

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

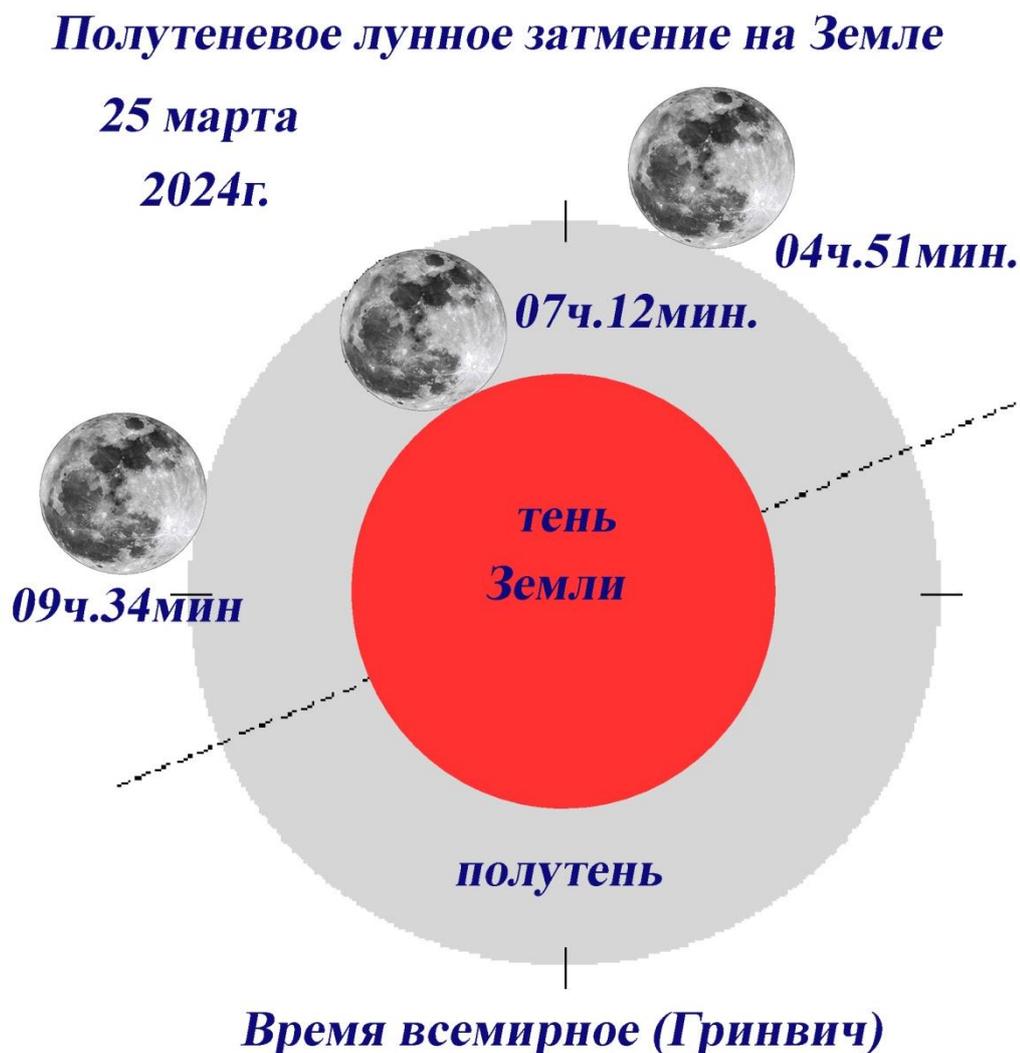
Задание 1. Полутеневое лунное затмение.

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 $\lambda=106^{\circ}27'$.

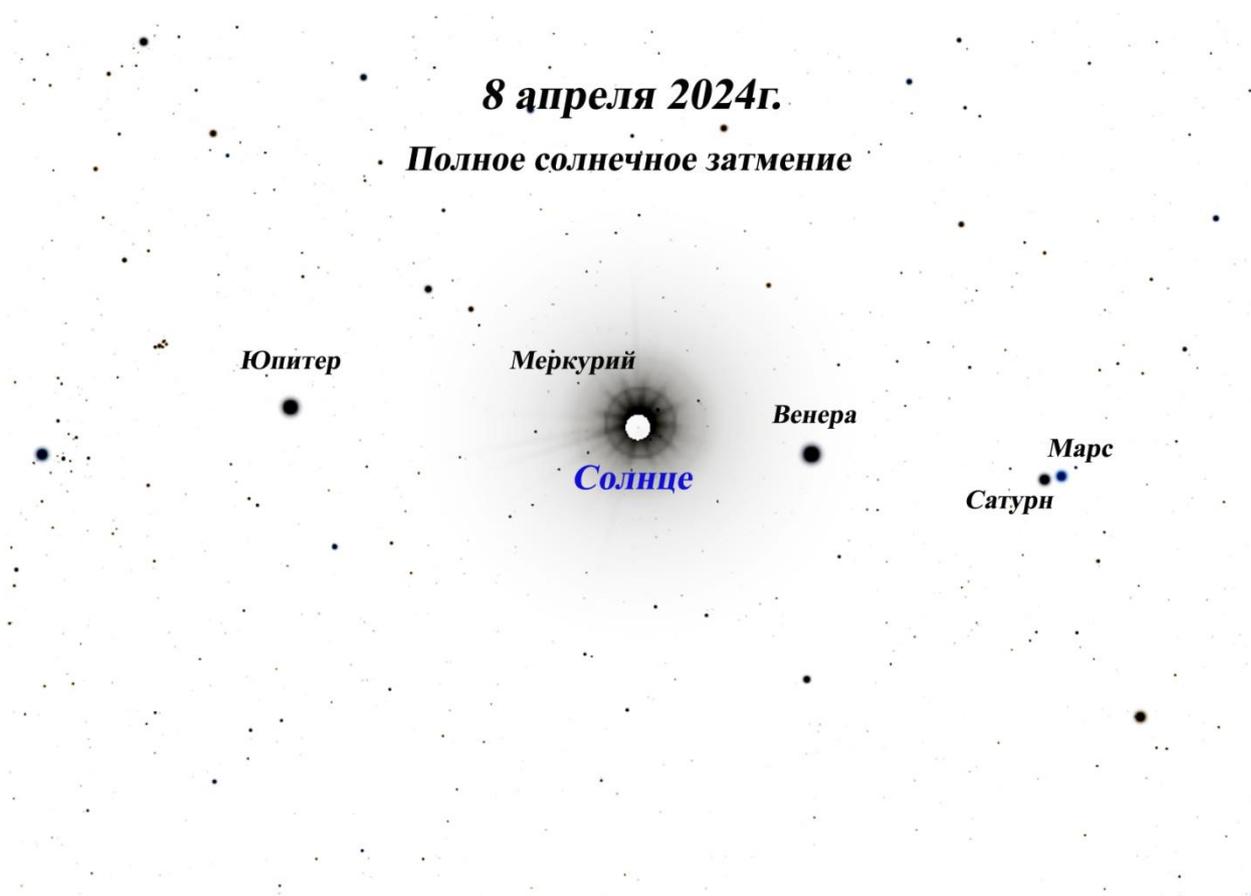
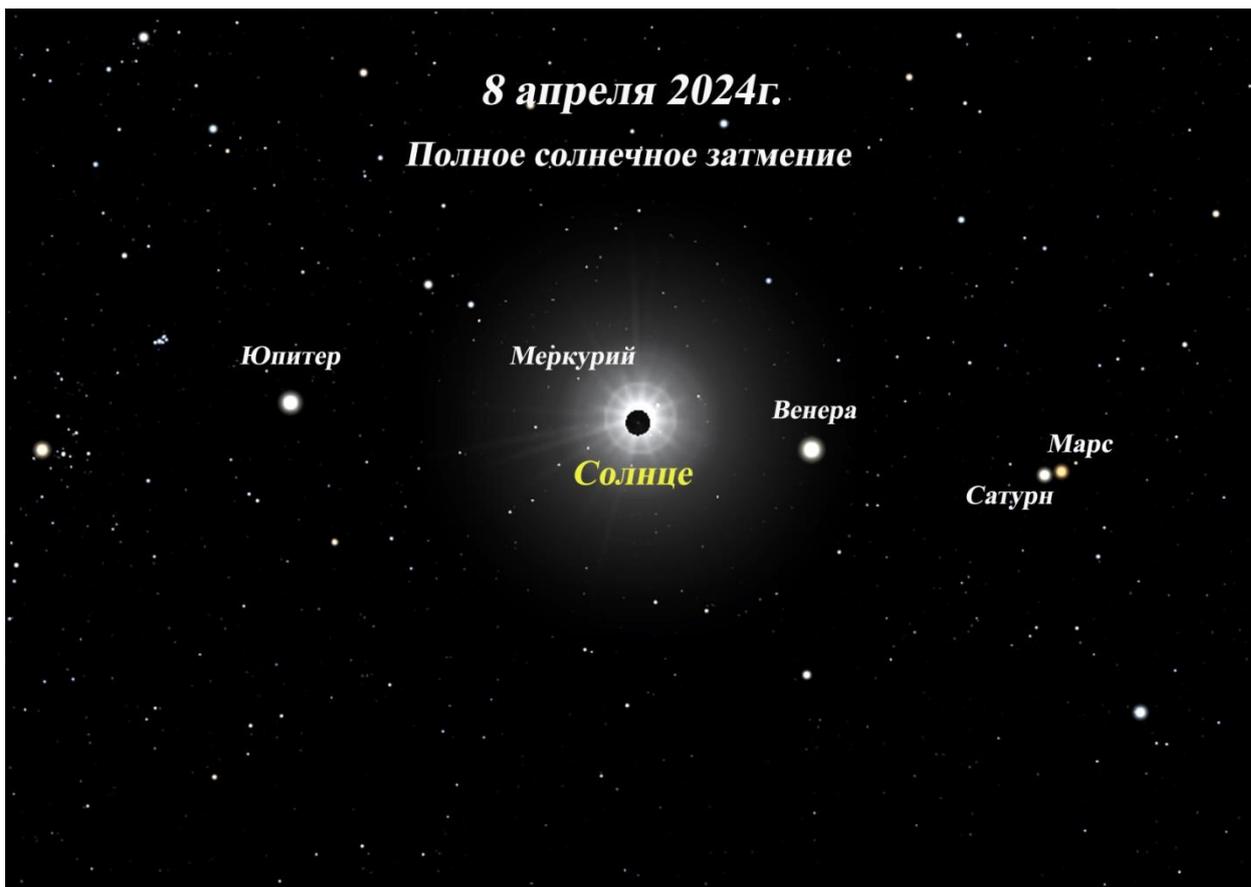
Задание 4. Большой парад планет.

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:



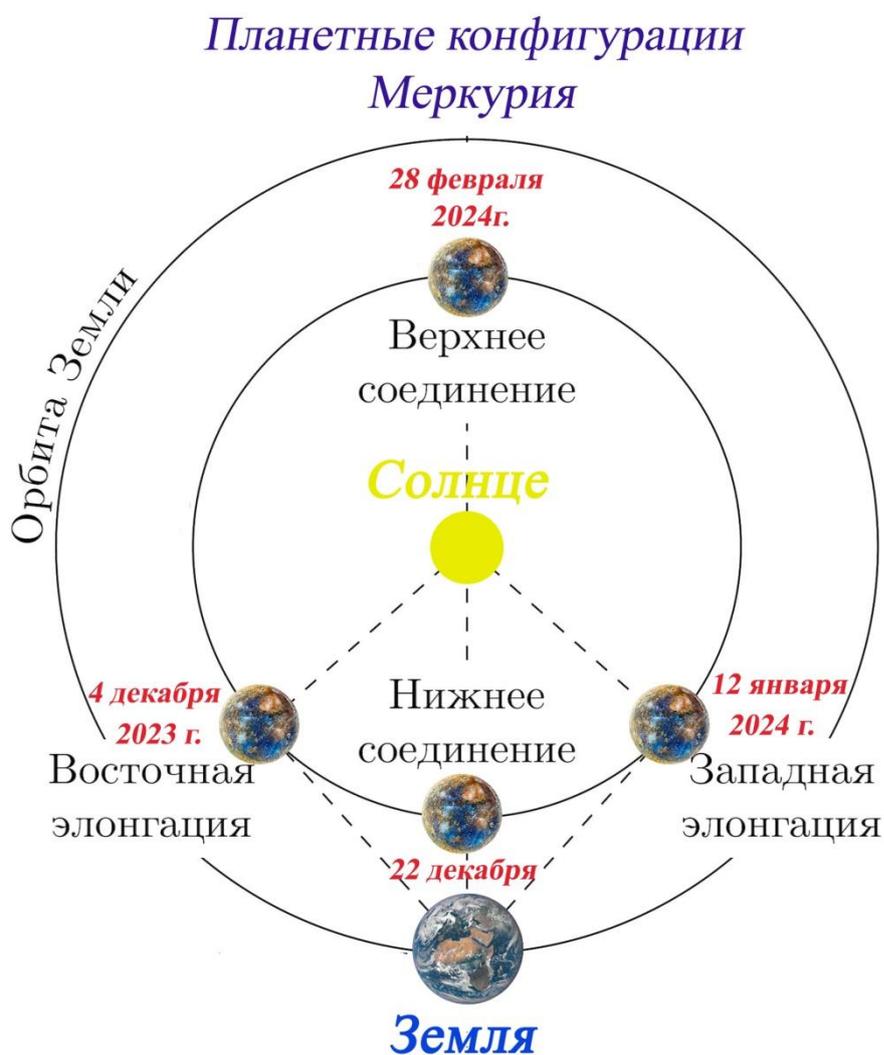
Задание 5. Меркурий.

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.

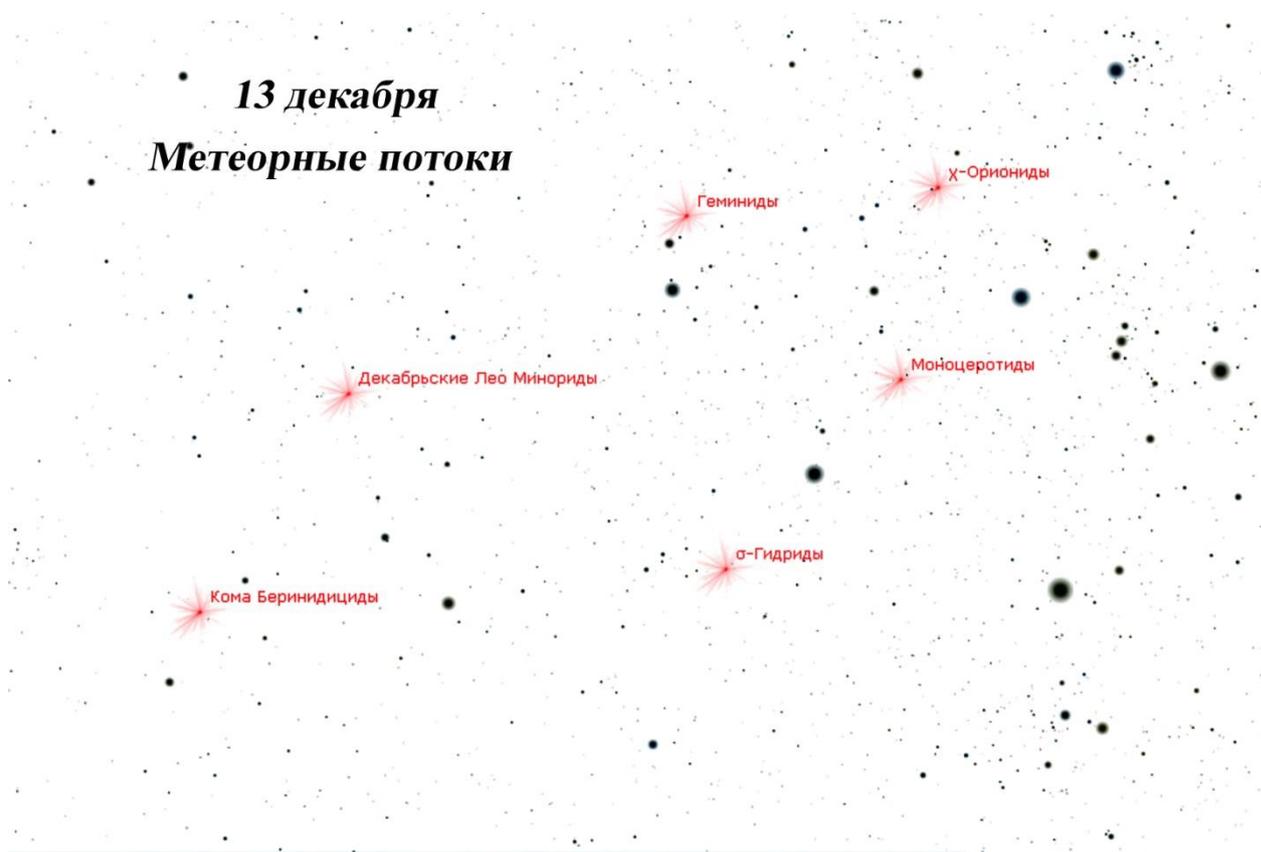
На рисунке указаны радианты метеорных потоков, которые будут активны в эту ночь.

- 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 $1 \text{ а.е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Парсек $1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.е.} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$
Постоянная Хаббла $H = 68 \text{ (км/с)/Мпк}$

Данные о Солнце

Радиус $695\,500 \text{ км}$ Масса $1.989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$
Светимость $3.827 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$ Спектральный класс G2
Видимая звездная величина -26.78^{m}
Абсолютная болометрическая звездная величина $+4.72^{\text{m}}$
Показатель цвета (B–V) $+0.67^{\text{m}}$
Эффективная температура 5800 К
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

Данные о Земле

Эксцентриситет орбиты 0.0167
Тропический год 365.24219 суток
Средняя орбитальная скорость 29.8 км/с
Период вращения $23 \text{ часа } 56 \text{ минут } 04 \text{ секунды}$
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: N_2 (78%), O_2 (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).