

ЗАКОНЫ ТЕРМОДИНАМИКИ

I ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ

СОГЛАСНЫ ЛИ ВЫ С УТВЕРЖДЕНИЕМ?

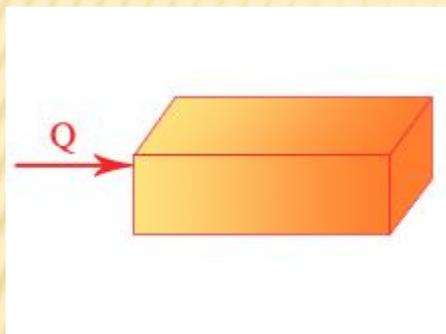
Энергия в природе не возникает из ничего и не исчезает: **количество энергии неизменно, она только переходит из одной формы в другую.**

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ

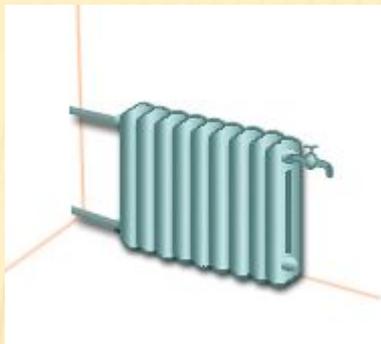
Способы изменения внутренней энергии

Теплопередача

Теплопроводность



Конвекция



Излучение

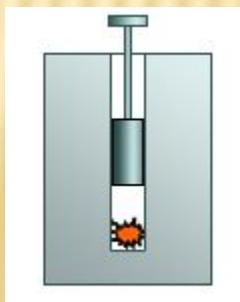


Механическая работа (деформация)

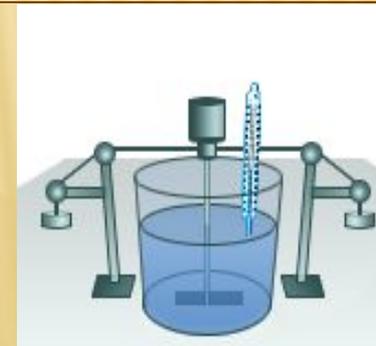
Изменение формы:
сгибание подковы



Изменение объема:
вспыхивание ваты при
сжатии воздуха



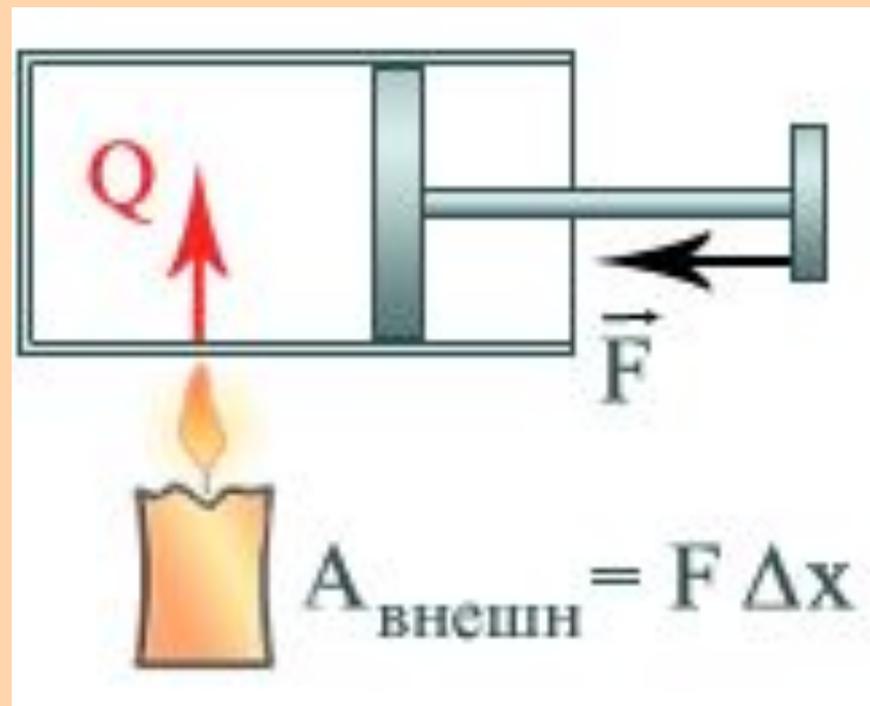
Трение: опыт Джоуля



I ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ

внутренняя энергия определяется только состоянием системы, причем изменение внутренней энергии системы при переходе ее из одного состояния в другое равно сумме работы внешних сил и количества теплоты, переданного системе:

$$\Delta U = A_{\text{внешн}} + Q$$



**ЕСЛИ ПРИ НАГРЕВАНИИ ГАЗ
РАСШИРЯЕТСЯ И ПРИ ЭТОМ СОВЕРШАЕТ
РАБОТУ A , ТО ПЕРВЫЙ ЗАКОН
ТЕРМОДИНАМИКИ МОЖНО
СФОРМУЛИРОВАТЬ ПО-ДРУГОМУ:**

$$Q = \Delta U + A'$$

**Количество теплоты, переданное газу, равно
сумме изменения его внутренней энергии и
работы, совершенной газом.**

**Так как работа газа и работа внешних сил
вследствие**

**3-го закона Ньютона равны по модулю и имеют
противоположный знак:**

$$A_{\text{внешн}} = -A'$$

**ПЕРВЫЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ - ЗАКОН
СОХРАНЕНИЯ И ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ,
РАСПРОСТРАНЁННЫЙ НА ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ.**

$$\underline{\Delta U = A + Q.}$$

**Если система замкнута работа внешней
силы**

$$A = 0,$$

**теплообмен с окружающими телами не
происходит**

$$Q = 0,$$

**внутренняя энергия изолированной
системы сохраняется**

$$U_1 = U_2.$$

Вечный двигатель—устройство, способное совершать неограниченное количество работы без затрат топлива или каких-либо других материалов.

Если к системе не поступает теплота ($Q=0$), то работа совершается только за счёт убыли внутренней энергии:

$$A' = -\Delta U.$$

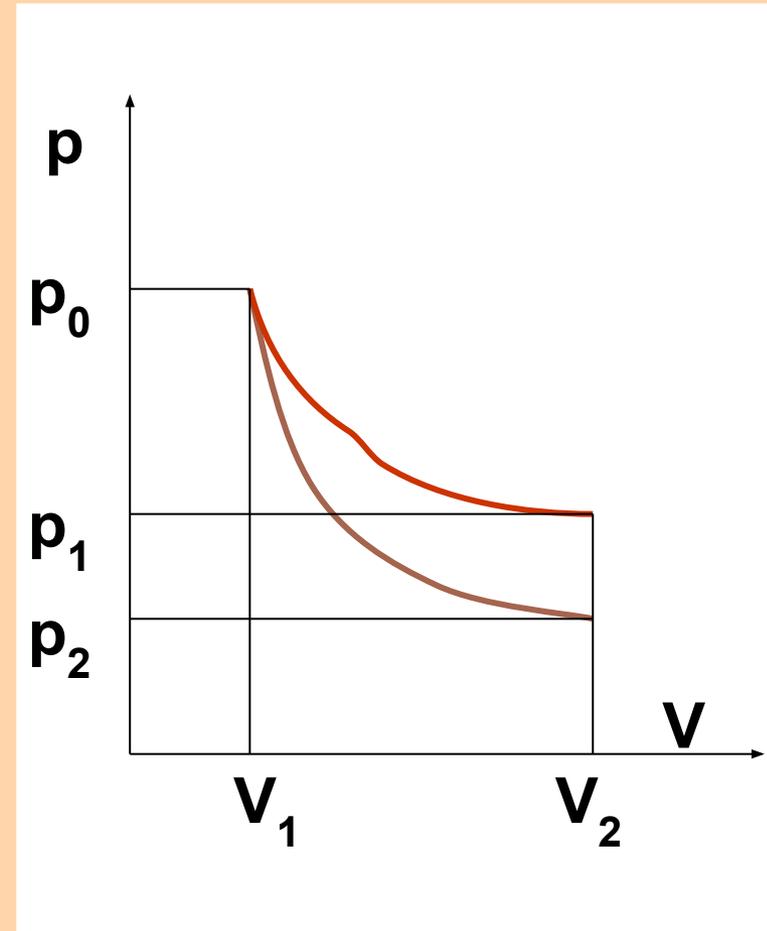
После того как запас энергии окажется исчерпанным, двигатель перестанет работать.

НЕВОЗМОЖНОСТЬ ВЕЧНОГО ДВИГАТЕЛЯ!

АДИАБАТНЫЙ ПРОЦЕСС

– это модель термодинамического процесса, происходящего в системе без теплообмена с окружающей средой.

Линия на термодинамической диаграмме состояний системы, изображающая равновесный (обратимый) адиабатический процесс, называется *адиабатой*.



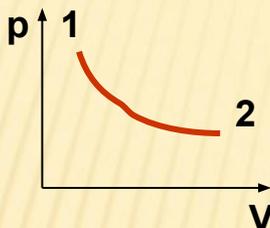
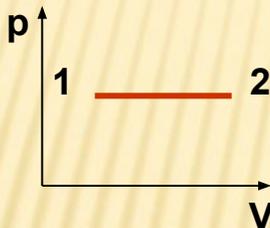
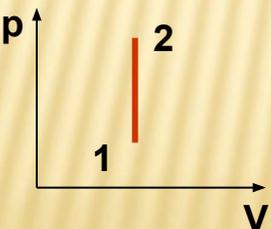
I ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ И ИЗОПРОЦЕССЫ

НАЗВАНИЕ ПРОЦЕССА	ГРАФИК	ΔU	A^l	Q	УРАВНЕНИЕ I ЗАКОНА ТД
АДИАБАТНОЕ РАСШИРЕНИЕ		$\Delta U < 0$	$A^l > 0$	$Q = 0$	$\Delta U = -A^l$ $\Delta U = A$
АДИАБАТНОЕ СЖАТИЕ		$\Delta U > 0$	$A^l < 0$	$Q = 0$	$\Delta U = -A^l$ $\Delta U = A$

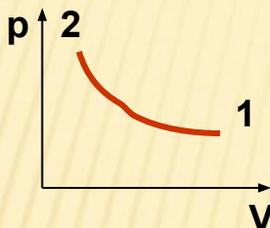
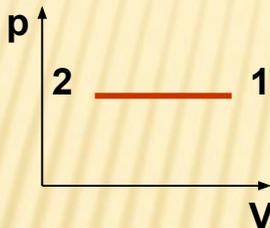
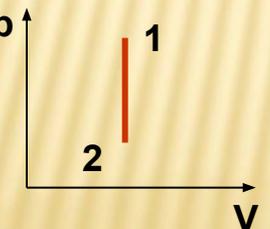
————— ИЗОТЕРМА

————— АДИАБАТА

I ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ И ИЗОПРОЦЕССЫ

НАЗВАНИЕ ПРОЦЕССА	ГРАФИК	ΔU	A^l	Q	УРАВНЕНИЕ I ЗАКОНА ТД
ИЗОТЕРМ. РАСШИРЕНИЕ		0	$A^l > 0$	$Q > 0$	$Q = A^l$
ИЗОБАРИЧ. РАСШИРЕНИЕ		$\Delta U > 0$	$A^l > 0$	$Q > 0$	$Q = A^l + \Delta U$
ИЗОХОРНОЕ НАГРЕВАНИЕ		$\Delta U > 0$	$A^l = 0$	$Q > 0$	$Q = \Delta U$

I ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ И ИЗОПРОЦЕССЫ

НАЗВАНИЕ ПРОЦЕССА	ГРАФИК	ΔU	A^l	Q	УРАВНЕНИЕ I ЗАКОНА ТД
ИЗОТЕРМ. СЖАТИЕ		0	$A^l < 0$	$Q < 0$	$Q = A^l$
ИЗОБАРИЧ. СЖАТИЕ		$\Delta U < 0$	$A^l < 0$	$Q < 0$	$Q = A^l + \Delta U$
ИЗОХОРНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ		$\Delta U < 0$	$A^l = 0$	$Q < 0$	$Q = \Delta U$

ВТОРОЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ

```
graph TD; A[Процессы] --- B[Обратимые]; A --- C[Необратимые]
```

Процессы

Обратимые

Необратимые

ОБРАТИМЫЙ ПРОЦЕСС

- Это процесс, который может происходить как в прямом, так и в обратном направлении
- Обратимый процесс – это идеализация реального процесса.
- Все макроскопические процессы проходят в определенном направлении

НЕОБРАТИМЫЙ ПРОЦЕСС

- Процесс, обратный которому самопроизвольно не происходит
- Все макроскопические процессы являются необратимыми

ПРИМЕРЫ

- Кусок льда, внесенный в комнату, не отдает энергию окружающей среде и не охлаждается
- Маятник самостоятельно не наращивает амплитуду колебаний

Ни охлаждение льда в первом случае, ни увеличение амплитуды во втором не противоречит ни закону сохранения энергии, ни законам механики. Оно противоречит лишь второму закону термодинамики

ВТОРОЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ

**В циклически действующем
тепловом двигателе невозможно
преобразовать все количество
теплоты, полученное от
нагревателя, в механическую
работу**

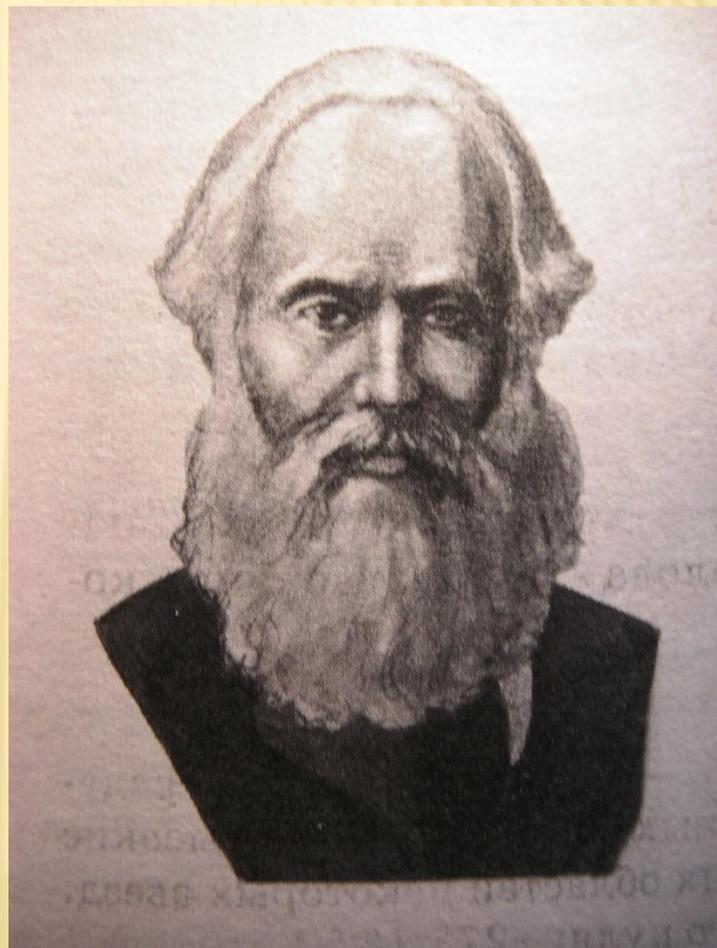
ФОРМУЛИРОВКА Р. КЛАУЗИУСА

- Невозможно перевести тепло от более холодной системы к более горячей при отсутствии одновременных изменений в обеих системах или окружающих телах



ФОРМУЛИРОВКА У. КЕЛЬВИНА

- **Невозможно осуществить такой периодический процесс, единственным результатом которого было бы совершение работы за счет теплоты взятой от одного источника**



СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИСТОЛКОВАНИЕ ВТОРОГО ЗАКОНА ТЕРМОДИНАМИКИ

- **Изолированная система самопроизвольно переходит из менее вероятного состояния в более вероятное, или**
- **Замкнутая система многих частиц самопроизвольно переходит из более упорядоченного состояния в менее упорядоченное**

ЗАДАНИЕ

- Составьте конспект