

Импульс тела

Пуля 22-го калибра имеет массу всего 2 г. Если кому-нибудь бросить такую пулю, то он легко сможет поймать ее даже без перчаток. Если же попытаться поймать такую пулю, вылетевшую из дула со скоростью 300 м/с, то даже перчатки тут не помогут.

Если на тебя катится игрушечная тележка, ты сможешь остановить ее носком ноги. Если на тебя катится грузовик, следует уносить ноги с его пути.

Импульс это [векторная величина](#), которая определяется по формуле

\vec{p} – импульс тела

m – масса тела

\vec{v} – скорость тела

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

$$[v] = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$[m] = 1 \text{ кг}$$

$$[p] = [m] \cdot [v] = 1 \text{ кг} \cdot 1 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

Импульс служит мерой того, насколько велика должна быть сила, действующая в течение определенного времени, чтобы остановить или разогнать его с места до данной скорости.

Направление вектора импульса всегда совпадает с направлением вектора скорости.

Если тело покоится, импульс равен нулю. Ненулевым импульсом обладает любое, движущееся тело. Например, когда мяч покоится, его импульс равен нулю. После удара он приобретает импульс. Импульс тела изменяется, так как изменяется скорость.

Импульс силы

Это векторная величина, которая определяется по формуле

$\Delta \vec{p}$ – изменение импульса тела

$\vec{F} \Delta t$ – импульс силы

\vec{F} – сила

Δt – время действия силы

$$\boxed{\Delta \vec{p} = \vec{F} \cdot \Delta t}$$

$$[F] = 1 \text{ Н}$$

$$[\Delta t] = 1 \text{ с}$$

$$[p] = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} \text{ (или } [p] = 1 \text{ Н} \cdot \text{с} \text{)}$$

Изменение импульса тела равно импульсу равнодействующей всех сил, действующих на тело. Это иная формулировка [второго закона Ньютона](#)

$$\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \vec{v} - m \cdot \vec{v}_0$$

$$\vec{F} \cdot \Delta t = \Delta(m \cdot \vec{v})$$

\vec{v}_0 – скорость тела в начальный момент времени

\vec{v} – скорость тела в следующий момент времени

$\Delta(m\vec{v})$ – изменение импульса тела (можно обозначить $\Delta\vec{p}$)

$$[v] = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad [\Delta(mv) = \Delta p] = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} \quad (\text{или } [p] = 1 \text{ Н} \cdot \text{с})$$

Рассмотрим задачу, которая демонстрирует связь импульса силы и изменения импульса тела.

Пример. Масса мяча равна 400 г, скорость, которую приобрел мяч после удара – 30 м/с. Сила, с которой нога действовала на мяч – 1500 Н, а время удара 8 мс. Найти импульс силы и изменение импульса тела для мяча.

Дано	Решение
$m = 0,4 \text{ кг}$	$F\Delta t = 1500 \text{ Н} \cdot 8 \cdot 10^{-3} \text{ с} = 12 \text{ Н} \cdot \text{с}.$
$v = 30 \text{ м/с}$	Импульс мяча до удара равен нулю.
$F = 1500 \text{ Н}$	Импульс мяча после удара:
$\Delta t = 8 \cdot 10^{-3} \text{ с}$	$mv = 0,4 \text{ кг} \cdot 30 \text{ м/с} = 12 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}},$
$F\Delta t - ?$	$\Delta(mv) = 12 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}.$
$\Delta p - ?$	Таким образом, $\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}.$

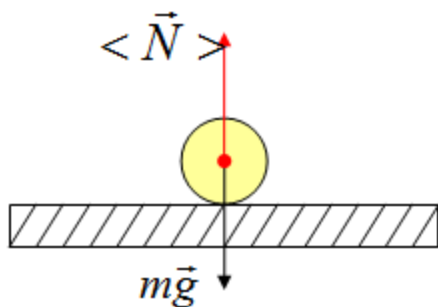


Изменение импульса тела

Как определить изменение импульса тела? Необходимо найти численное значение импульса в один момент времени, затем импульс через промежуток времени. От второй найденной величины отнять первую. Внимание! **Вычитать надо вектора, а не числа.** То есть из второго вектора импульса отнять первый вектор. Смотрите [вычитание векторов](#).

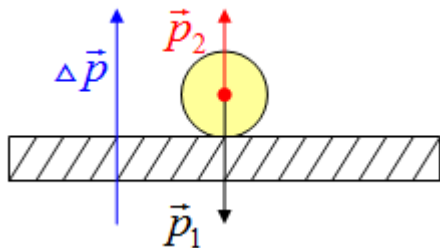
Пример. Оценить среднюю силу со стороны пола, действующую на мяч во время удара.

1) Во время удара на мяч действуют две силы: [сила реакции опоры](#), [сила тяжести](#).



Сила реакции изменяется в течение времени удара, поэтому возможно найти среднюю силу реакции пола.

2) Изменение импульса $\Delta \vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$ тела изображено на рисунке



3) Из второго закона Ньютона

$$\langle \vec{F} \rangle \Delta t = \Delta \vec{p}$$

$$Oy: \langle N \rangle \Delta t - mg \Delta t = \Delta p$$

$$\langle N \rangle = \frac{mv_1 + mv_2}{\Delta t} + mg$$