

Les réactions d'oxydo-réductions

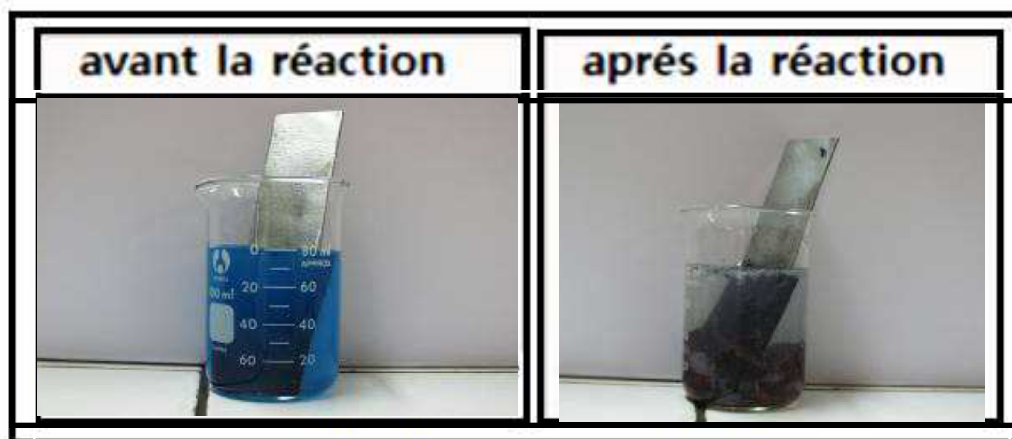
OXYDOREDUCTION

I- Réaction d'oxydo-réduction

1- Transfert électronique :

Expérience et observation :

On immerge une plaque de zinc dans une solution de sulfate de cuivre(II).



On observe un dépôt rouge de cuivre et la décoloration de la solution.

L'addition de la soude fait apparaître un précipité blanc ce qui implique la présence des ions Zn^{2+} dans la solution.

L'équation de la réaction peut alors s'écrire :



Chaque atome de zinc se transforme en ion zinc par perte de deux électrons, On écrira :



L'ion cuivre II capte deux électrons pour se transformer en atome Cu , on écrira :



Au cours de cette réaction il y'a transfert d'électrons entre l'atome de zinc et l'ion cuivre II.

Il caractérise une réaction d'oxydo-réduction.

2- Définitions :

2-1- Oxydation et réduction :

Une **oxydation** est une réaction chimique au cours de laquelle une espèce chimique un **oxydant** gagne un ou plusieurs électrons.

Une **réduction** est une réaction chimique au cours de laquelle une espèce chimique un **réducteur** perd un ou plusieurs électrons.

2-2- Un oxydant et un réducteur :

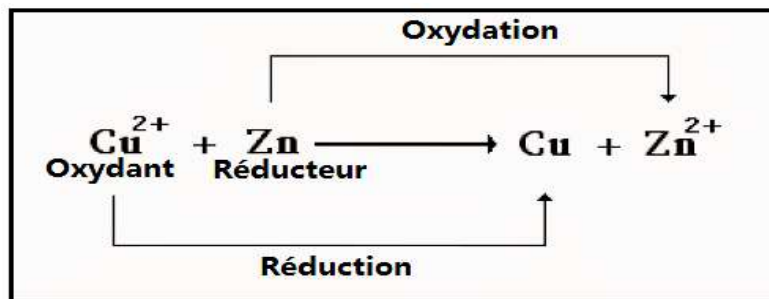
Un **oxydant** est une espèce chimique susceptible de **capturer un ou plusieurs électrons**.

Un **réducteur** est une espèce chimique susceptible de **perdre un ou plusieurs électrons**.

2-3- Réaction d'oxydo-réduction :

On appelle une réaction qui met en jeu un **transfert d'électron** entre un oxydant et un réducteur, une réaction d'**oxydo-réduction**.

Exemple :



Une oxydation transforme un **réducteur** en son **oxydant** conjugué.

Une réduction transforme un **oxydant** en son **réducteur** conjugué.

II- Couple oxydant / réducteur :

1- Définition :

Un couple oxydant / réducteur est un ensemble formé par un oxydant et un réducteur qui se correspondent dans la même demi-équation redox.



2- Exemples :

Les exemples suivants sont à connaître.

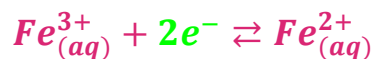
Couple	Oxydant	Réducteur	Demi-équation rédox
$H_{(aq)}^+ / H_{2(g)}$	Ion hydrogène $H_{(aq)}^+$	Dihydrogène $H_{2(g)}$	$2H_{(aq)}^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_{2(g)}$
$M_{(aq)}^{n+} / M_{(s)}$	Cation métallique	Métal	$M_{(aq)}^{n+} + ne^- \rightleftharpoons M_{(s)}$
$Fe_{(aq)}^{3+} / Fe_{(aq)}^{2+}$	Ion fer (III) $Fe_{(aq)}^{3+}$	Ion fer (II) $Fe_{(aq)}^{2+}$	$Fe_{(aq)}^{3+} + e^- \rightleftharpoons Fe_{(aq)}^{2+}$
$I_{2(aq)} / I_{(aq)}^-$	Diode $I_{2(aq)}$	Ion iodure $I_{(aq)}^-$	$I_{2(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons 2I_{(aq)}^-$
$S_4O_6^{2-}(aq) / S_2O_3^{2-}(aq)$	Ion tétrathionate	Ion thionate	$S_4O_6^{2-}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2S_2O_3^{2-}(aq)$

III- Réaction d'oxydo-réduction :

1- Demi-équation d'oxydo-réduction :

L'écriture des demi-équations redox est basée sur les lois de conservation des éléments et des charges électriques.

Premier exemple :

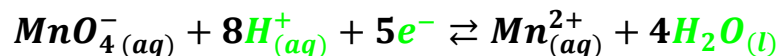


La conservation de la charge électrique est assurée par les électrons



Deuxième exemple :

On considère le couple $MnO_4^-(aq) / Mn^{2+}(aq)$



La conservation de l'oxygène nécessite l'intervention de l'eau et les ions H_3O^+ ou H^+ .

2- Les réactions d'oxydo-réduction :

Une réaction d'oxydo-réduction met en jeu deux couples redox. Elle consiste en un transfert d'un ou plusieurs électron(s) du réducteur de l'un des couples à l'oxydant de l'autre couple.

Les électrons n'apparaissent pas dans l'équation de la réaction.

On écrira pour les deux couples $Ox_1/réd_1$ et $Ox_2/réd_2$:

Demi-équation électronique :



Demi-équation électronique :



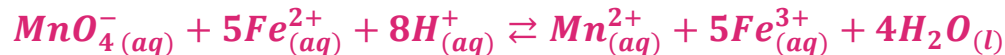
Equation bilan :



Application 1 :

Ecrire l'équation de l'oxydo-réduction entre les ions *fer (II)* et les ions permanganate MnO_4^- en milieu acide.

On écrira pour les deux couples $\text{Fe}_{(aq)}^{3+}/\text{Fe}_{(aq)}^{2+}$ et $\text{MnO}_{4(aq)}^-/\text{Mn}_{(aq)}^{2+}$:



Application 2 :

Ecrire l'équation de l'oxydo-réduction entre l'eau oxygénée H_2O_2 et les ions bichromate Cr_2O_7^- en milieu acide.

On écrira pour les deux couples $\text{O}_{2(g)}/\text{H}_2\text{O}_{2(aq)}$ et $\text{Cr}_2\text{O}_{7(aq)}^{2-}/\text{Cr}_{(aq)}^{3+}$:



Exercice corrigé :

On plonge une lame de zinc de masse $m = 2g$ dans une solution d'acide chlorhydrique ($H_{(aq)}^+ + Cl_{(aq)}^-$) en excès.

Au cours de la réaction il y a formation des ions Zn^{2+} et production d'un gaz qui donne une détonation en présence d'une flamme.

- 1- Ecrire les demi-équations équations redox et l'équation bilan entre l'acide chlorhydrique et le zinc.
- 2- Dresser le tableau d'avancement de la réaction et déterminer l'avancement maximal.
- 3- Calculer le volume de dihydrogène libéré à la fin de réaction.
- 4- Calculer la masse m' du chlorure de zinc formé à la fin de la réaction.

On donne : $V_m = 25 L.mol^{-1}$; $M(Zn) = 64,5 g.mol^{-1}$; $M(Cl) = 35,5 g.mol^{-1}$

Correction

1- Demi-équations équations redox et l'équation bilan :



2- Tableau d'avancement de la réaction :

Déterminons le nombre de mole de Zn initial :

$$n_i(Zn) = \frac{m}{M(Zn)} = \frac{2}{65,4} \approx 3,1 \cdot 10^{-2} mol$$

Equation de la réaction		$Zn_{(s)} + 2H_{(aq)}^+ \rightleftharpoons Zn_{(aq)}^{2+} + H_{2(g)}$			
Etat du système	Avancement en (mol)	Quantité de matière en (mol)			
initial	$x = 0$	$3,1 \cdot 10^{-2}$	en excès	0	0
Intermédiaire	x	$3,1 \cdot 10^{-2} - x$	en excès	x	x
final	$x = x_{max}$	$3,1 \cdot 10^{-2} - x_{max}$	en excès	x_{max}	x_{max}

Réactif limitant est le zinc puisque l'acide est en excès donc l'avancement maximal est :

$$3,1 \cdot 10^{-2} - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = 3,1 \cdot 10^{-2} mol$$

3- Volume de dihydrogène libéré à la fin de réaction :

D'après le tableau d'avancement :

$$n_f(H_2) = x_{max} = \frac{V}{V_m} \Rightarrow V = V_m \cdot x_{max}$$

$$V = 25 \times 3,1 \cdot 10^{-2} = 0,775 \text{ L}$$

4- Masse m' du chlorure de zinc formé : $(Zn^{2+} + 2Cl^-)$

D'après le tableau d'avancement :

$$n_f(Zn^{2+}) = n_f(ZnCl_2) = x_{max}$$

$$n_f(ZnCl_2) = \frac{m'}{M(ZnCl_2)} \Rightarrow m' = x_{max} \cdot [M(Zn) + 2M(Cl)]$$

$$m' = 3,1 \cdot 10^{-2} \times (64,5 + 35,5 \times 2) = 4,20 \text{ g}$$