

## Законы сохранения в механике

### Импульс

Закон сохранения импульса является частным случаем второго закона Ньютона. Чтобы он выполнялся, достаточно, чтобы система была замкнутой, т.е. внешние силы, действующие на систему, отсутствуют или их действие скомпенсировано. *Замкнутая система* — абстракция, но систему можно считать таковой, **если изменение импульса любого из тел системы за счет внутренних взаимодействий (т.е. с другими телами, входящими в эту систему) за некоторый промежуток времени велико по сравнению с изменением импульса, вызванного внешними силами.**

Это возможно в том случае, если временные масштабы процессов, происходящих с телом, сильно отличаются друг от друга.

С другой стороны, закон сохранения импульса является прямым следствием III закона Ньютона.

### Реактивное движение

При отсутствии внешних сил есть возможность изменить параметры движения, если «пожертвовать» частью массы системы. «Отбрасывая» часть массы системы с некоторой относительной скоростью, можно изменить скорость движения оставшейся части системы. Такой способ движения называется *реактивным движением*.

**Реактивное движение** — это движение, происходящее за счет отделения некоторой массы системы с некоторой относительной скоростью.

### Работа и энергия

При взаимодействии тел между ними происходит обмен энергией. В результате этого обмена энергия переходит от одного тела к другому и из одной формы в другую. Процесс перехода энергии из одной формы в другую от одного тела к другому называется работой.

С другой стороны, т.к. мерой взаимодействия тел является сила, то сила также должна быть связана с работой.

Для количественного описания результата воздействия силы вводят скалярную величину, называемую **работой**. Работа характеризует результат длительного воздействия силы на тело, который зависит не только от величины силы и инерциальных свойств тела, но и от взаимного направления векторов силы и перемещения (или скорости).

Если над телом совершается работа, что изменяется? Изменяется энергия тела.

**Энергия** — скалярная величина, характеризующая способность материальной точки или тела совершать работу.

Удивительно, что величина, характеризующая механическое состояние тела (материальной точки) зависит от выбора системы координат! Возможное противоречие снимается, если учесть, что физический смысл имеет **не абсолютное значение энергии, а ее изменение в процессе движения**. Поэтому энергия может быть определена с точностью до аддитивной постоянной, которая и будет изменяться при переходе из одной системы координат в другую.

С «бытовой» точки зрения энергию можно определить как *скрытую (возможную) работу*, т.е., если тело обладает энергией, то при определенных условиях оно может совершить работу.

**Вывод:** всякое тело в той или иной мере обладает возможностью воздействовать на другие тела. Эта возможность описывается понятием энергия, если эта возможность еще не реализовалась, а в процессе реализации этой возможности — понятием *работа*.

В механике различают два вида энергии.

**Кинетическая энергия — энергия движения.**

Если над телом совершается работа, то его кинетическая энергия возрастает; если тело само совершает работу, то его кинетическая энергия убывает.

**Потенциальная энергия — энергия взаимного положения тел или частей одного и того же тела.**

**Потенциальная энергия — функция взаимного положения, зависящая от вида взаимодействия между телами.**

Работу некоторых сил можно найти, используя понятие потенциальной энергии. Но сила должна обладать определенным свойством, чтобы для взаимодействия под действием этой силы можно было ввести понятие потенциальной энергии.

Это свойство — *потенциальность*.

**Работа потенциальных сил не зависит от формы траектории, а зависит от начального и конечного положения тела.**

Отличия потенциальных сил от непотенциальных:

- 1) потенциальные силы не зависят от скорости движения тела (даже от ее направления)
- 2) потенциальные силы не связаны с переходом механической энергии в немеханические формы и обратно.

Только для потенциальных сил можно ввести понятие *потенциальной энергии* как функции положения. В этом случае работу можно найти как разность потенциальной энергии в начальном и конечном положении. Выражение для потенциальной энергии при различных действующих силах будет различным (см. таблицу).

### Потенциальные силы в механике

Сила	Закон	Потенциальная энергия
Сила упругости	Закон Гука: $\vec{F} = -k(\Delta\vec{x})$	$E_p = \frac{k(\Delta x)^2}{2}$
		За нулевое значение энергии выбрано положение с нулевой деформацией.
Сила гравитации	Закон Всемирного тяготения: $F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$	$E_p = -G \frac{m_1 m_2}{R}$
		За нулевое значение энергии выбрано положение с нулевой силой, т.е. $R \rightarrow \infty$ .
Сила тяжести	$\vec{F} = m\vec{g}$	$E_p = mgh$
		За нулевое значение энергии выбрано положение с высотой, равной нулю, т.е. любой удобный уровень.

Энергия (*полная механическая энергия*) тела будет складываться из энергии движения (*кинетической энергии*) и энергии взаимодействия (*потенциальной энергии* — энергии, связанной с действием на тело только потенциальных сил).

Поэтому при наличии непотенциальных сил полная механическая энергия не сохраняется.

Если на тело не действуют непотенциальные силы или их действие скомпенсировано, то полная механическая энергия тела сохраняется.

**Вывод:** Полная механическая энергия изменяется только за счет работы непотенциальных сил.

***Система, в которой действуют только потенциальные силы, называется консервативной.***

Консервативная система — некоторая абстракция.

Когда систему можно считать консервативной?

***Если изменение энергии любого из тел системы за счет внутренних взаимодействий (т.е. с другими телами, входящими в эту систему) за некоторый промежуток времени велико по сравнению с изменением энергии, вызванного работой внешних непотенциальных сил,*** то систему можно считать консервативной.