

Equilibre chimique

Etude d'une pile

Le matériel utilisé sera rincé à l'eau distillée avant et après chaque manipulation.
On devra détailler et justifier tous les calculs.

1- Objectifs

Le but de ce travail expérimental est d'illustrer un transfert spontané d'électrons entre deux réactifs par contact puis par l'intermédiaire d'un circuit extérieur et enfin d'étudier une pile ainsi réalisée.

2- Réaction entre du Zinc $Zn_{(s)}$ et des ions cuivre $Cu^{2+}_{(aq)}$

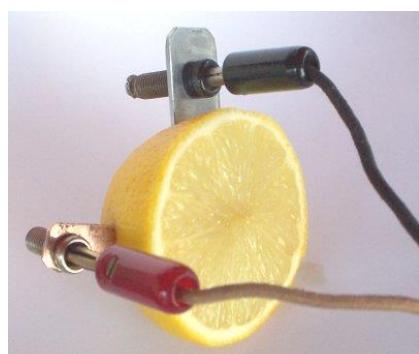
- Dans un premier tube à essais introduire environ 4mL de solution de sulfate de cuivre $Cu^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$ de concentration $C = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ et un peu de poudre de zinc $Zn_{(s)}$.
- Dans un second tube à essais introduire environ 4mL de solution de sulfate de zinc $Zn^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$ de concentration $C = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ et deux copeaux de cuivre $Cu_{(s)}$.
- Boucher les tubes et les agiter. Les reposer sur le porte-tubes.
- Au bout de 5 minutes environ, bien observer ce qui se passe dans chacun des tubes.
- Tester ensuite les solutions avec de l'hydroxyde de sodium et observer.
- Schématiser et légendrer ces expériences.
- Après avoir écrit les demi-équations électroniques pour les couples $Cu^{2+}_{(aq)}/Cu_{(s)}$ et $Zn^{2+}_{(aq)}/Zn_{(s)}$, écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation chimique en s'aidant des observations des deux premières expériences.
- Justifier l'expression "transfert spontané d'électrons par contact direct entre réactifs".

Remarque: En présence d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$, les ions $Zn^{2+}_{(aq)}$ forment un précipité blanc d'hydroxyde de zinc $Zn(OH)_2_{(s)}$ et les ions $Cu^{2+}_{(aq)}$ donnent un précipité bleu d'hydroxyde de cuivre $Cu(OH)_2_{(s)}$.

3- Construction d'une pile étonnante

Sur la paillasse professeur, on dispose d'un demi-citron dans lequel sont plantés une lame de cuivre et une lame de zinc reliées entre elles par un voltmètre.

- Le jus de citron est-il une solution acide, neutre ou basique?
- Quel est l'ion majoritaire qu'il contient?
- De quel couple oxydant/réducteur fait partie cet ion?
- Ecrire la demi-équation associée.



- Que se passe-t-il si on inverse le branchement du voltmètre?
- Quel est le métal constituant le pôle négatif de ce générateur de tension?
- Indiquer le couple oxydant/réducteur auquel appartient ce métal et écrire la demi-équation associée.
- Ecrire l'équation de la réaction qui a lieu au pôle négatif quand la pile débite.
- Quel est le métal constituant le pôle positif de ce générateur de tension?
- Quel est le rôle de la lame de cuivre?
- Ecrire l'équation de la réaction qui a lieu au pôle positif quand la pile débite.
- Quelle est l'équation globale de la réaction quand les deux lames sont reliées par un circuit extérieur conducteur?

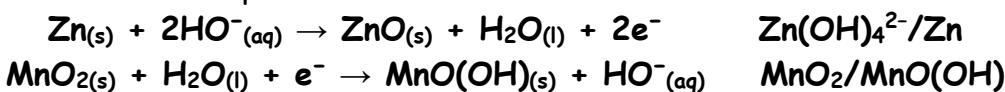
4- La pile alcaline

On appelle pile alcaline un type de pile électrique primaire dont l'électrolyte est alcalin. Les modèles les plus courants sont la pile alcaline zinc-dioxyde de manganèse ($Zn\text{-MnO}_2$), et la pile alcaline lithium-dioxyde de manganèse ($\text{Li}\text{-MnO}_2$).

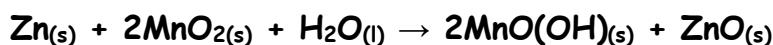
La pile alcaline a remplacé la pile saline (dite Pile Leclanché) dans l'usage domestique.

Dans une pile alcaline, l'anode (électrode négative) est constituée de poudre de zinc (offrant une surface de réaction plus grande et un flux d'électrons accru) et la cathode (électrode positive) de dioxyde de manganèse.

Les demi-réactions et les couples associés sont:



La Réaction totale est donc:



La résistance interne typique d'une pile alcaline est inférieure à 1 Ω .

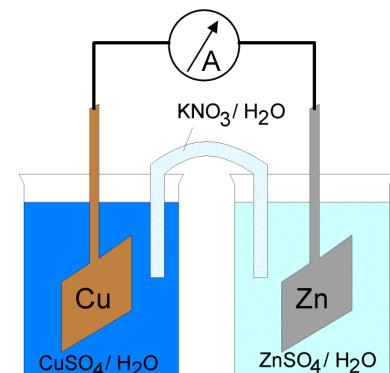
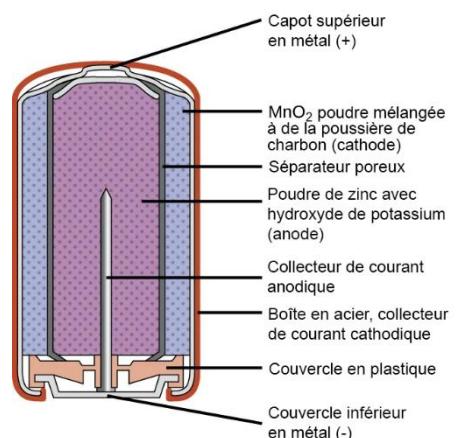
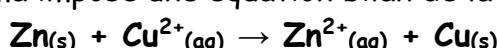
4- La pile Daniell

La pile Daniell est constituée de deux demi-piles reliées par un pont salin:

- Une demi-pile impliquant le couple Cu^{2+}/Cu .
- Une demi-pile impliquant le couple Zn^{2+}/Zn .

Le pont salin est constitué d'un électrolyte (solution de chlorure ou de nitrate de potassium gélifiée dans un tube en U).

La règle du gamma impose une équation bilan de la réaction:



5- Schéma conventionnel d'une pile

Une pile est constituée:

- De deux demi piles formées par deux couples oxydant/réducteur.
- D'un pont électrolytique appelé aussi pont salin qui relie entre elles les deux solutions.

Les deux métaux M_1 et M_2 , appelés électrodes, constituent les pôles ou les bornes de la pile. Si M_1 est le pôle négatif de la pile alors M_2 sera le pôle positif de la pile, et le schéma conventionnel de la pile sera noté:



5- Tension à vide et résistance interne d'une pile

La tension U (en V) aux bornes d'une pile dépend de l'intensité I (en A) du courant qu'elle débite selon l'équation:

$$U = E - r \cdot I$$

Où E (V) est la tension à vide de la pile et r (Ω) sa résistance interne.

La tension à vide E (V) est la tension aux bornes de la pile lorsque celle-ci ne débite aucun courant, lorsqu'elle n'est pas insérée dans un circuit électrique. Elle dépend particulièrement du choix des deux couples d'oxydoréduction impliqués.

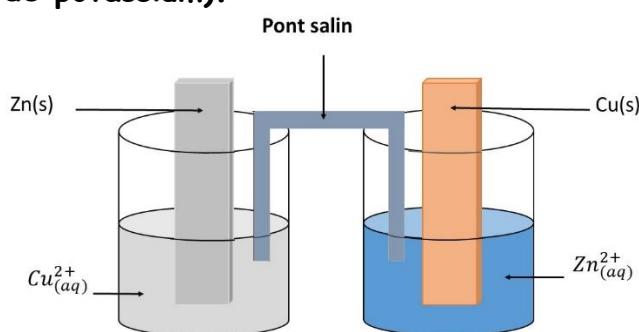
La résistance interne r (Ω) est essentiellement liée à la difficulté avec laquelle s'effectuent les transferts de charges entre le pont salin et les solutions ioniques et également aux surfaces de contact entre les lames de métal et les solutions ioniques. Tout ce qui facilite ces transferts de charges diminue la résistance interne.

5- Etude simple de la pile Cuivre - Zinc

On dispose de deux plaques de métal de cuivre Cu et de zinc Zn , ainsi que de deux solutions contenant les ions Cu^{2+} , et Zn^{2+} de concentrations molaires identiques, $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$.

Réaliser les demi-piles suivantes Cu^{2+}/Cu et Zn^{2+}/Fe .

- Dans un bêcher de 100 mL verser 80 mL d'une solution de sulfate de cuivre $Cu^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$ de concentration 0,10 mol/L et introduire la plaque de cuivre.
- Dans un bêcher de 100 mL verser 80 mL d'une solution de sulfate de zinc $Zn^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$ de concentration 0,10 mol/L et introduire la plaque de zinc.
- Rapprocher les deux bêchers et les relier ensemble avec le pont salin (papier filtre imbibé de nitrate de potassium).



- A l'aide de fils et de pinces crocodiles, relier les deux plaques métalliques à un voltmètre et mesurer la tension U (V) à vide aux bornes. Si la tension est négative, inverser les bornes de la pile (c'est-à-dire, inverser les pinces crocodiles). Cette tension est la force électromotrice E (V) de la pile.
- Enlever le voltmètre et à l'aide de fils et de pinces crocodiles, relier les deux plaques métalliques à un ampèremètre et une résistance de 10Ω en série.
- Observer la valeur de l'intensité électrique indiquée sur l'ampèremètre et, si elle est négative, inverser les bornes de la pile (c'est-à-dire, inverser les pinces crocodiles).
- Relever la valeur de l'intensité I du courant.
- Après avoir déterminé les bornes de la pile et le sens du courant, en déduire le sens de déplacement des électrons.
- Ecrire les demi-équation électroniques d'oxydoréduction modélisant les transformations subies aux bornes de chacune des électrodes.
- Préciser le rôle du pont salin.
- Faire le schéma de la pile et y placer toutes ses caractéristiques.

5- Etude de la caractéristique de la pile Cuivre - Zinc

- Brancher en série un ampèremètre et un potentiomètre (résistance variable) de $10 \text{ k}\Omega$ aux bornes de la pile.
- Brancher ensuite un voltmètre aux bornes de pile.
- Faire le schéma du montage et le légendier.
- En faisant varier la valeur de la résistance et relever les valeurs de la tension U (V) et due l'intensité du courant I (mA).
- Recopier et compléter le tableau ci-dessous.

I (mA)											
U (V)											

- En suivant les instructions du professeur, utiliser le programme "CaracteristiquePile.py" afin de rentrer les valeurs.
- Exécuter le programme pour tracer la courbe et relever l'équation de la courbe.
- Préciser les valeurs de la force électromotrice E (V) et de la résistance interne r (Ω) de la pile réalisée

6- Bilan de l'activité

- Faire une conclusion générale de l'activité expérimentale.