

LXXX Московская астрономическая олимпиада

Теоретический тур. 2026 г.

9 класс

В решении для всех вычислений должна быть представлена формула, где искомая величина записана в явном «буквенном» виде, записаны подставляемые значения и только потом ответ. Если численные значения получаются из рисунков/графиков, должно быть показано, что именно измерялось.

Задача 1

В 1727 году Джеймс Брэдли открыл явление абберрации света и определил постоянную абберрации: $k_0 = 20''$. Определите, какое значение скорости света получил Брэдли на основе этой постоянной. Ответ выразите в астрономических единицах за год и в километрах в секунду, учитывая, что в то время горизонтальный параллакс Солнца на экваторе принимался равным $9.5''$. На сколько процентов обе полученных величины отличаются от современного значения скорости света? Радиус Земли к тому времени был известен и с достаточной точностью совпадал с современным значением.

Задача 2

Астроном-любитель заметил, что при выключенном часовом механизме его телескопа при наблюдении в окуляр с фокусным расстоянием 10 мм Альтаир проходит поле зрения его телескопа по диаметру примерно за 3 минуты. Диаметр объектива телескопа 13 см, фокусное расстояние — 65 см. В комплект входят два окуляра с одинаковым полем зрения. Какие объекты полностью поместятся в поле зрения телескопа, если он будет использовать окуляр с фокусным расстоянием 20 мм?

Название	Номер по каталогу	Размер	Яркость
Шаровое скопление в Геркулесе	M13	16'	5.8 ^m
Туманность Андромеды	M31	178 × 63'	3.5 ^m
Туманность Треугольника	M33	73 × 45'	5.5 ^m
Туманность Ориона	M42	85 × 60'	4.0 ^m
Ясли	M44	95'	3.1 ^m
Плеяды	M45	110'	1.2 ^m
χ и η Персея	C14	70'	3.7 ^m
Гиады	C41	330'	0.5 ^m

Задача 3

В таблице указаны экваториальные координаты четырёх звёзд, лежащих в полосе Млечного Пути вблизи его средней линии. Используя только эти данные, определите все географические широты, на которых можно увидеть Млечный Путь перпендикулярно горизонту.

Звезда	Прямое восхождение	Склонение
HIP 3532	$00^{\text{h}} 45^{\text{m}}$	$+62^{\circ} 31'$
HIP 32851	$06^{\text{h}} 50^{\text{m}}$	$-00^{\circ} 32'$
BZ Cru	$12^{\text{h}} 44^{\text{m}}$	$-63^{\circ} 11'$
5 Aql	$18^{\text{h}} 46^{\text{m}}$	$-00^{\circ} 58'$

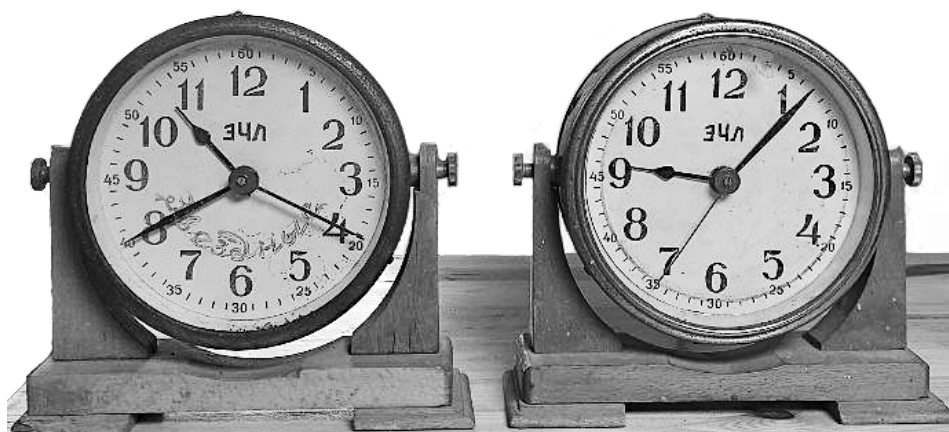
Задача 4

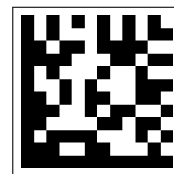
Вторая космическая скорость на поверхности сферической планеты равна u_0 . Если подняться на высоту $h_1 = 1000$ км над поверхностью планеты, то параболическая скорость на этой высоте станет равна первой космической скорости на поверхности планеты. На высоте, в два раза большей, чем h_1 , период обращения вокруг планеты равен $T_2 = 8$ часам. Определите:

- А. Вторую космическую скорость на поверхности планеты,
- В. Радиус планеты,
- С. Массу планеты,
- Д. Среднюю плотность планеты.

Задача 5

На фотографии представлены до сих пор работающие часы, которые раньше использовались при наблюдениях на Крымской астрономической станции Московского университета. Слева — часы, идущие по звёздному времени, справа — по солнечному. В какую дату 2024 года была сделана эта фотография?

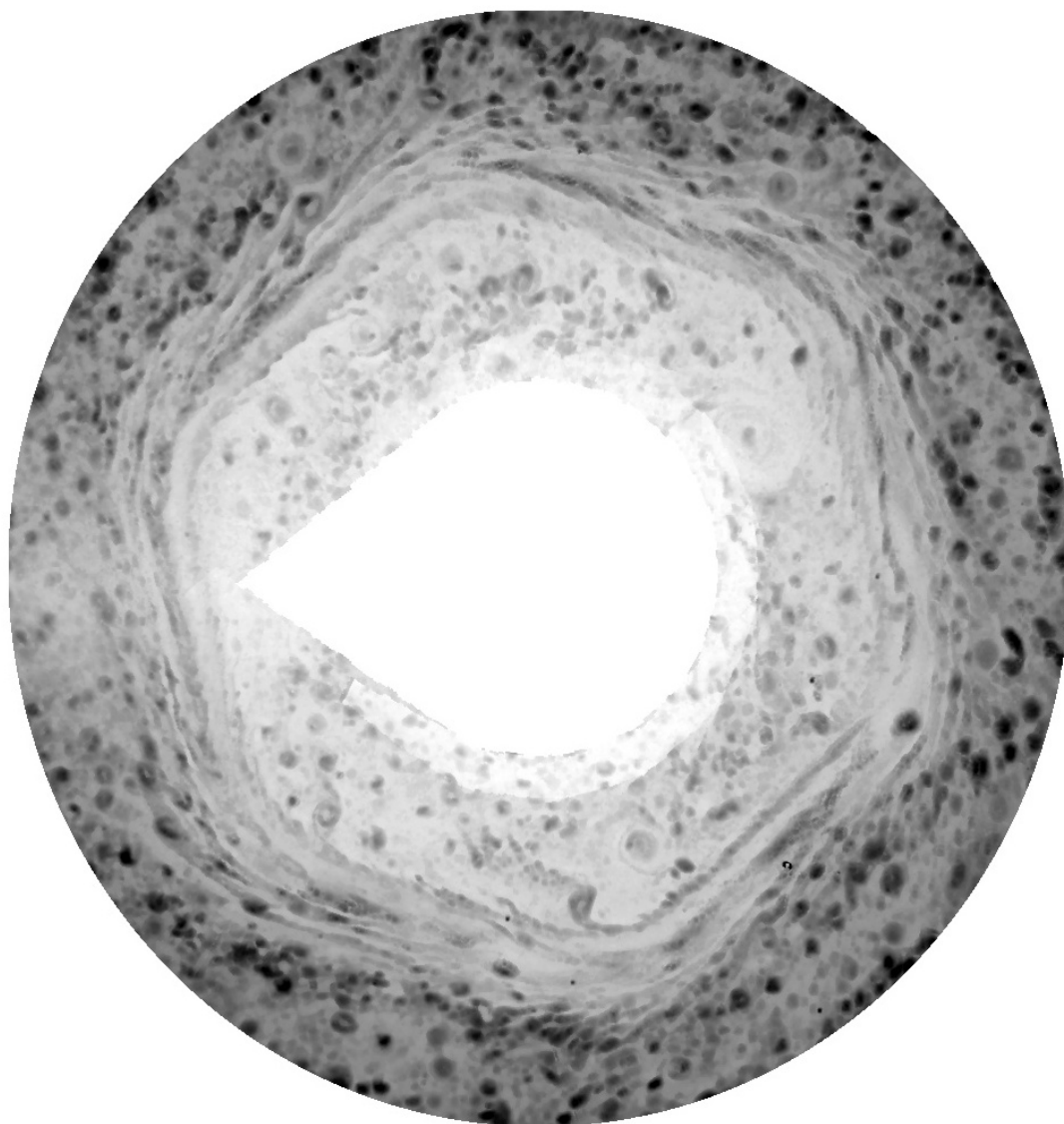


**Задача 6**

Это комбинированное негативное изображение окрестностей северного полюса Сатурна составлено из фотографий, полученных космическим аппаратом «Кассини», который работал в системе планеты с 2004 по 2017 год. Этот снимок стал первым изображением знаменитого шестиугольного вихря, выполненным «Кассини» в видимом диапазоне.

1. Когда (год, месяц) могла быть сделана эта фотография?
2. Какой полюс Сатурна (северный или южный) будет доступен для наблюдения с Земли в ближайшем будущем, если в конце марта 2025 года кольца планеты были видны «с ребра»?

Длина стороны шестиугольника составляет около 14 000 км. Наклон оси вращения Сатурна к его плоскости орбиты равен 27° . В момент съёмки «Кассини» располагался на расстоянии, значительно превышающем радиус планеты. Сжатием Сатурна пренебрегите.



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	$= 1 \cdot 10^{11}$
Радиус диска нашей Галактики	$= 20 \text{ кпк}$
Масса нашей Галактики (в массах Солнца)	$= 2 \cdot 10^{12}$
Абсолютная звёздная величина нашей Галактики	$= -20.9^{\text{m}}$

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	$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж с}$
Постоянная Хаббла	$H = 74 \text{ км с}^{-1} \text{ Мпк}^{-1}$
Масса протона	$m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Период полураспада свободного нейтрона	$= 609 \text{ с}$
Астрономическая единица	$1 \text{ а. е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Парсек	$1 \text{ пк} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$

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