

**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.

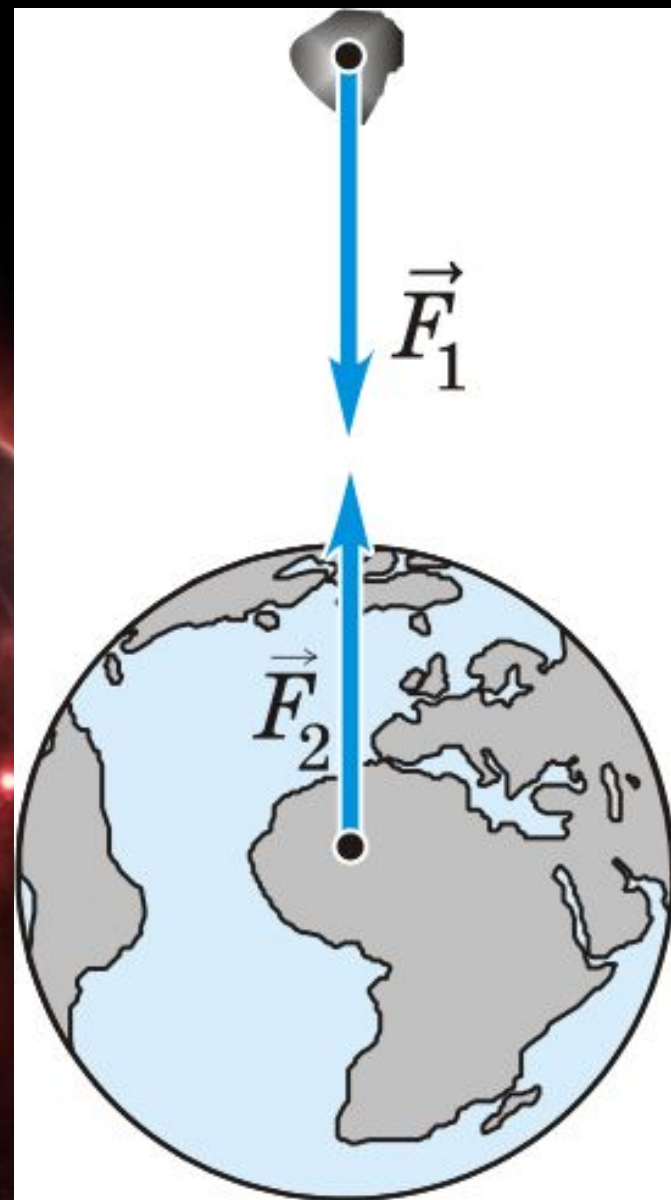


Исаак Ньютон открыл этот закон в возрасте 23 лет, но целых 9 лет не публиковал его, так как имевшиеся тогда неверные данные о расстоянии между Землей и Луной не подтверждали его идею. Лишь в 1667 году, после уточнения этого расстояния, *закон всемирного тяготения* был наконец отдан в печать.

Одним из первых учёных, кто понял, что не только Солнце притягивает к себе планеты, но и планеты притягивают к себе Солнце, был английский учёный Роберт Гук.

Он писал:

«Все небесные тела имеют притяжение, или силу тяготения к своему центру, вследствие чего они не только притягивают собственные части и препятствуют им разлетаться, как наблюдаем на Земле, но притягивают также все другие небесные тела, находящиеся в сфере их действия».



# 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!

**Запомни, что ...**

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

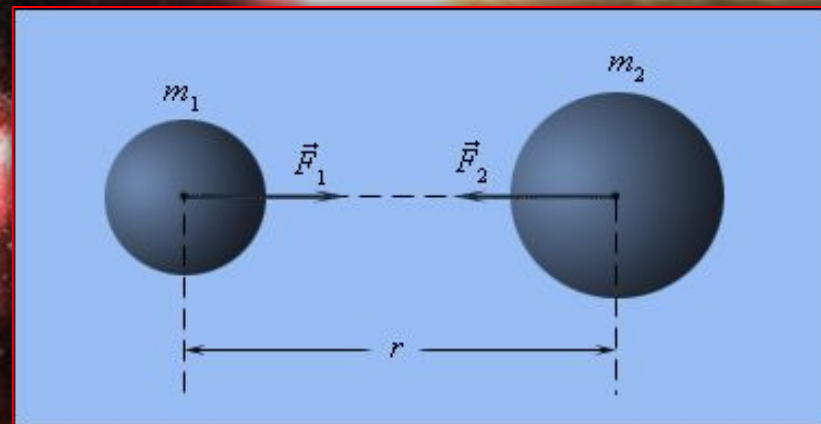
**Гравитационные силы – силы всемирного тяготения.**

**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,*

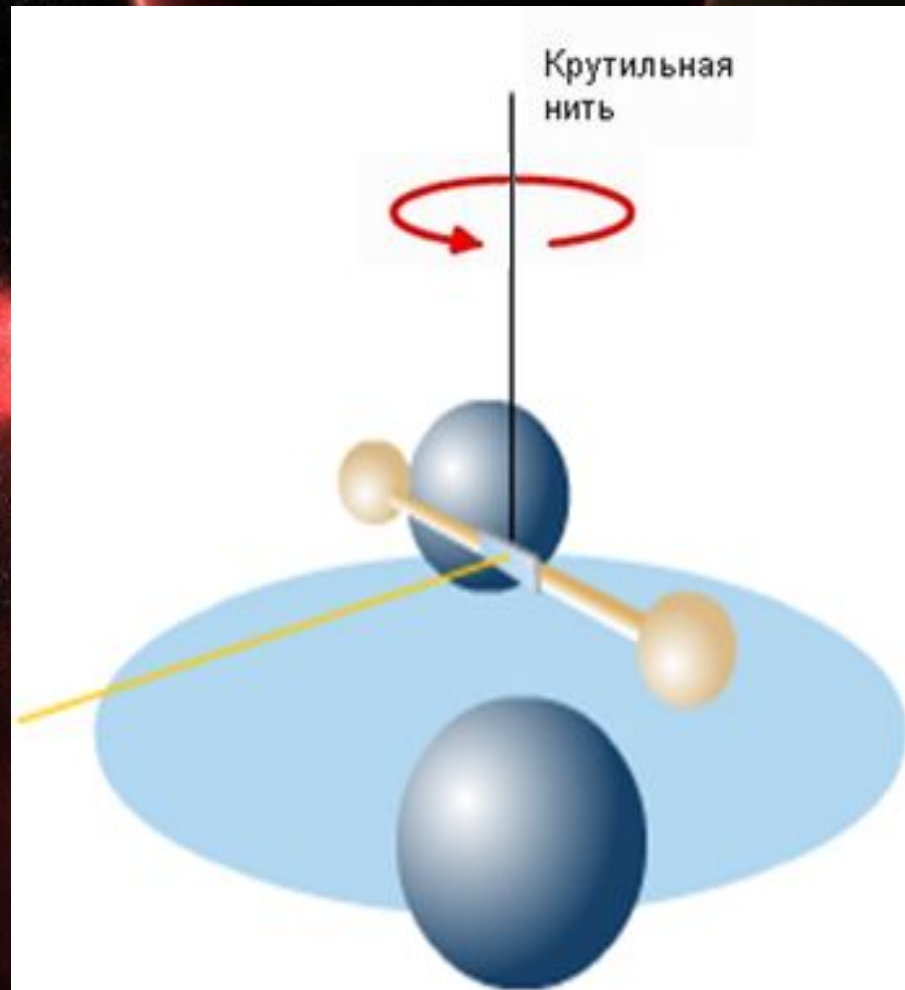
$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



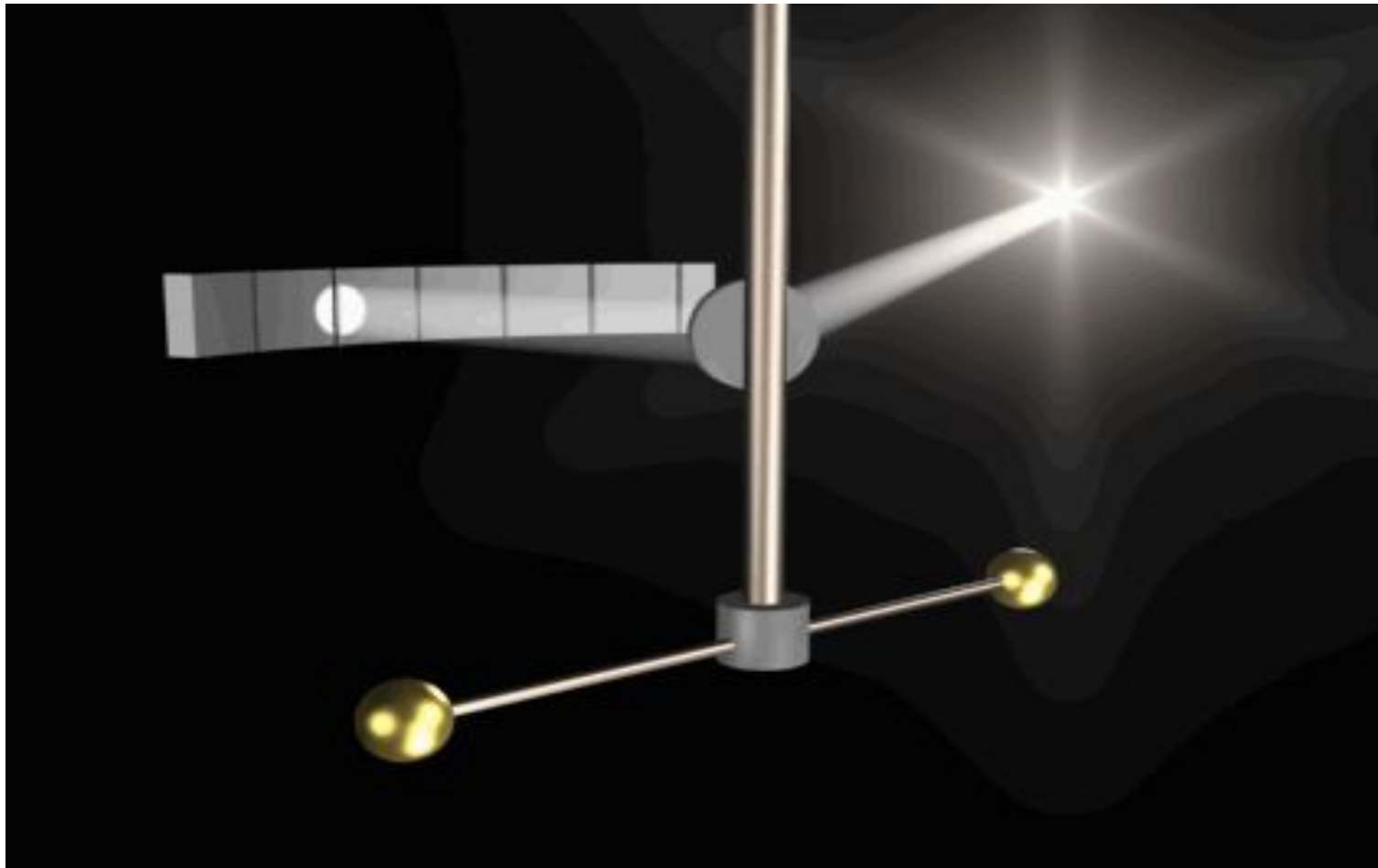
где  $\underline{m}_1$  и  $\underline{m}_2$  – массы взаимодействующих тел,  $\underline{r}$  – расстояние между телами,  $\mathbf{G}$  – коэффициент пропорциональности, одинаковый для всех тел в природе и называемый постоянной всемирного тяготения или гравитационной постоянной.

# Эксперимент Генри Кавендиша

определение значения гравитационной  
постоянной



# Определение гравитационной постоянной



Измерив силу взаимодействия между шарами  $m$  и  $M$  по углу закручивания нити и зная массу шаров и расстояние между ними, Кавендиш определил гравитационную постоянную.



**G - универсальная  
гравитационная  
постоянная**

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

# Физический смысл гравитационной постоянной

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

# 1. Вывод закона всемирного тяготения

$$F \sim m_1$$

$$F \sim m_2$$

$$F \sim \frac{1}{R^2}$$

$$F \sim \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$$

## 2. Зависимость силы тяготения от массы тела

$$F_1 = m_1 g$$

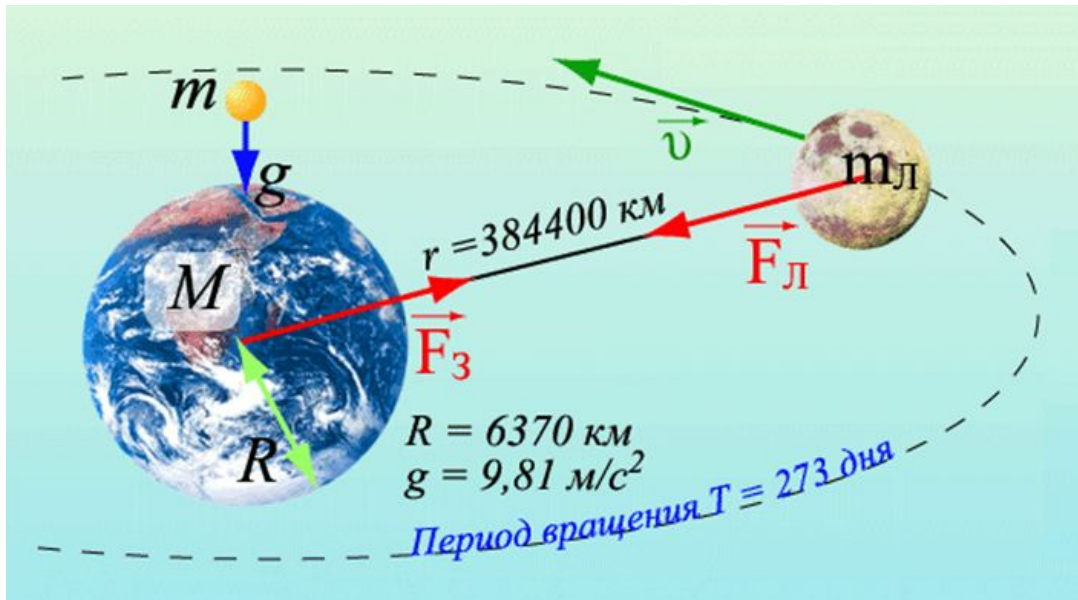
$$g - \text{const}$$

$$F_1 = F_2$$

(третий закон Ньютона)

$$F \sim m_1 \cdot m_2$$

### 3. Зависимость силы тяготения от расстояния



Центростремительное ускорение Луны равно:

$$a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}^2$$

$$R = 60 R_3$$

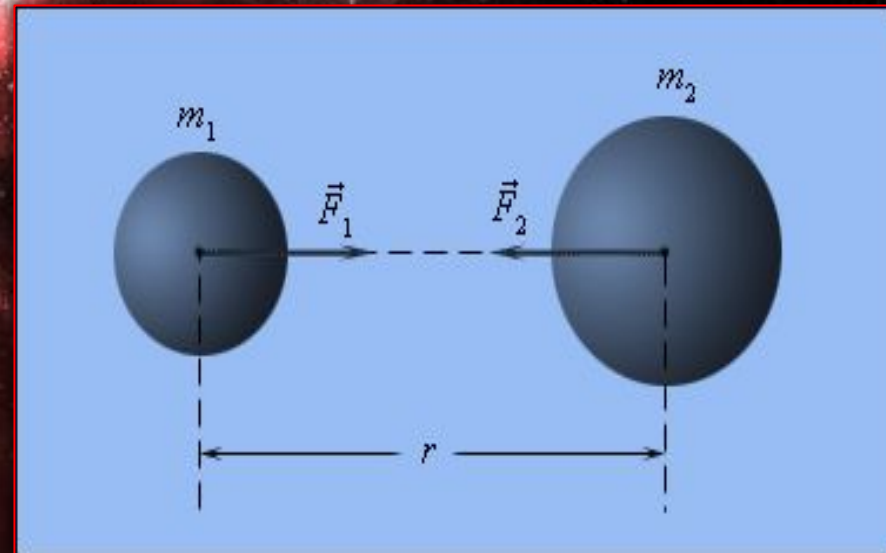
$$\frac{g}{a} = \frac{9,8}{0,0027} = 60^2 \longrightarrow F \sim \frac{1}{R^2}$$

# 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.

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

ВСЕПРОНИКАЮЩ  
АЯ  
СПОСОБНОСТЬ

ХАРАКТЕРИЗУЕТС  
Я

ГРАВИТАЦИОННЫ  
М  
ЗАРЯДОМ -  
МАССОЙ



# 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

# 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

# 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.
2. На каком расстоянии сила притяжения между двумя телами массой по **1000 кг** каждое будет равна  $6,67 \cdot 10^{-9}$  Н?
3. 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?

# Домашнее задание

15,

- устно ответить на вопросы в конце параграфа,
- упражнение 15 (2,3,5).