

Transformations rapides et transformations lentes

Cadre de référence de la leçon

- CH1.1.1** Écrire l'équation de la réaction modélisant une transformation d'oxydoréduction et identifier les deux couples intervenants.
- CH1.1.2** Déterminer, à partir des résultats expérimentaux, l'influence des facteurs cinétiques sur la vitesse de réaction.
- CH1.2.1** Justifier les différentes opérations réalisées lors du suivi de l'évolution temporelle d'un système et exploiter les résultats expérimentaux.

Contenus du programme

- P-CH1.1.1** Rappels sur les couples Ox/Red et écriture des équations de réactions d'oxydoréduction en utilisant le symbole $\rightleftharpoons$ dans l'écriture de la demi-équation caractéristique d'un couple Ox/Red.
- P-CH1.1.2** Mise en évidence expérimentale des transformations lentes et des transformations rapides.

Travaux pratiques

- TP-CH1** Mise en évidence des facteurs cinétiques.

Compétence ciblée

- CC5** Transformations rapides et transformations lentes d'un système chimique. Contrôler la vitesse de réaction en agissant sur les facteurs cinétiques, pour accélérer la synthèse d'une espèce chimique, pour éliminer les effets des produits utilisés, ou pour diminuer la vitesse de réaction afin de conserver les produits alimentaires et de les protéger de la corrosion.

1

Réaction d'oxydoréduction

Cadre de référence : CH1.1.1

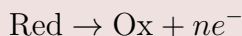
Définitions

Cadre de référence : P-CH1.1.1

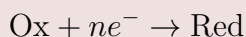
Oxydant : espèce chimique capable de capter un ou plusieurs électrons (notée Ox).

Réducteur : espèce chimique capable de céder un ou plusieurs électrons (notée Red).

Oxydation : perte d'électrons.



Réduction : gain d'électrons.

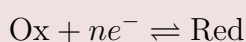


Couple d'oxydoréduction

Cadre de référence : CH1.1.1

Le couple Ox/Red est constitué par un oxydant et le réducteur correspondant.

On associe au couple Ox/Red une demi-équation d'oxydo-réduction :



Pour équilibrer une demi-équation d'oxydo-réduction, on suit les étapes suivantes :

- conservation des éléments autres que l'oxygène O et l'hydrogène H ;
- conservation de l'oxygène en ajoutant des molécules H_2O ;
- conservation de l'hydrogène en ajoutant des ions H^+ ;
- conservation de la charge électrique en ajoutant des électrons e^- .

Les couples les plus utilisés au lycée et leurs demi-équations équilibrées :

Couple Ox/Red	Demi-équation
Cu^{2+}/Cu	$\text{Cu}_{(\text{aq})}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Cu}_{(\text{s})}$
Zn^{2+}/Zn	$\text{Zn}_{(\text{aq})}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Zn}_{(\text{s})}$
Fe^{2+}/Fe	$\text{Fe}_{(\text{aq})}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Fe}_{(\text{s})}$
$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$	$\text{Fe}_{(\text{aq})}^{3+} + e^- \rightleftharpoons \text{Fe}_{(\text{aq})}^{2+}$
I_2/I^-	$\text{I}_{2(\text{aq})} + 2e^- \rightleftharpoons 2\text{I}_{(\text{aq})}^-$
$\text{S}_4\text{O}_6^{2-}/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	$\text{S}_4\text{O}_6^{2-}{}_{(\text{aq})} + 2e^- \rightleftharpoons 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}{}_{(\text{aq})}$
$\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$	$\text{MnO}_4^-{}_{(\text{aq})} + 8\text{H}_{(\text{aq})}^+ + 5e^- \rightleftharpoons \text{Mn}_{(\text{aq})}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}{}_{(\text{aq})} + 14\text{H}_{(\text{aq})}^+ + 6e^- \rightleftharpoons 2\text{Cr}_{(\text{aq})}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$
$\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2$	$2\text{H}_3\text{O}^+{}_{(\text{aq})} + 2e^- \rightleftharpoons \text{H}_{2(\text{g})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$
$\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_2\text{O}_{2(\text{aq})} + 2\text{H}_{(\text{aq})}^+ + 2e^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$
$\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$	$\text{O}_{2(\text{g})} + 4\text{H}_{(\text{aq})}^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$

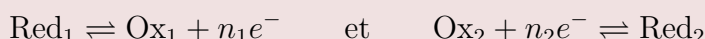
Équation de la réaction d'oxydo-réduction

Cadre de référence : CH1.1.1

Une réaction d'oxydo-réduction met en jeu deux couples : Ox_1/Red_1 et Ox_2/Red_2 .

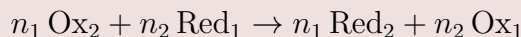
Pour établir l'équation de la réaction :

1. on écrit les demi-équations :



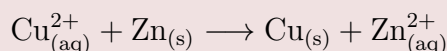
2. on multiplie les demi-équations de façon à avoir le même nombre d'électrons échangés ;
3. on les additionne.

L'équation-bilan est alors :

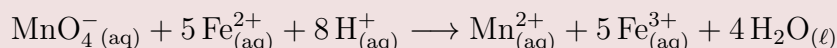


Exemples d'équations équilibrées — ces réactions reviennent dans tout le programme (cinétique, dosages, piles, électrolyse) :

1) Le zinc et les ions cuivre II — couples Cu^{2+}/Cu et Zn^{2+}/Zn . C'est la réaction de la pile Daniell.

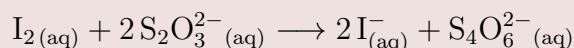


2) Les ions permanganate et les ions fer II — couples $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ et $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$. Support classique des dosages colorimétriques.

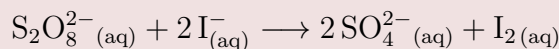


3) Le diiode et les ions thiosulfate — couples I_2/I^- et $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$. Réaction de référence

du suivi temporel par titrage.



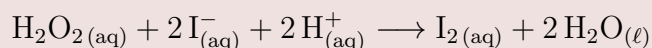
4) **Les ions iodure et les ions peroxodisulfate** — couples $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}/\text{SO}_4^{2-}$ et I_2/I^{-} . Transformation lente, étudiée en cinétique.



5) **Le magnésium et l'acide chlorhydrique** — couples $\text{H}_3\text{O}^{+}/\text{H}_2$ et Mg^{2+}/Mg . Dégagement gazeux mesurable, utilisé pour suivre l'avancement.



6) **L'eau oxygénée et les ions iodure** — couples $\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ et I_2/I^{-} . Transformation lente, catalysée par les ions Fe^{2+} .



2

Transformation rapide et transformation lente

Cadre de référence : P-CH1.1.2

Transformation rapide : transformation qui se fait en une durée trop courte pour être suivie par l'œil ou par les instruments de mesure.

Transformation lente : transformation qui peut être suivie par l'œil ou par les instruments de mesure.

3

Méthodes physiques de suivi et facteurs cinétiques

Cadre de référence : CH1.1.2, CH1.2.1 — TP-CH1

Méthodes physiques pour suivre une transformation lente :

- la conductimétrie : pour les milieux réactionnels contenant des ions ;
- le pH-mètre : pour les milieux réactionnels contenant des ions H_3O^{+} et HO^{-} ;
- la mesure du volume ou de la pression : lorsqu'un gaz est mis en jeu.

Les facteurs cinétiques sont les grandeurs qui influencent la vitesse d'évolution d'un système chimique.

Influence de la température : la vitesse d'évolution d'un système chimique est d'autant plus grande que sa température est plus élevée.

Influence des concentrations initiales : la vitesse d'évolution d'un système chimique est d'autant plus grande que les concentrations en réactifs sont plus importantes.