

почему

Сила



количественная мера
взаимодействия тел,
причина изменения
их ускорений (скоростей)



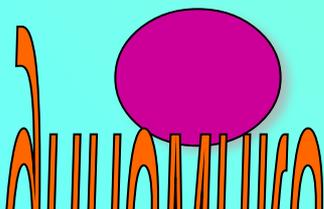
Обозначение:



Единица измерения:

Н

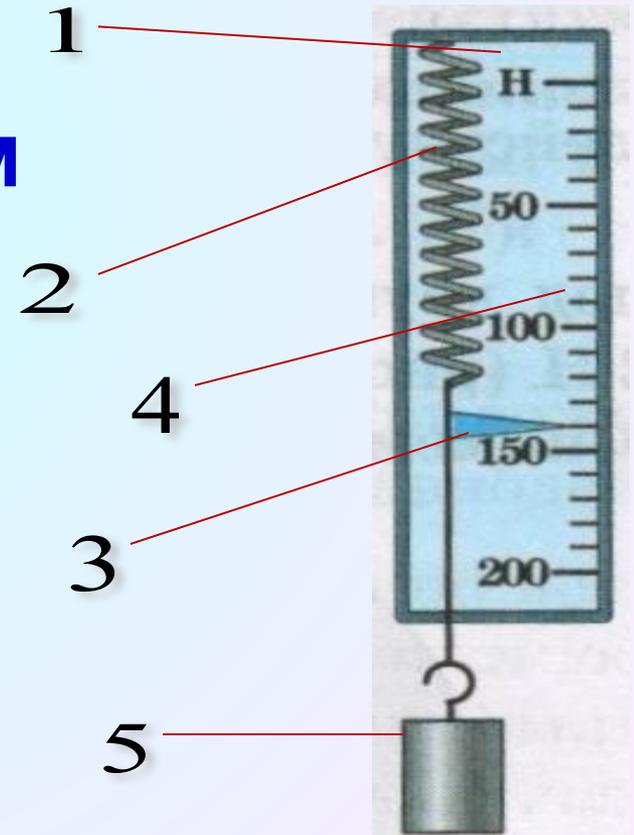
ньютон



Сила – физическая величина,
то есть её можно измерить

Динамометр – прибор для измерения силы

- 1 – корпус
- 2 – пружина с крючком
- 3 – указатель
- 4 – шкала
- 5 – груз



Виды динамометров



Результат действия силы

зависит от :



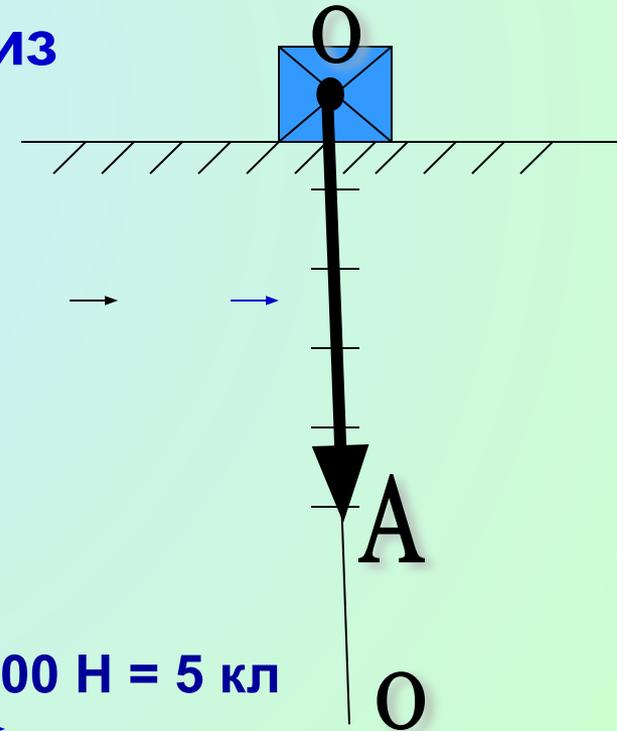
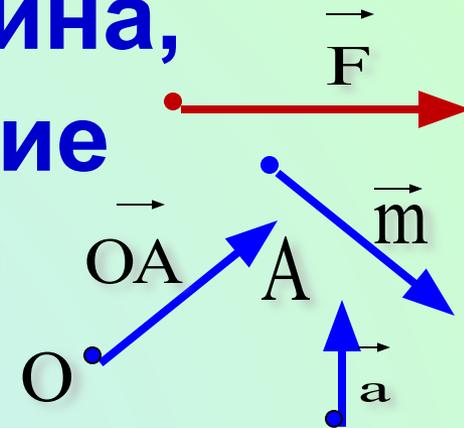
Сила – векторная величина, то есть имеет направление

Вектор – направленный отрезок прямой

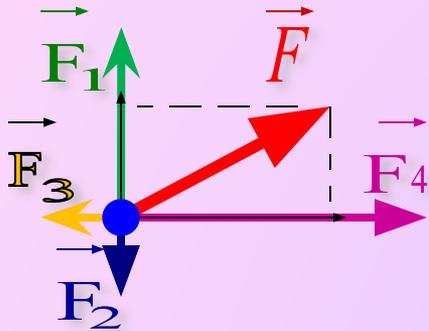
Задача

Построить силу $F=1000\text{ Н}$, действующую на кубик и направленную вертикально вниз

1. Сделаем рисунок, на котором изобразим данное тело
2. Выберем точку приложения силы O и направление её действия OO
3. Выберем удобный масштаб $M: 1\text{ кл} - 200\text{ Н}$
4. Определим длину отрезка и отложим его от точки O вертикально вниз $1000\text{ Н} : 200\text{ Н} = 5\text{ кл}$
5. Построим вектор OA и обозначим его через \vec{F}



Сложение сил



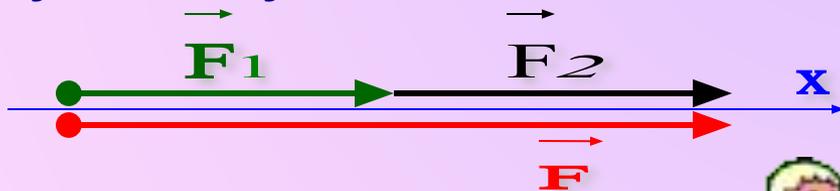
Равнодействующая сила –

это сила, которая производит на тело такое же действие, как и несколько одновременно действующих сил

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \dots$$

Сложение сил, действующих вдоль одной прямой и направленных в одну и ту же сторону

Равнодействующая сил направлена в ту же сторону, а её модуль равен сумме модулей составляющих сил

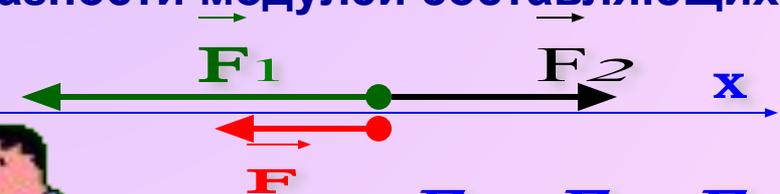


$$F = F_1 + F_2$$



Сложение сил, действующих вдоль одной прямой и направленных в разные стороны

Равнодействующая сил направлена в сторону действия большей по модулю силы, а её модуль равен разности модулей составляющих сил



$$F = F_1 - F_2$$

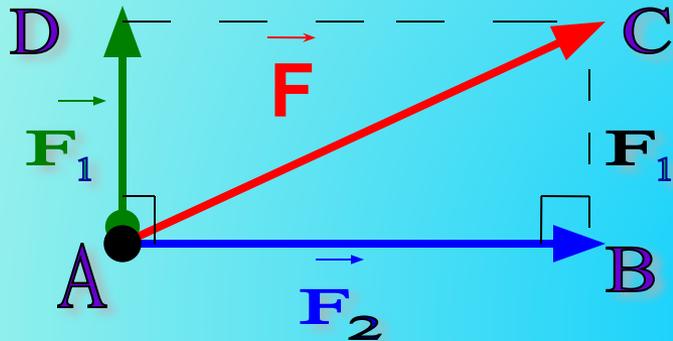
Перетягивание каната



Сложение взаимно перпендикулярных сил

Сложение сил, расположенных под углом друг к другу

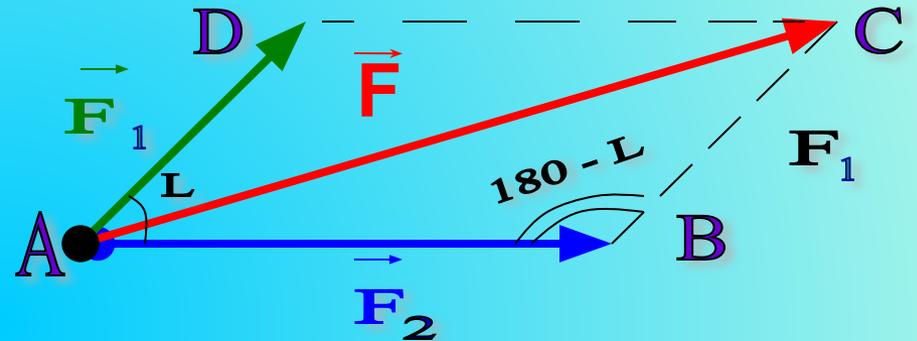
Найдём равнодействующую силу по правилу параллелограмма



Из $\triangle ABC$ по теореме Пифагора:

$$F^2 = F_1^2 + F_2^2$$

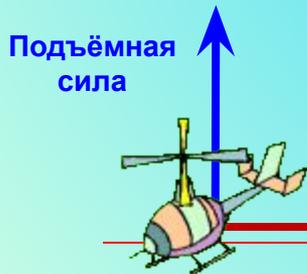
$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$



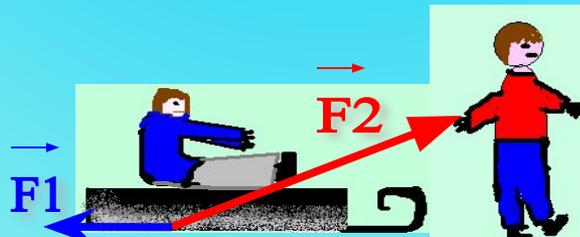
Из $\triangle ABC$ по теореме косинусов:

$$F^2 = F_1^2 + F_2^2 - 2 F_1 F_2 \cos (180^\circ - L)$$

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 F_1 F_2 \cos (180^\circ - L)}$$



Сила ветра



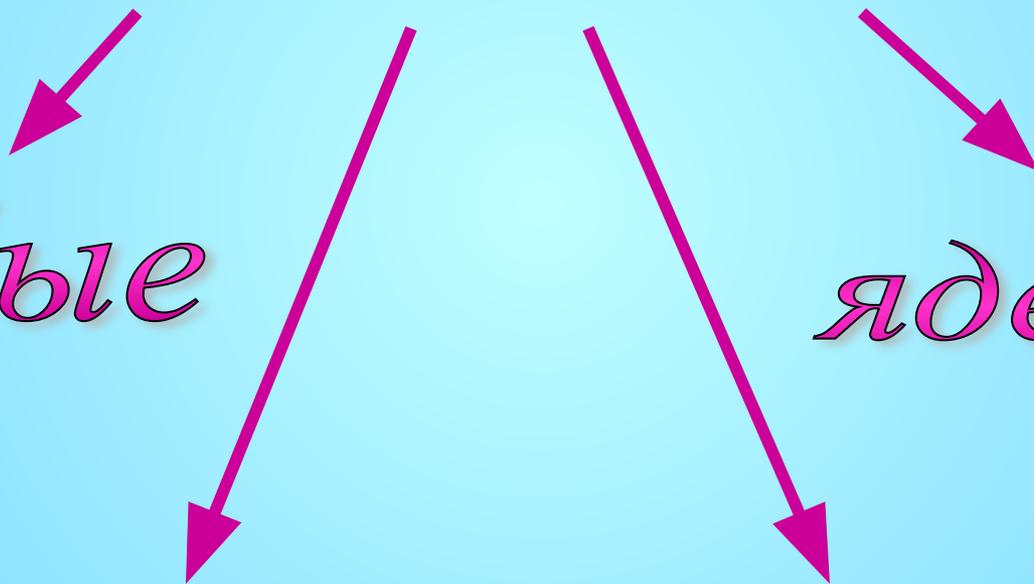
СИЛЫ

слабые

ядерные

гравитационные

электромагнитные



СИЛЫ в механике

гравитационные



силы

всемирного

тяготения



сила

тяжести

электромагнитные



силы

трения



упругости



вес

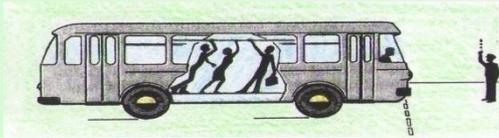
тела

Прозорливая закон Ньютона математическая мудрость

Существуют такие системы отсчёта, относительно которых поступательно движущиеся тела сохраняют свою скорость постоянной, если на них не действуют другие тела (или действия других тел скомпенсированы, т. е. равнодействующая всех сил, приложенных к телу, равна нулю $\vec{F} = 0$)

Закон справедлив в инерциальных системах отсчёта (И. С. О.)

И. С. О. — такая система отсчёта, в которой выполняется закон инерции



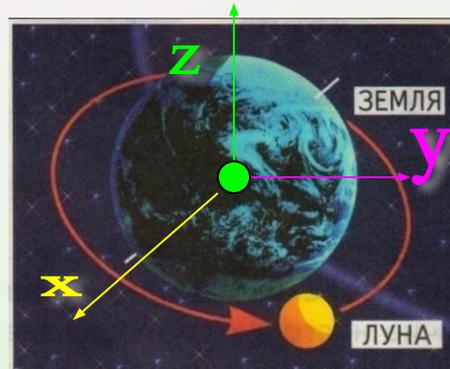
инерция – явление сохранения скорости тела постоянной, если на него не действуют другие тела

Примеры



Примеры И. С. О.

Геоцентрическая



Гелиоцентрическая



Да только закон Ньютона там!

Ускорение тела прямо пропорционально равнодействующей все сил, приложенных к телу, и обратно пропорционально его массе

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

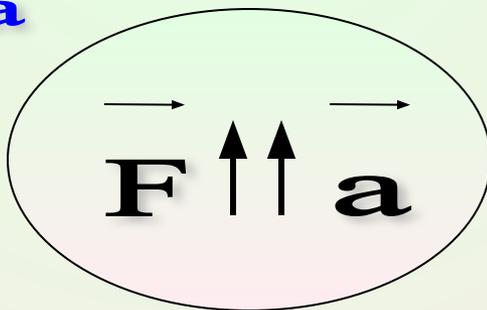
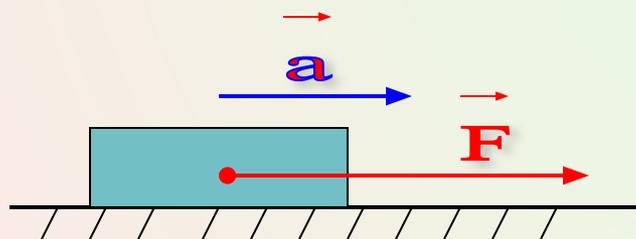
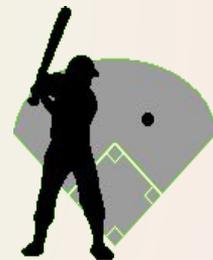
$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$m = \frac{\vec{F}}{\vec{a}}$$

\vec{F} – равнодействующая сила, Н

m – масса тела, кг

\vec{a} – ускорение тела, м/с²



\vec{F} – причина

\vec{a} – следствие

Закон справедлив в И. С. О.

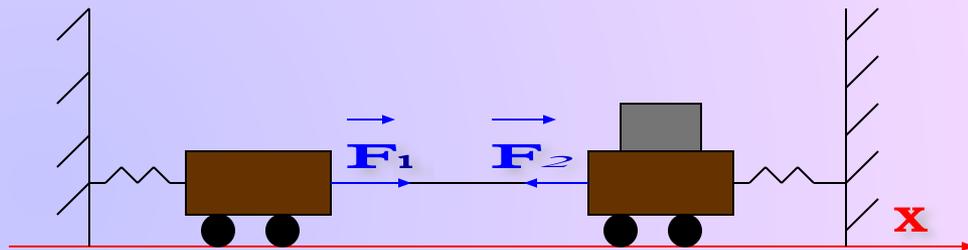
Примеры



"Как аукнется, так и откликнется"

Тела действуют друг на друга с силами, равными по модулю, но противоположными по направлению

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$



Силы,

приложенные к
взаимо-
действующим
телам, Н



1. Силы приложены к разным телам и возникают парами

$$2. \vec{F}_1 \uparrow \downarrow \vec{F}_2$$

3. Силы не уравнивают друг друга и имеют одинаковую природу

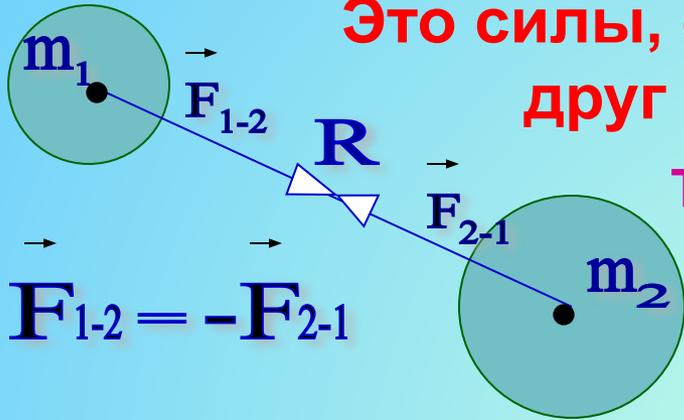
Закон справедлив в И. С. О.

Примеры



Силы всемирного тяготения

Это силы, с которыми взаимно притягиваются друг к другу все тела во Вселенной



$$\vec{F}_{1-2} = -\vec{F}_{2-1}$$

Точка приложения: геометрический центр тела

Направление: вдоль прямой, соединяющей центры взаимодействующих тел

Закон всемирного тяготения:

Тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними

$$F_{в.т} = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2} \rightarrow G = \frac{F_{в.т} \cdot R^2}{m_1 \cdot m_2}$$

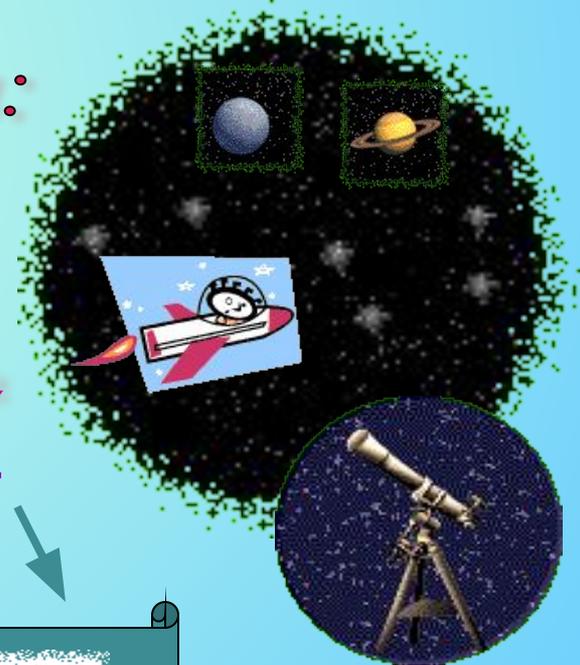
$F_{в.т}$ – сила всемирного тяготения, Н

m_1, m_2 – массы тел, кг

R – расстояние между телами, м

G – гравитационная постоянная,

$$\frac{Н \cdot м^2}{кг^2}$$



Гравитационная постоянная :

1. Впервые была определена опытным путём в 1788 году английским физиком Генри Кавендышем с помощью крутильных весов

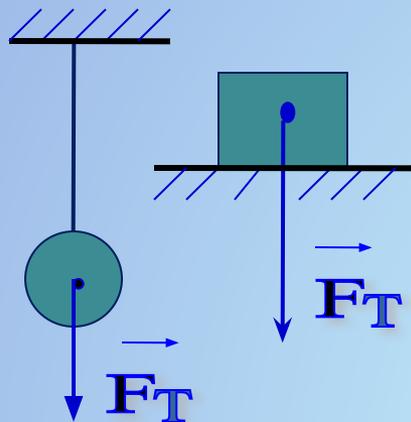


2. Физический смысл: гравитационная постоянная численно равна силе притяжения двух тел массами по 1 кг каждое при расстоянии между ними 1 м

3. В настоящее время принято считать, что

$$G = (6,67259 \pm 0,00085) \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

Сила тяжести



Это сила, с которой Земля притягивает к себе все тела

Точка приложения: геометрический центр тела

Направление: вертикально вниз, к центру Земли

Сила тяжести прямо пропорциональна массе тела

$$F_m = m \cdot g$$

$$m = \frac{F_m}{g}$$

$$g = \frac{F_m}{m}$$

F_T – сила тяжести, Н

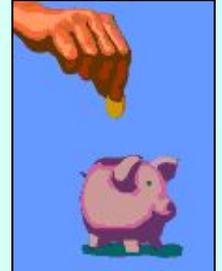
m – масса тела, кг

g – ускорение свободного падения, $\frac{Н}{кг}$



Ускорение свободного падения :

1. Одинаково для всех тел, падающих в вакууме.
2. Вблизи Земли $g \approx 9,8 \text{ Н/кг (м/с}^2\text{)}$.
3. Направлено вертикально вниз, к центру Земли.
4. Зависит от высоты над уровнем моря: на каждый 1м подъёма \bar{g} уменьшается на $0,000003 \text{ м/с}^2$ (на 300000 м – на 1 м/с^2)



$$g = G \cdot \frac{M_z}{(R_z + h)^2}, \text{ где}$$

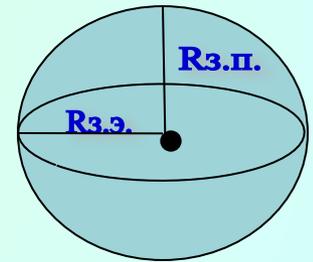
h – высота над уровнем моря, м
 R_z – радиус Земли, м
 M_z – масса Земли, кг

5. Зависит от географической широты места:

на экваторе $g_{\text{э}} \approx 9,78049 \text{ м/с}^2$

на полюсе $g_{\text{п}} \approx 9,83221 \text{ м/с}^2$

$$g_{\text{п}} > g_{\text{э}}$$



6. Различно на разных планетах:

п.

э.

Ускорение свободного падения $g, \text{ м/с}^2$	Звезда	Спутник	<i>п л а н е т ы</i>								
	Солнце	Луна	Земля	Меркурий	Венера	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун	Плутон
	274	1,6	9,81	3,7	8,76	3,76	23,5	9,06	9,8	13,47	0,6

Сила упругости

Сила, с которой опора или подвес действуют на тело (препятствует деформации тел)

Точка приложения: граница раздела опоры и тела (подвеса и тела)

Направление: перпендикулярно опоре (вдоль подвеса)

Закон Гука:

Сила упругости, возникающая при деформации тела, прямо пропорциональна его удлинению и противоположно направлена перемещению частиц тела при деформации



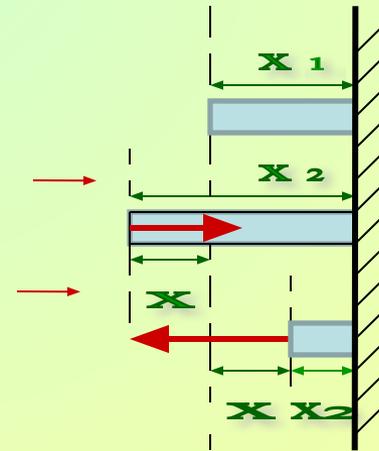
$$X = kx$$

F_y – сила упругости, Н

k – жёсткость тела, $\frac{H}{M}$

x – удлинение (деформация) тела, м

$$x = |x_2 - x_1|$$



деформации



Деформация

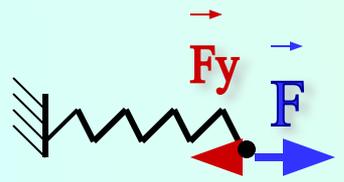
Изменение размеров и объёма тела, обычно сопровождающееся изменением его формы
(исключение: всестороннее растяжение, сжатие)

упругая

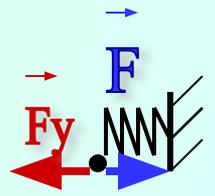


неупругая
(пластическая)

Виды деформаций

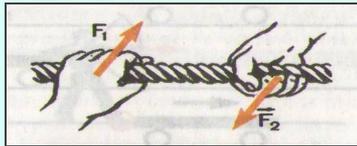


растяжение

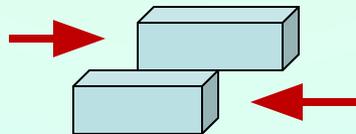


сжатие

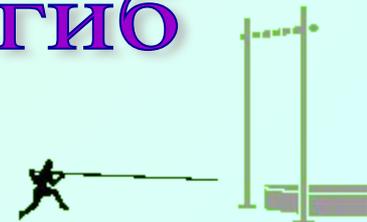
кручение



сдвиг

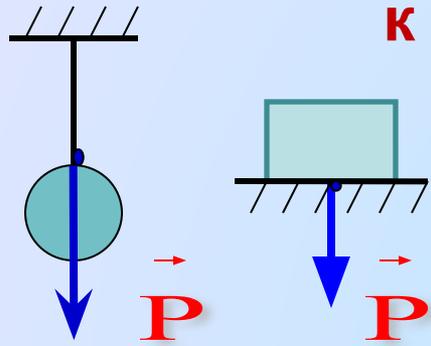


изгиб



Вес тела

Сила, с которой тело вследствие своего притяжения к Земле, действует на горизонтальную опору или вертикальный подвес



Точка приложения: граница раздела опоры и тела (подвеса и тела)

Направление: вертикально вниз, к центру Земли

Вес тела прямо пропорционален его массе

$$P = m \cdot g$$

$$m = \frac{P}{g}$$

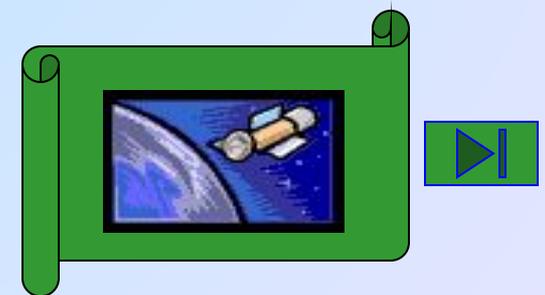
$$g = \frac{P}{m}$$



P – вес тела, Н

m – масса тела, кг

g – ускорение свободного падения, Н/кг

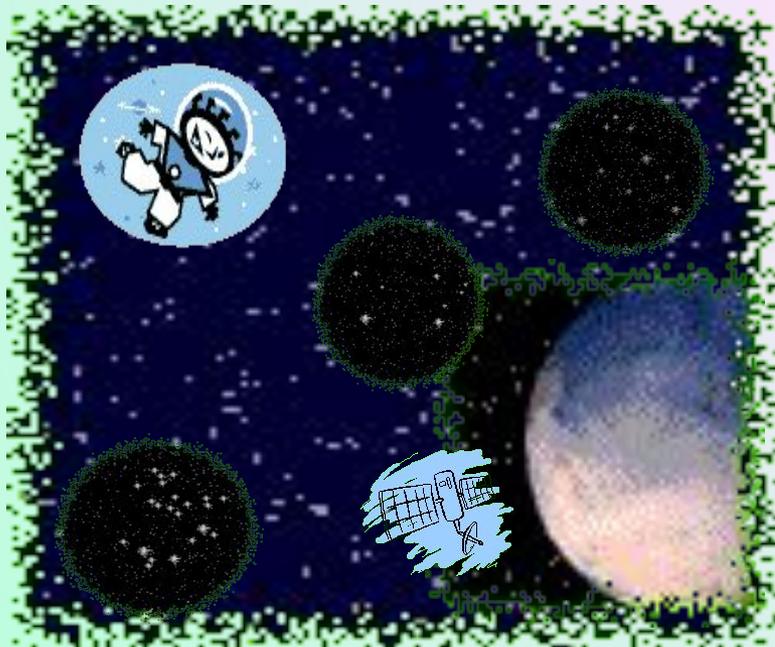


Осторожно, невесомость !!!

Невесомость — это состояние тела, при котором его вес отсутствует

Это состояние испытывает любое свободно падающее под действием только силы тяжести (всемирного тяготения) тело

$$P = 0$$



Примеры проявления:

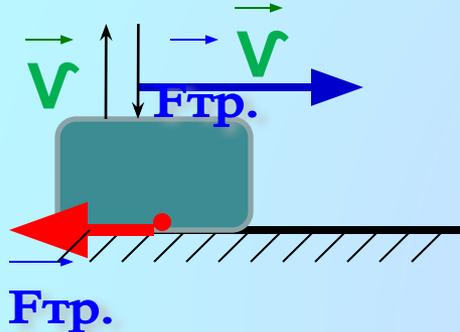
1. Испытывает прыгун с момента отрыва от земли и до приземления
2. Пловец, прыгающий с вышки, до соприкосновения с водой
3. Космонавт в космосе



Сила трения



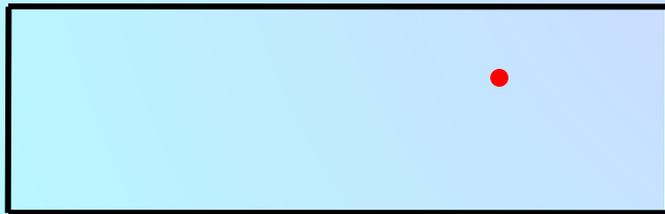
Сила, возникающая при относительном перемещении двух соприкасающихся тел и препятствующая их движению



Точка приложения: граница соприкосновения тел

Направление: вдоль границы соприкасающихся тел, против относительной скорости

Сила трения прямо пропорциональна силе реакции опоры



$$N = \frac{F_{\text{тр}}}{\mu}$$

$$\frac{F_{\text{тр}}}{N}$$

$F_{\text{тр}}$ – сила трения, Н

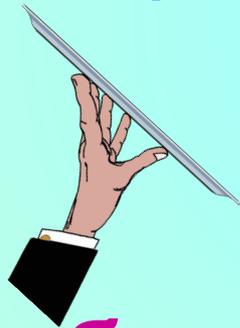
N – сила реакции опоры, Н

μ – коэффициент трения



Причины трения

Взаимное притяжение
молекул
соприкасающихся тел

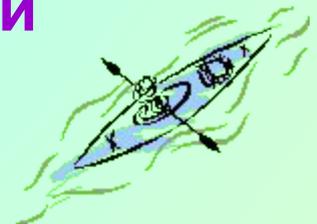


Шероховатость
поверхностей



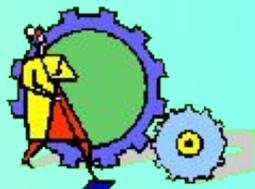
Способы уменьшения трения:

1. Шлифовка, полировка поверхностей
2. Введение смазки



Виды сил трения

Сила трения – качения
это сила, возникающая при
качении одного тела по
поверхности другого



Сила трения – скольжения
это сила, возникающая при
скольжении одного тела по
поверхности другого



Сила трения – покоя

это сила, которая существует между покоящимися
друг относительно друга телами

