

Українська державна академія залізничного транспорту

Кафедра „Фізика”

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 26

**ВИЗНАЧЕННЯ УНІВЕРСАЛЬНОЇ ГАЗОВОЇ СТАЛОЇ
ЗА МЕТОДОМ ОТКАЧУВАННЯ****Роботу виконав:** студент(ка)_____
(прізвище, ім'я, по-батькові)_____
(курс) (група)

„_____” _____ 20__ р.

Роботу прийняв:_____
(прізвище та ініціали викладача)_____
(посада)**Оцінка:**за знання теорії _____
(оцінка, бал)за провед. експер. _____
(оцінка, бал)підсумкова _____
(оцінка, бал)_____
(дата і підпис викладача)

Лабораторна робота № 26

**ВИЗНАЧЕННЯ УНІВЕРСАЛЬНОЇ ГАЗОВОЇ СТАЛОЇ
ЗА МЕТОДОМ ОТКАЧУВАННЯ**

Мета роботи: вивчення законів ідеальних газів, експериментальне визначення універсальної газової сталої.

Прилади і матеріали: скляна колба, манометр, насос Ковмського, аналітичні терези, термометр, з'єднувальні шланги.

Теоретичні відомості

Стан ідеального газу маси m описується рівнянням Клапейрона–Менделєєва

$$pV = \frac{m}{M}RT, \quad (1)$$

де p – тиск газу, V – об'єм, який він займає, M – молярна маса газу, R – універсальна газова стала, T – абсолютна температура.

Для 1 моля газу ($m = M$) воно має вигляд:

$$pV = RT.$$

Якщо продиференціювати це рівняння при умові, коли тиск залишається сталим ($p = \text{const}$), одержимо співвідношення $p dV = R dT$, яке у випадку, коли температура збільшується на ΔT градусів, має вигляд:

$$p \Delta V = R \Delta T,$$

де ΔV – збільшення об'єму газу.

Ліва частина цього рівняння дорівнює роботі розширення газу: $p \Delta V = A$. Отже коли газ нагрівається на 1 градус ($\Delta T = 1\text{К}$) маємо:

$$A = R.$$

Таким чином, універсальна газова стала R чисельно дорівнює роботі при ізобарному розширенні 1 моля газу при нагріванні його на 1 градус.

Одержимо робочу формулу, яка використовується в даній лабораторній роботі для визначення універсальної газової сталої R . Розглянемо газ, маса якого m_1 і який знаходиться у колбі об'ємом V при температурі T під тиском p_1 . Стан газу описується рівнянням

$$p_1 V = \frac{m_1}{M} RT. \quad (2)$$

Откачаємо з колби частину газу. Тоді маса газу стає рівною m_2 , а тиск – рівним p_2 . Рівняння (2) набуває вигляду

$$p_2 V = \frac{m_2}{M} RT. \quad (3)$$

Віднімаючи з рівняння (2) рівняння (3), одержимо рівняння:

$$(p_1 - p_2) V = \frac{(m_1 - m_2)}{M} RT,$$

звідки

$$R = \frac{M (p_1 - p_2) V}{(m_1 - m_2) T}. \quad (4)$$

Експериментальна установка для визначення універсальної газової сталої складається з скляної колби A з краном K (рис. 1), вакуумного насоса, манометра і аналітичних терезів (на рисунку не показані).

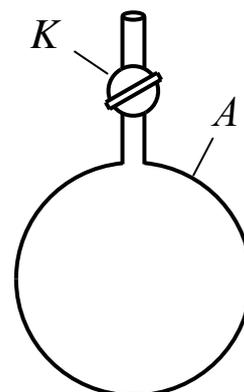


Рис. 1

Послідовність виконання роботи

1. Накреслити таблицю вимірюваних величин за зразком, наведеним у табл. 26.1.
2. Визначити за допомогою барометра атмосферний тиск p_1 і занести його у таблицю.
3. Визначити за допомогою термометра температуру t в лабораторії. Знайти абсолютну температуру $T = t + 273$ і занести її до таблиці.
4. Зважити на аналітичних терезах колбу при відкритому крані K і знайти масу колби разом з повітрям, що в неї знаходиться $m_{01} = m_0 + m_1$ (m_0 – маса колби без повітря, m_1 – маса повітря).
5. З'єднати колбу з насосом і манометром з допомогою з'єднувального шлангу. Кран колби K повинен бути відкритим. Откачати повітря з колби поки тиск в колбі ні зменшиться до деякого значення p_2 ($p_2 < p_1$).
6. Старанно закрити кран колби K і записати показання манометра p_2 у таблицю.
7. Зважити на аналітичних терезах колбу і знайти масу колби разом з повітрям, що в неї залишилось $m_{02} = m_0 + m_2$ (m_2 – маса повітря).
8. За формулою (4) знайти R маючи на увазі, що різниця $m_2 - m_1 = m_{02} - m_{01}$. (Об'єм колби V вказаний на устроюванні).
9. Обчислити відносну та абсолютну похібки визначення R .
10. Проаналізувати результати і зробити висновки.
11. Підготувати відповіді на контрольні питання.

Контрольні питання

1. Сформулюйте основні положення молекулярно-кінетичної теорії речовини.

2. Що називається термодинамічною системою? Наведіть приклади таких систем.
3. Що називається ідеальним газом? Дайте розвинуту його характеристику.
4. Якими термодинамічними параметрами характеризується стан даної маси газу? Запишіть рівняння стану ідеального газу.
5. Дайте визначення тиску газу або рідини. У яких одиницях він вимірюється?
6. Виведіть рівняння стану ідеального газу, використовуючи закони класичної механіки.
7. Дайте характеристику температурних шкал Цельсія і Кельвіна. Як вони св'язані одна з одною?
8. Дайте визначення молю речовини? Скільки молекул міститься в одному молі будь-якої речовини? Сформулюйте закон Авогадро.
9. Найдіть роботу ізобарного розширення ідеального газу.
10. Виведіть робочу формулу для визначення універсальної газової сталої, яку ви застосували в даній роботі. Який фізичний зміст має універсальна газова стала?

Звіт за виконану роботу

1. Робоча формула

$$R = \frac{M(p_2 - p_1)V}{(m_{02} - m_{01})T} - \text{універсальна газова стала.}$$

1.1. Величини, що вимірюються:

$$p_1 - \text{атмосферний тиск, } [p_1] = \text{Па, } \Delta p_1 = 5 \cdot 10^3 \text{ Па;}$$

p_2 – тиск в колбі після откачування повітря,

$$[p_2] = \text{Па, } \Delta p_2 = 5 \cdot 10^3 \text{ Па;}$$

$$T - \text{абсолютна температура, } [T] = \text{К, } [\Delta T] = 1 \text{ К;}$$

m_{01} – маса колби з повітрям під тиском p_1 ,

$$[m_{01}] = \text{кг, } [\Delta m_{01}] = 10^{-7} \text{ кг; ?}$$

m_{02} – маса колби з повітрям під тиском p_2 ,

$$[m_{02}] = \text{кг}, \quad [\Delta m_{02}] = 10^{-7} \text{ кг}.$$

1.2. Табличні величини:

$M = 29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль – молярна маса повітря,

$\Delta M = 0.5 \cdot 10^{-3}$ кг/моль;

1.3. Величини, що обчислюються:

R – універсальна газова стала, $[R] = \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}.$

2. Результати експерименту:

Таблиця 26.1

p_1	p_2	Δp	m_{01}	m_{02}	Δm	V	ΔV	T	ΔT
Па			кг			м ³		К	

Результати експерименту підтверджують

_____ (дата і підпис викладача)

3. Обробка результатів експерименту:

$$R = \frac{M(p_1 - p_2)V}{(m_{01} - m_{02})T} = \quad .$$

Визначення відносної та абсолютної похибок:

$$\varepsilon = \frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta M}{M} + \frac{2 \Delta p}{p_1 - p_2} + \frac{\Delta V}{V} + \frac{2 \Delta m}{m_{01} - m_{02}} + \frac{\Delta T}{T} = \quad ;$$

$$\Delta R = \varepsilon \cdot R = \quad ;$$

$$\varepsilon_0 = \varepsilon \cdot 100\% = \quad \%.$$

5. Висновки: _____