

# LXXVII Московская астрономическая олимпиада

Теоретический тур. 2023 г.

7 класс

## Задача 1

Полное центральное солнечное затмение наблюдали в Калининграде, Петропавловске-Камчатском и Ташкенте. В каком городе продолжительность полной фазы затмения была больше и почему? В каком порядке наступала полная фаза затмения в этих городах? В какое время суток?

## Задача 2

Известно, что один атом нейтрального водорода в межзвёздных облаках излучает на длине волны 21 см в среднем 1 раз за 11 млн. лет. Определите, насколько много таких фотонов излучается за 1 секунду в нашей Галактике, если масса межзвёздного газа составляет 2% от массы Галактики.

## Задача 3

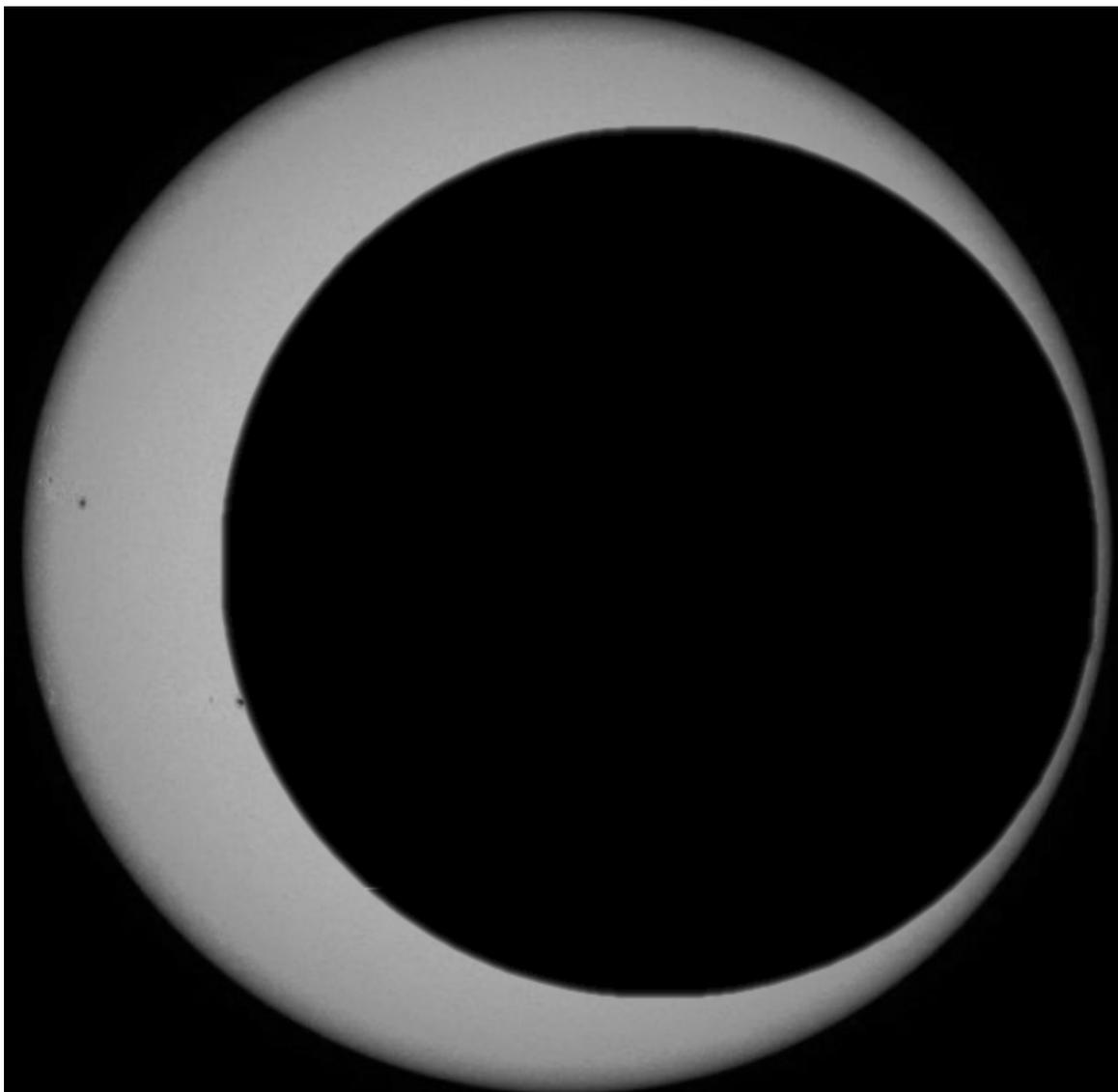
Вокруг далёкой звезды вращается планета — горячий нептун. Под действием излучения звезды планета непрерывно теряет атмосферу со скоростью  $\dot{M} = 2 \times 10^8$  кг/с. Вспышки в атмосфере звезды сопровождаются корональными выбросами массы, каждый из которых приводит к дополнительной потере вещества планетой  $\Delta M = 10^{-10} M$ , где  $M = 1.37 \times 10^{26}$  кг. Вспышки бывают трёх типов, приводящих к потере массы планетой со скоростью  $225\dot{M}$ ,  $70\dot{M}$  и  $44\dot{M}$ . Определите продолжительность каждого типа вспышек. Через какое время планета полностью потеряет всю атмосферу, если атмосфера составляет 16% массы планеты, а вспышки происходят каскадом из всех трёх типов: 2 сильных, 3 средних и 4 слабых? Считать, что между каскадами проходит 11 лет, а между вспышками в каскаде — 20 дней.

## Задача 4

Древние греки пользовались календарём, в котором все месяцы начинались новолунием и длились 29 или 30 дней, а средняя продолжительность календарного года была равна продолжительности тропического года. Для этого  $N$  раз за восемь лет вставляли дополнительный месяц. В то же время в Персии использовался подобный календарь, в котором вставляли  $M$  дополнительных месяцев за 19 лет. Определите  $M$  и  $N$ . За какое время в каждом из календарей накапливалась ошибка в 7 дней по сравнению с тропическим годом?

**Задача 5**

На рисунке показано затмение Солнца, которое когда-нибудь смогут наблюдать наши далёкие-далёкие потомки. Через сколько лет это произойдёт, если Луна удаляется от Земли с постоянной скоростью 3 см/год? Как долго будет длиться затмение (все фазы в сумме), если скорость движения Луны по орбите станет равна 930 м/с? Как часто будут происходить затмения? Считайте, что орбита Луны со временем станет круговой и лежащей в плоскости эклиптики, а радиус Солнца останется неизменным.



## Справочные данные

### Данные о Солнце, Земле, Луне и Галактике

Светимость Солнца	$L_{\odot} = 3.827 \times 10^{26} \text{ Вт}$
Видимая звёздная величина Солнца	$m_{\odot} = -26.78^{\text{m}}$
Абсолютная болометрическая звёздная величина Солнца	$M_{\odot} = 4.72^{\text{m}}$
Эффективная температура Солнца	$T_{\odot} = 5800 \text{ К}$
Солнечная постоянная	$E_{\odot} = 1360.8 \text{ Вт м}^{-2}$
Тропический год	$= 365.24219 \text{ сут}$
Звёздные сутки	$T_{\zeta} = 23 \text{ ч } 56 \text{ мин } 04 \text{ с}$
Наклон экватора к эклиптике	$\varepsilon = 23^{\circ} 26' 21.45''$
Синодический месяц	$S_{\zeta} = 29.53059 \text{ сут}$
Видимая звёздная величина полной Луны	$m_{\zeta} = -12.7^{\text{m}}$
Число звёзд в нашей Галактике	$= 10 \times 10^{11}$
Радиус диска нашей Галактики	$= 20 \text{ кпк}$
Масса нашей Галактики (в массах Солнца)	$= 2 \times 10^{12}$

### Астрономические и физические постоянные

Гравитационная постоянная	$G = 6.674 \times 10^{-11} \text{ м}^3 \text{ кг}^{-1} \text{ с}^{-2}$
Скорость света в вакууме	$c = 2.998 \times 10^8 \text{ м с}^{-1}$
Постоянная Стефана-Больцмана	$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ кг с}^{-3} \text{ К}^{-4}$
Масса протона	$m_{\text{p}} = 1.67 \times 10^{-27} \text{ кг}$
Астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} = 1.496 \times 10^{11} \text{ м}$
Парсек	$1 \text{ пк} = 3.086 \times 10^{16} \text{ м}$

### Характеристики Солнца, планет и некоторых спутников

Объект	Большая полуось, а.е.	Эксцентриситет	Орбитальный период	Масса, кг	Радиус, тыс. км	Осевой период
Солнце				$1.989 \times 10^{30}$	697	25.38 сут
Меркурий	0.3871	0.2056	87.97 сут	$3.302 \times 10^{23}$	2.44	58.65 сут
Венера	0.7233	0.0068	224.70 сут	$4.869 \times 10^{24}$	6.05	243.02 сут
Земля	1	0.0167	365.26 сут	$5.974 \times 10^{24}$	6.37	23.93 ч
Луна	0.00257	0.0549	27.322 сут	$7.348 \times 10^{22}$	1.74	27.32 сут
Марс	1.5237	0.0934	686.98 сут	$6.419 \times 10^{23}$	3.40	24.62 ч
Юпитер	5.2028	0.0483	11.862 лет	$1.899 \times 10^{27}$	71.5	9.92 ч
Сатурн	9.5388	0.0560	29.458 лет	$5.685 \times 10^{26}$	60.3	10.66 ч
Уран	19.1914	0.0461	84.01 лет	$8.683 \times 10^{25}$	25.6	17.24 ч
Нептун	30.0611	0.0097	164.79 лет	$1.024 \times 10^{26}$	24.7	16.11 ч