

Общая физика

Лекция 11 Термодинамика

Трушин Олег
Станиславович
Зав. лаб. ЯФ ФТИАН РАН,
Доц. каф. нанотехнологии в
электронике ЯрГУ

План лекции

- Основные законы термодинамики
- Первое начало термодинамики
- Тепловые машины
- Холодильная машина
- Второе начало термодинамики
- Цикл Карно

Основные законы термодинамики I

Термодинамика первоначально возникла как наука о превращении тепла в работу.

Теперь эта универсальная наука о тепловых явлениях.

В основе термодинамики лежат ряд основных законов (начала термодинамики).

Начала термодинамики – обобщение экспериментальных наблюдений.

Первое начало термодинамики. Закон сохранения энергии при тепловых процессах

$$\delta Q = dU + \delta A$$

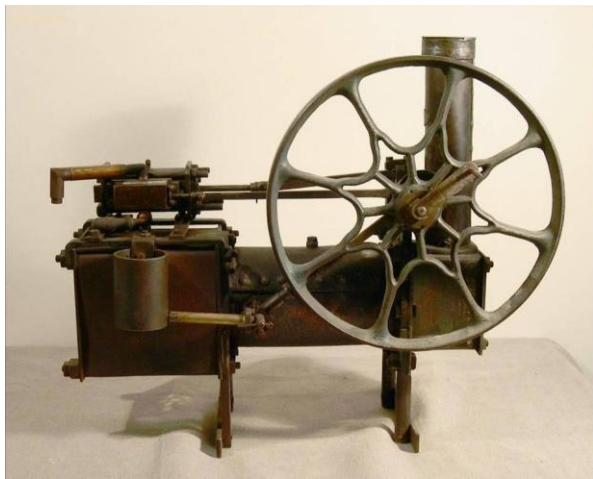
Невозможен вечный двигатель первого рода, т.е. такой периодический процесс, в котором совершаемая работа была бы больше получаемой извне энергии.

Тепловая машина I

Круговым процессом (или циклом) называется термодинамический процесс с телом, в результате совершения которого тело, возвращается в исходное состояние.

Прямым циклом называется круговой процесс, в котором тело совершает положительную работу за цикл.

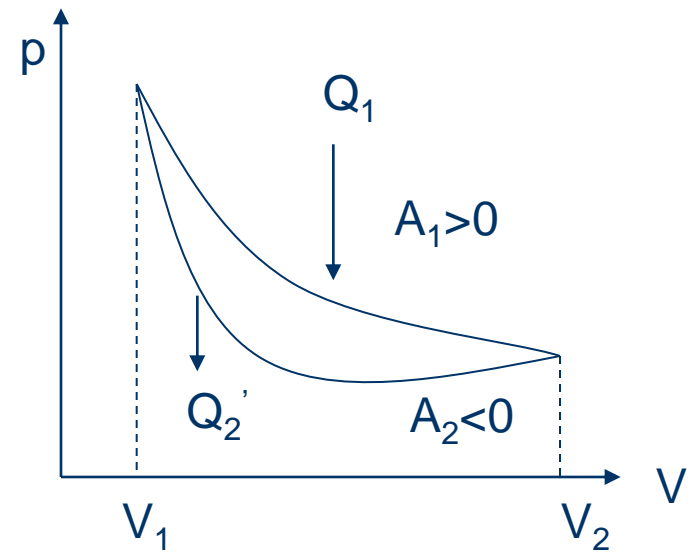
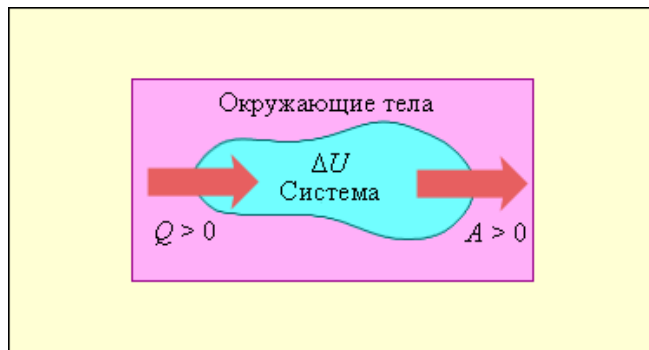
Тепловой машиной называется устройство, которое преобразует теплоту в работу или обратно и действует строго периодически, т.е. после завершения цикла возвращается в исходное состояние



Тепловая машина II

Всякий двигатель представляет собой систему совершающую многократно некий круговой процесс.

Пусть в ходе цикла рабочее вещество (газ) сначала расширяется до объема V_2 , а затем снова сжимается до первоначального объема V_1



$$A = Q_1 - Q_2'$$

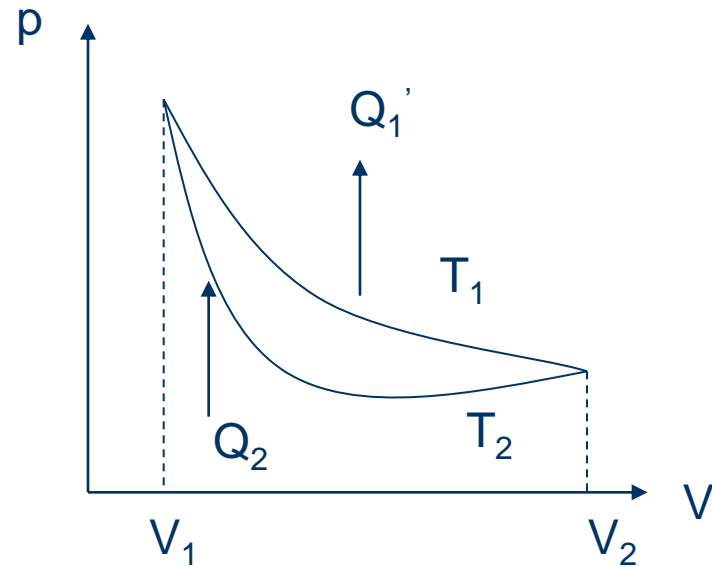
$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2'}{Q_1}$$

Холодильная машина

Если обратить цикл тепловой машины, то получится цикл холодильной машины

Такая машина отбирает за цикл от тела с температурой T_2 количество тепла Q_2 и отдает телу с более высокой температурой T_1 количество тепла Q_1 . Над телом за цикл должна быть совершена работа A'

$$\eta = \frac{Q_2}{A'} = \frac{Q_2}{Q_1' - Q_2}$$



Холодильный коэффициент

Второе начало термодинамики

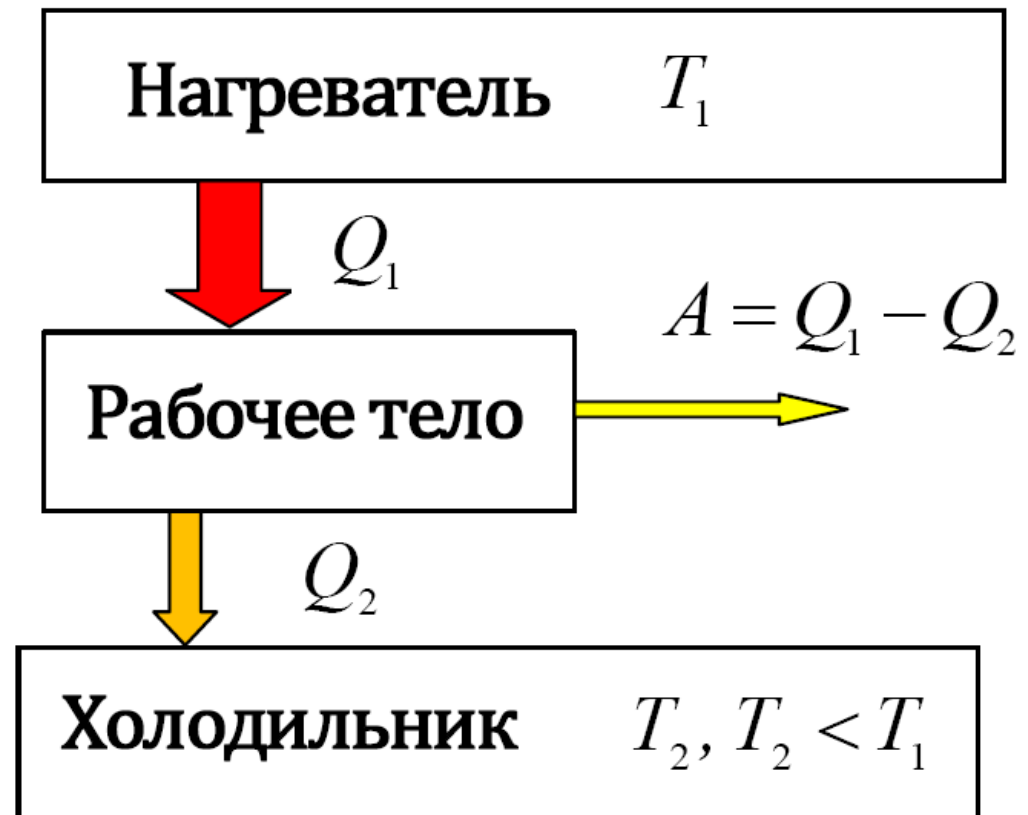
Второе начало указывает направление тепловых процессов

- 1) Энтропия изолированной системы не может убывать $dS \geq 0$
- 2) Невозможны такие процессы, единственным конечным результатом которых был бы переход тепла от тела, менее нагретого, к телу, более нагретому /Клаузиус/
- 3) Невозможен вечный двигатель второго рода, т.е. Двигатель использующий только один тепловой резервуар. /Оствальд/
- 4) Невозможен круговой процесс, единственным результатом которого было бы производство работы за счет охлаждения теплового резервуара. /Томсон(лордКельвин)/

Общая схема тепловой машины

Основные элементы
тепловой машины:

- *рабочее тело*
- *нагреватель*
- *холодильник*



Цикл Карно



Сади Карно
(1796-1832)

