

**Решения и рекомендации по оцениванию заданий муниципального этапа
Всероссийской олимпиады школьников по астрономии 2017-2018 уч. год**

11 класс

1. Решение: 1. В телескоп диски планет получают большее разрешение, чем для невооруженного глаза, но звезды остаются точечными источниками света.

2. Яркость звезд увеличивается, поскольку телескоп не увеличивает звезды, но «собирает» больше света.

Рекомендации по оцениванию: Первое отличие звезд и планет оценивается в 5 баллов, а второе — в 3 балла. Всего 8 баллов. Ответ без пояснений оценивается в 3 балла.

2. Дано: $l/l_0 = 10$, $N_0 = 6000$. $N = ?$

Решение: Киты бывают длиной от 1,2 до 33 м. Средняя длина кита $\frac{33\text{ м} + 1,2\text{ м}}{2} = 17,1\text{ м}$,

т. е. в 10 раз больше среднего человека, который невооруженным глазом видит 6000 звезд. Кит больше среднего человека в 10 раз, следовательно, диаметр зрачка китовых глаз больше диаметра зрачка человека в 10 раз, а площадь зрачка кита больше площади зрачка человека в $10^2 = 100$ раз.

$$\begin{aligned}\lg \frac{E}{E_0} &= \lg \frac{S}{S_0} = 0,4 \Delta m \\ \lg 100 &= 0,4 \Delta m \\ 2 &= 0,4 \Delta m \\ \Delta m &= 5 \\ M &= m_0 + 5 - 5 \lg r_0 \\ M &= m + 5 - 5 \lg r \\ m_0 + 5 - 5 \lg r_0 &= m + 5 - 5 \lg r \\ 5 \lg r - 5 \lg r_0 &= \Delta m\end{aligned}$$

$$\lg \frac{r}{r_0} = \frac{\Delta m}{5} = 1, \quad r = 10 r_0, \text{ т. е. кит видит 10 раз дальше, чем человек, а в объеме в } 10^3 =$$

1000 больше, чем человек.

Если считать, что звезды распределены в пространстве однородно, то

$$N = 1000 N_0 = 1000 \cdot 6000 = 6 \cdot 10^6 \text{ (звезд).}$$

Ответ: 6 млн. звезд.

Рекомендации по оцениванию: Подход к данным (т. е. оценка размеров кита и сравнение его с ростом человека) оценивается в 1 балл. Сравнение размеров и площади зрачка кита и человека и применение формулы Погсона оценивается в 3 балла. Вычисление расстояния r через формулу абсолютной звездной величины оценивается в 2 балла. Определение объема пространства, доступного зрению кита, оценивается в 1 балл и определение числа звезд, которые видит кит, также оценивается в 1 балл. Всего 8 баллов.

Ответ без вычислений и пояснений оценивается в 3 балла.

3. Дано: $g_{\oplus} = 9,81 \text{ м/с}^2$, $g_{\zeta} = 1,63 \text{ м/с}^2$. $L_{\zeta} - ?$

Решение:
$$\begin{cases} x = v_0 t \cos \alpha \\ y = v_0 t \sin \alpha - \frac{g t^2}{2} \end{cases}$$

$$x = L, \quad y = 0, \quad t = T$$

$$v_0 T \sin \alpha - \frac{g T^2}{2} = 0$$

$$v_0 T \sin \alpha = \frac{g T^2}{2}$$

$$T = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$L = v_0 T \cos \alpha = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha$$

$$\frac{L_{\oplus}}{L_{\zeta}} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g_{\oplus} \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g_{\zeta}}} = \frac{g_{\zeta}}{g_{\oplus}}$$

$$L_{\zeta} = \frac{g_{\oplus}}{g_{\zeta}} L_{\oplus} = \frac{9,81 \text{ м/с}^2}{1,63 \text{ м/с}^2} L_{\oplus} = 6,0184 L_{\oplus}$$

Ответ: прыжок на Луне в 6 раз длиннее, чем на Земле.

Рекомендации по оцениванию: Запись данных показывает, умеет ли участник пользоваться справочными материалами, и оценивается в 2 балла. Если участник приводит

$g_{\zeta} = \frac{1}{6} g_{\oplus} = \frac{9,81 \text{ м}}{6 \text{ с}^2}$, то 1 балл снимается. Запись и решение уравнений движения оценивается

в 3 балла. Вывод расчетной формулы, вычисление и интерпретация полученного результата (полный ответ) оценивается по 1 баллу. Всего 8 баллов. Ответ без вычислений и решения уравнений движения оценивается в 2 балла.

4. **Решение:** В момент тесного соединения Венеры и Луны эти два небесных тела находятся на одной прямой с Землей, которая составляет с направлением «Земля — Солнце» угол, не превышающий $\lambda_{\varphi} = 48^\circ$ – наибольшую элонгацию Венеры.

Фазовые углы Луны и Венеры при наибольшей элонгации равны $\psi_{\varphi} = 90^\circ$, $\psi_{\zeta} = 180^\circ - 48^\circ = 132^\circ$, а в любой другой момент в

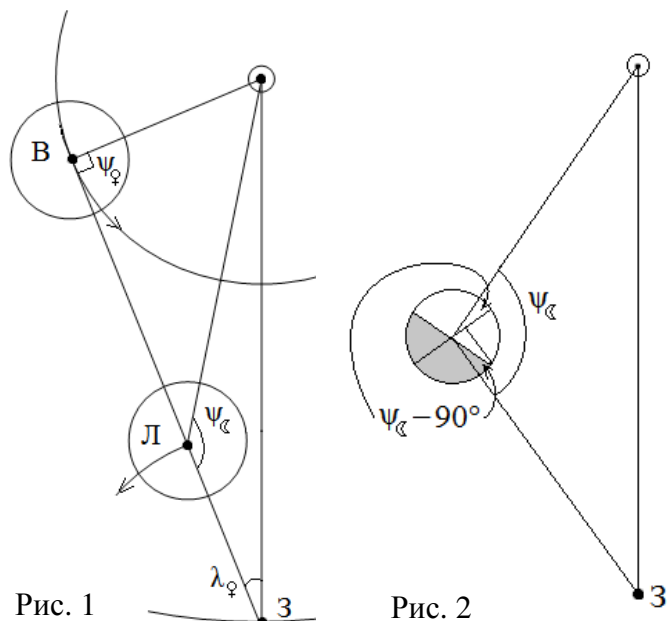


Рис. 1

Рис. 2

соединении $\psi_{\varphi} < 90^{\circ}, \psi_{\zeta} < 132^{\circ}$.

$$\Phi = \frac{D}{D_0} = \frac{R + R \sin(\psi - 90^{\circ})}{2R} = \frac{1 + \cos \psi}{2}$$
$$\psi_{\varphi} < \psi_{\zeta}, \cos \psi_{\varphi} > \cos \psi_{\zeta} \Rightarrow \Phi_{\varphi} > \Phi_{\zeta}$$

Ответ: фаза Венеры больше фазы Луны.

Рекомендации по оцениванию: Описание взаимного расположения Солнца, Луны и Венеры, видимого земным наблюдателем, оценивается в 1 балл. Рис. 1 и определение фазовых углов ψ_{φ} и ψ_{ζ} оценивается в 2 балла. Рис. 2 оценивается в 2 балла. Еще 2 балла выставляются за вывод формулы для вычисления фазы Φ . Заключительный 1 балл выставляется за анализ формулы в конкретных условиях задания и формулировку вывода. Всего 8 баллов. Ответ с рисунками оценивается в 3 балла, без рисунков — в 2 балла.

Примечание: рисунки могут быть совмещены в один, но все необходимые для расчета элементы должны быть указаны.

5. Решение: 1. Если бы на планеты действовала просто сила гравитационного притяжения, то они бы двигались вокруг звезды в соответствии с законами Кеплера и вращались бы, как все массивные тела, сформировавшиеся из протопланетного газопылевого облака после удара, сообщившего вращающий момент. Поскольку ориентация планет фиксирована относительно звезды, то действующая сила — это возмущающая (приливная) сила.

2. Из-за фиксированной ориентации смены дня и ночи на планетах не происходит — на обращенном к звезде полушарии вечный день, а на обратном полушарии — вечная ночь.

3. По той же причине не происходит смены сезонов (времен года) — на обращенном к звезде полушарии вечное лето, а на обратном — вечная зима.

4. На обращенном к звезде полушарии планеты вокруг «подсолнечной» точки расположено жаркое климатическое «пятно» (соответствующее земному тропическому жаркому поясу). Далее вокруг него располагается кольцо, климат которого соответствует умеренному климатическому поясу Земли, а вблизи терминатора находится холодное климатическое кольцо, соответствующее земному полярному поясу. За терминатором на всем обратном полушарии планеты климат полярный с вечной зимой и вечной темнотой.

Рекомендации по оцениванию: Каждая из четырех частей решения оценивается в 2 балла. Всего 8 баллов.

6. Дано: $D = 15.07.16, T_d = 11^h 50^m, n = 9, \eta = 5^m, T_{\odot} = 10^h 45^m. \varphi - ? \lambda - ?$

Решение: 1. Эти солнечные часы являются горизонтальными. Гномон часов — это

вертикальная ажурная решетка. Наклон верхней линии решетки равен географической широте. Измеряя транспортиром, получаем $\varphi = 43^\circ$ (измеряя стороны треугольника и применяя теорему Пифагора, можно получить тот же результат).

$$2. \quad T_d = T_n + 1^h, \text{ откуда, } T_n = T_d - 1^h = 11^h50^m - 1^h = 10^h50^m$$

$$T_n = T_0 + n^h, \text{ откуда, } T_0 = T_n - n^h = 10^h50^m - 9^h = 1^h50^m$$

$$T_m = T_\odot + \eta = 10^h45^m + 5^m = 10^h50^m$$

$$T_m = T_0 + \lambda, \text{ откуда, } \lambda = T_m - T_0 = 10^h50^m - 1^h50^m = 135^\circ.$$

Рекомендации по оцениванию: Решение задания логично разбивается на две части. Запись данных оценивается в 2 балла. Первая часть — определение географической широты — при любом способе решения оценивается в 2 балла. Вторая часть — определение географической долготы — оценивается в 4 балла. Из них по 1 баллу за определение

поясного времени T_n ,

всемирного времени T_0 ,

среднего солнечного времени T_m и

географической долготы λ (с переводом в угловые единицы измерения).

Поскольку решение связано с измерениями по фотографиям, то близость результата к реальности (Владивосток: $\varphi = 43^\circ07'$; $\lambda = 131^\circ53'$) зависит от точности этих измерений, поэтому результаты $\varphi = 43^\circ \pm 2^\circ$ и $\lambda = 125^\circ \pm 10^\circ$ вполне приемлемы.