

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



R. RINGUET · 2026 – 2027

Contrôle A Piles

Constitution et fonctionnement d'une pile, polarité, équation de fonctionnement, capacité et durée de fonctionnement

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. Formulaire : $Q = I \Delta t = n(e^-) F$ • activité d'un soluté $[X]/c^\circ$ avec $c^\circ = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, activité d'un solide 1.

Exercice 1 Questions de cours

5 pts ●○○○

- 1.1 Définir l'anode et la cathode d'une pile, préciser la polarité de chacune et indiquer le sens du courant dans le circuit extérieur, puis celui des électrons dans les fils.
- 1.2 Citer les éléments constitutifs d'une pile et les deux rôles du pont salin.
- 1.3 Pour chaque affirmation, recopier la seule proposition exacte.
- a) Dans une pile en fonctionnement, l'oxydation a lieu :
- a) ☐ à la cathode b) ☐ à l'anode c) ☐ au pôle + d) ☐ dans le pont salin
- b) La quantité d'électricité débitée par une pile s'exprime par :
- a) ☐ $Q = I / \Delta t$ b) ☐ $Q = n(e^-) / F$ c) ☐ $Q = I \Delta t$ d) ☐ $Q = F / n(e^-)$
- c) Une capacité de $1,0 \text{ A} \cdot \text{h}$ correspond à :
- a) ☐ 60 C b) ☐ 3 600 C c) ☐ 96 500 C d) ☐ 1,0 C
- d) Dans le pont salin d'une pile en fonctionnement, les cations se déplacent :
- a) ☐ vers la demi-pile où a lieu la réduction b) ☐ vers la demi-pile où a lieu l'oxydation
- 1.4 Indiquer si chaque affirmation est vraie ou fausse, et justifier en une phrase.
- a) Dans une pile en fonctionnement, ce sont les électrons qui traversent le pont salin.
- b) Deux piles identiques associées en série ont une tension deux fois plus grande, mais la même capacité.

Exercice 2 La pile bouton d'une carte électronique

5 pts ●●○○

Une pile bouton au lithium de type CR2032 conserve l'heure d'un ordinateur lorsqu'il est débranché. Son équation de fonctionnement s'écrit $\text{Li(s)} + \text{MnO}_2(\text{s}) \longrightarrow \text{LiMnO}_2(\text{s})$; sa capacité annoncée est $Q = 225 \text{ mA} \cdot \text{h}$ et sa tension à vide 3,0 V. Le circuit d'horloge consomme un courant constant $I = 12 \mu\text{A}$.

■ DONNÉES $F = 96\,500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ • $1 \text{ A} \cdot \text{h} = 3\,600 \text{ C}$ • $1 \text{ an} = 3,15 \times 10^7 \text{ s}$ • M en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$: Li 6,94; Mn 54,9; O 16,0

- 2.1 Le lithium constitue le pôle – de la pile. Écrire les deux réactions aux électrodes et vérifier que leur somme redonne l'équation de fonctionnement. Dans MnO_2 , l'élément manganèse est présent sous forme d'ions Mn^{4+} : en utilisant la neutralité électrique du solide LiMnO_2 , montrer que le manganèse y a été réduit.
- 2.2 Convertir la capacité en coulombs, puis calculer la quantité de matière d'électrons échangés lorsque la pile est entièrement usée.
- 2.3 En déduire la masse de lithium et la masse de dioxyde de manganèse consommées.

- 2.4 Calculer la durée de fonctionnement de l'horloge, en secondes puis en années. Le fabricant préconise de changer la pile tous les deux ans : est-ce cohérent ? Proposer une explication.

Exercice 3 Une pile fer-cuivre

5 pts ●●○

On réalise la pile de la figure 1 : une lame de fer de masse 3,00 g plonge dans $V = 100,0 \text{ mL}$ de solution de sulfate de fer(II) à $c = 0,20 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, une lame de cuivre dans $V = 100,0 \text{ mL}$ de solution de sulfate de cuivre(II) de même concentration. La transformation possible est modélisée par $\text{Fe(s)} + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$, avec $K = 1,0 \times 10^{26}$ à 25°C .

- 3.1 Écrire l'expression du quotient de réaction, calculer $Q_{r,i}$ et en déduire le sens d'évolution spontanée du système.
- 3.2 En déduire les réactions aux électrodes, l'équation de fonctionnement de la pile, puis la polarité de chaque électrode. Reproduire la figure 1 en y indiquant le pôle +, le pôle –, le sens du courant et celui des électrons.
- 3.3 Déterminer le réactif limitant, puis la capacité de la pile en C et en A·h.
- 3.4 La pile débite un courant constant $I = 50 \text{ mA}$: calculer sa durée de fonctionnement en heures, ainsi que la variation de masse de chaque électrode entre le début et la fin du fonctionnement.

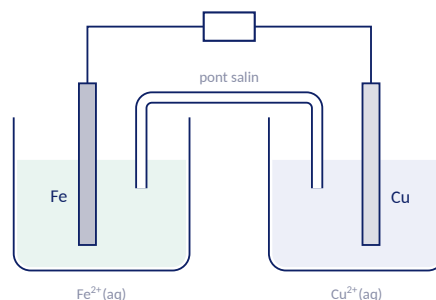


Figure 1 — La pile étudiée, fermée sur un conducteur ohmique

■ **DONNÉES** $F = 96\,500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$ • $1 \text{ A}\cdot\text{h} = 3\,600 \text{ C}$ • M en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: Fe 55,8 ; Cu 63,5

Exercice 4 La batterie d'une automobile

5 pts ●●○

Une batterie de voiture au plomb est formée de six éléments identiques associés en série (figure 2), de tension à vide 2,0 V chacun. Sa capacité est $Q = 60 \text{ A}\cdot\text{h}$. Lors de la décharge, chaque élément est le siège de la transformation d'équation $\text{Pb(s)} + \text{PbO}_2(\text{s}) + 4 \text{ H}^+(\text{aq}) + 2 \text{ SO}_4^{2-}(\text{aq}) \longrightarrow 2 \text{ PbSO}_4(\text{s}) + 2 \text{ H}_2\text{O(l)}$.

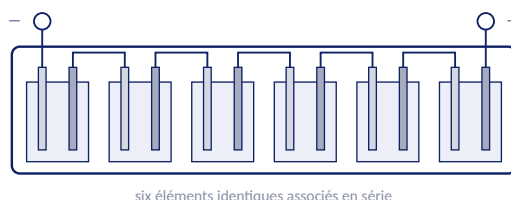


Figure 2 — Batterie au plomb : plomb en gris clair, dioxyde de plomb en gris foncé

■ **DONNÉES** $F = 96\,500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$ • $1 \text{ A}\cdot\text{h} = 3\,600 \text{ C}$ • masses molaires en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: Pb 207,2 ; O 16,0

- 4.1 Calculer la tension à vide de la batterie et expliquer l'intérêt de l'association en série.
- 4.2 Sachant que l'électrode de plomb est le pôle –, écrire les deux réactions aux électrodes et vérifier leur somme. Préciser laquelle est l'anode.
- 4.3 Le démarreur appelle $I = 150 \text{ A}$ pendant $\Delta t = 3,0 \text{ s}$: calculer la quantité d'électricité consommée et la comparer, en pourcentage, à la capacité de la batterie.
- 4.4 Calculer la masse de plomb et la masse de dioxyde de plomb consommées dans un élément lors d'une décharge complète.
- 4.5 L'électrolyte est une solution d'acide sulfurique : déterminer la quantité d'acide sulfurique consommée par élément lors d'une décharge complète, puis expliquer pourquoi la densité de l'électrolyte renseigne sur l'état de charge de la batterie.