

## **ПРИЛОЖЕНИЕ.**

### **СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ, ВЫДАВАЕМАЯ УЧАСТНИКАМ ОЛИМПИАДЫ**

#### **Основные физические и астрономические постоянные**

Гравитационная постоянная  $G = 6.674 \times 10^{-11} \text{ м}^3 \times \text{кг}^{-1} \times \text{с}^{-2}$   
Скорость света в вакууме  $c = 2.998 \times 10^8 \text{ м/с}$   
Постоянная Больцмана  $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ м}^2 \times \text{кг} \times \text{с}^{-2} \times \text{К}^{-1}$   
Универсальная газовая постоянная  $\mathcal{R} = 8.31 \text{ м}^2 \times \text{кг} \times \text{с}^{-2} \times \text{К}^{-1} \times \text{моль}^{-1}$   
Постоянная Стефана-Больцмана  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ кг} \times \text{с}^{-3} \times \text{К}^{-4}$   
Масса протона  $m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ кг}$   
Масса электрона  $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ кг}$   
Астрономическая единица 1 а.е. =  $1.496 \times 10^{11} \text{ м}$   
Парсек 1 пк = 206 265 а.е. =  $3.086 \times 10^{16} \text{ м}$   
Постоянная Хаббла  $H = 68 \text{ (км/с)/Мпк}$

#### **Данные о Солнце**

Радиус 695 500 км  
Масса  $1.989 \times 10^{30} \text{ кг}$   
Светимость  $3.828 \times 10^{26} \text{ Вт}$   
Спектральный класс G2  
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  $8.794''$   
Скорость движения в Галактике 230 км/с  
Интегральный поток энергии на расстоянии Земли  $1360 \text{ Вт/м}^2$

#### **Данные о Земле**

Эксцентриситет орбиты 0.017  
Тропический год 365.2422 сут  
Средняя орбитальная скорость 29.8 км/с  
Период вращения 23 ч 56 мин 04 с  
Наклон экватора к эклиптике на эпоху 2000 года:  $23^\circ 26' 21.45''$   
Годовая прецессия на эклиптике  $50.3''$   
Экваториальный радиус 6378.14 км  
Полярный радиус 6356.77 км  
Средний радиус (по объему) 6371.01 км  
Масса  $5.974 \times 10^{24} \text{ кг}$   
Средняя плотность  $5.52 \text{ г} \times \text{см}^{-3}$   
Объемный состав атмосферы: N<sub>2</sub> (78%), O<sub>2</sub> (21%), Ar (~1%).

#### **Данные о Луне**

Среднее расстояние от Земли 384 400 км  
Минимальное расстояние от Земли 356 410 км  
Максимальное расстояние от Земли 406 700 км  
Эксцентриситет орбиты 0.055

Наклон плоскости орбиты к эклиптике  $5^{\circ}09'$   
 Сидерический (звездный) период обращения 27.321662 сут  
 Синодический период обращения 29.530589 сут  
 Радиус 1738 км  
 Масса  $7.348 \times 10^{22}$  кг или 1/81.3 массы Земли  
 Средняя плотность  $3.34 \text{ г} \times \text{см}^{-3}$   
 Сферическое альbedo 0.07  
 Видимая звездная величина в полнолуние  $-12.7^m$   
 Видимая звездная величина в первой и последней четверти  $-10^m$

### ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЦА И ПЛАНЕТ

Планета	Масса		Радиус		Плотность	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Гео-метр. аль-bedo	Вид. звездная величина*
	кг	массы Земли	км	радиусы Земли					
Солнце	$1.989 \times 10^{30}$	332 946	695 000	108.97	1.41	25.380 сут	7.25	—	-26.8
Меркурий	$3.302 \times 10^{23}$	0.05271	2439.7	0.3825	5.42	58.646 сут	0.00	0.10	-0.1
Венера	$4.869 \times 10^{24}$	0.81476	6051.8	0.9488	5.20	243.019 сут**	177.36	0.65	-4.4
Земля	$5.974 \times 10^{24}$	1.00000	6378.1	1.0000	5.52	23.934 ч	23.45	0.37	—
Марс	$6.419 \times 10^{23}$	0.10745	3397.2	0.5326	3.93	24.623 ч	25.19	0.15	-2.0
Юпитер	$1.899 \times 10^{27}$	317.94	71 492	11.209	1.33	9.924 ч	3.13	0.52	-2.7
Сатурн	$5.685 \times 10^{26}$	95.181	60 268	9.4494	0.69	10.656 ч	25.33	0.47	0.4
Уран	$8.683 \times 10^{25}$	14.535	25 559	4.0073	1.32	17.24 ч**	97.86	0.51	5.7
Нептун	$1.024 \times 10^{26}$	17.135	24 746	3.8799	1.64	16.11 ч	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	365.2564 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**	0.76	13.5

\* Для полнолуния или среднего противостояния внешних планет.

\*\* Обратное направление вращения.

### ФОРМУЛЫ ПРИБЛИЖЕННОГО ВЫЧИСЛЕНИЯ

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

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

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

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

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

$$\ln(1+x) \approx x$$

$$e^x \approx 1+x$$

( $x \ll 1$ , углы выражаются в радианах)