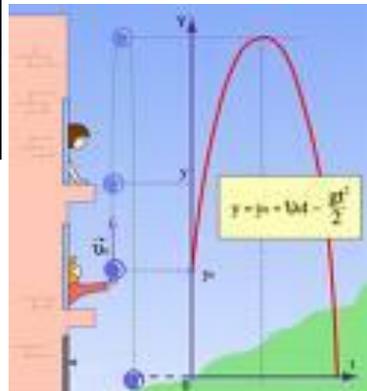
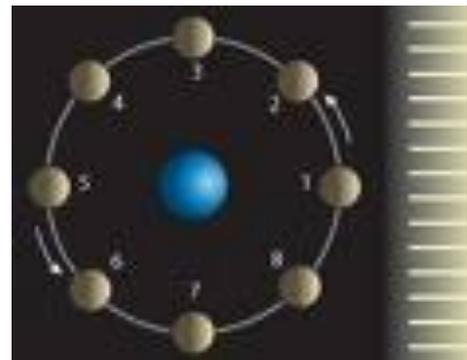


Исаак Ньютон предположил, что ряд явлений, казалось бы ни имеющих ничего общего, вызваны одной причиной



Падение тел на Землю



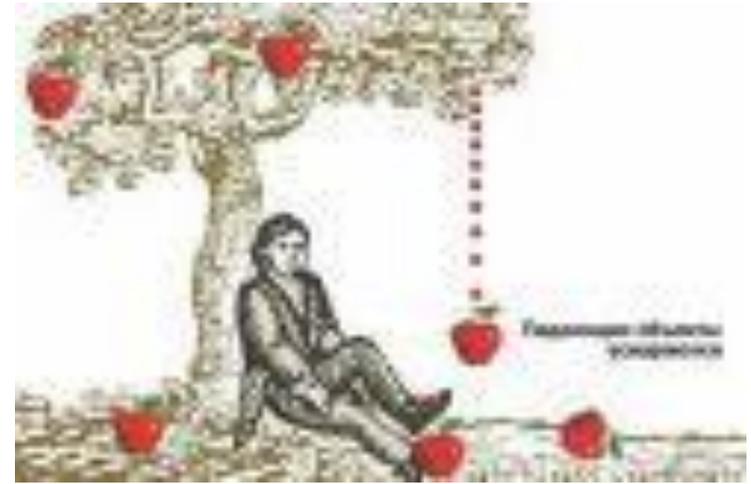
Движение Луны вокруг Земли



Приливы и отливы



Движение планет вокруг Солнца



Проведя многочисленные расчёты, Ньютон пришёл к выводу, что *все тела в природе притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними.*

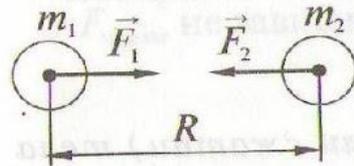
# Теория

ОК-9.10

## ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ

два любых тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной массе каждого из них и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними

(И. НЬЮТОН – 1667 г.)



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

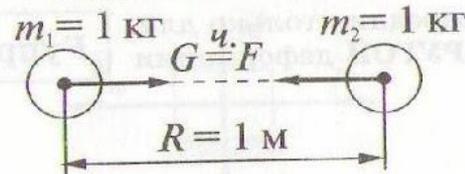
Применим для:

- материальных точек,
- шаров,
- шара большого  $R$  и тела

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

гравитационная постоянная

Физический смысл



$$F_{\text{тяж}} = mg$$

$$F_{\text{тяж}} = G \frac{M_3 m}{R_3^2}$$

$$g = G \frac{M_3}{R_3^2}$$

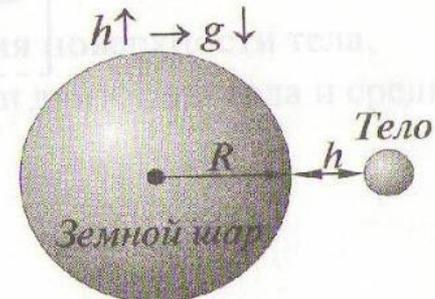
$$g_h = G \frac{M_3}{(R_3 + h)^2}$$



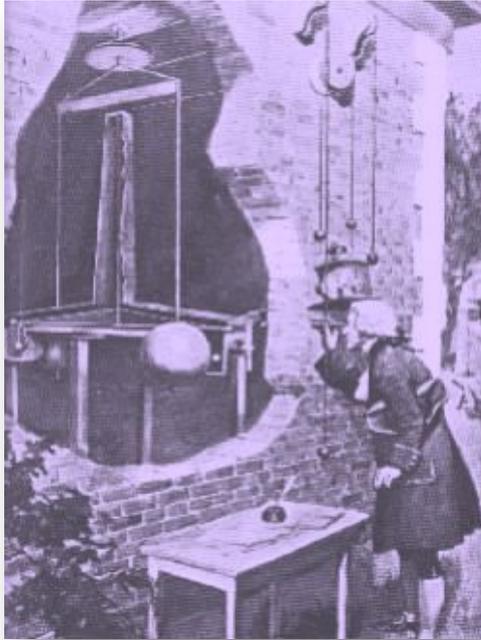
$$g_p \approx 9,78 \text{ м/с}^2$$

$$g_n \approx 9,83 \text{ м/с}^2$$

( $R_s > R_n$ )

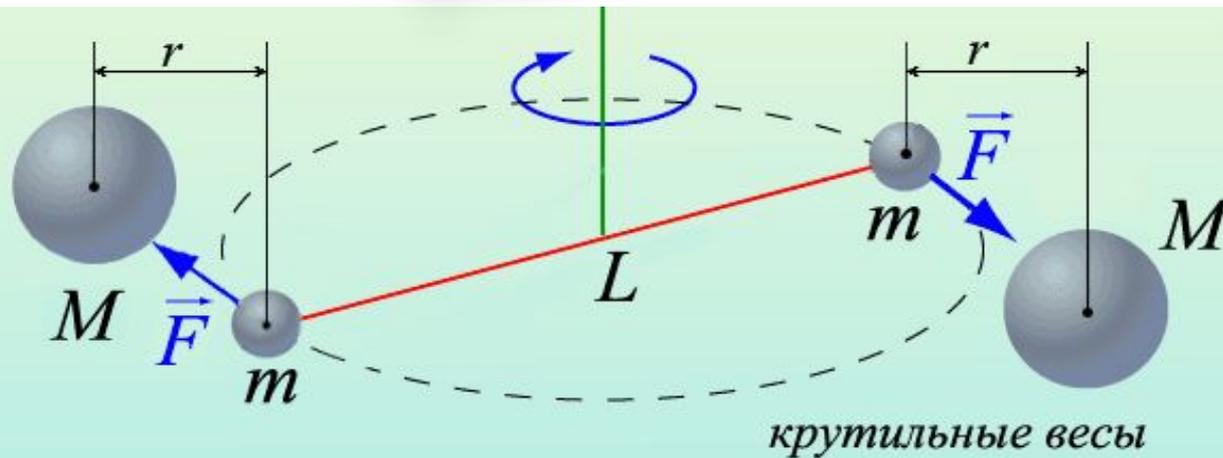
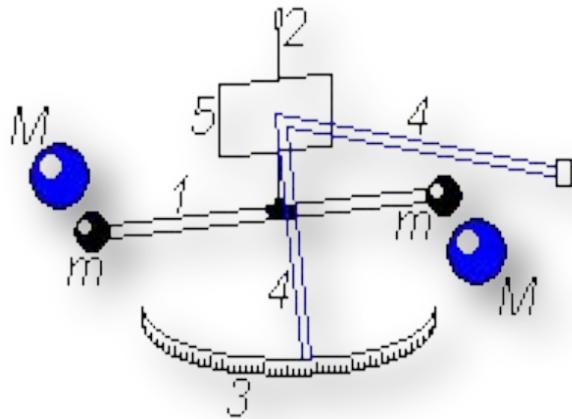


# Эксперимент Генри Кавендиша по определению гравитационной постоянной



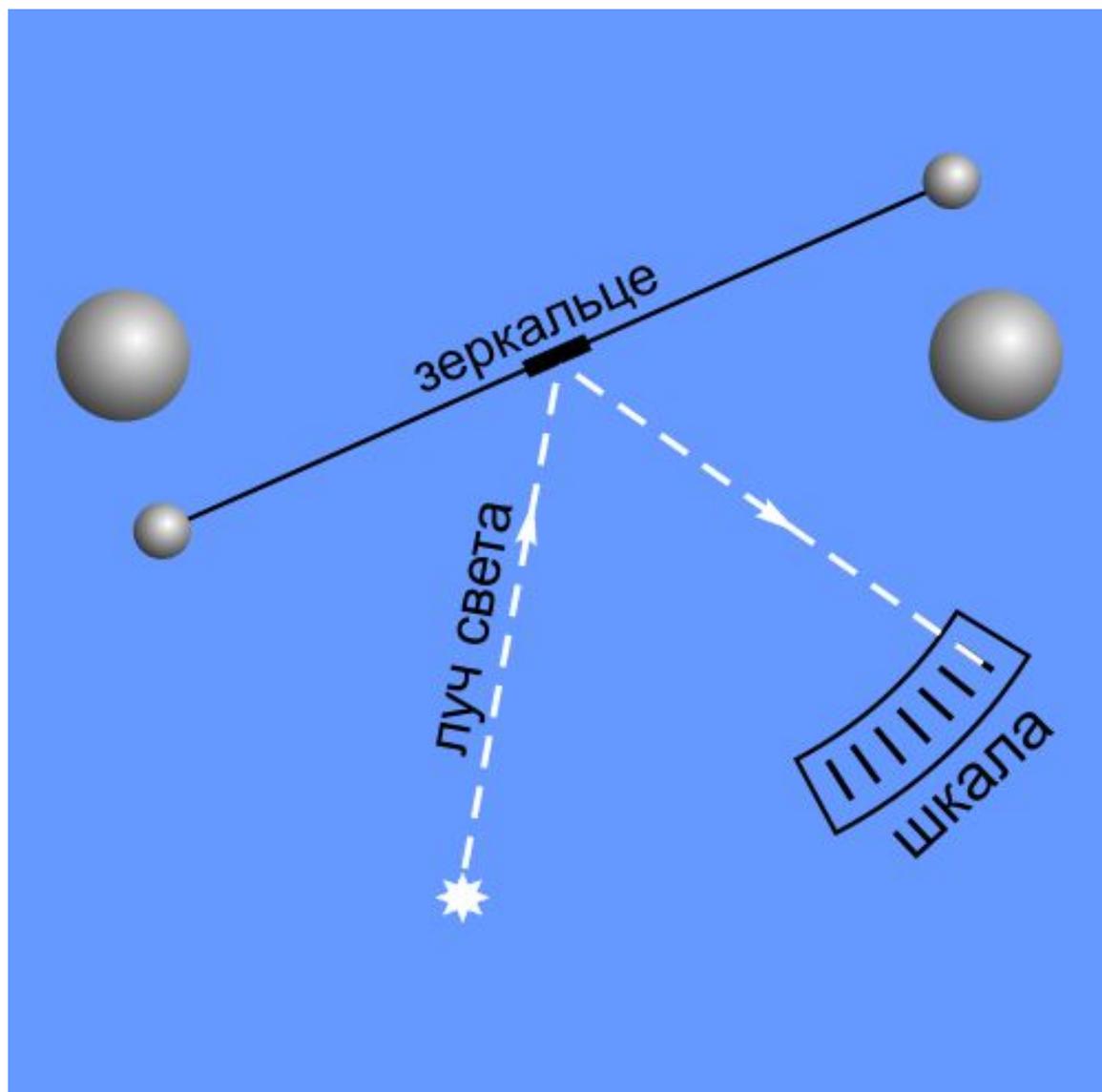
Английский физик Генри Кавендиш определил, насколько велика сила притяжения между двумя объектами. В результате была достаточно точно определена гравитационная постоянная, что позволило Кавендишу впервые определить массу Земли.

# Опыт Кавендиша



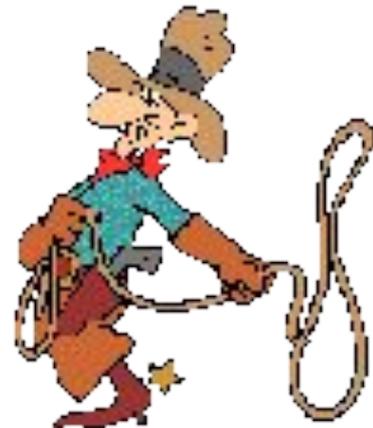
- $H$  – тонкая нить*
- $L$  – двухметровый стержень*
- $m$  – свинцовые шары (диаметром 5 см и массой 775 г)*
- $M$  – свинцовые шары (диаметром 20 см и массой 49,5 кг)*
- $r$  – расстояния между большими и малыми шарами*

Точные измерения **гравитационной постоянной** впервые были проведены в 1898 году **Генри Кавендишем** – богатым английским лордом. С помощью крутильных весов по углу поворота зеркала он сумел измерить ничтожно малую силу притяжения между маленькими и большими металлическими шарами.



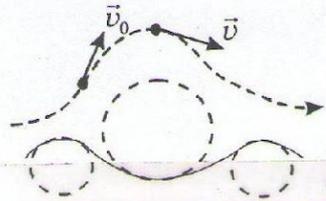
# Гравитационная постоянная

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



# К9/7 КИНЕМАТИКА КРИВОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ

①



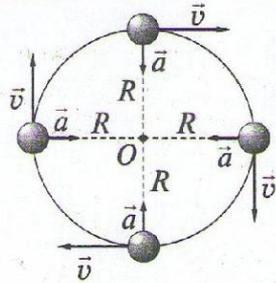
$\vec{v} \uparrow \uparrow$  касателън.

Даже если  $|\vec{v}| = const$ ,  $\vec{v}$  — меняется

Сл-но, есть  $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$   $\vec{a} \uparrow \uparrow \Delta \vec{v}$

криволинейное движение можно свести к движению по окружности

② **Равномерное движение по окружности ( $v = const$ )**



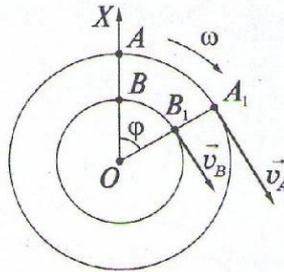
$\vec{v} \uparrow \uparrow$  касательной к траектории

$$a = \frac{v^2}{R}$$

$\vec{a} \uparrow \uparrow R$   
 $\vec{a} \perp \vec{v}$

$a$  — *центростремительное ускорение*  
 $R$  — радиус окружности

③ **Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси**

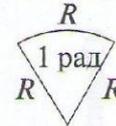


$\omega = \frac{\phi}{\Delta t}$  — *угловая скорость*,  $[\omega] = [\text{рад/с}]$

$\phi$  — *угол поворота тела*

$\Delta t$  — *промежуток времени, за который произошел поворот*

**радиан** — *центральный угол, длина дуги которого равна R*



$$\nu = \frac{n}{t}$$

$\nu$  — *частота вращения* (число полных оборотов за 1 с)

$n$  — *число полных оборотов за время t*

$[\nu] = [1 \text{ Гц}] = [1 \text{ с}^{-1}]$

$$T = \frac{1}{\nu}$$

$T$  — *период вращения* (время одного полного оборота)

$[T] = [1 \text{ с}]$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$$

$$v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R\nu$$

$$v = \omega R$$

$$a = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$