



ТЕРМОДИНАМИКА

Подготовил: ***Жиров Станислав***

Термодинамика - наука о взаимных превращениях различных видов энергии.

Первый закон термодинамики — **закон сохранения энергии**: *энергия не возникает из ничего и не исчезает бесследно, а только переходит из одной формы в другую.*



Структура и содержание термодинамики.

Термодинамика.

Термодинамика
Что изучает?

Свойства макротел и явления, опираясь на общие законы термодинамики в рамках модели «термодинамическая система»

Средства описания.

Законы термодинамики.

Первый закон:

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

Второй закон:

Указывает направление протекания тепловых процессов.

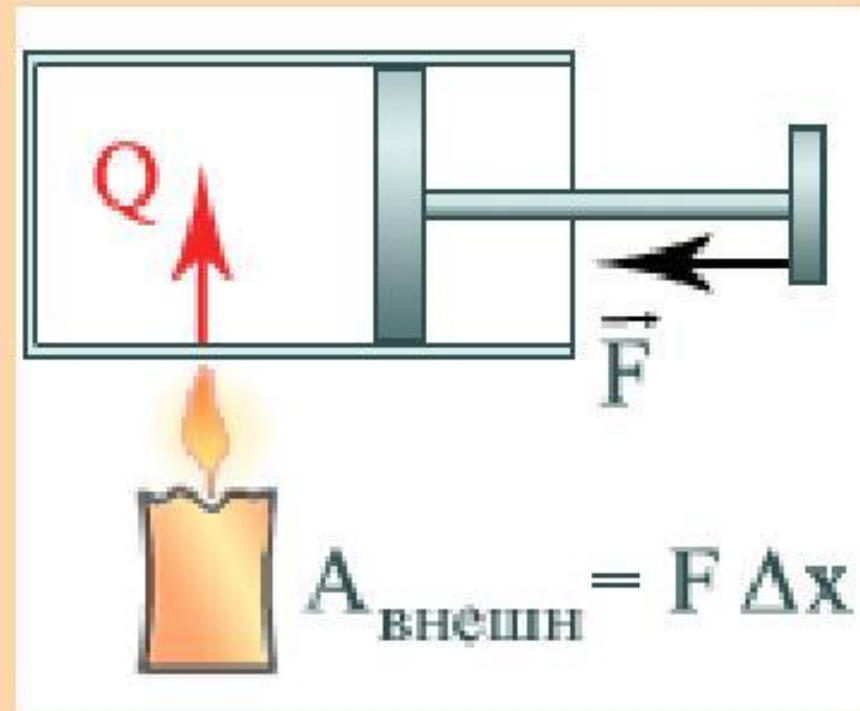
Основные понятия и определения молекулярной физики и термодинамики

- Совокупность тел, составляющих макроскопическую систему, называется *термодинамической системой*.
- Система может находиться в различных состояниях. *Величины, характеризующие состояние системы, называются параметрами состояния: давление P , температура T , объём V и так далее.*
- Связь между P , T , V специфична для каждого тела и *называется уравнением состояния.*

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:

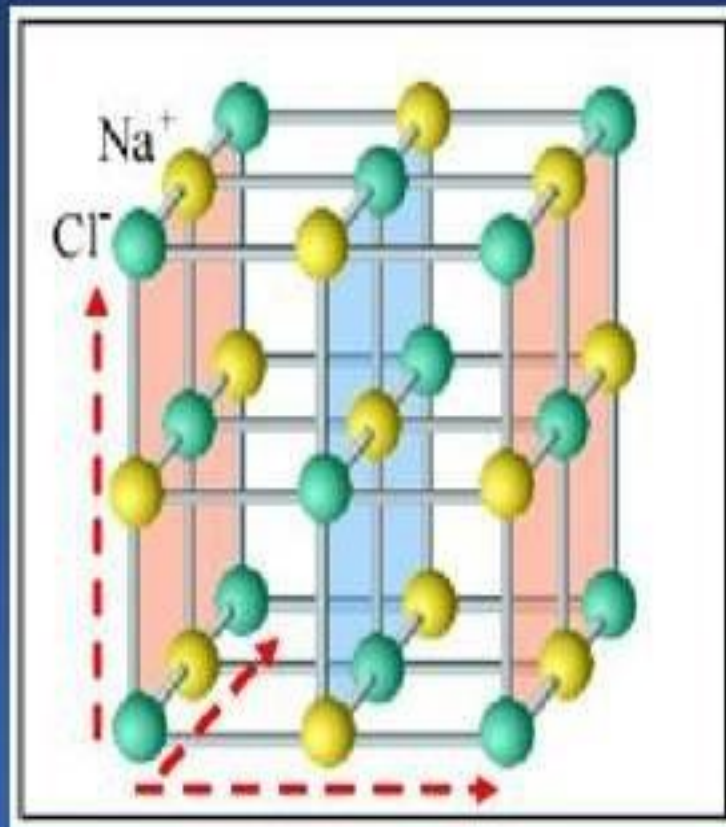
$$\Delta U = A_{\text{внешн}} + Q$$



Основные формулировки второго начала термодинамики

- *Никакая совокупность процессов не может сводиться к передаче теплоты от холодного тела к горячему, тогда как передача теплоты от горячего тела к холодному может быть единственным результатом процессов (Клаузиус).*
- *Никакая совокупность процессов не может сводиться только к превращению теплоты в работу, тогда как превращение работы в теплоту может быть единственным результатом процессов (Томсон)*
- *Невозможно создать двигатель второго рода (Оствальд). Под вечным двигателем второго рода подразумевается такая машина, которая производила бы работу только за счет поглощения теплоты из окружающей среды.*

Третий закон термодинамики



Энтропия идеального кристалла чистого вещества при абсолютном нуле равна нулю.

ТЕРМОДИНАМИКА ИЗОПРОЦЕССОВ.

Процессы, происходящие при постоянном значении одного из параметров состояния (T, V или P) с данной массой газа называются изопроцессами.

ИЗОТЕРМИЧЕСКИЙ

ИЗОХОРНЫЙ

ИЗОБАРНЫЙ

АДИАБАТНЫЙ

Применение первого закона термодинамики к различным процессам

- **Изобарный процесс.**
- Количество теплоты, переданное системе, идет на изменение ее внутренней энергии и на совершение системой работы над внешними телами.
- **Изохорный процесс:** $V - \text{const} \Rightarrow A = 0$
- Изменение внутренней энергии равно количеству переданной теплоты.
- **Изотермический процесс:** $T - \text{const} \Rightarrow \Delta U = 0$
- Все переданное газу количество теплоты идет на совершение работы.
- **Адиабатный процесс:** протекает в системе, которая не обменивается теплотой с окружающими телами, т.е. $Q = 0$
- Изменение внутренней энергии происходит только за счет совершения работы.

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

$$\Delta U = Q$$

$$Q = A'$$

$$\Delta U = A$$

ПЕРВОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ

Внутренняя энергия. Работа и теплота.

под внутренней энергией в термодинамике подразумевают энергию теплового хаотического движения молекул

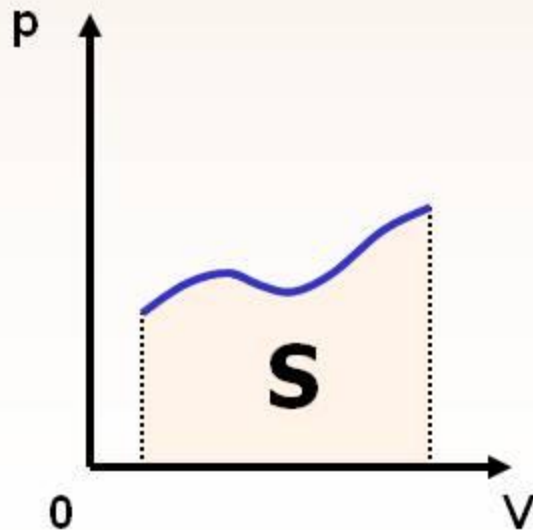
Тогда: внутренняя энергия U одного моля идеального газа равна

$$U = N_A W_e = \frac{3}{2} k N_A T = \frac{3}{2} RT \quad \longrightarrow \quad U = \frac{3}{2} RT$$

Обмен *механической энергией* характеризуется совершенной *работой* (A),
а обмен внутренней энергии – количеством переданного *тепла* (Q).

Работа в термодинамике

- Если процесс не изобарный, используется графический метод: работа равна площади фигуры под графиком процесса в осях pV .
- Работа газа считается положительной, если объем газа увеличивается и отрицательной, если объем газа уменьшается.



• В случае изохорного процесса работа газа равна нулю.



Подведем итоги

Основные законы термодинамики

- ПЕРВЫЙ ЗАКОН (первое начало) ТЕРМОДИНАМИКИ - изменение внутренней энергии системы при переходе ее из одного состояния в другое равно сумме работы внешних сил и количества теплоты, переданного системе.
- ВТОРОЙ ЗАКОН (второе начало) ТЕРМОДИНАМИКИ - невозможен процесс, при котором тепло самопроизвольно переходит от тел менее нагретых к телам более нагретым.
- ТРЕТИЙ ЗАКОН (третье начало) ТЕРМОДИНАМИКИ - абсолютный нуль температуры недостижим. К абсолютному нулю можно лишь асимптотически приближаться,

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ОСНОВЫ МКТ

ТЕОРИЯ В ФОРМУЛАХ

ФОРМУЛЫ СВЯЗИ

Основное уравнение МКТ

$$P = \frac{1}{3} n m_a \bar{v}^2$$

$$P = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2$$

$$P = \frac{2}{3} n E_k$$

$$E_k = \frac{3}{2} kT \Rightarrow P = nkT$$

— средняя квадратичная скорость

$$\bar{v}_{\text{ср.кв.}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_a}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$N_A \cdot k = R$$

ЗАКОНЫ

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

уравнение Менделеева — Клапейрона

(закон **Бойля - Мариотта**) • $T = \text{const}$
изотермический процесс

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

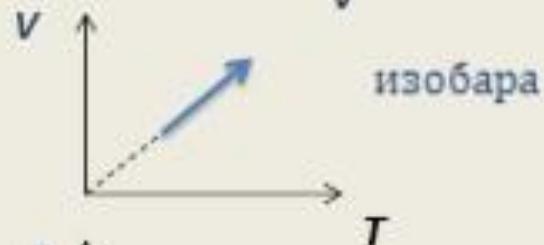
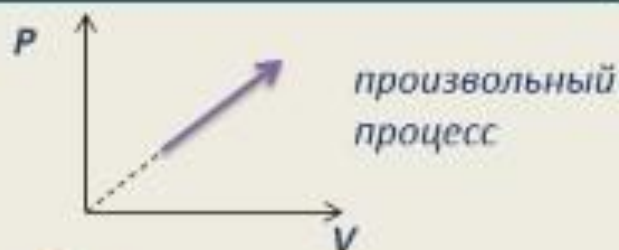
(закон **Гей - Люссака**) • $P = \text{const}$
изобарный процесс

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

(закон **Шарля**) • $V = \text{const}$
изохорный процесс

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

ГРАФИКИ



Основные формулы

1. Уравнение состояния идеального газа (Менделеева – Клапейрона)

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

2. Внутренняя энергия

↗ одноатомного газа

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT = \frac{3}{2} pV$$

↘ двухатомного газа

$$U = \frac{5}{2} \frac{m}{M} RT = \frac{5}{2} pV$$

3. Работа газа

$$A' = p\Delta V = \frac{m}{M} R\Delta T$$

4. Работа внешних сил

$$A = -A' = p(V_1 - V_2)$$