — яркий красный сверхгигант или гипергигант, который в настоящее время претендует на звание самой крупной известной звезды. Радиус этого объекта оценивают в 2 150 радиусов Солнца, масса составляет около 50 масс Солнца.

- Какие планеты оказались бы внутри этого сверхгиганта, если бы его поместили в центр Солнечной системы вместо Солнца?
- Во сколько раз средняя плотность Stephenson 2-18 больше средней плотности другого крупного объекта, звезды UY Щита, если радиус последней равен 1 700 радиусам Солнца при массе в 10 масс Солнца?

Возможное решение. Из справочных данных: радиус Солнца $R_{\odot} = 6.97 \cdot 10^5$ км; величина астрономической единицы $1 \text{ а. е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м} = 1.496 \cdot 10^8 \text{ км}$. Радиус Stephenson 2-18

$$\begin{aligned} R_{\text{Steph. 2-18}} &= 2\,150 R_{\odot} = 6.97 \cdot 10^5 \text{ км} \times 2\,150 = 1.50 \cdot 10^9 \text{ км} = \\ &= \frac{1.50 \cdot 10^9 \text{ км}}{1.496 \cdot 10^8 \text{ км}} \cdot 1 \text{ а. е.} = 10.0 \text{ а. е.} \end{aligned}$$

Это больше радиусов орбит *Меркурия, Венеры, Земли, Марса, Юпитера и Сатурна*, которые и оказались бы поэтому внутри сверхгиганта, но меньше радиуса орбиты Урана.

Средняя плотность объекта $\bar{\rho}$ может быть определена по формуле

$$\bar{\rho} = \frac{M}{V}, \quad (1)$$

где M и V — масса и объём объекта соответственно. Объём тела прямо пропорционален кубу его линейных размеров: $V \propto R^3$ (например, в 2 раза бóльшая звезда имеет в $2^3 = 8$ раз больший объём). В таком случае $\bar{\rho} \propto M/R^3$, откуда

$$\frac{\bar{\rho}_{\text{Steph. 2-18}}}{\bar{\rho}_{\text{UY Щита}}} = \frac{M_{\text{Steph. 2-18}}}{M_{\text{UY Щита}}} \left/ \left(\frac{R_{\text{Steph. 2-18}}}{R_{\text{UY Щита}}} \right)^3 \right. = \frac{50}{10} \left/ \left(\frac{2\,150}{1\,700} \right)^3 \right. \approx \underline{2.5}.$$

Критерии оценивания:

- Всего 3 балла:
 - 1 балл** за вычисление радиуса Stephenson 2-18 в километрах;
 - 1 балл** за перевод радиуса Stephenson 2-18 в астрономические единицы (*оценивается, даже если на предыдущем шаге допущена ошибка*);

- **1 балл** за верный вывод о планетах, оказавшихся внутри Stephenson 2-18, сделанный на основании полученного результата (*оценивается, даже если на предыдущем шаге получен неверный ответ*).

б) Всего 5 баллов:

- **1 балл** за указание связи (1) средней плотности звезды с её массой и объёмом;
- **2 балла** за указание связи объёма тела с его линейными размерами;
- **2 балла** за вычисление отношений средних плотностей объектов (*оценивается, даже если предполагается неверная связь объёма с линейными размерами⁵*).

8.3 Лунные хроники

25 октября 2022 года после полудня на Европейской территории России наблюдалось частное солнечное затмение.

- а) В какой фазе находилась Луна 25 октября 2022 года?
- б) Определите дату ближайшего к дню проведения олимпиады полнолуния.

Возможное решение. Частное солнечное затмение возможно наблюдать, когда Луна оказывается около линии, соединяющей земного наблюдателя и Солнце, так что диск Луны частично перекрывает диск Солнца. Такое положение Луны относительно Земли и Солнца соответствует **новолунию**.

Смена фаз Луны происходит со средней периодичностью в один синодический (лунный) месяц — около 29.5 суток. Следовательно, следующее полнолуние наступит через половину лунного месяца, то есть через 14.75 суток.

Продемонстрируем эффектный календарный трюк: от полудня 25 октября до начала дня 31 октября прошло $5\frac{1}{2}$ суток. Но начало 31 октября можно считать и началом «0 ноября». Прибавляя ещё $14\frac{3}{4} - 5\frac{1}{2} = 9\frac{1}{4}$ суток, получаем, что полнолуние наступило утром **9 ноября**.

Альтернативный подход. Полученный результат, однако, соответствует идеальной модели движения Луны. Участники, интересующиеся новостями астрономии, могут вспомнить, что **8 ноября** на восточной части территории России наблюдалось лунное затмение, и потому именно 8 ноября (около полудня) в действительности наступило полнолуние.

⁵Так, если предполагается $V \propto R$, результирующее отношение средних плотностей $\frac{50}{10} / \frac{2150}{1700} \approx 4$.

Критерии оценивания:

а) Всего 3 балла:

- **2 балла** за ссылку на условия наступления солнечного затмения;
- **1 балл** за ответ «новолуние».

б) Всего 5 баллов:

- **2 балла** за верное указание периода смены лунных фаз;
- **1 балл** за указание интервала времени между новолунием и следующим за ним полнолунием (*оценивается, даже если на предыдущем шаге выбран неверный период*);
- **2 балл** за корректное вычисление даты полнолуния (*оценивается, даже если на предыдущем шаге получен неверный интервал*).

Либо 5 баллов за ответ «8 ноября» в связи с лунным затмением.

8.4 Звезда близкая, звезда далёкая

Расстояние до Проксимы Центавра составляет 1.3 парсека. От Денеба до Земли свет летит 1.5 тысячи лет.

- а) Как долго свет летит от Земли до Проксимы Центавра?
- б) Какая из этих звёзд дальше от нас и во сколько раз?

См. решение и критерии оценивания задачи 7.4

8.5 Титанические усилия

Длина экватора Титана составляет 16.2 тысячи километров.

- а) Чему равен радиус Титана?
- б) Что вы знаете о Титане? Приведите два справедливых утверждения.

Подсказка. Длину окружности L можно найти по формуле $L = 2\pi R$, где R — радиус окружности, $\pi \approx 3.14$.

См. решение и критерии оценивания задачи 7.5