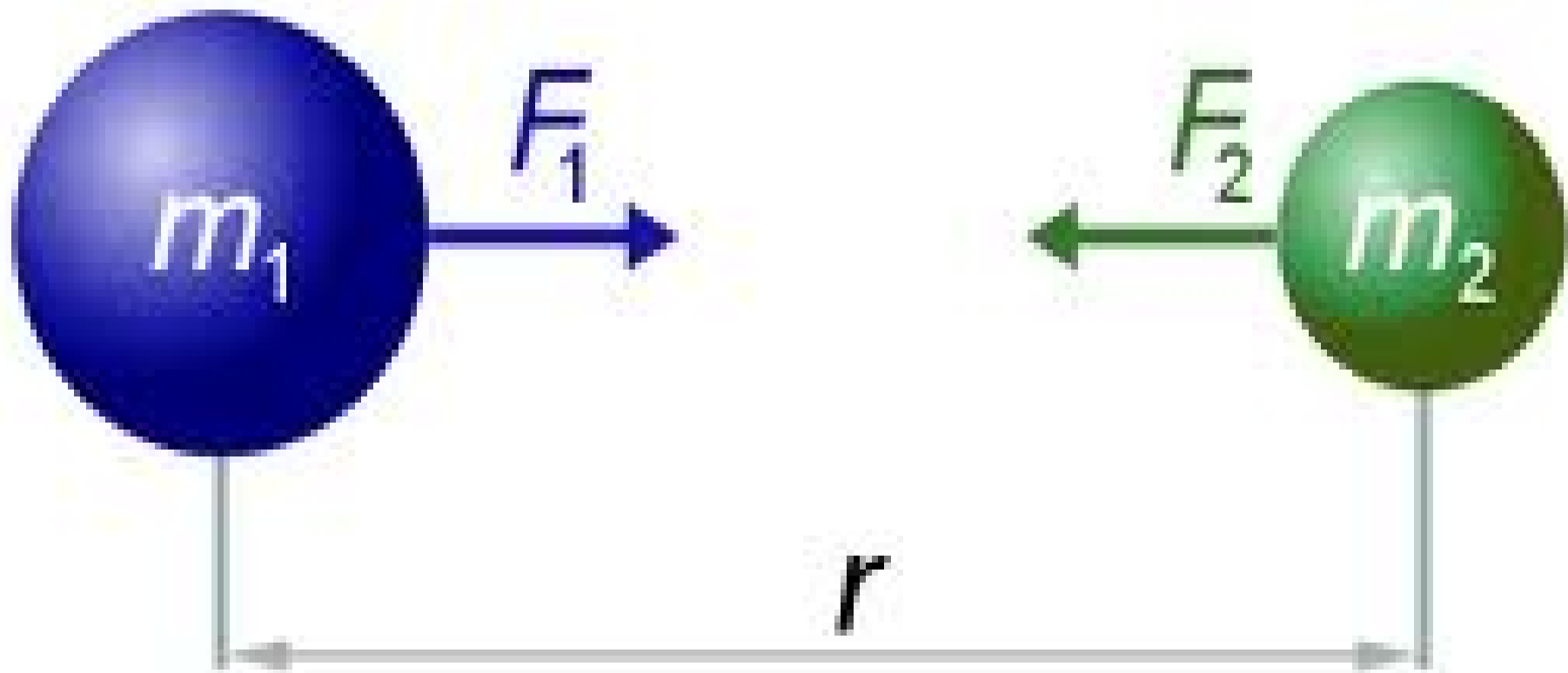


# Закон всемирного тяготения





$$F_1 = F_2 = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$



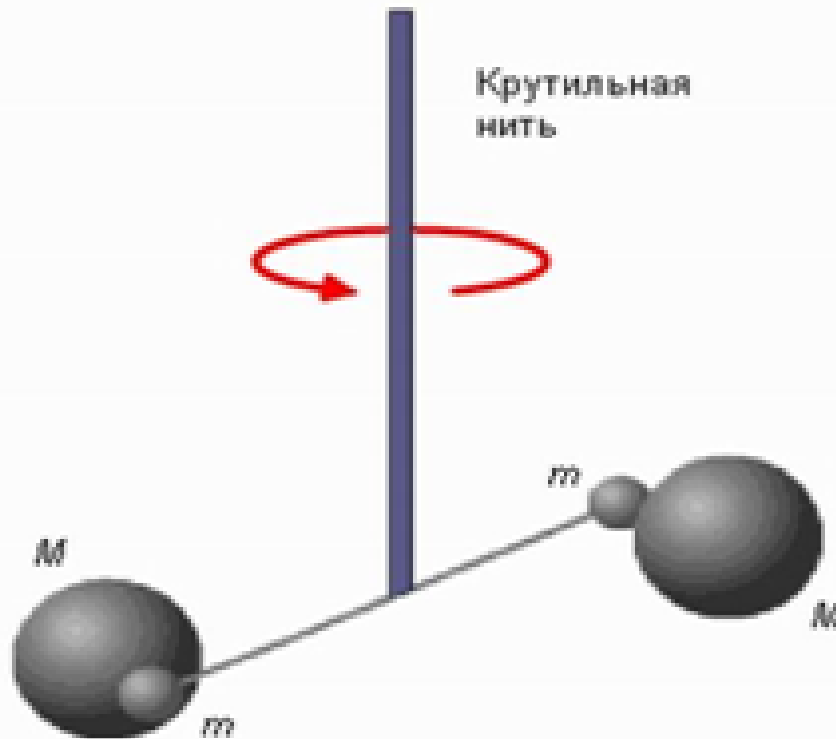
# Закон всемирного тяготения:

**все тела в природе притягиваются друг другу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними.**

$$\mathbf{F} = \mathbf{G} \frac{\mathbf{mM}_3}{\mathbf{R}^2}$$

$$F_T = G \frac{Mm}{(R+h)^2}$$

# Физический смысл $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$



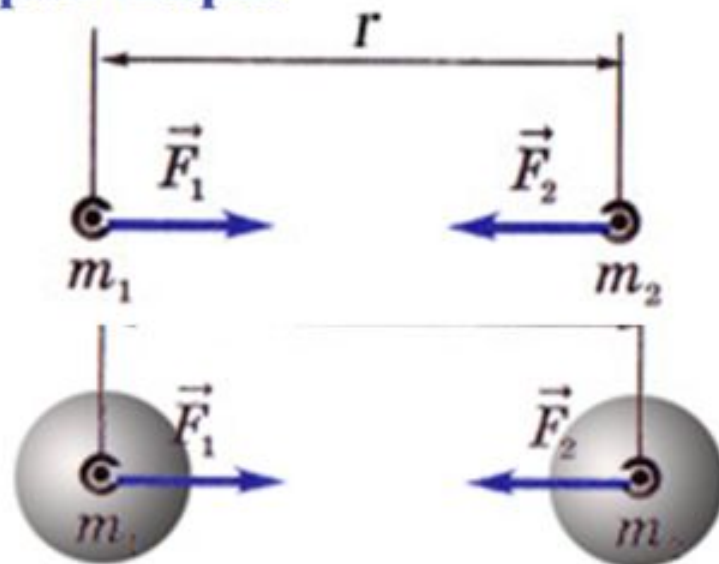
гравитационная  
постоянная  
численно равна  
силе, с которой  
притягиваются  
две  
материальные  
точки массой по  
1 кг. на  
расстоянии 1 м.

Генри Кавендиш 1797

# Границы применимости закона

Закон всемирного тяготения имеет определенные границы применимости; он применим для:

- 1) материальных точек;
- 2) тел, имеющих форму шара;
- 3) шара большого радиуса, взаимодействующего с телами, размеры которых много меньше размеров шара.



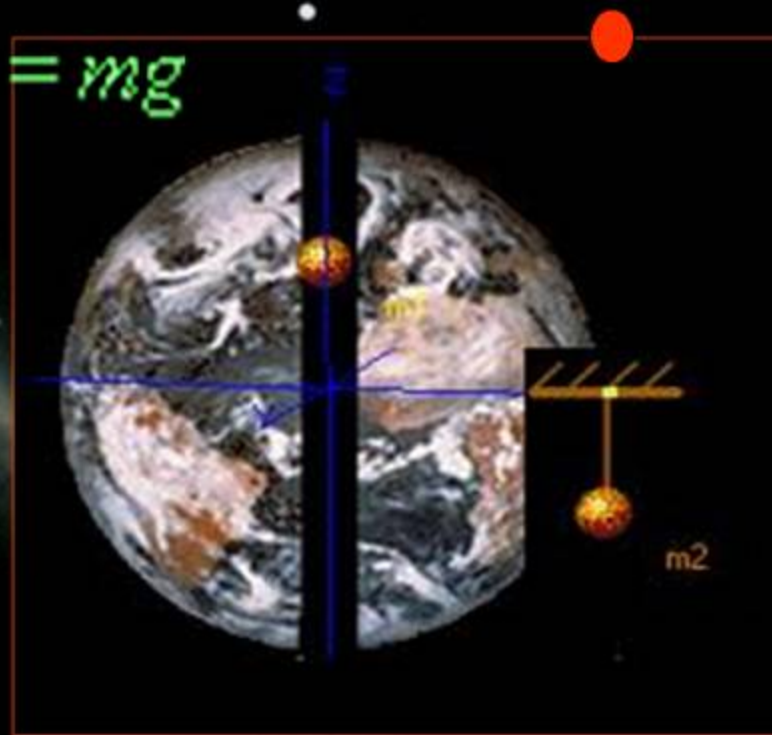
Проявлением закона всемирного тяготения является  
сила тяжести.

На поверхности Земли  
сила всемирного тяготения,  
действующая на тело массой  $m$ , равна



$$F = G \frac{M_{\oplus} m}{R_{\oplus}^2} = mg$$

**Сила  $F$  - сила тяжести**  
**которая всегда направлена**  
**к центру Земли**







Английский математик *Джон Адамс* и французский астроном *Урбен Леверье* в 1845 году независимо друг от друга сделали расчет примерного места расположения планеты, возмущающей движение Урана.

Сделав расчет *Леверье*, убедил астронома Берлинской обсерватории *Иоганна Галле* начать поиск новой планеты.

Расчеты были настолько точны, что неизвестная планета, названная *Нептуном*, была обнаружена в первую же ночь наблюдений 23 сентября 1846 года.

История открытия Нептуна полностью подтвердила закон всемирного тяготения Ньютона.

Это был триумф небесной механики, торжество гелиоцентрической системы.

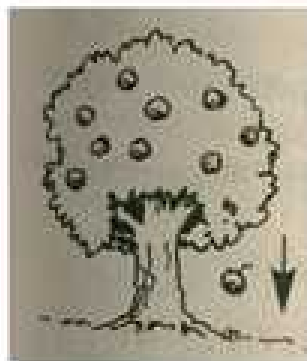
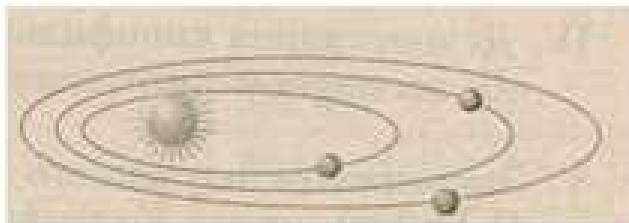


Урбен Леверье

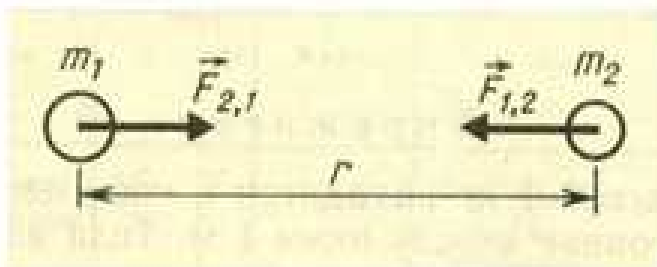
# Закон всемирного тяготения

## Факты:

- 1) Приливы и отливы
- 2) Падение тел на Землю
- 3) Движение Земли вокруг Солнца
- 4) Движение Луны вокруг Земли



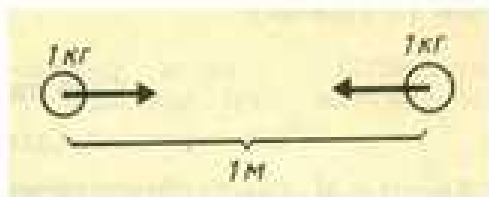
$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



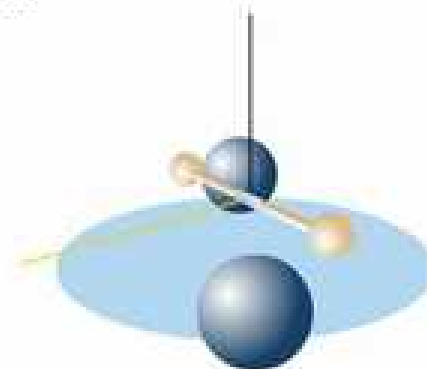
## Пределы применимости

1. Материальные точки
2. Шары
3. Шар большого радиуса и тело

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



Экспериментально определил английский физик Г. Кавендиш (1798)



**Задача 1.** С какой силой притягиваются два тела массами по 1000 т каждый на расстоянии 100 м друг от друга?

**Дано:**

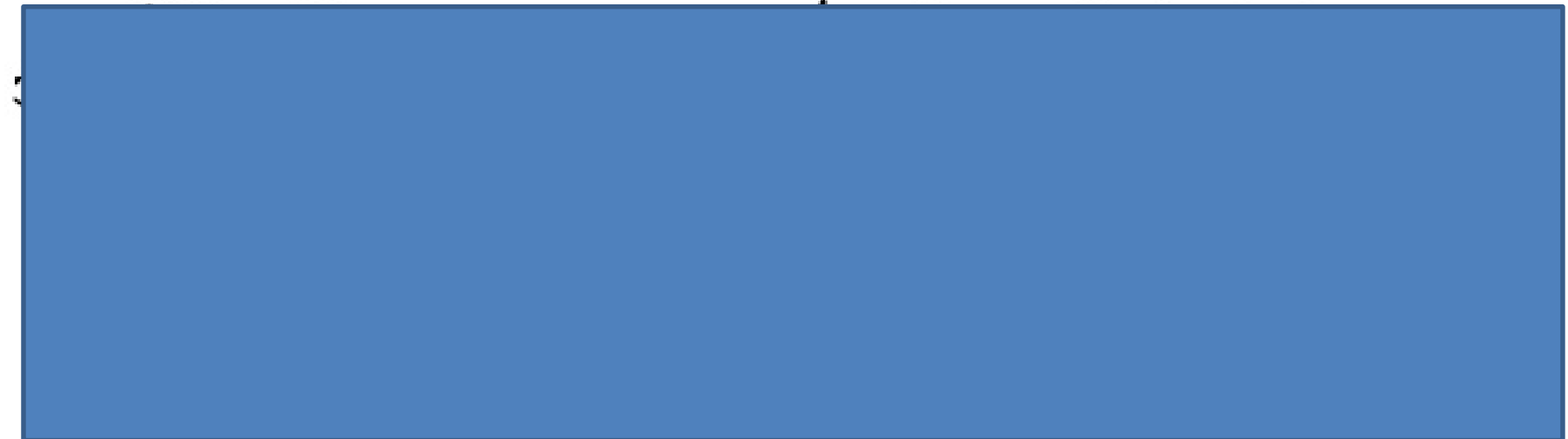
$$m_1 = m_2 = 1000 \text{ т} = 1000000 \text{ кг} = 10^6 \text{ кг};$$

$$R = 100 \text{ м} = 10^2 \text{ м}$$

**Найти:**

$F - ?$

**Решение:**



**Ответ:**  $F = 6,67 \cdot 10^{-3} \text{ Н} = 6,67 \text{ мН}$ .

**Задача 2.** На каком расстоянии сила притяжения двух шариков массами по 1 г равна  $6,7 \cdot 10^{-17}$  Н?

**Дано:**

$$m_1 = m_2 = 1 \text{ г} = 10^{-3} \text{ кг};$$

$$F = 6,7 \cdot 10^{-17} \text{ Н};$$

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

**Найти:**

$$R - ?$$

**Решение:**



**Ответ:**  $R \approx 1 \text{ м.}$