

5. Внешние и внутренние силы. Закон изменения импульса системы. Закон сохранения импульса. Рассмотрим понятия **внешних** и **внутренних сил**, а также **закон изменения импульса системы** и **закон сохранения импульса**.
-

1. Внешние и внутренние силы

Внутренние силы:

- Это силы взаимодействия между телами, входящими в систему.
- Они возникают между частями системы и не влияют на движение системы как целого.
- Пример: силы взаимодействия между молекулами газа в сосуде.

Внешние силы:

- Это силы, действующие на систему со стороны тел, не входящих в систему.
 - Они изменяют движение системы как целого.
 - Пример: сила тяжести, действующая на систему "Земля-Луна".
-

2. Закон изменения импульса системы

Импульс системы тел — это векторная сумма импульсов всех тел, входящих в систему:

$$P = \sum p_i = \sum m_i v_i,$$

где:

- P — импульс системы,
- m_i и v_i — масса и скорость i -го тела.

Изменение импульса системы:

Согласно второму закону Ньютона, изменение импульса системы равно сумме внешних сил, действующих на систему:

$$\frac{dP}{dt} = \sum F_{\text{внеш}}.$$

Это означает, что **внутренние силы не влияют на изменение импульса системы.**

3. Закон сохранения импульса

Если сумма внешних сил, действующих на систему, равна нулю ($\sum F_{\text{внеш}} = 0$), то импульс системы сохраняется:

$$P_{\text{до}} = P_{\text{после}}.$$

Формулировка:

Импульс замкнутой системы тел остаётся постоянным, если сумма внешних сил равна нулю.

Условия выполнения:

1. Система должна быть замкнутой (внешние силы отсутствуют или скомпенсированы).
 2. Внутренние силы могут быть любыми, так как они не влияют на импульс системы.
-

4. Примеры

Пример 1: Движение системы "лодка-человек"

Человек массой $m_1 = 60$ кг прыгает с лодки массой $m_2 = 120$ кг со скоростью $v_1 = 2$ м/с. Найдём скорость лодки v_2 .

1. Импульс системы до прыжка: $P_{\text{до}} = 0$ (лодка и человек покоятся).
2. Импульс системы после прыжка:

$$P_{\text{после}} = m_1 v_1 + m_2 v_2.$$

3. По закону сохранения импульса:

$$0 = m_1 v_1 + m_2 v_2.$$

4. Отсюда:

$$v_2 = -\frac{m_1 v_1}{m_2} = -\frac{60 \cdot 2}{120} = -1 \text{ м/с}.$$

Знак "−" указывает, что лодка движется в противоположную сторону.

Пример 2: Столкновение шаров

Два шара массами $m_1=2\text{ кг}$ и $m_2=3\text{ кг}$ движутся навстречу друг другу со скоростями $v_1=4\text{ м/с}$ и $v_2=-5\text{ м/с}$. После столкновения они движутся вместе. Найдём их общую скорость v .

1. Импульс системы до столкновения:

$$P_{\text{до}} = m_1 v_1 + m_2 v_2 = 2 \cdot 4 + 3 \cdot (-5) = 8 - 15 = -7 \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

2. Импульс системы после столкновения:

$$P_{\text{после}} = (m_1 + m_2) v.$$

3. По закону сохранения импульса:

$$-7 = (2 + 3) v.$$

4. Отсюда:

$$v = -\frac{7}{5} = -1,4 \text{ м/с}.$$

Знак "-" указывает, что шары движутся в сторону, противоположную начальному движению второго шара.

5. Итог

- **Внутренние силы** — это силы взаимодействия между телами системы. Они не влияют на импульс системы.
- **Внешние силы** — это силы, действующие на систему со стороны внешних тел. Они изменяют импульс системы.
- **Закон изменения импульса системы:**

$$\frac{dP}{dt} = \sum F_{\text{внеш}}.$$

- **Закон сохранения импульса:**

$$P_{\text{до}} = P_{\text{после}}, \text{ если } \sum F_{\text{внеш}} = 0.$$

Эти законы широко применяются в физике для анализа движения систем тел, столкновений, реактивного движения и других явлений.