

**ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ  
ПО АСТРОНОМИИ 2024 – 2025 уч. г.  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС.**

**КЛЮЧИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

**Время выполнения 180 мин. Максимальное кол-во баллов – 48.**

**ЗАДАЧА 1.**

**(за полный верный ответ максимально-8 баллов)**

Используя третий закон Кеплера, вычислим большую полуось орбит кометы Галлея и орбиты Юпитера (в рамках Солнечной системы используем сравнение с земной орбитой, учитывая, что период обращения 1 год, а радиус орбиты 1 а.е.):

$$a^3 = T^2$$

Тогда, зная период обращения находим большие полуоси для кометы Галлея и Юпитера:

$$a_1 = \sqrt[3]{T_1^2} = \sqrt[3]{76^2} \approx 18 \text{ а.е.}$$

$$a_2 = \sqrt[3]{T_2^2} = \sqrt[3]{12^2} \approx 5.24 \text{ а.е.}$$

Считаем, что орбита Юпитера круговая, следовательно, максимальное удаление от Солнца составляет 5.24 а.е.

Определим максимальное удаление для кометы Галлея

$$Q = a \cdot (1 + e) = 18 \cdot (1 + 0,967) = 35.4 \text{ а.е.}$$

Следовательно, комета Галлея в максимальном удалении в 6.7 раза дальше чем Юпитер

**Критерии оценивания:**

Приведен расчет большой полуоси на основе третьего закона Кеплера для кометы Галлея и для Юпитера (**по 2 балла**);

Вычислено максимальное удаление кометы Галлея (**2 балла**);

Сделан вывод (**2 балла**).

**ЗАДАЧА 2.**

**(за полный верный ответ максимально-8 баллов)**

Абсолютная звездная величина Солнца примерно  $+5^m$ . Это означает, что Солнце, находясь на расстоянии 10 пк, имело бы видимую звездную величину  $+5^m$ . Если Солнце будет располагаться в 10 раз дальше, то освещенность, создаваемая им (прямо пропорциональная светимости и обратно пропорциональная квадрату расстояния) станет меньше в  $10^2$  раз.

Следовательно, светимость звезды в 100 раз больше, чем светимость Солнца. Тогда для того, чтобы освещенность, создаваемая звездой на планете, совпадала с освещенностью, создаваемой Солнцем на Земле, нужно, чтобы планета располагалась от звезды в 10 раз дальше, чем Земля от Солнца, т.е. искомое расстояние должно равняться 10 а.е.

#### **Критерии оценивания:**

Определена абсолютная звездная величина и указан ее смысл – **1 балл**;  
Определена зависимость освещенности от расстояния – **2 балла**;  
Сделан вывод об освещенности планеты – **2 балла**;  
Определено расстояние до планеты – **3 балла**.

### **ЗАДАЧА 3.**

**(за полный верный ответ максимально-8 баллов)**

Так как угол между плоскостью орбиты Луны и эклиптики  $i = 5^\circ 9'$ , а угол между эклиптикой и небесным экватором,  $\varepsilon = 23^\circ 26'$ , то  $-(i + \varepsilon) \leq \delta_{\text{л}} \leq +(i + \varepsilon)$ , то есть  $-28^\circ 35' \leq \delta_{\text{л}} \leq +28^\circ 35'$ .

Тогда максимальная высота верхней кульминации Луны  $h_{\text{max}} = 90^\circ - \varphi + \delta_{\text{max}}$ ,  $h_{\text{max}} = 65^\circ 23'$ .

В верхней кульминации Луну можно наблюдать на максимальной высоте (конец декабря-начало января) во время полнолуния. В это время направление на Луну практически противоположно направлению на Солнце, то есть Луна находится примерно в той же области небесной сферы (вблизи точки летнего солнцестояния), в какой полгода назад (летом) находилось Солнце. Минимальная высота в момент кульминации возможна летом (конец июня, начало июля) во время полнолуния, так как в это время Луна будет находиться вблизи точки зимнего солнцестояния.

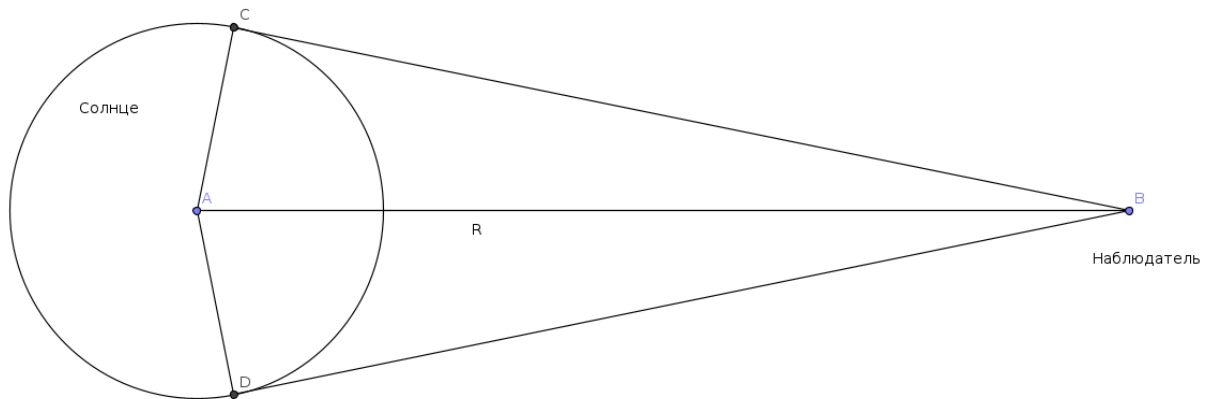
#### **Критерии оценивания:**

Понимают смысл склонения светил -**1балл**;  
Верно определены границы склонения Луны- **1балл**;  
Найдена высота максимальной верхней кульминаций Луны -**2балла**;  
Верно указан месяц наблюдения максимального подъема Луны для верхней кульминации – **2балла**;  
Верно указаны условия при которых происходят названные явления – **1балл**;  
Названо место положения Луны на небесной сфере – **1балл**.

#### ЗАДАЧА 4.

(за полный верный ответ максимально-8 баллов)

Определим расстояние от Солнца до точки наблюдения, из которой угловой размер Солнца будет 1 угловая минута. Рассмотрим чертеж:



В данной задаче угол  $CBD = \alpha = 1'$ , Радиус Солнца  $AC = 697000$  км. Тогда

$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{AC}{R}$ , так как угол мал, то  $\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\alpha}{2}$ , тогда

$\frac{\alpha}{2} = \frac{AC}{R}$  откуда следует, что  $R = \frac{2AC}{\alpha}$

Представим  $1'$  в радианах, это составит  $1' = 2,9 \cdot 10^{-4}$

Подставляем в формулу и получаем

$$R = 4,8 \cdot 10^9 \text{ км.}$$

Переведем данное значение в астрономические единицы:

$R = 32 \text{ а.е.}$ , что соответствует расстоянию от Солнца до Нептуна.

#### Критерии оценивания:

Представлен рисунок для определения углового размера Солнца (2 балла);

Определено расстояние от Солнца (4 балла);

Определена планета (2 балла).

#### ЗАДАЧА 5.

(за полный верный ответ максимально-8 баллов)

Ускорение свободного падения для Земли и Луны

$$g_z = \frac{G M_z}{R_z^2}$$

$$g_l = \frac{G M_l}{R_l^2}$$

Формула для вычисления периода математического маятника

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Подставим в отношение периодов найденные значения:

$$\frac{T_3}{T_{\text{л}}} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{l_3}{g_3}}}{2\pi \sqrt{\frac{l_{\text{л}}}{g_{\text{л}}}}} = \sqrt{\frac{l_3 g_{\text{л}}}{l_{\text{л}} g_3}} = \sqrt{\frac{l_3}{l_{\text{л}}} \cdot 81 \cdot (0.27)^2} = 2.43 \cdot \sqrt{\frac{l_3}{l_{\text{л}}}}$$

Для вычислений используем, что маятники оба секундные, тогда:

$$1 = \frac{l_3}{l_{\text{л}}} \cdot \left(\frac{1}{0.27}\right)^2 \cdot \frac{1}{81}$$

Длина секундного маятника на Земле:

$$l_3 = \frac{T_3^2}{4\pi^2} g_3 = \frac{4 \cdot 9.8}{4\pi^2} = 1 \text{ м}$$
$$l_{\text{л}} = l_3 \cdot \left(\frac{1}{0.27}\right)^2 \cdot \frac{1}{81} = 1 \cdot \left(\frac{1}{0.27}\right)^2 \cdot \frac{1}{81} = 0.169 \text{ м.}$$

#### **Критерии оценивания:**

Приведены формулы ускорения на Земле и на Луне (**1 балл**);

Приведена формула расчета периода колебаний математического маятника (**1 балл**);

Определена длина секундного маятника на Земле (**2 балла**);

Приведены расчеты по определению длины секундного маятника для Луны (**4 балла**).

#### **ЗАДАЧА 6.**

**(за полный верный ответ максимально-8 баллов)**

А) Большая Медведица, латинское название Ursa Major,  $\alpha$  Б.Медведицы ( $\alpha$  UMa) – Дубхе, звездная величина 1,79 m/1,8 m; (**4 балла**);

Б) Большая Медведица – незаходящее созвездие и наблюдается круглый год (**2 балла**);

В) Для Большой Медведицы - оптически двойная звезда Мицар – Алькор (**2 балла**).