

## Exercices d'application directe de l'oxydoréduction

### Exercice résolu : page suivante

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) Réaction faisant intervenir 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) Réaction faisant intervenir  $\text{Ce}^{4+}(\text{aq})$  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) Réaction entre les ions  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq})$  du couple  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq})/\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$  et  $\text{SO}_2(\text{g})$  du couple  $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})/\text{SO}_2(\text{aq})$

Qui est le réducteur ? Que subit  $\text{SO}_2(\text{aq})$  ? Quelle particularité pour l'équation finale ? Savez-vous comment se nomme une telle équation ?

d) Réaction entre l'eau oxygénée  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$  du couple  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})/\text{O}_2(\text{g})$ , et 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 d'une espèce organique ? Justifier.

### Exercice 3 : oxydation du plomb

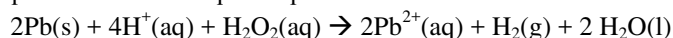
Sous hotte, on plonge un morceau de plomb  $\text{Pb}(\text{s})$  de masse  $m = 1,00 \text{ g}$  dans un volume noté  $V$  d'une solution acidifiée aqueuse d'eau oxygénée  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$  de concentration notée  $c = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  en eau oxygénée.

Couples en présence :  $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})/\text{Pb}(\text{s})$  et  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})/\text{H}_2(\text{g})$

$M(\text{Pb}) = 207,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

a) Rappeler la définition d'une solution aqueuse en l'appliquant à la solution aqueuse d'eau oxygénée. Les ions  $\text{H}^{+}$  seront considérés en large excès dans l'exercice.

b) Déterminer les demi-équations et montrer que l'équation finale s'écrit :



Qui est oxydé ? Qui subit une réduction ?

c) Déterminer  $V$  afin que les réactifs soient introduits en proportions stoechiométriques (revoir cours) en ne prenant pas en compte les  $\text{H}^{+}(\text{aq})$  en fort excès.

d) Finalement on décide d'utiliser un volume  $V' = 200 \text{ mL}$  de solution aqueuse d'eau oxygénée. On décide aussi de rajouter  $V_{\text{eau}} = 100 \text{ mL}$  afin d'immerger totalement le morceau de plomb. On nomme  $V_{\text{tot}}$  le volume totale du milieu réactionnel. Etablir le tableau d'avancement de la réaction (EI et EF) et déterminer le réactif limitant.

e) En déduire la variation de masse de plomb et les concentrations finales des soluté(s) en solution exceptés les ions  $\text{H}^{+}(\text{aq})$ .

f) Le pH a-t-il baissé ou augmenté durant la réaction ? Justifier.

Correction du texte à trou 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)).

## 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.

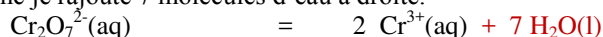
- Ecrire l'ébauche de la demi-équation sans les nombres stoechiométriques, avec un signe égale. Je n'oublie pas les indices dès le départ.



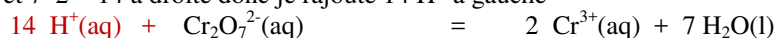
- Ajuster les nb stoechiométriques pour conserver, le cas échéant, les éléments communs à l'ox et au red autres que O et H, Ici il s'agit de l'élément chrome Cr : deux à gauche et 1 à droite donc je mets un 2 à droite.



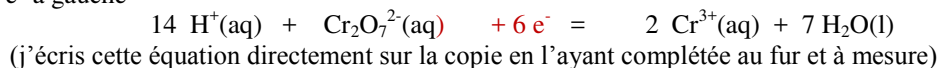
- Conserver l'élément oxygène avec des molécules d'eau  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ , Il y a 7 O à gauche et 0 à droite donc je rajoute 7 molécules d'eau à droite.



- 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  $\text{H}^+$  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

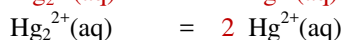
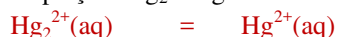
$14 \times (+1) + 1 \times (-2) + 6 \times (-1) = +6$  à gauche et  $2 \times (+3) = +6$  à droite donc c'est bon aussi

- la cohérence de l'équation (**aucune espèce commune de chaque côté de la flèche, nombres**

**stoechiométriques les plus faibles possibles**).

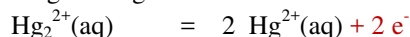
C'est bien le cas. La demi-équation est correctement écrite. J'en profite pour vérifier que le couple était bien écrit Ox/red : d'après la demi-équation, c'est  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$  qui est du côté des électrons donc qui les capte lors de la réaction : il gagne des électrons, il subit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



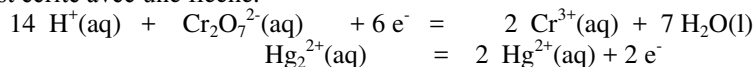
Pas de O et pas de H

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

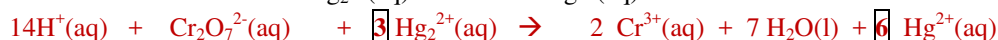
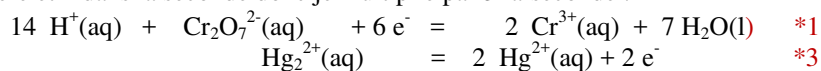


Vérifications correctes, de plus on vérifie que  $\text{Hg}_2^{2+}(\text{aq})$  dans la demi équation donne l'autre ion et des électrons donc il perd des électrons, c'est donc une oxydation, c'est donc le réducteur et il était bien placé à droite dans le couple.

- 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 globale valident l'équation finale. **On ne peut rien simplifier.**