

Импульс тела.  
Закон сохранения импульса



## Рене Декарт



Понятие импульса было введено в физику французским ученым Рене Декартом (1596 - 1650 гг), который назвал эту величину «количеством движения»:

« Я принимаю, что во вселенной... Есть известное количество движения, которое никогда не увеличивается, не уменьшается, и, таким образом, если одно тело приводит в движение другое, то теряет столько своего движения, сколько его сообщает».

▣ Второй закон Ньютона

▣  $\vec{F} = m\vec{a}$

▣  $\vec{a} = (\vec{v} - \vec{v}_0) / t$

▣  $\vec{F}t = m\vec{v} - m\vec{v}_0$

▣  $\vec{p} = m\vec{v}$  - импульс тела

▣  $\vec{p} = \text{кг м/с}$  СИ

▣  $\vec{F}t$  - импульс силы.

▣  $m\vec{v} - m\vec{v}_0$  - изменение импульса  
тела

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

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

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

*Второй закон Ньютона в  
импульсной форме:*

*Импульс силы равен  
изменению импульса  
тела.*




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




The diagram shows a black silhouette of a Diesel engine on the left and a black silhouette of a Flatcar on the right, both on a yellow track. The Diesel engine is positioned to the left of the Flatcar, and they are facing each other as if about to collide.

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



The diagram shows a red car on the left and a grey truck on the right, both on a road. The truck is carrying a large red sign that says "MOMENTUM TRANSFER". The car is facing the truck, and they are positioned as if about to collide.

## 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

- Если два или несколько тел взаимодействуют только между собой ( не подвергаются воздействию внешних сил), то эти тела образуют **замкнутую систему**.
- Импульс каждого из тел, входящих в замкнутую систему может меняться в результате их взаимодействия друг с другом.
- Для описания существует очень важный закон – закон сохранения импульса.



## 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:  $m_1 \vec{a}_1 = -m_2 \vec{a}_2$

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

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

$$\vec{m}_1 \vec{v}_1 + \vec{m}_2 \vec{v}_2 = \vec{m}_1 \vec{v}_1' + \vec{m}_2 \vec{v}_2'$$

# Реактивное движение

Реактивное

движение —



которое

отделения

его

это движение,

возникает при

от тела некоторой

части с

*Реактивное движение, например, выполняет ракета.*



*Продукты сгорания при вылете получают относительно ракеты некоторую скорость. Согласно закону сохранения импульса, сама ракета получает такой же импульс, как и газ, но направленный в другую сторону. Закон сохранения импульса нужен для расчета скорости ракеты.*

# *Реактивное движение в живой природе:*

*Реактивное движение присуще медузам, кальмарам, осьминогам и другим живым организмам.*



Реактивное движение можно обнаружить и в мире растений. В южных странах и на нашем побережье Черного моря произрастает растение под названием «бешеный огурец». При созревании семян внутри плода создается высокое давление в результате чего плод отделяется от подложки, а семена с большой силой выбрасываются наружу.



Сами огурцы при этом отлетают в противоположном направлении. Стреляет «бешеный огурец» более чем на 12 метров.

*В технике реактивно  
движение встречается  
на речном  
транспорте  
(катер с  
водометным  
двигателем),  
в авиации,  
космонавтике  
военном деле.*



# Решение задач

1) Тело массы 5 кг развивает скорость 8 м .  
с

Найти импульс тела.

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

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

$$\text{Ответ : } F = ma \quad F = m(v - v_0)/t \quad v_0 = 0 \quad Ft = mv$$

$$F = \frac{mv}{t} = \frac{0,7 \text{ кг} \cdot 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{0,02 \text{ с}} = 525 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = 525 \text{ Н}$$