Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + Physique, veuillez visiter :
bac-maths-physique.fr/annales-sujets-et-corriges

Bac Métropole 2024 Jour 2 Spécialité physique-chimie Correction © https://labolycee.org
EXERCICE 3 – BATTERIE LITHIUM - SOUFRE(5 points)

1. Le Lithium

Q1. Par définition, un réducteur est une espèce qui cède des électrons.
Dans la réaction étudiée, le Lithium Li se transforme en ion Li+ en cédant un électron ($Li(s) = Li^+(aq) + e^-$) donc il s'agit bien d'un réducteur.

Q2. Le Lithium étant le réactif limitant, d'après l'équation de réaction : $\frac{n(Li)_i}{2} = \frac{n(H_2)_{MAX}}{1}$.

Or $n(H_2)_{MAX} = \frac{V(H_2)_{MAX}}{V_m}$ donc $V(H_2)_{MAX} = \frac{n(Li)_i}{2} \times V_m = \frac{m(Li)_i \times V_m}{2 \times M(Li)}$.

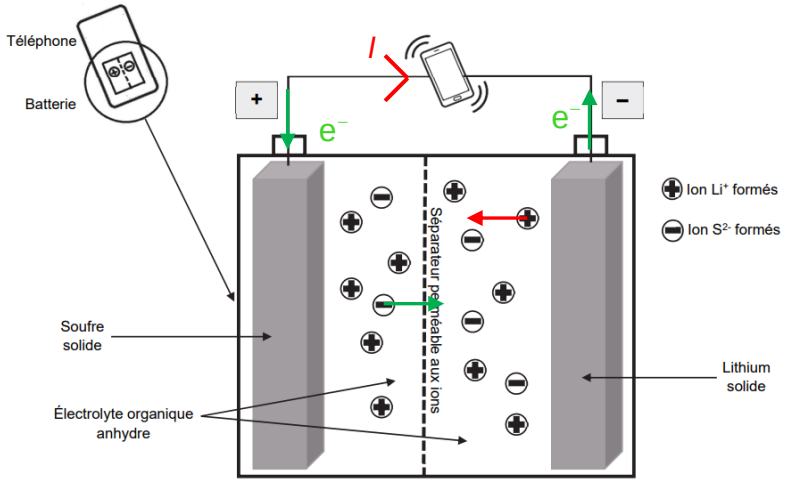
Donc $V(H_2)_{MAX} = \frac{0,5 \times 24,4}{2 \times 6,9} = 0,9 \text{ L}$.

Il est donc fondamental d'utiliser un électrolyte organique anhydre (sans eau) car le Lithium réagirait avec l'eau et produirait du gaz ce qui ferait exploser la pile (sans parler des risques d'explosion avec la combustion du dihydrogène).

2. La batterie Lithium – Soufre (qu'on l'achève ou lui donne du paracétamol)

Q3. À l'électrode négative, des électrons sont fournis au circuit : il y a oxydation (perte d'électrons) selon l'équation $Li(s) \rightarrow Li^+(aq) + e^-$ (avec $\rightarrow$ au lieu de = car c'est une réaction à l'électrode et pas une demi-équation).
À l'électrode positive, des électrons provenant du circuit sont consommés : il y a réduction (gain d'électrons) selon l'équation : $S(s) + 2e^- \rightarrow S^{2-}(aq)$.

Q4.



Q5. « Normalement », on obtient l'équation de fonctionnement de la pile en combinant les équations aux électrodes : $Li(s) \rightarrow Li^+(aq) + e^-$ $(\times 2)$

$S(s) + 2e^- \rightarrow S^{2-}(aq)$ $(\times 1)$

Ainsi : $2\,Li(s) + S(s) \rightarrow 2\,Li^+(aq) + S^{2-}(aq)$

Mais l'énoncé nous précise que les ions réagissent pour former un précipité peu soluble dans l'eau ; on en déduit que finalement : $2\,Li(s) + S(s) \rightarrow Li_2S(s)$

Q6. L'énoncé nous rappelle que $Q = I \times \Delta t \Leftrightarrow \Delta t = \frac{Q}{I}$

soit $\Delta t = \frac{3500 \text{ mAh}}{0,55 \text{ A}} = \frac{3500 \times 10^{-3} \text{ Ah}}{0,55 \text{ A}} = 6,4 \text{ h}$.

Q7. Vu que $Q_{massique} = 300$ mAh.g^{-1}, on en déduit que 1 g de matière active a une capacité de 300 mAh. Par proportionnalité, pour avoir une capacité de 3500 mAh, il faut $\frac{3500}{300} = 11{,}6$ g soit environ 12 g.
De même, par proportionnalité, la durée d'utilisation ramenée à 1 g de matière active est : $\frac{6{,}4}{11{,}6} = 0{,}55$ h.

Q8. Déterminons la capacité d'une pile Lithium – Soufre contenant 1 g de soufre (on considèrera le Lithium en excès).
Par définition, $Q = n(e^-) \times N_A \times e = n(e^-) \times F$

D'après l'équation à l'électrode de soufre, $S(s) + 2e^- \rightarrow S^{2-}(aq)$ donc $\frac{n(e^-)}{2} = \frac{n(S)_i}{1}$

Donc $Q = 2 \times n(S)_i \times F = 2 \times \frac{m(S)_i}{M(S)} \times F$

soit $Q = 2 \times \frac{1{,}0}{32{,}1} \times 96500 = 6{,}0 \times 10^3 C$

Or 1 mAh = 3,6 C donc $Q = \frac{6{,}0 \times 10^3}{3{,}6} C = 1{,}7 \times 10^3 mAh$

On en déduit que $Q_{massique}(S) = 1{,}7 \times 10^3$ mAh.g^{-1}

En reprenant le raisonnement de Q6 : $\Delta t = \frac{Q}{I}$.

Soit ici $\Delta t = \frac{1{,}7 \times 10^3 \text{ mAh}}{0{,}55 \text{ A}} = \frac{1{,}7 \text{ Ah}}{0{,}55 \text{ A}} = 3{,}1$ h par gramme de soufre

Avec le lithium-ion, on avait calculé une durée d'utilisation de 0,55 h par gramme de lithium.
Donc la batterie lithium-soufre a une durée d'utilisation environ 6 fois plus longue, ce qui semble très prometteur.

Remarque :

Cependant la capacité massique utilisée ici dans le calcul pour la comparaison ne tient pas compte que la masse de soufre. Ce type de batterie ne peut fonctionner que s'il y a une électrode en lithium dont il faudrait tenir compte pour faire une comparaison plus rigoureuse avec la batterie Li-ion.

En supposant que le soufre et le lithium sont dans les proportions stœchiométriques de l'équation de la pile, $2Li + S \rightarrow Li_2S$, on a alors $\frac{n_{Li}}{2} = \frac{n_S}{1}$ soit $2 \times n_S = n_{Li}$

On calcule la masse de lithium nécessaire pour réagir avec 1 gramme de soufre : $m_{Li} = 2 \times \frac{m_S}{M_S} \times M_{Li}$

$m_{Li} = 2 \times \frac{1}{32} \times 6{,}9 = 0{,}43\ g$

Pour calculer la capacité massique de la batterie Li-S par gramme de substance active , il faut tenir compte de la masse totale de substance active (soufre et lithium) c'est-à-dire $1\ g + 0{,}43\ g = 1{,}43\ g$.

Soit $Q_{massique\ Li-S} = \frac{1{,}7 \cdot 10^3\ mAh}{1{,}43\ g} = 1{,}2 \cdot 10^3\ mAh \cdot g^{-1}$

On peut maintenant parfaitement comparer la capacité massique de la batterie Li-ion à la capacité massique théorique de la batterie Li-S :

$\frac{Q_{massique\ Li-S}}{Q_{massique\ Li-ion}} = \frac{1{,}2 \cdot 10^3\ mAh \cdot g^{-1}}{300\ mAh \cdot g^{-1}} = 4$

La batterie Li-S offre une capacité massique 4 fois supérieure à celle de la batterie Li-ion

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.