

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по астрономии, 2019 г.

9 класс

РЕШЕНИЯ

1. 11 ноября 2019 года произойдёт редкое астрономическое явление – прохождение Меркурия по диску Солнца. К сожалению, в Йошкар-Оле начало явления (15ч 36м по московскому времени) будет происходить практически во время захода Солнца. К тому же увидеть на диске Солнца Меркурий из-за малости его угловых размеров можно только с помощью телескопа, который обязательно, во избежание повреждения глаз, нужно оснастить специальным солнечным фильтром. Либо можно спроецировать изображение Солнца на экран.

Вычислите угловой диаметр Меркурия и определите, какое минимальное увеличение необходимо применить, чтобы увидеть его диск на фоне Солнца.

Воспользуйтесь следующими данными: большая полуось орбиты Меркурия $a_M = 0,387$ а.е., радиус Меркурия $R_M = 2440$ км, разрешающая способность глаза $1'$.

Прохождение по диску Солнца случается, когда Меркурий в нижнем соединении. Расстояние от Земли до Меркурия в это время

$$r = 1 \text{ а.е.} - 0,387 \text{ а.е.} = 0,613 \text{ а.е.} = 91,7 \text{ млн. км.}$$

$D_M = r \cdot \frac{\delta_M''}{206265''}$, где $D_M = 2R_M = 4880$ км - диаметр Меркурия. Значит, угловой диаметр Меркурия составляет

$$\delta_M'' = \frac{D_M \cdot 206265''}{r} = \frac{4880 \text{ км} \cdot 206265''}{91,7 \cdot 10^6 \text{ км}} \approx 11''.$$

Т.к. разрешающая способность глаза $1' = 60''$, минимальное необходимое увеличение:

$$G = \frac{60''}{11''} \approx 5,5^x$$

2. На какой долготе местное среднее солнечное время совпадает с московским временем?

Московское время отличается от всемирного на 3 часа (2 часа поясных и 1 час декретный) $T_M = T_0 + 3^ч$.

Местное время от всемирного отличается на долготу $T_m = T_0 + \lambda$.

$$T_0 + \lambda = T_0 + 3^ч \Rightarrow \lambda = 3^ч = 45^\circ \text{ в. д.}$$

3. Некоторое светило в Петербурге (60°с.ш.) в верхней кульминации оказывается вдвое выше над горизонтом, чем в нижней кульминации. Найдите склонение светила.

1) Допустим, что в верхней кульминации светило наблюдается к югу от зенита, тогда:

$$h_B = 90^\circ - \varphi + \delta = 2h_H = 2 \cdot (\varphi + \delta - 90^\circ)$$

$$\delta = 270^\circ - 3\varphi = 270^\circ - 3 \cdot 60^\circ = 90^\circ$$

Это формальное решение получилось для полюса мира, который остаётся неподвижным. Поищем решение для светила, у которого наблюдаются верхняя и нижняя кульминации.

2) Пусть верхняя кульминация проходит к северу от зенита, тогда:

$$h_B = 90^\circ - \delta + \varphi = 2h_H = 2 \cdot (\varphi + \delta - 90^\circ)$$

$$\delta = \frac{270^\circ - \varphi}{3} = \frac{270^\circ - 60^\circ}{3} = 70^\circ$$

4. В ночь на 1 января 1801 года была открыта карликовая планета Церера, которая оказалась в противостоянии на расстоянии 1,75 а.е. от Земли. Орбита Цереры близка к круговой. Сколько полных оборотов вокруг Солнца сделала Церера с тех пор до начала 2019 года?

Поскольку Церера была в противостоянии на расстоянии от Земли 1,75 а.е., большая полуось её орбиты составляет $1,75 \text{ а.е.} + 1 \text{ а.е.} = 2,75 \text{ а.е.}$

Из 3-го закона Кеплера найдём период обращения Цереры:

$$T = \sqrt{a^3} = \sqrt{(2,75 \text{ а.е.})^3} = 4,56 \text{ года}$$

За $2019 - 1801 = 218$ лет Церера совершила $218 : 4,56 = 47,8$, т.е. **47 полных оборотов.**

5. Расстояние до Сириуса (2,7 пк) уменьшается на 8 км ежесекундно. Через сколько лет блеск Сириуса возрастет вдвое?

Поскольку блеск обратно пропорционален квадрату расстояния, для того, чтобы он увеличился в 2 раза расстояние должно уменьшиться в $\sqrt{2}$ раз, т.е. сократиться до $\frac{2,7 \text{ пк}}{\sqrt{2}} = 1,91 \text{ пк}$. Для этого Сириус должен приблизиться на

$2,7 - 1,91 = 0,79 \text{ пк}$. Это должно произойти через $\frac{0,79 \text{ пк} \cdot 206265 \text{ а.е./пк} \cdot 150 \cdot 10^6 \text{ км/а.е.}}{8 \frac{\text{км}}{\text{с}} \cdot (365,25 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с})} \approx$

97 000 лет.

6. Лунное затмение наблюдается на восходе Луны. Какое сейчас время суток?

Лунное затмение происходит только в полнолуние, когда Солнце находится напротив Луны. Поскольку Луна восходит в восточной стороне неба, Солнце в это время заходит в западной стороне. Значит, сейчас вечер.