

On dispose d'une série de tubes à essai scellés contenant chacun n_0 moles d'acide méthanoïque HCOOH (A), $3n_0$ moles d'éthanol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (B) et quelques gouttes d'acide sulfurique.

1- En utilisant les formules semi développées, écrire l'équation qui symbolise la réaction modélisant la transformation du système. Donner le nom du corps organique (E) formé. (0.75pt)

2- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système et vérifier que le nombre de mole total est invariable au cours du temps. (0.75pt)

3- Une étude expérimentale permet de tracer la courbe de variation de la quantité de matière de (A) au cours du temps (figure-1-).

a- Indiquer brièvement la méthode expérimentale utilisée pour déterminer le nombre de mole de (A) présent dans le mélange à un instant de date t quelconque. (0.75pt)

b- Montrer que la constante d'équilibre K relative à la réaction d'estérification s'écrit sous la forme $k = \frac{\tau_f^2}{(1-\tau_f)(3-\tau_f)}$ avec τ_f le taux d'avancement final de la réaction. (0.75pt)

c- En s'aidant de la courbe donnée, calculer τ_f et vérifier que K est égale à 4. (0.75pt)

d) Calculer n_0 , sachant que l'avancement final est $x_f = 9$ mmol. (0.5pt)

4- a- Etablir l'expression de la vitesse de la réaction en fonction de la dérivée du nombre de moles de (A) par rapport au temps. (0.25)

b- Expliquer graphiquement comment varie cette vitesse au cours du temps. Calculer sa valeur maximale. Quel est le facteur cinétique responsable de cette variation ? (1.25pt)

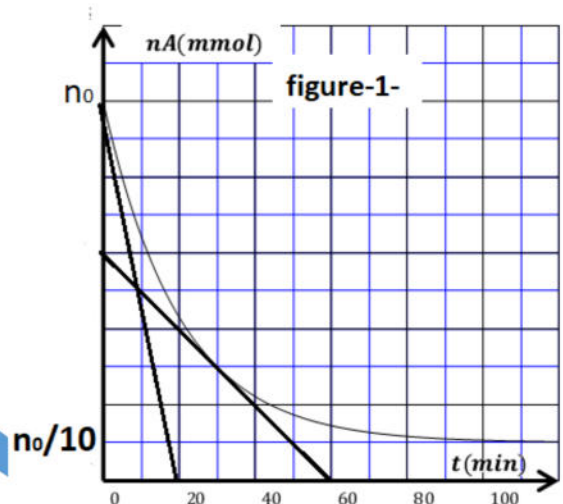
5- Dans une autre expérience, on mélange $n_A = 3 \cdot 10^{-2}$ mol de (A) et n_B mol de (B). sachant que n_B est inférieur à n_A , déterminer n_B pour que le taux d'avancement final de la réaction soit $\tau_f = 0,85$. (0.25pt)

6- On considère maintenant le système formé par $5 \cdot 10^{-2}$ mol de (E), $2 \cdot 10^{-2}$ mol de (B), $5 \cdot 10^{-2}$ mol d'eau et $2 \cdot 10^{-2}$ mol de (A).

a- Dans quel sens évolue le système ? Justifier. (0.5pt)

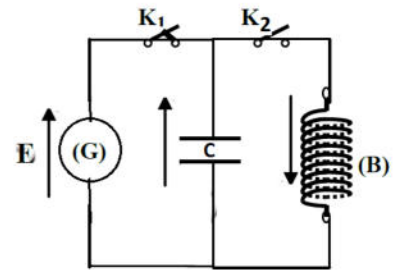
b- Parmi les trois propositions suivantes, choisir en le justifiant la composition du mélange finale. (0.5pt)

	n_A	n_B	n_E	$n(\text{eau})$
Proposition(1)	27mmol	24 mmol	46mmol	45 mmol
Proposition(2)	23.3mmol	23.3mmol	46.7mmol	46.7mmol
Proposition(3)	19mmol	31mmol	40mmol	45mmol

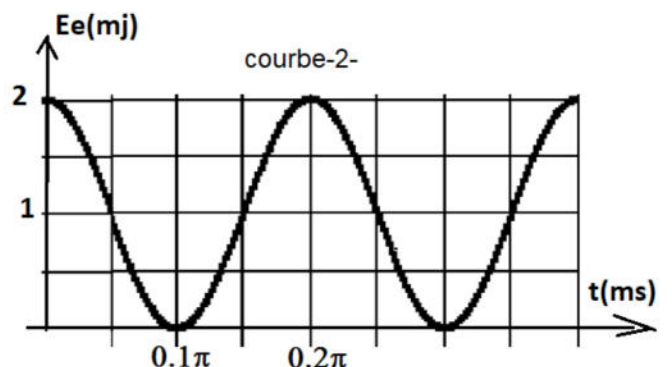
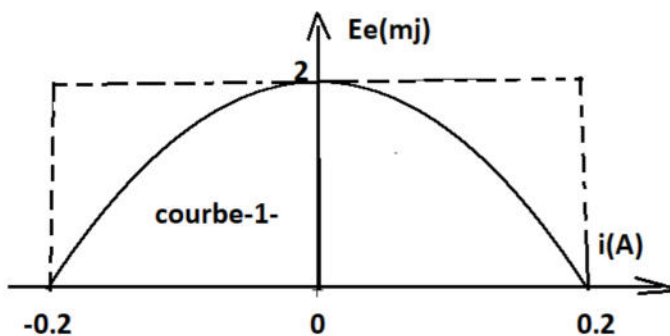


Exercice N°1(7.5 points) Etude d'un circuit LC libre

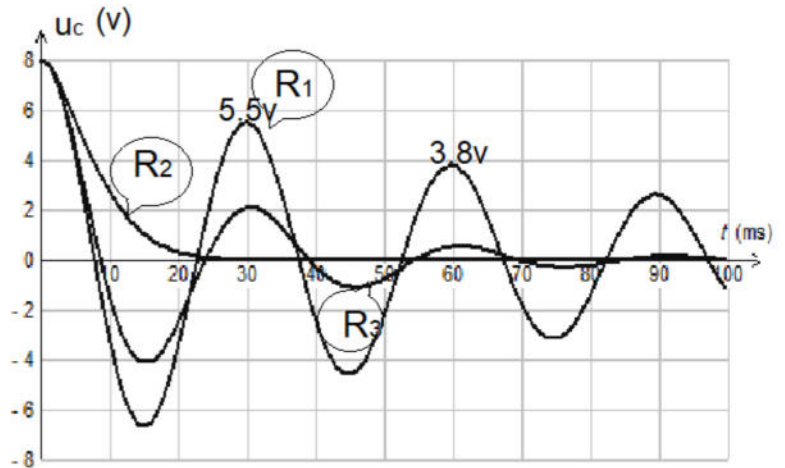
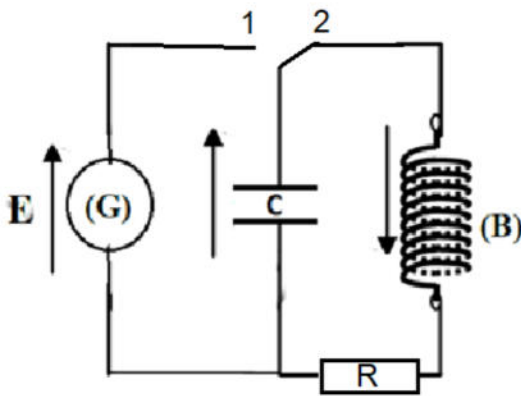
On considère le circuit électrique schématisé sur la figure ci-contre, comportant : un générateur de tension continue (G), de f.é.m E et de résistance interne négligeable ;un condensateur de capacité C ;une bobine (B) d'inductance L et de résistance négligeable ;deux interrupteurs K_1 et K_2 .



- 1) K_2 étant ouvert, on ferme K_1 . Après une brève durée, le condensateur porte une charge maximale Q_0 et emmagasine une énergie électrostatique E_0 .
 - a- Donner l'expression de Q_0 en fonction de E et C. (0.25pt)
 - b- Donner l'expression de E_0 en fonction de E et C. (0.25pt)
 2. Le condensateur étant chargé ; à $t = 0$ on ouvre K_1 et on ferme K_2 .
 - a- Exprimer l'énergie électromagnétique E_t en fonction de L, C, i et u_c tension du condensateur.(0.25pt)
 - b- Montrer, sans faire aucun calcul que cette énergie se conserve et elle est égale à $\frac{1}{2} C.E^2$.(0.75pt)
 - c- Déduire l'équation différentielle des oscillations électriques en fonction de u_c et sa dérivé seconde $\frac{d^2u_c}{dt^2}$.(1pt)
 - d- Déterminer l'expression de la période propre T_0 en fonction de L et C. (0.5pt)
 - e- Donner l'expression de la tension u_c en fonction du temps en précisant sa phase initiale. (0.5pt)
 3. Montrer que l'expression de l'énergie électrostatique E_e du condensateur peut s'écrire sous la forme : $E_e = \frac{E_0}{2}[1- \cos(4\frac{\pi}{T_0} t +\pi)]$. (1.25pt)
 On donne $\sin^2(x) = \frac{1}{2} (1- \cos(2x))$ et $\cos^2(x) = \frac{1}{2} (1+ \cos(2x))$
 4. Une étude expérimentale a permis de tracer les courbes (1) et (2) (ci-dessous) traduisant respectivement les variations de l'énergie électrostatique E_e en fonction de i et en fonction du temps. En exploitant les courbes (1) et (2)
 - a-) déterminer les valeurs de E_0 et ω_0 pulsation propre du circuit.(0.75pt)
 - b-)Montrer que l'amplitude de courant est $I_m = C\omega_0 U_m.c$ et calculer C.(0.75pt)
- C) Déterminer alors L, Q_0 et E. (1.25pt)



Exercice N°2 (5.5 points) Etude d'un circuit R LC libre



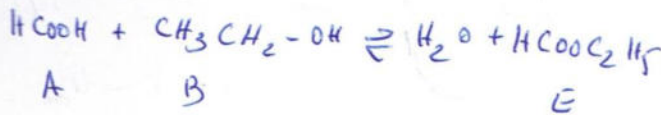
On charge un condensateur de capacité $C=28 \mu\text{F}$ avec un générateur de tension de f.e.m E puis on le place en série avec une bobine idéale d'inductance L , un conducteur ohmique de résistance R réglable et un double interrupteur K . A la date $t=0$, on ferme l'interrupteur K sur la position 2. la tension u_c aux bornes du condensateur est visualisée à l'aide d'un oscilloscope à mémoire. On réalise plusieurs mesures en utilisant des valeurs de R différentes.

- 1- De quel type d'oscillations, le circuit est-il le siège dans chacun des trois cas ? (0.5pt)
- 2- Classer, par ordre croissant, les résistances R_1 , R_2 et R_3 . Justifier la réponse. (0.75pt)
- 3- a- Déterminer la pseudo-période T des oscillations. (0.25pt)
 b- Sachant que la pseudo-période est pratiquement égale à la période propre $T_0 = 2\pi \sqrt{LC}$ calculer la valeur de l'inductance L . (0.5pt)
 c- Donner, en le justifiant, la valeur de la fem E du générateur. (0.5pt)
- 4- Établir l'équation différentielle que vérifie la charge q du condensateur et montrer qu'elle s'écrit sous la : $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dq}{dt} + \frac{q}{LC} = 0$ (0.75pt)
- 5- Exprimer l'énergie électromagnétique E_t du circuit RLC en fonction de L , C , i et q . Comment varie cette énergie au cours du temps. Justifier la réponse. (0.75pt)
- 6-On se place dans les conditions où la résistance du résistor est égale à R_1
 - a) Calculer l'énergie électromagnétique aux dates $t_0 = 0 \text{ ms}$, $t_1 = T$ et $t_2 = 2T$. (0.75pt)
 - b) Calculer la perte d'énergie entre les instants $t_0 = 0 \text{ ms}$ et $t_2 = 2T$. A quoi est due cette perte d'énergie ? (0.5pt)
 - c) Calculer les rapports $\frac{E_t(t_1)}{E_t(t_0)}$, $\frac{E_t(t_2)}{E_t(t_1)}$. Conclure. (0.75pt)



Chimie

1°)



E: méthanoate d'éthyle

2°) A + B ⇌ Eau + E n_E

t=0	n ₀	3n ₀	0	0	4n ₀
t	n ₀ -x	3n ₀ -x	x	x	4n ₀
t _g	n ₀ -x _g	3n ₀ -x _g	x _g	x _g	4n ₀

on constate que toujours n_E = 4n₀

3° - a) on dose la quantité d'acide restant par une solution de soude (on peut faire un schéma)

b) $x_B = \frac{x_E}{n_0} \Rightarrow x_E = n_0 x_B$

$$K = \frac{n_E(\text{eau}) \times n_E(E)}{n_E(A) \times n_E(B)} = \frac{x_E^2}{(n_0 - x_E)(3n_0 - x_E)}$$

$$K = \frac{n_0^2 x_B^2}{n_0^2 (1 - x_B)(3 - x_B)} = \frac{x_B^2}{(1 - x_B)(3 - x_B)}$$

c) $x_B = \frac{x_E}{n_0}$

$$n_E(t) = \frac{n_0}{10} = n_0 - x_E \Rightarrow x_E = \frac{9}{10} n_0$$

donc $x_B = \frac{0,9 n_0}{n_0} \Rightarrow x_B = 0,9$

$$K = \frac{0,9^2}{(1 - 0,9)(3 - 0,9)} = 3,07 \approx 4$$

d) $x_B = \frac{9}{10} n_0$

$9 = \frac{9}{10} n_0$

donc $n_0 = 10 \text{ mmol}$

4 - a) $v(t) = \frac{dn}{dt}$

$n(A) = n_0 - x$

$$\frac{dn(t)}{dt} = -\frac{dx}{dt} \Rightarrow v = -\frac{dn(A)}{dt}$$

b) La vitesse de la réaction diminue au cours du temps car la pente de la droite t_g de la courbe diminue

- v est max à t = 0

$v_0 = 0,5 \text{ mol min}^{-1}$

- le facteur cinétique responsable est la diminution de la concentration des réactifs

5°) $K = \frac{x_E^2}{(n_A - x_E)(n_B - x_E)}$

$x_B' = \frac{x_E}{n_B} \Rightarrow x_E = n_B x_B'$

$$K = \frac{(n_B x_B')^2}{(3n_0 - n_B x_B')(n_B - n_B x_B')}$$

ce qui donne $n_B = 1,32 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

6° - a)

$$\pi_0 = \frac{n_0(\text{eau}) \times n_0(\text{ester})}{n_0(A) \times n_0(B)} = 6,25$$

$\pi_0 > 4$ La R° évolue spontanément dans le sens inverse

b) n_E = 140 mmol l'uracile donc car la prop(2) qui est possible car

$$n_E(E) + n(\text{eau}) + n_E(A) + n_E(B) = 140 \text{ mmol}$$

Physique

Ex n° 1

1°) a) condensateur chargé

$$U_c = E \text{ et } U_c = \frac{q}{C} \text{ donc}$$

$$E = \frac{Q_0}{C} \Rightarrow \boxed{Q_0 = C \cdot E}$$

b) $E_0 = \frac{1}{2} C \cdot E^2$

2°) a) $E_t = \frac{1}{2} C \cdot u_c^2 + \frac{1}{2} L i^2$

b) Vu que le circuit est dépourvu de toute résistance donc il est conservatif or

$$E_t = E_0 = \frac{1}{2} C E^2$$

c) $E_t = \text{cte} \Rightarrow \frac{dE_t}{dt} = 0$

$$\frac{1}{2} C \frac{d}{dt}(u_c^2) + \frac{1}{2} L \frac{d}{dt} i^2 = 0$$

$$\frac{1}{2} C (2u_c) \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{2} L (2i) \frac{di}{dt} = 0$$

$$u_c \frac{du_c}{dt} + L i \frac{di}{dt} = 0$$

$$i \left[u_c + L \frac{di}{dt} \right] = 0$$

$$i \neq 0 \Rightarrow \left(u_c + L \frac{di}{dt} = 0 \right)$$

$$\text{or } i = C \frac{du_c}{dt} = D$$

$$u_c + LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} = 0 \quad \therefore$$

$$\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{1}{LC} u_c = 0$$

$$\frac{d^2 u}{dt^2} + \frac{1}{LC} u = 0$$

d) $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$ avec $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{LC}$$

e) $U_c(t) = U_{mc} \sin(\omega_0 t + \varphi_{uc})$

à $t=0$ $U_c(t=0) = E = U_{cm}$

donc $U_{mc} = U_{mc} \sin \varphi_{uc}$

alors $\sin \varphi_{uc} = 1 \Rightarrow \varphi_{uc} = \pi/2$

$$u(t) = U_{mc} \sin(\omega_0 t + \pi/2)$$

3°) $E_e = \frac{1}{2} C u_c^2$

$$E_e = \frac{1}{2} C E^2 \sin^2(\omega_0 t + \pi/2)$$

$$= E_0 \left[\frac{1 - \cos(2\omega_0 t + \pi)}{2} \right]$$

$$E_e = \frac{E_0}{2} \left[1 - \cos\left(\frac{4\pi}{T_0}(t + \pi)\right) \right]$$

4°) a) $E_0 = 2 m J$

$$T_E = \frac{2\pi}{2\omega_0} \Rightarrow \omega_0 = \frac{2\pi}{2T_E}$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{0,4\pi \cdot 10^{-3}} = 5 \cdot 10^3 \text{ rads}^{-1}$$

b) $I_m = \omega_0 C E$

$$I_m^2 = C^2 \omega_0^2 E^2$$

$$E_e = \frac{1}{2} C E^2 \Rightarrow E^2 = \frac{2E_0}{C}$$

$$I_m^2 = C^2 \omega_0^2 \left(\frac{2E_0}{C} \right)$$

$$C = \frac{I_m^2}{2E_0 \omega_0^2} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ F}$$

2/



$$5^\circ / \omega_0^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow L = \frac{1}{C \omega_0^2}$$

$$L = 0,1 \text{ H}$$

$$E_0 = \frac{1}{2} C E^2 \Rightarrow E = \sqrt{\frac{2E_0}{C}}$$

$$E = 100 \text{ V}$$

$$E = \frac{Q_0}{C} \Rightarrow Q_0 = CE$$

$$\text{AN } Q_0 = 4 \cdot 10^{-5} \text{ C}$$

Ex n° 2

1°) Le circuit est le siège d'oscillations libres (absence de générateur) amortie (amplitude décroissante)

2°) $U_m(R_1) > U_m(R_3)$ à la date $t = 30 \text{ ms}$ donc $R_1 < R_3$ car si $R \uparrow U_m \downarrow$

$R_2 > R_3 > R_1$ car avec R_2 nous sommes en régime aperiodique

3-a) $T = 30 \text{ ms}$

b) $T^2 = 4\pi^2 LC$ donc

$$L = \frac{T^2}{4\pi^2 C} = 0,8 \text{ H}$$

c) à $t=0$, $U_C = E$ car le condensateur est totalement chargé $E = 8 \text{ V}$

donc la diminution de l'énergie forme une régression géométrique de la sm $r = 0,47$

$$4^\circ / u_C + u_R + u_L = 0$$

$$\frac{q}{C} + Ri + L \frac{di}{dt} = 0$$

$$\text{or } i' = \frac{dq}{dt} \text{ donc}$$

$$\frac{q}{C} + R \frac{dq}{dt} + L \frac{d^2q}{dt^2} = 0$$

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{R}{L} q + \frac{q}{LC} = 0$$

$$5^\circ) E_t = \frac{1}{2} Li'^2 + \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$$

$$\frac{dE_t}{dt} = Li' \frac{di'}{dt} + \frac{q}{C} \frac{dq}{dt}$$

$$= i' \left[L \frac{di'}{dt} + \frac{q}{C} \right]$$

$$= i' [-Ri']$$

$$= -Ri'^2 < 0$$

donc E est décroissante

6) aux dates t_0, t_1 et t_2

U_C est max donc $i = 0$

$$\text{donc } E_t = \frac{1}{2} C U_C^2$$

t	0	T	2T
U_C (V)	8	5,5	3,8
$E_t \cdot 10^{-4} \text{ J}$	8,96	4,23	2

$$b) \Delta E = E(t=0) - E(t=2T) = 6,96 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

$$c) \frac{E(t_1)}{E(t_0)} = 0,47$$

$$\frac{E(t_2)}{E(t_1)} = 0,47$$

$$\frac{E(t_1)}{E(t_0)} = \frac{E(t_2)}{E(t_1)} = \text{cte}$$

3/

