

8-1. Теплове розширення 8кл

Обладнання: пробірка, корок з пластиковою трубкою, мірний циліндр, термометр, лінійка, дегазована вода у стаканчику.

Групове обладнання: гаряча вода, серветки.

Завдання:

- 1) Використовуючи надане обладнання, запропонуйте та зберіть установку, за допомогою якої можна було б встановити залежність між об'ємом води та її температурою.
- 2) Визначити температурний коефіцієнт об'ємного розширення води в температурних межах близьких до 60°C.
- 3) Назвіть фактори, які суттєво впливають на результати вимірювань. Опишіть як можна покращити точність результатів.

Примітка. Для отримання гарячої води для експерименту зверніться до вчителя.

Застереження по ТБ. Вчитель надає гарячу воду при температурі близько 80°C. Сплануйте експеримент так, щоб не було потреби занурювати у гарячу воду пальці. Слідкуйте, щоб посудина з гарячою водою не перекинулася

Теоретичні відомості. Зв'язок між зміною об'єму рідини та зміною її температури: $\Delta V = V \cdot \beta \cdot \Delta t$, де V – об'єм рідини при певній температурі, ΔV – зміна об'єму при зміні температури на Δt , β – температурний коефіцієнт об'ємного розширення.

Розв'язання.

1. Опис установки для дослідження залежності об'єму рідини від її температури.

Наливаємо воду у пробірку по вінця. Закриваємо щільно пробірку корком, в який наскрізь вставлено трубку. Забезпечуємо відсутність повітря в пробірці та трубці. При вставленні пробки рідина витіснятиметься у трубку і підніматиметься в ній.

Наливаємо у мірний циліндр такий об'єм гарячої води (при 80°C), щоб при поміщенні в нього, пробірка була повністю занурена у гарячу воду. Занурюємо у мірний циліндр разом з пробіркою термометр і слідкуємо за його показами. В момент, коли покази довжина стовпчика води у трубці перестане збільшуватись, фіксуємо температуру та довжину стовпчика води у трубці. В момент коли довжина стовпчика води у трубці перестане збільшуватись у мірному циліндрі та пробірці досягається теплова рівновага.

В процесі охолодження, об'єм води в трубці і її температура будуть зменшуватись. Таким чином ми сконструювали прилад, за допомогою якого можна було б встановити залежність між об'ємом води та її температурою.

2. Визначення температурного коефіцієнту об'ємного розширення води.

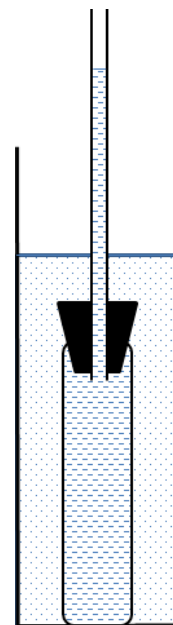
Вимірюємо внутрішню площу поперечного перерізу S трубки. Щоб покращити точність багаторазово наповнюємо трубку холодною водою та випускаємо цю воду мірний циліндр. Вимірюємо $V_{\text{заг}} = N \cdot V_0$, де N – кількість порцій води, вилитих в мензурку, V_0 – внутрішній об'єм трубки. Довжину трубки L вимірюємо лінійкою. Обчислюємо внутрішню площу поперечного

$$\text{перерізу } S: S = \frac{V_{\text{заг}}}{N \cdot L}$$

Наливаємо воду у пробірку по вінця, попередньо вимірявши її об'єм V за допомогою мензурки. Закриваємо щільно пробірку пробкою так, щоб вода піднялась у трубці.

Наливаємо у мірний циліндр гарячу воду і занурюємо у неї пробірку.

Після того, як між пробіркою і водою у мірному циліндрі встановиться теплова рівновага, слідкуємо за зміною довжини стовпчика води у трубці. При температурі близькій до 60°C фіксуємо довжину стовпчика води у трубці. Почекавши щоб вода охолола на Δt вимірюємо на скільки Δh змінилась висота стовпчика в трубці.



Використовуючи ці дані визначаємо зміну об'єму ΔV води при охолодженні на Δt . Обчислюємо температурний коефіцієнт об'ємного розширення води за формулою: $\beta = \frac{\Delta V}{V \cdot \Delta t}$.

Контрольний експеримент проведений журі:

Площа поперечного перерізу трубки $S \cdot 10^{-2}, \text{см}^2$	Об'єм води в пробірці з трубкою $V, \text{см}^3$	Зміна висоти стовпчика води в трубці (при 60°C) $\Delta h, \text{см}$	Зміна об'єму води в трубці $\Delta V, \text{см}^3$	Зміна температури $\Delta t, ^\circ\text{C}$	Температурний коефіцієнт об'ємного розширення $\beta, ^\circ\text{C}^{-1}$
7	40	2	0,14	7,7	$4,5 \cdot 10^{-4}$

Розглянемо фактори, які впливають на точність даного експерименту.

3. Фактори, які суттєво впливають на результати вимірювань.

Основними факторами, що впливають на точність результату є такі:

- 1) точність вимірювальних приладів (ціна поділки мірного циліндра 5 см³, лінійки – 1 мм);
- 2) вимірювання діаметру трубки безпосередньо лінійкою для обчислення внутрішньої площі поперечного перерізу трубки. Це призводить до значних похибок, оскільки діаметр трубки одного порядку з ціною поділки лінійки;
- 3) наявність бульбашок пари в пробірці під час експерименту. Бульбашки повітря призводять до завищення β , оскільки розширення повітря значно більше за розширення води.
- 4) при нагріванні пробірки з водою розширюється не лише вода, а й пробірка, тому зміна рівня води у трубці дещо менша, за рахунок збільшення місткості пробірки при нагріванні. Це призводить до заниження β . Врахування теплового розширення матеріалу пробірки при розрахунках дасть можливість підвищити їх точність.

8-2. Густина ізоляції

Обладнання: шматок дроту зі знятим шматком ізоляції, дерев'яна лінійка, шприц на 5 мл, нитка.

Групове обладнання: вода (густина води 1000 кг/м³).

Завдання:

1. Знайдіть радіуси: алюмінієвого осердя та дроту з ізоляцією.
2. Знайдіть масу дроту з ізоляцією (густина алюмінію 2700 кг/м³).
3. Знайдіть густину матеріалу ізоляції.
4. Назвіть фактори, які суттєво вплинули на результати вимірювань. Опишіть дії, які ви виконали, аби покращити точність результатів.

Розв'язання:

Знайдіть радіуси: алюмінієвого осердя та дроту з ізоляцією.

1. Окремо алюмінієвого осердя: щільно намотати нитку на оголену частину дроту та порахувати кількість зроблених витків.
2. Розмотати, виміряти довжину та знайти радіус ($L_{\text{намотки}} = n_{\text{витків}} \cdot 2\pi R$)

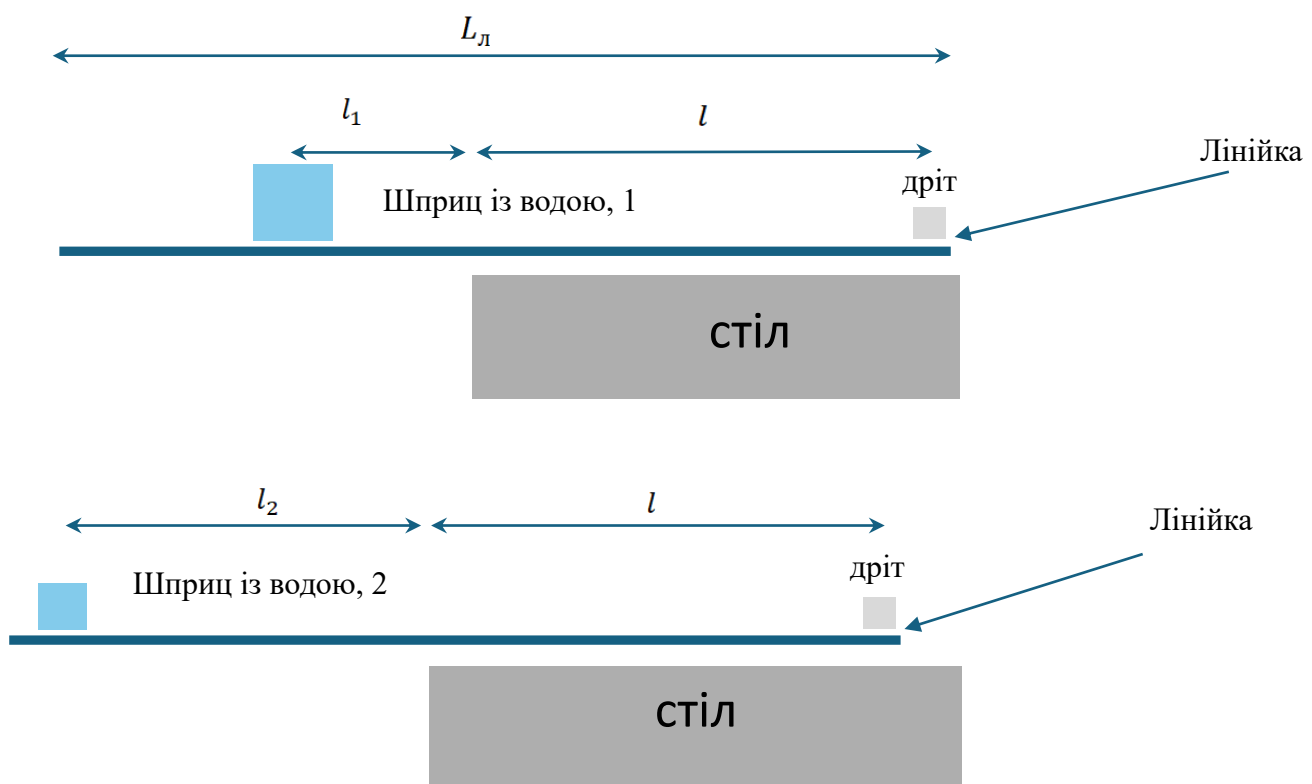
3. Те саме повторити для дроту з ізоляцією.

Результати наведені для 10 витків.

Алюміній: $L_{oc} = 11.3$ см, $R_{oc} = 0.18$ см, дріт з ізоляцією: $L_{намот. д} = 18.6$ см, $R_d = 0.3$ см;

Знайдіть масу дроту з ізоляцією (густина алюмінію 2700 кг/м^3).

1. Зробити рівноплечий важіль з лінійки, поклавши її на край столу та врівноваживши. На край лінійки, що лежить на столі, покласти дріт, а на іншу половину лінійки – підвісити шприц, частково заповнений водою. Врівноважити. Дослід повторити з іншою кількістю води в шприці.
2. Аби позбутись маси пустого шприца та знайти масу дроту записати правила моментів, використовуючи дані двох вищевказаних дослідів.



Маса води в шприці у першому та другому досліді відповідно рівна: $m_{в1} = 5$ г, $m_{в2} = 3$ г, а відстань від точки обертання до дроту $l = 24$ см, до шприца у першому положенні $l_1 = 19$ см та у другому положенні $l_2 = 25$ см.

Правила моментів для двох випадків:

$$\begin{cases} m_d l = (m_{ш} + m_{в1}) l_1 \\ m_d l = (m_{ш} + m_{в2}) l_2 \end{cases}$$

З системи рівнянь знаходимо масу дроту:

$$m_d = \frac{(m_{в1} - m_{в2}) l_1 l_2}{(l_2 - l_1) l} = 6.77 \text{ г}$$

Знайдіть густину матеріалу ізоляції.

Довжина частини дроту, покритого ізоляцією $L_{із} = 13$ см, довжина осердя $L_{ос} = 15$ см. Густина алюмінію $\rho_{ал} = 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Тоді, густина ізоляції рівна:

$$\rho_{із} = \frac{m_{із}}{V_{із}} = \frac{m_{д} - m_{ос}}{V_{із}} = \frac{m_{д} - \rho_{ал} L_{ос} \pi R_{ос}^2}{\pi L_{із} (R_{д}^2 - R_{ос}^2)} \approx 1130 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Назвіть фактори, які суттєво вплинули на результати вимірювань. Опишіть дії, які ви виконали, аби покращити точність результатів.

1. При вимірюванні діаметрів дроту та алюмінію, необхідно аби витки щільно прилягали один до одного, при цьому не допускати аби будь-який з витків налазив на інші.
2. Центр мас лінійки не обов'язково знаходиться на позначці «25 см». Нерозмічена частина якоїсь зі сторін може бути довшою. Це перевірялось експериментально, при проведенні даного експерименту центр мас лінійки перебував на позначці 24.8 см.
3. Максимально збільшити плечі важеля для шприца та дроту (шприц та дріт знаходяться якнайдалі від точки обертання важеля). Більші довжини плечей – менша відносна похибка. Для цього дріт слід покласти на кінець лінійки, а відстань до шприца визначається з умови рівноваги.
4. Місце положення дроту є однаковим в обох експериментах. Це зменшує число вимірювань та спрощує систему рівнянь.
5. Проводити експеримент слід багаторазово, вимірюючи значення l_1 та l_2 . Далі розрахувати середні значення, які й використовуються при обчисленні за фінальною формулою.