

Другий закон термодинаміки.
Ентропія. Цикл Карно.
Функція розподілу
ймовірності. Функція
розподілу молекул за
швидкостями Максвелла.
Середні швидкості молекул.
Розподіл Больцмана.

Практичне заняття №8



**Сумський
державний
університет**



Відскануйте QR-код за допомогою смартфона, пройдіть тестування (0,5 б)



<https://vseosvita.ua/test/start/zmz383>

Особливості розв'язування задач

Молярні теплоємності при сталому об'ємі C_V і сталому тиску відповідно дорівнюють

$$C_V = \frac{iR}{2}, \quad C_P = \frac{(i+2)R}{2},$$

де i – кількість ступенів вільності.

Рівняння Майєра

$$C_P - C_V = R.$$

Особливості розв'язування задач

9.5 Рівняння Пуассона (рівняння газового стану при адіабатичному процесі)

$$T \cdot V^{\gamma-1} = \text{const}, \text{ або } pV^{\gamma} = \text{const},$$

де γ - показник адіабати, він дорівнює

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v}.$$

Зв'язок між початковими і кінцевими значеннями параметрів стану газу при адіабатичному процесі

$$\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma}, \quad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}, \quad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}.$$

Особливості розв'язування задач

Робота при адіабатичному процесі

$$A = \frac{m}{M} C_V (T_1 - T_2),$$

де T_1 – початкова температура газу; T_2 – кінцева температура газу.

Особливості розв'язування задач

9.6 Рівняння політропного процесу ($C = const$)

$$pV^n = const ,$$

де n - показник політропи, він дорівнює

$$n = \frac{C - C_p}{C - C_v} .$$

9.13 Азот при температурі $T = 300\text{ К}$ і тиску $p = 2 \cdot 10^5\text{ Па}$ займав об'єм $V = 4 \cdot 10^{-3}\text{ м}^3$. Внаслідок адіабатичного розширення його температура знизилась до 273 К . Яку роботу виконав газ під час розширення?

Відповідь: $A = 174,1\text{ Дж}$.

9.19 Під час політропного процесу ідеальний газ стиснули від об'єму $V_1 = 10\text{ л}$ до об'єму $V_2 = 5\text{ л}$. При цьому тиск збільшився від $p_1 = 1000\text{ ГПа}$ до $p_2 = 5000\text{ ГПа}$. Визначити: а) показник політропи; б) молярну теплоємність газу для наведеного процесу.

Відповідь: а) $n = 2,3$; б) $C = 14\text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$.

9.21 Газ, що є робочою речовиною циклу Карно, одержав від нагрівача теплоту $Q_1 = 4,38\text{ кДж}$ і виконав роботу $A = 2,4\text{ кДж}$. Визначити температуру нагрівача, якщо температура охолоджувача $T_2 = 273\text{ К}$.

9.22 Газ, що здійснює цикл Карно, віддав холодильнику 67% теплоти, отриманої від нагрівача. Визначити температуру T_2 охолоджувача, якщо температура нагрівача $T_1 = 430\text{ K}$.

9.23 Газ, що здійснює цикл Карно, одержує теплоту $Q_1 = 84\text{ кДж}$. Визначити роботу A газу, якщо температура T_1 нагрівача в три рази вища за температуру T_2 теплоприймача.

Задача для самостійного розв'язання

Задача. В ідеальній тепловій машині за рахунок кожного кілоджоуля енергії, що дає нагрівач, здійснюється робота 300 Дж . Визначити ККД теплової машини та температуру холодильника, якщо температура нагрівача 400 К ?

Задача 3.10 В ідеальній тепловій машині за рахунок кожного кілоджоуля енергії, що дає нагрівач, здійснюється робота 300 Дж. Визначити ККД теплової машини та температуру холодильника, якщо температура нагрівача 400 К?

Дано:

$$\eta - ? \quad T_2 - ?$$

$$Q_1 = 1 \text{ кДж} = 1000 \text{ Дж}$$

$$A = 300 \text{ Дж}$$

$$T_1 = 400 \text{ К}$$

Розв'язання:

ККД теплової машини

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\% = \frac{A}{Q_1} \cdot 100\%.$$

ККД ідеальної теплової машини, що працює за циклом Карно,

$$\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_1}, \text{ звідки}$$

$$\eta T_1 = T_2 - T_1,$$

$$T_2 = T_1(1 + \eta),$$

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

Підставимо числові значення та виконаємо обчислення:

$$\eta = \frac{300 \text{ Дж}}{1000 \text{ Дж}} \cdot 100\% = 0,3 \cdot 100\% = 30\%,$$

$$T_2 = 400 \text{ К}(1 + 0,3) = 520 \text{ К}.$$

Відповідь: $\eta = 30\%$; $T_2 = 520 \text{ К}$.