



«Закон всемирного тяготения.»







© 2004 Minnow, Bear Fruit Co.



Green Apple Fruit

Великое открытие:

**ЗАКОН  
ВСЕМИРНОГО  
ТЯГОТЕНИЯ**



# Из истории открытия закона всемирного тяготения...



Датский астроном Тихо Браге (1546-1601), долгие годы наблюдавший за движением планет, накопил огромное количество интересных данных, но не сумел их обработать.



Иоганн Кеплер (1571-1630) используя идею Коперника о гелиоцентрической системе и результаты наблюдений Тихо Браге, установил законы движения планет вокруг Солнца, однако и он не смог объяснить динамику этого движения.



Исаак Ньютон открыл этот закон в возрасте 23 лет, но целых 9 лет не публиковал его, так как имевшиеся тогда неверные данные о расстоянии между Землей и Луной не подтверждали его идею. Лишь в 1667 году, после уточнения этого расстояния, *закон всемирного тяготения* был наконец отдан в печать.

# Как был открыт закон всемирного тяготения.



Ньютон предположил, что ряд явлений, казалось бы не имеющих ничего общего (падение тел на Землю, обращение планет вокруг Солнца, движение Луны вокруг Земли, приливы и отливы и т. д.), вызваны одной причиной.

Окинув единым мысленным взором «земное» и «небесное», Ньютон предположил, что существует единый закон всемирного тяготения, которому подвластны все тела во Вселенной — от яблок до планет!

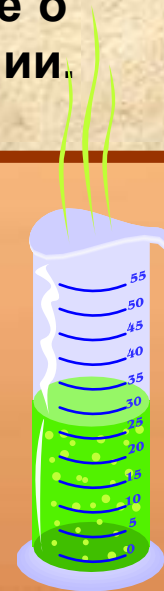


!!!

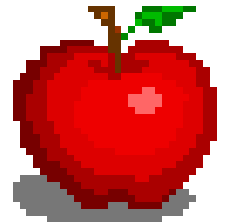
Это  
интересно



В 1666 году в Кембридже началась какая-то эпидемия, которую тогда сочли чумой, и Ньютон удалился в свой Вульсторп. Здесь в деревенской тиши, не имея под рукой ни книг, ни приборов, живя почти отшельнической жизнью, двадцатитрехлетний Ньютон предался глубоким философским размышлениям. Плодом их было гениальнейшее из его открытий — учение о всемирном тяготении..







Был летний день. Исаак Ньютон любил размышлять, сидя в саду. Предание сообщает, что размышления Ньютона были прерваны падением налившегося яблока. Без обдумывания, без предварительных логических рассуждений в мозгу его блеснула мысль, что падение яблока и движение планет по своим орбитам должны подчиняться одному и тому же универсальному закону. Он тут же сформулировал гипотезу о законе всемирного тяготения. В последующие недели мысли Ньютона все снова и снова возвращались к этой гипотезе.

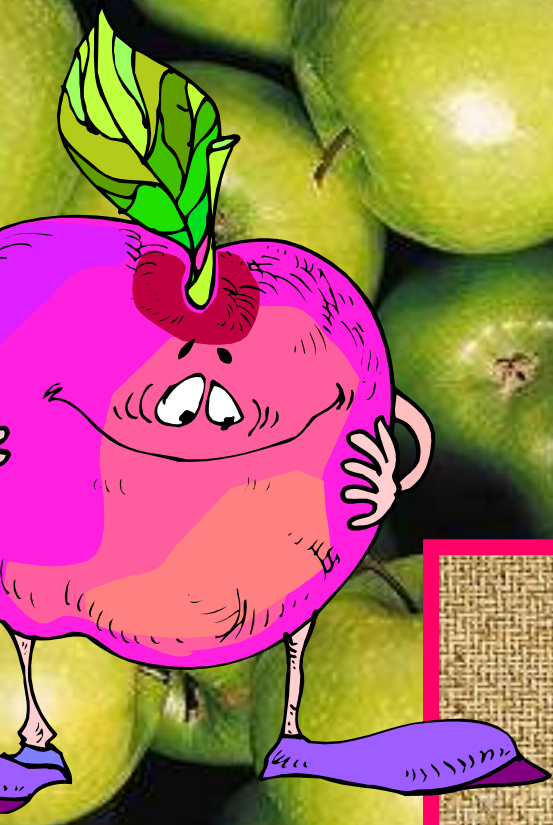
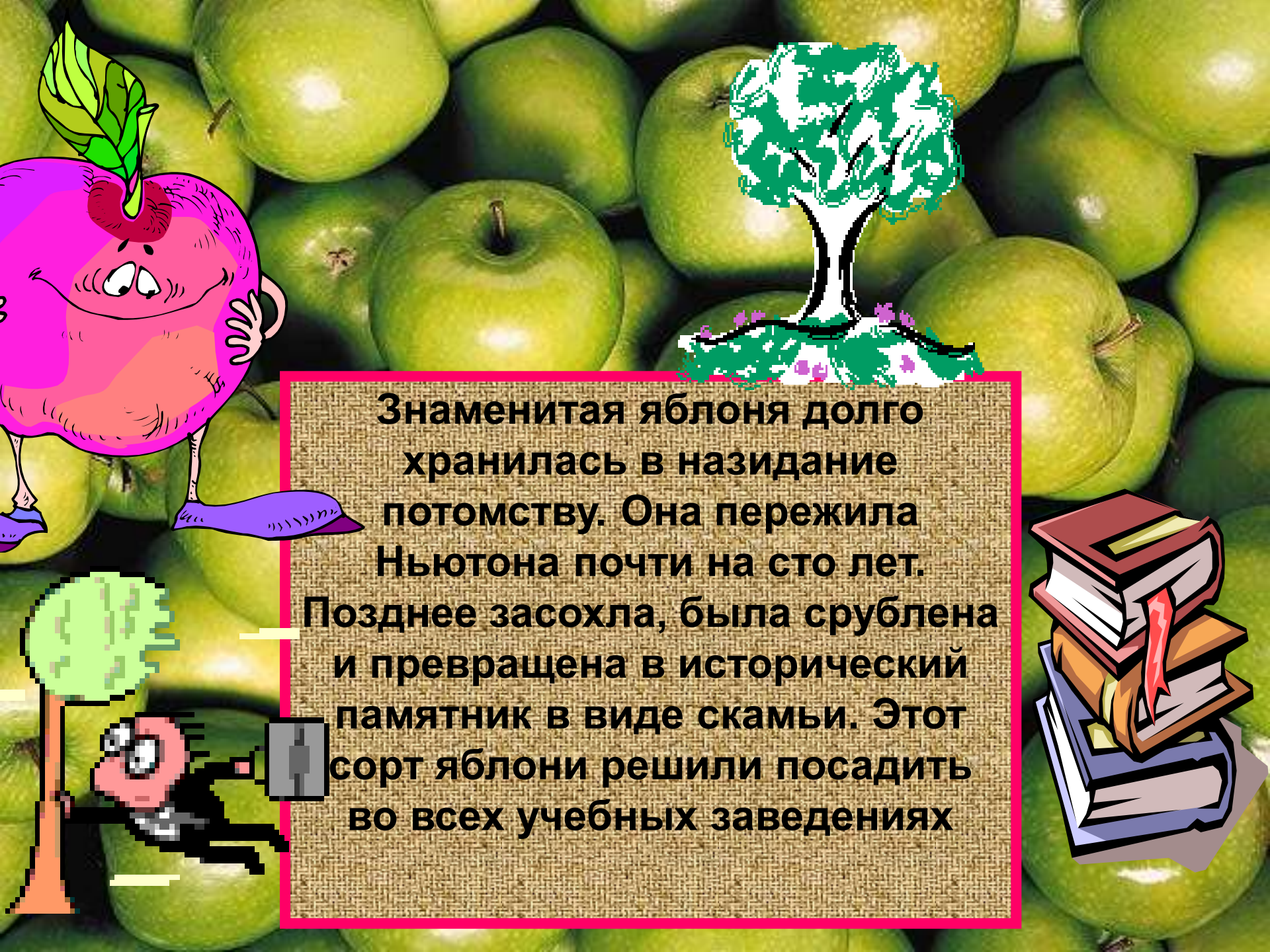




Ему пришла в голову мысль, что сила тяжести не ограничена поверхностью Земли, а простирается гораздо дальше.  
Почему бы и не до Луны?  
Ньютон доказал, что Луна удерживается на своей орбите той же силой тяготения, под действием которой падают тела на поверхность Земли.







**Знаменитая яблоня долго хранилась в назидание потомству. Она пережила Ньютона почти на сто лет. Позднее засохла, была срублена и превращена в исторический памятник в виде скамьи. Этот сорт яблони решили посадить во всех учебных заведениях**



**Запомни, что ...**

**Всемирное тяготение – взаимное притяжение между всеми телами Вселенной .**

**Гравитационные силы – силы всемирного тяготения.**

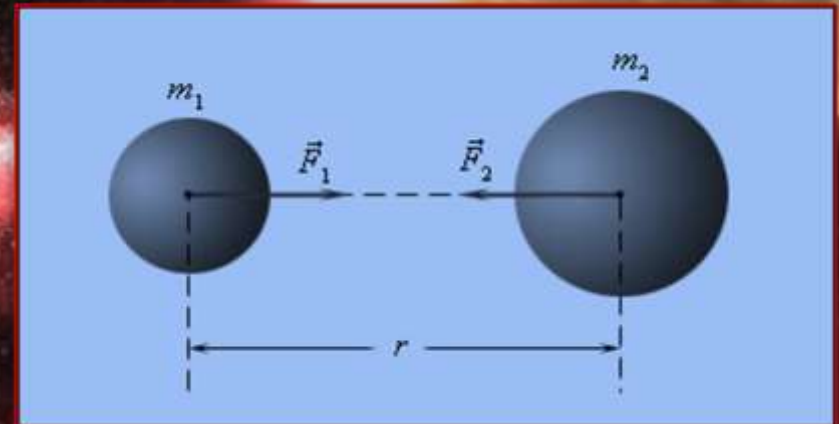
**Гравитационное поле – особый вид материи, осуществляющий гравитационное взаимодействие.**



В 1687 г. Ньютон установил один из фундаментальных законов механики, получивший название закона всемирного тяготения:

*Два любых тела притягиваются друг к другу с силой, модуль которой прямо пропорционален произведению их масс и обратно пропорционален квадрату расстояния между ними,*

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

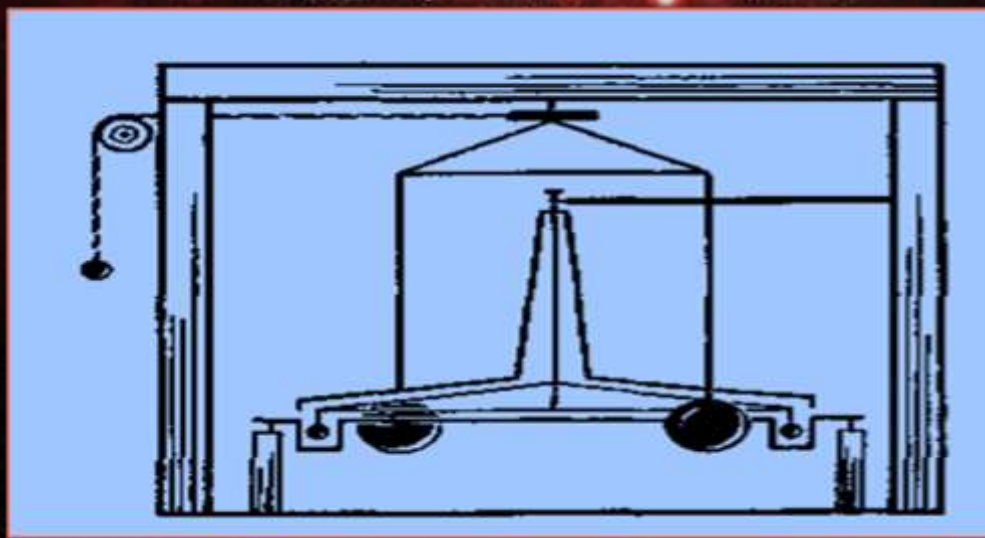


где  $\underline{m}_1$  и  $\underline{m}_2$  – массы взаимодействующих тел,  $\underline{r}$  – расстояние между телами,  $\underline{G}$  – коэффициент пропорциональности, одинаковый для всех тел в природе и называемый постоянной всемирного тяготения или гравитационной постоянной.

## Эксперимент Генри Кавендиша

определение значения гравитационной  
постоянной

В 1788 году английский физик Генри Кавендиш определил, насколько велика сила притяжения между двумя объектами. В результате была достаточно точно определена гравитационная постоянная, что позволило Кавендишу впервые определить и массу Земли.

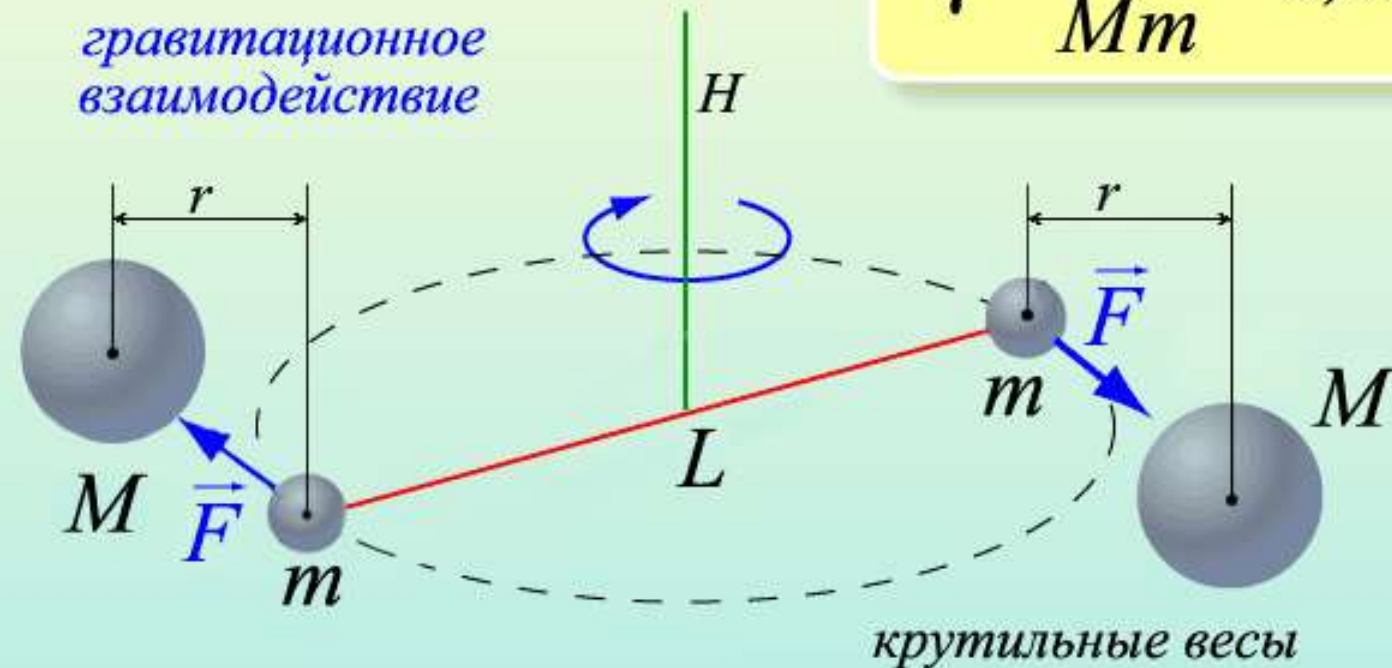




# Опыт Кавендиша

$$\gamma = \frac{Fr^2}{Mm} = 6,65 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

гравитационное  
взаимодействие



*H* – тонкая нить

*L* – двухметровый стержень

*m* – свинцовые шары (диаметром 5 см и массой 775 г)

*M* – свинцовые шары (диаметром 20 см и массой 49,5 кг)

*r* – расстояния между большими и малыми шарами

**G - универсальная  
гравитационная  
постоянная**

$$6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$



# Физический смысл гравитационной постоянной

Гравитационная постоянная численно  
равна силе притяжения двух тел, массой  
1 кг каждое, находящихся на расстоянии  
1 м друг от друга.

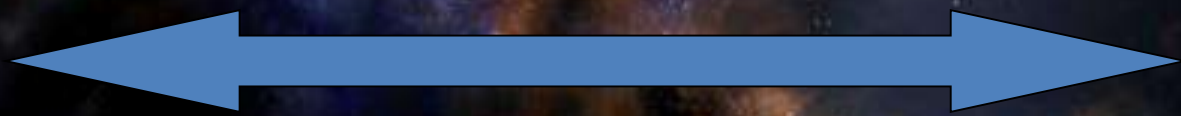
# F = 0,24 МКН



# 1 метр



$$F = 10^{20} H$$



380 000 KM

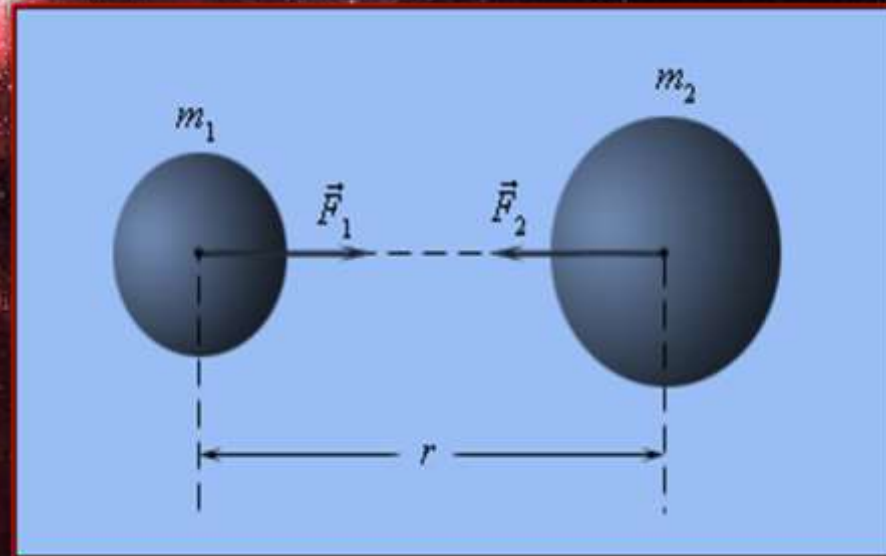
# Границы применимости закона

Закон всемирного тяготения имеет определенные границы применимости; он применим, если :

- 1) взаимодействующие тела – материальные точки;
- 2) тела имеют форму шара;
- 3) одно из тел - шар большого радиуса, взаимодействующий с телом, размер которого много меньше размеров шара.

Закон неприменим, например, для взаимодействия бесконечного стержня и шара.

Сила тяготения становится заметной только тогда, когда хотя бы одно из взаимодействующих тел имеет очень большую массу (планета, звезда).





# Механизм гравитационного взаимодействия

В настоящее время механизм гравитационного взаимодействия представляется следующим образом.

Каждое тело массой  $M$  создает вокруг себя поле, которое называют гравитационным.

Если в некоторую точку этого поля поместить пробное тело массой  $m$ , то гравитационное поле действует на данное тело с силой  $F$ , зависящей от свойств поля в этой точке и от величины массы пробного тела.

# Гравитационное поле

СУЩЕСТВУЕТ  
ВОКРУГ  
ЛЮБОГО ТЕЛА

ОСУЩЕСТВЛЯЕТ  
ПРИТЯЖЕНИЕ  
МЕЖДУ ТЕЛАМИ

## СВОЙСТВА

ВСЕПРОНИКАЮЩАЯ  
СПОСОБНОСТЬ

ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ  
ГРАВИТАЦИОННЫМ  
ЗАРЯДОМ - МАССОЙ



# Сформулируй закон Всемирного тяготения

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

# Значение закона всемирного тяготения:

- Объясняет движение планет
- Объясняет морские приливы и отливы
- Позволил открыть новые планеты – Нептун и Плутон
- Можно предсказывать солнечные и лунные затмения
- Можно объяснить строение Солнечной системы



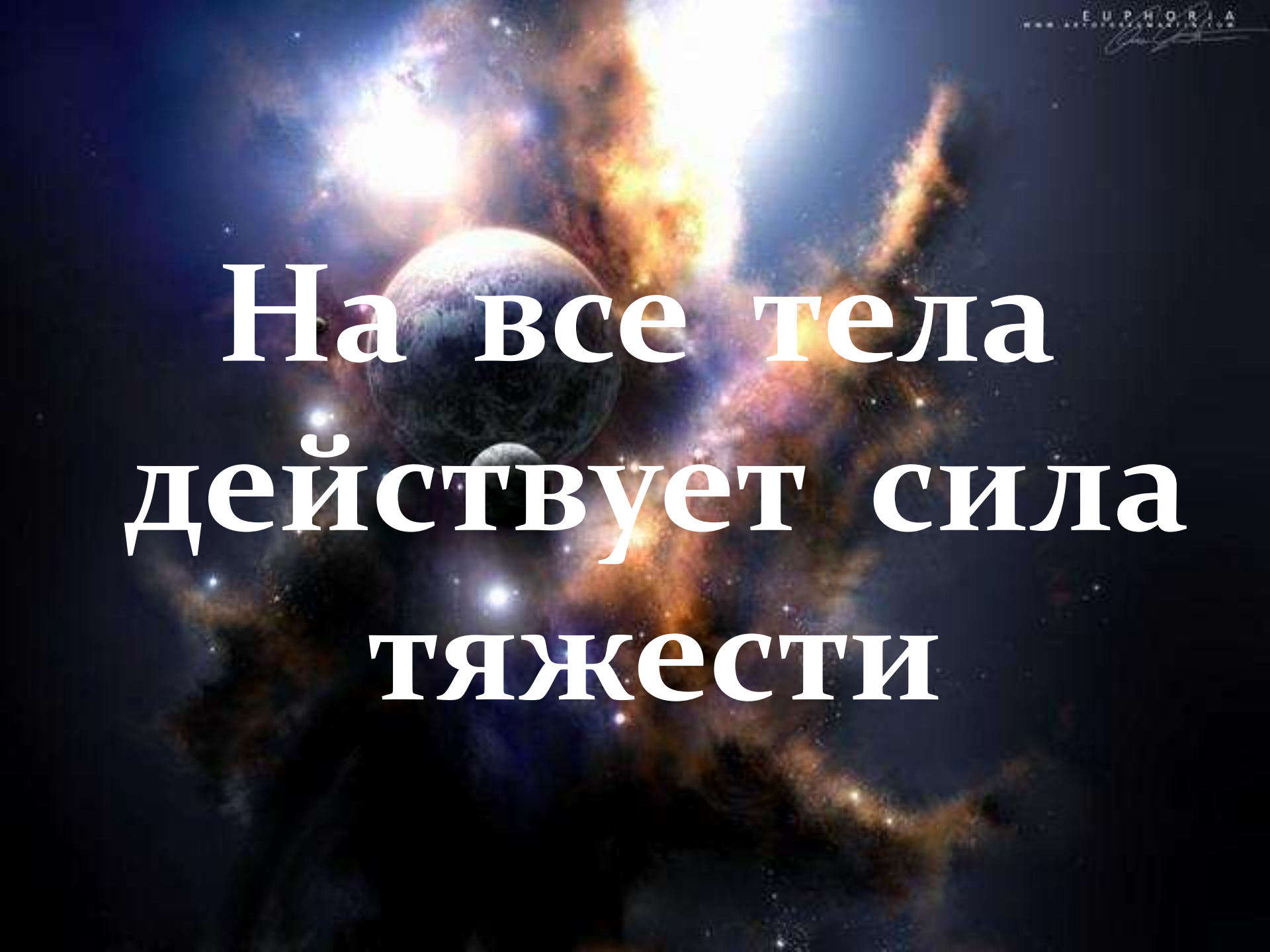
!!!

Подумай и  
ответь.

???

Почему все  
тела падают  
на Землю?



A cosmic background featuring a large planet with a blue and white atmosphere, a smaller moon-like satellite, and a vibrant nebula with orange and yellow hues against a dark starry sky.

На все тела  
действует сила  
тяжести

Почему не видим  
мы, чтобы  
притягивали друг  
друга столы,  
люди??



Сила настолько  
мала, что мы ее  
просто не  
чувствуем

???

Что стало бы со всеми  
предметами на  
Земле, если бы не  
было силы тяжести??



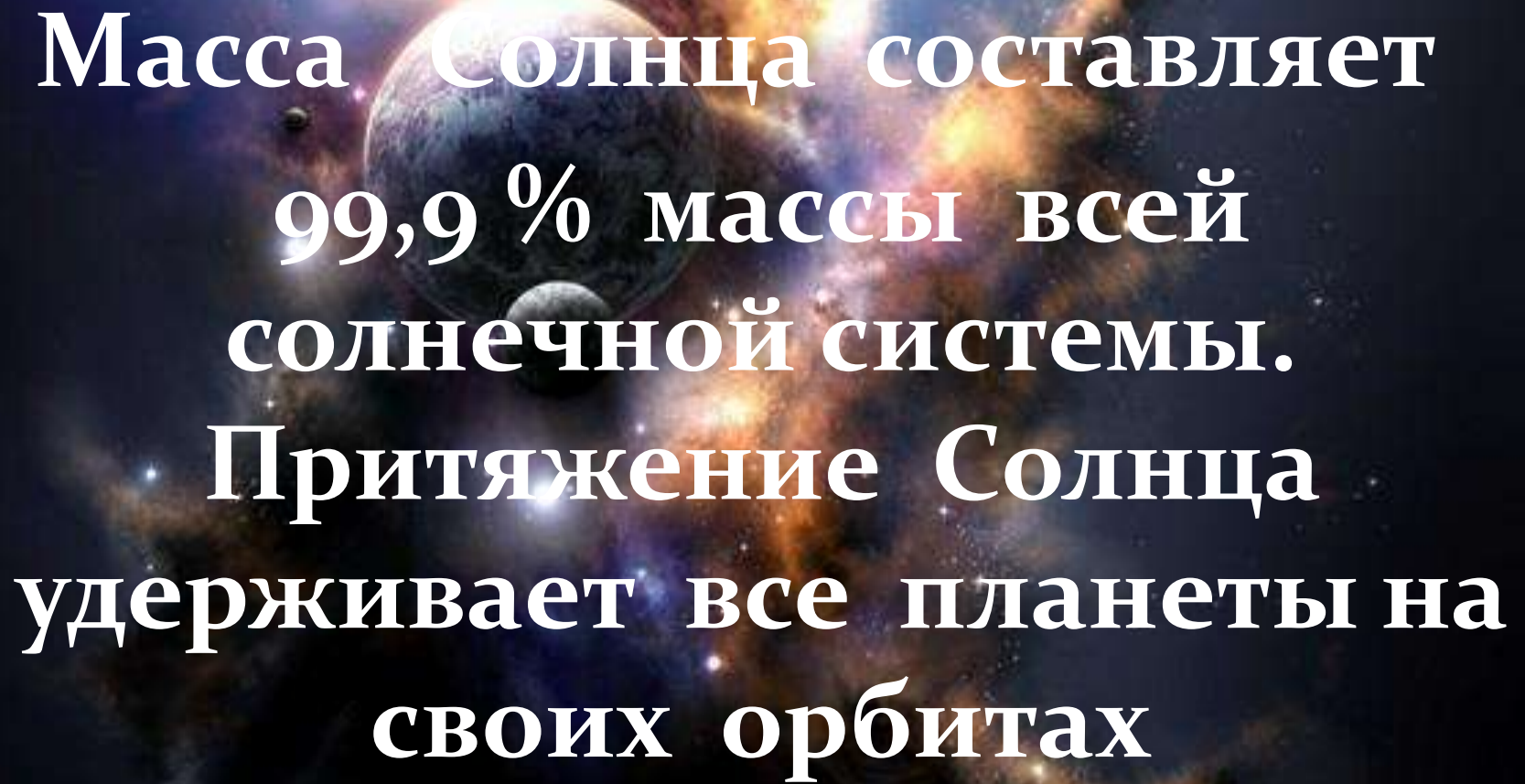


Земля не смогла бы  
удержать  
атмосферу и  
различные тела



Что стало бы с  
Землей, если бы  
исчезла сила  
тяготения между  
Землей и Солнцем?





Масса Солнца составляет  
99,9 % массы всей  
солнечной системы.  
Притяжение Солнца  
удерживает все планеты на  
своих орбитах

Можно ли на Земле  
укрыться от силы  
тяготения?



**Конечно, нет!**  
**Между любыми телами**  
**во Вселенной действует**  
**сила взаимного**  
**притяжения**

# Расчётные задачи

1. Космический корабль массой **8 т** приблизился к орбитальной космической станции массой **20 т** на расстояние **500 м**. Найдите силу их взаимного притяжения.
1. На каком расстоянии сила притяжения между двумя телами массой по **1000 кг** каждое будет равна  **$6,67 \cdot 10^{-9}$  Н**?
1. Два одинаковых шарика находятся на расстоянии **0,1 м** друг от друга и притягиваются с силой  **$6,67 \cdot 10^{-15}$  Н**. Какова масса каждого шарика?



Дано:

$$G=6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

$$m_1=8\text{Т}$$

$$m_2=20\text{Т}$$

$$r=500 \text{ м}$$

F-?

СИ:

$$8000 \text{ кг}$$

$$20000 \text{ кг}$$

Формулы:

$$F=G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Вычисления:

$$F = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 8000 \cdot 20000}{500^2} \approx 4,27 \cdot 10^{-8} \text{ Н}$$

Ответ:  $F \approx 4,27 \cdot 10^{-8} \text{ Н}$



Дано:

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

$$m_1 = m_2 = 1000 \text{ кг}$$

$$F = 6,67 \cdot 10^{-9} \text{ Н}$$

r-?

СН. Формулы:

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$$r^2 = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{F}$$

$$r = \sqrt{G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{F}}$$

Вычисления:

$$r = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1000 \cdot 1000}{6,67 \cdot 10^{-9}} = 100 \text{ м}$$

Ответ: r = 100 м



Дано:

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

$$m_1 = m_2$$

$$F = 6,67 \cdot 10^{-15} \text{Н}$$

$$r = 0,1 \text{ м}$$

$$m_1 = ? m_2 = ?$$

СИ: Формулы:



$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$m_1 \cdot m_2 = m^2$$

$$F = G \cdot \frac{m^2}{r^2}$$

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

$$m = \sqrt{F \frac{r^2}{G}}$$

Вычисления:

$$m = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-15} \cdot (0,1)^2}{6,67 \cdot 10^{-11}}} = 10^{-3} \text{ кг} = 1 \text{ г}$$

Ответ:  $m_1 = 1 \text{ г}, m_2 = 1 \text{ г}$

# Вывод:

- Между всеми телами существует всемирное тяготение
- Сила взаимодействия между двумя телами зависит от массы тел и от квадрата расстояния между ними
- Коэффициент пропорциональности – гравитационная постоянная
- Всемирное тяготение осуществляется посредством гравитационного поля – особой формы материи
- Закон всемирного тяготения имеет границы применимости



# Закрепление нового материала.

- 1. Какое явление называется всемирным тяготением?
- 2. Кто и когда открыл закон всемирного тяготения?
- 3. Как читается закон всемирного тяготения?
- 4. В каких случаях можно применять закон всемирного тяготения?
- 5. Притягивается ли к Земле яблоко, висящее на ветке дерева?

# ОТВЕ

- 1.Всемирное тяготение – взаимное притяжение между всеми телами Вселенной .
- 2. В 1687 г. Ньютон установил один из фундаментальных законов механики, получивший название закона всемирного тяготения
- 3.Два любых тела притягиваются друг к другу с силой, модуль которой прямо пропорционален произведению их масс и обратно пропорционален квадрату расстояния между ними
- 4.1) взаимодействующие тела – материальные точки;2) тела имеют форму шара;3) одно из тел - шар большого радиуса, взаимодействующий с телом, размер которого много меньше размеров шара.  
5.Да, конечно! Ведь гравитация - это сила ВЗАИМНОГО притяжения. Здесь особенность в том, что яблоко, в отличие от Земли обладает ничтожно малой силой притяжения, которой и пренебрегают при расчетах. Эта сила зависит от массы.



# Поднимите ваши карточки

Я узнал на уроке много нового, урок мне понравился – **зеленая карточка**

Я не всё понял на уроке – **жёлтая карточка**

Я могу сделать дополнения к материалу урока – **красная карточка**

# Домашнее задание

- перспективное задание: Вам сообщили, что через год тяготение "отключится". Подготовить проект спасения человечества (срок 2 недели).





