

Wyznaczanie oporu elektrycznego właściwego przewodników

Ćwiczenie nr 7

Wprowadzenie

Natężenie prądu płynącego przez przewodnik zależy od przyłożonego napięcia U oraz jego oporu elektrycznego (**rezystancji**) R . Zależność tę można wyrazić wzorem:

$$I = \frac{U}{R}$$

Opór elektryczny przewodnika zależy od jego wymiarów geometrycznych, rodzaju materiału i jego temperatury. Wartość tego oporu można obliczyć ze wzoru:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

ρ – opór elektryczny właściwy przewodnika (tzw. **rezystywność**), jego wartość zależy od rodzaju materiału i jego temperatury [$\Omega \cdot m$],

l – długość przewodnika [m],

S – pole powierzchni przekroju poprzecznego przewodnika [m^2].

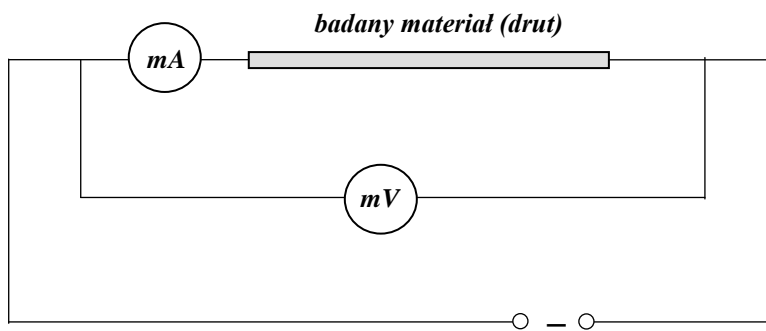
Mierząc napięcie elektryczne, pod jakim znajduje się badany przewodnik, natężenie prądu przez niego płynącego oraz znając wymiary geometryczne, można obliczyć wartość oporu właściwego przewodnika dla danej jego temperatury. Łącząc oba powyższe wzory otrzymuje się (zakładając kołowy przekrój poprzeczny):

$$\rho = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot U}{4 \cdot l \cdot I}$$

d – średnica badanego drutu.

Przebieg ćwiczenia

1. Połącz obwód wg. podanego poniżej schematu (nie włączaj zasilania!).



2. Zmierz długość i średnicę pierwszego z badanych drutów.

3. Ustaw zakresy skal na miernikach na wartości maksymalne napięcia i natężenia.

4. Po sprawdzeniu poprawności połączenia obwodu przez prowadzącego ćwiczenia, włącz zasilanie. Kręcąc pokrętką na zasilaczu zwiększaj stopniowo wartości napięcia zasilającego i natężenia prądu w obwodzie. Dla badanego drutu zmierz 6 par wartości U i I (podczas pomiarów dostosuj zakresy skal mierników tak, by można było odczytać w miarę dokładnie ich wskazania).
5. Zmniejsz pokrętką napięcie zasilające do zera i wyłącz zasilacz.
6. Zmień drut na inny. Powtórz czynności opisane w punktach 2÷5.
7. Po zakończeniu pomiarów wyłącz zasilacz z sieci.

Opracowanie wyników pomiarów

1. Dla każdego z przeprowadzonych pomiarów oblicz wartość oporu właściwego badanego drutu. Posłuż się zależnością:

$$\rho_{i,j} = \frac{\pi \cdot d_i^2 \cdot U_{i,j}}{4 \cdot l_i \cdot I_i}$$

2. Oblicz średnią wartość oporu właściwego dla każdego z badanych materiałów.
3. Porównaj wartości zmierzonych oporów właściwych z wartościami odczytanymi z tablic. Oblicz odchylenie procentowe wartości zmierzonych od ich wartości tablicowych.
4. Dla dwóch wybranych materiałów, narysuj (na jednym układzie współrzędnych) przebieg zależności $I = f(U)$. Nanieś prostokąty niepewności.
5. Dla wybranego pojedynczego pomiaru oblicz wartość maksymalnej niepewności bezwzględnej pomiaru elektrycznego oporu właściwego (rezystywności).
6. Rozwiąż zadanie rachunkowe o numerze odpowiadającym numerowi twojej grupy laboratoryjnej.
 1. Amperomierz o oporze wewnętrznym R_A , może mierzyć prąd o maksymalnym natężeniu I_{max} . Oblicz rezystancję opornika, który umożliwi mierzenie tym amperomierzem natężeń prądów n razy większych. Jak należy ten opornik podłączyć do amperomierza?
 2. Woltomierz o oporze wewnętrznym R_V , może mierzyć napięcia o wartości maksymalnej U_{max} . Oblicz rezystancję opornika, który umożliwi mierzenie tym woltomierzem napięć n razy większych. Jak należy ten opornik podłączyć do woltomierza?
 3. Drut miedziany o rezystywności $1,78 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ ma długość **200 metrów**. Oblicz promień przekroju poprzecznego drutu, jeżeli jego rezystancja ma wartość **10 omów**. Ile wynosiłaby wartość rezystancji, gdyby średnica drutu była dwa razy większa?
 4. Druty o długościach l_1 i l_2 , wykonane są z materiałów o rezystywnościach wynoszących odpowiednio ρ_1 i ρ_2 . Oba druty połączono ze sobą **szeregowo**, tworząc jeden drut o długości $l_1 + l_2$. Wyprowadź wzór na średnią wartość rezystywności ρ_{sr} tak utworzonego drutu, jeżeli pola powierzchni przekrojów poprzecznych tych drutów były takie same.

5. Druty o długościach l_1 i l_2 , wykonane są z materiałów o rezystywnościach wynoszących odpowiednio ρ_1 i ρ_2 . Oba druty połączono ze sobą **równoległe**, tworząc jeden drut. Wyprowadź wzór na średnia wartość rezystywności ρ_{sr} tak utworzonego drutu, jeżeli pola powierzchni przekrojów poprzecznych tych drutów były takie same. Kiedy rezystywność takiego drutu byłaby średnią arytmetyczną rezystywności każdego z użytych drutów?

Pojęcia kluczowe

- **Model przewodnictwa elektrycznego ciał stałych**
- **Opór elektryczny przewodnika**
- **Rezystywność – zależność od temperatury**
- **Prawo Ohma**
- **Praca i moc prądu stałego**
- **Szeregowe i równoległe łączenie oporów**

Tabela. Wyznaczanie oporu elektrycznego właściwego metali.

Numer pomiaru	Rodzaj badanego materiału	Długość badanego drutu	Średnica badanego drutu	Zmierzone napięcie elektryczne		Zmierzone natężenie prądu		Zmierzony (obliczony) opór właściwy badanego materiału		Odczytana z tablic wartość oporu właściwego badanego materiału	Rozbieżność (procentowa) między zmierzonym a odczytanym (z danych producenta) oporem właściwym
				U_{ij}	I_{ij}	$\rho_{z,ij}$	$\rho_{z,i,śr}$	$\rho_{t,i}$	ε_i		
i	----	l_i	d_i	[V]	[A]	[$\Omega \cdot m$]		[$\Omega \cdot m$]	[%]		
1.				$j=1$	$j=1$						
				$j=2$	$j=2$						
				$j=3$	$j=3$						
				$j=4$	$j=4$						
				$j=5$	$j=5$						
				$j=6$	$j=6$						
2.				$j=1$	$j=1$						
				$j=2$	$j=2$						
				$j=3$	$j=3$						
				$j=4$	$j=4$						
				$j=5$	$j=5$						
				$j=6$	$j=6$						
3.				$j=1$	$j=1$						
				$j=2$	$j=2$						
				$j=3$	$j=3$						
				$j=4$	$j=4$						
				$j=5$	$j=5$						
				$j=6$	$j=6$						
4.				$j=1$	$j=1$						
				$j=2$	$j=2$						
				$j=3$	$j=3$						
				$j=4$	$j=4$						
				$j=5$	$j=5$						
				$j=6$	$j=6$						
5.				$j=1$	$j=1$						
				$j=2$	$j=2$						
				$j=3$	$j=3$						
				$j=4$	$j=4$						
				$j=5$	$j=5$						
				$j=6$	$j=6$						
6.				$j=1$	$j=1$						
				$j=2$	$j=2$						
				$j=3$	$j=3$						
				$j=4$	$j=4$						
				$j=5$	$j=5$						
				$j=6$	$j=6$						

