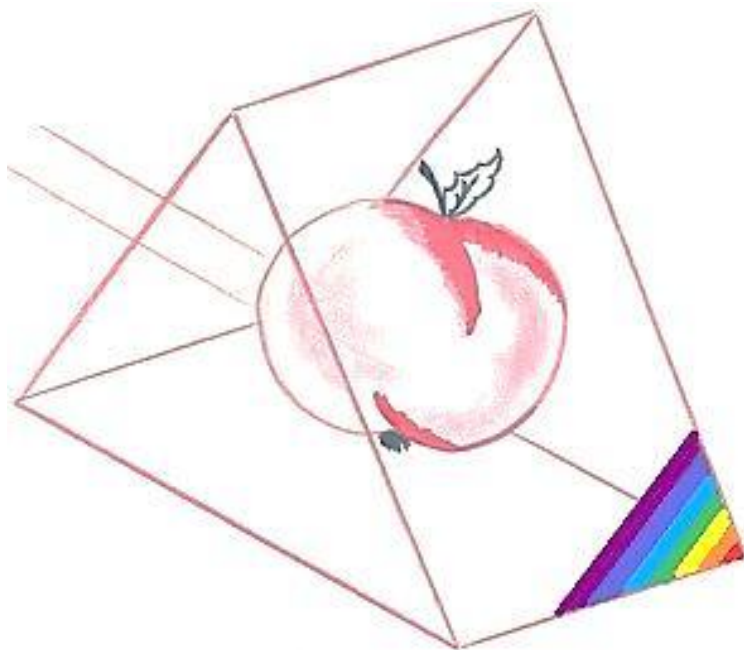


A stylized illustration of a solar system. A bright, glowing star is at the center, surrounded by several concentric elliptical orbits. Planets of various sizes and colors (including a large brown and white planet, a blue planet, and a ringed planet) are shown at different points along their orbits. The background is a deep blue space filled with stars and nebulae.

# **Закон всемирного тяготения**

Гипотез я не измышляю.  
И. НЬЮТОН



# Закон всемирного тяготения 1667



Исаак Ньютон (1643—1727)

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-то отдан в печать.

# История открытия закона



Яблоня Ньютона

На склоне своих дней Исаак Ньютон рассказал, как это произошло: он гулял по яблоневому саду в поместье своих родителей и вдруг увидел Луну в дневном небе. И тут же на его глазах с ветки оторвалось и упало на землю яблоко. Тут ему и пришло в голову, что, возможно, это одна и та же сила заставляет и яблоко падать на землю, и Луну оставаться на околоземной орбите.

## Вывод закона всемирного тяготения

### 1. Зависимость силы тяготения от массы тела

$$F_1 = m_1 g$$

$$g - \text{const}$$

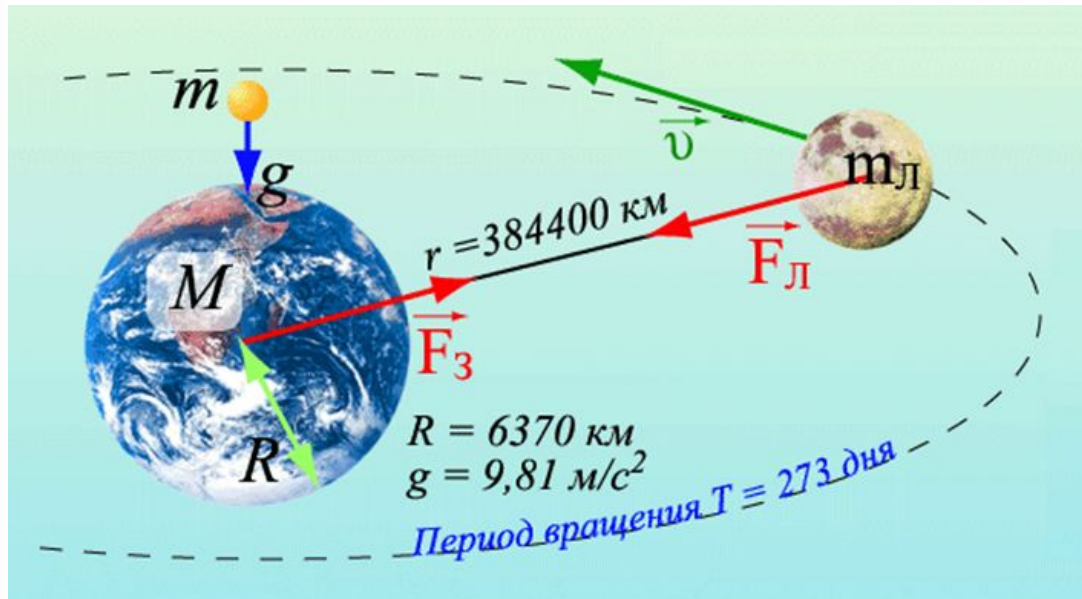
$$F_1 = F_2$$

(третий закон Ньютона)

$$F \sim m_1 \cdot m_2$$

# Вывод закона всемирного тяготения

## 2. Зависимость силы тяготения от расстояния



Центростремительное ускорение Луны равно:

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

$$R = 60 R_3$$

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

## Вывод закона всемирного тяготения

$$F \sim m_1$$

$$F \sim m_2$$

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

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

# Закон всемирного тяготения

*Сила взаимного притяжения двух тел прямо пропорциональна произведению масс этих тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними*

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

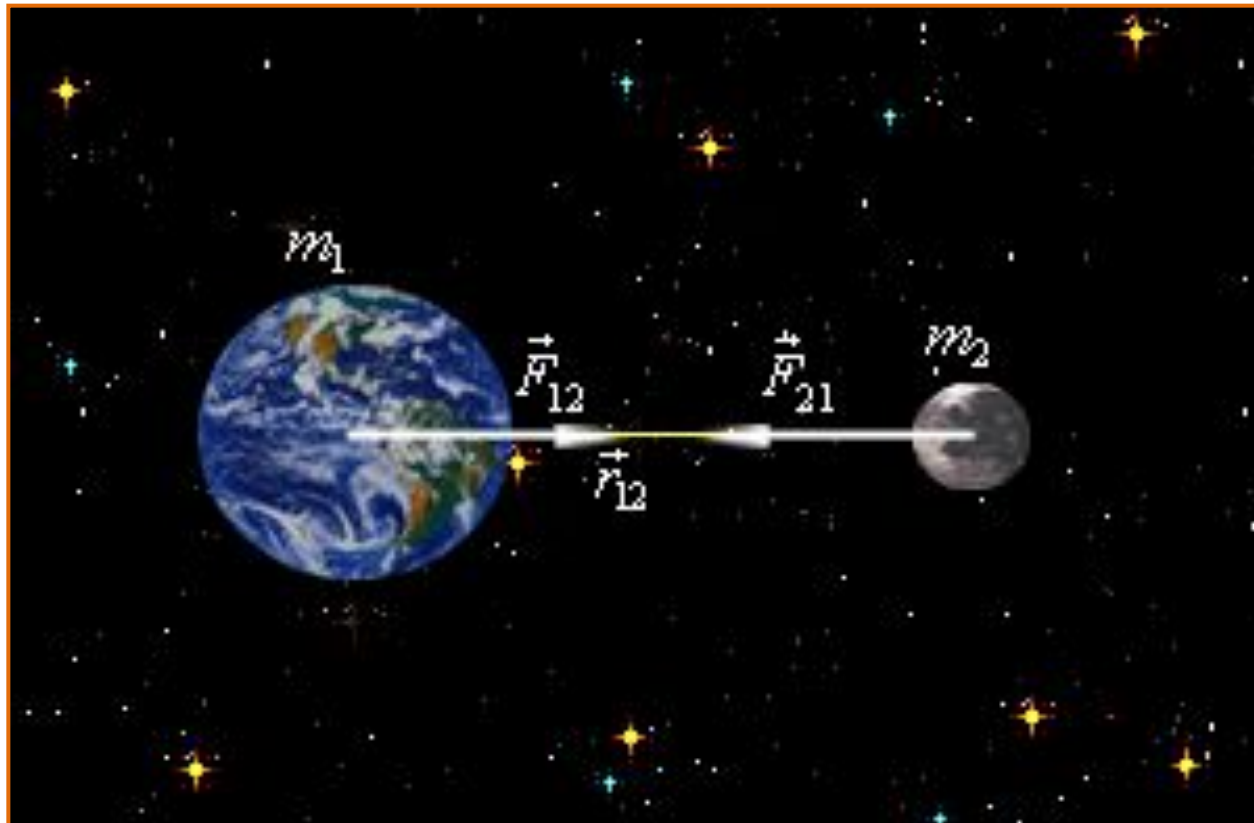
*$m_1$ ,  $m_2$  - массы взаимодействующих тел,*

*$R$  – расстояние между ними,*

*$G$  – гравитационная постоянная*



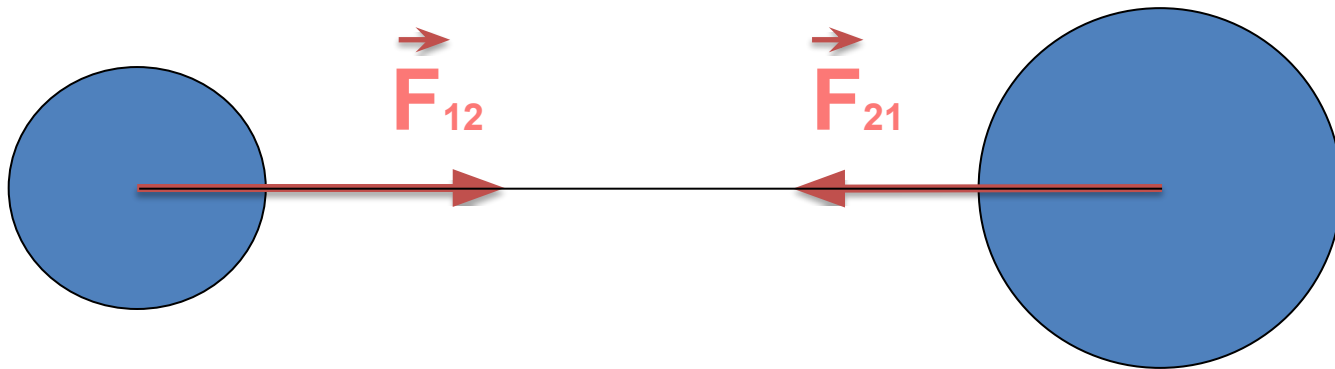
# Сила тяготения между Землей и Луной



$$\mathbf{F}_{12} = \mathbf{F}_{21}$$

# Особенности сил тяготения

Силы тяготения направлены вдоль прямой, проходящей через центры взаимодействующих тел.



$$F_{12} = F_{21}$$

# Гравитационная постоянная

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

## Физический смысл гравитационной постоянной.

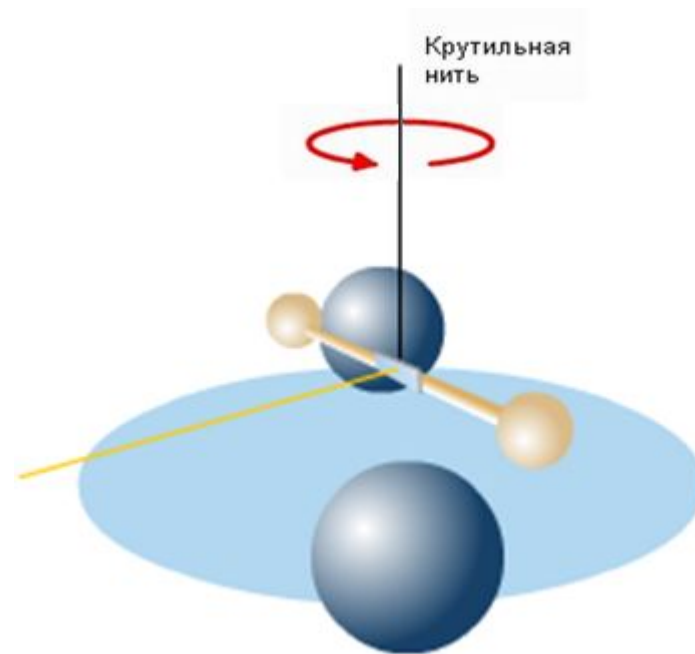
Гравитационная постоянная численно равна силе гравитационного притяжения двух тел, массой по 1 кг каждое, находящихся на расстоянии 1 м одного от другого.

Первое экспериментальное измерение гравитационной постоянной было осуществлено Генри Кавендишем в 1798 году.

## Опыт Кавендиша

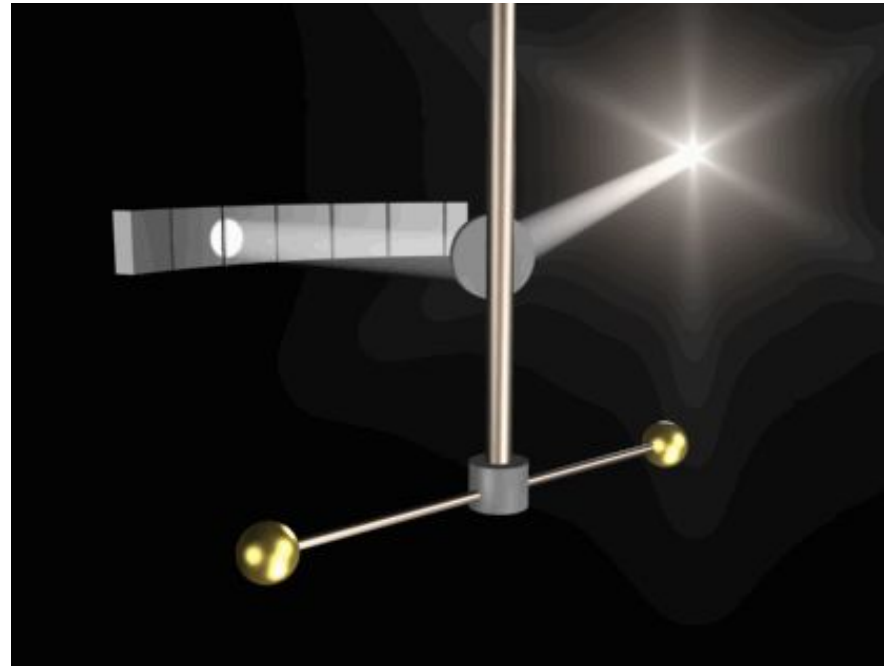


Генри  
Кавендиш



Экспериментальная установка – крутильные весы

# Определение гравитационной постоянной

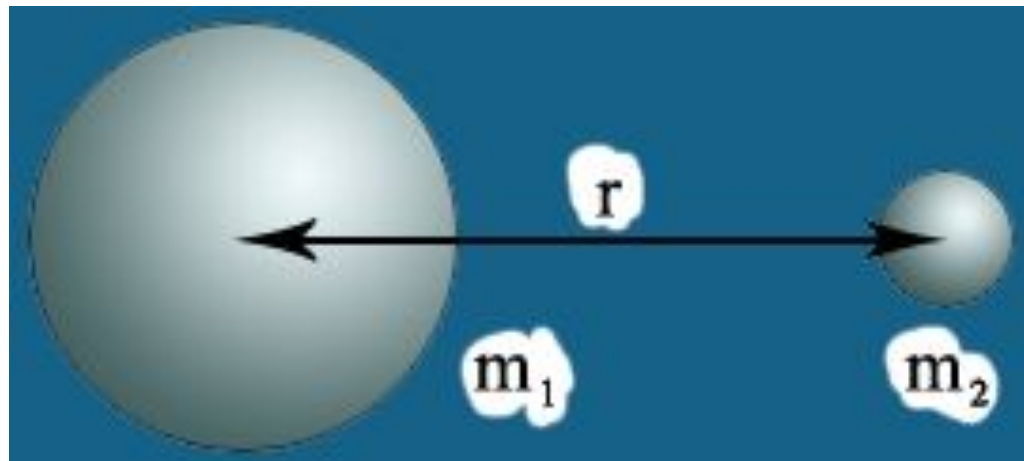


Измерив силу взаимодействия между шарами  $m$  и  $M$  по углу закручивания нити и зная массу шаров и расстояние между ними, Кавендиш определил гравитационную постоянную.

# Границы применимости закона всемирного тяготения

Закон справедлив для:

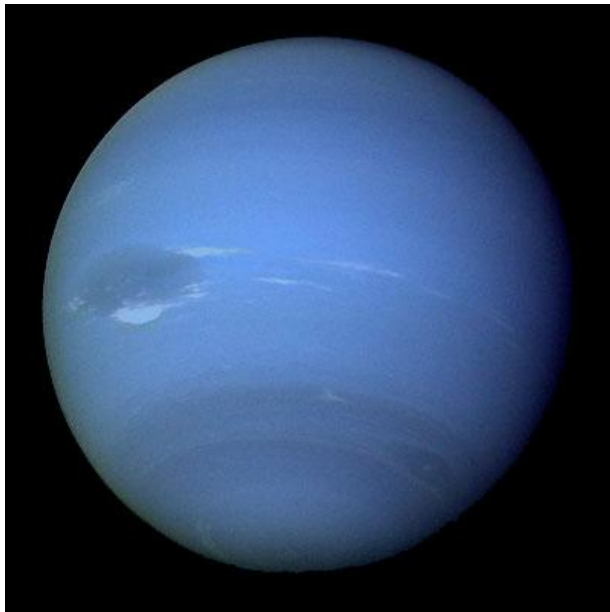
1. Однородных шаров.
2. Для материальных точек.
3. Для concentric тел.



Открытие Ньютоном закона всемирного тяготения явилось важнейшим событием в истории физики.

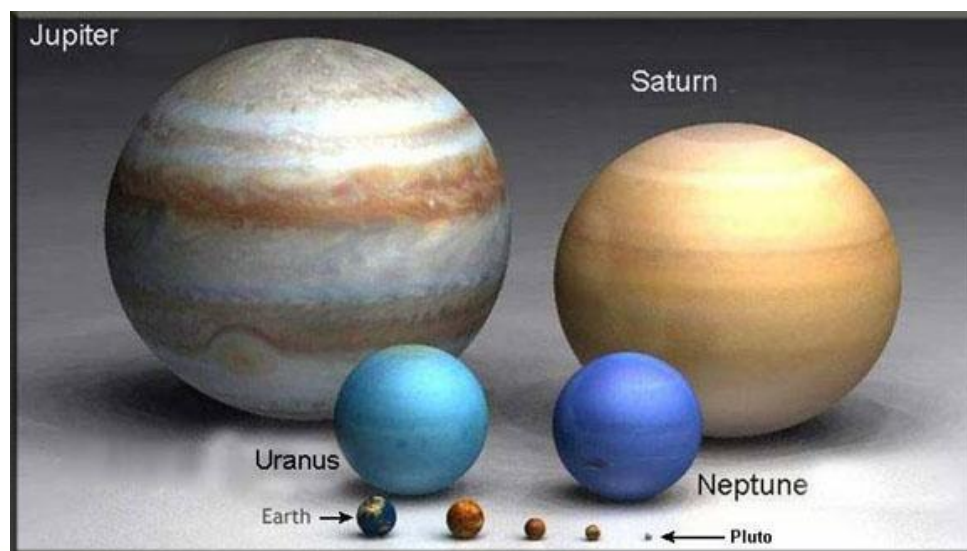
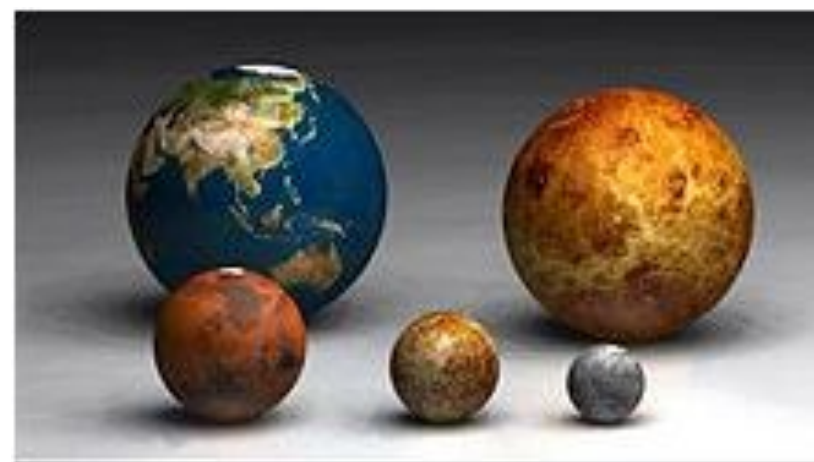
На основе закона всемирного тяготения:

- открыты планеты Нептун и Плутон



## На основе закона всемирного тяготения:

- определены массы Солнца, планет и других небесных тел





## На основе закона всемирного тяготения:

- раскрыты загадки движения комет, тайны приливов



## На основе закона всемирного тяготения:

- вычисляются параметры движения космических аппаратов, искусственных спутников Земли

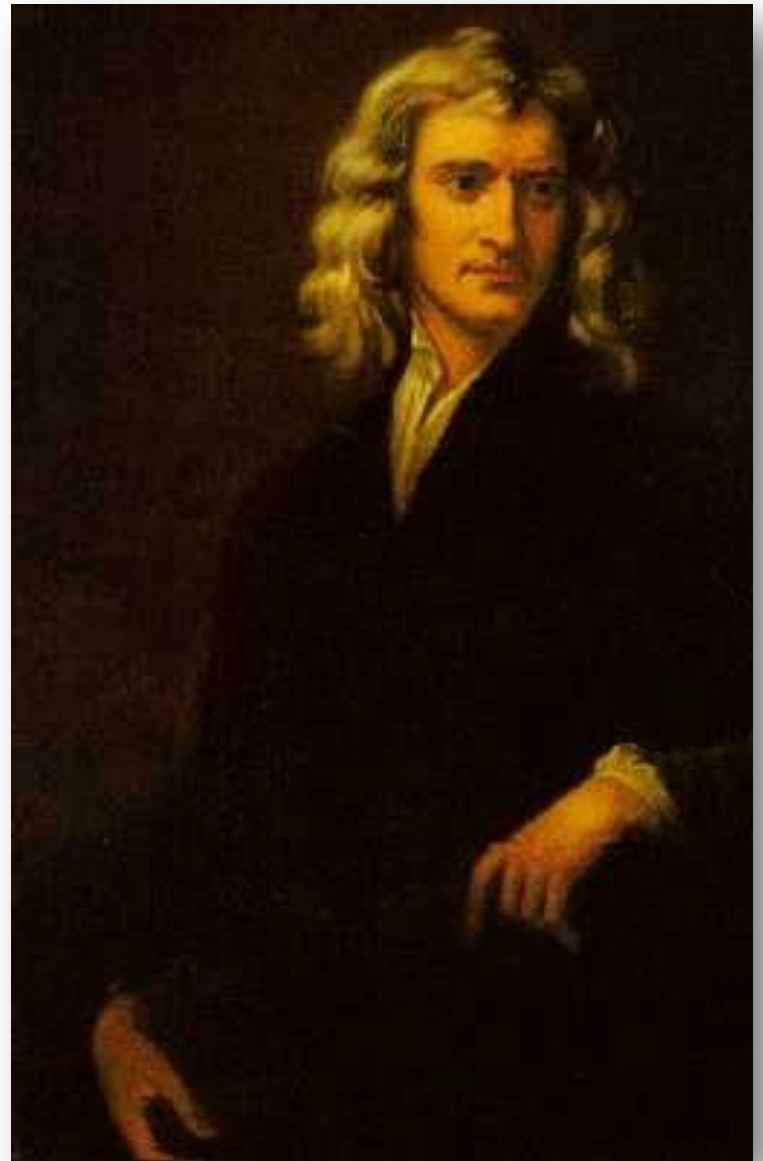


Ньютон показал, что с единой точки зрения можно охватить весь механизм мировых явлений - от вращения неподвижных звезд до перемещения химических атомов.

Д.И.

Менделеев

Он самый счастливый – систему мира можно установить только один раз.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. [http://class-fizika.narod.ru/9\\_jabl14.htm](http://class-fizika.narod.ru/9_jabl14.htm)
2. <http://ega-math.narod.ru/Bell/Newton.htm>
3. <http://elementy.ru/trefil/23>
4. [http://linoks.ru//nyuton\\_isaak](http://linoks.ru//nyuton_isaak)
5. <http://lms.mati.ru/file.php/89/2-dinamika/grav-avi.gif>
6. <http://lms.mati.ru/mod/resource/view.php?id=413>
7. [http://www.astrogorizont.com/content/read-Kratkaya\\_ictoriya\\_ot\\_kritii\\_planet\\_Colnechnoi\\_cictemi](http://www.astrogorizont.com/content/read-Kratkaya_ictoriya_ot_kritii_planet_Colnechnoi_cictemi)
8. <http://www.edu.delfa.net/CONSP/meh5.htm>
9. [http://www.naukamira.ru/photo/fizika\\_v\\_kartinkakh/mekhanika/zakon\\_vsemirnogo\\_tjagotenija\\_uskorenie\\_luny/6-0-44](http://www.naukamira.ru/photo/fizika_v_kartinkakh/mekhanika/zakon_vsemirnogo_tjagotenija_uskorenie_luny/6-0-44)