

**Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников  
по астрономии**

7 класс, 2023/2024 учебный год  
Длительность 3 часа. Максимум 48 баллов.



**Задача 1. Правда или ложь? (8 баллов).**

Вам предоставлены четыре астрономических утверждения. Какие из них верные, а какие – нет? Обязательно поясните свою точку зрения (т.е. дайте развернутый ответ, почему данное утверждение верное или не верное).

- а) На обратной стороне Луны всегда ночь.
- б) Плутон – это ближайшая к Солнцу карликовая планета.
- в) Самый близкий к Солнцу спутник планеты – это Луна.
- г) Солнечные пятна – это области Солнца, содержащие избыточное количество угольной пыли.

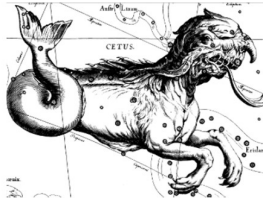
**Задача 2. Какой день недели? (8 баллов)**

Календарный год начался в воскресенье. Каким днем недели закончится этот год, если он високосный? Приведите полное решение задачи.

**Задача 3. Истинные полдни (8 баллов)**

Даны координаты четырех самых крайних точек Республики Башкортостан. Определите максимальную разницу между моментами наступления истинного полудня в указанных точках Республики.

<i>Описание крайней точки</i>	<i>Широта</i>	<i>Долгота</i>
Северная точка (К северо-западу от деревни Байсарово Янаульского района)	56°31' с.ш.	54° 31' в.д.
Южная точка (К юго-востоку от деревни Кужанак Зианчуринского района)	51°34' с.ш.	57°12' в.д.
Западная точка (К юго-западу от деревни Ивановка Бакалинского района)	55°07' с.ш.	53°08' в.д.
Восточная точка (К северо-востоку от станции Устиново Учалинского района)	54°52' с.ш.	60°00' в.д.



**Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников  
по астрономии**  
7 класс, 2023/2024 учебный год  
Длительность 3 часа.      Максимум 48 баллов.



**Задача 4. Сколько атомов? (8 баллов).**

Будем считать, что Солнце состоит только из водорода, причем его атомы распределены равномерно. Сколько в среднем атомов водорода содержится в одном кубическом сантиметре Солнца при этих предположениях? Масса одного атома водорода примерно  $1,67 \cdot 10^{-27}$  кг.

*Примечание:* объем шарообразного тела определяется по формуле  $V = 4\pi R^3/3$ , где  $\pi = 3,14$ , а  $R$  – радиус шара.

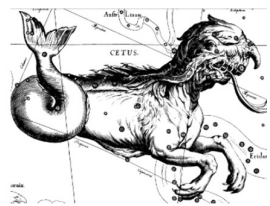
**Задача 5. Таинственный объект (8 баллов).**

Свет от Солнца доходит до этого объекта за 23,042 минуты. Угловой диаметр этого объекта в противостоянии  $0,34''$ . Определите диаметр объекта.

*Примечание.* Формула для углового размера в угловых секундах:  $\rho'' = 206265 \cdot D/L$ , где  $D$  – реальный размер предмета (его диаметр),  $L$  – расстояние до предмета,  $\rho''$  – угловой размер предмета в угловых секундах. В одном градусе 60 угловых минут, в одной угловой минуте – 60 угловых секунд.

**Задача 6. Определите расстояние (8 баллов).**

Во время отпуска папа семиклассника Миши сделал фотографию, негатив которой представлен ниже. Определите по негативу расстояние до самолета в момент съемки, если расстояние от края правого крыла до края левого крыла у данной модели самолета 36 метров. (См. изображение на следующей странице).



**Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников  
по астрономии**

7 класс, 2023/2024 учебный год  
Длительность 3 часа.      Максимум 48 баллов.



## СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

### 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  $\mathcal{R} = 8.31 \text{ м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$   
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  $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$   
Астрономическая единица 1 а.е. =  $1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$   
Парсек 1 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 км  
Светимость  $3.88 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$   
Видимая звездная величина  $-26.78^m$   
Абсолютная болометрическая звездная величина  $+4.72^m$   
Показатель цвета (B–V)  $+0.67^m$   
Эффективная температура 5800К  
Средний горизонтальный параллакс  $8.794''$   
Интегральный поток энергии на расстоянии Земли  $1360 \text{ Вт/м}^2$   
Поток энергии в видимых лучах на расстоянии Земли  $600 \text{ Вт/м}^2$   
Масса  $1.989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$   
Спектральный класс G2

### 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  $5.974 \cdot 10^{24} \text{ кг}$   
Средняя плотность  $5.52 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$   
Объемный состав атмосферы: N<sub>2</sub> (78%), O<sub>2</sub> (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  
Масса  $7.348 \cdot 10^{22} \text{ кг}$  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  $-12.7^m$

## ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЦА И ПЛАНЕТ

Планета	Масса		Радиус		Плотность	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Геометр. альбедо	Вид. звездная величина*
	кг	массы Земли	км	радиусы Земли					
Солнце	$1.989 \cdot 10^{30}$	332946	697000	109.3	1.41	25.380 сут	7.25	—	-26.8
Меркурий	$3.302 \cdot 10^{23}$	0.05271	2439.7	0.3825	5.42	58.646 сут	0.00	0.10	-0.1
Венера	$4.869 \cdot 10^{24}$	0.81476	6051.8	0.9488	5.20	243.019 сут**	177.36	0.65	-4.4
Земля	$5.974 \cdot 10^{24}$	1.00000	6378.1	1.0000	5.52	23.934 час	23.45	0.37	—
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	25.33	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

Планета	Большая полуось		Эксцентриситет	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

## ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ СПУТНИКОВ ПЛАНЕТ

Спутник	Масса	Радиус	Плотность	Радиус орбиты	Период обращения	Геометрич. альbedo	Видимая звездная величина*
	кг	км	г/см <sup>3</sup>	км	сут		m
<b>Земля</b>							
Луна	$7.348 \cdot 10^{22}$	1738	3.34	384400	27.32166	0.12	-12.7
<b>Марс</b>							
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
<b>Юпитер</b>							
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
<b>Сатурн</b>							
Тефия	$7.55 \cdot 10^{20}$	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
Рея	$2.49 \cdot 10^{21}$	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
<b>Уран</b>							
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
<b>Нептун</b>							
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).