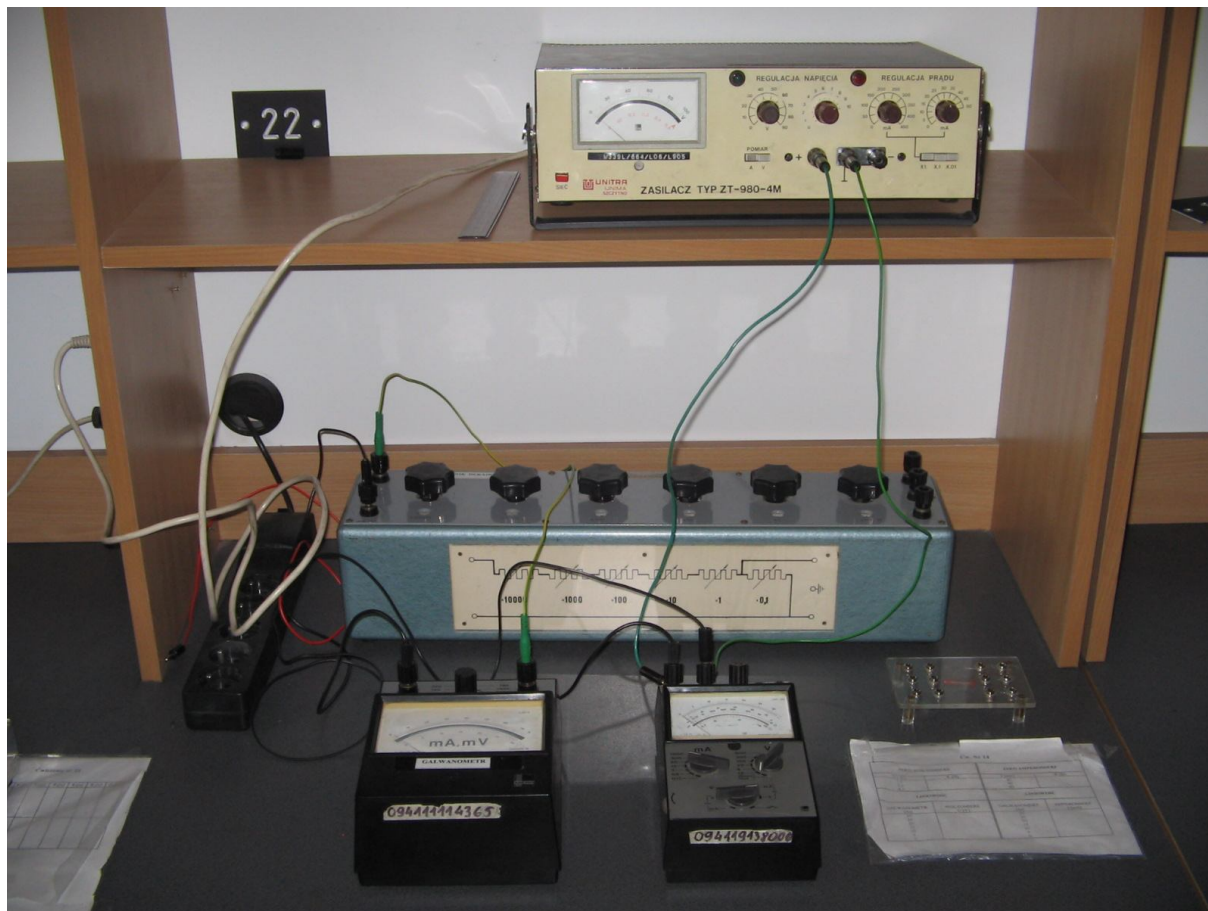


DOBÓR DODATKOWYCH REZYSTORÓW I BOCZNIKÓW DO GALWANOMETRU

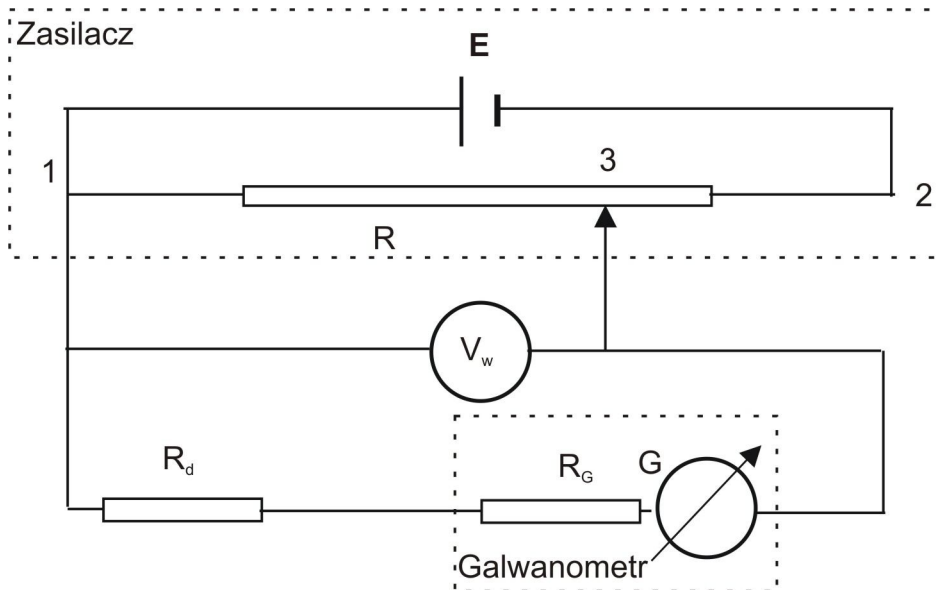


Opis układów pomiarowych

Ponieważ ćwiczenie składa się z dwóch części, wobec tego w trakcie jego wykonywania należy zmontować dwa różne układy pomiarowe. W obu układach wykorzystywane będą te same elementy, jednak spełniać będą one za każdym razem różne role. W ćwiczeniu stosujemy galwanometr o rezystancji wewnętrznej R_g .

A Galwanometr jako woltomierz

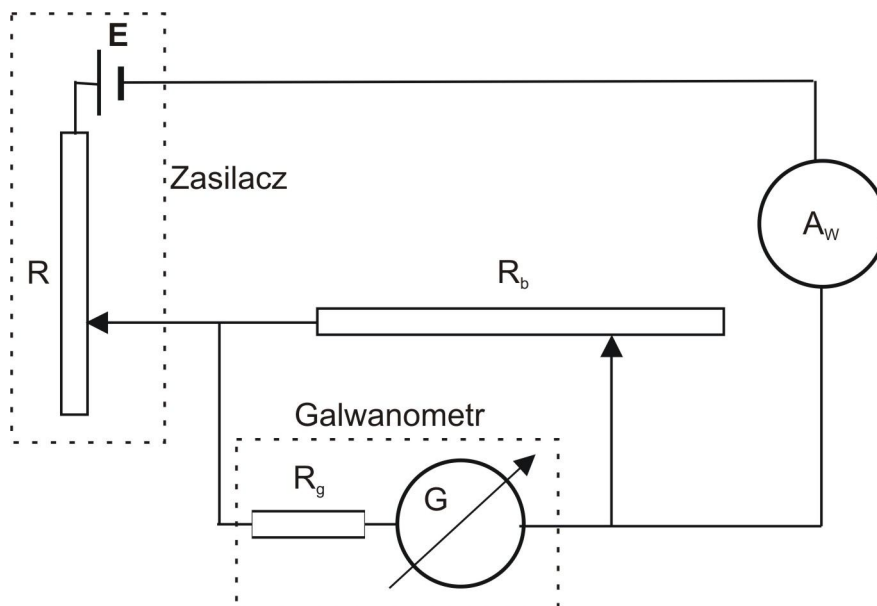
W tej części ćwiczenia wykorzystywany jest układ, którego schemat przedstawiony jest na rysunku 1. Rezystor suwakowy R włączony jest tutaj jako potencjometr, tzn. całe napięcie źródła prądu stałego E podłączone jest do punktów 1 – 2, a mierzone napięcie pobierane jest z odcinka 1 – 3. Praktycznie pożądane napięcie uzyskuje się w ćwiczeniu z zasilacza o regulowanym napięciu wyjściowym. Napięcie zdejmowane z tego odcinka rezystora (czyli uzyskiwane z zasilacza) mierzone jest jednocześnie za pomocą wzorcowego woltomierza V_m oraz za pomocą badanego galwanometru G , z którym szeregowo włączona jest dodatkowa rezystancja R_d (rezystor dekadowy).



Rys. 1. Układ do wzorcowania woltomierza.

B Galwanometr jako amperomierz

W tej części ćwiczenia wykorzystywany jest układ, którego schemat przedstawiony jest na rysunku 2. Rezystor suwakowy R służy do regulacji natężenia prądu w obwodzie i włączony jest szeregowo jako zmienny rezystor. W ćwiczeniu pożądany prąd uzyskuje się z zasilacza o regulowanym prądzie wyjściowym. Natężenie prądu w obwodzie mierzone jest za pomocą amperomierza wzorcowego A_w oraz badanego galwanometru G , z którym równolegle podłączony jest bocznik R_b . Rolę bocznika spełnia rezystor dekadowy.



Rys. 2. Układ do wzorcowania amperomierza.

Zadaniem wykonującego ćwiczenia jest:

- dobrać wartości rezystancji dodatkowego rezystora R_d do galwanometru dla trzech wybranych zakresów pomiaru napięcia,
- dobrać wartości rezystancji bocznika R_b do galwanometru dla trzech wybranych zakresów pomiaru natężenie prądu.

Uwaga: Na początku pomiarów rezystancja wewnętrzna galwanometru i dopuszczalne dla niej natężenie prądu są nieznane, dlatego przy nieostrożnym włączeniu napięć przyrząd może ulec zniszczeniu. W związku z tym dobór odpowiednich rezystorów należy przeprowadzić ściśle według kolejności podanej w następnym podpunkcie opisującym sposób wykonania ćwiczenia.

Przeprowadzenie pomiarów

A Galwanometr jako woltomierz

1. Zmontować układ według schematu z rys.1 nie podłączając układu do źródła prądu.
2. Ustawić na rezystorze dekadowym R_d maksymalną wartość oporu.
3. Ustawić suwak 3 rezystora R w pobliżu punktu 1 (w tym wypadku zdejmowane napięcie jest prawie równe 0) lub skrócić gałkę regulującą napięcie na zasilaczu na zero.
4. Dołączyć obwód do źródła prądu (lub włączyć zasilacz).
5. Płynnie przemieszczać suwak potencjometru R zasilacza, dopóki woltomierz V_w nie wskaże wybranego napięcia z zakresu 2 – 6 V (wybrać odpowiedni zakres woltomierza V_w).
6. Stopniowo zmniejszać wielkość R_d , zaczynając od największej dekady, dopóki wskazówka galwanometru nie wychyli się do końca skali. Zanotować wartość R_d jako szukaną rezystancję dodatkową dla wybranego zakresu.

Uwaga: Przy zmniejszaniu rezystancji R_d mogą się zmieniać wskazania woltomierza wzorcowego, dlatego też trzeba je utrzymywać ciągle na tej samej wartości, odpowiednio regulując potencjometrem R zasilacza.

7. Te same czynności (punkty 2 – 7) powtórzyć dla dwóch pozostałych wybranych zakresów napięcia.
8. Dla jednego z trzech zakresów należy sprawdzić liniowość galwanometru. W tym celu przy dobranej uprzednio wartości rezystora R_d należy mierzone napięcie płynnie zmieniać za pomocą potencjometru R zasilacza i porównywać wskazania woltomierza wzorcowego ze wskazaniami testowanego galwanometru (wykonać 6 – 10 odczytów).

B Galwanometr jako amperomierz

1. Zmontować układ według schematu na rys. 2 nie podłączając obwodu do źródła prądu.
2. Włączyć rezystor R zasilacza na maksymalną rezystancję tzn. gałkę regulującą prąd skrócić na pozycję zero.
3. Na rezystorze dekadowym R_b ustawić minimalną rezystancję tzn. 0.
4. Podłączyć obwód do źródła prądu (lub włączyć zasilacz).
5. Płynnie zmieniać rezystor R zasilacza, dopóki wzorcowy amperomierz nie wskaże wybranego natężenia I_w z zakresu 20 – 60 mA (przełącznikiem wybrać odpowiedni zakres amperomierza wzorcowego A_w).
6. Stopniowo zwiększać rezystancję rezystora dekadowego R_b , zaczynając od najmniejszej dekady, dopóki wskazówka galwanometru nie wychyli się do końca skali. Zanotować wartość szukaną rezystancję bocznika dla wybranego zakresu.

Uwaga: Podobnie, jak w części A przy zwiększaniu rezystancji R_b mogą zmieniać się wskazania amperomierza wzorcowego. Wskazania te należy utrzymać ciągle na tej samej wartości przez odpowiednią regulację rezystora R zasilacza.

7. Dobrać wartość R_b dla pozostałych dwóch wybranych zakresów, postępując zgodnie z punktami 2 – 7.

8. Dla jednego z trzech zakresów należy sprawdzić liniowość galwanometru. W tym celu przy dobranej uprzednio wartości rezystora R_d należy mierzone natężenie płynnie zmieniać za pomocą potencjometru R zasilacza i porównywać wskazania amperomierza wzorcowego ze wskazaniami testowanego galwanometru (wykonać 6 – 10 odczytów).

Opracowanie wyników pomiarów

A Galwanometr jako woltomierz

1. Dla wartości R_d otrzymanych dla poszczególnych zakresów obliczyć rezystancję wewnętrzną galwanometru. W tym celu należy zauważyć, że dla dwu dowolnie wybranych zakresów (I, II) prąd płynący przez galwanometr powodujący jego pełne wychylenie jest taki sam, można więc zapisać układ równań:

$$U_{wI} = I_g (R_{dI} + R_g)$$

$$U_{wII} = I_g (R_{dII} + R_g)$$

stąd:

$$R_g = \frac{U_{wI} R_{dII} - U_{wII} R_{dI}}{U_{wII} - U_{wI}}$$

Zestawiając otrzymane wyniki każdy z każdym (są trzy możliwości) obliczyć w oparciu o powyższy wzór wartość R_g . Jako wynik przyjąć średnią z trzech otrzymanych wartości rezystancji wewnętrznej galwanometru. Jako niepewność maksymalną ΔR_g przyjąć największą odchyłkę od średniej, jaka wystąpiła w eksperymencie.

B Galwanometr jako amperomierz

2. Dla wartości R_b otrzymanych dla poszczególnych zakresów obliczyć rezystancję wewnętrzną galwanometru. Analogicznie jak w poprzednim przypadku dla dwu wybranych zakresów (I, II) prąd płynący przez galwanometr powodujący jego pełne wychylenie jest ten sam, można więc zapisać układ równań (rys. 2):

$$(I_{wI} - I_g) R_{bI} = I_g R_g$$

$$(I_{wII} - I_g) R_{bII} = I_g R_g$$

stąd

$$R_g = \frac{R_{bI} R_{bII} (I_{wI} - I_{wII})}{I_{wII} R_{bII} - I_{wI} R_{bI}} \quad (2)$$

Zestawiając otrzymane wyniki każdy z każdym (są trzy możliwości) obliczyć z powyższego wzoru wartość R_g . Jako wynik przyjąć średnią z trzech otrzymanych wartości rezystancji wewnętrznej galwanometru. Jako niepewność maksymalną ΔR_g przyjąć największą odchyłkę od średniej, jaka zdarzyła się w eksperymencie.

Elementy wspólne dla części A i B

1. Rezultaty pomiarów przedstawić w tabeli, której formę wykonujący ćwiczenia powinien opracować samodzielnie.
2. Wyniki pomiarów liniowości skali galwanometru (jako woltomierza i jako amperomierza) wraz z niepewnościami pomiarowymi przedstawić w formie wykresów.
3. Wyznaczyć metodą regresji liniowej najmniejszych kwadratów Gaussa liniowe charakterystyki woltomierza i amperomierza w postaci $y = \bar{a}x + \bar{b}$:

$$\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i - n \sum_{i=1}^n (x_i y_i)}{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2 - n \sum_{i=1}^n x_i^2}$$

$$\bar{b} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n y_i \sum_{i=1}^n x_i^2}{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2 - n \sum_{i=1}^n x_i^2}$$

oraz

$$\sigma_{\bar{a}} = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 \frac{n}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}}$$

$$\sigma_{\bar{b}} = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}}$$

gdzie:

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \bar{a} \sum_{i=1}^n x_i y_i - \bar{b} \sum_{i=1}^n y_i,$$

a także wyznaczyć współczynnik korelacji ($0 < R^2 < 1$), którego wartość bliska 1 świadczy o zgodności rozkładów punktów eksperymentalnych z wyznaczoną prostą

$$R^2 = \frac{\left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(m_i - \bar{m}) \right]^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m})^2}.$$

W obu przypadkach y_i oznacza mierzone działki galwanometru. W przypadku woltomierza x_i to pomiary napięcia, a w przypadku amperomierza x_i to pomiary natężenia.

4. Porównać otrzymane rezultaty wartości rezystancji wewnętrznej i jej niepewności obliczonej w części A i B. Zastanowić się nad przyczynami ewentualnych rozbieżności. Wszystkie przekształcenia wzorów i obliczenia umieścić w sprawozdaniu.

Stwierdzić czy cel ćwiczenia:

- wyznaczenie rezystancji galwanometru jako amperomierza;
- wyznaczenie rezystancji galwanometru jako woltomierza;
- sprawdzenie liniowości wskazań galwanometru;

został osiągnięty.

Zestawić wyniki, przeanalizować uzyskane rezultaty, wyciągnąć wnioski.

Grupa

3.1 Wartości teoretyczne wielkości wyznaczanych lub określanych.

3.2 Parametry stanowiska (wartości i niepewności). *Należy potwierdzić na stanowisku wartości parametrów!*

3.3 Pomiary i uwagi do ich wykonania.

Galwanometr jako woltomierz	Napięcie V_1 <i>np. 1,5 V</i>	Napięcie V_2 <i>np. 3,0 V</i>	Napięcie V_3 <i>np. 4,5 V</i>
Rezystor dekadowy przy maks. wychyleniu wskazówki galwanometru			
Galwanometr [działek]		Napięcia od 0 do V_{\max}	
	0	0	0
	0,5	0,5	0,5
	1,0	1,0	1,0
	1,5	1,5	1,5
		2,0	2,0
		2,5	2,5
		3,0	3,0
			3,5
			4,0
			4,5

Galwanometr jako amperomierz	Natężenie I_1 <i>np. 20 mA</i>	Natężenie I_2 <i>np. 40 mA</i>	Natężenie I_3 <i>np. 60 mA</i>
Rezystor dekadowy przy maksymalnym wychyleniu wskazówki galwanometru			
Galwanometr [działek]		Natężenia od 0 do I_{\max}	
	0	0	0
	4	4	4
	8	8	8
	12	12	12
	16	16	16
	20	20	20
		24	24
		28	28
		32	32
		36	36
		40	40

3.4 Data i podpis osoby prowadzącej.....

ĆWICZENIE 14

Elektryczność i magnetyzm

			44
			48
			52
			56
			60

Niepewności pomiarów