

**Решения и рекомендации по оцениванию заданий муниципального этапа
Всероссийской олимпиады школьников по астрономии 2020-2021 уч. год**

10 класс

Задание 1. (тема: 7.1. Схемы и принципы работы телескопов, категория сложности — 1)

Условие: Какое надо применить увеличение, чтобы при наблюдении Юпитер был виден такой же величины как Луна для невооруженного глаза?

Дано: $R_{Ю} = 71492$ км, $a_{Ю} = 778,3 \cdot 10^6$ км, $d'_{Л} = 31'$. $\Gamma - ?$

Решение: $\Gamma = \frac{d'_{Л}}{d'_{Ю}}$

$$D_{Ю} = \frac{a_{Ю} d'_{Ю}}{206265''}$$
$$d'_{Ю} = \frac{206265''}{a_{Ю}} \cdot D_{Ю} = 2 R_{Ю} \frac{206265''}{a_{Ю}}$$
$$d'_{Ю} = 2 \cdot 71492 \text{ км} \cdot \frac{206265''}{778,3 \cdot 10^6 \text{ км}} = 37,89''$$
$$\Gamma = \frac{31 \cdot 60''}{37,89''} = 49$$

Ответ: 49 крат.

Рекомендации по оцениванию: Запись данных и искомой величин оценивается в 1 балл. Запись формулы для увеличения оценивается в 1 балл, формулы для линейного размера Юпитера — в 2 балла. Вывод расчетной формулы для видимого углового размера Юпитера оценивается в 1 балл, вычисления — в 2 балла. Вычисление увеличения оценивается в 1 балл.

Если участник не приводит вычисления $d'_{Ю}$, собирает все расчеты в одну формулу, вычисляя сразу конечный результат, то начисляется 3 балла.

Ответ без вычислений и пояснений (в виде $\Gamma \approx 50^x$) оценивается в 2 балла.

Задание 2. (тема: 5.1. Кинематика планет в Солнечной системе (приближение круговых орбит), категория сложности — 1)

Условие: Может ли случиться прохождение Марса по диску Солнца? Прохождение Меркурия? Прохождение Юпитера?

Решение: Меркурий — нижняя (внутренняя) планета, которая находится ближе к Солнцу, чем Земля. Когда Меркурий, Земля и Солнце находятся на одной прямой, то Меркурий для земного наблюдателя может пройти за Солнцем (верхнее соединение) или перед Солнцем (нижнее соединение). Именно в нижнем соединении Меркурия можно видеть его прохождение по диску Солнца.

Марс и Юпитер — верхние (внешние) планеты, которые находятся дальше от Солнца, чем Земля. Когда Марс (или Юпитер), Земля и Солнце находятся на одной прямой, он может пройти

для земного наблюдателя за Солнцем (соединение) или в диаметрально противоположной точке (противостояние). В любом случае Марс (Юпитер) не может пройти между Землей и Солнцем и спроецироваться на солнечный диск.

Ответ: прохождение Меркурия по диску Солнца возможно, прохождение Марса или Юпитера — нет.

Рекомендации по оцениванию: Определение Меркурия как нижней (внутренней) планеты оценивается в 1 балл. Описание движения Меркурия относительно Солнца и Земли оценивается в 2 балла (называние конфигураций необязательно). Вывод оценивается в 1 балл. Аналогично оценивается и вторая часть решения: определение планет как верхних — 1 балл, описание движения — 2 балла, вывод — 1 балл.

Задание может быть решено и графически, с изображением орбит и конфигураций (называние конфигураций необязательно). В этом случае решение оценивается аналогично.

Ответ без развернутых пояснений или чертежей оценивается от 1 до 3 баллов (ответ «нет, да, нет» — 1 балл, ответ «нет, да, нет, потому что Меркурий ближе, а Марс и Юпитер дальше от Солнца, чем Земля» — 2 балла и т. п.).

Задание 3. (тема: 4.4. Экваториальные координаты и время, категория сложности — 1)

Условие: Каково было бы соотношение солнечного времени и звездного, если бы Земля вращалась в направлении, противоположном действительному направлению вращения Земли?

Решение: Земля вращается с запада на восток, поэтому Солнце в поле зрения земного наблюдателя движется с востока на запад. Точка весеннего равноденствия также движется с востока на запад, опережая Солнце на 3^m56^s за одни солнечные сутки.

Если бы Земля вращалась в противоположном направлении, т. е. с востока на запад, Солнце для земного наблюдателя двигалось бы с запада на восток, навстречу точке весеннего равноденствия.

В таком случае солнечные сутки будут короче звездных.

Рекомендации по оцениванию: Описание движения Земли и Солнца оценивается в 1 балл, движения точки весеннего равноденствия — в 2 балла. Описание движения Земли и Солнца в случае изменения направления вращения Земли оценивается в 3 балла, вывод о соотношении солнечных и звездных суток в этом случае оценивается в 2 балла.

Ответ без пояснений оценивается в 2 балла.

Задание 4. (тема: 4.5. Видимое движение Солнца и эклиптические координаты, категория сложности — 1)

Условие: Как изменился бы при этом климат Земли? (см. задание 3)

Решение: Изменение направления вращения Земли сменило бы на противоположное направление циркуляции атмосферы и направление больших океанических течений. Поэтому

1. Гольфстрим исчезнет. Из-за этого в Европе похолодает, зимы будут более снежными.

2. В Тихом океане возникнет несколько более сильное течение. Из-за этого климат российского Дальнего Востока станет мягче, площади пустынь в Африке и Аравии уменьшатся и они частично покроются лесами.

Рекомендации по оцениванию: Причины изменения климата оцениваются в 3 балла (1 балл за изменение циркуляции атмосферы и 2 балла за изменение океанических течений). Исчезновение Гольфстрима — 1 балл и похолодание в Европе — 1 балл (при указании связи между этими явлениями). Возникновение течения в Тихом океане оценивается в 1 балл, смягчение климата Дальнего Востока — в 1 балл, увлажнение Африки и Аравии — в 1 балл (при указании связи между этими явлениями). При этом указание Африки обязательно, указание Аравии — нет.

Задание 5. (тема: 4.3. Экваториальные координаты на небесной сфере, категория сложности — 2)

Условие: В Одессе ($\varphi = 46^\circ 28'$) наблюдалась верхняя кульминация двух звезд: первой на высоте $24^\circ 17'$, а второй на высоте $51^\circ 43'$. Определите склонения этих звезд.

Дано: $\varphi = 46^\circ 28'$, $h_1 = 27^\circ 14'$, $h_2 = 51^\circ 43'$. $\delta_1, \delta_2 - ?$

Решение: 1. $h = 90^\circ - \varphi + \delta$ (S)

$$\delta = h + \varphi - 90^\circ$$

$$\delta_1 = h_1 + \varphi - 90^\circ = 27^\circ 14' + 46^\circ 28' - 90^\circ = -16^\circ 18'$$

$$\delta_2 = h_2 + \varphi - 90^\circ = 51^\circ 43' + 46^\circ 28' - 90^\circ = 8^\circ 11'$$

2. $h = 90^\circ + \varphi - \delta$ (N)

$$\delta = 90^\circ + \varphi - h$$

$$\delta_1 = 90^\circ + \varphi - h_1 = 90^\circ + 46^\circ 28' - 27^\circ 14' = 109^\circ 14' - \text{не имеет смысла, значит первая}$$

звезда не может кульминировать к северу от зенита.

$$\delta_2 = 90^\circ + \varphi - h_2 = 90^\circ + 46^\circ 28' - 51^\circ 43' = 84^\circ 45'$$

Ответ: $-16^\circ 18'$ и $8^\circ 11'$; $-16^\circ 18'$ и $84^\circ 45'$.

Рекомендации по оцениванию: Первая часть решения — кульминация к югу от зенита (что участник может не записывать и не обозначать (S)): вывод расчетной формулы — 1 балл; расчет склонений — по 1 баллу за δ_1 и δ_2 .

Вторая часть часть решения — кульминация к северу от зенита (N): вывод расчетной формулы — 1 балл; вычисление δ_1 — 1 балл и вывод о невозможности кульминации первой звезды к северу от зенита — еще 1 балл. Расчет δ_2 — 1 балл. Полно записанный ответ — 1 балл.

Задание 6. (тема: 8.7. Движение звезд, категория сложности — 2)

Условие: Спектральные наблюдения показывают, что лучевая скорость Регула – α Льва относительно Земли изменяется от -27 км/с до $+33$ км/с с периодом 1 год. Учитывая, что эта звезда находится на эклиптике, вычислите постоянную тяготения. Орбиту Земли считайте круговой.

Дано: $v_1 = -27$ км/с, $v_2 = 33$ км/с, $a = 149,6 \cdot 10^6$ км, $M_C = 2 \cdot 10^{30}$ кг. $G = ?$

Решение: $\vec{v}_r = \vec{v}_3 + v_{\text{отн}}$; $v_{\text{отн}} = \vec{v}_r - \vec{v}_3$

$$v_1 = v_r - v_3$$

$$v_2 = v_r - (-v_3) = v_r + v_3$$

$$v_2 - v_1 = v_r + v_3 - (v_r - v_3) = 2v_3$$

$$v_3 = \frac{v_2 - v_1}{2} = \frac{33 \text{ км/с} - (-27 \text{ км/с})}{2} = 30 \text{ км/с}$$

$$w_{\text{ц.с.}} = \frac{v^2}{a} = G \frac{M_C}{a^2} \Rightarrow G = \frac{a v^2}{M_C}$$

$$G = \frac{149,6 \cdot 10^9 \text{ м} \cdot (3 \cdot 10^4 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 10^{30} \text{ кг}} = 6,73 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

Ответ: $6,73 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$

Рекомендации по оцениванию: Запись данных и искомой величин оценивается в 1 балл. Запись формулы относительной скорости в векторной и скалярной форме, вывод расчетной формулы для скорости движения Земли и расчет скорости движения Земли оценивается в 2 балла. Запись формулы центростремительного ускорения $w_{\text{ц.с.}}$ и вывод расчетной формулы для гравитационной постоянной оцениваются в 2 балла, вычисление гравитационной постоянной — в 3 балла.

Табличный ответ без вычислений не оценивается.