

**Тема. Додаткові опори. Розширення меж вимірювання напруги вольтметром**

Теоретичні відомості та практичні поради

Основною частиною будь-якого амперметра і вольтметра є високочутливий прилад магнітоелектричної системи (гальванометр). Гальванометр має певну чутливість, і стрілка його відхиляється на всю шкалу під час проходження певного струму  $I_{\Gamma}$ . Гальванометр може слугувати, як амперметром, так і вольтметром у залежності від способу його ввімкнення у електричне коло. Якщо гальванометр підключити паралельно до ділянки кола, то він виміряє спад напруги на ній, тобто буде виконувати роль вольтметра.

Будь-яким гальванометром, підключеним певним чином, можна виміряти напругу, що не перевищує деякої межі –  $U_{\Gamma}$ :  $U_{\Gamma} = I_{\Gamma} R_{\Gamma}$ , де  $R_{\Gamma}$  – внутрішній опір гальванометра.

Величина  $U_{\Gamma} = I_{\Gamma} R_{\Gamma}$  виражає чутливість гальванометра за напругою. Для розширення меж вимірювання напруги до приладу (зокрема, гальванометра), яким вимірюють напругу, послідовно приєднують резистор відповідного опорю. Цей резистор називають «додатковим опором». Нехай через опір  $R$  протікає струм деякої сили і на ньому є деяка напруга  $U$ , яку необхідно виміряти (напруга  $U$  більша за ту, яку можна виміряти гальванометром  $U_{\Gamma}$ ). Паралельно до резистора приєднують гальванометр разом з додатковим опором (рис. 1).

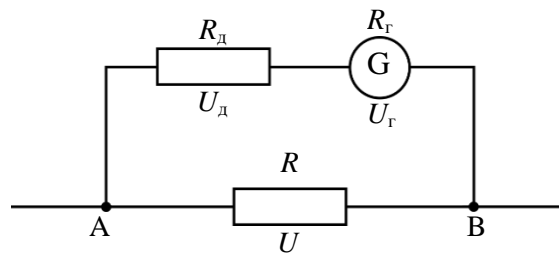


Рисунок 1.

У точці  $A$  струм розгалужується і протікає через гальванометр і додатковий опір, створюючи на них таку саму напругу, як і між точками  $A$  і  $B$ , а тому можна записати:

$$U = U_{\Gamma} + U_{\text{д}},$$

де  $U$  – напруга на резисторі  $R$ ,  $U_{\Gamma}$  – напруга на гальванометрі,  $U_{\text{д}}$  – напруга на додатковому опорі. Оскільки гальванометр і додатковий опір сполучені послідовно, то через них протікатиме електричний струм однакової сили. За цієї умови напруги на них будуть пропорційними їх опорам, тобто:

$$\frac{U_{\Gamma}}{U_{\text{д}}} = \frac{R_{\Gamma}}{R_{\text{д}}}. \quad (1)$$

За формулою (1) складемо похідну пропорцію:  $\frac{U_{\Gamma}}{U_{\Gamma} + U_{\text{д}}} = \frac{R_{\Gamma}}{R_{\text{д}} + R_{\Gamma}}$  (2). Добирають такий додатковий опір, щоб на гальванометрі відбувався спад напруги, що становить  $n$ -ну частку загальної напруги, тобто щоб  $n = \frac{U_{\Gamma}}{U}$ . Підставляючи  $n = \frac{U_{\Gamma}}{U}$  у (2) і виконуючи дії, отримаємо формулу для додаткового опорю:

$$R_{\text{д}} = R_{\Gamma} (n - 1).$$

Щоб зменшити чутливість гальванометра за напругою у  $n$  разів, потрібно послідовно до нього приєднати резистор, опір якого у  $(n - 1)$  разів більший від опорю гальванометра.

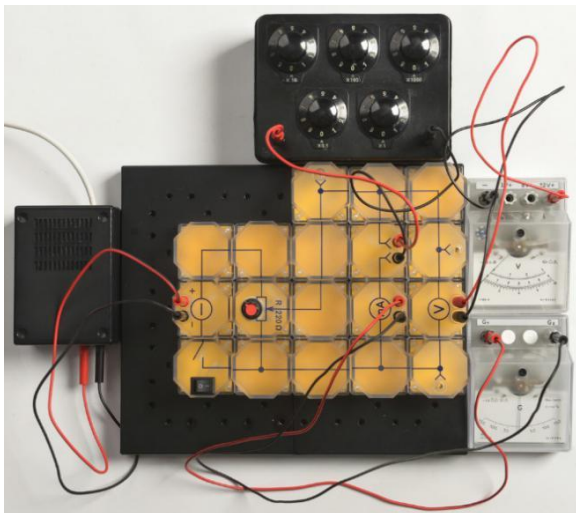
## Тема. Додаткові опори. Розширення меж вимірювання напруги вольтметром

**Мета:** розширити межі вимірювання напруги.

**Обладнання:** набірне поле, джерело живлення, амперметр, вольтметр, реостат, ключ, з'єднувальні провідники, з'єднувальні модулі, гальванометр, батарея опорів на 100 кОм.

### Виконання роботи

1. Уважно розглядаю гальванометр та переконаюсь, що його внутрішній опір  $R_{\Gamma} = \underline{\hspace{2cm}}$  Ом, ціна поділки  $I_{\text{ц.п.}} = \underline{\hspace{2cm}}$  А, а максимальна сила струму, яку можна виміряти гальванометром:  $I_{\text{М}} = \underline{\hspace{2cm}}$  А.
2. При вмиканні гальванометра паралельно до ділянки кола, на якій потрібно виміряти спад напруги, напруга може бути не більшою  $U_{\Gamma} = R_{\Gamma} I_{\text{М}}$ ;  $U_{\Gamma} = \underline{\hspace{1cm}}$  Ом  $\cdot \underline{\hspace{1cm}}$  А =  $\underline{\hspace{1cm}}$  В. Таким чином, даний вольтметр (гальванометр) розрахований на вимірювання напруги, що не перевищує деякої межі:  $U_{\Gamma} = \underline{\hspace{2cm}}$  В.
3. Розраховую опір додаткового резистора  $R_{\text{д}}$  так, щоб вольтметром можна було виміряти напругу  $U = \underline{\hspace{2cm}}$  В:  
 $n = \frac{U}{U_{\Gamma}}$ ;  $n = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{1cm}} \cdot R_{\text{д}} = R_{\text{в}} (n - 1)$ , де  $R_{\text{в}} = R_{\Gamma} = \underline{\hspace{2cm}}$  Ом.  
 $R_{\text{д}} = \underline{\hspace{2cm}} \cdot (\underline{\hspace{1cm}} - 1) = \underline{\hspace{2cm}}$  Ом.
4. Визначаю кількість поділок шкали гальванометра:  $k = \underline{\hspace{2cm}}$ .
5. Розраховую ціну поділки вольтметра з розширеною межею вимірювання напруги:  
Ц.п. =  $\frac{U}{k}$ ; Ц.п. =  $\underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{1cm}}$  В; Ц.п. =  $\underline{\hspace{2cm}}$  В.
6. Складаю електричне коло за схемою (рис. 2):



Малюнок 1

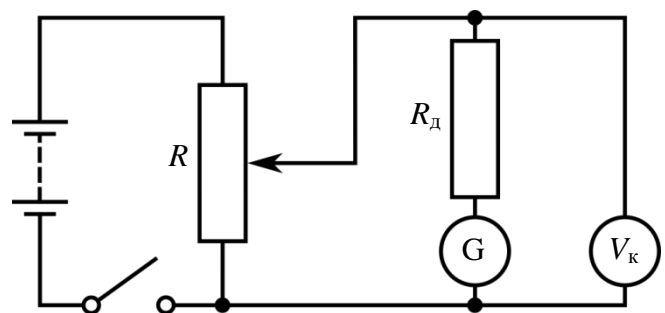


Рисунок 2

7. Повзунок реостата розташовую так, щоб його опір був мінімальним. Замикаю ключ. Записую покази контрольного вольтметра та покази вольтметра з розширеною межею вимірювання:  
 $U_{\text{к1}} = \underline{\hspace{2cm}}$  В;  $U_1 = \underline{\hspace{2cm}}$  В.

8. Переміщую повзунок реостата вправо та збільшую опір реостата декілька разів. Кожного разу записую покази контрольного вольтметра та покази вольтметра з розширеною межею вимірювання:

$$U_{к2} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ В}; \quad U_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ В};$$

$$U_{к3} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ В}; \quad U_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ В};$$

$$U_{к4} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ В}; \quad U_4 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ В}.$$

9. Порівнюю покази контрольного вольтметра та покази вольтметра з розширеною межею вимірювання:

10. Аналіз результатів експерименту:

---

Роботу виконав учень \_\_\_\_\_ класу

Роботу перевірів вчитель \_\_\_\_\_