



**Завдання на самостійну роботу до практичного заняття "Молекулярно-кінетична теорія і явища перенесення".**

*Питання, що виносяться на практичне заняття*

1. Основи молекулярно-кінетичної теорії.
2. Статистичні розподіли.
3. Явища переносу.

*Література*

1. Конспект лекцій 6,7.
2. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальний курс фізики: Т.1.: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. – К.: Техніка, 1999. – 269с., §§ 14.3-14.4, 14.9, 14.11, 15.1-15.4

*Контрольні питання та вправи*

1. Дайте визначення стану макроскопічної системи.
  2. Сформулюйте основні положення молекулярно – кінетичної теорії.
  3. Дайте визначення ідеального газу.
  4. Запишіть та проаналізуйте основне рівняння молекулярно – кінетичної теорії.
  5. Вкажіть зв'язок середньої кінетичної енергії молекули газу та абсолютної температури?
  6. Вкажіть зв'язок між тиском і температурою ідеального газу.
  7. Запишіть вираз для барометричної формули та проаналізуйте його.
  8. Запишіть розподіл Больцмана та поясніть його фізичний зміст.
  9. Запишіть розподіл Максвела та поясніть його фізичний зміст.
  10. За яких умов виникають явища перенесення?
  11. За яких умов виникає явище внутрішнього тертя і за яким виразом визначається сила внутрішнього тертя?
  12. За яких умов виникає явище теплопровідності і за яким виразом визначається кількість теплоти, що переноситься?
  13. За яких умов виникає явище дифузії і за яким виразом визначається кількість речовини, що переноситься?
  14. Знайдіть масу молекули азоту (молярна маса азоту  $\mu = 0,028$  кг/моль).
  15. В посудині знаходиться 64 г розрідженого газу – кисню. Визначити:
    - яку кількість молів містить газ;
    - скільки молекул кисню знаходиться в посудині.
-

*Приклад розв'язання типової задачі*

**Задача 1 ([2], 5.62).** Енергія поступального руху молекул азоту, що знаходяться в балоні об'ємом  $V = 20$  л дорівнює  $\bar{\varepsilon} = 5$  кДж, а середня квадратична швидкість його молекул  $\sqrt{\overline{v^2}} = 2 \cdot 10^3$  м/с. Знайти: а) масу  $m$  азоту в балоні; б) тиск  $p$ , під яким він знаходиться.

**Розв'язання:**

а) Середня кінетична енергія поступального руху всіх молекул азоту в об'ємі

$$\bar{\varepsilon} = \frac{m\overline{v^2}}{2},$$

звідки

$$m = \frac{2\bar{\varepsilon}}{\overline{v^2}} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^6} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}.$$

б) Згідно з основним рівнянням молекулярно – кінетичної теорії тиск газу виражається через середню кінетичну енергію однієї молекули

$$P = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \overline{v^2}}{2},$$

де  $m_0$  є маса однієї молекули газу, а добуток  $nm_0$  є густина газу. Якщо помножити обидві частини рівняння на об'єм  $V$ , то одержимо

$$PV = \frac{2}{3} nm_0 V \frac{\overline{v^2}}{2}.$$

Добуток  $nm_0 V = m$  і є маса всього об'єму газу, а добуток  $\frac{m\overline{v^2}}{2}$  є кінетична енергія всіх молекул об'єму. Тому одержимо для тиску

$$P = \frac{2\bar{\varepsilon}}{3V} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^3}{3 \cdot 20 \cdot 10^{-3}} = 167 \text{ кПа}.$$

Розв'язати задачі (на наступне практичне заняття):

1. Середня квадратична швидкість молекул ідеального газу  $\sqrt{v^2} = 450$  м/с. Тиск газу  $p = 50$  кПа. Знайти густину  $\rho$  газу за таких умов.

Відповідь:  $\rho = 0,74$  кг/м<sup>3</sup>.

2. Знайти середню арифметичну  $\bar{v}$ , середню квадратичну  $\sqrt{v^2}$  і найбільш імовірну  $v_i$  швидкості молекул газу, який за тиску  $p = 40$  кПа має густину  $\rho = 0,3$  кг/м<sup>3</sup>.

Відповідь:  $\bar{v} = 579$  м/с,  $\sqrt{v^2} = 628$  м/с,  $v_i = 513$  м/с.

3. Пасажирський літак виконує політ на висоті  $h_1 = 8300$  м. Для того, щоб не використовувати кисневі маски для пасажирів, в салоні за допомогою компресора підтримується тиск, що відповідає висоті  $h_2 = 2700$  м. Знайти:

а) різницю тисків  $\Delta P$  в середині літака та ззовні літака. Температуру навколишнього повітря вважати постійною і рівною  $t = 0^\circ \text{C}$ ;

б) в скільки разів густина повітря в літаку буде більше густини повітря за ним, якщо температура повітря ззовні літака  $t_1 = -20^\circ \text{C}$ , а в літаку –  $t_2 = 20^\circ \text{C}$ .

Відповідь:  $\Delta P = 36$  кПа,  $\rho_2 / \rho_1 = 1,7$ .