

Data

nazwisko

Imię

Numer ćw.....

Kierunek, rok studiów i nr grupy

Pomiar oporu właściwego

Wstęp

Opór przewodników wyrażony jest wzorem:

$$R = \rho L/S,$$

gdzie L to długość przewodnika (w metrach) S – jego pole przekroju poprzecznego w metrach kwadratowych) a ρ nazywamy oporem właściwym, który zgodnie z powyższą definicją będzie wyrażony

$$\rho = SR/L$$

i jest wyrażany w jednostkach [Ωm].

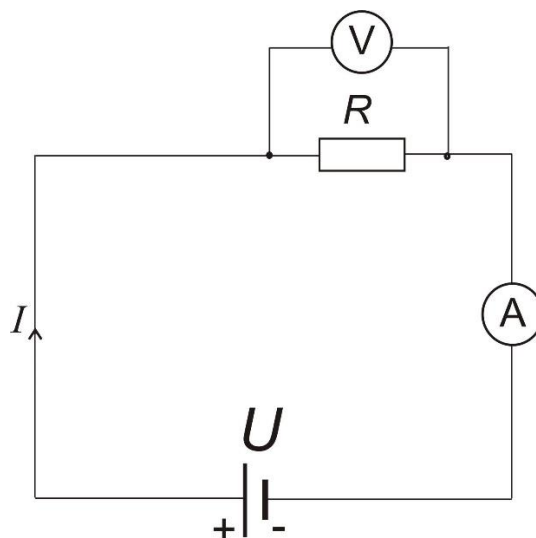
Wielkość ta jest stała dla danego materiału przewodnika w określonej temperaturze i określa zdolność materiału do przewodzenia prądu elektrycznego.

Dla przewodnika w postaci drutu o średnicy d , mierząc napięcie U na jego końcach oraz natężenie prądu I płynącego przez niego, podstawiając definicję oporu $R = U/I$, otrzymamy ostatecznie

$$\rho = \frac{\pi d^2 U}{4LI}$$

Wykonanie ćwiczenia

Zestawiamy obwód wg. Schematu:



U – napięcie – zasilacza

V - woltomierz

A – amperomierz

Opornikiem R jest tu drut wykonany z określonego metalu.

1. Mierzmy długość L drutu przymiarem kreskowym oraz w 6 miejscach jego średnicę za pomocą mikrometru.
2. Zastawiamy obwód wg. powyższego schematu.
3. Zmieniając napięcie zasilacza wykonano 5 pomiarów odczytując wskazania amperomierza i woltomierza.

Opór obliczono z wzoru $R = U/I$, gdzie U – napięcie na końcach drutu mierzone woltomierzem, I – natężenie prądu mierzone amperomierzem.

Tabela pomiarowa:

Materiał badany nr3				
LP	U	I	ρ	ρ_{sr}
	V	A	$\times 10^{-8} \Omega m$	$\times 10^{-8} \Omega m$
1	0,2	0,39	6.69	6,61 ± 1,48 (±22,7 %)
2	0,3	0,59	6.64	
3	0,4	0,80	6.53	
4	0,5	0,99	6.59	
5	0,6	1,19	6.58	
	d [mm]	d_{sr} [mm]	L [mm]	
1	0,44	0.432	1112	
2	0,43			
3	0,42			
4	0,46			
5	0,43			
6	0,44			

Przykłady obliczeń

Pomiar nr 2:

$$\rho = \frac{\pi d^2 U}{4LI} =$$

$$= 3,14 \cdot 0,442^2 \cdot 0,3 / (4 \cdot 0,59 \cdot 1,112) = 6,64 \cdot 10^{-8} \Omega m.$$

Szacowanie niepewności pomiarowej maksymalnej – metoda różnicowa

dla pom. Nr 3. (pomiar nr3 – najbardziej odbiega od wart. Średniej)

1. Pomiar L przymiar kreskowy z dokładnością 1 mm z każdej strony.
2. Pomiar d mikrometrem z dokładnością 0.01 mm.
3. V - woltomierz cyfrowy typ V540 klasa 0,2, na zakresie 20 V, najmniejsza cyfra $D = 0,01$ V.
4. A – amperomierz analogowy typ UM-5, klasa 0,5, liczba działek 60, zakres 1,5 A.

$$1. \Delta L_{\max} = 2 \text{ mm}$$

2. $\Delta d_{\max} = 0,028 \text{ mm}$ – największe odchylenie od wartości średniej (większe niż niepewność pomiarowa mikrometru)

$$3. \Delta U_{\max} = \frac{\textit{klasa} \times \textit{wskazanie}}{100} + D = 0,2 \cdot 0,4/100 \text{ V} + 0,01 \text{ V} = 0,0008 + 0,01 = 0,0108 \text{ V}$$

$$4. \Delta I_{\max} = \Delta I'_{\max} + \Delta I''_{\max} = \frac{\textit{klasa} \times \textit{zakres}}{100} + \frac{\textit{zakres}}{\textit{liczbadzia lek}} = \\ = 0,5 \cdot 1,5/100 \text{ A} + 1,5/60 \text{ A} = 0,0075 \text{ A} + 0,025 \text{ A} = 0,0325 \text{ A}$$

Niepewność bezwzględna maksymalna pomiaru oporu właściwego jest sumą niepewności bezwzględnych wynikających z pomiarów średnicy, długości, napięcia oraz natężenia prądu, co zapisujemy odpowiednio:

$$\Delta \rho = \Delta \rho_d + \Delta \rho_L + \Delta \rho_U + \Delta \rho_I$$

co daje odpowiednio

$$\Delta \rho = |\rho(d + \Delta d, L, U, I) - \rho(d, L, U, I)| + |\rho(d, L + \Delta L, U, I) - \rho(d, L, U, I)| \\ + |\rho(d, L, U + \Delta U, I) - \rho(d, L, U, I)| + |\rho(d, L, U, I + \Delta I) - \rho(d, L, U, I)|$$

Podstawiamy:

$$\Delta \rho_d = \left| \frac{\pi(d + \Delta d)^2 U}{4LI} - \frac{\pi d^2 U}{4LI} \right|$$

$$\Delta \rho_L = \left| \frac{\pi d^2 U}{4(L + \Delta L)I} - \frac{\pi d^2 U}{4LI} \right|$$

$$\Delta \rho_U = \left| \frac{\pi d^2 (U + \Delta U)}{4LI} - \frac{\pi d^2 U}{4LI} \right|$$

$$\Delta \rho_I = \left| \frac{\pi d^2 U}{4L(I + \Delta I)} - \frac{\pi d^2 U}{4LI} \right|$$

Dla pomiaru nr 3. (pomiar nr3 – najbardziej odbiega od wart. średniej):

Podstawiając $d = d_{sr}$

$$\Delta \rho_d = \left| \frac{3,14 \cdot (0,000432 + 0,000028)^2 \cdot 0,4}{4 \cdot 1,112 \cdot 0,8} - 6,5 \cdot 10^{-8} \right| = 0,969 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$$

$$\Delta \rho_L = \left| \frac{3,14 \cdot 0,000432^2 \cdot 0,4}{4 \cdot (1,112 + 0,002) \cdot 0,8} - 6,5 \cdot 10^{-8} \right| = 0,075 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$$

$$\Delta \rho_U = \left| \frac{3,14 \cdot 0,000432^2 \cdot (0,4 + 0,0108)}{4 \cdot 1,112 \cdot 0,8} - 6,5 \cdot 10^{-8} \right| = 0,265 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$$

$$\Delta \rho_I = \left| \frac{3,14 \cdot 0,000432^2 \cdot 0,4}{4 \cdot 1,112 \cdot (0,8 + 0,0325)} - 6,5 \cdot 10^{-8} \right| = 0,170 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$$

$$\Delta \rho = 0,969 + 0,075 + 0,265 + 0,170 = 1,479 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$$

Niepewność względna maksymalna

$$\delta \rho = \frac{\Delta \rho}{\rho} = \frac{1,479}{6,5} = 0,227 = 22,7\%$$

Niepewność bezwzględna popełniona maksymalna:

$$\Delta\rho_{\text{pop}} = |\rho_3 - \rho_{\text{sr}}| = |6,53 - 6,61| \cdot 10^{-8} = 0,08 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m} < \Delta\rho = 1,479 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$$

Wnioski

.....