

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

10 класс

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

Условие: Как по виду звездного неба и его вращению установить, что вы прибыли на Южный полюс Земли?

Решение: 1. На Южном географическом полюсе над горизонтом видны звезды только Южного полушария неба. Ориентирами являются созвездия Орион, Южный Крест, Большой Пес.

2. На географических полюсах плоскости небесного экватора и истинного (математического) горизонта совпадают.

3. Поэтому звезды не восходят и не заходят в их суточном движении, а описывают окружности, параллельные горизонту.

Рекомендации по оцениванию: П.1 оценивается в 2 балла. Ориентирами могут быть указаны как перечисленные созвездия, так и другие созвездия Южного полушария неба, или яркие звезды (Ригель, Акрукс и Мимоза, Сириус). Если ориентиры не указаны, то 1 балл снимается. П.2 оценивается в 3 балла, п.3 — в 3 балла. Ответ без пояснений, записанный как п.3, оценивается в 3 балла, записанный как п.1 с ориентирами — в 2 балла, записанный как п.1 без ориентиров — в 1 балл.

Задание 2. (тема: 1.2. Земля и ее свойства и движение, категория сложности — 1)

Условие: Допустим, что космический корабль движется равномерно со скоростью 100000 км/ч. Смогут ли в это время пассажиры выйти на палубу корабля? Выскажите свои соображения насчет возможности таких прогулок.

Решение: Скорость движения корабля хотя и велика, но постоянна, поэтому ускорение равно нулю, и равнодействующая всех сил, действующих на корабль и его пассажиров, равна нулю. Следовательно пассажиры тоже движутся равномерно. Они могут перемещаться по всему корпусу корабля, приняв, однако, меры предосторожности, чтобы случайно не оттолкнуться от корабля и не улететь в космическое пространство.

Рекомендации по оцениванию: Последовательные выводы для корабля: $V = \text{Const}$, $a = 0$, $F = 0$ оцениваются в 2 балла, для пассажиров $F = 0$, $a = 0$, $V = \text{Const}$ — в 3 балла. Вывод о движении пассажиров по всему кораблю в любом направлении, оценивается в 2 балла. Примечание о мерах предосторожности – в 1 балл.

Ответ без пояснений оценивается в 2 балла.

Задание 3. (тема: 6.2. Механика планет в Солнечной системе, категория сложности — 2)

Условие: Спутник имеет перигей над Южным полушарием Земли на высоте около 500 км, а апогей — на высоте около 40000 км над Северным полушарием. Каково отношение угловых скоростей спутника в перигее и апогее?

Дано: $h_Q = 40000$ км, $h_q = 500$ км, $R_3 = 6378$ км. $\frac{\omega_q}{\omega_Q} = ?$

Решение: По II закону Кеплера (уточненному) или закону сохранения импульса ($L = \text{Const}$)

$$mvr = \text{Const} \quad (1)$$

$$m\omega r^2 = \text{Const} \quad (2)$$

$$m\omega_q q^2 = m\omega_Q Q^2 \quad (3)$$

$$m\omega_q (R_3 + h_q)^2 = m\omega_Q (R_3 + h_Q)^2 \quad (4)$$

$$\frac{\omega_q}{\omega_Q} = \left(\frac{R_3 + h_q}{R_3 + h_Q} \right)^2 \quad (5)$$

$$\frac{\omega_q}{\omega_Q} = \left(\frac{6378 \text{ км} + 40000 \text{ км}}{6378 \text{ км} + 500 \text{ км}} \right)^2 = 45$$

Ответ: 45

Рекомендации по оцениванию: Запись данных и искомых величин оценивается в 1 балл. Запись формулы (1) под любым названием оценивается в 2 балла, без названия — в 1 балл. Запись формулы (2) оценивается в 1 балл, формулы (3) — в 1 балл, формулы (4) — в 1 балл, расчетной формулы (5) — в 1 балл, вычисления — в 1 балл.

Задание 4. (тема: 4.3. Экваториальные координаты на небесной сфере, категория сложности — 2).

Условие: На какое минимальное расстояние может подходить Луна к Северному полюсу мира? Какова при этом наблюдаемая высота Луны в Новокузнецке ($53^\circ 45'$ с. ш.)?

Дано: $i = 5^\circ 09'$, $\varepsilon = 23^\circ 26'$, $\varphi = 53^\circ 45'$. $p_{\min} = ?$ $h_L = ?$

Решение: $p_{\min} = 90^\circ - (\varepsilon + i)$

$$\text{или } p_{\min} = 90^\circ - \delta_{\max} = 90^\circ - (\varepsilon + i)$$

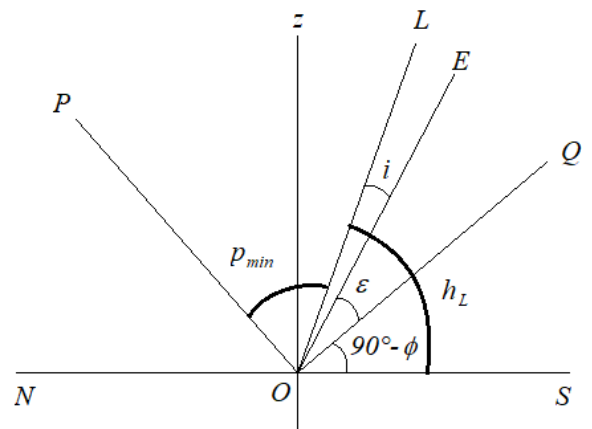
$$p_{\min} = 90^\circ - 23^\circ 26' + 5^\circ 09' = 61^\circ 25'$$

$$h_L = 90^\circ - \varphi + \delta_L \quad \text{или} \quad h_L = 90^\circ - \varphi + (\varepsilon + i)$$

$$h_L = 90^\circ - 53^\circ 45' + 28^\circ 35' = 64^\circ 50'$$

Ответ: $61^\circ 25'$; $64^\circ 50'$.

Рекомендации по оцениванию: Запись данных и искомых величин оценивается в 1 балл, чертеж — в 3 балла, запись формулы для $p_{\min}$ — 1 балл, вычисление $p_{\min}$ — 1 балл, запись формулы для h_L — 1 балл, вычисление h_L — 1 балл. Правильные ответы без оформления решения



оцениваются по 1 баллу каждый.

Задание 5. (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 6. (тема: 6.3. Движение искусственных спутников и Луны вокруг Земли (приближение круговых орбит). Движение спутников планет, категория сложности — 1).

Условие: Самые высокие приливные волны — 21 м — наблюдаются в заливе Фанди у берегов Канады и США, а в Каркинитском заливе Черного моря приливная волна всего 18 см. Чем объяснить такую разницу?

Решение: 1. Величина приливной волны, кроме возмущающего лунного действия, одинакового для всех точек земной поверхности и каждой капли воды в водоемах, определяется глубиной водоемов и площадью открытой воды в них.

2. Фанди — открытый залив Атлантического океана с большой глубиной. Поэтому

приливная волна там высокая.

3. Черное море неглубокое и небольшое по площади. Приливы возникают там независимо от Атлантического океана, т. к. океаническая приливная волна не проходит через узкие проливы Босфор и Дарданеллы. Поэтому приливная волна в Черном море невысока.

Рекомендации по оцениванию: П. 1 оценивается в 3 балла, п. 2 — в 2 балла, п. 3 — в 3 балла. Если в п. 1 перечислены не все параметры высоты приливной волны, то соответственно баллы снимаются. Если в п. 3 перечислены не все причины малой приливной волны в Черном море, то баллы также снимаются.