Les piles et les accumulateurs

Prérequis

Pour aborder ce cours sur les piles et les accumulateurs, il est essentiel de maîtriser les notions suivantes vues en classes précédentes :

- **Seconde :** Notions de base sur les atomes, les ions, les réactions chimiques et l'énergie.
- **Première :** Compréhension des réactions d'oxydoréduction (redox), des nombres d'oxydation, et des concepts de courant électrique, tension et résistance. Connaissance des lois de Faraday.
- **Progression dans l'année :** Ce chapitre s'inscrit généralement après l'étude des réactions chimiques et de l'électricité, et précède l'étude des considérations environnementales liées à l'énergie et aux matériaux.

Chapitre 1 : Introduction aux piles électrochimiques

1.1 Principe de fonctionnement d'une pile

Une pile électrochimique est un dispositif convertissant l'énergie chimique d'une réaction spontanée en énergie électrique. Cette réaction est une réaction d'oxydoréduction (redox) qui se déroule dans une pile grâce à la séparation des réactions d'oxydation et de réduction.

- **Oxydation :** Perte d'électrons par une espèce chimique.
- **Réduction :** Gain d'électrons par une espèce chimique.

Une pile est constituée de deux demi-piles, chacune contenant une électrode plongée dans un électrolyte. Les électrodes sont reliées par un circuit externe permettant la circulation des électrons, tandis qu'une pont salin assure la fermeture du circuit interne en maintenant la neutralité électrique des demi-piles.

1.2 Les composants d'une pile

Une pile typique comprend :

- **Anode :** Électrode où se produit l'oxydation. Elle est de polarité négative.
- **Cathode :** Électrode où se produit la réduction. Elle est de polarité positive.
- **Électrolyte :** Solution ionique permettant la conduction des ions.
- **Pont salin :** Permet la migration des ions pour maintenir la neutralité électrique.
- **Circuit externe :** Permet la circulation des électrons entre l'anode et la cathode.

1.3 La force électromotrice (FEM) d'une pile

La force électromotrice (FEM), notée E, est la différence de potentiel maximale que peut fournir une pile. Elle est déterminée par la nature des électrodes et de l'électrolyte. Elle s'exprime en volts (V).

Chapitre 2 : Les piles réelles : exemples et caractéristiques

2.1 Pile Daniell

La pile Daniell est un exemple classique de pile électrochimique. Elle est constituée d'une demi-pile zinc/zinc sulfate (Zn^{2+}) et d'une demi-pile cuivre/cuivre sulfate (Cu^{2+}).

- **Réaction d'oxydation (anode) :** $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$
- **Réaction de réduction (cathode) :** $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$
- **Réaction globale :** $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

La FEM de la pile Daniell est d'environ 1,1 V.

2.2 Autres types de piles

Il existe de nombreux types de piles, chacun ayant ses propres caractéristiques :

- **Pile Leclanché :** Pile sèche couramment utilisée dans les appareils portables.
- **Pile alcaline :** Plus performante que la pile Leclanché, avec une durée de vie plus longue.
- **Pile au lithium :** Très légères et avec une haute densité énergétique.
- **Pile à combustible :** Convertit l'énergie chimique d'un combustible (hydrogène) en électricité.

2.3 Caractéristiques d'une pile : tension, courant et capacité

- **Tension (U) :** Différence de potentiel entre les bornes de la pile, mesurée en volts (V).
- **Courant (I) :** Flux d'électrons dans le circuit externe, mesuré en ampères (A).
- **Capacité (Q) :** Quantité de charge électrique qu'une pile peut fournir, mesurée en ampères-heures (Ah). $Q = I.t$ où t est le temps en heures.

Chapitre 3 : Les accumulateurs : piles rechargeables

3.1 Principe de fonctionnement d'un accumulateur

Un accumulateur est une pile rechargeable. Contrairement aux piles primaires, les réactions chimiques dans un accumulateur sont réversibles. En appliquant une tension externe, il est possible de forcer la réaction inverse et de restaurer l'état initial de l'accumulateur.

3.2 Accumulateurs au plomb

L'accumulateur au plomb est un type d'accumulateur couramment utilisé dans les automobiles. Il est constitué de plaques de plomb (Pb) et de dioxyde de plomb (PbO_2) immergées dans une solution

d'acide sulfurique (H_2SO_4).

- **Réaction de décharge :** $Pb(s)+PbO_2(s)+2H_2SO_4(aq)\rightarrow 2PbSO_4(s)+2H_2O(l)$
- **Réaction de charge :** $2PbSO_4(s)+2H_2O(l)\rightarrow Pb(s)+PbO_2(s)+2H_2SO_4(aq)$

3.3 Autres types d'accumulateurs

- **Accumulateurs NiCd (Nickel-Cadmium) :** Anciennement populaires, mais remplacés par des technologies plus respectueuses de l'environnement.
- **Accumulateurs NiMH (Nickel-Métal Hydrure) :** Plus performants que les NiCd, avec une densité énergétique plus élevée.
- **Accumulateurs Lithium-ion :** Très légers et avec une haute densité énergétique, utilisés dans les téléphones portables, les ordinateurs portables et les véhicules électriques.

Chapitre 4 : Applications et limitations des piles et accumulateurs

4.1 Applications

Les piles et accumulateurs sont utilisés dans une grande variété d'applications :

- **Appareils portables :** Téléphones portables, ordinateurs portables, appareils photo, etc.
- **Véhicules électriques :** Voitures, motos, vélos électriques.
- **Stockage d'énergie :** Systèmes de stockage d'énergie solaire et éolienne.
- **Dispositifs médicaux :** Pacemakers, défibrillateurs.

4.2 Limitations

- **Durée de vie limitée :** Les piles primaires ne peuvent pas être rechargées et ont une durée de vie limitée.
- **Autodécharge :** Les accumulateurs perdent de leur charge même lorsqu'ils ne sont pas utilisés.
- **Impact environnemental :** Les piles et accumulateurs contiennent des substances toxiques qui peuvent polluer l'environnement si elles ne sont pas correctement recyclées.
- **Densité énergétique :** La quantité d'énergie stockée par unité de masse ou de volume est limitée.

Chapitre 5 : Aspects environnementaux et recyclage

5.1 Impact environnemental des piles et accumulateurs

Les piles et accumulateurs contiennent des métaux lourds (mercure, cadmium, plomb, lithium) et des substances chimiques toxiques qui peuvent contaminer le sol, l'eau et l'air s'ils ne sont pas

correctement éliminés.

5.2 Collecte et recyclage

Il est essentiel de collecter et de recycler les piles et accumulateurs usagés pour récupérer les métaux précieux et réduire l'impact environnemental. Des filières de collecte spécifiques existent dans de nombreux pays.

5.3 Alternatives durables

La recherche de nouvelles technologies de stockage d'énergie plus durables et respectueuses de l'environnement est en cours, notamment les piles à combustible, les batteries à base de matériaux organiques et les supercondensateurs.

Résumé

- **Pile électrochimique :** Dispositif convertissant l'énergie chimique en énergie électrique grâce à une réaction d'oxydoréduction.
- **Anode :** Électrode où se produit l'oxydation (pôle négatif).
- **Cathode :** Électrode où se produit la réduction (pôle positif).
- **FEM (E) :** Différence de potentiel maximale d'une pile, mesurée en volts (V).
- **Accumulateur :** Pile rechargeable dont les réactions chimiques sont réversibles.
- **Réaction d'oxydation :** Perte d'électrons.
- **Réaction de réduction :** Gain d'électrons.
- **Capacité (Q) :** Quantité de charge électrique qu'une pile peut fournir, $Q=I.t$.
- **Pile Daniell :** Pile classique utilisant le zinc et le cuivre.
- **Accumulateur au plomb :** Accumulateur utilisant le plomb et le dioxyde de plomb dans une solution d'acide sulfurique.
- **Impact environnemental :** Les piles et accumulateurs contiennent des substances toxiques nécessitant un recyclage approprié.

From:
https://wikiprof.fr/ - **wikiprof.fr**

Permanent link:
https://wikiprof.fr/doku.php?id=cours:lycee:sti2d:terminale_technologique:physique_chimie:les_piles_et_les_accumulateurs

Last update: **2025/09/20 16:07**