

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 (CO_2); 0,6 mol de dihydrogène (H_2) et 0,2 mol de monoxyde de carbone (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 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 (H_2O).

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	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5$	H_2O
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.

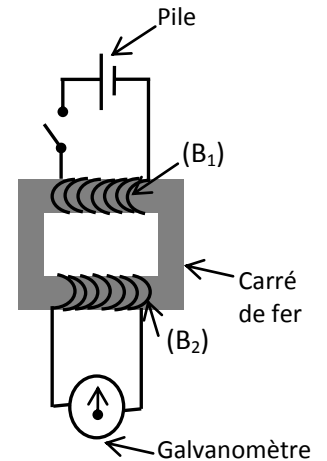
- Calculer la fonction de concentration initiale π_0 relative à cette expérience. {0,25pt}
- Prévoir, en le justifiant, dans quel sens la réaction évolue spontanément. {0,25pt}
- Déterminer la composition du mélange réactionnel à l'équilibre. {1pt}

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.

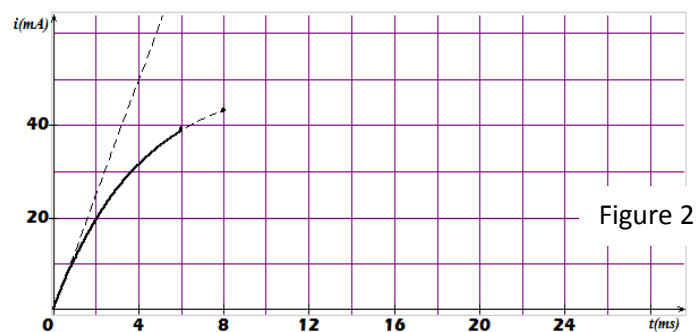
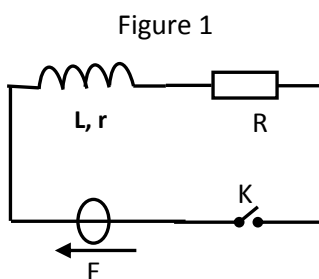
D'après la recherche n°315, décembre 1998.

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.



(P.2)



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}

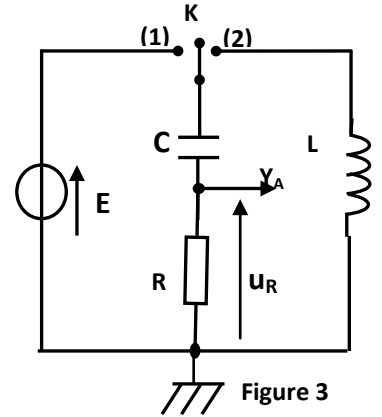
2/ a- Compléter, en le justifiant, la courbe de la figure-2 en annexe. {0,25pt}

b- En exploitant cette courbe, déterminer la valeur de τ 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.

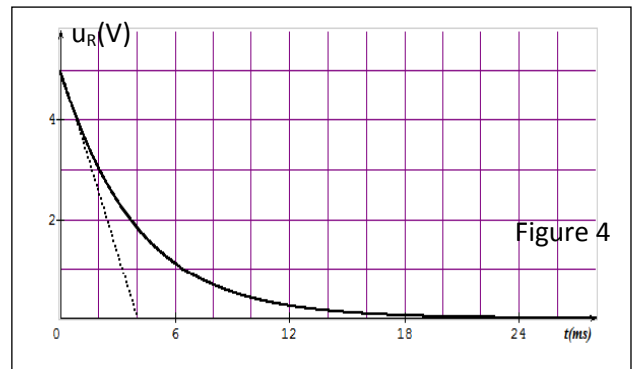
1/ a. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la

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 τ 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}

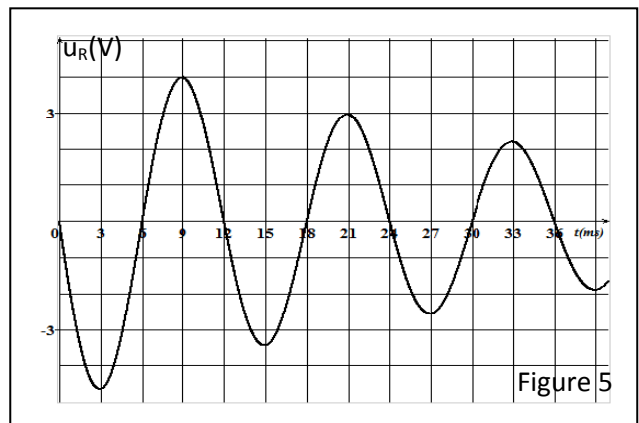
b- Déterminer la valeur de période T des oscillations. {0,25pt}

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}

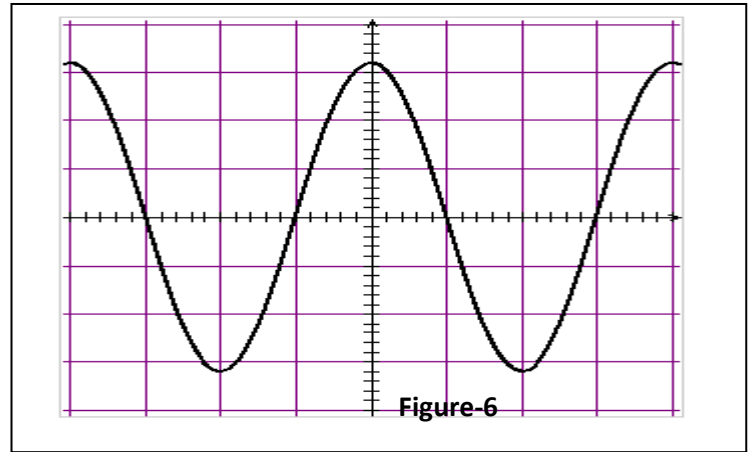
b. Déterminer la valeur de l'énergie totale E_1 à l'instant $t=9\text{ms}$. {0,5pt}

c. Calculer la variation de l'énergie totale ΔE 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}

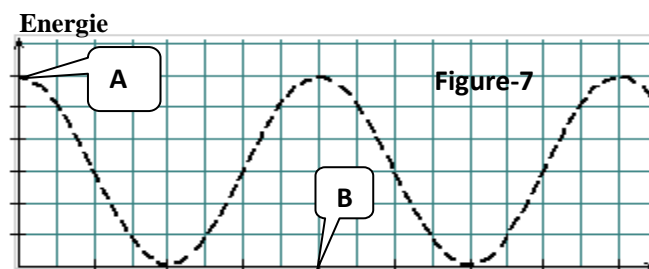
b- En déduire la valeur de L . {0,25pt}

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	$\text{CO}_2(\text{gaz})$	$+$	$\text{H}_2(\text{gaz})$	\rightleftharpoons	$\text{CO}(\text{gaz})$	$+$	$\text{H}_2\text{O}(\text{gaz})$
Etat initial	0,5mol		0,6mol		0,2mol		0
Etat inter.							
Etat final							

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

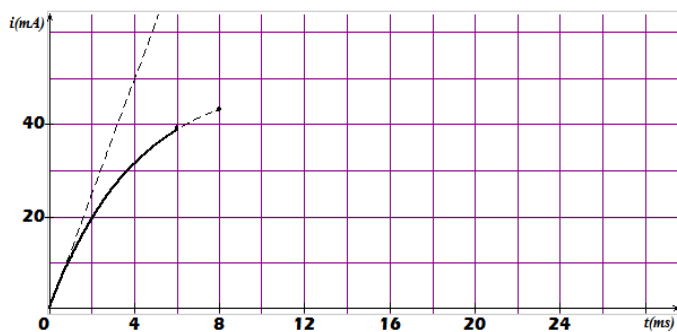


Figure 2

Physique - Exercice n°3 : 3/

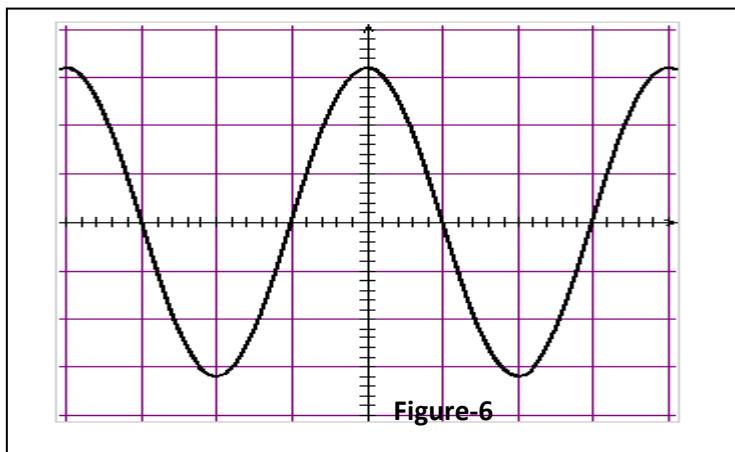


Figure-6

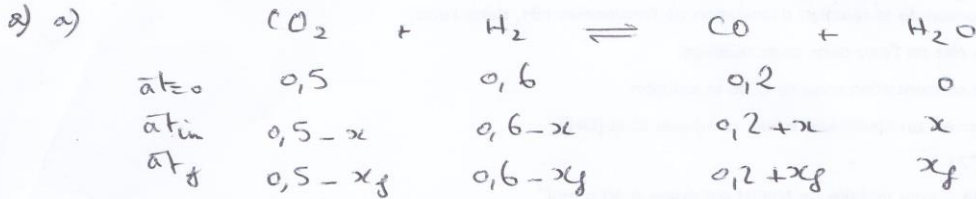
Chimie - Ex. 1 - (4,25 pts)

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



0,75

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) $K_1 = K_{eq} \Rightarrow K_1 = \frac{\left(\frac{0,3}{V}\right) \left(\frac{0,2+x_f}{V}\right)}{\left(\frac{0,5-x_f}{V}\right) \left(\frac{0,6-x_f}{V}\right)} = \frac{0,1 \times 0,3}{0,4 \times 0,5} = 0,15$

0,5

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

0,5

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

0,5

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)

0,5

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

0,5

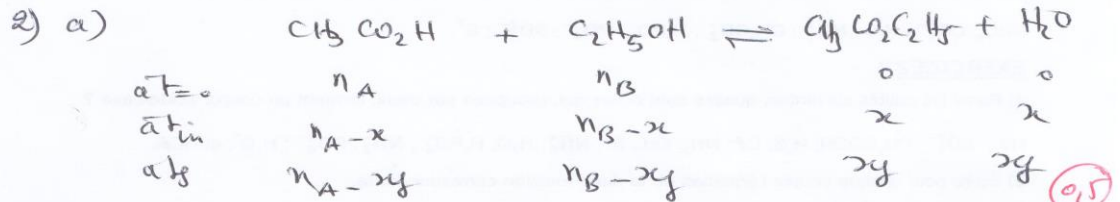


EX. N°2

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)

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

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

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

0,75

3)

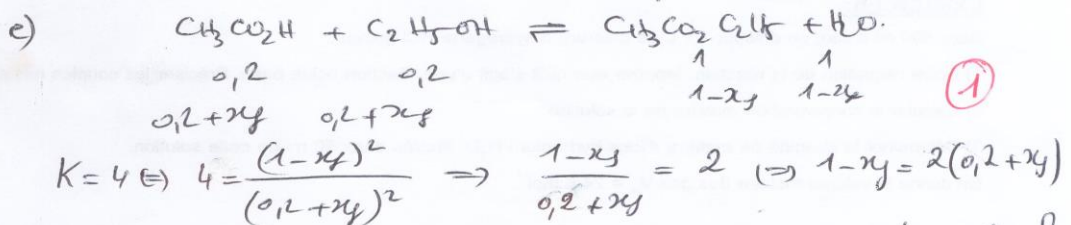
$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5]_f [\text{H}_2\text{O}]_f}{[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]_f [\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]_f} = \frac{\frac{x_f}{V} \times \frac{x_f}{V}}{\frac{n_A - x_f}{V} \times \frac{n_B - x_f}{V}} = \frac{x_f^2}{(n_A - x_f)(n_B - x_f)}$$

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

0,5

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

b) $\Pi_0 > K \Rightarrow$ la réaction évolue dans le sens inverse spontanément. 0,25



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

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

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



physique - ex 1 - (4pts)

Partie I, 1) Le circuit induit : la bobine (B₂) + galvanomètre

le circuit induisant : la bobine (B₁) + pile + interrupteur (0,5)

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

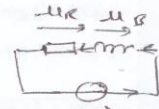
3) générateurs dynamo, alternateur (0,5)

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)

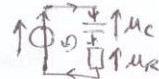
Justification: $i(t)$ augmente jusqu'à la valeur $I = 0,05 \text{ A}$ et reste constante.

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) $E_e = \frac{1}{2} C U_c^2 = \frac{1}{2} C U_{cm}^2 \sin^2\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \frac{\pi}{2}\right)$
 $\sin^2 x = \frac{1 - \cos 2x}{2} \Rightarrow E_e = \frac{1}{4} C U_{cm}^2 \left[1 - \cos\left(2 \times \frac{2\pi}{T_0} t + 2 \times \frac{\pi}{2}\right)\right]$
 $\Rightarrow E_e = \frac{1}{4} \times 4 \cdot 10^{-6} \times (3,2)^2 \left[1 - \cos\left(\frac{4\pi}{4 \cdot 10^{-3}} t + \pi\right)\right]$
 $E_e = 10,24 \cdot 10^{-6} \times [1 - \cos(1000\pi t + \pi)]$ (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 ₂ (gaz) +	H ₂ (gaz) ⇌	CO(gaz) +	H ₂ 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 _f	0,6 - x _f	0,2 + x _f	x _f

0,75

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

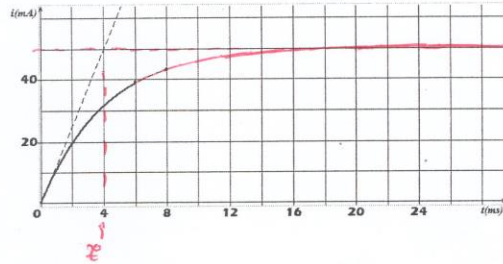
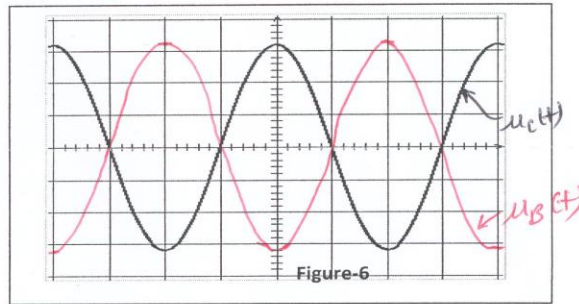


Figure 2

0,25

Physique - Exercice n°3 : 3/



0,5

(P.5)

