

POMIAR SIŁY ELEKTROMOTORYCZNEJ OGNIWA I CHARAKTERYSTYKI JEGO PRACY



1. Opis teoretyczny do ćwiczenia

zamieszczony jest na stronie www.wtc.wat.edu.pl w dziale
DYDAKTYKA – FIZYKA – ĆWICZENIA LABORATORYJNE.

2. Opis układu pomiarowego

Układ do pomiaru siły elektromotorycznej i charakterystyki pracy źródła pokazano na zdjęciu. W jego skład wchodzi Kompensator KNS-1, Dzielnik Napięcia DN81 ustawiony na wartość $L=5$, badane Źródło, oraz Klucz służący do podłączenia Rezystora Dekadowego i Miliwołtmierza używanych do wyznaczania charakterystyki pracy Źródła. Kompensator znajduje się w obudowie z przełącznikami:

- Wew./Zew – służący do wyboru źródła referencyjnego (zalecane ustawienie Wew.)
- Czulość 0,1 / 1 - służący do wyboru czułości Kompensatora (zalecane ustawienie 0,1);
- Praca / Zerowanie – służący do włączania albo zerowania Kompensatora.

Kompensator zasilany jest napięciem o wartości 2 V ze źródła prądu stałego Z. Źródło wewnętrzne ma SEM o wartości nieznacznie większej od 1 V (ogniwo Westona). Do Kompensatora podłączmy badane źródło albo dzielnik napięcia, jeżeli siła elektromotoryczna badanego źródła przewyższa zakres pomiarowy kompensatora. Mierzona siła elektromotoryczna jest równa wskazaniu kompensatora pomnożonemu przez mnożnik L podany na dzielniku.

3. Przeprowadzenie pomiarów

A) Pomiar siły elektromotorycznej

1. Sprawdzić połączenie układu, w szczególności podłączenie badanego źródła. Klucz pozostaje otwarty.
2. Do pomiaru przygotowujemy się w trybie Zerowanie ustawiając potencjometrami dekadowymi przewidywana wartość SEM.
Następnie na krótko przechodzimy z trybu Zerowanie do trybu Praca.
W trybie Praca sprawdzamy, czy na analogowym wskaźniku Kompensatora widoczne jest zero.
Jeżeli wskazówka nie wskazuje zera i nie mieści się w ramach skali przechodzimy do trybu Zerowanie i dokonujemy korekty ustawień potencjometrów.
Jeżeli wskazówka nie wskazuje zera, ale mieści się w ramach skali możemy dokonywać korekty ustawień potencjometrów bez zerowania.
W przeciwnym razie przechodzimy do trybu Zerowanie i zapisujemy wynik pomiaru.
3. Czynności z punktu 2 należy powtórzyć niezależnie minimum 10 razy. Mierzona wartość SEM jest równa wskazaniu Kompensatora pomnożonemu przez mnożnik L ustawiony na Dzielniku Napięcia.

B) Charakterystyka pracy źródła

4. Sprawdzić połączenie układu, w szczególności podłączenie badanego źródła. Nastawić maksymalną wartość rezystancji R na rezystorze dekadowym. Klucz pozostaje zamknięty.
5. Regulując rezystancją R ustawić wartość prądu płynącego przez badane źródło na 0,5 mA i zmierzyć napięcie U na zaciskach źródła w sposób analogiczny do opisanego w punkcie 2 części A.
6. Czynności według punktu 5 powtórzyć dla minimum 5 różnych wartości prądu, zwiększając stopniowo prąd o maksymalnie 0,5 mA. Nie przekraczać wartości natężenia prądu 3 mA.
7. Zapisać parametry stanowiska i ich niepewności oraz niepewności narzędzi pomiarowych.

4. Opracowanie wyników pomiarów

Wyznaczenie średniej SEM wraz z niepewnościami z pomiarów punktu A

1. Wyznaczyć średnią $\bar{E} = \frac{L}{n} \sum_{i=1}^n E_i$ z przeprowadzonych n pomiarów, gdzie L – wartość z Dzielnika Napięcia.
2. Przyjąć niepewność standardową z n pomiarów, jako odchylenie standardowe wartości średniej $u(\bar{E}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L \cdot E_i - \bar{E})^2}{(n-1)n}}$.
3. Wyznaczyć niepewność złożoną $u_c(\bar{E}) = \sqrt{(u(\bar{E}))^2 + \frac{(\Delta U_{\text{miernik}})^2}{3}}$ uwzględniając niepewność maksymalną woltomierza $\Delta U_{\text{miernik}}$.
4. Wyznaczyć niepewność względną z n pomiarów $u_{c,r}(\bar{E}) = \frac{u_c(\bar{E})}{\bar{E}}$.
5. Wyznaczyć niepewność rozszerzoną $U(\bar{E}) = 2 \cdot u_c(\bar{E})$.

Wykonanie wykresu (1) - charakterystyki prądowo-napięciowej ogniwa z pomiarów punktu B

6. Na podstawie wyników pomiarów wykonać wykres (1) zależności napięcia $U_L = L \cdot U_n$ od natężenia czerpanego prądu I . Teoretyczna dana jest ona równaniem $U_L = \bar{E} - I \cdot R$.
7. Stosując metodę aproksymacji Gaussa wyznaczyć parametry prostej $y = \bar{a}x + \bar{b}$ (gdzie $x = I$, $y = U_L$) oraz ich niepewności

$$\bar{a} = \frac{(\sum_{i=1}^n x_i) \cdot (\sum_{i=1}^n y_i) - n \cdot (\sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i)}{(\sum_{i=1}^n x_i)^2 - n \cdot (\sum_{i=1}^n x_i^2)}, \quad \bar{b} = \frac{(\sum_{i=1}^n y_i) - \bar{a} \cdot (\sum_{i=1}^n x_i)}{n},$$

$$u(\bar{a}) = \sigma_{\bar{a}} = \sqrt{\frac{n}{n-2} \cdot \frac{(\sum_{i=1}^n y_i^2) - \bar{a} \cdot (\sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i) - \bar{b} \cdot (\sum_{i=1}^n y_i)}{n \cdot (\sum_{i=1}^n x_i^2) - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}}, \quad u(\bar{b}) = \sigma_{\bar{b}} = \sigma_{\bar{a}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n}}.$$

Przy wyznaczaniu parametrów prostych zaleca się wykonanie tabeli zawierającym kolumny z poszczególnymi wartościami: x_i , y_i , x_i^2 , y_i^2 , $x_i \cdot y_i$ oraz ich sumy w celu uniknięcia błędów przy przetwarzaniu wartości zmierzonych.

Prostą wraz z wyznaczonymi parametrami nanieś na wykres (1).

Wyznaczenie średniej SEM i rezystancji źródła wraz z niepewnościami z pomiarów punktu B

8. Z wartości współczynnika kierunkowego prostej wyznaczyć siłę elektromotoryczną źródła $\bar{E}_{charakterystyka} = \bar{a}$.
9. Z wartości niepewności współczynnika kierunkowego prostej wyznaczyć niepewność siły elektromotorycznej źródła $u(\bar{E}_{charakterystyka}) = u(\bar{a})$.
10. Z wartości wyrazu wolnego prostej wyznaczyć rezystancję wewnętrzną źródła $\bar{R}_w = \bar{b}$.
11. Z wartości niepewności wyrazu wolnego prostej wyznaczyć rezystancję wewnętrzną źródła $u(\bar{R}_w) = u(\bar{b})$.
12. Wyznaczyć niepewność względną $u_r(\bar{R}_w) = \frac{u(\bar{R}_w)}{\bar{R}_w}$.
13. Wyznaczyć niepewność rozszerzoną $U(\bar{R}_w) = 2 \cdot u(\bar{R}_w)$.

5. Podsumowanie

1. Zgodnie z regułami prezentacji wyników zestawień wyznaczone wielkości SEM i rezystancji źródła $(\bar{E}, u_c(\bar{E}), u_{c,r}(\bar{E}), U(\bar{E}))$ oraz ich wartości odniesienia lub $\Delta\bar{E} = E_{min_{max}}$,

$(\bar{E}_{charakterystyka}, u(\bar{E}_{charakterystyka}))$,

$(\bar{R}_w, u_c(\bar{R}), u_{c,r}(\bar{R}), U(\bar{R}))$ oraz ich wartości odniesienia,

2. Przeanalizować uzyskane rezultaty:

a) którą z wartości SEM uznaję za bardziej dokładną \bar{E} czy $\bar{E}_{charakterystyka}$

b) która z niepewności wnosi największy wkład do niepewności złożonej $u_c(\bar{E})$,

c) czy spełniona jest relacja $u_{c,r}(\bar{E}) < 0,12$,

d) czy spełniona jest relacja $|\delta_{odniesienie} - \bar{\delta}| < U(\bar{\delta})$ lub $\Delta\delta < U(\bar{\delta})$,

e) czy spełniona jest relacja $u_{c,r}(\bar{R}_w) < 0,12$,

f) czy spełniona jest relacja $|R_{odniesienie} - \bar{R}_w| < U(\bar{R}_w)$,

g) rozkład punktów na charakterystyce względem wyznaczonej prostej,

pod kątem występowania i przyczyn błędów grubych, systematycznych i przypadkowych.

3. Wyciągnąć wnioski pod kątem występowania błędów grubych, systematycznych i przypadkowych i ich przyczyn.

Zaproponować działania zmierzające do podniesienia dokładności wykonywanych pomiarów.

Wyjaśnić czy cele ćwiczenia zostały osiągnięte.

6. Przykładowe pytania

Zamieszczone są na stronie www.wtc.wat.edu.pl w dziale

DYDAKTYKA – FIZYKA – ĆWICZENIA LABORATORYJNE.

Zadania dodatkowe do wyznaczenia i analizy:

1. Wyznaczyć współczynnik korelacji liniowej $R^2 = \frac{[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})]^2}{[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2] \cdot [\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2]}$ dla wyznaczonej prostej. Wynik poddać analizie i wyciągnąć wnioski.

2. Wykonać większą ilość pomiarów w części A. Opracować ćwiczenie jak w wersji podstawowej.

3. Wykonać większą ilość pomiarów w części B. Opracować ćwiczenie jak w wersji podstawowej.

Zespół w składzie.....

cele ćwiczenia:

- wyznaczenie siły elektromotorycznej źródła;
- wyznaczenie rezystancji wewnętrznej źródła;
- określenie charakterystyki pracy źródła;

3.1 Wartości teoretyczne wielkości wyznaczanych lub określanych:

siła elektromotoryczna źródłai jej niepewność.....

rezystancja wewnętrzna źródła..... i jej niepewność.....

3.2 Potwierdzić na stanowisku wartości parametrów i ich niepewności!

Dzielnik napięcia ustawiony na

1.3 Pomiary i uwagi do ich wykonania:

Niepewności pomiarów napięcia

Niepewności pomiarów natężenia

Niepewności pomiarów rezystancji

Napięcie U [.....]	L.p.	Natężenie I [mA]	Napięcie U [.....]
	1	0,00	
	2	0,25	
	3	0,50	
	4	0,75	
	5	1,00	
	6	1,25	
	7	1,50	
	8	1,75	
	9	2,00	
	10	2,25	
	11	2,50	
	12	2,75	