

Експериментальний тур. 9й клас.

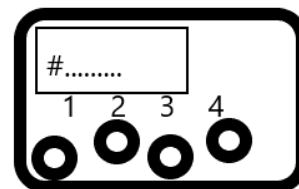
9.1. «Чорна» скринька.

У «чорній» скриньці з чотирма виводами розміщено 5 резисторів, 4 з яких з'єднані "зіркою" (мають спільну точку всередині скриньки). Їх вільні кінці приєднані до виводів, а п'ятий резистор з'єднує два виводи. Відомо, що два з 4-х резисторів «зірки» мають однаковий опір.

Завдання:

А) намалювати схему з'єднання резисторів з обов'язковим позначенням номерів виводів; відмітьте однакові резистори. Обґрунтуйте вибір схеми;

Б) розрахувати опір всіх резисторів.



Обладнання: мультиметр з дротами, чорна скринька з 4-ма виводами (нумерація виводів – 1, 2, 3, 4 – зліва - направо, коли скринька повернута так, що її номер – зверху).

☐ **Примітка.** Мультиметр **DT-9208A** – це багатофункціональний електровимірювальний прилад, за допомогою якого можна вимірювати силу струму, напругу (як постійні, так і змінні), опір, ємність, частоту. Потрібний тип вимірювання задається обертовим перемикачем в центрі передньої панелі. Мультиметр вмикається і вимикається жовтою клавішею “ON/OFF” в лівому верхньому кутку. Один щуп підключають до клеми “COM” – загальний, мінус, а другий до клеми позначеної:

- “V Ω Hz” – при вимірюванні напруги, опору чи частоти;
- “mA”, “20A” – для вимірювання сили струму в залежності від діапазону вимірювання.

В цій задачі радимо користуватися мультиметром в режимі омметра.

Якщо вимірювана величина перевищує межі вибраного діапазону вимірювання, то на екрані з'являється “OL”. Це відбувається, наприклад, у випадку, коли мультиметр перевели в режим вимірювання опору («зелені» положення перемикача в лівому верхньому секторі, позначені символом “ Ω ”), а вимірюваний опір не під'єднали, або коли величина опору перевищує вибраний діапазон. В такому разі обертом центрального гвинту встановлюємо необхідний діапазон вимірювання.

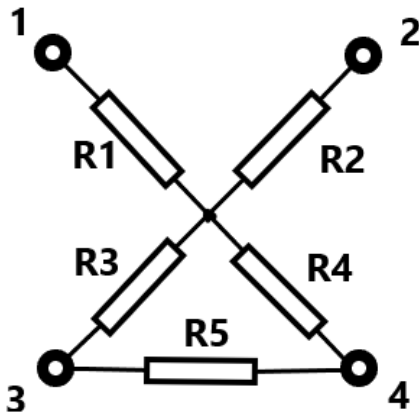
В разі невикористання мультиметру вимикайте його за допомогою жовтої кнопки.

Розв'язання

1. Вимірюємо опір між всіма парами виводів.
2. Записуємо систему рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} R_{12} = R_1 + R_2 \\ R_{13} = R_1 + \frac{R_3(R_4 + R_5)}{R_3 + R_4 + R_5} \\ R_{23} = R_2 + \frac{R_3(R_4 + R_5)}{R_3 + R_4 + R_5} \\ R_{24} = R_2 + \frac{R_4(R_3 + R_5)}{R_3 + R_4 + R_5} \\ R_{43} = \frac{R_5(R_4 + R_3)}{R_3 + R_4 + R_5} \\ R_{14} = R_1 + \frac{R_4(R_3 + R_5)}{R_3 + R_4 + R_5} \end{array} \right.$$

3. Звертаємо увагу на те, що є пари однакових значень. Робимо висновок про взаємне розташування резисторів. Рисуємо схему.
4. Уважно подивившись на систему рівнянь можна помітити, що праві частини двох пар рівнянь співпадають. Їх можна викинути, врахувавши, що два опори на схемі однакові. Це спрощує розв'язання системи.



5. Наприклад, якщо $R_{13} = R_{14}$ і $R_{23} = R_{24}$, що і спостерігається на експерименті, $R_3 = R_4$ або $R_1 = R_2$ (перевірте самостійно). У другому випадку оптимальніше виконати перетворення трикутник-зірка та навпаки. Система зменшується до 4-х рівнянь для 4-х невідомих опорів.
6. Розглядаємо обидва випадки, розв'язуємо системи рівнянь.

9.2. «Маса лінійки»

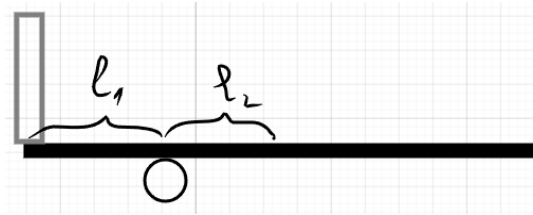
1. Визначити у скільки разів відрізняються маси лінійки та бруска пластиліну.
2. Визначити масу лінійки.
3. Описати дії, які ви виконали, аби покращити точність результатів. Назвати фактори, які суттєво вплинули на похибки вимірювань.

Обладнання: лінійка, брусок пластиліну невідомої густини, посудина з водою, штатив.

Примітка: працюючи з пластиліном, не забрудніть парту – використовуйте додаткові аркуші паперу. Густина води становить 1 г/см^3 .

Розв'язання

1. Спочатку пересвідчимося, що центр мас лінійки розташований у її геометричному центрі.
2. Використаємо лінійку як важіль для визначення співвідношення мас лінійки та бруска пластиліну (див. мал.).



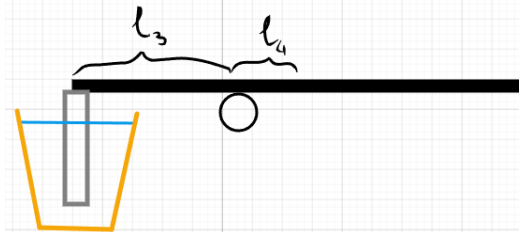
3. Запишемо рівняння рівноваги важеля для цього випадку

$$m_{\text{пл}} g l_1 = m_{\text{лін}} g l_2$$

4. Отже відношення мас лінійки та бруска пластиліну становить

$$\frac{m_{\text{лін}}}{m_{\text{пл}}} = \frac{l_1}{l_2}$$

5. Тепер зануримо брусок або його частину у посудину з водою і знайдемо нове положення рівноваги важеля (див. мал.). Для більшої точності варто щоб занурення пластиліну було максимальним. Якщо занурення неповне, то об'єм зануреної частини, визначаємо за допомогою цієї ж лінійки, надавши пластиліну правильної форми (паралелепіпеда). Важливо у вимірюванні дотримуватись рівномірного занурення шматка по всьому об'єму.



6. Запишемо рівняння рівноваги важеля для нового положення.

$$(m_{\text{пл}} - \rho_{\text{води}} V) g l_3 = m_{\text{лін}} g l_4$$

7. Поділимо друге рівняння на перше:

$$\frac{(m_{\text{пл}} - \rho_{\text{води}} V) l_3}{m_{\text{пл}} l_1} = \frac{l_4}{l_2}$$

Якщо форма зануреної частини пластиліну прямокутний паралелепіпед, то $V = abc$. З отриманого рівняння знаходимо масу пластиліну

$$m_{\text{пл}} = \rho_{\text{води}} V \frac{l_2 l_3}{l_2 l_3 - l_1 l_4}$$

8. Підставляючи отриманий результат в перше рівняння, отримуємо масу лінійки.

$$m_{\text{пл}} = \rho_{\text{води}} V \frac{l_1 l_3}{l_2 l_3 - l_1 l_4}.$$

Зазначимо можливі фактори, що можуть суттєво вплинути на похибки вимірювань:

- Враховувати розміри бруска для більш точного визначення плечей важеля
- Обирати плечі важеля у положеннях рівноваги максимально довгими
- Занурювати у воду максимальний можливий об'єм бруска.
- Для більш точного вимірювання об'єму пластиліну акуратно зім'яти рифлену сторону бруска і надати йому форму паралелепіпеда.