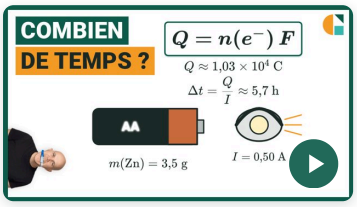
Calculer la capacité et la durée de fonctionnement d'une pile

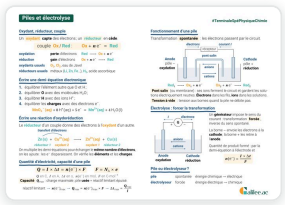
Piles • Compétence 4 • Terminale spécialité physique-chimie



Vidéo du cours et deux exercices gratuits supplémentaires !

Exercices corrigés pas à pas, sur la page de la compétence.

galilee.ac/V/T7-4



La fiche de cours

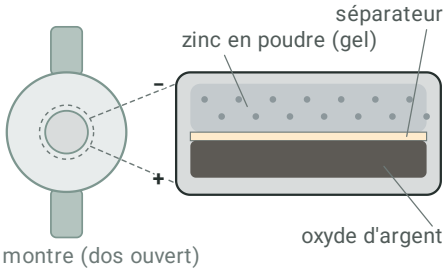
Tout le chapitre sur une page.

galilee.ac/F/piles-oxydoreduction-electrolyse

Exercice 1

La pile bouton d'une montre

La pile bouton à l'oxyde d'argent d'une montre contient $0{,}420$ g de zinc en poudre, qui est le réactif limitant ; l'oxyde d'argent est en excès. À l'électrode de zinc : $\mathrm{Zn} = \mathrm{Zn^{2+}} + 2\,\mathrm{e^-}$. Données : $M(\mathrm{Zn}) = 65{,}4\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$; $F = 96\,500\ \mathrm{C \cdot mol^{-1}}$; $1\ \mathrm{A \cdot h} = 3\,600\ \mathrm{C}$; capacité d'une pile : $Q = n(\mathrm{e^-}) \times F$; durée de fonctionnement à intensité constante : $\Delta t = \dfrac{Q}{I}$.



1) Calculer la quantité de zinc contenue dans la pile.

2) Calculer la quantité d'électrons que la pile peut faire circuler.

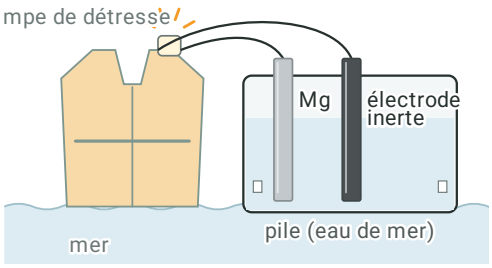
3) Calculer la capacité électrique de la pile, en coulombs.

4) Convertir cette capacité en ampères-heures.

Exercice 2

Établir les relations, puis calculer

La lampe de détresse d'un gilet de sauvetage est alimentée par une pile dont le réactif limitant est le magnésium : $\mathrm{Mg} = \mathrm{Mg^{2+}} + 2\,\mathrm{e^-}$. On note n la quantité de magnésium, z le nombre d'électrons cédés par atome, F la constante de Faraday (charge d'une mole d'électrons), Q la capacité de la pile, I l'intensité, constante, et Δt la durée de fonctionnement. Ici $n = 0{,}035\ \mathrm{mol}$ et $I = 80\ \mathrm{mA}$. Donnée : $F = 96\,500\ \mathrm{C \cdot mol^{-1}}$.



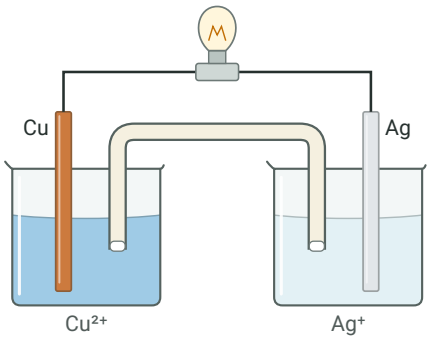
1) Exprimer la capacité Q de la pile en fonction de n, z et F.
2) Exprimer la durée de fonctionnement Δt en fonction de Q et I.
3) Calculer la capacité de la pile, en coulombs.
4) Calculer la durée de fonctionnement, en heures.

Exercice 3

Type bac : la pile cuivre-argent

Une petite lampe est alimentée par une pile formée d'une lame de cuivre de masse $1{,}20\ \mathrm{g}$ et d'une lame d'argent plongeant dans $120\ \mathrm{mL}$ d'une solution de concentration $0{,}250\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$ en ions $\mathrm{Ag^+}$. Le courant a une intensité de $40\ \mathrm{mA}$ jusqu'à l'épuisement du réactif limitant.

$$\mathrm{Cu} + 2\,\mathrm{Ag^+} \rightarrow \mathrm{Cu^{2+}} + 2\,\mathrm{Ag}$$



Données : $M(\mathrm{Cu}) = 63{,}5\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$; $M(\mathrm{Ag}) = 107{,}9\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$; $F = 96\,500\ \mathrm{C \cdot mol^{-1}}$; capacité d'une pile : $Q = n(\mathrm{e^-}) \times F$; durée de fonctionnement à intensité constante : $\Delta t = \dfrac{Q}{I}$.

1) Déterminer le réactif limitant.
2) Calculer la capacité électrique de la pile, en coulombs.
3) Calculer la durée de fonctionnement de la pile, en heures.
4) Calculer la masse d'argent déposée sur la lame d'argent quand la pile s'arrête.

Calculer la capacité et la durée de fonctionnement d'une pile

Exercice 1 La pile bouton d'une montre

1) On divise la masse de zinc par sa masse molaire :

$$\boxed{n(\text{Zn}) = \frac{m}{M} = \frac{0{,}420}{65{,}4} \approx 6{,}42 \times 10^{-3}\ \text{mol}}$$

2) D'après la demi-équation, chaque atome de zinc oxydé cède 2 électrons :

$$\boxed{n(\text{e}^-) = 2 \times n(\text{Zn}) = 2 \times 6{,}42 \times 10^{-3} \approx 1{,}28 \times 10^{-2}\ \text{mol}}$$

3) La pile s'arrête quand tout le zinc est consommé. Une mole d'électrons porte une charge de $96\,500\ \text{C}$:

$$\boxed{Q = n(\text{e}^-) \times F = 1{,}28 \times 10^{-2} \times 96\,500 \approx 1\,240\ \text{C}}$$

4) Un ampère-heure vaut $3\,600\ \text{C}$: on divise par $3\,600$.

$$\boxed{Q = \frac{1\,240}{3\,600} \approx 0{,}344\ \text{A} \cdot \text{h}}$$

Exercice 2 Établir les relations, puis calculer

1) Chaque atome de magnésium oxydé cède z électrons : la pile peut faire circuler $n(\text{e}^-) = z \times n$ mol d'électrons. Une mole d'électrons porte la charge F :

$$\boxed{Q = n \times z \times F}$$

2) L'intensité est la charge qui circule par seconde : $Q = I \times \Delta t$.

$$\boxed{\Delta t = \frac{Q}{I}}$$

3) D'après la demi-équation, $z = 2$:

$$\boxed{Q = 0{,}035 \times 2 \times 96\,500 = 6\,755\ \text{C}}$$

4) L'intensité, convertie en ampères, vaut $0{,}080\ \text{A}$:

$$\boxed{\Delta t = \frac{6\,755}{0{,}080} \approx 8{,}44 \times 10^{4}\ \text{s}}$$

Cette durée, convertie en heures :

$$\boxed{\Delta t = \frac{8{,}44 \times 10^{4}}{3\,600} \approx 23{,}4\ \text{h}}$$

Exercice 3 Type bac : la pile cuivre-argent

1) Les quantités initiales sont :

$$n(\mathrm{Cu}) = \frac{1{,}20}{63{,}5} \approx 1{,}89 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol} \qquad n(\mathrm{Ag^+}) = 0{,}250 \times 0{,}120 = 3{,}00 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol}$$

D'après l'équation, un atome de cuivre réagit avec deux ions argent : pour consommer tout le cuivre, il faudrait $2 \times 1{,}89 \times 10^{-2} = 3{,}78 \times 10^{-2}$ mol d'ions argent. La solution en contient moins : le réactif limitant est l'ion argent.

$$\text{réactif limitant : } \mathrm{Ag^+}$$

2) Un atome de cuivre cède 2 électrons, un ion argent en capte un seul. On compte les électrons à partir du réactif limitant :

$$n(\mathrm{e^-}) = n(\mathrm{Ag^+}) = 3{,}00 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol}$$

$$Q = n(\mathrm{e^-}) \times F = 3{,}00 \times 10^{-2} \times 96\,500 \approx 2\,900\ \mathrm{C}$$

3) L'intensité, convertie en ampères, vaut $0{,}040$ A :

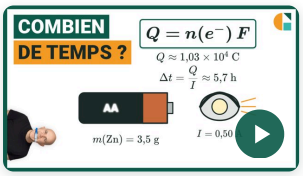
$$\Delta t = \frac{Q}{I} = \frac{2\,900}{0{,}040} = 7{,}25 \times 10^{4}\ \mathrm{s}$$

Cette durée, convertie en heures :

$$\Delta t = \frac{7{,}25 \times 10^{4}}{3\,600} \approx 20{,}1\ \mathrm{h}$$

4) À la lame d'argent, $\mathrm{Ag^+ + e^- = Ag}$: chaque électron qui arrive dépose un atome d'argent.

$$m(\mathrm{Ag}) = n(\mathrm{e^-}) \times M(\mathrm{Ag}) = 3{,}00 \times 10^{-2} \times 107{,}9 \approx 3{,}24\ \mathrm{g}$$



Vidéo du cours et deux exercices gratuits supplémentaires !

Exercices corrigés pas à pas, sur la page de la compétence.

galilee.ac/V/T7-4

Capacité d'une pile et durée : exercices corrigés PDF (Terminale spécialité physique-chimie). Calculer la capacité d'une pile : la quantité du réactif limitant et sa demi-équation donnent la quantité d'électrons échangés, et la capacité vaut Q = n(e⁻) × F avec F = 96 500 C par mole ; on la convertit en ampères-heures (1 A·h = 3 600 C), puis la durée de fonctionnement à intensité constante vaut Δt = Q / I. Méthode en vidéo et exercices interactifs corrigés sur galilee.ac.