

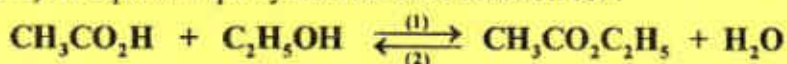
Le sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5.

La page 5/5 est à compléter par le candidat et à rendre avec la copie.

**CHIMIE (7 points)**

**Exercice 1 (4 points)**

L'éthanoate d'éthyle ( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5$ ) est un ester utilisé comme agent de saveur dans l'industrie alimentaire. On le prépare au laboratoire par action de l'acide éthanoïque ( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ ) sur l'éthanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ). L'équation qui symbolise cette réaction est :



Pour étudier cette réaction, on procède comme suit: on introduit dans un erlenmeyer sec placé dans un bain d'eau glacée, une masse  $m_1$  d'acide éthanoïque, une masse  $m_2$  d'éthanol et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré, pris comme catalyseur. Le mélange ainsi préparé est équimolaire. On le répartit de façon égale dans quatre tubes à essais placés préalablement dans un bain d'eau glacée. Chaque tube renferme une quantité  $n_0$  mol de chaque réactif.

A un instant pris comme origine des temps, on place les tubes dans un bain thermostaté à  $55^\circ\text{C}$ , après les avoir équipés chacun d'un réfrigérant à air. Puis on dose, à des instants déterminés, les acides restants dans chacun des tubes par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (soude) de concentration molaire  $C_B = 2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , en présence d'un indicateur coloré approprié.

Une étude préalable a permis de déterminer le volume de la solution de soude nécessaire au titrage de l'acide sulfurique présent dans chacun des tubes. Les résultats expérimentaux des titrages successifs sont consignés dans le tableau ci-dessous, où  $V_B$  désigne le volume de la solution de soude nécessaire au titrage de l'acide éthanoïque seul.

<b>t(min)</b>	0	40	80	100
<b><math>V_B(\text{mL})</math></b>	15	8	5	5

- Donner le nom de la réaction étudiée.
- Préciser le rôle de l'indicateur coloré.
  - En raisonnant sur le contenu d'un tube, montrer qu'à un instant  $t$  donné, l'avancement de la réaction est donné par la relation:  $x = n_0 - C_B \cdot V_B$ .
- En utilisant la question 2-b et les résultats du tableau ci-dessus, déterminer :
  - la valeur de  $n_0$ ;
  - les valeurs  $x_1$ ,  $x_2$  et  $x_3$  de l'avancement  $x$  respectivement aux instants  $t_1 = 40 \text{ min}$ ,  $t_2 = 80 \text{ min}$  et  $t_3 = 100 \text{ min}$ . En déduire la valeur de l'avancement final  $x_f$  de la réaction.
- Déterminer la valeur du taux d'avancement final  $\tau_f$  de la réaction étudiée. En déduire une propriété caractéristique de cette réaction.
  - Dégager, à partir du tableau précédent, une autre propriété caractéristique de la réaction étudiée.
- Déterminer les valeurs de  $m_1$  et  $m_2$ .

Données : Masses molaires :  $M(\text{H}) = 1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M(\text{C}) = 12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M(\text{O}) = 16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$



## Exercice 2 (3 points)

### Etude d'un document scientifique

#### Pourquoi les piles alcalines ne sont pas rechargeables ?

Théoriquement, toutes les piles sont rechargeables, car elles produisent toutes de l'électricité à partir d'une réaction électrochimique entre deux électrodes plongées dans une substance conductrice (électrolyte), jusqu'à épuisement de la réaction. Si on leur apporte de l'électricité, on obtient donc la réaction inverse.

Dans une pile alcaline les deux électrodes baignent dans une solution gélifiée d'hydroxyde de potassium (KOH). La première électrode est en zinc ; elle cède progressivement des électrons au fur et à mesure que le zinc se solubilise dans l'électrolyte. L'équation chimique traduisant cette transformation est :  $Zn + 4 OH^- \rightarrow Zn(OH)_4^{2-} + 2e^-$ . La seconde électrode, en dioxyde de manganèse, peut capter des électrons selon :  $MnO_2 + H_2O + e^- \rightarrow MnOOH + OH^-$ . Si un circuit extérieur relie ces deux électrodes, une réaction électrochimique se produit spontanément créant ainsi un courant électrique. Or, quand on inverse la réaction et qu'on recharge la pile, le zinc solubilisé présent dans l'électrolyte s'accumule sur l'électrode de zinc et forme des dendrites (ou filaments) de zinc qui provoqueront, à terme, un court-circuit avec l'autre électrode. Cette recharge produit également du dihydrogène dont la pression peut détruire l'enveloppe de la pile.

Les accumulateurs (piles rechargeables) fonctionnent sur le même principe mais contiennent des additifs qui empêchent la formation de dépôts sur les électrodes et sont équipés de valves permettant d'évacuer le dihydrogène formé.

*D'après un article publié par Science et Vie le 19 avril 2014*

- 1- La recharge d'une pile repose sur le principe de l'électrolyse. Relever du texte un passage qui le prouve.
- 2- La pile décrite dans le texte est qualifiée d'alcaline. Justifier cette qualification.
- 3- Préciser, en le justifiant, la polarité des électrodes de cette pile.
- 4- Ecrire l'équation de la réaction qui se produit spontanément lorsque la pile débite un courant dans un circuit extérieur.
- 5- a- Dégager du texte, deux obstacles qui empêchent la recharge d'une pile alcaline.  
b- Préciser comment ces obstacles sont franchis dans le cas des accumulateurs.

## PHYSIQUE (13 points)

### Exercice 1 (8 points)

*Les parties I et II peuvent être traitées indépendamment l'une de l'autre.*

On dispose, au laboratoire d'un lycée, d'un condensateur de capacité  $C$  et d'une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$  dont on se propose de déterminer expérimentalement leurs grandeurs électriques caractéristiques. Pour ce faire, un groupe d'élèves réalise les deux expériences suivantes:

#### I- Expérience 1 : détermination de la valeur de la capacité $C$ du condensateur.

Pour déterminer la valeur de la capacité  $C$ , les élèves réalisent le circuit schématisé sur la figure 1.

Il comporte, montés en série:

- le condensateur ;
- un conducteur ohmique de résistance  $R = 415 \Omega$  ;
- un générateur de tension idéal de fem  $E$  ;
- un interrupteur (K).

A l'instant  $t = 0$ , les élèves ferment l'interrupteur (K) et suivent, à l'aide d'un oscilloscope à mémoire, l'évolution au cours du temps de la tension  $u_c(t)$  aux bornes du condensateur.

La courbe obtenue est représentée sur la figure 2 de la page 5/5 à compléter et à rendre avec la copie.

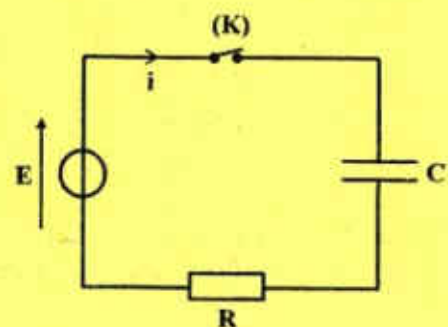


figure 1

- 1- Nommer le phénomène subi par le condensateur au cours de cette expérience.
- 2- a- Exprimer la tension  $u_R(t)$  aux bornes du conducteur ohmique en fonction  $R$ ,  $C$  et  $\frac{du_c(t)}{dt}$ .



- b- En appliquant la loi des mailles, montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension  $u_c(t)$  s'écrit sous la forme:  $u_c(t) + \tau \frac{du_c(t)}{dt} = E$ , où  $\tau$  désigne la constante de temps du dipôle RC.
- 3- a- En exploitant la courbe de la **figure 2 de la page 5/5**, déterminer :
- a<sub>1</sub>- la valeur de la fem  $E$  du générateur ;
  - a<sub>2</sub>- la valeur de la constante de temps  $\tau$ .
- b- En déduire la valeur de la capacité  $C$ , ainsi que celle de la charge maximale  $Q_0$  emmagasinée dans le condensateur.

**II- Expérience 2 : détermination de l'inductance  $L$  et de la résistance  $r$  de la bobine.**

On prendra dans ce qui suit :  $C = 6,75 \mu\text{F}$

Pour déterminer les valeurs de  $L$  et  $r$ , les élèves réalisent un circuit série comportant la bobine, le condensateur, un conducteur ohmique de résistance  $R_1 = 85 \Omega$  et un générateur basses fréquences (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale  $u(t)$  d'amplitude  $U_m$  constante et de fréquence  $N$  réglable. Ils utilisent ensuite un oscilloscope bicourbe pour visualiser simultanément sur son écran, la tension  $u(t)$  et la tension  $u_{R_1}(t)$  aux bornes du conducteur ohmique.

Pour une valeur  $N_1 = 130 \text{ Hz}$  de la fréquence  $N$  du (GBF), les élèves obtiennent les courbes de la **figure 3**.

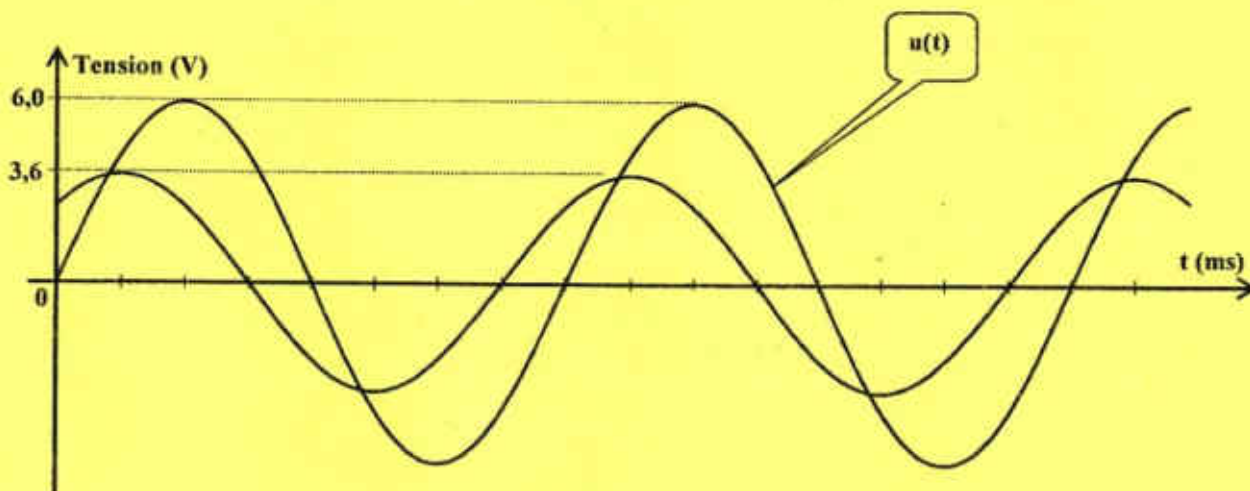


figure 3

- 1- Donner un schéma du circuit électrique réalisé par les élèves. Faire apparaître, sur ce schéma, le branchement de l'oscilloscope.
- 2- En exploitant les courbes de la **figure 3**, déterminer:
  - a- les valeurs maximales  $U_m$  et  $U_{R,m}$ , respectivement des tensions  $u(t)$  et  $u_{R_1}(t)$ ;
  - b- le déphasage  $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$  de la tension  $u(t)$  par rapport à l'intensité du courant  $i(t)$ . Préciser la nature du circuit (inductif, capacitif ou résistif).
- 3- a- Exprimer l'impédance  $Z$  du circuit en fonction de  $U_m$ ,  $U_{R,m}$  et  $R_1$ .
  - b- En déduire que  $r$  peut se mettre sous la forme:  $r = R_1 \left( \frac{U_m}{\sqrt{2} \cdot U_{R,m}} - 1 \right)$ . Calculer sa valeur.
  - c- Déterminer la valeur de  $L$ .
- 4- L'un des élèves du groupe agit sur la fréquence du (GBF) afin d'annuler le déphasage entre  $u(t)$  et  $i(t)$ .
  - a- Préciser, en le justifiant, si l'élève a augmenté ou a diminué la fréquence du (GBF) initialement ajustée à la valeur  $N_1$ .
  - b- Déterminer, dans ce cas, la valeur maximale de la tension  $u_{R_1}(t)$ .

### Exercice 2 (5 points)

Une corde élastique de longueur  $L = 90 \text{ cm}$ , tendue horizontalement, est attachée par son extrémité  $S$  au bout d'une lame vibrante qui lui communique, à l'instant  $t = 0$ , des vibrations verticales sinusoïdales d'équation :  $y_S(t) = a \sin(2\pi Nt + \varphi)$  ; où  $a$ ,  $N$  et  $\varphi$  désignent respectivement l'amplitude, la fréquence et la phase initiale de  $S$ .

On suppose qu'il n'y a ni amortissement, ni réflexion de l'onde issue de  $S$ .

- 1- a- Donner la définition d'une onde mécanique.  
b- Préciser, en le justifiant, la nature (transversale ou longitudinale) de l'onde issue de  $S$  et se propageant le long de la corde.
- 2- Les courbes de la **figure 4** représentent les diagrammes de mouvement de deux points  $A$  et  $B$  de la corde distants, lorsque la corde est au repos, de :  $d = AB = 0,15 \text{ m}$ .

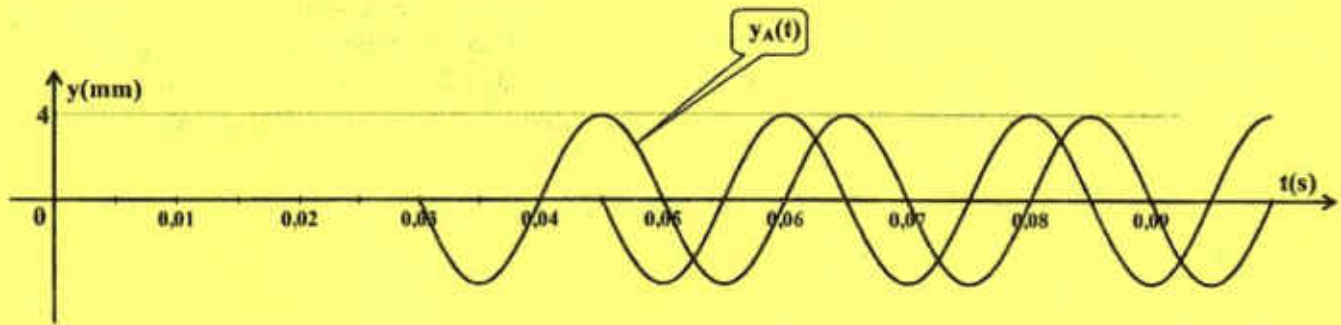


figure 4

- a- Déterminer les valeurs de l'amplitude  $a$  et de la fréquence  $N$  de l'onde issue de  $S$ .  
b- Montrer que la longueur d'onde  $\lambda = \frac{4d}{3}$ . Calculer sa valeur.  
c- Déterminer la valeur de la phase initiale  $\varphi$  de  $S$ .  
d- Comparer les mouvements des points  $A$  et  $B$ .  
e- Préciser la valeur de l'élongation du point  $A$  et le signe de sa vitesse à l'instant  $t_1 = 70 \text{ ms}$ .
- 3- L'aspect de la corde à l'instant  $t_1 = 70 \text{ ms}$  est représenté sur la **figure 5**.

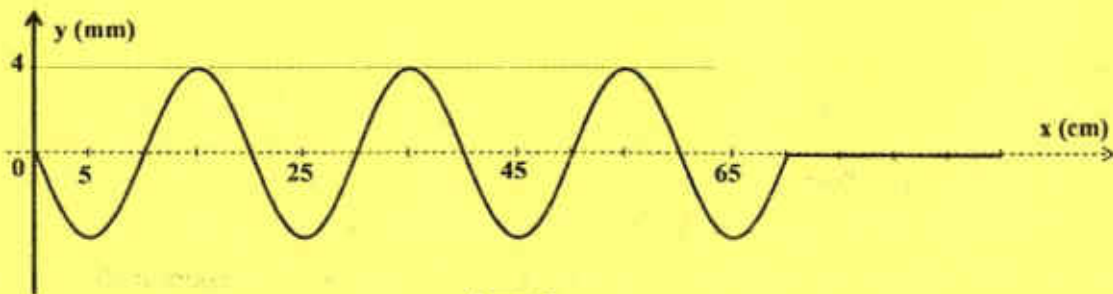


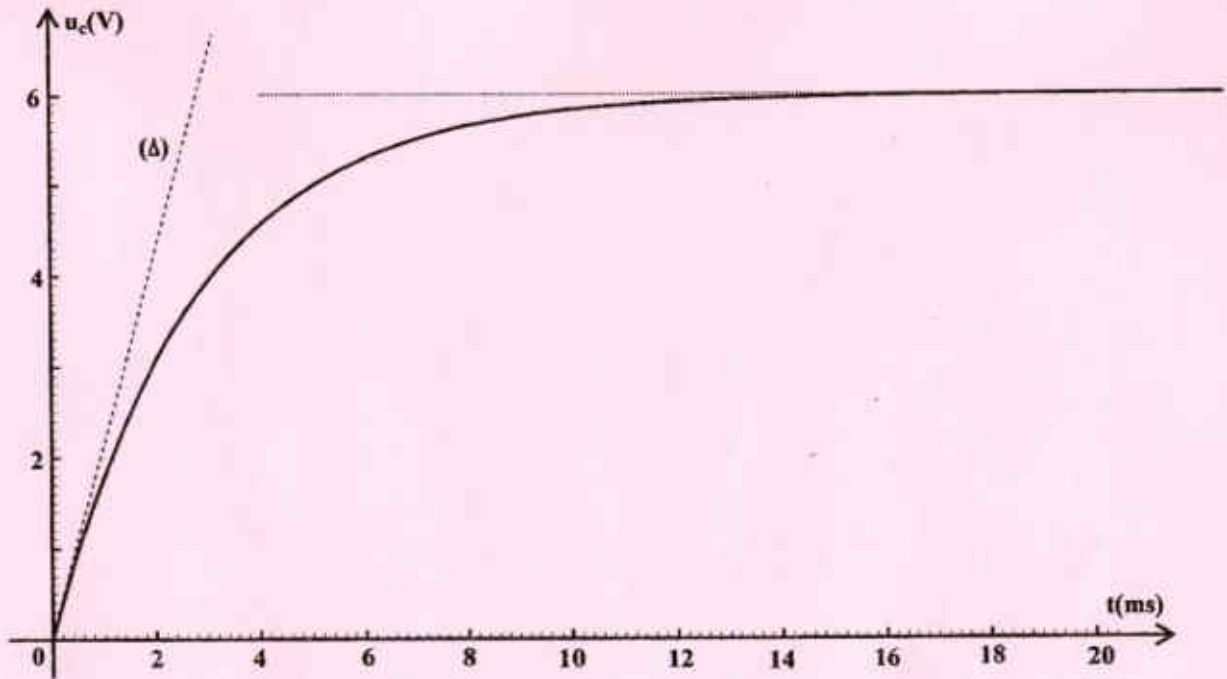
figure 5

- a- Déterminer à l'instant  $t_1$ , les abscisses des points de la corde ayant la même élongation que le point  $A$  et une vitesse positive.  
b- Représenter, sur la **figure 6 de la page 5/5**, l'aspect de la corde à l'instant  $t_2 = 85 \text{ ms}$ .





Feuille à compléter par le candidat et à rendre avec la copie.



La droite ( $\Delta$ ) est tangente à la courbe à  $t = 0$

figure 2

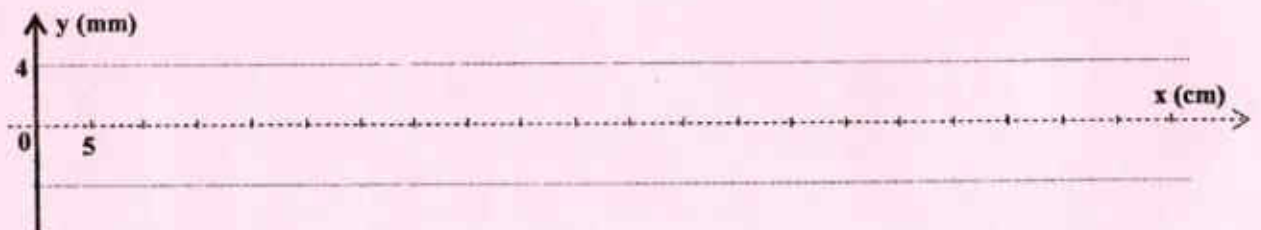


figure 6