

EXAMEN FINAL**Automne 2011**

Durée de l'épreuve : 1 heure 30 mn

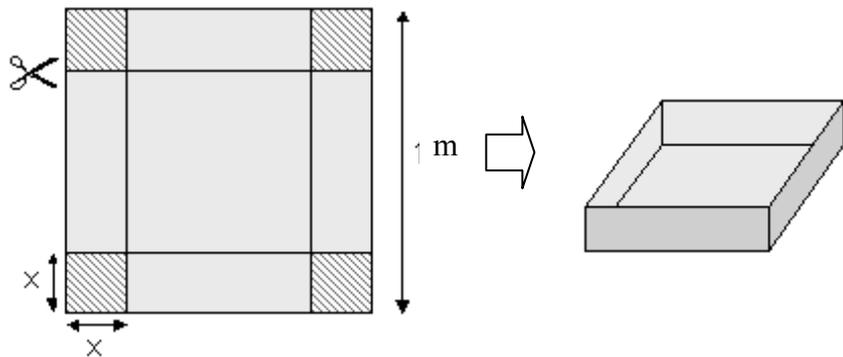
- Il est conseillé aux candidats de prendre connaissance de la totalité du texte du sujet avant de répondre à toute question.
- Les candidats doivent respecter les notations de l'énoncé et préciser, dans chaque cas, la numérotation de la question.
- On accordera la plus grande attention à la clarté de la rédaction, à la présentation, aux schémas et à la présence d'unité de mesure. Les résultats seront encadrés.

Les exercices sont indépendants - Documentation : Une feuille A4 recto/verso est autorisée

Exercice 1:

Un constructeur automobile souhaite fabriquer un véhicule tout électrique. Il envisage d'incorporer sous le châssis un coffre métallique (sous la forme d'une boîte carrée sans couvercle) pour accueillir le banc de batteries. Afin de façonner ce coffre, il dispose d'une tôle métallique carrée de 100cm de côté, il découpe dans chaque coin des carrés de x centimètres de côté. En relevant les bords il obtient le coffre souhaité (voir figure ci-contre).

On donne $1\text{cm}^3 = 10^{-3}$ litre



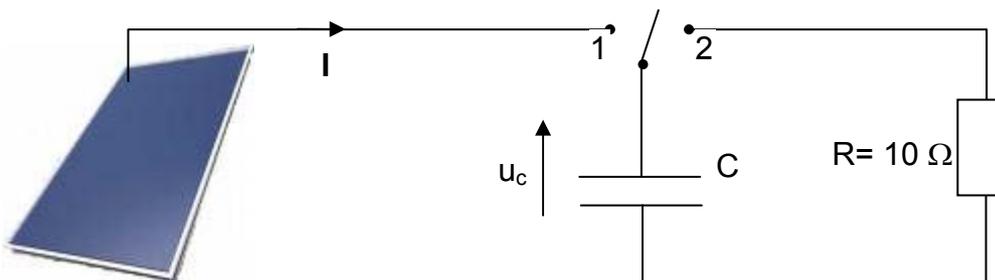
- 1) Quel est l'ensemble des valeurs possible pour x (en cm)
- 2) Donnez l'expression du volume $V(x)$ du coffre ainsi obtenu en fonction de x
- 3) On souhaite maximiser ce volume, quelle valeur de x rend $V(x)$ maximal.
- 4) Calculez ce volume maximal en litre

Les batteries embarquées sont d'une technologie au Lithium et disposent d'une densité d'énergie volumique de 400 Wh/l.

- 5) Quelle est la quantité d'énergie qui sera embarquée dans le volume dédié.
- 6) Si on considère que le véhicule électrique consomme une puissance constante de 6 kW, quelle est l'autonomie obtenue en heure.

Exercice 2:

Un panneau solaire est utilisé pour charger un supercondensateur « SCap » de capacité ($C = 1000\text{F}$) durant la journée (interrupteur en position 1), afin que ce dernier alimente une lampe (résistance R) durant la nuit (interrupteur en position 2).



En position 1 (de l'instant 0 à t_1), le condensateur (initialement déchargé) se charge à courant constant $I = 20A$. Ainsi, la courbe de la Fig.1 est relevée :

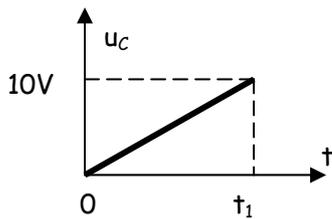


Fig 1. Charge de SCap

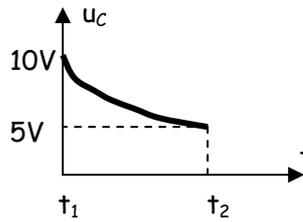


Fig 2. Décharge du SCap

1) Calculez le temps t_1 correspondant à une tension de SCap de 10V.

2) Calculez l'énergie $E_{reçue}$ emmagasinée par le SCap en position 1.

En position 2 (de l'instant t_1 à t_2), le SCap se décharge dans la résistance R (Fig. 2). L'équation de

décharge est de la forme $u_C = Be^{-(t-t_1)/\tau}$

3) Déterminez les constantes B, τ et t_2 .

4) Calculez l'énergie (E_r) dissipée par effet joule dans R pour alimenter la lampe.

5) Calculez en heures/minutes la durée de fonctionnement de la lampe lorsqu'elle est alimentée par SCap.

Stockage hydrogène de l'énergie solaire et utilisation d'une pile à combustible

L'énergie solaire peut être utilisée pour produire (durant la journée) de l'hydrogène grâce à un électrolyseur. Ce dernier stocke de l'hydrogène qui est utilisé comme combustible pour la pile à combustible qui elle-même produit de l'énergie électrique la nuit pour l'alimentation de la lampe.

L'hydrogène réagit au sein de la pile pour produire des électrons (électricité) selon l'équation suivante :



La quantité d'énergie produite dans une pile à combustible est donnée par la relation suivante :

$$Q = n(e^-) \times F \quad [C] = \text{nombre de mol d'électron utilisés dans la réaction [mol]} \times \text{nombre de Faraday [C/mol]}$$

$$F = 9.65 \cdot 10^4 \text{ C/mol [Coulomb / mol]}$$

Durant la journée, l'énergie solaire (en utilisant le panneau précédent) a permis à l'électrolyseur de produire et de stocker $n(H_2) = 7 \cdot 10^{-2}$ mol. Ce dernier est entièrement utilisé comme combustible durant la nuit. Dans ce dernier cas, la lampe est alimentée avec un courant de 0.7 A.

6) Calculez le nombre de mol d'électron ($n(e^-)$) échangé lors de la combustion de $n(H_2)$

7) calculez la quantité d'énergie produite.

8) Calculez en heures/minutes la durée de fonctionnement de la lampe lorsqu'elle est alimentée par cette pile. Comparez avec la question 5).