

**Chimie (9 points) :****Exercice n°1 : (4,75 points)**

À une température  $T_1=500^\circ\text{C}$ , on introduit initialement dans une enceinte, de volume  $V$  fixe, les composés pris à l'état gazeux : 0,5 mol de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ); 0,6 mol de dihydrogène ( $\text{H}_2$ ) et 0,2 mol de monoxyde de carbone ( $\text{CO}$ ).

Il se produit la réaction chimique d'équation :  $\text{CO}_2(\text{gaz}) + \text{H}_2(\text{gaz}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{gaz}) + \text{H}_2\text{O}(\text{gaz})$

1) Donner l'expression de la fonction des concentrations relative à cette réaction. {0,25pt}

b- Montrer que c'est la réaction directe qui se produit spontanément. {0,25pt}

2) a- Compléter le tableau descriptif d'évolution du système donné en annexe. {0,75pt}

b- Déterminer la composition du mélange réactionnel à l'équilibre chimique, sachant qu'à l'équilibre chimique, le nombre de mole de monoxyde de carbone  $\text{CO}$  est égal à 0,3 mol. {1pt}

c- En déduire la valeur de la constante d'équilibre  $K_1$  relative à cette réaction. {0,5pt}

3) À pression constante, on amène la température du mélange réactionnel de  $T_1$  à  $T_2$ . Un nouvel état d'équilibre s'établit. La constante d'équilibre prend une nouvelle valeur  $K_2$  supérieure à  $K_1$ .

a- Préciser dans quel sens (directe ou inverse) à évoluer l'équilibre chimique lorsque la température passe de  $T_1$  à  $T_2$ . {0,5pt}

b- Sachant que la réaction directe est endothermique, comparer  $T_1$  et  $T_2$ . {0,5pt}

4) En appliquant la loi de modération, répondre par "vrai" ou "faux" en justifiant :

a- Une augmentation de la pression du système chimique, à température constante, provoque le déplacement de l'équilibre dans le sens direct. {0,5pt}

b- L'élimination d'une quantité de monoxyde de carbone provoque le déplacement de l'équilibre dans le sens direct. {0,5pt}

**Exercice n°2 : (4,25 points)**

On réalise l'estérification de  $n_A$  mol d'acide éthanóique ( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ ) par  $n_B$  mol l'éthanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) en présence de catalyseur, il se produit l'éthanoate d'éthyle ( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5$ ) et l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

L'équation de la réaction est :  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ .

L'analyse de la composition du mélange à l'équilibre permet de dresser le tableau suivant :

Composée	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5$	$\text{H}_2\text{O}$
n (mol)	0,43	1,43	1,57	1,57

1/ a. Citer deux caractères de la réaction d'estérification. {0,5pt}

b. Rappeler l'influence de l'addition d'un catalyseur sur :

- le temps de réaction. {0,25pt}

- la valeur de l'avancement final de la réaction. {0,25pt}

2/ a. Dresser le tableau descriptif d'évolution du système. {0,5pt}

b. Déterminer la valeur de l'avancement final  $x_f$  et en déduire les valeurs des quantités de matières initiales des réactifs  $n_A$  et  $n_B$ . {0,75pt}

3/ Exprimer la constante d'équilibre  $K$  de la réaction en fonction de  $x_f$ ,  $n_A$  et  $n_B$ . Calculer sa valeur. {0,5pt}

4/ Maintenant, on introduit initialement dans un erlenmeyer : 0,2mol d'acide éthanoïque ; 0,2mol d'éthanol ; 1mol d'éthanoate d'éthyle et 1mol d'eau.

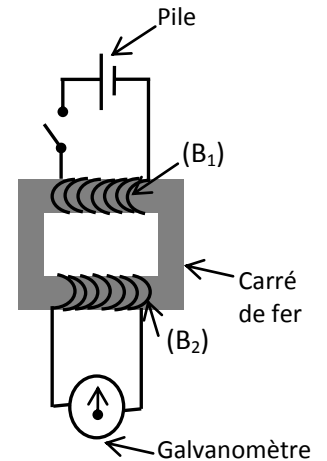
- Calculer la fonction de concentration initiale  $\pi_0$  relative à cette expérience. {0,25pt}
- Prévoir, en le justifiant, dans quel sens la réaction évolue spontanément. {0,25pt}
- Déterminer la composition du mélange réactionnel à l'équilibre. {1pt}

## Physique (11 points)

### Exercice n°1 : (4 points)

#### Partie I : Etude d'un document scientifique :

Si un courant peut générer un champ magnétique, l'inverse est-il vrai ? Pour répondre à cette question, Michael Faraday, réalise, en 1831, l'expérience schématisée sur la figure ci-contre. Il enroule sur un carré de fer deux bobines : la bobine ( $B_1$ ) est reliée à une pile via un interrupteur, tandis que la bobine ( $B_2$ ) est reliée à un galvanomètre indiquant le passage éventuel d'un courant électrique. Que l'interrupteur soit ouvert ou fermé rien ne se passe sur le galvanomètre, rien d'autre qu'une petite déviation de son aiguille à la fermeture du circuit suivi d'une autre, en sens contraire, à l'ouverture. Faraday comprend que ce n'est pas le champ magnétique lui-même mais sa variation qui induit un courant dans la bobine voisine...



Faraday ouvre ainsi la voie à la deuxième révolution industrielle, celle de l'industrie électrique qui a besoin de générateurs dynamos, alternateurs, puis de moteurs électriques et transformateurs qui sont tous basés sur l'induction de Faraday.

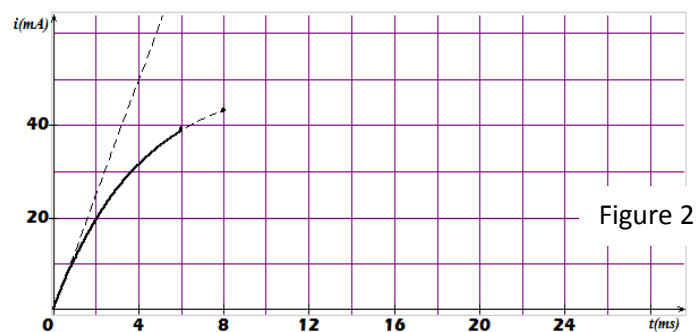
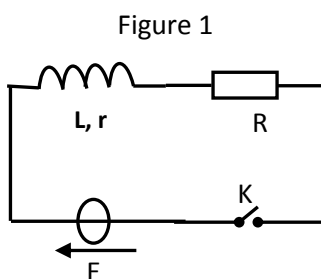
*D'après la recherche n°315, décembre 1998.*

#### Questions :

- Préciser dans l'expérience de Faraday, le circuit induit et le circuit inducteur. {0,5pt}
- Indiquer les observations qui amènent Faraday à conclure que le courant induit n'est pas dû au champ magnétique lui-même mais à sa variation. {1pt}
- Donner, à partir du texte, deux applications du phénomène d'induction. {0,5pt}

#### Partie II :

Le montage de la figure 1 comporte en série, un générateur de tension continue de fém  $E=10V$ , un interrupteur  $K$ , une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r=10\Omega$  et un conducteur ohmique de résistance  $R=190\Omega$ . On ferme  $K$  à ( $t=0$ ) et on suit l'évolution de l'intensité  $i(t)$ , on représente sur la figure 2, la courbe incomplète donnant l'évolution de l'intensité  $i$  en fonction du temps.



1/ a. Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de l'intensité du courant s'écrit :

$$\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau} i = \frac{E}{L} \quad \text{avec} \quad \tau = \frac{L}{R+r}. \quad \{0,5\text{pt}\}$$

b. Que devient cette équation différentielle en régime permanent ? {0,25pt}

c. En déduire l'expression de I en fonction de E, R et r et calculer sa valeur. {0,5pt}

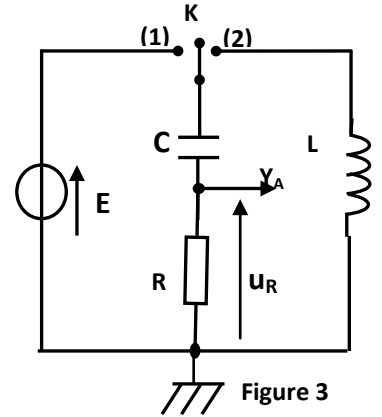
2/ a- Compléter, en le justifiant, la courbe de la figure-2 en annexe. {0,25pt}

b- En exploitant cette courbe, déterminer la valeur de  $\tau$  et en déduire la valeur de L. {0,5pt}

## Exercice n°2 : (4 points)

On réalise le montage de la figure 3 qui comporte :

- un générateur idéal de tension continue  $E=5V$ ,
- un condensateur de capacité C,
- un résistor de résistance  $R=250\Omega$ ,
- une bobine d'inductance L et de résistance nulle,
- un commutateur K.



I/ À un instant pris comme origine du temps ( $t=0$ ), on ferme le commutateur K à la position 1 et on enregistre, sur la voie  $Y_A$  d'un oscilloscope à mémoire, l'évolution de la tension aux bornes du résistor  $u_R$  en fonction du temps, on obtient la courbe de la figure 4.

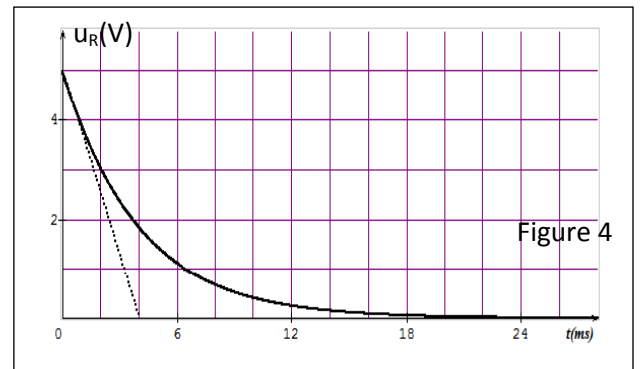
1/ a. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la

tension  $u_R$  et la mettre sous la forme :

$$\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{\tau} u_R = 0 \quad \text{avec} \quad \tau = RC. \quad \{0,5\text{pt}\}$$

b. Vérifier que  $u_R(t) = Ee^{-t/\tau}$  est une solution de l'équation différentielle. {0,25pt}

2/ Déterminer la valeur de  $\tau$  et vérifier que  $C=16\mu F$ . {0,5pt}



II/ Le condensateur étant complètement chargé, on bascule le commutateur K à la position 2 et on enregistre l'évolution de la tension aux bornes du résistor  $u_R$  en fonction du temps, on obtient la courbe de la figure 5. L'instant de basculement du commutateur est pris comme origine des dates ( $t=0$ ).

1/ a- Nommer le régime des oscillations observées. {0,25pt}

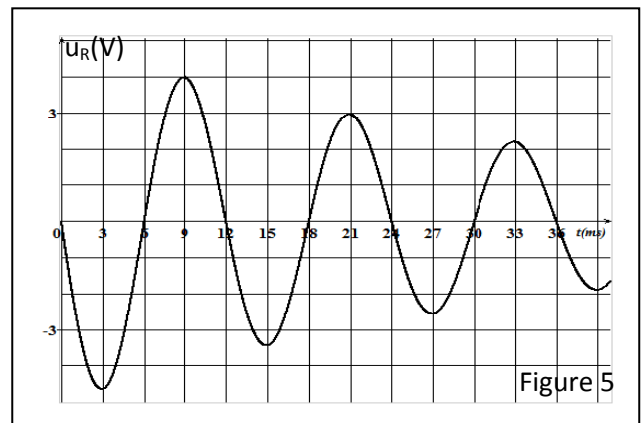
b- Déterminer la valeur de période T des oscillations. {0,25pt}

c- En déduire la valeur de l'inductance L en admettant que T est égale à la période propre  $T_0$ . {0,5pt}

2/ a. Calculer la valeur de l'énergie électrique initiale emmagasinée dans le condensateur  $E_{e0}$  et en déduire la valeur de l'énergie totale  $E_0$  à  $t=0$ . {0,75pt}

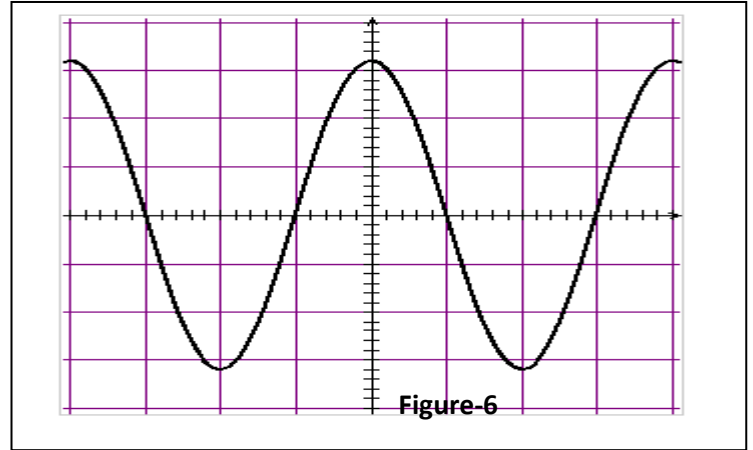
b. Déterminer la valeur de l'énergie totale  $E_1$  à l'instant  $t=9\text{ms}$ . {0,5pt}

c. Calculer la variation de l'énergie totale  $\Delta E$  entre les instants  $t=0$  et  $t=9\text{ms}$  et préciser la cause de cette variation. {0,5pt}



### Exercice n°3 : (3 points)

Un condensateur de capacité  $C=4\mu\text{F}$  préalablement chargé est relié à une bobine d'inductance  $L$  et de résistance interne négligeable. A l'aide d'un oscilloscope à mémoire (sur la voie  $Y_A$ ), on enregistre la courbe donnant l'évolution de la tension  $u_c$  aux bornes du condensateur en fonction du temps, on obtient la courbe de la figure-6.



Les sensibilités de l'oscilloscope sont :

- Sensibilité verticale sur la voie  $Y_A$  :  $1\text{V}\cdot\text{div}^{-1}$ .
- Sensibilité horizontale :  $1\text{ms}\cdot\text{div}^{-1}$ .

1/ Choisir parmi les qualifications suivantes celles qui conviennent aux oscillations électriques observées : (libres, apériodique, amorties, non amorties, pseudo périodiques). {0,5pt}

2/ a- Sachant que la tension aux bornes du condensateur s'écrit :  $u_c(t) = U_{cm} \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \frac{\pi}{2}\right)$ , déterminer, par exploitation de la figure 6, les valeurs de  $U_{cm}$ ,  $T_0$ . {0,5pt}

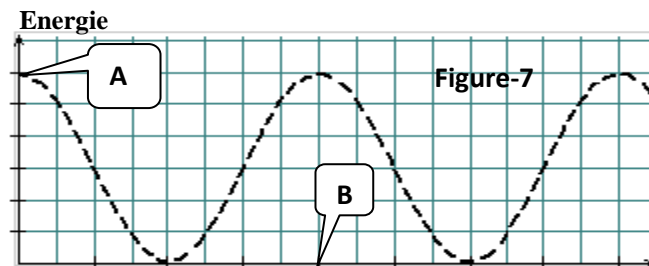
b- En déduire la valeur de  $L$ . {0,25pt}

3/ Représenter, avec précision, la tension aux bornes de la bobine  $u_B(t)$  sur la figure 6 en annexe.

Justifier brièvement votre réponse. {0,5pt}

4/ a- Montrer que l'expression de l'énergie électrique (en joule) emmagasinée dans le condensateur en fonction du temps s'écrit :  $E_e(t) = 10,24 \cdot 10^{-6} [1 - \cos(1000\pi t + \pi)]$ . {0,75pt}

b- La courbe de la figure-7 représente l'évolution de l'énergie électrique  $E_e$  en fonction du temps.



Déterminer les valeurs des constantes  $A$  et  $B$  en précisant leurs unités. {0,5pt}

Nom et prénom : .....

### Annexe

Chimie- Exercice n°1 : 2/ a. Tableau descriptif d'évolution du système :

Equation	CO <sub>2</sub> (gaz)	+ H <sub>2</sub> (gaz)	⇌	CO(gaz)	+ H <sub>2</sub> O(gaz)
Etat initial	0,5mol	0,6mol		0,2mol	0
Etat inter.					
Etat final					

Physique - Exercice n°1-partie II : 2/ a.

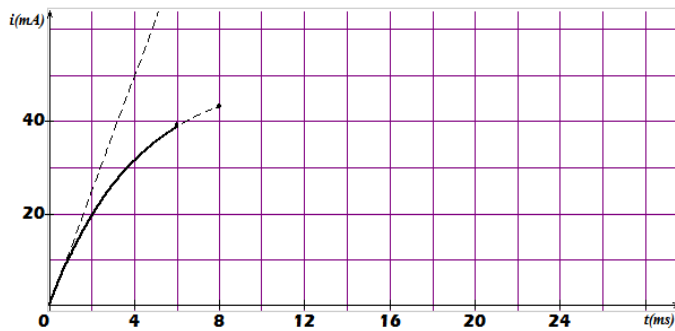
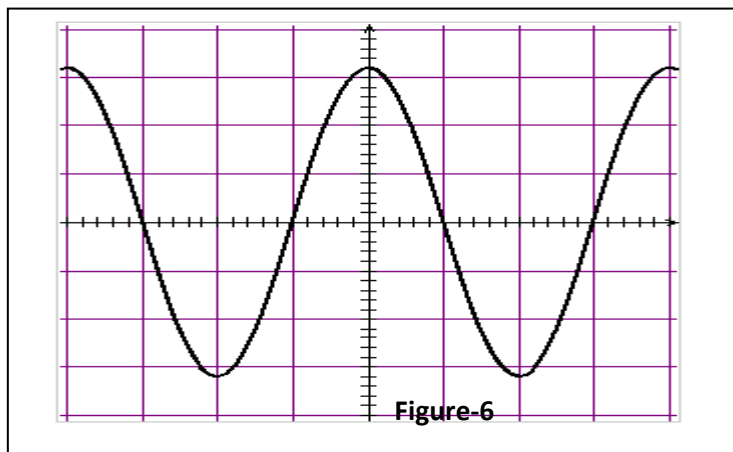


Figure 2

Physique - Exercice n°3 : 3/



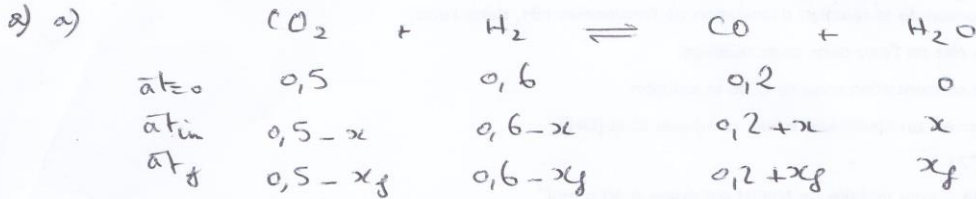
Chimie - Ex. 1 - (4,25 pts)

1) a) 
$$K = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]}$$

0,25

b) 
$$K(T=0) = \frac{0,2 \times 0}{0,5 \times 0,6} = 0$$
 ,  $K < K \Rightarrow$  la réaction évolue dans le sens direct spontanément

0,25



b) à l'équilibre  $n_f(CO) = 0,3 \text{ mol} \Rightarrow 0,2 + x_f = 0,3 \text{ mol}$

$x_f = 0,3 - 0,2 = 0,1 \text{ mol}$

La composition du mélange à l'équilibre

$n_f(CO_2) = 0,5 - x_f = 0,4 \text{ mol}$  |  $n_f(CO) = 0,2 + x_f = 0,3 \text{ mol}$

$n_f(H_2) = 0,6 - x_f = 0,5 \text{ mol}$  |  $n_f(H_2O) = x_f = 0,1 \text{ mol}$

c)  $K_1 = K_{eq} \Rightarrow K_1 = \frac{\left(\frac{0,3}{V}\right) \left(\frac{0,1 + x_f}{V}\right)}{\left(\frac{0,5 - x_f}{V}\right) \left(\frac{0,6 - x_f}{V}\right)} = \frac{0,1 \times 0,3}{0,4 \times 0,5} = 0,15$

3) a) si la température varie  $\Rightarrow K_2 > K_1 \Rightarrow$  l'équilibre se déplace dans le sens direct.

b) le sens direct est endothermique  $\Rightarrow$  il faut augmenter la température pour déplacer l'équilibre dans le sens direct  $\Rightarrow T_2 > T_1$ .

4) a. Faux : car le nombre de mole totale de gaz ne change pas en déplaçant l'équilibre dans les deux sens  $\Rightarrow$  la pression n'a pas d'effet sur le déplacement de l'équilibre chimique. (loi de modération)

b. Vrai : D'après la loi de modération, si la concentration de  $[CO]$  diminue, l'équilibre se déplace dans le sens qui tend à augmenter  $[CO]$ .

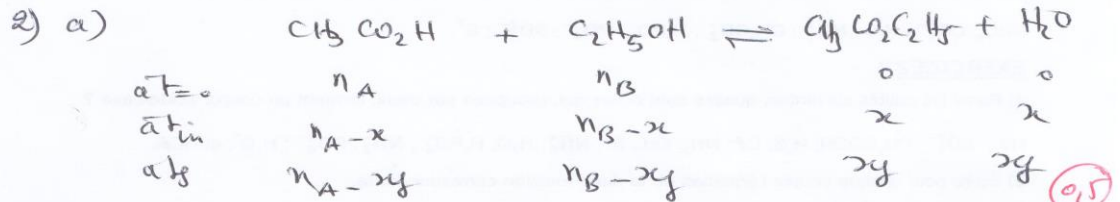
$\Rightarrow$  l'équilibre évolue dans le sens direct

EX. N°2

4,25

1) a) lente, limitée, athermique (on donnera deux caractéristiques seulement) 0,5

b) lorsqu'on ajoute un catalyseur:  
 - le temps de réaction diminue. 0,25  
 - l'avancement final ne change pas. 0,25



b)  $x_f = n_f(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5) = n_f(\text{H}_2\text{O}) \Rightarrow x_f = 1,57 \text{ mol}$

$n_A - x_f = 0,43 \rightarrow n_A = 0,43 + 1,57 = 2 \text{ mol}$

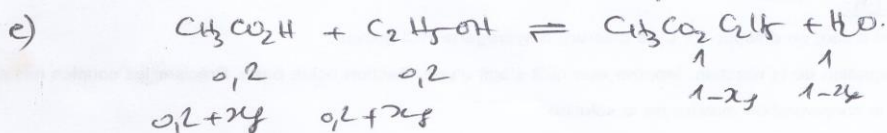
$n_B - x_f = 1,57 \rightarrow n_B = 1,57 + 1,43 = 3 \text{ mol}$

3)  $K = \frac{[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5]_f [\text{H}_2\text{O}]_f}{[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]_f [\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]_f} = \frac{\frac{x_f}{V} \times \frac{x_f}{V}}{\frac{n_A - x_f}{V} \times \frac{n_B - x_f}{V}} = \frac{x_f^2}{(n_A - x_f)(n_B - x_f)}$

AV  $K = \frac{(1,57)^2}{(0,43)(1,43)} = 4$

4) a)  $\Pi_0 = \frac{1 \times 1}{0,2 \times 0,2} = 25$

b)  $\Pi_0 > K \Rightarrow$  la réaction évolue dans le sens inverse spontanément.



$K = 4 \Leftrightarrow 4 = \frac{(1 - x_f)^2}{(0,2 + x_f)^2} \Rightarrow \frac{1 - x_f}{0,2 + x_f} = 2 \Leftrightarrow 1 - x_f = 2(0,2 + x_f)$

$1 - x_f = 0,4 + 2x_f \Leftrightarrow 3x_f = 0,6 \Rightarrow x_f = \frac{0,6}{3} = 0,2 \text{ mol}$

$n_f(\text{acide}) = n_f(\text{alcool}) = 0,2 + x_f = 0,4 \text{ mol}$

$n_f(\text{ester}) = n_f(\text{eau}) = 1 - x_f = 1 - 0,2 = 0,8 \text{ mol}$

physique - ex 1 - (4pts)

Partie I, 1) Le circuit induit : la bobine (B<sub>2</sub>) + galvanomètre

le circuit inducteur : la bobine (B<sub>1</sub>) + pile + interrupteur (0,5)

2) "Quand l'interrupteur est ouvert... à l'ouverture" (1)

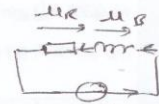
3) générateurs dynamo, alternateur (0,5)

Partie II)

1) a) la loi des mailles s'écrit

$$u_B + u_R - E = 0$$

$$L \frac{di}{dt} + r_i + R_i = E \Rightarrow \frac{di}{dt} + \left(\frac{R+r}{L}\right) i = \frac{E}{L} \Rightarrow \boxed{\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau} i = \frac{E}{L}} \quad (0,5)$$



b) en régime permanent  $i = I = \text{constante} \Rightarrow \frac{di}{dt} = 0 \Rightarrow \boxed{\frac{I}{\tau} = \frac{E}{L}} \quad (0,25)$

c)  $\frac{I}{\tau} = \frac{E}{L} \Rightarrow I = \tau \frac{E}{L} = \frac{L}{R+r} \times \frac{E}{L} = \frac{E}{R+r}$ , AN:  $I = 0,05 \text{ A}$  (0,5)

2) a) voir annexe : (0,25)

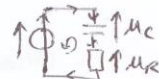
Justification:  $i(t)$  augmente jusqu'à la valeur  $I = 0,05 \text{ A}$  et reste constante.

b) d'intersection de  $V_i(t) = 0,05 \text{ A}$  et la droite tangente  $\Delta \Rightarrow \tau = 4 \text{ ms}$ .

$$\tau = \frac{L}{R+r} \Rightarrow L = \tau \times (R+r) = 4 \cdot 10^{-3} \times (190 + 10) = 0,8 \text{ H} \quad (0,5)$$

Exercice 2 : (4pts)

I) 1) a) la loi des mailles s'écrit:  $u_R + u_C - E = 0$



⇒  $u_R + u_C = E$  dérivons cette eq. on obtient

$$\frac{du_R}{dt} + \frac{du_C}{dt} = 0 \quad \text{or} \quad C \frac{du_C}{dt} = i \Rightarrow \frac{du_C}{dt} = \frac{i}{C} = \frac{1}{C} \left( \frac{-u_R}{R} \right) = \frac{-u_R}{RC}$$

$$\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{RC} u_R = 0 \Rightarrow \boxed{\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{\tau} u_R = 0} \quad (0,5)$$

$$u_R(t) = E e^{-t/\tau} \Rightarrow \frac{du_R}{dt} = -\frac{E}{\tau} e^{-t/\tau}$$

$$\text{l'eq. diff donne: } -\frac{E}{\tau} e^{-t/\tau} + \frac{E}{RC} e^{-t/\tau} = 0 \Rightarrow u_R(t) = E e^{-t/\tau} \quad (0,25)$$

est bien solution de l'équation différentielle.

2) D'après la figure 4,  $\tau = 4 \text{ ms} \Rightarrow C = \frac{\tau}{R} = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{250} = 16 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ .

(0,5)



Suite de l'exercice n°2 :

- II) 1) a) Nom du régime : régime pseudo-périodique (0,25)  
b) La période  $T = 12 \text{ ms}$ . (0,25)  
c)  $T = 2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2 LC \Rightarrow L = \frac{T^2}{4\pi^2 C}$  av:  $L = 0,228 \text{ H}$  (0,5)
- 2) a) L'énergie électrique  $E_{e0} = \frac{1}{2} C U_c^2(t=0) = \frac{1}{2} C E^2 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ J}$ .  
 $E_0 = E_{e0} + E_{m0}$  or  $E_{e0}$  est maximale  $\Rightarrow E_{m0}$  est nulle.  
 $\Rightarrow E_0 = E_{e0} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ J}$ . (0,75)
- b)  $E_1 = E_{e1} + E_{m1}$  à  $t = 3 \text{ ms}$  on a  $E_{m1}$  est maximale  $\Rightarrow E_{e1} = 0$   
 $\Rightarrow E_1 = \frac{1}{2} L i^2 = \frac{1}{2} L \left(\frac{U_c}{R}\right)^2 = \frac{1}{2} \times 0,228 \times \left(\frac{4}{250}\right)^2 = 0,29 \cdot 10^{-4} \text{ J}$  (0,5)
- c)  $\Delta E = E_1 - E_0 = -1,71 \cdot 10^{-4} \text{ J}$ , cette variation est due à la transformation d'une partie de l'énergie en chaleur par la résistance du résistor  $R$ . (0,5)

Ex n°3, (3pb)

- 1) Libre, non amorties (0,5)
- 2) a)  $U_{cm} = 3,2 \times 1 = 3,2 \text{ V}$ ,  $T_0 = 4 \times 1 \text{ ms} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ . (0,5)  
b)  $T_0^2 = 4\pi^2 LC \Rightarrow L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C} = \frac{(4 \cdot 10^{-3})^2}{4 \cdot 3,14^2 \times 4 \cdot 10^{-6}} = 0,1 \text{ H}$  (0,4)
- 3)  $u_B = -u_C \Rightarrow$  Les deux courbes sont en opposition (0,5)
- 4) a)  $E_e = \frac{1}{2} C U_c^2 = \frac{1}{2} C U_{cm}^2 \sin^2\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \frac{\pi}{2}\right)$   
 $\sin^2 x = \frac{1 - \cos 2x}{2} \Rightarrow E_e = \frac{1}{4} C U_{cm}^2 \left[1 - \cos\left(2 \times \frac{2\pi}{T_0} t + 2 \times \frac{\pi}{2}\right)\right]$   
 $\Rightarrow E_e = \frac{1}{4} \times 4 \cdot 10^{-6} \times (3,2)^2 \left[1 - \cos\left(\frac{4\pi}{4 \cdot 10^{-3}} t + \pi\right)\right]$   
 $E_e = 10,24 \cdot 10^{-6} \times \left[1 - \cos(1000\pi t + \pi)\right]$  (0,75)
- b)  $A = \frac{1}{2} C U_{cm}^2 = 10,24 \cdot 10^{-6} \times 2 = 20,48 \cdot 10^{-6} \text{ Joule}$  (0,25)  
 $B = \frac{T_0}{2} = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{2} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ seconde}$  (0,25)

Annexe

Chimie: Exercice n°1 : 2/ a. Tableau descriptif d'évolution du système :

Equation	CO <sub>2</sub> (gaz) +	H <sub>2</sub> (gaz) ⇌	CO(gaz) +	H <sub>2</sub> O(gaz)
Etat initial	0,5mol	0,6mol	0,2mol	0
Etat inter.	0,5 - x	0,6 - x	0,2 + x	x
Etat final	0,5 - x <sub>f</sub>	0,6 - x <sub>f</sub>	0,2 + x <sub>f</sub>	x <sub>f</sub>

0,75

Physique - Exercice n°1-partie II : 2/ a.

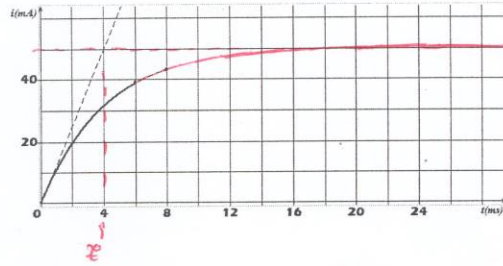


Figure 2

0,25

Physique - Exercice n°3 : 3/

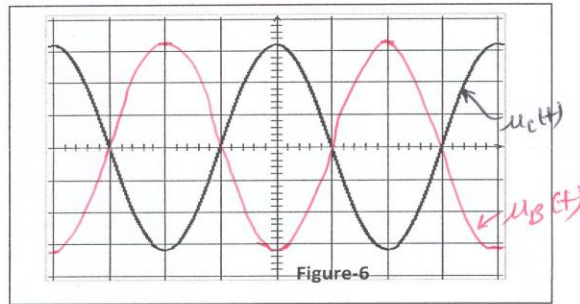


Figure-6

0,5

(P.5)