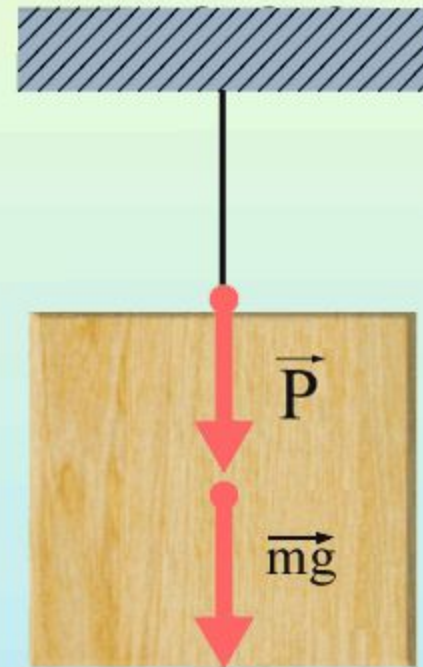
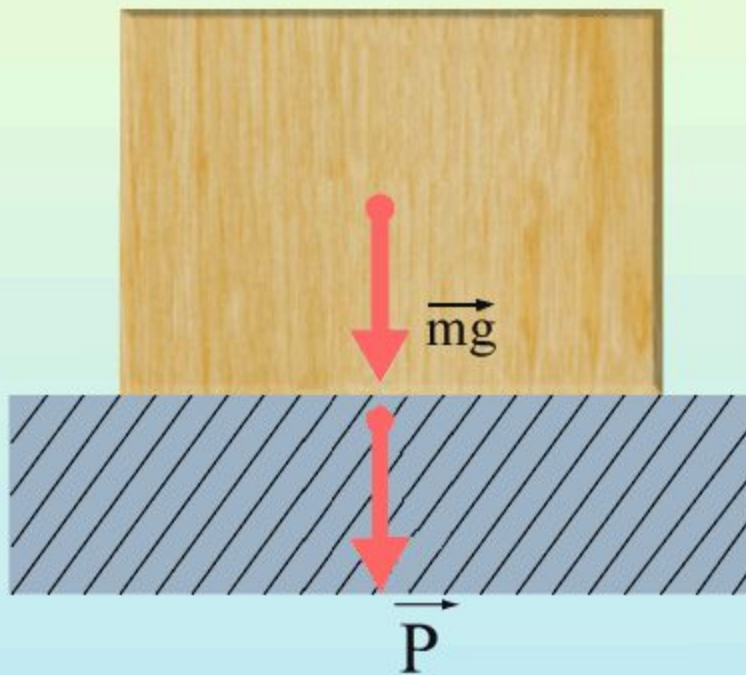


ПОВТОРИМ

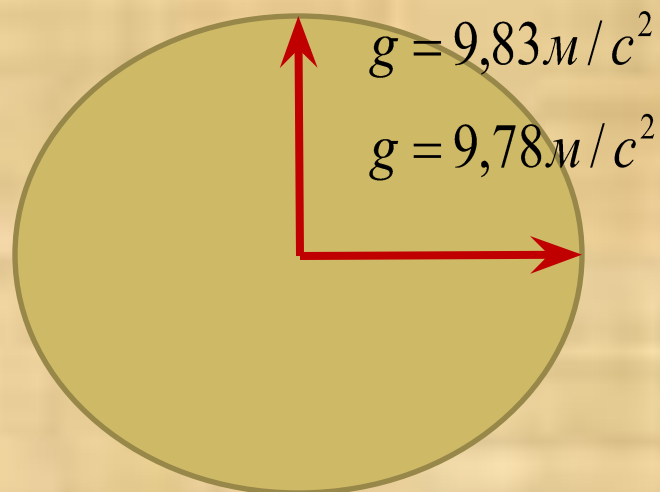




$$F = ma$$


$$F = mg$$

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2$$



$$P = mg$$





$g_{\text{Урана}} = 8,7 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Нептуна}} = 12,1 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Сатурна}} = 15,2 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Плутона}} = 0,1 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Юпитера}} = 25,0 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Марса}} = 3,7 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Земли}} = 9,81 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Венеры}} = 8,85 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Луны}} = 1,63 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Меркурия}} = 3,73 \text{ м/с}^2$

А знаете ли вы, что ...

... благодаря силе тяжести облик Земли непрерывно изменяется. Сходят с гор лавины, обрушиваются камнепады, выпадают дожди и текут реки.

... растения «чувствуют» действие силы тяжести, из-за чего главный корень всегда растёт вниз, к центру Земли, а стебель – вверх. Это явление называется «геотропизм».

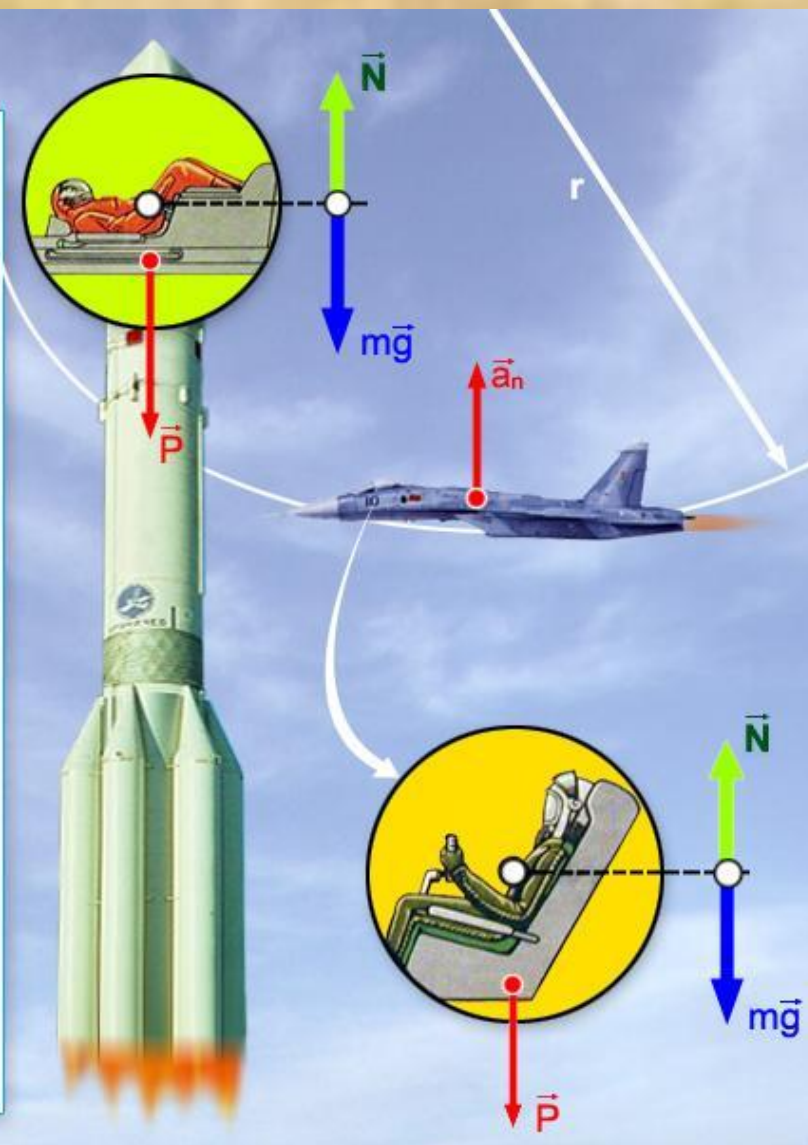
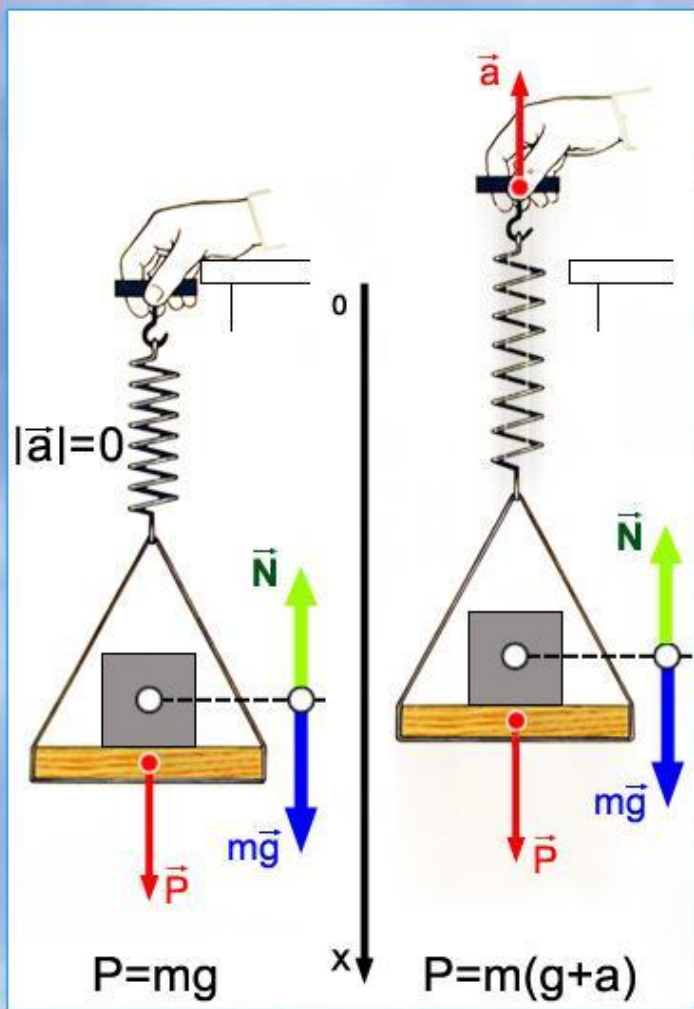
... из-за притяжения к Земле все тела обязательно либо давят на свою опору, либо растягивают свой подвес. При этом возникает сила упругости. Следовательно, сила упругости существует внутри всех тел вокруг нас.

... вес тела, в отличие от массы, легко изменить. Например, для тренировки космонавтов используют специальные центрифуги и самолёты. В центрифуге вес человека увеличивается в несколько раз. Во время же свободного полёта самолёта, напротив, возникает невесомость.

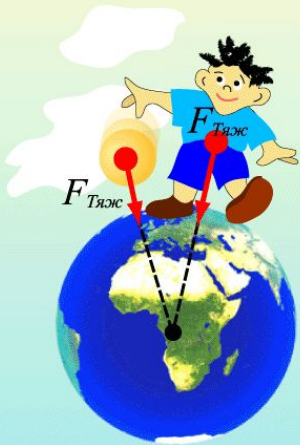
... вес всплывающего тела направлен вверх. Если такое тело попытаться остановить (например, подставить сверху ладонь), то она будет служить для тела опорой. А сила, с которой тело действует на свою опору, как мы знаем, называется весом тела.

... без трения нельзя представить ни технику, ни природу. Благодаря трению действуют все тормоза: и автомобильные, и железнодорожные. Благодаря трению можно полировать стёкла и мебель. Благодаря трению ящерицы ползают почти по отвесным склонам, а горные козлы легко скачут по скалам.

ПЕРЕГРУЗКИ



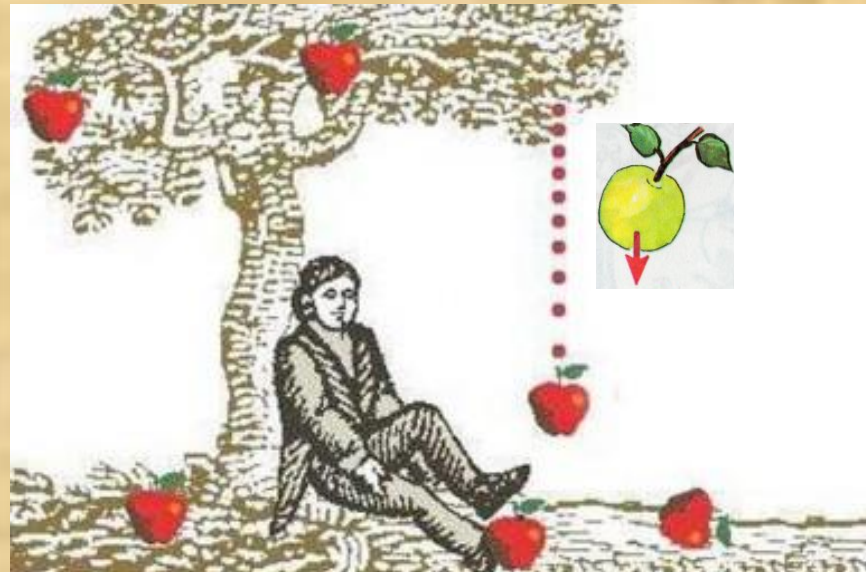
Сила тяжести – сила, действующая на все тела со стороны Земли



$$F_{\text{Тяж}} = mg$$

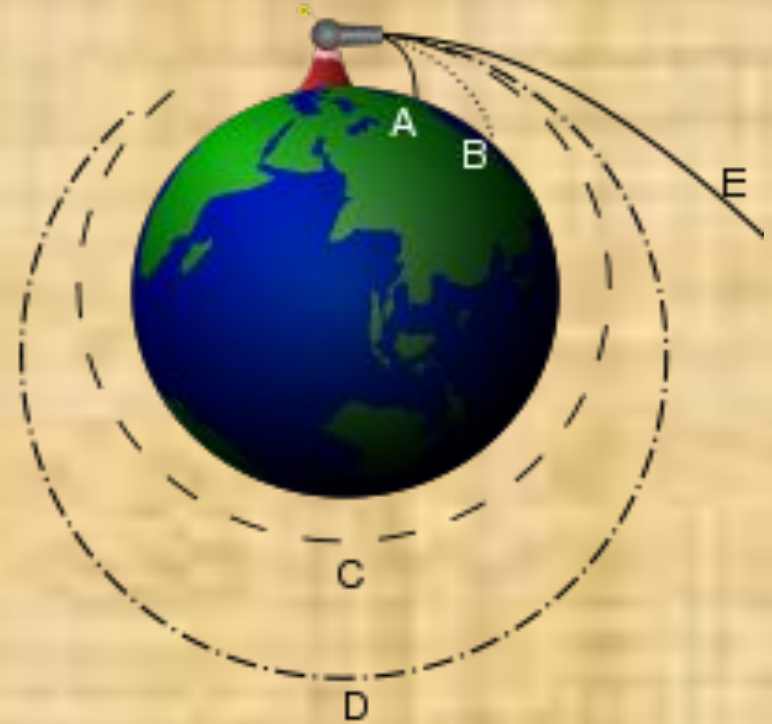
В каждой точке вокруг Земли сила тяжести направлена вниз, то есть к центру планеты.

ОБЪЯСНИ



Силы всемирного тяготения



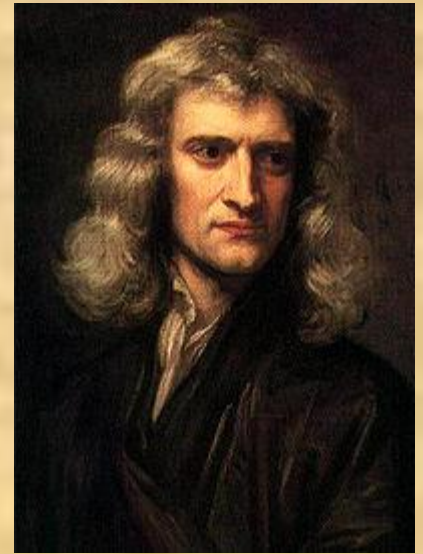


Цели:

изучить закон всемирного тяготения,
показать его практическое значение.



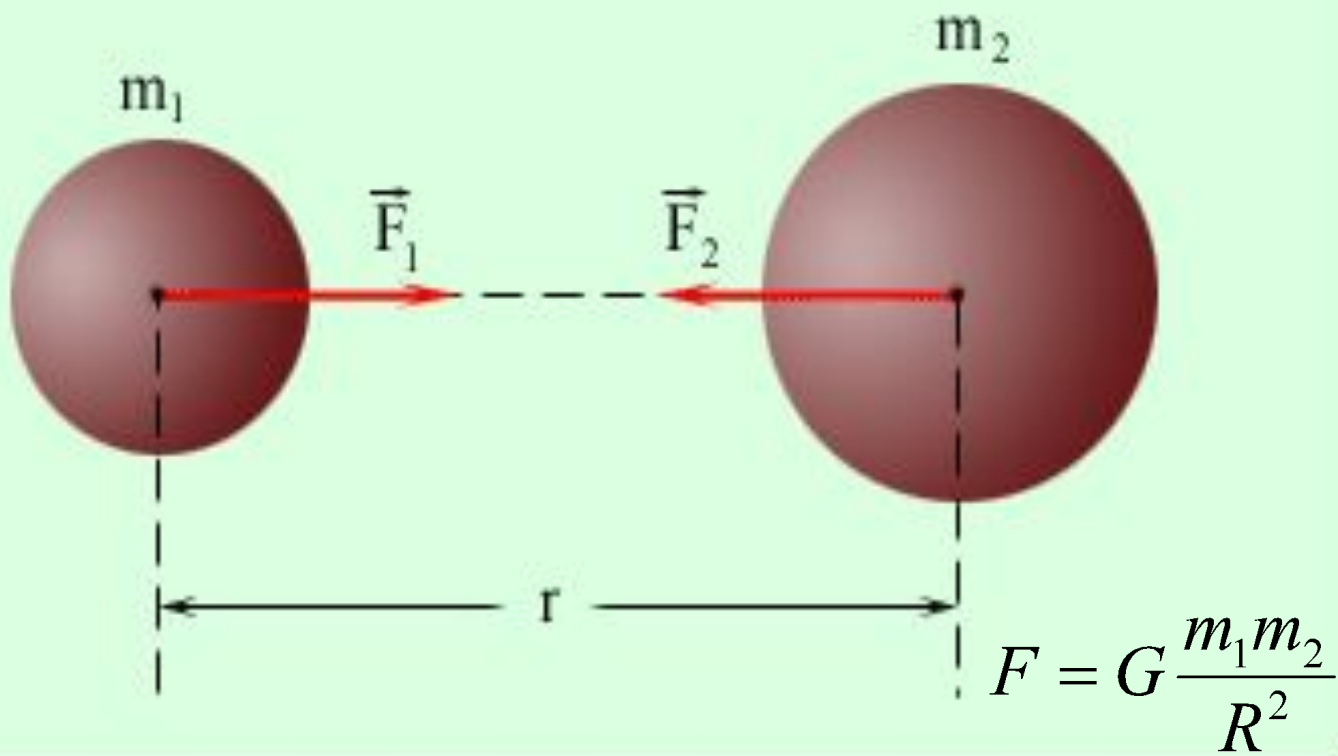
Местечко Вульсторп
около города Грантема
в центре Британии
1665 - 1667



1643 - 1727

Кембриджский
университет





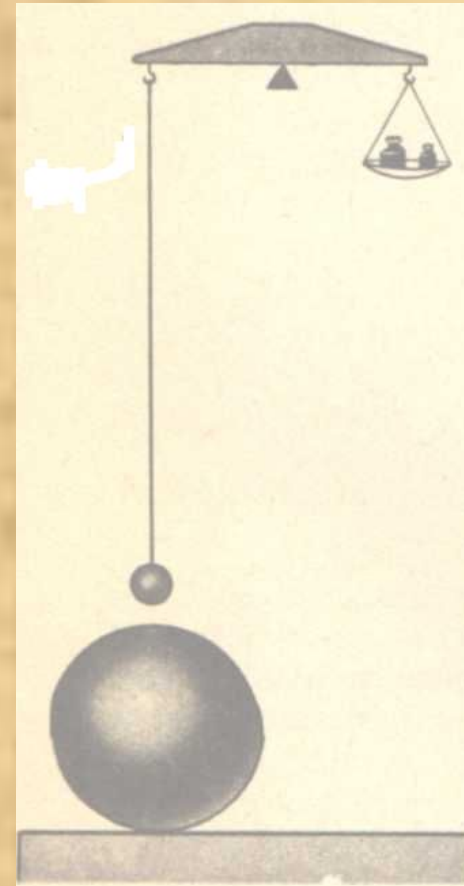
$$[F] = H$$

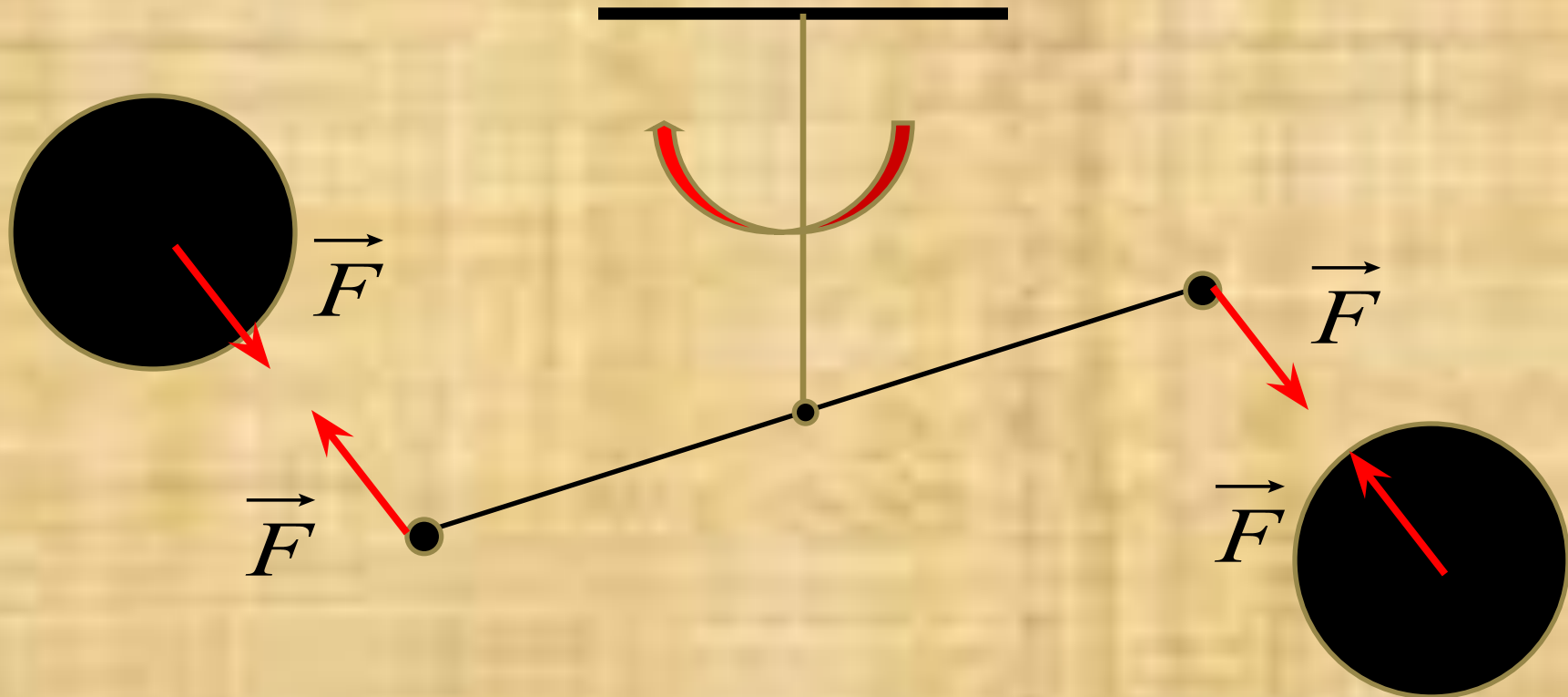
$$[m] = \kappa \mathcal{L}$$

$$[R] = \mathcal{M}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{H \cdot \mathcal{M}^2}{\kappa \mathcal{L}^2}$$

Удивительный и странный
По устройству мир земной!
Во всемирной постоянной
Смысл содержится простой:
Притяжения здесь сила
Для двух масс отражена:
Килограмм у каждой было,
Между ними – метр длина,
И число известно всем –
Это шесть шестьдесят семь
На число сто миллиардов,
Как поётся в песнях бардов:
«Раздели нам, дядя Сэм».

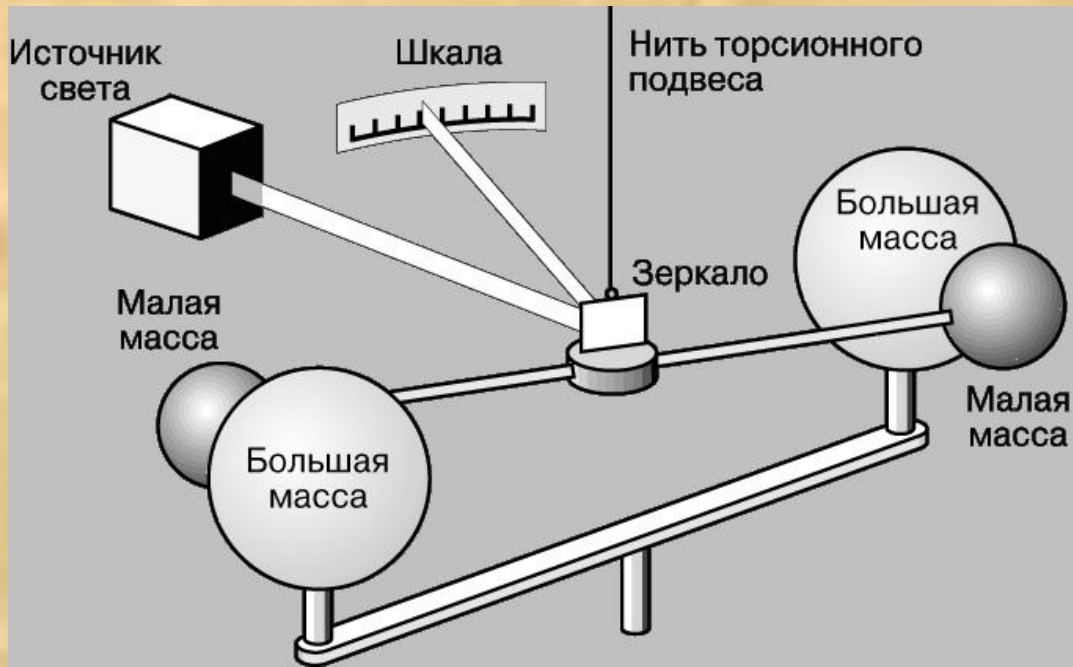




Г. Кавендиш 1798 г.

Генри Кавендиш (англ. *Henry Cavendish*)

10 октября 1731 г. — 24 февраля 1810 г. — знаменитый британский физик и химик, член Лондонского королевского общества (с 1760 года)



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

F – сила гравитационного притяжения
 m_1, m_2 – массы взаимодействующих тел, кг
 r – расстояние между телами
(центрами масс тел), м
 G – коэффициент (гравитационная
постоянная) $\approx 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$

В мире правит тяготенье,
И ему подчинены
Тел свободное паденье
И прилив морской волны.
В окружающей Вселенной
От молекул до планет
Все подвластно притяженью.
Неужели, даже свет?
Силу пишем в левой части,
В правой, как известный факт –
Умножаем обе массы,
Разделив на «эр-квадрат».
А ещё, ребята, надо,
Чтоб систему соблюсти,
Гравитации константу
Перед дробью поместить.
Хоть зависимость простая,
В ней скрыт смысл золотой!
Эта формула сияет
Гениальной простотой!

Почитай, три с лишним века
Как понятен и знаком,
Верно служит человеку
Гравитации закон.
Он развеял ряд вопросов,
Он расширил круг идей,
Распахнул к далёким звёздам
Дверь трёхзначных скоростей.
Да, достойна восхищенья
Та история сама:
В ней – Природы совершенство
И величие ума!
Вечной пеленой окутан,
Спит туманный Альбион.
Здесь покоится сэр Ньютон,
Но живет его закон!

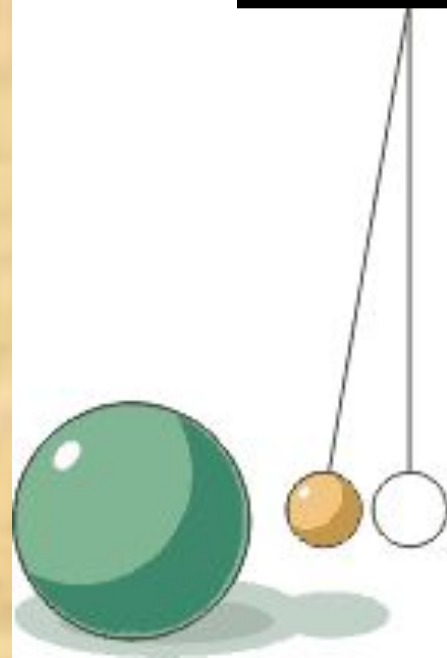
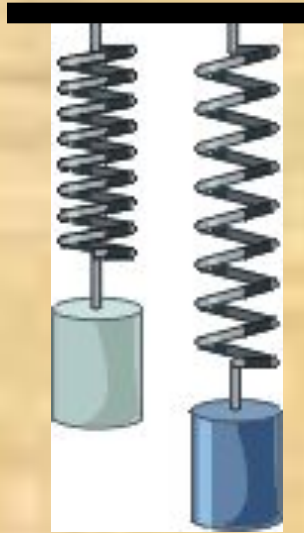
Луна	4,903.10 ³
Солнце	1,327.10 ¹¹
Меркурий	2,169.10 ⁴
Венера	3,249.10 ⁵
Земля	3,986.10 ⁵
Марс	4,298.10 ⁴
Юпитер	1,267.10 ⁸
Сатурн	3,792.10 ⁷
Уран	5,803.10 ⁶
Нептун	7,026.10 ⁶
Плутон	3,318.10 ⁵

Земля

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{H \cdot M^2}{KZ^2}$$

$$g \cong G \cdot \frac{M_3}{R_3^2} \cong 9,8 \text{ м/с}^2$$

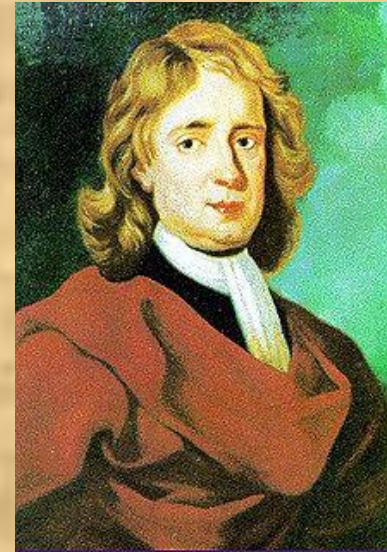
- g – ускорение свободного падения, м/с^2
 G – гравитационная постоянная, $\text{Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
 M_3 – масса Земли, кг
 R_3 – радиус Земли, м



*Взаимное притяжение всех тел в мире имеет собственное название: **явление гравитации** или явление всемирного тяготения.*

Гравитационное притяжение любого тела проявляется тем заметнее, чем больше его масса.

Сэру Исааку Ньютону было всего лишь 23 года, когда он открыл закон всемирного тяготения.



Притяжение электрона к протону в атоме водорода -
0, 000 000 000 02 Н.

Тяготение между Землей и Луной –
200 000 000 000 000 000 000 Н.

Тяготение между Солнцем и Землей –
35 700 000 000 000 000 000 000 Н.

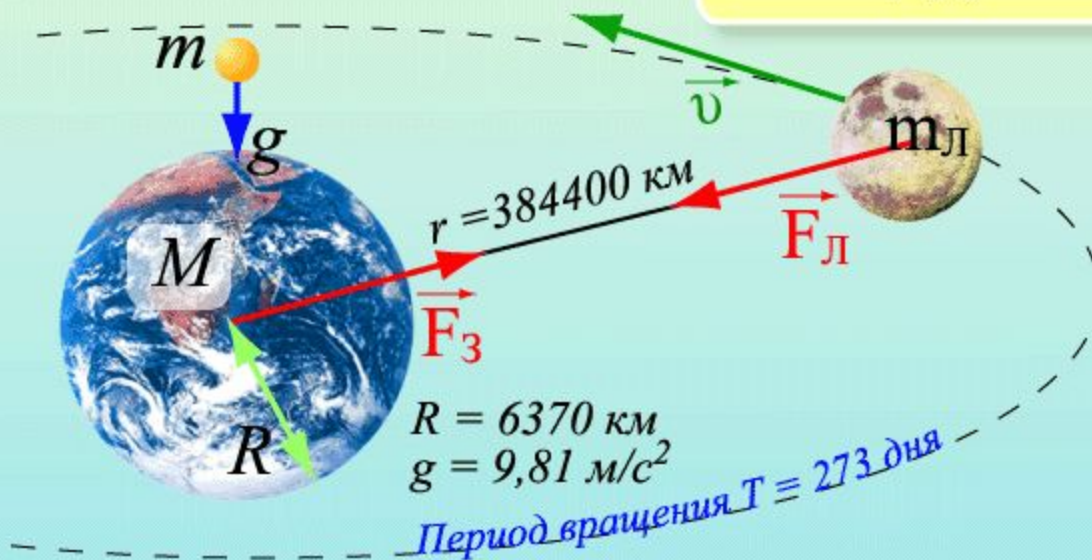
Центростремительное ускорение Луны

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

$$m_{\text{Л}} a = \gamma \frac{M m_{\text{Л}}}{r^2}$$

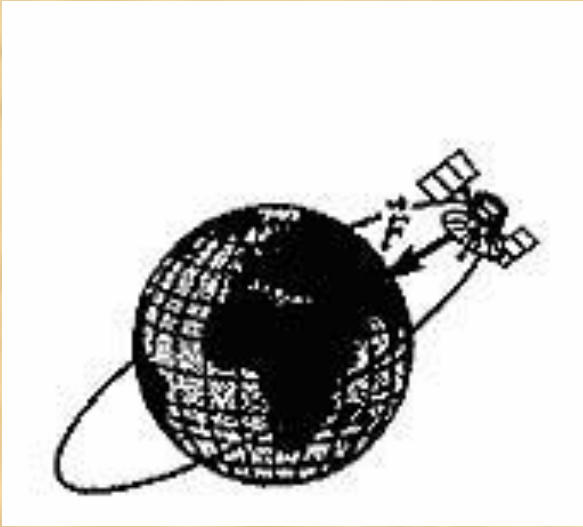
$$m g = \gamma \frac{m M}{R^2}$$

$$a = g \left(\frac{R}{r} \right)^2 \approx 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}^2$$



Совпадение $a_{\text{цс}}$ и a убедило Ньютона в справедливости закона

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



$$F = G \frac{m_1 m_2}{(R + h)^2}$$

