

Термодинами

1. Понятие о числе степеней свободы молекул.
2. Внутренняя энергия идеального газа и способы ее изменения.
3. Первое начало термодинамики.
4. Работа идеального газа в различных газовых процессах.
5. Применение первого начала термодинамики к основным газовым процессам.
6. Способы теплообмена. Количество теплоты.
7. Теплоемкость. Расчет удельной и молярной теплоемкостей идеального газа. Уравнение Майера.

1. Понятие о числе степеней свободы молекул

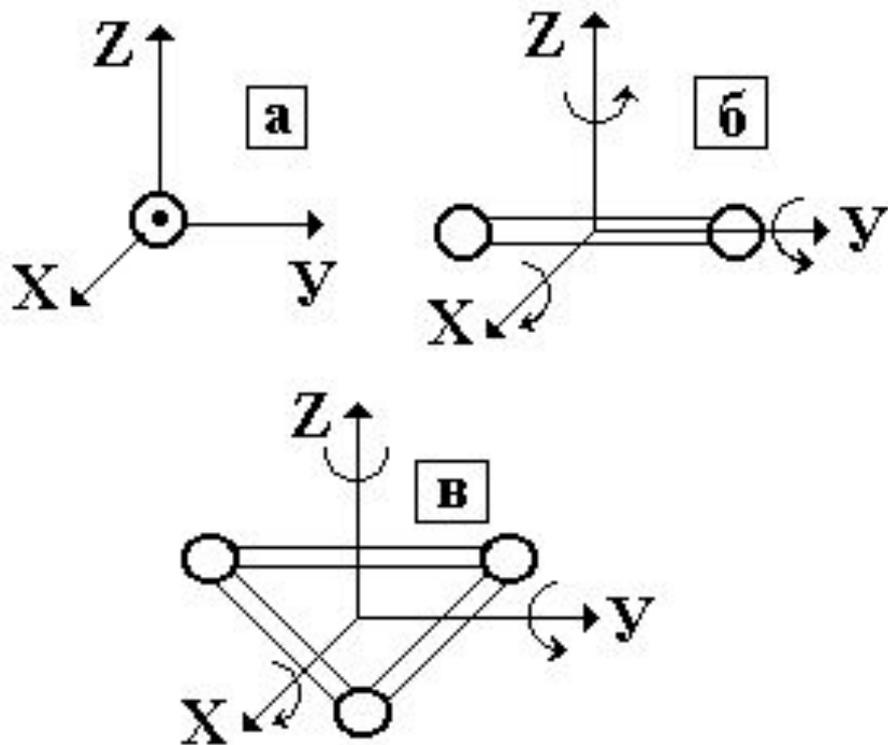
Число степеней свободы – минимальное количество независимых переменных

(обобщённых координат),

необходимых для полного описания движения механической системы

Виды движений

- поступательное: $i_{max} = 3$,
- вращательное: $i_{max} = 3$,
- вращательное: для газов $i = 0$



а – одноатомная молекула

$$i = i_{\text{поступ}} + i_{\text{вращат}} = 3 + 0 = 3,$$

б – двухатомная молекула

$$i = i_{\text{поступ}} + i_{\text{вращат}} = 3 + 2 = 5,$$

в – трех и более атомная молекула

$$i = i_{\text{поступ}} + i_{\text{вращат}} = 3 + 3 = 6$$

2. Внутренняя энергия идеального газа и способы ее изменения

Внутренняя энергия – это энергия движения и взаимодействия частиц, из которых состоит

тело



$$U = E_k + E_p$$

для идеального
га

$$U = E_k$$

2. Внутренняя энергия идеального газа и способы ее изменения

$$E_K^{\text{поступ}} = \frac{3}{2} kT$$

-кинетическая энергия поступательного движения молекулы газа

$$U = \frac{1}{2} kT$$

-внутренняя энергия молекулы идеального газа,
приходящаяся на 1 степень свободы

$$U = \frac{i}{2} \nu RT$$

-внутренняя энергия идеального газа произвольной массы

2. Внутренняя энергия идеального газа и способы ее изменения



Для постоянной массы газа:

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$$

изменение внутренней энергии идеального газа

3. Первое начало термодинамики

$$\Delta U = Q + A^I$$

ил
и

$$\Delta U = Q - A$$

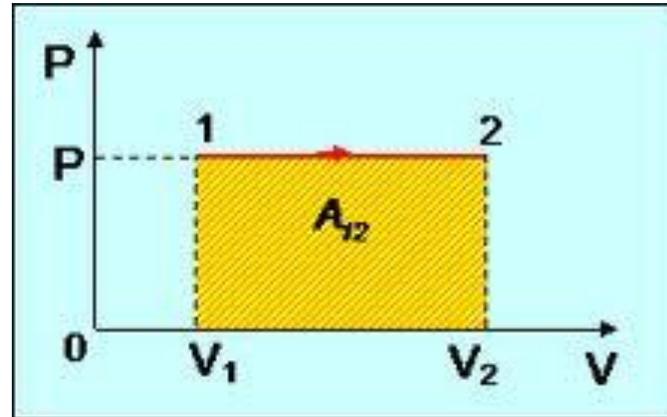


$$Q = \Delta U + A$$

Количество теплоты, переданное газу, расходуется им на изменение внутренней энергии и на совершение работы

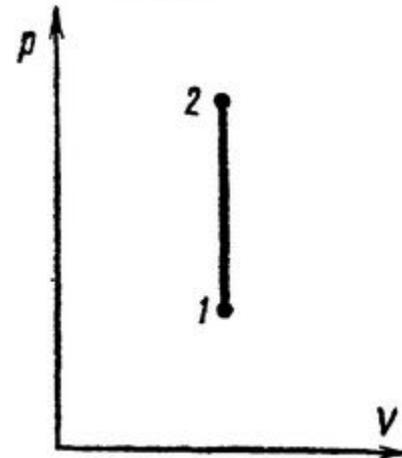
4. Работа идеального газа в различных газовых процессах

$$A = \int_1^2 P dV$$



При изохорном процессе $V = const$

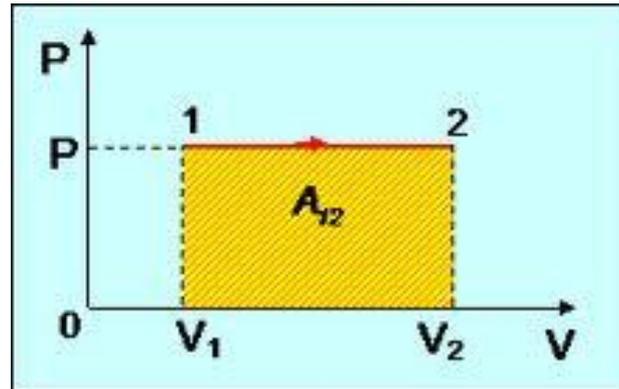
$$A_V = 0$$



4. Работа идеального газа в различных газовых процессах

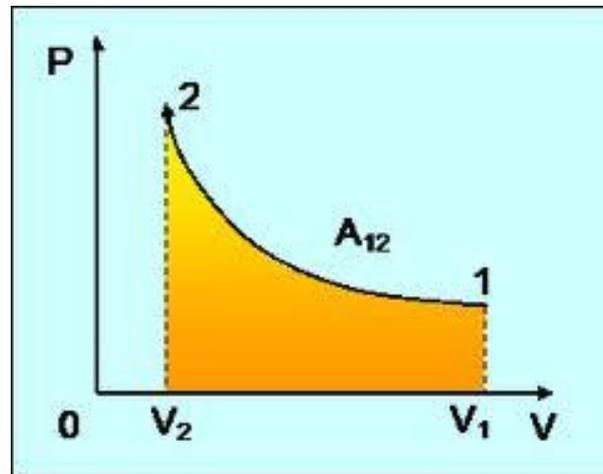
При изобарном процессе $P = const$

$$A_P = P\Delta V$$



При изотермическом процессе $T = const$

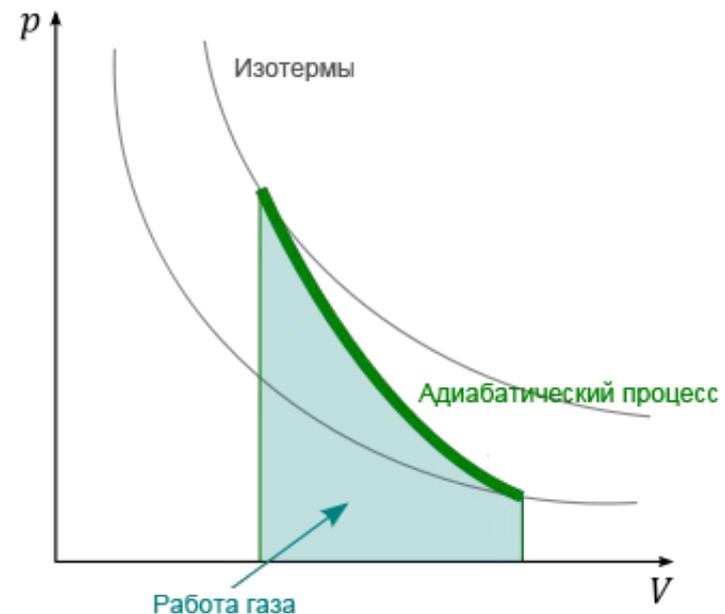
$$A_T = \nu RT \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$$



4. Работа идеального газа в различных газовых процессах

При адиабатном процессе $Q = 0$

$$A = -\Delta U = -\frac{i}{2} \nu R \Delta T$$



5. Применение первого начала термодинамики к основным газовым процессам

При изохорном процессе $V = const$ $A_V = 0$

$$Q = \Delta U$$

При изотермическом процессе $T = const$ $\Delta U = 0$

$$Q = A$$

5. Применение первого начала термодинамики к основным газовым процессам

При адиабатном процессе $Q = 0$

$$\Delta U = -A$$

При изобарном процессе $P = \text{const}$

$$Q = \Delta U + A$$

6. Способы теплообмена. Количество теплоты

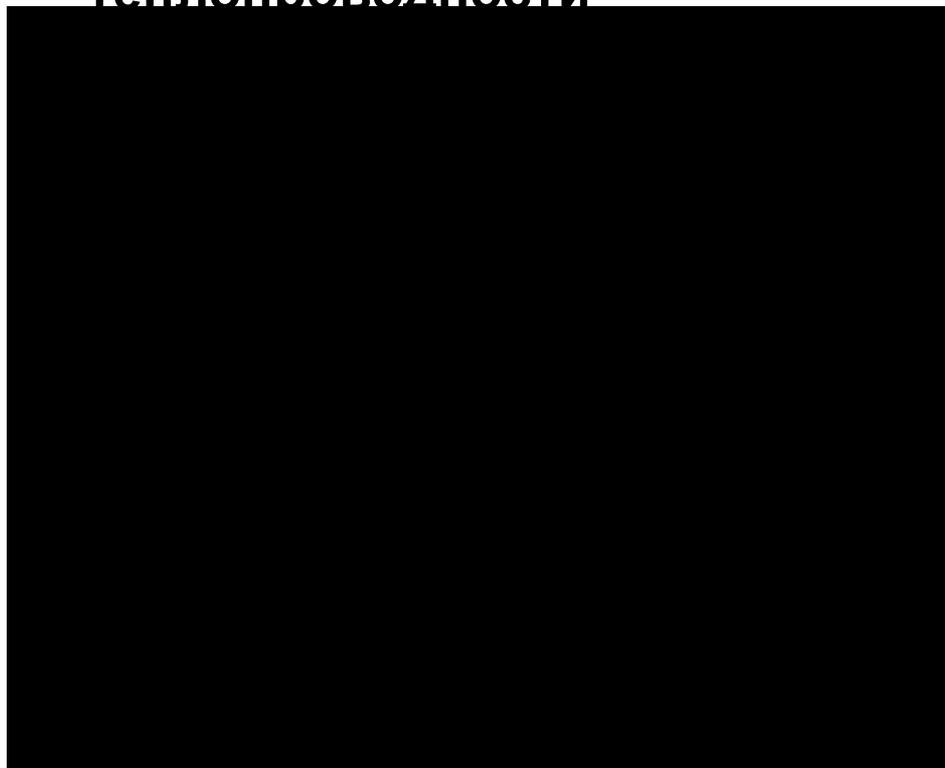


6. Способы теплообмена. Количество теплоты



6. Способы теплообмена. Количество теплоты

**Демонстрация
теплопроводности**



6. Способы теплообмена. Количество теплоты

$$Q = C\Delta T$$

$$Q = C_m m \Delta T$$

$$Q = C_\mu v \Delta T$$



7. Теплоемкость. Расчет удельной и молярной теплоемкостей идеального газа. Уравнение Майера

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

-
теплоемкость

$$[C] = \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$C_m = \frac{Q}{m\Delta T}$$

- удельная
теплоемкость

$$[C_m] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

$$C_\mu = \frac{Q}{\nu\Delta T}$$

- молярная
теплоемкость

$$[C_\nu] = \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

7. Теплоемкость. Расчет удельной и молярной теплоемкостей идеального газа. Уравнение Майера

Молярная теплоемкость при различных процессах

1) Изотермический процесс:

$$T = const, \Delta T = 0$$

$$C_{\mu T} = \frac{Q}{\nu \cdot 0} = \infty$$

2) Адиабатный процесс:

$$Q = 0$$

$$C_{\mu Q} = \frac{0}{\nu \cdot \Delta T} = 0$$

7. Теплоемкость. Расчет удельной и молярной теплоемкостей идеального газа. Уравнение

Майера

Молярная теплоемкость при различных процессах

3) Изохорный процесс:

$$V = const$$

$$C_{\mu V} = \frac{i}{2} R$$

4) Изобарный процесс:

$$P = const$$

$$C_{\mu P} = \frac{i + 2}{2} R$$

7. Теплоемкость. Расчет удельной и молярной теплоемкостей идеального газа. Уравнение Майера

Уравнение
Майера

$$C_{\mu P} = C_{\mu V} + R$$