

22. Первое начало термодинамики. Применение первого начала к изопроцессам в идеальном газе. Адиабатный процесс. Рассмотрим **первое начало термодинамики**, его применение к **изопроцессам в идеальном газе** и **адиабатный процесс**.

1. Первое начало термодинамики

Первое начало термодинамики — это закон сохранения энергии для тепловых процессов.

Формулировка:

Изменение внутренней энергии системы равно сумме работы, совершённой над системой, и количества теплоты, переданного системе.

Математически:

$$\Delta U = Q - A,$$

где:

- ΔU — изменение внутренней энергии системы,
- Q — количество теплоты, переданное системе,
- A — работа, совершённая системой.

Особенности:

- Если система получает тепло, $Q > 0$.
 - Если система совершает работу, $A > 0$.
-

2. Применение первого начала к изопроцессам в идеальном газе

Изопроцессы — это процессы, протекающие при постоянном значении одного из параметров (давления, объёма или температуры).

1. Изотермический процесс ($T = \text{const}$):

- Температура постоянна, поэтому $\Delta U = 0$.
- Первое начало:

$$Q = A.$$

- Работа газа:

$$A = \nu R T \ln \frac{V_2}{V_1}.$$

2. Изохорный процесс ($V = \text{const}$):

- Объём постоянен, поэтому работа $A=0$.
- Первое начало:

$$\Delta U = Q.$$

- Изменение внутренней энергии:

$$\Delta U = \nu C_V \Delta T,$$

где C_V — молярная теплоёмкость при постоянном объёме.

3. Изобарный процесс ($P = \text{const}$):

- Давление постоянно.
- Первое начало:

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

- Работа газа:

$$A = P(V_2 - V_1).$$

- Изменение внутренней энергии:

$$\Delta U = \nu C_V \Delta T.$$

- Количество теплоты:

$$Q = \nu C_P \Delta T,$$

где C_P — молярная теплоёмкость при постоянном давлении.

3. Адиабатный процесс

Адиабатный процесс — это процесс, при котором система не обменивается теплом с окружающей средой ($Q=0$).

Условие:

$$Q=0.$$

Первое начало термодинамики:

$$\Delta U = -A.$$

Уравнение адиабаты:

$$P V^\gamma = \text{const},$$

где:

- $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ — показатель адиабаты.

Работа газа:

$$A = \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{\gamma - 1}.$$

4. Примеры

Пример 1: Изотермический процесс

Газ расширяется изотермически при $T=300\text{ К}$ от объёма $V_1=1\text{ м}^3$ до $V_2=2\text{ м}^3$. Найдём работу и количество теплоты:

1. Работа:

$$A = \nu R T \ln \frac{V_2}{V_1} = \nu \cdot 8,31 \cdot 300 \cdot \ln 2 \approx 1729 \text{ Дж}.$$

2. Количество теплоты:

$$Q = A = 1729 \text{ Дж}.$$

Пример 2: Изохорный процесс

Газ нагревается при постоянном объёме от $T_1=300\text{ К}$ до $T_2=400\text{ К}$. Найдём изменение внутренней энергии и количество теплоты:

1. Изменение внутренней энергии:

$$\Delta U = \nu C_v \Delta T = \nu \cdot \frac{3}{2} R \cdot 100 = 150 \nu R.$$

2. Количество теплоты:

$$Q = \Delta U = 150 \nu R.$$

Пример 3: Адиабатный процесс

Газ расширяется адиабатически от объёма $V_1=1\text{ м}^3$ до $V_2=2\text{ м}^3$. Начальное давление $P_1=10^5\text{ Па}$, $\gamma=1,4$. Найдём работу:

1. Конечное давление:

$$P_2 = P_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^\gamma = 10^5 \cdot \left(\frac{1}{2} \right)^{1,4} \approx 4,64 \cdot 10^4 \text{ Па}.$$

2. Работа:

$$A = \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{\gamma - 1} = \frac{10^5 \cdot 1 - 4,64 \cdot 10^4 \cdot 2}{1,4 - 1} \approx 1,8 \cdot 10^4 \text{ Дж}.$$

5. Итог

- **Первое начало термодинамики:** $\Delta U = Q - A$.
- **Изопроцессы:**
 - о Изотермический: $Q = A$.
 - о Изохорный: $\Delta U = Q$.
 - о Изобарный: $\Delta U = Q - A$.
- **Адиабатный процесс:** $Q = 0, \Delta U = -A$.

Эти понятия и формулы важны для анализа тепловых процессов в термодинамике.