

LXXVIII Московская астрономическая олимпиада

Теоретический тур. 2024 г.

9 класс

Задача 1

Северный полюс мира для Марса находится в созвездии Лебедя рядом с границей с Цефеем. Наблюдатель на Марсе обнаружил, что максимальное смещение звезды Альдерамин (α Цефея) за половину марсианского года из-за параллакса составляет $\rho = 0.2''$. Вычислите расстояние до этой звезды в световых годах. Чему равны большая и малая полуоси параллактического эллипса Альдерамина для наблюдателя на Земле?

Задача 2

В 1978 году в военно-морской обсерватории США во Флагстаффе (Аризона, примерно 600 км от тихоокеанского побережья) проводились наблюдения Плутона на основании которых Джеймс Кристи 22 июня открыл спутник Плутона Харон. Для подтверждения своего открытия Кристи сделал новую фотографию 2 июля 1978 года в 4 часа по всемирному времени, где Харон был найден в предсказанном положении. В какой день недели была сделана эта фотография?

Задача 3

Вокруг красного карлика Солоса вращается землеподобная планета Земос. У планеты есть спутник Лунос. Иногда на Земосе наблюдаются полные затмения Луноса. На какую минимальную высоту над поверхностью Земоса надо подняться наблюдателю, чтобы одновременно видеть центры дисков Солоса и Луноса во время максимальной фазы центрального затмения Луноса? Влиянием атмосферы Земоса пренебречь. Ответ приведите в километрах и округлите до целого. Параметры этой системы приведены в таблице.

Параметр	Значение, км
Радиус Земоса (сжатием пренебречь)	6000.0
Расстояние Земос–Лунос	38000.0
Расстояние Земос–Солос	1500000

Задача 4

Один инопланетянин, оказавшийся случайно на сборах команды России по астрономии, пытается показать школьникам свою родную звезду. Он навёл в нужную сторону телескоп (диаметр объектива $D = 150$ мм, фокусное расстояние $F = 450$ мм, фокусное расстояние окуляра $f = 30$ мм) и сказал, что звезда едва видна в центре поля зрения. Известно, что диаметр зрачков инопланетянина $\delta = 20$ мм, а невооружённым глазом он видит звёзды до $m_A = 8^m$. Смогут ли участники сборов разглядеть звезду в этот телескоп?

Задача 5

Путешественники, оказавшиеся на необитаемом острове, наблюдали за одной из звёзд. Они не смогли определить, входит ли эта звезда в созвездие Южный Крест или астеризм Ложный Крест. Выяснилось, что высота верхней кульминации этой звезды составляет $h_{\text{в}} = 67.5^\circ$, а высота нижней кульминации — $h_{\text{н}} = 7.5^\circ$. Нижняя кульминация этой звезды 5 октября произошла в полночь. У путешественников были обычные часы, показывающие московское время. Оказалось, что в момент местной полуночи стрелки на циферблате часов показывают 3 часа 51 минуту. Определите координаты острова и звезду, за которой следили путешественники.

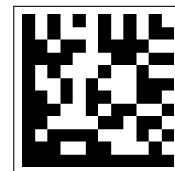
Звезда	Прямое восхождение	Склонение	Звезда	Прямое восхождение	Склонение
Акрукс (α Cru)	12.5 ^h	-63°	Авиор (ε Car)	8.4 ^h	-60°
Мимоза (β Cru)	12.8 ^h	-60°	Аспидиске (ι Car)	9.3 ^h	-59°
Гакрукс (γ Cru)	12.5 ^h	-57°	Маркеб (κ Vel)	9.4 ^h	-55°
Имаи (δ Cru)	12.3 ^h	-59°	Альсефина (δ Vel)	8.7 ^h	-55°

Задача 6

Вам дана таблица, в которой указаны расстояния D от Земли до кометы 81P/Wild в 2022 и 2023 годах, а также разность эклиптических долгот $\Delta\lambda$ кометы и Солнца (положительные значения соответствуют положению кометы к востоку от Солнца). Комета движется в плоскости эклиптики.

- Вам дан рисунок, на котором изображено Солнце, орбита Земли и Земля на 1 января 2022 года. Вид из северного полюса эклиптики. Нанесите на него положения кометы в каждый из указанных в таблице моментов времени. Примерно обозначьте орбиту кометы.
- Определите расстояние перигелия кометы.
- В каком созвездии наблюдалась комета, когда она проходила перигелий?
- Комета совершает один оборот вокруг Солнца за 6.4 года. На какое максимальное расстояние от Солнца она может удаляться?
- Оцените скорость кометы в перигелии. Во сколько раз она больше круговой скорости на том же расстоянии от Солнца?

Дата	D , а. е.	$\Delta\lambda$, $^\circ$	Дата	D , а. е.	$\Delta\lambda$
01.01.2022	2.59	125.8°	01.01.2023	1.85	-59.8°
01.03.2022	3.11	71.1°	01.03.2023	1.55	-84.6°
01.05.2022	3.41	30.5°	01.05.2023	1.25	-131.0°
01.07.2022	3.24	0.6°	01.07.2023	1.44	158.5°
01.09.2022	2.76	-24.4°	01.09.2023	2.39	101.6°
01.11.2022	2.24	-42.5°	01.11.2023	3.53	57.8°



9
класс

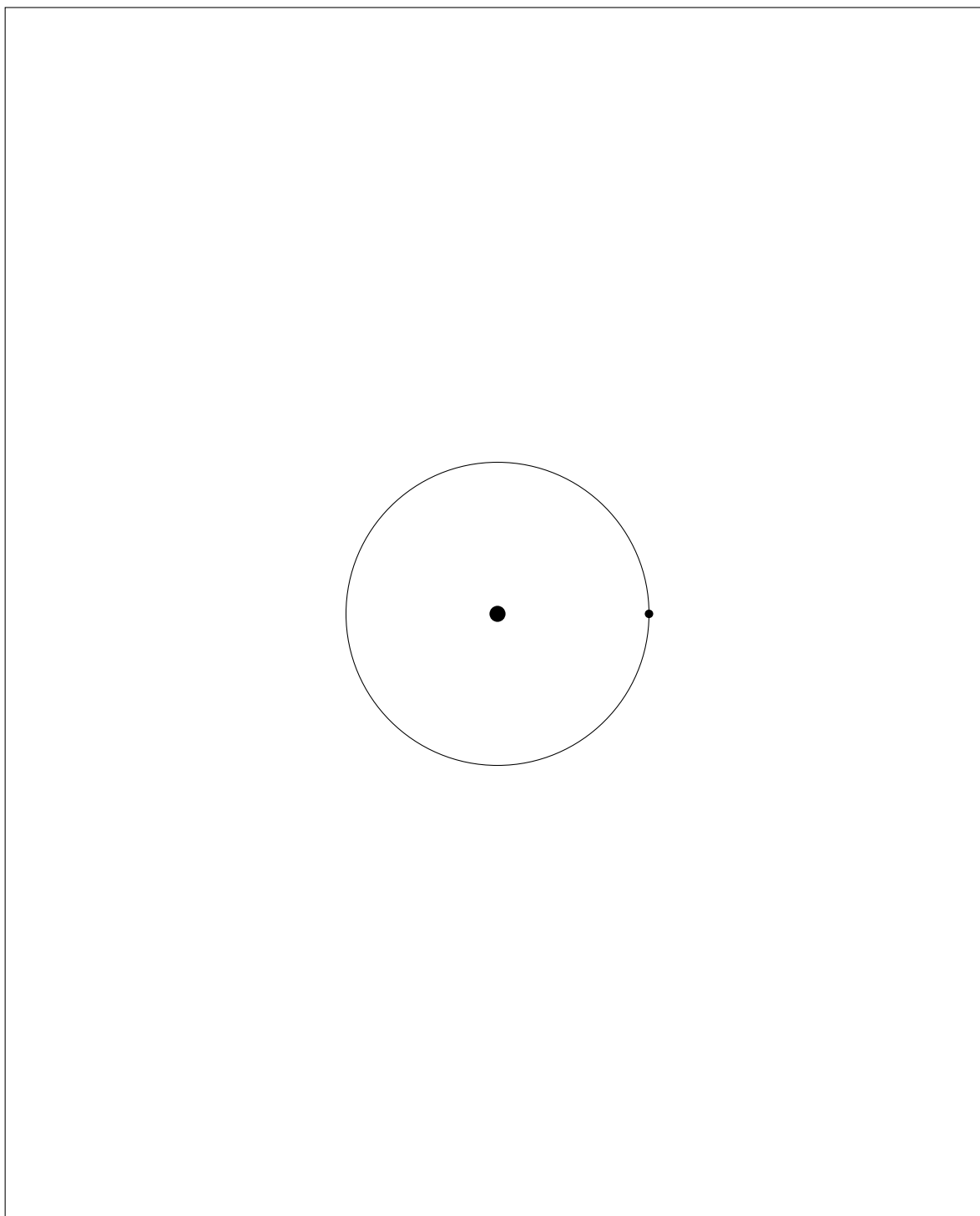
□ □ □ □ □ □ □ □

номер работы

лист _____ из _____

Сдайте этот лист вместе с работой!

К задаче 6



Справочные данные

Данные о Солнце, Земле, Луне и Галактике

Светимость Солнца	$L_{\odot} = 3.827 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$
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	$E_{\odot} = 1360.8 \text{ Вт м}^{-2}$
Поток солнечной энергии в видимых лучах на расстоянии Земли	$= 600 \text{ Вт м}^{-2}$
Тропический год	$= 365.24219 \text{ сут}$
Звёздные сутки	$= 23 \text{ ч } 56 \text{ мин } 04 \text{ с}$
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	$= 10 \cdot 10^{11}$
Радиус диска нашей Галактики	$= 20 \text{ кпк}$
Масса нашей Галактики (в массах Солнца)	$= 2 \cdot 10^{12}$

Астрономические и физические постоянные

Гравитационная постоянная	$G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \text{ кг}^{-1} \text{ с}^{-2}$
Скорость света в вакууме	$c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м с}^{-1}$
Постоянная Стефана-Больцмана	$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ кг с}^{-3} \text{ К}^{-4}$
Постоянная Планка	$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж с}$
Масса протона	$m_{\text{p}} = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Астрономическая единица	$1 \text{ а. е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Парсек	$1 \text{ пк} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$
Время накопления сигнала глазом	$= 0.05 \text{ с}$

Формулы приближённого вычисления (при $x \ll 1$)

$$\begin{aligned} \sin(x) &\approx x & \cos x &\approx 1 - \frac{x^2}{2} & \operatorname{tg} x &\approx x \\ \ln(1+x) &\approx x & e^x &\approx 1+x & (1+x)^\alpha &\approx 1+\alpha x \end{aligned}$$

Характеристики Солнца, планет и некоторых спутников

Объект	Большая полуось, а.е.	Эксцентриситет	Орбитальный период	Масса, кг	Радиус, тыс. км	Осевой период
Солнце				1.989×10^{30}	696	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}	69.9	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