

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по
астрономии**

2024-2025 уч. год

9 класс

Возможные решения

1. Во время одного из лунных затмений неподвижным фотоаппаратом была получена серия изображений, которые потом при сложении дали такой снимок:



**Определите (примерно) по снимку широту места наблюдения.
Объясните, как Вы это сделали.**

Решение.

Ответ: 0°

на снимке представлен фрагмент суточного движения Луны (несколько искажённый собственным движением Луны относительно звёзд). Мы видим, что суточный путь светила практически перпендикулярен линии горизонта. Такое бывает в экваториальных широтах. Т. е. ответ – широта примерно 0° .

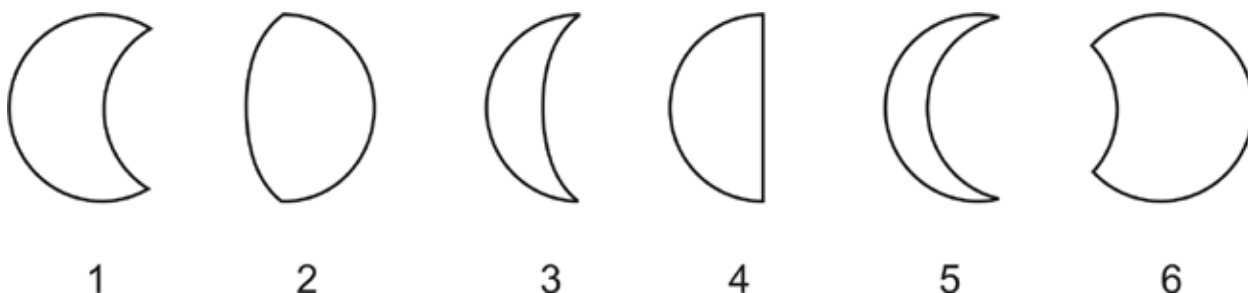
Критерии оценивания:

Верным считается ответ в диапазоне широт от -10° до $+10^\circ$ или «на экваторе», или «в области вблизи экватора». Правильный ответ с объяснением оценивается в **8 баллов**. Правильный ответ без объяснений или с неверными объяснениями оценивается в **2 балла**.

Участник имеет право дать объяснение иными словами или решить задачу другим способом. Такие обоснования и решения должны оцениваться в соответствии с их корректностью.

Максимум за задачу – 8 баллов.

2. На рисунке представлены зарисовки разных фаз Луны и частных фаз различных солнечных затмений. Укажите в ответе номера зарисовок, относящихся к затмениям. Объясните критерии отбора.



Решение.

Ответ: 1, 5, 6

Основной критерий отбора – концы границы «свет–тень» (терминатора) у лунных фаз лежат на одном диаметре диска, а у солнечных затмений – нет (при фазах затмения, очень близких к полной, хорда, соединяющая концы солнечного «рога», приближается к диаметру, но таких фаз в условии нет).

Примечание: допускается ответ «от обратного» – можно перечислить номера рисунков, которые не могут отображать фазы затмений (явно это указав). Дополнительно может быть указан такой критерий отбора: при затмении граница свет–тень не может быть прямой линией.

Критерии оценивания

По **2 балла** за каждый верно указанный номер.

За верное объяснение +2 балла.

Максимум за задачу – 8 баллов.

3. Впервые у белого карлика обнаружена планета, похожая на Юпитер. Масса белого карлика 0,5 масс Солнца. Период обращения планеты 6,5 лет. Найдите большую полуось орбиты планеты.

Решение.

Ответ: 2,8 а.е.

Масса Юпитера в 1000 раз меньше массы Солнца, поэтому при вычислениях массой планеты можно пренебречь по сравнению с массой белого карлика. Запишем III закон Кеплера в системе единиц «масса Солнца – астрономическая единица – год»:

$$\frac{P^2}{a^3} = \frac{1}{M_{БК}} \quad (4 \text{ балла})$$

Тогда большая полуось орбиты планеты будет равна

$$a = \sqrt[3]{P^2 \cdot M_{БК}} \approx 2,8 \text{ а.е.} \quad (4 \text{ балла})$$

Максимум за задачу – 8 баллов.

4. Вокруг звезды наблюдается пылевая оболочка. Моделирование показало, что внутренний радиус оболочки равен 2 а. е., а толщина оболочки равна 15 млн км. Чему равен объём пространства, занимаемый оболочкой? Ответ представьте в кубических астрономических единицах (а. е.³)

Решение.

Ответ: 5 а.е.

Объём шара можно вычислить по формуле $V_{ш} = \frac{4}{3} \pi R^3$. Объём оболочки – это объём пространства, заключённый между двумя сферами с единым центром и радиусами, равными внутреннему (R_i) и внешнему ($R_o = R_i + \Delta R$) радиусам оболочки. Можно вычислить объём оболочки как

$$V = \frac{4}{3}\pi[(R_i + \Delta R)^3 - R_i^3].$$

Поскольку $R_i \gg \Delta R$, то последнюю формулу можно упростить. Раскроем куб суммы:

$$V = \frac{4}{3}\pi(R_i^3 + 3R_i^2\Delta R + 3R_i\Delta R^2 + \Delta R^3 - R_i^3).$$

здесь R_i^3 сокращается, а из оставшихся членов тот, который содержит R_i^2 , заведомо больше остальных. Таким образом, получаем удобную формулу для вычисления объёма оболочки, чья толщина гораздо меньше радиуса:

$$V = 4\pi R_i^2 \Delta R.$$

Толщина оболочки в астрономических единицах равна

$$\Delta R = 15 \cdot 10^6 / 150 \cdot 10^6 = 0.1 \text{ а. е.}$$

Подставляем значения:

$$V = 4\pi(2 \text{ а. е.})^2 0.1 \text{ а. е.} \approx 5 \text{ а. е.}^3$$

Критерии оценивания:

8 баллов при ответе в интервале $[5; 5,3]$, остальные ответы – 0 баллов

Максимум за задачу – 8 баллов.