E5. Wyznaczanie oporu elektrycznego metodą pomiaru napięcia i natężenia prądu.

***Celem ćwiczenia** jest pomiar oporu elektrycznego w oparciu o prawo Ohma*

Każdy przewodzący materiał scharakteryzowany jest pewnym oporem elektrycznym R.
Prawo Ohma mówi, że: jeżeli do dwóch końców przewodnika podłączymy różnicę potencjałów U (czyli napięcie elektryczne) to przez ten przewodnik popłynie prąd elektryczny o natężeniu I wprost proporcjonalnym do napięcia U:

$$I = \frac{1}{R} \cdot U \qquad (1)$$

Współczynnikiem proporcjonalności jest odwrotność oporu elektrycznego.
Dla danego elementu przewodzącego stosunek:

$$\frac{U}{I} = R \qquad (2)$$

jest stały i równy oporowi R tego elementu. Wyrażamy go w omach [Ω]. Nie zależy on ani od przyłożonego napięcia elektrycznego ani od natężenia prądu. Opór przewodnika liniowego zależy natomiast od rozmiarów przewodnika (jego długości l i przekroju poprzecznego S), materiału, z którego jest wykonany (poprzez współczynnik ρ, zwany oporem właściwym) oraz od temperatury. Zależności te ilustrują poniższe wzory:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} \quad (3) \qquad\qquad R_t = R_o(1 + \alpha \Delta t) \quad (4)$$

Wzór (2) pozwala w prosty sposób wyznaczyć opór elektryczny przewodnika. Jeżeli przewodnik o nieznanym oporze włączymy do obwodu zawierającego źródło prądu, amperomierz i woltomierz, to odczytując wartości natężenia i napięcia można łatwo obliczyć nieznany opór elektryczny. Jest to celem niniejszego ćwiczenia.

Literatura uzupełniająca:

1. Cz. Bobrowski, Fizyka - krótki kurs, Rozdz.4.1

2. S. Przestalski, Fizyka z elementami biofizyki i agrofizyki, Rozdz. 4.3

Zobacz też:

symulacje komputerowe na stronie internetowej *Katedry Fizyki i Biofizyki*

(https://sparrow.up.poznan.pl/kfb/), (zakładka: *Symulacje zjawisk fizycznych*).

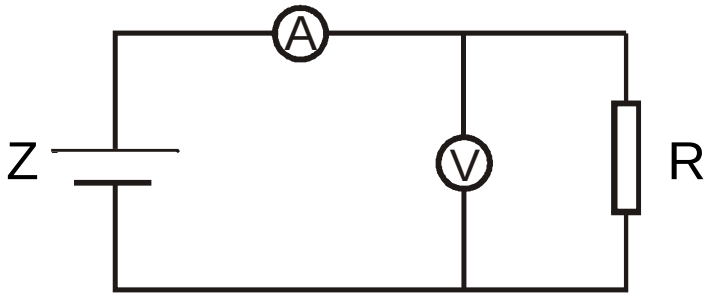
E5. Protokół pomiarów i obliczeń

Nr pary	Imię i nazwisko studenta	Wydział grupa
Data	Imię i nazwisko prowadzącego	Zaliczenie

Wykonanie ćwiczenia

Przyrządy: regulowany zasilacz napięcia stałego, woltomierz, amperomierz, opornik, przewody.

1. Połącz poszczególne elementy w obwód zamknięty według poniższego schematu. Jako źródło prądu zastosuj regulowany zasilacz napięcia stałego (Z). Uwaga: wszystkie połączenia dokonujemy na przyrządach odłączonych od sieci.
2. Układ podłącz do sieci dopiero **po sprawdzeniu prawidłowości połączeń przez prowadzącego!**



3. Ustaw na zasilaczu wartość napięcia U około 1V i odczytaj natężenie prądu I. Obie wielkości zanotuj w Tabeli 1. Określ niepewność odczytu ΔU oraz ΔI.
4. Zwiększając stopniowo napięcie zasilania układu (w zakresie od 1V do 10V co około 1V), dokonaj analogicznych odczytów jak w p.3.

UWAGA!!! NIE PRZEKRACZAĆ NAPIECIA NA ZASILACZU U = 10V.

Tabela 1

L.p.	Napięcie U [V]	Natężenie I [A]	Opór R [Ω]
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

ΔU = …….. [ ] ΔI = …… [ ]

Opracowanie wyników

1. Dla każdej pary U i I oblicz opór elektryczny ze wzoru: $R = U/I$.

<u>Opcja</u> 1

2. Oblicz wartość średnią oporu $R_{śr.}$.

3. Przeprowadź rachunek błędu pomiarowego. Wyznacz błąd bezwzględny $\Delta R_{śr.}$ jako trzykrotną wartość odchylenia standardowego SD.

4. Na końcu protokołu dokonaj odpowiednich zaokrągleń obliczonych wartości i zestaw wynik w postaci: $(R_{śr.} \pm \Delta R_{śr.})$ *jedn.SI.*

<u>Opcja 2</u>

2. Sporządź wykres zależności I w funkcji U (tzw. charakterystykę prądowo napięciową $I = A \cdot U$). Prostoliniowy kształt wykresu świadczy o poprawności przeprowadzonych pomiarów.

3. Wyznacz współczynnik kierunkowy A otrzymanej prostej wraz z jego błędem pomiarowym ΔA (w tym celu możemy posłużyć się odpowiednim programem komputerowym)

A = ……..…..….. […….] ΔA = …….. […….]

<u>Uwaga:</u> Jeśli współczynnik kierunkowy A otrzymanej prostej wyznaczamy z wykresu sporządzonego na papierze milimetrowym, wówczas błąd współczynnika kierunkowego ΔA wyznaczamy z dokładności odczytu poszczególnych wartości naniesionych na wykresie – patrz „Graficzna analiza wyników" (https://sparrow.up.poznan.pl/kfb/).

4. Na podstawie wyznaczonego współczynnika kierunkowego A, wiedząc, że $A=1/R$, oblicz wartość oporu elektrycznego R.

5. Błąd bezwzględny ΔR oblicz - metodą różniczki logarytmicznej – korzystając ze wzoru:

$$\frac{\Delta R}{R} = \left| -\frac{\Delta A}{A} \right|$$

6. Na końcu protokołu dokonaj odpowiednich zaokrągleń obliczonych wartości i zestaw wynik w postaci: $(R \pm \Delta R)$ *jedn.SI.*