4.2.2 Визначення відношення молярних теплоємностей повітря

Детальний опис роботи подано в [2, (робота 9); 8, (робота МТ-9)].

Метою роботи є експериментальне визначення відношення $\gamma = Cp/C_V$ молярної теплоємності повітря при сталому тиску Cp до його молярної теплоємності при сталому об'ємі C_V за методом Клемана-Дезорма (Clement-Desormes).

Прилад Клемана-Дезорма зображено на рис. 8. Основна деталь установки - скляний балон *1*, який наповнений *сухим* повітрям. Нагнітання повітря до балону здійснюється з допомогою груші *4* через двоходовий кран *3*. З допомогою такого самого крану *2* балон з'єднано з атмосферою. Надлишковий тиск у балоні Δp, тобто різницю між тиском у балоні p та атмосферним тиском p_0, вимірюють рідинним відкритим U- подібним манометром *5*. У цьому манометрі значення надлишкового тиску Δp є пропорційним до різниці рівнів рідини h у його колінах.

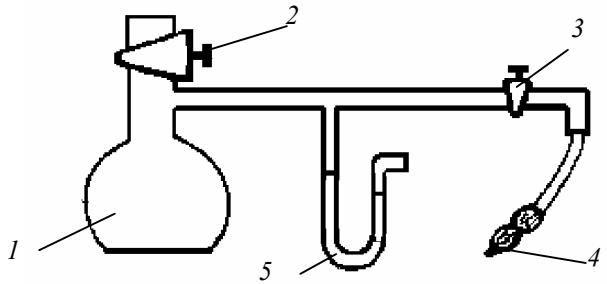

Рисунок 8

У реальному навчальному експерименті манометричною рідиною є забарвлена вода, що вносить додаткову похибку в результат досліду, оскільки повітря в балоні має відчутну вологість.

Мети роботи досягають через вимірювання двох надлишкових тисків:

- Δp_1, що виникає при нагнітанні повітря з допомогою груші 4, при цьому кран 2 закритий, кран 3 відкритий;
- Δp_2, що утворюється при швидкому провертанні крану 2 на 180° , при цьому кран 3 закритий.

За умови малості величин Δp_1 і Δp_2 в порівнянні з p_0 робоча формула роботи має вигляд

$$\gamma = \frac{\Delta p_1}{\Delta p_1 - \Delta p_2}. \qquad (2.2.1)$$

Надлишковий тиск Δp є пропорційним до різниці рівнів рідини h у колінах манометра, отже *розрахункова формула* роботи стає такою

$$\gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2}\,. \qquad (2.2.2)$$

Спосіб вимірювань величин h_1 і h_2 детально подано у посібниках [2, 8]. Результати вимірювань рекомендовано занотувати у таблиці, голівка якої має такий вигляд:

№	h_1, поділки	h_2, поділки	γ	$\Delta\gamma_i$
1	2	3	4	5

Число вимірювань n – не менше від 10.

Алгоритм опрацювання результатів експерименту

Спосіб вимірювання відношення молярних теплоємностей повітря $\gamma = Cp/C_V$ з допомогою приладу Клемана-Дезорма має істотні недоліки, тому його результат може істотно відрізнятися від значення $\gamma = 1{,}40$, яке подає класична теорія теплоємностей для двоатомних газів з «жорсткими» зв'язками між атомами молекул.

Головні чинники похибок – зв'язок балону 1 з атмосферою впродовж досліду та використання забарвленої води як манометричної рідини. Вони призводять до наявності у балоні істотної кількості водяної пари, що є триатомним газом ($\gamma = 1{,}33$). До незначної похибки також призводить зміна маси газу в балоні 1 впродовж досліду; звичайно має місце й похибка паралаксу при зчитуванні висот рівнів рідини у колінах манометра. З огляду на проведений аналіз зрозуміло, що у виконуваній роботі кожен дослід є окремим. Отже оцінювати похибку вимірювань доцільно з використанням алгоритму відшукування похибки прямих вимірювань (п. 2.1 Вступу).

1 Відшукати середнє значення $\overline{\gamma}$ за формулою (2), тобто

$$\overline{\gamma} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\gamma_i\,, \qquad (2.2.3)$$

де n - число вимірювань.

2 Вирахувати та занести у стовпчик 5 таблиці вимірювань абсолютні похибки кожного вимірювання:

$$\Delta\gamma_i = |\,\overline{\gamma} - \gamma_i|, \qquad (2.2.4)$$

3 За формулою

$$\Delta\gamma = t_{0,7}(n)\sqrt{\frac{1}{n(n-1)}\sum_{i=1}^{n}\left(\Delta\gamma_i\right)^2} \qquad (2.2.5)$$

обчислити середньоквадратичну похибку $\Delta\gamma$. Для числа вимірювань $n = 10$ $t_{0,7}(n) = 1{,}1$.

4 Записати результат у стандартному вигляді:

$$\gamma = \overline{\gamma} \pm \Delta\gamma_i. \qquad (2.2.6)$$