

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады
школьников по астрономии
2023
9 класс**

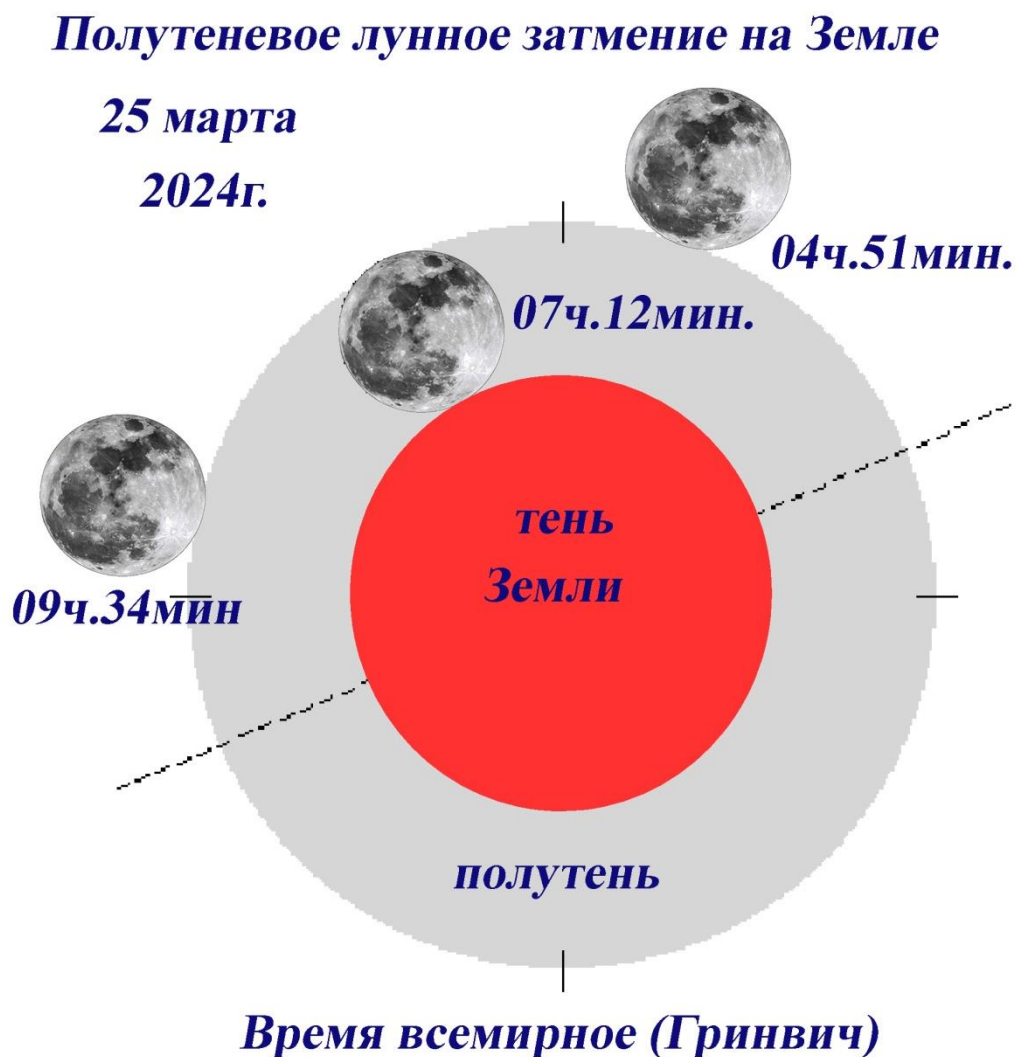
Задание 1. Полутеневое лунное затмение.

Условие:

25 марта 2024 года на Земле произойдет полутеневое лунное затмение. На рисунке показаны все обстоятельства прохождения затмения.

- Переведите периоды прохождения затмения по местному времени (Улан-Удэ).
- Можно ли увидеть этот лунный спектакль в нашей республике?

Рисунок:



Задание 2. Перигей Луны.

Условие:



Сегодня 21 ноября Луна проходит перигей своей орбиты и это расстояние составит 369824 км. Это не суперлуние, поскольку Луна не в фазе полнолуния и расстояние не совсем близкое, на которое она уже приближалась в этом году. Но всё же расстояние до Земли меньше, чем в среднем-384400км.

-В какой фазе сегодня Луна в перигее своей орбиты?

-Когда наступит следующий перигей Луны?

Задание 3. Зимнее солнцестояние.

Условие:

22 декабря 2023 года в Северном полушарии Земли наступает зимнее солнцестояние. В эти сутки устанавливаются самый короткий световой день и самая длинная ночь в году.

- Сравните максимальную высоту Солнца, на которую оно поднимается в полдень в этот день в северном поселке Бурятия Муя и г.Кяхте, расположенном на юге нашей республики.

- Где ночь длиннее?

Географические координаты населенных пунктов:

п.Муя – широта $\varphi=56^{\circ}27'$, долгота $\lambda=115^{\circ}40'$,

г.Кяхта – широта $\varphi=50^{\circ}21'$, долгота $\lambda=106^{\circ}27'$.

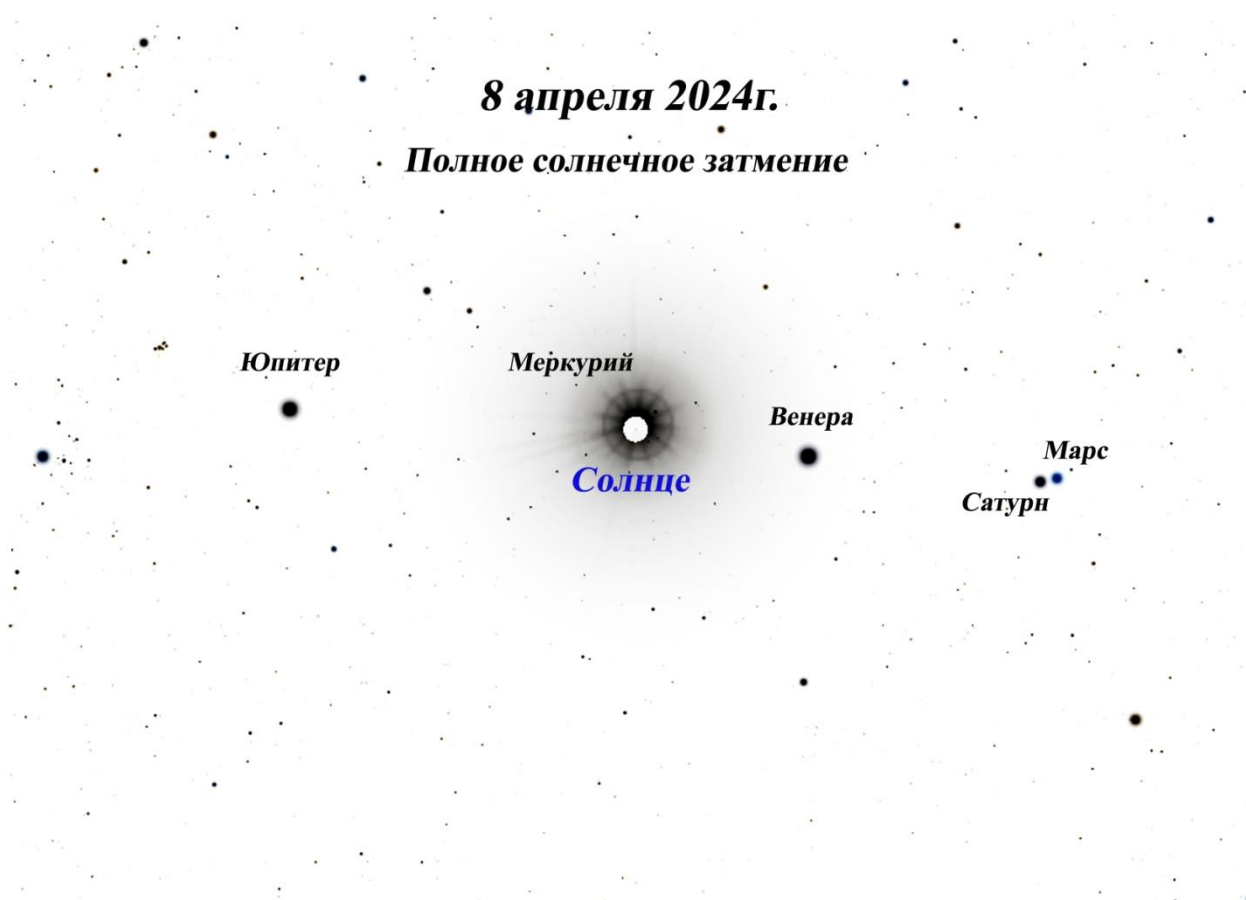
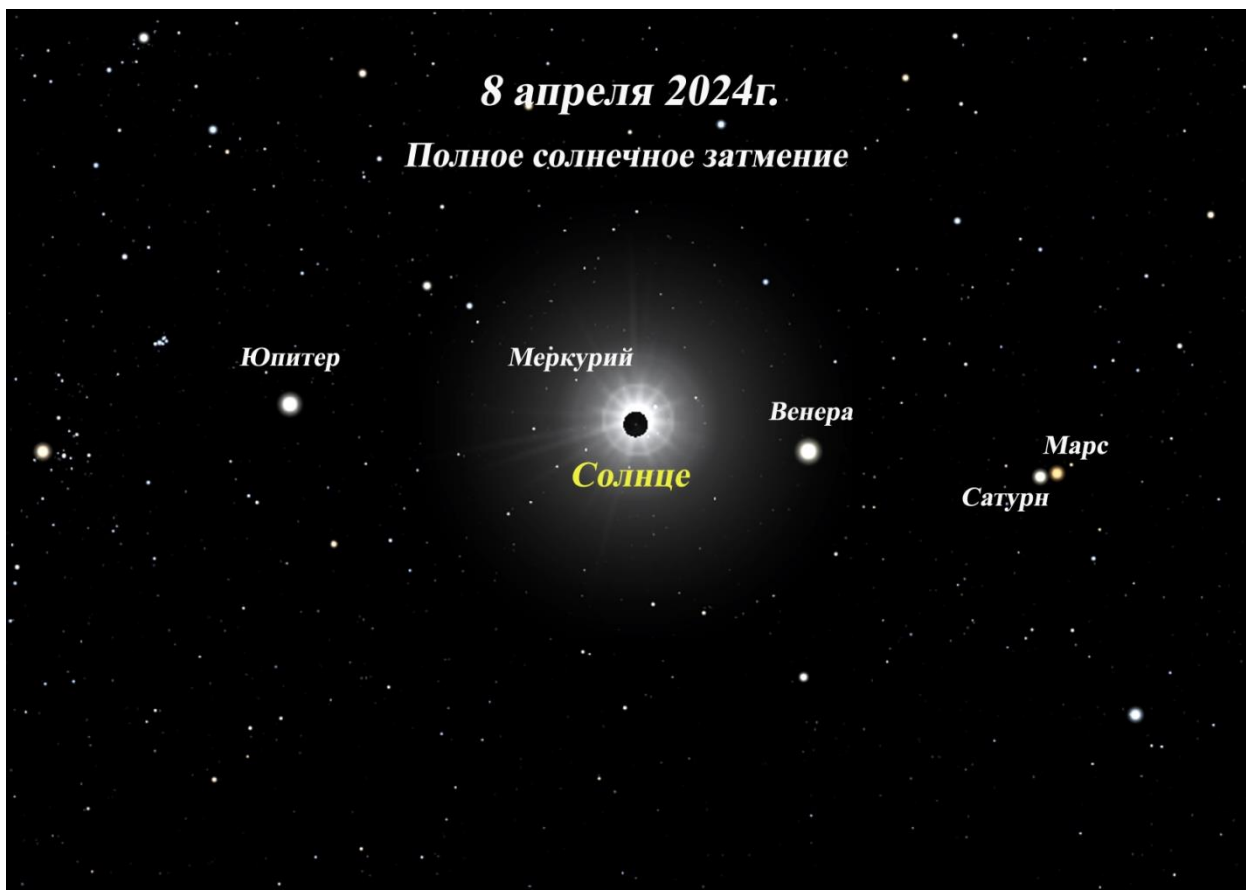
Задание 4. Большой парад планет.

Условие:

8 апреля 2024 года на Земле произойдет полное солнечное затмение. Полную фазу затмения смогут наблюдать жители Северной Америки и некоторых островов в Тихом и Атлантическом океанах. В этот момент ,когда Луна полностью закроет солнечный диск, наступит “ночь”, и на тёмном небе зажгутся яркие звёзды. Рядом с затмившим Солнцем в ряд, как на параде, с обеих сторон выстроятся планеты. 4 минуты 28 секунд, все, кто в это время будет находиться в полосе полной фазы, будут наслаждаться этим красивым зрелищем!

- Расположите по видимому блеску планеты, которые будут сиять на этом параде.

Рисунок:



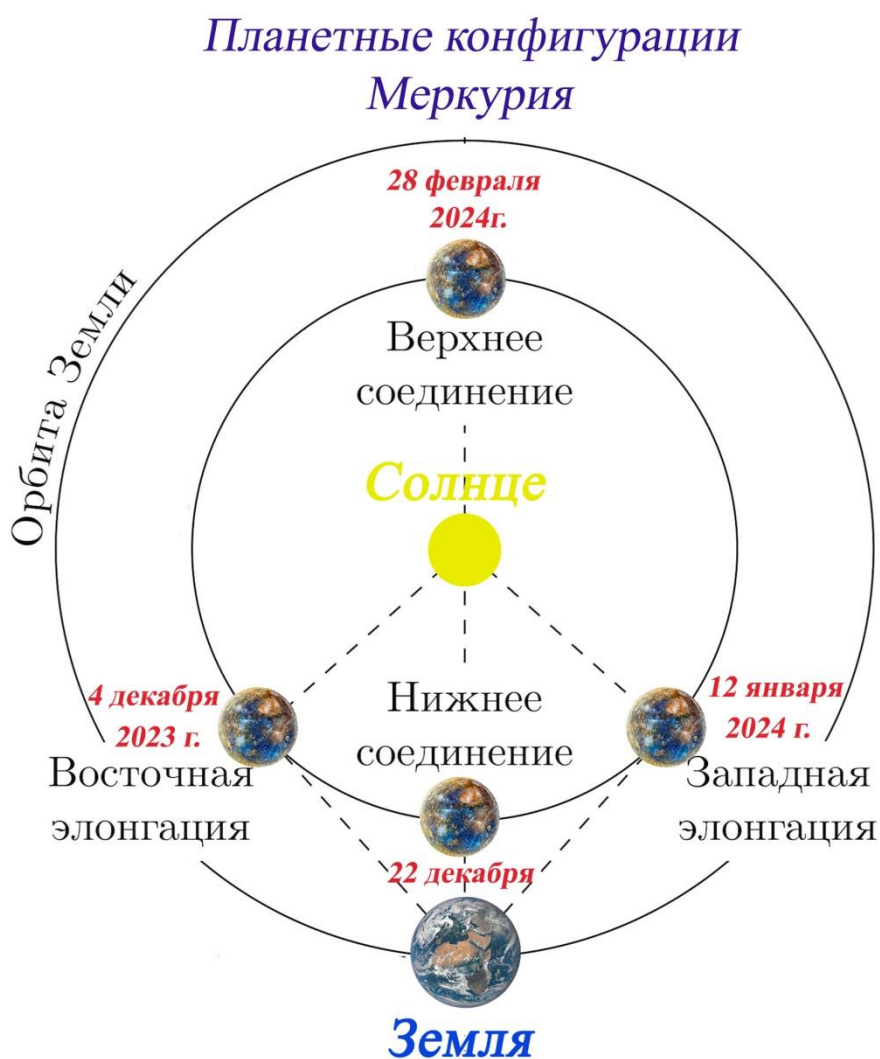
Задание 5. Меркурий.

Условие: На рисунке показаны ближайшие планетные конфигурации Меркурия.

Исходя из данных обстоятельств наблюдений, ответьте на вопрос:

- Можно ли сегодня ,21 ноября 2023года, увидеть Меркурий на нашем небе? -
- Если да, то в какое время суток и в каком созвездии можно наблюдать самую близкую к Солнцу планету?

Рисунок:



Задание 6. Звездопады.

Условие:

13 декабря 2023 года Земля проходит через несколько метеорных потоков. В ясную ночь можно увидеть обильный звездопад, который будет "проливаться" из нескольких созвездий.

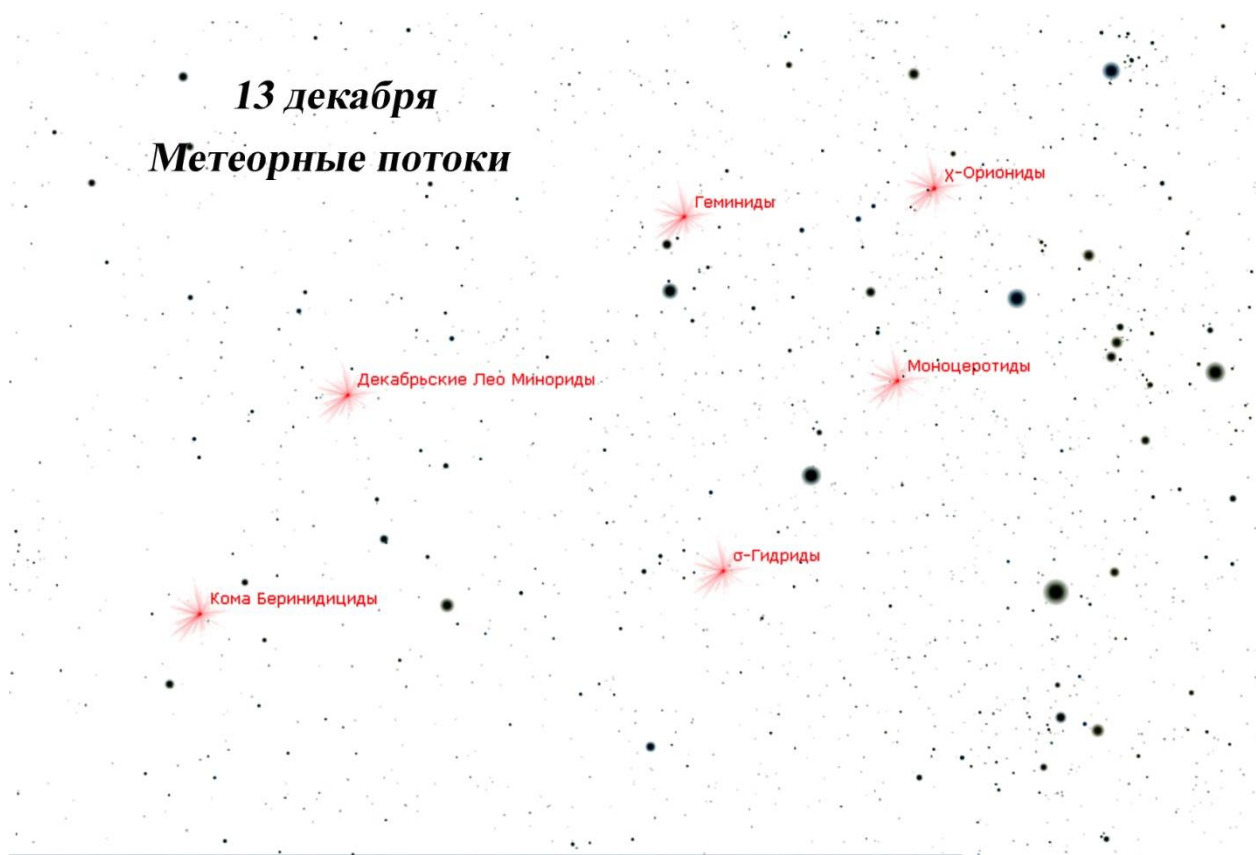
На рисунке указаны радианты метеорных потоков, которые будут активны в эту ночь.

- Из каких созвездий будут "падать" звёзды в эту ночь?
- Будут ли они залиты лунным светом? В какой фазе будет Луна в эту звёздную ночь?

Рисунок:



13 декабря
Метеорные потоки



Кома Беринидиды

Декабрьские Лео Минориды

Геминиды

χ -Ориониды

Моноцеротиды

σ -Гидриды

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная $G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
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 = $206265 \text{ а.е.} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$
Постоянная Хаббла $H = 68 \text{ (км/с)/Мпк}$

Данные о Солнце

Радиус 695 500 км
Светимость $3.827 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$
Видимая звездная величина -26.78^{m}
Абсолютная болометрическая звездная величина $+4.72^{\text{m}}$
Показатель цвета (B-V) $+0.67^{\text{m}}$
Эффективная температура 5800К
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
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 $5.973 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
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 27.321661 суток
Синодический период обращения 29.530588 суток
Радиус 1737 км
Период прецессии узлов орбиты 18.6 лет
Масса $7.348 \cdot 10^{22} \text{ кг}$ или 1/81.3 массы Земли

Средняя плотность $3.35 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$

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 | | Плотность | Период вращения вокруг оси | Наклон экватора к плоскости орбиты | Геометр. альbedo | Вид. звездная величина* |
|----------|-----------------------|-------------|--------|---------------|-----------|----------------------------|------------------------------------|------------------|-------------------------|
| | кг | массы Земли | км | радиусы Земли | | | | | |
| Солнце | $1.989 \cdot 10^{30}$ | 332940 | 695500 | 109.3 | 1.41 | 25.380 сут | 7.25 | — | -26.8 |
| Меркурий | $3.302 \cdot 10^{23}$ | 0.05527 | 2439.7 | 0.3829 | 5.43 | 58.646 сут | 0.00 | 0.10 | -0.1 |
| Венера | $4.869 \cdot 10^{24}$ | 0.81476 | 6051.8 | 0.9488 | 5.24 | 243.019 сут** | 177.36 | 0.65 | -4.4 |
| Земля | $5.973 \cdot 10^{24}$ | 1.00000 | 6378.1 | 1.0000 | 5.52 | 23.934 час | 23.45 | 0.37 | — |
| Марс | $6.417 \cdot 10^{23}$ | 0.10743 | 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

| 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 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 | $8.94 \cdot 10^{22}$ | 1821 | 3.53 | 421800 | 1.769138 | 0.61 | 5.0 |
| Европа | $4.80 \cdot 10^{22}$ | 1561 | 3.01 | 671100 | 3.551181 | 0.64 | 5.3 |
| Ганимед | $1.48 \cdot 10^{23}$ | 2634 | 1.94 | 1070400 | 7.154553 | 0.42 | 4.6 |
| Каллисто | $1.08 \cdot 10^{23}$ | 2410 | 1.83 | 1882800 | 16.68902 | 0.20 | 5.7 |
| Сатурн | | | | | | | |
| Тефия | $6.17 \cdot 10^{20}$ | 530 | 0.98 | 294660 | 1.887802 | 0.9 | 10.2 |
| Диона | $1.10 \cdot 10^{21}$ | 562 | 1.48 | 377400 | 2.736915 | 0.7 | 10.4 |
| Рея | $2.31 \cdot 10^{21}$ | 764 | 1.24 | 527040 | 4.517500 | 0.7 | 9.7 |
| Титан | $1.35 \cdot 10^{23}$ | 2576 | 1.88 | 1221850 | 15.94542 | 0.21 | 8.2 |
| Япет | $1.81 \cdot 10^{21}$ | 734 | 1.09 | 3560800 | 79.33018 | 0.2 | ~11.0 |
| Уран | | | | | | | |
| Миранда | $6.59 \cdot 10^{19}$ | 236 | 1.21 | 129900 | 1.413479 | 0.27 | 16.3 |
| Ариэль | $1.35 \cdot 10^{21}$ | 581 | 1.59 | 190900 | 2.520379 | 0.34 | 14.2 |
| Умбриэль | $1.17 \cdot 10^{21}$ | 585 | 1.39 | 266000 | 4.144177 | 0.18 | 14.8 |
| Титания | $3.53 \cdot 10^{21}$ | 788 | 1.71 | 436300 | 8.705872 | 0.27 | 13.7 |
| Оберон | $3.01 \cdot 10^{21}$ | 761 | 1.63 | 583500 | 13.46324 | 0.24 | 13.9 |
| Нептун | | | | | | | |
| Тритон | $2.14 \cdot 10^{22}$ | 1353 | 2.06 | 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).