

## RÓWNOWAŻNIKI W REAKCJACH UTLENIAJĄCO-REDUKCYJNYCH

### CEL ĆWICZENIA

Wyznaczenie gramorównoważników chemicznych w procesach redoks na przykładzie  $\text{KMnO}_4$  w środowisku kwaśnym, obojętnym i zasadowym z zastosowaniem metody miareczkowania.

### Zakres obowiązującego materiału

Pojęcie gramorównoważnika. Obliczanie gramorównoważnika w reakcjach utleniania i redukcji. Pisanie równań reakcji redoks. Wyznaczanie współczynników w reakcjach redoks. Technika miareczkowania. Punkt końcowy i równoważnikowy miareczkowania. Roztwory mianowane. Substancje podstawowe. Mangan i jego związki.

### Literatura

- A. Bielański, "Podstawy chemii nieorganicznej", PWN, 2009.
- J. Minczewski, Z. Marczenko, "Chemia analityczna", t.2, PWN, 2009.
- A. Śliwa, "Obliczenia chemiczne", PWN, 1982.

### Sprzęt:

termometr do  $100^\circ\text{C}$   
2 biurety  
2 kolbki stożkowe  
naczynko wagowe  
trójnóg  
statyw  
siatka termoodporna  
pipety jednomiarowe –  $10\text{ cm}^3$  i  $25\text{ cm}^3$   
3 kolby stożkowe –  $500\text{ cm}^3$   
cylinder miarowy –  $50\text{ cm}^3$   
zlewka –  $250\text{ cm}^3$

### Odczynniki:

$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $1\text{ mol/dm}^3$ )  
 $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $6\text{ mol/dm}^3$ )  
 $\text{NaHSO}_3$  ( $0,004\text{ mol/dm}^3$ )  
 $\text{NaOH}$  ( $12\text{ mol/dm}^3$ )  
 $\text{KMnO}_4$  (roztwór o nieznanym stężeniu od prowadzącego)

### OPIS WYKONANIA ĆWICZENIA

#### Zadanie 1

##### Przygotowanie mianowanego roztworu $\text{KMnO}_4$

Odważamy na wadze analitycznej  $0,01 - 0,015\text{g}$   $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Odważkę umieszczamy w kolbie stożkowej o pojemności  $500\text{ cm}^3$ , rozpuszczamy w  $100\text{ cm}^3$  wody destylowanej i dodajemy  $60\text{ cm}^3$  roztworu  $\text{H}_2\text{SO}_4$  o stężeniu  $1\text{ mol/dm}^3$ . Roztwór ogrzewamy do temperatury ok.  $70^\circ\text{C}$ . Do biurety w celu jej przepłukania wlewamy niewielką ilość otrzymanego roztworu  $\text{KMnO}_4$ , a

następnie napełniamy ją  $\text{KMnO}_4$  do kreski zerowej. Miareczkujemy roztwór  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  do momentu uzyskania trwałego słabo różowego zabarwienia roztworu. Podczas miareczkowania pierwsze krople  $\text{KMnO}_4$  odbarwiają się bardzo wolno, gdyż w środowisku reakcji brakuje jonów  $\text{Mn}^{2+}$  katalizujących reakcję. Miareczkowanie uważamy za zakończone, gdy różowe zabarwienie roztworu nie znika przez ok. 1 minutę. Miareczkowanie powtarzamy dwukrotnie. Obliczone średnie stężenie molowe roztworu  $\text{KMnO}_4$  zapisujemy na butelce.

## Zadanie 2

### Wyznaczenie gramorównoważnika w zależności od środowiska reakcji

Zadanie to składa się z trzech części, w których wykorzystujemy roztwór  $\text{KMnO}_4$  o oznaczonym w zadaniu 1 stężeniu. We wszystkich trzech częściach ćwiczenia wykonujemy po dwa miareczkowania notując wartości objętości czynnika miareczkującego odczytane z biurety.

#### A. Wyznaczanie gramorównoważnika $\text{KMnO}_4$ w środowisku kwaśnym

Biuretę napełniamy roztworem  $\text{KMnO}_4$  o oznaczonym mianie do kreski zerowej. Do kolby stożkowej wlewamy pipetą  $25 \text{ cm}^3$  roztworu  $\text{NaHSO}_3$  o stężeniu  $0,004 \text{ mol/dm}^3$  i cylindrem miarowym  $15 \text{ cm}^3$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  o stężeniu  $6 \text{ mol/dm}^3$ . Tak przygotowaną próbkę miareczkujemy roztworem  $\text{KMnO}_4$  dodając niewielkie jego porcje z biurety, przy równoczesnym mieszaniu zawartości kolbki. Miareczkowanie kończymy w momencie pojawienia się trwałego różowego zabarwienia roztworu miareczkowanego. Miareczkowanie wykonujemy dwukrotnie.

#### B. Wyznaczanie gramorównoważnika $\text{KMnO}_4$ w środowisku obojętnym

Uzupełniamy biuretę roztworem  $\text{KMnO}_4$ . Do kolby stożkowej odmierzamy pipetą  $25 \text{ cm}^3$  roztworu  $\text{NaHSO}_3$  o stężeniu  $0,004 \text{ mol/dm}^3$  (**nie dodajemy kwasu**) i rozpoczynamy miareczkowanie roztworem  $\text{KMnO}_4$ . W trakcie miareczkowania powstaje brunatny osad, ale nie traktujemy momentu jego powstania jako punktu końcowego miareczkowania. Przy ciągłym mieszaniu dodajemy dalej kroplami  $\text{KMnO}_4$ , aż do powstania trwałego różowego zabarwienia roztworu nad powstałym osadem. Miareczkowanie powtarzamy.

#### C. Wyznaczanie gramorównoważnika $\text{KMnO}_4$ w środowisku alkalicznym

Czystą biuretę przemywamy niewielką ilością roztworu  $\text{NaHSO}_3$  o stężeniu  $0,004 \text{ mol/dm}^3$ , po czym napełniamy ją tym roztworem do kreski zerowej. Do kolby stożkowej odmierzamy pipetą  $10 \text{ cm}^3$  roztworu  $\text{KMnO}_4$  i wlewamy cylindrem miarowym  $10 \text{ cm}^3$   $\text{NaOH}$  o stężeniu  $12 \text{ mol/dm}^3$  oraz  $50 \text{ cm}^3$  wody destylowanej. Tak sporządzoną próbkę miareczkujemy roztworem  $\text{NaHSO}_3$ , aż do momentu uzyskania trwałego, zielonego zabarwienia roztworu miareczkowanego. Miareczkowanie powtarzamy.

## OBSERWACJE I WYNIKI

### Zadanie 1

	I	II	III
Masa $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$			
Objętość roztworu $\text{KMnO}_4$ użytego do zmiareczkowania $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$			

### Zadanie 2

	I	II
A. Objętość $\text{KMnO}_4$ zużyta do zmiareczkowania		
B. Objętość $\text{KMnO}_4$ zużyta do zmiareczkowania		
C. Objętość $\text{NaHSO}_3$ zużyta do zmiareczkowania		

## OPRACOWANIE WYNIKÓW

### Zadanie 1

Średnia objętość  $\text{KMnO}_4$  zużyta do miareczkowania w ćwiczeniu

Oblicz ilość moli  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  użytą do ćwiczenia (pamiętaj, aby przy obliczaniu masy molowej uwzględnić 2 cząsteczki wody wchodzące w skład związku).

Zbilansuj i uzupełnij współczynniki



Oblicz ilość moli oraz stężenie molowe  $c_m$   $\text{KMnO}_4$  używanego w ćwiczeniu korzystając z równania reakcji chemicznej zapisanej powyżej.

## Zadanie 2

A.

Zbilansuj i uzupełnij współczynniki



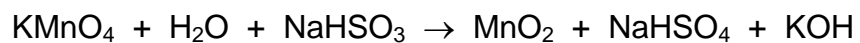
Na podstawie zależności  $c_1V_1=c_2V_2$ , gdzie  $c_1$  i  $c_2$  to stężenia normalne, oblicz stężenie normalne  $\text{KMnO}_4$ ,  $c_n$

Oblicz liczbę elektronów biorących udział w reakcji (Liczba  $\bar{e}=c_n/c_m$ ).

Oblicz gramorównoważnik chemiczny  $gR = M_{\text{KMnO}_4} / \text{liczba } \bar{e}$ .

B.

Zbilansuj i uzupełnij współczynniki



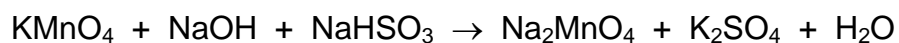
Analogicznie jak w części A oblicz stężenie normalne  $\text{KMnO}_4$ .

Oblicz liczbę elektronów biorących udział w reakcji.

Oblicz gramorównoważnik chemiczny.

C.

Sporządź bilans elektronowy i uzupełnij współczynniki w równaniu reakcji chemicznej zachodzącej w środowisku zasadowym:



Analogicznie jak w części A i B oblicz stężenie normalne  $\text{KMnO}_4$ .

Oblicz liczbę elektronów biorących udział w reakcji.

Oblicz gramorównoważnik chemiczny.

Ocena za kolokwium

Ocena za raport

Ocena za wykonanie ćwiczenia

Podpis prowadzącego