

LXXVII Московская астрономическая олимпиада

Теоретический тур. 2023 г.

8 класс

Задача 1

Самолёт на высоте $h = 10$ км пролетает над Сингапуром (широта $\varphi \approx 0^\circ$) в день весеннего равноденствия. Пассажиры видят восход Солнца. Определите минимальное расстояние до точки на поверхности Земли, где в этот момент видно восход Солнца. На сколько градусов долгота этой точки отличается от долготы Сингапура? Атмосферной рефракцией пренебречь.

Задача 2

Отправился Иван-царевич искать вещь удивительную, Чудом называемую. Баба Яга сказала ему, что, когда в первый день нового года в Столице Солнце садится, над Чудом полдень ещё. Кот Баюн утверждал, что красавицу Вегу не отыскать там на небе. Кощей же после уговоров сознался, что был в тех местах, когда долго Солнце на небо не возвращалось, а большая часть звёзд там движется так, что самое высокое положение звезды отличается от самого низкого на двадцатую часть круга. Найдите координаты места, где спрятано Чудо, если год в том царстве начинается в день осеннего равноденствия, а долгота Столицы равна 50° в.д.

Задача 3

Скопление галактик в Деве содержит 2000 галактик и занимает на небе область диаметром 8° . В центре этого скопления находится галактика M87, удалённая от Солнца на расстояние 16.5 Мпк. Определите среднее расстояние между галактиками в скоплении, если считать, что внутри скопления галактики распределены равномерно.

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?

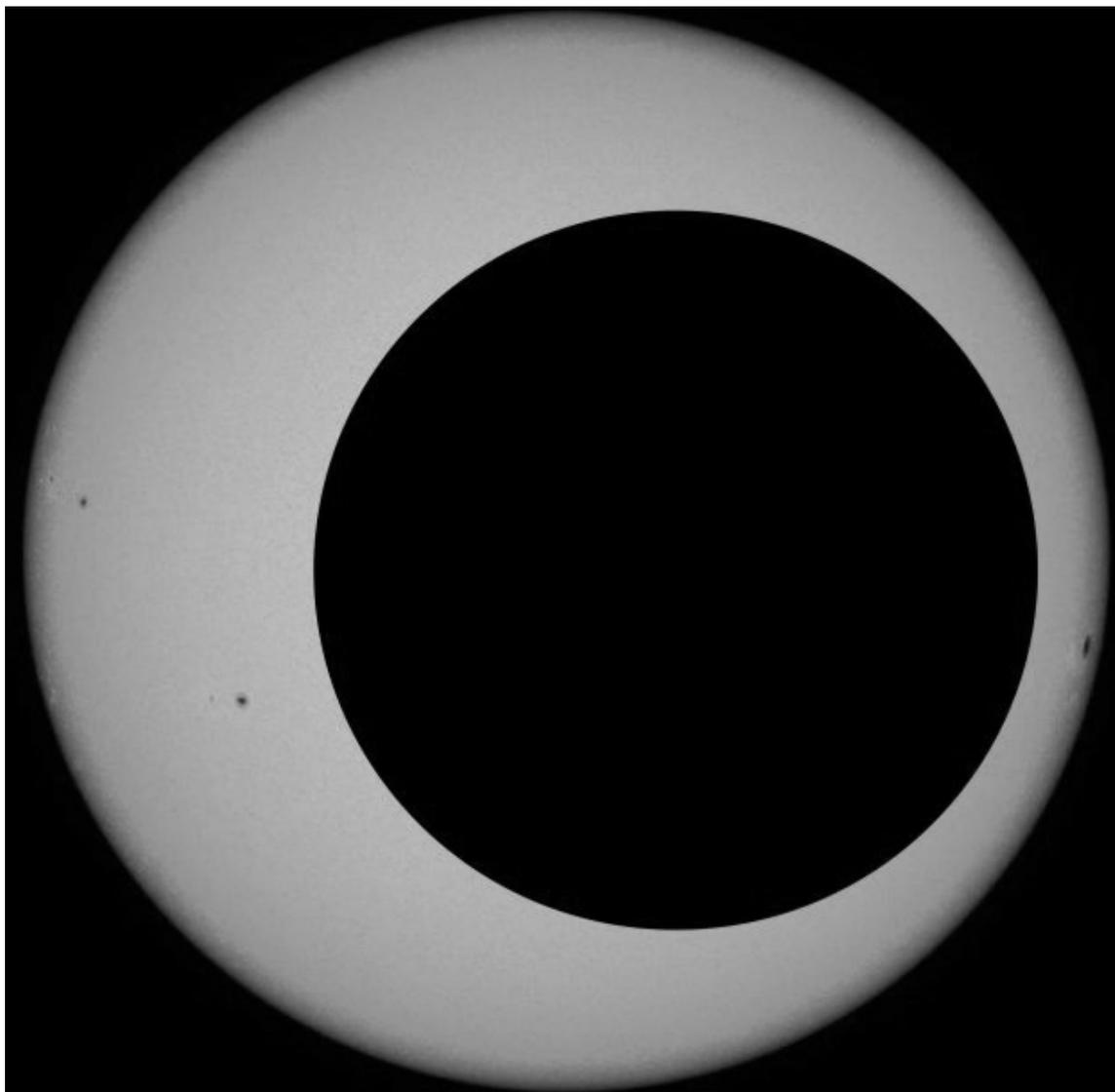
Задача 5

Спиральная галактика имеет диск радиуса 10 кпк. Равномерно по диску галактики разбросано множество разумных цивилизаций, где астрономы ведут наблюдения за центром галактики. В некоторый момент на сверхмассивную дыру в центре этой галактики падает звезда, что приводит к яркой вспышке излучения. Через какое время об этом событии узнает половина цивилизаций в этой галактике? Ответ дайте в годах.

Одновременно со вспышкой перпендикулярно диску галактики со скоростью 15 000 км/с вылетел сгусток вещества звезды. Какая доля цивилизаций будет видеть этот сгусток на угловом расстоянии большем 5° к моменту, когда все цивилизации узнают о вспышке?

Задача 6

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, а радиус Солнца растёт на $1.2\%R_\odot$ каждые 100 млн.лет? Как долго будет длиться затмение (все фазы в сумме)? Как часто будут происходить затмения? Считайте, что орбита Луны со временем станет круговой и лежащей в плоскости эклиптики.



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