



**РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА**  
**ТЕМА 1.3. ЗАКОНЫ**  
**СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ**



# Закон сохранения импульса

Импульс

Закон сохранения импульса

Отдача

Реактивное движение



The background features a central point from which several lines radiate outwards, creating a starburst effect. The lines are in shades of blue and pink. On the left side, there is a vertical bar with segments of white, grey, yellow, and pink.

# Импульс

- Импульсом называется произведение массы тела на его скорость
- Импульс характеризует текущее механическое состояние материальной точки
- Говорят, что импульс отражает «количество движения»
- Импульс показывает какую скорость придаст телу массой  $m$  тело сила  $F$ , если она будет действовать в течение времени  $\Delta t$

$$p = mv$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_1 - v_0}{t}$$

$$F = ma \Rightarrow F = m \cdot \frac{v_1 - v_0}{\Delta t}$$

$$F = \frac{mv_1 - mv_0}{\Delta t}$$

$$F\Delta t = mv_1 - mv_0 = p_1 - p_0 = \Delta p$$

# Закон сохранения импульса

Сумма импульсов  
нескольких тел,  
находящихся во  
взаимодействии,  
не меняется в  
результате этого  
взаимодействия

$$\Delta p = 0$$

$$p = \text{const}$$

# Явление отдачи

- Орудие массой  $m_1$  и снаряд массой  $m_2$  находятся в состоянии покоя ( $\vec{v}_{10} = 0, \vec{v}_{20} = 0$ )
- При выстреле из орудия взрыв пороха создает силу  $F$ , которая одинаково действует во всех направлениях, т.е. она придает ускорение  $a_1$  орудию и ускорение  $a_2$  – снаряду
- При этом импульс системы останется неизменным и равным 0

$$m_1 \vec{v}_{1,0} + m_2 \vec{v}_{2,0} = 0$$

$$F = m_1 a_1 = m_2 a_2 \Rightarrow$$

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1} \Rightarrow$$

$$m_1 v_1 = m_2 v_2$$

$$m_1 \vec{v}_1 = -m_2 \vec{v}_2 \Rightarrow$$

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = 0$$

# Реактивное движение

- Движение ракеты в результате выброса сгорающих газов
- Полный импульс ракеты и вылетающих газов постоянен
- При истечении газов ракета приобретает скорость в противоположном направлении

$$m \overrightarrow{\Delta v} + \Delta m_{\text{аэç}} \overrightarrow{v_{\text{ìòí}}} = 0$$

$$\Delta m_{\text{аэç}} = \Delta m$$

$$m \frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t} = \overrightarrow{v_{\text{ìòí}}} \frac{\Delta m}{\Delta t}$$

$$m \frac{d\overrightarrow{v}}{dt} = \overrightarrow{v_{\text{ìòí}}} \frac{dm}{dt}$$

Формула Циолковского

$$m = m_0 \exp\left(\frac{-v}{v_{\text{ìòí}}}\right)$$



# Закон сохранения энергии

Потенциальная и кинетическая энергия

Закон сохранения энергии

Работа силы

Мощность



# Энергия

- Энергия – скалярная величина, являющаяся единой мерой различных форм движения материи и мерой перехода движения материи из одних форм в другие
- Механическая энергия  $E$  – характеризует движение и взаимодействие тел и является функцией скоростей и взаимного расположения тел
- Кинетическая энергия  $K$  – мера механического движения, зависящая от скоростей движения тел
- Потенциальная энергия  $\Pi$  – часть механической энергии, зависящая от конфигурации системы, т.е. от взаимного расположения тел в силовом поле

$$E = K + \Pi$$



# Потенциальная и кинетическая энергия

## Кинетическая энергия $K$

- Описывает механическое движение и равна:

$$K = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m}$$

- Изменение кинетической энергии равно работе равнодействующих всех сил:

$$A = \Delta K = K_1 - K_0$$

## Потенциальная энергия

- Определяет работу, которую должна выполнить сила некоторого поля, чтобы изменить конфигурацию системы.

$$\ddot{I} = -G \frac{mM}{r}$$

$$\ddot{I} = G \frac{mMh}{R(R+h)}$$

$$\ddot{I} = mgh$$

# Закон сохранения энергии

Механическая энергия консервативной системы является постоянной в процессе движения

$$E = \dot{I} + \hat{E} = \text{const}$$

# Энергия движения под воздействием силы тяжести

Кинетическая энергия

Потенциальная энергия

$$\dot{I} = \frac{mv^2}{2} \quad K = mgh$$

$$\frac{mv_2^2}{2} + mgh_2 = \frac{mv_1^2}{2} + mgh_1$$

$$\frac{v_2^2}{2} + gh_2 = \frac{v_1^2}{2} + gh_1$$

$$v_2 = \sqrt{2g(h_1 - h_2)}$$

# Абсолютно упругий удар

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

$$K = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} \quad \dot{I} = 0$$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2}$$

$$u_1 = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

$$u_2 = \frac{(m_1 - m_2)v_2 + 2m_1 v_1}{m_1 + m_2}$$

# Абсолютно неупругий удар

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2)u$$

$$u = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

# Работа силы

- Работой называется скалярная величина, которая характеризует изменение механической энергии системы при перемещении тела на некоторое расстояние
- Работа внешних сил равна изменению кинетической энергии
- Работа внутренних сил равна изменению потенциальной энергии
- Потенциальная энергия – есть работа, которую должна совершить сила некоторого силового поля

$$A = F \Delta r \cdot \cos \alpha$$

$$A = \Delta K = K_2 - K_1$$

$$A_{\text{вд}} = -\Delta \dot{I} = -(\dot{I}_2 - \dot{I}_1)$$

$$\frac{mv_0^2}{2} + mgh_0 = \frac{mv_1^2}{2} + mgh_1$$

$$v_0 = 0, h_1 = 0 \Rightarrow mgh_0 = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$\dot{A} = \hat{E}_1 - \hat{E}_0 = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$\dot{I} = \dot{A}$$

# Мощность

- Мощностью называется скалярная физическая величина, показывающая, количество работы, которое выполняет сила в течение единицы времени

$$W = \frac{A}{t}$$