

Лекция 5

Изменение внутренней энергии газа в процессе теплообмена и совершения работы. Первое начало термодинамики.

г. Санкт-Петербург
2020г.

Термодинамика

Термодинамика – раздел физики, изучающий связи и взаимопревращения различных видов энергии.

Физические системы, состоящие из большого числа частиц – атомов или молекул, которые совершают тепловое движение и, взаимодействуя между собой, обмениваются энергиями, называются термодинамическими системами.

Термодинамическим процессом называется переход системы из начального состояния в конечное через последовательность промежуточных состояний.

Внутренняя энергия

**Это сумма энергий
молекулярных взаимодействий и
энергии теплового движения молекул.**

**Внутренняя энергия системы зависит только
от ее состояния и является однозначной функцией состояния.**

**Изменение состояния системы характеризуется
параметрами состояния – p , V , T .**

Одному и тому же состоянию соответствует
определенное значение внутренней энергии **U** .

Теплообмен

Процесс передачи внутренней энергии без совершения механической работы называется теплообменом.

Мерой энергии, получаемой или отдаваемой телом в процессе теплообмена, служит физическая величина, называемая количеством теплоты (Q).

Теплоемкость

- **Теплоемкостью тела** называют отношение количества теплоты, необходимого для повышения его температуры от значения T_1 до значения T_2 к разности этих температур

$$\Delta T = T_2 - T_1$$
$$C = Q / \Delta T$$

- **Теплоемкость тела зависит от его природы.**
- **Теплоемкость тела пропорциональна его массе.**

Удельная теплоемкость

Удельная теплоемкость:

$$c = C / m = Q / m \Delta T$$

$$\text{СИ: } [c] = \text{Дж/кг}\cdot\text{К}$$

Зная удельную теплоемкость, можно определить количество теплоты, необходимое для нагревания тела массой m от T_1 до T_2 :

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = c \cdot m \cdot (T_2 - T_1)$$

Первое начало термодинамики

Это закон сохранения и превращения энергии:

при разнообразных процессах, протекающих в природе, энергия не возникает из ничего и не уничтожается, а превращается из одних видов в другие.

Невозможно построить перпетуум-мобиле первого рода, то есть машину, производящую работу, но не потребляющую эквивалентного количества энергии.

Первое начало термодинамики (другие формулировки)

$$\Delta U = Q - A$$

Изменение внутренней энергии тела равно разности сообщенного телу количества теплоты и произведенной над ним механической работы.

$$Q = \Delta U + A$$

Количество теплоты, сообщенное телу, идет на увеличение его внутренней энергии и на совершение телом работы над внешними телами.

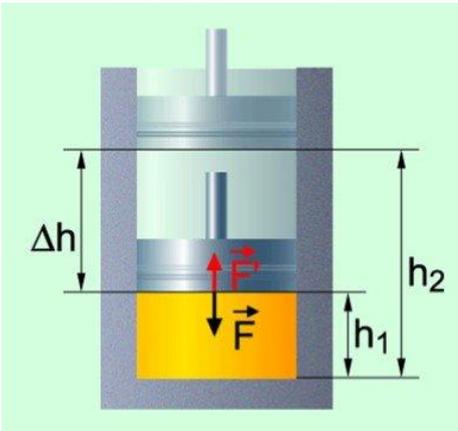
Применение первого начала термодинамики к изопроцессам

Изобарный процесс

$p = \text{const}$, V , T - изменяются

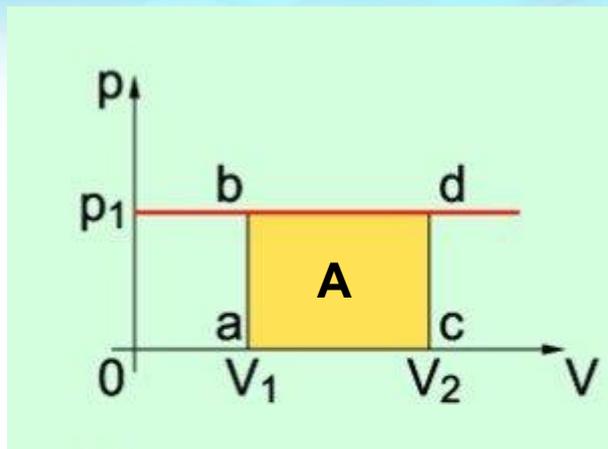
Работа, совершаемая газом при **изобарном** расширении:
 $A = F \cdot \Delta h = p \cdot S (h_2 - h_1) = p \cdot (S \cdot h_2 - S \cdot h_1) = p \cdot (V_2 - V_1) = p \cdot \Delta V$

$$A = p \cdot \Delta V$$



Работа при изобарном расширении газа равна произведению давления газа на увеличение его объема.

Работа при изобарном расширении газа



Работа - площадь, ограниченная графиком процесса, осью абсцисс и ординатами начала и конца процесса (abdc)

Применение первого начала термодинамики к изопроцессам

Изохорный процесс

$V = \text{const}$, p , T – изменяются

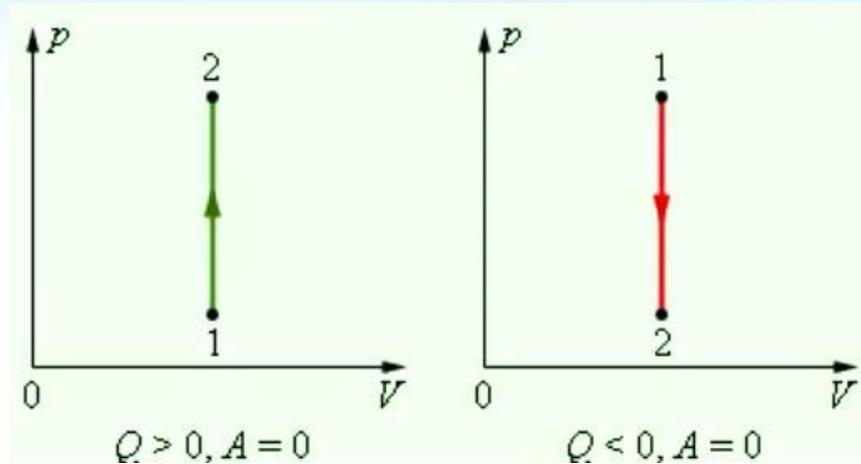
Т. к. $V = \text{const}$, то не совершается никакой работы против внешних сил: $A = 0$.

При изохорном нагревании вся сообщенная газу теплота полностью расходуется на увеличение его внутренней энергии:

$$Q = \Delta U$$

Работа при изохорном процессе

$$A = 0$$



Удельная теплоемкость газа при $V = \text{const}$:

$$C_V = \Delta U / m \Delta T \quad \text{или} \quad \Delta U = m C_V \Delta T$$

Изменение внутренней энергии идеального газа пропорционально изменению его температуры.

Применение первого начала термодинамики к изопроцессам

Изотермический процесс

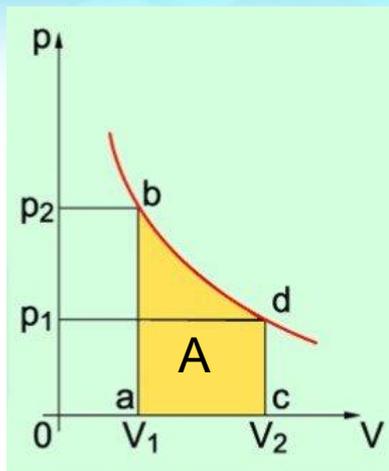
$T = \text{const}$; V, p - изменяются

Так как $T = \text{const}$, то $\Delta T = 0$, и $\Delta U = 0$.

$$Q = A$$

При изотермическом нагревании вся **теплота**, сообщенная газу, **расходуется на совершение работы** газа против внешних сил.

Работа при изотермическом расширении газа



Работа - площадь, ограниченная графиком процесса, осью абсцисс и ординатами начала и конца процесса (abdc)

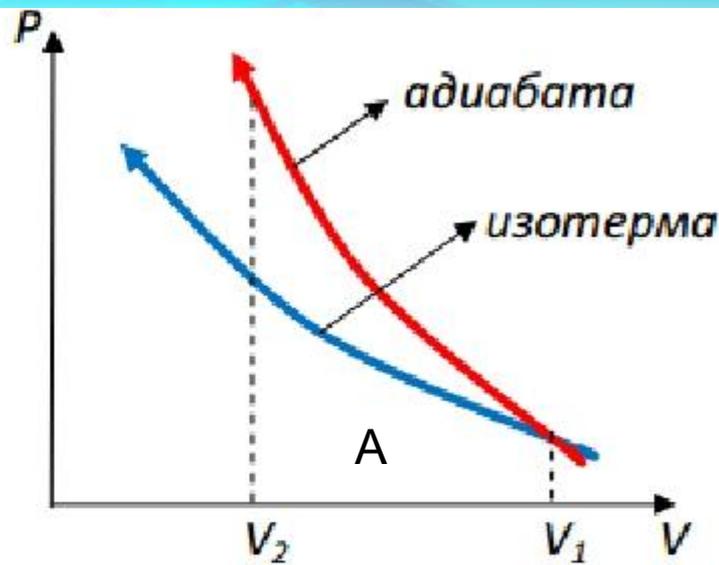
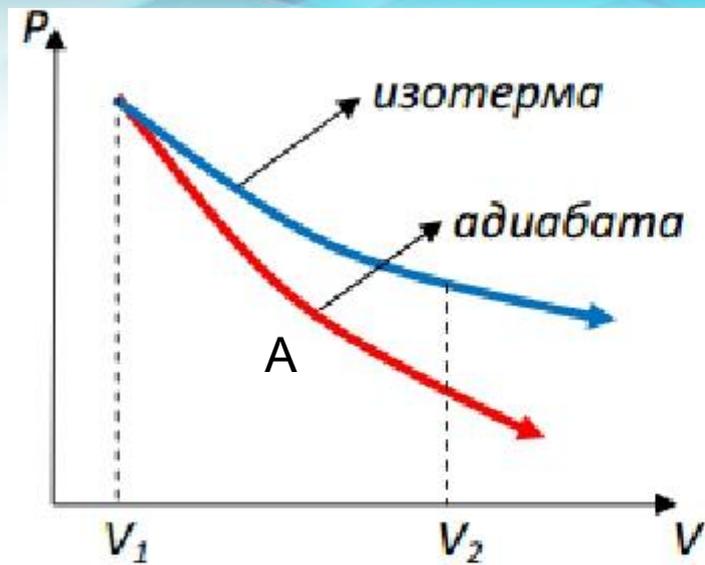
Адиабатный процесс

Адиабатным (греч. «адиабатос» - непереходный) называется процесс, происходящий без теплообмена с окружающими телами.

Работа совершается только за счет изменения внутренней энергии газа:

$$A = - \Delta U$$

Работа при адиабатном расширении газа



Работа – площадь, ограниченная графиком процесса, осью абсцисс и ординатами начала и конца процесса (V_1 и V_2).