



# Лекция №4

## Классическая механика

---

*(Для студентов элитного отделения  
ЭТО –I)*

# Закон сохранения импульса

*Равнодействующая всех внутренних сил системы.*

---

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n \vec{f}_{ik} = 0.$$

Интегралы движения – для замкнутых систем существуют такие функции координат и образующих частиц, которые сохраняют при движении и взаимодействиях постоянные значения.

Три аддитивных интеграла движения- энергия, импульс (количество движения), момент импульса (количества движения).

Этим трем интегралам движения соответствуют три закона сохранения: закон сохранения импульса, закон сохранения энергии, закон сохранения момента импульса.



# Закон сохранения импульса

---

Импульс замкнутой системы есть величина постоянная, то есть с течением времени не меняется.

$$\vec{P} = \text{const.}$$

$$\vec{P} = P_x \vec{i} + P_y \vec{j} + P_z \vec{k}$$

$$P_x = \text{const}; P_y = \text{const}; P_z = \text{const.}$$



# Центр масс

---

$$\vec{r}_{\text{Ц.М.}} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$



## Скорость центра масс

---

$$\vec{v}_{\text{ц.м.}} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

По второму закону Ньютона

$$\frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{F}_{\text{внешн}}$$

Если  $\vec{F}_{\text{внешн}} = 0$ , то  $\vec{v}_{\text{ц.м.}} = \text{const.}$

Центр масс замкнутой системы движется равномерно и прямолинейно. Поэтому центр масс замкнутой системы можно рассматривать как инерциальную систему отсчета, которую обозначают  $\mathcal{L}$ -система.



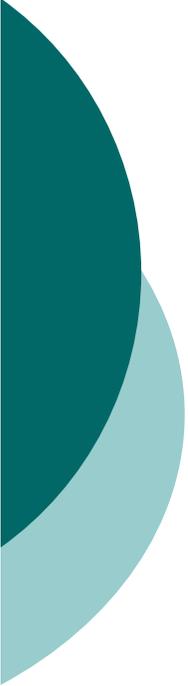
# Движение тел с переменной массой

---

Уравнение  
Мещерского  $m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F} \pm \mu \vec{c}$

Формула Циолковского

$$M = M_0 e^{\frac{v}{c}}$$



# Проблемы космических полетов

---

Рассматриваем межпланетные полеты

- Для достижения первой космической скорости  $\frac{M_0}{M} \approx 7,4$   
 $v_1 = 7,9 \text{ км/с}$   
необходимо
- Для достижения второй космической скорости  $\frac{M_0}{M} \approx 17$   
 $v_2 = 11,2 \text{ км/с}$   
необходимо
- Для достижения третьей космической скорости  $\frac{M_0}{M} \approx 64$   
 $v_3 = 16,7 \text{ км/с}$   
необходимо



# Межзвездные полеты

---

- При полетах на химическом топливе до ближайшей звезды

$$\frac{M_0}{M} \approx 5 \cdot 10^{3327}$$

$$M_0 = 10^{3332} \text{ кг}$$

Масса Метагалактики  $10^{53}$  кг

Межзвездные полеты может быть возможны с помощью фотонной ракеты