

CLASSE : Terminale

VOIE : Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53

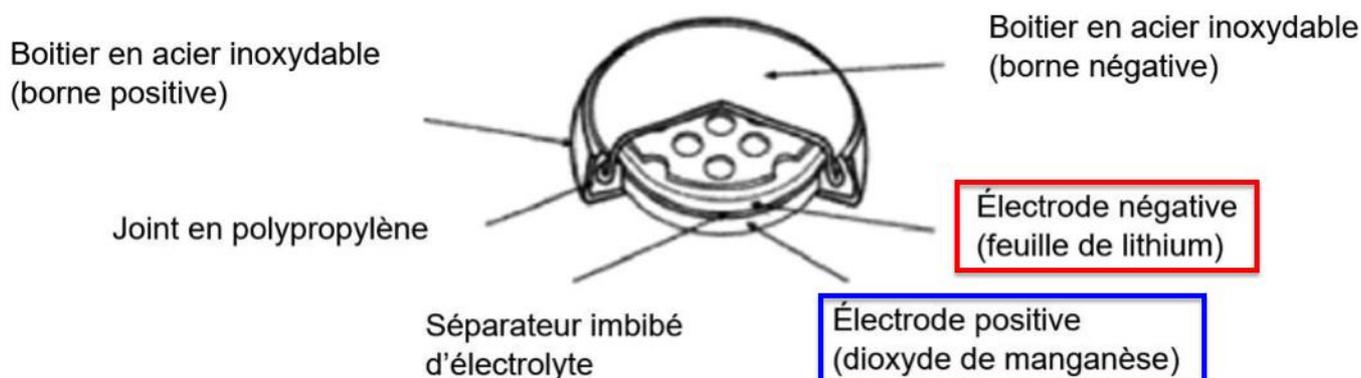
EXERCICE C : au choix du candidat (5 points)

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

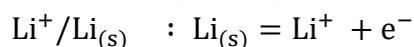
CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui sans mémoire, « type collègue »

EXERCICE C au choix du candidat
Défibrillateur cardiaque implantable (5 points)

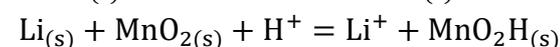
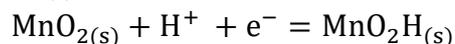
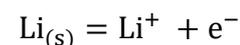
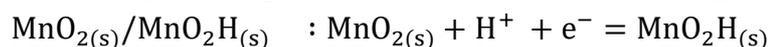
1.



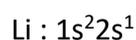
Électrode négative (perte d'électrons) : **feuille de lithium**



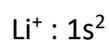
Électrode positive (gain d'électrons) : **dioxyde de manganèse**



2.



Afin d'acquérir la configuration électronique du gaz noble le plus proche (l'hélium), il perd un électron :



Le lithium métallique est capable de perdre un électron : c'est un réducteur.

3.

Masse de la pile : $m_{\text{pile}} = 2,9 \text{ g}$

Composition massique de la pile :

- Lithium Li 5 %
- Dioxyde de manganèse MnO_2 30 %

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n_{\text{Li}}^i = \frac{m_{\text{Li}}}{M_{\text{Li}}}$$

$$n_{\text{Li}}^i = \frac{5/100 \times 2,9}{6,9}$$

$$n_{\text{Li}}^i = 2,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{\text{MnO}_2}^i = \frac{m_{\text{MnO}_2}}{M_{\text{MnO}_2}}$$

$$n_{\text{MnO}_2}^i = \frac{30/100 \times 2,9}{86,9}$$

$$n_{\text{MnO}_2}^i = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

4.

Construisons un tableau d'avancement :

	$\text{Li}_{(s)}$	$+ \text{MnO}_{2(s)}$	$+ \text{H}^+ \rightleftharpoons$	Li^+	$+ \text{MnO}_2\text{H}_{(s)}$
État initial	n_{Li}^i	$n_{\text{MnO}_2}^i$	Excès	0	0
État intermédiaire	$n_{\text{Li}}^i - x$	$n_{\text{MnO}_2}^i - x$	Excès	x	x
État final	$n_{\text{Li}}^i - x_f$	$n_{\text{MnO}_2}^i - x_f$	Excès	x_f	x_f

$$n_{\text{Li}}^i - x_{\text{max}1} = 0$$

$$x_{\text{max}1} = n_{\text{Li}}^i$$

$$x_{\text{max}1} = 2,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{\text{MnO}_2}^i - x_{\text{max}2} = 0$$

$$x_{\text{max}2} = n_{\text{MnO}_2}^i$$

$$x_{\text{max}2} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$x_{\text{max}2} < x_{\text{max}1}$$

$$x_{\text{max}} = x_{\text{max}2}$$

$$x_{\text{max}} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

Le réactif limitant est $\text{MnO}_{2(s)}$

Considérons la réaction totale : $x_f = x_{\text{max}}$. Quand la pile est utilisée :

$$n_{\text{Li}}^f = n_{\text{Li}}^i - x_f = 2,1 \cdot 10^{-2} - 1,0 \cdot 10^{-2} = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{\text{MnO}_2}^f = n_{\text{MnO}_2}^i - x_f = 1,0 \cdot 10^{-2} - 1,0 \cdot 10^{-2} = 0 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Li}^+}^f = x_f = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{\text{MnO}_2\text{H}}^f = x_f = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

5.

La capacité C est la quantité d'électricité emmagasinée par la pile.

$$Q = n_{e^-} \times Na \times e$$

Or d'après l'équation : $\text{MnO}_{2(s)} + \text{H}^+ + e^- = \text{MnO}_2\text{H}_{(s)}$

$$n_{e^-} = n_{\text{MnO}_2}^i$$

$$n_{e^-} = x_{\text{max}}$$

d'ou

$$Q = x_{\max} \times N_A \times e$$

$$Q = 1,0 \cdot 10^{-2} \times 6,02 \cdot 10^{23} \times 1,602 \cdot 10^{-19}$$

$$Q = 964 \text{ C}$$

6.

$$225 \text{ mAh} = 225 \cdot 10^{-3} \times 3600 = 810 \text{ C}$$

La capacité réelle est inférieure à la capacité théorique.

Une cause pour rendre compte de l'écart entre la valeur maximale et la valeur réelle : la réaction n'est pas totale.

7.

« Énergie stockée dans une pile : $E = Q \times U$ où Q est la capacité électrique de la pile en coulomb (C) et U la tension à vide en volt (V) à ses bornes »

« Tension à vide aux bornes de la pile au lithium : $U = 3,0 \text{ V}$ »

$$E = Q \times U$$

$$E = 918 \times 3,0$$

$$E = 2954 \text{ J}$$

Énergie massique :

$$E_m = \frac{E}{m}$$

$$E_m = \frac{2954}{2,9}$$

$$E_m = 950 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$$

L'énergie massique de la pile au lithium utilisé dans le défibrillateur est supérieure aux piles :

- zinc – argent
- zinc – air
- alcaline

L'énergie massique de la pile au lithium utilisé dans le défibrillateur est inférieur à la pile lithium - monofluorure de carbone . Cependant elle est du même ordre de grandeur.

On s'attendait à une valeur élevée de l'énergie massique de la pile au lithium utilisé dans le défibrillateur car celle-ci doit être implantée et donc pouvoir fournir de l'énergie sur un temps long afin de la changer le plus tard possible.