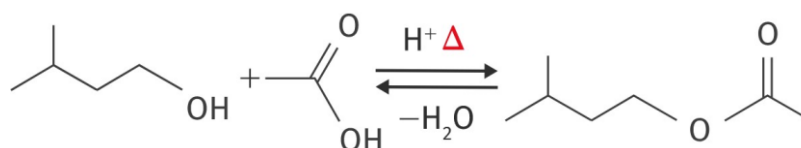


DS**DEVOIR DE SCIENCES-PHYSIQUES**

*Il sera tenu compte du soin apporté à la présentation et à la rédaction.
Le sujet comporte deux exercices.*

A. Synthèse au micro-ondes (/6)

On compare deux protocoles de synthèse de l'arôme de banane selon la réaction d'estérification suivante :

**Doc. 1** ► Synthèse classique par chauffage à reflux

Dans un ballon, introduire :

- 15,0mL de 3 méthylbutan-1-ol,
- 20mL d'acide éthanoïque,
- et 1mL d'acide sulfurique concentré.

Adapter un réfrigérant à eau et porter à ébullition douce à 120°C pendant 45 minutes.

À la fin de la synthèse, après les étapes d'extraction et de purification, un volume de 15,5mL d'ester est obtenu.

Doc. 2 ► Synthèse au micro-onde

La synthèse par chauffage à micro-ondes permet d'effectuer en quelques secondes des synthèses pouvant durer plusieurs heures avec un système de chauffage conventionnel. En effet, une augmentation de 10°C permet de diviser par deux le temps de réaction.

Dans un récipient, introduire :

- 15,0mL de 3 méthylbutan-1-ol,
- 8,0mL d'acide éthanoïque,
- et 1mL d'acide sulfurique concentré.

Le récipient est placé dans le four à micro-ondes et chauffé pour atteindre 180°C. À la fin de la synthèse, après les étapes d'extraction et de purification, le volume est de 19,5mL d'ester. Le rendement atteint 93%.

Données :

| Espèces | M (g.mol ⁻¹) | ρ (g.mL ⁻¹) | Solubilités |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 3-méthylbutan-1-ol | 88 | 0,81 | Très peu soluble dans l'eau |
| acide éthanoïque | 60 | 1,05 | Très soluble dans l'eau |
| éthanoate de 3-méthylbutyle | 130 | 0,87 | Très peu soluble dans l'eau |

1. Calculer les quantités initiales d'acide éthanoïque et d'alcool lors de la synthèse classique par chauffage à reflux puis celle d'ester formé. En déduire le rendement de la synthèse classique.
2. Déduire de l'écart de températures entre les deux protocoles la durée de la synthèse par chauffage aux micro-ondes.

B. Un générateur d'impulsions, le stimulateur cardiaque (/14)

Notre cœur se contracte plus de 100 000 fois par jour. Il bat 24h sur 24 pendant toute notre vie grâce à un stimulateur naturel : le nœud sinusal. Lorsque celui-ci ne remplit plus correctement son rôle, la chirurgie permet aujourd'hui d'implanter dans la cage thoracique un stimulateur artificiel (ou pacemaker), qui va forcer le muscle cardiaque à battre régulièrement en lui envoyant de petites impulsions électriques par l'intermédiaire de sondes. Le boîtier de celui-ci mesure 5cm de large et 6mm d'épaisseur, il pèse environ 30g.

Ce pacemaker est en fait un générateur d'impulsions.

Il peut être modélisé par le circuit électrique en dérivation donné ci-dessous, qui comprend un condensateur de capacité $C = 370\text{nF}$, un conducteur ohmique de résistance R , une pile spéciale et un transistor qui joue le rôle d'interrupteur, K .

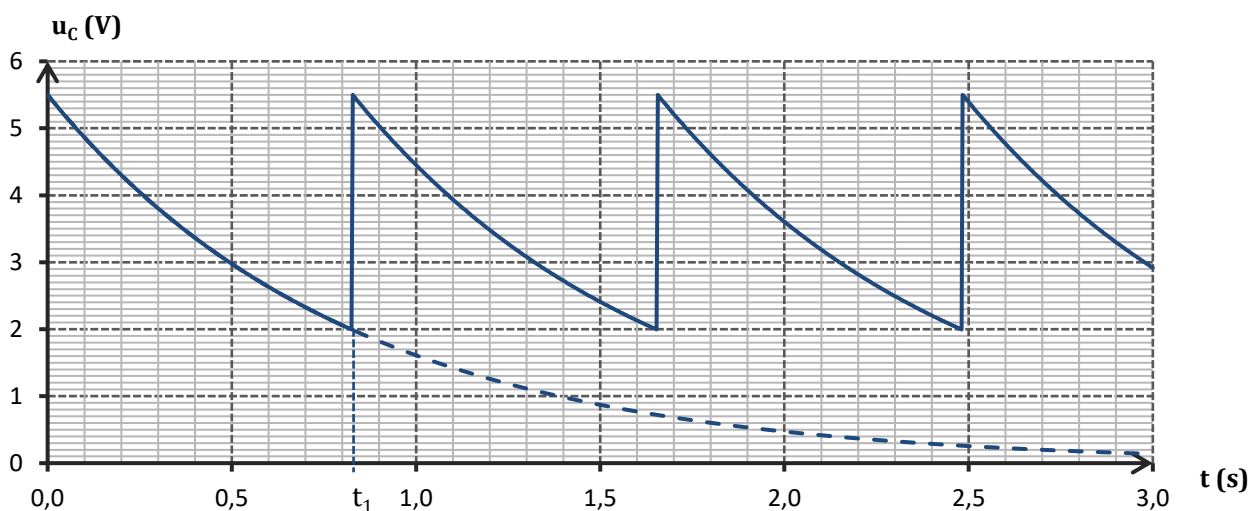
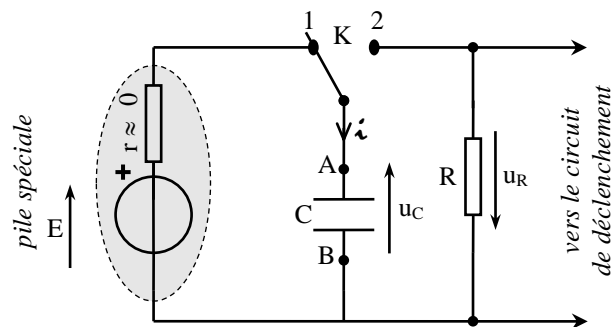
La pile qui apparaît dans ce dispositif peut être modélisée par l'association en série d'une résistance r (ici très faible voire négligeable) et d'un générateur idéal de tension de force électromotrice E .

Quand l'interrupteur est en position (1), le condensateur se charge de façon quasi-instantanée.

Lorsque la charge est complète, l'interrupteur bascule en position (2), le condensateur se décharge lentement à travers le conducteur ohmique de résistance R élevée, jusqu'à une valeur limite $u_{\text{lim}} = E / e$ (où "e" est l'exponentiel de 1 : $e = e^1$).

À cet instant, le circuit de déclenchement envoie une impulsion électrique vers les sondes qui la transmettent au cœur (on obtient alors un battement !) et l'interrupteur bascule à nouveau en position (1)...

La tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur a au cours du temps l'allure indiquée sur la courbe ci-dessous.



Charge du condensateur

1. Quand l'interrupteur est en position (1), le condensateur se charge de façon quasi-instantanée. Pourquoi ce phénomène est-il extrêmement rapide ? Sur la courbe représentant $u_C(t)$, surligner en vert la ou les portions qui correspondent à la tension u_C lors de la charge du condensateur.
2. Pour obtenir l'enregistrement de l'évolution temporelle de la tension u_C , on utilise un ordinateur muni d'une interface d'acquisition de données et d'un logiciel de saisie. Sur le schéma, indiquer où doivent être branchées la masse M de l'interface et la voie Y_A d'acquisition pour visualiser les variations de la tension u_C .
3. À partir de la courbe, déterminer la valeur de la force électromotrice E , tension aux bornes de la pile.

Décharge du condensateur

4. Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$ lors de la décharge du condensateur (K en position 2).
5. Montrer que $u_C(t) = E \cdot e^{-t/\tau}$ est solution de l'équation différentielle.
6. Montrer que le produit RC a la même unité qu'une durée.
7. Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ de ce circuit. En déduire la valeur de R .

Lien entre décharge du condensateur et battements de cœur

8. A l'instant t_1 , le circuit de déclenchement génère une impulsion électrique.
 - a. Donner la valeur de t_1 lue graphiquement.
 - b. Ce temps t_1 correspond à l'intervalle de temps entre deux impulsions électriques consécutives envoyées au cœur. En déduire le nombre de battements de cœur par minute.
 - c. À partir de l'expression de u_{lim} donnée, montrer que le lien entre t_1 et τ était prévisible.