

**Решения и рекомендации по оцениванию заданий муниципального этапа
Всероссийской олимпиады школьников по астрономии 2024-2025 уч. год**

9 класс

Задание 1. (тема: 3.2. Горизонтальные координаты на небе, категория сложности — 1)

Условие: Как суточные пути звезд расположены относительно горизонта для наблюдателя, живущего в России? Чем они отличаются от суточных путей звезд, видимых с земного экватора?

Решение: 1. Для российских наблюдателей все суточные пути звезд (суточные параллели) наклонены к горизонту на угол $90^\circ - \varphi$, где φ — географическая широта места наблюдения. При этом некоторые звезды не заходят за горизонт, а некоторые звезды южного полушария неба никогда не восходят.

2. На географическом экваторе суточные пути всех звезд перпендикулярны горизонту, все звезды восходят и 12 часов видны над горизонтом, а потом заходят и 12 часов не видны.

Рекомендации по оцениванию: Обе части решения оцениваются в 4 балла. Если в первой части не указан наклон суточных параллелей к горизонту, то 1 балл снимается. Если в первой части не указано существование незаходящих и невосходящих звезд, то 1 балл снимается. Если во второй части не приведены условия видимости звезд, то 1 балл снимается. Любой вариант краткого ответа оценивается в 1 балл.

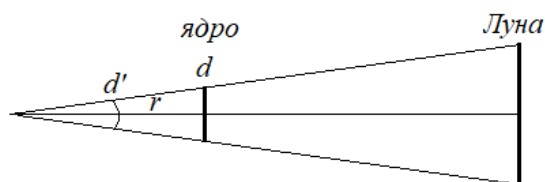
Задание 2. (тема: 4.1. Угловые измерения на небосводе, категория сложности — 2)

Условие: «...девушке показалось, что над ее головой стая летела к Луне, блещущей за рваными облаками подобно серебряному ядру» (Э. Л. Уайт. Кто-то должен побережься). С какого расстояния пушечное ядро диаметром 152 мм можно принять за Луну?

Решение:

Способ 1.

Дано: $d = 15,2$ см, $d' = 0,5^\circ$. r — ?



$$\operatorname{tg} \frac{d'}{2} = \frac{d}{2r} \quad (1), \quad \frac{d}{2} = r \operatorname{tg} \frac{d'}{2}$$

$$d = \frac{rd'}{206265''} \quad (2)$$

$$r = \frac{d}{2 \operatorname{tg} \frac{d'}{2}}$$

или

$$r = \frac{d \cdot 206265''}{d'}$$

$$r = \frac{15,2 \text{ см}}{2 \operatorname{tg} \frac{0,5^\circ}{2}} = \frac{15,2 \text{ см}}{2 \operatorname{tg} 0,25^\circ} = 1741,78 \text{ см}$$

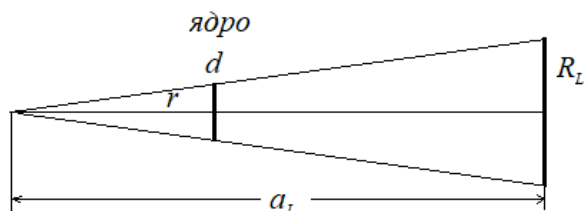
$$r = 15,2 \text{ см} \cdot \frac{206265''}{1800''} = 1741,79 \text{ см}$$

$$r = 17,42 \text{ м}$$

Способ 2.**Дано:** $d = 15,2$ см, $R_L = 1737,4$ км, $a_L = 384400$ км. $R - ?$

$$\frac{r}{a_L} = \frac{d}{2R_L} \quad (3), \quad r = \frac{d}{2R_L} \cdot a_L$$

$$r = \frac{0,152 \text{ м}}{2 \cdot 1734,4 \cdot 10^3 \text{ м}} \cdot 384400 \cdot 10^3 \text{ м} = 16,84 \text{ м}$$



Рекомендации по оцениванию: Запись данных и искомой величин оценивается в 1 балл. Чертеж с указанием всех величин оценивается в 2 балла, исходная формула (1), или (2), или (3) оценивается в 1 балл, вывод расчетной формулы — в 1 балл, вычисления — в 2 балла, перевод результата решения (или исходных данных во втором способе решения) в метры — в 1 балл.

Задание 3. (тема: 5.1. Кинематика планет в Солнечной системе (приближение круговых орбит), категория сложности — 2)

Условие: Земля обращается вокруг Солнца на расстоянии 1 а. е. Вообразите, что это расстояние увеличилось на 1 м. Насколько удлинился бы при этом путь Земли вокруг Солнца и насколько возросла бы от этого продолжительность года (принимая, что скорость движения Земли по орбите не изменилась)?

Дано: $\Delta a = 1$ м, $v = 29,78$ км/с. $\Delta l - ?$ $\Delta T - ?$ **Решение:** $l_0 = 2\pi a$, $l = 2\pi(a + \Delta a)$

$$\Delta l = l - l_0 = 2\pi(a + \Delta a) - 2\pi a = 2\pi(a + \Delta a - a) = 2\pi\Delta a = 2 \cdot 3,14 \cdot 1 \text{ м} = 6,28 \text{ м}$$

$$v = \frac{\Delta l}{\Delta T} \Rightarrow \Delta T = \frac{\Delta l}{v} = \frac{6,28 \text{ м}}{29,78 \cdot 10^3 \text{ м/с}} = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ с}$$

Ответ: 6,28 м; $2,1 \cdot 10^{-4}$ с.

Рекомендации по оцениванию: Запись данных с использованием справочных материалов оценивается в 1 балл. Вывод формулы для Δl оценивается в 3 балла, вычисление Δl — в 1 балл. Вывод формулы для ΔT оценивается в 2 балла, вычисление ΔT — в 1 балл. Если для Δl формула не выведена, а записан только правильный ответ, то он оценивается в 1 балл, дальнейшее решение оценивается независимо как описано выше.

Задание 4. (тема: 5.2. Малые тела Солнечной системы (приближение круговых орбит), категория сложности — 1)

Условие: Яркие кометы, такие как наблюдавшаяся в октябре 2024 г. комета C/2023 A3 (Цзыцзиньшань-ATLAS), могут иметь хвосты разной протяженности вплоть до десятков миллионов километров. Почему при этом можно утверждать, что у комет есть определенная траектория?

Решение: 1. Невооруженным глазом или в бинокль мы видим только кому (голову) и хвост кометы, состоящие из разряженного газа и пыли.

2. Источником газа и пыли служит твердое ледяное ядро размером в несколько км, положение которого с достаточной точностью можно определить с помощью телескопа. Льды воды, углекислоты и других газов при приближении кометы к Солнцу переходят в газообразное состояние, образуя кому и хвост.

3. Движение кометного ядра, как любого твердого тела, происходит по законам Кеплера (а в конечном итоге — по закону Всемирного тяготения). Таким образом, траектория движения кометы — это траектория движения ядра, которая может быть вычислена по данным наблюдений.

Рекомендации по оцениванию: П. 1 оценивается в 2 балла, если кома (голова) кометы не указана, то 1 балл снимается. П. 2 оценивается в 3 балла, если процесс образования хвоста не описан, то 1 балл снимается. П. 3 оценивается в 3 балла, при этом достаточно указания только закона Всемирного тяготения или только законов Кеплера. 1 балл снимается, если не указана возможность вычисления траектории. Ответ без пояснений, т. е. вывод по П. 3 оценивается в 2 балла, если указана возможность вычисления траектории, и в 1 балл, если такая возможность не указана.

Задание 5. (тема: 5.1. Кинематика планет в Солнечной системе (приближение круговых орбит), категория сложности — 1)

Условие: Некоторая планета находится на угловом расстоянии 100° от Солнца. Какая это планета — верхняя (внешняя) или нижняя (внутренняя)?

Решение: Нижние планеты (Меркурий и Венера) движутся по орбитам, радиусы которых меньше радиуса орбиты Земли. Поэтому в своем видимом движении эти планеты не могут удаляться от Солнца на угол, больший 90° (в действительности 28° для Меркурия и 48° для Венеры).

Верхние планеты (Марс, Юпитер и т. д.) движутся по орбитам, радиусы которых больше радиуса орбиты Земли. Поэтому их видимые угловые удаления от Солнца не ограничены. Таким образом, на угловом удалении от Солнца 100° находится верхняя планета.

Рекомендации по оцениванию: Обе части решения оцениваются в 4 балла. Ответ без пояснений оценивается в 1 балл.

Задание 6. (тема: 4.3. Экваториальные координаты на небесной сфере, категория сложности — 1)

Условие: На какой географической широте в день летнего солнцестояния высота Солнца над

горизонтом наибольшая?

Дано: $h_{\max} = 90^\circ$, $D = 22.06$. φ – ?

Решение: $h_{\odot} = h_{\max} = 90^\circ$, следовательно, Солнце кульминирует в зените, а значит $\varphi = \delta_{\odot}$.

$D = 22.06$, значит $\delta_{\odot} = 23^\circ 26'$, отсюда $\varphi = 23^\circ 26'$ – северный тропик (тропик Рака).

Рекомендации по оцениванию: Понимание того, что максимальная высота Солнца над горизонтом равна 90° , оценивается в 1 балл. Применение условия кульминации светил в зените оценивается в 2 балла. Знание даты летнего солнцестояния (с точностью ± 1 сутки) оценивается в 1 балл, знание склонения Солнца в этот день — в 2 балла. Вывод — значение географической широты с названием параллели — оценивается в 2 балла, без названия — в 1 балл. Ответ без пояснений оценивается аналогично выводу.