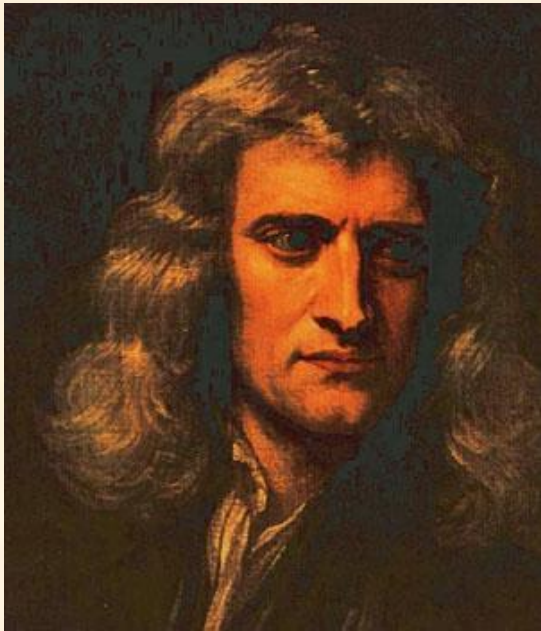


# Закон всемирного

# тяготения



# Оглавление

- Гравитационные силы
- Закон всемирного тяготения
- Гравитационная постоянная
- Сила тяжести
- Ускорение свободного падения
- Открытие планет Нептун и Плутон
- Гравитационное ускорение на планетах Солнечной Системы
- Проверь себя

# Гравитационные силы

1667 год. И.

НЬЮТОН:



Движение  
планет



Падение  
тел



Движение  
луны

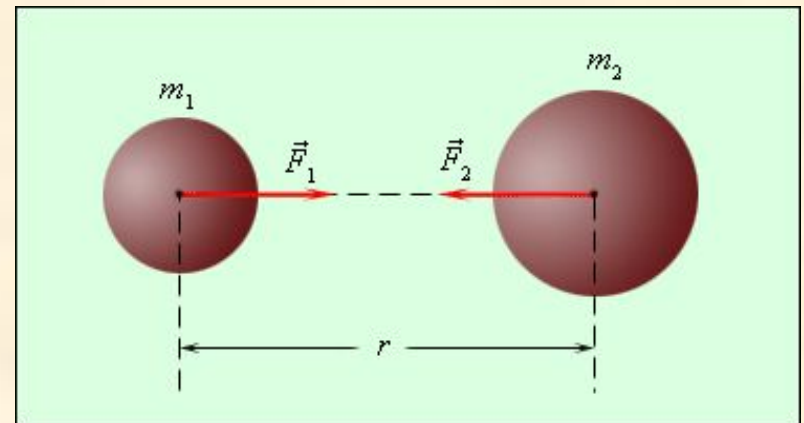
Причина

Тела, обладающие  
массой,  
притягиваются  
друг к другу  
силами, которые  
называются  
гравитационными  
или силами  
всемирного  
тяготения.



# 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.



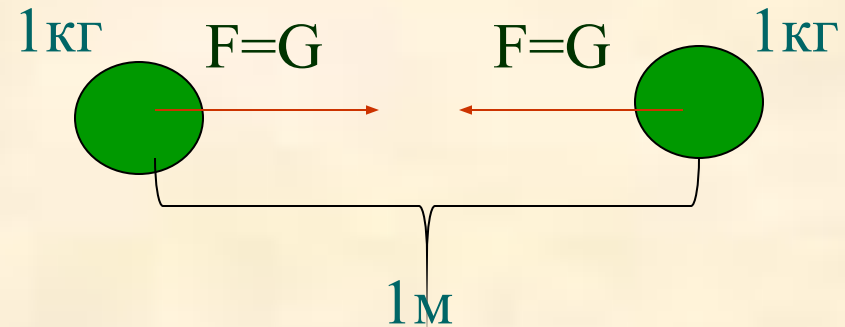
$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

По III закону Ньютона:  $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$

# Гравитационная постоянная

1798 год. Кавендиш

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

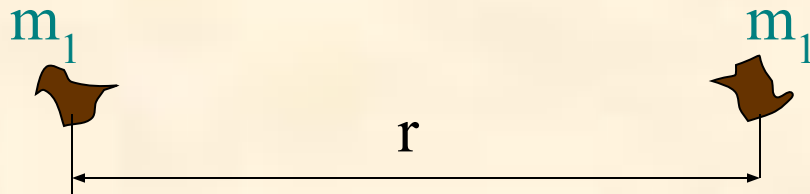


## Физический смысл

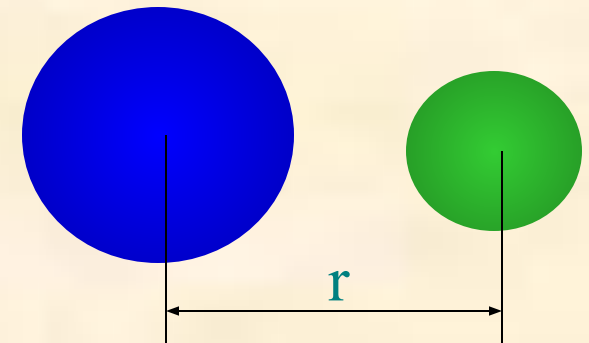
$G$  численно равна силе, с которой притягиваются две материальные точки массой по 1 кг на расстоянии 1 м .

# Применение закона всемирного тяготения

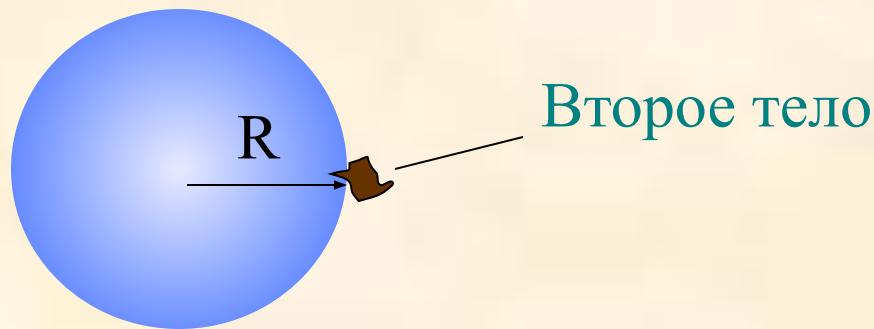
- Тела являются материальными точками



- Тела являются однородными шарами

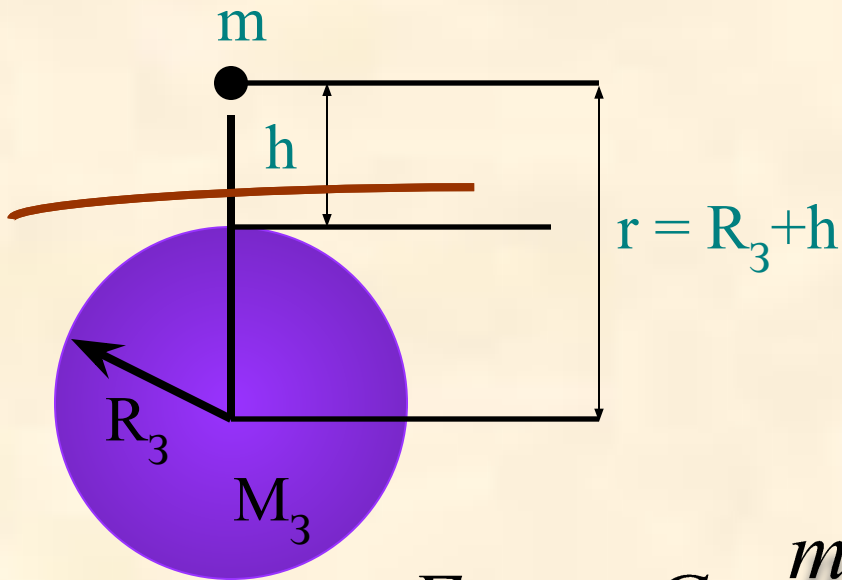


- Одно из взаимодействующих тел – шар, размеры и масса которого значительно больше, чем у второго тела

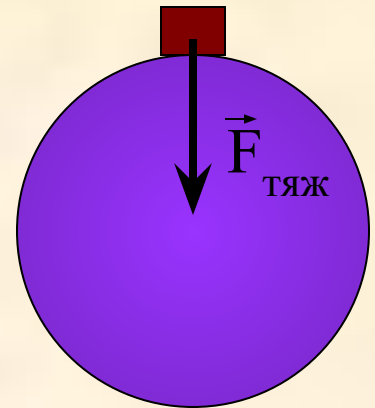


# Сила тяжести

$F_{\text{тяж}}$  – гравитационная сила, с которой Земля притягивает тело, находящееся на ее поверхности или вблизи этой поверхности.



$$F_{\text{тяж}} = G \frac{mM_3}{(R_3 + h)^2}$$



$$F_{\text{тяж}} = gm$$

# Ускорение свободного падения

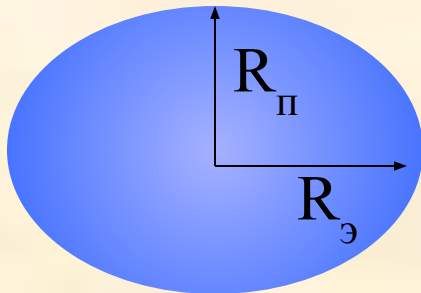
$$g = G \frac{M_3}{(R_3 + h)^2}$$

Ускорение свободного падения (гравитационное ускорение) – ускорение, приобретаемое телом под действием гравитационной силы вблизи поверхности небесных тел (планет, звезд)

Вблизи поверхности Земли:

$$g = \frac{F_{\text{тяж}}}{m} = G \frac{M_3}{R_{3\approx}^2} \approx 9,8 \frac{m}{c^2}$$

Полюс



$$g_n \approx 9,83 \frac{m}{c^2}$$

$$g_э \approx 9,78 \frac{m}{c^2}$$

Ускорение свободного падения зависит от:

1.  $R$  земли (географической широты).
2.  $h$  (высоты тела над поверхностью Земли).



# Гравитационное ускорение на планетах Солнечной Системы

Для любой планеты  
(космического  
тела):

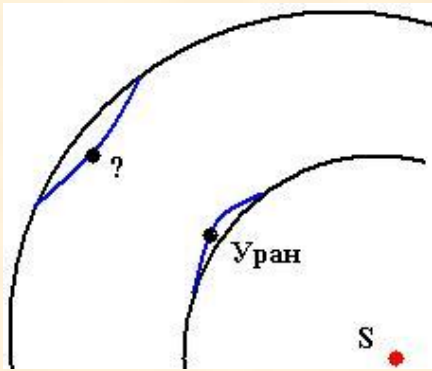
$$F_{\text{тяж.пл}} = G \frac{M_{\text{пл}} m}{(R_{\text{пл}} + h)^2}$$

$$g_{\text{пл}} = G \frac{M_{\text{пл}}}{(R_{\text{пл}} + h)^2}$$

Меркурий	3,7 м/с <sup>2</sup>
Венера	8,9 м/с <sup>2</sup>
Луна	1,6 м/с <sup>2</sup>
Марс	3,7 м/с <sup>2</sup>
Юпитер	26 м/с <sup>2</sup>
Сатурн	12 м/с <sup>2</sup>
Уран	11 м/с <sup>2</sup>
Нептун	12 м/с <sup>2</sup>
Плутон	2 м/с <sup>2</sup>

# Открытие планет Нептун и Плутон

7-я планета **Уран** – открыта в 1789 г. **Ф.Гершелем**, английским астрономом



**XIX в.**-орбита Урана не совпадает с расчетной → *гипотеза*: за планетой Уран находится еще одна планета, создающая «возмущения орбиты Урана».

Английский астроном **Адамс**, француз **Лeverье** по отклонению в движении Урана и закону всемирного тяготения вычислили местоположение и размеры предполагаемой планеты.

***Планеты открыты «на кончике пера»:***

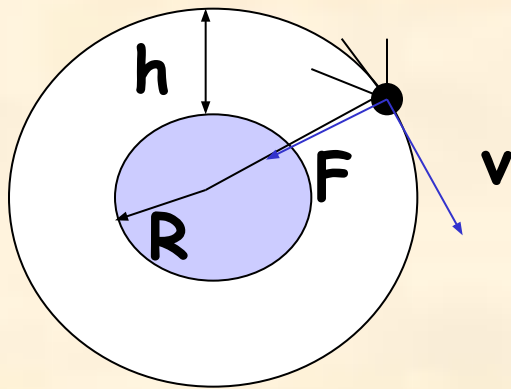
23 сентября 1846 г.-**Нептун**

18 февраля 1930г.-**Плутон.**

# Первая космическая скорость

$$v_1 \approx 8 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

Скорость, которую необходимо сообщить телу у поверхности планеты, чтобы оно стало ее спутником, движущимся по круговой орбите, называется первой космической скоростью.



$$v = \sqrt{\frac{GM_3}{R_3 + h}}$$

$h=0:$  
$$v_1 = \sqrt{G \frac{M_3}{R_3}}$$

Любое тело может стать искусственным спутником другого тела (планеты), если сообщить ему необходимую скорость

# Проверь себя

1. Какие силы называются гравитационными?
2. Кто открыл закон всемирного тяготения?
3. Как формулируется закон всемирного тяготения?
4. В каких случаях применяют закон всемирного тяготения?
5. Что такое сила тяжести?
6. Дайте определение ускорения свободного падения?
7. От чего зависит ускорение свободного падения?
8. В чем заключается физический смысл гравитационной постоянной?
9. Какую скорость называют первой космической скоростью? Чему она равна?