

СИЛЫ

В ПРИРОДЕ

# Виды взаимодействия

Сила всемирного тяготения

Сила тяжести

Сила упругости

Сила Архимеда

Вес тела

Сила трения

## **4 типа взаимодействия:**

### **1. Гравитационное**

возникает между всеми телами в соответствии с законом всемирного тяготения;

### **2. Электромагнитное**

между телами или частицами, обладающими электрическими зарядами;

### **3. Сильное**

существует между частицами, из которых состоят ядра атомов;

### **4. Слабое**

характеризует процессы превращения элементарных частиц.

<b>взаимодействие</b>	<b>радиус действия, м</b>	<b>Относительная интенсивность</b>
<b>Гравитационное</b>	$\infty$	$10^{-40}$
<b>Электромагнитное</b>	$\infty$	$10^{-2}$
<b>Сильное</b>	$10^{-17}$	1
<b>Слабое</b>	$10^{-15}$	$10^{-16}$



**Взаимное притяжение  
между всеми телами во  
Вселенной называется**

***всемирным  
тяготением.***

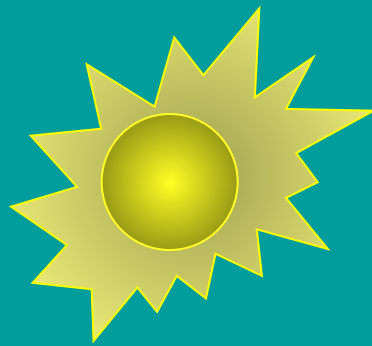
**Примеры проявления:**

**Закон всемирного тяготения**

# Примеры проявления:



1. Падение тел  
на землю.

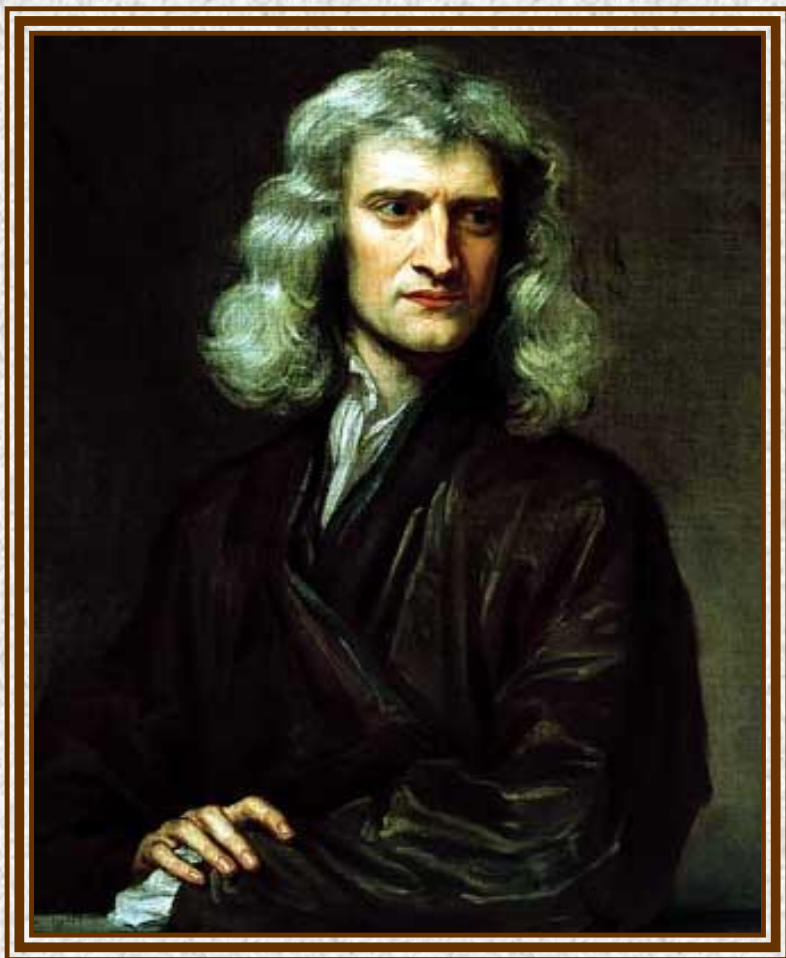


4. Приливы и отливы.



# Закон всемирного тяготения





**«Если я видел дальше  
других, то потому что  
стоял на плечах  
гигантов».**

***Исаак Ньютон***

**1642-1727**



# Закон всемирного тяготения



*Галилео Галилей  
(1564 – 1642)  
итальянский физик,  
астроном, философ  
и математик*



# Закон всемирного тяготения



*Тихо Браге  
(1546 – 1601)  
датский астроном*

*Ураниборг «небесный замок» -  
обсерватория Тихо Браге*



# Закон всемирного тяготения



*Иоганн Кеплер  
(1571 – 1630)  
немецкий астроном,  
математик*

# Закон всемирного тяготения



Роберт  
Гук  
(1635 – 1703)  
английский  
естествоиспытатель

# Закон всемирного тяготения



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

$F$  - сила притяжения;

$m_1$  - масса одного тела;

$m_2$  - масса другого тела;

$R$  - расстояние между телами;

$G$  - гравитационная постоянная.

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

# Закон всемирного тяготения



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

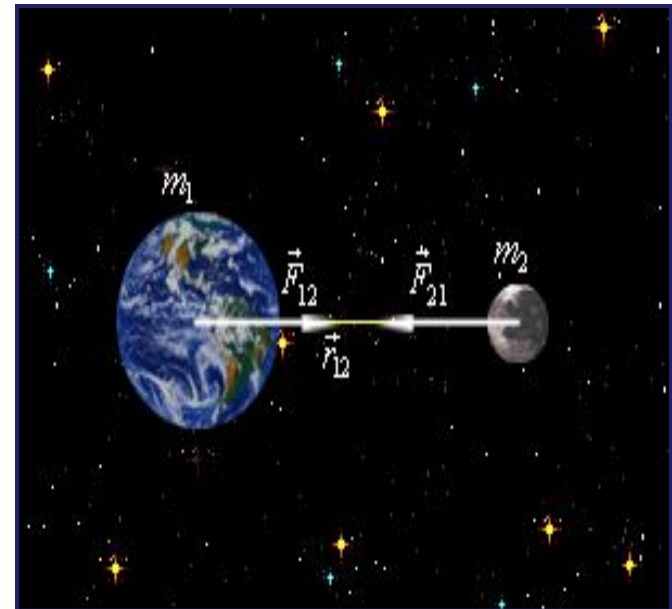
$F$  - сила притяжения;  
 $m_1$  - масса одного тела;  
 $m_2$  - масса другого тела;  
 $R$  - расстояние между телами;  
 $G$  - гравитационная постоянная.  
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н м}^2}{\text{кг}^2}$

Две материальные точки притягиваются друг к другу с силой, модуль которой прямо пропорционален произведению их масс и обратно пропорционален квадрату расстояния между ними.

**В 1678 г. Ньютон установил один из фундаментальных законов механики, получивший название закона всемирного тяготения:**

*Два любых тела притягиваются друг к другу с силой, модуль которой прямо пропорционален произведению их масс и обратно пропорционален квадрату расстояния между ними,*

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



# Границы применимости закона всемирного тяготения

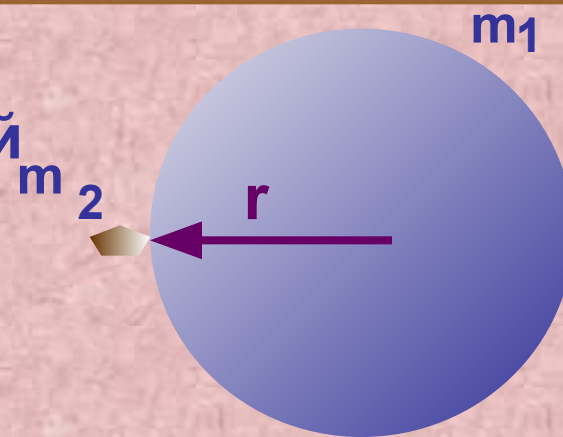
1. Тела являются материальными точками.



2. Тела имеют шарообразную форму.



3. Одно тело – шар большой массы и размера, другое – тело произвольной формы.





*Сила тяготения очень мала и становится заметной только тогда, когда хотя бы одно из взаимодействующих тел имеет очень большую массу (планета, звезда).*

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

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

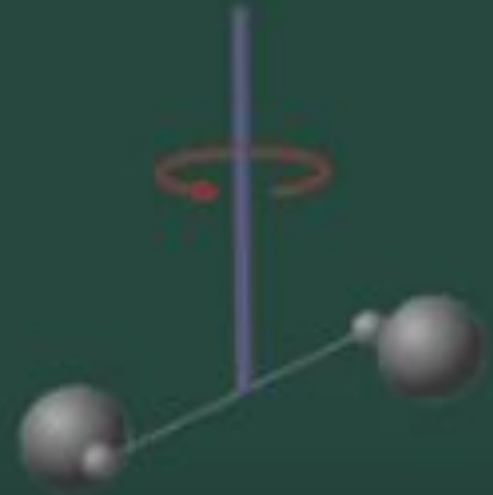
# Закон всемирного тяготения



*Генри Кавендиш  
(1731 – 1810)*

*английский физик,  
химик*

*Придумал способ измерить  
гравитационную постоянную  
с помощью крутильных весов.*

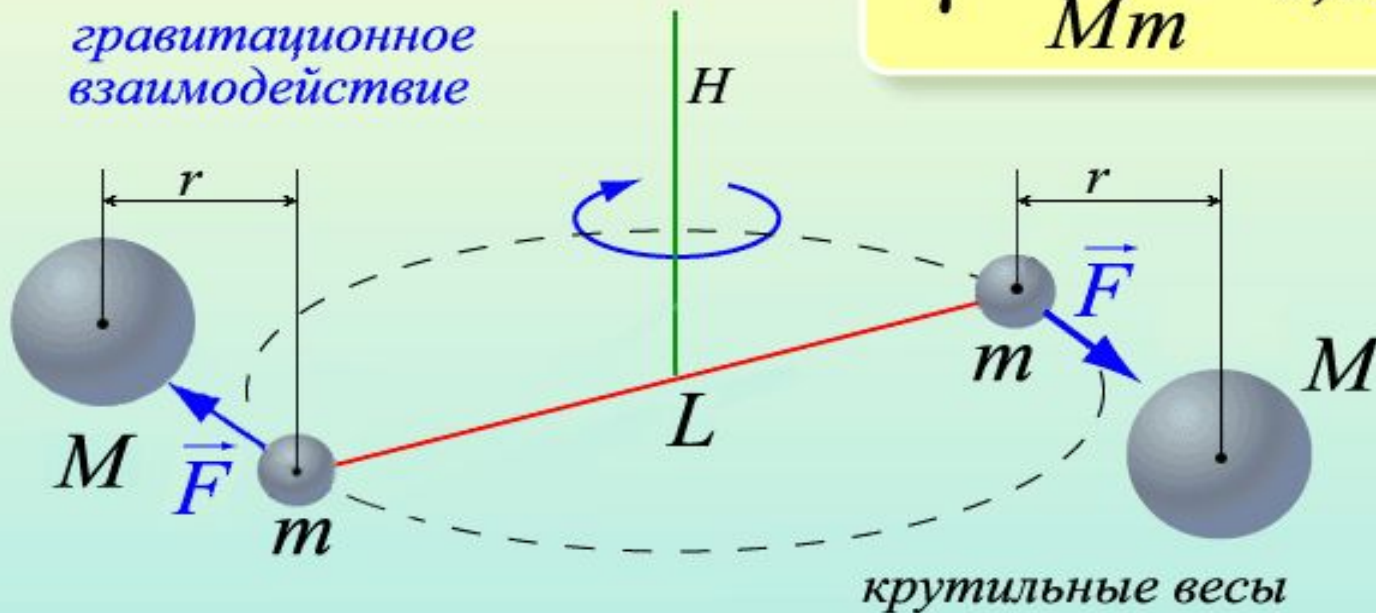


# Гравитационная постоянная

## Опыт Кавендиша

$$\gamma = \frac{Fr^2}{Mm} = 6,65 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

гравитационное  
взаимодействие



*H* – тонкая нить

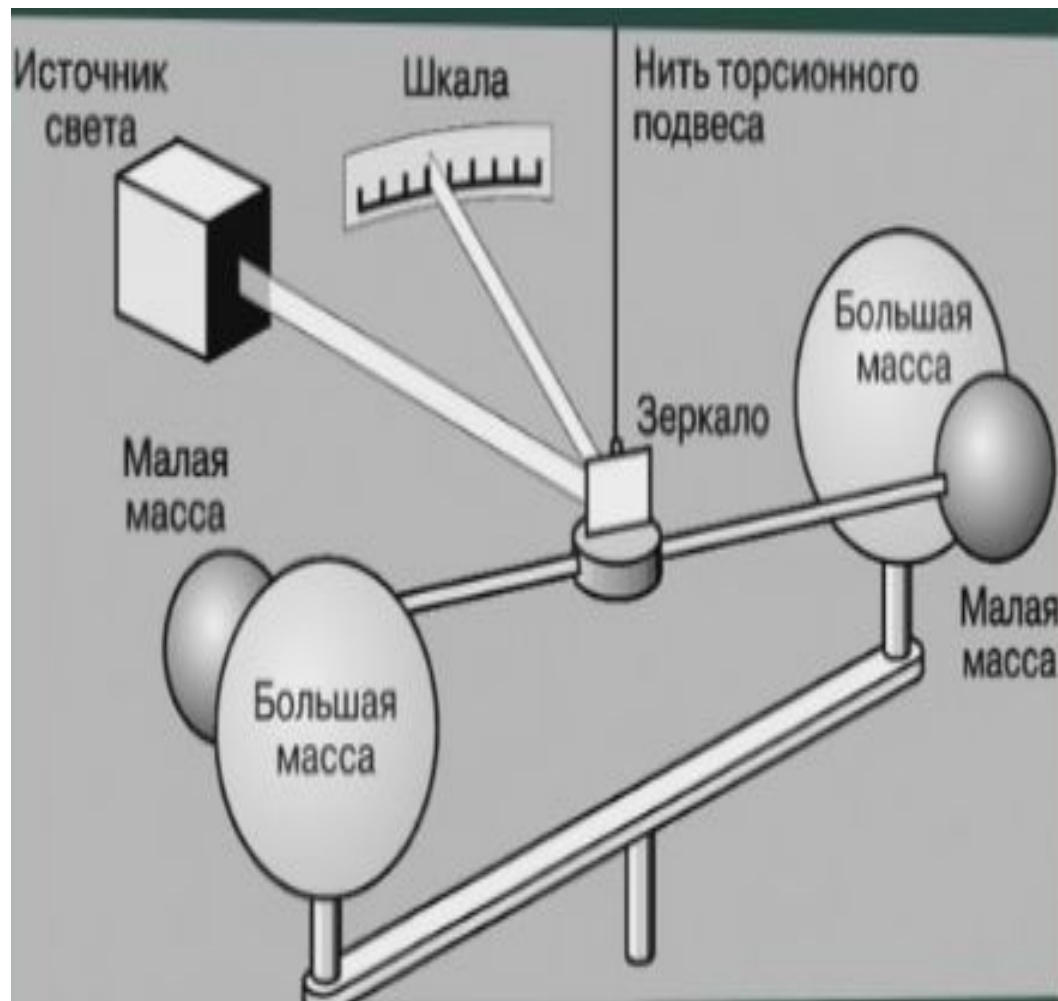
*L* – двухметровый стержень

*m* – свинцовые шары (диаметром 5 см и массой 775 г)

*M* – свинцовые шары (диаметром 20 см и массой 49,5 кг)

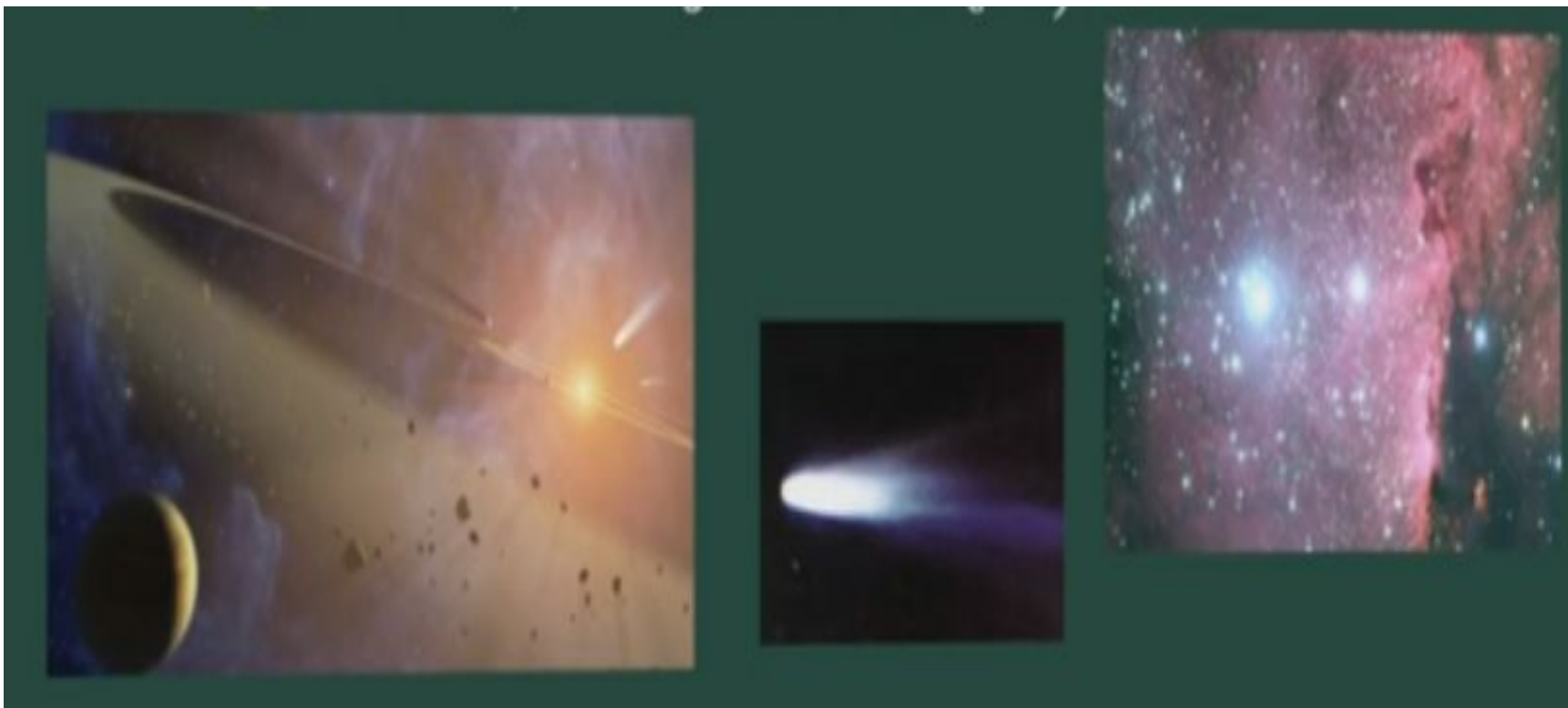
*r* – расстояния между большими и малыми шарами

# Устройство для определения гравитационной постоянной



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

- Все физические тела во вселенной притягиваются друг к другу. Это явление называют **гравитацией** (от латинского **gravitas** - тяжесть);
- **Гравитационные силы** – силы притяжения между телами согласно закону всемирного тяготения;
- **Гравитационное взаимодействие** осуществляется посредством вида материи – **гравитационного поля**.





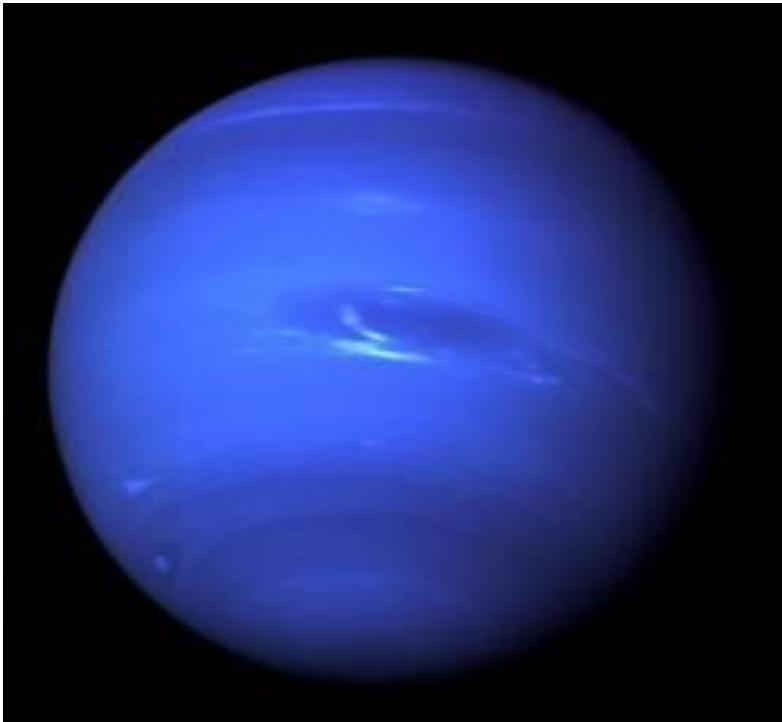
**Созданная Ньютоном теория тяготения  
одерживала одну блистательную победу за другой.**

**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.**

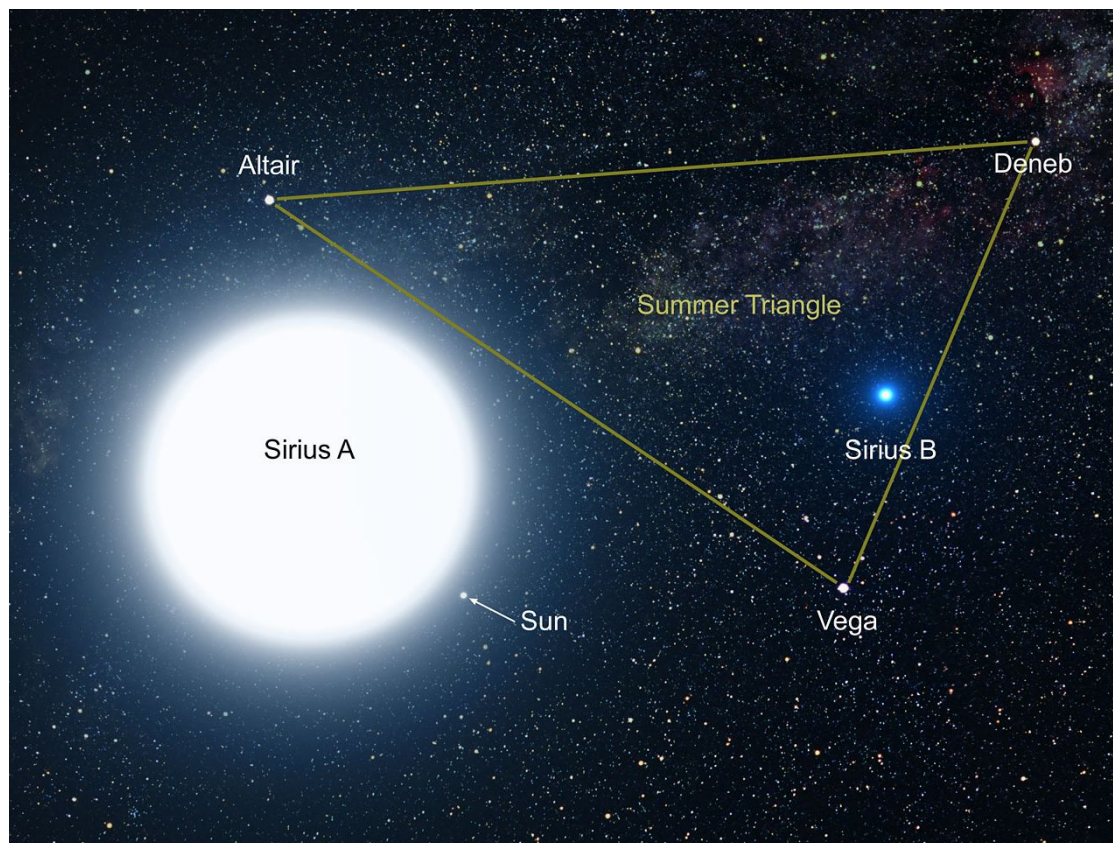


**С ее помощью были открыты новые планеты Солнечной системы: Нептун и Плуто́н.**





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



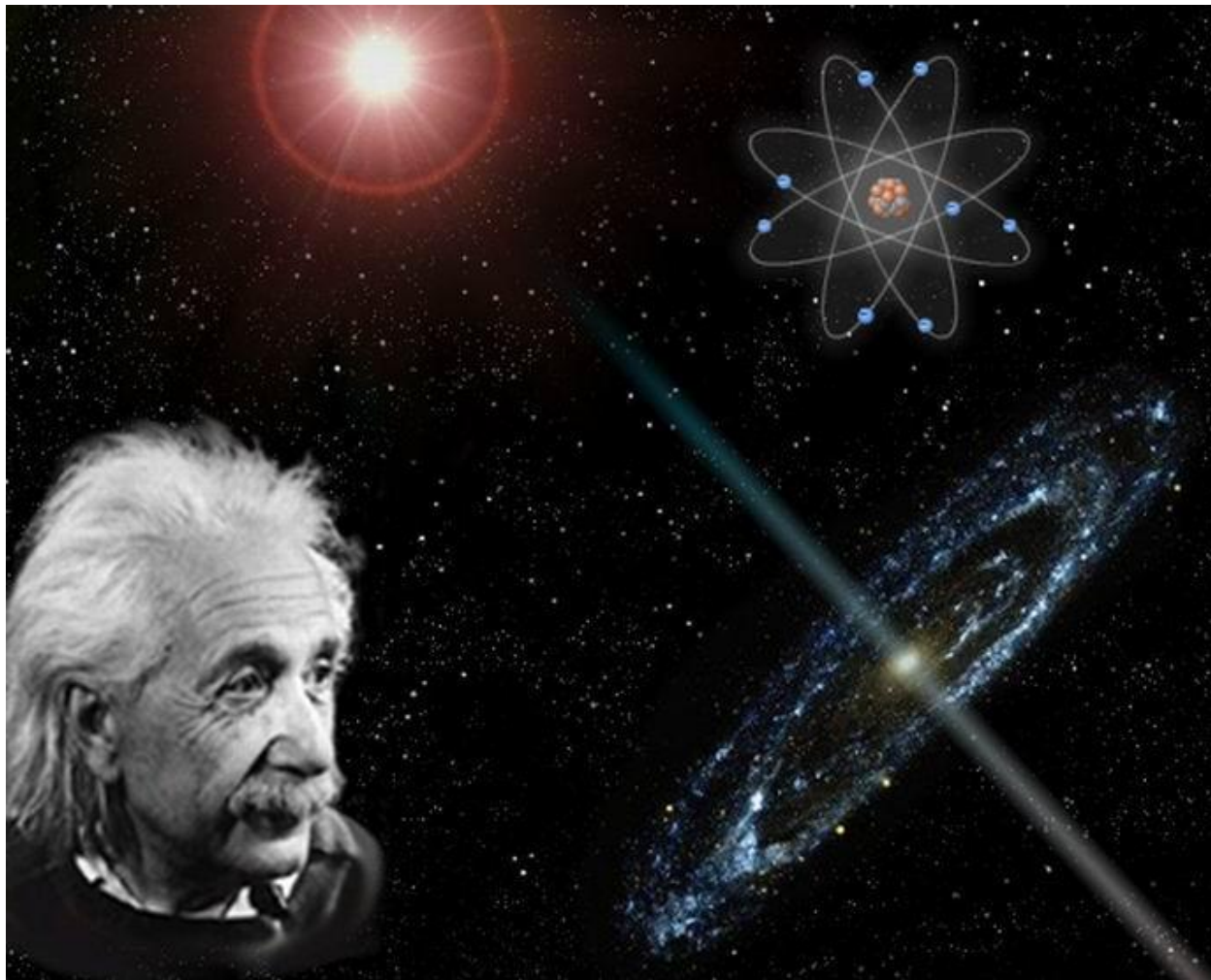
**Как ни точна теория, она не в состоянии дать ответ на роковой вопрос: каково же происхождение силы тяготения, какова её природа?**



*Причину свойств силы тяготения я не мог вывести из явлений, гипотез же я не измышляю.*

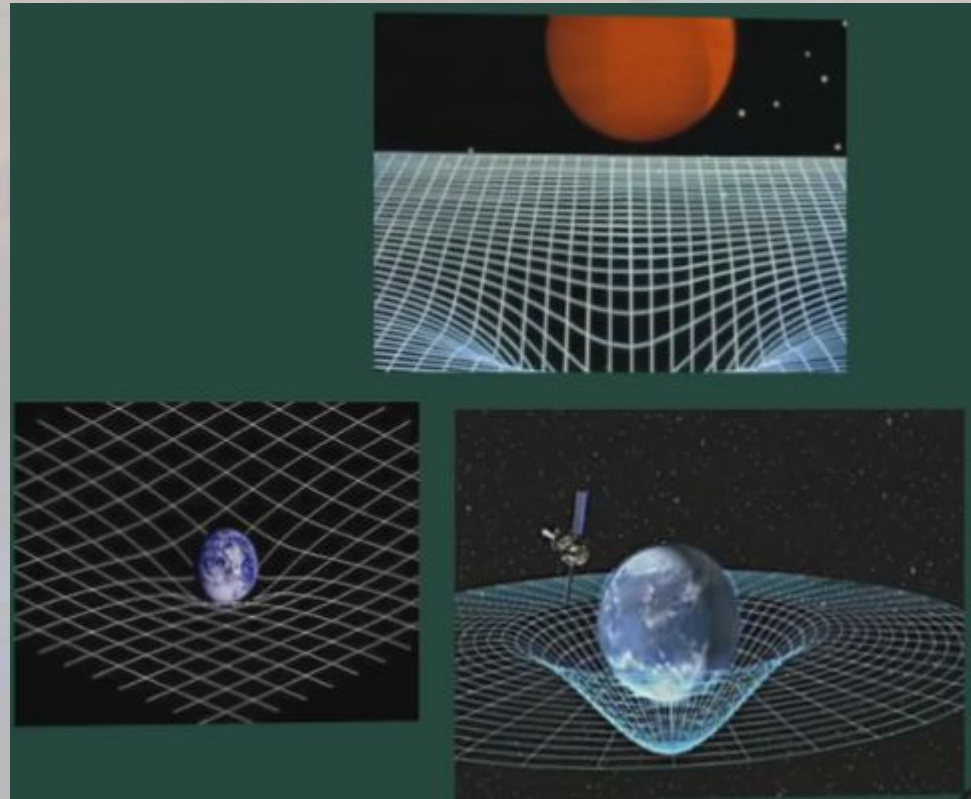
*Исаак Ньютон*

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

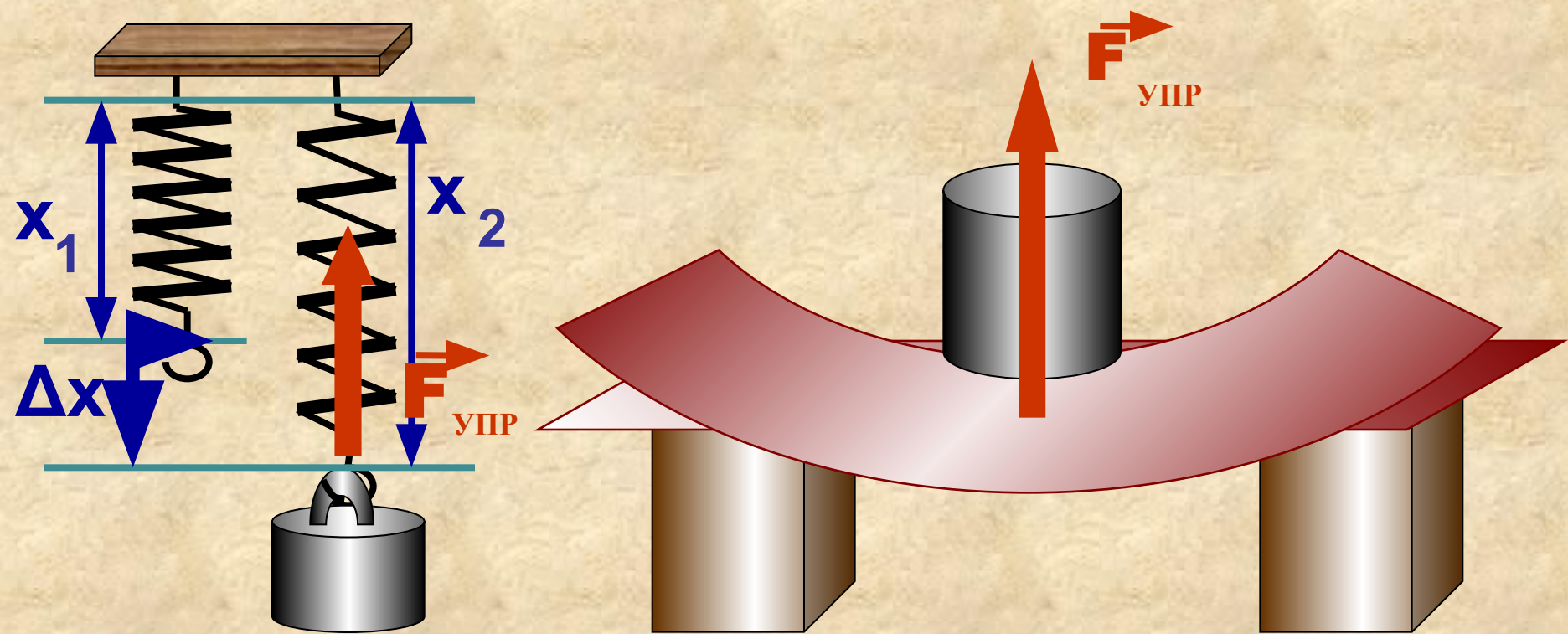


# Гравитационное взаимодействие – следствие искривления пространства

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.



Сила, возникающая в результате деформации тела и направленная в сторону, противоположную перемещениям частиц тела при деформации, называется *силой упругости*.



## *Закон Гука:*

**Сила упругости, возникающая при деформации тела, пропорциональна удлинению тела и направлена в сторону, противоположную направлению перемещений частиц тела при деформации.**

$$F_{\text{упр.}} = k \cdot |\Delta x|$$

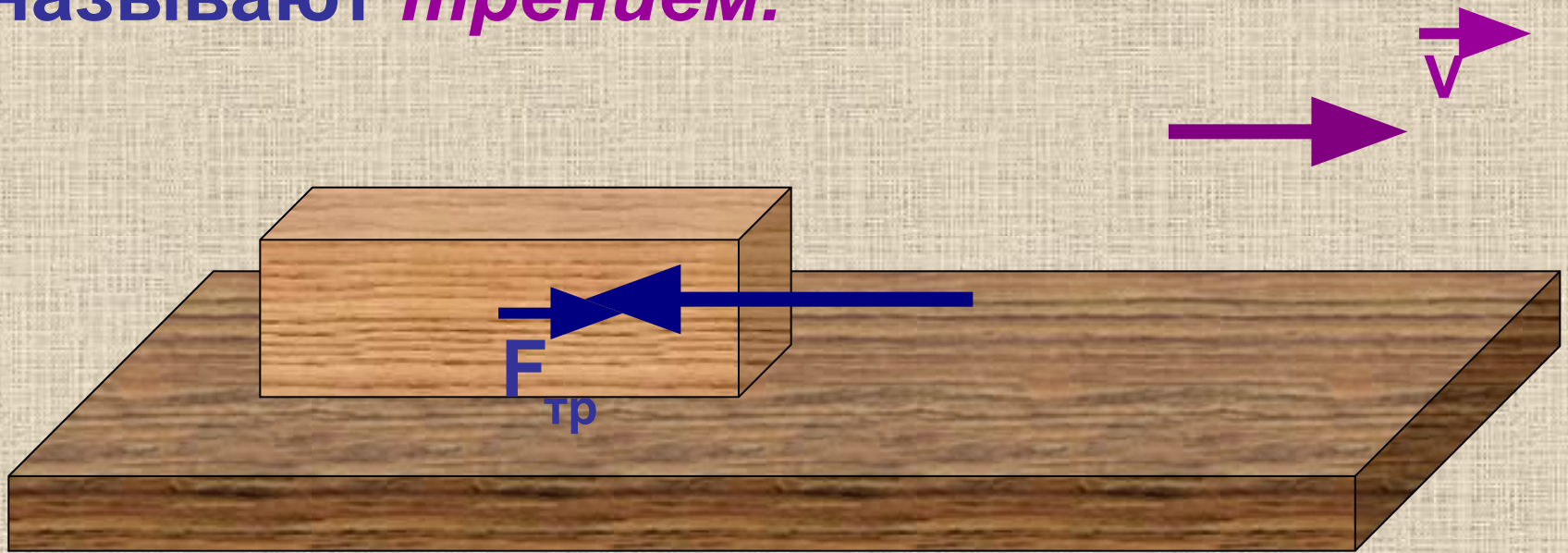
**$k$  – жёсткость тела;  $x = x_2 - x_1$  – удлинение тела.**

***Закон Гука справедлив при малых деформациях.***



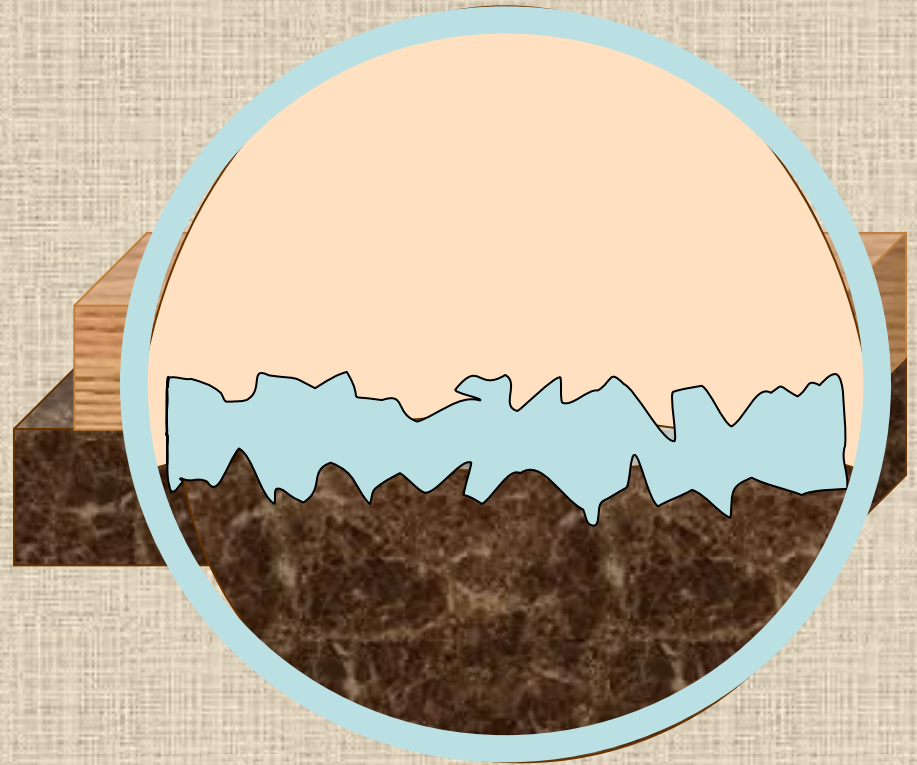
# Сила трения.

При соприкосновении одного тела с другим телом возникает взаимодействие, препятствующее их относительному движению, которое называют *трением*.

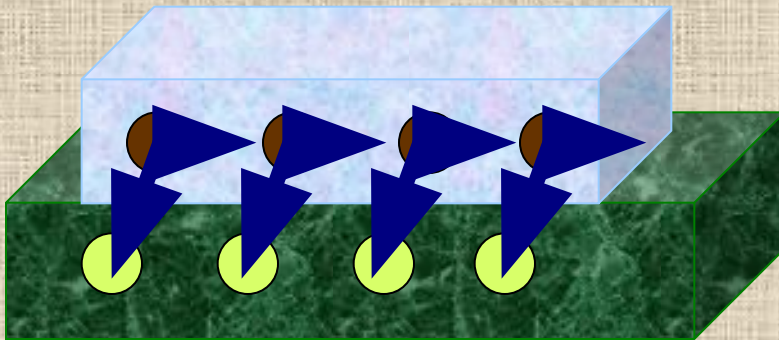


# Причины трения.

1. Шероховатость  
поверхностей  
соприкасающихся  
тел.



2.

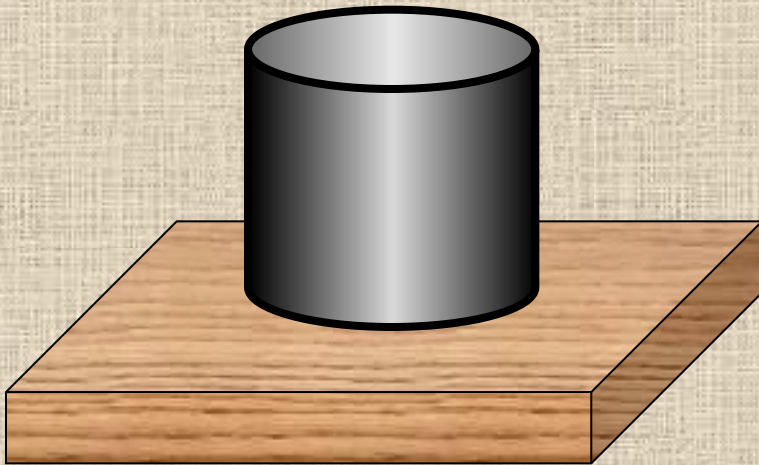


Взаимное притяжение  
молекул  
соприкасающихся тел.

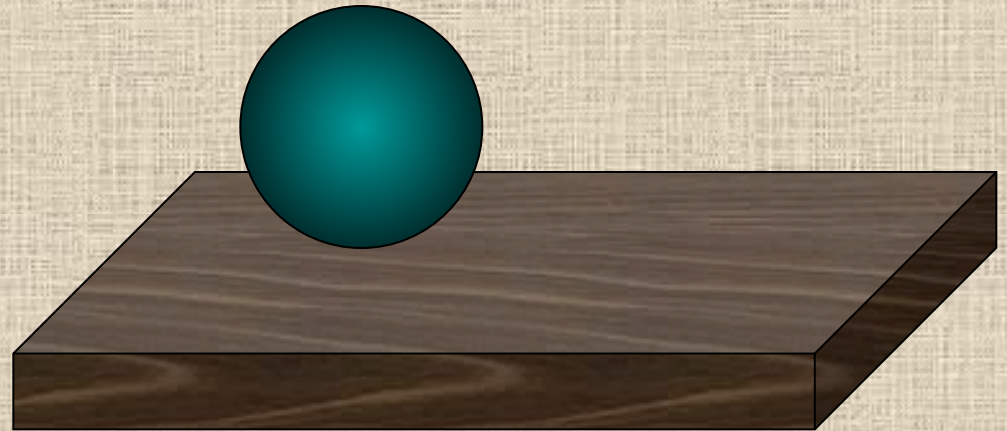


# *Виды силы трения:*

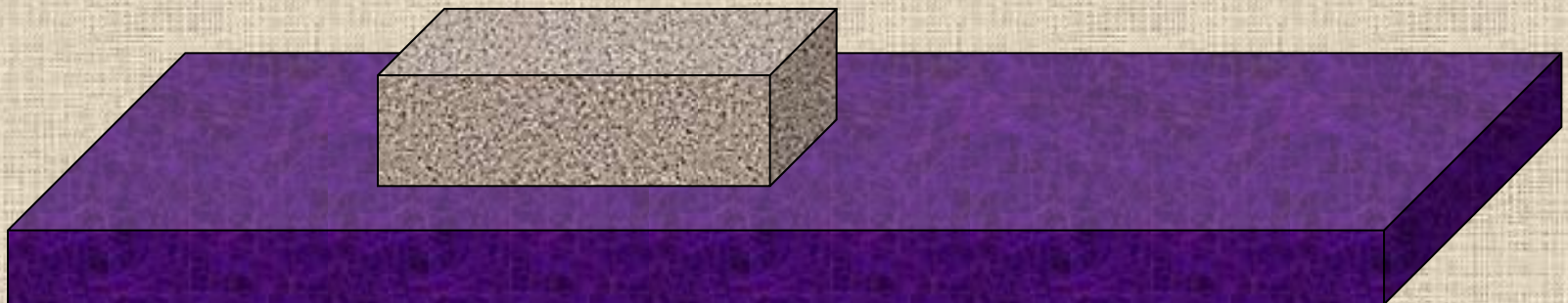
**1. Трение покоя.**

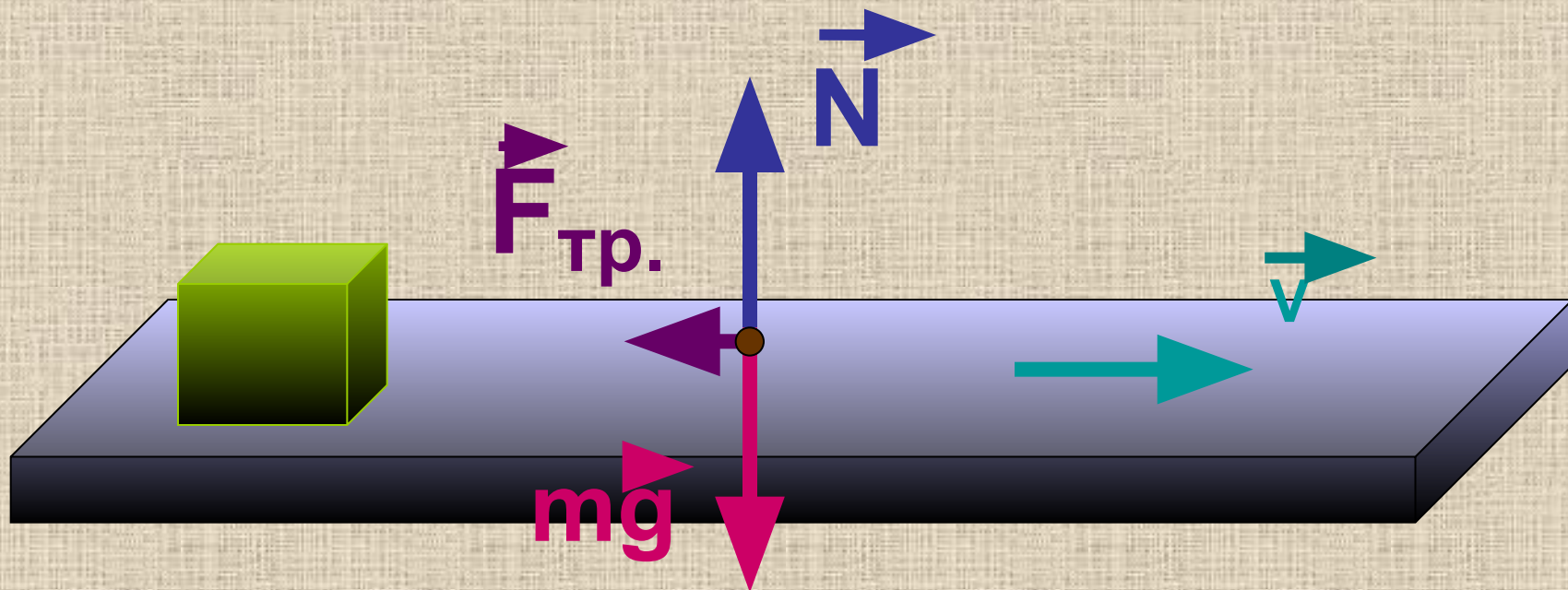


**2. Трение качения.**



**3. Трение скольжения.**





$$F_{\text{тр.}} = \mu N$$

$\mu$  - коэффициент трения

$N$  – сила реакции опоры

# Силу трения

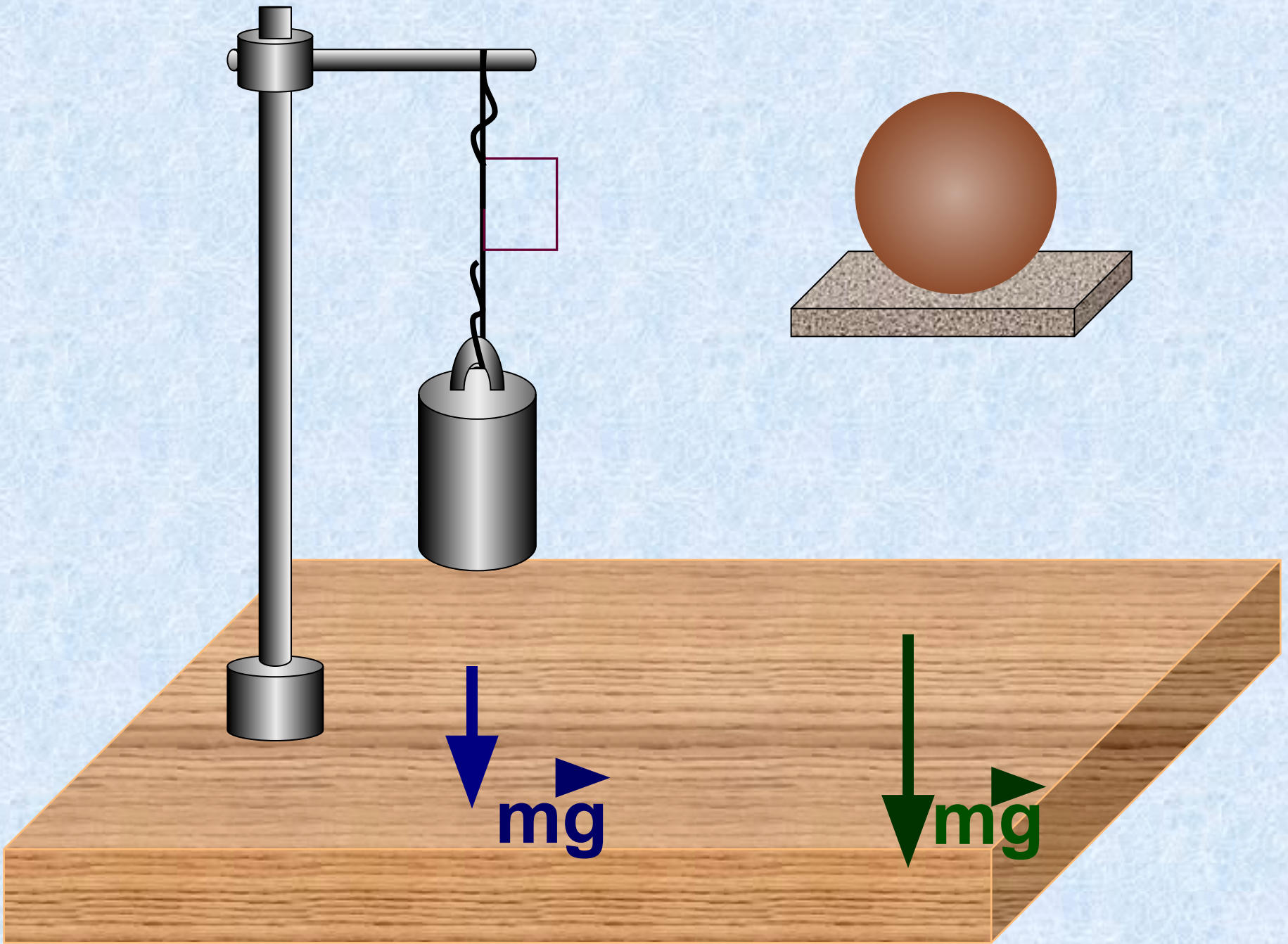
увеличивают:

**песок, протектор, шипы,  
рукавицы.**

уменьшают:

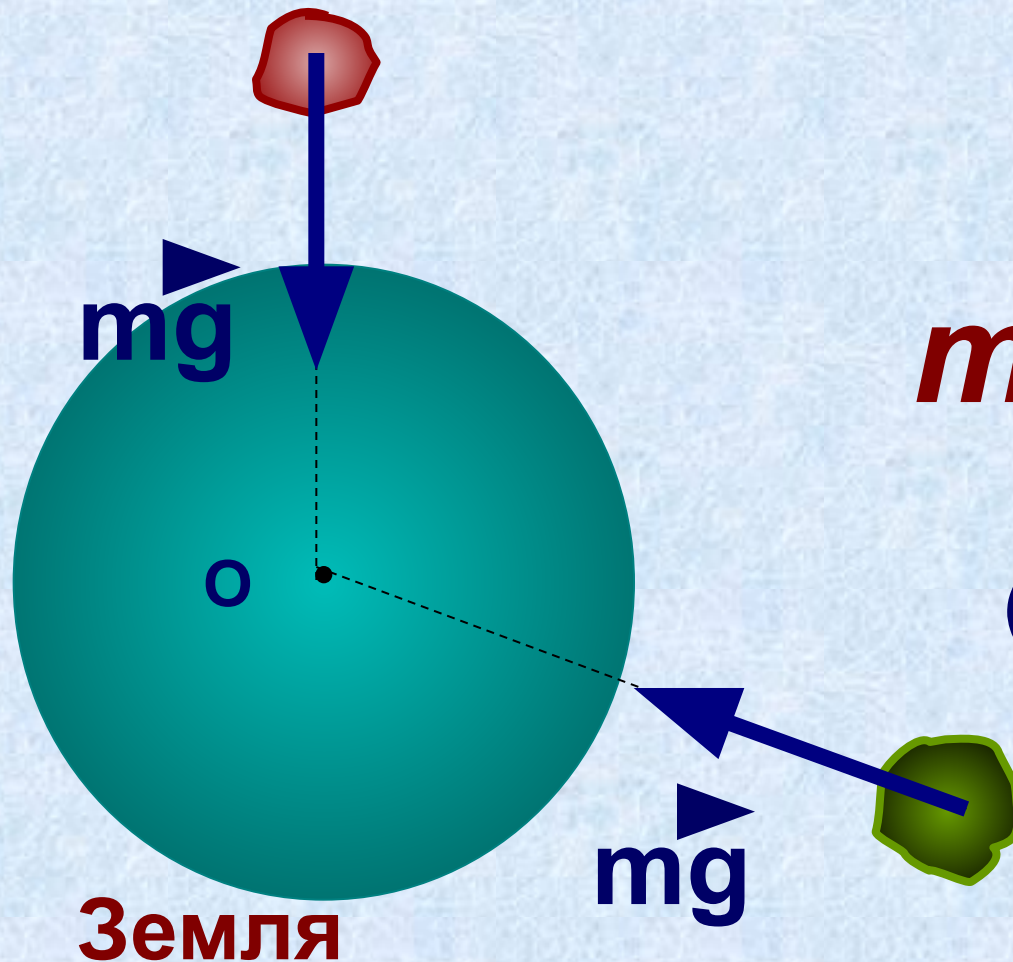
**шлифовка, смазка,  
подшипники.**





Сила, с которой Земля  
притягивает к себе тело,  
называется

***силой  
тяжести.***



( к центру Земли)

# Формулы:

1.  $M$  – масса Земли,  $m$  – масса тела над Землёй,  $R$  – радиус Земли.

$$F = G \frac{M m}{R^2}$$

2.  $F = mg$

$g$  – ускорение свободного падения.

*g* зависит:

1. от высоты  
над Землёй

$$g = G \frac{M}{(R+h)^2}$$

2. от географической широты;

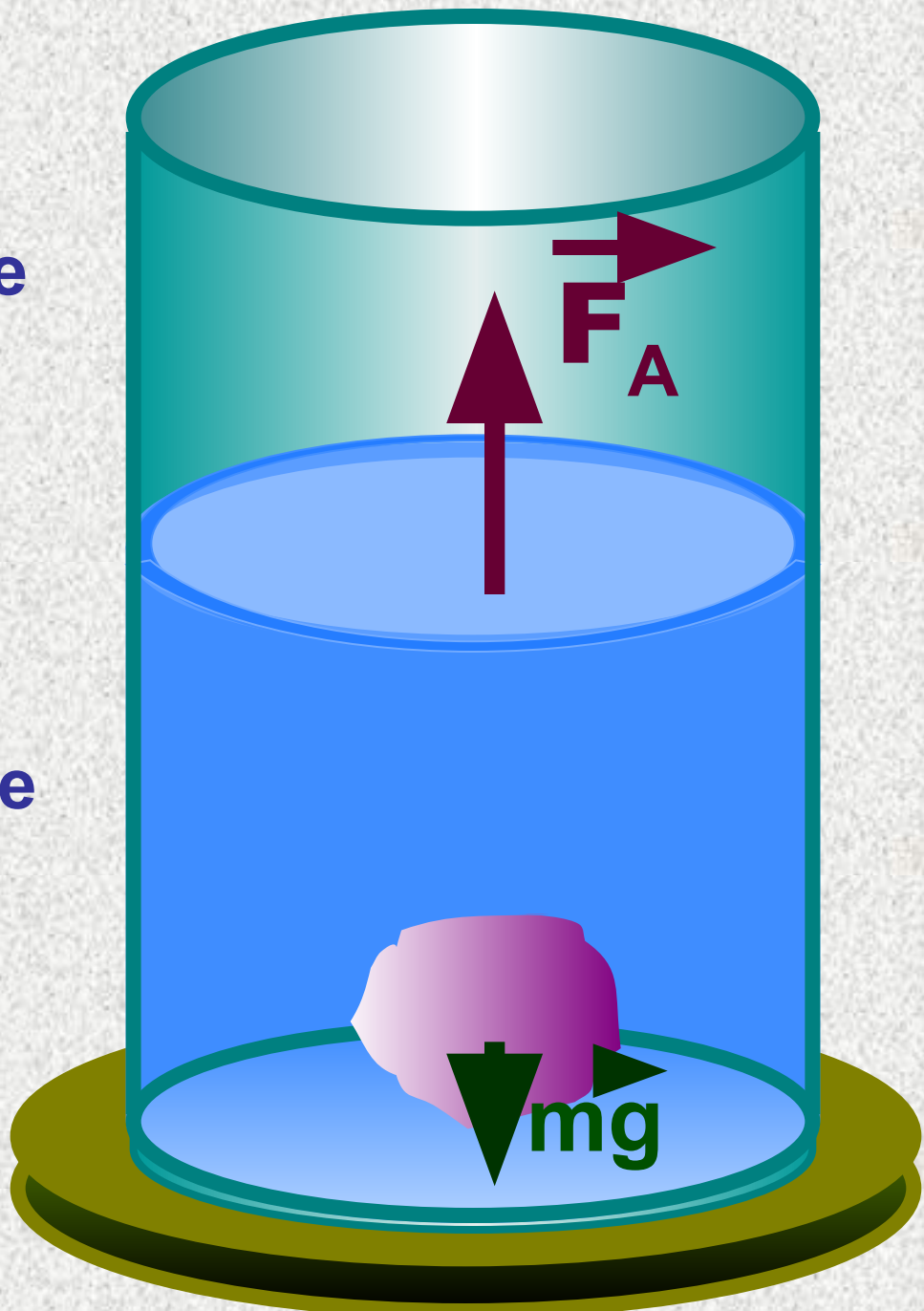
3. от пород земной коры;

4. от формы Земли

полюс – 9,8 м/с,<sup>2</sup> экватор – 9,78м/с<sup>2</sup>



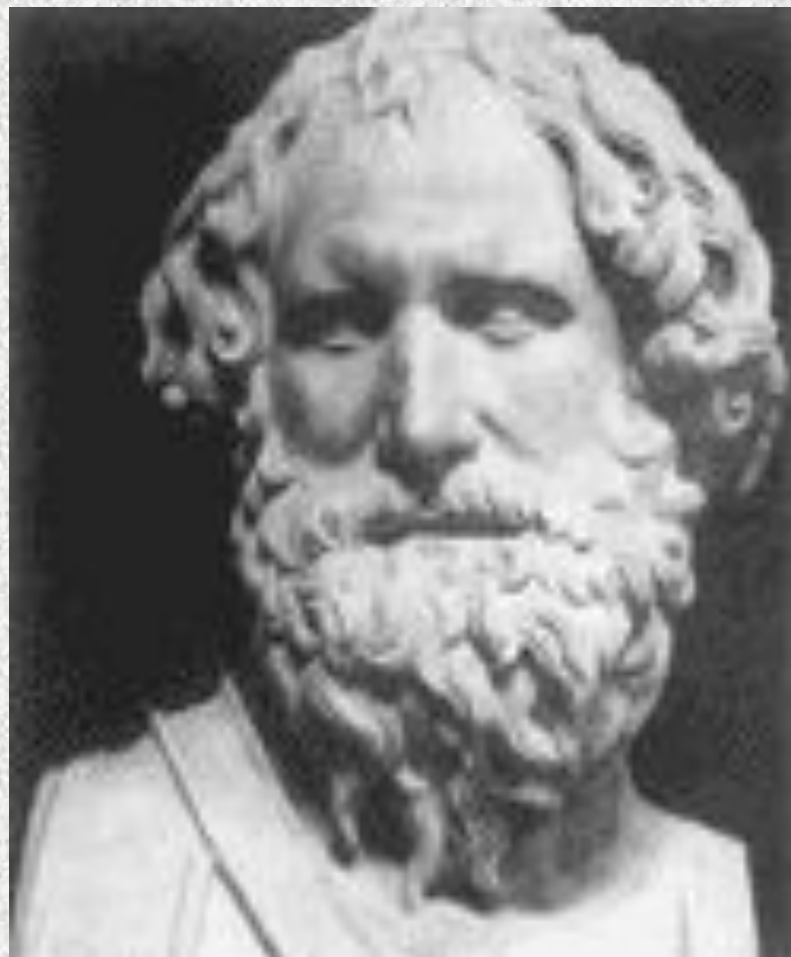
На тело, погружённое  
в жидкость или газ,  
действует  
выталкивающая  
(архимедова) сила,  
направленная  
противоположно силе  
тяжести.





# Закон Архимеда

**На тело, погружённое в жидкость или газ, действует выталкивающая сила, направленная вертикально вверх и равная по модулю весу жидкости или газа, вытесненного телом.**



1.  $F_A = P_{\text{Возд.}} - P_{\text{Вод.}}$

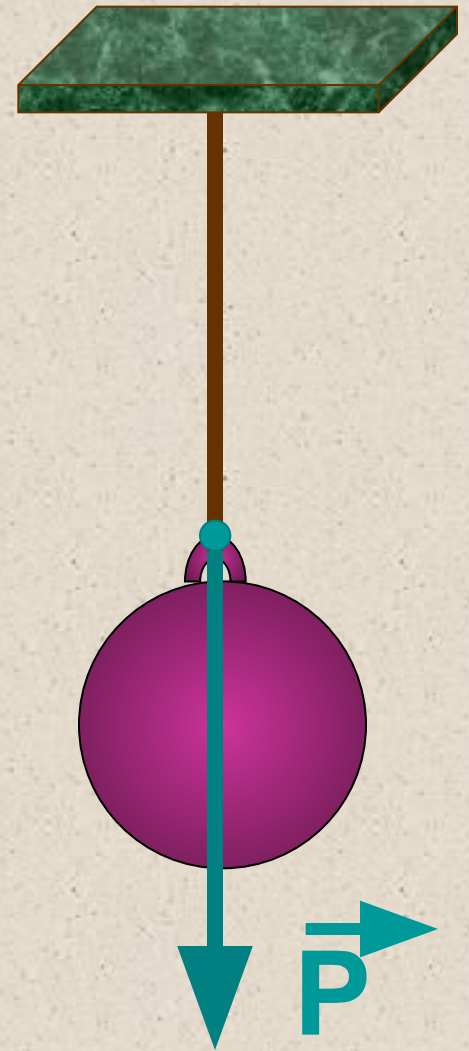
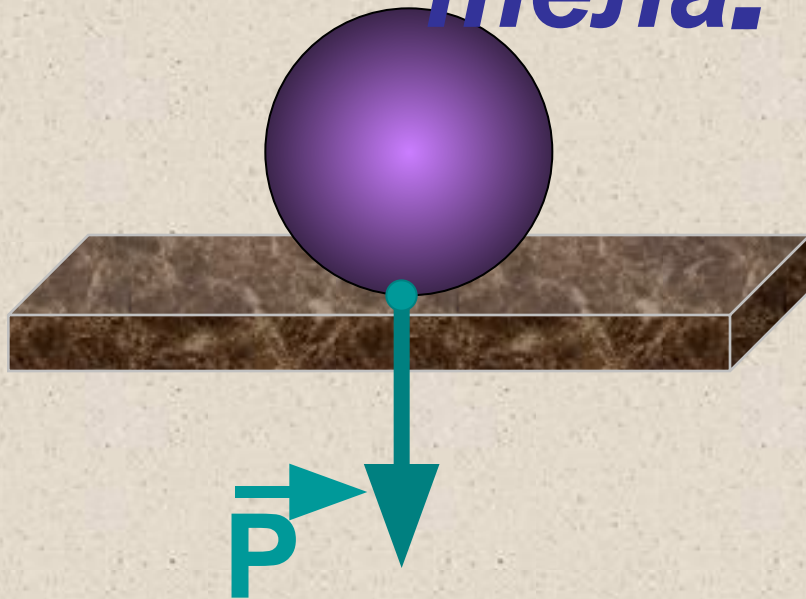
2.  $F_A = \rho_{\text{ж}} g V_T$

# Условия плавания тел.

1.  $F_a > mg$  или  $\rho_{ж} > \rho_{т}$ ,  
тело всплывает;
2.  $F_a < mg$  или  $\rho_{ж} < \rho_{т}$ ,  
тело тонет;
3.  $F_a = mg$  или  $\rho_{ж} < \rho_{т}$ ,  
тело плавает внутри  
жидкости.



Сила, с которой тело  
действует на опору  
или подвес,  
называется **весом**  
*тела.*



1. Если тело находится в покое или движется прямолинейно и равномерно, то

$$P = mg = F_{\text{тяж}}$$

2. Если тело движется с ускорением, то

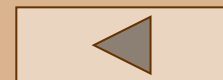
$$P = m(g \pm a),$$

$$P > mg \text{ или } P < mg.$$

$$n = \frac{P}{mg}$$

перегрузка.

3. Невесомость ( $a = g$ ),  $P = 0$



# Силы в природе

характеристики

# Характеристика Гравитационной силы

**F<sub>гр</sub>**

Векторная физическая величина, характеризующая действие тел друг на друга, выраженное во взаимном притяжении

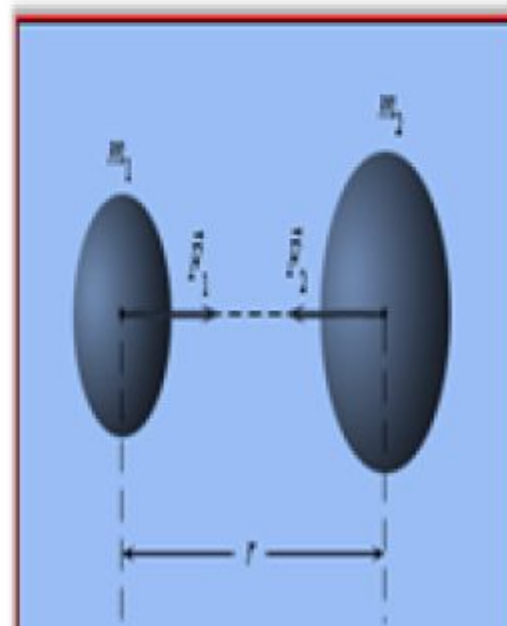
Величина, равная произведению масс взаимодействующих тел на гравитационную постоянную и обратно пропорциональную квадрату расстояния между ними

$G = 6.67 \cdot 10^{-12} \text{ Н м}^2/\text{кг}^2$  - гравитационная постоянная

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

$$F_{гр} = 1 \text{ Н} = \text{Н} * \text{м}^2/\text{кг}^2 * \text{кг}^2/\text{м}^2$$

Сила всемирного тяготения всегда направлена вдоль прямой, соединяющей центры взаимодействующих тел



# Характеристика Силы тяжести

$F_{\text{тяж}}$

Сила тяжести – это векторная физическая величина, характеризующая действие силы, с которой земля притягивает к себе тело.

Величина, равная произведению массы тела на ускорение свободного падения

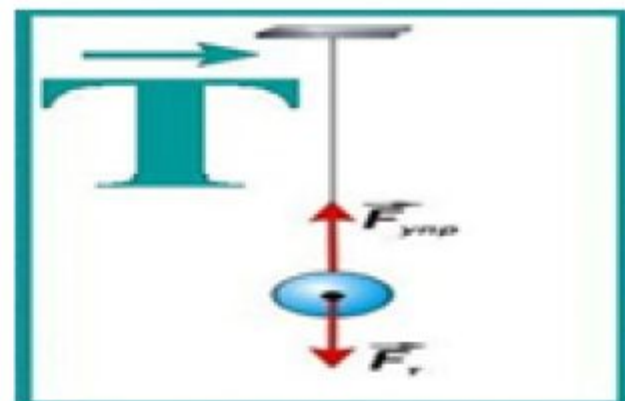
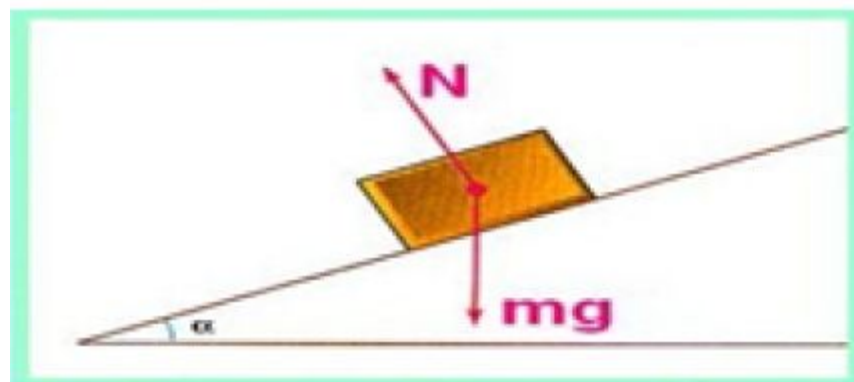
$F_{\text{тяж}} = m \cdot g$ , где  $m$  – масса тела

$g$  – ускорение свободного падения тела

$[F_{\text{тяж}}] = \text{H} = \text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2$  (Ньютон)

1 Н – это сила, действие которой за 1 сек изменяет скорость тела массой 1 кг на 1 м/с

Сила тяжести прикладывается к центру тяжести тела и направлена перпендикулярно к данной точке земной поверхности





# Характеристика Веса тела

**P**

Вес тела – это векторная физическая величина, характеризующая действие силы, с которой тело вследствие его притяжения к земле действует на опору или подвес.

Вес тела, находящегося в состоянии покоя, равен по модулю силе упругости

**$P = F_{\text{тяж}} = m \cdot g$** , где  $m$  – масса тела  
 $g$  – ускорение свободного падения тела

$g = 9,8 \text{ Н/кг}$

$[P] = \text{Н} = \text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2$  (Ньютон)

Вес тела прикладывается к точке соприкосновения тела и подвеса или опоры и направлена перпендикулярно к данной точке земной поверхности



# Характеристика Силы упругости

$F_{\text{упр}}$

Сила упругости – это векторная физическая величина, характеризующая действие силы, возникающей в результате деформации тела

Модуль величины силы упругости, равен произведению жесткости пружины на удлинение тела

$F_{\text{упр}} = -k \cdot x$ , где  $k$  - коэффициент жесткости  
 $x$  – удлинение тела

$[F_{\text{упр}}] = \text{Н} = \text{Н/м} \cdot \text{м}$  (Ньютон)

Сила упругости прикладывается к точке соприкосновения тела и подвеса или опоры и направлена в сторону, противоположную перемещению частиц тела при его деформации



# Характеристика Силы трения

$F_{\text{тр}}$

Сила трения – это векторная физическая величина, характеризующая действие силы, возникающей при движении одного тела по поверхности другого.

Величина, равная произведению коэффициента трения на силу реакции опоры

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N,$$

где  $N$  - сила реакции опоры;  
 $\mu$  - коэффициент трения

$[F_{\text{тр}}] = \text{Н}$  (Ньютон)

Сила трения прикладывается к центру тяжести тела, в точке соприкосновения с трущейся поверхностью и направлена в противоположную сторону от движения тела

