

Міністерство освіти і науки України
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
Фізико-технічний факультет
Кафедра фізики та астрономії

Лабораторна робота № 7

ВИВЧЕННЯ ПРИНЦИПУ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОМПЕНСАЦІЙНИХ ВИМІРЮВАНЬ

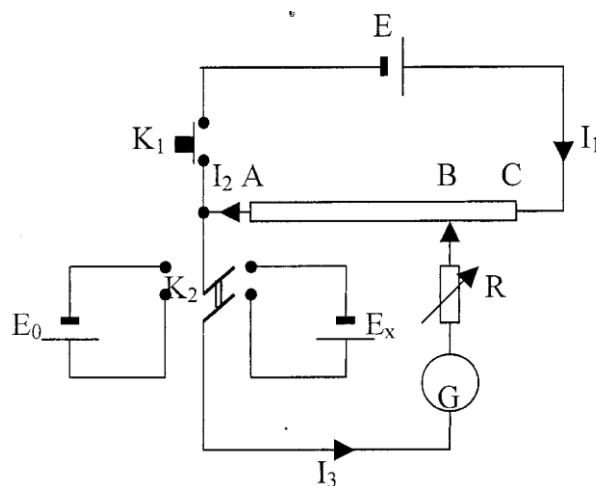
Мета: вивчити електричні компенсаційні вимірювання за допомогою складеного електричного кола.

Прилади й матеріали:

1. Еталон ЕРС (ртутно-кадмієвий нормальний елемент Вестона, $E_0=1,01836$ В при 20°C).
2. Досліджуваний гальванічний елемент із невідомою ЕРС E_x .
3. Стрілочний “нульовий” гальванометр.
4. Реостат.
5. Реохорд.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Еталоном ЕРС у даній роботі служить ртутно-кадмієвий нормальний елемент Вестона, який дає при 20°C $E_0=1,01836$ В. Він складається зі скляної П-подібної посудини, в нижній частині якої впаяні платинові електроди. Анодом служить ртуть, а катодом – ртутна амальгама. Електроліт – насичений розчин сірчанокислового кадмію, а деполяризатором служить сірчаноокислий закис ртуті. Нормальний елемент вимагає обережного поводження: його не можна перевертати, трусити. Особливо треба оберегати від короткого замикання. Сила струму не повинна перевищувати 10^{-4} А.



Нехай спочатку ключ K_2 замкнутий на нормальний елемент. Запишемо рівняння по II правилу Кірхгофа для контуру $ABRGK_2E_0A$:

$$R_{AB}^0 I_2 + R I_3 = -E_0$$

де R_{AB}^0 – опір ділянки АВ реохорда (від лівого кінця до повзунка). Пересуваємо повзунок реохорда таким чином, щоб через гальванометр не проходив струм, тоді маємо:

$$R_{AB}^0 I_2 = E_0$$

Замкнемо ключ K_2 на досліджуваний елемент. Запишемо рівняння по II правилу Кірхгофа для контуру ABRGK₂E_xA:

$$R_{AB}^x I_2 + R I_3 = -E_x$$

де R_{AB}^x – опір ділянки АВ реохорда (від лівого кінця до повзунка). Пересуваємо повзунок реохорда таким чином, щоб через гальванометр не проходив струм, тоді маємо:

$$R_{AB}^x I_2 = E_x$$

Струм I_2 в обох випадках однаковий і рівний струму I_1 , оскільки струм у точці В не розгалужується ($I_3=0$) і визначається тільки ЕРС зовнішнього джерела Е та величиною опору всієї дротини реохорда. Отже, опір ділянки АВ реохорда в обох випадках пропорційний величині підключеної у даний момент ЕРС. Оскільки опір дротини пропорційний її довжині, то:

$$\frac{E_x}{E_0} = \frac{R_{AB}^x}{R_{AB}^0} = \frac{l_x}{l_0}$$

де l_0 – довжина ділянки АВ реохорда за умови, що підключений нормальний елемент і стрілка гальванометра при натисканні кнопки K_1 залишається на “0”, l_x – довжина ділянки АВ реохорда за умови, що підключений досліджуваний елемент і стрілка гальванометра при натисканні кнопки K_1 залишається на “0”.

Одержуємо таку остаточну робочу формулу:

$$E_x = \frac{l_x}{l_0} E_0$$

ХІД РОБОТИ

1. Ввімкнути нормальний елемент перемикачем K_2 .
2. Зменшуючи опір R до “0” і одночасно рухаючи повзунок реохорда, досягти відсутності струму в колі гальванометра (“0” гальванометра).
3. Виміряти довжину плеча реохорда між точками А і В l_0 .

4. Переключити перемикач K_2 на елемент із невідомою ЕРС і провести такі ж вимірювання для нього. Виміряти довжину плеча реохорда між точками А і В l_x .
5. Повторити вимірювання для кожного елемента по 3 рази.
6. Записати в таблицю результати вимірювань.
7. Обчислити середні значення $\langle l_0 \rangle = \frac{\sum l_{0i}}{3}$, $\langle l_x \rangle = \frac{\sum l_{xi}}{3}$ та похибки $\Delta l_{0i} = |l_{0i} - \langle l_0 \rangle|$, $\Delta l_{xi} = |l_{xi} - \langle l_x \rangle|$ і записати їх у таблицю. При цьому слід мати на увазі, що значення похибок не можуть бути меншими за похибку вимірювання приладу. Якщо значення похибки вийшло менше ніж 0,5 мм, то в таблицю записати 0,5 мм.
8. Обчислити й записати також середні значення похибок $\langle \Delta l_0 \rangle$, $\langle \Delta l_x \rangle$.
9. Обчислити ЕРС досліджуваного елемента за формулою $E_x = \frac{\langle l_x \rangle}{\langle l_0 \rangle} E_0$, причому при розрахунках використовувати середні значення довжин плеча реохорда.
10. Обчислити відносну похибку за формулою $\varepsilon = \frac{\langle \Delta l_0 \rangle}{\langle l_0 \rangle} + \frac{\langle \Delta l_x \rangle}{\langle l_x \rangle}$.
11. Обчислити абсолютну похибку за формулою $\Delta E_x = E_x \cdot \varepsilon$. Записати результати обчислення в таблицю.

№	l_0 , мм	Δl_0 , мм	l_x , мм	Δl_x , мм	E_x , В	ΔE_x , В	ε
1							
2							
3							
сер.							

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Нормальний елемент Вестона.
2. Сформулювати I правило Кірхгофа.
3. Показати вузли електричної схеми.
4. Записати рівняння по I правилу Кірхгофа для досліджуваної схеми.
5. Сформулювати II правило Кірхгофа.

6. Показати замкнуті контури електричної схеми.
7. Сформулювати правила знаків для II правила Кірхгофа.
8. Записати 2 рівняння по II правилу Кірхгофа для досліджуваної схеми.
9. Як залежить опір дротини від її довжини? Записати формулу.
10. Чому струм I_2 в обох випадках (при ввімкненні нормального й досліджуваного елементів) можна вважати однаковим?
11. Для чого у схемі використовується кнопочний вимикач K_1 ?
12. Принцип роботи схеми для компенсаційних вимірювань.
13. Вивести робочу формулу.
14. Чи накладаються якісь обмеження на величину ЕРС досліджуваного елемента?