

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

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

ПОДРОБНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЙ

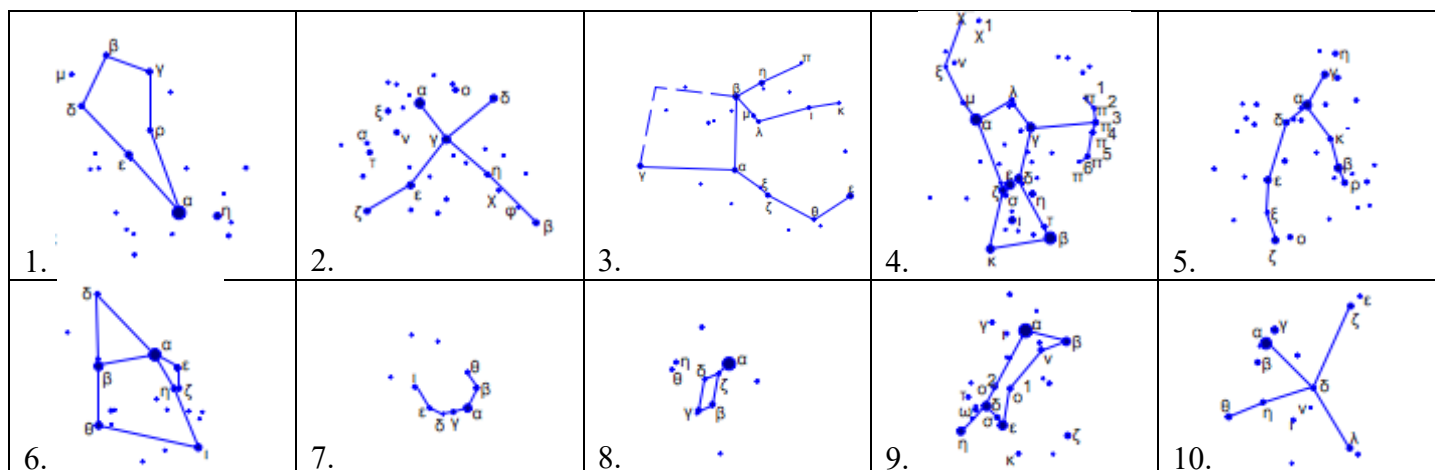
9 класс

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. Покрытие Марса Луной

Задание

Покрытием называется такое расположение небесных тел, когда одно из них закрывает собой от наблюдателя другое. 10 февраля 2025 года состоялось покрытие Марса Луной. Оцените, сколько длилось покрытие, при условии, что оно было центральным (Марс проходил за центром диска Луны).

Решение

Марс и Луна смещаются на небесной сфере в одну сторону – против вращения небесной сферы. Но Марс существенно медленнее перемещается относительно звезд по сравнению с Луной, так как находится значительно дальше. Поэтому оценим, на сколько градусов Луна смещается относительно звезд за сутки.

Сидерический (звездный, т.е. относительно звезд) период обращения Луны составляет $T \approx 27,32$ сут (см. в Приложении 1 к заданиям), значит за сутки Луна смещается на $360^\circ \cdot 1 \text{ сут} / 27,32 \text{ сут} = 13,18^\circ$.

Известно, что видимый угловой размер Луны составляет около $0,5^\circ$. Таким образом, Луна свой видимый диаметр, относительно почти неподвижного Марса, проходит за $0,5^\circ \cdot 24 \text{ ч} / 13,18^\circ = 0,91 \text{ ч} = 0,91 \text{ ч} \cdot 60 \text{ мин} / 1 \text{ ч} \approx 55 \text{ мин}$.

Ответ: покрытие длилось примерно 55 минут.

Критерии оценивания

Понимание, что Марс почти неподвижен относительно более близкой и быстро перемещающейся по небесной сфере Луны – 2 балла.

Знание или определение из Приложения 1 к заданиям сидерического (звездного) периода обращения Луны – 2 балла.

Верное вычисление на сколько градусов Луна смещается на небесной сфере за сутки – 2 балла.

Знание видимого углового размера Луны – 2 балла.

Окончательное верное вычисление длительности покрытия – 2 балла.

3. Юбилейный виток

Задание

Роскосмос сообщил, что 11 марта 2025 года Международная космическая станция (МКС) совершила 150-тысячный виток вокруг Земли. Оцените, сколько километров «налетала» МКС вокруг Земли с момента ее запуска. Сравните эту величину со средним расстоянием от Земли до Марса и с минимальным расстоянием до орбиты Нептуна. Орбиту МКС считать круговой, а ее орбитальная скорость в среднем составляет 7,665 км/с.

Решение

Найдем радиус орбиты МКС из формулы для круговой скорости:

$$v_k = \sqrt{\frac{GM}{R}},$$

где $G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$ – гравитационная постоянная, а $M = 5,974 \cdot 10^{24} \text{ кг}$ – масса Земли (участник может их вспомнить или взять из Приложения 1 к заданиям).

$$R = \frac{GM}{v_k^2} = \frac{6,672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2} \cdot 5,974 \cdot 10^{24} \text{ кг}}{(7,665 \cdot 10^3 \text{ м/с})^2} = 6784173 \text{ м} \approx 6784 \text{ км}.$$

Теперь воспользуемся формулой для вычисления длины окружности $l = 2\pi R$ и найдем, какой путь проходит МКС за один виток: $l = 2 \cdot 3,14 \cdot 6784 \text{ км} = 42604 \text{ км}$.

Таким образом, за 150 тысяч витков МКС «налетала» $150\,000 \cdot 42604 \text{ км} \approx 6,4 \cdot 10^9 \text{ км}$.

Среднее расстояние от Земли до Марса и расстояние до орбиты Нептуна можно вычислить, воспользовавшись данными из Таблицы 2 Приложения 1 к заданиям.

Среднее расстояние до Марса составляет: $r_{cpM} = ((227,9 \text{ млн км} - 149,6 \text{ млн км}) + (227,9 \text{ млн км} + 149,6 \text{ млн км})) / 2 \approx 2,3 \cdot 10^8 \text{ км}$. Сравнивая «налет» МКС со средним расстоянием от Земли до Марса, получим: $6,4 \cdot 10^9 \text{ км} / 2,3 \cdot 10^8 \text{ км} \approx 30$ раз больше.

А по сравнению с минимальным расстоянием до орбиты Нептуна в $6,4 \cdot 10^9 \text{ км} / (4,5 \cdot 10^9 \text{ км} - 0,2 \cdot 10^9 \text{ км}) \approx 1,5$ больше.

Ответ: за все время своего существования МКС пролетела около 6,4 миллиарда километров. Эта величина, примерно, в 30 раз превышает среднее расстояние от Земли до Марса и, примерно, в 1,5 раза больше минимального расстояния до орбиты Нептуна.

Критерии оценивания

Знание формулы для круговой скорости – 2 балла.

Верное вычисление радиуса орбиты МКС – 1 балл.

Знание или нахождение в Приложении 1 к заданиям величин гравитационной постоянной и массы Земли – 2 балла.

Знание формулы для вычисления длины окружности – 1 балл.

Верное вычисление «налета» МКС – 1 балл.

Верное сравнение этой величины со средним расстоянием до Марса – 2 балла.

Верное сравнение этой величины с минимальным расстоянием до орбиты Нептуна – 1 балл.

4. Тайны 9-ой планеты

Задание

Недавно международная группа астрономов выявила многообещающего кандидата на роль 9-ой планеты Солнечной системы, сравнив инфракрасные обзоры неба, сделанные с разницей в 23 года. На них некий объект за это время сместился относительно звезд, что и ожидается от далёкой планеты, медленно обращающейся вокруг Солнца, на $47,4'$. Оцените среднее расстояние этого объекта от Солнца, считая, что он перемещается по небесной сфере равномерно.

Решение

Учитывая, что этот объект перемещается по небесной сфере равномерно, оценим за сколько лет он делает полный круг: $(360^\circ \cdot 60') \cdot 23 \text{ г.} / 47,4' \approx 10500 \text{ г.}$ Это и есть примерный звездный (сидерический) период обращения планеты вокруг Солнца.

Теперь воспользуемся упрощенной записью III закона Кеплера: $r = \sqrt[3]{T^2}$, где r – среднее расстояние планеты от Солнца или большая полуось для эллиптической орбиты, выраженные в астрономических единицах, а T – звездный (сидерический) период обращения планеты, выраженный в годах.

Тогда $r = \sqrt[3]{(10500 \text{ г.})^2} \approx 480 \text{ а.е.}$

Ответ: среднее расстояние объекта от Солнца составляет, примерно, 480 а.е.

Критерии оценивания

Верное вычисление времени, за которое объект делает по небесной сфере полный круг – 2 балла.

Понимание, что этот промежуток времени является звездным (сидерическим) периодом – 2 балла.

Правильное использование III закона Кеплера (в любом виде) – 4 балла.

Верные вычисления и окончательный ответ – 2 балла.

5. Банковский телескоп

Задание

На рекламном проспекте одного из банков изображен телескоп (см. рисунок). Определите тип телескопа, тип монтировки, а также оцените основные параметры телескопа (диаметр объектива и его фокусное расстояние). 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 основные параметры 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 $F = 50 \text{ мм} \cdot 25 \text{ см} / 10 \text{ мм} = 125 \text{ см} = 1250 \text{ мм}$.

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

Ответ: тип телескопа – рефрактор (линзовый); тип монтировки – экваториальная; диаметр объектива телескопа $D \approx 300 \text{ мм}$, а его фокусное расстояние $F \approx 1250 \text{ мм}$.

Критерии оценивания

Верное определение типа телескопа – 2 балла.

Верное определение типа монтировки – 2 балла.

Верная оценка диаметра объектива – 2 балла

Верная оценка фокусного расстояния – 2 балла.

Нахождение хотя бы одной ошибки на изображении телескопа – 2 балла.

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.