

| Compétences évaluées | Critère de réussite correspondant au niveau | Critère présent |
|---|--|-----------------|
| <p>S'approprier</p> <p>Extraire des informations. Mobiliser ses connaissances. Identifier des grandeurs physiques pertinentes.</p> <p>(7 critères ici) 7 critères A 5 à 6 critères B 2 à 4 critères C Moins de 2 critères D</p> | Retrouver la durée totale d'utilisation $\Delta t_1 = 302 \text{ h}$ ou 488 h | |
| | Retrouver la durée totale d'utilisation par jour $\Delta t_2 = 16 \text{ h / jour}$ | |
| | La masse de cette pile est $m = 1,9 \text{ g}$ | |
| | Retrouver la relation liant l'énergie, la puissance, et la durée totale d'utilisation : $\Delta E = P \Delta t$ | |
| | Donner la relation liant la puissance électrique à la tension et l'intensité électriques $P = U \cdot I$ | |
| | Puisque devant le temps d'utilisation relativement long, on peut négliger les variations de tension au début et à la fin de la décharge et considérer que la tension aux bornes de la résistance testée ne varie pas au cours du temps. - Si la prothèse auditive se comporte comme une résistance de valeur 625Ω , on considérera que la tension de service de la pile est $1,25 \text{ V}$ (voir courbes) (et $2,1 \text{ mA}$) - Pour une résistance de 1000Ω , la tension est $1,3 \text{ V}$ (et $1,3 \text{ mA}$) | |
| Dans le cas d'une pile, l'énergie est stockée sous forme chimique | | |
| <p>Analyser</p> <p>Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites. Construire les étapes de son raisonnement</p> <p>(5 critères ici) 4 à 5 critères A 2 à 3 critères B 1 critères C 0 critère D</p> | Donner la relation liant la puissance électrique disponible à la tension et l'intensité au point de fonctionnement : $P_{\text{(elec dispo)}} = U_{\text{fonct}} \cdot I_{\text{fonct}}$ | |
| | Simulation du comportement de la prothèse par une résistance (Ou au même point de fonctionnement) . Ou Le point de fonctionnement est obtenu par intersection des 2 caractéristiques (une droite croissante passant par l'origine pour la résistance, décroissante ne passant pas par l'origine pour la pile) Ou tracé qualitatif des courbes. | |
| | Trouver la relation liant l'énergie «électrique» massique W_{mass} à la puissance électrique et à la masse de la pile (à partir des unités) : $W_{\text{mass}}_{\text{(elec dispo)}} = \Delta E_{\text{(elec dispo)}} / m_{\text{pile}}$ | |
| | Devant le temps d'utilisation relativement long, on peut négliger les variations de tension au début et à la fin de la décharge et considérer que la tension aux bornes de la résistance testée ne varie pas au cours du temps. | |
| Donner la relation liant la puissance chimique à la puissance électrique disponible par la réaction chimique, connaissant l'intensité de fonctionnement : $P_{\text{(chim)}} = E \cdot I_{\text{fonct}}$ | | |
| <p>Réaliser</p> <p>Effectuer des calculs littéraux ou numériques. Mener la démarche afin de répondre aux problèmes</p> <p>(4 critères ici) 4 critères A 3 critères B 1 ou 2 critères C 0 critère D</p> | Calculer la période de changement de pile | |
| | Calculer l'énergie «électrique» massique W_{mass} de la pile (possible aussi en utilisant $P_R = RI^2$) | |
| | Calculer l'énergie chimique stockée dans la pile. | |
| | Maîtriser correctement les unités. | |
| <p>Valider</p> <p>Faire preuve d'esprit critique. Discuter de la pertinence du résultat trouvé. (2 crit) 2 critères A 1 critère B Ordre grandeur sans vérif C 0 critère D</p> | Comparer l'énergie «électrique» massique W_{mass} avec l'ordre de grandeur donné dans l'énoncé. | |
| | Vérifier l'ordre de grandeur du rendement. | |
| <p>Communiquer</p> <p>Rédiger une réponse</p> | Décrire clairement la démarche suivie et montrer ainsi de manière structurée les étapes de résolution | |

Correction : l'énergie stockée dans une pile Pile Zinc-air : (lecture énoncé 3 mn prof énoncé 6 mn élèves)

A titre indicatif est donné le temps normalement utilisé pour répondre à la question

1) (/8 car 3 mn prof) Au bout de combien de jours, la personne utilisant cette prothèse (ou aide) auditive devra-t-elle changer de pile « Zinc - Air » du type Energizer AC675 ? **La prothèse auditive est censée être utilisée 16 h par jour.**

Si la prothèse auditive fonctionne au même point de fonctionnement qu'une résistance de 625Ω la durée totale d'utilisation est $\Delta t = 302 \text{ h}$, la personne appareillée devra changer de pile au bout d'un nombre de jours : $T = 302/16 = 18,9 \text{ jours}$.

Pour 1000Ω : la durée est $\Delta t = 488 \text{ h}$ et $T = 408/16 = 30,5 \text{ jours}$. (ce qui paraît raisonnable pour un mal entendant)

2) (/17) Montrez que l'énergie « électrique » massique a une valeur W_{mass} comprise entre 250 et 400 W.h / kg.

(2) L'énergie massique W_{mass} , ici exprimée en W.h /kg, est l'« énergie électrique » transportée par unité de masse.

(2) Elle est donc calculée par la relation : $W_{\text{mass}} = \Delta E_{(\text{électrique})} / m_{(\text{pile})}$ Où $\Delta E_{(\text{électrique})}$ représente l'« énergie électrique » disponible à la sortie de la pile dans les conditions d'utilisation (point de fonctionnement : valeur du couple U_f, I_f).

(2) Elle est déterminée par la relation : $\Delta E_{(\text{électrique})} = P_{(\text{électrique})} \cdot \Delta t$, où Δt est la durée d'utilisation. Or $P_{(\text{électrique})} = U_f \cdot I_f$

(4) La prothèse auditive fonctionne avec le même point de fonctionnement qu'une résistance.

Si cette résistance a une valeur de 625Ω elle est traversée par une intensité $I_f = 2,1 \text{ mA}$

Si cette résistance a une valeur de 1000Ω elle est traversée par une intensité $I_f = 1,3 \text{ mA}$

La tension électrique à ses bornes est constante au cours de la décharge (si on néglige ses variations initiale et finale) :

Pour une résistance de valeur de 625Ω : $U_f = 1,25 \text{ V}$ Pour une résistance de valeur de 1000Ω : $U_f = 1,3 \text{ V}$

Où : Le point de fonctionnement est obtenu par intersection des 2 courbes tension-intensité $U = f(I)$ (1) Pour une résistance R , la tension à ses bornes est proportionnelle à l'intensité qui la traverse, droite passant par l'origine $U = R \cdot I$ (loi d'Ohm). On obtient comme courbe $U = f(I)$ une droite croissante passant par l'origine. La courbe $U = f(I)$ d'une pile est une droite décroissante ne passant pas par l'origine. L'ordonnée à l'origine correspond à la tension à vide E .

Où : tracé des courbes tension-intensité avec intersection

(4) Pour une résistance de 625Ω :

$$P_{(\text{électrique})} = U_f \cdot I_f = 1,25 * 2,1 * 10^{-3} = 2,62 * 10^{-3} \text{ W} = 2,62 \text{ mW}$$

$$\text{Où directement } \Delta E_{(\text{électrique})} = P_{(\text{électrique})} \cdot \Delta t = U_f \cdot I_f \cdot \Delta t = 1,3 * 2,1 * 10^{-3} * 302 = 0,79 \text{ W.h} (= 0,79 * 3600 = 2,85 * 10^3 \text{ J} = 2,85 \text{ kJ})$$

$$\text{Autre méthode : } P_R = U_R \cdot I = R \cdot I \cdot I = R I^2 = 625 * (2,1 * 10^{-3})^2 = 2,75 * 10^{-3} \text{ W} = 2,75 \text{ mW}$$

$$\text{Pour } R = 625 \Omega, \Delta E_R (\text{thermique}) = 625 * (2,1 * 10^{-3})^2 * 302 = 0,83 \text{ W.h} = 0,83 * 3600 = 2,99 * 10^3 \text{ J} = 3,0 \text{ kJ}$$

(3) L'énergie « électrique » massique est $W_{\text{mass}} = 0,79 / (1,9 * 10^{-3}) = 417 \text{ W.h/kg}$ ou $0,83 / (1,9 * 10^{-3}) = 436 \text{ W.h/kg}$

(1) Validation : Par cette méthode, on retrouve la valeur dans l'encadrement du Doc 1, le calcul semble cohérent.

Pour une résistance de 1000Ω :

$$P_{(\text{électrique})} = U_f \cdot I_f = 1,3 * 1,3 * 10^{-3} = 1,69 * 10^{-3} \text{ W} = 1,69 \text{ mW}$$

$$\text{Où directement } \Delta E_{(\text{électrique})} = P_{(\text{électrique})} \cdot \Delta t = U_f \cdot I_f \cdot \Delta t = 1,3 * 1,3 * 10^{-3} * 488 = 0,82 \text{ W.h} (= 0,82 * 3600 = 2,97 * 10^3 \text{ J} = 3,0 \text{ kJ})$$

$$\text{Autre méthode : } P_R = U_R \cdot I = R \cdot I \cdot I = R I^2 = 1000 * (1,3 * 10^{-3})^2 = 1,69 * 10^{-3} \text{ W}, \text{ Pour } \Delta E_R (\text{thermique}) \text{ voir valeur ci-dessus}$$

L'énergie « électrique » massique est $W_{\text{mass}} = 0,82 / (1,9 * 10^{-3}) = 431 \text{ W.h/kg}$

3) (/10) Sous quelle forme l'énergie est-elle stockée dans une pile et quelle est la valeur de cette énergie transportée dans le cas de cette pile « bouton » de type « Zinc-Air » AC675 ? **L'énergie est stockée dans une pile sous forme chimique (1)**

Prothèse auditive de même point de fonctionnement qu'une résistance de 625Ω la durée totale d'utilisation sera $\Delta t = 302 \text{ h}$.

Cette énergie chimique correspond à : $\Delta E_{\text{chim}} = P_{\text{chim}} \cdot \Delta t$

où $P_{\text{chim}} = E \cdot I_f$ et E est la tension électrique provoquée par la réaction

$$\Delta E_{\text{chim}} = E \cdot I_f \cdot \Delta t = 1,4 * 2,1 * 10^{-3} * 302 = 0,89 \text{ W.h} (= 0,89 * 3600 = 3,2 * 10^3 \text{ J} = 3,2 \text{ kJ})$$

Prothèse auditive de même point de fonctionnement qu'une résistance de 1000Ω la durée totale d'utilisation sera $\Delta t = 488 \text{ h}$.

$$\Delta E_{\text{chim}} = E \cdot I_f \cdot \Delta t = 1,4 * 1,3 * 10^{-3} * 488 = 0,89 \text{ W.h} (= 0,89 * 3600 = 3,2 * 10^3 \text{ J} = 3,2 \text{ kJ})$$

Validation : le rendement est ici $\text{rdt} = \Delta E_{\text{elec}} / \Delta E_{\text{chim}} = 0,82 / 0,89 = 92 \%$

ou $\text{rdt} = 0,83 / 0,89 = 93 \%$ ou $\text{rdt} = 0,79 / 0,89 = 88 \%$

suitant la méthode choisie, ce qui correspond bien à au rendement de stockage de l'énergie qui peut dépasser 90%.