

51 Olimpiada Fizyczna

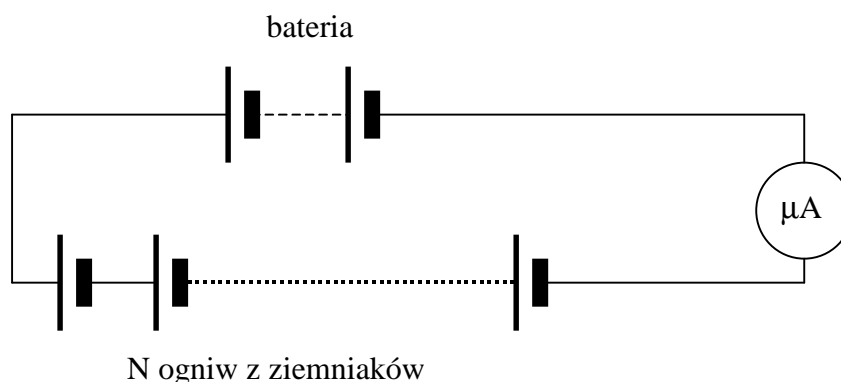
Zawody I stopnia

ROZWIĄZANIE ZADANIA D1

1. Wyznaczenie siły elektromotorycznej ogniwa należy przeprowadzić wykorzystując metodę pomiaru kompensacyjnego. Metoda ta umożliwia pomiar napięcia w warunkach, gdy prąd nie jest pobierany z ogniwa. Warunki takie powinny być zapewnione w szczególności przy pomiarze tak wrażliwego na rozładowanie ogniwa jakim jest opisane w zadaniu ogniwo ziemniaczane.

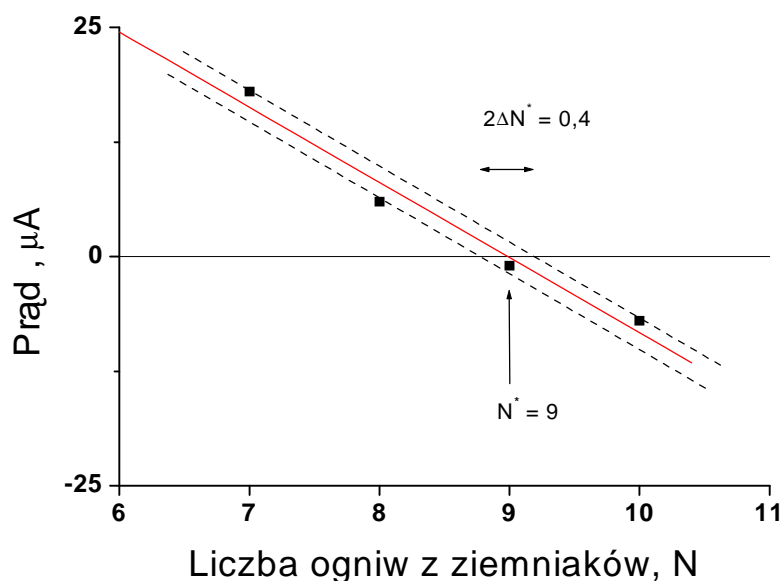
Proponowana metoda opiera się na utworzeniu kilku identycznych ogniw, a następnie połączeniu ich szeregowo. Tak uzyskane napięcie sumaryczne należy zmierzyć metodą kompensacyjną. Jako wzorcowe należy przyjąć napięcie świeżej baterii.

W tym celu proponuje się zestawić obwód elektryczny jak na poniższym rysunku.



Następnie należy dokonać pomiaru wielkości prądu przepływającego przez mikroamperomierz dla różnej liczby ogniw N . Przy założeniu, że wszystkie ogniwa mają jednakowe siły elektromotoryczne, można znaleźć liczbę ogniw, które dają w sumie napięcie nowej baterii. Odpowiada to sytuacji gdy wielkość prądu przepływającego przez mikroamperomierz jest równa 0.

Wyniki pomiarów przedstawione są na poniższym wykresie.



Linia prosta odpowiada najlepszemu dopasowaniu prostej do punktów doświadczalnych. Linie przerywane są to dwie skrajne proste, które wyznaczają granicę obszaru, w którym

mogą być narysowane proste będące dopasowaniem do punktów doświadczalnych. Posłużą one do oszacowania niepewności wyznaczonej liczby ogniów. Z rysunku widać, że miejsce przecięcia wykresu z osią poziomą, odpowiadającą płynącemu prądowi równemu $0 \mu\text{A}$ przypada dla $N^* = 9$ ogniów. W doświadczeniu otrzymuje się wtedy również wielkość prądu przepływającego przez mikroamperomierz bardzo bliską $0 \mu\text{A}$. Odpowiadająca tej wartości wielkość siły elektromotorycznej pojedynczego ogniwa z ziemniaka równa jest $4,8 \text{ V} / 9 = 0,52 \text{ V}$. Dla porównania zmierzono tę wartość również bezpośrednio, za pomocą wysokooporowego woltomierza, i otrzymano w wyniku $0,51 \text{ V}$.

2. Podobne pomiary dla ogniwa z użyciem jabłka i buraka dały w wyniku siłę elektromotoryczną równą $0,53 \text{ V}$. Dla porównania, cytryna i pomarańcza dają siłę elektromotoryczną równą $0,52 \text{ V}$. Widać zatem, że wielkość siły elektromotorycznej ogniwa nie zależy od rodzaju owocu czy warzywa. Nie zależy zatem od rodzaju elektrolitu, w którym zanurzone są elektrody. I tak jest w istocie, gdyż wielkość napięcia dawanego przez ogniwo jest w pierwszym rzędzie określona przez różnicę potencjałów elektrochemicznych materiałów elektrod.
3. Należy zauważyć, że przy użyciu tej metody, na niepewność wyniku końcowego wpływa tylko i wyłącznie dokładność wyznaczenia liczby ogniów N^* . Dla wartości $N^* \cong 9$, którą otrzymaliśmy jako wynik doświadczenia, już niepewność wyniku $\Delta N \approx 0,4$ daje dokładność lepszą niż 5%. Przy prawidłowym narysowaniu wykresu dokładność taką można osiągnąć bez uciekania się do obliczeń metodą najmniejszych kwadratów. Na powyższym wykresie wszystkie linie zostały narysowane przy użyciu linijki i wprawnego oka autora. Niepewność wyznaczenia N^* jest zaznaczona i wynosi $\Delta N^* = \pm 0,2$.

Na niepewność wyznaczenia liczby ogniów N^* , a co za tym idzie i wyniku ostatecznego, ma również sposób przeprowadzania pomiarów. Otrzymane ogniwo jest bardzo wrażliwe na wielkość pobieranego prądu. Długotrwałe pomiary z poborem większych prądów (rzędu stu i więcej mikroamperów) powodują szybkie zachodzenie reakcji chemicznych na powierzchni elektrod. Następuje tzw. polaryzacja elektrolityczna prowadząca do zmiany wielkości siły elektromotorycznej. Po jeszcze dłuższym czasie następują nieodwracalne zmiany na powierzchni elektrod jak np. ich korozja, co w konsekwencji uniemożliwia pomiary lub znacznie zniekształca ich wyniki.

Proponowana punktacja:

1. Propozycja układu pomiarowego wykorzystującego metodą pomiaru kompensacyjnego 4p.
2. Przeprowadzenie pomiarów dla wielu (co najmniej dla 4 wartości liczby ogniów) 3p.
3. Przedstawienie wyników na wykresie i dopasowanie prostej 4p.
4. Dyskusja dotycząca wymaganej dokładności wyniku końcowego 3p.
5. Pomiary dla innych warzyw i owoców 4p.
6. Dyskusja czynników wpływających na niepewność wyniku 2p.