

Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

Муниципальный этап 2023–2024 учебный год

**9 класс (Максимум – 48 баллов)**

**Задача 1**

Диаметр Млечного Пути составляет 150000 световых лет. Наша Солнечная система удалена от центра Млечного Пути на 27000 световых лет и вращается вокруг него со скоростью 220 км/с.

Определите:

1. За какое время Солнце делает полный оборот вокруг центра Млечного Пути?
2. Возраст Земли составляет примерно 4.5 млрд лет. Сколько оборотов за это время сделала Земля вокруг центра Галактики?

**Максимум – 8 баллов.**

**Задача 2**

Нейтронные звезды образуются при взрывах сверхновых и являются компактными, но чрезвычайно плотными объектами. Средняя плотность нейтронной звезды составляет примерно  $5 \times 10^{17}$  кг/м<sup>3</sup>. Масса Земли составляет  $5.97 \times 10^{24}$  кг. Рассчитайте, каков был бы диаметр Земли, если бы она имела плотность нейтронной звезды.

**Максимум – 8 баллов.**

**Задача 3**

Полное солнечное затмение происходит, когда Луна проходит между Солнцем и Землей, при этом диск Луны полностью перекрывает солнечный. По приведенным ниже данным определите, на каких планетах Солнечной системы также могут наблюдаться полные солнечные затмения. Радиус Солнца 696 тыс км.

Планета	Расстояние до Солнца, млн км	Спутник	Радиус спутника, км	Расстояние до планеты
Марс	228	Фобос	11	9376 км
Юпитер	779	Каллисто	2410	1.883 млн км
Сатурн	1433	Титан	2574	1.222 млн км
Уран	2875	Оберон	761	0.584 млн км

**Максимум – 8 баллов.**

**Задача 4**

Вы планируете экспедицию на Марс, но в вашем справочнике остались только следующие сведения:

расстояние от Земли до Солнца — 149.6 млн км;

период обращения Земли вокруг Солнца — 1 год;

период обращения Марса вокруг Солнца — 1.88 года.

Определите по этим данным минимальное расстояние от Земли до Марса (считая орбиты планет окружностями).

**Максимум – 8 баллов.**

### **Задача 5**

Если бы коэффициент отражения лунной поверхности (альbedo) составлял в оптическом (видимом) диапазоне не 7%, а 0%, то как земному наблюдателю можно было бы узнать присутствии Луны рядом с Землей?

**Максимум – 8 баллов.**

### **Задача 6**

Как определить, является наблюдаемый диффузный объект кометой или туманностью? (Предполагаем, что у кометы нет ярко выраженного хвоста).

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2.**  
**СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ, РАЗРЕШЁННАЯ 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  $\mathcal{R} = 8,31 \text{ м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$

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  $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$

Элементарный заряд  $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

Астрономическая единица 1 а.е. =  $1,496 \cdot 10^{11} \text{ м}$

Парсек 1 пк = 206 265 а.е. =  $3,086 \cdot 10^{16} \text{ м}$

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

**Данные о Солнце**

Радиус 697 000 км

Масса  $1,989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$

Светимость  $3,88 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$

Спектральный класс G2

Видимая звёздная величина  $-26,78^m$

Абсолютная болометрическая звёздная величина  $+4,72^m$

Показатель цвета (B–V)  $+0,67^m$

Эффективная температура 5800 К

Средний горизонтальный параллакс  $8,794''$

Интегральный поток энергии на расстоянии Земли  $1360 \text{ Вт/м}^2$

Поток энергии в видимых лучах на расстоянии Земли  $600 \text{ Вт/м}^2$

**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  $5,52 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$   
Объёмный состав атмосферы:  $\text{N}_2$  (78%),  $\text{O}_2$  (21%), Ar (~1%).

### **Данные о Луне**

Среднее расстояние от Земли 384 400 км  
Минимальное расстояние от Земли 356 410 км  
Максимальное расстояние от Земли 406 700 км  
Средний эксцентриситет орбиты 0,055  
Наклон плоскости орбиты к эклиптике  $5^{\circ}09'$   
Сидерический (звёздный) период обращения 27,321 662 суток  
Синодический период обращения 29,530 589 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 звёздная величина в полнолуние  $-12,7^{\text{m}}$   
Видимая звёздная величина в первой/последней четверти  $-10,5^{\text{m}}$

## ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЦА И ПЛАНЕТ

Планета	Масса		Радиус		Плотность	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Географическая широта	Вид. звездная величина*
	кг	массы Земли	км	радиусы Земли					
Солнце	1,989·10 <sup>30</sup>	332946	697000	109,3	1,41	25,380 сут.	7,25	–	–26,8
Меркурий	3,302·10 <sup>23</sup>	0,05271	2439,7	0,3825	5,42	58,646 сут.	0,00	0,10	–0,1
Венера	4,869·10 <sup>24</sup>	0,81476	6051,8	0,9488	5,20	243,019 сут.**	177,36	0,65	–4,4
Земля	5,974·10 <sup>24</sup>	1,00000	6378,1	1,0000	5,52	23,934 час	23,45	0,37	–
Марс	6,419·10 <sup>23</sup>	0,10745	3397,2	0,5326	3,93	24,623 час	25,19	0,15	–2,0
Юпитер	1,899·10 <sup>27</sup>	317,94	71492	11,209	1,33	9,924 час	3,13	0,52	–2,7
Сатурн	5,685·10 <sup>26</sup>	95,181	60268	9,4494	0,69	10,656 час	26,73	0,47	0,4
Уран	8,683·10 <sup>25</sup>	14,535	25559	4,0073	1,32	17,24 час**	97,86	0,51	5,7
Нептун	1,024·10 <sup>26</sup>	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 звёздная величина*
	<i>кг</i>	<i>км</i>	<i>г/см<sup>3</sup></i>	<i>км</i>	<i>сут.</i>		<i>m</i>
<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.