

Тема урока: Импульс .

Закон сохранения импульса

Импульсом тела называют векторную физическую величину, равную произведению массы тела на его скорость

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

Единица импульса тела в СИ

килограмм-метр в секунду (1 кг · м/с)

Направление импульса тела совпадает с направлением его скорости

Любое тело, которое движется, обладает импульсом

Замкнутая система (основные понятия)

Предположим, что сталкиваются два шарика движущиеся по столу. Любые взаимодействующие тела, в данном случае шарики, образуют систему

Силы, с которыми тела системы взаимодействуют между собой, называют внутренними силами

Внешними силами называют силы, которые действуют на тела системы со стороны других тел

Если два или несколько тел взаимодействуют только между собой (т. е. не подвергаются воздействию внешних сил), то эти тела образуют

замкнутую систему

Неупругий удар - удар, при котором соударявшиеся тела слипаются и движутся вместе

Diesel		Flatcar	
Vel. (km/hr)	5	Vel. (km/hr)	0
Mom. (kg km/hr)	40 000	Mom. (kg km/hr)	0



Упругий удар - удар, при котором соударявшиеся тела отскакивают друг от друга

Car		Truck	
mass (kg)	1000	mass (kg)	3000
vel. (m/s)	20.0	vel. (m/s)	0.0
mom. (kg m/s)	20 000	mom. (kg m/s)	0



Вывод закона сохранения импульса

В соответствии с третьим законом Ньютона силы F_1 и F_2 , с которыми тела взаимодействуют равны по модулю и направлены в противоположные стороны: $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$

По 2 закону: $m_1 a_1 = -m_2 a_2$

где $a_1 = (\vec{v}_1' - \vec{v}_1) / t$; $a_2 = (\vec{v}_2' - \vec{v}_2) / t$

$m_1 (\vec{v}_1' - \vec{v}_1) / t = -m_2 (\vec{v}_2' - \vec{v}_2) / t$, сократим уравнение на t

$m_1 \vec{v}_1' - m_1 \vec{v}_1 = -(m_2 \vec{v}_2' - m_2 \vec{v}_2)$, преобразовав это равенство, получим:

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

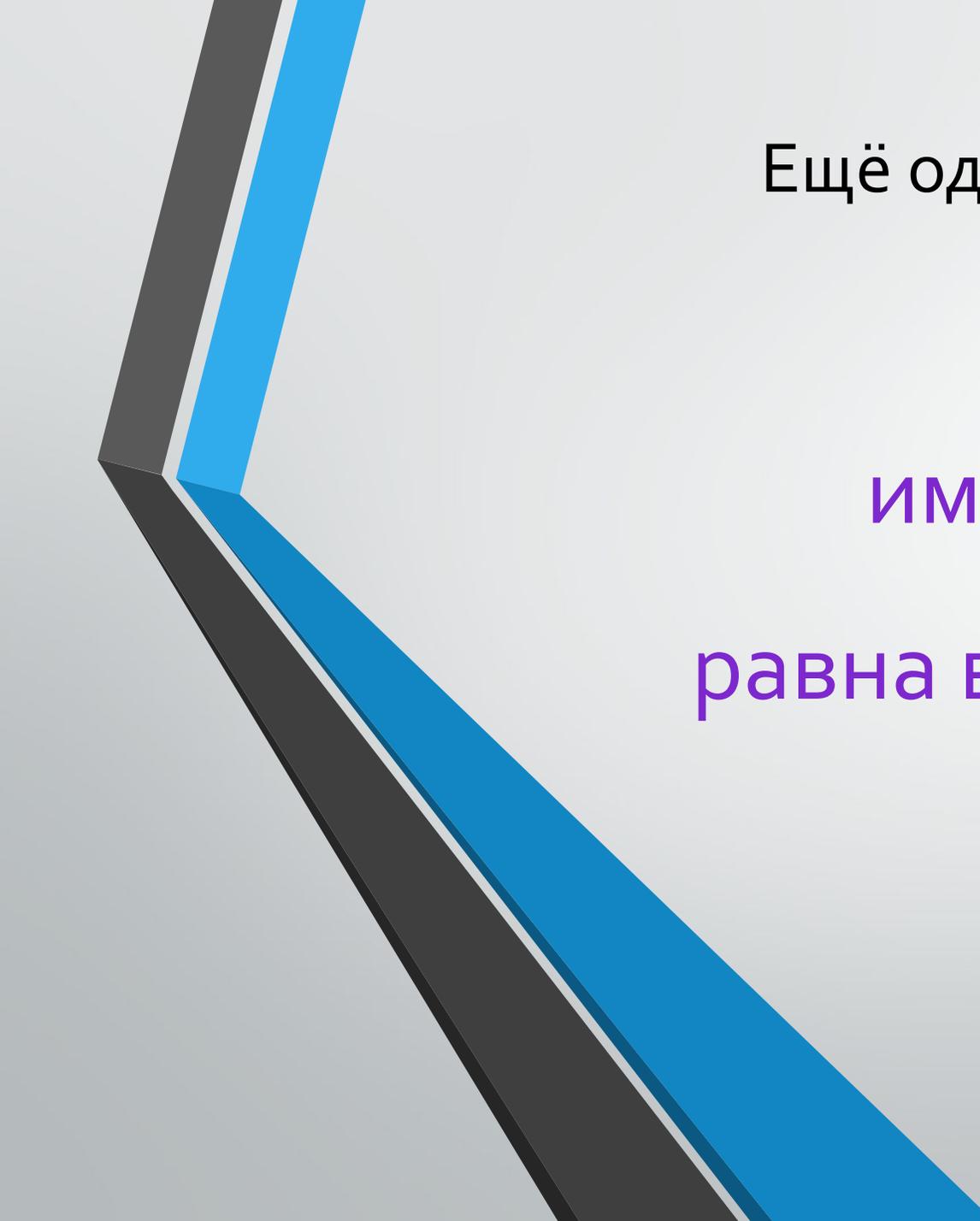
Т.к. $m \vec{v} = \vec{p}$

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2'$$

Закон сохранения импульса

Векторная сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, не меняется с течением времени при любых движениях и взаимодействиях тел этой системы.

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



Ещё одна формулировка закона сохранения

импульса : **Векторная сумма**

импульсов до взаимодействия

равна векторной сумме импульсов

после взаимодействия

Алгоритм решения задач на применение закона сохранения импульса.

1. Необходимо проверить систему взаимодействующих тел на замкнутость.
2. Изобразить на чертеже векторы импульсов тел системы непосредственно перед и после взаимодействия.
3. Записать закон сохранения импульса в векторной форме.
4. Спроецировать векторные величины на оси x и y (выбираются произвольно, но так, чтобы было удобно проецировать).
5. Решить полученную систему скалярных уравнений относительно неизвестных в общем виде.
6. Проверить размерность и сделать числовой расчёт.

Решение задач

1) Тело массы 5 кг развивает скорость $8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Найти импульс тела.

$$\text{Ответ: } P = mV \quad P = 5 \text{ кг} \cdot 8 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 40 \text{ кг} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) Мальчик, ударяя мяч массой 0,7 кг, сообщает ему скорость 15 м/с. Считая продолжительность удара равной 0,02 с, определите силу удара.

$$\begin{aligned} \text{Ответ : } F &= ma & F &= m(v - v_0)/t & v_0 &= 0 & Ft &= mv \\ F &= \frac{mv}{t} & &= \frac{0,7 \text{ кг} \cdot 15 \text{ м}}{0,02 \text{ с}} & &= 525 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} & &= 525 \text{ Н} \end{aligned}$$

3) Из ружья массой 5 кг вылетает пуля массой 5г со скоростью 600 м/с. Найти скорость отдачи ружья.

Дано:

$$m_2 = 5 \text{ кг}$$

$$m_1 = 5 \text{ г}$$

$$V_1 = 600 \text{ м/с}$$

$$V_2 = ?$$

СИ

$$0,005 \text{ кг}$$

Решение :

Отдача при выстреле из ружья.



$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

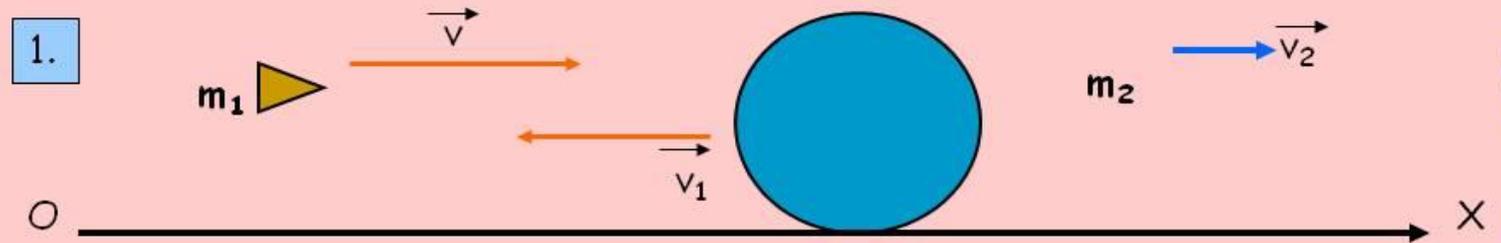
$$0 = m_1 V_1 - m_2 V_2$$

$$m_1 V_1 = m_2 V_2$$

$$V_2 = \frac{m_1 V_1}{m_2} = \frac{0,005 \text{ кг} \cdot 600 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{5 \text{ кг}} = 0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ MyShared

• Какую скорость приобретёт лежащее на льду чугунное ядро, если пуля, летящая горизонтально со скоростью 500 м/с, отскочит от него и будет двигаться в противоположном направлении со скоростью 400 м/с? Масса пули 10 г, масса ядра 25 кг.



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

3. $m_1 v = -m_1 v_1 + m_2 v_2$

4.
$$v_2 = \frac{m_1 v + m_1 v_1}{m_2} = \frac{0,01 \text{ кг} (500 \text{ м/с} + 400 \text{ м/с})}{25 \text{ кг}} = 0,36 \text{ м/с}$$



• На вагонетку массой 800 кг, катящуюся по горизонтальному пути со скоростью 0,2 м/с, насыпали сверху 200 кг щебня. Какой стала после этого скорость вагонетки?

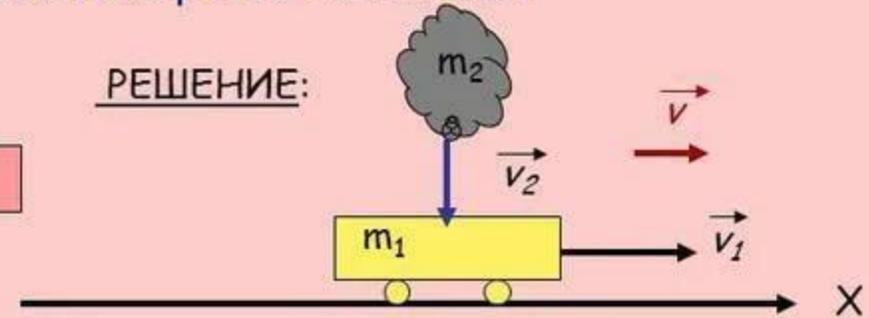
ДАНО:

$$\begin{aligned} m_1 &= 800 \text{ кг} \\ m_2 &= 200 \text{ кг} \\ V_1 &= 0,2 \text{ м/с} \end{aligned}$$

$V - ?$

РЕШЕНИЕ:

1.



2.

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

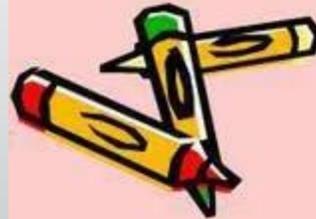
3.

В проекции на ось Ox : $m_1 v_1 + 0 = (m_1 + m_2) v$

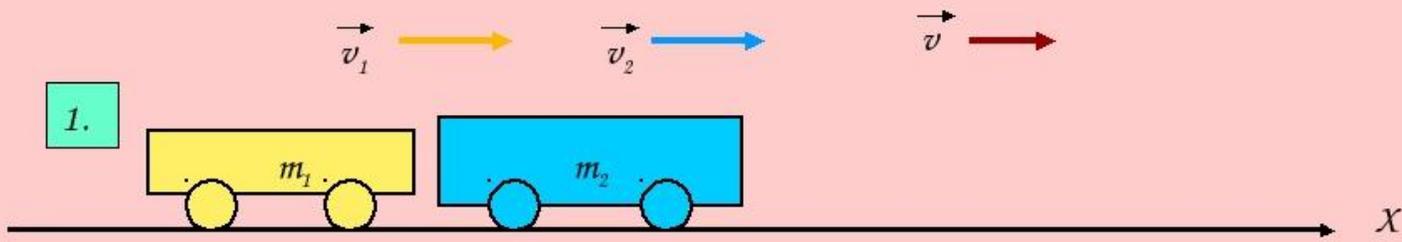
4.

$$V = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{800 \text{ кг} * 0,2 \text{ м/с}}{800 \text{ кг} + 200 \text{ кг}} = 0,16 \text{ м/с}$$

Ответ: 0,16 м/с



• Вагон массой 20 т, движущийся со скоростью 0,3 м/с, нагоняет вагон массой 30 т, движущийся со скоростью 0,2 м/с.
 Какова скорость вагонов после того, как сработает сцепка?



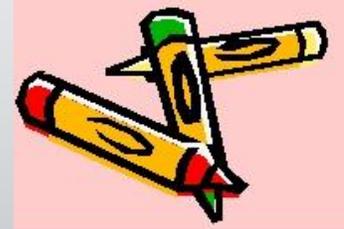
2. $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}$

3. $m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$

4.
$$v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{20\,000 \text{ кг} * 0,3 \text{ м/с} + 30\,000 \text{ кг} * 0,2 \text{ м/с}}{20\,000 \text{ кг} + 30\,000 \text{ кг}} =$$

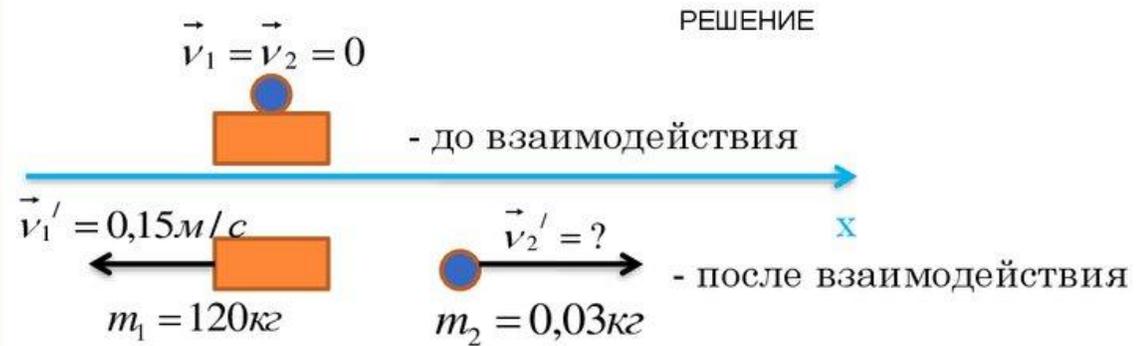
$= 0,24 \text{ м/с}$

ОТВЕТ: 0,24 м/с



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОРМУЛЫ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

Задача: Сани с охотником покоятся на очень гладком льду. Охотник стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда 0,03 кг. Скорость саней после выстрела 0,15 м/с. Общая масса охотника, ружья и саней равна 120 кг. Какова скорость заряда при его вылете из ружья?

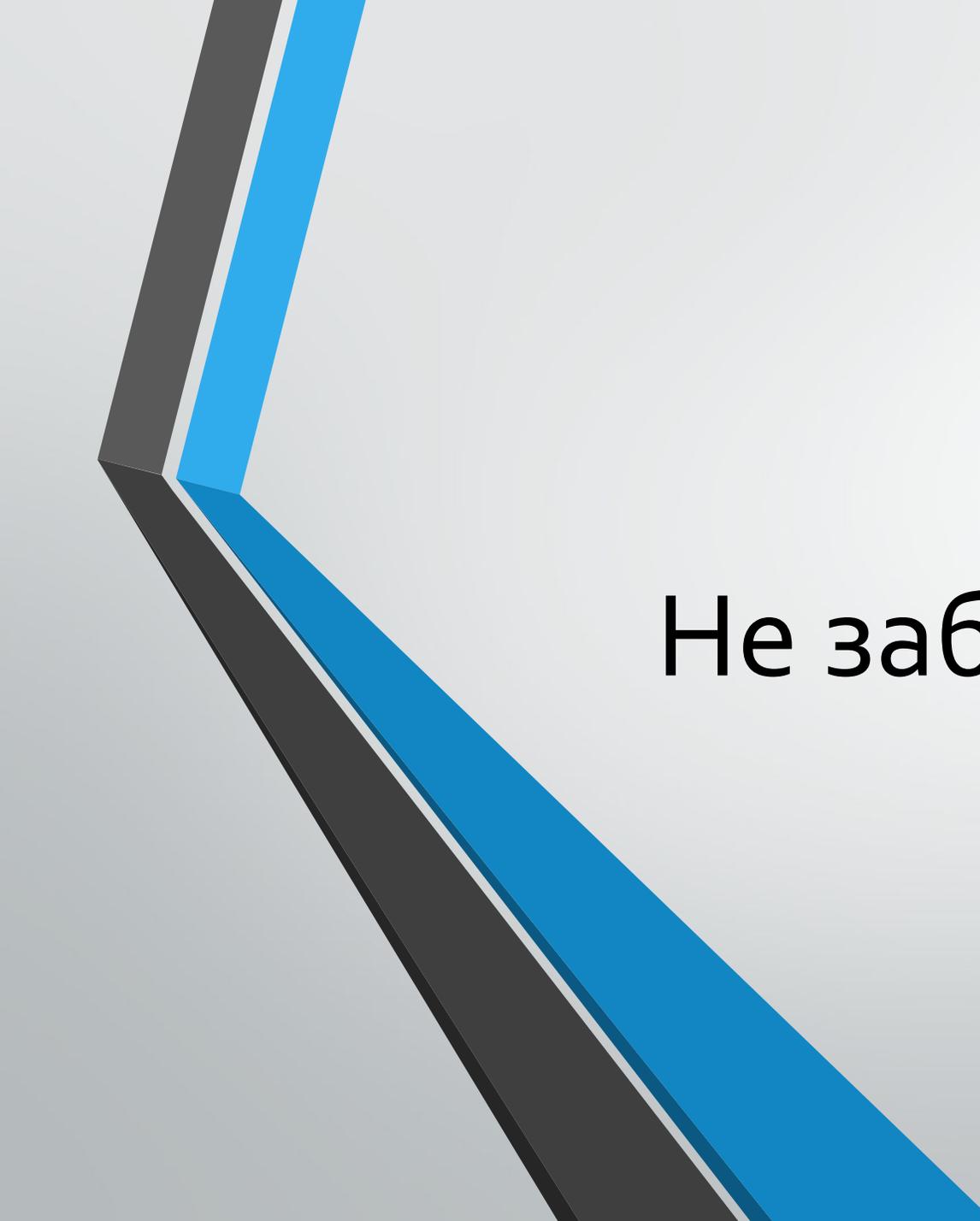


$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'$$

$$\text{ox: } 0 = -m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$v_2' = \frac{m_1 v_1'}{m_2} = 600 \text{ м/с}$$

Ответ : 600 м/с



Спасибо за внимание!

Не забудьте выполнить тест.