

Пермский край  
2023-2024 учебный год  
**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО АСТРОНОМИИ  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП  
9 КЛАСС**

**РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕШЕНИЙ**  
**Максимальная оценка за выполнение всех олимпиадных заданий – 50 баллов.**

**Задание 1.** (8 баллов)

Перечислим созвездия южного полушария, в названии которых два слова:

1. Большой Пёс
2. Золотая Рыба
3. Летучая Рыба
4. Райская Птица
5. Столовая Гора
6. Южная Гидра
7. Южная Корона
8. Южная Рыба
9. Южный Крест
10. Южный Треугольник

**Оценивание.** За каждый правильный ответ – 1 балл.

Так как максимальное количество баллов за это задание 8 баллов, то в случае, если участник указал 9 или 10 правильных ответов, выставляется итоговая оценка в 8 баллов.

**Задание 2.** (8 баллов)

1 – Е, 2 – Г, 3 – Д, 4 – А, 5 – З, 6 – Ж, 7 – Б, 8 – В.

**Оценивание.** За каждый правильный ответ – 1 балл. За все правильно указанные ответы участник олимпиады получает 8 баллов.

**Задание 3.** (8 баллов)

- а) Склонение  $\delta$  Солнца в течение года будет меняться в интервале от  $-23,5^\circ$  до  $+23,5^\circ$ .  
б) Значения прямого восхождения  $\alpha$  и склонения  $\delta$  Солнца в день зимнего солнцестояния будут равны:

$$\alpha = 18^{\text{ч}} 0^{\text{м}} 0^{\text{с}}, \delta = -23,5^\circ.$$

- в) Для всех городов России максимальной высоты над горизонтом Солнце достигнет в верхней кульминации в день летнего солнцестояния.

Найдем эту высоту:

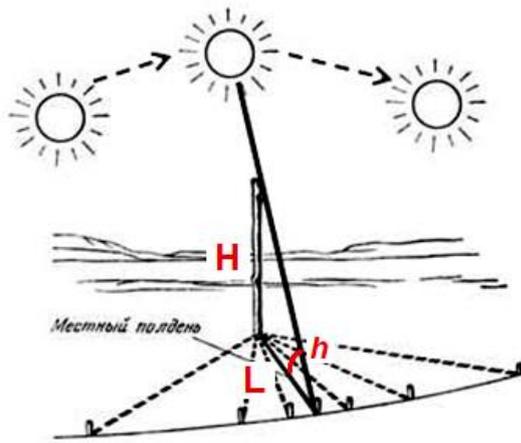
$$h = 90^\circ - \varphi + \delta = 90^\circ - 58^\circ + 23,5^\circ = 55,5^\circ.$$

Чем больше высота Солнца над горизонтом, тем больше угол падения его лучей на поверхность Земли, и тем меньше длина отбрасываемой тени (см. рисунок).

$$\operatorname{tg} h = H / L.$$

Отсюда искомая длина тени:

$$L = H / \operatorname{tg} h = 0,69 \text{ м} = 69 \text{ см}.$$

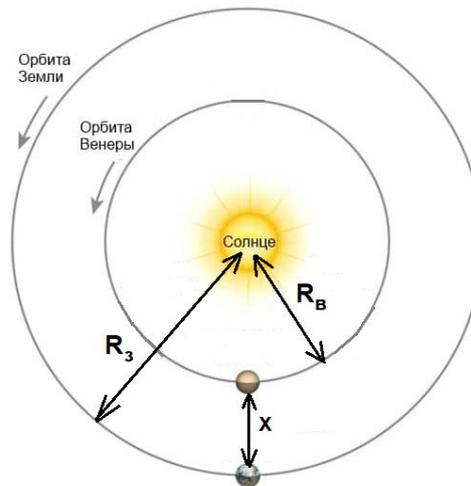


**Оценивание.**

- 1 пункт решения (правильно указан интервал для значений склонения) – 2 балла.
- 2 пункт решения (правильно указаны координаты Солнца в день зимнего солнцестояния) – 2 балла.
- 3 пункт решения (правильно определена длина тени) – 4 балла.

**Задание 4.** (8 баллов)

- 1) Название астрономического явления – прохождение Венеры по диску Солнца (ответ на пункт а) задания).
- 2) Используя фотографию и данные, представленные в условии задания можно определить расстояние между Венерой и Землей в момент фотографирования.
- 3) Сделаем схематичный рисунок:



- 4) Радиус орбиты Земли  $R_3 = 1 \text{ а.е.} = 150 \text{ млн км}$ .
- 5) Из рисунка видно, что расстояние от Земли до Венеры в этот момент равно разности радиусов орбит Земли и Венеры:

$$X = R_3 - R_{\text{В}} = 1 \text{ а.е.} - 0.72 \text{ а.е.} = 0.28 \text{ а.е.} = 42 \text{ млн км.}$$

- 6) Угловой диаметр в радианах равен диаметру Венеры, поделенному на расстояние до неё:  
 $12000 \text{ км} / 42 \text{ млн км} \approx 2.86 \cdot 10^{-4} \text{ рад.}$

В одном радиане содержится  $(360/2\pi) \cdot 3600 \approx 206\,265$  угловых секунд. Значит, угловой диаметр Венеры составляет  $59''$ .

**Оценивание.**

- 1 пункт решения (правильно названо астрономическое явление) – 2 балла.
- 2 пункт решения (утвердительный ответ на вопрос) – 1 балл.

- 3 пункт решения (правильный схематичный рисунок) – 1 балл.  
 4 пункт решения (указано расстояние от Земли до Солнца) – 1 балл.  
 5 пункт решения (найдено искомое расстояние X) – 1 балл.  
 6 пункт решения (найден угловой диаметр Венеры) – 2 балла.

**Задание 5.** (8 баллов)

а) Путь, пройденный планетой Венерой за один полный оборот по круговой орбите, есть

$$S = 2 \cdot \pi \cdot R = 2 \cdot \pi \cdot 0.723 \text{ а.е.} \times 1.496 \cdot 10^8 \text{ км} \approx 680 \text{ млн км.}$$

Здесь учтено, что  $1 \text{ а.е.} = 1.496 \cdot 10^8 \text{ км.}$

б) Орбитальную скорость этой планеты можно определить как

$$V = S / T = 680 \text{ млн км} / (225 \cdot 86400 \text{ с}) = 35 \text{ км/с.}$$

**Оценивание.**

- 1 пункт решения (найден путь Венеры за один оборот) – 4 балла.  
 2 пункт решения (правильно определена орбитальная скорость) – 4 балла.

**Задание 6.** (10 баллов)

- 1) На рисунке представлена невидимая с Земли обратная сторона Луны. Участники могут легко определить это по названиям морей и кратеров на поверхности спутника Земли.
- 2) Для оценки диаметра Моря Москвы на поверхности Луны нужно составить пропорцию. Для этого необходимо измерить на рисунке при помощи обычной миллиметровой линейки диаметр Луны и диаметр Моря Москвы.
- 3) Видно, что данный объект на рисунке не круговой формы, поэтому для расчётов можно брать среднее значение диаметра:

$$d_M \approx 13,5 \text{ мм.}$$

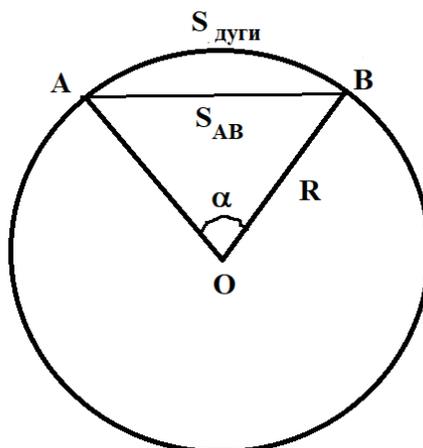
**Примечание!** Если Участник олимпиады использует в расчётах только один из размеров (ширину или высоту, или производит измерение по диагонали), то не следует снижать баллы за этот пункт решения, так как в задании требуется только оценить размер кратера.

4) Представленные ниже в таблице результаты измерений соответствуют длинам, измеренным с распечатанного листа формата А4 с условиями заданий. Составляем пропорцию:

Диаметр Луны, км	Диаметр Луны на рисунке, мм
$D_L = 2 \cdot R = 2 \cdot 1737 \text{ км} = 3474 \text{ км}$	$d_L = 157 \text{ мм}$
Диаметр Моря Москвы, км	Диаметр Моря Москвы на рисунке, мм
$D_M = ???$	$d_M = 13,5 \text{ мм}$

5) Отсюда  $D_M \approx 299 \text{ км.}$

6) Нужно учесть кривизну поверхности Луны.



За счет этой кривизны реальный диаметр Моря Москвы должен быть больше. Сделаем оценки:

$$\sin(\alpha/2) = S_{AB} / (2R) = 299/3474 \approx 0,0861.$$

Так как значение синуса мало, то сам угол  $\alpha$  тоже мал, поэтому кривизна поверхности кратера на полученный результат влияет незначительно. Убедимся в этом:

$$\arcsin(0,0861) = \alpha/2 \approx 4,94^\circ \text{ или } \alpha \approx 9,88^\circ.$$

Зная угол  $\alpha$  можем определить длину дуги окружности:

$$S_{\text{дуги}} = (9,88^\circ \cdot 2\pi R) / 360^\circ = (10,6^\circ \cdot \pi D) / 360^\circ \approx 299,55 \text{ км} \approx 300 \text{ км}.$$

Таким образом, примерный диаметр Моря Москвы на обратной стороне Луны

$$D_M = 300 \text{ км}.$$

**Примечание!** Так как погрешность миллиметровой линейки 0,5 мм, то допускаются в ответе значения размера Моря Москвы в интервале от 280 км до 320 км.

**Оценивание.**

- 1 пункт решения (объект на рисунке – Луна) – 2 балла.
- 2 пункт решения (предложен метод решения задачи) – 2 балл.
- 3 пункт решения (определен средний размер объекта на карте) – 1 балл.
- 4 пункт решения (составлена пропорция) – 2 балла.
- 5 пункт решения (определен диаметр Моря Москвы без учета кривизны поверхности Луны) – 1 балл.
- 6 пункт решения (учет кривизны поверхности Луны, математические расчеты могут отсутствовать, достаточно пояснения на качественном уровне, что кривизна поверхности на итоговый результат влияет незначительно, так как малые углы) – 2 балла.