

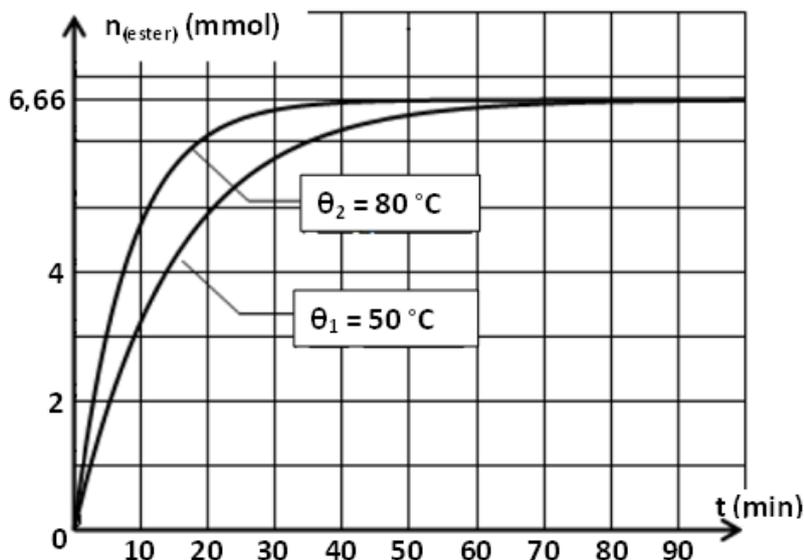
Devoir de synthèse n° 1

CHIMIE

Exercice n° 1 : (4 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 $n_0(\text{acide}) = n_0(\text{alcool}) = 200 \text{ mmol}$ 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 la température $\theta_1 = 50 \text{ °C}$ et la deuxième dizaine dans une enceinte isotherme à la température $\theta_2 = 80 \text{ °C}$. 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 ci-contre.



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) Étude 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 τ_1 à la température θ_1 et τ_2 à la température θ_2 . Commenter.
- Énoncer 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 : $n_0(\text{acide}) = 10 \text{ mmol / ampoule}$, $n_0(\text{alcool}) = a \text{ mmol / ampoule}$, quelques gouttes d'acide sulfurique et l'ensemble des ampoules sont plongées dans une enceinte isotherme à la température θ_1 . 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 θ_1 le taux d'avancement final τ_F relatif aux deux mélanges. Conclure.

Exercice n° 2 : (3 points)

À 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 $n_2 = 1$ mole de dioxygène (O_2). Il s'établit l'équilibre suivant : $2 SO_2(gaz) + O_2(gaz) \rightleftharpoons 2 SO_3(gaz)$.

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

- 1) À 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 initiale 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**Exercice n° 1 : (6 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.

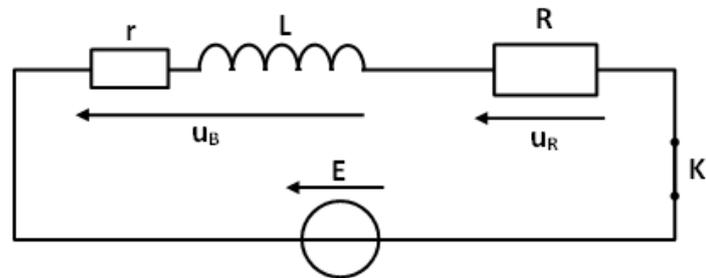
I. Exploitation du texte :

- 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. »

II. Vérification de l'influence de l'approche d'un métal en fer sur l'inductance d'une bobine.

On dispose d'une bobine plate portant les indications $L = 20 \text{ mH}$ et $r = 5 \Omega$. 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 f.é.m. $E = 5 \text{ V}$, un conducteur ohmique de résistance $R = 10 \Omega$ 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) (voir figure -1- de la feuille annexe).

La tension aux bornes du résistor est d'équation horaire : $u_R(t) = RI_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$.

- 1) Déduire du graphe de la figure -1- :

- L'intensité du courant I_0 du régime permanent
- Les constantes de temps τ_a et τ_b .
- 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.

- Établir 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 :

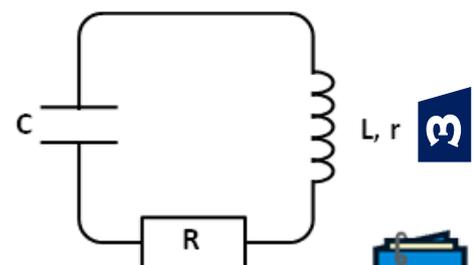
$$\frac{du_B}{dt} + \frac{u_B}{\tau} = \frac{r}{L} E.$$

- La solution de cette équation différentielle est $u_B(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + B$. Identifier les constantes A et B en fonction de r , R et E .
- Quelle est la tension aux bornes de la bobine à $t = 0 \text{ s}$ et en régime permanent ?
- Tracer sur le diagramme (u, t) de l'annexe (figure -1'-), 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 : (7 points)

Partie 1

On charge complètement un condensateur de capacité C à l'aide d'un générateur idéal. À l'instant de date $t = 0$, on branche ce condensateur en série avec une bobine d'inductance $L = 0,1 \text{ H}$,



de résistance interne $r = 10 \Omega$ et d'un conducteur ohmique de résistance $R_0 = 1 K\Omega$.

Le graphe de la figure -2- de la feuille annexe représente la variation de la tension u_C aux bornes du condensateur.

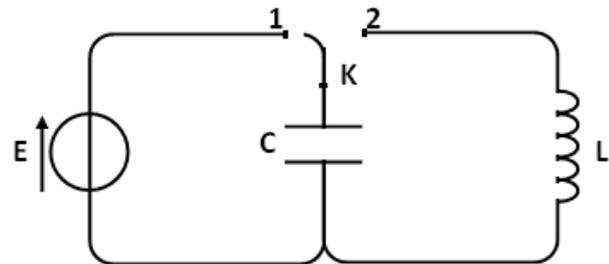
- 1) Décrire les oscillations observées et indiquer le nom de régime oscillatoire.
- 2) Sur l'annexe, donner l'allure de courbes dans les deux autres régimes.
- 3) a) Déterminer la valeur de la pseudo-période T des oscillations.
b) Donner l'expression de la période propre T_0 des oscillations d'oscillateur (L C).
c) Calculer la valeur de la capacité C du condensateur en supposant que la pseudo-période T est égale à la période propre T_0 . (On suppose que $\pi^2 = 10$)
- 4) Établir l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$.
- 5) Donner l'expression de l'énergie électromagnétique E en fonction de L , C , q et i .
- 6) a) Montrer que la variation de cette énergie au cours de temps s'écrit :
$$\frac{dE}{dt} = - (R_0 + r) i^2$$

b) En déduire la cause de la décroissance de l'amplitude des oscillations.
- 7) Calculer la perte d'énergie ΔE pendant les deux premières oscillations.

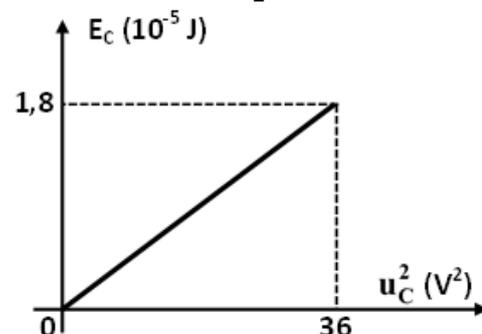
Partie 2

On considère maintenant le circuit suivant formé par un condensateur C , une bobine d'inductance L et une résistance interne supposé nulle, d'un générateur de f.é.m. $E = 6 V$ et un commutateur K à double position.

Le commutateur est mis en position 1 jusqu'à ce qu'il soit complètement chargé puis on le bascule en position 2. Cet instant est pris comme origine de temps.



- 1) Recopier le schéma du circuit (lorsque K est en position 2) en indiquant les branchements de l'oscilloscope nécessaires pour observer la tension u_C aux bornes de condensateur.
- 2) Établir l'équation différentielle vérifiée par u_C .
- 3) L'oscillogramme $u_C(t) = f(t)$ observé est représenté par la figure -3- de la feuille annexe.
a) La solution de l'équation différentielle est de la forme $u_C(t) = U_{C_{\max}} \sin(\omega_0 t + \varphi_{u_C})$.
Déterminer l'expression de $u_C(t)$ en précisant les valeurs de $U_{C_{\max}}$, ω_0 et φ_{u_C} .
b) Déduire l'expression de $q(t)$ et $i(t)$.
- 4) a) Donner l'expression de l'énergie électromagnétique E en fonction L , C , i et q .
b) Montrer que l'énergie se conserve.
- 5) La courbe ci-contre donne la variation de l'énergie électrostatique E_C en fonction de u_C^2 .
a) L'énergie E_C s'écrit sous la forme : $E_C = a u_C^2$. Exprimer la constante a en fonction de la capacité C du condensateur.
b) En exploitant la courbe $E_C = f(u_C^2)$ déterminer :
i. La valeur de la capacité C du condensateur.
ii. La valeur de l'énergie électromagnétique E .
c) Montrer que la valeur de l'inductance L de la bobine est $L = 0,25 H$.



Feuille annexe

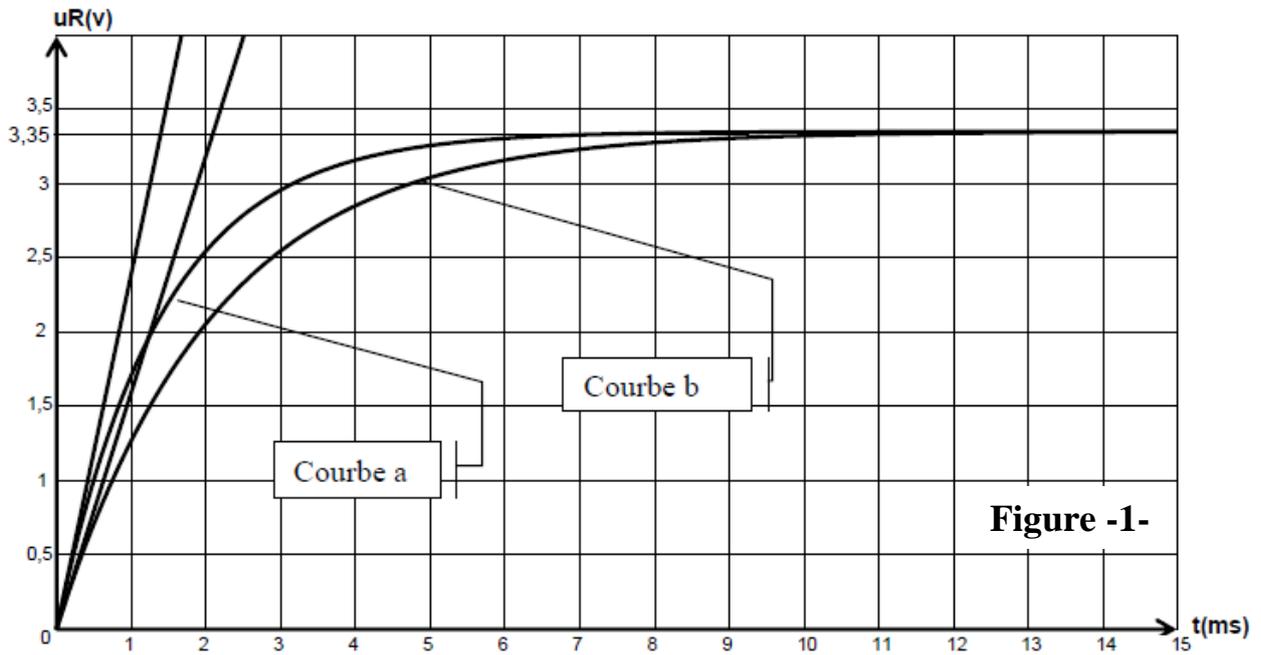


Figure -1-

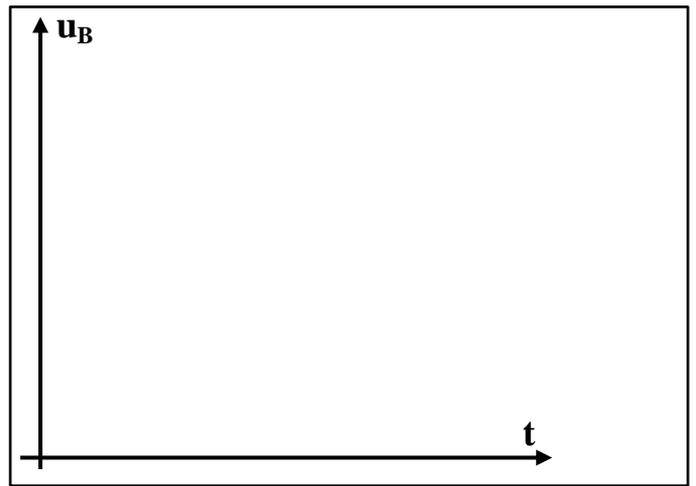
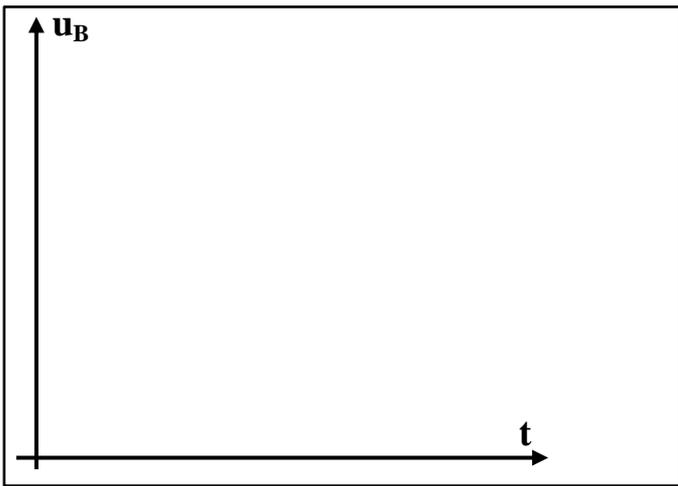


Figure -1'-

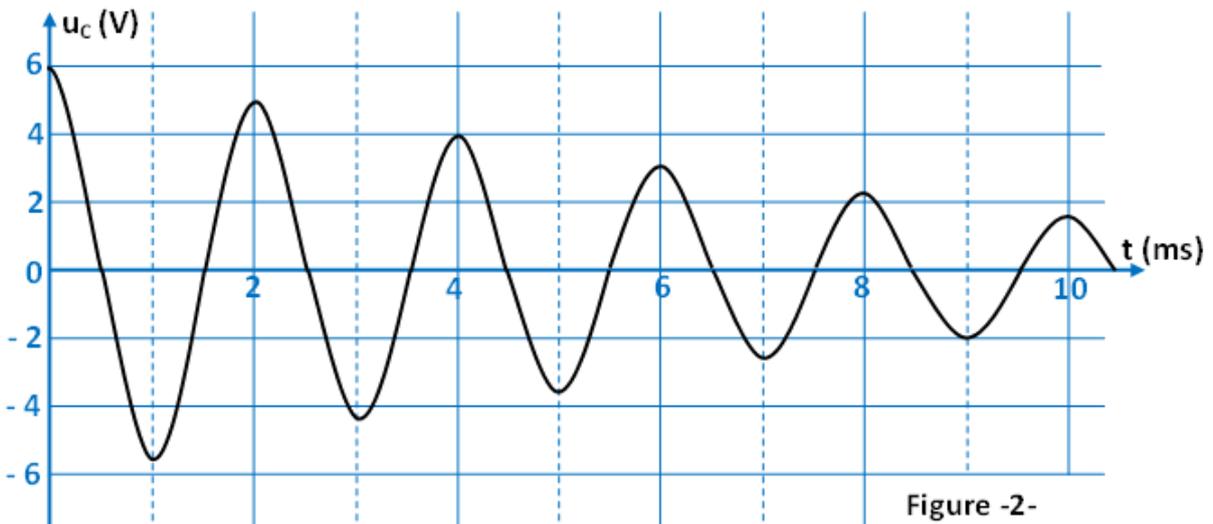


Figure -2-

