ДВИЖЕНИЕ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛ ТЯГОТЕНИЯ

Выполнила: Бадина М.Н.,
учитель физики МБОУ СШ №2

МАССА ЗЕМЛИ

$$g = G\frac{M}{r^2}$$

$$g = 9{,}8\ \text{м/с}^2$$

M - масса земли

r – радиус Земли

r = 6 370 км=6 370 000 м

G – Гравитационная постоянная

G = $6{,}67428(67)\cdot10^{-11}$ $м^3\cdot с^{-2}\cdot кг^{-1}$

$$M = \frac{gr^2}{G} = 6 * 10^{24}\text{кг}$$

ПЛОТНОСТЬ ЗЕМЛИ

$$\rho = \frac{M}{V}$$

$$\mathrm{V} = \frac{4}{3}\pi r^3$$

M - масса земли

r – радиус Земли

r = 6 370 км=6 370 000 м

$$M = \frac{gr^2}{G} = 6 * 10^{24}\text{кг}$$

$$\boldsymbol{\rho = \frac{M}{V} = 5,5 * 10^{24}}\text{кг/м}^3$$

Чему равна плотность Луны, если ее масса в 81 раз, а радиус в 4 раза меньше, чем у Земли?

Дано:

$M_☾ = 1$

$M_⊗ = 81 M_☾$

$R_☾ = 1$

$R_⊗ = 4 R_☾$

$\rho_☾$ - ?

Решение:

Средняя плотность вещества равна: $\rho = \frac{M}{V}$, поскольку $V = \frac{4}{3}\pi R^3$, то можно сказать что $\rho \approx \frac{M}{R^3}$, тогда $\frac{\rho_☾}{\rho_⊗} = \frac{M_☾}{(R_☾)^3} : \frac{M_⊗}{(R_⊗)^3} = \frac{M_☾}{M_⊗}\left(\frac{R_⊗}{R_☾}\right)^3$

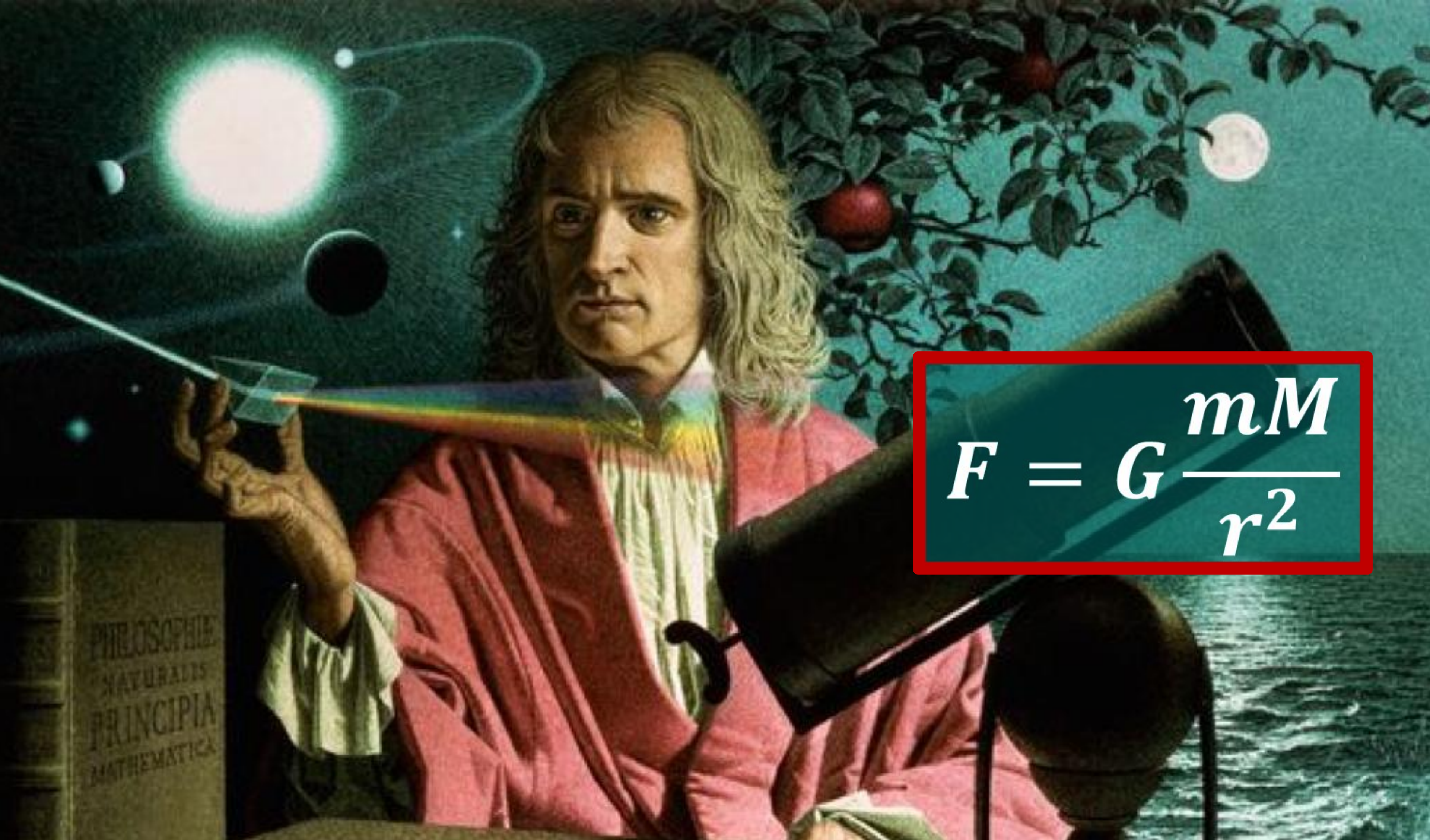
Отсюда следует, что $\frac{\rho_☾}{\rho_⊗} = \frac{M_☾}{81 M_☾}\left(\frac{4R_☾}{R_☾}\right)^3 = 0{,}8$, т.е. средняя плотность Луны всего 0,8 плотности Земли (или $4{,}4 * 10^3$ кг/м^3)

$\boldsymbol{\rho_⊗ = 5,5 * 10^{24}}$ **кг/м**^{3}

ЗАКОН ВСЕМИРОНОГО ТЯГОТЕНИЯ

Все тела во вселенной притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними

$$F = G\frac{mM}{r^2}$$



$$F = G\frac{mM}{r^2}$$

M и m - массы двух тел

r – расстояние между ними

G – Гравитационная постоянная - G = 6,67428(67)$\cdot 10^{-11}$ м$^3\cdot$с$^{-2}\cdot$кг$^{-1}$

Доказательство:

1. $g = 9{,}8\ \text{м/с}^2$ - ускорение силы тяжести на поверхности Земли

2. $g = G\dfrac{M}{r^2}$ - зависимость ускорения свободного падения от расстояния

3. $g_{Л} = \dfrac{9{,}8\ \text{м/с}^2}{3600} = 0{,}0027\text{м/с}^2$ - Центростремительное ускорение Луны, находящейся от Земли на расстоянии 60 земных радиусов

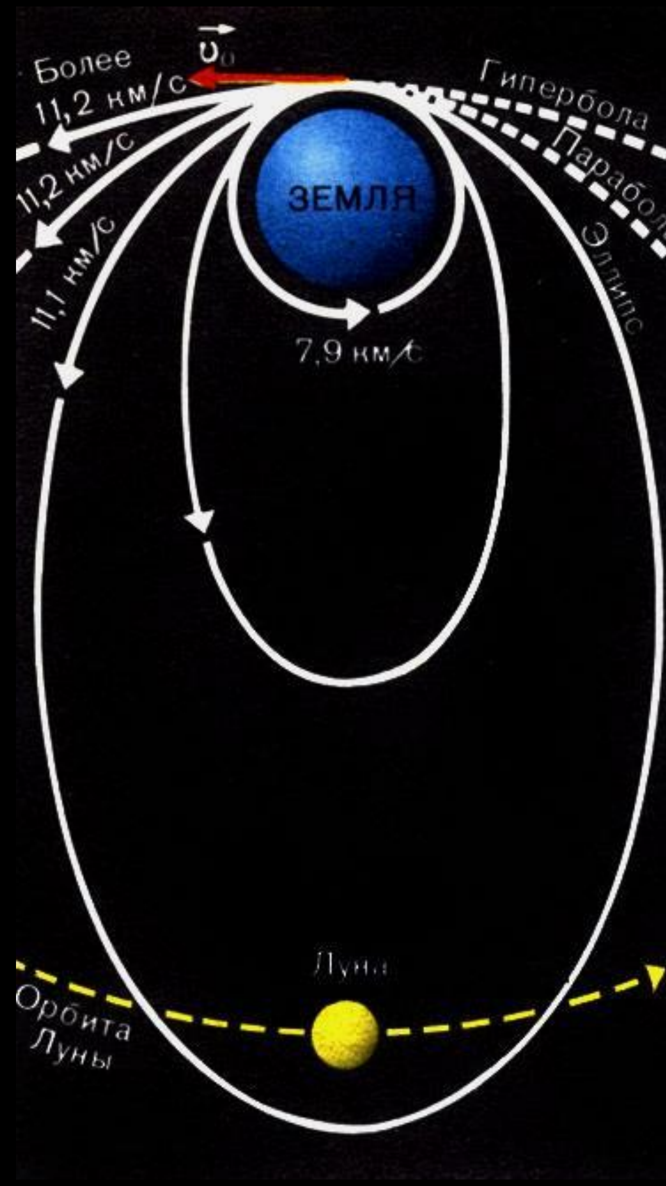
4. $a = \omega^2 r$ - центростремительное ускорение тела, движущегося по окружности

5. $a = {\omega^2}_{Л}\, 60R_{З} = \dfrac{2\pi}{T_{Л}} 60R_{З} = \dfrac{2*3{,}14}{2{,}36*10^6\text{с}} * 60 * 6400 * 1000\text{м} = 0{,}0027\text{м/с}^2$

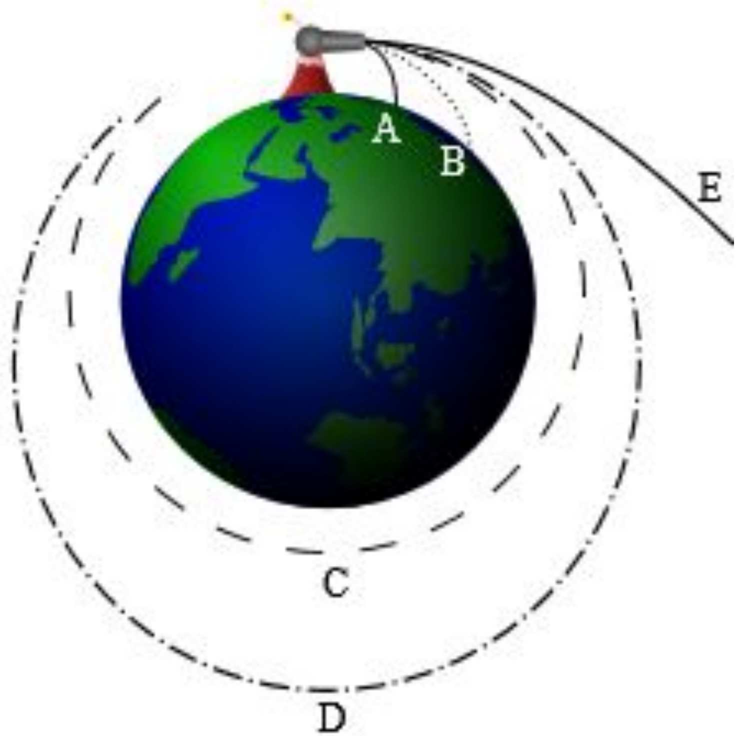
$$a = g$$

Вывод: сила, удерживающая Луну на орбите, есть сила Земного притяжения, ослабленная по сравнению с действующей на поверхности Земли в 3600 раз

КОСМИЧЕСКИЕ СКОРОСТИ И ФОРМА ОРБИТ



ПЕРВАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СКОРОСТЬ



$$ma = G\frac{mM}{r^2}$$

$$m\frac{v^2}{r} = \mathrm{G}\frac{mM}{r^2}$$

$$v_1 = \sqrt{G\frac{M}{r}}$$

$$\boxed{\boldsymbol{v_1 = \sqrt{G\frac{M}{r+h}}}}$$

Космическая скорость

— минимальная начальная скорость, которую необходимо придать материальной точке на поверхности небесного тела в отсутствие атмосферы, чтобы:

v_1 — объект стал вращаться по круговой орбите вокруг тела на пренебрежительно малой высоте относительно поверхности;

v_2 — объект преодолел гравитационное притяжение небесного тела, уйдя на бесконечность

v_3 — при запуске с планеты объект покинул планетную систему, преодолев притяжение звезды;

v_4 — при запуске из планетной системы объект покинул галактику.

КОСМИЧЕСКАЯ СКОРОСТЬ	ФОРМУЛА	ЗНАЧЕНИЕ	ВИД ТРАЕКТОРИИ
		>7,9 км/с	эллипс, 0<e<1
Первая	$v_1 = \sqrt{G\frac{M}{r+h}}$	≈7,9 км/с	круг, e=0
			эллипс, 0<e<1
Вторая		≈11,2 км/с	парабола, e=1
			гипербола, e>1

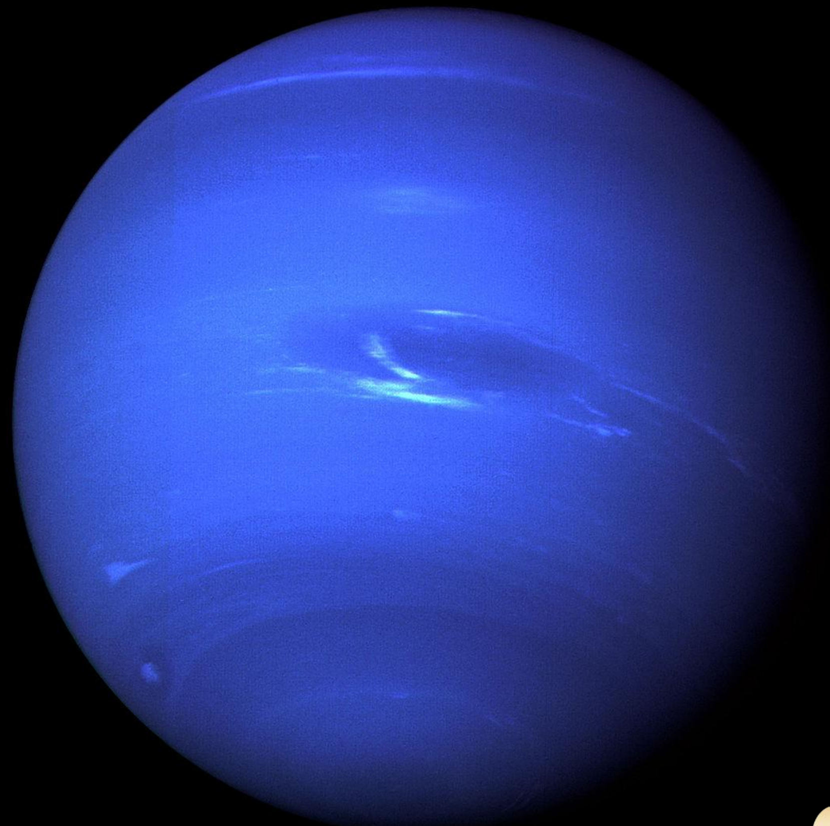
Невозмущенное движение – движение, строго подчиняющееся законам Кеплера.

ЗАДАЧА ДВУХ ТЕЛ

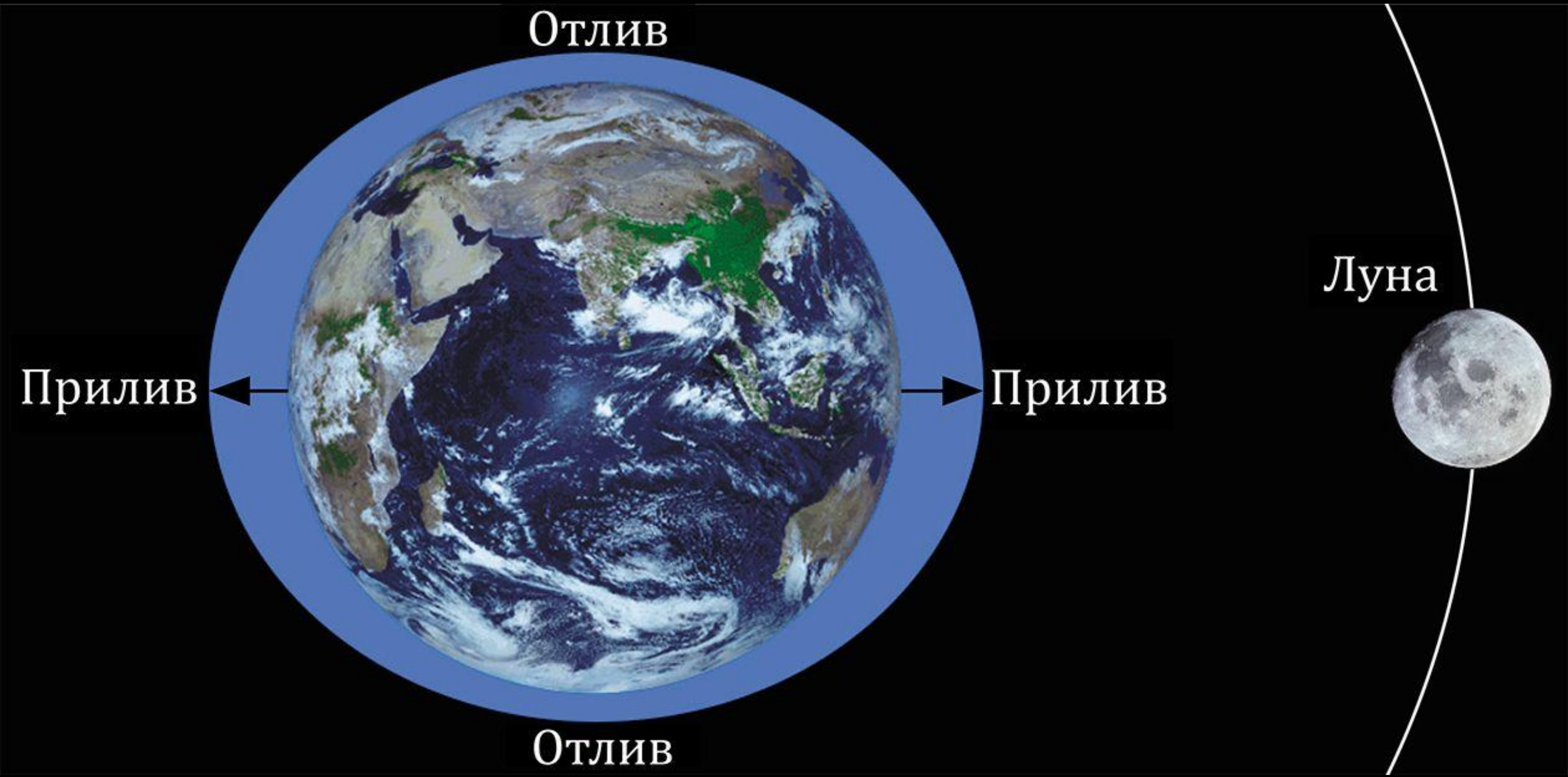
ЗАДАЧА ТРЕХ И БОЛЕЕ ТЕЛ

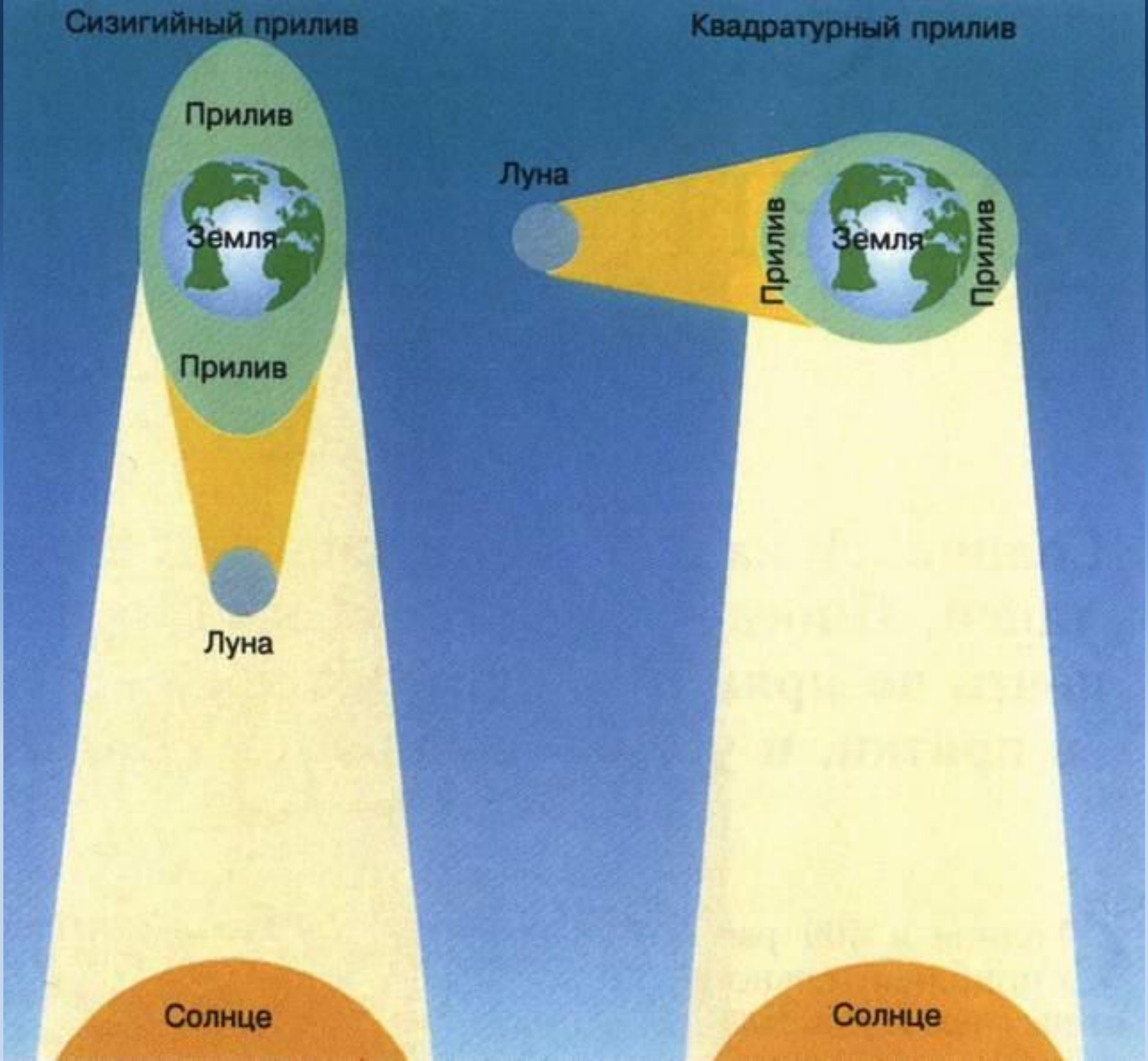
Возмущенное движение – истинные движения небесных тел, получающиеся в результате отклонения от невозмущенных орбит.

ОТКРЫТИЕ НЕПТУНА

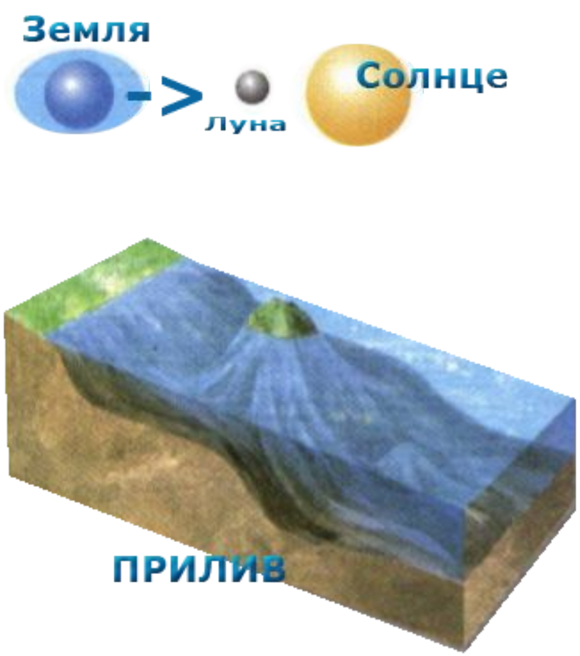



ПРИЛИВЫ

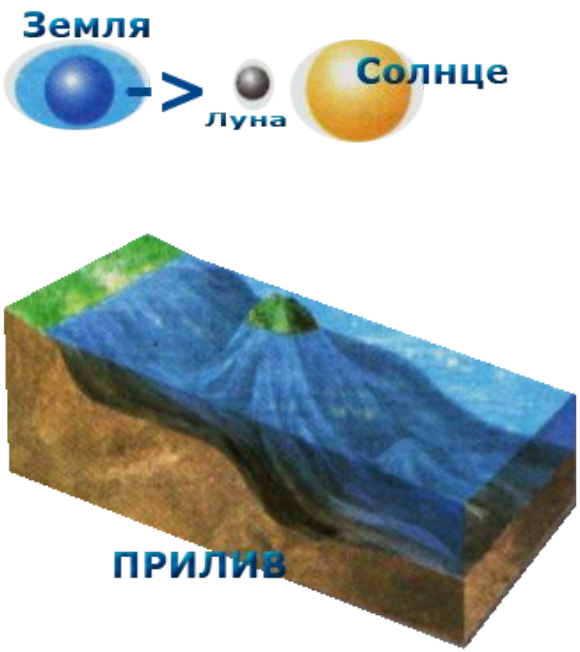

Отлив
Прилив
Прилив
Луна
Отлив

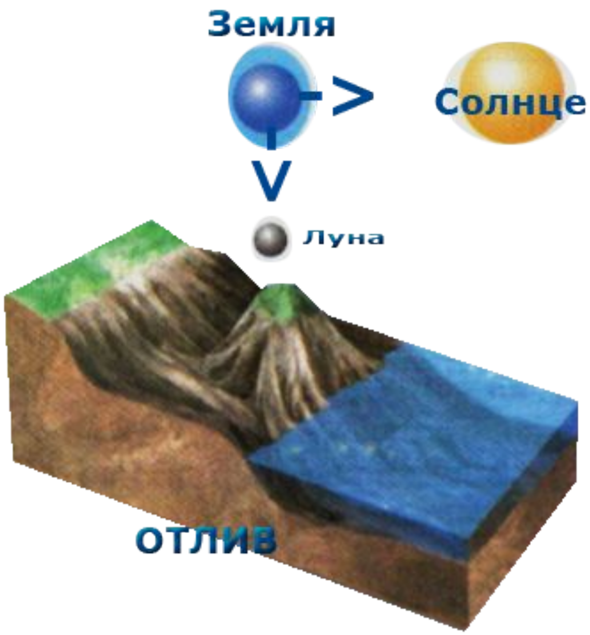

Сизигийный прилив
Квадратурный прилив
Прилив
Земля
Прилив
Луна
Солнце
Луна
Прилив
Земля
Прилив
Солнце

СИЗИГИЙНЫЕ ПРИЛИВЫ



КВАДРАТУРНЫЕ ПРИЛИВЫ



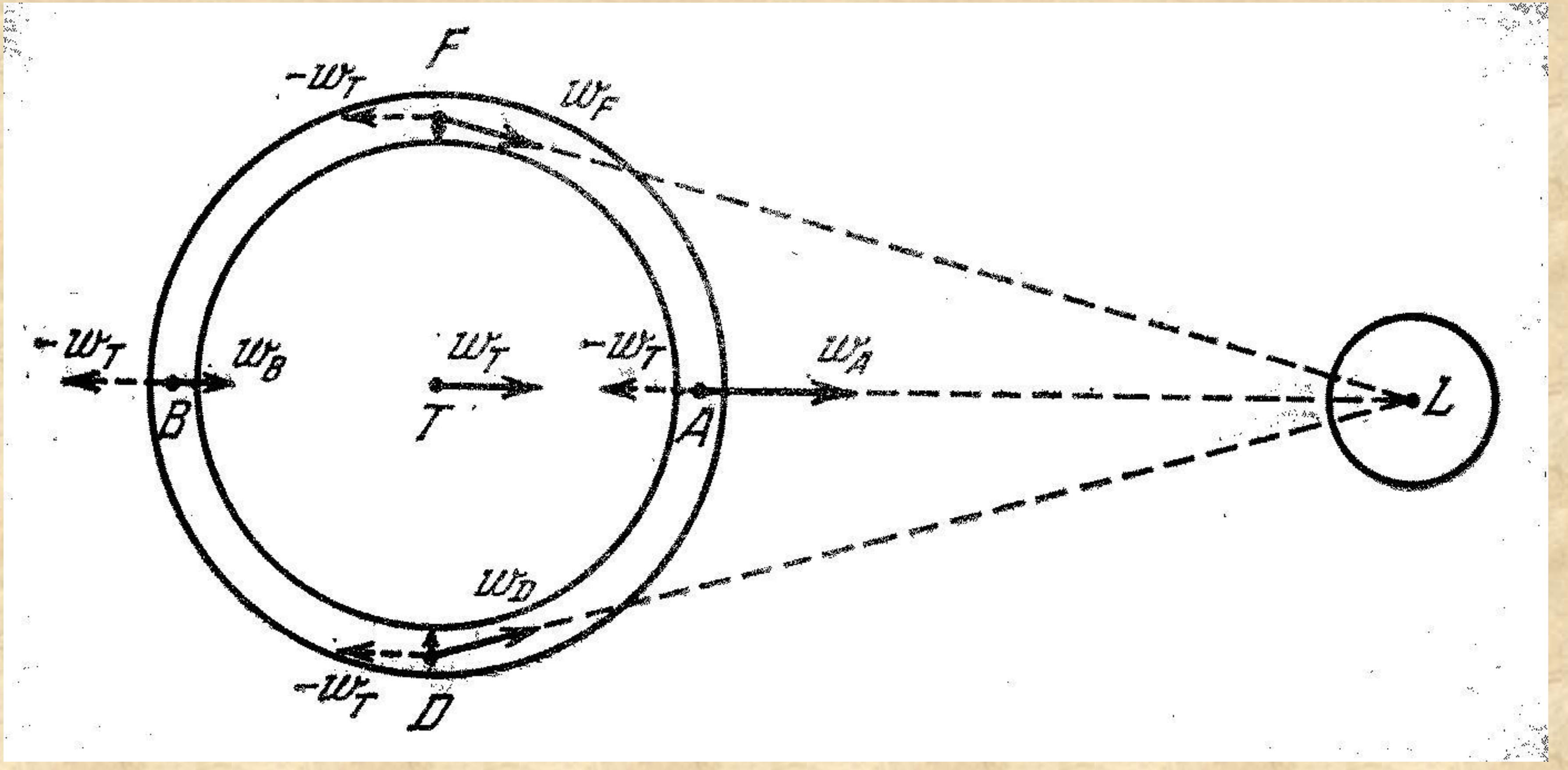


Разность ускорений, вызываемых притяжением другого тела в данной точке и в центре планеты называется приливным ускорением

Следствия:

- Торможение вращения вокруг оси
- Сглаживание поверхности планеты
- Луна ускоряет свое движение, постепенно удаляясь от нас.

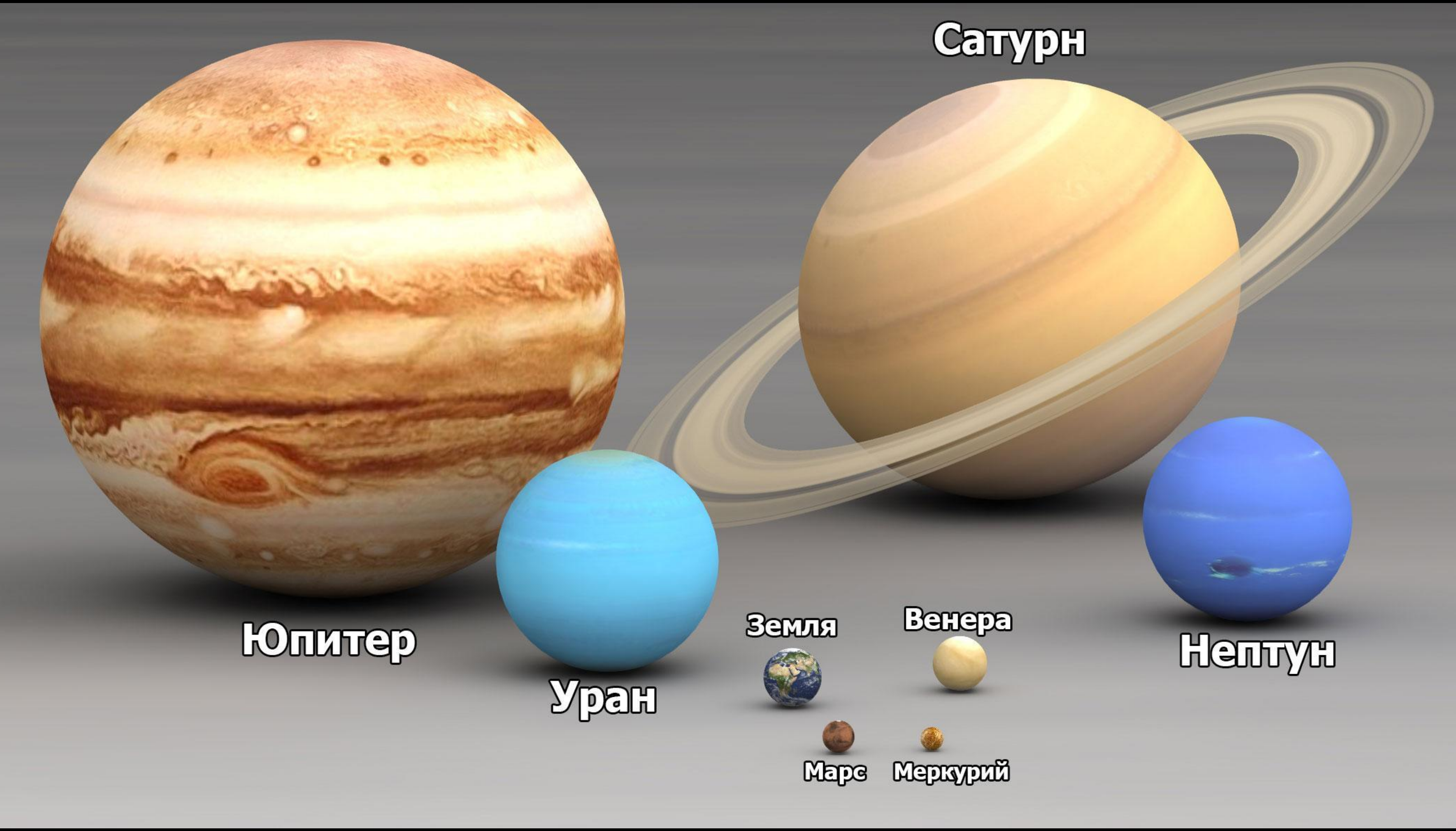
Объяснение приливов



ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАСС НЕБЕСНЫХ ТЕЛ

$$\frac{\mathrm{T}_1^2 \quad (M_1 + m_1)}{\mathrm{T}_2^2 \quad (M_2 + m_2)} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

M_1, M_2 - массы каких-либо небесных тел
m_1, m_2 - соответственно массы их спутников
a_1, a_2 - полуоси орбит спутников
$\mathrm{T}_1, \mathrm{T}_2$ - периоды обращения спутников



ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАСС НЕБЕСНЫХ ТЕЛ

Определите массу Юпитера сравнением системы Юпитера со спутником с системой Земля - Луна, если первый спутник Юпитера отстоит от него на 422 000 км и имеет период обращения 1,77 сут. Данные для Луны должны быть вам известны.

Дано:

$M_2 = 1$

$T_1 = 1{,}77$ сут.

$T_2 = 27{,}3$ сут

$a_1 = 422000$ км

$a_2 = 380000$ км

M_1 -?

Решение:

Для решения задачи введем обозначения

M_1 - Масса Юпитера, m_1 - масса спутника, которой можно пренебречь, T_1 - период обращения спутника Юпитера

M_2 - Масса Земли, m_2 - масса Луны, T_2 - период обращения Луны вокруг Земли

a_1, a_2 - полуоси орбит спутников

$$\frac{T_1^{\,2}\,(M_1 + m_1)}{T_2^{\,2}(M_2 + m_2)} = \frac{a_1^{\,3}}{a_2^{\,3}}$$

Определите массу Юпитера сравнением системы Юпитера со спутником с системой Земля - Луна, если первый спутник Юпитера отстоит от него на 422 000 км и имеет период обращения 1,77 сут. Данные для Луны должны быть вам известны.

Дано:

$M_2 = 1$

$T_1 = 1{,}77$ сут.

$T_2 = 27{,}3$ сут

$a_1 = 422000$ км

$a_2 = 380000$ км

M_1 -?

Решение:

$$\frac{T_1^{\ 2}\,(M_1 + m_1)}{T_2^{\ 2}(M_2 + m_2)} = \frac{a_1^{\ 3}}{a_2^{\ 3}}$$

Поскольку массами спутников можно пренебречь по сравнению с массами планет, то

$$\frac{T_1^{\ 2}\,M_1}{T_2^{\ 2}M_2} = \frac{a_1^{\ 3}}{a_2^{\ 3}}$$

Определите массу Юпитера сравнением системы Юпитера со спутником с системой Земля - Луна, если первый спутник Юпитера отстоит от него на 422 000 км и имеет период обращения 1,77 сут. Данные для Луны должны быть вам известны.

Дано:

$M_2 = 1$

$T_1 = 1{,}77$ сут.

$T_2 = 27{,}3$ сут

$a_1 = 422000$ км

$a_2 = 380000$ км

M_1 -?

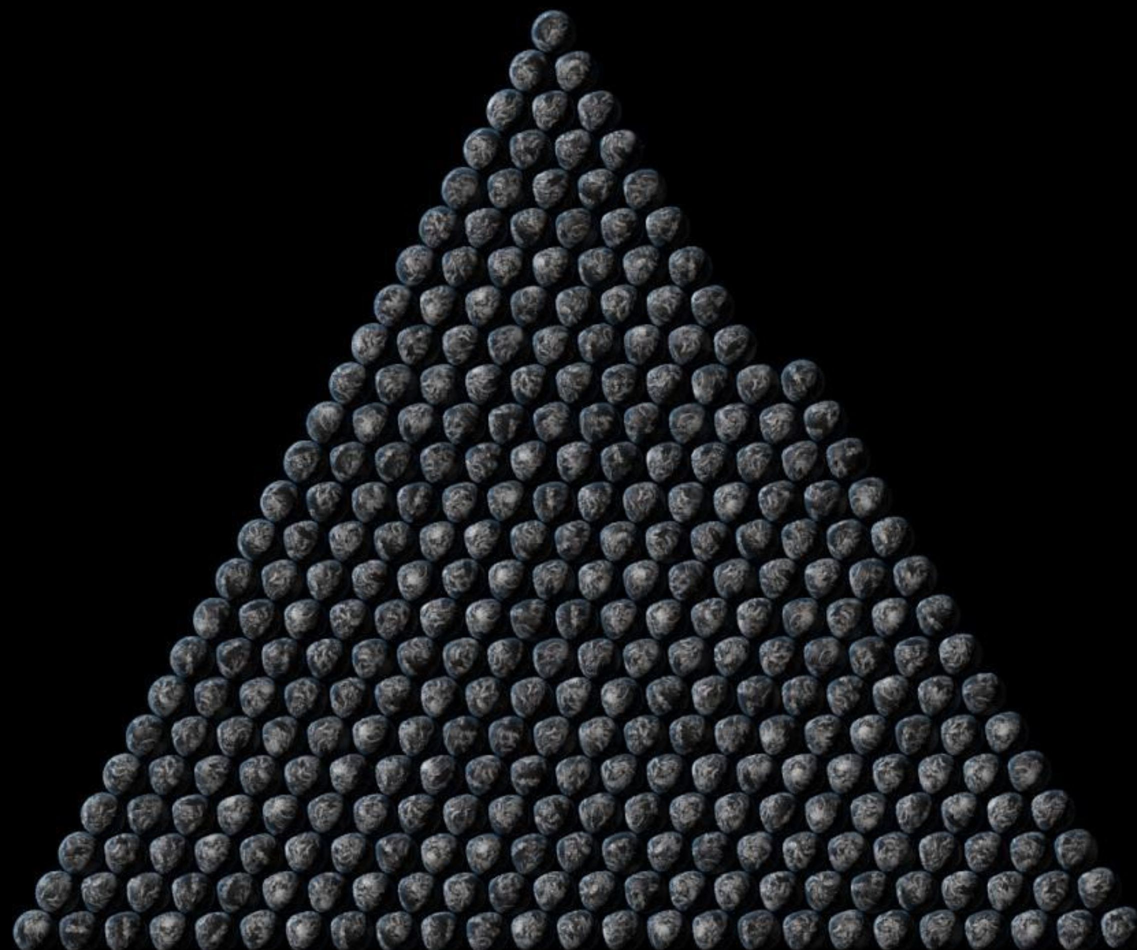
Решение:

$$\frac{T_1{}^2 M_1}{T_2{}^2 M_2} = \frac{a_1{}^3}{a_2{}^3}$$

$$M_1 = M_2 \frac{T_2{}^2 a_1{}^3}{T_1{}^2 a_2{}^3} \approx 320 M_2$$

Т.е. масса Юпитера равна приблизительно 320 массам Земли

Сравнение Юпитера и Земли



Юпитер
Диаметр 139 822 км.

Масса Земли в 318 раз меньше Юпитера. Диаметр Земли 12742 км.

Домашнее задание

- *§ 13*
- *Упражнение 12 (2)*
- *Упражнение 13 (2)*