

# LXXX Московская астрономическая олимпиада

Теоретический тур. 2026 г.

## 9 класс

---

В решении для всех вычислений должна быть представлена формула, где ис-комая 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 aberrации света и определил постоянную aberrации:  $k_0 = 20''$ . 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 <sup>m</sup>
Туманность Андромеды	M31	178 × 63'	3.5 <sup>m</sup>
Туманность Треугольника	M33	73 × 45'	5.5 <sup>m</sup>
Туманность Ориона	M42	85 × 60'	4.0 <sup>m</sup>
Ясли	M44	95'	3.1 <sup>m</sup>
Плеяды	M45	110'	1.2 <sup>m</sup>
$\chi$ и $h$ Персея	C14	70'	3.7 <sup>m</sup>
Гиады	C41	330'	0.5 <sup>m</sup>

**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 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	+62° 31'
HIP 32851	06 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	-00° 32'
BZ Cru	12 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup>	-63° 11'
5 Aql	18 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup>	-00° 58'

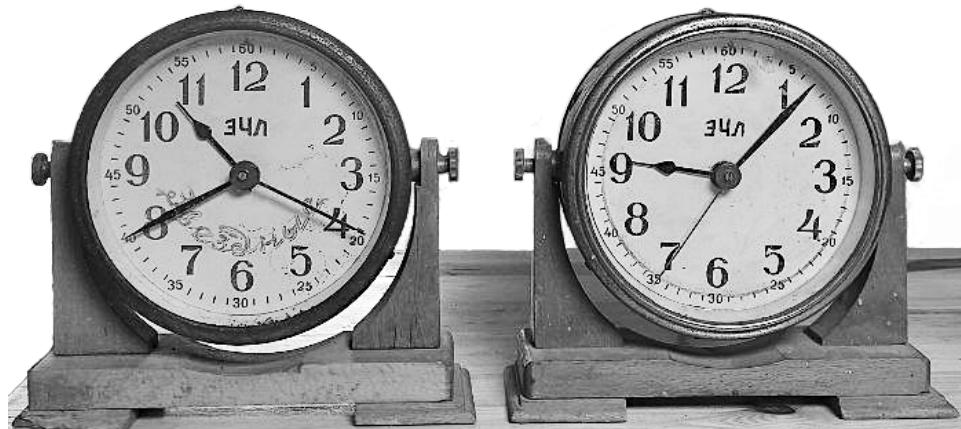
**Задача 4**

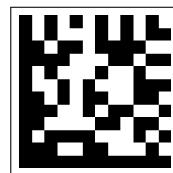
Вторая космическая скорость на поверхности сферической планеты равна  $u_0$ . Если подняться на высоту  $h_1 = 1000$  км над поверхностью планеты, то параболическая скорость на этой высоте станет равна первой космической скорости на поверхности планеты. На высоте, в два раза большей, чем  $h_1$ , период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

- A. Вторую космическую скорость на поверхности планеты,
- B. Радиус планеты,
- C. Массу планеты,
- D. 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?



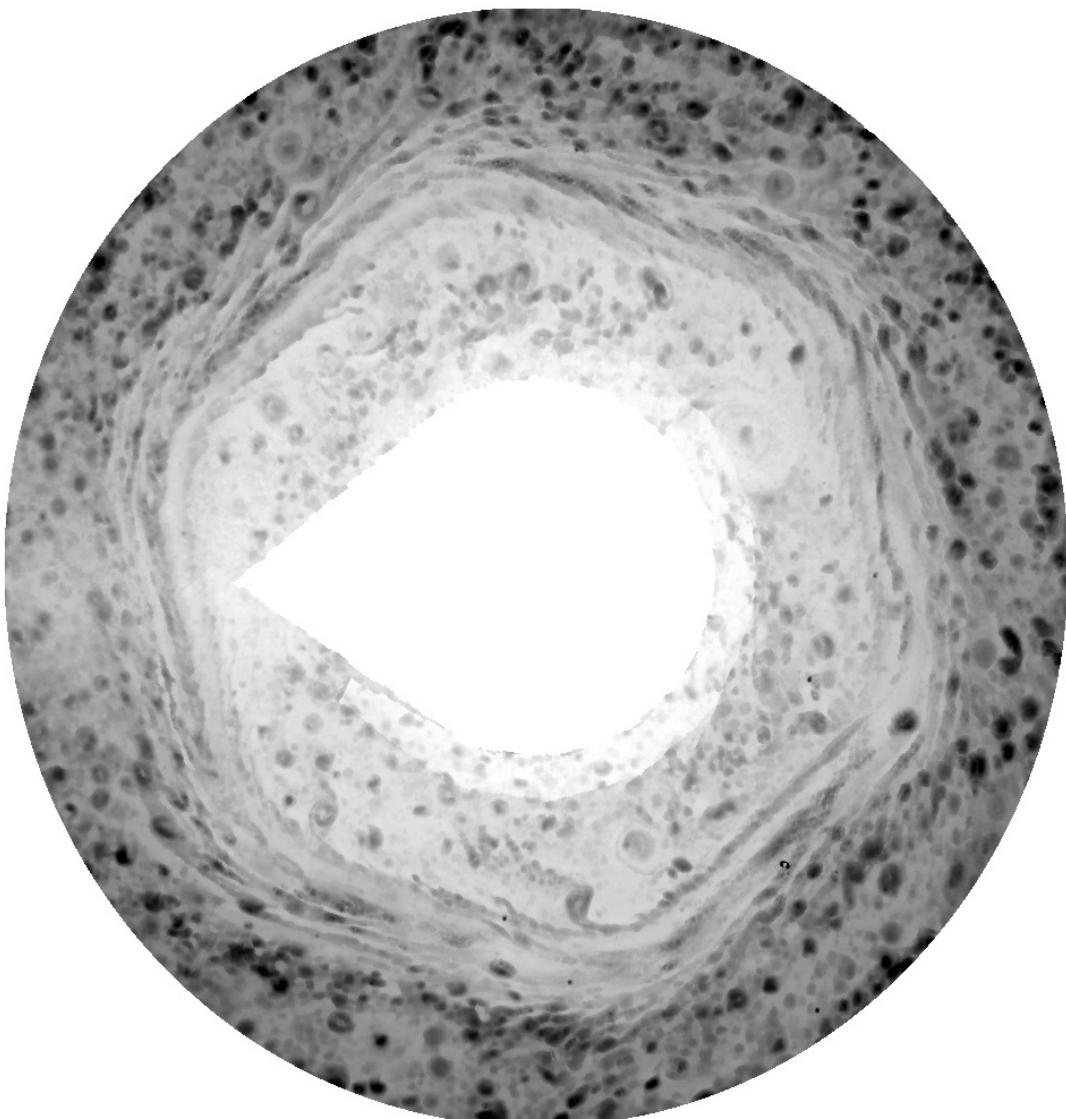


### Задача 6

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  $27^\circ$ . 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	$L_{\odot} = 3.827 \cdot 10^{26}$ Вт
Видимая звёздная величина Солнца	$m_{\odot} = -26.78^m$
Абсолютная болометрическая звёздная величина Солнца	$M_{\odot} = 4.72^m$
Эффективная температура Солнца	$T_{\odot} = 5800$ К
Солнечная постоянная	$E_{\odot} = 1360.8 \text{ Вт м}^{-2}$ $= 600 \text{ Вт м}^{-2}$ $= 365.24219$ сут $= 23 \text{ ч } 56 \text{ мин } 04 \text{ с}$
Поток солнечной энергии в видимых лучах на расстоянии Земли	$\varepsilon = 23^{\circ}26'21.45''$
Тропический год	$S_{\odot} = 29.530\,59$ сут
Звёздные сутки	$m_{\odot} = -12.7^m$ $= 1 \cdot 10^{11}$ $= 20$ кпк $= 2 \cdot 10^{12}$ $= -20.9^m$
Наклон экватора к эклиптике	
Синодический месяц	
Видимая звёздная величина полной Луны	
Число звёзд в нашей Галактике	
Радиус диска нашей Галактики	
Масса нашей Галактики (в массах Солнца)	
Абсолютная звёздная величина нашей Галактики	

### 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	$m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ $= 609$ с
Период полураспада свободного нейтрона	$1 \text{ а. е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Астрономическая единица	$1 \text{ пк} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$
Парсек	

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

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

### Характеристики Солнца, планет и некоторых спутников

Объект	Большая полуось, а.е.	Эксцентрикитет	Орбитальный период	Масса, кг	Радиус, тыс. км	Осевой период
Солнце				$1.989 \times 10^{30}$	696	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	$1.899 \times 10^{27}$	69.9	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