

Równowaga i kinetyka reakcji chemicznych

Gdy reakcja odwracalna przebiega w układzie zamkniętym, wytwarza się stan **równowagi chemicznej**, w którym substraty i produkty współistnieją ze sobą. Reakcja nie zatrzymuje się, przebiega w obydwie strony z tą samą szybkością. W efekcie stężenie produktów i substratów nie zmienia się w czasie. Na równowagę tę można wpływać m.in. poprzez:

- stężenie substratów i produktów,
- temperaturę,
- ciśnienie (w przypadku gazów)

Aby przewidzieć wpływ warunków reakcji na stan równowagi chemicznej zastosować można regułę **Le Chateliera**:

Układ, na który działa jakiś bodziec, odpowiada w taki sposób aby przeciwdziałać temu bodźcowi.

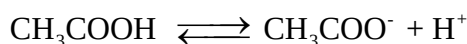
Reguła ta umożliwia sterowanie odwracalnymi reakcjami chemicznymi, często pozwalając zwiększyć ich wydajność.

Równowaga reakcji chemicznych

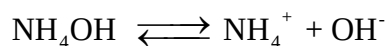
I. Równowaga w roztworach słabych kwasów i zasad

Stan równowagi ustala się w roztworach wodnych słabych kwasów i zasad. Tego typu równowagi badać będziemy z użyciem dwóch układów:

1) kwas octowy / jon octanowy:



2) wodorotlenek amonu / jon amonowy:



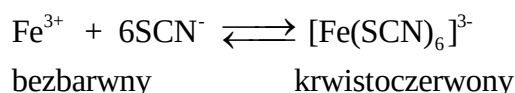
Doświadczenie 1

1. W dwóch probówkach umieść po 2 ml 0.1 M kwasu octowego. Dodaj po 1 kropli oranżu metylowego. Zaobserwuj kolor roztworów. Probówka nr 1 będzie porównawczą.
2. Do probówki 2 dodaj kilka kropli 1 M CH_3COONa . Zaobserwuj zmianę barwy.
3. Powtórz punkty 1-2 zastępując:
0.1 kwas octowy - 0.1 M wodorotlenkiem amonu,
oranż metylowy - fenoloftaleiną,
1 M CH_3COONa - 1 M NH_4Cl

II. Równowaga w roztworach związków kompleksowych

Stan równowagi reakcji tworzenia jonu kompleksowego $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$

W doświadczeniu tym badane są właściwości układu chemicznego zawierającego jon kompleksowy $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$. W roztworze zawierającym jony Fe^{3+} oraz jony SCN^- ma miejsce następująca równowaga:



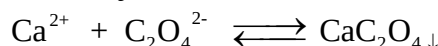
Doświadczenie 2

1. Używając pipety przenieś 5 ml 0.002 M KSCN do suchej i czystej zlewki. Za pomocą cylindra miarowego dodaj 25 ml wody. Obserwuj jaki jest kolor roztworu. Dodaj 2-3 krople 0.2 M $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ i dobrze wymieszaj.
2. Badany roztwór rozdziel na 4 probówki. Probówka nr 1 jest probówka porównawczą. Obserwuj zmiany barwy w pozostałych probówkach:
3. Do probówki nr 2 dodawaj kropami $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$.
4. Probówkę nr 3 umieść w gorącej łaźni wodnej.
5. Probówkę nr 4 umieść w łaźni lodowej.

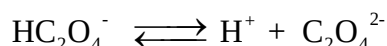
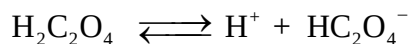
III. Równowaga reakcji strącaniowych

Pewnego rodzaju jony zdolne są do wytrącania się w nerkach w nich w postaci kamieni nerkowych. Najbardziej rozpowszechnionym typem ludzkich kamieni nerkowych są kamienie szczawianu wapnia.

W doświadczeniu badane będzie strącanie osadu szczawianu wapnia (CaC_2O_4), który będzie znajdował się w równowadze z jonami Ca^{2+} i $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$:



System ten jest bardziej złożony, ponieważ w wodzie mamy dodatkowo do czynienia z równowagami, w których udział bierze dwuprotonowy kwas szczawiowy ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$):



Doświadczenie 3

1. Do dwóch probówek dodaj po 2 ml 0.05 M CaCl_2
2. Probówka nr 1 będzie porównawczą.
3. Do probówki nr 2 dodawaj roztwór 0.05 M $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (powinien strącić się osad).
4. Następnie do probówki nr 2 dodawaj kroplami 6 M HCl
5. Ponownie do probówki nr 2 dodaj powoli kroplami 6 M $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Kinetyka chemiczna**I. Wpływ stężenia substancji reagujących na szybkość reakcji chemicznej**Doświadczenie 4

1. Przygotuj trzy probówki z roztworami zgodnie z opisem w poniższej tabeli:

probówka	V Na ₂ S ₂ O ₃ [cm ³]	V H ₂ O [cm ³]
A	1	2
B	2	1
C	3	0

W ten sposób przy jednakowych objętościach ($V=3\text{ cm}^3$) mamy różne stężenia Na₂S₂O₃.

2. Do każdej z probówek dodaj po 5 kropli 0.5 M H₂SO₄ i mierz czas jaki upłynie do momentu wytrącania się koloidalnej siarki.

II. Wpływ rozdrobnienia reagentów na szybkość reakcji chemicznejDoświadczenie 5

1. Do dwóch probówek wrzuć po małym kawałku kredy jednakowej wielkości. Jeden z kawałków rozdrobnij wcześniej na proszek.
2. Do obu probówek dodaj jednakowe objętości (np. 20 kropli) rozcieńczonego HCl.

III. Wpływ katalizatora na szybkość reakcji chemicznej. Kataliza heterogeniczna.Doświadczenie 6

1. Do probówki wlej po ok. 2 cm³ H₂O₂ o stężeniu 3 %.
2. Wrzuć kryształek MnO₂ lub KMnO₄. Do wylotu probówki wprowadź rozżarzone łuczywko. Zidentyfikuj powstający gaz.

Trochę refleksji na koniec.....:**Równowaga reakcji chemicznych:****I. Równowaga w roztworach słabych kwasów i zasad**

1. Wyjaśnij swoje obserwacje opisując równowagi panujące w roztworze: kwas octowy / jony octanowe oraz wskaźnik. W jaki sposób na układ kwas octowy / jony octanowe wpływa dodatek jonów octanowych, w jaki stężony kwas octowy?
2. Wyjaśnij również swoje obserwacje dotyczące równowagi wodorotlenek amonu / jony amonowe i wskaźnik.
3. W jaki sposób na obydwa układy w równowadze wpływają jony H⁺?

II. Równowaga w roztworach związków kompleksowych

1. Uzupełnij poniższą tabelę. W oparciu o regułę Le Châtelier'a wyjaśnij w jaki sposób każdy z czynników wpływał na równowagę rozpatrywanej reakcji.
Czy badana reakcja jest reakcją egzotermiczną, czy endotermiczną?

Badana reakcja:		
Czynnik wpływający na równowagę	Obserwowany kolor	Przesunięcie równowagi w kierunku substratów czy produktów

III. Równowaga reakcji strąceniowych

Jeśli chciałoby się strącić wapń ze szczawianami, jakie pH byłoby bardziej wskazane: kwaśne, czy zasadowe? Dlaczego? Jak to ma znaczenie dla naszego zdrowia?

Kinetyka chemiczna

I. Wpływ stężenia substancji reagujących na szybkość reakcji chemicznej

1. Uzupełnij tabelę:

Probówka	Objętość $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ [cm^3]	Objętość H_2O [cm^3]	Stężenie $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Czas t, [s]
A	1	2	1C	
B	2	1	2C	
C	3	0	3C	

2. Uzyskane wyniki możesz przedstawić na wykresie ilustrującym zależność czasu reakcji od stężenia $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

II. Wpływ rozdrobnienia reagentów na szybkość reakcji chemicznej

Opisz swoje obserwacje. Podaj zapis jonowy i cząsteczkowy przebiegającej reakcji.

III. Wpływ katalizatora na szybkość reakcji chemicznej. Kataliza heterogeniczna.

Opisz swoje obserwacje. Jaki gaz jest jednym z produktów reakcji? Zapisz równanie przebiegającej reakcji. Określ rolę kryształku tlenku manganu (IV).