

Импульс тела.

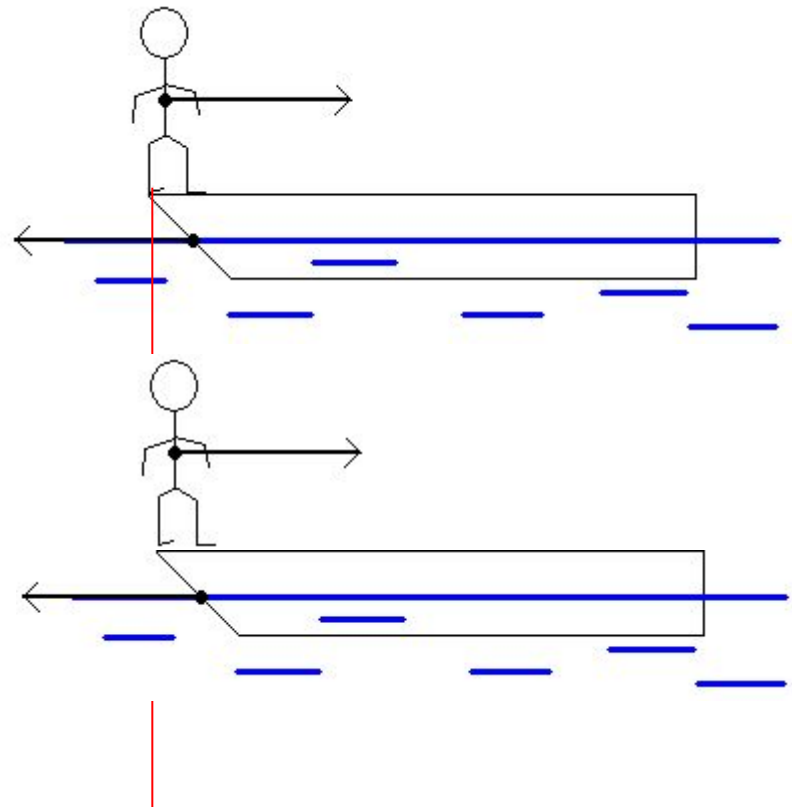
Закон сохранения импульса



Актуализация знаний

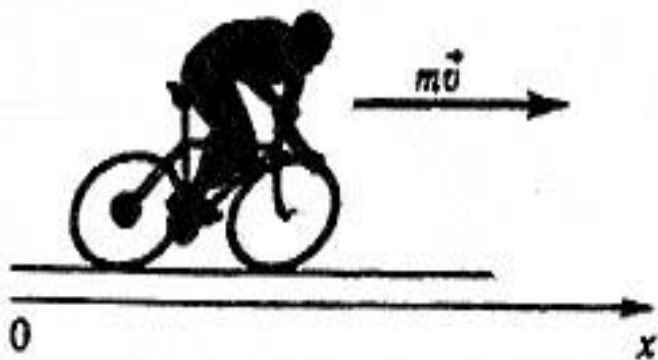
Человек переходит с носа лодки на ее корму. Что произойдет в данном случае?

Лодка начнет двигаться в направлении, противоположном направлению движения человека.



ИМПУЛЬС – это векторная физическая величина, которая определяется произведением массы тела на его скорость

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



Данная физическая величина, впервые была введена французским математиком, Рене Декартом, и называлась «количество движения».

Рассмотрим формулу, выражающую связь импульса с другими величинами, например, с кинетической энергией: т.к. $V=p/m$, а $W_k=mV^2/2$, то после преобразований, получаем, что $W_k=p^2/2m$.

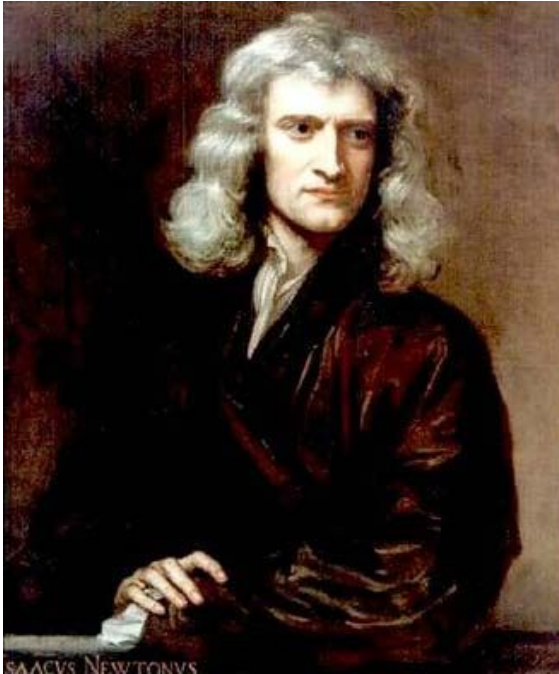
\vec{p} — импульс тела
(количество движений) кг·м/с

m — масса тела кг

\vec{v} — скорость тела м/с

Вектор импульса тела направлен так же как и вектор скорости

Второй закон Ньютона.



$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Геометрическая сумма сил, действующих на тело, равна произведению массы тела на сообщаемое ускорение.

Исаак НЬЮТОН

1642 - 1727



Второй закон Ньютона в импульсном виде.

$$\vec{F}=m\vec{a}; \quad \vec{F}=m(\Delta\vec{V}/t); \quad \vec{F}t=m(\vec{V}-\vec{V}_0); \quad \vec{F}t=m\vec{V}-m\vec{V}_0;$$
$$\vec{F}t=\vec{p}-\vec{p}_0,$$

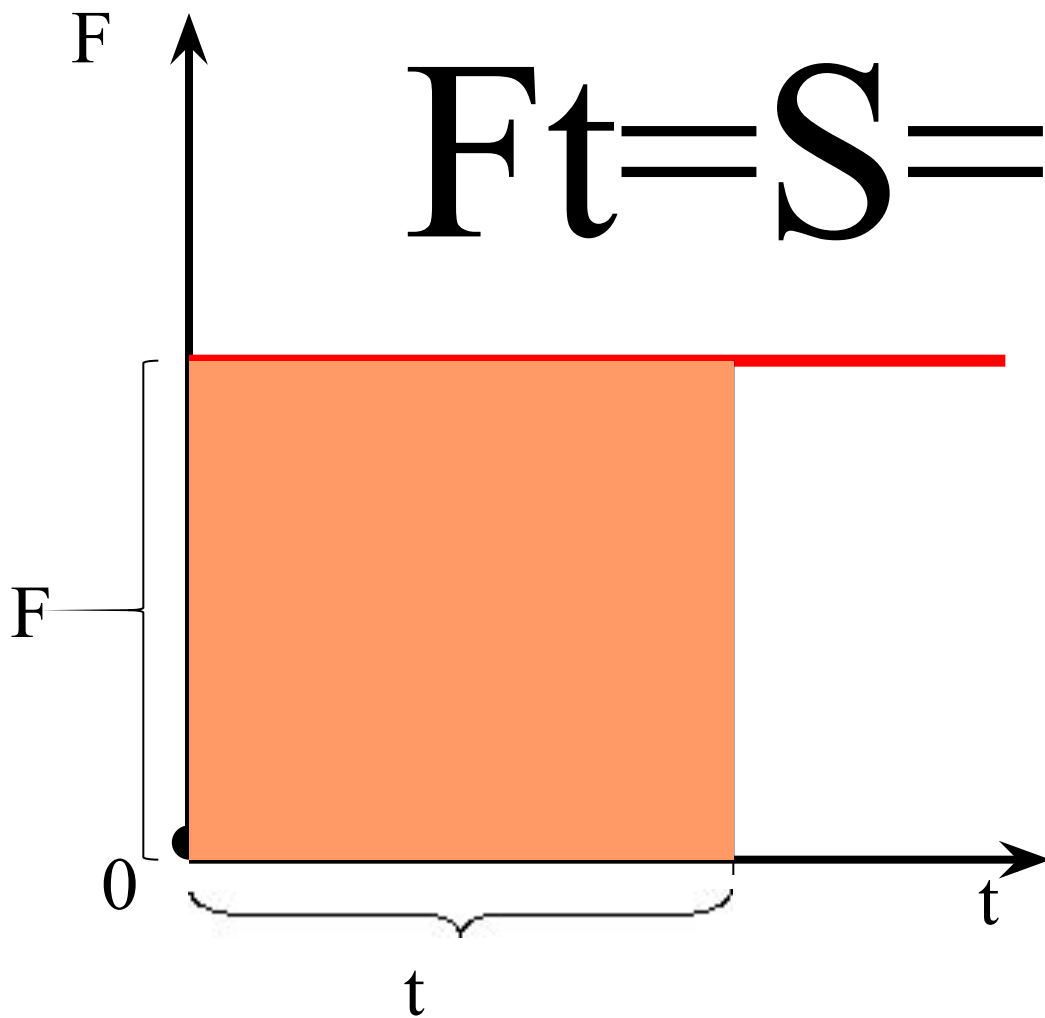
$$\vec{F}t=\Delta\vec{p}.$$

1687 год вошел навсегда в историю физики как год выхода в свет выдающегося труда профессора Кембриджского университета Исаака Ньютона



Графическая интерпретация
второго закона Ньютона в импульсной форме:

$$Ft = S = \Delta p$$



Закон сохранения импульса

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

$m_1 \vec{v}_1$ и $m_2 \vec{v}_2$ — импульсы тел
до взаимодействия кг · м / с
 $m_1 \vec{v}_1'$ и $m_2 \vec{v}_2'$ — импульсы тел
после взаимодействия кг · м / с

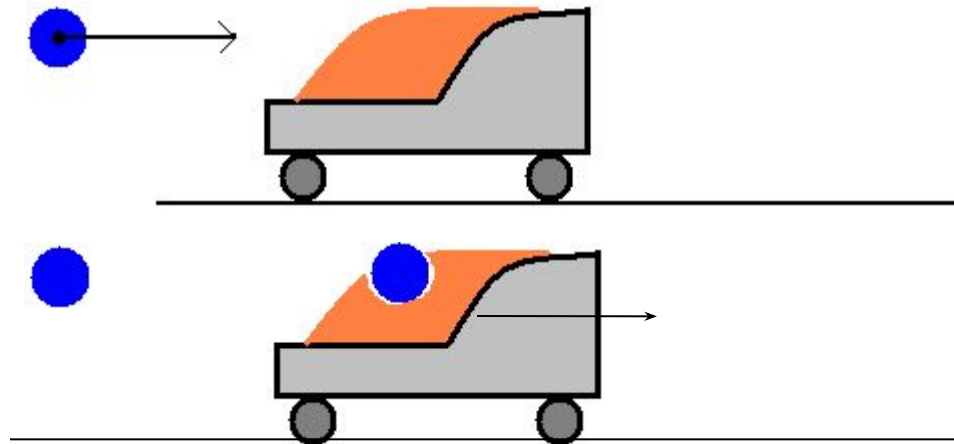
$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2'$$

В замкнутой системе **векторная сумма** импульсов тел **до взаимодействия** равна **векторной сумме импульсов** тел **после взаимодействия**

Неупругое взаимодействие

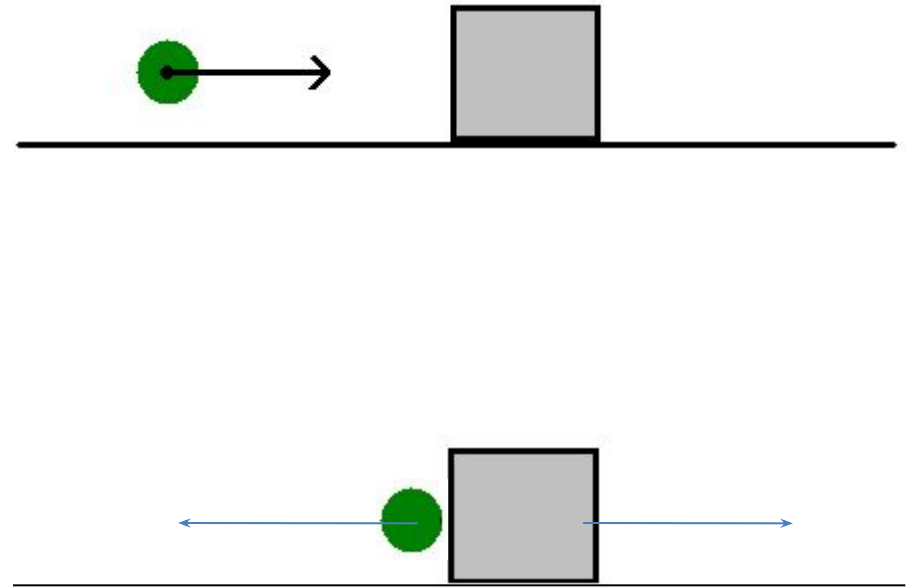
Снаряд, имеющий горизонтальную скорость, попадает в неподвижный вагон с песком и застревает в нем. Вагон начнет двигаться в направлении скорости снаряда.

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

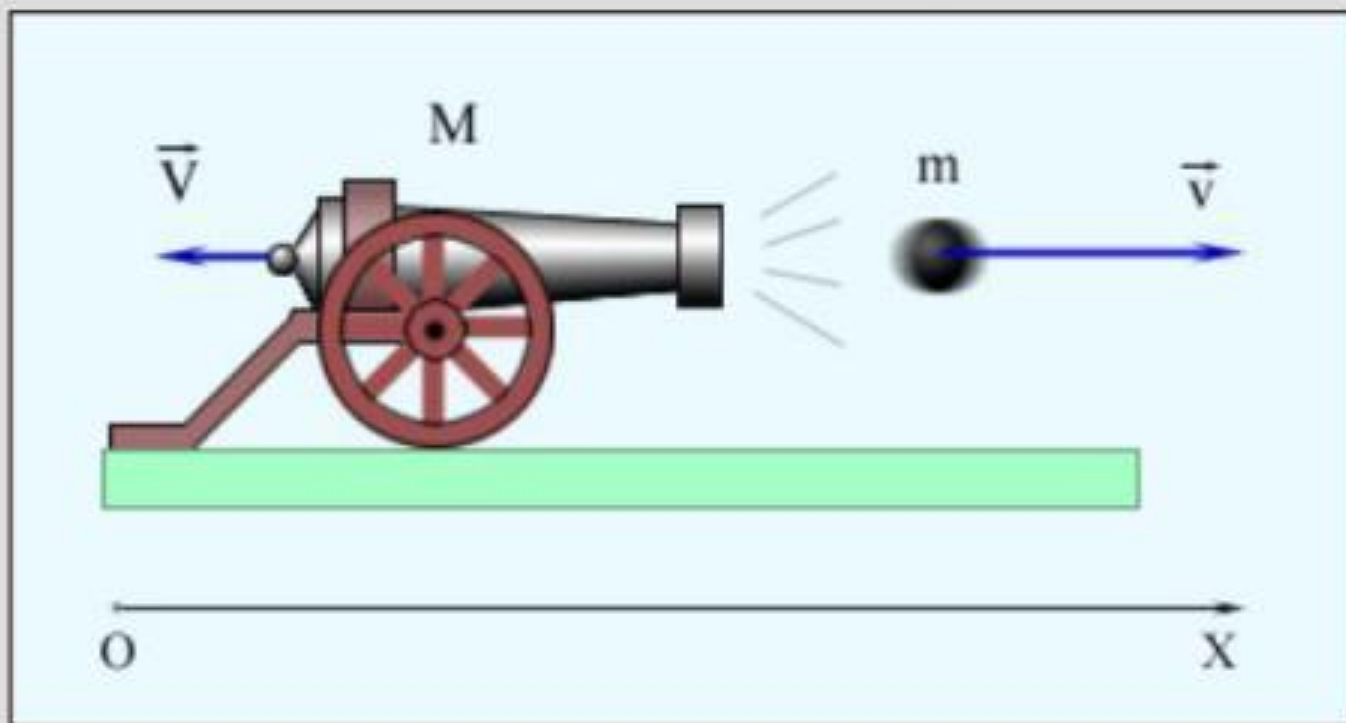


Абсолютно упругое взаимодействие

Стальная пуля, летящая горизонтально, попадает в центр боковой грани неподвижного стального куба – После столкновения стальная пуля и стальной куб начнут движение в противоположные стороны



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



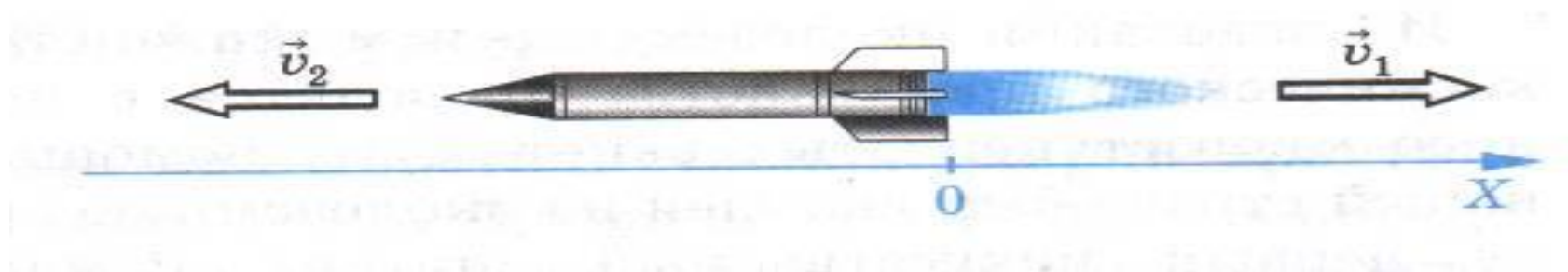
$$0 = MV + mv$$

$$V = \frac{mv}{M}$$

На принципе отдачи основано реактивное движение

Движение, возникающее при отделении от тела с какой-либо скоростью некоторой его части, называется реактивным движением.

В ракете при сгорании топлива газы, нагретые до высокой температуры, выбрасываются из сопла с большой скоростью относительно ракеты



Алгоритм решения задач на закон сохранения импульса

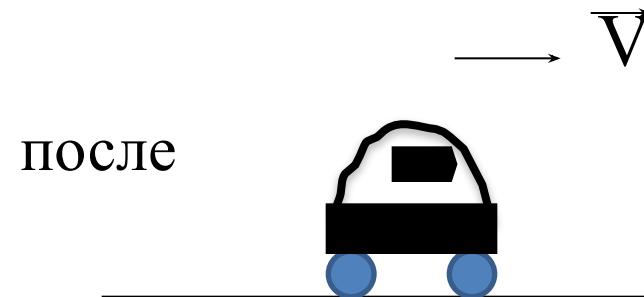
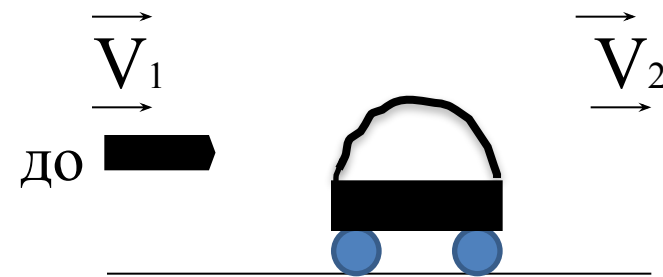
- ВЫБЕРИТЕ

1. систему тел

2. Два (или больше) состояния этой системы – до и после взаимодействия

снаряд + платформа с

песком



Запишите

выражение для импульса системы
этих состояний

I сост.

$$m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2$$

II сост.

$$(m_1 + m_2) \vec{V}$$

Уясните, является ли данная система
замкнутой (консервативной)

Замкнутая
система
тел

Найдите

изменение импульса (энергии, заряда
системы)

$$\Delta \vec{p} = (m_1 + m_2) \vec{V} - (m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2)$$

Приравняйте

его а) нулю, если система замкнута

б) импульсу (работе) внешних сил (или внесенному заряду),
если система не замкнута

$$\Delta \vec{p} = 0$$
$$(m_1 + m_2) \vec{V} = m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2$$

Найдите

неизвестную величину

Пример решения задачи

Снаряд массой 50 кг, летящий параллельно рельсам со скоростью 400 м/с, попадает в движущуюся платформу с песком и застревает в нем. Масса платформы с песком 20 т. С какой скоростью будет двигаться платформа после попадания снаряда, если она катилась в сторону движения снаряда со скоростью 2 м/с?

Дано:

$$m_1 = 50 \text{ кг}$$

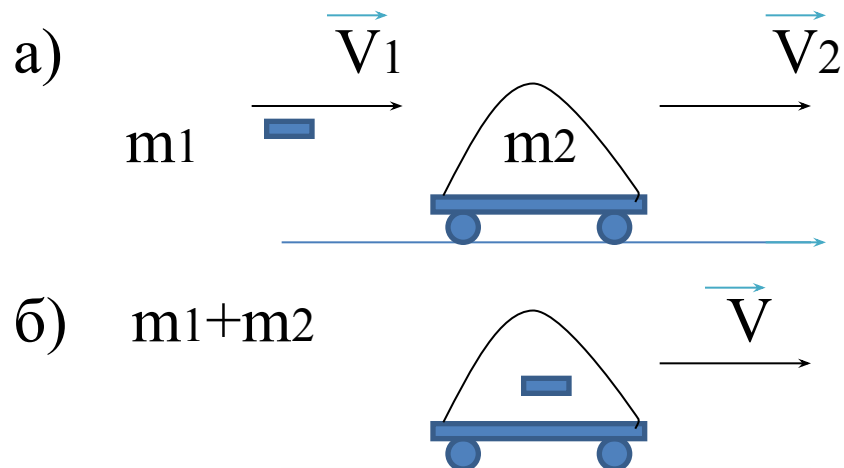
$$V_1 = 400 \text{ м/с}$$

$$m_2 = 20 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$V_2 = 2 \text{ м/с}$$

$V = ?$

Решение:



Изобразим состояние системы до взаимодействия (рис. а) и после него (рис. б).

По закону сохранения импульса, так как система замкнутая:

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

В проекции на ось X

$$m_1 V_{1x} + m_2 V_{2x} = (m_1 + m_2) V_x,$$

$$V_x = \frac{m_1 V_{1x} + m_2 V_{2x}}{m_1 + m_2}$$

$$[V_x] = \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\text{кг}} = \text{м/с}$$

Учитывая, что $m_2 \ll m_1$:

$$m_1 + m_2 = m_2 \text{ и } V = \frac{m_1 V_1 + m_2 V_2}{m_2},$$

$$V_x = \frac{50 \cdot 400 + 2 \cdot 10000 \cdot 2}{2 \cdot 10000} = 3(\text{м/с}).$$

Ответ: $V=3$ м/с.



Задание на дом:

1. Материал со слайдов №№1,3,7,8,10,11,15,16 законспектировать в тетрадь;
2. Два шара, массы которых $m_1 = 0,5$ кг и $m_2 = 0,2$ кг, движутся по гладкой горизонтальной поверхности навстречу друг другу со скоростями $v_1 = 1$ м/с и $v_2 = 4$ м/с. Определите их скорость v после центрального абсолютно неупругого столкновения.
Проверю на уроке.

Используемая литература:

1. Мякишев, Г. Я., Буховцев, Б. Б., Сотский, Н. Н. Физика – 10 – М. : Просвещение, 2013
3. Рымкевич, А. П. Физика. Задачник - 10 – 11 : Изд. 10-е, стереотип. – М. : Дрофа, 2006.
4. Сауров, Ю. А. Модели уроков - 10 : кн. для учителя. – М. : Просвещение, 2005.

Интернет ресурсы

- www.1september.ru
- hpt4web.ru

