**Справочная информация, разрешенная к использованию на олимпиаде**

***Основные физические и астрономические постоянные***

Гравитационная постоянная *G* = 6.672∙10–11 м3∙кг–1∙с–2

Скорость света в вакууме *c* = 2.998∙108 м/с

Постоянная Больцмана *k* = 1.38∙10–23 м2∙кг∙с–2∙K–1

Универсальная газовая постоянная *R* = 8.31 м2∙кг∙с–2∙K–1∙моль–1

Постоянная Стефана-Больцмана *σ* = 5.67∙10–8 кг∙с–3∙K–4

Постоянная Планка *h* = 6.626∙10–34 кг∙м2∙с–1

Масса протона *m*p = 1.67∙10–27 кг

Масса электрона *m*e = 9.11∙10–31 кг

Элементарный заряд *e* = 1.602∙10–19 Кл

Астрономическая единица 1 а.е. = 1.496∙1011 м

Парсек 1 пк = 206265 а.е. = 3.086∙1016 м

Постоянная Хаббла *H* = 72 (км/c)/Мпк

***Данные о Солнце***

Радиус 697 000 км

Масса 1.989∙1030 кг

Светимость 3.88∙1026 Вт

Спектральный класс G2

Видимая звездная величина –26.78m

Абсолютная болометрическая звездная величина +4.72m

Показатель цвета (B–V) + 0.67m

Эффективная температура 5800K

Средний горизонтальный параллакс 8.794′′

Интегральный поток энергии на расстоянии Земли 1360 Вт/м2

Поток энергии в видимых лучах на расстоянии Земли 600 Вт/м2

***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° 26′ 21.45′′

Экваториальный радиус 6378.14 км

Полярный радиус 6356.77 км

Масса 5.974∙1024 кг

Средняя плотность 5.52 г∙см–3

Объемный состав атмосферы: N2 (78%), O2 (21%), Ar (~1%) 101

***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°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∙1022 кг или 1/81.3 массы Земли

Средняя плотность 3.34 г∙см–3

Визуальное геометрическое альбедо 0.12

Видимая звездная величина в полнолуние –12.7m

Видимая звездная величина в первой/последней четверти –10.5m

**Физические характеристики солнца и планет**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Планета  | Масса  | Радиус  | Плотность  | Период вращения вокруг оси | Наклон экватора к плоскости орбиты  | Гео-метр. альбедо  | Вид. звездная величина\*  |
| кг | массы Земли  | км  | радиусы Земли  | г∙см–3 | градусы  |  |  |
| Солнце  | 1.989∙1030  | 332946  | 697000  | 109.3  | 1.41  | 25.380 сут  | 7.25  | –  | –26.8  |
| Меркурий  | 3.302∙1023  | 0.05271  | 2439.7  | 0.3825  | 5.42  | 58.646 сут  | 0.00  | 0.10  | –0.1  |
| Венера  | 4.869∙1024  | 0.81476  | 6051.8  | 0.9488  | 5.20  | 243.019 сут\*\*  | 177.36  | 0.65  | –4.4  |
| Земля  | 5.974∙1024  | 1.00000  | 6378.1  | 1.0000  | 5.52  | 23.934 час  | 23.45  | 0.37  | –  |
| Марс  | 6.419∙1023  | 0.10745  | 3397.2  | 0.5326  | 3.93  | 24.623 час  | 25.19  | 0.15  | –2.0  |
| Юпитер  | 1.899∙1027  | 317.94  | 71492  | 11.209  | 1.33  | 9.924 час  | 3.13  | 0.52  | –2.7  |
| Сатурн  | 5.685∙1026  | 95.181  | 60268  | 9.4494  | 0.69  | 10.656 час  | 26.73  | 0.47  | 0.4  |
| Уран  | 8.683∙1025  | 14.535  | 25559  | 4.0073  | 1.32  | 17.24 час\*\*  | 97.86  | 0.51  | 5.7  |
| Нептун  | 1.024∙1026  | 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.  |  | градусы  | сут  |
| 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. альбедо  | Видимая звездная величина\*  |
| кг | км  | г/см3  | км  | сут  | m |
| **Земля** |
| Луна  | 7.348·1022  | 1738  | 3.34  | 384400  | 27.32166  | 0.12  | –12.7  |
| **Марс** |
| Фобос  | 1.08·1016  | ~10  | 2.0  | 9380  | 0.31910  | 0.06  | 11.3  |
| Деймос  | 1.8·1015  | ~6  | 1.7  | 23460  | 1.26244  | 0.07  | 12.4  |
| **Юпитер** |
| Ио  | 8.94·1022  | 1815  | 3.55  | 421800  | 1.769138  | 0.61  | 5.0  |
| Европа  | 4.8·1022  | 1569  | 3.01  | 671100  | 3.551181  | 0.64  | 5.3  |
| Ганимед  | 1.48·1023  | 2631  | 1.94  | 1070400  | 7.154553  | 0.42  | 4.6  |
| Каллисто  | 1.08·1023  | 2400  | 1.86  | 1882800  | 16.68902  | 0.20  | 5.7  |
| **Сатурн** |
| Тефия  | 7.55·1020  | 530  | 1.21  | 294660  | 1.887802  | 0.9  | 10.2  |
| Диона  | 1.05·1021  | 560  | 1.43  | 377400  | 2.736915  | 0.7  | 10.4  |
| Рея  | 2.49·1021  | 765  | 1.33  | 527040  | 4.517500  | 0.7  | 9.7  |
| Титан  | 1.35·1023  | 2575  | 1.88  | 1221850  | 15.94542  | 0.21  | 8.2  |
| Япет  | 1.88·1021  | 730  | 1.21  | 3560800  | 79.33018  | 0.2  | ~11.0  |
| **Уран** |
| Миранда  | 6.33·1019  | 235.8  | 1.15  | 129900  | 1.413479  | 0.27  | 16.3  |
| Ариэль  | 1.7·1021  | 578.9  | 1.56  | 190900  | 2.520379  | 0.34  | 14.2  |
| Умбриэль  | 1.27·1021  | 584.7  | 1.52  | 266000  | 4.144177  | 0.18  | 14.8  |
| Титания  | 3.49·1021  | 788.9  | 1.70  | 436300  | 8.705872  | 0.27  | 13.7  |
| Оберон  | 3.03·1021  | 761.4  | 1.64  | 583500  | 13.46324  | 0.24  | 13.9  |
| **Нептун** |
| Тритон  | 2.14·1022  | 1350  | 2.07  | 354800  | 5.87685\*\*  | 0.7  | 13.5  |

\* для полнолуния или среднего противостояния внешних планет

\*\* обратное направление вращения

***Формулы приближенного вычисления***

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
| (*x* << 1, углы выражаются в радианах). |