

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/с². 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.

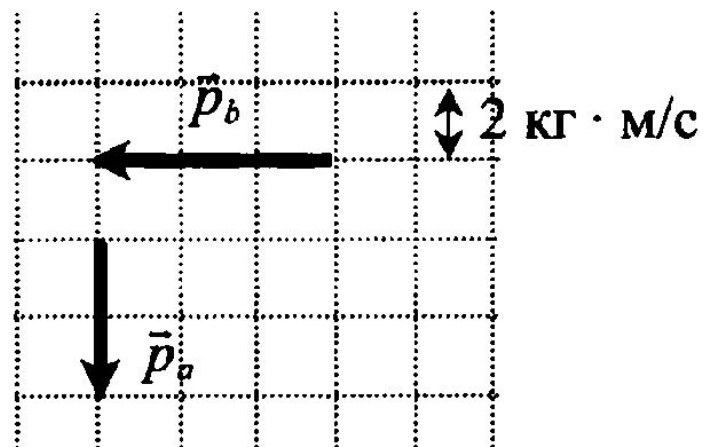
Второй закон Ньютона в импульсном виде: $F_p \Delta t = \Delta m v$.

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) $2,0 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
- 2) $3,6 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
- 3) $7,2 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
- 4) $10,0 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$



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° к горизонту. Определите скорость конькобежца после броска. (0,4 м/с)