

# Динамика.

---

- I. Динамика поступательного движения твердого тела.
- II. Законы Ньютона.
- III. Сила.
- IV. Импульс. Закон сохранения импульса.
- V. Работа. Мощность.
- VI. Виды механической энергии. Закон сохранения энергии.
- VII. Абсолютно упругие и неупругие удары.

# Динамика. Первый закон Ньютона.

---

- *Динамика* изучает связь между взаимодействием тел и изменениями в их движении.
- В основе динамики лежат законы Ньютона.
- *Первый закон Ньютона:*
- Материальная точка сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока воздействие со стороны других тел не выведет её из этого состояния.
- Данный закон называют *законом инерции*.
- Механическое движение относительно.
- Система отсчета, по отношению к которой тело, свободное от внешних воздействий, покоится или движется прямолинейно и равномерно, называется *инерциальной системой отсчета*.

# Сила.

---

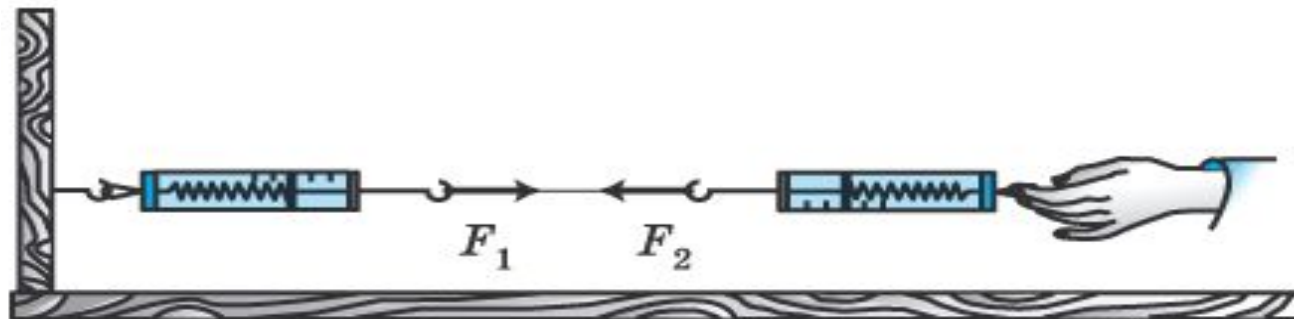
- **Силой** называется физическая величина, являющаяся мерой механического воздействия на рассматриваемое тело со стороны других тел.
- **Сила** – величина векторная.  $[ \mathbf{F} ] = [ \text{Н} ]$
- **Сила** полностью *определена*, если
  - указаны её численное значение,
  - направление действия,
  - точка приложения.
- Если на тело действует несколько сил, то **резльтирующая сила** равна **векторной сумме** всех сил.

# Масса. Второй закон Ньютона.

---

- Тела обладают свойством инертности, т.е. под действием силы тела постепенно изменяют свою скорость.
- *Мерой инертности* тела при поступательном движении является *масса*.
- Масса величина *аддитивная*, т.е. масса тела равна сумме масс всех частей тела.
- Масса величина скалярная.  $[ m ] = [ \text{кг} ]$
- Второй закон Ньютона:  $F = m a$
- Направление  $F$  и  $a$  совпадают.

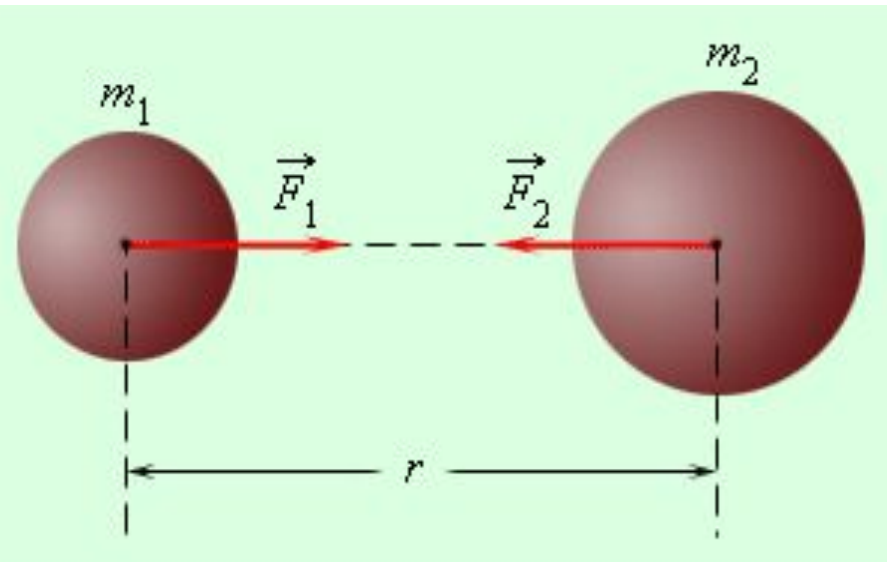
# Третий закон Ньютона. Центр масс.



- Действие двух тел друг на друга всегда равны и направлены по одной прямой в противоположные стороны  $F_{12} = -F_{21}$
- Силы приложены к *разным телам* и *не уравнивают* друг друга.
- *Центр масс* или *центр инерции* механической системы – точка, радиус – вектор которой

$$\vec{r}_c = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i$$

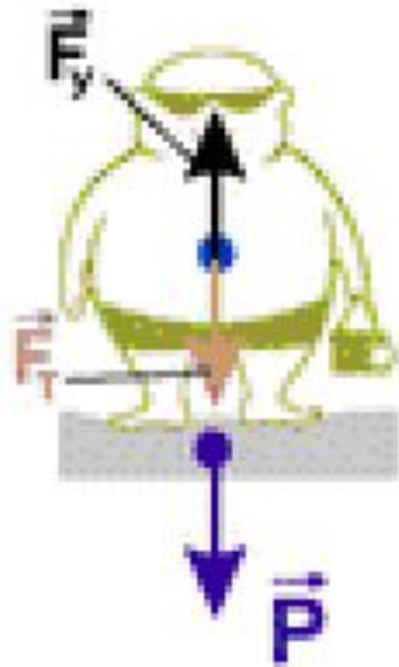
# Закон всемирного тяготения.



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

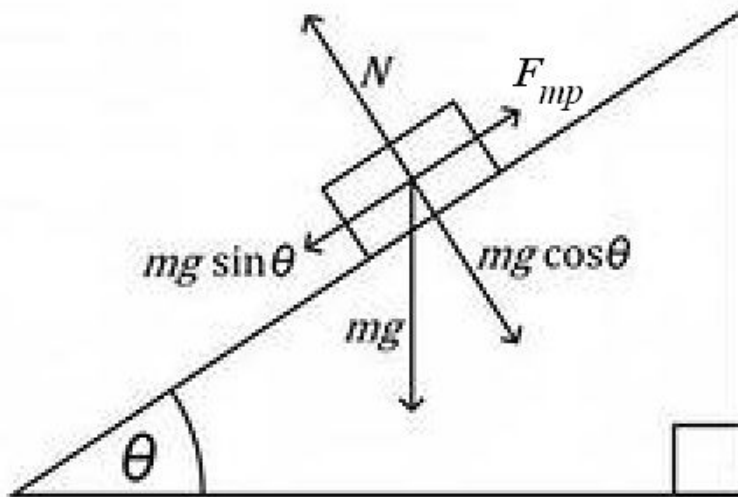
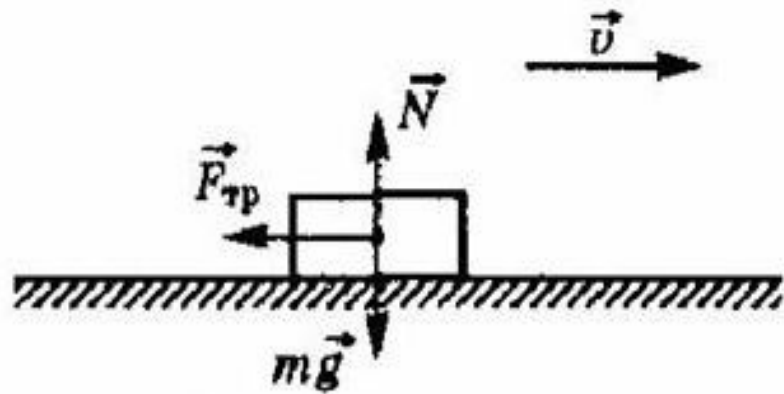
- Между всякими двумя материальными точками действует **сила всемирного тяготения**, прямо пропорциональная произведению масс этих точек, обратно пропорциональная квадрату расстояния между ними и направлена вдоль линии соединяющей их.

# Сила тяжести. Вес.



- ▣ **Сила тяжести** – это сила притяжения, действующая со стороны Земли на все тела  $F = m g$
- ▣ **Вес тела** ( $P$ ) – это сила, с которой тело, вследствие его притяжения к Земле, действует на опору или подвес.
- ▣ **Сила упругости** ( $F_y$ ) (или  $N$ ) – сила, действующая на тело со стороны опоры или подвеса.

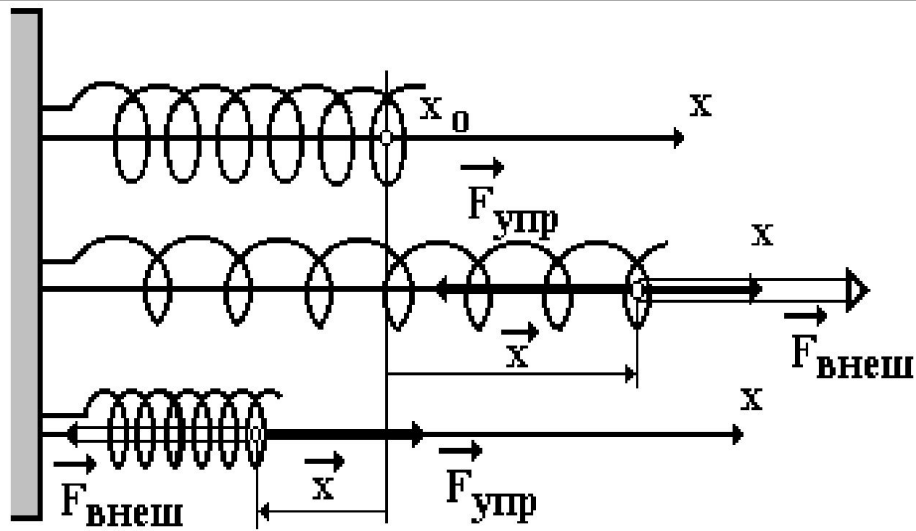
# Сила трения.



- При движении по горизонтальной поверхности сила трения пропорциональна силе упругости (реакции опоры)  $N$
- $F = \mu N = \mu mg$
- Если тело движется по наклонной плоскости
- $F = \mu N = \mu mg \cos \theta$



# Сила упругости.

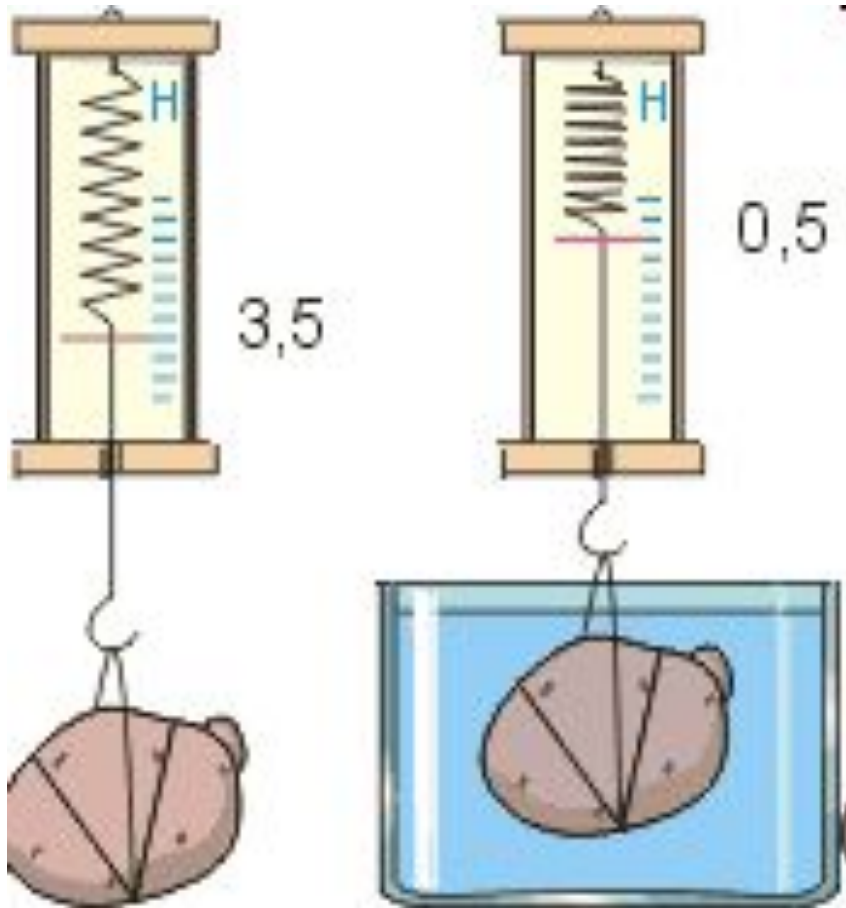


- При деформации внутри тела возникает сила упругости, величина которой пропорциональна деформации  $x$  (*закон Гука* )

- $$F = - k x$$

- $k$  – коэффициент упругости.

# Сила Архимеда.



□ *Архимедова сила*, действующая на тело, погруженное в жидкость (или газ), равна весу жидкости (или газа), вытесненной телом.

□  $F = \rho g V$

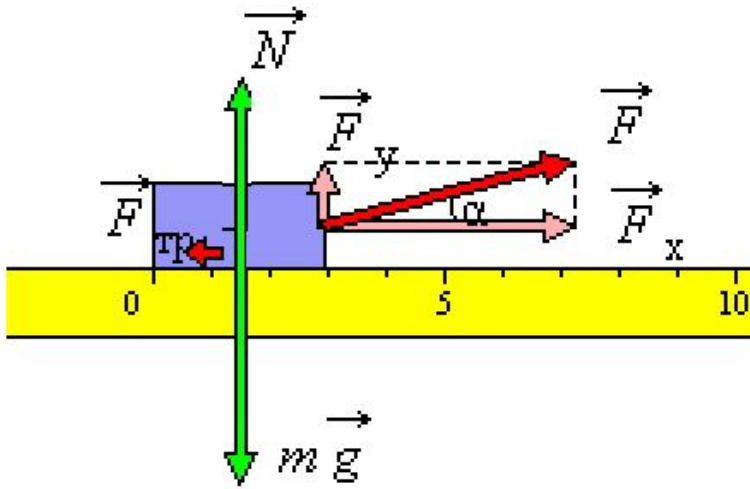
□ Чем больше плотность жидкости, тем больше сила Архимеда.

# Импульс.

---

- ▣ **Импульсом материальной точки** (количеством движения) называется величина  $P = m v$ .
- ▣ **Импульсом системы** называют величину, равную геометрической сумме импульсов всех материальных точек системы  $P = \sum m_i v_i$ .
- ▣ Механическую систему называют **замкнутой** или **изолированной**, если на неё не действуют внешние силы, т.е. она не взаимодействует с внешними телами.
- ▣ **Закон сохранения импульса**: импульс замкнутой системы не изменяется с течением времени.

# Механическая работа. Мощность.



- **Механическая работа** - это скалярная величина, равная скалярному произведению вектора силы на вектор перемещения точки

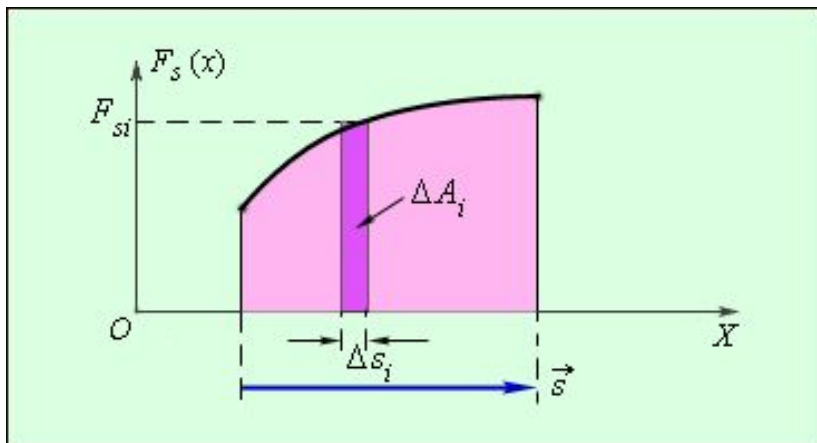
- $A = F S \cos \alpha$

- Если сила не постоянна, то

$$A = \int_0^s F ds$$

- **Мощность** численно равна работе, совершаемой силой за единицу времени.

- Средняя мощность  $N = A/t$



# Кинетическая энергия.

---

- ▣ *Кинетической энергией* называют энергию, являющейся мерой его механического движения и измеряющейся той работой, которую может совершить тело при его торможении до полной остановки.

$$A = \int dA = \int -F dS = \int -m a dS = -\int m \frac{dv}{dt} dS = -m \int_v^0 v dv$$

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

# Потенциальная энергия.

---

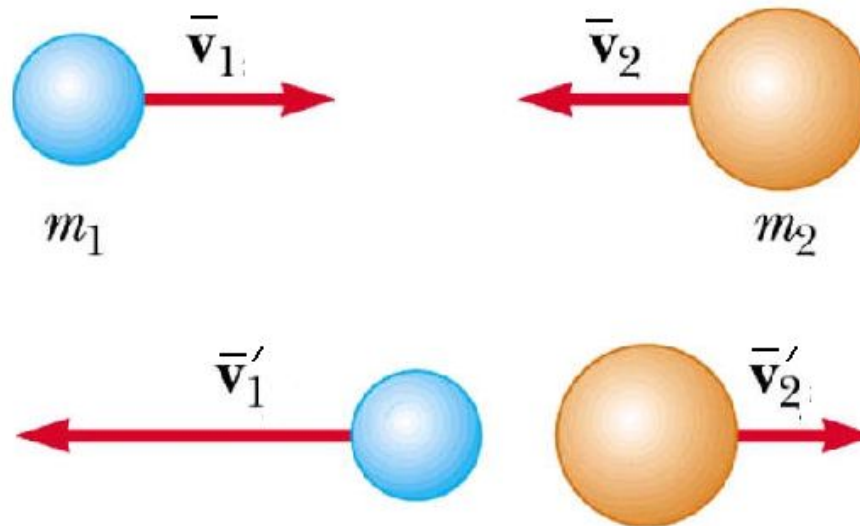
- Если материальная точка или тело в каждой точке пространства подвергается воздействию других тел, то оно находится в поле сил.
- *Потенциальной энергией* системы называется часть полной механической энергии, которая зависит только от координат всех точек системы (конфигурации).
- Потенциальная энергия определяется работой консервативных сил (тяготения, упругости, электростатического взаимодействия) и зависит от начального и конечного положения точки или тела.
- 1. В поле тяжести Земли  $E = mgh$
- 2. Упруго деформированного тела  $E = \frac{kx^2}{2}$

# Закон сохранения энергии.

---

- *В замкнутой системе энергия системы может переходить из одних видов в другие и передаваться от одного тела другому, но её общее количество остается постоянным.*
- Если в замкнутой системе присутствуют силы трения, то энергия системы уменьшается переходя в немеханические формы энергии (тепло).
- Такой процесс называется *диссипацией энергии*.

# Абсолютно упругий удар.

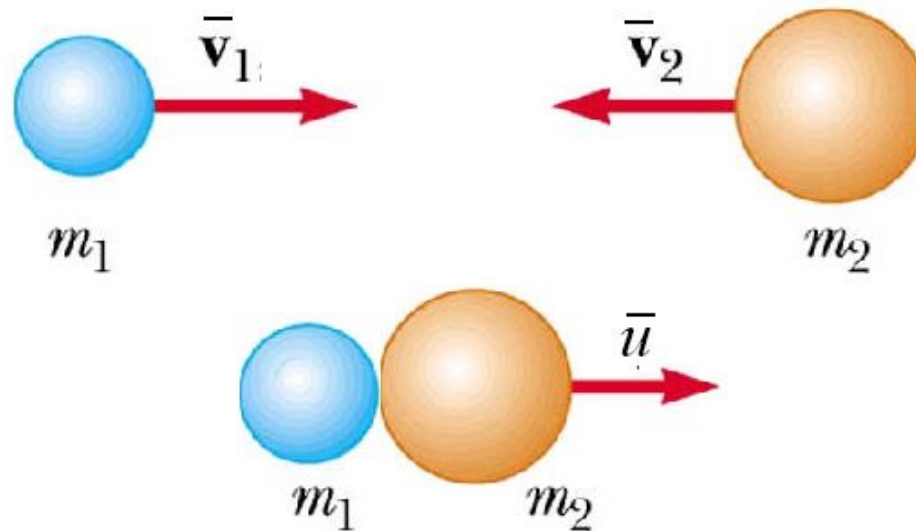


- Законы сохранения импульса и энергии

$$\begin{cases} m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \\ \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 v'^2_1}{2} + \frac{m_2 v'^2_2}{2} \end{cases}$$



# Абсолютно неупругий удар.



- Законы сохранения импульса и энергии

$$\begin{cases} m_1 \bar{v}_1 + m_2 \bar{v}_2 = (m_1 + m_2) \bar{u} \\ \frac{m_1 \bar{v}_1^2}{2} + \frac{m_2 \bar{v}_2^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2) \bar{u}^2}{2} + A_{\text{деф}} \end{cases}$$