



LI OLIMPIADA FIZYCZNA

(2001/2002)

ZAWODY I STOPNIA

CZĘŚĆ II

Zadanie doświadczalne – D1

Nazwa – Wyznaczanie siły elektromotorycznej ogniwa z warzywa lub owocu metodą kompensacyjną.

Źródła – Komitet Główny Olimpiady Fizycznej

– Andrzej Wysmołek¹

– *Fizyka w Szkole* nr 1, 2002, s. 46–49²

– T.M. Molenda, IF US, www.OF.szc.pl.

Masz do dyspozycji: surowe ziemniaki, świeże jabłka, świeże buraki, kawałki drutu miedzianego, oczyszczone gwoździe stalowe, mikroamperomierz z kabelkami połączeniowymi, baterię płaską o nominalnym napięciu 4,5 V.

1. Wyznacz wartość siły elektromotorycznej ogniwa złożonego z ziemniaka z wbitym w niego kawałkiem drucika miedzianego oraz gwoździem stalowym, z dokładnością nie gorszą niż 5 %. Załóż, że siła elektromotoryczna nowej baterii płaskiej równa jest 4,8 V.
2. Wykorzystując dodatkowo kawałki jabłka i buraka, porównaj siłę elektromotoryczną ogniwa z ziemniaka z siłą elektromotoryczną ogniwa z jabłka oraz z siłą elektromotoryczną ogniwa z buraka. Czy widzisz jakąś prawidłowość?
3. Przedyskutuj przyczyny wpływające na dokładność Twojego pomiaru i na tej podstawie określ niepewność wyznaczonej wartości siły elektromotorycznej.

¹Andrzej Wysmołek był sekretarzem naukowym ds. zadań doświadczalnych w KGOF: XLIII–XLVIII OF (wówczas mgr), LII–LX OF; w tym okresie był współautorem artykułów w *Fizyce w Szkole z OF*, do czasu ich publikowania w tym czasopiśmie, tj. do LV OF. Od LXIX OF prof. A. Wysmołek pełni funkcję Przewodniczącego KGOF. Opracowane zad. na zawody OF w postaci edytowalnych plików były przez sekretarza (AW) udostępniane sekretarzowi KO w Szczecinie (TM), co bardzo ułatwiło umieszczenie tych zad. dośw. w bazie na stronie www.OF.szc.pl (przyp. red.).

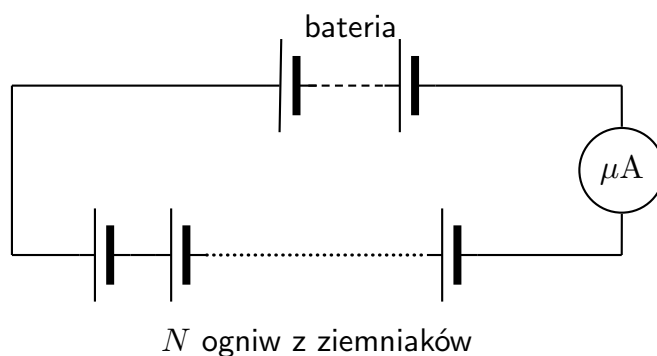
²W czasopiśmie brak autora/ów więc opracowanie zad. było przekazane do redakcji *Fizyka w Szkole* przez dra Pawła Janiszewskiego, który był Kierownikiem Organizacyjnym Olimpiady Fizycznej od XLII OF do LVIII OF; w tym okresie był też autorem artykułów w *Fizyce w Szkole* (do czasu ich publikowania w tym czasopiśmie, tj. do LV OF), dot. informacji o przebiegu i wynikach olimpiad fizycznych; współautorem książki *50 lat olimpiad fizycznych. Wybrane zadania z rozwiązaniami* (przyp. red.).

Rozwiązanie zadania D1 – LI OF, I stopień, część II

1. Wyznaczenie siły elektromotorycznej ogniwa należy przeprowadzić, wykorzystując metodę pomiaru kompensacyjnego. Metoda ta umożliwi 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.

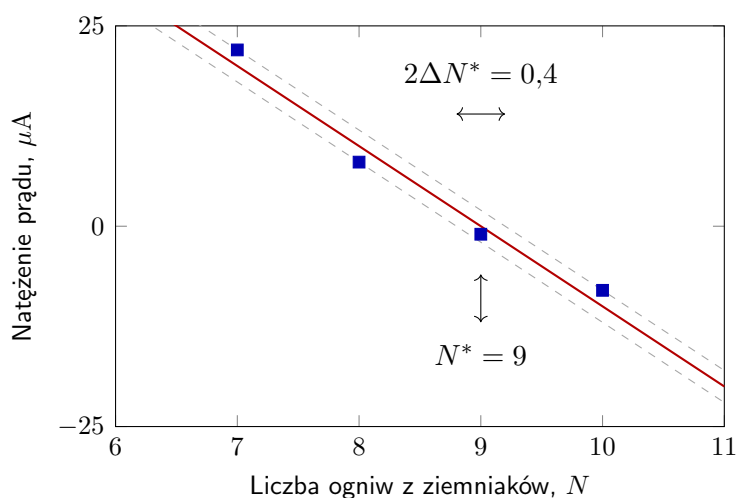
Proponowana metoda opiera się na utworzeniu kilku identycznych ogniw, a następnie połączeniu ich szeregowym. Tak uzyskane napięcie sumaryczne należy zmierzyć metodą kompensacyjną. Jako wzorcowe należy przyjąć napięcie świeżej baterii.

W tym celu proponuje się zestawić obwód elektryczny jak na rys. 1. 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 zero.



Rys. 1

Wyniki pomiarów przedstawione są na wykresie (rys. 2).



Rys. 2

Linia prosta odpowiada najlepszemu dopasowaniu prostej do punktów doświadczalnych. Linie przerywane są to dwie skrajne proste, które wyznaczają granice obszaru, w którym mogą być narysowane proste dopasowane do punktów doświadczalnych. Posłużą one do oszacowania niepewności wyznaczonej liczby ogniów. Z rysunku widać, że miejsce przecięcia wykresu z poziomą prostą odpowiadającą prądowi równemu $0 \mu\text{A}$, przypada dla $N^* = 9$ ogniów. Odpowiadająca tej wartości wielkość siły elektromotorycznej pojedynczego ogniwa z ziemniaka równa jest $0,52 \text{ V}$. Dla porównania zmierzono tę wartość również bezpośrednio, za pomocą wysokooporowego woltomierza, i otrzymano w wyniku $0,51 \text{ V}$.

2. Podobny pomiar dla ogniwa z użyciem jabłka i buraka dał w wyniku siłę elektromotoryczną równą $0,53 \text{ V}$. Widać zatem, że wielkość siły elektromotorycznej ogniwa nie zależy od rodzaju owocu czy warzywa. Należy zatem oczekiwać, że zależy ona od rodzaju elektrolitu, w którym zanurzone są elektrody. Jest to zrozumiałe, 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 $N^* = 9$ niepewność wyniku $\Delta N \approx 0,4$ daje dokładność lepszą niż 5% . Na wykresie przedstawionym na rys. 2 niepewność wartości N^* jest zaznaczona i wynosi $\Delta N^* = 0,2$.

Na niepewność wyznaczenia liczby ogniów N^* , a co za tym idzie i wyniku ostatecznego, ma również wpływ 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.

Punktacja

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