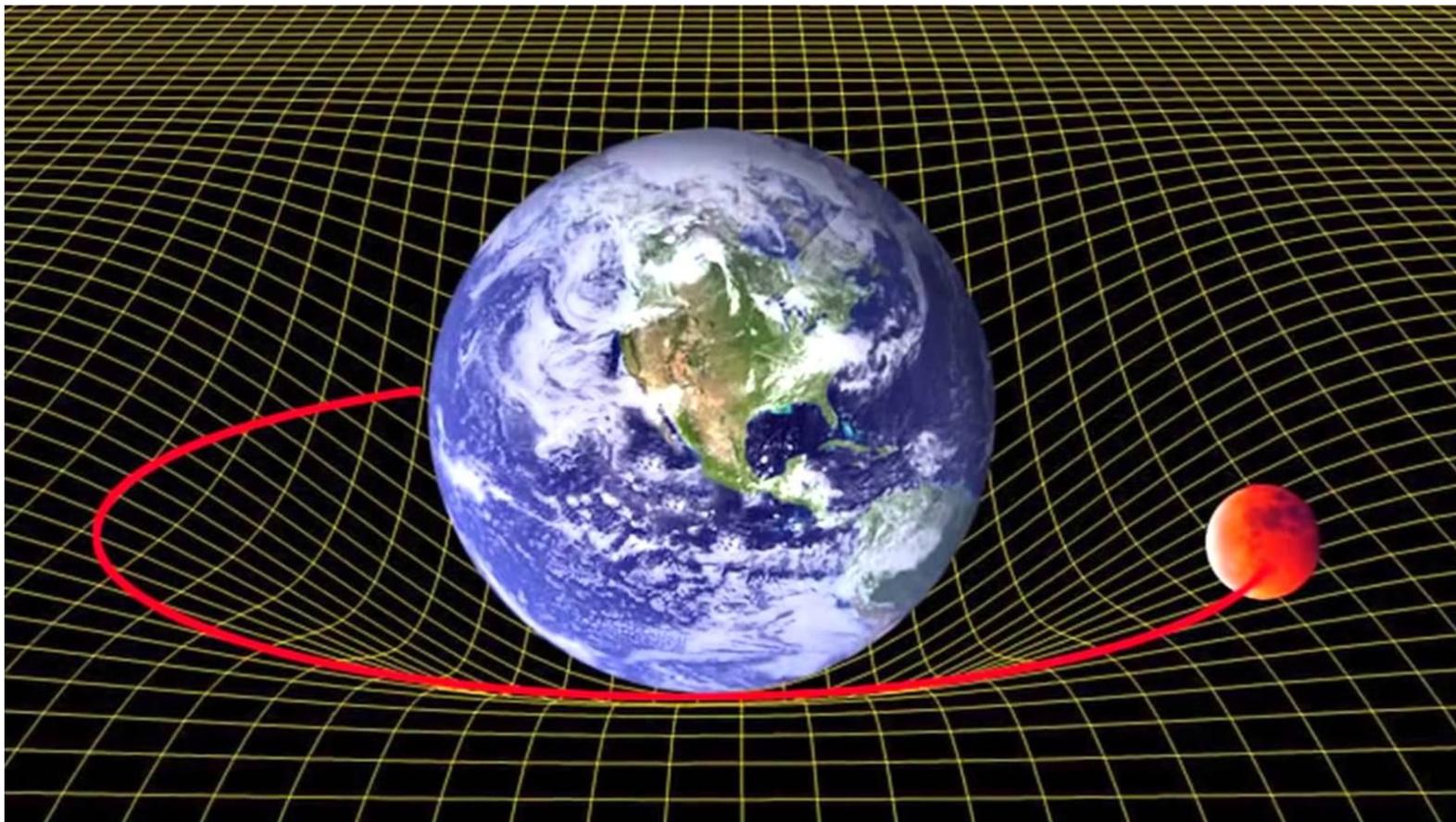


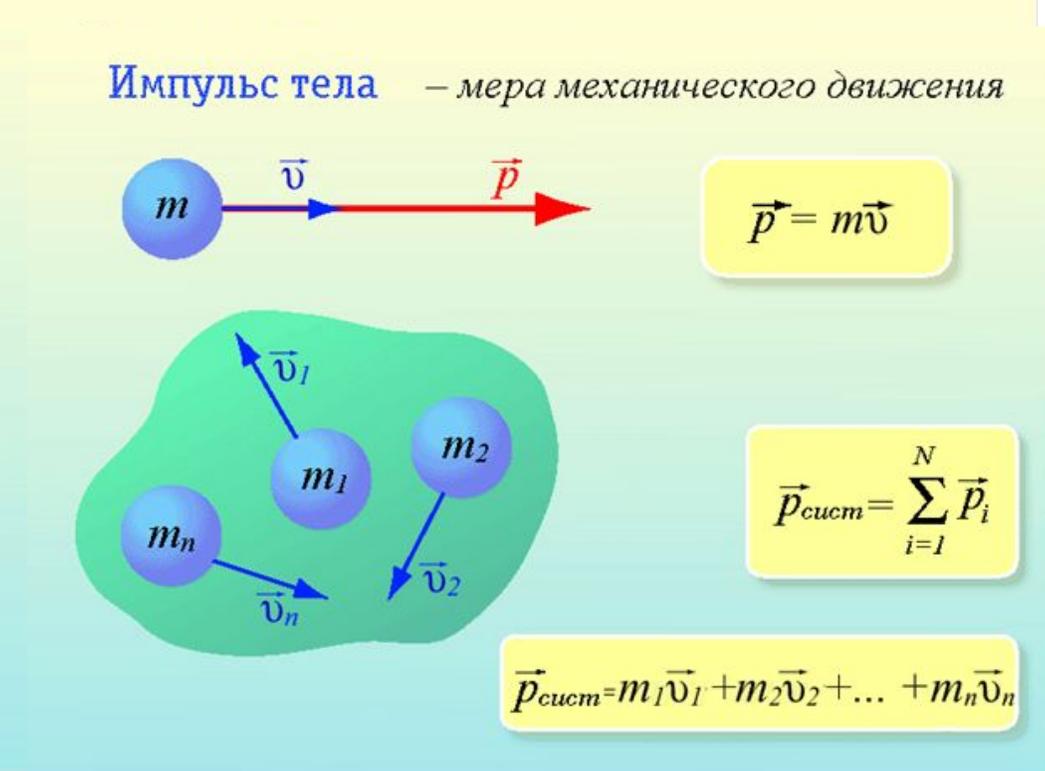
# Закон сохранения импульса



# Импульс материальной точки

**Импульс тела (материальной точки)** - это векторная величина, равную произведению массы тела на его скорость. Единицей измерения импульса в СИ является 1 кг·м/с. Импульс тела направлен в ту же сторону, что и скорость тела.

Импульс тела – мера механического движения



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

$\vec{p}_{\text{сустм}} = \sum_{i=1}^N \vec{p}_i$

$\vec{p}_{\text{сустм}} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + \dots + m_n\vec{v}_n$

**Импульс системы материальных точек** - это вектор, равный сумме импульсов входящих в систему материальных точек

$$\vec{p}_{сист} = \sum_{i=1}^N \vec{p}_i$$

$$\vec{p}_{сист} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n$$

## Изменение импульса

В случае прямолинейного равномерного движения тела постоянной массы импульс тела остается величиной постоянной, если скорость или масса тела в процессе движения меняются, то импульс тела также меняется.

Изменение импульса тела равно:

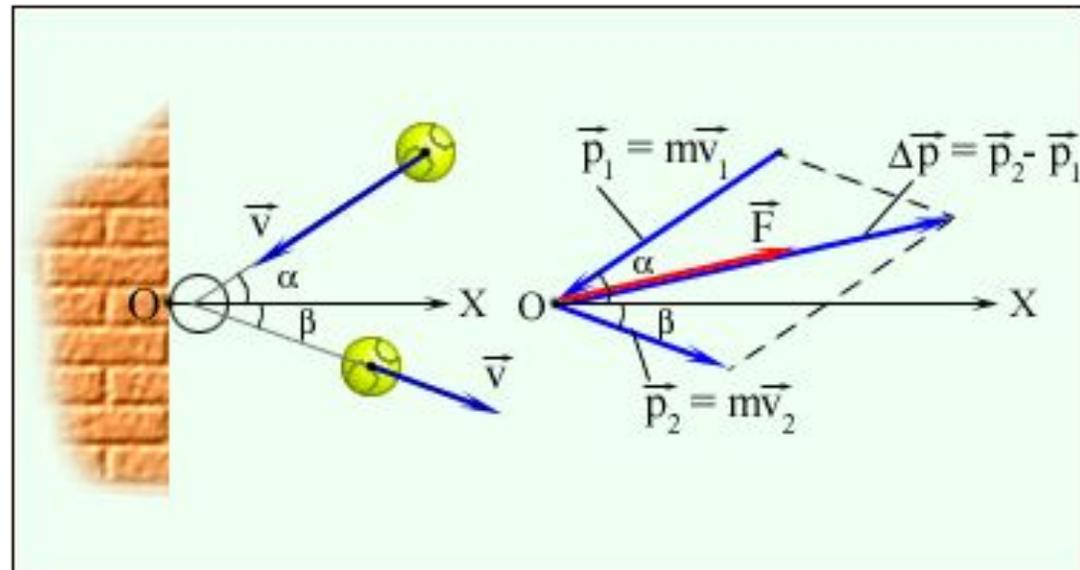
$$\Delta p = F \cdot \Delta t$$

Изменение импульса материальной точки пропорционально приложенной к ней силе и имеет такое же направление, как и сила.

Импульс тела является векторной величиной, и для правильного нахождения изменения импульса тела необходимо применять правила вычитания векторов.

Если величина скорости тела при ударе не меняется, удар называется *абсолютно упругим*. В этом случае угол падения тела на стенку равен углу отражения тела .

**Абсолютно неупругим** называется такое столкновение, после которого, оба сталкивающихся тела движутся как единое целое и тем самым приобретают одинаковые скорости.



# Закон сохранения импульса

При взаимодействии тел импульс одного тела может частично или полностью передаваться другому телу.

Если на систему тел не действуют внешние силы со стороны других тел, то такая система называется **замкнутой**.

В замкнутой системе векторная сумма импульсов всех тел, входящих в систему, остается постоянной при любых взаимодействиях тел этой системы между собой.

Геометрическая (векторная) сумма импульсов взаимодействующих тел, составляющих замкнутую систему, остается неизменной.

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

$m_1, m_2$  – массы взаимодействующих тел, кг

$\vec{v}_1, \vec{v}_2$  – скорости тел до столкновения, м/с

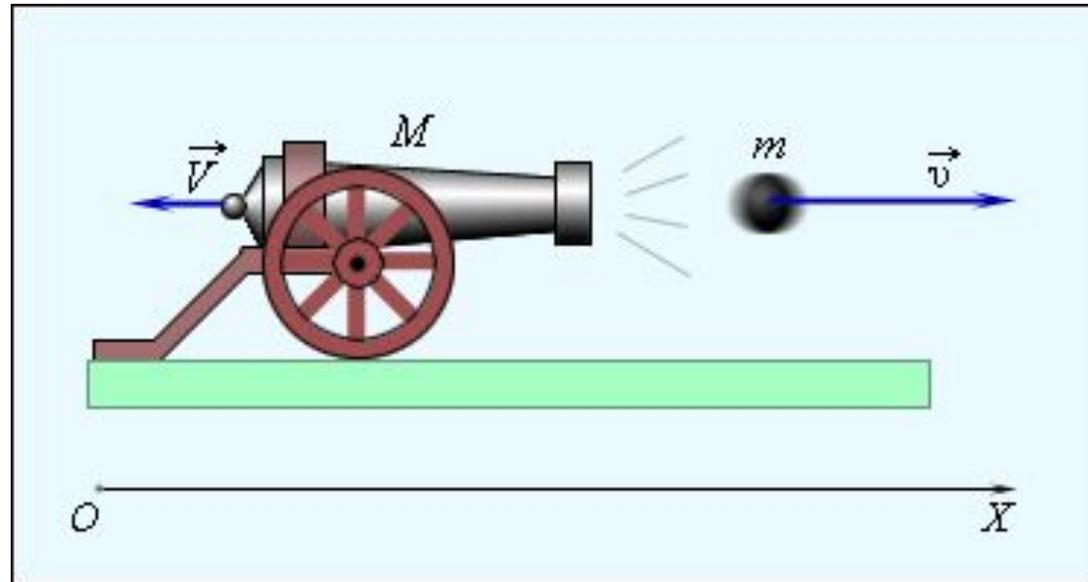
$\vec{v}_1', \vec{v}_2'$  – скорости тел после столкновения, м/с

Это равенство означает, что в результате взаимодействия двух тел их суммарный импульс не изменился. Рассматривая теперь всевозможные парные взаимодействия тел, входящих в замкнутую систему, можно сделать вывод, что внутренние силы замкнутой системы не могут изменить ее суммарный импульс, т. е. векторную сумму импульсов всех тел, входящих в эту систему.

Этот фундаментальный закон природы называется *законом сохранения импульса*. Он является следствием из второго и третьего законов Ньютона.

При стрельбе из орудия возникает отдача – снаряд движется вперед, а орудие – откатывается назад. Снаряд и орудие – два взаимодействующих тела. Скорость, которую приобретает орудие при отдаче, зависит только от скорости снаряда и отношения масс. Если скорости орудия и снаряда обозначить через  $V$  и  $v$  а их массы через  $M$  и  $m$ , то на основании закона сохранения импульса можно записать в проекциях на ось  $Ox$ :

$$M \cdot V + m \cdot v = 0 \quad \text{Отсюда: } V = - m \cdot v / M$$



# Задачи

1. Два шара с массами 0,5 кг и 0,3 кг движутся по гладкой горизонтальной поверхности навстречу друг другу со скоростями 2 м/с и 4 м/с. Найдите их скорость после центрального абсолютно неупругого удара.

Дано:

$$m_1 = 0,5 \text{ кг}$$

$$m_2 = 0,3 \text{ кг}$$

$$v_1 = 2 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 4 \text{ м/с}$$

Найти:  $v$  - ?

Решение:

Согласно закону сохранения импульса:  $m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2) v$

Т.к. при проекции на ось OX направление скорости одного из шаров отрицательно, то

$$v = m_1 \cdot v_1 - m_2 \cdot v_2 / m_1 + m_2 = 0,5 \cdot 2 - 0,3 \cdot 4 / 0,5 + 0,3 = - 0,25 \text{ м/с}$$

# Задачи

2. Неподвижный вагон массой  $2 \cdot 10^4$  кг сцепляется с платформой массой  $3 \cdot 10^4$  кг. До сцепки платформа имела скорость 1 м/с. Какова скорость вагона и платформы после их сцепки?

*Решение:*  $m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2) v$

Отсюда  $v = m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 / m_1 + m_2 = 2 \cdot 10^4 \cdot 0 + 3 \cdot 10^4 \cdot 1 / (2 + 3) \cdot 10^4 = 0,6$  м/с

## Домашнее задание

На платформу массой 300 кг, движущейся по горизонтальному пути со скоростью 0,1 м/с, насыпали 150 кг щебня. Какой стала скорость платформы?