

Chaque résultat doit être souligné ou encadré. La clarté, la précision de l'explication rentrent en compte dans la notation de votre copie. La calculatrice non programmable est autorisée.

~ CHIMIE ~ (9 points)

**EXERCICE N°1 (4 points)**

1-On réalise un mélange(M) équimolaire formé d'acide éthanóique  $C_2H_4O_2$  et d'alcool de formule brute  $C_3H_8O$ . En utilisant les données du tableau ci-dessous, montrer que le mélange initial est équimolaire tel que  $n_i(\text{acide})=n_i(\text{alcool})=n=0,25 \text{ mol}$ .

On rappelle que :

- La masse volumique d'un corps  $\rho = \frac{m}{V}$  ou m est la masse du corps et V son volume.
- la densité d'un liquide par rapport à l'eau  $d = \frac{\rho_{\text{liquide}}}{\rho_{\text{eau}}}$
- La masse volumique de l'eau  $\rho_{\text{eau}} = 1 \text{ g.cm}^{-3}$

Réactifs	Volume	densité	Masse molaire moléculaire
Acide éthanóique	$V_1 = 14,3 \text{ mL}$	$d_1 = 1,050$	$M_1 = 60 \text{ g.mol}^{-1}$
alcool	$V_2 = 19,2 \text{ mL}$	$d_2 = 0,785$	$M_2 = 60 \text{ g.mol}^{-1}$

2-a-En utilisant les formules brutes, écrire l'équation de la réaction chimique.

b-Dresser le tableau descriptif d'évolution du système chimique.

c- Montrer que dans le cas d'un mélange équimolaire d'acide et d'alcool la constante d'équilibre peut s'écrire en fonction du taux d'avancement final  $\tau_f$  sous la forme :

$$K = \frac{\tau_f^2}{(1-\tau_f)^2}$$

d- On donne la constante d'équilibre de la réaction d'estérification :

- Pour les alcools primaires :  $K = 4$
- Pour les alcools secondaires :  $K = 2,25$

- En déduire l'expression de  $\tau_f$  en fonction de  $K$ .

- Calculer pour chaque classe d'alcool  $\tau_{f1}$  et  $\tau_{f2}$  (taux d'avancement final correspondants respectivement à l'alcool primaire et l'alcool secondaire relative à la réaction d'estérification).

3-On prépare **10 tubes** à essai propres et secs puis on prélève un volume  $V_0=3,35\text{mL}$  du mélange obtenu dans chacun d'eux puis on place ces tubes dans un bain marie.

Pour déterminer la composition du mélange à l'instant  $t_1$ , on retire un tube on le refroidit avec l'eau glacée et on dose l'acide restant par une solution d'hydroxyde de sodium  $C_B=1 \text{ mol.L}^{-1}$ . On obtient l'équivalence pour un volume de soude versé  $V_{BE} = 10 \text{ mL}$ .

a-Déterminer le nombre de mole d'ester formé dans le mélange (M) à l'instant  $t_1$ .

b-Calculer à l'instant  $t_1$ , le taux d'avancement  $\tau_1$  de la réaction.

c- Sachant que le système atteint son état d'équilibre à l'instant  $t_1$ , identifier l'alcool utilisé et donner son nom.

## EXERCICE N°2 (2,5 points) Document scientifique

### Des événements microscopiques à la constante d'équilibre K

Le déroulement de la réaction d'estérification peut être décrit à partir des événements microscopiques. Dans l'état initial contenant uniquement des molécules d'acide et d'alcool, seules les rencontres entre ces molécules provoquent une réaction dans le sens (1). Puisque le nombre de molécules d'acide et d'alcool diminue, lorsque l'on prend deux points au hasard dans l'espace, l'occurrence\* du choix de deux points, l'un contenant une molécule d'acide et l'autre une molécule d'alcool, diminue : la transformation dans le sens (1) a moins souvent lieu. Dans le même temps, l'occurrence du choix de deux points, l'un contenant une molécule d'eau et l'autre une molécule d'ester augmente la transformation dans le sens (2), sens inverse du sens (1), a lieu de plus en plus souvent. Mais, par le fait même de son existence, la réaction dans le sens (2) va minimiser l'effet lié à la disparition de l'acide et de l'alcool. On s'approche ainsi progressivement d'un état d'équilibre dans lequel les deux réactions ont lieu sans changement notable des quantités de chacun des composés. Ainsi, on saisit que la constante d'équilibre K traduit une relation macroscopique résultant des événements microscopiques.

*D'après un article de Jérôme Randon-Bruxelles 1999*

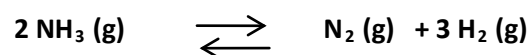
*Occurrence : circonstance*

#### Questions

- 1-Donner le nom attribué à chacune des réactions dans le sens (1) et dans le sens (2).
- 2-a-Expliquer à l'échelle microscopique le déroulement de la réaction dans le sens (1), à l'état initial.  
b-Pourquoi à l'état initial, la production de la réaction inverse du sens (1) est impossible ?
- 3-Quand la réaction dans le sens (2) se produit-elle ? Que minimise-t-elle ?
- 4-Relever du texte ce qui montre que l'équilibre chimique atteint est un équilibre dynamique.

## EXERCICE N°3 ( 2,5 points )

On introduit dans un tube fermé de volume V, à une température T et à la pression P,  $n_0 = 0,6 \text{ mol}$  d'ammoniac  $\text{NH}_3$ . On obtient la réaction de dissociation de l'ammoniac d'équation :



A l'équilibre le nombre total de mole des constituants gazeux du système  $n_T = 0,9 \text{ mol}$ .

1-Montrer que le taux d'avancement final de la réaction  $\tau_f = 0,5$ .

2-La pression étant maintenue constante, le taux d'avancement final devient  $\tau_f' = 0,3$  à une température  $T'$  inférieure à T.

Déterminer en le justifiant le caractère énergétique (endothermique ou exothermique) de la réaction de dissociation de l'ammoniac ?

3-Le mélange gazeux étant en équilibre à la température  $T'$  maintenue constante. On veut ramener le système vers son premier état d'équilibre par variation de pression. Faut-il augmenter ou diminuer la pression ? Justifier la réaction.

# ~PHYSIQUE ~(11 points)

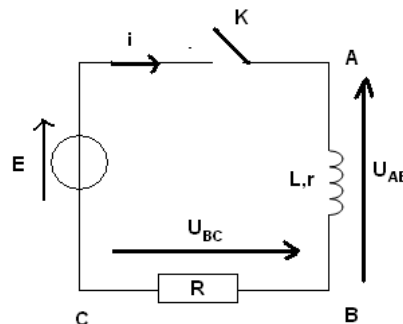
## EXERCICE N°1 (4 points)

Le montage de la figure ci-contre permet l'étude de l'établissement du courant dans un circuit comportant un résistor de résistance

$R = 90 \Omega$ , un générateur idéal délivrant une tension  $E = 6 \text{ V}$

et une bobine d'inductance  $L$  et de résistance interne  $r$ .

A l'instant de date  $t=0\text{s}$ , on ferme l'interrupteur  $K$  du circuit.



1- L'une de ces tensions ( $u_{AB}$  ou  $u_{BC}$ ) permet de déduire les variations du courant dans le circuit laquelle ? Justifier votre réponse.

2-La courbe de la figure ci-contre représente l'évolution, au cours du temps, de l'intensité du courant dans le circuit.

a-Déterminer graphiquement, la valeur numérique de  $I_0$ , intensité du courant qui s'établit dans le circuit en régime permanent.

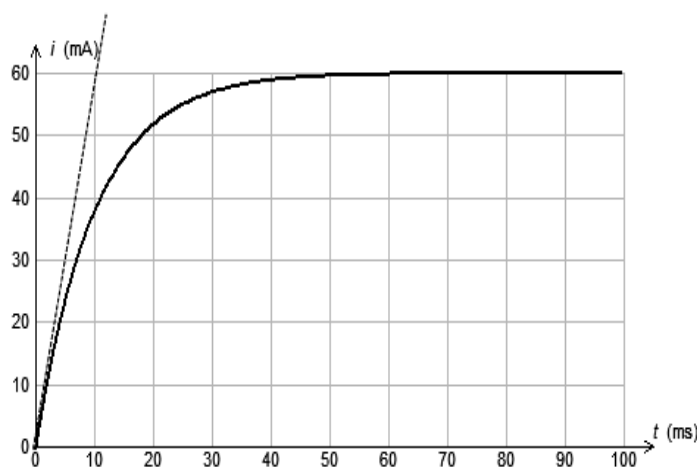
b- Etablir la relation entre  $E$ ,  $L$ ,  $R$ ,  $r$ ,  $i$  et  $\frac{di}{dt}$ .

c- En déduire la relation notée **(1)** entre  $r$ ,  $R$ ,  $E$  et  $I_0$ .

3-a Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps  $\tau$  du dipôle RL.

b-Donner la relation notée **(2)** entre  $\tau$ ,  $R$ ,  $r$  et  $L$ .

c-Déterminer les valeurs des caractéristiques  $L$  et  $r$  de la bobine.



4- La valeur de  $R$  est en réalité réglable. On choisit maintenant la valeur  $R' = 150 \Omega$

a- Calculer la nouvelle valeur  $I'_0$  de l'intensité du courant en régime permanent.

b- Calculer la nouvelle valeur de la constante de temps  $\tau'$ .

c- Représenter sur figure 1 de la feuille annexe de la page 5 la courbe d'évolution, au cours du temps, de l'intensité du courant lorsque  $R'=150 \Omega$ .

-En déduire sur la figure 2 de l'annexe l'allure de la courbe  $i(t)$  obtenue en remplaçant la bobine étudiée par une autre bobine de même résistance interne lorsque  $R=90 \Omega$  mais d'inductance double.

## EXERCICE N°2 (7 points)

A la date  $t=0$ , un condensateur de capacité  $C$  initialement chargé sous une tension  $U_0 = 5 \text{ V}$  est relié à une bobine d'inductance  $L=0,4 \text{ H}$  et de résistance  $r$  (figure 1).

Soit  $u_c(t)$  la tension aux bornes de condensateur et  $i(t)$  l'intensité de courant qui circule dans le circuit à la date  $t$ .

1-Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de  $u_c(t)$  peut

s'écrire sous la forme :

$$\frac{d^2 u_c}{dt^2} + a \frac{du_c}{dt} + b u_c = 0$$

avec  $a$  et  $b$  sont des constantes positives que l'on exprimera en fonction des caractéristiques du circuit.

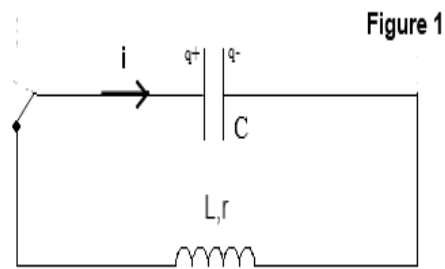
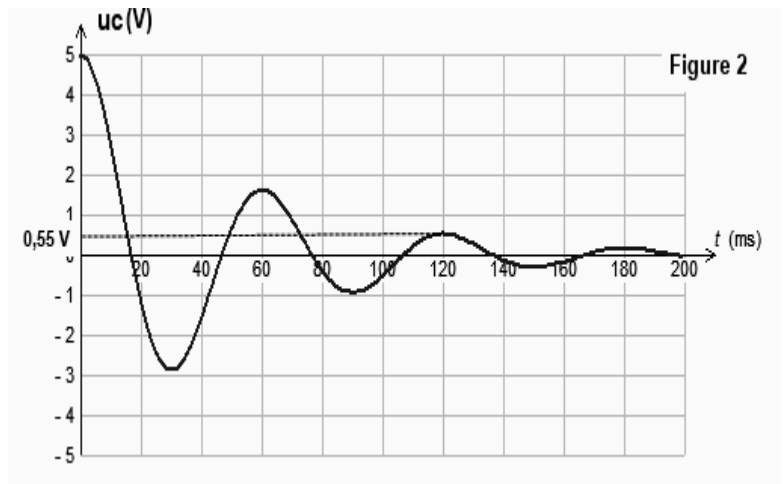


Figure 1

2- Le graphe de la figure (2) ci-dessous représente l'évolution temporelle de la tension  $u_c(t)$  aux bornes du condensateur.

- a-Déterminer la valeur du pseudo période  $T$ .
- b- On refait l'expérience précédente en remplaçant la bobine du circuit par une autre bobine de même d'inductance  $L$  de résistance  $r' > r$ . ( les valeurs de  $r$  et  $r'$  sont faibles)
  - Préciser en le justifiant, si les grandeurs suivantes sont modifiées ou non par rapport à celle de l'expérience initiale
  - La pseudo période  $T$ .
  - L'amplitude initiale des oscillations.



3-a Donner l'expression de l'énergie électrique totale  $E$  du circuit en fonction  $L, C, u_c$  et  $i$  à un instant  $t$  quelconque.

b- En régime libre, l'énergie totale du circuit  $rLC$  diminue au cours du temps selon la relation :  $\frac{dE}{dt} = -ri^2$

-Etablir cette relation et interpréter énergétiquement la cause de cette diminution.

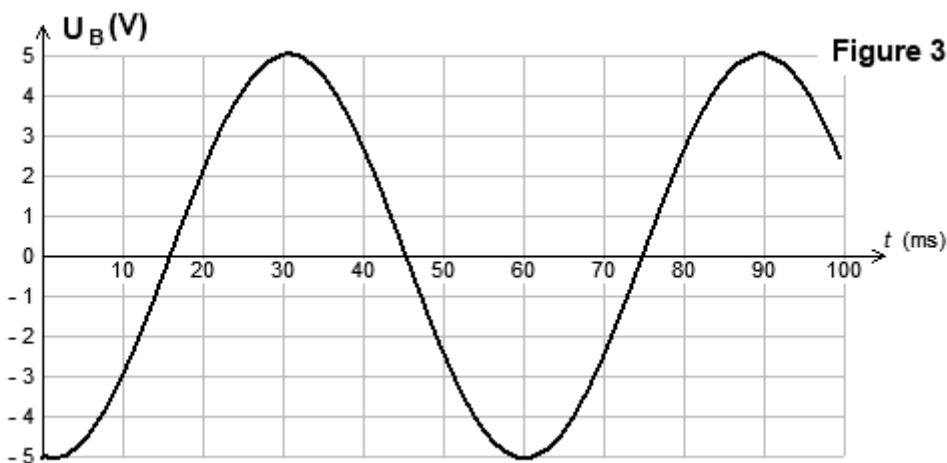
4-a Que devient l'équation différentielle de la question 1, si la résistance  $r$  de la bobine est suffisamment très faible pour pouvoir la supposer nulle.

b- En déduire que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension  $u_B(t)$  aux bornes de la bobine

s'écrit : 
$$\frac{d^2 u_B}{dt^2} + \frac{1}{LC} u_B = 0$$

c-Déterminer la condition que doit remplir la période propre  $T_0$  pour que  $u_B(t) = U_{Bm} \sin(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi_B)$  soit une solution de l'équation différentielle.

5-La courbe de la figure3 ci-dessous représente l'évolution temporelle de  $u_B(t)$ .



a-Déterminer l'expression numérique de  $u_B(t)$ . Déduire celle de  $u_c(t)$ .

b-En déduire la capacité  $C$  du condensateur en  $\mu F$ .

6- a-Montrer que l'énergie totale  $E$  du circuit  $LC$  se conserve et l'exprimer en fonction de  $C$  et  $U_0$  ( tension sous laquelle le condensateur est initialement chargé).

b-Montrer que l'énergie magnétique  $E_L$  oscille autour de la valeur  $\frac{CU_0^2}{4}$  avec une période  $T_0' = \frac{T_0}{2}$ .

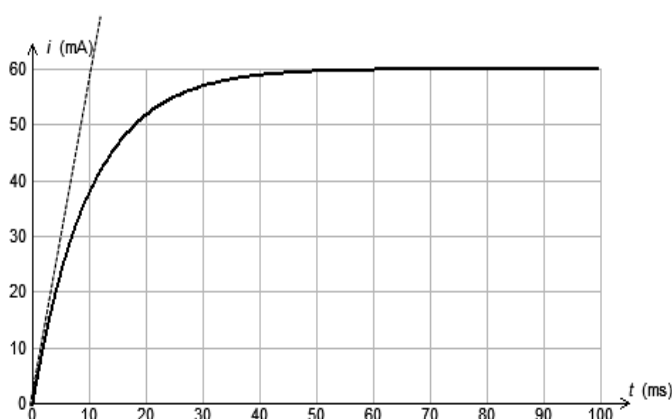
On donne : 
$$\cos^2 a = \frac{1 + \cos 2a}{2}$$

# Annexe

Nom.....Prénom.....Classe .....N°.....

—————  $R = 90\Omega$   $L = 0,4H$   
 .....  $R' = 150\Omega$   $L = 0,4H$

Figure 1



—————  $R = 90\Omega$   $L = 0,4H$   
 .....  $R = 90\Omega$   $L' = 2L$

Figure 2

