

## Астрономия, 9 класс, муниципальный этап

### Общие рекомендации для членов жюри

1. Решение каждой задачи предлагается оценивать по **8-бальной** системе. Максимальное количество баллов присуждается только при наличии объяснения полученного результата.
2. При проверке работ несколькими членами жюри целесообразно распределить задачи между проверяющими так, чтобы одну задачу проверял только один член жюри. Это позволяет сохранить объективность проверки.
3. Организатор олимпиады должен предоставить участнику дополнительные данные, необходимые для получения численного результата в соответствии с содержанием текстов заданий.
4. При численных расчетах необходимо соблюдать правила действия с приближенными величинами.
5. Итоговый результат каждой работы рекомендуется представлять как сумму всех баллов, набранных участниками олимпиады за все задачи.

### Решения

#### Задание 1.

По контуру созвездия, с учетом, что звезда  $\beta$  этого созвездия ярче его звезды  $\alpha$ , устанавливаем название этого созвездия – Близнецы. Самая яркая звезда этого созвездия –  $\beta$  Близнецов или – Поллукс. Солнце находится в созвездии Близнецов с 21 июня по 22 июля.

**Ответ:** Близнецы.  $\beta$  Близнецов (Поллукс). С 21 июня по 22 июля.

#### **Рекомендации для жюри:**

*Определение созвездия по его контуру – 3 балла.*

*Определение яркой звезды  $\beta$  Близнецов – 1 балл.*

*(Определение яркой звезды – Поллукс – 2 балла).*

*Определение месяца (июнь-июль), в котором Солнце находится в этом созвездии – 1 балл.*

*Указание соответствующих дат дает к оценке по 1 баллу.*

#### Задание 2.

При полном солнечном затмении Луна в фазе новолуния закрывает диск Солнца. Полагаем, что координаты Луны совпадают с координатами центра диска Солнца.

По условию Солнце находится в верхней кульминации (полдень), а его склонение примем равным  $\delta = +23^{\circ}26'$ . Для широты  $\varphi$  конкретного пункта примем значение  $\varphi = 57^{\circ}38'$

Связь между высотой Солнца  $h$ , его склонением  $\delta$  и широтой местности  $\varphi$  дается формулой

$$90^{\circ} - h = \varphi - \delta.$$

Отсюда следует

$$h = 90^{\circ} - \varphi + \delta.$$

Подставляя числовые значения величин, получим

$$h = 90^{\circ} - 57^{\circ}38' + 23^{\circ}26' = 55^{\circ}48'.$$

**Ответ:**  $55^{\circ}48'$ .

**Рекомендации для жюри:**

Знание, что солнечные затмения происходят при новолуниях, оценивается в 2 балла.

Учет, что при этом Луна закрывает Солнце, а ее координаты равны координатам Солнца, повышает оценку на 1 балл.

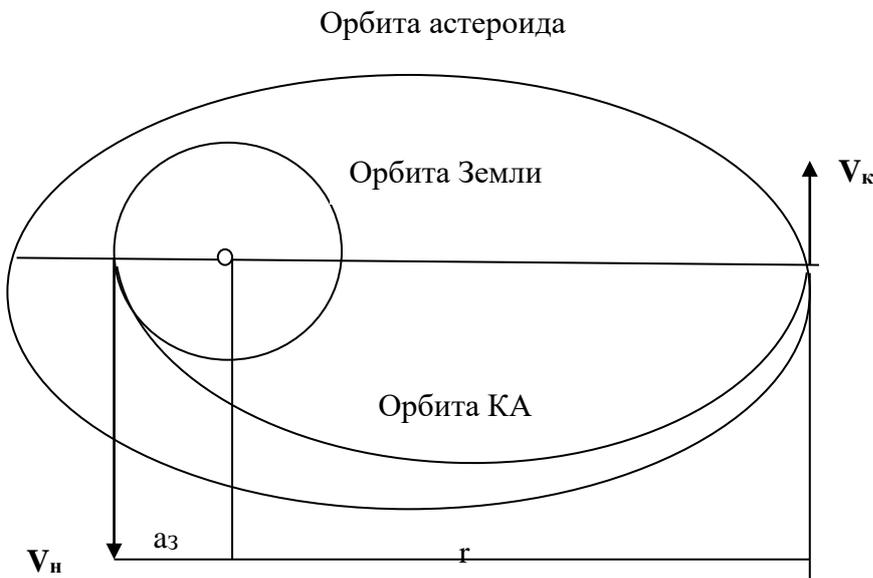
За указание на верхнюю кульминацию небесных тел ставится 1 балл.

Оценки склонения Солнца и широты местности (в диапазоне от  $56^\circ$  до  $59^\circ$ ) дают по 1 баллу.

Верные вычисления повышают оценку на 2 балла.

**Задание 3.**

Предполагаем, что плоскости гелиоцентрических орбит Земли, астероида и космических аппаратов совпадают. Полет космических аппаратов происходит по эллиптическим орбитам – касательным (в начальный и конечный моменты времени) к орбитам Земли и астероида (см. рисунок).



$V_H$  и  $V_K$  – начальная и конечная скорости аппарата.  $r$  – расстояние от Солнца до перигелия ( $r_{П} = a(1 - e)$ ) или афелия ( $r_{А} = a(1 + e)$ ) орбиты астероида.

Время полета аппарата ( $\tau$ ) примем равным половине периода обращения аппарата вокруг Солнца ( $T$ )

$$\tau = \frac{T}{2}.$$

По III закону Кеплера  $T$  и  $a$  – большая полуось орбиты аппарата, – связаны соотношением

$$\frac{T^2}{T_3^2} = \frac{a^3}{a_3^3}.$$

Здесь  $a_3 = 1$  а.е. – большая полуось орбиты Земли.  $T_3 = 1$  год – сидерический период обращения Земли вокруг Солнца.

Очевидно (см. рисунок)

$$a = \frac{a_3 + r}{2}.$$

Тогда,

$$\frac{\tau_A}{\tau_{\Pi}} = \sqrt{\frac{\left(1 + \frac{r_A}{a_3}\right)^3}{\left(1 + \frac{r_{\Pi}}{a_3}\right)^3}} = \sqrt{\frac{\left(1 + \frac{a \cdot (1+e)}{a_3}\right)^3}{\left(1 + \frac{a \cdot (1-e)}{a_3}\right)^3}}$$

Подставляя числовые данные, находим

$$\frac{\tau_A}{\tau_{\Pi}} = 1.3576983 \approx 1.358.$$

**Ответ:** 1.358.

**Рекомендации для жюри:**

*Рисунок оценивается в 2 балла.*

*Определение времени перелета космического аппарата по полу эллипсу через орбитальный период его движения ( $\tau = T/2$ ) дает 2 балла.*

*Ссылка на III закон Кеплера – для систем Солнце–Земля и Солнце–аппарат – повышает оценку на 2 балла.*

*Верные вычисления дают еще 2 балла.*

**Задание 4.**

Освещенности  $E$ , создаваемые небесными телами, и их звездные величины  $m$  связаны соотношением

$$\frac{E_{\text{Л}}}{E_{\text{Ю}}} = 2.512^{m_{\text{Ю}} - m_{\text{Л}}}.$$

Подставляя числовые значения, находим

$$\frac{E_{\text{Л}}}{E_{\text{Ю}}} = 2.512^{-2.7 - (-12.7)} = 2.512^{10}.$$

Поскольку  $2.512^5 = 100$ ,  $2.512^{10} = 100^2$ , то получим

$$\frac{E_{\text{Л}}}{E_{\text{Ю}}} = 10000.$$

Таким образом, Луна ярче Юпитера в 10000 раз.

**Ответ:** Луна. 10000 раз.

**Рекомендации для жюри:**

*Указание на формулу, устанавливающую связь между звездными величинами небесных тел дает 2 балла.*

*Вычисление отношения освещенностей, создаваемых Луной и Юпитером, повышает оценку на 2 балла.*

*Указание, что Луна ярче Юпитера добавляет к общей оценке 4 балла.*

**Задание 5.**

Поскольку большинство галактик подобны нашей Галактике (Млечному Пути), то в искомой галактике ожидается существование следующих объектов: одиночных звезд (стационарных, переменных), кратных звезд, туманностей (газовых и пылевых). Также в ней должны быть гравитационные поля, магнитные поля, электромагнитные поля, космические лучи. В удаленной галактике трудно открыть планеты, спутники планет, кометы, астероиды.

**Ответ:** Звезды. Туманности. Планеты. Малые тела. Физические поля.

**Рекомендации для жюри:**

За указание на открытие звезд ставится 2 балла.

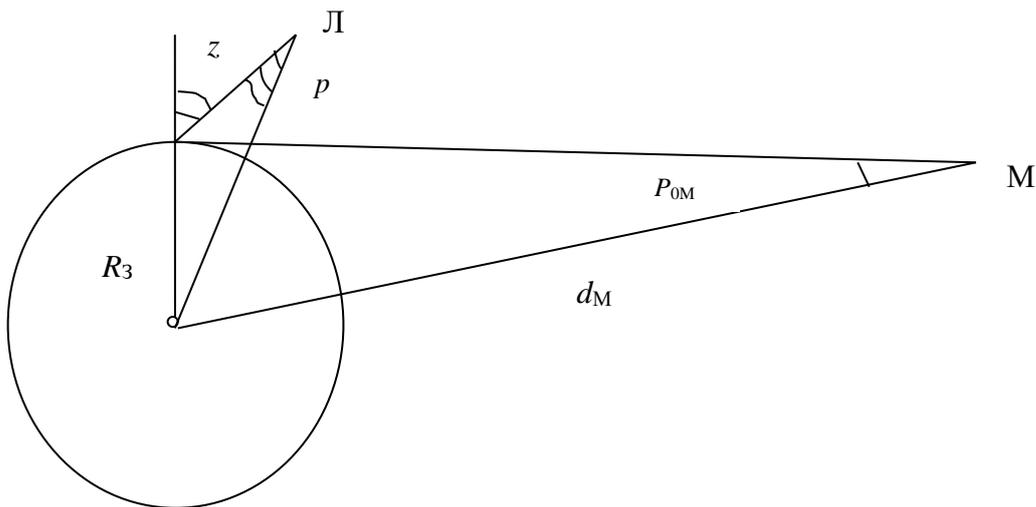
За указание на существование полей – 2 балла.

За указание трудности открытий объектов, подобных объектам Солнечной системы, ставится 4 балла.

**Задание 6.**

Горизонтальный экваториальный параллакс Марса  $p_{0M}$  равен

$$p_{0M} = \frac{R_3}{d_M}. \text{ (см. рисунок)}$$



Здесь  $R_3 = 6378$  км – радиус Земли,  $d_M$  – расстояние от Марса до Земли в противостоянии Марса.

$$d_M = a_M - a_3,$$

где  $a_M = 1.5237$  а.е.,  $a_3 = 1.0000$  а.е.

Суточный параллакс  $p$  Луны (Л) равен

$$p = p_{0L} \cdot \sin z = \frac{R_3}{d_L} \cdot \sin z.$$

где  $d_L = 384400$  км,  $z$  – искомое зенитное расстояние Луны.

Из приведенных соотношений, с использованием условия задачи, находим

$$p_{0M} = p,$$

$$\frac{R_3}{a_M - a_3} = \frac{R_3 \cdot \sin z}{d_L}.$$

Отсюда  $\sin z = \frac{d_{\text{л}}}{a_{\text{м}} - a_{\text{з}}}$ .

Учитывая,

$d_{\text{л}} \ll a_{\text{м}} - a_{\text{з}}$ , ( $z$  - малая величина), найдем

$$z \approx \frac{d_{\text{л}}}{a_{\text{м}} - a_{\text{з}}}.$$

Подставляя числовые значения величин, получим

$$z = \frac{384400 \cdot 10^3 \text{ м}}{1.496 \cdot 10^{11} \cdot (1.5237 - 1.0000) \text{ м}} = 4.9064706 \cdot 10^{-3} \text{ рад} =$$

$$281.12029 \cdot 10^{-3} \text{ градус} \approx 0.2811 \text{ градус}.$$

**Ответ:** 0.2811 градус.

**Рекомендации для жюри:**

*Рисунок оценивается в 2 балла.*

*Определение горизонтального параллакса Марса дает 2 балла.*

*Определение суточного параллакса Луны увеличивает оценку на 2 балла.*

*Определение искомого зенитного расстояния Луны повышает оценку еще на 2 балла.*