

**Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников по астрономии  
10 класс (2015-2016 учебный год)**

**Задача № 1**

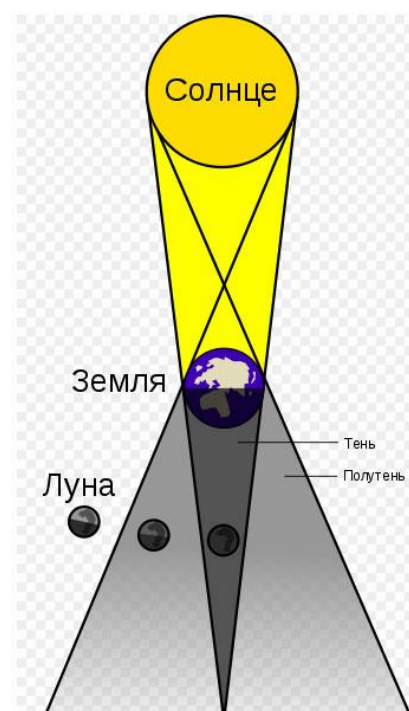
28 сентября 2015 года произошло полное лунное затмение, видимое в Европейской части России. Почему такое затмение можно наблюдать с большей части территории огромной страны одновременно, а солнечное затмение – только из нескольких определённых мест и при этом в разное время?

**Решение:**

1. Солнечные затмения можно видеть только в тех областях Земли, по которым проходит полоса тени Луны. Диаметр тени не превышает 270 км, поэтому полное затмение Солнца одновременно видно лишь на малом участке земной поверхности, а область тени перемещается, поэтому в разных точках полосы затмения оно наступает в разное время. Хотя солнечные затмения случаются чаще лунных, в каждой местности Земли солнечные затмения наблюдаются редко (см. рис.).



2. Луна в момент полного лунного затмения лишается солнечного света, поэтому полное лунное затмение видно из любой точки полушария Земли. Затмение начинается и заканчивается одновременно для всех географических точек, для всех стран. Однако местное время этого явления будет разное.



Критерии оценки	Количество баллов
Описание механизма солнечного затмения (пункт 1)	4 (без схемы – 2 балла)
Описание механизма лунного затмения (пункт 2)	4 (без схемы – 2 балла)

**Задача № 2**

Две одинаковые автоматические межпланетные станции (АМС) совершают мягкие посадки: первая – на Венеру, вторая – на Марс. На какой из планет – Земле, Венере или Марсе – эти АМС имеют наибольший вес? Ускорение свободного падения на Земле и Венере считать одинаковыми, а на Марсе  $g = 3,7 \text{ м/с}^2$ .

**Решение:**

Наибольший вес – на Земле. Вес АМС на Венере меньше из-за более плотной, чем земная, атмосферы. На Марсе – вес наименьший.

Критерии оценки	Количество баллов
Наличие только верного ответа	2
Указание на более плотную, по сравнению с земной, атмосферу Венеры	4
Наличие полного верного и обоснованного ответа	8

### Задача № 3

В 1054 году в нашей Галактике вспыхнула сверхновая. В настоящее время на этом месте наблюдается Крабовидная туманность, внутри которой расположен самый знаменитый пульсар NP0531. Измерение лучевых скоростей газа в туманности показало, что она расширяется со скоростью около  $1200 \text{ км/с}$ . Угловой диаметр туманности около  $5'$ . Определите расстояние до Крабовидной туманности.

#### Решение:

1. Туманность начала расширяться примерно 960 лет назад, скорость расширения около  $1200 \text{ км/с}$ . Поэтому линейный размер (радиус) Крабовидной туманности  $r = 3,03 \cdot 10^{10} \text{ с} \cdot 1200 \text{ км/с} = 3,63 \cdot 10^{13} \text{ км} = 1,17 \text{ пк}$ .

2. Угловой радиус туманности  $\alpha$  связан с линейным радиусом  $r$  и расстоянием до неё  $R$  соотношением

$$\frac{r}{R} = \text{tg} \alpha. \quad (1)$$

3. С учётом малости угловых размеров, получим  $R = \frac{r}{\alpha} = \frac{1,17}{2,5'} = \frac{1,17}{7,27 \cdot 10^{-4}} = 1,61 \text{ кпк}$ .

**Ответ:**  $R = 1,61 \text{ кпк}$ .

Критерии оценки	Количество баллов
Расчёт линейного размера туманности (пункт 1)	3
Запись соотношения для параметров туманности (1) (пункт 2)	2
Окончательный расчёт (пункт 3)	3

### Задача № 4

Существует ли в Солнечной системе такая планета, синодический период обращения которой равен одному году?

#### Решение:

1. На вопрос задачи можно ответить, определив большую полуось  $a$  орбиты планеты.

2. Из уравнений синодического движения находим сидерический период обращения планеты. Возможны два случая:

$$1) \quad \frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\oplus}} \Rightarrow T = \frac{T_{\oplus} \cdot S}{S + T_{\oplus}}, \quad T = \frac{1}{1+1} = 0,5 \text{ года}$$

$$2) \quad \frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T} \Rightarrow T = \frac{T_{\oplus} \cdot S}{S - T_{\oplus}}, \quad T = \frac{1}{1-1} = \infty$$

Второй случай не реализуется.

3. Для определения « $a$ » воспользуемся третьим законом Кеплера.

$$\left(\frac{T}{T_{\oplus}}\right)^2 = \left(\frac{a}{a_{\oplus}}\right)^3 \Rightarrow a = a_{\oplus} \cdot \left(\frac{T}{T_{\oplus}}\right)^{\frac{2}{3}} = 0,5^{\frac{2}{3}} = 0,63 \text{ а. е.}$$

4. Рассмотрев справочные данные о характеристиках орбит планет солнечной системы, заключаем, что в солнечной системе такой планеты нет.

**Ответ:** нет.

Критерии оценки	Количество баллов
Определение сидерического периода (пункт 2)	3
Определение величины большой полуоси планеты (пункт 3)	3
Вывод об отсутствии планеты в солнечной системе (пункт 4)	2

### Задача № 5

Две сливающиеся нейтронные звезды обращаются вокруг общего центра масс таким образом, что они касаются друг друга. Найдите период орбитального движения, если их радиусы  $10 \text{ км}$ , а массы  $2,8 \cdot 10^{30} \text{ кг}$ .

#### Решение:

1. Будем считать среднюю плотность нейтронных звёзд постоянной. С одной стороны, каждая звезда притягивается к другой с силой

$$F = G \frac{m^2}{4R^2}, \quad (1)$$

где  $R$  – радиус нейтронной звезды.

2. С другой – движутся по окружности под действием центростремительной силы

$$F = \frac{mv^2}{R}. \quad (2)$$

3. Приравнявая соотношения (1) и (2), с учётом того, что  $v = \frac{2\pi}{T} R$  (3), получим

$$T = \sqrt{\frac{16\pi^2 R^3}{Gm}} = 0,92 \text{ мс.}$$

**Ответ:**  $T = 0,92$  мс.

Критерии оценки	Количество баллов
Запись соотношения (1) (пункт 1)	2
Запись соотношения (2) (пункт 2)	2
Запись соотношения (3) и окончательный расчёт (пункт 3)	4

### Задача № 6

Предложите метод определения диаметра Луны по известному радиусу лунной орбиты, основанный на использовании подручных приборов и материалов.

#### Решение:

1. Выполнять определение диаметра следует в полнолуние.

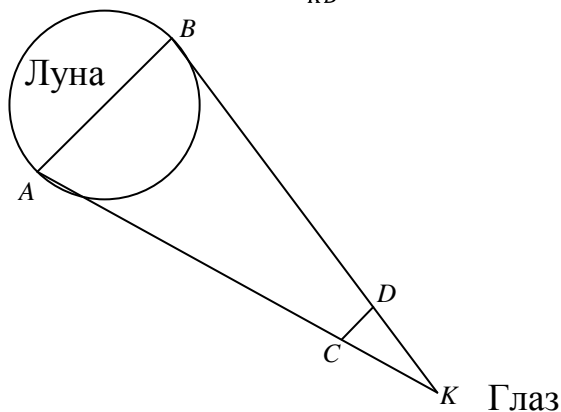
2. Берут миллиметровую линейку и, держа её на расстоянии вытянутой руки, совмещают начало с краем диска Луны, а большим пальцем отмечают деление, которое приходится на второй край светила (длина  $CD$ ). Измеряют расстояние  $KD$  от линейки до глаз наблюдателя.

3. Треугольники  $KCD$  и  $KAB$  (см. рис) подобны, откуда следует:

$$\frac{AB}{CD} = \frac{KB}{KD}. \quad (1)$$

4. Из (1) выражают искомое расстояние  $AB$  и, по известному расстоянию от глаз наблюдателя до Луны  $KB$  выполняют расчёт:

$$AB = CD \frac{KB}{KD}.$$



Критерии оценки	Количество баллов
Указание условий проведения измерений (пункт 1)	2
Описание метода измерений (пункт 2)	2
Запись соотношения (1) (пункт 3)	2
Запись расчётной формулы (пункт 4)	2

**Примечание:** *полное и правильное решение каждой задачи оценивается в 8 баллов.*