

Bases d'oxydoréduction

Synthèse du cours :

1) Réaction d'oxydoréduction (retrouver les mots qui manquent, correction en fin de document)

C'est une réaction qui met en jeu un n d'électrons entre deux réactifs appelés ox_1 et red_1 . L'oxydant ox_1 perd des électrons, il est ox_2 ou subit une oxydation. Le réducteur red_1 gagne des électrons, il est red_2 ou subit une réduction (n d'électron(s)).

2) Couple oxydant/réducteur

Un oxydant et un réducteur conjugués forment un couple oxydant/réducteur, noté ox/red par convention.

On peut écrire entre ces deux espèces une demi-équation rédox (attention, c'est une équation qui ne symbolise aucune réaction réelle, les électrons n'existant pas en solution aqueuse).

Méthode (par cœur) :

- Ecrire l'ébauche de la demi-équation sans les nombres stoechiométriques, avec un signe égal,
- Ajuster les nb stoechiométriques pour conserver, le cas échéant, les éléments communs à l'ox et au red autres que O et H,
- Conserver l'élément oxygène avec des molécules d'eau $H_2O(l)$,
- Conserver l'élément hydrogène avec des ions hydrogène $H^+(aq)$,
- Ajuster le nb stoechiométrique des électrons e^- pour conserver la charge globale,
- Vérifier
 - la conservation des éléments
 - la conservation de la charge globale
 - la cohérence de l'équation (**aucune espèce commune de chaque côté de la flèche sinon simplification, nombres stoechiométriques les plus faibles possibles sinon division**).

3) Equation d'une réaction d'oxydoréduction

Elle fait intervenir l'oxydant ox_1 d'un premier couple ox_1/red_1 qui réagit avec le réducteur red_2 d'un deuxième couple ox_2/red_2 pour donner red_1 et ox_2 . Deux oxydants ne peuvent réagir ensemble ! Deux réducteurs ne peuvent réagir ensemble.

Pour écrire l'équation de cette réaction (par cœur) :

- On écrit les demi-équations rédox des deux couples dans le sens correspondant à la transformation (le plus gros du travail).
- On les combine en les multipliant si besoin est par des nombres entiers de manière à ce que le nombre d'électrons perdus dans l'équation d'oxydation soit identique au nombre d'électrons gagnés dans l'équation de réduction. Ils disparaissent ainsi dans l'équation finale. Cette équation est écrite avec une flèche.
- On vérifie ...

Compétences attendues (mettre une croix quand c'est acquis, avant de passer aux exercices) :

- Je sais écrire une demi-équation d'oxydoréduction, je fais notamment attention (au signe égale et) à la place des électrons. Je vérifie toujours la conservation de la charge globale et la conservation des éléments avant d'aller plus loin.
- Je sais que je peux écrire la demi-équation dans un sens ou dans l'autre et je choisis ensuite le sens correspondant à l'exemple traité.
- A partir d'une demi-équation d'oxydoréduction, je sais retrouver l'oxydant et le réducteur.
- Je sais correctement écrire un couple oxydant/ réducteur (oxydant à gauche).
- Je connais la définition d'une oxydation et d'une réduction.
- Je connais la définition d'un oxydant et d'un réducteur.
- Je sais faire le lien entre ces définitions et les demi-équations électronique en les interprétant correctement, je ne me trompe surtout pas de sens entre l'oxydant et le réducteur : $ox + ne^- = red$ de manière très simplifiée.
- A partir de deux demi-équations électroniques, je sais former l'équation d'oxydoréduction globale avec sa flèche et ses réactifs et produits dans le bon sens. Je vérifie toujours la conservation de la charge globale et la conservation des éléments.
- A partir de l'équation d'oxydoréduction et des demi-équations dont elle est issue, je sais qui oxyde qui en quoi, qui réduit qui en quoi, qui est oxydé en quoi, qui est réduit en quoi, qui subit une oxydation, qui subit une réduction. Je maîtrise tout ce vocabulaire, la forme active et la forme passive.
- J'ai compris quand il y avait besoin d'un milieu acide ($H^+(aq)$ réactif) pour que la transformation ait lieu.
- Dans le cas où des ions $H^+(aq)$ sont visibles dans l'équation, je sais prévoir une augmentation ou une baisse du pH du milieu réactionnel car je connais la correspondance entre concentration forte ou faible en $H^+(aq)$, acidité plus ou moins forte du milieu et grande ou faible valeur du pH. Même chose en milieu basique avec les ions HO^- (voir cours tronç commun Tale)

Exemple de détermination d'une équation complète d'oxydoréduction (exercice de base résolu)

Les ions dichromate $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$ du couple $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) / \text{Cr}^{3+}(\text{aq})$ réagissent avec les ions $\text{Hg}_2^{2+}(\text{aq})$ du couple $\text{Hg}_2^{2+}(\text{aq}) / \text{Hg}^{2+}(\text{aq})$. Déterminer l'équation (d'oxydoréduction) correspondante.

- On écrit les demi-équations rédox des deux couples dans le sens correspondant à la transformation. On commence par exemple par le couple $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) / \text{Cr}^{3+}(\text{aq})$ en écrivant $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$ à gauche du signe égale car c'est une des réactifs de la réaction globale.

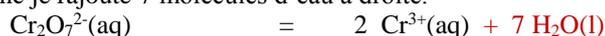
- Ecrire l'ébauche de la demi-équation sans les nombres stoechiométriques, avec un signe égale. Ne s'oublie pas les indices dès le départ.



- Ajuster les nb stoechiométriques pour conserver, le cas échéant, les éléments communs à l'ox et au red autres que O et H, Ici il s'agit de l'élément chrome Cr : deux à gauche et 1 à droite donc je mets un 2 à droite.



- Conserver l'élément oxygène avec des molécules d'eau $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, Il y a 7 O à gauche et 0 à droite donc je rajoute 7 molécules d'eau à droite.



- Conserver l'élément hydrogène avec des ions $\text{H}^+(\text{aq})$, Il y a maintenant 0 H à gauche et $7 \times 2 = 14$ à droite donc je rajoute 14 H^+ à gauche



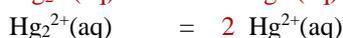
- Ajuster le nb stoechiométrique des électrons e^- pour conserver la charge globale, Il y a une charge globale à gauche de $14 \times 1 + 1 \times (-2) = +12$ et à droite de $2 \times 3 = +6$ donc je dois rajouter 6 charges $-$ à gauche donc 6 électrons e^- à gauche



- Vérifier - la conservation des éléments
 14 H à gauche et $7 \times 2 = 14$ à droite donc c'est bon ; 2 Cr à gauche et $2 \times 1 = 2$ Cr à droite donc c'est bon ; 7 O à droite et 7 à gauche donc c'est bon
 - la charge globale
 $14 \times (+1) + 1 \times (-2) + 6 \times (-1) = +6$ à gauche et $2 \times (+3) = +6$ à droite donc c'est bon aussi
 - la cohérence de l'équation (**aucune espèce commune de chaque côté de la flèche, nombres stoechiométriques les plus faibles possibles**).

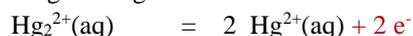
C'est bien le cas. La demi-équation est correctement écrite. J'en profite pour vérifier que le couple était bien écrit Ox/red : d'après la demi-équation, c'est $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$ qui est du côté des électrons donc qui les capte lors de la réaction : il gagne des électrons, il subit donc une réduction (il est réduit) c'est donc l'oxydant. Et il était bien placé à gauche dans le couple donc c'est cohérent.

On continue avec la deuxième demi équation en plaçant Hg_2^{2+} à gauche. Les étapes sont les mêmes



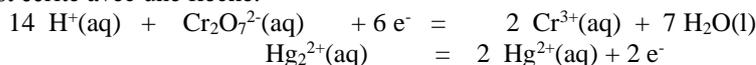
Pas de O et pas de H

Charge +2 à gauche et $2 \times 2 = +4$ à droite

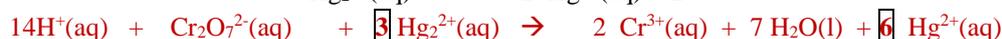
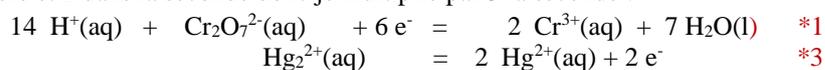


Vérifications correctes, de plus on vérifie que $\text{Hg}_2^{2+}(\text{aq})$ dans la demi équation donne l'autre ion et des électrons donc il perd des électrons, c'est donc une oxydation, c'est donc le réducteur et il était bien placé à droite dans le couple.

- On les combine en les multipliant si besoin est par des nombres entiers de manière à ce que le nombre d'électrons perdus dans l'équation d'oxydation soit identique au nombre d'électrons gagnés dans l'équation de réduction. Ils disparaissent ainsi dans l'équation finale. Cette équation est écrite avec une flèche.



Il y a 6 électrons dans la première et 2 dans la seconde donc je multiplie par 3 la seconde :



Les électrons « se sont simplifiés » donc ont bien disparu (6 de chaque côté).

- Les vérifications faites sur les 4 éléments et la charge globales valident l'équation finale. **On ne peut rien simplifier.**

Exercices d'application directe de l'oxydoréduction

Exercice résolu : au dos

Commencer par faire l'exercice résolu avant les autres de cette page

Exercice 1 : questions de cours et applications directes

Ecrire les équations d'oxydoréduction suivantes (en passant toujours par les demi-équations même quand cela ne vous est pas indiqué) et répondre aux questions qui suivent :

a) Equation de la réaction entre Al(s) du couple $\text{Al}^{3+}(\text{aq})/\text{Al}(\text{s})$ et $\text{Cl}_2(\text{aq})$ du couple $\text{Cl}_2(\text{aq})/\text{Cl}^{-}(\text{aq})$.

Qui subit une réduction ? Qui est l'oxydant ?

b) Equation de la réaction entre $\text{Ce}^{4+}(\text{aq})$ du couple $\text{Ce}^{4+}(\text{aq})/\text{Ce}^{3+}(\text{aq})$ et $\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ du couple $\text{MnO}_2(\text{s})/\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$

Qui est oxydé dans cette réaction ? Qui oxyde ?

c) Equation de la réaction entre l'eau oxygénée $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ du couple $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})/\text{O}_2(\text{g})$, les ions $\text{NO}_3^{-}(\text{aq})$ du couple $\text{NO}_3^{-}(\text{aq})/\text{NO}(\text{g})$.

Les couples sont-ils correctement écrits ? Justifier.

Exercice 2 : les couples ox/red de l'eau pour les voitures du futur

a) L'eau fait partie de deux couples oxydoréducteurs : l'un fait intervenir $\text{O}_2(\text{g})$ comme autre espèce. Ecrire la demi-équation correspondante et en déduire le couple correspondant. L'eau est-elle l'oxydant ou le réducteur de ce couple ?

b) L'autre couple est le couple $\text{H}_2\text{O}(\text{l})/\text{H}_2(\text{g})$. Ecrire la demi-équation correspondante en faisant apparaître toutes les étapes logiques et expliquer pourquoi on rencontre plutôt ce couple sous la forme $\text{H}^{+}(\text{aq})/\text{H}_2(\text{g})$.

c) Faire le plein de dihydrogène : dans les futures voitures, on fera le plein de dihydrogène qui réagira avec le dioxygène selon une équation d'oxydoréduction afin de fournir de l'énergie électrique puis mécanique à la voiture. Trouver cette équation en utilisant les deux questions précédentes. Cette réaction est-elle plus écologique par rapport à une réaction de combustion ? Justifier.

Exercice 3 : titrage de l'acide sulfureux H_2SO_3

Données : couples oxydant/réducteur : $\text{MnO}_4^{-}(\text{aq})/\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$; $\text{MnO}_2(\text{aq})/\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$; $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})/\text{H}_2\text{SO}_3(\text{aq})$

a) Ecrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction qui se produit entre l'acide sulfureux et les ions permanganate et qui a lieu lorsqu'on dose l'acide sulfureux contenu dans une solution par les ions permanganate.

b) Définir l'équivalence d'un titrage. Comment la repérer dans ce cas ?

c) En milieu acide, les ions permanganate $\text{MnO}_4^{-}(\text{aq})$ et les ions manganèse $\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ réagissent lentement entre eux, ce qui colore la solution suite à la formation d'un précipité brun très fin de dioxyde de manganèse $\text{MnO}_2(\text{s})$. Ecrire l'équation de cette réaction.

d) En quoi la présence de dioxyde de manganèse peut-elle être gênante lors de ce titrage ? Lorsqu'on utilise une solution de permanganate de potassium lors d'un titrage, où doit-on obligatoirement placer cette solution ? Justifier.

e) Pourquoi utilise-t-on en manganimétrie du permanganate de potassium acidifié ? Justifier en observant les équations de réaction écrites précédemment.

Correction du texte à trous de la synthèse du cours/fiche :

C'est une réaction qui met en jeu un transfert d'électrons entre deux réactifs appelés oxydant et réducteur. L'oxydant gagne (ou « capte ») des électrons, il est réduit ou subit une réduction (gain d'électron(s)). Le réducteur cède (ou « perd ») des électrons, il est oxydé ou subit une oxydation (perte d'électron(s)).