ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ
ФОНД ПОДДЕРЖКИ ТАЛАНТЛИВЫХ ДЕТЕЙ И МОЛОДЕЖИ

ВСОШ

Разбор заданий муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии для 11 класса

2026/2027 учебного года в Свердловской области



Разработчик –

Малютин Иван Александрович, учитель физики и астрономии СУНЦ УРФУ

ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ
ФОНД ПОДДЕРЖКИ ТАЛАНТЛИВЫХ ДЕТЕЙ И МОЛОДЕЖИ

Задание 1: Это фаза

Для наблюдателя в Екатеринбурге (56°50′ с.ш.) ответьте на следующие вопросы:

А. В какое время года полная Луна может наблюдаться на наибольшей высоте?

Б. Для каждой из приведенных ниже фаз Луны приведите время года, в которое эта фаза может находиться на наибольшей высоте.

Пример ответа: *«1 зима 2 лето 3 осень»*

№	**1**	**2**	**3**
Фаза	Последняя четверть	Новолуние	Первая четверть

В. Чему равно наибольшее значение высоты Луны в Екатеринбурге? Ответ приведите с точностью до целых минут.

Задание 1: Это фаза

Типичные ошибки: неправильно определенно движение Солнца по эклиптике, как следствие, в пункте **Б** перепутаны местами сезоны года во время первой и последней четверти.

В случае полного игнорирования наклона орбиты Луны к эклиптики максимальная оценка за задачу –

7 баллов. Пункт Б1 может оцениваться по количеству правильно соотнесенных сезонов (например, ответ "1 осень 2 зима 3 весна" оценивается в 2 балла по критерию Б1, но в 0 баллов по критерию А1)

Пункт	Критерий	Баллы
А1	Участник привел в решении правильный ответ: **зима**	**1**
А2	Участник привел корректное пояснение к ответу, основываясь на закономерностях движений Солнца и Луны	**2**
Б1	Есть правильный ответ **(1 осень 2 лето 3 весна)**	**3**
В1	Участник использовал корректную формулу верхней кульминации к югу от зенита:	**1**
В2	Участник учел наклон орбиты Луны к эклиптике и получил правильный ответ для высоты: 61°45′	**1**
	Итого:	**8**

Задание 2: Ядро над головой

В некоторой точке нейтронная звезда одной солнечной массы и радиусом 10 км имеет угловой размер такой же, как Солнце, видимое с Земли.

А. Какова средняя плотность этой нейтронной звезды в кг/м^3?

Б. Во сколько раз расстояние от нейтронной звезды до этой точки меньше, чем расстояние от Луны до Земли?

В. Какова разница между гравитационным ускорением, действующим со стороны нейтронной звезды на голову гипотетического наблюдателя в этой точке, и гравитационного ускорения, действующего на его ноги, если рост наблюдателя составляет 2 м, а нейтронная звезда висит прямо над его головой? Выразите эту разницу **в целых g** (нормальное ускорение свободного падения на Земле).

Задание 2: Ядро над головой

Типичные ошибки: спутать угловой радиус и угловой диаметра объекта.

В задании возможно использование известного значения для углового размера Солнца — 0,5°. Тогда отношение расстояний до нейтронной звезды и до Луны будет равно 167. А разница между гравитационным ускорением, действующим со стороны нейтронной звезды на голову гипотетического наблюдателя в этой точке, и гравитационного ускорения, действующего на его ноги будет составлять 4 g. **Решение задачи данным способом не является ошибкой.**

Пункт	Критерий	Баллы
А1	Приведена правильная формула для средней плотности нейтронной звезды	1
А2	Приведен правильный ответ в диапазоне **от 4 до 6 $\times 10^{17}$ кг/м^3**	1
Б1	Приведена или использована в неявном виде правильная формула углового размера как отношения линейного размера и расстояния до тела	1
Б2	Приведен правильный ответ в диапазоне **от 160 до 180 раз**	1
В1	Приведена правильная формула для гравитационного ускорения	2
В2	Приведен правильный ответ в диапазоне **от 4 до 5 g**	2
Итого:		**8**

ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ
ФОНД ПОДДЕРЖКИ ТАЛАНТЛИВЫХ ДЕТЕЙ И МОЛОДЕЖИ

Задание 3: Меридианное путешествие

Путешественник, стартуя из Кении возле экваториальной точки на долготе 40°, отправляется на северный полюс. Минуя Красное и Черное море, в конечном итоге он оказывается под Ярославлем на той же самой долготе в некотором пункте. Пренебрегая полярным сжатием Земли и считая её шаром с радиусом 6378 км, найдите:

А. Широту пункта в градусах и минутах **с точностью до десятых долей минут**, если известно, что путешественник сместился по поверхности Земли ровно на один её радиус.

Б. Угловое расстояние **с точностью до целых минут дуги** между путешественником в этот момент и Ярославлем (57°37' N, 39°51' E).

В. Временную задержку между испусканием сигнала геостационарным спутником и его приемом путешественником в этом пункте **с точностью до миллисекунды**, если геостационарный спутник висит на той же долготе. Взаимодействием сигнала с атмосферой пренебрегите.

Задание 3: Меридианное путешествие

Типичные ошибки: использование земных суток вместо периода осевого вращения Земли, игнорирование размеров земли в пункте **В**.

В пункте **Б** можно воспользоваться формулами сферической геометрии. В пункте **В**, если участнику известен размер орбиты геостационарного спутника, можно пропустить пункт с её поиском и использовать значение 42 000 км. **Решение задачи данными способами не является ошибкой.**

Пункт	Критерий	Баллы
А1	Использовано определение радиана и/или угол в градусах вычислен через пропорцию	**1**
А2	Корректно округлен и приведен ответ: 57°17,4′	**1**
Б1	Вычислено угловое расстояние с помощью теоремы Пифагора или формулы сферической тригонометрии	**1**
Б2	Приведено округленное до целых минут значение, лежащее в диапазоне **от 19 до 23 угловых минут**	**1**
В1	Приведен или вычислен радиус орбиты геостационарного спутника в диапазоне **42100-42300 км**	**1**
В2	Корректно выстроена геометрия задачи с помощью рисунка или непосредственно сразу через теорему косинусов	**2**
В3	Итоговый ответ лежит в диапазоне **129-131 мс**	**1**
	Итого:	**8**

Задание 4: Династия затмений

В настоящее время большая полуось орбиты Луны составляет 384 400 км, и, благодаря её эксцентриситету, мы можем наблюдать как кольцеобразные, так и полные солнечные затмения. Считая орбиту Земли и эксцентриситет орбиты Луны неизменными, а большая полуось орбиты Луны всё время увеличивалась и продолжает увеличиваться с постоянной скоростью 4 см в год, ответьте на следующие вопросы.

А. Когда люди больше не смогут наблюдать полное солнечное затмение с поверхности Земли?

Б. Когда с поверхности Земли можно было впервые пронаблюдать центральное кольцеобразное солнечное затмение?

В. По оптимистичным моделям, Земля будет сохранять условия для существования живых организмов ещё в течение 2 млрд лет, что суммарно с 4 млрд лет текущего существования дает примерно 6 млрд лет возможного существования жизни на Земле. Какую долю от этого промежутка времени составляет «окно» возможного наблюдения как полных, так и кольцеобразных затмений?

Радиус Земли принять равным 6378 км.

Задание 4: Династия затмений

Типичные ошибки: игнорирование эллиптичности орбиты Земли и Луны, спутать угловой радиус и угловой диаметра объекта.

Задачу можно решить с помощью нахождения длины тени от луны. Также возможно использование углового размера Солнца в 0,5°. В данном случае значения ответов будут слегка занижены. **Решение задачи данными способами не является ошибкой.**

Пункт	Критерий	Баллы
А1	Указано или используется понимание того, когда возникают полные затмения	**1**
А2	Учтен фактор эллиптичности орбиты Земли в изменении угловых размеров Солнца (в расчетах присутствует эксцентриситет орбиты Земли)	**1**
А3	Учтен фактор эллиптичности орбиты Луны в изменении её видимых угловых размеров (в расчетах присутствует эксцентриситет Луны)	**1**
А4	Учтен фактор положения наблюдателя Луны на Земле (в расчетах присутствует радиус Земли)	**1**
А5	Ответ на пункт А заключен в диапазоне **от 400 до 650 млн лет**	**1**
Б1	Указано или используется понимание того, когда возникают кольцеобразные затмения	**1**
Б2	Использован наибольший угловой размер Солнца и дан ответ на пункт Б в диапазоне **от 800 до 1000 млн лет**	**1**
В1	Дан ответ на пункт В в диапазоне **от 0.15 до 0.29 (от 15% до 29%)**	**1**
	Итого:	**8**

Задание 5: Дорогоугольники

В Чили строится Чрезвычайно большой телескоп (ELT) диаметром 39,4 м. Его главное зеркало будет состоять из 798 одинаковых шестиугольных зеркал-сегментов и стоит 400 млн евро. Пренебрегая размерами отверстия под вторичное зеркало, отличиями шестиугольника от круга и считая, что стоимость зеркала пропорциональна его диаметру в кубе, найдите:

А. На сколько дороже вышел бы телескоп, если бы его не делили не сегменты, а отлили бы цельное главное зеркало?

Б. Чему была бы равна проницающая способность при визуальных наблюдениях глаза для всего телескопа и одного сегмента?

В. Какова проницающая способность телескопа, у которого цельное главное зеркало стоимостью 100 млн евро?

Задание 5: Дорогоугольники

Типичные ошибки: использование радиуса зеркала вместо его диаметра.

Существует довольно множество формул для нахождения разрешающей способности телескопа. Использование любой из них не возбраняется при решении данной задачи.

Пункт	Критерий	Баллы
А1	Найдена (возможно, неявно) стоимость сегмента зеркала: **500 тысяч евро**	**1**
А2	Найдена стоимость цельного зеркала: **11,2 млрд евро**	**1**
А3	Приведена разница с составным: **10,8 млрд евро**	**1**
Б1	Приведена и/или использована формула проницающей способности	**1**
Б2	Использованы адекватные значения для проницающей способности глаза и диаметра зрачка	**1**
Б3	Приведена подсчитанная проницающая способность цельного зеркала в диапазоне **от 24 до 26 звездной величины**	**1**
Б4	Приведена подсчитанная проницающая способность сегмента зеркала в диапазоне **от 17 до 19 звездной величины**	**1**
В1	Приведена подсчитанная проницающая способность зеркала за 100 млн евро в диапазоне **от 21 до 23 звездной величины**	**1**
	Итого:	**8**

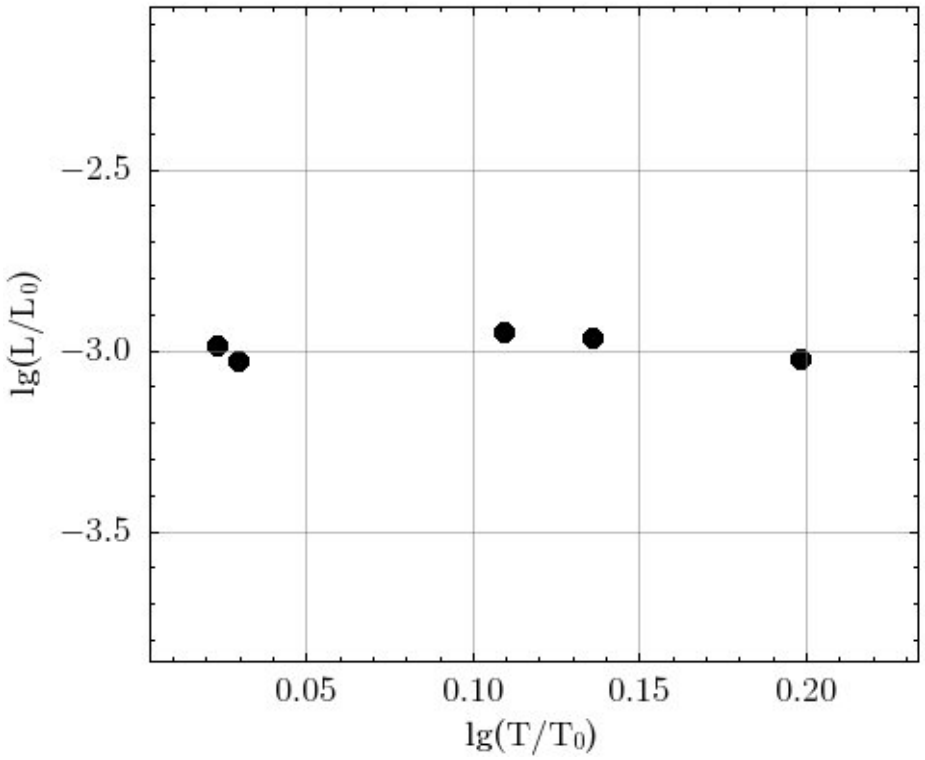
6 задание: Светочи

На графике представлена выборка из 5 звезд одного класса светимости в виде диаграммы рассеяния в координатах «логарифм температуры — логарифм светимости» в солнечных единицах температуры T_0 и светимости L_0.

А. Почему на этом графике большая температура не соответствует большей светимости, как следует из закона Стефана-Больцмана?

Б. Найдите светимость (в светимостях Солнца), температуру (в К) и радиус (в км) самой горячей из этих звезд.

В. Предположим, мы построили новый график, используя те же звезды, но заменив отношение Светимостей L/L_0 на отношение радиусов R/R_0, где R_0 — радиус Солнца. На старом графике все звезды хорошо ложатся на прямую, параллельную оси абсцисс, то есть угол между этой прямой и осью абсцисс равен нулю. Найдите значение этого угла **в градусах** на новом графике. Масштабы по осям одинаковые.



6 задание: Светочи

Для решения пункта В можно построить новый график и найти угол наклона прямой с помощью построения. **Решение задачи данным способом не является ошибкой.**

Пункт	Критерий	Баллы
А1	В ответе фигурирует причина – наличие в формуле Стефана-Больцмана для светимости помимо температуры **радиуса**	**1**
А2	В ответе фигурирует причина – **различие радиусов звезд**	**1**
Б1	Правильно сняты значения с графика, **без избыточной точности**	**1**
Б2	Указан правильный ответ для радиуса в диапазоне **8700-9000 км**	**1**
В1	Участник явно или неявно связал искомый угол с угловым коэффициентом прямой с точками выборки	**2**
В2	С помощью анализа формул **или** С помощью анализа построенного графика "логарифм радиуса от логарифма температуры" участник приходит к углу, близкому к arctan(-2)	**1**
В3	Получен ответ в градусах в диапазоне **от 116° до 119°** или **от 61° до 64°**	**1**
	Итого:	**8**