

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ
2025-2026 уч. год. Муниципальный этап. КАЛУЖСКАЯ ОБЛАСТЬ
11 КЛАСС Условия (ЛИСТ 1)

1. «Космические путешествия» (8 баллов). Экипаж звездолёта наблюдал одну и ту же звезду с расстояния 0,6 пк и 6 пк. Как при этом изменялись следующие характеристики звезды:

А. Яркость звезды (освещённость поверхности датчика, на которую падал свет этой звезды).

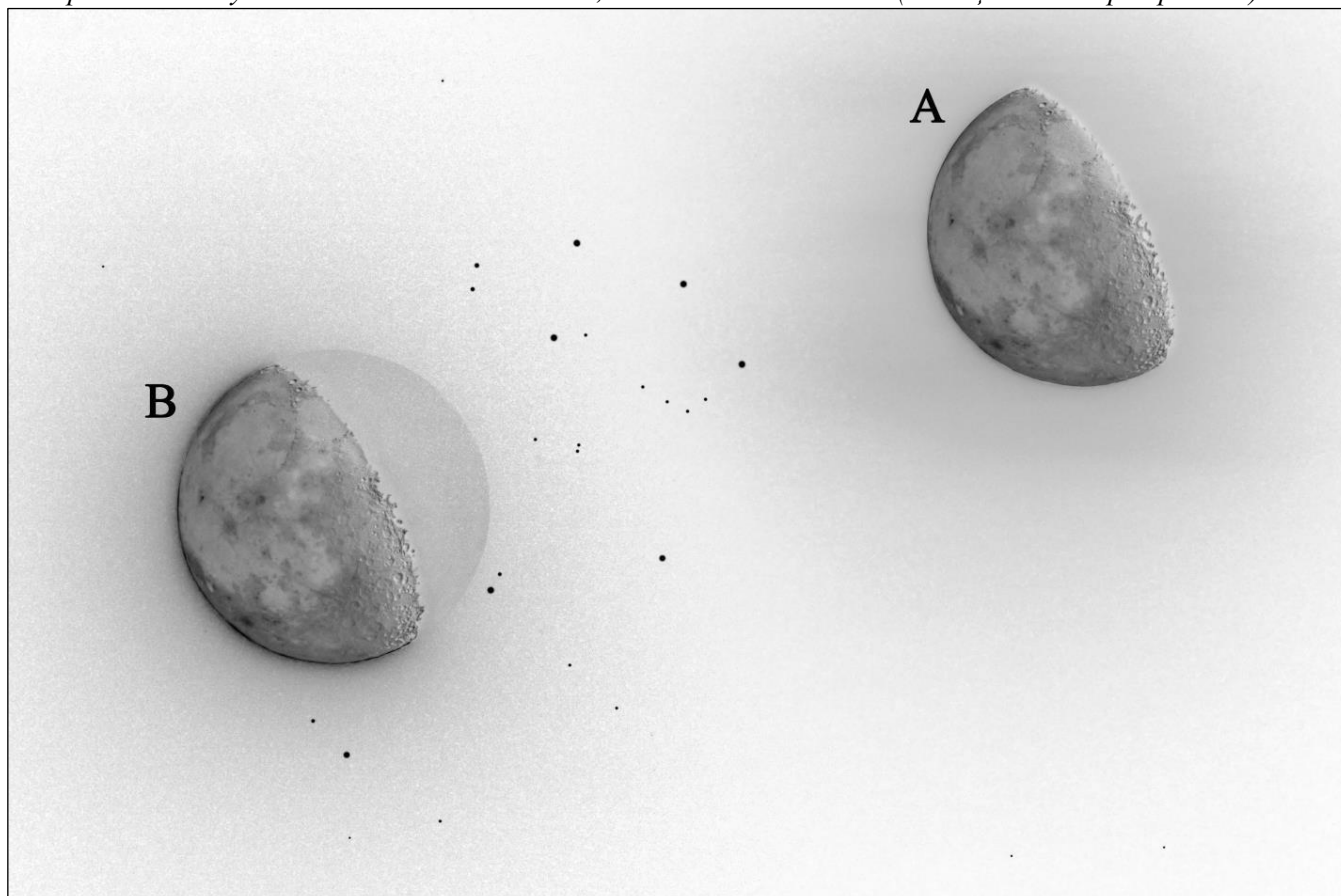
Б. Видимая звёздная величина звезды. В. Абсолютная звёздная величина звезды. Считать, что за время наблюдений светимость звезды не изменялась. Ответы поясните формулами, словами и (или) рисунками.

2. «Подвижная карта звёздного неба 11» (8 баллов). Воспользовавшись подвижной картой звёздного неба, ответьте на вопросы. **Вопрос 1.** Какая звезда будет наблюдаться вблизи верхней кульминации к северу от зенита 5 декабря в 19-00 при наблюдении из местности с координатами (широта $\varphi = 60^\circ$, долгота $\lambda = 85^\circ$) (достаточно указать только одну звезду, но надо обязательно пояснить, как Вы это определили по подвижной карте). **Вопрос 2.** Найдите на карте звёзды α Секстанта и η Девы. Определите, какая из этих звёзд будет раньше заходить за горизонт, при наблюдении за ними с экватора Земли, и на какой высоте (в градусной мере) над горизонтом будет находиться другая звезда (обязательно поясните, как Вы получили необходимые сведения с помощью подвижной карты и какие расчёты Вам потребовалось провести).

3. «Плеяды и Луна» (8 баллов). В своём движении по небу Луна периодически закрывает собой звёзды и планеты, такие явления называются покрытиями. В сентябре 2025 года наблюдалось покрытие Луной рассеянного звёздного скопления Плеяды. Перед вами негатив комбинированной фотографии, отражающей два положения Луны на фоне скопления в ту ночь. Время съёмки указано в таблице.

Положение Луны	Дата фотоснимка	Время снимка	Погодные условия
А	12.09.2025	22 ч 33 мин 06 сек	лёгкая облачность
В	13.09.2025	0 ч 56 мин 42 сек	ясно

Определите с помощью этих данных звёздный период обращения Луны вокруг Земли. Угловой размер Луны примите равным $32' 45''$. **Внимание, если Вы не поясните, как получили это значение по фотографии, то баллы выставлены не будут. Для справки:** Негативным называют изображение, на котором тёмные участки выглядят светлыми, а светлые – тёмными (т. е. цвета инвертированы).



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ
2025-2026 уч. год. Муниципальный этап. КАЛУЖСКАЯ ОБЛАСТЬ
11 КЛАСС
Условия (ЛИСТ 2)

4. «Расстояние до сияния» (8 баллов). Высота всполохов сияния над горизонтом в Калуге в 2024 году достигала 10° . Определите расстояние от наблюдателя до верхней границы всполохов в атмосфере, где происходит сияние, если известно, что его верхняя граница находится на высоте 300 км над поверхностью Земли. Радиус Земли равен 6371 км.

5. «Звезда и экзопланета» (8 баллов). Жители некоторой экзопланеты (планеты, обращающейся не вокруг Солнца, а вокруг другой звезды) обладают всеми знаниями, что и жители Земли. Они измерили, что радиус их планеты равен 5000 км, что горизонтальный параллакс звезды, вокруг которой обращается их планета равен $10,3''$ (т.е. $10,3$ угловых секунд), что угловой диаметр видимого диска звезды никогда не изменяется и равен $20,7'$ (т.е. $20,7$ угловых минут), что освещенность, которую звезда создаёт на поверхности планеты (т.е. энергия звезды, которая за 1 с попадает на участок поверхности планеты площадью в 1 м^2) составляет $1600 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$, выяснили, что период обращения планеты вокруг звезды составляет 730 земных суток. Оцените (т.е. приблизительно вычислите):

А. Расстояние от экзопланеты до звезды,

Б. Радиус звезды,

В. Массу звезды,

Г. Плотность звезды.

Д Эксцентриситет орбиты экзопланеты.

Е. Светимость звезды (т.е. энергию, излучаемую звездой за единицу времени по всем направлениям). При расчётах светимости следует пренебречь частичным поглощением атмосферой планеты света от звезды.

Ё. Температуру видимой поверхности звезды.

Ж. Спектральный класс звезды.

Справочные данные: Можно считать, что гравитационная постоянная равна $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$, масса Солнца $M_\odot = 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$, земной год 365 сут, $\pi = 3$, $\pi^2 = 10$, расстояние от Земли до Солнца 1 а.е.=150 млн км, объём шара $V = \frac{4}{3}\pi r^3$, площадь сферы $S = 4\pi r^2$. постоянная Стефана-Больцмана $\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}^4}$, постоянная Вина $b = 0,0029 \text{ м} \cdot \text{К}$.

6. «Перелёт между экзопланетами» (8 баллов). Жители некоторой экзопланеты (планеты, обращающейся не вокруг Солнца, а вокруг другой звезды) собрались отправить космический зонд на соседнюю планету, обращающуюся вокруг этой же звезды. К моменту принятия решения они знали все законы, которые знаем и мы, земляне. При этом они установили, что период обращения их планеты вокруг звезды равен 400 земных суток, измерили годичный параллакс (параллактический угол) своей звезды, который всегда оставался постоянным, выяснили, что годичный параллакс второй планеты, когда она оказывается в противостоянии, периодически изменяется в интервале от $\frac{1}{6}$ годичного параллакса звезды, до 2 годичных параллаксов звезды. Определите минимальное время, за которое космический зонд сможет долететь до второй планеты, если он будет лететь по траектории Цандера (Цандера-Гомона). Для справок: траектория Цандера представляет собой половину эллипса, касающегося орбит планет, между которыми осуществляется перелёт (см. рисунок). Эта орбита является наиболее экономичной по расходу топлива.

