

# Закон сохранения импульса

**Импульс тела  $\vec{p}$  (кг·м/с) — векторная физическая величина, равная произведению массы тела на его скорость:**

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

**Направление импульса совпадает с направлением скорости  $\vec{p} \uparrow\uparrow \vec{v}$ , так как  $m > 0$ .**

**Импульс тела равен нулю, если тело не движется ( $v = 0$ ).**

***Повторение:* уравнение проекции скорости**

$$v_x = x'(t) = v_{0x} + a_x t.$$

**A1.** Скорость тела массой 100 г изменяется в соответствии с уравнением  $v_x = 0,005 \sin(10\pi t)$ . Его импульс в момент времени 0,2 с приблизительно равен

1) 0 кг · м/с

2) 0,005 кг · м/с

3) 0,16 кг · м/с

4) 1,6 кг · м/с

**A2.** Движение тела массой 2 кг описывается уравнением  $x = A + Bt + Ct^2$ , где  $A = 2$  м,  $B = 3$  м/с,  $C = 5$  м/с<sup>2</sup>. Какова проекция импульса тела на ось  $OX$  в момент времени  $t = 2$  с?

1) 86 кг · м/с

2) 48 кг · м/с

3) 46 кг · м/с

4) 26 кг · м/с

**А3.** Папа с сыном катаются с горки на лёгких санках. Отношение импульса папы к импульсу сына равно 1,5. Чему равно отношение скоростей их санок, если отношение массы папы к массе сына равно 3?

**Изменение импульса тела** — векторная разность между конечным ( $\vec{p}$ ) и начальным ( $\vec{p}_0$ ) импульсом тела:

$$\Delta\vec{p} = \vec{p} - \vec{p}_0 = \vec{p} + (-\vec{p}_0).$$

### **Второй закон Ньютона в импульсном виде**

$$\vec{F} = m\vec{a}, \quad \vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t},$$

$$\vec{F} \Delta t = m\vec{v} - m\vec{v}_0 \quad \text{или} \quad \vec{F} \Delta t = \Delta\vec{p},$$

где  $\vec{F} \Delta t$  — импульс силы,

$\Delta\vec{p}$  — изменение импульса тела.

**A9.** Мяч массой  $m$  брошен вертикально вверх с начальной скоростью  $\vec{v}$ . Каково изменение импульса мяча за время от начала движения до возвращения в исходную точку, если сопротивление воздуха пренебрежимо мало?

1)  $m\vec{v}$

2)  $-m\vec{v}$

3)  $-2m\vec{v}$

4) 0

**A14.** На покоящееся тело массой 2,5 кг начала действовать постоянная сила. Каким должен быть импульс этой силы, чтобы скорость тела возросла до 4 м/с?

1)  $0,4 \text{ Н} \cdot \text{с}$

2)  $2,5 \text{ Н} \cdot \text{с}$

3)  $10 \text{ Н} \cdot \text{с}$

4)  $20 \text{ Н} \cdot \text{с}$

# Реактивное движение

**Реактивное движение** — это движение, которое происходит за счёт отделения от тела с некоторой скоростью какой-либо его части. В отличие от других видов движения реактивное движение позволяет телу двигаться и тормозить в безвоздушном пространстве, достигать первой космической скорости.

**Ракета** представляет собой систему двух тел: оболочки массой  $M$  и топлива, масса которого  $m$ ;  $v$  — скорость выброса раскалённых газов,  $\frac{\Delta m}{\Delta t}$  — расход реактивного топлива,  $V$  — скорость ракеты.

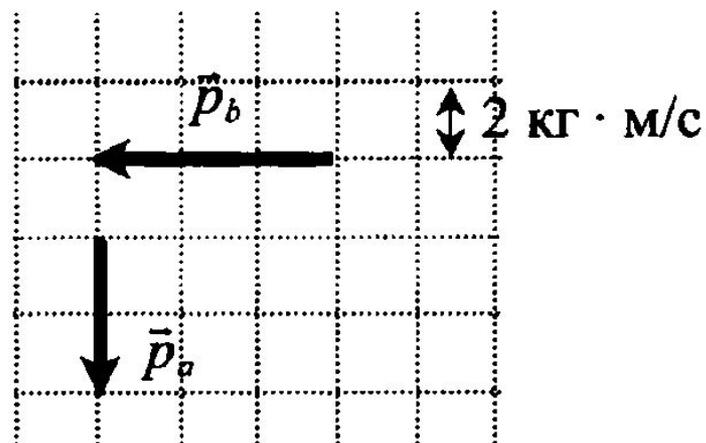
*Второй закон Ньютона в импульсном виде:  $F_p \Delta t = \Delta m v$ .*

**Суммарный (полный) импульс системы тел — векторная сумма импульсов всех тел:**

$$\vec{p} = \Sigma \vec{p}_i .$$

**A23.** Система состоит из двух тел  $a$  и  $b$ . На рисунке стрелками в заданном масштабе указаны импульсы этих тел. Импульс всей системы по модулю равен

- 1) 2,0 кг · м/с
- 2) 3,6 кг · м/с
- 3) 7,2 кг · м/с
- 4) 10,0 кг · м/с



# Закон сохранения импульса

**Закон сохранения импульса:** *полный импульс замкнутой системы сохраняется.*

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

↑  
векторная сумма импульсов тел  
до взаимодействия

↓  
векторная сумма импульсов тел  
после взаимодействия

Систему называют *замкнутой*, если тела, входящие в неё, взаимодействуют только друг с другом, а влиянием внешних сил можно пренебречь.

Пуля массой 10 г попадает в деревянный брусок, неподвижно лежащий на гладкой горизонтальной плоскости, и застревает в нём. Скорость бруска после этого становится равной 8 м/с. Масса бруска в 49 раз больше массы пули. Определите скорость пули до попадания в брусок

Игрок в кёрлинг скользит с игровым камнем по льду со скоростью 4 м/с. В некоторый момент он аккуратно толкает камень в направлении своего движения. Скорость камня при этом возрастает до 6 м/с. Масса камня 20 кг, а игрока 80 кг. Какова скорость игрока после толчка? Трение коньков о лёд не учитывайте.

1) 3,5 м/с

2) 4 м/с

3) 4,5 м/с

4) 6,5 м/с

На тележку массой 100 кг, движущуюся равномерно по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью 3 м/с, вертикально падает груз массой 50 кг. Определите, с какой скоростью будет двигаться тележка. (2 м/с)

Конькобежец массой 85 кг, стоя на коньках на льду, бросает камень массой 5 кг со скоростью 8 м/с под углом  $30^\circ$  к горизонту. Определите скорость конькобежца после броска. (0,4 м/с)