

Compétences évaluées	Critère de réussite correspondant au niveau	Critère présent
<p>S'approprier</p> <p><i>Extraire des informations. Mobiliser ses connaissances. Identifier des grandeurs physiques pertinentes.</i></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><i>Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites. Construire les étapes de son raisonnement</i></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><i>Effectuer des calculs littéraux ou numériques. Mener la démarche afin de répondre aux problèmes</i></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><i>Faire preuve d'esprit critique. Discuter de la pertinence du résultat trouvé. (2 crit)</i></p> <p>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><i>Rédiger une réponse</i></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 : $U_f = 1,3 \text{ V}$

Ou : 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.

Ou : tracé des courbes tension-intensité avec intersection

(4) Pour une résistance de 625Ω :

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

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

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

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

(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 :

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

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

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

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%.