

---

*Лекция № 6 Классическая механика*  
*(Для студентов элитного отделения*  
*ЭТО – I)*



## Столкновения частиц

---

- При абсолютно упругом ударе сохраняются импульс и механическая энергия
- При абсолютно неупругом ударе импульс сохраняется.  
Механическая энергия частично переходит во внутреннюю энергию

# Центральный абсолютно упругий удар

---



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

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

*Решая систему уравнений, получим*

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

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



## Частные случаи

---

а) Если  $m_1 = m_2 = m$ , то  $u_1 = v_2$  и  $u_2 = v_1$ ,  
то есть произошёл обмен скоростями.

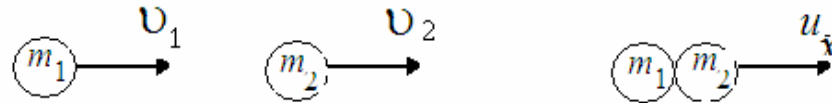
б) Если  $m_2 \gg m_1$  и  $v_2 = 0$ , то  $u_1 = -v_2$ .

в) Если  $m_2 \gg m_1$ ,  $v_2 < 0$ , то  $u_1 = -(2v_2 + v_1)$ , то есть по модулю  
больше  $v_2$ .

г) Если  $m_2 \gg m_1$ ,  $v_2 > 0$ , то  $u_1 = 2v_2 - v_1$ ;

$u_1 = 0$ , если  $v_2 = \frac{v_1}{2}$

# Абсолютно неупругий удар



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

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2) v_x^2}{2} + Q$$

*Скорость составного тела*

$$v_x = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}.$$

Частные случаи:

а)  $m_2 \gg m_1$ ;  $v_2 = 0$ ;  $v_x = 0$ .

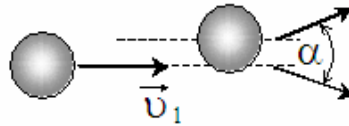
*(ковка металла – вся энергия переходит в тепло)*

б)  $m_1 \gg m_2$ ;  $v_x = v_1$ .

*(мех. энергия молотка переходит в мех. энергию гвоздя).*

## Нецентральный абсолютно упругий удар двух шаров одинаковой массы

---



Найдем угол разлета  $\alpha$

$$\vec{v}_1 = \vec{u}_1 + \vec{u}_2$$

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

$$v_1^2 = u_1^2 + u_2^2 + 2\vec{u}_1\vec{u}_2 = u_1^2 + u_2^2 + 2u_1u_2 \cos \alpha$$

Отсюда

$$2u_1u_2 \cos \alpha; \alpha=90^\circ$$

## Нецентральный неупругий удар двух шаров одинаковой массы (второй шар неподвижен)

---

$$\vec{v}_1 = \vec{u}_1 + \vec{u}_2$$

$$\frac{v_1^2}{2} = \frac{u_1^2}{2} + \frac{u_2^2}{2} + \frac{Q}{m}$$

$$v_1^2 = (\vec{u}_1 + \vec{u}_2)(\vec{u}_1 - \vec{u}_2) = u_1^2 + u_2^2 + 2\vec{u}_1\vec{u}_2 = u_1^2 + u_2^2 + 2u_1u_2 \cos \alpha$$

Отсюда

$$\cos \alpha = \frac{Q}{mu_1u_1}$$

*При неупругом ударе  $Q \neq 0$  и, следовательно, угол разлета  $\alpha$  зависит от соотношения величин, входящих в уравнение.*