

CLASSE : Terminale

VOIE : Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53

EXERCICE C : au choix du candidat (5 points)

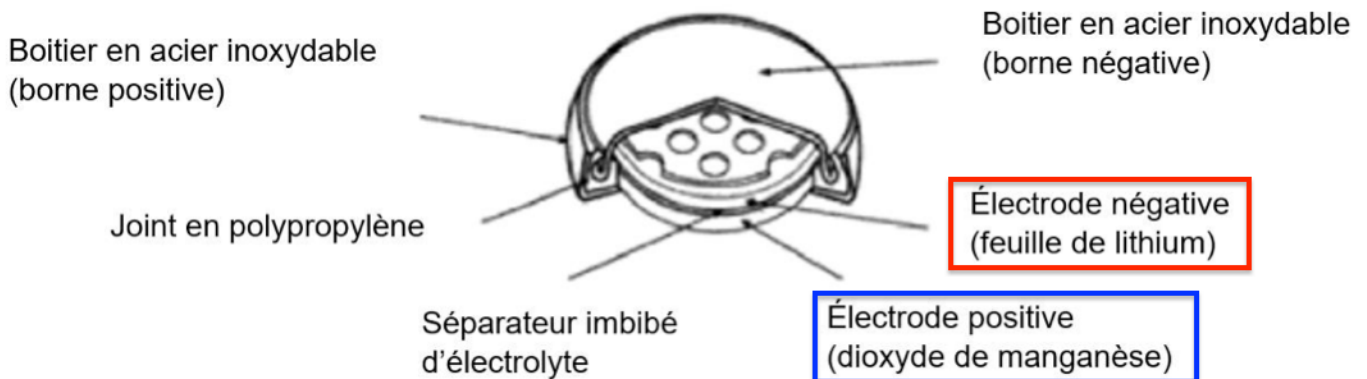
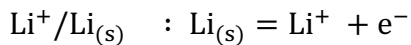
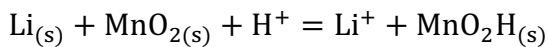
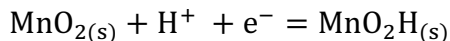
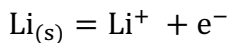
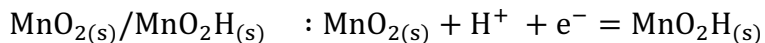
ENSEIGNEMENT : physique-chimie

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui sans mémoire, « type collègue »

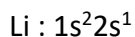
EXERCICE C au choix du candidat

Défibrillateur cardiaque implantable (5 points)

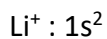
1.

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.

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

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

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

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

d'ou

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

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

$$Q = 964C$$

6.

$$255 \text{ mAh} = 255 \cdot 10^{-3} \times 3600 = 918 C$$

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 inférieure 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.