

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ
2025–2026 УЧЕБНЫЙ ГОД
ОТВЕТЫ**

11 КЛАСС	
№ задания	Максимальный балл
1.	10
2.	10
3.	10
4.	10
5.	10
Итого:	50 баллов

ПОДРОБНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЙ

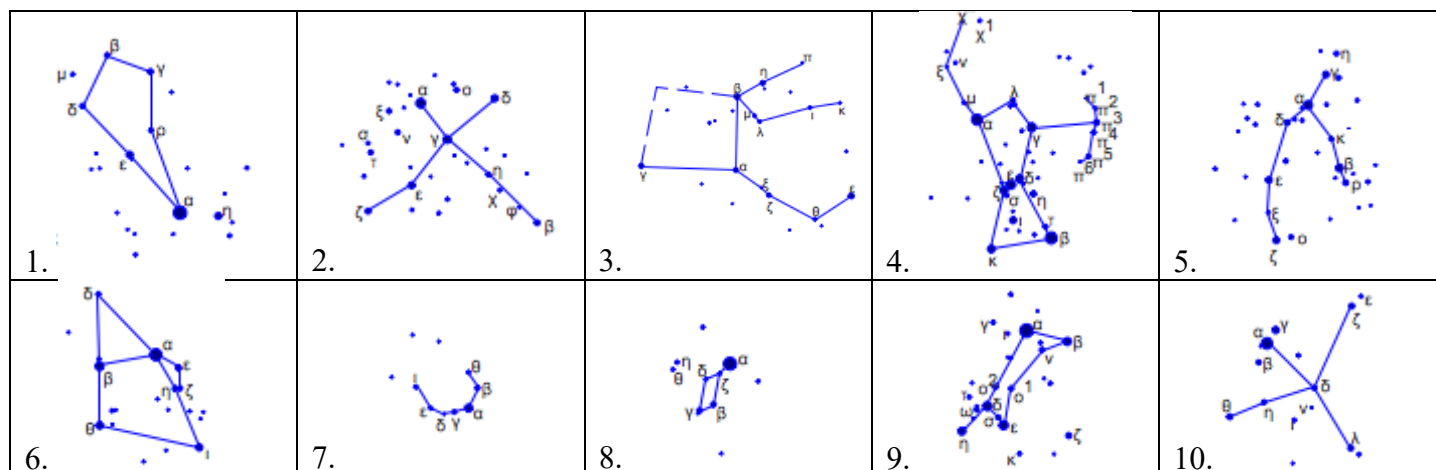
11 класс

Общие указания: за правильное понимание участником олимпиады сути предоставленного вопроса и выбор пути решения выставляется не менее 5–7 баллов. При отсутствии понимания ситуации и логической связанности решения оценка не может превышать 2–3 балла даже при формально правильном ответе. С другой стороны, арифметические ошибки, приводящие к неверному ответу, не должны быть основанием для снижения оценки более чем на 1–2 балла. Жюри вправе вводить собственные критерии оценивания работ, не противоречащие общим рекомендациям по проверке.

1. Известные созвездия

Задание

Напишите названия созвездий, которые приведены ниже.



Ответ: 1. Волопас; 2. Лебедь; 3. Пегас; 4. Орион; 5. Персей; 6. Возничий; 7. Северная Корона; 8. Лира; 9. Большой Пес; 10. Орел.

Критерии оценивания

За каждое верное название созвездия выставляется 1 балл.

2. Звезды на горизонте

Задание

Какие звезды можно увидеть на горизонте в любой точке Земли?

Решение

Рассмотрим три положения наблюдателя: а) на полюсах, б) на экваторе, в) на широте $0^\circ < |\varphi| < 90^\circ$:

а) Для наблюдателя на полюсах ($\varphi = \pm 90^\circ$) на горизонте видны звезды, у которых склонение равно нулю ($\delta = 0^\circ$). Остальные звезды не пересекают горизонт.

б) Для наблюдателя на экваторе ($\varphi = 0^\circ$) все звезды пересекают или находятся на горизонте ($\delta = \pm 90^\circ$), а значит, могут наблюдаться на горизонте.

в) Для наблюдателя на широте $0^\circ < |\varphi| < 90^\circ$. Для незаходящих или невосходящих звезд $|\delta| \geq (90^\circ - |\varphi|)$. Горизонт пересекают звезды с $|\delta| < (90^\circ - |\varphi|)$.

Общие звезды, которые могут быть видны на горизонте для всех трех случаев – это звезды со склонением $\delta = 0^\circ$.

Ответ: звезды, у которых склонение равно нулю, т.е. находящиеся на небесном экваторе, могут наблюдаться на горизонте в любой точке земного шара.

Критерии оценивания

Рассмотрение условий видимости звезд для трех положений наблюдателя – 2 балла за каждое положение наблюдателя.

Учет широт Южного полушария Земли или запись модуля широты – 2 балла.

Окончательный верный вывод – 2 балла.

Примечание: в случае если участник при отсутствии знаний об экваториальной системе координат (склонения δ) путем логических рассуждений пришел к выводу, что звёзды, лежащие в плоскости экватора Земли, могут наблюдаться на горизонте в любой точке земного шара, то такое решение оценивается не более, чем 4 балла.

3. Что мощнее?

Задание

Какая звезда имеет большую светимость: Полярная (звездная величина $m = 1,95^m$, параллакс $\pi = 0,00754''$) или Беллатрикс (звездная величина $m = 1,60^m$, параллакс $\pi = 0,01292''$), и во сколько раз?

Решение

Воспользуемся формулой, связывающей видимую звездную величину m и расстояние до звезды r , выраженное в парсеках, с абсолютной звездной величиной $M = m + 5 - 5 \cdot \lg(r)$ и формулой для вычисления по известному параллаксу π расстояния до звезды в парсеках $r = \frac{1}{\pi}$.

Для Полярной звезды: $M = 1,95^m + 5 - 5 \cdot \lg\left(\frac{1}{0,00754''}\right) = -3,66^m$.

Для Беллатрикса: $M = 1,60^m + 5 - 5 \cdot \lg\left(\frac{1}{0,01292''}\right) = -2,84^m$.

Таким образом видно, что «мощнее» Полярная звезда. Теперь вычислим, во сколько раз светимость Полярной больше Беллатрикса.

Светимость – это полная энергия звезды, излучаемая звездой за 1 секунду.

Из формулы Погсона следует, что абсолютная звездная величина M связана со светимостью L следующим соотношением:

$$\frac{L}{L_C} = 2,512^{(M_C - M)},$$

где L – светимость звезды, L_C – светимость Солнца, $M_C = 4,72^m$ – абсолютная звездная величина Солнца (см. Приложение 1 к заданиям), M – абсолютная звездная величина звезды.

Тогда для Полярной звезды: $\frac{L_P}{L_C} = 2,512^{(4,72 - (-3,66))} = 2250$.

А для Беллатрикса: $\frac{L_B}{L_C} = 2,512^{(4,72 - (-2,84))} = 1057$.

Значит, светимость Полярной звезды больше светимости Беллатрикса в $2250 / 1057 = 2,1 \approx 2$ раза.

Ответ: светимость Полярной звезды больше светимости Беллатрикса, примерно, в 2 раза.

Критерии оценивания

Знание соотношения, связывающего абсолютную звездную величину с видимой звездной величиной и расстоянием до звезды, или его вывод – 2 балла.

Верное вычисление абсолютной звездной величины Полярной звезды – 1 балл.

Верное вычисление абсолютной звездной величины Беллатрикса – 1 балл.

Понимание, что такое светимость – 1 балл.

*Знание соотношения, связывающего абсолютную звездную величину со светимостью, или его вывод – 2 балла.

*Верное вычисление светимости Полярной звезды – 1 балл.

*Верное вычисление светимости Беллатрикса – 1 балл.

*Верное вычисление отношения светимостей – 1 балл.

Примечание: участники могут, не применяя соотношение, связывающее абсолютную звездную величину со светимостью, и минуя вычисление светимости каждой звезды, с помощью формулы Погсона определить отношение светимостей звезд. Такое решение при верном ответе оценивается в полном объеме, т.е. за этот блок, помеченный *, выставляется 5 баллов.

4. Яркая комета Леммон

Задание

В конце октября – начале ноября 2025 года комета C/2025 A6 (Lemmon) может стать видимой в бинокль, а при благоприятных условиях – даже невооруженным глазом! 21 октября 2025 года эта комета приблизится к Земле на расстояние 0,60 а.е., а 8 ноября 2025 года пройдет перигелий, когда будет находиться на расстоянии 0,53 а.е. от Солнца. Определите, на какое максимальное расстояние от Солнца удалится комета, если эксцентриситет ее орбиты составляет 0,9957. Когда это произойдет?

Решение

Сначала определим большую полуось орбиты кометы, воспользовавшись соотношением:

$$r_{\Pi} = a(1 - e)$$

где r_{Π} – расстояние кометы от Солнца в перигелии, a – большая полуось ее орбиты, e – эксцентриситет ее орбиты.

$$\text{Тогда: } a = \frac{r_{\Pi}}{(1-e)} = \frac{0,53 \text{ а.е.}}{(1-0,9957)} = 123 \text{ а.е.}$$

Теперь определим расстояние кометы от Солнца в афелии r_A – самой далекой точки орбиты кометы из соотношения:

$$r_A = a(1 + e) = 123 \text{ а.е.} \cdot (1 + 0,9957) = 245 \text{ а.е.}$$

Далее воспользуемся упрощенной записью III закона Кеплера: $T = \sqrt{a^3}$, где T – звездный (сидерический) период обращения кометы, выраженный в годах, a – большая полуось ее эллиптической орбиты, выраженная в астрономических единицах.

$$\text{Тогда } T = \sqrt{(123 \text{ а.е.})^3} \approx 1364 \text{ г.}$$

Это полный период обращения кометы, а от перигелия к афелию комета долетит за $1364 / 2 = 682$ года, т.е. в $2025 \text{ г} + 682 \text{ г} = 2707 \approx 2700$ году.

Примечание: после сближения кометы с Юпитером 16 апреля 2025 до 348,5 млн км из-за гравитационного воздействия планеты ее период обращения сократился до 1150 лет, а афелийное расстояние – до 219 а.е.

Ответ: максимальное расстояние, на которое удалится комета от Солнца, составит 245 а.е. и это произойдет, примерно, в 2700 году.

Критерии оценивания

Знание соотношения для перигелийного расстояния – 2 балла.

Верное вычисление большой полуоси орбиты – 1 балл.

Знание соотношения для афелийного расстояния – 2 балла.

Верное вычисление афелийного расстояния – 1 балл.

Правильное использование III закона Кеплера (в любом виде) – 2 балла.

Верное вычисление звездного периода обращения кометы – 1 балл.

Окончательное верное вычисление момента прохождения кометы через афелий – 1 балл.

5. Банковский телескоп

Задание

На рекламном проспекте одного из банков изображен телескоп (см. рисунок). Определите тип телескопа, тип монтировки, а также оцените значения, как можно больше, других характеристик телескопа (минимальное полезное (равнозрачковое) увеличение, максимальное полезное увеличение, разрешающую способность, относительное отверстие, проникающую способность). Какие ошибки допущены на изображении телескопа?



Рис. Телескоп

Решение

Судя по тому, что телескоп достаточно длинный и тонкий, а впереди изображена линза, то тип телескопа – рефрактор (линзовый), а так как плоскость монтировки наклонена, то ее вероятный тип – экваториальная.

Используя канцелярскую линейку или линейку, изображенную на первой странице заданий, можно произвести следующие измерения: диаметр объектива телескопа примерно 12 мм, длина телескопа (примерно фокусное расстояние объектива): около 50 мм, голова девушки на рисунке имеет максимальный размер 10 мм.

Теперь определим характеристики телескопа.

Голова человека имеет размер около 25 см (например, участник может измерить свою голову и ее размеры могут варьироваться, примерно, от 20 до 30 см). Тогда диаметр объектива $D = 12 \text{ мм} \cdot 25 \text{ см} / 10 \text{ мм} = 30 \text{ см} = 300 \text{ мм}$, а фокусное расстояние $F = 50 \text{ мм} \cdot 25 \text{ см} / 10 \text{ мм} = 125 \text{ см} = 1250 \text{ мм}$.

Минимальное полезное увеличение (равнозрачковое увеличение): $\Gamma_{min} = \frac{D}{f} = \frac{300}{6} \approx 50$.

Максимальное полезное увеличение: $\Gamma_{max} \approx 2D \approx 2 \cdot 300 \approx 600$.

Разрешающая способность: $\alpha = \frac{140''}{D} = \frac{140''}{300} \approx 0,5''$.

Относительное отверстие: $A = \frac{D}{F} = \frac{300}{1250} \approx \frac{1}{4}$.

Проницающая способность: $m_p = 2,1^m + 5 \cdot \lg(D) = 2,1^m + 5 \cdot \lg(300) = 14,5^m$.

Ошибки: у экваториальной монтировки телескопа нет противовеса, у объектива телескопа изображен лишний искатель, нет винта настройки резкости.

Ответ: тип телескопа – рефрактор (линзовый); тип монтировки – экваториальная; минимальное полезное увеличение (равнозрачковое увеличение) $\Gamma_{min} \approx 50$; максимальное полезное увеличение $\Gamma_{max} \approx 600$; разрешающая способность $\alpha \approx 0,5''$; относительное отверстие $A \approx \frac{1}{4}$; проницающая способность $m_p \approx 14,5^m$.

Критерии оценивания

Верное определение типа телескопа – 1 балл.

Верное определение типа монтировки – 1 балл.

Верная оценка диаметра объектива – 1 балл.

Верная оценка фокусного расстояния – 1 балл.

Верная оценка минимального полезного увеличения – 1 балл.

Верная оценка максимального полезного увеличения – 1 балл.

Верная оценка разрешающей способности – 1 балл.

Верная оценка относительного отверстия – 1 балл.

Верная оценка проникающей способности – 1 балл.

Нахождение хотя бы одной ошибки на изображении телескопа – 1 балл.

Примечание: погрешность количественных ответов может составлять до $\pm 35\%$, в противном случае, соответствующие баллы не выставляются.

Задания подготовили:

председатель предметно-методической комиссии регионального этапа всероссийской олимпиады школьников в Красноярском крае по астрономии, кандидат технических наук, доцент С.В. Бутаков;

член предметно-методической комиссии регионального этапа всероссийской олимпиады школьников в Красноярском крае по астрономии, кандидат физико-математических наук Е.Г. Лапухин.

С замечаниями, пожеланиями, предложениями и вопросами можно обращаться по адресу: butakov@kspu.ru или по тел. 8-904-897-97-60.