

L'épreuve comporte deux exercices de chimie et deux exercices de physique répartis sur quatre pages numérotées de 1/4 à 4/4.

Chimie :- Etude d'un document scientifique.  
- Equilibre chimique.

Physique :- Dipôle (RL).

- Oscillations électriques amorties.  
- Oscillations électriques non amorties.

## CHIMIE : (7 points)

### Exercice 1 (3 points) :

#### *Etude d'un document scientifique.*

Les moteurs à essence rejettent des gaz polluants: monoxyde de carbone, hydrocarbures non brûlés ou transformés, oxydes d'azote NO et NO<sub>2</sub> issus de l'oxydation à très haute température du diazote de l'air par le dioxygène qui n'a pas participé à la combustion des hydrocarbures. Dans les moteurs, plus la température de combustion est élevée, plus la formation d'oxyde d'azote est favorisée. Le pot catalytique utilisé sur les voitures depuis 1993 contribue à diminuer cette pollution. En fonctionnement normal, 95% des gaz polluants sont dégradés.

Le pot catalytique est formé d'une enveloppe en acier inoxydable, d'un isolant thermique en céramique imprégné de métaux précieux tels que le platine Pt, le rhodium Rh, le palladium Pd.

Lorsque les gaz d'échappement passent à travers le pot catalytique, ces métaux facilitent trois réactions: oxydation du monoxyde de carbone en CO<sub>2</sub>, la réduction des dioxydes d'azote en diazote et l'oxydation des hydrocarbures non brûlés en CO<sub>2</sub> et eau.

Mais plusieurs critiques sont faites aux pots catalytiques: ils exigent une essence sans plomb, ce dernier étant un poison du catalyseur; ils sont responsables d'une hausse de la consommation de carburant; sa température de fonctionnement optimale étant élevée (300°C), l'efficacité du pot catalytique est très faible les premières minutes de fonctionnement ou au cours de petits trajets surtout en hiver. Il est de plus extrêmement fragile; les métaux nobles, bien que non consommés, sont difficilement récupérables sur un pot usagé.

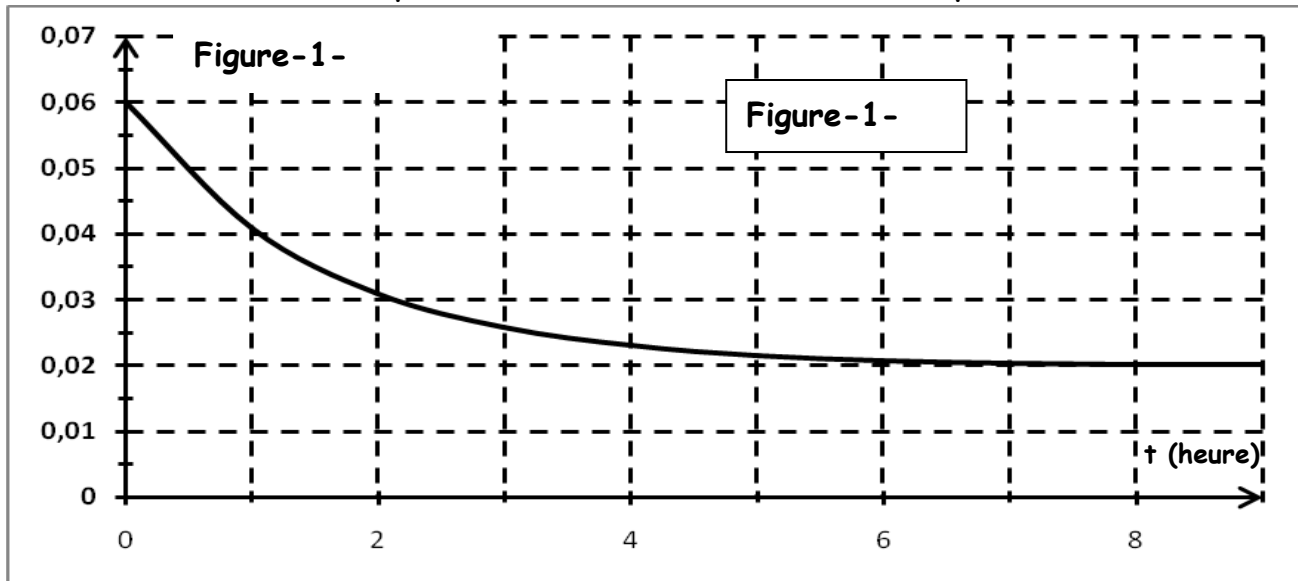
Des solutions ont été proposées comme l'ajout d'une sonde lambda chauffée qui contrôle la teneur en oxygène résiduel. Le chauffage de cette sonde permet au pot d'être plus rapidement efficace au démarrage du moteur: 5 secondes au lieu de 2 minutes.

#### *Questions:*

1. Définir le mot catalyseur.
2. Indiquer la nature des métaux catalyseurs utilisés dans un pot catalytique et préciser leurs rôles.
3. Citer les inconvénients d'utilisation du pot catalytique ainsi que les solutions proposées.
4. Quel est le facteur cinétique de la formation des oxydes d'azote dans les moteurs? Extraire de texte une phrase qui justifie votre réponse.

### Exercice 2 (4 points) :

A une température  $T=80^{\circ}\text{C}$ , on réalise un mélange équimolaire en partant initialement de  $n_0$  mol d'acide éthanoïque et  $n_0$  mol d'éthanol additionné de quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. On suit l'évolution de la réaction en évaluant la quantité d'acide restant en fonction du temps.



- 1) En utilisant la courbe de la figure-1- :
  - a- Déterminer le nombre de mol  $n_0$  d'acide et d'alcool à l'état initial.
  - b- Dresser le tableau d'avancement et montrer que l'avancement final est  $x_f = 0.04$  mol.
  - c- Déterminer le taux d'avancement final. Quelle caractéristique de la réaction d'estérification est confirmée par ce résultat
- 2) a- Déterminer la composition du mélange à l'équilibre dynamique.  
b- En déduire la constante d'équilibre  $K$ .
- 3) Une fois l'équilibre dynamique est atteint, on ajoute 0,2 mol d'ester :
  - a- Dans quel sens le système va-t-il évoluer ?
  - b- Déterminer alors sa composition dans le nouvel état d'équilibre.

### PHYSIQUE : (13 points)

#### Exercice 1 ( 8 points) :

Le circuit électrique de la figure- 2- comprend :

- Une pile de f.e.m  $E$  et de résistance interne négligeable.
- Un condensateur de capacité  $C = 5 \mu\text{F}$ .
- Une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ .
- Un résistor de résistance  $R_0$ .

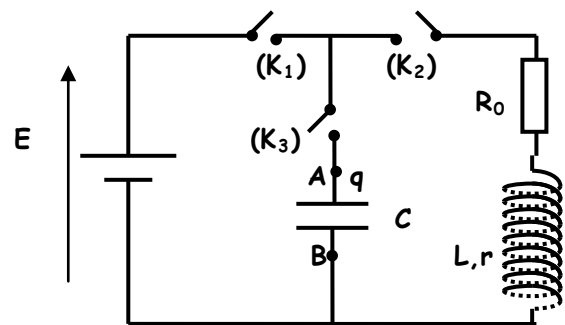


Figure-2-

#### PARTIE A : Etablissement d'un courant dans un dipôle RL.

L'interrupteur  $K_3$  est ouvert, on ferme  $K_1$  et  $K_2$  :

- 1) Montrer que l'équation différentielle du dipôle RL et à laquelle satisfait l'intensité du courant s'écrit :  $\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau} i = \frac{E}{L}$ , avec  $\tau$  est la constante de temps qu'on exprimera en fonction des caractéristiques du dipôle RL.

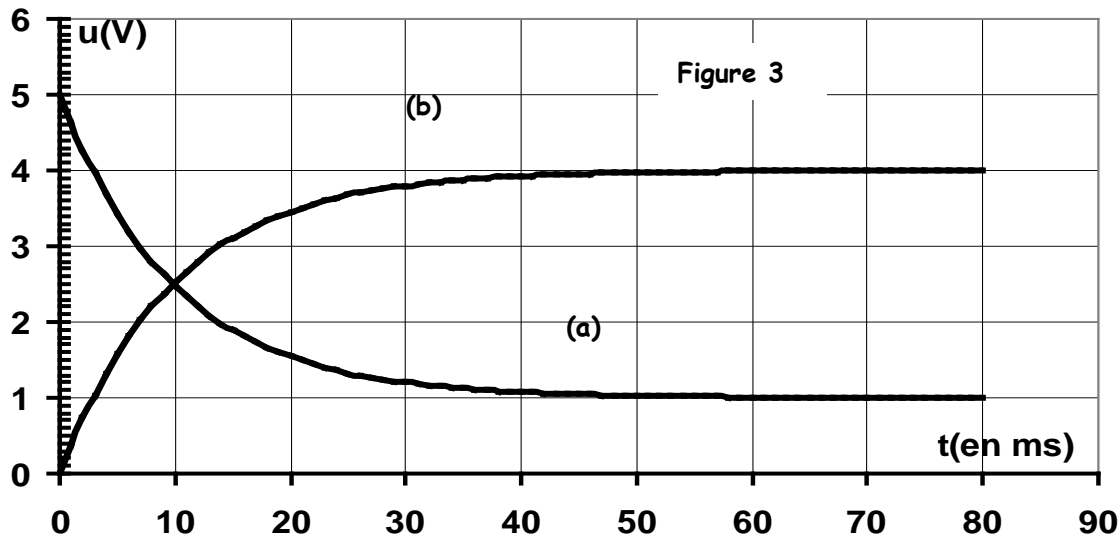
- 2) Sachant que  $i(t) = \frac{E}{R_0 + r} [1 - e^{-t/\tau}]$  est une solution de cette équation différentielle, déduire les expressions de  $u_{R_0}(t)$  aux bornes du résistor et de  $u_B(t)$  aux bornes de la bobine.

-2/4-

- 3) Par un système d'acquisition adéquat, on trace les courbes de  $u_{R_0}(t)$  et de  $u_B(t)$  de la figure- 3-



a- Identifier les deux courbes correspondantes.



- b- Quel est le phénomène responsable du retard de l'établissement du courant dans le circuit ?  
 Quel est l'élément du circuit responsable de ce phénomène ?
- c- Déterminer les valeurs de la résistance  $r$  de la bobine et de la f.e.m  $E$  de la pile sachant que  $R_0 = 40\Omega$ .
- d- Déterminer graphiquement la constante de temps  $\tau$  et en déduire la valeur de  $L$ .

**PARTIE B : Oscillations libres amorties.**

**1) Expérience 1 :**

L'interrupteur  $K_2$  est ouvert ;  $K_1$  et  $K_3$  fermés : Le condensateur se charge. Suite à cette charge, la tension aux bornes du condensateur est  $U_c = E$  et l'énergie emmagasinée est  $W_0$

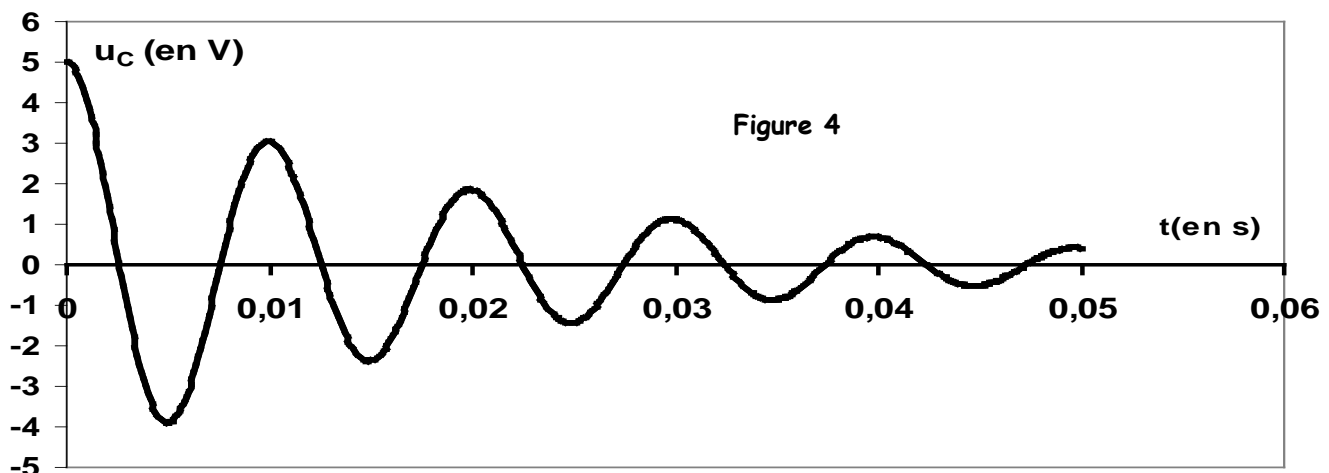
- a- Calculer  $W_0$  sachant que  $C = 5 \cdot 10^{-6} F$ .
- b- Déterminer la valeur de la charge  $Q_0$  portée par l'armature (A) du condensateur.

**2) Expérience 2 :**

Le condensateur étant chargé ; on ouvre  $K_1$  et à l'instant de date  $t = 0$ , on ferme  $K_2$  : des oscillations électriques libres s'établissent dans le circuit ( $R_0, r, L, C$ ).

- a- Etablir l'équation différentielle traduisant cet état d'oscillation en  $u_c(t)$ .
- b- Exprimer l'énergie totale  $W$  du circuit ( $R_0, r, L, C$ ) en fonction de  $L, C, q(t)$  et  $i(t)$ .
- c- En déduire que la variation élémentaire  $dW$  de l'énergie pendant une durée  $dt$  s'exprime par la relation :  $dW = -(R_0+r)i^2 dt$ . Conclure.

3) Un dispositif approprié permet de visualiser la courbe donnant les variations au cours du temps de la Tension  $u_c(t)$  aux bornes du condensateur et correspondante à la figure-4-



a- De quel régime s'agit-il ? Justifier.

b- La résistance totale du circuit étant faible, on admet que la pseudo-période  $T$  est égale à la période propre  $T_0$  de l'oscillateur ( $L$ ,  $C$ ). Déterminer  $T$  et retrouver la valeur de  $L$ .

c- Calculer l'énergie électrique dissipée par effet joule entre les instants de date  $t = 0$  et  $t' = 2T$

### Exercice 2 ( 5 points)

Avec un générateur de f.e.m  $E$ , un condensateur de capacité  $C$ , une bobine d'inductance  $L = 1\text{H}$  et de résistance négligeables et un commutateur  $K$  ; On réalise le montage de la figure-5-

Si le commutateur est en position (1), Le condensateur se charge. Le condensateur étant complètement chargé, on bascule le commutateur en position (2) à l'instant  $t = 0$  Le circuit ( $LC$ ) est le siège des oscillations libres non amorties

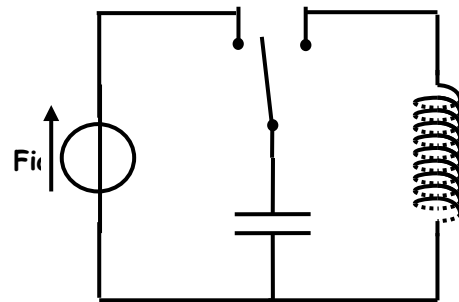


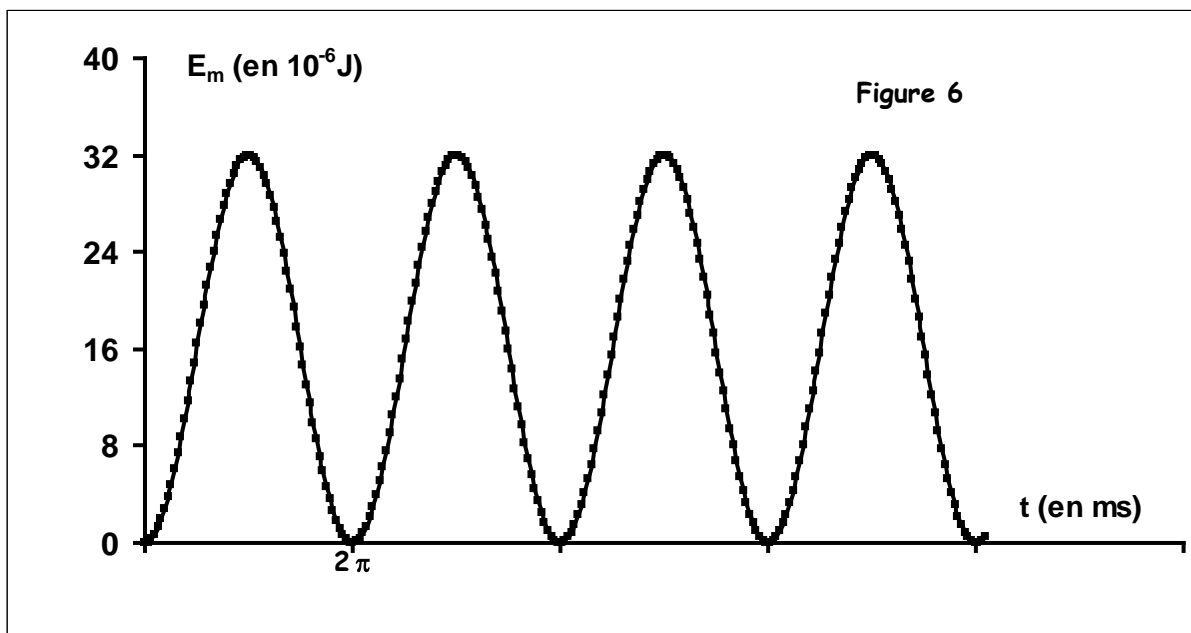
figure-5-

1) a- En appliquant la loi des mailles montrer que l'équation différentielle à laquelle satisfait la charge  $q$  du

condensateur peut s'écrire sous la forme :  $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC} q = 0$

b- Sachant que  $LC\omega_0^2=1$ , vérifier que  $q(t) = Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$  est solution de cette équation différentielle avec  $\omega_0$  est la pulsation propre des oscillations.

2) Pour faire une étude énergétique du dipôle  $LC$ , on suit l'évolution de l'énergie magnétique  $E_m$  au cours du temps. On obtient la courbe de la figure-6-



Sachant que l'énergie magnétique  $E_m$  est périodique et de période  $T_e = \frac{T_0}{2}$  ( $T_0$  étant la période propre de l'oscillateur) ; en exploitant la courbe, déterminer les valeurs de :

a- La pulsation propre  $\omega_0$ .

b- La charge maximale  $Q_m$  du condensateur.

c- La capacité  $C$  du condensateur et la f.e.m  $E$  du générateur.

3) Déterminer l'expression de la charge  $q(t)$  en fonction du temps en précisant les valeurs numérique des différents paramètres.