

Фізика 10

Урок 84 Розв'язування задач. Підготовка до контрольної роботи з теми «Основи термодинаміки»

Мета уроку:

Навчальна. Узагальнити знання з теми «Молекулярна фізика і термодинаміка. Частина 2. Основи термодинаміки».

Розвивальна. Розвивати уміння правильно розподіляти час; самостійність у навчанні; вміння самостійно застосовувати правила, закони.

Виховна. Виховання дисципліни, чесності, відповідальності.

Тип уроку: урок узагальнення та систематизації знань.

Наочність і обладнання: навчальна презентація, комп'ютер, підручник.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Узагальнити та систематизувати знання учнів на основі аналізу відповідних таблиць і схем, поданих у рубриці «Підбиваємо підсумки розділу III “Молекулярна фізика і термодинаміка. Частина 2. Основи термодинаміки”» підручника.

III. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ

1. Який вид теплопередачі неможливий у твердих тілах?

- а) Теплопровідність; **в) Конвекція;**
б) Випромінювання; г) Можливі всі види теплопередачі.

2. Як змінилася внутрішня енергія ідеального одноатомного газу, взятого в кількості 0,5 моль, якщо температура газу збільшилася на 200 К?

Дано:

$$\nu = 0,5 \text{ моль}$$

$$\Delta T = 200 \text{ К}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$\Delta U = ?$$

Розв'язання $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$ $[\Delta U] = \text{моль} \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot \text{К} = \text{Дж}$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 0,5 \cdot 8,31 \cdot 200 = 1246,5 \text{ (Дж)}$$

Відповідь: $\Delta U \approx 1247 \text{ Дж}$.

3. Над газом виконали роботу 50 Дж, при цьому його внутрішня енергія зменшилася на 80 Дж. Яку кількість теплоти одержав (або віддав) газ?

Дано:

$$A' = 50 \text{ Дж}$$

$$\Delta U = -80 \text{ Дж}$$

$$Q = ?$$

Розв'язання

A' – робота зовнішніх сил (робота над газом)

Перший закон (початок) термодинаміки:

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

$$[Q] = \text{Дж} - \text{Дж} = \text{Дж} \quad Q = -80 - 50 = -130 \text{ (Дж)}$$

Відповідь: віддав 130 Дж.

4. Яку роботу виконав дизельний двигун, який має ККД 40 %, якщо в процесі згоряння палива виділилося 44 МДж теплоти?

Дано:

$$\eta = 0,4$$

$$Q_1 = 44 \text{ МДж} = 44 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

Розв'язання

ККД теплової машини визначається за формулою:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} \Rightarrow A = \eta Q_1 \quad A = 0,4 \cdot 44 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 17,6 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

Відповідь: $A = 17,6 \text{ МДж}$.

$A - ?$	
5. На скільки змінилася внутрішня енергія ідеального одноатомного газу об'ємом 20 л, якщо під час його ізохорного нагрівання тиск збільшився від $1,5 \cdot 10^5$ до $2 \cdot 10^5$ Па? Яку роботу виконав газ? Дано: $V = 20 \text{ л} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ $p_1 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ $p_2 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$	Розв'язання $U = \frac{3}{2} \nu RT; \quad pV = \frac{m}{M} RT \quad \Rightarrow \quad U = \frac{3}{2} pV$ $\Delta U = U_2 - U_1$ $\Delta U = \frac{3}{2} p_2 V - \frac{3}{2} p_1 V = \frac{3}{2} V (p_2 - p_1)$ $[\Delta U] = \text{м}^3 \cdot (\text{Па} - \text{Па}) = \text{м}^3 \cdot \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = \text{Дж}$ $\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot (2 \cdot 10^5 - 1,5 \cdot 10^5) = 1,5 \cdot 10^3 \text{ (Дж)}$
$\Delta U - ?$ $A - ?$	Робота газу в ході процесу чисельно дорівнює нулю, оскільки цей процес ізохорний: $A = 0$ Відповідь: $\Delta U = 1,5 \text{ кДж}; A = 0$.
6. Визначте роботу і зміну внутрішньої енергії кріптонію, якщо його об'єм збільшився від 15 до 20 л. Тиск є незмінним і дорівнює $2 \cdot 10^5$ Па. Дано: $V_1 = 15 \text{ л} = 15 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ $V_2 = 20 \text{ л} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ $p = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$	Розв'язання Робота газу при ізобарному розширенні: $A = p(V_2 - V_1)$ $[A] = \text{Па} \cdot \text{м}^3 = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot \text{м}^3 = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Дж}$ $A = 2 \cdot 10^5 \cdot (20 \cdot 10^{-3} - 15 \cdot 10^{-3}) = 1 \cdot 10^3 \text{ (Дж)}$ $U = \frac{3}{2} \nu RT; \quad pV = \nu RT \quad \Rightarrow \quad U = \frac{3}{2} pV$ $\Delta U = \frac{3}{2} p(V_2 - V_1) = \frac{3}{2} A$ $\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 1,5 \cdot 10^3 \text{ Дж}$
$A - ?$ $\Delta U - ?$	Відповідь: $A = 1 \text{ кДж}; \Delta U = 1,5 \text{ кДж}$.
7. У тепловій машині, що працює за циклом Карно, нагрівником є вода, взята за температури кипіння, а холодильником – лід, що тоне. Потужність теплової машини 1,0 кВт. Якою є маса льоду, що тоне в ході роботи машини протягом 1 хв? Питома теплота плавлення льоду 330 кДж/кг. Дано: $T_{\text{н}} = 100 \text{ }^\circ\text{C} = 373 \text{ К}$ $T_{\text{х}} = 0 \text{ }^\circ\text{C} = 273 \text{ К}$ $P = 1 \text{ кВт} = 1 \cdot 10^3 \text{ Вт}$ $t = 1 \text{ хв} = 60 \text{ с}$	Розв'язання ККД теплової машини дорівнює: $\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Pt}{\lambda m}$ За формулою Карно максимально можливий ККД ідеального теплового двигуна дорівнює: $\eta_{\text{max}} = \frac{T_{\text{н}} - T_{\text{х}}}{T_{\text{н}}}$ $\frac{Pt}{\lambda m} = \frac{T_{\text{н}} - T_{\text{х}}}{T_{\text{н}}} \quad \Rightarrow \quad m = \frac{Pt}{\lambda} \frac{T_{\text{н}}}{T_{\text{н}} - T_{\text{х}}}$

$$\lambda = 330 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} = 3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$m = ?$

$$[m] = \frac{\frac{\text{Вт} \cdot \text{с}}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} \cdot \frac{\text{К}}{\text{К}-\text{К}}}{\frac{\frac{\text{Дж}}{\text{с}} \cdot \text{с}}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}} = \text{кг}$$

$$m = \frac{1 \cdot 10^3 \cdot 60}{3,3 \cdot 10^5} \cdot \frac{373}{373-273} \approx 0,678 \text{ (кг)}$$

Відповідь: $m \approx 678 \text{ г.}$

39.4

Дано:

$$P = 1 \text{ кВт}$$

$$T_H = 100^\circ\text{C} = 373 \text{ К}$$

$$T_X = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ К}$$

$$\lambda = 330 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$t = 1 \text{ хв} = 60 \text{ с}$$

$$m_n = ?$$

$$Q_2 = \lambda \cdot m_n; m_n = \frac{Q_2}{\lambda}$$

$$\eta = \frac{T_H - T_X}{T_H} = \frac{373 \text{ К} - 273 \text{ К}}{373 \text{ К}} = 0,27$$

$$\eta = \frac{A}{Q_1}; A = Q_1 - Q_2; Q_1 = A + Q_2$$

$$\eta = \frac{A}{A + Q_2} \Rightarrow Q_2 = \frac{A}{\eta} - A; A = P \cdot t$$

$$Q_2 = \frac{P \cdot t}{\eta} - P \cdot t = \frac{1 \cdot 10^3 \text{ Вт} \cdot 60 \text{ с}}{0,27} - 1 \cdot 10^3 \text{ Вт} \cdot 60 \text{ с} = 163 \cdot 10^3 \text{ Дж}; m_n = 163 \cdot 10^3 \text{ Дж} :$$

$$: 330 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = 0,5 \text{ кг}$$

8. На рисунку наведено графік процесу, що відбувався з ідеальним одноатомним газом. Яку роботу виконав газ? На скільки змінилася його внутрішня енергія? Яку кількість теплоти віддав газ довкіллю? Визначте ККД наведеного циклу. Необхідні значення величин знайдемо з графіка:

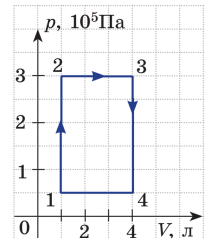
$$p_1 = p_4 = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$p_2 = p_3 = 6p_1 = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$V_1 = V_2 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$V_3 = V_4 = 4V_1 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$A = ? \quad \Delta U = ? \quad Q_1 = ? \quad Q_2 = ? \quad \eta = ?$$



$$\text{a) } A = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41} \quad A_{12} = 0; \quad A_{23} = p_2(V_3 - V_2) = 6p_1 \cdot (4V_1 - V_1) = 18p_1V_1$$

$$A_{34} = 0; \quad A_{41} = p_4(V_1 - V_4) = p_1 \cdot (V_1 - 4V_1) = -3p_1V_1$$

$$A = 18p_1V_1 - 3p_1V_1 = 15p_1V_1$$

$$[A] = \text{Па} \cdot \text{м}^3 = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot \text{м}^3 = \text{Дж}; \quad A = 15 \cdot 0,5 \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 750 \text{ (Дж)}$$

$$\text{б) } U = \frac{3}{2} \nu RT; \quad pV = \frac{m}{M} RT \quad \Rightarrow \quad U = \frac{3}{2} pV \quad \Rightarrow \quad \Delta U = 0$$

в) Перший закон (начало) термодинаміки: $Q = \Delta U + A$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2}(6p_1 V_1 - p_1 V_1) = 7,5p_1 V_1$$

$$Q_{12} = 7,5 \cdot 0,5 \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 375 \text{ (Дж)}$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2}(p_3 V_3 - p_2 V_2) + 18p_1 V_1 = \frac{3}{2}(6p_1 \cdot 4V_1 - 6p_1 V_1) + 18p_1 V_1 = 45p_1 V_1$$

$$Q_{23} = 45 \cdot 0,5 \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 2250 \text{ (Дж)}$$

$$Q_{34} = \Delta U_{34} + A_{34} = \frac{3}{2}(p_4 V_4 - p_3 V_3) = \frac{3}{2}(p_1 \cdot 4V_1 - 6p_1 \cdot 4V_1) = -30p_1 V_1$$

$$Q_{34} = -30 \cdot 0,5 \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = -1500 \text{ (Дж)}$$

$$Q_{41} = \Delta U_{41} + A_{41} = \frac{3}{2}(p_1 V_1 - p_4 V_4) - 3p_1 V_1 = \frac{3}{2}(p_1 V_1 - p_1 \cdot 4V_1) - 3p_1 V_1 = -7,5p_1 V_1$$

$$Q_{41} = -7,5 \cdot 0,5 \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = -375 \text{ (Дж)}$$

$$Q_1 = Q_{12} + Q_{23} = 375 \text{ Дж} + 2250 \text{ Дж} = 2625 \text{ Дж}$$

$$Q_2 = Q_{34} + Q_{41} = -1500 \text{ Дж} - 375 \text{ Дж} = -1875 \text{ Дж}$$

$$\text{г) } \eta = \frac{A}{Q_1} \quad \eta = \frac{750 \text{ Дж}}{2625 \text{ Дж}} \approx 0,286$$

Відповідь: $A = 750 \text{ Дж}$; $\Delta U = 0$; $Q_1 = 2625 \text{ Дж}$; $Q_2 = -1875 \text{ Дж}$; $\eta \approx 29 \%$.

IV. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

V. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Повторити § 36–39

Виконати завдання рубрики «Завдання для самоперевірки до розділу III “Молекулярна фізика і термодинаміка. Частина 2. Основи термодинаміки”» підручника.