

**Задания муниципального этапа
Всероссийской олимпиады школьников по астрономии
2024 – 2025 учебный год
9 класс**

**время выполнения 180 минут
максимальный балл- 48**

Задача 1. (8 баллов)

Какую скорость должен иметь космический аппарат, чтобы покинуть Марс?

Задача 2. Созвездие Эридана. (8 баллов)

Можно ли наблюдать Марс в созвездии Эридана?

Задача 3. Противостояния Юпитера. (8 баллов)

Противостояния Юпитера повторяются через 398 дней. Чему равна большая полуось его орбиты?

Задача 4. «Красная Луна» (8 баллов)

Почему во время полного лунного затмения Луна все же видна и имеет красный цвет?

Задача 5. (8 баллов)

Марсианский астроном, работающий в северном полушарии планеты, зафиксировал дни, когда склонение Солнца становится максимальным, и дни, когда Солнце пересекает марсианский небесный экватор, то есть дни солнцестояний и равноденствий. Пользуясь этими данными (пересчитанными на земное летоисчисление), определите, на какой астрономический сезон марсианского года приходится прохождение Марсом точек перигелия и афелия своей орбиты?

Весеннее равноденствие	26 декабря 2022
Летнее солнцестояние	13 июля 2023
Осеннее равноденствие	12 января 2024
Зимнее солнцестояние	7 июня 2024
Весеннее равноденствие	12 ноября 2024

Задача 6. Загадочное событие (8 баллов)

Представленная зарисовка была выполнена в средних широтах в 2024 году. Какое событие изображено, когда оно состоялось?



Справочная информация, разрешенная к использованию на олимпиаде

Основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная $G = 6.672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$

Скорость света в вакууме $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

Постоянная Больцмана $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$

Универсальная газовая постоянная $R = 8.31 \text{ м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$

Постоянная Стефана-Больцмана $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-4}$

Постоянная Планка $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$

Масса протона $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

Масса электрона $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$

Элементарный заряд $e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

Астрономическая единица $1 \text{ а.е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$

Парсек $1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.е.} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$

Постоянная Хаббла $H = 72 \text{ (км/с)/Мпк}$

Данные о Солнце

Радиус $697\,000 \text{ км}$

Масса $1.989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$

Светимость $3.88 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$

Спектральный класс G2

Видимая звездная величина -26.78^{m}

Абсолютная болометрическая звездная величина $+4.72^{\text{m}}$

Показатель цвета (B-V) $+0.67^{\text{m}}$

Эффективная температура 5800 К

Средний горизонтальный параллакс $8.794''$

Интегральный поток энергии на расстоянии Земли 1360 Вт/м^2

Поток энергии в видимых лучах на расстоянии Земли 600 Вт/м^2

Данные о Земле

Эксцентриситет орбиты 0.0167
 Тропический год 365.24219 суток
 Средняя орбитальная скорость 29.8 км/с
 Период вращения 23 часа 56 минут 04 секунды
 Наклон экватора к эклиптике на эпоху 2000 года: $23^{\circ}26'21.45''$
 Экваториальный радиус 6378.14 км
 Полярный радиус 6356.77 км
 Масса $5.974 \cdot 10^{24}$ кг
 Средняя плотность $5.52 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$
 Объемный состав атмосферы: N₂ (78%), O₂ (21%), Ar (~1%)

Данные о Луне

Среднее расстояние от Земли 384400 км
 Минимальное расстояние от Земли 356410 км
 Максимальное расстояние от Земли 406700 км
 Средний эксцентриситет орбиты 0.055
 Наклон плоскости орбиты к эклиптике $5^{\circ}09'$
 Сидерический (звездный) период обращения 27.321662 суток
 Синодический период обращения 29.530589 суток
 Радиус 1738 км
 Период прецессии узлов орбиты 18.6 лет
 Масса $7.348 \cdot 10^{22}$ кг или 1/81.3 массы Земли
 Средняя плотность $3.34 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$
 Визуальное геометрическое альbedo 0.12
 Видимая звездная величина в полнолуние -12.7^{m}
 Видимая звездная величина в первой/последней четверти -10.5^{m}

Физические характеристики солнца и планет

Планета	Масса		Радиус		Плот-	Период	Наклон	Гео-	Вид.
Планета	Большая полуось		Эксцент- риситет	Наклон к плоскости эклиптики	Период обращения	Синодический период			
	млн.км	а.е.							
Меркурий	57.9	0.3871	0.2056	7.004	87.97 сут	115.9			
Венера	108.2	0.7233	0.0068	3.394	224.70 сут	583.9			
Земля	149.6	1.0000	0.0167	0.000	365.26 сут	—			
Марс	227.9	1.5237	0.0934	1.850	686.98 сут	780.0			
Юпитер	778.3	5.2028	0.0483	1.308	11.862 лет	398.9			
Сатурн	1429.4	9.5388	0.0560	2.488	29.458 лет	378.1			
Уран	2871.0	19.1914	0.0461	0.774	84.01 лет	369.7			
Нептун	4504.3	30.0611	0.0097	1.774	164.79 лет	367.5			
Марс	$6.419 \cdot 10^{23}$	0.10745	3397.2	0.5326	3.93	24.623 час	25.19	0.15	−2.0
Юпитер	$1.899 \cdot 10^{27}$	317.94	71492	11.209	1.33	9.924 час	3.13	0.52	−2.7
Сатурн	$5.685 \cdot 10^{26}$	95.181	60268	9.4494	0.69	10.656 час	26.73	0.47	0.4
Уран	$8.683 \cdot 10^{25}$	14.535	25559	4.0073	1.32	17.24 час**	97.86	0.51	5.7
Нептун	$1.024 \cdot 10^{26}$	17.135	24746	3.8799	1.64	16.11 час	28.31	0.41	7.8

* для наибольшей элонгации внутренних планет и среднего противостояния внешних планет

** обратное вращение

Характеристики орбит планет

Характеристики некоторых спутников планет

Спутник	Масса	Радиус	Плотность	Радиус орбиты	Период обращения	Геометрич. альbedo	Видимая звездная величина*
	кг	км	г/см ³	км	сут		m
Земля							
Луна	$7.348 \cdot 10^{22}$	1738	3.34	384400	27.32166	0.12	-12.7
Марс							
Фобос	$1.08 \cdot 10^{16}$	~10	2.0	9380	0.31910	0.06	11.3
Деймос	$1.8 \cdot 10^{15}$	~6	1.7	23460	1.26244	0.07	12.4
Юпитер							
Ио	$8.94 \cdot 10^{22}$	1815	3.55	421800	1.769138	0.61	5.0
Европа	$4.8 \cdot 10^{22}$	1569	3.01	671100	3.551181	0.64	5.3
Ганимед	$1.48 \cdot 10^{23}$	2631	1.94	1070400	7.154553	0.42	4.6
Каллисто	$1.08 \cdot 10^{23}$	2400	1.86	1882800	16.68902	0.20	5.7
Сатурн							
Тетия	$7.55 \cdot 10^{20}$	530	1.21	294660	1.887802	0.9	10.2
Диона	$1.05 \cdot 10^{21}$	560	1.43	377400	2.736915	0.7	10.4
Рей	$2.49 \cdot 10^{21}$	765	1.33	527040	4.517500	0.7	9.7
Титан	$1.35 \cdot 10^{23}$	2575	1.88	1221850	15.94542	0.21	8.2
Япет	$1.88 \cdot 10^{21}$	730	1.21	3560800	79.33018	0.2	~11.0
Уран							
Миранда	$6.33 \cdot 10^{19}$	235.8	1.15	129900	1.413479	0.27	16.3
Ариэль	$1.7 \cdot 10^{21}$	578.9	1.56	190900	2.520379	0.34	14.2
Умбриэль	$1.27 \cdot 10^{21}$	584.7	1.52	266000	4.144177	0.18	14.8
Титания	$3.49 \cdot 10^{21}$	788.9	1.70	436300	8.705872	0.27	13.7
Оберон	$3.03 \cdot 10^{21}$	761.4	1.64	583500	13.46324	0.24	13.9
Нептун							
Тритон	$2.14 \cdot 10^{22}$	1350	2.07	354800	5.87685**	0.7	13.5

* для полнолуния или среднего противостояния внешних планет

** обратное направление вращения

Формулы приближенного вычисления

$$\sin x \approx \operatorname{tg} x \approx x;$$

$$\sin(\alpha + x) \approx \sin \alpha + x \cos \alpha;$$

$$\cos(\alpha + x) \approx \cos \alpha - x \sin \alpha;$$

$$\operatorname{tg}(\alpha + x) \approx \operatorname{tg} \alpha + \frac{x}{\cos^2 \alpha};$$

$$(1 + x)^n \approx 1 + nx;$$

($x \ll 1$, углы

выражаются в радианах).