

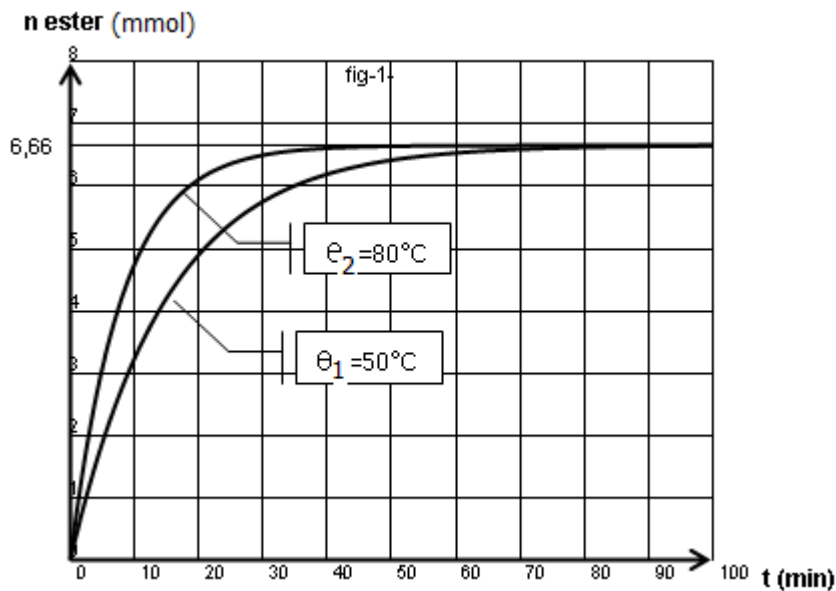
| | | |
|---------------------------------|---|---|
| L S K SGHIRA | Devoir de synthèse N°1 Physique-Chimie | A S 2011-2012 |
| Prof : Amara & Hmadi | Le 09-12-2011 | 4 M_{1,2} et Sc Durée 3 Heures |

Chimie (7 points)

Exercice N°1(3,5 points)

On étudie la cinétique de la réaction entre l'acide méthanoïque (HCOOH) et le pentan-1-ol ($\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_2-\text{OH}$)
Initialement, on réalise un mélange contenant $n(\text{acide})_0 = n(\text{alcool})_0 = 200 \text{ mmol}$ et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Ce mélange est fractionné et réparti en 20 échantillons identiques dans des ampoules scellées que l'on plonge la première dizaine dans une enceinte isotherme à **50 °C** et la deuxième dizaine dans une enceinte isotherme à **80 °C**

À intervalles de temps réguliers, le contenu d'une ampoule est dilué dans **50 mL d'eau glacée**. Par titrage avec une solution de soude, on détermine la quantité d'acide présent. Ce qui a permis de tracer le graphe $n(\text{ester}) = f(t)$ de la figure-1- .



1) Aspect expérimental

- Écrire l'équation de la réaction étudiée en utilisant les formules semi développées.
- Rechercher, dans le protocole, deux moyens pour accélérer la réaction.
- Pourquoi le contenu d'une ampoule est dilué dans 50 mL d'eau glacée avant chaque dosage ?
- Quel est le caractère énergétique de la réaction d'estérification ? Justifier.

2) Etude de l'équilibre de réaction

- Quelle est la quantité de matière initiale d'acide et d'alcool dans chaque ampoule
- Définir le taux d'avancement de la réaction τ à une date t donnée
- Calculer à la date $t = 20 \text{ min}$ le taux d'avancement de la réaction $\tau(\theta_1)$ et celui de la température θ_2 . Commenter.
- Enoncer la loi d'action de masse et donner la valeur de la constante d'équilibre K de l'équilibre estérification-hydrolyse

3) Influence des conditions initiales sur l'équilibre estérification - hydrolyse

On reprend l'expérience décrite ci-dessus dans les conditions suivantes

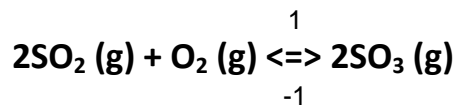
$n(\text{acide})_0 = 10 \text{ mmol/ampoule}$, $n(\text{alcool})_0 = a \text{ mmol/ampoule}$, quelques gouttes d'acide sulfurique et l'ensemble des ampoules sont plongées dans une enceinte isotherme à **50 °C**, à l'équilibre le nombre de mole d'ester formé est de 9,3 mmol.

- Déterminer le nombre de mole initial d'alcool
- Calculer à la température de 50°C le taux d'avancement final τ_f relatif au deux mélanges. Conclure

Exercice N°2 (3,5 points)

A une température T_1 et à une pression P_1 , dans un ballon de volume V , on introduit $n_1 = 2$ moles de dioxyde de soufre SO_2 et $n_2 = 1$ moles de dioxygène O_2 . Il s'établit l'équilibre suivant:





La constante d'équilibre relative à la réaction étudiée est $K_1 = 200$.

1- A l'équilibre, il se forme une mole de trioxyde de soufre SO_3 .

a- Déterminer avec justification l'avancement final de la réaction.

b- Calculer le taux d'avancement final.

c- Déterminer en litre le volume V du ballon ?

2- Une étude expérimentale de cette réaction à la même pression P_1 mais à une température T_2 plus basse ($T_2 < T_1$), montre que la constante d'équilibre est $K_2 = 44$. Déterminer le caractère énergétique de la réaction de dissociation de trioxyde de soufre.

3- On reprend le mélange initial de dioxyde de soufre et de dioxygène précédent à la température T_1 et à une pression P_2 , lorsque le nouvel état d'équilibre est établi, le nombre de mole total gaz est de 2,43 mol

a) Comparer en le justifiant P_2 à P_1 . Déduire dans quel sens l'équilibre est déplacé

b) La constante d'équilibre K_1 est-elle modifiée suite à cette variation de pression ? Justifier.

Physique (13 points)

Exercice N°1 (7 points)

Détecteur de métaux

Un détecteur de métaux est un appareil permettant de localiser des objets métalliques en exploitant le phénomène physique de l'induction magnétique. Il est utilisé par exemple dans le domaine de la sécurité, dans les aéroports pour détecter des armes cachées sur les passagers d'un avion, dans le domaine militaire pour le déminage, dans les loisirs pour la recherche de divers objets enfouis et, marginalement, en archéologie pour la recherche d'objets anciens. Afin de limiter les atteintes au patrimoine archéologique et historique. La méthode de détection peut s'appuyer sur la variation de l'inductance d'une bobine à l'approche d'un métal. En effet, l'inductance augmente si on approche de la bobine un objet en fer, alors qu'elle diminue si l'objet est en or.

Le détecteur est équivalent à un oscillateur constitué d'un condensateur et d'une bobine.

Du fait de la variation de l'inductance de la bobine, l'oscillateur voit sa fréquence propre modifiée. Un montage électronique permet alors de comparer la fréquence de cet oscillateur à une fréquence fixe. La comparaison indique ainsi la présence d'un métal et sa nature.



A /Exploitation du document (2 points)

1) Dans quel domaine peut-on utiliser un détecteur de métaux ?

2) Relever du texte le passage qui montre que l'inductance d'une bobine varie à proximité d'un métal

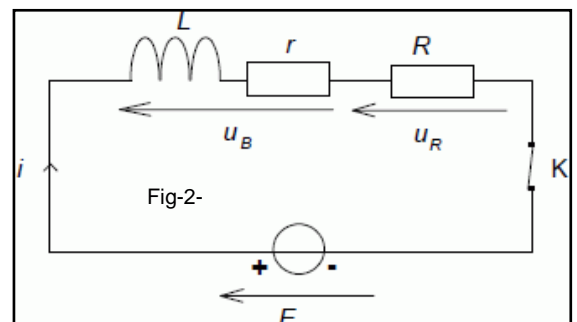
3) Expliquer le passage... Du fait de la variation de l'inductance de la bobine, l'oscillateur voit sa fréquence propre modifiée.

B) Vérification de l'influence de l'approche d'un métal en fer sur l'inductance d'une bobine (5 points)

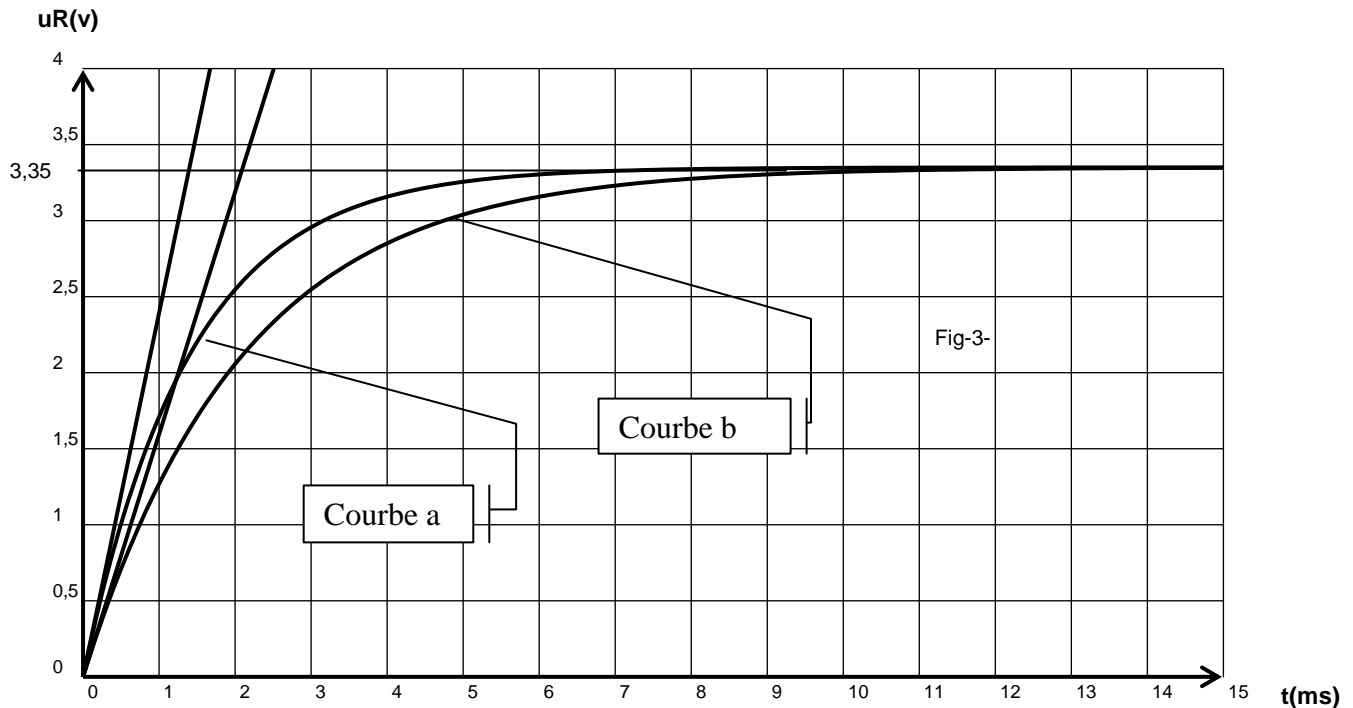
On dispose d'une bobine plate portant les indications

$L = 20 \text{ mH}$, $r = 5,0 \text{ ohms}$. On décide de tester le comportement de cette bobine en présence ou non de métaux dans le but de vérifier la variation de l'inductance. Le montage utilisé est réalisé avec un générateur de tension continue de $\text{fem } E = 5,0 \text{ V}$, un conducteur ohmique de résistance $R = 10 \text{ ohms}$ et la bobine d'inductance L et de résistance r .

On enregistre l'évolution de la tension u_R aux bornes du



conducteur ohmique de résistance R en fonction du temps. L'origine des temps est prise à la fermeture de l'interrupteur. L'expérience est faite dans un premier temps sans métal à proximité (courbe a) puis avec un morceau de fer à proximité de la bobine (courbe b). Sachant que la tension aux bornes du résistor est d'équation horaire $U_R(t) = RI_0[1-\exp(-t/\tau)]$



1) Dédurre du graphe de la figure-3- :

a) L'intensité du courant I_0 du régime permanent

b) Les constantes de temps τ_a et τ_b

c) Calculer l'inductance de la bobine L_b sachant que la constante de temps d'un circuit RL est $\tau = \frac{L}{(R+r)}$, la

comparer à L_a , cette comparaison confirme-t-elle ce qui est dit dans le texte

2) On se place dans les conditions où tout métal est éloigné de la bobine.

- a- Etablir l'équation différentielle régissant les variations, au cours du temps, de la tension $u_B(t)$ aux bornes de la bobine d'inductance L . Montrer qu'elle s'écrit sous la forme

$$\frac{dU_B}{dt} + \frac{U_B}{\tau} = \frac{r}{L} \cdot E$$

b- La solution de cette équation différentielle est $u_B = A \exp(-t/\tau) + B$. Identifier les constantes A et B en fonction de r , R et E

c) Quelle est la tension aux bornes de la bobine à $t = 0$ (s) et en régime permanent.

d) Tracer sur le diagramme (u, t) de l'annexe (fig-6-), l'allure de la courbe $U_B = f(t)$

dans les deux cas où $R = 10 \Omega$ et $R = 20 \Omega$ en précisant à chaque fois la date d'établissement de courant permanent et la valeur de U_B correspondante.

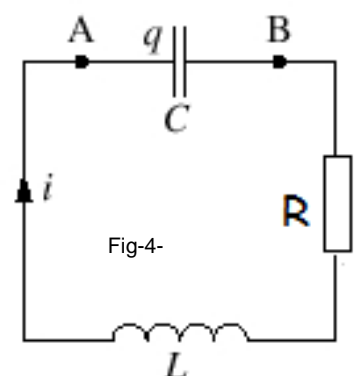
Exercice N°2 (6 points)

On réalise l'étude expérimentale d'un oscillateur électrique constitué d'un condensateur de capacité $C = 0,80 \mu F$ et une bobine d'inductance

L et de résistance nulle et un résistor de résistance R variable entre zéro et $1,5 K\Omega$. À l'aide d'une carte d'acquisition reliée à un ordinateur et d'un logiciel de traitement des données, on obtient le document de figure-5- représentant :

– d'une part les variations du courant $i(t)$ en fonction du temps t : ordonnée i (axe gradué à gauche) ;

– d'autre part les variations de l'énergie E_C emmagasinée dans le condensateur en



fonction du temps t : ordonnée (E_c) (axe gradué à droite).

Dans la suite, on notera EL l'énergie emmagasinée dans la bobine.

1. a) Etablir l'équation différentielle des oscillations électriques en fonction de l'intensité de courant i , sa dérivé première $\frac{di}{dt}$ et sa dérivé seconde

$\frac{d^2i}{dt^2}$. Si $R = 0 \Omega$, en déduire

l'équation différentielle des oscillations libres non amorties et donner l'expression de sa période propre en fonction de L et C .

b) Associer en le justifiant chaque courbe à sa grandeur correspondante

c) Quelle est la nature des oscillations du courant

2-a-Déterminer graphiquement la valeur de la pseudo-période T des oscillations.

b- En admettant que la pseudo-période T est sensiblement égale à la période propre T_0 d'un oscillateur (LC), donner une valeur approché de l'inductance L de la bobine

3-a) Remplir le tableau de variation des énergies de l'annexe

b) Calculer les pertes d'énergie électromagnétique en énergie thermique pendant l'intervalle de temps $\Delta t = t_2 - t_1$

c) Sachant que pour les faibles amortissements la résistance du circuit peut prendre l'expression

$$R = \frac{L}{\Delta t} \ln \frac{E(t_1)}{E(t_2)}, \text{ calculer } R$$

4) Sachant que la pseudo-période T est liée à la période propre par la relation

$$T = \frac{T_0}{\sqrt{1 - \frac{R^2}{4L^2\omega_0^2}}} \text{ ou } \omega_0 \text{ la pulsation propre de l'oscillateur (LC)}$$

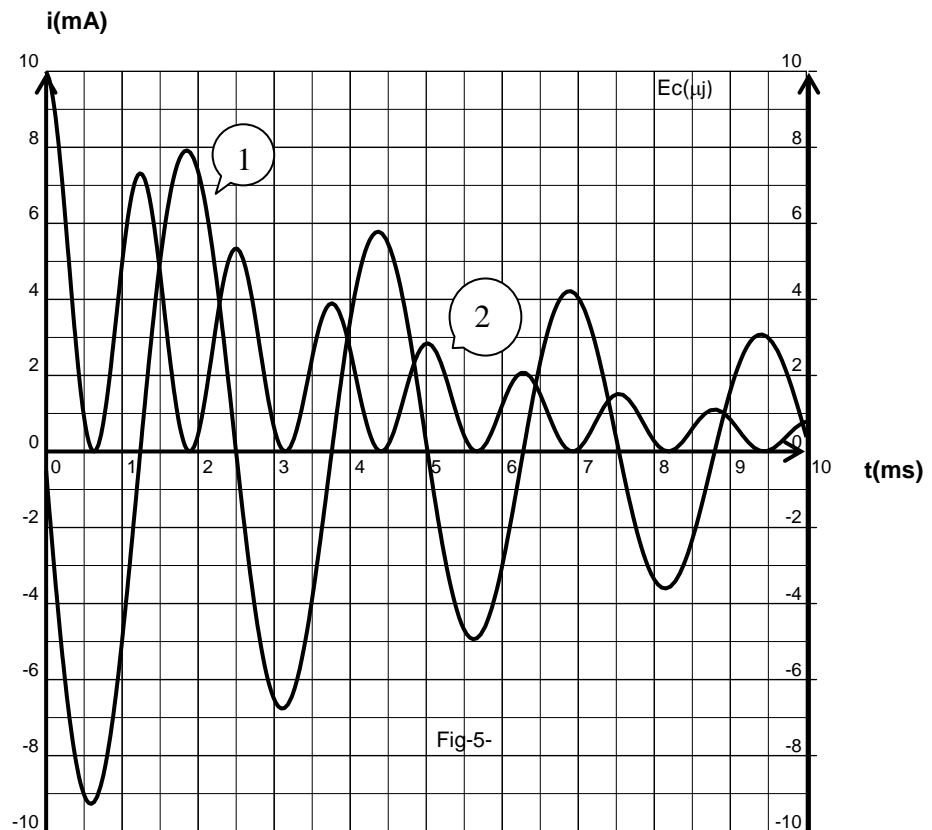
a) Comparer la pseudo période T à la période propre T_0 dans les deux cas suivants :

- ✓ Si R est de valeur faible
- ✓ Si R est de valeur très grande

b) Pour quelle valeur maximale R_{\max} le circuit n'oscille plus.

c) Sur la figure-7- donner l'allure des courbes $u_c(t)$ en précisant la valeur de sa pseudo période pour :

$R_1 = 500\Omega$ et $R_2 = 1200\Omega$

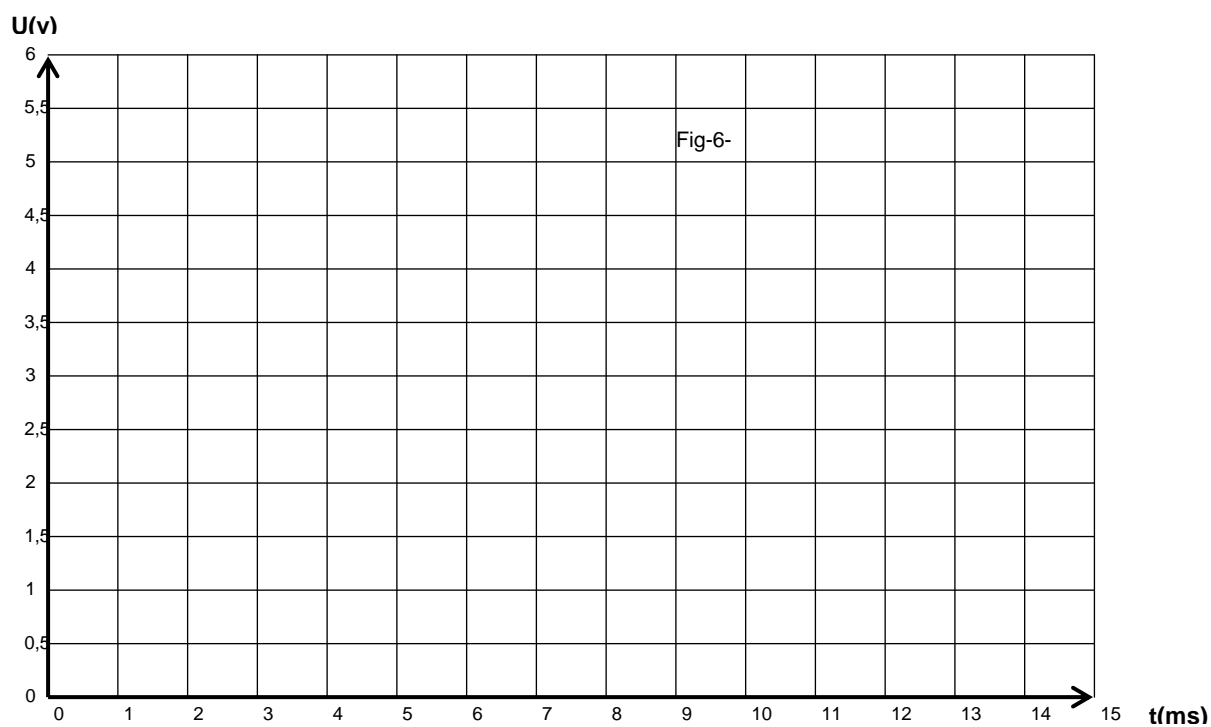


BON TRAVAIL



Annexe

| | | | |
|----------|-------------|-------------|---------|
| Nom..... | Prénom..... | Classe..... | N°..... |
|----------|-------------|-------------|---------|



| t(ms) | $t_1 = 1,5$ | $t_2 = 5$ |
|---------------------------------|-------------|-----------|
| $E_C (\mu j)$ | | |
| $I(mA)$ | | |
| $E_L = \dots\dots\dots (\mu j)$ | | |
| $E = E_C + E_L (\mu j)$ | | |

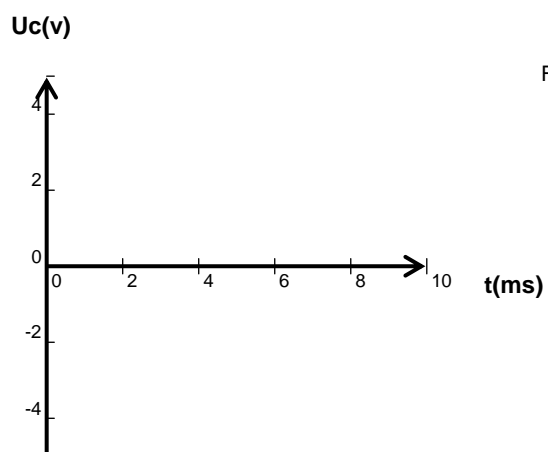
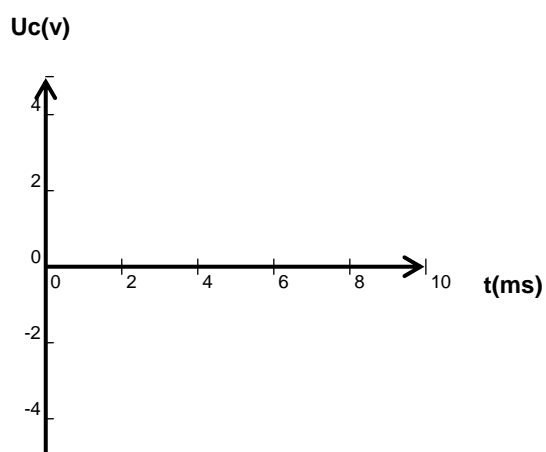
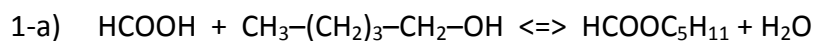


Fig-7-



Chimie

Exercice N°1

b) Ajout de H_2SO_4 comme catalyseur et le chauffage

c) pour freiner la réaction d'estérification

C'est une réaction athermique car son avancement final x_f ne varie pas avec la température

2-a) $n_0(\text{alcool}) = n_0(\text{acide}) = 200\text{mmol}/20 = 10\text{ mmol}$

b) $\tau(t) = x/X_m$ ou $X_m = n_0$

c)

| $\theta^\circ\text{C}$ | 50°C | 80°C |
|------------------------|------|------|
| $x(\text{mmol})$ | 4,8 | 6,2 |
| τ en % | 48 % | 62 % |

La réaction est plus rapide à 80°C car $\tau(80^\circ\text{C}) > \tau(50^\circ\text{C})$ d) A l'équilibre dynamique $\pi_{\text{eq}} = K$

$$K = \frac{[\text{eau}]_{\text{eq}} [\text{ester}]_{\text{eq}}}{[\text{alcool}]_{\text{eq}} [\text{acide}]_{\text{eq}}} = \frac{x_f^2}{(n_0 - x_f)^2}, \text{ d'après la figure-1- } x_f = 6,66 \text{ mmol donc } K = 4$$

$$3\text{-a) } \pi_{\text{eq}} = K = \frac{x_f^2}{(n_0 - x_f)(a - x_f)} \longrightarrow a = x_f + \frac{x_f^2}{K \cdot (n_0 - x_f)} \cong 40 \text{ mmol}$$

b) A 50°C

| | | |
|---|---------|---------|
| Mélange | 10 - 10 | 10 - 40 |
| x_f (mmol) | 6,66 | 9,30 |
| $\tau_f = \frac{x_f}{x_m}$ ou $x_m = 10 \text{ mmol}$ | 66,6 % | 93 % |

Conclusion : τ_f dépend de la nature de mélange initial

Exercice N°2

| équation de la réaction | | 2 SO ₂ (g) | + | O ₂ (g) | \rightleftharpoons | 2 SO ₃ (g) |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|---|--------------------|----------------------|-----------------------|
| état du système | Avancement | n(SO ₂) | | n(O ₂) | | n(SO ₃) |
| état initial | 0 | 2 | | 1 | | 0 |
| état intermédiaire | x | 2 - 2 x | | 1 - x | | 2 x |
| état final | $X_f = 0,5 \text{ mol}$ | 2 - 2 $x_f = 1$ | | 1 - $x_f = 0,5$ | | 2 $x_f = 1$ |

1-a) $2x_f = 1\text{mol}$ donc $x_f = 0,5 \text{ mol}$

b) $\tau_f = \frac{x_f}{x_m}$ ou $x_m = 1\text{mol}$ ce qui donne $\tau_f = 50 \%$

$$c) \text{ Loi d'action de masse } K = \frac{[\text{SO}_3]_{\text{eq}}^2}{[\text{SO}_2]_{\text{eq}}^2 [\text{O}_2]_{\text{eq}}} = \frac{V \cdot x_f^2}{(1 - x_f)^3} \text{ donc } \frac{V = K(1 - x_f)^3}{x_f^2} \text{ soit } V = 100 \text{ L}$$

2) $K_2 < K_1$, l'équilibre est déplacé dans le sens inverse de dissociation de trioxyde de soufre SO₃ (**exothermique**)
Car tout abaissement de température à pression constante déplace l'équilibre dans le sens exothermique

3-a)

| pression | P ₁ | P ₂ |
|-----------------------------|--|----------------|
| $n_t(\text{gazeux à l'éq})$ | 2,5 mol | 2,43 mol |
| interprétation | L'équilibre est déplacé dans le sens (direct) qui fait diminuer le nombre de mole total gazeux donc $P_2 > P_1$ | |

b) Non car K ne dépend que de la température

Exercice N°1

Partie A

1) Il est utilisé par exemple dans le domaine de la sécurité, dans les aéroports pour détecter des armes cachées sur les passagers d'un avion, dans le domaine militaire pour le déminage, dans les loisirs pour la recherche de divers objets enfouis et, marginalement, en archéologie pour la recherche d'objets anciens. Afin de limiter les atteintes au patrimoine archéologique et historique.

2) l'inductance augmente si on approche de la bobine un objet en fer, alors qu'elle diminue si l'objet est en or.

3) $T = 2\pi\sqrt{LC}$ donc sa fréquence est $N = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ alors si L augmente N diminue et inversement

Partie B

1-a) En régime permanent $U_R = R \cdot I_0 = 3,35 \text{ V}$ donc $I_0 = \frac{U_R(\infty)}{R} = 335 \text{ mA}$

b) courbe (a) $\rightarrow \tau_a \cong 1,3 \text{ ms}$, courbe (b) $\rightarrow \tau_b \cong 2,1 \text{ ms}$

c) $L_b = \tau_b(R + r) = 31,5 \text{ mH}$; $L_b > L_a = 20 \text{ mH}$ ce qui est en accord avec le texte

2-a) Loi des maille (schéma non exigé) : $U_R + U_B = E$. Loi d'Ohm : $U_R = R \cdot i$ et $U_B = r \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt}$

De la loi des maille on peut écrire $i = \frac{E - U_B}{R}$ et $\frac{di}{dt} = -\frac{1}{R} \cdot \frac{dU_B}{dt}$, on remplace i et $\frac{di}{dt}$ par leurs expressions dans

la loi d'Ohm aux bornes de la bobine on obtient : $r(E - U_B) - L \frac{dU_B}{dt} = R \cdot U_B$, on divise par L et on déplace U_B et

$\frac{dU_B}{dt}$ à droite, on abouti à l'équation différentielle proposée $\frac{dU_B}{dt} + \frac{U_B}{\tau} = \frac{r}{L} \cdot E$

b) A $t = 0 \text{ (s)}$: $i = 0 \text{ A}$ donc $U_R(0) = 0 \text{ V}$ et $U_B(0) = E$, d'autre part $U_B(0) = A + B \rightarrow A + B = E$

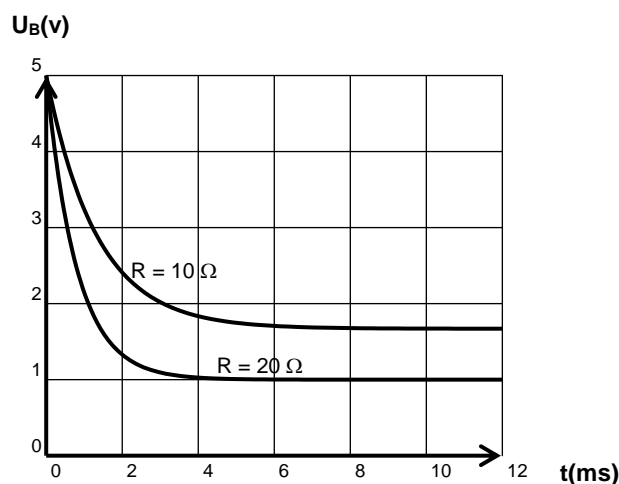
en régime permanent $i = I_0$ donc $U_B(\infty) = r \cdot I_0$ donc $\frac{dU_B}{dt} = 0$ et l'éq diff donne $U_B = \frac{r \cdot E}{(R + r)} = B$ car $e^{-t/\tau} \rightarrow 0$

ce qui donne $A = E - B = \frac{R \cdot E}{(R + r)}$

c) $U_B(0) = E = 5 \text{ V}$, $U_B(\infty) = r \cdot I_0 = 1,67 \text{ V}$

d)

| | | |
|---|------|----|
| $R(\Omega)$ | 10 | 20 |
| Date d'établissement du régime permanent $\Delta t \Delta = 5 \tau$ en ms | 6,65 | 4 |
| $U_B(\infty)$ en volt | 1,67 | 1 |



Exercice N°2

1) loi des maille et schéma exigé

$$U_C + U_R + U_L = 0 \longrightarrow \frac{q}{C} + R \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt} = 0 \text{ ou } i = \frac{dq}{dt}$$

on dérive l'équation diff par rapport au temps ce qui donne

$$\frac{d^2 i}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{di}{dt} + \frac{1}{LC} i = 0$$

Pour $R = 0 \Omega$, l'équation diff sera $\frac{d^2 i}{dt^2} + \frac{1}{LC} i = 0$ équation différentielle

De la forme $\frac{d^2 x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0$, par identification on en déduit que $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$

la période propre est $T_0 = 2\pi/\omega_0 = 2\pi \cdot \sqrt{LC}$

b) courbe (1) $\longrightarrow i(t)$ cr change de signe au cours du temps

courbe (2) $\longrightarrow E_C(t) = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u_C^2 > 0$

c) La nature des oscillations du courant est libre (sans générateur) amortie (amplitude décroissante)

2-a) $T \cong 2,5 \text{ ms}$ b) $T^2 \cong 4\pi^2 LC \longrightarrow L = \frac{T^2}{4\pi^2 C} \text{ AN : } L \cong 0,2 \text{ H}$

3-a)

| t(ms) | $t_1 = 1,5$ | $t_2 = 5$ |
|---|-------------|-----------|
| $E_C (\mu\text{j})$ | 4,8 | 2,8 |
| $I(\text{mA})$ | 4,8 | 0 |
| $E_L = \frac{1}{2} L i^2 (\mu\text{j})$ | 2,3 | 0 |
| $E = E_C + E_L (\mu\text{j})$ | 7,1 | 2,8 |

b) $R \cong 53 \Omega$, on accepte $50 \Omega \leq R \leq 55 \Omega$

4 -a)

- ✓ Si R est faible T est légèrement supérieure à T_0 car la quantité $(1 - \frac{R^2}{4L^2\omega_0^2})$ sera légèrement inférieure à 1
- ✓ Si R est grand $\longrightarrow \infty$, la quantité $\sqrt{1 - \frac{R^2}{4L^2\omega_0^2}}$ ne peut pas être négative donc au max $\frac{R^2}{4L^2\omega_0^2}$ tend vers 1 d'où T tend vers l'infini

b) le circuit n'oscille plus c'ad $T \longrightarrow \infty$ et $\frac{R^2}{4L^2\omega_0^2} \longrightarrow 1$ donc $R_{\max} = 2L\omega_0 \text{ AN : } R_{\max} = 1000 \Omega$

c) $R_1 = 500 \Omega < R_{\max}$ le circuit oscille avec une période $T \cong 2,9 \text{ ms}$, $R_2 = 1200 \Omega > R_{\max}$ régime aperiodique

à $t=0 \text{ (s)}$, $E_C = 10 \mu\text{j}$ donc $U_{mc}(0) = \sqrt{2 \cdot \frac{E_C}{C}} = 5 \text{ volts}$

