

Les réponses doivent être justifiées. Les résultats doivent être donnés avec leurs unités. La présence d'une copie double, la présentation et l'orthographe sont également appréciées [1 pt]. **Calculatrice autorisée.**

Exercice 1. Electricité - 20' - 7 pts

Le robot tondeuse coupe l'herbe à votre place, il est autonome et efficace et permet un gain de temps précieux.

Il est équipé d'une batterie Li-ion dont la charge est principalement régulée par un bloc d'alimentation. Il dispose de plusieurs moteurs permettant son déplacement, la coupe de l'herbe et le réglage de la hauteur de coupe.

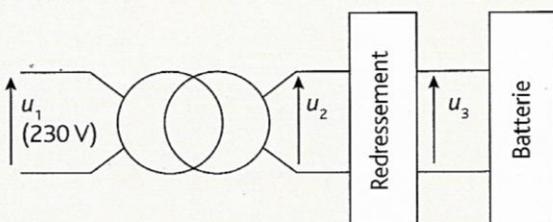


DOC. 1 Fiche technique du robot tondeuse.

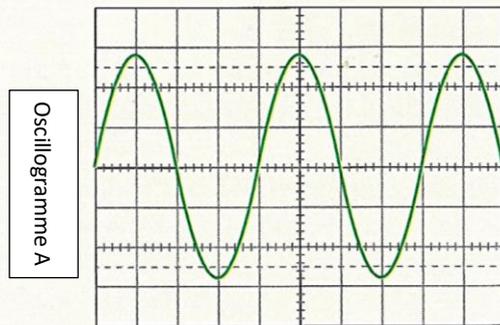
Modèle	Husqvarna 430X
Batterie	Batterie lithium-ion : 18 V / 5,2 A.h / 93,6 W.h
Longueur de câble basse tension	10 m
Consommation d'énergie moyenne à une utilisation maximale	18 kWh / mois sur une zone de travail de 3200 m ²
Courant de charge	4,2 A CC
Temps de charge moyen	60 minutes

(d'après husqvarna.com)

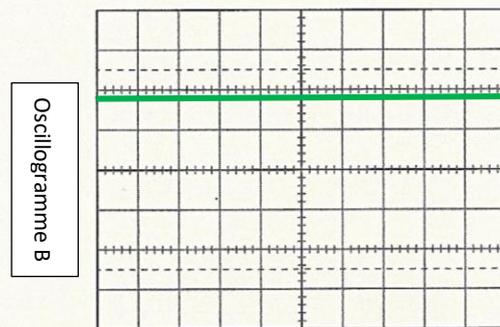
DOC. 2 Dispositif simplifié de charge de la batterie.



DOC. 3 Oscillogrammes idéalisés des tensions $u_2(t)$ et $u_3(t)$.



Voie : 10 V / DIV ;
Base de temps : 5 ms / DIV



Voie : 10 V / DIV ;
Base de temps : 5 ms / DIV

1. » **S'approprier** Relever, sur le doc.1, les valeurs avec les unités de :
 - la tension u_{BAT} délivrée par la batterie ;
 - la capacité totale Q_{BATmax} de la batterie ;
 - l'énergie totale stockée E_{BATmax} dans la batterie.
2. » **Mobiliser ses connaissances** Vérifier, par le calcul, la cohérence entre ces trois valeurs.
3. » **Raisonner** Associer à chaque oscillogramme du doc. 3, la tension qui lui correspond (u_2 ou u_3). En déduire le type de conversion réalisée par le bloc redressement.
4. » **Réaliser** Proposer un schéma électrique permettant de relever les tensions $u_2(t)$ et $u_3(t)$.
5. » **Réaliser** À partir des oscillogrammes du doc. 3, déterminer, pour la tension sinusoïdale :
 - la période T , en déduire la fréquence f ;
 - la valeur efficace ;
 Bien justifier les calculs.
6. » **Réaliser • Valider** À partir du doc. 3, déterminer la valeur de la tension continue. Est-elle « adaptée » pour recharger la batterie ?

Exercice 2. Radioactivité - 30' - 12 pts

L'astate est un élément de numéro atomique $Z = 85$. Tous ses isotopes sont radioactifs. Parmi eux, l'astate 211 possède des propriétés utiles pour lutter

contre certains cancers : sa demi-vie est courte et il se désintègre en libérant une particule alpha de haute énergie.

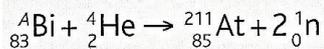
(d'après techniques-ingénieur.fr)

Données :

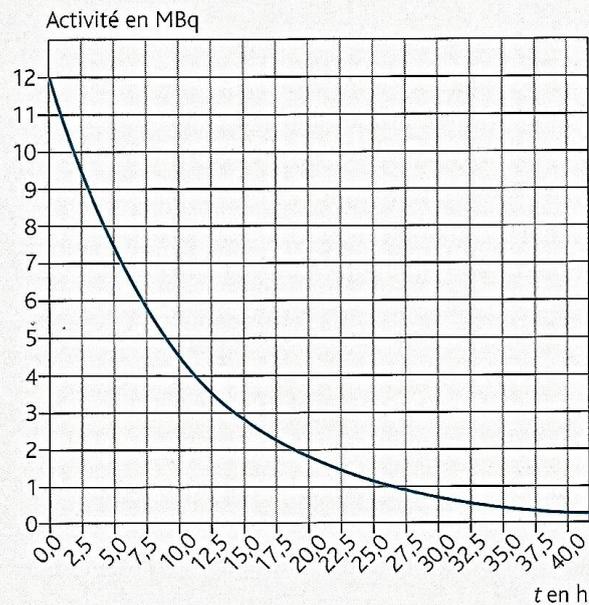
Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J·s.
Célérité de la lumière dans le vide
 $c = 3,00 \times 10^8$ m·s⁻¹.

DOC. 1 Synthèse de l'astate 211.

L'astate 211 est très rare dans la nature ; il peut cependant être synthétisé dans un accélérateur de particules. Un procédé courant consiste à bombarder un isotope du bismuth par de l'hélium 4. Il se forme de l'astate 211 avec libération de deux neutrons. L'équation de cette réaction a pour forme :



DOC. 2 Décroissance de l'activité d'un échantillon d'astate 211.



1. Donner la composition d'un noyau d'hélium 4. Bien justifier.

2. Déterminer le nombre de masse A de l'isotope de bismuth de la réaction (doc. 1). Nommer cet isotope.

3. L'astate 211 se désintègre en bismuth 207 par émission d'une particule alpha. Celle-ci permet de détruire les cellules cancéreuses.

Rappeler les trois types de désintégrations radioactive (nom et type de particules émises).

4. Préciser le nom et la formule de la particule émise lors de la désintégration du ${}_{85}^{211}\text{At}$ en ${}_{83}^{207}\text{Bi}$.

5. Le noyau fils ${}_{83}^{207}\text{Bi}$ qui se forme lors de cette désintégration se trouve dans un état excité. Il se désexcite en émettant un photon d'énergie $1,70 \times 10^{-15}$ J.

Calculer la fréquence, puis la longueur d'onde du rayonnement émis par désexcitation du ${}_{83}^{207}\text{Bi}$.

6. On considère que l'activité d'une source radioactive est négligeable au-delà d'une durée de 10 demi-vies. Le document 2 représente l'activité au cours du temps d'un échantillon d'astate 211 utilisé en milieu hospitalier.

Rappeler la définition de l'activité d'une source radioactive, en précisant l'unité.

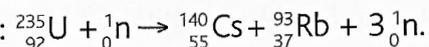
7. Déterminer l'activité initiale de l'échantillon d'astate 211 considéré (doc. 2).

8. Déterminer la durée de demi-vie de l'astate 211 en expliquant la méthode utilisée (doc. 2).

9. Calculer la durée à partir de laquelle l'activité de l'échantillon est devenue négligeable. Justifier simplement.

BONUS Exercice 3. Energie nucléaire +3 pts

En 2018, les centrales nucléaires ont délivré 393 TWh sous forme d'énergie électrique. Cette énergie provient presque exclusivement de la fission de l'uranium 235. On souhaite estimer la masse d'uranium 235 consommée en 2018. Parmi différentes réactions similaires, la fission de l'uranium peut se faire selon l'équation :



Calculer le défaut de masse de cette réaction et en déduire l'énergie libérée en J puis en MeV.



Données

1 TWh = $3,6 \times 10^{15}$ J ; 1 MeV = $1,602 \times 10^{-13}$ J. Célérité de la lumière dans le vide : $c = 299\,792\,458$ m·s⁻¹.

	Neutron	Rubidium 93	Césium 140	Uranium 235	Uranium 238
Masse (kg)	$1,6749 \times 10^{-27}$	$1,543007 \times 10^{-25}$	$2,323381 \times 10^{-25}$	$3,902996 \times 10^{-25}$	$3,95293 \times 10^{-25}$