

## PRAWO DZIAŁANIA MAS I REGUŁA PRZEKORY

### CEL ĆWICZENIA

Zapoznanie studentów z wpływem zmiany parametrów stanu (temperatura, stężenie, ciśnienie) na położenie równowagi chemicznej w reakcjach odwracalnych.

### Zakres obowiązującego materiału

Prawo działania mas. Reguła przekory. Reakcje odwracalne. Wpływ ciśnienia, temperatury na położenie równowagi reakcji odwracalnej. Obliczenia dotyczące stałej równowagi chemicznej. Równowaga chemiczna w układach heterogenicznych. Wykorzystanie wartości stałej równowagi chemicznej dla przewidywania kierunku biegu reakcji. Zależność między zmianą energii Gibbsa, a stałą równowagi. Wpływ katalizatora na wartość stałej równowagi.

### Literatura

- Praca zbiorowa, "Chemia fizyczna", PWN, 1980.
- A. Bielański, "Podstawy chemii nieorganicznej", PWN, 2009.

#### Sprzęt:

3 zlewki - 100 cm<sup>3</sup>  
2 zlewki - 250 cm<sup>3</sup>  
termometr  
wkrapłacz do AgNO<sub>3</sub>  
rozdzielacz - 0,5 dm<sup>3</sup>  
pipety wielomiarowe - 5 i 10 cm<sup>3</sup>  
kolby miarowe – 50, 100 i 250cm<sup>3</sup>  
4 kolbki stożkowe – 150 cm<sup>3</sup>  
cylinder miarowy – 100 cm<sup>3</sup>  
3 naczynka wagowe  
butelka z korkiem – 250 cm<sup>3</sup>  
szkiełko zegarkowe  
papierki wskaźnikowe pH  
płyta grzejna  
nasadka, bagietka

#### Odczynniki:

ampułki z zatopionym NO<sub>2</sub>  
KSCN (10% roztwór)  
FeCl<sub>3</sub> (10% roztwór)  
AgNO<sub>3</sub> (0,1 mol/dm<sup>3</sup>)  
Chloroform  
NH<sub>3</sub>(aq) (stężony)  
CuSO<sub>4</sub> (0,1 mol/dm<sup>3</sup>)  
mocznik (stały)  
KI (stały)  
KCl (stały)  
lód

### Wodne roztwory przygotowywane przez studenta przed ćwiczeniem:

100 cm<sup>3</sup> 1 mol/dm<sup>3</sup> roztwór mocznika  
10 g 10% wodnego roztworu KCl  
50 cm<sup>3</sup> 0,2 mol/dm<sup>3</sup> wodnego roztworu KI

### UWAGA!!

Stężony roztwór amoniaku, silnie drażni skórę, oczy i drogi oddechowe.  
Azotan srebra i jego roztwory posiadają właściwości drażniące i trwale brudzą

skórę oraz tkaniny. Staraj się, aby skóra twoich rąk nie miała kontaktu z roztworem  $\text{AgNO}_3$ .

## OPIS WYKONANIA ĆWICZENIA

### Zadanie 1

Ampułkę z zatopionym  $\text{NO}_2$  wkładamy do wody o temperaturze pokojowej i lekko podgrzewamy. Mierzmy temperaturę, w której nastąpiła zmiana zabarwienia gazu znajdującego się w ampułce. Drugą ampułkę z zatopionym  $\text{NO}_2$  wstawiamy do wody z lodem. Obserwujemy zachodzące zmiany.

### Zadanie 2

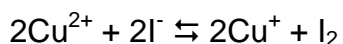
Do kolby miarowej o pojemności  $250 \text{ cm}^3$  zawierającej niewielką ilość wody destylowanej dodajemy po  $1,5 \text{ cm}^3$  10% roztworów:  $\text{FeCl}_3$  oraz  $\text{KSCN}$  i dopełniamy do kreski wodą. W wyniku zmieszania obu roztworów powstaje kompleks  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{SCN})_6]$  o charakterystycznym, intensywnym zabarwieniu. Do czterech kolbek stożkowych wlewamy po  $50 \text{ cm}^3$  otrzymanego roztworu. Następnie do pierwszej kolbki stożkowej dodajemy  $5 \text{ cm}^3$  10%  $\text{FeCl}_3$ , do drugiej  $5 \text{ cm}^3$  10%  $\text{KSCN}$ , do trzeciej  $5 \text{ cm}^3$  10% roztworu  $\text{KCl}$ , czwartą kolbkę pozostawiamy dla porównania barwy i oceny zmian stężenia  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{SCN})_6]$  w poszczególnych roztworach.

### Zadanie 3

Do zlewki o objętości  $100 \text{ cm}^3$  wlewamy  $70 \text{ cm}^3$  roztworu mocznika o stężeniu  $1 \text{ mol/dm}^3$  i papierkiem uniwersalnym sprawdzamy pH roztworu mocznika. Kilka kropli roztworu ze zlewki przenosimy na szkiełko zegarkowe i dodajemy dwie krople  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  roztworu  $\text{AgNO}_3$ . Następnie roztwór w zlewce podgrzewamy do wrzenia przez kilka minut i ponownie wykonujemy testową reakcję z  $\text{AgNO}_3$ .

### Zadanie 4

W poniższym doświadczeniu będziemy śledzić zmiany położenia stanu równowagi w reakcji:



W rozdzielaczu umieszczamy  $10 \text{ cm}^3$   $0,1 \text{ mol/dm}^3$   $\text{CuSO}_4$  oraz  $80 \text{ cm}^3$   $\text{H}_2\text{O}$  i dodajemy  $5 \text{ cm}^3$  świeżo przygotowanego  $0,2 \text{ mol/dm}^3$  roztworu  $\text{KI}$ . Obserwujemy zachodzące zmiany. Następnie do mieszaniny w rozdzielaczu dodajemy  $40 \text{ cm}^3$   $0,1 \text{ mol/dm}^3$   $\text{CuSO}_4$ , wytrząsamy i po ustaleniu się równowagi (nie ulega zmianie barwa roztworu i ilość osadu) dodajemy około  $50 \text{ cm}^3$  chloroformu i dalej energicznie wstrząsamy zawartość przez kilka minut. Następnie do mieszaniny w rozdzielaczu dodajemy około  $15 \text{ cm}^3$  stężonego  $\text{NH}_3(\text{aq})$ , roztwór wytrząsamy energicznie. Pamiętajmy o otwarciu kranu rozdzielacza po każdym 2-3 wstrząśnięciach, dla wyrównania ciśnień (ciepło rąk powoduje parowanie chloroformu, co prowadzi do zmniejszenia rozpuszczalności amoniaku w roztworze i w konsekwencji do gwałtownego wzrostu ciśnienia w rozdzielaczu).

## OBSERWACJE I WYNIKI

### Zadanie 1

Początkowa barwa gazu w ampułce

Barwa gazu w ampułce po podgrzaniu

Temperatura, w której nastąpiła zmiana barwy

Barwa gazu w ampułce po oziębieniu

### Zadanie 2

Barwa roztworu uzyskanego po dodaniu do wody destylowanej 10% roztworów:  $\text{FeCl}_3$  i  $\text{KSCN}$

Zmiany barwy zachodzące w kolbkach z roztworem  $\text{FeCl}_3$  i  $\text{KSCN}$  po dodaniu:

10% r-r.  $\text{FeCl}_3$

10% r-r.  $\text{KSCN}$

10% r-r.  $\text{KCl}$

### Zadanie 3

Wartość pH roztworu mocznika

Efekt reakcji po dodaniu  $\text{AgNO}_3$  do mocznika

Efekt reakcji po podgrzaniu mocznika i dodaniu  $\text{AgNO}_3$

#### Zadanie 4

Obserwacje:

po dodaniu do rozdzielacza z  $\text{CuSO}_4$  i  $\text{H}_2\text{O}$  roztworu KI

po dodaniu do mieszaniny w rozdzielaczu roztworu  $\text{CuSO}_4$

po dodaniu do mieszaniny w rozdzielaczu chloroformu

po dodaniu do mieszaniny w rozdzielaczu stężonego  $\text{NH}_3(\text{aq})$

#### OPRACOWANIE WYNIKÓW

##### Zadanie 1

Przedyskutuj zmiany położenia równowagi reakcji  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$  przy stałym ciśnieniu:

a) po podgrzaniu ampułki

b) po oziębieniu ampułki

Przedyskutuj zmiany położenia równowagi reakcji  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$  w przypadku zmian ciśnienia przy stałej temperaturze.

##### Zadanie 2

Zapisz równanie reakcji chemicznej zachodzącej w roztworze.

Przedstaw wzór na stałą równowagi tej reakcji.

Jak zmieniło się położenie stanu równowagi w badanych reakcjach, po dodaniu:

a) roztworu  $\text{FeCl}_3$

b) roztworu  $\text{KSCN}$

c) roztworu  $\text{KCl}$

Wyjaśnij powody zmian intensywności barwy poszczególnych roztworów w oparciu o regułę przekory Le Chateriera-Brauna.

### Zadanie 3

Na podstawie wartości z tablicy rozpuszczalności i wzoru związku, z którego Wöhler po raz pierwszy dokonał syntezy mocznika podaj, jakich jonów szukałeś w reakcji z  $\text{AgNO}_3$ ?

Zapisz równanie reakcji chemicznej w czasie podgrzewania roztworu mocznika.

Czy reakcja ta jest odwracalna w warunkach prowadzonego doświadczenia (czy można przez oziębienie roztworu przesunąć położenie równowagi rozkładu mocznika w stronę syntezy)?

Napisz wzór strukturalny mocznika i izocjanianu amonu.

#### Zadanie 4

Określ kierunek przesunięcia stanu równowagi oraz wyjaśnij przyczyny zmian obserwowanych po dodaniu:

a) roztworu  $\text{CuSO}_4$

b) chloroformu

c) amoniaku

Ocena za kolokwium

Ocena za raport

Ocena za wykonanie ćwiczenia

Podpis prowadzącego