

# ИМПУЛЬС ТЕЛА

Причиной изменения скорости тела является действие на него силы  $F$ , при этом тело не может изменить свою скорость мгновенно.

Следовательно, изменение скорости зависит не только от силы но и от времени ее действия

Выясним зависимость изменения скорости тела от силы действующей на него и времени действия этой силы при равноускоренном движении тела из состояния покоя :

Согласно второму закону Ньютона:

$$F = ma$$

Ускорение тела при  
равноускоренном движении из  
состояния покоя равно:

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

подставим вместо ускорения его  
значение и получим:

$$F = m \cdot \frac{v}{t}$$

Преобразуем данное выражение

$$t \cdot F = m \cdot v$$

# Рассмотрим полученное выражение

$$t \cdot F = m \cdot v$$



Физическая величина,  
равная произведению силы,  
действующей на тело, и  
времени ее действия  
называется

**ИМПУЛЬС СИЛЫ**



Физическая величина,  
равная произведению  
массы тела и его скорости  
называется

**ИМПУЛЬС ТЕЛА**

$$p = mv$$

**Импульс тела** – векторная физическая величина характеризующая количество движения.

Направление вектора импульса тела совпадает с направлением скорости тела.

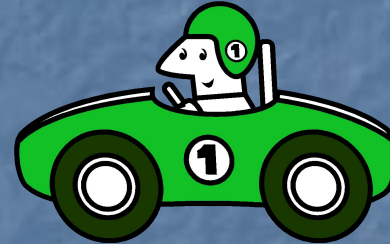


Если скорость тела равна нулю,

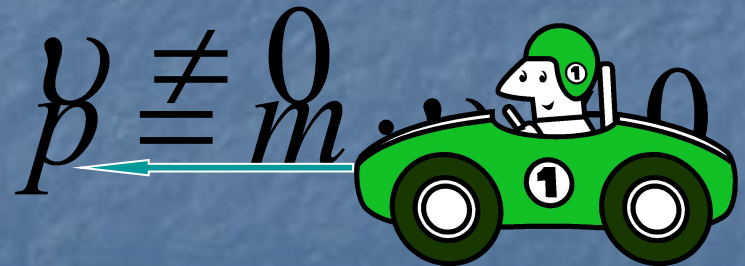
$$v = 0$$

то его импульс  
равен нулю,

$$p = m \cdot v = m \cdot 0 = 0$$



Если тело обладает скоростью, то его импульс  
не равен нулю,

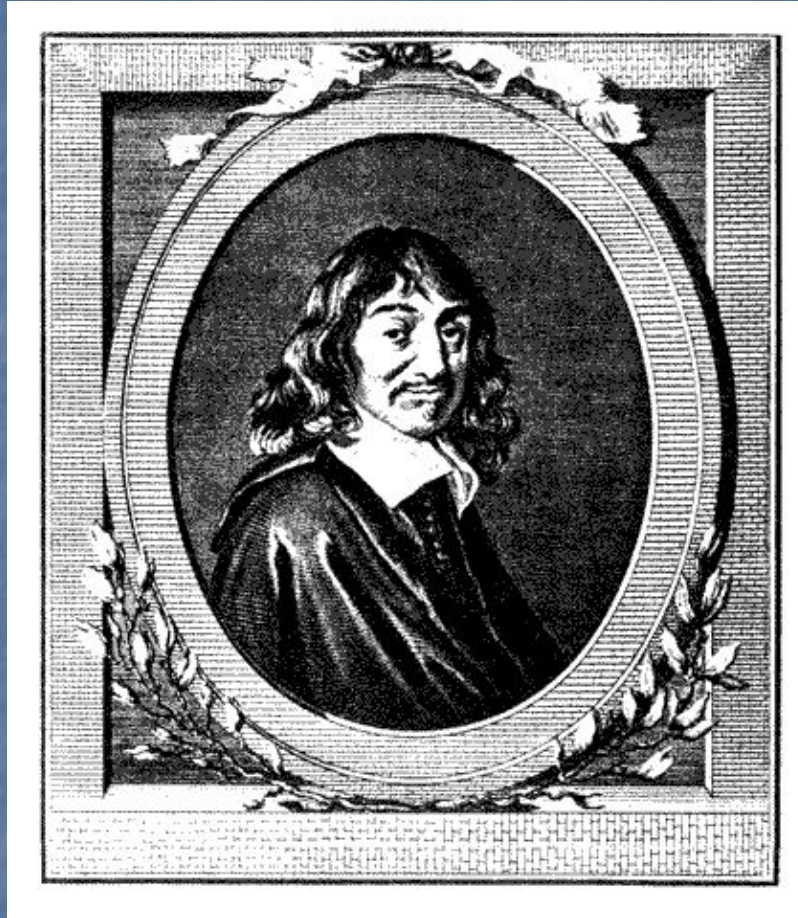


Единицей измерения импульса в СИ  
является

килограмм-метр в секунду

$$[p] = [m \cdot v] = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} = \text{кг} \cdot \text{м/с}$$

Понятие импульса было введено в физику французским ученым Рене Декартом (1596-1650).



**пример**



# Закон сохранения импульса

“Я принимаю, что во Вселенной, во всей созданной материи 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”.

Рене Декарт.

С другой стороны мы знаем третий закон Ньютона:

Сила с которой взаимодействуют два любые тела, всегда равны по величине и противоположны по направлению.

Два этих утверждения не могут быть не взаимосвязаны так, как описывают одно и тоже взаимодействие.

## Докажем эту взаимосвязь.

Согласно третьему закону Ньютона, силы взаимодействия между двумя телами равны:

$$F_1 = F_2$$

Умножим правую и левую части равенства на время взаимодействия.

$$t \cdot F_1 = F_2 \cdot t$$

Получим в правой и левой части равенства импульсы сил которые сообщаются этим телам, а импульсы сил равны импульсам тел полученных во время их взаимодействия.

$$p_1 = p_2$$

В более общем виде данное выражение выглядит следующим образом:

$$p_1 + p_2 = p_1' + p_2'$$

При взаимодействии двух тел их общий импульс остается неизменным (т.е. сохраняется)

Данный закон является фундаментальным законом природы.

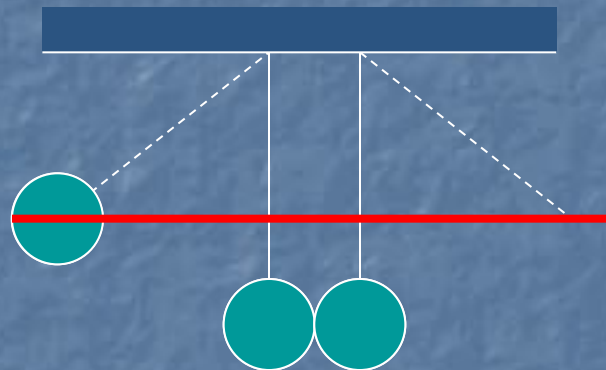
Закон сохранения импульса используется в случаях когда взаимодействие тел нельзя описать с помощью законов Ньютона, т. е. при долговременных или кратковременных взаимодействиях.



Для демонстрации закона сохранения импульса тела рассмотрим опыт.

Подвесим на тонких нитях два одинаковых шарика

Отведем один из шариков в сторону



Мы видим что после столкновения левый шар остановился, а правый пришел в движение.

Высота подъема правого шара, равна высоте на которую отклонили левый шар.

Это говорит о том, что левый шар отдал весь свой импульс правому шару.

**пример**

# Примеры решения задач.

**Импульс тела**

**Закон сохранения  
импульса тела**

**[В оглавление](#)**

Чему равен импульс космического корабля, движущегося со скоростью 8 км/с? Масса корабля 6,6 т.

Дано:	СИ
$v = 8 \text{ км/с}$	$8000 \text{ м/с}$
$m = 6,6 \text{ т}$	$6600 \text{ кг}$
<hr/>	
$p - ?$	

Решение:

$$p = mv =$$
$$= 6600 \text{ кг} \cdot 8000 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 52800000 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

Ответ:  $52800000 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$



Когда человек подпрыгивает, то, отталкивается ногами от земного шара, он сообщает ему некоторую скорость. Определите эту скорость, если масса человека 60 кг и он отталкивается со скоростью 4,4 м/с. Масса земного шара  $6 \cdot 10^{24}$  кг.

Дано:

$$m_1 = 60 \text{ кг}$$

$$v_1 = 4,4 \text{ м/с}$$

$$m_2 = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

$v - ?$

Решение:

Рассмотрим импульсы человека и земли до взаимодействия:

$$p_1 = m_1 \cdot v_{1_0} = m_1 \cdot 0 = 0$$

$$p_2 = m_2 \cdot v_{2_0} = m_2 \cdot 0 = 0$$

После взаимодействия импульсы человека и земли станут равны:

$$p'_1 = m_1 \cdot v_1 = 60 \text{ кг} \cdot 4,4 \text{ м/с} = 264 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

$$p'_2 = m_2 \cdot v_2$$

Согласно закону сохранения импульса, полный импульс системы остается неизменным:

$$p_1 + p_2 = p'_1 + p'_2 \quad \text{следовательно:} \quad 0 + 0 = p'_1 + p'_2 \quad p'_2 = -p'_1$$

$$m_2 \cdot v_2 = -264 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} \quad v_2 = -\frac{264 \text{ кг} \cdot \text{м}}{m_2 \text{ кг}} = -\frac{264 \text{ кг} \cdot \text{м}}{6 \cdot 10^{24} \text{ кг}} =$$

Ответ:  $44 \cdot 10^{-24} \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$= -\frac{264 \text{ м}}{6 \cdot 10^{24} \text{ кг}} = -44 \cdot 10^{-24} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Знак «-» показывает, что скорость земного шара имеет противоположное направление скорости человека.





Чему равна скорость пороховой ракеты массой 1 кг после вылета из нее продуктов сгорания массой 0,1 кг со скоростью 500 м/с.

Дано:

$$m_1 = 0,1 \text{ кг}$$

$$v_1 = 500 \text{ м/с}$$

$$m_2 = 1 \text{ кг}$$

$$v - ?$$

Решение:

Рассмотрим импульсы ракеты и продуктов сгорания до взаимодействия:

$$p_1 = m_1 \cdot v_{1_0} = m_1 \cdot 0 = 0$$

$$p_2 = m_2 \cdot v_{2_0} = m_2 \cdot 0 = 0$$

После взаимодействия импульсы ракеты и продуктов сгорания станут равны:

$$p'_1 = m_1 \cdot v_1 = 0,1 \text{ кг} \cdot 500 \text{ м/с} = 50 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

$$p'_2 = m_2 \cdot v_2$$

Согласно закону сохранения импульса, полный импульс системы остается неизменным:

$$p_1 + p_2 = p'_1 + p'_2 \quad \text{следовательно:} \quad 0 + 0 = p'_1 + p'_2 \quad p'_2 = -p'_1$$

$$m_2 \cdot v_2 = -50 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} \quad v_2 = -\frac{50 \text{ кг} \cdot \text{м}}{m_2 \text{ кг}} = -\frac{50 \text{ кг} \cdot \text{м}}{1 \text{ кг}} = -50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ:  $50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Знак «-» показывает, что скорость земного шара имеет противоположное направление скорости человека.

