

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 δ Солнца в течение года будет меняться в интервале от $-23,5^\circ$ до $+23,5^\circ$.
б) Значения прямого восхождения α и склонения δ 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:

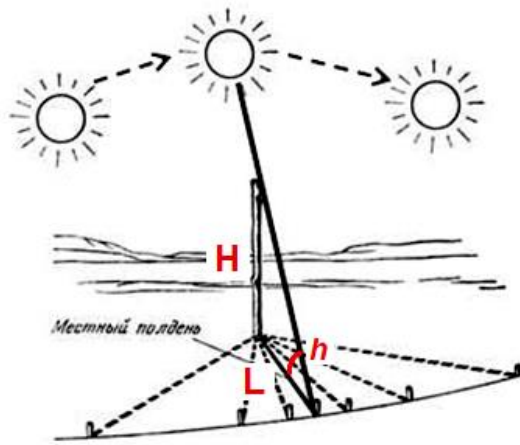
$$h = 90^\circ - \varphi + \delta = 90^\circ - 58^\circ + 23,5^\circ = 55,5^\circ.$$

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.

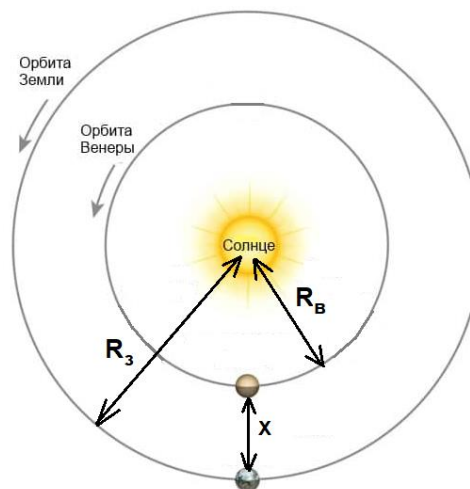
3 пункт решения (правильно определена длина тени) – 4 балла.

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 $R_з = 1 \text{ а.е.} = 150 \text{ млн км.}$

5) Из рисунка видно, что расстояние от Земли до Венеры в этот момент равно разности радиусов орбит Земли и Венеры:

$$X = R_з - R_в = 1 \text{ а.е.} - 0.72 \text{ а.е.} = 0.28 \text{ а.е.} = 42 \text{ млн км.}$$

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:

$$d_M \approx 13,5 \text{ мм.}$$

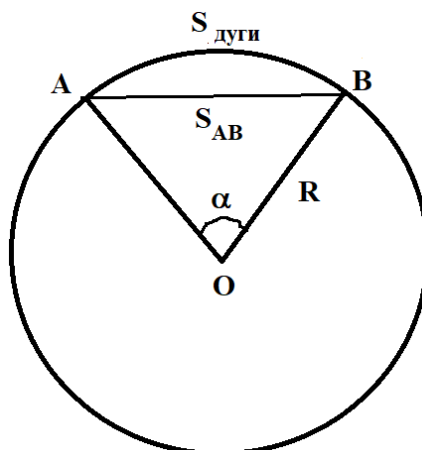
Примечание! Если Участник олимпиады использует в расчётах только один из размеров (ширину или высоту, или производит измерение по диагонали), то не следует снижать баллы за этот пункт решения, так как в задании требуется только оценить размер кратера.

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 α 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 α 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.