

**DEVOIR DE SYNTHÈSE N°1**

**ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES**

**Prof : HANDOURA Naceur**

**CLASSE : 4<sup>ème</sup> Sciences Techniques**

**Durée : 3 Heures**

L'épreuve comporte deux exercices de chimie et trois exercices de physique répartis sur cinq pages numérotées de 1/5 à 5/5. La page 5/5 est à remplir et à remettre avec la copie.

**CHIMIE (7pts) :**

**Exercice N°1 (3,5pts):**

On mélange dans un erlenmeyer, **24 mL** d'acide éthanoïque  $\text{CH}_3\text{COOH}$  et **24,5 mL** d'éthanol  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  et **0,5 mL** d'acide sulfurique concentré.

Le mélange est ensuite également réparti sur 7 tubes à essai surmontés chacun d'un tube capillaire dont 6 sont placés à  $t = 0$  dans un bain marie maintenu à une température égale à  $80^\circ\text{C}$ , alors que le 7ème est laissé à la température ambiante.

1°/ En exploitant les données suivantes, montrer que chaque tube renferme  $n_0 = 0,06 \text{ mol}$  d'acide et  $n_0 = 0,06 \text{ mol}$  d'alcool.

Substance	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
Masse molaire ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )	60	46
Densité	1,05	0,79

Masse volumique de l'eau :  $\rho_{\text{eau}} = 1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$

2°/a- Écrire l'équation de la réaction qui se produit.

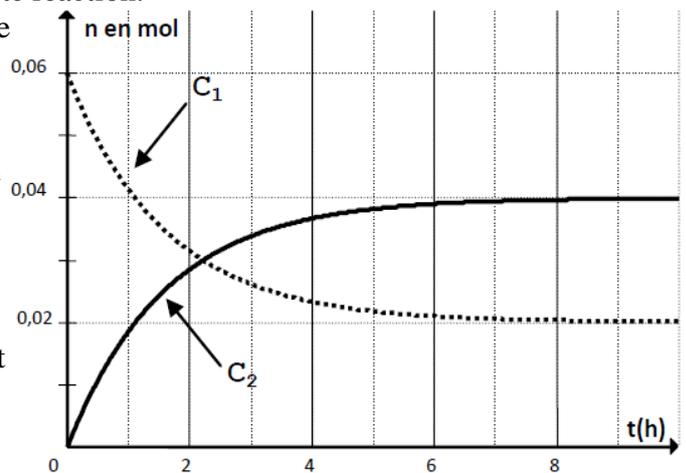
b- Dresser le tableau d'avancement du système chimique dans l'un des tubes à essai.

c- Déterminer l'avancement maximal  $x_{\text{max}}$  de cette réaction.

3°/ Afin de réaliser un suivi temporel de la synthèse d'éthanoate d'éthyle dans les six premiers tubes, on dose, à des dates déterminées, l'acide restant dans chacun des tubes par une solution de soude de concentration molaire  $C_B = 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , en présence d'un indicateur coloré.

Avant chaque titrage, on plonge le tube dans un bain d'eau glacée.

Les résultats expérimentaux des titrages successifs ont permis de tracer les courbes ci contre, traduisant les quantités de matière d'acide restant et d'ester en fonction du temps.



a- Pourquoi doit-on plonger le tube dans l'eau glacée avant de doser l'acide restant ?

b- Écrire, à l'équivalence acido-basique, la relation entre  $n_{(\text{ac})\text{restant}}$ ,  $C_B$  et  $V_{\text{Béq}}$

( $V_{\text{Béq}}$  : volume de soude ajouté à l'équivalence acido-basique)

c- Montrer que l'avancement  $x$  s'écrit :  $x = n_0 - (C_B \cdot V_{\text{Béq}})$

d- Identifier, en le justifiant, les courbes  $C_1$  et  $C_2$ .

4°/a- Déduire graphiquement l'avancement final  $x_f$  de la réaction.

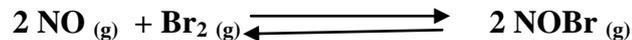
b- Quelle est la composition du système à l'équilibre dynamique ?

c- Calculer le taux d'avancement final  $\tau_f$ .

d- Montrer que la constante d'équilibre s'écrit :  $k = \frac{\tau_f^2}{(1-\tau_f)^2}$ . Calculer K

### **Exercice N°2 (3,5pts):**

Dans un récipient de volume V constant, on introduit **5 moles** de monoxyde d'azote NO et **2 moles** de dibrome Br<sub>2</sub> à la température T<sub>1</sub> maintenue constante. Le système évolue selon la réaction représentée par l'équation suivante :



1°/ Dresser le tableau descriptif de l'avancement de la réaction étudiée.

2°/ Sachant que le système aboutit à un état d'équilibre caractérisé par un taux d'avancement final  $\tau_{f1} = 0,25$

a- Déterminer la valeur de l'avancement final  $x_f$ .

b- Déduire la composition du système à l'équilibre.

3°/ On ajoute 0,5 mol de NO à ce système en équilibre, le volume et la température étant maintenus constants.

a- Dans quel sens évolue le système ? Justifier la réponse.

b- Déterminer la composition du mélange lorsque le nouvel état d'équilibre est établi, sachant que le nombre de moles de NO égal à **3,5 moles**.

4°/ A une température T<sub>2</sub> > T<sub>1</sub>, et sous la même pression, un nouvel état d'équilibre s'établit caractérisé par un taux d'avancement  $\tau_{f2} > \tau_{f1}$ .

Que peut-on conclure quant au caractère énergétique des deux réactions associées au sens direct et inverse ? Justifier la réponse.

5°/ La température étant maintenue constante, quel est l'effet d'une augmentation de pression sur cet équilibre ? Justifier la réponse.

## **PHYSIQUE (13pts) :**

### **Exercice N°1 (4pts):**

A l'aide d'une bobine d'inductance L et de résistance interne r, d'un conducteur ohmique de résistance R, d'un dipôle générateur idéal de tension de f.é.m. E et d'un interrupteur K, on réalise le circuit électrique schématisé sur la figure ci-contre

A l'instant de date t = 0, on ferme l'interrupteur.

1°/ Préciser le phénomène physique qui se produit dans le circuit.

2°/ En appliquant la loi des mailles, montrer qu'en régime permanent :

- L'intensité du courant est  $I = \frac{E}{r+R}$
- La tension aux bornes de la bobine est  $U_b = \frac{rE}{r+R}$

3°/ L'équation différentielle qui régit les variations au cours du temps de l'intensité du courant électrique peut s'écrire sous la forme :

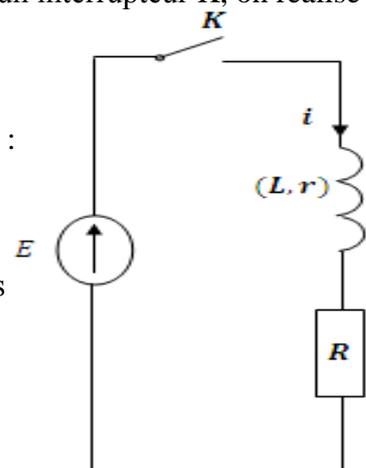
$$\alpha \frac{di}{dt} + i = \beta \quad \text{avec } \alpha \text{ et } \beta \text{ sont des constantes positives}$$

a- Exprimer  $\alpha$  et  $\beta$  en fonction des données de l'exercice.

Que représente  $\alpha$  pour le circuit étudié.

b- Montrer que  $i(t) = \frac{E}{r+R} (1 - e^{-\frac{(r+R)t}{L}})$  est une solution de l'équation différentielle précédente.

4°/ Un système d'acquisition non suit l'évolution au cours du temps de la tension aux bornes de la bobine  $u_b(t)$  et de l'intensité du courant électrique  $i(t)$ . On obtient les courbes du document-1 (Voir feuille annexe)

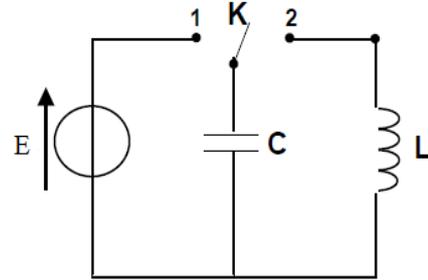


- a- Déterminer, graphiquement, les valeurs  $I$ ,  $U_b$ ,  $E$  et la constante de temps  $\tau$  du dipôle RL.  
 b- En déduire  $r$ ,  $R$ , et  $L$ .  
 5°/ Donner, en fonction du temps, l'expression de la tension  $u_R$  aux bornes du résistor et représenter son allure sur le document-1-

**Exercice N°2 (7pts):**

On considère le circuit électrique ci-contre comportant:

- Un générateur idéal de tension de f.é.m.  $E$
- Un condensateur de capacité  $C$
- Une bobine d'inductance  $L$  et de résistance nulle
- Un commutateur  $K$



**PARTIE 1 :**

Le condensateur étant initialement chargé (K en position 1). A l'instant  $t=0$ , on bascule K de la position 1 à la position 2.

- 1°/ Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge  $q(t)$ .
- 2°/a- Vérifier que  $q(t)=Q_{\max} \sin(\omega_0 t + \varphi_q)$  est solution de l'équation différentielle avec  $\omega_0$  une constante à exprimer en fonction de  $L$  et  $C$ .  
 b- Déduire l'expression de l'intensité du courant  $i(t)$ .
- 3°/a- Exprimer l'énergie totale  $E$  du circuit en fonction de  $i$ ,  $q$ ,  $L$  et  $C$ .  
 b- Montrer que  $E$  se conserve.
- 4°/ Une étude expérimentale a permis de tracer les courbes (Document-2 : Feuille annexe) traduisant l'évolution de l'énergie magnétique en fonction du temps  $E_L=f(t)$  et en fonction de la charge  $E_L=f(q)$ :  
 En exploitant ces courbes, déterminer :
  - La valeur de la charge  $Q_{\max}$
  - La valeur de l'énergie totale  $E$  du circuit et en déduire celle de la capacité  $C$  du condensateur.
  - La valeur de la f.é.m.  $E$  du générateur.
  - La valeur de la période propre  $T_0$  des oscillations et en déduire celle de l'inductance  $L$  de la bobine
- 5°/ Sur le document-2- de la feuille annexe, représenter les courbes traduisant l'évolution de l'énergie

électrique  $E_C=f(q)$  et de l'énergie totale  $E=f(q)$ .

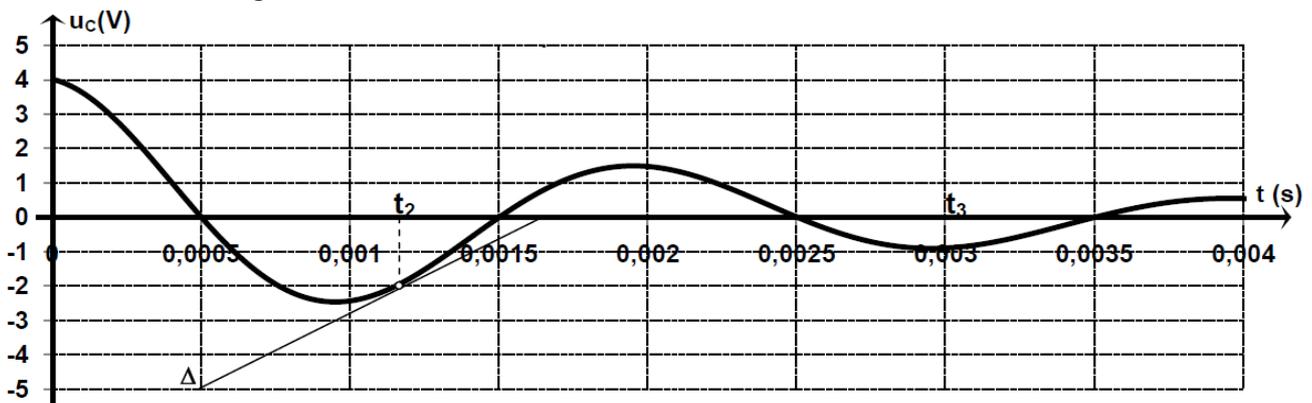
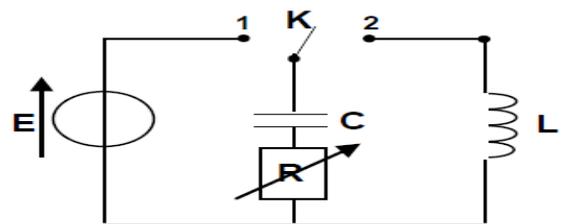
**PARTIE 2 :**

Dans le circuit précédent, on insère un résistor de résistance  $R$  réglable. Le montage précédent est équivalent à celui de la figure ci-contre :

On fixe la résistance à la valeur  $R=20\Omega$ . On charge le condensateur (K en position 1) puis, à l'instant  $t=0$ , on bascule K en position 2.

A l'aide d'un oscilloscope à mémoire, on enregistre l'évolution de la tension  $u_C(t)$  aux bornes du condensateur.

On observe l'oscillogramme suivant :

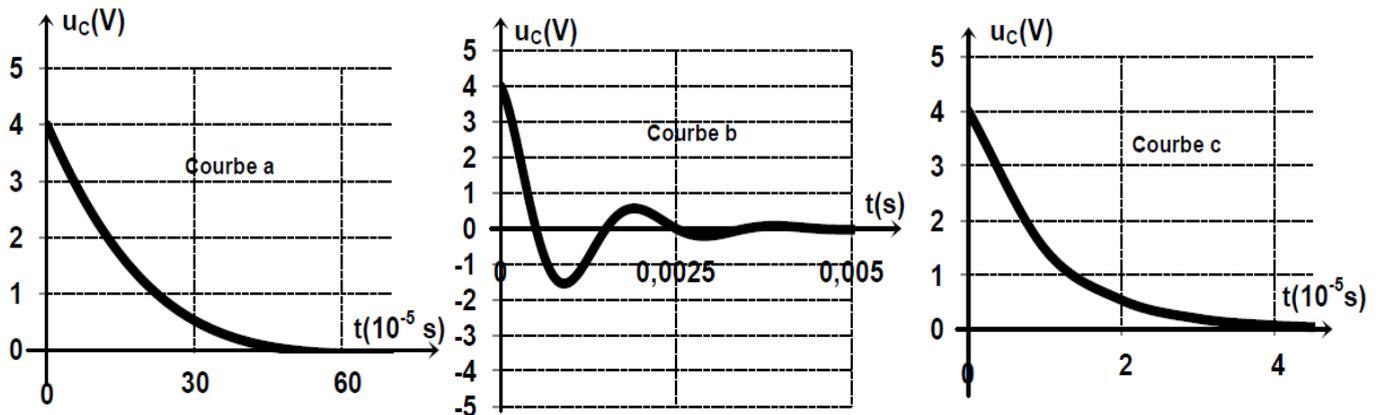


$\Delta$  : Tangente à la courbe au point d'abscisse  $t_2$

1°/ Etablir l'équation différentielle vérifiée par  $u_C(t)$ .

2°/ Calculer l'énergie du circuit aux instants  $t_1=0$ ,  $t_2=1,2\text{ms}$  et  $t_3=3\text{ms}$  et en déduire si le circuit est conservatif ou non.

3°/ On donne à la résistance  $R$  successivement les valeurs  $100\Omega$ ,  $260\Omega$  et  $500\Omega$ . L'enregistrement de la tension aux bornes du condensateur a donné les courbes a, b et c suivantes :



Associer à chaque courbe la valeur de  $R$  correspondante et nommer le régime observé.

### Exercice N°3 (2pts): Etude d'un document scientifique

#### 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.

#### Questions :

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

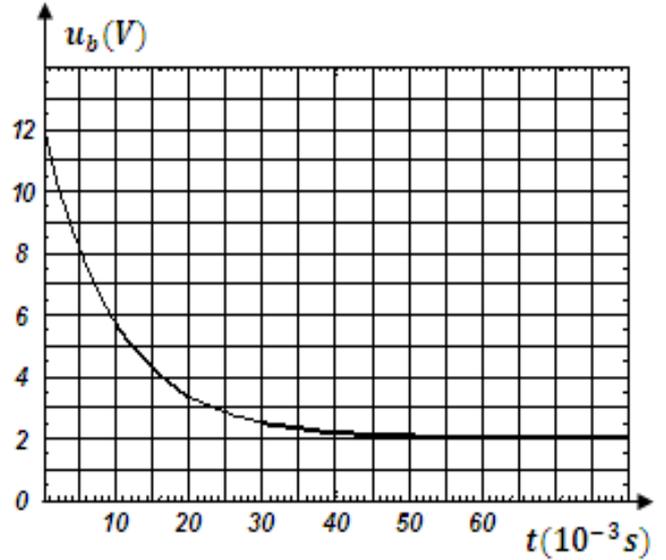
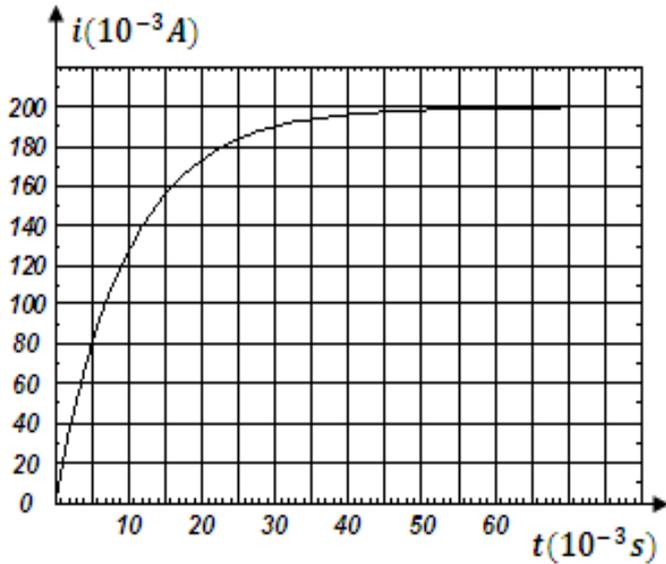
2°/ Relever du texte le passage qui montre que l'inductance d'une bobine varie à proximité d'un métal

3°/ Expliquer le passage suivant : « Du fait de la variation de l'inductance de la bobine, l'oscillateur voit sa fréquence propre modifiée ».

## Feuille annexe : à rendre avec la copie

Nom : ..... Prénom : ..... Classe : .....

### Physique : Exercice N°1 : Document-1-



### Physique : Exercice N°2 : Document-2-

