

**Défiibrillateur cardiaque implantable**  
**(Bac Spécialité Physique-Chimie - Liban - mars 2022)**

Corrigé réalisé par B. Louchart, professeur de Physique-Chimie

© <http://b.louchart.free.fr>

1. La feuille de lithium constitue l'électrode négative de la pile. Des électrons y sont donc cédés au circuit extérieur quand la pile fonctionne.

La demi-équation de la réaction qui y a lieu est donc :  $\text{Li}_{(s)} \rightarrow \text{Li}^+ + e^-$

À l'autre électrode (dioxyde de manganèse), au contraire, des électrons sont captés :

$\text{MnO}_{2(s)} + \text{H}^+ + e^- \rightarrow \text{MnO}_2\text{H}_{(s)}$

On en déduit l'équation de la réaction modélisant le fonctionnement de la pile :

$\text{Li}_{(s)} \rightarrow \text{Li}^+ + e^-$

$\text{MnO}_{2(s)} + \text{H}^+ + e^- \rightarrow \text{MnO}_2\text{H}_{(s)}$

---

$\text{Li}_{(s)} + \text{MnO}_{2(s)} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Li}^+ + \text{MnO}_2\text{H}_{(s)}$

2. Un atome de lithium possède 3 protons ( $Z = 3$ ), donc 3 électrons.

Ainsi, sa configuration électronique est  $1s^2 2s^1$

D'après les règles de stabilité, il a donc tendance à perdre un électron, et donc à former l'ion  $\text{Li}^+$ , pour acquérir la configuration électronique de l'atome du gaz noble le plus proche ( $1s^2$  pour l'atome d'hélium He).

3.  $n_i(\text{Li}) = \frac{m_i(\text{Li})}{M(\text{Li})} = \frac{0,05 \times m(\text{pile})}{M(\text{Li})} = \frac{0,05 \times 2,9}{6,9} = 2,1 \times 10^{-2} \text{ mol}$

$$n_i(\text{MnO}_2) = \frac{m_i(\text{MnO}_2)}{M(\text{MnO}_2)} = \frac{0,30 \times m(\text{pile})}{M(\text{MnO}_2)} = \frac{0,30 \times 2,9}{86,9} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

4.  $\text{Li}_{(s)} + \text{MnO}_{2(s)} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Li}^+ + \text{MnO}_2\text{H}_{(s)}$

$$\frac{n_i(\text{MnO}_2)}{1} < \frac{n_i(\text{Li})}{1} \Rightarrow \text{MnO}_2 \text{ est le réactif limitant}$$

5.

- La capacité électrique d'une pile est la charge électrique maximale qu'elle peut fournir.
- Avant de déterminer sa valeur pour cette pile, calculons tout d'abord la quantité de matière maximale d'électrons pouvant circuler :

$\text{MnO}_{2(s)} + \text{H}^+ + e^- \rightarrow \text{MnO}_2\text{H}_{(s)}$

$$\Rightarrow \frac{n(e^-)_{\text{max}}}{1} = \frac{n_{\text{MnO}_2 \text{ ayant réagi}}}{1}$$

Or  $n_{\text{MnO}_2 \text{ ayant réagi}} = n_i (\text{MnO}_2)$  car la transformation est considérée totale et  $\text{MnO}_2$  est le réactif limitant

$$\Rightarrow n(e^-)_{\text{max}} = n_i (\text{MnO}_2) = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

- On en déduit la capacité électrique de la pile :

$$Q = n(e^-)_{\text{max}} \times \mathcal{F} = 1,0 \times 10^{-2} \times 96500 = 9,7 \times 10^2 \text{ C}$$

6.  $1 \text{ mA.h} = 1 \text{ mA} \times 1 \text{ h} = 10^{-3} \text{ A} \times 3600 \text{ s} = 3,6 \text{ A.s} = 3,6 \text{ C}$

$$\text{Donc } Q = \frac{9,7 \times 10^2}{3,6} = 2,7 \times 10^2 \text{ mA.h}$$

La valeur réelle (225 mA.h) est inférieure à celle que l'on vient de calculer.

Une cause possible à cet écart est que tout le  $\text{MnO}_2$  ne soit pas consommé (hypothèse utilisée pour faire le calcul théorique précédent).

7. L'énergie stockée dans la pile vaut :

$$E = Q \times U = (225 \times 3,6) \times 3,0 = 2,4 \times 10^3 \text{ J}$$

On en déduit l'énergie massique de cette pile au lithium :

$$E_m = \frac{E}{m} = \frac{2,4 \times 10^3}{2,9} = 8,4 \times 10^2 \text{ J.g}^{-1}$$

Cette pile a donc une énergie massique bien supérieure à celles des piles zinc-air, alcaline et zinc-argent. Seule la pile lithium-monofluorure de carbone lui est supérieure sur ce critère.

Cette valeur importante d'énergie massique est intéressante dans cette application car pour un défibrillateur implantable, il faut une quantité d'énergie satisfaisante (pour ne pas la changer trop souvent), sans que la masse de la pile soit trop grande : il faut donc une bonne valeur d'énergie massique.