

LES PILES

Chaque année en France, 1,3 milliard de piles sont vendues dans le commerce. Petits réservoirs d'énergie, elles constituent des objets indispensables au quotidien.

L'objectif de cet exercice est d'étudier le fonctionnement d'une pile réalisée au laboratoire et de comparer sa capacité électrique à celle d'une pile AA vendue dans le commerce, photographiée ci-contre.



Données :

➤ masses molaires :

espèce chimique	Al	Al ₂ (SO ₄) ₃
masse molaire en g·mol ⁻¹	27,0	342,15

- couples oxydants-réducteurs : (Cu²⁺(aq) / Cu(s)) et (Al³⁺(aq) / Al(s)) ;
- charge élémentaire : $e = 1,602 \times 10^{-19}$ C ;
- constante d'Avogadro : $N_A = 6,022 \times 10^{23}$ mol⁻¹ ;
- 1 mAh = 3,60 C.
- Le sulfate d'aluminium est un solide de formule Al₂(SO₄)₃(s), disponible sous forme de poudre.
- 1 pile AA a une capacité de charge de 2 800 mAh.

Pour réaliser la pile étudiée, deux solutions aqueuses sont préparées :

- Solution 1 Sulfate d'aluminium (2Al³⁺_(aq), 3SO²⁻_{4(aq)}) notée S ;
- Solution 2 Sulfate de cuivre (Cu²⁺_(aq), SO²⁻_{4(aq)}) notée S',
- toutes les deux sont à la concentration en soluté apporté de $C = 0,100$ mol·L⁻¹.

Questions préliminaires.

1. Rédiger le protocole expérimental précis à mettre en œuvre pour préparer 50,0 mL de la solution S à partir du sulfate d'aluminium en poudre.
2. Calculer les concentrations en quantité de matière en ions aluminium Al³⁺_(aq) et en ion sulfate SO²⁻_{4(aq)} dans la solution S.

Étude de la constitution de la pile.

3. Découper et coller la figure 1.
Dans les conditions de la figure 1, la tension mesurée aux bornes de la pile vaut $U = -0,92$ V.
Déterminer le pôle positif de la pile à l'aide du montage expérimental de la figure 1.
4. Découper et coller la figure 2.
Dans la suite de l'étude, le voltmètre est retiré puis est remplacé par un conducteur ohmique de résistance R .
Compléter le schéma en y indiquant la polarité de la pile, le sens du courant électrique et le sens de circulation des porteurs de charge à l'extérieur de la pile lors de son fonctionnement.
5. Établir les équations modélisant les réactions aux électrodes lors du fonctionnement de la pile.
En déduire que l'équation de la réaction modélisant le fonctionnement de la pile s'écrit :
$$3 \text{ Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{ Al}(\text{s}) \rightleftharpoons 3 \text{ Cu}(\text{s}) + 2 \text{ Al}^{3+}(\text{aq})$$
6. A partir de cette équation-bilan, rappeler l'expression de la constante de réaction Q_r .
En déduire la valeur initiale $Q_{r,i}$ du quotient de réaction du système.
7. La constante d'équilibre K associée à cette réaction a pour valeur $K \approx 10^{200}$, à 25 °C.
Conclure quant à l'évolution du système.
8. Compléter l'annexe en y indiquant le rôle du pont salin.

Fonctionnement de la pile.

9. Déterminer la capacité électrique Q de la pile du laboratoire, puis la comparer aux piles commerciales de type « AA ».
10. Identifier un paramètre de la composition de la pile de laboratoire qu'il faudrait faire évoluer pour augmenter la capacité électrique de la pile, en précisant comment ce paramètre doit évoluer. Justifier.
11. Déterminer le temps d'utilisation de la pile AA pour une intensité débitée $I = 100$ mA.