

I. Introduction

L'un des enjeux de l'industrie automobile est d'améliorer le stockage de l'énergie électrique des véhicules hybrides. Le mode le plus souple est le stockage électrochimique par des batteries dans lesquelles sont provoquées des **réactions d'oxydoréductions**.



Une réaction d'oxydoréduction est une réaction qui met en jeu un transfert d'électrons entre ses réactifs. On utilise cette propriété dans les batteries ou les piles pour créer des courants électriques.

Les réactifs mis en jeu pour cet échange d'électrons appartiennent à des couples oxydant/réducteur comme par exemple : $\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}$ ou $\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$. Ces couples sont répertoriés dans des tableaux.

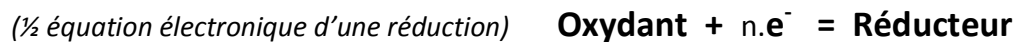
II. Rappels : Les réactions d'oxydoréductions.

II.1. Couple oxydant/réducteur (ou couple rédox)

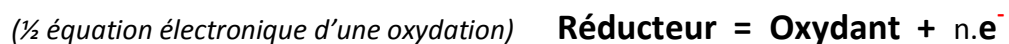
Définitions :

Un couple **Oxydant/Réducteur** est un ensemble formé par oxydant et un réducteur qui appartient à la même demi-équation électronique.

- Un oxydant est une espèce susceptible de capter un ou plusieurs électron(s)



- Un réducteur est une espèce chimique susceptible de donner un ou plusieurs électron(s)



Faire l'exercice d'application du cours : n°1

II.2. Equilibrer une $\frac{1}{2}$ équation électronique en 3 étapes

Méthode :

1. Conservation de l'oxygène et des atomes d'hydrogènes

On équilibre ajoutant:

- De l'eau H_2O si nécessaire.
- Des protons H^+ ou des ions oxonium H_3O^+ si nécessaire (milieu acide).
- Des ions hydroxyde HO^- si nécessaire (milieu basique).

2. Conservation de l'élément :

On équilibre les atomes ou les ions de chaque côté de l'égalité si nécessaire

3. Conservation des charges :

On équilibre les charges électriques avec le nombre d'électrons.

Faire les exercices d'application du cours : n°2, n°3 et n°4

III. Réaction d'oxydoréduction

Définitions :

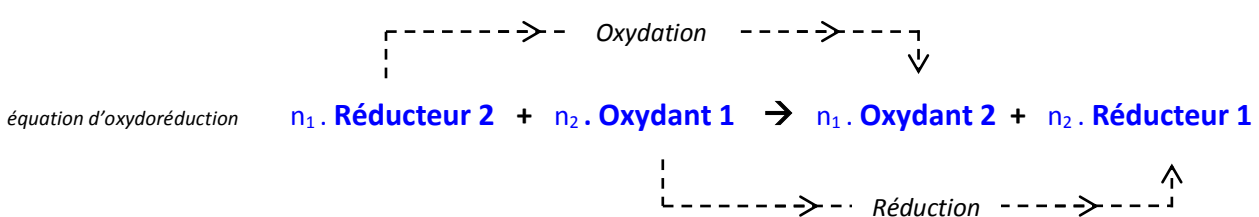
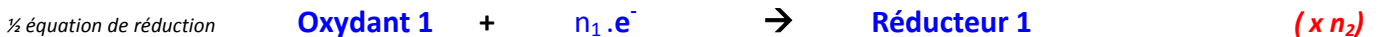
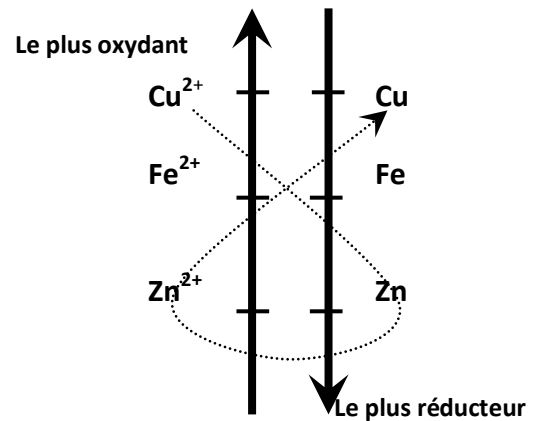
Une réaction d'oxydoréduction est un échange d'électrons entre un réducteur et un oxydant de deux couples différents.

Tous les électrons cédés par le réducteur du premier couple sont captés par l'oxydant du deuxième couple. Par conséquent il n'apparaît aucun électron dans l'équation bilan de la réaction.

Sens d'une réaction d'oxydoréduction :

Méthode :

Lors d'une réaction naturelle d'oxydoréduction, c'est l'espèce la plus oxydante qui va réagir avec l'espèce la plus réductrice pour donner les espèces conjuguées des couples. (Règle du Gamma γ)



Avant d'additionner les demi-équations, il faut équilibrer le nombre d'électrons entre les deux équations en multipliant chacune des demi-équations par n_2 ou n_1 .

Définitions :

On appelle **réaction de réduction** un oxydant qui capte au moins un électron pour se transformer en réducteur.

On appelle une **réaction d'oxydation** un réducteur qui perd au moins un électron pour se transformer en oxydant.

Faire les exercices d'application du cours : n°5 et n° 6

IV. Les piles et les batteries

Pour alimenter vos appareils, vous pouvez utiliser des piles ou bien des batteries (accumulateurs). Alors que les piles sont à usage unique, les batteries (accumulateurs) peuvent être rechargées.

Lire les indications sur l'étiquette d'une batterie n'est pas quelque chose que vous ferez tous les jours mais connaître leur signification pourrait vous être utile lorsque vous souhaitez la remplacer.



Nous trouvons comme informations :

U : La tension nominale d'utilisation en **V** ou parfois la tension à vide (sans charge) **E**

Q : La quantité d'électricité en **A.h** ou en Coulomb **C** (nommée aussi capacité de la batterie)

I : L'intensité au démarrage en **A** (nommée aussi « puissance au démarrage »)

E : L'énergie électrique stockée en **W.h** ou en **J**. $1 \text{ W.h} = 1 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 3600 \text{ J}$

IV.1. Quantité d'électricité **Q** (= capacité d'une batterie)

Unités légales les scientifiques :

Quantité d'électricité
coulomb **C**

Intensité du courant
ampère **A**

$$Q = I \times \Delta t$$

Durée de la décharge ou de la charge
seconde **s**

Unités pour les consommateurs :

Quantité d'électricité
A.h

Intensité du courant
ampère **A**

$$Q = I \times \Delta t$$

Durée de la décharge ou de la charge
Heure **h**

Conversion A.h en C :

$$1 \text{ A.h} = 1 \text{ A} \times 1 \text{ h} = 1 \text{ A} \times 3600 \text{ s} = 3600 \text{ C}$$

$$1 \text{ A.h} = 3600 \text{ C}$$

Faire l'exercice d'application du cours : n°7

IV.2. Quantité d'électricité, nombre électrons disponibles et quantités d'électrons

La quantité d'électricité d'une batterie ou d'une pile est directement liée au nombre d'électrons que peut produire la réaction d'oxydoréduction :

- Chaque électron transporte une **charge élémentaire** $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ (en valeur absolue)
- Comme le nombre d'électrons dans une batterie peut atteindre des millions de milliard de milliard, on utilise comme unité la mole qui représente $6,02 \times 10^{23}$ électrons. Cette constante s'appelle le **nombre d'Avogadro** : $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Exemples : une mole d'électrons = $6,02 \times 10^{23}$ électrons ; une mole de fer = $6,02 \times 10^{23}$ atome de Fer
- La **constante de Faraday F** représente charge en coulomb d'une mole d'électrons : $F = 96,5 \times 10^3 \text{ C.mol}^{-1}$. Elle permet de lier la quantité d'électricité **Q** à la quantité d'électrons. $Q = F \times n_e$.

Faire l'exercice d'application du cours : n°8

IV.3. Energie électrique E stockée dans une batterie et quantité d'électricité Q.

On sait que $E = P \times \Delta t = U \times I \times \Delta t$ or $Q = I \times \Delta t$ donc $E = U \times Q$

Unités légales des scientifiques:

Energie stockée
Joule J

Tension de la batterie
volt V

Quantité d'électricité
coulomb C

$$E = U \times Q$$

Unités pour les consommateurs :

Energie stockée
W.h

Tension de la batterie
volt V

Quantité d'électricité
A.h

$$E = U \times Q$$

Conversion W.h en J :

$$1 \text{ W.h} = 1 \text{ W} \times 1 \text{ h} = 1 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 3600 \text{ J}$$

$$1 \text{ W.h} = 3600 \text{ J}$$

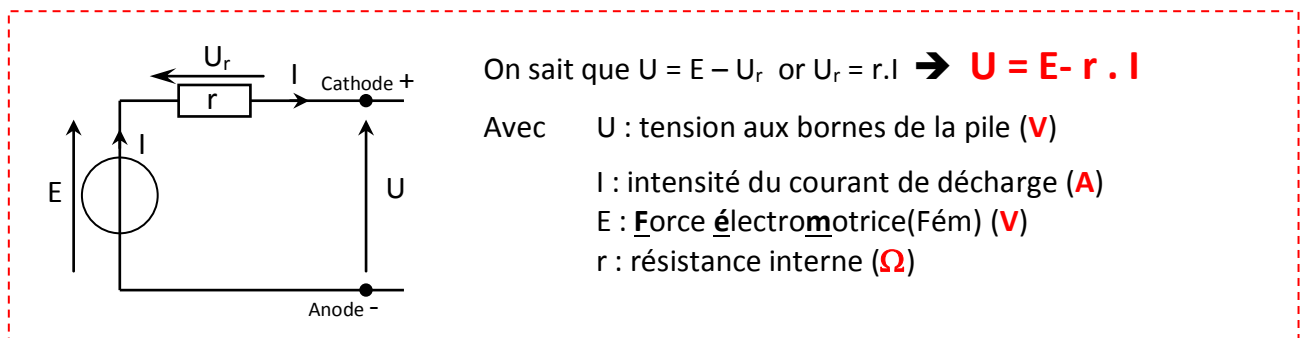
Faire l'exercice d'application du cours : n°9

IV.4. Schéma électrique équivalent d'une batterie lors d'une décharge

Lorsqu'une batterie fournit un courant, on observe à ses bornes une chute de tension par rapport à sa tension à vide (fém E : force électromotrice). On modélise cette chute de tension par la résistance interne r de la batterie.

➤ Rappel de la loi d'ohm aux bornes d'une résistance r :

$$U_r = r \times I$$



IV.5. Pertes par effet joule d'une batterie x

Lors de réaction d'oxydoréduction de la chaleur s'évacue, la batterie chauffe. Cette puissance perdue se nomme les pertes dissipées par effet joule p_j . Elles sont modélisées par la résistance interne de la batterie.

On sait que $P_j = U_r \cdot I$ or $U_r = r \cdot I$

$$\text{Donc } P_j = r \cdot I \cdot I = r \cdot I^2$$

$$p_j = r \cdot I^2$$

Avec p_j : puissance dissipée par effet joule (W)
I : intensité du courant (A)
r : résistance interne (Ω)

Faire l'exercice d'application du cours : n°10