



Alimentation d'un appareil auditif

Parties du programme *Les piles*

Pour alimenter un appareil auditif, deux types de piles boutons sont disponibles :

- une pile bouton zinc-manganèse ;
- une pile bouton zinc-air.

Leurs caractéristiques sont les suivantes.

Type de pile	Quantité d'électricité disponible	Masse de la pile	Tension	Intensité du courant lors du fonctionnement de l'appareil auditif
zinc-manganèse	à déterminer	0,5 g	1,5 V	2,0 mA
zinc-air	182 mA·h	0,5 g	1,5 V	2,0 mA

L'objectif de l'exercice est de déterminer la pile à privilégier pour une plus grande autonomie de fonctionnement de l'appareil auditif.

Données :

- masses molaires atomiques : $M(\text{Zn}) = 65 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{Mn}) = 55 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
 $M(\text{O}) = 16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- constante de Faraday : $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Partie A : étude de la pile zinc-manganèse

Dans une pile bouton zinc-manganèse, une électrode contient du zinc $\text{Zn}(\text{s})$ et l'autre du dioxyde de manganèse $\text{MnO}_2(\text{s})$ et du carbone $\text{C}(\text{s})$. Le carbone n'intervient pas dans le couple de la demi-pile mais permet notamment la conduction du courant.

Afin de déterminer la polarité de la pile, on branche la borne COM d'un voltmètre à l'électrode de carbone et la borne V à l'électrode de zinc, on mesure alors une tension de $-1,50 \text{ V}$.

Électrode de carbone

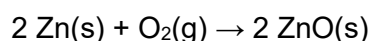
Électrode de zinc



1. Déduire de cette mesure de la tension à vide la polarité de chaque électrode en précisant le raisonnement.
2. Indiquer la polarité des bornes de la pile, le sens de déplacement des électrons ainsi que le sens du courant.
3. Les demi-équations électrochimiques se produisant aux électrodes de la pile sont les suivantes :
$$\text{Zn(s)} + 2 \text{HO}^{\ominus}(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnO(s)} + \text{H}_2\text{O}(\ell) + 2 \text{e}^{-}$$
$$\text{MnO}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) + 1 \text{e}^{-} \rightarrow \text{MnO}_2\text{H(s)} + \text{HO}^{\ominus}(\text{aq})$$
- 3.1. Associer chaque demi-équation électrochimique à l'électrode correspondante et préciser si elle est le siège d'une oxydation ou d'une réduction.
- 3.2. Établir l'équation de la réaction modélisant le fonctionnement de la pile, en précisant la démarche.
4. Sachant que la masse initiale de l'électrode en zinc est $m_{\text{Zn}} = 55 \text{ mg}$, déterminer la quantité de matière initiale de zinc n_{Zn} présente dans la pile.
5. En admettant que le zinc est entièrement consommé et que le dioxyde de manganèse $\text{MnO}_2(\text{s})$ est en excès, déduire la quantité de matière $n_{\text{e}^{-}}$ d'électrons échangés au cours de la transformation chimique.
6. Vérifier que la valeur de la quantité d'électricité disponible dans la pile est voisine de $Q_1 = 164 \text{ C}$.
7. Calculer la durée de fonctionnement de la pile zinc-manganèse.

Partie B : étude de la pile zinc-air

L'équation de la réaction modélisant le fonctionnement de la pile correspond à l'oxydation du zinc en oxyde de zinc par le dioxygène de l'air :



Un des deux couples redox mis en jeu est le couple $\text{O}_2(\text{g})/\text{H}_2\text{O}(\ell)$.

1. Écrire l'équation de demi-réaction électrochimique correspondant à ce couple et justifier le caractère oxydant du dioxygène.
2. Calculer la durée de fonctionnement de la pile zinc-air en vous aidant de ses caractéristiques.

Partie C : choix de la pile à privilégier

À l'aide des parties A et B et des informations disponibles, indiquer le type de pile qu'il faudrait privilégier pour l'alimentation d'un appareil auditif. Justifier la réponse.