

**CHIMIE (7 POINTS)****Exercice : 1 (3,5 points)****A-**

La réaction symbolisée par l'équation chimique :  $\text{CO}_{(g)} + 2\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}_{(g)}$  utilisée pour la préparation industrielle du méthanol  $\text{CH}_3\text{OH}$  est exothermique.

Comment varie la quantité de méthanol présente à l'équilibre chimique si :

- 1) On comprime le système à température constante ?
- 2) On ajoute un catalyseur soigneusement choisi ?
- 3) On augmente la température à pression constante ?
- 4) On additionne à température et volume gazeux constants du monoxyde de carbone  $\text{CO}$  gaz ?

**B-**

On considère l'équilibre chimique auquel aboutit la réaction de formation du complexe, du couleur rouge sang de thiocyanatofer III  $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$  à partir des ions  $\text{Fe}^{3+}$  et des ions thiocyanate  $\text{SCN}^-$  dont l'équation est symbolisée par :  $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$

A une température  $\theta_1$  constante, on réalise à  $t = 0$  un mélange (M) contenant un volume  $V_1 = 400 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse renfermant des ions  $\text{Fe}^{3+}$  de concentration molaire  $C_1 = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  et un volume  $V_2 = 100 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse renfermant des ions thiocyanate  $\text{SCN}^-$  de concentration molaire  $C_2 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ .

La constante d'équilibre relative à la réaction de formation du complexe est  $K = 10^3$ .

- 1)
  - a- Enoncer la loi d'action de masse
  - b- Dresser le tableau d'avancement volumique de la réaction étudiée
  - c- Déterminer la valeur de l'avancement volumique final  $Y_f$  de la réaction. Déduire la composition, en  $\text{mol.L}^{-1}$  du système à l'équilibre dynamique
  - d- Calculer le taux d'avancement final  $\tau_f$
- 2) Au mélange obtenu à l'équilibre et à la même température  $\theta_1$  on ajoute une solution contenant  $6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  de  $\text{Fe}^{3+}$  sans changement de volume.
  - a- Dire, en justifiant votre réponse, si la couleur rouge sang du complexe s'intensifie ou s'atténue. ?
  - b- La valeur de la constante d'équilibre est-elle modifiée ? justifier votre réponse.
  - c- Déterminer la composition en  $\text{mol.L}^{-1}$  du système à l'équilibre dynamique.

**Exercice : 2 (3,5 points)**

Toutes les solutions sont prises à  $25^\circ\text{C}$  où  $K_e = 10^{-14}$

- 1) Reproduire et compléter le tableau suivant :

Couple $\text{AH/A}^-$		
...../ $\text{CH}_3\text{CO}_2^-$	$K_{a1} = \dots\dots\dots$	$\text{p}K_{b1} = 9,2$
$\text{HF}/\dots\dots\dots$	$\text{p}K_{a2} = 3,2$	$K_{b2} = \dots\dots\dots$

- 2) Comparer en justifiant, la force des deux acides et la force des deux bases figurant dans le tableau.



- 3)
- Ecrire l'équation chimique de la réaction acide-base qui met en jeu les deux couples du tableau en plaçant l'entité **HF** à gauche.
  - Déterminer la valeur de la constante d'équilibre  $K$  de la réaction précédente.
  - $[\text{CH}_3\text{CO}_2^-]_0 = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  et  $[\text{HF}]_0 = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  sont respectivement les concentrations molaires initiales de  $\text{CH}_3\text{CO}_2^-$  et **HF** dans le mélange.
    - Dresser le tableau d'avancement volumique relatif à la réaction
    - Déterminer la valeur de l'avancement volumique final  $Y_f$  de la réaction. Dédurre la composition, en  $\text{mol.L}^{-1}$ , du système à l'équilibre dynamique.
    - le système est en équilibre, on lui ajoute  $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  d'éthanoate de sodium  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}$  sans changement de volume. Préciser le sens d'évolution du système

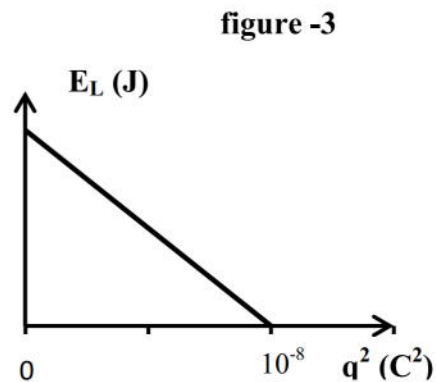
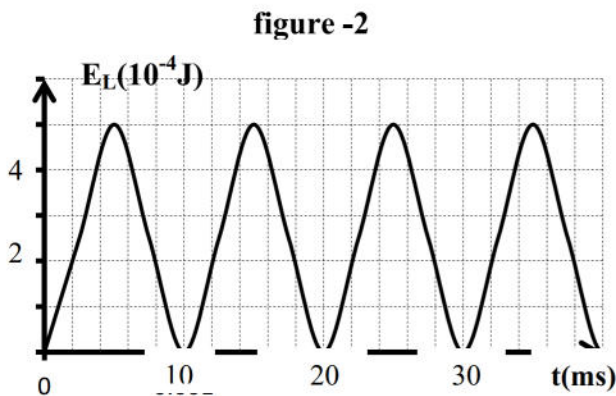
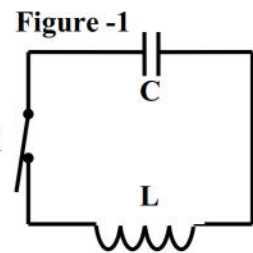
## **PHYSIQUE (13 POINTS)**

### **Exercice : 1 (4 points)**

On met un condensateur de capacité  $C$  initialement chargé dans un circuit série comprenant un interrupteur **K** et une bobine de résistance négligeable et d'inductance  $L$  comme l'indique la **figure -1**.

On ferme l'interrupteur **K** à l'instant  $t = 0 \text{ s}$ . On désigne, à un instant  $t$ , par  $q(t)$  la charge du condensateur et par  $i(t)$  l'intensité du courant électrique qui circule dans le circuit.

Une étude expérimentale a permis de tracer la courbe de la variation de l'énergie magnétique  $E_L$  en fonction du temps (**figure -2**) et la courbe  $E_L$  en fonction de  $q^2$  (**figure -3**)



- 1)
- Etablir l'équation différentielle qui régit la charge  $q$  du condensateur
  - L'équation différentielle précédente admet une solution  $q(t) = Q_m \sin(\frac{2\pi}{T_0}t + \rho)$ .
    - Déduire l'expression de la période propre  $T_0$  des oscillations en fonction de  $L$  et  $C$
    - Trouver la valeur de la phase initiale  $\rho$
  - A quoi dues les oscillations électriques ?
  - Montrer qu'à tout instant au cours des oscillations, l'énergie électrique totale  $E_e$  de l'oscillateur prend une valeur constante égale à  $E_0 = \frac{Q_m^2}{2C}$





- 2)
- Montrer que l'expression de l'énergie magnétique  $E_L$  en fonction du temps s'écrit :  

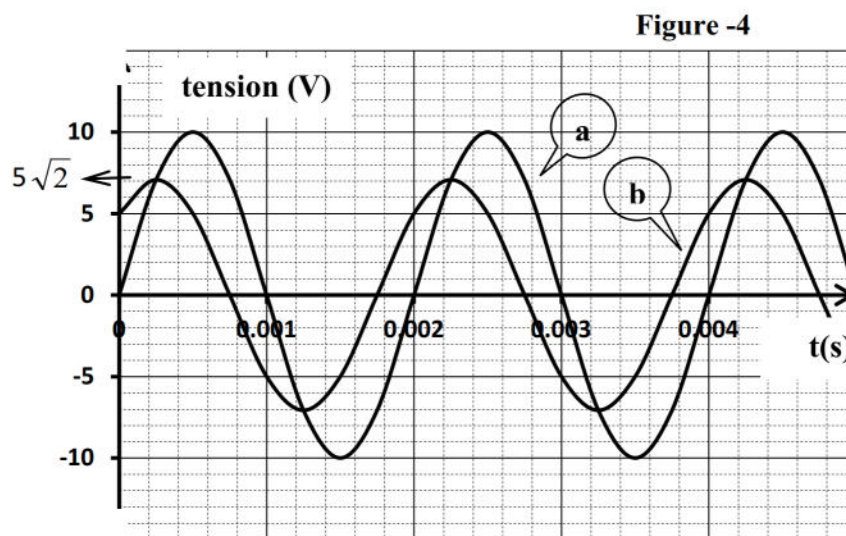
$$E_L = \frac{E_o}{2} \left[ 1 + \cos\left(\frac{4\pi}{T_o} t + \pi\right) \right].$$
Déduire  $E_{Lmax}$
  - En s'aidant de la **figure -2** déterminer la valeur de l'énergie  $E_o$  ainsi celle de la période propre  $T_o$
- 3)
- Justifier théoriquement l'allure de courbe de la **figure -3**
  - Déterminer en exploitant la **figure -3** les valeurs de la capacité  $C$  et l'amplitude  $Q_m$
  - Déduire la valeur de l'inductance  $L$  de la bobine
- 4)
- Pour quelles valeurs de la charge  $q$  on a  $E_L = E_C$
  - Représenter sur votre copie les courbes de  $E_L = f(q)$ , de  $E_C = g(q)$  et de  $E_e = h(q)$
- Echelle :  $1\text{cm} \rightarrow \frac{Q_m}{4}$  et  $1\text{cm} \rightarrow \frac{E_o}{4}$

### **Exercice : 2 (7 points)**

Un générateur basse fréquence délivrant une tension alternative sinusoïdale  $u_1(t) = U_{1m} \sin(2\pi Nt)$  de fréquence  $N$  variable et d'amplitude  $U_{1m}$  maintenue toujours constante alimente un circuit comportant en série un condensateur de capacité  $C = 45 \mu\text{F}$ , une bobine purement inductive d'inductance  $L$ , un résistor de résistance  $R$  et un ampèremètre (A) de résistance négligeable.

Un oscilloscope bicourbe convenablement branché permet de visualiser la tension instantanée  $u_1(t)$  et la tension  $u_2(t) = U_{2m} \sin(2\pi Nt + \rho)$ , aux bornes du dipôle formé par l'ensemble {bobine; condensateur}.

- Indiquer sur la **figure -5** de la **page -5** les connexions nécessaires à établir entre l'oscilloscope et le circuit pour visualiser simultanément  $u_1(t)$  sur la voie  $Y_B$  et  $u_2(t)$  sur la voie  $Y_A$
- Pour une fréquence  $N_1$ , l'ampèremètre (A) indique l'intensité  $I = 0,1\text{A}$  et on obtient les deux oscillogrammes si dessous de la **figure -4** :



- Identifier les oscillogrammes (a) et (b). Justifier votre réponse.
- A partir des oscillogrammes,
  - Déterminer la valeur de la fréquence  $N_1$  ainsi celles des amplitudes  $U_{1m}$  et  $U_{2m}$
  - Déterminer la valeur du déphasage  $\Delta\rho$  de  $u_2(t)$  par rapport à  $u_1(t)$ .



- c- La **figure -6** de la **page -5** représente la construction de Fresnel incomplète et associée au circuit étudié à la fréquence  $N_1$ .
- c<sub>1</sub> - Compléter, à l'échelle, la construction en représentant dans l'ordre les vecteurs de Fresnel correspondant aux tensions  $u_1(t)$ ,  $u_2(t)$ ,  $u_C(t)$  (de module  $I_m/C\omega$ ) et  $u_L(t)$  (de module  $L\omega I_m$ )
- c<sub>2</sub> - En exploitant la construction de Fresnel montrer que ce circuit est inductif.
- c<sub>3</sub> - déduire la valeur de la résistance  $R$  du résistor et celle de l'inductance  $L$  de la bobine.
- 3) On modifie la fréquence du GBF. Pour une fréquence  $N_2$  on remarque qu'un voltmètre branché aux bornes du dipôle {bobine; condensateur} indique une valeur nulle.
- a- Montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.
- b- Déterminer alors la valeur de la fréquence  $N_2$  de la tension excitatrice.
- c- Calculer l'intensité efficace  $I_0$  du courant.
- d- Calculer l'énergie totale emmagasinée dans le circuit.
- e-
- e<sub>1</sub> - Calculer l'amplitude  $U_{mC}$  de la tension aux bornes du condensateur et la comparer à  $U_{Im}$ . Nommer le phénomène mis en évidence.
- e<sub>2</sub> - Calculer la valeur minimale de la résistance  $R$  pour éviter la surtension au niveau de condensateur

### **Exercice : 3** (2 points)

#### Etude d'un document scientifique

##### *Protection des circuits inductifs*

Lors de l'ouverture d'un interrupteur placé dans un circuit inductif (comportant une bobine), parcouru par un courant intense, un arc électrique s'établit entre les deux pôles qui sont écartés l'un de l'autre. Il en est de même avec des circuits parcourus par des courants peu intenses mais qui font l'objet de communications rapides (électroniques). Cet arc dit étincelle de rupture est la conséquence du phénomène d'auto induction : l'annulation du courant dans un circuit se traduit par l'induction d'une force électromotrice d'autant plus grand :

- Que le courant interrompu est plus intense
- Que l'interruption est plus rapide

Il peut en résulter une surtension importante entre les pôles des appareils de coupure. En général, il est indispensable de remédier à cet inconvénient afin d'éviter tout danger pour le manipulateur (risque d'électrocution) et pour le matériel. Cette protection peut être assurée par une diode.

Physique appliquée. Nathan technique.

### **Question:**

- 1) Dans quel type de circuit se produit l'étincelle de rupture ?
- 2) Quel est le phénomène physique responsable de cette étincelle ?
- 3) Quel sont les facteurs qui ont une influence sur la valeur de la force électromotrice d'auto-induction ?
- 4) Citer un inconvénient de l'étincelle de rupture et le danger qui en résulte.



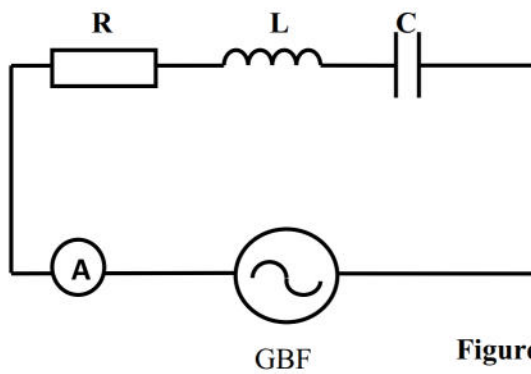
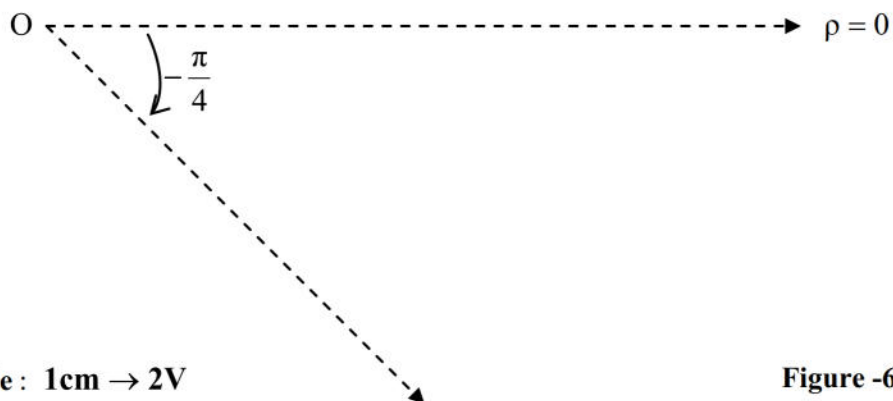
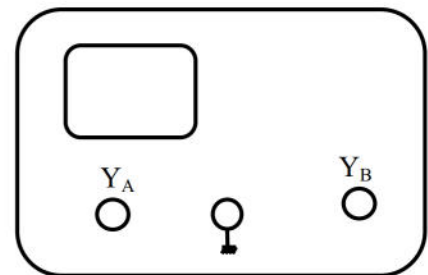


Figure -5



Echelle : 1cm  $\rightarrow$  2V

Figure -6



