

TP 7.2 : Fabrication d'une pile électrochimique

Objectifs

- Illustrer un transfert spontané d'électrons par contact entre réactifs et par l'intermédiaire d'un circuit extérieur.
- Réaliser une pile, déterminer sa tension à vide et la polarité des électrodes, identifier la transformation mise en jeu, illustrer le rôle du pont salin.
- Justifier la stratégie de séparation des réactifs dans deux demi-piles et l'utilisation d'un pont salin.
- Modéliser et schématiser, à partir de résultats expérimentaux, le fonctionnement d'une pile.
- Déterminer la capacité électrique d'une pile à partir de sa constitution initiale.

Matériel

Solutions

Solution de sulfate de cuivre (II) ($\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$) de concentration $C = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;

Solution de sulfate de fer (II) ($\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$) de concentration $C = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;

Solution de sulfate de zinc (II) ($\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$) de concentration $C = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;

Solution de sulfate d'aluminium ($2 \text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$) de concentration $C = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Pont salin avec solution de $\text{K}^+ + \text{Cl}^-$.

Électrodes et verrerie

plaques de cuivre, fer, zinc et aluminium. Support pour pile.

4 bécher de 100 mL, 1 bécher de 50 mL

Clou en fer et papier abrasif.

Matériel électrique

Multimètre, fils, résistance de 10Ω ou boîte de résistances variables

Données

- Couples oxydo-réducteur : $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})/\text{Cu}(\text{s})$; $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})/\text{Fe}(\text{s})$; $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})/\text{Zn}(\text{s})$; $\text{Al}^{3+}(\text{aq})/\text{Al}(\text{s})$.
- Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.
- La charge élémentaire : $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

I – Expérience préliminaire

Prendre 1 clou en fer ; le décaper avec de la toile abrasive ; le tremper dans un bécher de 50 mL contenant 40 mL d'une solution de sulfate de cuivre pendant 30 secondes, le ressortir.

1. Noter vos observations.
2. Proposer une hypothèse expliquant le phénomène observé.

II – La pile Cuivre-Fer

Réaliser une pile cuivre-fer comme sur le schéma ci-dessous, en prenant $R = 10 \Omega$.

Appeler le professeur

1 - Fonctionnement de la pile

1.1. Que se passe-t-il si on enlève le pont salin ?

1.2. Déterminer, justifier et noter sur le schéma :

- le sens du courant.
- le sens de déplacement des électrons.
- la polarité de la pile.

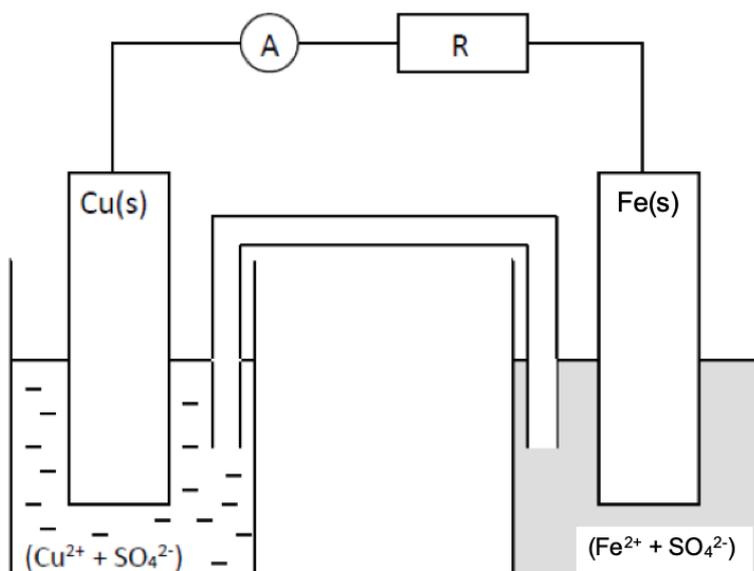
1.3. Déduire les réactions d'oxydo-réduction qui ont lieu à chaque électrode.

1.4. Préciser l'anode et la cathode.

1.5. Donner l'équation globale de la pile. (C'est une réaction limitée.)

1.6. Quel est l'intérêt d'avoir séparé les 2 demi-piles, par rapport à l'expérience préliminaire ?

1.7. Quel est l'intérêt du pont salin ? Le pont salin est constitué des ions K^+ et Cl^- , noter le sens de déplacement de ces ions.



2 – Tension à vide et capacité électrique de la pile

Remplacer la résistance et l'ampèremètre par un voltmètre

- 2.1. Mesurer la tension à vide U de la pile.
- 2.2. Si les électrodes métalliques sont assez épaisses, quel est le réactif limitant de cette pile ?
- 2.3. Déterminer la capacité électrique Q_{max} de la pile ainsi fabriquée.

3 – Évolution spontanée

- 3.1. Déterminer le quotient de réaction initial $Q_{r,i}$.
- 3.2. La constante de réaction vaut $K = 2,5 \cdot 10^{26}$. Déterminer si la réaction a lieu dans le sens direct ou indirect.
- 3.3. Est-ce cohérent ?

III – Autres piles

On se propose de réaliser toutes les piles possibles compte tenu du matériel.

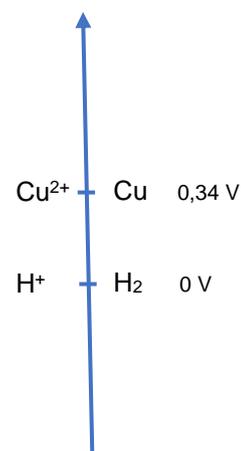
Pour chaque pile réalisée :

1. Faire le schéma de votre pile reliée à un voltmètre.
2. Réaliser la pile et donner : la tension à vide, la polarité, le sens du courant, le sens des électrons, les réactions aux électrodes, la réaction bilan de votre pile.
3. **Conclusion** : Quelle est la meilleure pile ? Est-il possible de deviner la polarité d'une pile facilement ?

Les couples rédox sont classés suivant leur potentiel standard d'oxydoréduction $E^\circ(\text{ox/red})$
Ce potentiel est déterminé par rapport à une demi-pile à hydrogène $E^\circ \text{H}^+/\text{H}_2 = 0$

Exemple : La f.é.m de la pile $\text{Cu}||\text{Fe}$ est $U_{\text{Cu}||\text{Fe}} = E^\circ \text{Cu}^{2+}/\text{Cu} - E^\circ \text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$

4. Placer les autres couples étudiés sur l'axe.



Comment brancher un multimètre en mode ampèremètre ?

- **Les bornes** : On utilise la borne COM et une borne d'intensité (mA ou A).
- **Le type de courant** : une pile produit du courant continu (DC)
- **Le sens de branchement** : Le courant électrique doit rentrer par la borne d'intensité mA ou A et sortir par la borne COM. Il est équivalent de dire que la borne COM est la plus proche de la borne négative et la borne d'intensité la plus proche de la borne positive du générateur du circuit. Si le branchement est inversé, le multimètre affichera un courant négatif.

Comment brancher un multimètre en mode voltmètre ?

- **Les bornes** : On utilise la borne COM et une borne de tension (V)
- **Le sens de branchement** : Lorsque la borne COM est la plus proche de la borne négative et la borne de tension la plus proche de la borne positive du générateur, la tension est positive.
- **L'insertion dans le circuit** : Le multimètre est branché en dérivation (Le multimètre est branché aux deux bornes du dipôle dont on veut connaître la tension).

