

Energie chimique – Exercices – Devoirs

Exercice 1 corrigé disponible

Le robot d'assistance à la personne Romeo

Développé par l'entreprise française Aldebaran Robotics, cet androïde mesure 1,40 m, pèse 40 kg et se veut « un véritable assistant et compagnon personnel » pour les personnes âgées. Romeo peut évidemment marcher, voir en trois dimensions et faire la conversation...



L'énergie utilisée par Romeo est stockée à l'emplacement du cœur et des poumons d'un humain. Elle provient d'un assemblage d'accumulateurs connectés en série et en parallèle. Cet assemblage sera désigné sous le nom de « pack batterie ». Le pack batterie doit avoir une tension nominale de 48 V et une capacité nominale de 3300 mA-h. Les accumulateurs BM18650ETC1 qui le composent sont décrits ci-dessous.

Accumulateur de forte puissance BM18650ETC1

(d'après documentation BMZ GMBH)



Pack batterie constitué de plusieurs accumulateurs BM18650ETC1

Technologie : Lithium Fer Phosphate (LiFePO₄)

Caractéristiques d'un accumulateur :

Masse : 38,8 g Tension nominale : 3,2 V Capacité nominale : 1100 mA-h

1. Déterminer le nombre d'accumulateurs à placer en série et en parallèle pour obtenir le pack batterie complet qui alimente le robot Romeo.

2. Déterminer la masse du pack batterie.
3. Déterminer l'énergie que peut fournir le pack batterie.

On donne ci-dessous le tableau comparatif de quelques technologies d'accumulateurs :

Spécifications	Pb	NiCd	NiMH	LiFePO ₄
Energie massique en Wh·kg ⁻¹	40	60	80	90
Durée de vie en nombre de charge/décharge (pour un taux de décharge de 80 %)	250	1000	400	1500

D'après <https://fr.wikipedia.org>

4. Justifier le choix de la technologie pour assurer l'autonomie énergétique du robot Romeo.
5. En considérant que la valeur moyenne de l'intensité du courant débité est de 2,8 A, déterminer l'autonomie de fonctionnement du robot. En déduire sa puissance moyenne
6. En supposant que le nombre de cycle de charge/décharge vaut 3 chaque jour, quel est la durée de vie du pack batterie ?

Exercice 2 corrigé disponible

En cherchant des batteries lithium-ion pour un mini-drone artisanal, voici ce que l'on a trouvé sur internet, pour un prix de 4 € avec des dimensions de 37mm x 20mm x 8mm :



1. Vérifier que l'énergie stockée dans la batterie vaut environ 1,41 W·h.
2. Réaliser le diagramme d'énergie de la batterie lors de la phase de recharge.
3. Calculer l'énergie volumique de la batterie
4. On connecte une batterie par moteur. Le mini-drone possède 4 moteurs. 80% de l'énergie sert à alimenter les 4 moteurs du mini-drone, chacun ayant une puissance électrique de 15 W.
 - a. Calculer l'énergie électrique disponible pour l'ensemble des 4 moteurs.
 - b. Estimer le temps de vol maximal de l'appareil en minutes et secondes.

Exercice 3 corrigé disponible

Une batterie Li-ion possède les caractéristiques suivantes : 36 V ; 5,0 A·h ; 1,2 kg.

1. A quelle grandeur correspond l'indication 5,0 A·h ?
2. Calculer l'énergie totale stockée dans cette batterie.
3. Déterminer l'énergie massique de cette batterie en $\text{W}\cdot\text{h}\cdot\text{kg}^{-1}$.

4. La batterie est branchée sur un moteur électrique. L'intensité du courant dans le circuit vaut $I = 0,5 \text{ A}$.

- a. Avec quel appareil mesure-t-on l'intensité I du courant ?
- b. Représenter le schéma électrique du circuit ainsi réalisé .
- c. Calculer la durée Δt approximative de fonctionnement du moteur.
- d. Le rendement du moteur vaut 80 % ; représenter la chaîne de puissance mise en jeu lors de l'utilisation du moteur en indiquant la valeur des différentes valeurs
- e. Sous quelle forme est dissipée la puissance thermique ; en déduire la résistance électrique du moteur

Exercice 4 corrigé disponible

Afin de réaliser la maintenance nécessaire, une surveillance de la centrale photovoltaïque est réalisée à partir d'un drone équipé d'une caméra thermique.

Le drone utilisé est équipé de 4 moteurs et présente une masse totale de 1,38 kg (hélices et batteries incluses). L'étude porte sur la batterie qui doit permettre une autonomie de 20 à 30 minutes du drone pour survoler l'ensemble de l'installation.

B.1 Caractéristiques de la batterie alimentant le drone

Le drone est alimenté par l'intermédiaire d'une batterie d'accumulateurs de type « PHANTOM 4 » dont les caractéristiques principales sont présentées dans les **documents B1 et B2**.

- B.1.1. Montrer que l'énergie stockée dans une batterie « PHANTOM 4 » est de l'ordre de 89 W·h.
- B.1.2. Calculer l'énergie massique de cette batterie sachant que l'unité de l'énergie massique est le $\text{W}\cdot\text{h}\cdot\text{kg}^{-1}$.
- B.1.3. Montrer que le résultat précédent est en accord avec les caractéristiques de la batterie « PHANTOM 4 ».
- B.1.4. Cette technologie est la plus couteuse de celles présentées dans le **document B2**. Justifier ce choix de type de batteries pour alimenter un drone.

Document B1 : BATTERIES « PHANTOM 4 »

Type : Lithium-ion-polymère Capacité : 5,87 A·h Tension : 15,2 V Masse : 439 g

Document B2 : Caractéristiques de quelques batteries

Type	W·h/kg	W·h/dm ³
Pb/H ₂ SO ₄ /PBO ₂ Tubulaire	30-40	70-100
Cd/KOH/NiOOH	40-60	120-160
MH/NiOOH	50-80	150-200
H ₂ /NiOOH	60-70	60-90
Zn/AgO	80-120	200-300
Na/NiCl ₂ zébra	80-120	140-150
Li-ion-Polymère	100-210	200-400

Exercice 5

Une batterie au plomb possède les caractéristiques suivantes : 12 V ; 22 A·h ; 700 g.

1. A quelle grandeur correspond l'indication 12 V ? Qu'est-ce que cela signifie ?
2. Calculer l'énergie totale stockée dans cette batterie.
3. Déterminer l'énergie massique de cette batterie en W·h·kg⁻¹.
4. Sans utilisation au bout d'un mois, la batterie se décharge de 5 %. Quelle est l'énergie disponible au bout de 1 mois ?
5. On décide d'alimenter, avec cette batterie partiellement déchargée, un moteur électrique.
 - a. Représenter, ci-contre, le schéma électrique du circuit.
 - b. La puissance du moteur est de 250 W. Combien de temps le moteur va-t-il tourner ?

Exercice 6

Un lycéen souhaite réaliser des courses miniatures avec une voiture électrique. Avant de s'équiper avec un kit commercial, il choisit d'étudier les données techniques pour choisir le meilleur accumulateur possible

Document 1
Pack éco buggy 1/10

- **BUGGY**
 Buggy radiocommandé électrique pour la pratique du modélisme en tout terrain : quatre roues motrices, quatre amortisseurs hydrauliques, moteur électrique d'une puissance de 40 W, télécommande à volant. **Vitesse maxi 45 km/h.** Masse : 1 410 g.
- **CHARGEUR NI-MH**
 Ce chargeur automatique fonctionne sous 230 V et délivre un courant de charge de 1 A. Soit environ 2 heures de charge pour un accumulateur de 2 000 mAh.
- **ACCUMULATEUR NI-MH 7,2 V 2200 mAh**
Le kit comprend une télécommande à volant communiquant à une fréquence de 2,4 GHz.
 La télécommande fonctionne avec 4 piles AA (LR6 1,5 V) non incluses dans le kit.



Document 3			
Accumulateur	Caractéristiques techniques	Avantages	Inconvénients
Nickel-Métal Hydrure (Ni-MH) 	Capacité 2200 mAh Densité massique comprise entre 60 et 110 Wh/kg Nombre cycles charge/décharge : 800 à 1000	Peu d'effet mémoire (l'effet mémoire est un phénomène qui affecte les performances et la durée de vie des accumulateurs lorsque ceux-ci sont rechargés avant d'être totalement déchargés).	Autodécharge supérieure à 30 % par mois. Ne pas décharger complètement.
Li-ion 	Capacité 2200 mAh Densité massique comprise entre 150 et 190 Wh/kg Nombre de cycles charge/décharge : 500 à 1000	Aucun effet mémoire.	Autodécharge d'environ 10 % par mois. Cette technologie Li-ion nécessite un circuit de protection, car elle peut être dangereuse (risque d'explosion de l'accumulateur sans système de protection).

1. Le vendeur fournit un accumulateur pour l'alimentation de la voiture et recommande l'achat de piles pour la télécommande. Quelle est la principale différence entre pile et accumulateur ? Pourquoi le vendeur privilégie-t-il l'une ou l'autre technologie selon l'usage ?
2. Déterminer, d'après le document, la quantité d'électricité Q disponible dans l'accumulateur Ni-MH.
3. Calculer l'énergie disponible $E_{\text{élec}}$ que peut fournir l'accumulateur.
4. Identifier la puissance électrique moyenne $P_{\text{élec}}$ absorbée par le moteur de la voiture. En déduire la durée maximale possible de jeu sans recharge de l'accumulateur.
5. Le lycéen envisage de faire des courses de vitesse avec son véhicule. Il hésite entre les deux modèles d'accumulateurs. À l'aide du document 3, justifier le choix d'accumulateur le plus judicieux pour alimenter l'accumulateur.

Exercice 7

Pour l'alimentation électrique du moteur, on utilise 2 batteries 12 V branchées en série dont les caractéristiques sont les suivantes :

- tension d'utilisation : 12 V ;
- capacité : 8,0 A.h.

- 2.1. Exprimer puis calculer la valeur de l'énergie en W.h contenue dans chacune des batteries 12 V.
- 2.2. La durée d'un cycle du volet roulant (ouverture et fermeture) étant de l'ordre de 3 minutes, déterminer l'énergie électrique nécessaire à un cycle d'utilisation du volet roulant. On rappelle que la puissance électrique consommée par le moteur est de 120 W.
- 2.3. Au bout de combien de cycles faut-il recharger les batteries ?

Exercice 8

L'image ci-contre est celle des caractéristiques d'une batterie de téléphone portable.

- C.1. Déterminer la tension d'alimentation du téléphone portable.
- C.2. Préciser à quoi correspond l'indication « 1900 mAh ».
- C.3. Déterminer l'énergie E stockée dans la batterie (formule, calcul).
- C.4. Sachant que la puissance électrique disponible aux bornes de la batterie est $P = 0,88 \text{ W}$, en déduire :
 - la durée d'autonomie Δt de cette batterie,
 - l'intensité moyenne I du courant débité par cette batterie.



Exercice 9