

## Астрономия, 7 – 8 классы, 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 или яркой звезде этого созвездия Антарес, определяем, что это созвездие Скорпиона. Солнце находится в этом созвездии с 23 ноября по 30 ноября.

**Ответ:** Скорпион. С 23 ноября по 30 ноября.

#### **Рекомендации для жюри:**

*Определение созвездия по ярчайшим звездам оценивается в 4 балла.*

*За определение месяца, в котором Солнце находится в созвездии Скорпиона, дается еще 2 балла.*

*Указание начальной и конечной даты увеличивает оценку на 2 балла (по 1 баллу за каждую дату).*

#### **Задание 2.**

Полные лунные затмения происходят вблизи полнолуний, а Солнце и Луна при этом располагаются в противоположных точках небесной сферы. Если Луна находилась вблизи точки запада над горизонтом, то Солнце было вблизи точки востока под горизонтом. (Дата была вблизи дня осеннего равноденствия). Следовательно, частные фазы данного лунного затмения для жителей Ярославского региона произошли под утро. (Полную фазу лунного затмения 28 сентября 2015 г. жители региона не могли наблюдать, так как Луна была под горизонтом).

**Ответ:** Под утро.

#### **Рекомендации для жюри:**

*Указание на то, что лунные затмения происходят вблизи полнолуний, оценивается в 4 балла.*

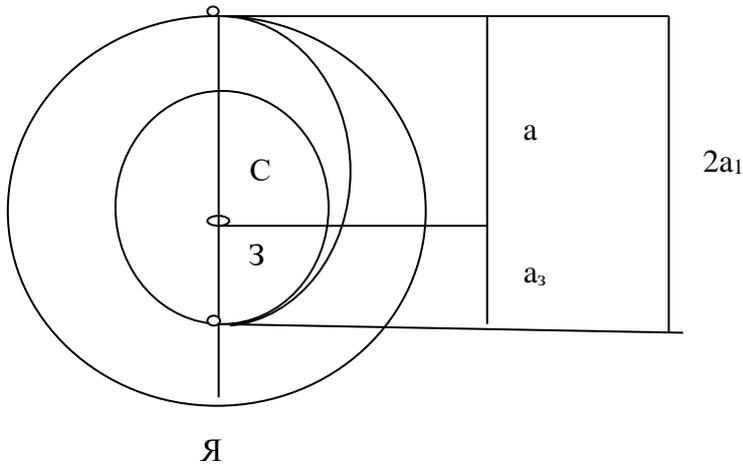
*Указание, что Солнце и Луна, при этом, находятся в противоположных точках небесной сферы, оценивается в 2 балла.*

*За правильный ответ добавляется еще 2 балла.*

*Правильный ответ, но без доказательства, оценивается в 1 – 2 балла.*

**Задание 3.**

Рассмотрим схему перелета космического аппарата с круговой орбиты Земли (З) до «круговой» орбиты астероида (Я) в гравитационном поле Солнца (С) (см. рисунок).



Время перелета аппарата  $\tau$  примем равным половине периода  $T_1$  движения аппарата по эллиптической орбите (для экономии топлива запускаем аппарат в направлении орбитальной скорости Земли, – против хода часовой стрелки, если смотреть с северного полюса мира).

$$\tau = \frac{T_1}{2}.$$

Период обращения аппарата вокруг Солнца  $T_1$  определим из III закона Кеплера.

$$\frac{T_1^2}{T_3^2} = \frac{a_1^3}{a_3^3}.$$

Здесь  $a_1$  и  $a_3 = 1$  а.е. – большие полуоси орбит космического аппарата и Земли, соответственно.  $T_3 = 1$  год – орбитальный период Земли.

Большую полуось гелиоцентрической орбиты космического аппарата определим с помощью рисунка

$$a_1 = \frac{a_3 + a}{2}.$$

Из приведенных выше соотношений находим

$$\tau = \frac{T_3}{4} \cdot \sqrt{\frac{\left(1 + \frac{a}{a_3}\right)^3}{2}}.$$

Подставляя числовые значения величин, получим  $\tau = 1.304$  года.

**Ответ:** 1.304 года.

**Рекомендации для жюри:**

Рисунок оценивается в 1 балл.

Определение времени перелета – половина орбитального периода аппарата по гелиоцентрической орбите – дает 1 балл.

Запись III закона Кеплера (для космического аппарата и Земли) увеличивает оценку на 2 балла.

Определение большой полуоси орбиты космического аппарата дает 2 балла.

Верные вычисления – 2 балла.

**Задание 4.**

Освещенности, создаваемые планетами на Земле, и их звездные величины связаны соотношением

$$\frac{E_B}{E_C} = 2.512^{m_C - m_B}.$$

Подставляя числовые значения величин, получим

$$\frac{E_B}{E_C} = 2.512^{4.8} \approx 100.$$

(С учетом  $2.512^5 = 100$ ). Таким образом, Венера ярче Сатурна приблизительно в 100 раз.

**Ответ:** 100.

**Рекомендации для жюри:**

*Установление соотношения между освещенностями, создаваемыми планетами на Земле, и звездными величинами планет оценивается в 2 балла.*

*Вывод, что Венера ярче Сатурна дает 3 балла.*

*Верное вычисление отношения яркостей планет увеличивает оценку еще на 3 балла.*

**Задание 5.**

Наша Галактика имеет размер  $d = 100000$  световых лет, а астрономическая Вселенная (область пространства–времени, охваченная наблюдениями) простирается на расстояние  $D = 13.9$  миллиардов световых лет (в выбранном направлении).

Тогда

$$N = \frac{2D}{d}.$$

Подставляя числовые данные, получим

$$N = \frac{2 \cdot 13.9 \cdot 10^9}{10^5} = 278000.$$

**Ответ:** 278000.

**Рекомендации для жюри:**

*Указания на характерные размеры нашей Галактики и астрономической Вселенной оцениваются по 2 балла.*

*Удвоенный «размер» Вселенной повышает оценку на 2 балла.*

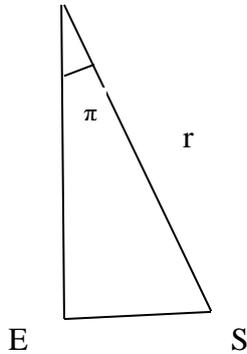
*Правильные вычисления, по порядку величины, добавляют к общей оценке еще 2 балла.*

**Задание 6.**

Расстояние  $r$  до звезды в парсеках определяется по формуле (см. рисунок)

$$r = \frac{1}{\pi''} \cdot \text{пк.}$$

Z



(На рисунке указаны:  $E$  – Земля,  $S$  – Солнце,  $Z$  – звезда,  $ES = 1$  а.е.)

С учетом погрешности в определении годичного параллакса, ошибку  $\Delta r$  в определении расстояния найдем из соотношения

$$\Delta r = \frac{1}{\pi''} - \frac{1}{\pi'' + \Delta \pi''} = \frac{\Delta \pi''}{\pi''(\pi'' + \Delta \pi'')}.$$

С учетом численных значений величин, входящих в это соотношение, получим

$$\Delta r = 90.909 \approx 90.9 \text{ пк.}$$

**Ответ:** 90.9 пк.

**Рекомендации для жюри:**

*Рисунок с определением годичного параллакса оценивается в 2 балла.*

*За представление формулы для вычисления расстояния  $r$  до звезды ставится 2 балла.*

*Вывод выражения для определения погрешности  $\Delta r$  в вычислении расстояния  $r$  до звезды ставится 2 балла.*

*Верные вычисления  $\Delta r$  повышают оценку еще на 2 балла.*