

## Динамика.

**Сила** ( $\vec{F}$ ) – векторная физическая величина, являющаяся количественной характеристикой действия одного тела на другое (или частей одного и того же тела).

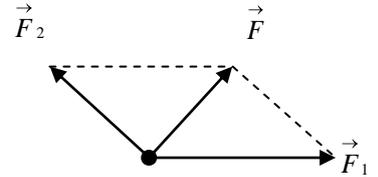
Сила характеризуется: 1. модулем

2. направлением

3. точкой приложения

**Равнодействующая (резльтирующая) сила** ( $\Sigma \vec{F}$ ) – сила, которая оказывает на тело такое же действие, как и несколько одновременно действующих сил, т.е. геометрическая сумма сил.

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$$



**Инертность** – свойство тел, заключающееся в том, что тело не может изменить свою скорость мгновенно, ему для этого требуется время. (- это свойство разных тел по-разному изменять свою скорость под действием одной и той же силы)

**Масса** – скалярная величина, которая является мерой инертности тела.

**Плотность вещества** – это скалярная физическая величина, численно равная отношению массы тела к его объему.  $\rho = \frac{m}{V}$

### Законы Ньютона

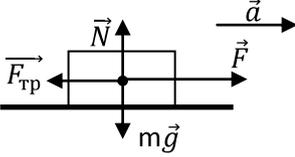
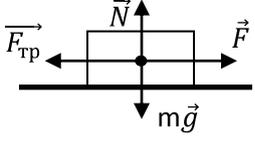
**Инерция** – явление сохранения скорости тела постоянной при отсутствии действия на него других тел или компенсации внешних воздействий. Двигаться по инерции означает двигаться прямолинейно и равномерно.

**Первый закон Ньютона.** Существуют такие системы отсчета, относительно которых тело сохраняет свое состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока на него не действуют другие тела или действие других тел скомпенсировано. Такие системы отсчета называют инерциальными (ИСО).

**Инерциальные СО** – системы отсчёта, относительно которых тело движется равномерно прямолинейно или покоится, если на него не действуют другие тела.

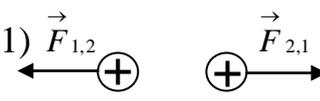
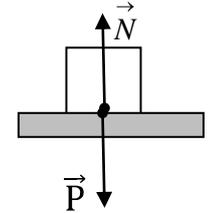
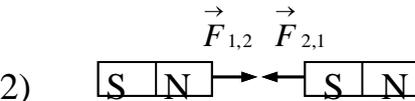
**Второй закон Ньютона.** Ускорение тела прямо пропорционально равнодействующей сил, приложенных к телу, и обратно пропорционально его массе.

$$\vec{a} = \frac{\Sigma \vec{F}}{m} \quad \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n = m\vec{a}$$

Особенности II закон Ньютона:	Примеры
1. Для любых сил. 2. Сила причина ускорения и определяет ускорение. 3. Вектор $\vec{a}$ сонаправлен с вектором $\Sigma \vec{F}$ т.е. $\vec{a} \uparrow \Sigma \vec{F}$	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Если <math>\Sigma \vec{F} \neq 0</math>  <math>\vec{F} + \vec{F}_{тр} + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}</math></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Если <math>\Sigma \vec{F} = 0</math>  <math>\vec{F} + \vec{F}_{тр} + \vec{N} + m\vec{g} = 0</math></p> </div> </div>

**Третий закон Ньютона.** Тела действуют друг на друга с силами равными по модулю и противоположными по направлению

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

Особенности III закона Ньютона:	Примеры
<p>Эти силы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Одной природы.</li> <li>2. Возникают одновременно парами.</li> <li>3. Приложены к разным телам, поэтому не компенсируют друг друга.</li> <li>4. Направлены вдоль прямой, соединяющей центры взаимодействующих тел.</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><math>\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}</math></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>1)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>3)</p>  </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>2)</p>  </div>

### Механические силы.

**1. Сила всемирного тяготения** – сила, с которой все тела притягиваются друг к другу.

Природа – гравитационная.

Направление – вдоль линии, соединяющей центры тел.

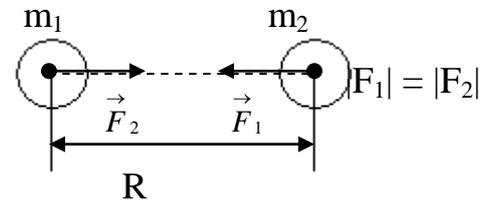
**Закон всемирного тяготения** – все тела притягиваются друг к другу с силой, модуль которой прямо пропорционален произведению их масс и обратно пропорционален квадрату расстояния между ними.

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

где  $m_1, m_2$  – массы взаимодействующих тел,

$R$  – расстояние между их центрами,

$G$  – гравитационная постоянная,  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{H \cdot m^2}{кг^2}$



Пределы применимости: 1. материальные точки.

2. однородные шары.

3. однородный шар большого радиуса и тело.

**Сила тяжести** – сила, с которой планета притягивает к себе окружающие тела.

$F_{тяж}$  – частный случай закона всемирного тяготения

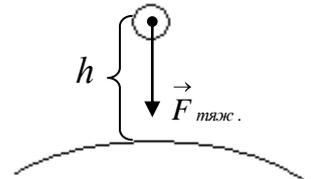
Природа – гравитационная.

Точка приложения – центр масс тела.

Направление – вертикально вниз (к центру Земли).

$$F_{тяж} = mg$$

$g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,8 \text{ м/с}^2 \approx 10 \text{ м/с}^2$  – для всех тел!



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

$$g = G \frac{M}{R^2} \text{ - на поверхности планеты (Земли)}$$

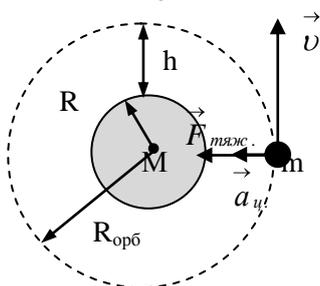
$$F_h = G \frac{m \cdot M}{(R+h)^2};$$

$$g_h = G \frac{M}{(R+h)^2} \text{ - на высоте h от поверхности планеты (Земли),}$$

где  $m$  – масса тела,  $M$  – масса планеты (Земли)

$h$  – высота тела над поверхностью планеты (Земли)

**Движение спутника вокруг планеты (Земли).**



$$F_T = ma_{ц}$$

$$v = \sqrt{G \frac{M}{R+h}}$$

$$v = \sqrt{gR} \text{ 1-ая космическая скорость (старт с поверхности планеты)}$$

$$v_3 = 7,9 \frac{км}{с}$$

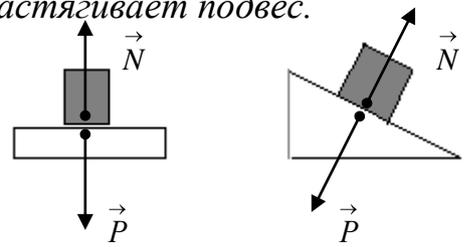
$$v = \sqrt{g_h R_{орб.}} \quad v_h = \sqrt{g_h \cdot R_{орб.}}, \text{ где } R_{орб.} = R + h$$

**2. Вес тела** – сила, с которой тело давит на опору или растягивает подвес.

Природа – электромагнитная.

Точка приложения – опора или подвес.

Направление – противоположное силе реакции опоры или силе натяжения нити.

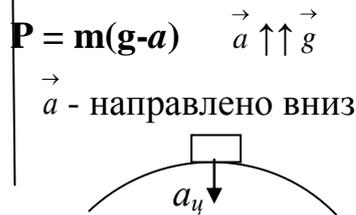
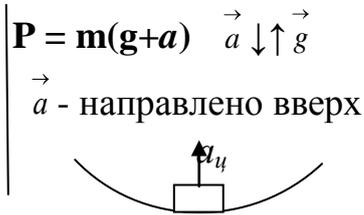


$$\vec{P} = -\vec{N} \quad (P = N) \text{ - по третьему закону Ньютона}$$

$$P = mg$$

если  $\vec{v} = \text{const}$

опора – горизонтальна,  
подвес – вертикален



$P = 0$   
 $\vec{a} = \vec{g}$   
**НЕВЕСОМОСТЬ**

(явление при котором, вес тела равен 0)

**3. Сила упругости** – сила, которая возникает при деформациях тела.

Природа – электромагнитная.

Точка приложения – тело.

Направление – противоположное направлению смещения частиц при деформации.

При упругих деформациях выполняется **закон Гука** – сила упругости, возникающая при деформации тела, прямо пропорциональна величине деформации и направлена против смещения частиц при деформации.

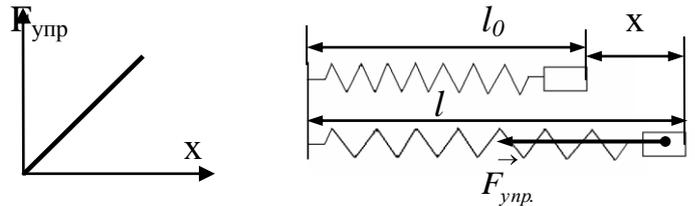
$$F_{\text{упр}} = -kx \quad |x| = |l - l_0|$$

$$|F_{\text{упр}}| = k|x|$$

x – величина деформации.

где k – коэффициент жесткости.  $[k] = \frac{H}{m}$

$k \sim \frac{s}{l_0}$ , где s – площадь поперечного сечения жгута или троса.



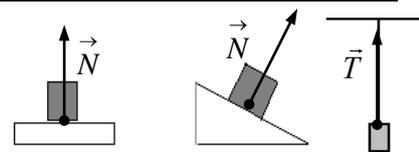
**Соединение пружин.**

Последовательное	Параллельное	Колебание тела
$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n}$ $(x = x_1 + x_2 + \dots + x_n)$	$k = k_1 + k_2 + \dots + k_n$ $F = F_1 + F_2 + \dots + F_n$	$k = k_1 + k_2$

**Виды сил упругости:**

а) **сила реакции опоры**  $\vec{N}$  – перпендикулярна поверхности опоры.

б) **сила натяжения нити**  $\vec{T}$  – направлена вдоль нити (подвеса).



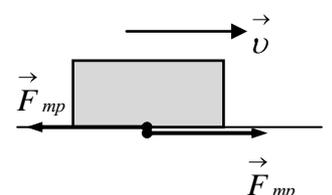
**4. Силы трения** – сила, возникающая при попытке перемещения одного тела по поверхности другого тела или при относительном движении тел.

Причины возникновения:

- шероховатости и неровности соприкасающихся поверхностей;
- межмолекулярное притяжение (прилипание поверхностей).

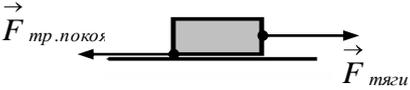
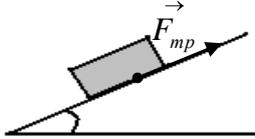
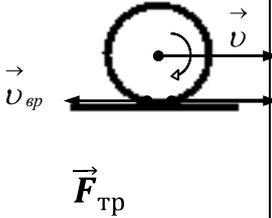
Природа – электромагнитная.

Приложена к обоим соприкасающимся телам.



Направление – вдоль поверхностей соприкасающихся тел, против скорости движения.

### Виды сухого трения.

трение покоя	трение скольжения	трение качения
<p><math>F_{тр.покоя}</math> – сила трения, возникающая при движении соприкасающихся тел относительно друг друга, направленная вдоль поверхностей соприкосновения, что препятствует относительному движению тел.</p>  <p><math>F_{тр.покоя} = F_{тяги}</math>, пока <math>v_{отн.} = 0</math></p> <p><math>F_{тр.покоя макс} = \mu N</math> – максимальное значение <math>F_{тр.покоя}</math></p>	<p><math>F_{тр.скольж.}</math> – сила трения, действующая между соприкасающимися телами, движущимися относительно друг друга.</p> <p><math>F_{тр.скольж} = \mu N</math>, где <math>\mu</math> – коэффициент трения скольжения.</p> <p><math>F_{тр.скольж} \approx F_{тр.пок. макс}</math></p> <p><math>F_{тр}</math> не зависит от площади соприкасающихся поверхностей.</p>   <p>Если <math>tg\alpha = \mu</math> – скольжение</p>	<p><math>F_{тр.кач.}</math> – сила, возникающая, когда одно тело катится по поверхности другого.</p> <p><math>F_{тр.скольж.} \gg F_{тр.кач.}</math></p> 

**Жидкое трение**  $F_{тр.жид.}$  – сила трения, возникающая, когда тело движется соприкасаясь с жидкостью или газом.

$F_{тр.жид.} \ll F_{тр.сухое}$ , т.к. в жидкости и газе нет силы трения покоя.

$F_{тр.жид.}$  зависит от: размеров и формы тела, свойств среды, скорости относительного движения

### 5. Сила Архимеда

$$F_A = \rho_{жс} g V_t$$

### Алгоритм решения задач по теме «Динамика».

- Сделать чертеж по плану:
  - Опора (если есть)
  - Тело.
  - Силы.
  - Ускорение (если есть)
  - Оси координат (x вдоль  $\vec{a}$ ).
- Проанализировать состояние объекта: покой, равномерное прямолинейное движение или равноускоренное движение. В зависимости от этого записать I или II закон Ньютона, описывающий условие данной задачи в векторной форме.
- Сделать проекции этого выражения на оси.
- Записать систему уравнений, добавив в неё при необходимости формулу силы трения или уравнения кинематики.
- Решить систему уравнений относительно неизвестной.