



Podstawy Fizyki Elektryczność

Praca zbiorowa

Ćwiczenie F 62

***WYZNACZANIE WSPÓŁCZYNNIKA  
TEMPERATUROWEGO***

opr. techn. Mirosław Maś

Uniwersytet Przyrodniczo - Humanistyczny  
Siedlce 2020

## 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zbadanie zależności oporu od temperatury oraz ustalenie na podstawie wyliczonego współczynnika z jakiego materiału jest on wykonany.

W skład zestawu pomiarowego wchodzi:

- Mostek Wheatstone'a,
- zasilacz,
- galwanometr,
- kuchenka elektryczna z regulacją mocy,
- naczynie z olejem,
- opornik,
- przewody połączeniowe.
- 

Przed rozpoczęciem ćwiczenia sprawdź czy zestaw pomiarowy jest kompletny.

Ćwiczenie wymaga znajomości następujących zagadnień teoretycznych:

- opór elektryczny, jednostki;
- wpływ temperatury na wartość oporu
- prawo Ohma;

## 2. Wprowadzenie teoretyczne

Wydawać by się mogło, że natężenie prądu  $I$  można byłoby zwiększać przykładając odpowiednio większą różnicę potencjałów  $U$ . W rzeczywistości ruch nośników nie jest swobodny odbywa się w środowisku wypełnionym drgającymi atomami środowiska. Dochodzi do licznych zderzeń, nośniki przemieszczają się we wszystkich kierunkach, z tym że przemieszczanie w kierunku wyznaczonym przez różnicę potencjałów jest nieco większe. Zatem nośniki doznają oporu ruchu. Natężenie prądu  $I$  jest funkcją przyłożonego napięcia

$$I=f(U).$$

Funkcja ta jest znana jako **prawo Ohma**.

W ustalonej temperaturze

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

Stała ta (zależna jest od środowiska, od cech geometrycznych przewodnika) nazywana jest **oporem elektrycznym**

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

Jednostką oporu elektrycznego w układzie SI jest om  $[1\Omega]$ .

$$[1\Omega] = \left[ \frac{1V}{1A} \right].$$

Przewodnik ma opór jednego oma, jeśli pod wpływem napięcia 1 wolta przyłożonego do jego końców, płynie w nim prąd o natężeniu 1 ampera.

Opór elektryczny przewodnika zmienia się wraz z temperaturą; w przypadku przewodników metalicznych opór ten w miarę wzrostu temperatury wzrasta, w przypadku półprzewodników i elektrolitów- maleje, może także pozostawać niezmienny. Dla przewodników metalicznych zależność oporu elektrycznego od temperatury można zapisać:

$$\rho_w = \rho_{w_0} (1 + \alpha \Delta T),$$

gdzie:  $\rho_{w_0}$  - opór właściwy w temperaturze  $T_0 = 273^0 \text{ K}$ ,

$\alpha$  - współczynnik temperaturowy oporu.

Zastępując opór właściwy oporem możemy powyższy wzór zapisać następująco:

$$R_1 = R_0 (1 + \alpha t_1) ,$$

gdzie:  $R_0$  - jest oporem mierzonym w temperaturze  $T_0 = 273^0 \text{ K}$ ,

a  $R_1$  - oporem zmierzonym w temperaturze  $t_1$ .

Nie znamy wartości  $R_0$ , możemy zmierzyć  $R_1$  i  $t_1$ . Równanie zawiera dwie niewiadome ( $R_0$  i  $\alpha$ ). Aby rozwiązanie było jednoznaczne musimy wykonać pomiar w innych warunkach i zapisać je drugim równaniem .

$$R_2 = R_0(1 + \alpha t_2) .$$

w tym równaniu możemy zmierzyć  $R_2$  i  $t_2$  . Dzieliąc stronami równania (obu pomiarów) otrzymamy:

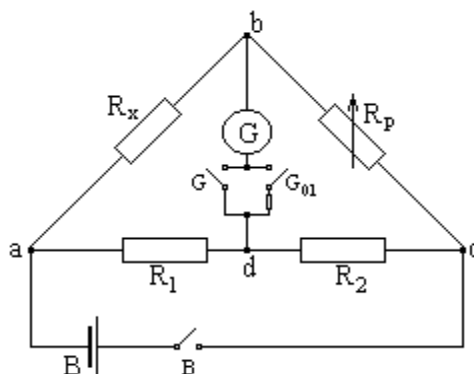
$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t_2} ,$$

a stąd wyznaczamy współczynnik temperaturowy oporu

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1 t_2 - R_2 t_1} . \quad /1/$$

### 3. Przebieg pomiarów

Do pomiaru oporu wykorzystuje się mostek Wheatstone'a. Schemat elektryczny mostka przedstawia rysunek poniżej.



Rys. 1

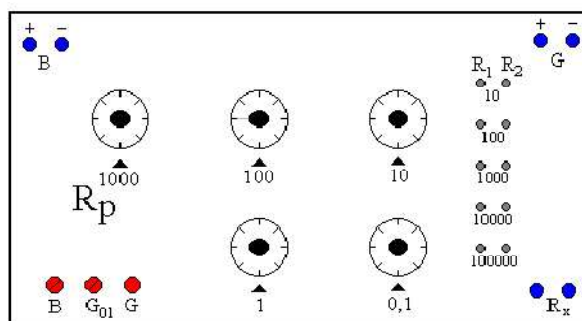
Na Rys.2 przedstawiony jest widok płyty czołowej skrzyni która jest głównym elementem układu elektrycznego, który poprawnie połączony w całość (zasilacz; galwanometr; opornik dla którego będziemy wyznaczać współczynnik oporu) jest układem mostka Wheatstone'a.

Rozmieszczenie i przeznaczenie elementów na płycie czołowej

Zaciski B służą do podłączenia zasilania z prostownika;

Zaciski G do nich podłączamy galwanometr;

Zaciski R\_x służą do podłączenia mierzonego opornika (porównaj ze schematem Rys. 10).



Rys. 2

Aby włączyć zasilanie układu wyłącznik B ( lewy dolny róg ) wciskamy i przekreścamy.

Wciskając wyłącznik  $G_{01}$  uruchamiamy galwanometr z bocznikiem ograniczającym wartość przepływającego prądu (istnieje możliwość zablokowania go w taki sam sposób jak przycisku B). Jeżeli wskazówka galwanometru wyraźnie się przesunie na tle skali należy pokrętałami ( $R_p$ ) o dużym mnożniku doprowadzamy ją do zera skali. Następnie naciskając wyłącznik G dający największą czułość (zwierający opornik zabezpieczający) przepuszczamy prąd przez galwanometr i wyzerowujemy go przy pomocy pokręteł z mniejszymi mnożnikami.

Po wyzerowaniu odczytujemy wartość  $R_p$  oraz temperaturę początkową opornika.

Odczyt notujemy w tabeli jako pierwszy pomiar.

#### 4. Wykonanie pomiarów

**UWAGA!** *Ze względu na wysoką temperaturę NIE WOLNO dotykać kuchenki i naczyń w którym zanurzony w kąpiel olejowej jest opornik.*

1. Zmieniamy ustawienia pokręteł ( $R_p$ ) o wskazaną przez prowadzącego wartość oporu ( np. o  $200\Omega$ ), podgrzewamy opornik i w momencie wyzerowania galwanometru odczytujemy temperaturę.
2. Czynności z punktu 1 powtarzamy do momentu gdy opór osiągnie wartość wskazaną przez prowadzącego zajęcia (  $1000\Omega$ ). Wyniki notujemy.

L.p.	t [°C]	Rp [ $\Omega$ ]
1		
2		
....	....	
25	2600	
26	2400	
27	2200	
28	2000	
29	1800	
30	1600	
31	1400	
32	1200	
33	1000	

**UWAGA!** *W pozycji 1 zapisujemy odczyt oporności w temperaturze otoczenia, w każdej następnej pozycji oporność jest mniejsza o  $200\Omega$  od poprzedniej. Pomiary kończymy gdy oporność odczytywana z pokręteł osiągnie wartość  $1000\Omega$ .*

3. Sporządzamy wykres zależności  $R = f(t)$  zaznaczając na wykresie niepewności pomiarowe.
4. Obliczamy współczynnik temperaturowy oporu ze wzoru /1/ biorąc do obliczeń każdorazowo dwa sąsiednie pomiary. Przykładowo z tabeli: 1 z 2; 2 z 3; itd. ...32 z 33
5. Obliczamy współczynniki; obliczamy wartość średnią. Błąd liczymy jako średni błąd kwadratowy. Przeprowadzamy analizę wyników.
6. Wyciągamy wnioski.

## **5. Literatura:**

1. Daniluk – Instrukcje do ćwiczeń z Fizyki
2. E Godlewska - Instrukcja do ćwiczenia - Praca Dyplomowa SPF
3. Jay Orear - Fizyka t. 1
4. Jaworski, Dietław, Pinski - Kurs fizyki t. 2
5. Imre Tarian - Fizyka dla przyrodników
6. S. Przetalski - Fizyka z elementami biofizyki i agrofizyki
7. T. Dryński - Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki
8. H. Szydłowski - Pracownia fizyczna
9. J. Kuczera - Laboratorium fizyki i biofizyki
10. Murkowski - Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki i biofizyki