

Лабораторна робота № 7

Визначення питомої теплоємності рідин відносним методом

Мета роботи: Освоїти відносний метод визначення питомої теплоємності рідини.

Прилади та матеріали: досліджувані рідини, два електрокалориметри, два калориметричні термометри, джерело постійного струму.

Теоретичні відомості

Питомою теплоємністю речовини називається фізична величина, що чисельно дорівнює кількості теплоти, яку потрібно затратити, щоб нагріти 1 кг цієї речовини на 1К:

$$c = \frac{Q}{m(T_2 - T_1)} \quad (1)$$

Ця формула справедлива у тому випадку, коли теплоємність змінюється незначно із змінною температури. Більш строго формулу для c можна записати у диференціальному вигляді:

$$c = \frac{1}{m} \frac{\delta Q}{dT} \quad (2)$$

Формула (2) визначає теплоємність при кожній даній температурі, а формула (1) – середню теплоємність в інтервалі температур від T_1 до T_2 .

У випадку, коли в системі відбуваються тільки теплові явища, тобто якщо передача енергії від одних тіл до інших здійснюється шляхом теплообміну, то алгебраїчна сума кількостей теплоти, отриманих і переданих усіма тілами, які беруть участь в теплообміні, дорівнює нулю:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n = 0 \quad (3)$$

Останнє рівняння – рівняння теплового балансу – виражає закон збереження енергії для даного випадку. Рівняння (1-3) називаються калориметричними і є вихідними при різних способах вимірювання кількості теплоти і теплоємностей.

Установка для визначення питомої теплоємності рідин складається з двох калориметрів (рис. 22) з мішалками і термометрами. В калориметри вміщено послідовно сполучені спіралі з однаковими великими опорами. Один з калориметрів наповнюють рідиною з відомою питомою теплоємністю c_a (дистильована вода), другий – досліджуваною рідиною з питомою теплоємністю c_x . При проходженні струму в спіралях виділяється однакова кількість теплоти, яка витрачається на нагрівання калориметрів з мішалками та термометрами і рідин.

Кількість теплоти, одержана першим і другим калориметрами, мішалками і рідинами, відповідно рівні:

$$Q_1 = (m_a c_a + m_1 c_1)(T_1' - T_1) + \Delta Q_1; \quad (4)$$

$$Q_2 = (m_x c_x + m_2 c_2)(T_2' - T_2) + \Delta Q_2, \quad (5)$$

де, m_a – маса води;

m_x – маса невідомої рідини;

m_1, m_2 – маса калориметрів з мішалками

c_a – питома теплоємність води;

c_x – питома теплоємність невідомої рідини;

c_1, c_2 – питома теплоємність калориметрів з мішалками;

$T_{1,2}', T_{1,2}$ – відповідно кінцеві і початкові температури рідин в калориметрах;

$\Delta Q_1, \Delta Q_2$ – втрати теплоти в навколишньому середовищі.

Експеримент проводиться так, щоб різниці температур $T_1' - T_1$ і $T_2' - T_2$ не перевищували 3-4 К, щоб втрати теплоти в навколишнє середовище були якнайменшими, тому величинами ΔQ_1 і ΔQ_2 можна знехтувати.

Кількість теплоти, що віддається кожною спіраллю при проходженні струму I за час τ , є однаковою, тому ми можемо прирівняти Q_1 і Q_2 , звідки отримаємо формулу для обчислення питомої теплоємності невідомої рідини:

$$c_x = \frac{1}{m_x} \left[(m_a c_a + m_1 c_1) \frac{T_1' - T_1}{T_2' - T_2} - m_2 c_2 \right]. \quad (6)$$

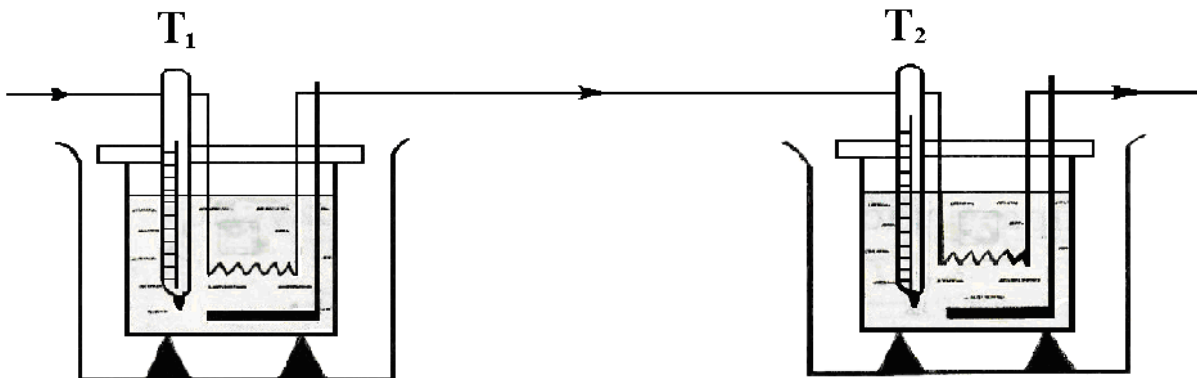


Рис. 22. Установка для визначення питомої теплоємності рідин відносним методом.

Хід виконання роботи

1. Наповнити калориметри рідинами.
2. Зняти покази термометрів T_1 і T_2

Величини m_a , m_x , m_1 , m_2 , c_a , c_1 , c_2 вказані на установці.

3. Ввімкнути джерело постійного струму.

4. Коли різниця температур обох рідин встановиться приблизно $3 \sim 4$ К, зняти покази термометрів T_1' і T_2' .
5. За формулою (7.6) обчислити c_x .
6. Обчислити абсолютну і відносну похибки експерименту.
Результати вимірювань і обчислень занести в таблицю.

$N_{\text{д}} \text{ } \frac{\text{с}}{\text{і}}$	$T_1, \text{ К}$	$T_2, \text{ К}$	$T_1', \text{ К}$	$T_2', \text{ К}$	$c_x,$ $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$	$\Delta c_x,$ $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$	$E,$ %

Контрольні запитання та завдання

1. Чому в процесі вимірювання необхідно неперервно перемішувати рідини?
2. Як визначити похибку у показах термометра?
3. Дати визначення молярної теплоємності речовини.
4. Пояснити, чому питома теплоємність тої самої речовини в різних агрегатних станах різна.