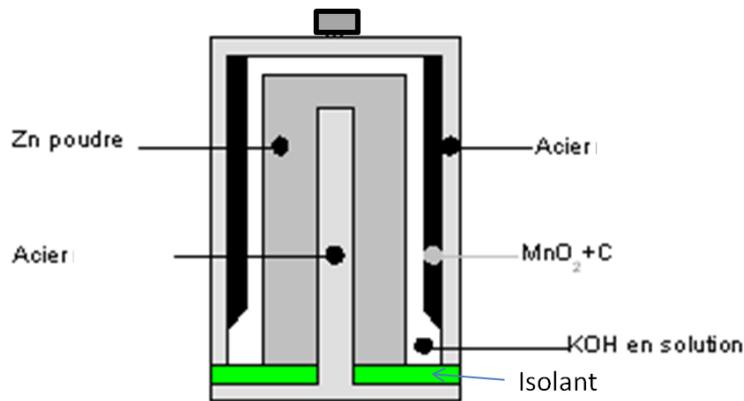


Pile alcaline

Afin de pallier à l'inconvénient de la pile Leclanché dont l'électrode de zinc extérieure finissait par laisser s'échapper l'électrolyte acide (la pile coulait), une pile dite alcaline a été inventée.



Les couples redox en présence sont quasiment les mêmes que pour la pile saline Leclanché, à savoir les couples ($MnO_2, MnO(OH)$) et (ZnO, Zn) et MnO_2 est un oxydant plus fort que ZnO

- 1) Identifier les éléments constituant les deux électrodes
- 2) Identifier les ions constituant l'électrolyte et dire pourquoi cette pile est qualifiée d'alcaline. Dans quelle phase se trouve l'électrolyte ?
- 3) Faire une analyse des nombres d'oxydation des éléments Mn et Zn dans les couples redox où ils interviennent et en déduire l'oxydant et le réducteur
- 4) En considérant les espèces en présence dans l'électrolyte et sachant que les réactifs sont MnO_2 et Zn , écrire les demi-équations d'échange électronique. Conseil : Bien tenir compte de la conservation de la charge électrique dans les deux membres des demi-équations afin de faire apparaître les ions qui conviennent et permettent d'assurer la conservation des éléments.
- 5) En déduire l'équation bilan. Cette réaction consomme-t-elle des ions hydroxyde ?
- 6) Rappeler la définition de l'anode et de la cathode d'une pile et identifier les pour cette pile puis déterminer la borne + et la borne - de cette pile en justifiant.
- 7) A quoi sert la poudre de carbone intégrée à la poudre de dioxyde de manganèse ?
- 8) La pile peut-elle couler ? Justifier
- 9) Quelle charge (en C puis en mAh) serait transférée d'une électrode à l'autre pour 1 g de zinc consommé ?
- 10) On trouve dans les caractéristiques d'une pile alcaline 1,5 V une capacité de l'ordre de 2000 mAh . En déduire la masse de zinc consommée.

Données : Masse molaire $M(\text{Zn}) = 65,3 \text{ g mol}^{-1}$, $F \approx 96500 \text{ C}$

Correction

Exercice 1 : pile alcaline

- 1) Le zinc en poudre et le carbone forment les électrodes en contact avec l'électrolyte
- 2) Les ions de l'électrolyte (la solution d'hydroxyde de potassium) sont les ions potassium K^+ et les ions hydroxyde HO^- en solution aqueuse. La pile est dite alcaline car l'électrolyte est une solution alcaline (basique). Rappelons que sont qualifiés d'alcalins les métaux de la première colonne de la classification tels que le potassium qui donne par réaction avec l'eau des solutions basiques (de $\text{pH} > 7$), en l'occurrence pour le potassium une solution d'hydroxyde de potassium.
- 3) Dans MnO_2 on attribue à chaque élément oxygène les deux doublets de liaison ce qui lui confère une charge de $-2 e$ et un nombre d'oxydation de $-II$

$$no(Mn) + 2 no(O) = 0$$

$$no(Mn) = -2 \times (-2) = IV$$

Dans $MnO(OH)$ on attribue un nombre d'oxydation de $-II$ à l'élément oxygène et de I à l'élément hydrogène en raison de la liaison OH polarisée.

$$no(Mn) + 2 no(O) + no(H) = 0$$

$$no(Mn) + 2 \times (-2) + 1 = 0$$

$$no(Mn) = III$$

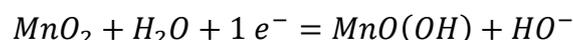
MnO_2 est donc l'oxydant et $MnO(OH)$ le réducteur

Dans ZnO on attribue $-II$ à l'élément oxygène et donc II à l'élément zinc.

Dans Zn le nombre d'oxydation est 0

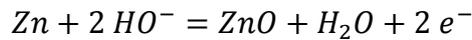
ZnO est donc l'oxydant et Zn le réducteur

- 4) MnO_2 étant l'oxydant, il capte un ou plusieurs électrons. Cela impose pour l'équilibre de la charge électrique la présence d'un ion négatif dans le second membre de la demi-équation. Un tel ion formé avec les éléments dont on dispose, à savoir hydrogène et oxygène ne peut être que l'ion hydroxyde HO^- . D'où la demi équation :



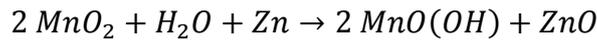
Il s'agit d'une réduction

Un raisonnement analogue montre pour le zinc qu'il doit réagir avec les ions hydroxyde qui sont en contact avec lui pour former un oxyde de zinc, d'où la demi-équation :



Il s'agit d'une oxydation

5) L'équation bilan s'en déduit :



- L'anode est l'électrode où se déroule l'oxydation. C'est donc l'électrode en zinc et la borne moins de la pile (reliée au culot de la pile). La cathode est l'électrode où se déroule la réduction, c'est donc l'électrode formée d'un mélange de poudre de carbone et de manganèse et la borne plus de la pile (reliée au pôle de la partie supérieure de la pile)
- 6) La poudre de carbone sert à l'acheminement des électrons depuis le circuit jusqu'au dioxyde de manganèse.
- 7) L'acier entourant la pile et constituant la borne plus ne subit aucune altération, l'oxydation du zinc se faisant à l'intérieur de la pile à la surface de contact entre poudre de zinc et électrolyte. La pile ne peut donc pas couler.
- 8) La demi équation d'échange électronique relative au zinc montre qu'il y a deux moles d'électrons échangées par mole de zinc consommée, soit :

$$n_{e^-} = 2 n_{\text{Zn}} = 2 \frac{m_{\text{Zn}}}{M(\text{Zn})} = 2 \times \frac{1}{65,4} = 3,06 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

La charge correspondante est :

$$Q = n_{e^-} F = 3,06 \times 10^{-2} \times 96500 \approx 2951 \text{ C} = 8197 \text{ mAh}$$

9) La masse de zinc consommée pour une capacité de 2000 mAh s'obtient de façon proportionnelle :

$$m_{\text{Zn}} = \frac{2000}{8197} \approx 0,24 \text{ g}$$