

# ***Tp X11* NOTE COMPARAISON DE DEUX PILES**

**But:** Etudier la force électromotrice (fém) et la polarité d'une pile en fonction des couples choisis.

## **1. Préparation de la solution S.**

On désire préparer un volume  $V_1 = 50,0$  mL d'une solution S de sulfate de fer ammonium hexahydraté (encore appelé sel de Mohr) de formule  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ . La concentration molaire en soluté apporté de cette solution est  $C_1 = 0,100$  mol.L<sup>-1</sup>.

1. Quelle masse  $m_1$  de soluté de sulfate de fer ammonium hexahydraté (encore appelé sel de Mohr) de formule  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  de masse molaire  $M_1 = 392,15$  g.mol<sup>-1</sup> faut-il peser, pour préparer une solution de concentration molaire en soluté apporté égale à  $C_1 = 0,100$  mol.L<sup>-1</sup>. On tiendra compte des chiffres significatifs.

Effectuer la préparation de la solution.

## **2. Oxydation directe d'un métal.**

A l'aide d'une éprouvette graduée de 25 mL, on introduit dans un bécher, 20 mL de la solution de sulfate de fer ammonium hexahydraté précédemment préparée à 0,100 mol.L<sup>-1</sup>. Conserver le reste de la solution dans la fiole pour une seconde manipulation. Dans le même bécher, ajouter 20 mL d'une solution de sulfate de cuivre (II) de même concentration. On plonge alors dans ce bécher un clou de fer et une lame de cuivre qui auront été au préalable décapées à l'aide du grattoir tampon-jex.

2.1. Noter vos observations.

2.2. Écrire une équation de réaction associée à cette transformation. **Données.** On donne les couples:  $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$  &  $\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$

2.3. Donner l'expression littérale du quotient de réaction  $Q_{r,i}$  à l'état initial. Donner les valeurs des concentrations initiales des espèces chimiques intervenant dans l'expression littérale du quotient de réaction  $Q_{r,i}$ . En déduire la valeur du quotient de réaction  $Q_{r,i}$ . Bien détailler tous les calculs demandés.

2.4. Sachant que la constante d'équilibre K associée à la réaction  $\text{Cu}_{(s)} + \text{Fe}^{2+}_{(aq)} = \text{Cu}^{2+}_{(aq)} + \text{Fe}_{(s)}$  est égale à  $10^{-37}$ , montrer que le sens d'évolution prévu en appliquant le critère d'évolution correspond aux observations expérimentales.

## **3. Réalisation d'une pile P1 et mesure de sa force électromotrice E1.**

Lire dans un premier temps le protocole proposé ci-dessous, puis répondre aux questions 3.1. et 3.2. et seulement ensuite réaliser le montage.

On veut maintenant construire une pile cuivre - fer.

- Un fil de cuivre plonge dans le flacon étiqueté  $\text{Cu}^{2+}$  rempli d'une solution d'ions  $\text{Cu}^{2+}$  0,100 mol.L<sup>-1</sup>.
- Le clou de fer utilisé dans la première expérience (vous prendrez soin de le décapier et de le nettoyer) plonge dans un second flacon étiqueté  $\text{Fe}^{2+}$  et rempli avec le reste de la solution d'ions  $\text{Fe}^{2+}$  préparée par vos soins à l'étape 1, de concentration molaire en soluté apporté 0,10 mol.L<sup>-1</sup>.

On relie les deux flacons par un pont salin: une bandelette de papier imbibée de solution de nitrate d'ammonium.

3.1. Découper et coller la fig 1 donnée en annexe. A partir des éléments déjà dessinés sur la fig 1, compléter le schéma de la constitution de la pile  $P_1$ :  $\text{Fe}_{(s)} / \text{Fe}^{2+}_{(aq)} // \text{Cu}^{2+}_{(aq)} / \text{Cu}_{(s)}$  en y ajoutant les éléments constitutifs d'une pile manquants et légendier ce schéma en indiquant uniquement:

- la nature des électrodes (fil de cuivre ou clou de fer)
- la nature des solutions (solution contenant des ions cuivre  $\text{Cu}^{2+}$  ou fer  $\text{Fe}^{2+}$ )

3.2. Dans cette pile, le pôle positif est l'électrode de cuivre. Compléter le schéma précédent de la pile:

- en y indiquant la polarité des électrodes.
- en y indiquant où se trouve l'anode et la cathode
- en y plaçant un multimètre afin de mesurer la force électromotrice  $E_1$  de la pile et préciser quelle borne du multimètre est branchée à chaque électrode pour que l'appareil indique une valeur positive.

3.3. Réaliser le montage expérimental. Mesurer la force électromotrice  $E_1$  de la pile et reporter le résultat de la mesure sur votre copie.

## **4. Étude de la transformation chimique dont la pile P1 est le siège lorsqu'elle débite**

On réalise un circuit série comprenant cette pile, un conducteur ohmique de résistance 10  $\Omega$ , un interrupteur et un milliampèremètre.

4.1.a. Découper et coller la fig 2 donnée en annexe. A partir des éléments déjà dessinés sur la fig 2, représenter ci-après le schéma électrique de la pile débitant un courant dans un conducteur ohmique de résistance 10  $\Omega$ . Un interrupteur doit être prévu et un multimètre devra permettre de mesurer l'intensité I du courant dans le circuit.

- Préciser sur ce schéma:
- la nature des électrodes (fil de cuivre ou clou de fer) et leur polarité
  - le sens du courant et de déplacement des électrons;
  - le sens de déplacement des ions  $\text{Cu}^{2+}$  et  $\text{Fe}^{2+}$  au sein des solutions aqueuses.

4.1.b. Quel est le rôle du pont salin ? Indiquer sur votre schéma le mouvement des porteurs de charge dans le pont salin. On rappelle que la bandelette de papier qui joue le rôle du pont salin est imbibée d'une solution de nitrate d'ammonium ( $\text{NH}_4^+_{(Aq)}, \text{NO}_3^-_{(Aq)}$ )

4.2. Réaliser le montage schématisé au 4.1. en respectant l'ordre des dipôles dans le circuit électrique.

4.3. Mesurer l'intensité  $I$  du courant et reporter le résultat de la mesure sur votre copie.

4.4. Comment évolue la masse de l'électrode de cuivre lorsque la pile débite. Justifier.

Récupérer la solution de la demi-pile  $\text{Fe}^{2+}_{(Aq)} / \text{Fe}_{(S)}$  dans un des récipients marqués «récupération» en tenant compte de la nature de la solution et conserver la demi-pile  $\text{Cu}^{2+}_{(Aq)} / \text{Cu}_{(S)}$

## 5. Changement de l'une des demi-piles - Réalisation d'une seconde pile P2.

5.1. Réaliser la pile  $P_2$  à partir de deux demi-piles utilisant les couples  $\text{Cu}^{2+}_{(Aq)} / \text{Cu}_{(S)}$  et  $\text{Ag}^+_{(Aq)} / \text{Ag}_{(S)}$ . On utilisera

- la demi-pile du couple  $\text{Cu}^{2+}_{(Aq)} / \text{Cu}_{(S)}$  utilisée dans la partie 1;
- une solution  $S'$  de nitrate d'argent de concentration molaire en soluté apporté  $C' = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$  et un fil d'argent pour la demi-pile du couple  $\text{Ag}^+_{(Aq)} / \text{Ag}_{(S)}$ ;
- une nouvelle bandelette de papier pour le pont salin.

5.2. Mesurer la force électromotrice  $E_2$  de cette pile et reporter le résultat de la mesure sur votre copie.

5.3. Déduire de cette mesure le pôle positif et le pôle négatif de cette pile. Bien détailler le raisonnement.

5.4. Découper et coller la fig 3 donnée en annexe. A partir des éléments déjà dessinés sur la fig 3, compléter le schéma de la constitution de la pile  $P_2$ :  $\text{Cu}^{2+}_{(Aq)} / \text{Cu}_{(S)}$  et  $\text{Ag}^+_{(Aq)} / \text{Ag}_{(S)}$  en y ajoutant les éléments constitutifs d'une pile manquants et légènder ce schéma en indiquant:

- la nature des électrodes (fil de cuivre ou clou d'argent)
- la nature des solutions (solution contenant des ions cuivre  $\text{Cu}^{2+}$  ou argent  $\text{Ag}^+$ )
- en y indiquant la polarité des électrodes.
- en y indiquant où se trouve l'anode et la cathode

5.5. Comment évolue la masse de l'électrode de cuivre lorsque la pile débite. Justifier.

Récupérer les solutions dans les récipients prévus à cet usage.

Nettoyer le matériel utilisé (Bien décaper le clou de fer) et le ranger, puis seulement passer à l'étude théorique de la seconde pile.

## 6. Etude théorique de la seconde pile P2.

D'après la théorie, on considère que la pile s'arrête de fonctionner quand le réactif limitant, constitué soit par les ions  $\text{Cu}^{2+}$ , soit par les ions  $\text{Ag}^+$ , a été complètement consommé.

6.1. Quel est le réactif limitant ? Bien justifier votre réponse.

6.2. En utilisant l'équation de la réaction se produisant à l'une des électrodes, calculer la charge maximale  $Q$  d'électricité que pourrait théoriquement débiter cette pile. Les flacons utilisés pour fabriquer les demi-piles contiennent un volume  $V = 20 \text{ mL}$  de solution ionique.

On donne la constante d'Avogadro  $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , la charge électrique élémentaire  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

6.3. A l'aide d'un milliampèremètre, on mesure un courant  $I$  qui circule égal à  $55 \mu\text{A}$  à travers un circuit électrique constitué d'une résistance et d'un interrupteur. Dans l'hypothèse où le courant est maintenu constant, calculer la durée maximale de fonctionnement. Tenir compte des chiffres significatifs. Donner la réponse en notation scientifique.

La réponse sera ensuite convertie en heure avec un nombre entier à 3 chiffres, puis en jour avec un nombre entier à 2 chiffres.

## 7. Classement des couples oxydant/réducteur.

7. (Hors programme ...) En vous aidant des résultats obtenus pour ces deux piles, pouvez vous effectuer un classement des couples Oxydant / Réducteur de la forme suivante

