

RENFORCEMENT DES CAPACITES N°5 EN PCT A EDUCAPRO EN Tles CD DU 31 MAI 2026

Compétences disciplinaires évaluées

CD₁ : Elaborer une explication d'un fait ou d'un phénomène de son environnement naturel ou construit en mettant en œuvre les modes de raisonnement propres à la physique, à la chimie et à la technologie.

CD₂ : Exploiter la physique, la chimie et la démarche technologique dans la production, l'utilisation et la réparation d'objets technologiques.

CD₃ : Apprécier l'apport de la physique, de la chimie et de la technologie à la vie de l'homme.

A- CHIMIE ET TECHNOLOGIE

Contexte

La saponification est une réaction chimique d'une importance cruciale dans la synthèse de nombreux produits indispensables dans notre quotidien. C'est le cas des savons et des produits cosmétiques.

Une étude réalisée au laboratoire vise :

- la cinétique de la saponification de l'éthanoate d'isopropyle ;
- la saponification de la palmitine.

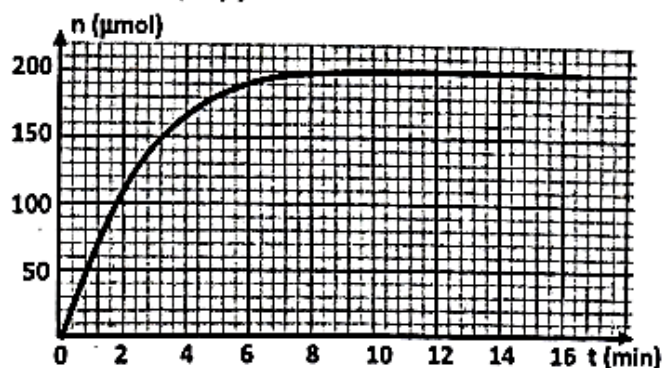
Support

❖ Cinétique de la saponification de l'éthanoate d'isopropyle

- On prépare un mélange équimolaire d'éthanoate d'isopropyle et d'hydroxyde de sodium de volume déterminé et on réalise les deux expériences suivantes :

✓ Première expérience : on effectue le suivi cinétique de la réaction par une méthode appropriée. On obtient le tracé de la courbe 1.

✓ Deuxième expérience : Pendant l'évolution de la réaction, on mesure à des dates régulières la valeur de la concentration des ions hydroxyde dans le mélange. On obtient le tableau suivant dans lequel C_0 est la concentration molaire initiale des ions hydroxyde dans le mélange.



Courbe 1 : courbe d'évolution temporelle du nombre de moles n d'éthanoate de sodium formé.

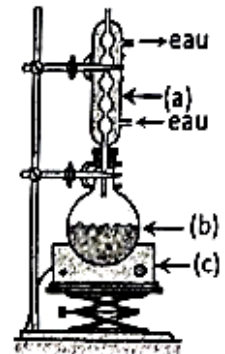
$\ln\left(\frac{C_0}{[OH^-]}\right)$	0,0	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5	5,4	6,3	7,2
t (min)	0	2	4	6	8	10	12	14	16

- Données

- ✓ Échelles : en abscisses : 1 cm pour 1 min ; en ordonnées : 2 cm pour une unité de $\ln\left(\frac{C_0}{[OH^-]}\right)$.
- ✓ Il y a accord entre deux valeurs d'une même grandeur déterminées par deux méthodes différentes si l'écart relatif e ($e = 2 \frac{|Valeur1 - valeur2|}{Valeur1 + valeur2} \times 100$) entre ces deux valeurs est inférieur ou égal à 7 %.

❖ Saponification de la palmitine

- La palmitine est un triglycéride présent essentiellement dans l'huile de palme. Son hydrolyse donne l'acide palmitique ($C_{15}H_{31}COOH$).
- On dispose d'un dispositif de chauffage à reflux (figure ci-contre) et d'une huile de palme contenant 47 % en masse de palmitine.
- On introduit, dans le ballon, 20 mL d'huile de palme, 20 mL de soude à 10 mol.L^{-1} , 20 mL d'éthanol et quelques grains de pierre ponce.
- On chauffe à reflux le mélange pendant 15 minutes environ et, par un procédé approprié, on récupère une masse m de savon.
- Données
 - ✓ Masse molaire de la palmitine : $M = 806 \text{ g.mol}^{-1}$;
 - ✓ Masse molaire du palmitate de sodium : $M_s = 278 \text{ g.mol}^{-1}$;
 - ✓ Masse volumique de l'huile de palme utilisée : $\rho = 0,9 \text{ g.mL}^{-1}$;
 - ✓ Rendement de la réaction : $r = 80\%$.



Tâche : Expliquer des faits et décrire l'utilisation du matériel approprié

PARTIE 1 : MOBILISATION DES RESSOURCES

1.

- 1.1. Définir le temps de demi-réaction.
- 1.2. Déterminer, à partir de l'équation de la réaction entre un acide gras ($R-COOH$) et le glycérol ($CH_2OH - CHOH - CH_2OH$), la formule générale d'un triglycéride.
- 1.3. Choisir, justification à l'appui, la bonne expression :

Le rendement de synthèse d'une masse m d'un produit P modélisée par l'équation : $\alpha A + \beta B \longrightarrow \gamma C + \delta P$, où A est le réactif limitant, a pour expression :

$$a) r = \frac{\alpha \cdot m \cdot M(A)}{\delta \cdot m' \cdot M(P)} \quad ; \quad b) r = \frac{\alpha \cdot m' \cdot M(A)}{\delta \cdot m \cdot M(P)} \quad ; \quad c) r = \frac{\delta \cdot m \cdot M(A)}{\alpha \cdot m' \cdot M(P)}$$

$M(A)$ et $M(P)$ sont respectivement les masses molaires de A et P , m' est la masse du réactif A .

PARTIE 2 : RESOLUTION DE PROBLEMES

2.
 - 2.1. Expliquer, à partir de la courbe 1, l'évolution temporelle de la vitesse de formation de l'éthanoate de sodium.
 - 2.2. Tracer la courbe 2 représentant les variations de $\ln\left(\frac{C_0}{[OH^-]}\right)$ en fonction du temps.
 - 2.3. Déterminer, en exploitant les courbes 1 et 2, deux valeurs du temps de demi-réaction puis vérifier si ces deux valeurs sont en accord.
3.
 - 3.1. Donner le nom et le rôle de chacun des constituants a), b) et c) du dispositif de chauffage à reflux du support.
 - 3.2. Écrire l'équation globale de la saponification de la palmitine et citer ses caractéristiques.
 - 3.3. Calculer la masse du savon obtenu.

B- PHYSIQUE ET TECHNOLOGIE

Contexte

Dans l'histoire des applications technologiques des lois de la physique, beaucoup d'instruments d'investigation ont vu le jour. On peut citer :

- L'utilisation d'un cyclotron dans la protonthérapie, une technique de traitement du cancer de la rétine.
- La chirurgie qui fait recours à un stimulateur cardiaque artificiel ou pacemaker qui force le muscle cardiaque à battre régulièrement en lui envoyant de petites impulsions électriques par l'intermédiaire de sondes

Dans ce cadre, nous proposons de :

- Décrire le mouvement d'un proton lors de la protonthérapie ;
- Apprécier l'efficacité d'un stimulateur cardiaque artificiel.

Support

- ❖ **A propos du mouvement des protons lors de la protonthérapie**
 - En médecine nucléaire, on peut traiter le cancer de la rétine à l'aide d'un cyclotron isochrone. Ce cyclotron accélère des protons, leur permettant d'atteindre à la sortie, une énergie cinétique suffisante pour pénétrer l'œil jusqu'à la rétine (figure 1). Ils transfèrent alors avec précision cette énergie à la tumeur rétinienne cible qui est détruite, tout en épargnant les tissus sains et le nerf optique, sauvant ainsi la vue du patient.
 - Le cyclotron est constitué de trois zones : deux zones (B) et (C) qui sont des Dees semi-circulaires de rayon R_{\max} où règne un champ magnétique uniforme \vec{B} , séparés par un intervalle étroit qui correspond à la zone (A) qui est le siège d'un champ électrique \vec{E} , créé par une tension alternative sinusoïdale $u(t)$.
 - **Fonctionnement du cyclotron** : A l'instant de date $t = 0s$, un proton entre sans vitesse initiale dans la zone (A) par le point O et est accéléré jusqu'en M_1 où il pénètre dans la zone (B) avec une vitesse \vec{V}_1 . Il est alors soumis à une force magnétique \vec{F}_m qui lui permet de décrire un demi-cercle de diamètre M_1N_1 . Le proton quitte alors la zone (B) et revient dans la zone (A) par N_1 au moment où le signe de la tension $u(t)$ a changé, inversant le sens du champ électrique \vec{E} . Le

proton subit alors une nouvelle accélération jusqu'au point M_2 pour entrer dans la zone (C) avec une vitesse \vec{V}_2 . Il décrit à nouveau un demi-cercle de diamètre M_2N_2 plus grand, pour en ressortir en N_2 et ainsi de suite.

➤ Données

- Charge électrique d'un proton : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; masse d'un proton : $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$;
- Largeur de la zone (A) : $d = 1,20 \text{ cm}$; $R_{\text{max}} = 71 \text{ cm}$
- Valeur maximale de $u(t)$: $U_m = 52 \text{ kV}$; valeur du champ magnétique : $B = 1,9 \text{ T}$;
- Le temps de traversée de la zone (A) est négligeable ; le poids du proton est négligeable devant la force électrostatique et la force magnétique.

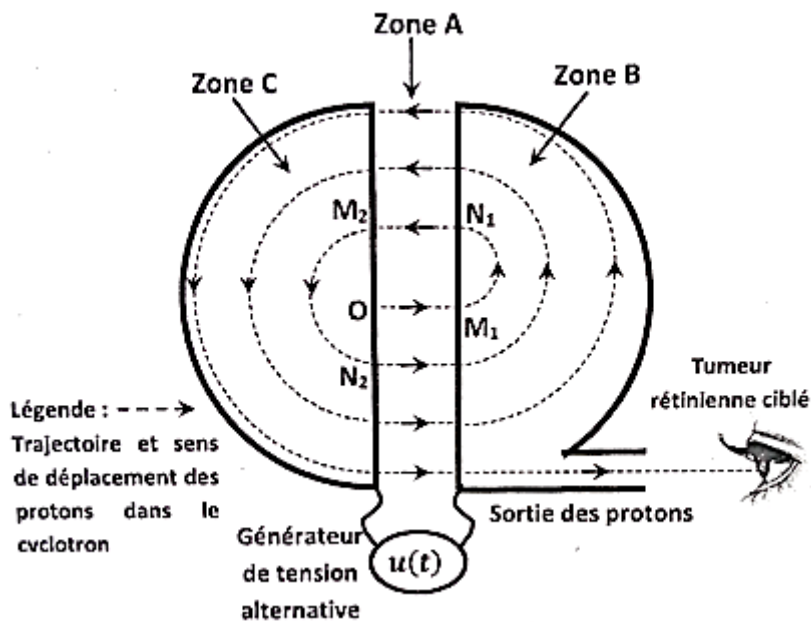


Figure 1 : Vu de dessus des différentes zones du cyclotron avec le trajet des protons

🔍 **propos du stimulateur cardiaque artificiel**

- Le stimulateur cardiaque artificiel ou pacemaker est modélisé par le circuit électrique ci-contre. Quand l'interrupteur qui est un transistor est en position (1), la pile spéciale charge le condensateur de façon quasi-instantanée. Puis, l'interrupteur bascule en position (2) : le condensateur se décharge lentement à travers le conducteur ohmique de résistance R , jusqu'à une valeur limite $u_{Cum} = 37E/100$. A cet instant, le circuit de déclenchement envoie une impulsion électrique vers les sondes qui la transmettent au cœur : on obtient alors un battement ! Cette dernière opération terminée, l'interrupteur bascule à nouveau en position (1) et le condensateur se charge, ainsi de suite.

- Résistance du conducteur ohmique : $R = 1,7 \cdot 10^6 \Omega$
- Capacité condensateur : $C = 4,7 \cdot 10^{-7} \text{ F}$
- Caractéristiques de la pile spéciale : $E = 5,7 \text{ V}$; $r = 0 \Omega$
- Un cœur normal bat entre 60 et 80 fois par minute.

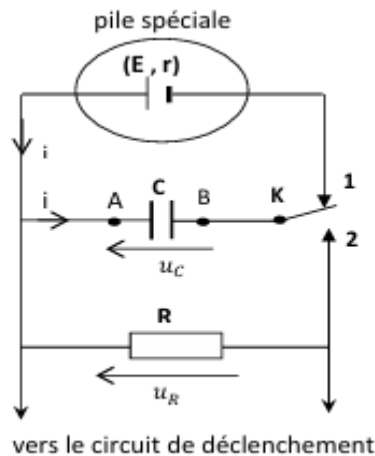


Figure 2 : Circuit électrique modélisé

Tâche : Expliquer des faits et apprécier l'apport de la physique et de la technologie à la vie de l'homme

Partie 1 : Mobilisation des ressources

1

- 1.1-Dire ce qui se passe au niveau du circuit de la figure 2 lorsqu'on bascule l'interrupteur en position 2 puis l'expression du courant i en fonction de la tension électrique u_c
- 1.2-Calculer la charge maximale de l'armature A à la fin de la charge du condensateur et justifier qu'au cours de la décharge, la tension électrique u_c à ses bornes obéit à l'équation différentielle :

$$\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{RC}u_c = 0.$$

- 1.3-Montrer que le mouvement d'une particule de charge q qui pénètre dans un champ magnétique uniforme \vec{B} avec une vitesse \vec{V}_0 telle que \vec{V}_0 orthogonale à \vec{B} est : plan , circulaire et uniforme

Partie 2 : Résolution de problèmes

2.

- 2.1- Montrer que la durée d'un demi-tour dans chaque Dee ne dépend pas de la vitesse du proton et en déduire la fréquence N de la tension alternative établie dans la zone (A).
- 2.2- Calculer l'énergie cinétique transmise au proton lors de chacune de ses accélérations entre les Dees.
- 2.3- Calculer le nombre de tours qu'un proton devra décrire dans le cyclotron avant son éjection.

3.

- 3.1- Vérifier que $u_c = E \cdot e^{-(t/RC)}$ est une solution de l'équation différentielle obtenue au 1.2.
- 3.2- Déterminer la durée Δt qui sépare deux impulsions électriques consécutives et en déduire le nombre de battements par minute du cœur fonctionnant avec le pacemaker.
- 3.3- Apprécier l'efficacité du pacemaker.