

TERMINALE SPÉCIALITÉ · PHYSIQUE-CHIMIE · CONSTITUTION ET TRANSFORMATIONS DE LA MATIÈRE · CHAPITRE 8



R. RINGUET · 2026 – 2027

Contrôle B Piles

Pile saline, inversion de polarité et critère d'évolution, autonomie d'une pile zinc-air

Durée : 1 h · calculatrice autorisée · 4 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : /20

★ CONSIGNES

Toute réponse est justifiée ; une expression littérale est attendue avant chaque application numérique et les résultats sont donnés avec leur unité et un nombre adapté de chiffres significatifs. Le dernier exercice est une résolution de problème : la démarche, même incomplète, est valorisée. Formulaire : $Q = I \Delta t = n(e^-) F$

- $c^\circ = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; activité d'un soluté $[X]/c^\circ$, activité d'un solide 1.

Exercice 1 Automatismes

4 pts ●●●○

■ DONNÉES $F = 96\,500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

- 1.1 Une lame de zinc plongée dans une solution de sulfate de cuivre(II) se recouvre de cuivre, mais ne produit aucun courant. Expliquer pourquoi, et décrire précisément la modification à apporter pour obtenir une pile.
- 1.2 Une pile fonctionne selon l'équation $\text{Mg(s)} + \text{Ni}^{2+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + \text{Ni(s)}$. Indiquer les réactions aux électrodes, l'anode, la cathode et la polarité de chaque électrode, puis le sens de déplacement des cations dans le pont salin.
- 1.3 Une pile débite un courant constant $I = 25 \text{ mA}$ pendant 8,0 h. Calculer la quantité d'électricité débitée et la quantité de matière d'électrons échangés.
- 1.4 Deux élèves discutent : « une pile s'arrête de fonctionner quand ses électrodes ont été entièrement consommées ». Cette affirmation est-elle correcte ? Justifier en une ou deux phrases en utilisant la notion de réactif limitant.

Exercice 2 Peut-on inverser la polarité d'une pile ?

6 pts ●●●●

Une pile est constituée d'une lame de cuivre plongeant dans $V = 100,0 \text{ mL}$ de solution de sulfate de cuivre(II) à $0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, et d'une lame d'argent de masse $5,00 \text{ g}$ plongeant dans $V = 100,0 \text{ mL}$ de solution de nitrate d'argent à $0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. La transformation susceptible de se produire est modélisée par $\text{Cu(s)} + 2 \text{Ag}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Ag(s)}$, de constante d'équilibre $K = 2,2 \times 10^{15}$ à 25°C .

■ DONNÉES $F = 96\,500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ • $1 \text{ A} \cdot \text{h} = 3\,600 \text{ C}$ • $M(\text{Ag}) = 107,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

- 2.1 Écrire l'expression du quotient de réaction, calculer $Q_{r,i}$, prévoir le sens d'évolution spontanée et en déduire la polarité de chaque lame ainsi que les réactions aux électrodes.
- 2.2 On ajoute, dans la demi-pile de l'argent, du chlorure de sodium solide jusqu'à ce que $[\text{Cl}^-] = 1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, sans variation notable de volume : un précipité blanc de chlorure d'argent apparaît. Sachant que la dissolution $\text{AgCl(s)} \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ a pour constante d'équilibre $K' = 1,7 \times 10^{-10}$, calculer la concentration en ions argent qui subsiste dans cette demi-pile.
- 2.3 Calculer le nouveau quotient de réaction et montrer que le sens de fonctionnement de la pile est inversé. Quelle est alors la polarité de chaque lame ? Écrire les nouvelles réactions aux électrodes.

- 2.4** Déterminer la concentration en ions argent pour laquelle la pile ne déborderait plus aucun courant, puis la concentration en ions chlorure correspondante. Conclure sur la possibilité de choisir la polarité d'une pile en jouant sur la composition des demi-piles.
- 2.5** Dans la situation de la question 2.3, la pile débite un courant constant $I = 10 \text{ mA}$ et les ions cuivre(II) constituent le réactif limitant. Calculer la capacité de la pile et sa durée de fonctionnement, en heures.

Exercice 3 Dans une pile saline

6 pts ●●●

La figure 1 représente une coupe d'une pile saline de format AA, dite pile Leclanché. Le boîtier de zinc et la tige de carbone, qui n'est pas attaquée, constituent les deux électrodes ; l'électrolyte est un gel contenant des ions ammonium NH_4^+ . Aux électrodes se produisent les deux transformations $\text{Zn(s)} \longrightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$ et $\text{MnO}_2(\text{s}) + \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{MnO(OH)(s)} + \text{NH}_3(\text{aq})$. Une pile neuve contient $m_1 = 4,5 \text{ g}$ de zinc et $m_2 = 9,0 \text{ g}$ de dioxyde de manganèse.

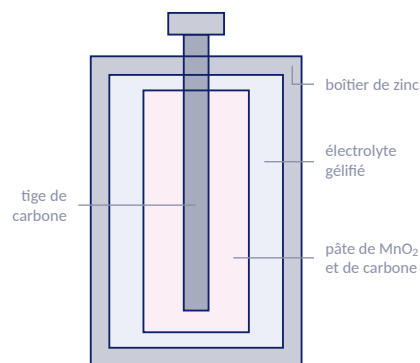


Figure 1 — Coupe d'une pile saline

- 3.1** Identifier l'anode et la cathode, en déduire la polarité du boîtier de zinc et celle de la tige de carbone, puis établir l'équation de fonctionnement de la pile.
- 3.2** Quel est le rôle de la tige de carbone ? Pourquoi ne peut-on pas la remplacer par une tige de zinc ?
- 3.3** Déterminer, par un calcul de quantité de matière d'électrons, le réactif limitant de cette pile.
- 3.4** En déduire la capacité théorique de la pile, en C puis en $\text{A}\cdot\text{h}$, ainsi que sa durée théorique de fonctionnement sous $I = 100 \text{ mA}$.
- 3.5** Calculer la masse de zinc réellement consommée lorsque la pile est usée, et la comparer à la masse initiale. Commenter le choix du constructeur.
- 3.6** La capacité réellement mesurée sous 100 mA n'est que de $0,80 \text{ A}\cdot\text{h}$. Proposer deux explications à cet écart avec la valeur théorique.

■ **DONNÉES** $F = 96\,500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$ • $1 \text{ A}\cdot\text{h} = 3\,600 \text{ C}$ • M en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: Zn 65,4 ; Mn 54,9 ; O 16,0

Exercice 4 Problème : l'autonomie d'une aide auditive

4 pts ●●●

Les aides auditives sont alimentées par des piles zinc-air. Un opercule adhésif ferme de petits trous percés dans le boîtier (figure 2) ; dès qu'on le retire, le dioxygène de l'air pénètre dans la pile et celle-ci commence à fonctionner. L'équation de fonctionnement s'écrit $2 \text{ Zn(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2 \text{ ZnO(s)}$.

■ **DONNÉES** Pile zinc-air de type 312 : masse de zinc contenue $m = 0,25 \text{ g}$ • tension à vide $1,45 \text{ V}$ • l'air ambiant renouvelle en permanence le dioxygène • l'appareil auditif consomme un courant moyen $I = 1,2 \text{ mA}$ et fonctionne 14 h par jour • le fabricant annonce une autonomie de 10 j • $F = 96\,500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$ • $1 \text{ A}\cdot\text{h} = 3\,600 \text{ C}$ • $M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

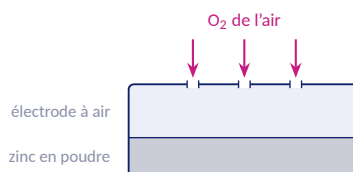


Figure 2 — Coupe d'une pile zinc-air : l'air entre par les trous une fois l'opercule retiré

L'autonomie annoncée par le fabricant est-elle compatible avec la quantité de zinc contenue dans la pile ? Répondre par un raisonnement quantitatif complet, en précisant le réactif limitant retenu et les hypothèses faites. Expliquer enfin pourquoi il ne faut retirer l'opercule qu'au moment de l'utilisation.