

TITRE DE LA LECON : ETUDE DE LA PILE DANIELL

1-SITUATION D'APPRENTISSAGE

Au cours de ses recherches dans une revue scientifique, un élève en classe de 1ère A au Lycée Moderne de Sikensi, apprend qu'il est facile de construire en classe la pile DANIELL. Voulant mettre en pratique cette théorie, il informe ses camarades de classe. Ensemble avec le professeur, ils décident de définir la pile Daniell, de la schématiser, d'expliquer son fonctionnement puis de déterminer sa force électromotrice.

2-RESUME DU COURS

1 ETUDE D'UNE PILE ELECTROCHIMIQUE : LA PILE DE DANIELL

1.1 Notion de piles électrochimique

Les réactions d'oxydoréduction sont des réactions au cours desquelles il s'effectue des échanges d'électrons. Le déplacement des électrons engendre un courant électrique : on dit donc qu'on a constitué une pile électrochimique.
La pile transforme l'énergie chimique en énergie électrique.

1.2 Fonctionnement de la pile de Daniell

1.2.1 Expérience et observation

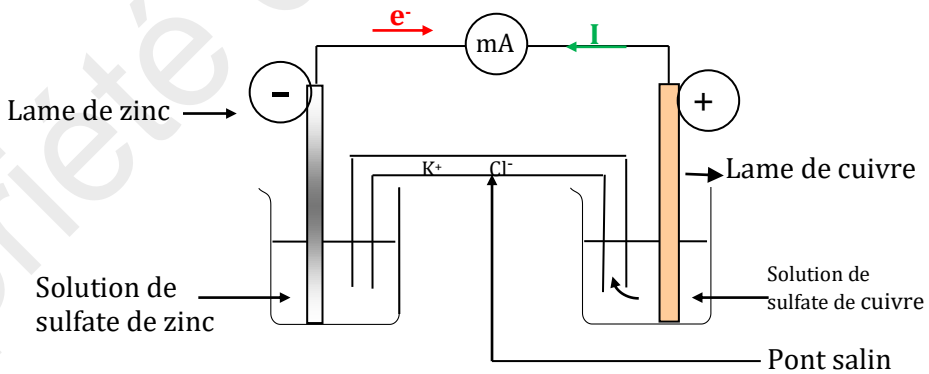


Schéma de la pile Daniell

Remarque :
Les deux lames sont appelées électrodes
Chaque compartiment constitue une demi-pile.

1.2.2 Interprétation

A l'électrode de zinc (-) : les atomes de zinc cèdent des électrons et se transforment progressivement en ions Zn^{2+}. La demi-équation d'oxydation est :

$$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$$

Propriété du MENETFP

A l'électrode de cuivre (+) : Les ions cuivre II (Cu^{2+}) captent les électrons cédés par les atomes de zinc et se transforment en métal cuivre. La demi-équation de réduction est :

$$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$$

L'équation -bilan de la transformation électrochimique est :

$$Zn + Cu^{2+} \longrightarrow Cu + Zn^{2+}$$

Remarque **:**

**Le pôle négatif d'une pile est toujours le siège d'une réaction d'oxydation tandis que le pôle positif est le siège d'une réaction de réduction.

***La concentration en ions Cu^{2+} diminue tandis que la masse de cuivre augmente.*

***La concentration en ions Zn^{2+} augmente tandis que la masse de la lame de zinc diminue.*

1.2.3 Notation conventionnelle de la pile Daniell

$$(-)\ Zn\ /\ Zn^{2+} \ //\ Cu^{2+}\ /\ Cu\ (+)$$

1.2.4 Rôle du pont salin

Les ions cations (K^+) se déplacent vers l'électrode de cuivre et les anions (Cl^-) vers l'électrode de zinc à travers le pont salin.

Le pont salin permet donc d'assurer la neutralité électrique de chaque compartiment en convoyant les ions de charge positive vers la borne positive et les ions de charge négative vers la borne négative ainsi que la fermeture du circuit.

2. NOTION DE POTENTIEL D'OXYDOREDUCTION

2.1 Demi-pile à hydrogène : électrode de référence

Une demi-pile à hydrogène est constituée par une électrode de platine (Pt) plongeant dans une solution d'acide tandis qu'un courant de dihydrogène barbote au-dessus d'elle.

Lorsque le pH = 0, et P = 1 atm alors l'électrode à hydrogène est dite standard et appelée **électrode standard à hydrogène** (ESH). Le couple H_3O^+/H_2 est le couple de référence et son potentiel est choisi nul à toute température : $E(H_3O^+/H_2)=0$.

La demi-équation correspondante est : $\boldsymbol{2H_3O^+ + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2H_2O}$

2.2 Définition du potentiel d'oxydoréduction

Le potentiel d'oxydoréduction d'un couple M^{n+}/M est le potentiel de l'électrode mesuré par rapport à l'électrode standard à l'hydrogène dans la demi pile obtenue en associant la demi-pile M^{n+}/M à E.S.H. On la note $E(M^{n+}/M)$. $\boldsymbol{E_{M^{n+}/M} = V_M - V_{ESH}}$

Remarque :

Si M est moins réducteur que H_2 alors $E_{M^{n+}/M} > 0$

Si M est plus réducteur que H_2 alors $E_{M^{n+}/M} < 0$

2.3 Electrode de référence secondaire : la demi – pile Cu^{2+}/Cu

La réalisation d'une ESH est très délicate. Dans la pratique elle est remplacée par une demi-pile d'un emploi plus commode et dont le potentiel est bien connu, appelée demi-pile de référence secondaire. La demi-pile : Cu^{2+}/Cu. Si $[Cu^{2+}] = 1$ mol/L et T = 298 K, alors le potentiel est appelé normal et celui du cuivre vaut :

$\boldsymbol{E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} = 0,34\ V\ ;}$ *le potentiel normal du zinc vaut :* $E°\ (Zn^{2+}/Zn) = -0,77V$.

Propriété du MENETFP

3.4 Force électromotrice (f.e .m.) d'une pile

3.4.1 Définition

La force électromotrice d'une pile est égale à la différence du potentiel du couple dont l'électrode constitue le pôle positif et le potentiel du couple dont l'électrode constitue le pôle négatif.

3.4.2 f.é.m. standard de la pile Daniell

$E° = E°(+) - E°(-) = 0,34 - (-0,77) = 1,11V$

3-SITUATION D'EVALUATION

Au cours de ses recherches dans une revue scientifique, un élève en classe de 1ère A au Lycée Moderne Grand Lahou, apprend qu'il est facile de construire en classe des piles.
Lors d'une séance de TP sur la pile DANIELL, tu décides d'être le rapporteur de ton groupe pour mettre en pratique cette théorie.
1-Définis la pille Daniell
2-Schématise la pille Daniell.
3-Explique le fonctionnement de la pile Daniell (équations aux électrodes, puis l'équation-bilan).
4-Détermine sa force électromotrice.

4-EXERCICES

EXERCICE 1 :
On donne les potentiels normaux :
$E°\ (Cu^{2+}/Cu) = 0,34$ V ; $E°\ (H_3O^+/H_2) = 0,00$ V ;
1. On réalise la pile suivante :
• **demi- pile n°1** : lame de cuivre plongeant dans une solution de sulfate de cuivre $CuSO_4$ à 1 mol. L^{-1} ;
• **demi- pile n°2** : l'électrode normale à hydrogène (E.N.H).
1.1. Fais le schéma de cette pile en désignant son pôle positif.
1.2. Détermine sa f.é.m.
1.3 Ecris l'équation de la réaction qui s'effectue lorsque la pile débite.

EXERCICE 2 :
On donne les potentiels normaux :
$E°\ (H_3O^+/H_2) = 0,00$ V ; $E°\ (Ni^{2+}/Ni) = - 0,23$ V.
1. On réalise la pile suivante :
• **demi- pile n°1** : lame de nickel dans une solution de nitrate de nickel $Ni(NO_3)_2$ à 1 mol. L^{-1} ;
• **demi- pile n°2** : l'électrode normale à hydrogène (E.N.H).
1.1. Fais le schéma de cette pile en désignant son pôle positif.
1.2. Détermine sa f.é.m.
1.3 Ecris l'équation de la réaction qui s'effectue lorsque la pile débite.

EXERCICE 3:
1. Calcule le potentiel normal E° du couple : Mg^{2+}/Mg sachant que la force électromotrice de la pile théorique : $Cu|Cu^{2+}$ (1 mol. L^{-1}) // Mg^{2+} (1mol.L^{-1})| Mg est égale à 2,68 V (le cuivre étant le pôle positif) et que le potentiel normal du couple $Cu|Cu^{2+}$ a pour valeur : $E°(Cu^{2+}/Cu) = 0,34$ V.
2.
2.1. Calcule la f.é.m de la pile :
$Zn|Zn^{2+}$ (1 mol.L^{-1}) // Mg^{2+} (1mol.L^{-1})| Mg connaissant le potentiel normal : $E°(Zn^{2+}/Zn) = - 0,76$ V.

Propriété du MENETFP

2.2. Fais le schéma de cette pile en indiquant sa polarité.
2.3. Ecris l'équation- bilan de la réaction qui s'y effectue lorsqu'elle débite.

EXERCICE 4 :

On donne les potentiels normaux :
$E°(Cu^{2+}/Cu) = 0,34$ V ; $E°(Fe^{2+}/Fe) = - 0,44$ V.
1. On réalise la pile théorique : $Fe|Fe^{2+}$ (1 mol. L^{-1}) // Cu^{2+} (1mol.L^{-1}) | Cu.
1.1. Désigne le pôle positif.
1.2. Fais son schéma en indiquant le sens du courant dans le circuit extérieur à la pile.
1.3. En déduis les réactions aux électrodes et l'équation- bilan de la réaction qui s'effectue dans la pile lorsqu'elle débite.
1.4. Calcule la f.é.m de la pile.

Propriété du MENETFP