

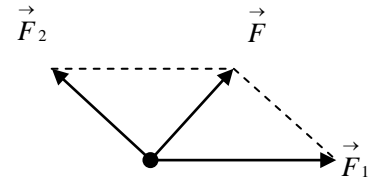
Динамика

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.

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



Инерция – явление сохранения скорости тела при отсутствии действия на него других тел (т.е. покой или прямолинейное равномерное движение)

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

Инертность – свойство тел, характеризующее их способность сопротивляться изменению их скорости под воздействием силы.

Масса – мера инертности тел.

Механические силы.

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

Природа – гравитационная.

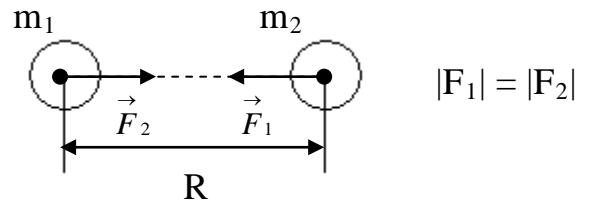
Направление – вдоль линии, соединяющей центры тел.

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



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).

$$\mathbf{F}_{тяж} = m\mathbf{g}$$

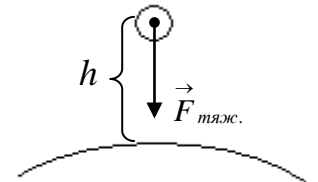
g – ускорение свободного падения, $g = 9,8 \text{ м/с}^2 \approx 10 \text{ м/с}^2$ – для всех тел!

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

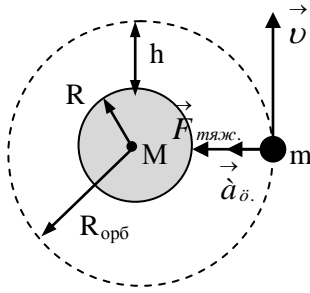
$$F_h = G \frac{m \cdot M}{(R + h)^2}; \quad g_h = G \frac{M}{(R + h)^2} \text{ - на высоте } h \text{ от поверхности планеты (Земли),}$$

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

h – высота тела над поверхностью планеты (Земли)



Движение спутника вокруг планеты (Земли).



$$F_{\tau} = ma_{\text{ц}}$$

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

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

$$v_3 = 7,9 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

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

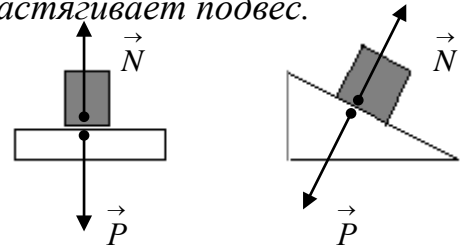
2. Вес тела – сила, с которой тело давит на опору или растягивает подвес.

Природа – электромагнитная.

Точка приложения – опора или подвес.

Направление – противоположное силе реакции опоры или силе натяжения нити.

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



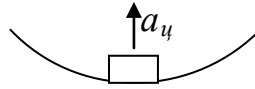
$$P = mg$$

если $\vec{v} = \text{const}$

опора – горизонтальна,
подвес – вертикален

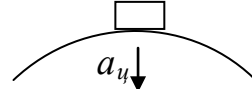
$$P = m(g+a) \quad \vec{a} \downarrow \uparrow \vec{g}$$

\vec{a} - направлено вверх



$$P = m(g-a) \quad \vec{a} \uparrow \uparrow \vec{g}$$

\vec{a} - направлено вниз



$$P = 0$$

$\vec{a} = \vec{g}$

НЕВЕСОМОСТЬ

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.

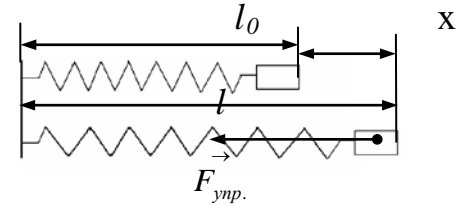
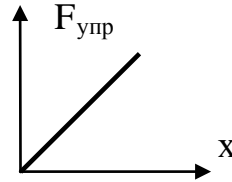
$$\vec{F}_{\text{упр}} = -kx \quad |x| = |l - l_0|$$

$$|F_{\text{упр}}| = k|x|$$

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.



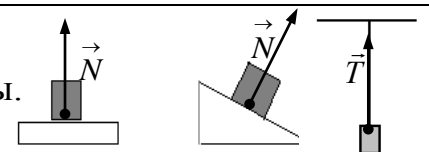
Соединение пружин.

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.

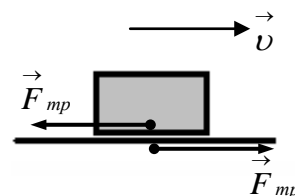
Причины возникновения:

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

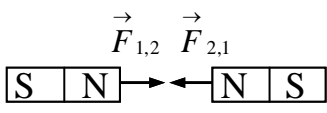
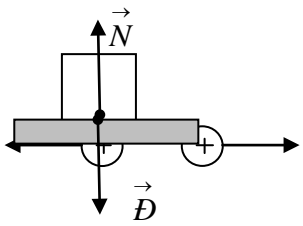
$F_{тр.жид.}$ зависит от: размеров и формы тела, свойств среды, скорости относительного движения

5. Сила Архимеда

$$F_A = \rho_{жс} g V_t$$

Законы Ньютона.

I закон Ньютона	II закон Ньютона	III закон Ньютона
<p>Когда тело движется <u>равномерно прямолинейно</u> или <u>покоится</u>?</p> <p>- если сумма действующих на тело сил равна нулю или силы отсутствуют.</p>	<p>Когда тело движется с <u>ускорением</u>?</p> <p>- если действующие на тело силы не скомпенсированы.</p> <p>Ускорение тела прямо пропорционально равнодействующей сил, приложенных к телу, и обратно пропорционально его массе.</p>	<p>Как взаимодействуют два тела?</p> <p>Силы, с которыми два тела действуют друг на друга, равны по модулю и противоположны по направлению.</p> <p>$\vec{F}_{1,2} = - \vec{F}_{2,1}$</p>

<p>если $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \vec{0}$, ($\Sigma \vec{F} = 0$), то $\vec{v} = \text{const}$ или $\vec{v} = 0$</p>	<p>$\vec{a} = \frac{\Sigma \vec{F}}{m}$ $\vec{m} \vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$</p> <p><i>Особенности II закон Ньютона:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Для любых сил. 2. Сила причина ускорения и определяет ускорение. 3. Вектор \vec{a} сонаправлен с вектором $\Sigma \vec{F}$ т.е. $\vec{a} \uparrow \Sigma \vec{F}$ <ul style="list-style-type: none"> - Тело движется прямолинейно, если $\Sigma \vec{F} = \text{const}$ по направлению. - Тело движется по окружности, если $\Sigma \vec{F} \perp \vec{v}$ - Тело движется криволинейно при $\alpha \neq 0$ и $\alpha \neq 90^\circ$ 	<p>1) $\vec{F}_{1,2}$ $\vec{F}_{2,1}$</p> <p>2) </p> <p>3) </p> <p><i>Особенности III закон Ньютона:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Силы возникают только парами. 2. Силы одной природы. 3. Силы не уравниваются друг друга, т.к. приложены к разным телам.
--	---	---

Границы применимости законов Ньютона: - для инерциальных систем отсчёта
 - для $v \ll c$
 - для макроскопических тел

Алгоритм решения задач по теме «Динамика».

1. Сделать чертеж по плану:
 - 1) Опора (если есть)
 - 2) Тело.
 - 3) Силы.
 - 4) Ускорение (если есть)
 - 5) Оси координат (x вдоль \vec{a}).
2. 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.
3. Сделать проекции этого выражения на оси.
4. Записать систему уравнений, добавив в неё при необходимости формулу силы трения или уравнения кинематики.
5. Решить систему уравнений относительно неизвестной.