

Законы сохранения энергии и импульса

1. Импульс силы и импульс тела



Почему?

Если мяч, летящий с большой скоростью, футболист может остановить ногой или головой, то вагон, движущийся по рельсам даже очень медленно, человек не остановит.

Стакан с водой находится на длинной полоске прочной бумаги. Если тянуть полоску медленно, то стакан движется вместе с бумагой. А если резко дернуть полоску бумаги - стакан остается неподвижный.

Теннисный мяч, попадая в человека, вреда не причиняет, однако пуля, которая меньше по массе, но движется с большой скоростью (600—800 м/с), оказывается смертельно опасной.

Если на тело массой m в течение времени t действует сила F и скорость его движения изменяется от v_0 до v , то ускорение движения тела равно: a

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

На основании второго з-на Ньютона для силы F можно написать выражение:

$$F = ma = m \frac{v - v_0}{t}$$

Изменение скорости тела равно:

$$v - v_0 = \frac{Ft}{m}$$

Это значит, что одна и та же сила \vec{F} , действующая в течение одного и того же времени t , вызывает у тел разной массы различные изменения скорости.

Перепишем формулу (1) в таком виде:

$$\vec{F}t = m\vec{v} - m\vec{v}_0 \quad (2)$$

Физическая величина, равная произведению силы на время $\vec{F}t$ её действия, называется импульсом силы.

В правой части этого равенства стоит изменение величины \vec{p} - произведение массы тела на его скорость. **Это произведение называется импульсом тела :**

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

Уравнение (2) – это иначе записанный второй 3-н Ньютона: **изменение импульса тела равно импульсу силы:**

$$\vec{F}t = \Delta\vec{p}$$

Единицы измерения:

$$[Ft] = 1 \text{ Н} \cdot \text{с} \quad [p] = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

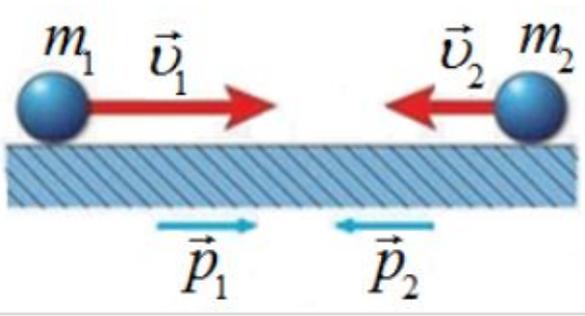
2. Закон сохранения импульса



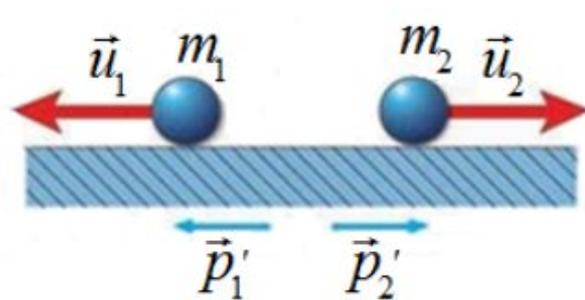
Выясним, как изменяются импульсы двух тел при их взаимодействии.

Обозначим скорости тел массами m_1 m_2 взаимодействия через \vec{w}_1 \vec{w}_2 после взаимодействия — через \vec{u}_1 \vec{u}_2

До взаимодействия



После взаимодействия



По третьему закону Ньютона силы, действующие на тела при их взаимодействии, равны по модулю и противоположны по направлению; поэтому их можно обозначить и \vec{F} $-\vec{F}$

$$\left. \begin{aligned} \vec{F}t &= m_1\vec{u}_1 - m_1\vec{v}_1 \\ -\vec{F}t &= m_2\vec{u}_2 - m_2\vec{v}_2 \end{aligned} \right\}$$

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

Таким образом, *векторная сумма импульсов двух тел до взаимодействия равна векторной сумме их импульсов после взаимодействия.*

Экспериментальные исследования взаимодействий различных тел показали, что *в любой замкнутой системе взаимодействующих между собой тел геометрическая сумма импульсов тел остается неизменной.*

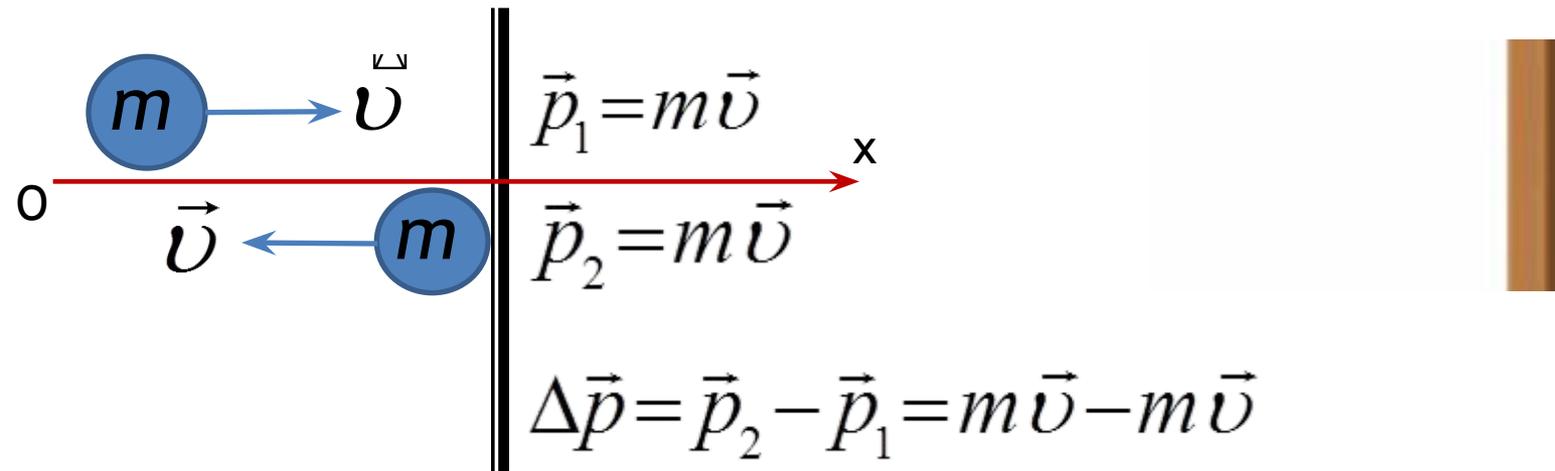
В этом состоит закон сохранения импульса.

Замкнутая система тел- это совокупность тел, взаимодействующих между собой, но не взаимодействующих с другими телами.

Рассмотрим примеры выполнения закона сохранения импульса тел.

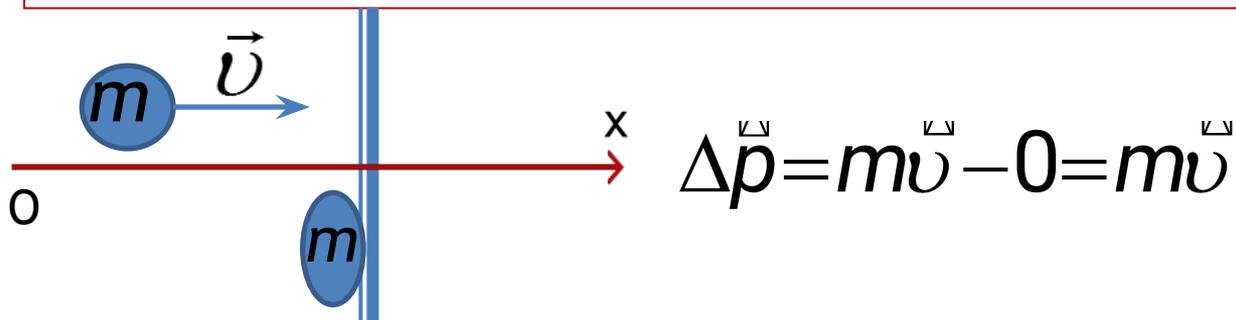
Изменение импульса тела происходит, например, при ударах. При этом различают следующие виды соударений: *абсолютно упругое, неупругое и абсолютно неупругое.*

Абсолютно упругий удар - тело отскакивает с прежней по величине скоростью.

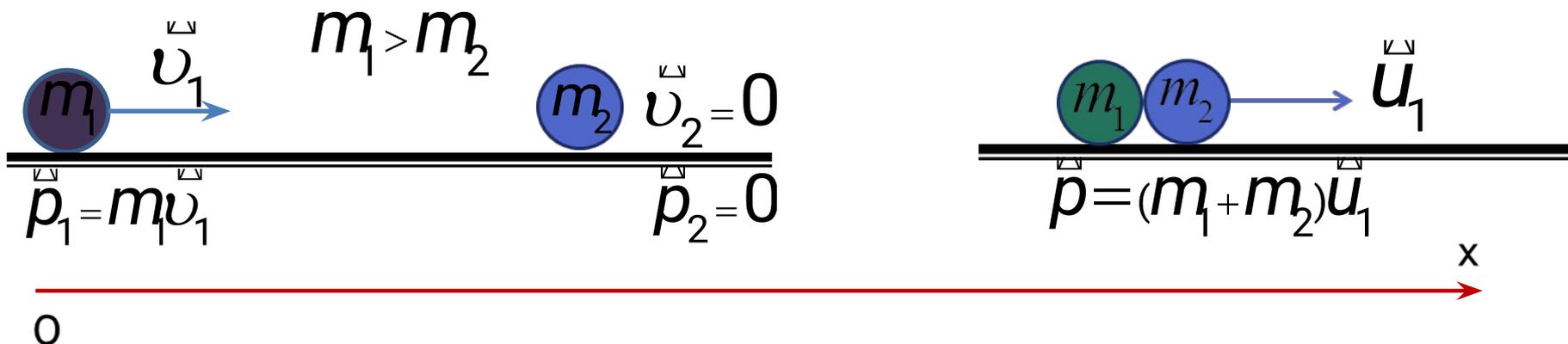


На ось Ox : $\Delta p = m v - m(-v) = 2m v$

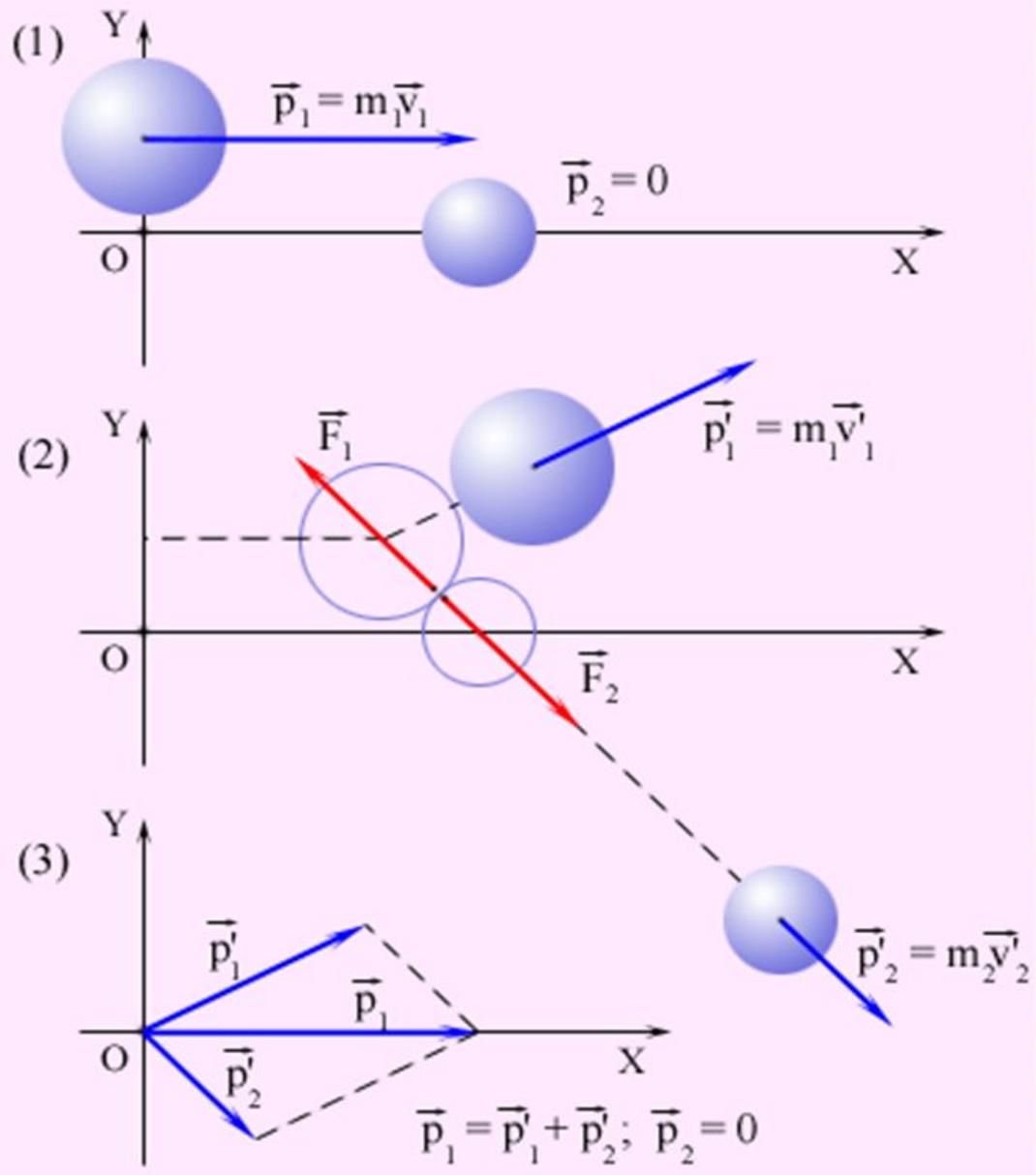
Неупругий удар – тело «прилипает» к стенке.



Абсолютно неупругим ударом называют такое ударное взаимодействие, при котором тела соединяются (слипаются) друг с другом и движутся дальше как одно тело.



На ось $0x$:
$$p = (m_1 + m_2)u_1$$



**Сохранение
импульса тел при
косом абсолютно
упругом ударе.**