МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА і ТЕРМОДИНАМІКА

Теорія викладена у Moodle-3 Розділ 4, 5

Розділи 4 і 5

В **1 молі** будь-якої речовини міститься однакове число частинок.
Внутрішня енергія **1 моля** любих газів буде однакова.
При ізохорному процесі концентрація молекул не змінюється.
Усі **реальні** процеси в природі необоротні.

Відповідність між назвами рівнянь та їхніми математичними виразами

Температурна шкали Кельвіна і Цельсія	$T = 273 + t$
Число молекул (атомів) в одному молі будь-якої речовини однакове	N_A, = $6{,}022 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$ – стала Авогадро
Кількість речовини (N – кількість молекул у даному сосуді, M – молярна маса, дивиться в таблиці Менделєєва. Наприклад, молярна маса води H_2O – $M = 2\times1+16 = 18$ г/моль $= 0{,}018$ кг/моль)	$\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$
Густина	$\rho = \frac{m}{V}$
Рівняння Менделєєва-Клапейрона	$PV = \frac{m}{M}RT$
Рівняння стану газу (k – стала Больцмана)	$P = nkT$
Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії	$P = \frac{2}{3}n\overline{E}$
Концентрація молекул (число молекул в одиниці об'єму)	$n = N/V$
Середня кінетична енергія поступального руху однієї молекули	$\langle\varepsilon\rangle = \frac{E}{N} = \frac{m_0\upsilon_{кв}^{\ 2}}{2} = \frac{3}{2}kT$
Середня квадратична швидкість	$\upsilon_{кв} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$
Внутрішня енергія одноатомного газу	$U = \frac{3}{2}\frac{m}{M}RT$
Внутрішня енергія **1 моля** одноатомного газу	$U = \frac{3}{2}RT$
Зміна внутрішньої енергії одноатомного газу	$\Delta U = \frac{m}{M}\frac{3}{2}R\Delta T$
Кількість теплоти	$Q = cm(t_2 - t_1)$
Робота газу	$A = P\Delta V = P(V_2 - V_1)$
Коефіцієнт корисної дії (ККД) теплової машини, що працює за циклом Карно	$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$
Термічний ККД для колового процесу	$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = A/Q_1$

Дивитися далі наступну сторінку ⟶

Назва процесу	Який параметр не змінюється	Рівняння процесу	1 закон (начало) термодинаміки	Параметри процесу
Ізотермічний	$T = \text{const}$	$P_1V_1 = P_2V_2$, $PV = \text{const}$	$Q = A$ $\Delta U = 0$	Внутрішня енергія не змінюється; надана кількість теплоти йде на виконання газом роботи
Ізохорний	$V = \text{const}$	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$, $P = \text{const} \cdot T$	$Q = \Delta U$ $A = 0$ $\Delta U = \frac{m}{M}\frac{3}{2}R\Delta T$	Газ роботи не виконує; зміну внітрішнйої енергії
Ізобарний	$P = \text{const}$	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$, $V = \text{const} \cdot T$	$Q = \Delta U + A$	$\Delta U = \frac{m}{M}\frac{3}{2}R\Delta T$ $A = P\Delta V = P(V_2 - V_1)$ $A = \frac{m}{M}R(T_2 - T_1)$
Адіабатний – без теплообміну з зовнішнім середовищем	$Q = 0$ (система має якусь кількість теплоти, але вона не додається і не забирається)	в школі не вивчають	$A = -\Delta U$ $\Delta U = \frac{m}{M}\frac{3}{2}R\Delta T$	При адіабатному стисненні газу температура збільшується; при адіабатному розширенні температура зменшується

Теорія викладена у Moodle-3 Розділ 4, 5

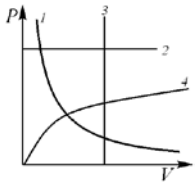
МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА і ТЕРМОДИНАМІКА

УВАГА !!! Відповіді та допомога до завдань надані на останній сторінці цієї теми.

Розділ 4 Молекулярна фізика

4.2 Дослідні закони ідеального газу

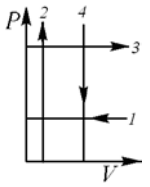
Задача 1



На рисунку зображено графіки процесів зміни стану ідеального газу. Укажіть графік, що відповідає: 1) ізохорному процесу (ізохоричному процесу);
2) ізотермічному процесу;
3) ізобарному процесу (ізобаричному процесу).

(Графіки процесів і параметри $V = \text{const}$, $P = \text{const}$, $T = \text{const}$ процесів наведені у мудл у відповідному параграфі. Дивиться уважно які параметри відкладені по осях координат.)

Задача 2



На рисунку зображено графіки процесів зміни стану ідеального газу. Укажіть графік, що відповідає: 1) ізохорному охолодженню;
2) ізохорному нагріванню;
3) ізобарному охолодженню;
4) ізобарному нагріванню. (дивіться рівняння процесів).

Задача 3

Після ввімкнення обігрівача стан повітря в герметично закритій кімнаті будинку змінюється приблизно (Виберіть, який параметр не змінюється в даному процесі $T = \text{const}$, $P = \text{const}$, $V = \text{const}$, $Q = \text{const}$? Якщо простіше для розуміння, розгляньте скляну банку герметично закриту.)

1) ізотермічно; 2) ізобарно; 3) ізохорно; 4) адіабатно.

Задача 4

Укажіть, як зміниться тиск газу у циліндрі, якщо збільшити об'єм газу вдвічі. Температура газу не змінюється.

1). збільшиться в 2 рази; 2). зменшиться в 2 рази;
3). збільшиться в 4 рази; 4). зменшиться в 4 рази.

Задача 5

Укажіть, як зміниться тиск газу у циліндрі, якщо збільшити об'єм газу в 3 рази. Температура газу не змінюється.

1). збільшиться в 3 рази; 2). зменшиться в 3 рази;
3). збільшиться в 6 разів; 4). зменшиться в 6 разів.

Задача 6

Укажіть, як зміниться температура газу в посудині сталого об'єму, якщо збільшити тиск газу в 4 рази.

1). збільшиться в 2 рази; 2). зменшиться в 2 рази;
3). збільшиться в 4 рази; 4). зменшиться в 4 рази.

Задача 7

Укажіть, як зміниться температура газу у циліндрі, якщо збільшити об'єм газу в 2 рази. Тиск газу не змінюється.

1). збільшиться в 2 рази; 2). зменшиться в 2 рази;
3). збільшиться в 4 рази; 4). зменшиться в 4 рази.

Задача 8

Виберіть вірне ствердження. В різних посудинах при однакових температурі і тиску знаходяться кисень і водень. Концентрація молекул газу буде:

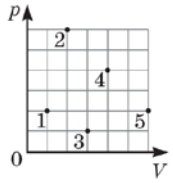
1) кисню у 16 разів більша, ніж водню; 2) кисню у 16 разів менша, ніж водню;
3) однакова; 4) кисню у 4 рази більша, ніж водню.

Задача 9

Установіть відповідність між визначенням фізичної величини та її назвою.

1. Число атомів (молекул), яке міститься в 1 молі	а)Тиск
2. Число атомів (молекул) речовини, виражене в молях	б) Стала Авогадро
3. Число молекул (атомів) в одиниці об'єму	в). Концентрація
4. Відношення величини сили, що діє перпендикулярно поверхні, до площі цієї поверхні	г). Кількість речовини

Задача 10



Точки на рисунку відповідають різним станам ідеального газу. У яких двох точках температура газу однакова.

Задача 11

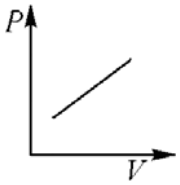
Густина заліза приблизно в 3 рази більша, ніж густина алюмінію. В алюмінії кількістю речовини 1 моль міститься N_1 атомів. У залізі кількістю речовини 1 моль міститься N_2 атомів. Визначте співвідношення між N_1 і N_2.

1) $N_2=3N_1$; 2) $N_2=1/3N_1$; 3) $N_2= N_1$; 4) $N_2= N_1 6\cdot 10^{23}$.

4.3. Рівняння стану ідеального газу – усі попередні задачі можна вирішувати за допомогою цього рівняння (Рівняння Менделєєва-Клапейрона)

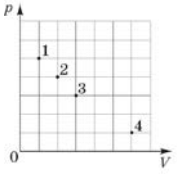
Задача 1

Визначте, як змінюються термодинамічні параметри (об'єм V, абсолютна температура T, тиск p) ідеального газу незмінної маси під час процесу, графік якого наве- дено на рисунку.



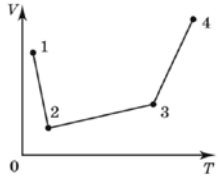
1) V, T, p збільшуються
2) V, p збільшуються, T не змінюється
3) T, p збільшуються, V зменшується
4) V, p збільшуються, T зменшується

Задача 2



На рисунку точки 1, 2, 3, 4 відповідають різним станам ідеального газу незмінної маси. Яка точка відповідає стану газу з найменшою температурою.

Задача 3



У якому стані тиск газ найбільший

ВІДПОВІДІ

4.2. Дослідні закони ідеального газу

Система відліку. Матеріальна точка. Відносність руху

Задача 1 – 1) ізохорному процесу (ізохоричному процесу) – 2;
2) ізотермічному процесу – 1;
3) ізобарному процесу (ізобаричному процесу) – 3.

Задача 2 – 1) ізохорне охолодження – 4 ($P = \text{const} \cdot T$);
2) ізохорне нагрівання – 2
3) ізобарне охолодження – 1 ($V = \text{const} \cdot T$);
4) ізобарне нагрівання – 3.

Задача 3 – 3) ізохорно.

Задача 4 – 2).

Задача 5 – 2).

Задача 6 – 3).

Задача 7 – 1).

Задача 8 – 3) ($P = nkT$, у формулі немає ознак газу. Це справедливо для любих газів).

Задача 9

1. б). Стала Авогадро
2. г). Кількість речовини
3. в). Концентрація
4. а). Тиск

Задача 10 – точки 2 і 5 (за умовою $T = \text{const}$, $P_1V_1 = P_2V_2$.)

Задача 11 – 3).

4.3. Рівняння стану ідеального газу

Задача 1 – 1) *V, T, p* збільшуються $PV = \frac{m}{M}RT$

Задача 2 – точка 1.

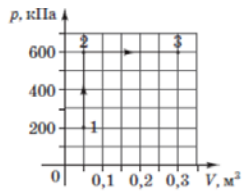
Задача 3 – 3).

Розділ 5 ТЕРМОДИНАМІКА

5.1, 5.2, 5.3. 5,4 Робота газу, внутрішня енергія, кількість теплоти. 1 начало термодинаміки

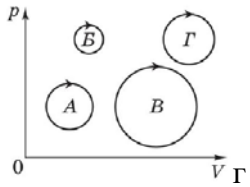
Задача 1

Визначте роботу газу у процесах 1-2-3.



Задача 2

Під час якого циклу, зображеного на рисунку, газ виконує більшу роботу



Задача 3

Чи можна передати кількість теплоти певній кількості речовини без зміни її температури
1) неможливо;
2) можливо, коли відбувається фазовий перехід речовини з рідини у пару;
3) можливо, якщо речовина виконує роботу;
4) можливо, коли відбувається любий фазовий перехід речовини.

Задача 4

Робота виконана 1 молем ідеального газу в ізотермічному, ізобарному, ізохорному процесах при одній і тій же переданій газу кількості теплоти
1) найбільша в ізобарному найменша в ізотермічному;
2) найбільша в ізобарному найменша в ізохорному;
3) найбільша в ізотермічному найменша в ізохорному;
4) найбільша в ізохорному найменша в ізотермічному.

5.6 Цикл Карно

Задача 1

Газ здійснює цикл Карно. Абсолютна температура охолоджувача складає 0,7 температури нагрівача. ККД η циклу дорівнює:

1) 0,2; 2) 0,3; 3) 0,7; 4) 0,85.

Задача 2

Ідеальна теплова машина працює за циклом Карно. При цьому 60% тепла, отриманого від нагрівача, передається холодильнику. ККД η циклу дорівнює:

1) 0,8; 2) 0,6; 3) 0,4; 4) 0,2.

Задача 3

Виберіть вірне твердження. У коловому циклі внутрішня енергія системи:

1) збільшується; 2) дорівнює виконаній роботі; 3) зменшується; 4) не змінюється.

ВІДПОВІДІ

5.1, 5.2, 5.3. 5,4 Робота газу, внутрішня енергія, кількість теплоти. 1 начало термодинаміки

Задача 1 – 150 кДж.
Задача 2 – В (площа, що охоплена кривими більша).
Задача 3 – 3) можливо, якщо речовина виконує роботу ($Q = A$, ізотермічний процес).
Задача 4 – 3) найбільша в ізотермічному найменша в ізохорному. (див. 1 начало термодинаміки для цих процесів)

5.6 Цикл Карно

Задача 1 – 2) (За умовою T_2=0,7T_1)
Задача 2 – 3) (За умовою Q_2=0,6 Q_1)
Задача 3 – 4) не змінюється.