

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников  
2023-2024 учебный год  
АСТРОНОМИЯ  
9 класс**

**Критерии оценивания**

Выставление премиальных баллов сверх максимальной оценки за задание не допускается.

**Задание №1**

*Решение:* Земля обращается вокруг оси с запада на восток (поэтому видимое суточное движение светил — с востока на запад). Для остановки суточного движения Солнца необходимо двигаться в противоположном направлении — на запад.

Итого за задание 8 баллов

**Задание №2**

1. Дан ответ на первый вопрос: соединение – 3 балл
2. Дан ответ на второй вопрос: сентябрь – 3 балла
3. Дан ответ на третий вопрос: восход Солнца – 2 балла

Итого за задание 8 баллов.

**Задание №3**

*Решение:* Широта этого пункта  $38^{\circ}47'$  (северная). Поскольку Сириус на небесной сфере расположен севернее, чем Антарес (ближе к небесному экватору), то он проводит над горизонтом больше времени. Кроме того, Сириус – зимняя звезда, а Антарес – летняя, и наблюдать Сириус удаётся дольше ещё и потому, что зимой весь его суточный путь над горизонтом приходится на тёмное время суток

Итого за задание 8 баллов.

**Задание №4**

*Решение.* Вес космонавта  $F = mg$ , где  $m$  — масса космонавта,  $g$  — ускорение свободного падения на поверхности Марса; по сравнению с земным  $g_0$  марсианское  $g = g_0/2.5$ .

$$F = 80 \text{ кг} \times \frac{9.8 \text{ Н/кг}}{2.5} \approx 314 \text{ Н.}$$

Разрешённая точность ответа допускает подстановку  $g_0 \approx 10 \text{ Н/кг}$ .

Итого за задание 8 баллов.

### Задание №5

Объём шара можно вычислить по формуле  $V_{\text{ш}} = 4/3 \pi R^3$ . Объём оболочки – это объём пространства, заключённый между двумя сферами с единым центром и радиусами, равными внутреннему ( $R_i$ ) и внешнему ( $R_o = R_i + \Delta R$ ) радиусам оболочки. Можно вычислить объём оболочки как

$$V = \frac{4}{3} \pi [(R_i + \Delta R)^3 - R_i^3].$$

Поскольку  $R_i \gg \Delta R$ , то последнюю формулу можно упростить. Раскроем куб суммы:

$$V = \frac{4}{3} \pi (R_i^3 + 3R_i^2 \Delta R + 3R_i \Delta R^2 + \Delta R^3 - R_i^3).$$

Здесь  $R_i^3$  сокращается, а из оставшихся членов тот, который содержит  $R_i^2$ , заведомо больше остальных. Таким образом, получаем удобную формулу для вычисления объёма оболочки, чья толщина гораздо меньше радиуса:

$$V = 4\pi R_i^2 \Delta R.$$

Толщина оболочки в астрономических единицах равна

$$\Delta R = 15 \cdot 10^6 / 150 \cdot 10^6 = 0.1 \text{ а. е.}$$

Подставляем значения:

$$V = 4\pi (2 \text{ а. е.})^2 0.1 \text{ а. е.} \approx 5 \text{ а. е.}^3$$

1. Формула объёма шара - 1 балл
  2. Определение объёма оболочки - итого 2 балла
  3. Дан ответ в интервале 5 – 5,3 - 5 баллов.
- Итого за задание 8 баллов.

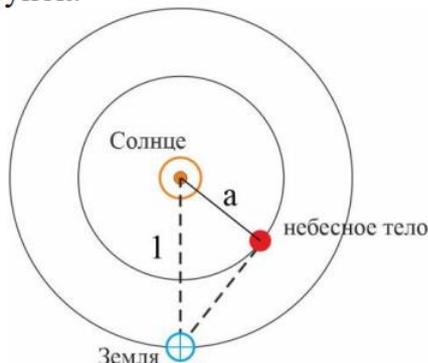
### Задание №6

Воспользуемся 3-м законом Кеплера и определим радиус орбиты  $a$  первого тела (при записи формулы мы сразу подставили период обращения Земли вокруг Солнца 1 год и расстояние Земля-Солнце 1 а. е.):

$$\left(\frac{T}{1}\right)^2 = \left(\frac{a}{1}\right)^3$$

Отсюда  $a = \sqrt[3]{T^2} = 0,67 \text{ а. е.}$  (при вычислениях надо выразить  $T$  в годах).

Для внутреннего тела угловое удаление от Солнца максимально во время элонгации. Нарисуем рисунок:



В получившемся прямоугольном треугольнике мы знаем две стороны, а требуется найти угол, противолежащий катету  $a$ :

$$\sin \alpha = \frac{a}{1} = 0,67.$$

Отсюда  $\alpha \approx 42^\circ$ .

1. Записан 3 закон Кеплера - 1 балл,
  2. Сделан рисунок - 3 балла
  3. Получен прямоугольный треугольник - 2 балла
  4. Дан ответ в интервале  $36,5 - 44,5$  - 2 балла
- Итого за задание 8 баллов.