

INSTRUKCJA DO ZAJĘĆ LABORATORYJNYCH

Ćw. 4. SZYBKOŚĆ REAKCJI CHEMICZNYCH

CEL ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest pokazanie wpływu wybranych czynników zewnętrznych (temperatury, stężenia reagentów, obecności katalizatora/inhibitora, enzymu) na szybkość reakcji chemicznej; poznanie roli katalizatora i inhibitora oraz wyznaczenie stałej szybkości reakcji chemicznej.

PAMIĘTAJ

Po każdym wykonanym doświadczeniu należy zanotować obserwacje i wnioski.

Przykłady określeń służących opisowi obserwacji i wniosków podano poniżej.

Obserwacje (mogą być dodatkowo w formie rysunku, zdjęć) - przykłady:

- roztwór odbarwił się lub roztwór zabarwił się np. na niebiesko... ,
- roztwór zmętniał, pojawiło się zmętnienie, wytrącił się osad np. biały, serowaty (galeretowaty, łatwo opadający na dno itd.)...
- podczas reakcji wydzielał się gaz (np. o drażniącym zapachu, bezwonny itd.)...
- badana substancja rozwarzyła się pod wpływem...
- reakcja nie zaszła...
- nie zaobserwowano zmian...

Wnioski - przykłady:

- w doświadczeniu zaszła reakcja chemiczna → **należy podać równanie reakcji chemicznej cząsteczkowo i jonowo (tam, gdzie jest to możliwe)!**
- wydzielającym się gazem był....szybkość reakcji zależy od...
- rolę katalizatora/inhibitora pełnił....

Doświadczenie 1. WPŁYW TEMPERATURY NA SZYBKOŚĆ REAKCJI

Wykonanie

Przygotować gorącą łaźnię wodną oraz dwie probówki.

Do probówki 1 wprowadzić: 2 cm³ 0,001 M manganianu(VII) potasu (KMnO₄), 10 kropli 3 M kwasu siarkowego(VI) oraz 3 krople 0,5 M szczawianu amonu ((NH₄)₂C₂O₄). Zawartość probówki szybko wymieszać, odlać połowę do probówki nr 2, umieścić ją w łaźni wodnej i rozpocząć pomiar czasu.

- Zanotować czasy potrzebne do całkowitego odbarwienia roztworów w poszczególnych probówkach.
- Zapisać równanie reakcji jonowo.
- Oszacować wpływ temperatury na szybkość reakcji redukcji jonów MnO₄⁻ podając ile razy czas potrzebny do odbarwienia roztworu w probówce nieogrzewanej był dłuższy/krótszy (wybierz właściwe) od czasu odbarwienia się roztworu w probówce ogrzewanej.

Doświadczenie 2.

WPŁYW STĘŻENIA REAGENTÓW NA SZYBKOŚĆ REAKCJI

Wykonanie

Przygotować trzy probówki.

- Do probówki 1 wprowadzić: 4 cm³ wody i 1 cm³ 0,50 M roztworu tiosiarczanu sodu (Na₂S₂O₃),
- Do probówki 2 wprowadzić: 5 kropli 0,5 M roztworu Na₂S₂O₃,
- Do probówki 3 wprowadzić: 1 kroplę 0,5 M roztworu Na₂S₂O₃,
- Probówki 2 i 3 uzupełnić wodą destylowaną do objętości 5 cm³.

Do wszystkich probówek (1-3) dodać po 3 krople 3 M roztworu kwasu siarkowego(VI), dokładnie wymieszać roztwory i rozpocząć pomiar czasu. Pomiar czasu prowadzić do momentu pojawienia się zauważalnego zmętnienia w probówkach (zmętnienie łatwiej można zauważyć zaglądając do wnętrza probówki).

- Zanotować czasy potrzebne do pojawienia się zmętnienia roztworów w probówkach 1-3.
- Zapisać równanie reakcji jonowo.
- Przyjmując, że objętość pojedynczej kropli wynosi 0,05 cm³, oszacować wpływ stężenia jonów tiosiarczanowych na szybkość reakcji.

Doświadczenie 3. WPŁYW OBECNOŚCI KATALIZATORA LUB INHIBITORA NA SZYBKOŚĆ REAKCJI

Wykonanie

Do trzech długich probówek wlać po 1 cm³ 5 % roztworu nadtlenu wodoru i po jednej kropli środka pianotwórczego. Następnie:

- do probówki 2 dodać: 1 kroplę 1,0 M kwasu fosforowego(V),
- do probówki 3 dodać: szczyptę stałego jodku potasu,

Probówki 1-3 umieścić w łaźni wodnej o temperaturze 60-70°C (widoczne opary na ściankach zlewki).

- Zanotować obserwacje.
- Oszacować szybkość rozkładu nadtlenu wodoru obserwując szybkość tworzenia piany przez wydzielający się tlen.
- Określić charakter dodanych substancji (katalizator, inhibitor) ze względu na ich wpływ na szybkość reakcji rozkładu przyjmując, że pierwsza probówka zawierająca jedynie roztwór nadtlenu wodoru pełni rolę odnośnika.
- Napisać reakcję samorzutnego rozkładu nadtlenu wodoru oraz reakcje zachodzące w obecności katalizatora.

Doświadczenie 4. DZIAŁANIE BIODKATALIZATORA

Wykonanie

Na plasterek ziemniaka położyć niewielki metalowy przedmiot (np. monetę) rozgrzany w palniku do około 200°C. Po zdjęciu przedmiotu, powierzchnię ziemniaka połączyć roztworem nadtlenu wodoru.

- Zaobserwować rozkład (pęcherzyki tlenu) nadtlenu wodoru katalizowany przez enzymy nieuszkodzone działaniem wysokiej temperatury.

Doświadczenie 5. WYZNACZANIE STAŁEJ SZYBKOŚCI REAKCJI

Celem doświadczenia jest pomiar szybkości reakcji utleniania jonów siarczanowych(IV) przez jony jodanowe(V). Proces ten przebiega w dwóch etapach:

Etap I: *jony siarczanowe(IV) są utleniane do siarczanowych(VI) przez jony jodanowe(V), które redukują się do jonów jodkowych. Reakcja ta przebiega powoli.*

Etap II: *w środowisku kwaśnym, jony jodkowe są utleniane do wolnego jodu przez jony jodanowe(V), które redukują się także do wolnego jodu. Reakcja ta zachodzi bardzo szybko, a o jej przebiegu świadczy zmiana barwy wywołana powstającym jodem (barwę można dodatkowo wzmocnić przez dodanie roztworu skrobi, z którą jod daje kompleks molekularny skrobia-I₂ o bardzo intensywnym, niebieskim zabarwieniu).*

Ponieważ jony siarczanowe(IV) są w środowisku kwaśnym silniejszym reduktorem od jonów jodkowych, więc reakcja etapu II nie zachodzi tak długo, jak długo w roztworze są jeszcze obecne jony siarczanowe(IV). W momencie całkowitego zużycia jonów siarczanowych(IV) reakcja etapu II zaczyna biec bardzo szybko, w wyniku czego roztwór w jednej chwili zmienia zabarwienie. Ta efektowna reakcja nosi nazwę chemicznego zegara, który można „nastawić” na określoną długość mierzonego czasu poprzez dobranie odpowiednich stężeń reagentów.

Jeżeli doświadczenie będzie przeprowadzane przy ustalonym stężeniu jonów siarczanowych(IV) to szybkość ich utleniania (v) będzie zależeć od stężenia utleniacza czyli jonów jodanowych(V) ([IO₃⁻]):

$$v = k[\text{IO}_3^-],$$

gdzie k to stała szybkości reakcji.

Jeżeli przygotuje się kilka roztworów, w których zawartość jonów siarczanowych(IV) będzie taka sama, to zmieniając stężenie jonów jodanowych(V) można zaobserwować różne czasy pojawienia się niebieskiego zabarwienia, co świadczy o różnych szybkościach reakcji (czas trwania reakcji jest odwrotnie proporcjonalny do średniej szybkości reakcji). Konstruując wykres zależności średniej szybkości reakcji v (odwrotność czasu koniecznego do pojawienia się barwy) od stężenia jonów jodanowych(V), można wyznaczyć stałą szybkości k z nachylenia otrzymanej prostej (to zadanie będzie wykonane podczas zajęć ICT).

Wykonanie

1. Do 5 zlewek wlać podane w poniższej tabeli objętości 0,01 M roztworu siarczanu(IV) sodu (roztwór ten jest 1% względem skrobi) oraz wody.

Nr roztworu	$V_{\text{Na}_2\text{SO}_3}$ cm^3	$V_{\text{H}_2\text{O}}$ cm^3	V_{HIO_3} cm^3	C_{HIO_3} mol/dm^3	Czas reakcji, t s	Średnia szybkość reakcji $V = 1/t$ $1/\text{s}$
1	6,0	6,0	8,0			
2	6,0	7,0	7,0			
3	6,0	8,0	6,0			
4	6,0	9,0	5,0			
5	6,0	10,0	4,0			

2. Zlewkę z roztworem 1 umieścić na białej kartce papieru, przygotować się do pomiaru czasu.
3. W innej zlewce przygotować odpowiednią dla roztworu 1 objętość (według tabeli) 0,02 M roztworu kwasu jodowego(V). Stężenie roztworu podstawowego kwasu jodowego(V) lub odpowiednio zakwaszonego kwasem siarkowym(VI) roztworu jodanu(V) potasu wynosi $0,02 \text{ mol/dm}^3$.
4. Roztwór kwasu jodowego(V) wlać szybko do zlewki 1 i rozpocząć pomiar czasu do chwili pojawienia się niebieskiego zabarwienia. Zawartość zlewki cały czas mieszać bagietką.

Postępowanie (punkty 2-4) powtórzyć dla pozostałych roztworów 2-5.

Wyniki pomiarów umieścić w tabeli, w zeszyte i zachować na zajęcia ICT!

- W sprawozdaniu z zajęć laboratoryjnych umieścić schemat doświadczenia, obserwacje oraz zapis jonowy równań reakcji, zachodzących w Etapach I i II.

ZAJĘCIA ICT

- Sporządzić wykres zależności szybkości reakcji (v) od stężenia jonów jodanowych(V). Wzdłuż zaznaczonych punktów pomiarowych poprowadzić prostą tak, aby odchylenie od niej wszystkich punktów było jak najmniejsze (patrz przykładowy wykres poniżej).
- Z wykresu wyznaczyć średnią wartość stałej szybkości reakcji (k).

