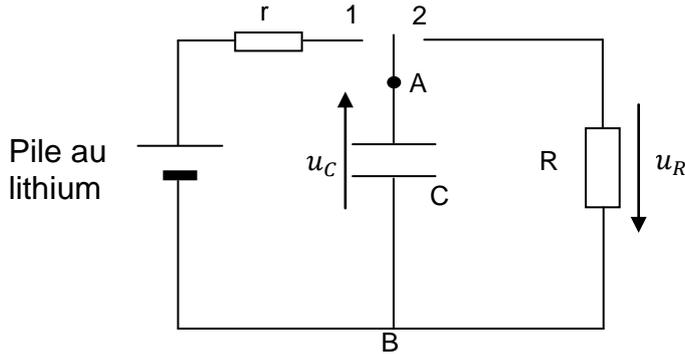


Nom et Prénom :

PHYSIQUE, CHIMIE ET STIMULATEUR CARDIAQUE

Un stimulateur cardiaque est un dispositif hautement perfectionné et très miniaturisé, relié au cœur humain par des électrodes (appelées les sondes). Le stimulateur est actionné grâce à une pile intégrée, généralement au lithium ; il génère de petites impulsions électriques de basse tension qui forcent le cœur à battre à un rythme régulier et suffisamment rapide. Il comporte donc deux parties : le boîtier, source des impulsions électriques, et les sondes, qui conduisent le courant.

Le générateur d'impulsions du stimulateur cardiaque peut être modélisé par le circuit représenté ci-dessous :



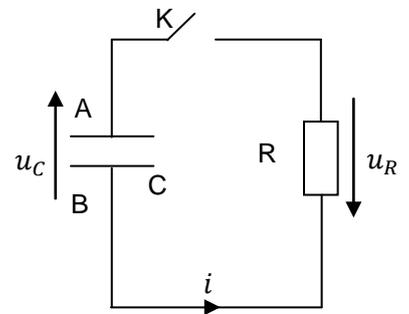
La valeur de r est très faible, de telle sorte que le condensateur se charge très rapidement lorsque l'interrupteur est en position 1. Lorsque la charge est terminée, l'interrupteur bascule en position 2. Le condensateur se décharge lentement dans la résistance R , de valeur élevée.

Quand la tension aux bornes de R atteint une valeur donnée (e^{-1} fois sa valeur initiale, avec $\ln(e) = 1$), le boîtier envoie au cœur une impulsion électrique par l'intermédiaire des sondes. L'interrupteur bascule simultanément en position 1 et la recharge du condensateur se fait quasiment instantanément à travers r . Le processus recommence.

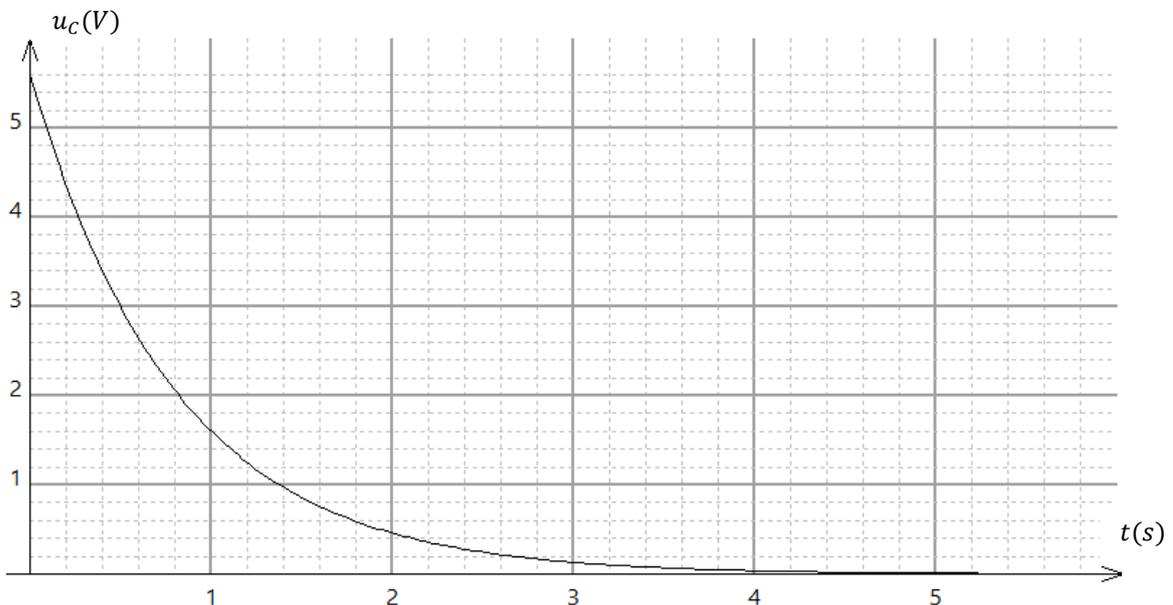
D'après Physique, Terminale S, Ed. Bréal

Pour déterminer la valeur de la résistance R , on insère le condensateur préalablement chargé sous la tension E dans le circuit schématisé ci-contre :

La valeur de la capacité C du condensateur utilisé est : $C = 0,40 \mu\text{F}$



On enregistre alors l'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur en fonction du temps.



1 - Exploitation de la courbe

- a - Déterminer graphiquement la valeur de la tension E. Justifier.
- b - Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ correspondant à la décharge du condensateur, en justifiant brièvement.

0,5

1

2 - Détermination de R

- a - En respectant les notations du schéma ci-dessus, donner :
- la relation liant l'intensité du courant i et la charge q de l'une des armatures du condensateur, que l'on précisera ;
 - la relation liant u_R et i .

0,5

0,5

- b - Montrer que la tension u_C aux bornes du condensateur vérifie l'équation différentielle :

$$\frac{du_C}{dt}(t) + \frac{1}{RC}u_C(t) = 0$$

1,5

- c - Montrer que cette équation différentielle admet une solution de la forme :

$$u_C(t) = A \cdot e\left(-\frac{t}{\tau}\right)$$

2

Donner les expressions de A et τ en fonction de E, C et R.

- d - Déterminer la valeur de R.

1

3 - Les impulsions

On admet pour la suite que, tant que le condensateur se décharge, l'évolution de u_R en fonction du temps est donnée par :

$$u_R(t) = 5,6 \cdot e\left(-\frac{t}{0,80}\right)$$

Une impulsion électrique est envoyée au cœur lorsque la tension aux bornes de R atteint 2,1 V.

- a - Déterminer la date à laquelle a lieu la première impulsion électrique après le début de la décharge du condensateur.
- b - Que se passe-t-il après cette date ? Représenter l'allure de l'évolution de u_R au cours du temps lors de la génération des impulsions. Préciser les valeurs remarquables.
- c - Déterminer la fréquence des impulsions de tension ainsi générées. On exprimera le résultat en hertz, puis en impulsions par minute. Vérifier que le résultat est bien compatible avec une fréquence cardiaque normale (80 battements/min).

1

1

1