



KACIK EKSPERYMENTATORA

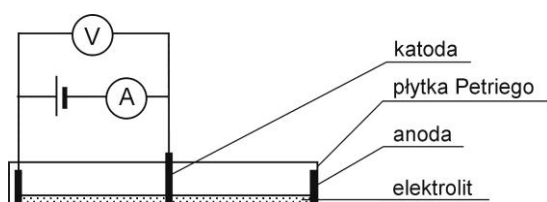
Elektroliza w niejednorodnym polu magnetycznym

*Teresa Czajkowska-Krzysztofowicz, Andrzej Krzysztofowicz
Instytut Fizyki Pomorskiej Akademii Pedagogicznej w Słupsku*

Zazwyczaj doświadczenia z elektrolizy w szkołach średnich, jeśli są przeprowadzane, polegają najczęściej na pomiarze mas elektrod i weryfikacji I prawa Faradaya. Doświadczenie takie sprowadza się do przepuszczania prądu stałego przez elektrolit, w którym znajdują się dwie płaskie elektrody. Przedstawione opisy doświadczeń, które były prezentowane podczas V Ogólnopolskiego Konkursu na Doświadczenie Pokazowe z Fizyki, polegają na ograniczeniu warunków procesów elektrolizy z trójwymiarowego do dwuwymiarowego, bez pola i w polu magnetycznym magnesu trwałego. W ten sposób można efektownie pokazać zarówno samo zjawisko elektrolizy, jak i demonstrować działanie siły Lorentza, omawiając pole magnetyczne magnesu trwałego.

1. Osadzanie elektrolityczne miedzi bez pola magnetycznego

Do niskiego okrągłego naczynka (płytki Petriego) wstawiamy anodę w kształcie okręgu o średnicy 5 cm, wyciętą z blachy miedzianej lub chociażby z odpowiednio sztywnego drutu miedzianego. Katodę ustawiamy centralnie w środku okręgu. Do tak przygotowanego zestawu wlewamy roztwór siarczanu miedzi na wysokość ok. 1 mm i podłączamy do zasilania. Schemat takiego układu przedstawiono na rys. 1. Przy stężeniu roztworu CuSO_4 ok. 10% i przyłożonym napięciu 20 V efekt procesu elektrolizy jest już widoczny gołym okiem po ok. 5–8 min w postaci cieszącego oko miedzianego kryształu dendrytycznego (fot. 1).



Rys. 1. Schemat układu doświadczenia do fraktalnego osadzania miedzi w procesie elektrolizy



Fot. 1. Osadzanie elektrolityczne miedzi bez pola magnetycznego

W warunkach domowych zamiast płytki Petriego można użyć spodka do szklanki, jako źródła zasilania zasilaczy stabilizowanych, jakich się używa np. do niektórych typów skanerów lub drukarek (mają dużą moc wyjściową) lub odpowiednio dobranych baterii. Zamiast roztworu CuSO_4 można użyć „elektrolitu” służącego do pierwszego zalania ołowianych akumulatorów samochodowych (jest to 4% roztwór kwasu siarkowego). Jednak w tym przypadku proces osadzania się miedzi jest znacznie dłuższy.

Przedstawiony wyżej proces fraktalnego formowania się miedzi w kształcie dendrytu jest dosyć dobrze znany w literaturze o fraktalach i agregacji cząstek limitowanej dyfuzją DLA (diffusion limited aggregation) [1]. Jednak wydaje się, że ta prosta demonstracja jest mało znana w standardzie szkolnych pokazów.

2. Osadzanie elektrolityczne miedzi w polu magnetycznym magnesu trwałego

Te doświadczenie można przeprowadzić w sposób prawie identyczny jak poprzednio opisane. Jediną modyfikacją jest to, że pod naczynie z elektrolitem ustawiamy centralnie pod katodę magnes neodymowy walcowy. Po przyłożeniu napięcia ok. 15 V po pewnym czasie widać, że osadzające się gałęzie wyraźnie „skręcają” w którąś stronę (odpowiednio do biegunowości magnesu). Po odczekaniu ok. 10 min, aż osadzająca się miedź przekroczy pewną średnicę, można zaobserwować skręcanie się coraz bardziej narastających gałęzi w przeciwną stronę, ale już nieco słabiej. Przy używanych w naszym doświadczeniu magnesach neodymowych o wymiarach 1,8 cm średnicy i wysokości 5 mm ciekawy efekt końcowy, w kształcie takim jak jest pokazany na fot. 2, uzyskuje się po czasie ok. 15–18 min.

Oczywiście, kształt tak „poskręcane” fraktala, jest efektem odpowiedniej konfiguracji pola elektrycznego oraz magnetycznego względem płaszczyzny elektrolitu. Pole magnetyczne jest niejednorodne, co powoduje, że w odległościach coraz większych od osi magnesu wartość siły Lorentza – jaka działa na poruszają-

ce się jony – maleje. Dodatkowo pole to „zakręca” od bieguna północnego do południowego, co z kolei powoduje, że siła Lorentza w pewnym punkcie zmienia swój zwrot na przeciwny, czego widocznym efektem jest skręcanie się osadzanych gałęzi miedzianych w przeciwną stronę, niż to miało miejsce w obszarze bliskim katody. Na tę sytuację jeszcze nakłada się fakt, że składowa prędkości jonów pochodząca od pola elektrycznego zależy od położenia jonu. W polu o symetrii walcowej w obszarze przy katodzie wartość tej prędkości jest większa niż przy anodzie.



Fot. 2. Osadzanie elektrolityczne miedzi w niejednorodnym polu magnetycznym (w polu magnesu neodymowego)

3. Pokaz ruchu cieczy (elektrolitu) z substancją kontrastową

Innym sposobem zobrazowania zachodzących procesów i jednocześnie ich wytłumaczenia jest pokaz ruchu cieczy elektrolitycznej wirującej w polu magnetycznym. Doświadczenie przygotowuje się tak samo, jak opisano w poprzednim punkcie, z tą jednak różnicą, że zamiast opisanych wcześniej elektrolitów, wystarczy użyć odpowiedniego roztworu wody z solą kuchenną. Żeby efekt był dobrze widoczny, „doprawiamy” elektrolit tuszem lub jakąś inną substancją kontrastową. Po przyłożeniu napięcia widać silne wirowanie cieczy przy katodzie, natomiast przy anodzie daje się zauważyć również wirowanie cieczy, ale w przeciwną stronę. Efekt ten jest słabiej widoczny ze względu na mniejszą wartość pola magnetycznego w tym obszarze i tym samym mniejszą wartość siły Lorentza.

Literatura:

[1] H.-O. Peitgen, H. Jürgens, D. Saupe, *Granice chaosu. Fraktale*, Cz. 1, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 1995.