

Cinetica della riduzione del permanganato di potassio

Materiale occorrente:
otto becher da 100 ml;
due cilindri da 50 ml;
un cilindro da 100 ml;
una pipetta graduata da 2 ml;
una piastra riscaldante;
un cronometro.

Reattivi:

acido ossalico ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)   Indicazioni di pericolo: H302 - 312 - 318. Consigli di prudenza: P280 - 264 - 301+312 - 305+351+338;

permanganato di potassio (KMnO_4)     Indicazioni di pericolo: H272 - 302 - 314 - 410 . Consigli di prudenza: P221 - 273 - 280 - 301+330+331 - 305+351+338 - 308+310;

acido solforico (H_2SO_4)  Indicazioni di pericolo: H314 - 290. Consigli di prudenza: P280 - 301+330+331 - 305+351+338 - 309+310;
acqua distillata.

Potenziali pericoli:

vista la pericolosità dei reattivi lavorare sotto cappa, indossando i dispositivi di sicurezza!

Principio

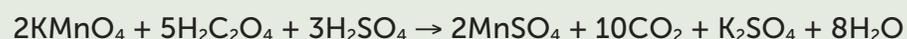
La velocità di una reazione chimica dipende dalla temperatura a cui viene fatta avvenire, dalla concentrazione dei reagenti e dalla presenza o meno di un catalizzatore.

L'innalzamento della temperatura della soluzione reattiva aumenta quindi la velocità di reazione: le molecole dei reagenti si urtano con maggiore frequenza e l'energia degli urti favorisce il superamento della barriera del complesso attivato. Quest'ultimo rappresenta l'intermedio reattivo – che si ha solo superando l'inerzia chimica dei reagenti – che innesca la reazione.

In modo analogo l'aumento della concentrazione dei reagenti aumenta la velocità di reazione. Questo avviene perché nell'unità di volume vi è un numero maggiore di particelle, quindi statisticamente il numero di urti aumenta.

Anche la presenza di un catalizzatore velocizza la reazione: il catalizzatore fa avvenire la stessa reazione, in termini di prodotti finali, attraverso stadi reattivi che complessivamente hanno un'energia di attivazione minore.

La reazione in esame per lo studio dei fattori che aumentano la velocità di reazione è la seguente:



La reazione è una redox nella quale il permanganato di potassio (KMnO_4) viene ridotto, in ambiente acido per acido solforico (H_2SO_4) a solfato di manganese II (MnSO_4). Nella stessa reazione l'acido ossalico o acido etandioico ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) viene ossidato ad anidride carbonica o biossido di carbonio (CO_2).

Il permanganato di potassio (KMnO_4) in soluzione acquosa ha una bellissima colorazione violetta, quando diventa solfato di manganese II (MnSO_4) la soluzione si decolora (figure 3 e 4).

I reattivi

La soluzione acquosa di permanganato di potassio (KMnO_4) 0,1 N può essere preparata utilizzando le fiale Normex. In alternativa si possono pesare 3,16 grammi di sale con una bilancia tecnica (sensibilità 0,01 g), scioglierlo nella quantità minima di acqua e portarlo a volume in un matraccio da 1 litro. La soluzione va fatta bollire per un'ora, mantenendo costante il volume totale, filtrata attraverso la lana di vetro e conservata in una bottiglia scura.

La soluzione 0,01 N di permanganato di potassio (KMnO_4) si può preparare per diluizione.



FIGURA 1 I reattivi

La soluzione acquosa di acido ossalico ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) può essere preparata pesando 4,50 grammi di sale con una bilancia tecnica (sensibilità 0,01 g), sciogliendolo nella quantità minima di acqua e portandolo a volume in un matraccio da 1 litro.

La soluzione 0,01 N di acido ossalico ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) si può preparare per diluizione.

La soluzione acquosa di acido solforico (H_2SO_4) può essere preparata prelevando 20 ml di soluzione di acido al 96%, versandolo in un cilindro da 100 ml, dove sono presenti già 20 ml di acqua distillata, aggiungendo poi acqua distillata fino alla tacca di 100 ml.

ATTENZIONE:

- versare sempre l'acido in acqua e non viceversa;
- l'acido concentrato e la soluzione di acido solforico al 20% sono molto corrosivi e vanno preparati dai docenti o dal personale tecnico.

Metodica

Influenza della temperatura e della concentrazione

Reazione 1

Si prelevano tre aliquote da 30 ml di acido ossalico ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 0,01 N e si versano in altrettanti becher. Si prelevano tre aliquote da 25 ml di permanganato di potassio (KMnO_4) 0,01 N e si versano in altrettanti becher. Nei tre becher contenenti la soluzione di acido ossalico ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 0,01 N si aggiungono 2 ml di



FIGURA 2 Inizio del riscaldamento dei reattivi



FIGURA 3 Il permanganato comincia a decolorarsi

soluzione al 20% di acido solforico (H_2SO_4). Se le soluzioni sono in equilibrio termico con l'ambiente di laboratorio si misura la temperatura ambientale registrando il valore sul quaderno di laboratorio. Successivamente si versa la soluzione di acido ossalico ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 0,01 N nel becher contenente la soluzione di permanganato di potassio (KMnO_4) 0,01 N. Con il cronometro si misura il tempo di reazione (t_{amb}) fino a che la soluzione violetta non si decolora completamente.

Si ripete l'esperienza nelle stesse modalità della prima riscaldando le soluzioni rispettivamente a 40°C e a 60°C, avendo cura di registrare sul quaderno di laboratorio i due tempi di reazione ($t_{140^\circ\text{C}}$ e $t_{160^\circ\text{C}}$).

Reazione 2

Si prelevano tre aliquote da 30 ml di acido ossalico ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 0,1 N e si versano in altrettanti becher. Si prelevano tre aliquote da 25 ml di permanganato di potassio (KMnO_4) 0,1 N e si versano in altrettanti becher. Nei tre becher contenenti la soluzione di acido ossalico ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 0,1 N si aggiungono 2 ml di soluzione al 20% di acido solforico (H_2SO_4). Se le soluzioni sono in equilibrio termico con l'ambiente di



FIGURA 4 La reazione è avvenuta



FIGURA 5 Reattivi per la reazione 1



FIGURA 6 Reattivi per la reazione 2



FIGURA 7 Reattivi per la reazione 3

laboratorio si misura la temperatura ambientale registrando il valore sul quaderno di laboratorio.

Successivamente si versa la soluzione di acido ossalico ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 0,1 N nel becher contenente la soluzione di permanganato di potassio (KMnO_4) 0,1 N. Con il cronometro si misura il tempo di reazione (t_{Iamb}) fino a che la soluzione violetta non si decolora completamente. Si ripete l'esperienza nelle stesse modalità della prima riscaldando le soluzioni rispettivamente a 40°C e a 60°C , avendo cura di registrare sul quaderno di laboratorio i due tempi di reazione ($t_{\text{I}40^\circ\text{C}}$ e $t_{\text{I}60^\circ\text{C}}$).

Reazione 3

Si preleva un'aliquota da 30 ml di acido ossalico ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 0,1 N e si versa in un becher. Si preleva un'aliquota da 25 ml di permanganato di potassio (KMnO_4) 0,1 N e si versa in un becher. Nel becher contenente la soluzione di acido ossalico ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 0,1 N si aggiungono 2 ml di soluzione al 20% di acido solforico (H_2SO_4) e una puntina di spatola di solfato di manganese II (MnSO_4) solido o biossido di manganese IV (MnO_2) solido. Questi composti del manganese (**Mn**) catalizzano la reazione. Se le soluzioni sono in equilibrio termico con l'ambiente di laboratorio si misura la temperatura ambientale registrando il valore sul quaderno di laboratorio. Successivamente si versa la soluzione di acido ossalico ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 0,1 N nel becher contenente la

soluzione di permanganato di potassio (KMnO_4) 0,1 N. Con il cronometro si misura il tempo di reazione (t_{cat}) fino a che la soluzione violetta non si decolora completamente. Si ripete l'esperienza impiegando soluzioni di reattivi 0,01 N.

Conclusioni

Si confrontano i tempi di reazione in funzione delle diverse condizioni di reazione. Da questa analisi emergeranno i fattori che influenzano la velocità della reazione dell'esperimento e in generale di tutte le reazioni.