

Импульс тела

Импульс тела – это векторная физическая величина, равная произведению массы тела на его скорость

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

Обозначение – p , единица измерения – $(кг \cdot м)/с$.

Импульс тела – выступает количественной мерой движения тела. Импульс – векторная величина, его направление всегда совпадает с направлением скорости тела. При изменении скорости импульс частицы изменяется. Изменение импульса

$$\Delta\vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1.$$

Важно! При нахождении изменения импульса важно помнить, что вы имеете дело с векторными величинами, а значит нахождение разности векторов должно производиться по правилам сложения и вычитания векторов.

Если под действием некоторой силы изменяется скорость тела, то импульс тела изменяется. **Импульсом силы** – это называется количественная мера изменения импульса тела, на которое действовала эта сила.

Обозначение – $F\Delta t$, единица измерения – $Н \cdot с$. **Второй закон Ньютона в импульсной форме:** изменение импульса тела равно импульсу действовавшей на него силы

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

Направление импульса силы совпадает по направлению с изменением импульса тела.

Важно! Следует всегда помнить, что совпадают направления векторов:

1. равнодействующей силы и ускорения: $\vec{F} \uparrow\uparrow \vec{a}$;
2. импульса тела и скорости: $\vec{p} \uparrow\uparrow \vec{v}$;
3. изменения импульса тела и силы: $\Delta\vec{p} \uparrow\uparrow \vec{F}$;
4. изменения импульса тела и ускорения: $\Delta\vec{p} \uparrow\uparrow \vec{a}$.

Если рассматривается движение нескольких тел, образующих систему, то **импульс системы тел** равен сумме импульсов тел, составляющих систему. На тела системы могут действовать силы. Силы, с которыми взаимодействуют тела системы называются внутренними. Силы, с которыми на тела системы действуют тела, не относящиеся к системе, называются внешними.

Важно! Импульс системы тел могут изменить только внешние силы, внутренние силы, изменяя импульсы отдельных тел системы, не изменяют суммарный импульс системы.

Возможны следующие ситуации:

1. На тела системы действуют внешние силы: изменение суммарного импульса системы находится по второму закону Ньютона в импульсной форме;
2. На тела системы действуют только внутренние силы: суммарный импульс системы не изменяется.

Последняя формулировка отражает суть закона сохранения импульса. Система тел называется замкнутой, если на тела системы не действуют внешние силы. **Закон сохранения импульса:** суммарный импульс замкнутой системы тел не изменяется при любых взаимодействиях

$$\Delta\vec{p} = 0.$$

Область применения закона сохранения импульса шире, чем замкнутые системы тел:

- 1) Если даже на тела системы действуют внешние силы, но их сумма равна нулю, то импульс системы всё равно сохраняется.
- 2) Если сумма внешних сил не равна нулю, но сумма проекций сил на какое-то направление равна нулю, то проекция суммарного импульса системы на это направление не меняется.
- 3) Если внешние силы много меньше внутренних сил, то можно считать, что импульс системы сохраняется. Например, при разрыве снарядов силы, разрывающие снаряд, много больше внешней силы тяжести.

Абсолютно упругий удар – столкновение двух тел, в результате которого в обоих взаимодействующих телах не остается никаких деформаций. При абсолютно упругом ударе взаимодействующие тела до и после взаимодействия движутся отдельно. *Забегая вперед* – при упругом ударе механическая энергия тел не переходит в другие виды энергии.

Абсолютно неупругий удар – столкновение двух тел, в результате которого тела объединяются, двигаясь дальше как единое целое. *Забегая вперед* – при упругом ударе механическая энергия тел не переходит во внутреннюю.

Реактивное движение – это движение, которое происходит за счет отбрасывания от тела его части. Например, движение ракет. Выходящие из реактивного двигателя газы получают импульс. Такой же по модулю импульс, но направленный в противоположную сторону, приобретает ракета. Для осуществления реактивного движения не требуется взаимодействия тела с окружающей средой, поэтому реактивное движение позволяет телу двигаться в безвоздушном пространстве.

Работа силы

Механическая работа (или работа силы) – это скалярная физическая величина, равная произведению модуля вектора силы, действующей на тело, модуля вектора перемещения и косинуса угла между этими векторами.

Обозначение – A , единицы измерения – Дж (Джоуль).

$$A = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$

1 Дж – это работа, которую совершает сила в 1 Н на пути в 1 м. Если $0 \leq \alpha < 90^\circ$, то работа положительна, в частности, при $\alpha = 0^\circ$

$$A = F \cdot s.$$

Если $\alpha = 90^\circ$, то работа будет равна нулю, т.к. $\cos \alpha = 0$.

Если $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$, то работа будет отрицательна, в частности, при $\alpha = 180^\circ$

$$A = -F \cdot s$$

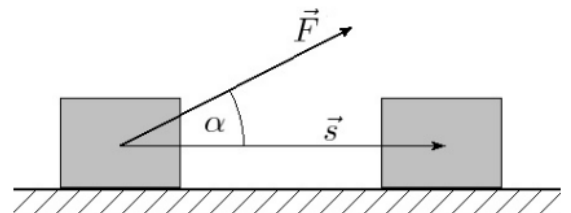
Механическая работа также равна нулю, когда тело движется по инерции или, когда под действие силы тело не перемещается.

Работа некоторых сил

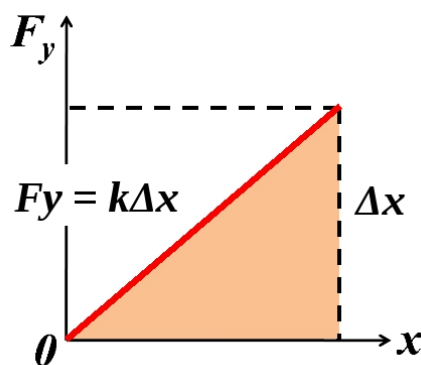
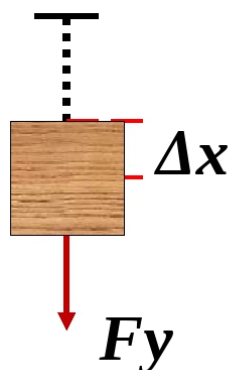
Работа силы тяжести: $A = mg(h_2 - h_1)$.

Работа силы трения покоя: $A = 0$.

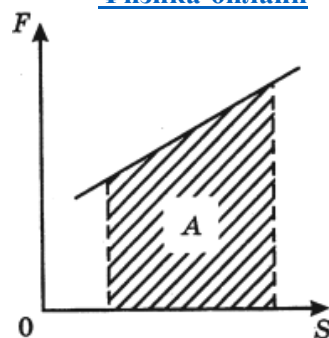
Работа силы трения скольжения: $A = -\mu Ns$.



Работу можно определить, как площадь под графиком зависимости $F = F(s)$. Например, сила упругости зависит от величины растяжения пружины. По графику зависимости модуля силы упругости от деформации можно определить работу силы упругости



$$A = \frac{kx^2}{2}$$



Мощность

Мощность – это скалярная физическая величина, равная отношению работы, ко времени, за которое эта работа была совершена.

$$N = \frac{A}{t}$$

Физический смысл: мощность характеризует быстроту совершения работы.

Обозначение – N , единицы измерения – Вт (Ватт). 1 Вт – это мощность, при которой за 1 с совершается работа в 1 Дж. 1 л. с. (лошадиная сила) = 735 Вт.

Если тело движется равномерно, то мощность может выражена так

$$N = \frac{A}{t} = \frac{Fs \cos \alpha}{t} = Fv \cos \alpha.$$

Важно! Если интервал времени стремится к нулю, то выражение представляет собой мгновенную мощность, определяемую через мгновенную скорость.

Кинетическая энергия

Кинетическая энергия – это энергия, которой обладает тело вследствие своего движения. Обозначение – E_k , единицы измерения – Дж.

$$E_k = \frac{mv^2}{2}.$$

Важно! Кинетическая энергия зависит только от массы и скорости, т.к. скорость тела в различных системах отсчета может быть разной, то и кинетическая энергия тела в разных системах отсчета может быть различной. Кинетическая энергия системы тел равна сумме кинетических энергий отдельных тел, входящих в эту систему.

Потенциальная энергия

Потенциальная энергия – это энергия взаимодействия и взаимного расположения тел или частей одного и того же тела. Обозначение – $E_{\text{п}}$, единицы измерения – Дж.

Потенциальная энергия тела в поле тяжести Земли $E_{\text{п}} = mgh$.

Потенциальная энергия упруго деформированного тела $E_{\text{п}} = \frac{kx^2}{2}$.

Важно! Величина потенциальной энергии зависит от выбора нулевого уровня. Нулевым уровнем называется состояние тела, при котором потенциальная энергия равна нулю. Нулевой уровень выбирается произвольно, исходя из удобства решения задачи.

Энергия. Работа как мера изменения энергии

Под энергией понимают способность тела совершать работу. Если система тел может совершать работу, то она обладает энергией.

Теорема об изменении кинетической энергии: изменение кинетической энергии материальной точки при её перемещении равно работе, совершённой силой, действующей на точку при этом перемещении

$$A = \Delta E_k = E_{k2} - E_{k1} = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}.$$

Если на точку действует несколько сил, то изменение её кинетической энергии равно алгебраической сумме работ всех сил, действующих на неё (работе равнодействующей силы):

$$A = A_1 + A_2 + \dots = \Delta E_k,$$

где A – работа равнодействующей силы, $A_1, A_2, \dots$ – работы сил, действующих на тело.

Важно! Силы, работа которых не зависит от формы траектории, называются *консервативными*. Работа консервативных сил по замкнутой траектории равна нулю. К консервативным силам относятся силы тяготения и упругости.

Теорема об изменении потенциальной энергии: работа консервативных сил равна изменению потенциальной энергии, взятое с противоположным знаком

$$A = -\Delta E_{\text{п}} = -(E_{\text{п}2} - E_{\text{п}1}),$$

$$A = -(mgh_2 - mgh_1),$$

$$A = -\left(\frac{kx_2^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2}\right)$$

Закон сохранения механической энергии

Полная механическая энергия – это энергия, равная сумме кинетической и потенциальной энергий. Обозначение – E , единицы измерения – Дж.

Закон сохранения механической энергии: в замкнутой системе тел, между которыми действуют только консервативные силы, механическая энергия сохраняется, т. е. не изменяется с течением времени:

$$\Delta E = 0 \Rightarrow E_2 - E_1 = 0 \Rightarrow E_2 = E_1$$

$$mgh_2 + \frac{mv_2^2}{2} = mgh_1 + \frac{mv_1^2}{2}$$

Если между телами системы действуют кроме сил тяготения и упругости другие силы, например, сила трения или сопротивления, действие которых приводит к превращению механической энергии в тепловую, то в такой системе тел закон сохранения механической энергии не выполняется.

Закон изменения механической энергии: если на систему тел действуют неконсервативные и внешние силы, то изменение полной энергии равно сумме работ неконсервативных и внешних сил:

$$\Delta E = A_{\text{внеш}} + A_{\text{нек}} \Rightarrow E_2 - E_1 = A_{\text{внеш}} + A_{\text{нек}}.$$

Закон сохранения и превращения энергии: энергия никогда не исчезает и не появляется вновь, она лишь превращается из одного вида в другой или передается от одного тела к другому.