

ELEMENTS DE REPONSE DU TD DU 31 MAI 2026 EN Tles CD A EDUCAPRO

A- CHIMIE ET TECHNOLOGIE

ne		PARTIE 1 : Mobilisation des ressources (15 pts)			
3 pts	1.1.	<b>Définition du temps de demi-réaction</b> Le temps de demi-réaction, noté $t_{1/2}$ , est la durée au bout de laquelle la quantité de matière initiale du réactif limitant est réduite de moitié.			
		<b>C<sub>1</sub> : La production se rapporte à la consigne.</b>	<b>C<sub>2</sub> : La production utilise les ressources visées par la situation d'évaluation.</b>	<b>C<sub>3</sub> : La production est bien raisonnée.</b>	
		Une définition du temps de demi-réaction est donnée. <b>0,5</b>	La définition exploite : - la quantité de matière initiale du réactif limitant ou sa concentration molaire initiale dans le mélange ; - la réduction de moitié du réactif limitant ; <b>1</b> <b>1</b>	La production ne comporte pas de contradiction interne. <b>0,5</b>	
6 pts	1.2.	<b>Détermination de la formule générale d'un triglycéride</b> - Équation de la réaction entre un acide gras et le glycérol. $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{OH} \\   \\ \text{CH} - \text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 - \text{OH} \end{array} + 3\text{R} - \text{COOH} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \text{R} - \text{COO} - \text{CH}_2 \\   \\ \text{R} - \text{COO} - \text{CH} \\   \\ \text{R} - \text{COO} - \text{CH}_2 \end{array} + 3\text{H}_2\text{O}$ - Les produits de cette réaction sont l'eau et le triglycéride dont la formule générale est : $\begin{array}{c} \text{R} - \text{COO} - \text{CH}_2 \\   \\ \text{R} - \text{COO} - \text{CH} \\   \\ \text{R} - \text{COO} - \text{CH}_2 \end{array}$			
		<b>C<sub>1</sub> : La production se rapporte à la consigne.</b>	<b>C<sub>2</sub> : La production utilise les ressources visées par la situation d'évaluation.</b>	<b>C<sub>3</sub> : La production est bien raisonnée.</b>	
		Une formule générale d'un triglycéride est déterminée à partir de la réaction d'un acide gras et du glycérol. <b>1</b>	La production utilise : - comme réactifs, le glycérol et l'acide gras ; <b>1x2</b> <b>0,5x2</b>	- L'équation de la réaction utilisée est équilibrée et traduit une réaction réversible. <b>0,5x2</b> <b>1</b>	
6 pts	1.3.	<b>Choix justifié de la bonne expression du rendement de synthèse du produit P</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expression choisie : a) <math>r = \frac{\alpha \cdot m \cdot M(A)}{\delta \cdot m' \cdot M(P)}</math></li> <li>• Justification</li> </ul> Par définition, pour la réaction d'équation $\alpha A + \beta B \rightarrow \gamma C + \delta P$ , le rendement de synthèse de P s'écrit : $r = \frac{n(P)_{\text{obtenu}}}{n(P)_{\text{attendu}}} \text{ (1) ou } r = \frac{n(P)_{\text{réel}}}{n(P)_{\text{théorique}}}$ $n(P)_{\text{obtenu}} = \frac{m}{M(P)} \text{ (2). D'après l'équation de la réaction, } \frac{n(A)}{\alpha} = \frac{n(P)_{\text{attendu}}}{\delta} \Rightarrow n(P)_{\text{attendu}} = \frac{\delta n(A)}{\alpha}; n(P)_{\text{attendu}} = \frac{\delta m'}{\alpha M(A)} \text{ (3).}$ (2) et (3) dans (1) donnent : $r = \frac{\alpha \cdot m \cdot M(A)}{\delta \cdot m' \cdot M(P)}$			
		<b>C<sub>1</sub> : La production se rapporte à la consigne.</b>	<b>C<sub>2</sub> : La production utilise les ressources visées par la situation d'évaluation.</b>	<b>C<sub>3</sub> : La production est bien raisonnée.</b>	
		Un choix justifié de la bonne expression de rendement est fait. <b>0,5</b>	La production s'appuie sur les relations : - $r = \frac{n(P)_{\text{obtenu}}}{n(P)_{\text{attendu}}}$ ou $r = \frac{n(P)_{\text{réel}}}{n(P)_{\text{théorique}}}$ ; <b>1</b> - $n(P)_{\text{obtenu}} = \frac{m}{M(P)}$ ; $n(A) = \frac{m'}{M(A)}$ <b>1x2</b> - $\frac{n(A)}{\alpha} = \frac{n(P)_{\text{attendu}}}{\delta}$ ; <b>1</b> - $n(P)_{\text{attendu}} = \frac{\delta m'}{\alpha M(A)}$ <b>1</b>	Le choix fait est en cohérence avec la justification. <b>0,5</b>	

**Partie 2 : Résolution de problème (30 pts)**

2.1 Explication de l'évolution temporelle de la vitesse de formation de l'éthanoate de sodium

• **Évolution temporelle de la vitesse de formation de l'éthanoate de sodium**

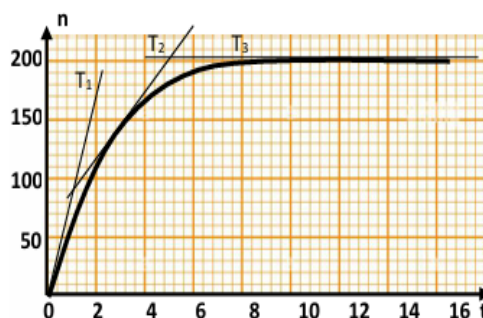
La vitesse de formation d'un corps à une date  $t$  représente graphiquement la pente de la tangente à la courbe de concentration (ou du nombre de moles) du corps en fonction du temps au point d'abscisse  $t$ .

La courbe 1 présente deux parties : une partie à allure croissante pour  $0 \text{ min} \leq t < 8 \text{ min}$  et une partie constante pour  $t \geq 8 \text{ min}$ .

Soient  $T_1$ ,  $T_2$  et  $T_3$  respectivement les tangentes aux dates  $t_1$ ,  $t_2$  et  $t_3$  telles que  $t_1 < t_2 < t_3$  avec  $t_1 = 0 \text{ min}$ ,  $0 \text{ min} \leq t_2 < 8 \text{ min}$  et  $t_3 \geq 8 \text{ min}$ .

Pente ( $T_1$ ) > pente ( $T_2$ ) > pente ( $T_3$ ) : La vitesse de formation de l'éthanoate de sodium diminue dans le temps. Elle est maximale au début ( $t_1 = 0 \text{ min}$ ) de la réaction et s'annule à partir de  $t_3$  ( $t_3 = 8 \text{ min}$ ).

• **Explication**



À  $t = 0 \text{ min}$ , les réactifs sont en grande quantité ; cela facilite les chocs entre ces molécules. La vitesse de formation de l'éthanoate de sodium est donc élevée.

Pour  $0 \text{ min} < t < 8 \text{ min}$ , les réactifs sont consommés progressivement. Leurs quantités de matière diminuent, réduisant ainsi le nombre de chocs entre leurs molécules. La vitesse de formation de l'éthanoate de sodium diminue donc.

Pour  $t_3 \geq 8 \text{ min}$ , les réactifs sont totalement consommés, la réaction s'arrête et sa vitesse s'annule donc.

La vitesse de formation de l'éthanoate de sodium décroît au cours du temps en raison de la diminution des concentrations des réactifs.

**C<sub>1</sub> : La production se rapporte à la consigne.**

**C<sub>2</sub> : La production utilise les ressources visées par la situation d'évaluation.**

**C<sub>3</sub> : La production est bien raisonnée.**

5 pts

Une explication, basée sur la courbe 1, de l'évolution temporelle de la vitesse de formation de l'éthanoate de sodium est donnée.

1

La production :

- établit le lien entre la vitesse instantanée de formation de l'éthanoate de sodium et la pente de la tangente à la courbe au point correspondant ;
- compare les pentes des tangentes à  $t = 0 \text{ min}$ , pour  $0 \text{ min} < t < 8 \text{ min}$  et pour  $t_3 \geq 8 \text{ min}$ .

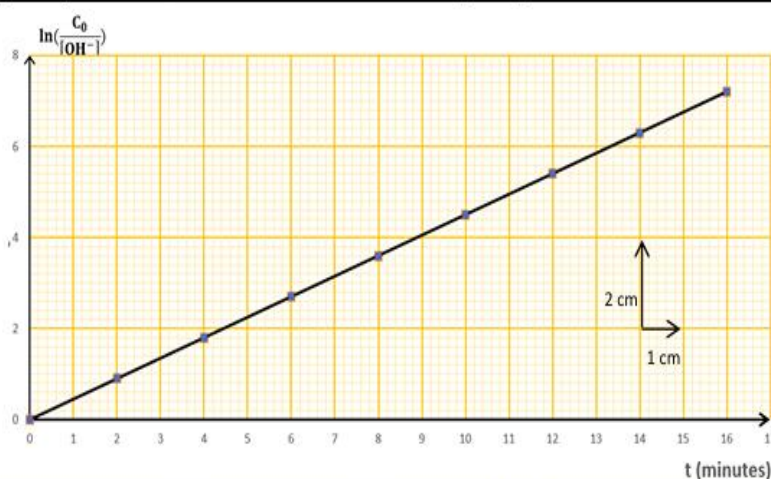
1

1,5

L'explication de l'évolution de la vitesse de formation de l'éthanoate de sodium est en accord avec l'évolution des pentes de la tangente à la courbe.

1,5

2.2 Tracé de la courbe 2 :  $\ln\left(\frac{C_0}{[\text{OH}^-]}\right) = f(t)$



**C<sub>1</sub> : La production se rapporte à la consigne.**

**C<sub>2</sub> : La production utilise les ressources visées par la situation d'évaluation.**

**C<sub>3</sub> : La production est bien raisonnée.**

4,5 pts

Une courbe représentant les variations  $\ln\left(\frac{C_0}{[\text{OH}^-]}\right)$  en fonction du temps  $t$  est tracée.

1

La courbe est tracée en utilisant :

- les couples de valeurs  $(t, \ln\left(\frac{C_0}{[\text{OH}^-]}\right))$  des points du tableau ;
- l'échelle de représentation indiquée.

1

1

La courbe obtenue est une droite linéaire.

1,5

2.3	<p><b>Détermination de deux valeurs du temps de demi-réaction et vérification de l'accord entre les deux valeurs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Détermination des deux valeurs du temps de demi-réaction</b></li> </ul> <p>L'équation de la réaction de saponification produite est :</p> $\text{CH}_3 - \text{COOCH}(\text{CH}_3)_2 + (\text{Na}^+ + \text{OH}^-) \longrightarrow (\text{CH}_3 - \text{COO}^- + \text{Na}^+) + \text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_3$ <p>✓ <b>Exploitation de la courbe 1</b></p> <p>La réaction de saponification est une réaction totale et le mélange initial est stœchiométrique. Le nombre de mole de l'éthanoate de sodium formé en fin de réaction est égal au nombre de mole initial <math>n_i</math> de chacun des deux réactifs ; soit <math>n_i = 200 \mu\text{mol}</math>.</p> <p>À la date <math>t = t_{1/2}</math>, le nombre de mole de chacun des réactifs ayant réagi est</p> $n_{1/2} = \frac{n_i}{2} = 100 \mu\text{mol}.$ <p>Sur la courbe 1, l'abscisse du point d'ordonnée <math>100 \mu\text{mol}</math> est <math>1,8 \text{ min}</math>. On en déduit que <math>t_{1/2} \approx 1,8 \text{ min}</math>.</p> <p>✓ <b>Exploitation de la courbe 2</b></p>	<p>La courbe 2 étant une droite linéaire, son équation s'écrit :</p> $\ln\left(\frac{C_0}{[\text{OH}^-]}\right) = at;$ <p>avec <math>a</math> le coefficient directeur de la droite.</p> <p>À la date <math>t = t_{1/2}</math>, <math>[\text{OH}^-] = \frac{C_0}{2}</math>. Ainsi, <math>\ln\left(\frac{2C_0}{C_0}\right) = at_{1/2} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln 2}{a}</math></p> <p>Graphiquement, <math>a = \frac{4,5-0}{10-0}</math> ; <math>a = 0,45 \text{ min}^{-1}</math> ; <math>t_{1/2} = \frac{\ln 2}{0,45}</math></p> $t_{1/2} = 1,54 \text{ min}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Vérification de l'accord entre les deux valeurs.</b></li> </ul> <p>Calcul de l'écart relatif <math>e = 2 \frac{ \text{Valeur1}-\text{valeur2} }{\text{Valeur1}+\text{valeur2}} \times 100</math></p> $e = 2 \frac{ 1,8-1,54 }{1,8+1,54} \times 100 = 15,57 \%$ <p>Conclusion : <math>15,57 &gt; 7</math> ; <math>e &gt; 7 \%</math> : les deux valeurs de temps de demi réaction ne sont pas en accord.</p>
-----	--	---

6,5 pts	C <sub>1</sub> : La production se rapporte à la consigne.	C <sub>2</sub> : La production utilise les ressources visées par la situation d'évaluation.	C <sub>3</sub> : La production est bien raisonnée.		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deux valeurs de temps de demi-réaction sont déterminées à partir des courbes 1 et 2.</li> </ul>	0,5X2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La production évoque : <ul style="list-style-type: none"> <li>- pour l'exploitation de la courbe 1 : <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ le nombre de mole initial de chacun des deux réactifs est <math>n_i = 200 \mu\text{mol}</math> ;</li> <li>✓ le nombre de mole des réactifs à la date <math>t = t_{1/2}</math> est <math>n_{1/2} = \frac{n_i}{2} = 100 \mu\text{mol}</math> ;</li> </ul> </li> <li>- pour l'exploitation de la courbe 2 : <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <math>\ln\left(\frac{C_0}{[\text{OH}^-]}\right) = at</math> ;</li> <li>✓ <math>t_{1/2} = \frac{\ln 2}{a}</math> ;</li> <li>✓ <math>a = 0,45 \text{ min}^{-1}</math> .</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	0,5 0,5 0,5 0,5 0,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le temps de demi-réaction <ul style="list-style-type: none"> <li>- issu de l'exploitation de la courbe 1 est <math>t_{1/2} = (1,8 \pm 0,1) \text{ min}</math> ;</li> <li>- issu de l'exploitation de la courbe 2 est <math>t_{1/2} = 1,54 \text{ min}</math>.</li> </ul> </li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une vérification de l'accord entre les deux valeurs du temps de demi-réaction est faite.</li> </ul>	0,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La vérification s'appuie sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- le calcul de l'écart relatif entre les deux valeurs du temps de demi-réaction ;</li> <li>- La comparaison de <math>e</math> à 7%.</li> </ul> </li> </ul>	0,5 0,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La conclusion est en accord avec la valeur de l'écart relatif trouvée.</li> </ul>	0,5
--	-----	---	------------	--	-----

3.1	<b>Nom et rôle de chacun des constituants a), b) et c) du chauffage à reflux</b>		
	Constituant	Nom	Rôle
	a)	Condenseur ou réfrigérant à boules	Condense les vapeurs formées lors du chauffage du mélange réactionnel, pour retourner le condensat dans le ballon et ainsi éviter la perte de matières.
	b)	Ballon à fond rond	Contient le mélange réactionnel pendant le chauffage et favorise une ébullition douce et sécurisée.
	c)	Chauffe ballon	Permet de chauffer efficacement le ballon à fond rond.
4 pts	C <sub>1</sub> : La production se rapporte à la consigne.	C <sub>2</sub> : La production utilise les ressources visées par la situation d'évaluation.	C <sub>3</sub> : La production est bien raisonnée.
	Un nom et un rôle de chacun des constituants a), b) et c) du dispositif de chauffage à reflux du support sont donnés.	0,5 X 2	Le nom et le rôle de chacun des constituants sont ceux attendus.

3.2	<b>Équation globale de la saponification de la palmitine et caractéristiques de la réaction</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Équation globale de la saponification de la palmitine           <math display="block">\begin{array}{c} \text{C}_{15}\text{H}_{31}-\text{COO}-\text{CH}_2 \\ \text{C}_{15}\text{H}_{31}-\text{COO}-\text{CH} \\ \text{C}_{15}\text{H}_{31}-\text{COO}-\text{CH}_2 \end{array} + 3(\text{Na}^+ + \text{OH}^-) \longrightarrow 3(\text{C}_{15}\text{H}_{31}-\text{COO}^- + \text{Na}^+) + \text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}</math> </li> <li>Caractéristiques de la réaction de saponification La réaction de saponification est lente, totale et exothermique.</li> </ul>						
	C <sub>1</sub> : La production se rapporte à la consigne.		C <sub>2</sub> : La production utilise les ressources visées par la situation d'évaluation.		C <sub>3</sub> : La production est bien raisonnée.		
5 pts	<ul style="list-style-type: none"> <li>Une équation globale de la réaction de saponification est écrite.</li> </ul>	0,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>La production présente l'équation d'une réaction :           <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ dont les réactifs sont : la palmitine et (Na<sup>+</sup> + OH<sup>-</sup>);</li> </ul> </li> </ul>	0,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'équation est équilibrée.</li> </ul>	0,5	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Des caractéristiques de réaction chimique sont citées.</li> </ul>	0,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ dont les produits sont le palmitate de sodium et le glycérol ;</li> <li>✓ totale.</li> </ul>	0,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les trois caractéristiques sont celles de la saponification.</li> </ul>	0,5x3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de contradiction interne entre ces caractéristiques.</li> </ul>
3.3	<b>Calcul de la masse du savon obtenu</b> <b>Recherche du réactif limitant</b> $\frac{n(\text{palmitine})}{1} = \frac{m(\text{palmitine})}{M} = \frac{0,47\rho.V(\text{huile})}{M};$ $\frac{n(\text{palmitine})}{1} = \frac{0,47 \times 0,9 \times 20}{806} = 0,01 \text{ mol.}$ $\frac{n(\text{Na}^+ + \text{OH}^-)}{3} = \frac{C.V(\text{soude})}{3}; \quad \frac{n(\text{Na}^+ + \text{OH}^-)}{3} = \frac{10 \times 0,02}{3} = 0,067 \text{ mol}$ $\frac{n(\text{palmitine})}{1} < \frac{n(\text{Na}^+ + \text{OH}^-)}{3} : \text{la palmitine est le réactif limitant.}$			<b>Calcul de la masse m</b> Dans cette condition, ) $r = \frac{m(\text{savon}).M}{3.m(\text{palmitine}).M_S} = \frac{m(\text{savon}).M}{3 \times 0,47\rho.V(\text{huile}).M_S}$ $m(\text{savon}) = \frac{3 \times 0,47\rho.V(\text{huile}).r.M_S}{M}$ <b>AN : <math>m(\text{savon}) = \frac{3 \times 0,47 \times 0,9 \times 20 \times 0,80 \times 278}{806} = 7,003 ; m(\text{savon}) \approx 7,0 \text{ g}</math></b>			
	C <sub>1</sub> : La production se rapporte à la consigne.		C <sub>2</sub> : La production utilise les ressources visées par la situation d'évaluation.		C <sub>3</sub> : La production est bien raisonnée.		
5 pts	Une masse du savon obtenu est calculée.	0,5	La production s'appuie sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- la détermination du réactif limitant ;</li> <li>- la relation <math>r = \frac{\alpha.m.M(A)}{\delta.m'.M(P)}</math> avec <math>\alpha = 1</math> et <math>\delta = 3</math> ;</li> <li>- la relation <math>m(\text{palmitine}) = 0,47\rho.V(\text{huile})</math>.</li> </ul>	1 0,5 1	Le calcul de la masse aboutit à : <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'expression <math>m(\text{savon}) = \frac{3 \times 0,47\rho.V(\text{huile}).r.M_S}{M}</math></li> <li>- sa valeur : <math>m(\text{savon}) \approx 7,0 \text{ g}</math></li> </ul>	1,5 0,5	

## B- PHYSIQUE ET TECHNOLOGIE

### Partie1 : MOBILISATION DE RESSOURCES

1.

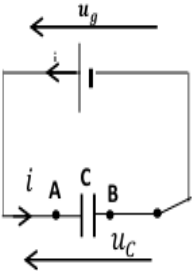
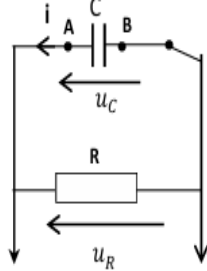
1.1. - Ce qui se passe lorsqu'on bascule l'interrupteur en position 2 (figure 2) :

Ce qui se passe est que le condensateur se décharge dans le conducteur ohmique.

- Expression du courant  $i$  en fonction de  $u_c$ .

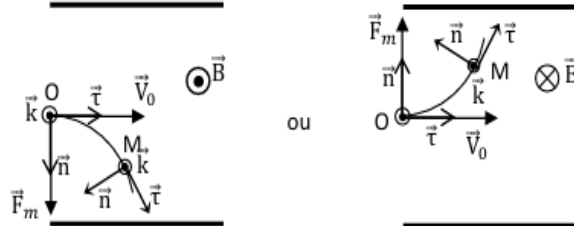
$$i = -C \frac{du_c}{dt}.$$

1.2.

<p><b>Calcul de la charge maximale de l'armature A à la fin de la charge du condensateur</b></p>  <p>D'après la loi des mailles, on a :  <math>u_g - u_c = 0</math> et <math>u_g - \frac{q}{C} = 0</math></p>	<p>A la fin de la charge, on a : <math>u_g = E</math> et <math>q = Q_m</math>          Donc, <math>E - \frac{Q_m}{C} = 0</math>          D'où <math>E = \frac{Q_m}{C}</math> et <math>Q_m = CE</math>          AN : <math>Q_m = 5,7 \cdot 4,7 \cdot 10^{-7}</math>  <math>Q_m = 2,679 \cdot 10^{-6} \text{ C}</math></p> <p><b>Preuve qu'au cours de la décharge, la tension électrique <math>u_c</math> aux bornes du condensateur obéit à l'équation différentielle : <math>\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{RC}u_c = 0</math>.</b>          D'après la loi des mailles, ( voir circuit ci-contre)          on a : <math>u_c - u_R = 0</math> et <math>u_c - Ri = 0</math></p>	 <p>Or <math>i = -\frac{dq}{dt}</math> et <math>q = C \cdot u_c</math> soit <math>i = -C \frac{du_c}{dt}</math>          Donc <math>u_c + RC \cdot \frac{du_c}{dt} = 0</math> D'où <math>\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{RC}u_c = 0</math></p>
<p><b>La production se rapporte à la consigne</b></p> <p>- Une valeur de la charge maximale de l'armature A à la fin de la charge du condensateur est calculée. <b>0,5</b></p> <p>- Une preuve de l'équation différentielle de <math>u_c</math> au cours de la décharge est établie. <b>0,5</b></p>	<p><b>La production utilise les ressources visées par la situation d'évaluation</b></p> <p>- La calcul de <math>Q_m</math> s'appuie sur : la loi des mailles, la relation <math>u_c = \frac{q}{C}</math> et la condition <math>u_g = E</math> pour <math>q = Q_m</math>. <b>0,5</b>  <b>x3</b></p> <p>- L'établissement de l'équation différentielle utilise : la loi des mailles, des expressions de <math>u_R</math>, <math>i</math> et <math>u_c</math> en adéquation avec les convention adoptées. <b>0,5</b>  <b>x4</b></p>	<p><b>La production est bien raisonnée</b></p> <p>- La valeur de <math>Q_m</math> bien calculée. <b>1</b></p> <p>- les étapes de l'établissement de l'équation différentielle s'enchaînent logiquement. <b>1</b></p>

1.3.

<p><b>Preuve que le mouvement d'un proton qui pénètre dans un champ magnétique uniforme <math>\vec{B}</math> avec une vitesse telle que <math>\vec{V}_0 \perp \vec{B}</math> est plan, circulaire et uniforme.</b>          Système : proton de charge <math>q = +e</math> et de masse <math>m</math>.          Référentiel : référentiel terrestre supposé galiléen.          Repère : <math>(M; \vec{\tau}, \vec{n}, \vec{k})</math> avec M confondu à O à <math>t = 0</math> s ; <math>\vec{k}</math> vecteur unitaire colinéaire à <math>\vec{B}</math>.</p>	<p>Forces appliquées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Force magnétique <math>\vec{F}_m</math> ;</li> <li>- Poids <math>\vec{P}</math> du proton. (P est supposé négligeable devant <math>F_m</math>).</li> </ul>
--	--

<p>Schémas</p>  <p>D'après le théorème du centre d'inertie, on a : <math>\vec{F}_m = m\vec{a} \Rightarrow e \cdot \vec{V} \wedge \vec{B} = m\vec{a}</math>  <math>\Rightarrow \vec{a} = \frac{e}{m} \vec{V} \wedge \vec{B}</math>. De cette expression, on déduit que : <math>\begin{cases} \vec{a} \perp \vec{B} \\ \vec{a} \perp \vec{V} \end{cases}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Planéité du mouvement</b>  <math>\vec{a} \perp \vec{B}</math> et <math>\vec{B} \parallel \vec{k} \Rightarrow \vec{a} \perp \vec{k}</math>. Ainsi, <math>a_z = 0</math>. <math>a_z = 0 \Rightarrow V_z = \text{Cte} = V_{0z} = 0</math> (car <math>\vec{V}_0 \perp \vec{k}</math>).  <math>a_z = 0</math> et <math>V_z = 0</math> : le mouvement du proton est plan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Allure du mouvement</b>  <math>\vec{a} \perp \vec{V}</math> et <math>\vec{V} \parallel \vec{\tau} \Rightarrow \vec{a} \perp \vec{\tau}</math>. Ainsi, <math>a_\tau = \frac{dv}{dt} = 0</math>; <math>V = \text{cste}</math>              Le mouvement du proton est uniforme.</li> <li>• <b>Nature de la trajectoire</b>              Le mouvement étant plan, <math>\vec{V} \perp \vec{B} \Rightarrow a = \frac{e \cdot V \cdot B}{m}</math>              Le mouvement étant uniforme, <math>a = a_n = \frac{v^2}{\rho}</math>  <math>\frac{e \cdot V \cdot B}{m} = \frac{V^2}{\rho} \Rightarrow \rho = \frac{m \cdot V}{e \cdot B}</math>  <math>m, V, e</math> et <math>B</math> sont constants donc <math>\rho = \text{cste}</math> :              Le mouvement de (P) est circulaire de rayon <math>R = \frac{m \cdot V_0}{e \cdot B}</math>.              Le mouvement du proton est plan, uniforme et circulaire.</li> </ul>
---	---

<p><b>C<sub>1</sub> : La production se rapporte à la consigne.</b></p> <p>Une preuve de la nature du mouvement du proton dans un champ magnétique uniforme est donnée. <b>0,5</b></p>	<p><b>C<sub>2</sub> : La production utilise les ressources visées par la situation d'évaluation.</b></p> <p>La production s'appuie sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les préalables à l'étude dynamique (système, référentiel, repère, bilan des forces) ; <b>1</b></li> <li>- l'application du théorème du centre d'inertie conduisant à l'expression du vecteur accélération. <b>1</b></li> </ul> <p>La production établit que le mouvement est plan, uniforme et circulaire. <b>1x3</b></p>	<p><b>C<sub>3</sub> : La production est bien raisonnée.</b></p> <p>La chronologie de la démonstration du mouvement plan, uniforme et circulaire est respectée. <b>0,5</b></p>
---	---	---

PARTIE 2 : RESOLUTION DE PROBLEME (35 pts)						
2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preuve que la durée d'un demi-tour dans chaque Dee ne dépend pas de la vitesse du proton               <ul style="list-style-type: none"> <li>Durée <math>\Delta t</math> d'un demi-tour du proton dans un Dee.</li> </ul>               Un demi-tour correspond à un parcours de distance <math>d = \pi R</math>.                Le mouvement étant uniforme, on a : <math>\Delta t = \frac{d}{v_1} = \frac{\pi R}{v_1}</math>.                Or dans le Dee, <math>R = \frac{m \cdot v_1}{e \cdot B}</math>, donc : <math>\Delta t = \frac{m \cdot \pi}{e \cdot B}</math>  <math>m, e, B</math> et <math>\pi</math> sont des constantes indépendantes de la vitesse du proton                On en déduit que la durée d'un demi-tour dans chaque Dee ne dépend pas de la vitesse du proton.             </li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Déduction de la fréquence <math>N</math> de la tension alternative établie dans la zone (A)                Le champ électrique qui règne dans la zone A est un champ créé par une tension alternative sinusoïdale de fréquence <math>N</math>. Son vecteur caractéristique change de sens par demi-période. Pour permettre l'accélération du proton à chaque passage dans cette zone, la fréquence <math>N'</math> du mouvement du proton dans les Dees doit être égale à <math>N</math>.                Si <math>T'</math> est la période mouvement circulaire uniforme du proton dans les Dees, alors <math>T' = 2\Delta t = \frac{2\pi m}{eB}</math> ; <math>N' = \frac{1}{T'} = \frac{eB}{2\pi m}</math> Il vient que <math>N = \frac{eB}{2\pi m}</math>                A.N. <math>N = \frac{1,6 \times 10^{-19} \times 1,7}{2 \times \pi \times 1,67 \times 10^{-27}}</math> ; <math>N = 2,59 \times 10^7</math> ; <math>N \approx 2,6 \times 10^7</math> Hz             </li> </ul>			
	C <sub>1</sub> : La production se rapporte à la consigne.		C <sub>2</sub> : La production utilise les ressources visées par la situation d'évaluation.		C <sub>3</sub> : La production est bien raisonnée.	
6 pts	<ul style="list-style-type: none"> <li>Une preuve que la durée d'un demi-tour dans chaque Dee ne dépend pas de la vitesse du proton est donnée.</li> <li>Une déduction de la fréquence <math>N</math> de la tension alternative établie dans la zone (A) est faite</li> </ul>	0,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>La production s'appuie sur les expressions <math>d = \pi R</math>, <math>\Delta t = \frac{d}{v_1}</math>, <math>R = \frac{m \cdot v_1}{e \cdot B}</math></li> <li>La déduction de la fréquence <math>N</math> de la tension alternative s'appuie sur la relation entre la période de la tension alternative et la fréquence du mouvement du proton.</li> </ul>	0,5 x3	<ul style="list-style-type: none"> <li>La production aboutit à l'expression <math>\Delta t = \frac{m \cdot \pi}{e \cdot B}</math> indépendante de la vitesse du proton.</li> <li>La déduction de la fréquence conduit à :               <ul style="list-style-type: none"> <li>l'expression <math>N = \frac{e \cdot B}{2\pi \cdot m}</math> ;</li> <li>la valeur attendue.</li> </ul> </li> </ul>	1
		0,5		1		1
2.2	<b>Calcul de l'énergie cinétique transmise au proton lors de chacune de ses accélérations entre les Dees</b> Système : Proton de masse $m$ et de charge $q = +e$ Référentiel : Référentiel terrestre supposé galiléen. Forces appliquées à un proton - La force électrostatique $\vec{F}_e$ , - Le poids $\vec{P}$ du proton avec $P \ll F_e$ . Par demi-tour, le proton effectue une traversée dans l'espace entre les Dees.		Ainsi, d'après le théorème de l'énergie cinétique appliqué entre les dates de passage aux points O et M <sub>1</sub> , on a : $\Delta E_c = W(\vec{F}_e)$ ; $W(\vec{F}_e) = e \cdot U_m$ ; $\Delta E_c = e \cdot U_m$ ; $\Delta E_c = e \cdot U_m$ A.N. $\Delta E_c = 1,6 \times 10^{-19} \times 50000$ ; $\Delta E_c = 8 \times 10^{-15}$ J.			
	C <sub>1</sub> : La production se rapporte à la consigne.		C <sub>2</sub> : La production utilise les ressources visées par la situation d'évaluation.		C <sub>3</sub> : La production est bien raisonnée.	
6 pts	Un calcul de l'énergie cinétique transmise au proton lors de chacune de ses accélérations entre les Dees est fait.	0,5	Le calcul fait s'appuie sur : - les préalables à l'étude dynamique (système, référentiel, repère, bilan des forces) ; - l'application du théorème de l'énergie cinétique entre O et M <sub>1</sub> . - l'utilisation de $W(\vec{F}_e) = e \cdot U_m$	1	Le calcul de l'énergie cinétique acquise par chaque proton au passage d'un Dee à l'autre aboutit à : <ul style="list-style-type: none"> <li>l'expression <math>\Delta E_c = e \cdot U_m</math> ;</li> <li>la valeur attendue.</li> </ul>	1,5
		1		1		1

2.3	<b>Détermination du nombre de tours qu'un proton devra décrire dans le cyclotron avant son éjection</b> Lorsque le proton effectue n tours, le gain total en énergie cinétique est $\Delta E_{ct} = 2ne \cdot U_m$ , car la force magnétique ne travaille pas.  Or $v_0 \approx 0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ donc $\frac{1}{2}m \cdot v_{\max}^2 = 2n\Delta E_c \Rightarrow n = \frac{m \cdot v_{\max}^2}{4\Delta E_c}$ (1) Pour n maximal, on a : $R_{\max} = \frac{m \cdot v_{\max}}{e \cdot B}$ (voir 1.1) il vient que	La variation de l'énergie cinétique du proton entre l'instant où il pénètre dans le cyclotron en O et l'instant où il est éjecté avec la vitesse $v_{\max}$ s'écrit : $\frac{1}{2}m \cdot v_{\max}^2 - \frac{1}{2}m \cdot v_0^2 = 2n \cdot e \cdot U_m$  A.N. $n_{\max} = \frac{(1,6 \times 10^{-19})^2 (1,7)^2 (0,69)^2}{4 \times 1,67 \times 10^{-27} \times 8 \times 10^{-15}}$ ; $n_{\max} = 659,127$ $n_{\max} \approx 659,13 \text{ tours}$
-----	--	--

6 pts	$v_{\max} = \frac{e \cdot B \cdot R_{\max}}{m}$ et (1) devient : $n_{\max} = \frac{e^2 \cdot B^2 \cdot R_{\max}^2}{4m \Delta E_c}$					
	<b>C<sub>1</sub> : La production se rapporte à la consigne.</b>		<b>C<sub>2</sub> : La production utilise les ressources visées par la situation d'évaluation.</b>		<b>C<sub>3</sub> : La production est bien raisonnée.</b>	
	Une détermination du nombre de tours qu'un proton devra décrire dans le cyclotron avant son éjection est faite.	La production s'appuie sur : - le gain total en énergie cinétique : $2n \cdot e \cdot U_m$ pour les n tours du proton dans le cyclotron ; - l'expression du rayon de la trajectoire dans un Dee pour $v_{\max}$ : $R_{\max} = \frac{m \cdot v_{\max}}{e \cdot B}$ .	La détermination aboutit à : - l'expression $n_{\max} = \frac{e^2 B^2 R_{\max}^2}{4m \Delta E_c}$ ; - la valeur attendue du nombre de tours.			

3.

3.1	<b>Preuve que <math>u_c = E \cdot e^{-(t/RC)}</math> est une solution de l'équation différentielle obtenue au 1.3.</b>				
Posons $u_c = E \cdot e^{-(t/RC)}$ (1) ; On a successivement : $\frac{d u_c}{dt} = -\frac{E}{RC} e^{-(t/RC)}$ et $\frac{d u_c}{dt} + \frac{1}{RC} u_c = -\frac{E}{RC} e^{-(t/RC)} + \frac{1}{RC} \cdot E e^{-(t/RC)}$					
5,5	Soit $\frac{d u_c}{dt} + \frac{1}{RC} u_c = 0$ ; D'où $u_c = E \cdot e^{-(t/RC)}$ est une solution de l'équation différentielle $\frac{d u_c}{dt} + \frac{1}{RC} u_c = 0$				
<b>La production se rapporte à la consigne</b>  Une preuve que $u_c = E \cdot e^{-(t/RC)}$ est une solution de l'équation différentielle est établie.		<b>La production utilise les ressources visées par la situation d'évaluation</b>  La production utilise l'expression $\frac{d u_c}{dt} = -\frac{E}{RC} e^{-(t/RC)}$	<b>La production est bien raisonnée</b>  La preuve est bien établie.		

3.2	<b>Détermination de la durée <math>\Delta t</math> qui sépare deux impulsions électriques consécutives</b>		AN : $\Delta t = -1,7 \cdot 10^6 \cdot 4,7 \cdot 10^{-7} \ln\left(\frac{37}{100}\right)$		
Pour $t = \Delta t$ , on a : $u_c = u_c \text{ limite} = \frac{37}{100} E$					
La relation (1) devient : $u_c \text{ limite} = E \cdot e^{-(\Delta t / RC)}$					
$\frac{37}{100} E = E \cdot e^{-(\Delta t / RC)}$ et $\frac{37}{100} = e^{-(\Delta t / RC)}$ ; $-\frac{\Delta t}{RC} = \ln\left(\frac{37}{100}\right)$					
7	$\Delta t = -RC \ln\left(\frac{37}{100}\right)$ ; $\Delta t = -RC \ln\left(\frac{37}{100}\right)$		<b>Déduction du nombre N de battements par minute du cœur fonctionnant avec le pacemaker</b> 1 battement $\rightarrow \Delta t$ N battements $\rightarrow 60 \text{ s}$ Donc $N = \frac{60}{\Delta t}$ ; $N = \frac{60}{0,79}$ ; $N \approx 76$ battements		
<b>La production se rapporte à la consigne</b>  - Une durée qui sépare deux impulsions électriques consécutives est déterminée. - Un nombre de battements par minute du cœur fonctionnant avec le pacemaker est déduit.		<b>La production utilise les ressources visées par la situation d'évaluation</b>  La production s'appuie sur : - la condition $t = \Delta t$ pour $u_c = u_c \text{ limite} = \frac{37}{100} E$ - la proportionnalité entre la durée et le nombre de battements du cœur (ou une règle de trois).	<b>La production est bien raisonnée</b>  Les démarches conduisant à la valeur de la durée $\Delta t = 0,79 \text{ s}$ et au nombre $N \approx 76$ de battements par minute sont logiques.		

3.3	<b>Appréciation de l'efficacité du pacemaker.</b>				
Comme $60 < 76 < 80$ alors le cœur fonctionnant avec ce pacemaker bats comme un cœur normal. D'où le pacemaker est efficace.					
3,5	<b>La production se rapporte à la consigne</b>  Un appréciation de l'efficacité du pacemaker est formulée.		<b>La production utilise les ressources visées par la situation d'évaluation</b>  L'appréciation formulée est en adéquation avec le nombre de battements du cœur obtenu.		