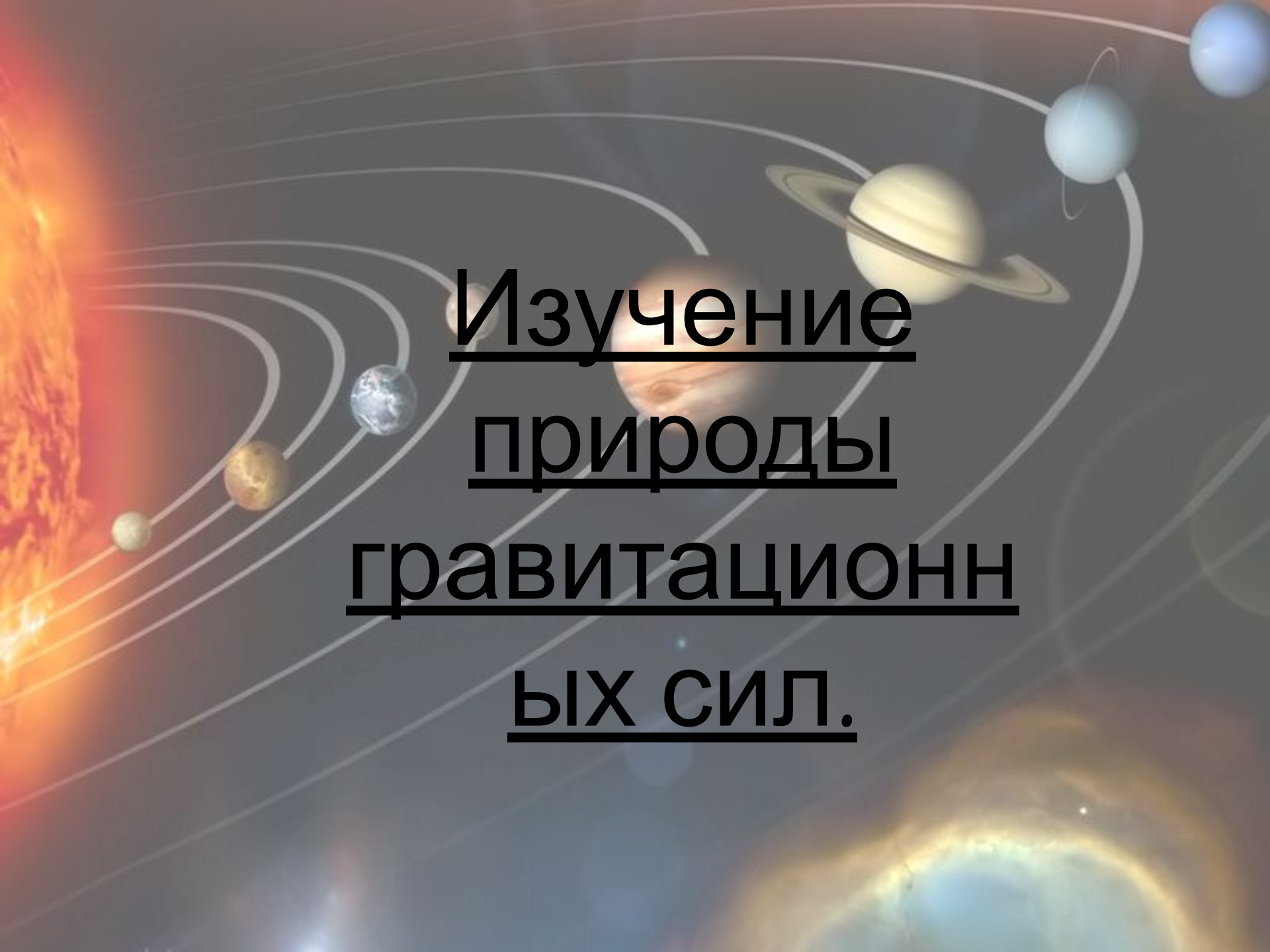


**Урок физики «Изучение природы  
гравитационных сил» 9- 10 класс.**

**Игнатова Е.С.**

**Учитель физики МОУ СОШ № 16 г.**

**Кропоткин Краснодарский край**

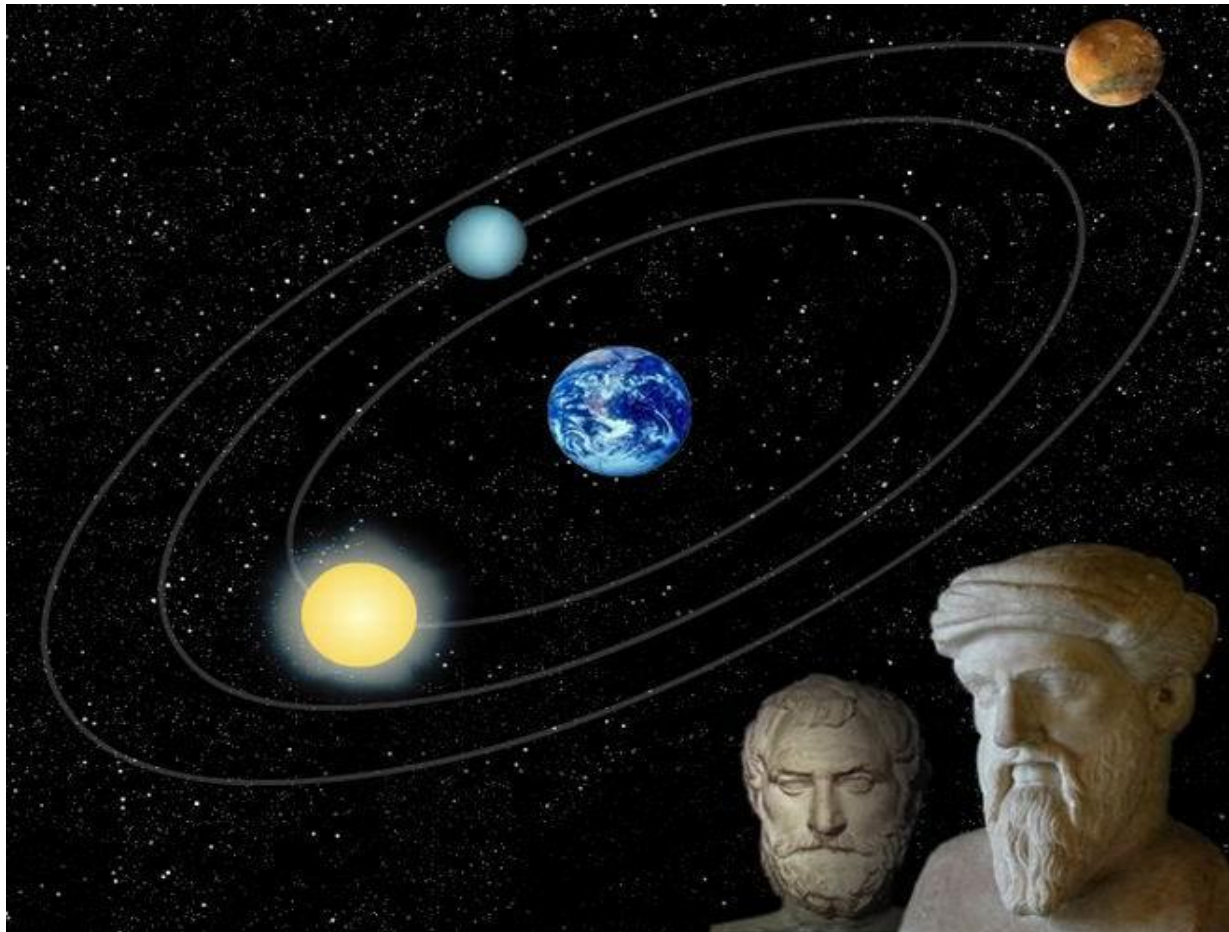


Изучение  
природы  
гравитационн  
ых сил.

В древности люди считали Землю плоскостью,  
на которую опирается небесный свод...



В XIII – XVI веках источником всех знаний о природе были сочинения Аристотеля и греческого астронома Птолемея.





В 1543 году польский ученый Николай Коперник разработал новую систему мира. Он изложил ее в книге «Об обращении небесных сфер».



1610 год. Галилео Галилей изобрел зрительную трубу, позволившую раздвинуть «стены» мира.



# **Тихо Браге (1546 – 1601)**

**Его работы по разработке астрономических инструментов и измерений местоположений звезд стали основой для будущих открытий. Оставил все свои данные наблюдений на Иоганна Кеплера, его ученика и ассистента в течение ряда последних лет.**





# Иоганн Кеплер

(1571—1630)

Используя идею Коперника о гелиоцентрической системе и результаты наблюдений астронома Тихо Браге, Кеплер установил законы движения планет вокруг Солнца. Но он не сумел объяснить динамику движения.





# Исаак Ньютон (1643-1727)

1687 год –

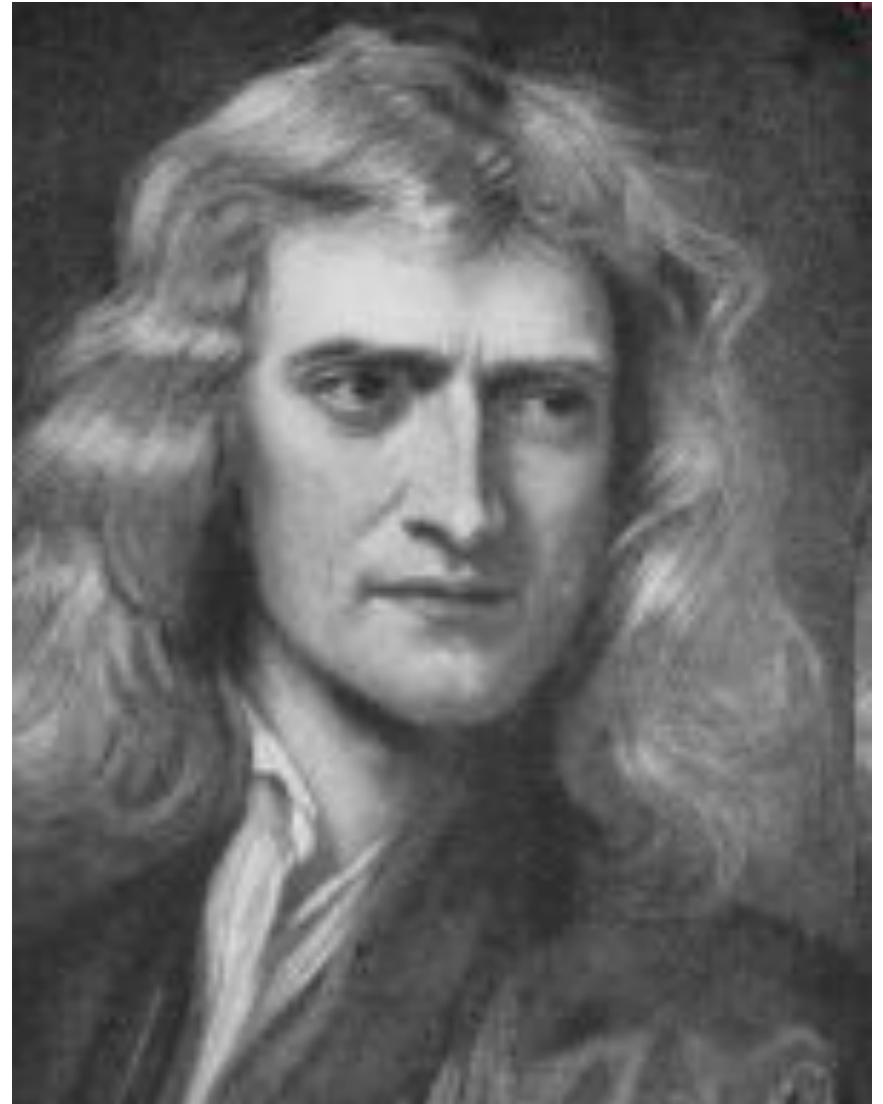
публикация книги

«Математические

принципы

натуральной

философии»




# 1). Гравитационные силы

1667 г. И. Ньютон

Астрономические  
наблюдения, опыты.

Тела, обладающие  
**массой**,  
притягиваются друг к  
другу  
силами, которые называют  
**гравитационными.**


$$F_{\text{гр.}} \sim m_1$$

$$F_{\text{гр.}} \sim m_1 * m_2$$

$$F_{\text{гр.}} \sim m_2$$

$$F_{\text{гр.}} \sim 1/r^2$$

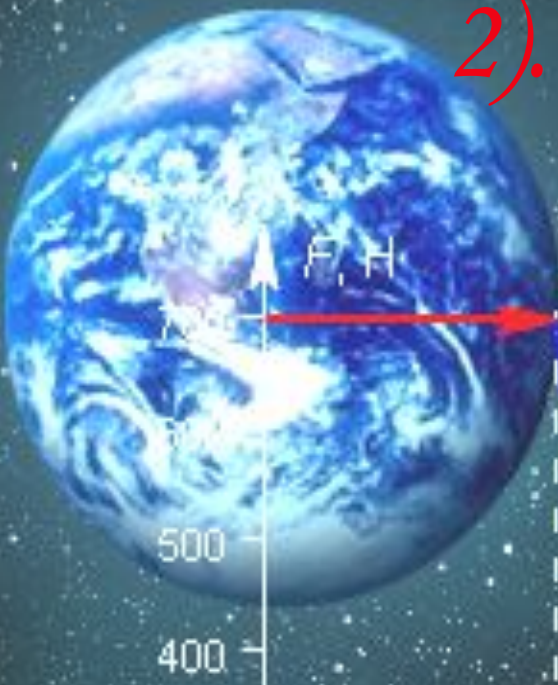
---

чем больше  $m$  тел, тем больше  
гравитационная сила  
чем больше расстояние между  
телами  
( $r$ ), тем гравитационная сила  
меньше

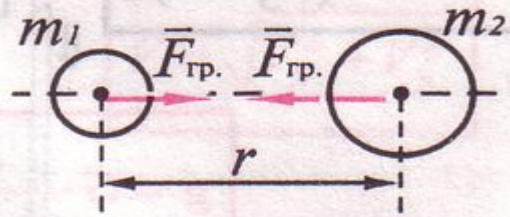


## 2). Закон всемирного тяготения.

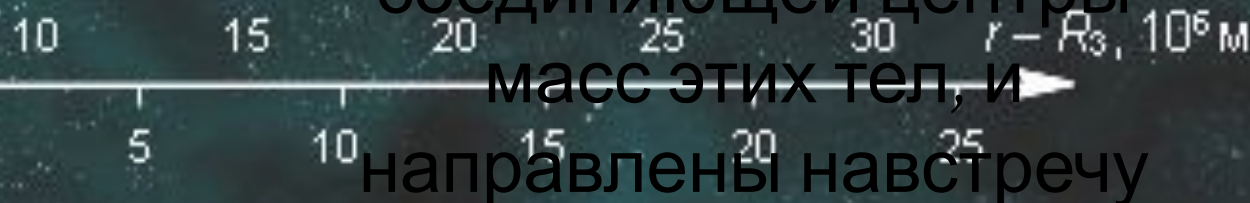
Все материальные точки притягиваются друг к другу с силой, модуль которой прямо пропорционален произведению их масс, и обратно пропорционален квадрату расстояния между ними. Силы лежат на одной прямой, соединяющей центры масс этих тел, и направлены навстречу друг другу.



$$R_3 = 6,38 \cdot 10^6 \text{ м}$$



$$F_{\text{гр}} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$



# **Закон всемирного**

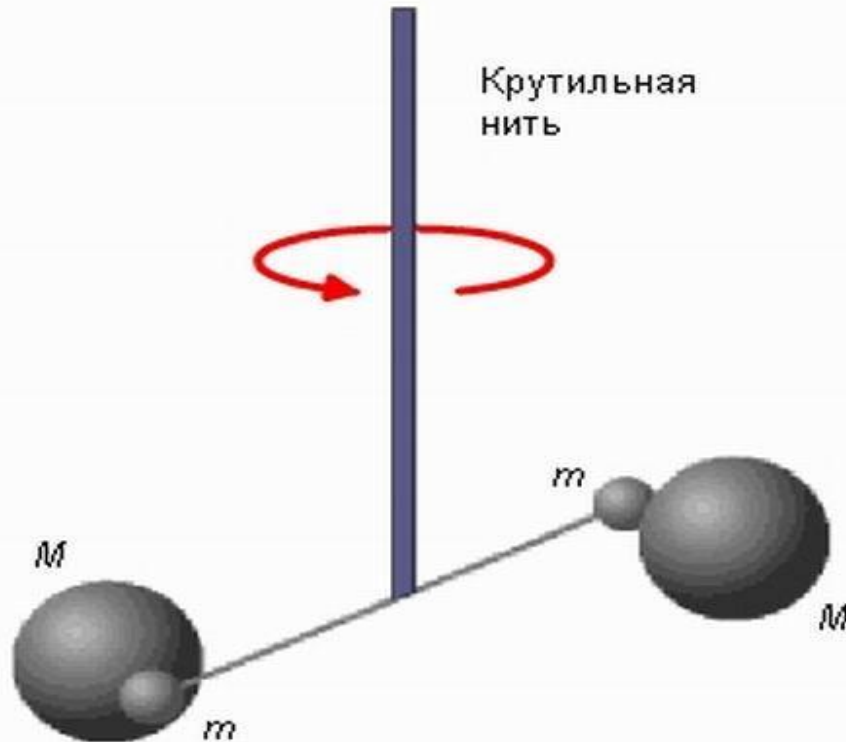
## **тяготения можно**

### **применять, если:**

- **тела являются материальными точками**
- **тела являются однородными шарами или обладают симметричным распределением массы относительно центра тяжести**
- **для шара большого радиуса, взаимодействующего с телами, размеры которых значительно меньше размеров шара.**

# Физический смысл


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



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

Генри Кавендиш 1797



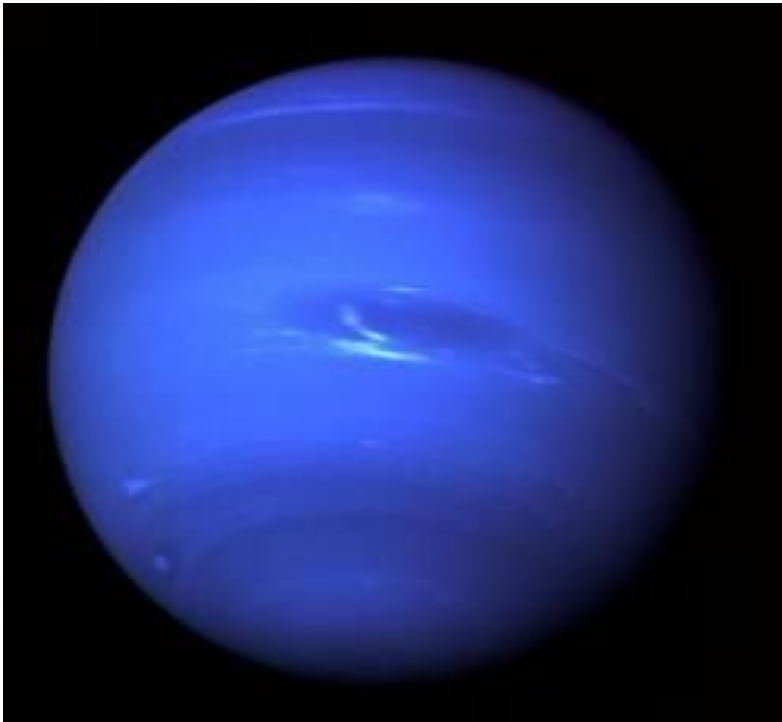


**Созданная Ньютоном теория тяготения одерживала одну блистательную победу за другой. Она с высокой степенью точности объяснила особенности планетных орбит, найденные Кеплером. Ей удалось измерить массы планет, раскрыть загадки движения комет, тайны приливов.**

**Теория тяготения Ньютона предсказала  
появление кометы Галлея в заданный  
теорией срок.**

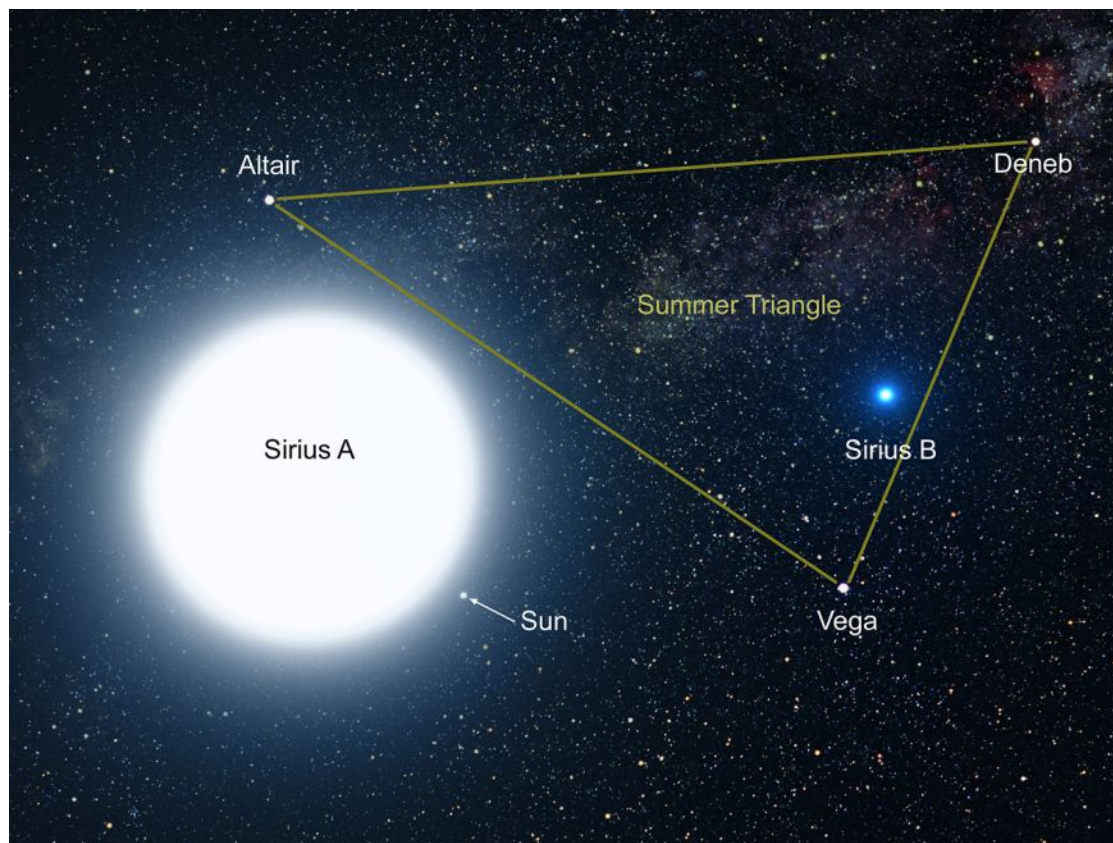


**С ее помощью были открыты новые планеты Солнечной системы: Нептун и Плуто́н.**

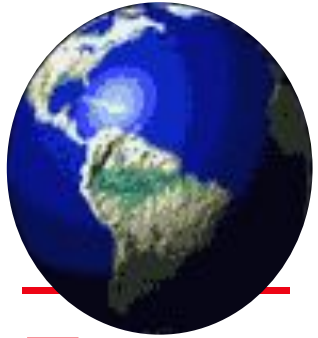




**Теоретически предсказано и установлено, что «тайна» движения Сириуса связана с тем, что это не простая, а двойная звезда.**



### 3). Сила тяжести



это гравитационная сила,  
с которой Земля  
притягивает  
к себе тел

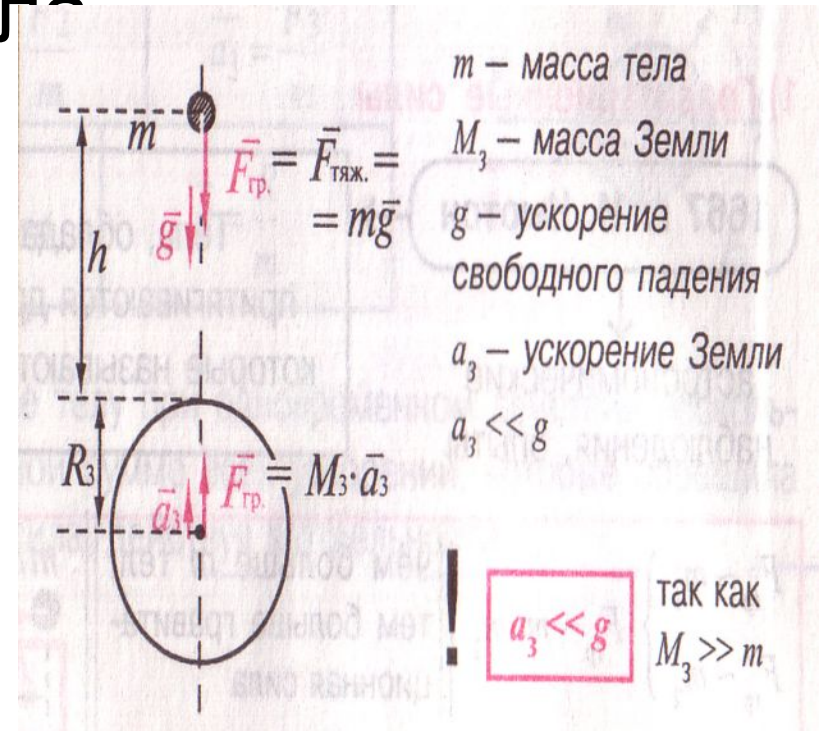


$$F_{\text{тяж.}} = mg \text{ [Н]}$$

$$F_{\text{гр.}} = G(m_1 * m_2 / r^2)$$



$$F_{\text{тяж.}} = G(M_3 * m / (R_3 + h)^2)$$



## 4). Ускорение свободного падения

---

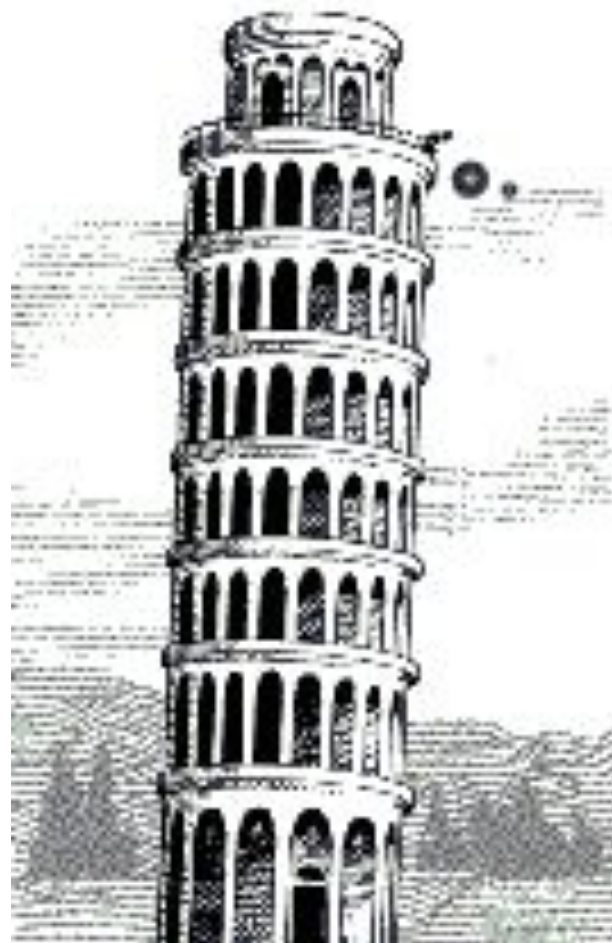
ускорение, с которым  
движется любое тело  
в поле тяготения  
Земли, если на него  
действует только  $F_{\text{тяж}}$ .

$$F_{\text{тяж.}} = G(M_3 * m / (R_3 + h)^2)$$

||

$$F_{\text{тяж.}} = mg$$

$$g = G(M_3 / (R_3 + h)^2)$$





# 5). Для любой планеты (космического тела)

Солнце  
 $g = 274 \text{ м/с}^2$

Эрида  
 $g = 0,1 \text{ м/с}^2$

Плутон  
 $g = 0,1 \text{ м/с}^2$

Нептун  
 $g = 12,1 \text{ м/с}^2$

Уран  
 $g = 8,7 \text{ м/с}^2$

Сатурн  
 $g = 15,2 \text{ м/с}^2$

Юпитер  
 $g = 25,0 \text{ м/с}^2$

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

Земля  
 $g = 9,81 \text{ м/с}^2$


Марс  
 $g = 3,7 \text{ м/с}^2$

Меркурий  
 $g = 3,73 \text{ м/с}^2$

Луна  
 $g = 1,63 \text{ м/с}^2$

Венера  
 $g = 8,85 \text{ м/с}^2$



A diagram of the Earth with a white elliptical orbit around it. Four grey circles representing satellites are connected to the Earth's surface by thin lines. A yellow circle representing a satellite is positioned on the orbit. The background is a dark space filled with numerous small, colorful stars.

# Искусственные спутники Земли.



**Движение –  
свободно  
е падение  
(на тело  
действует  
только  
сила  
тяжести)  
Тело  
движется  
по  
окружнос  
ти:**



Максимальная скорость, которую нужно сообщить телу, чтобы оно могло двигаться вокруг Земли по круговой орбите (искусственный спутник) I

$$\left. \begin{aligned} g &= \frac{V^2}{R_3} \\ g &= G \frac{M_3}{R_3^2} (h = 0) \end{aligned} \right\} \boxed{V_I = \sqrt{\frac{GM_3}{R_3}}} \quad \begin{aligned} V_I &\approx 7,9 \text{ км/с} \\ &\text{I космическая} \\ &\text{скорость} \end{aligned}$$

---

Наименьшая скорость тела, при которой оно преодолевает притяжение Земли и становится спутником Солнца (орбита – парабола) II  
космическая скорость

---

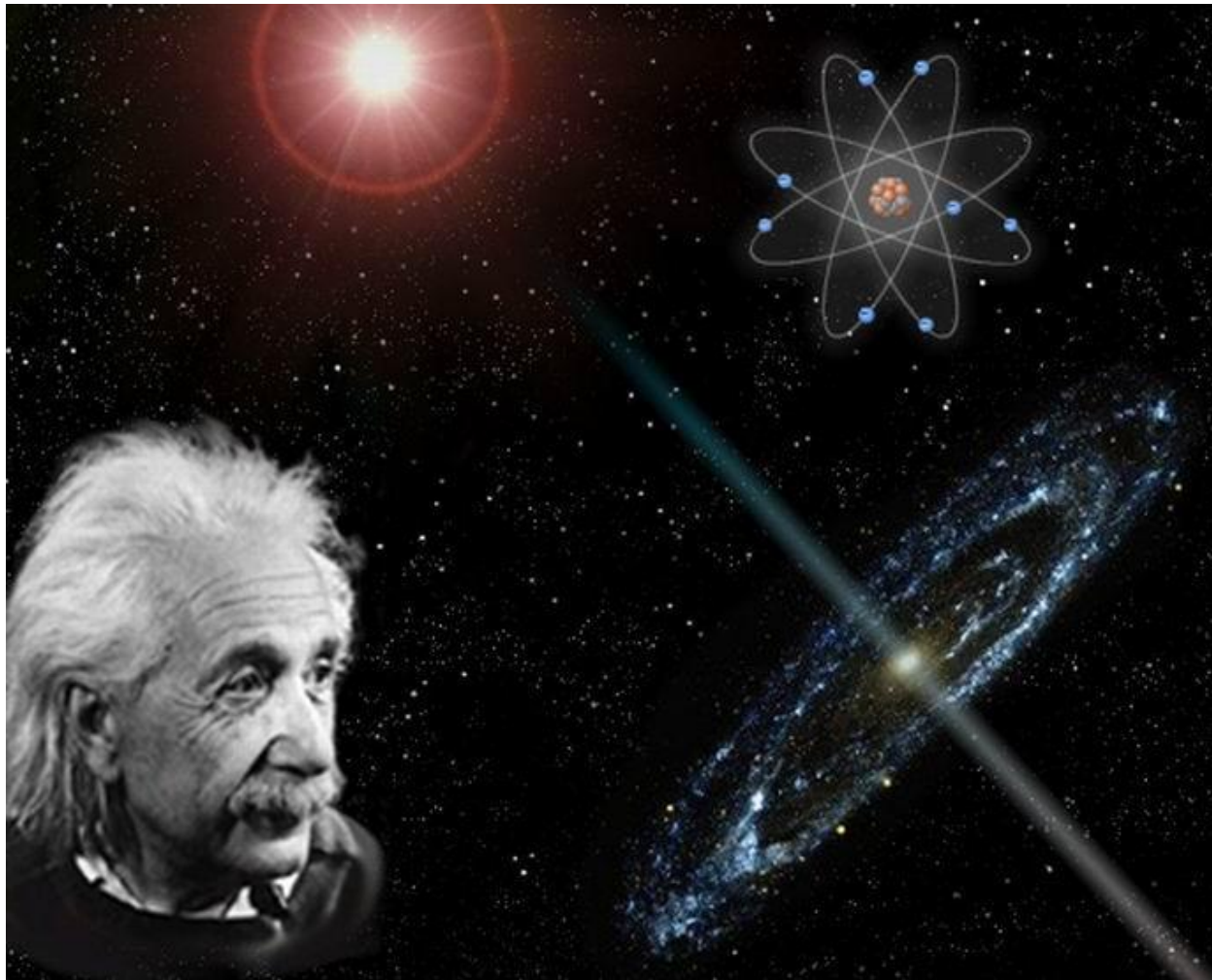
Скорость тела, при которой тело преодолевает притяжение Солнца и покидает Солнечную систему III  
космическая скорость



**Как ни точна теория, она не в состоянии дать ответ на роковой вопрос: каково же происхождение силы тяготения, какова её природа? Сам автор Исаак Ньютон признавал свое бессилие, говоря: «Причину свойств силы тяготения я не мог вывести из явлений, гипотез же я не измышляю».**



**То, что не удалось Ньютону, сделал другой великий ученый – Альберт Эйнштейн.**



**Однажды на вопрос репортера о том, в чем же, в самой краткой форме, суть общей теории относительности, Эйнштейн ответил: «Раньше полагали, что если бы из Вселенной исчезла вся материя, то пространство и время сохранились бы. Теория относительности утверждает, что вместе с материей исчезли бы также пространство и время». Пространство в поле тяготения, как говорил Эйнштейн, «искривлено» - именно это искривление и есть проявление тяготения, и есть само тяготение.**

