

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

La feuille 5/5 est à rendre avec la copie

**CHIMIE : (7points)**

**Exercice 1 (3,5 points)**

On se propose d'étudier la réaction d'estérification de l'acide éthanoïque  $\text{CH}_3\text{COOH}$  avec l'éthanol  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ . Cette réaction est modélisée par l'équation suivante :



Une étude expérimentale réalisée sur des échantillons comportant chacun  $17,2 \cdot 10^{-3}$  mol d'éthanol et  $17,2 \cdot 10^{-3}$  mol d'acide éthanoïque, a permis de déterminer l'avancement final  $x_f$  de la réaction,  $x_f = 11,5 \cdot 10^{-3}$  mol.

- 1) a- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système chimique étudié.  
b- Déterminer l'avancement maximal  $x_{\text{max}}$  de la réaction d'estérification.  
c- En déduire le taux d'avancement final  $\tau_f$  de cette réaction. La réaction étudiée est-elle totale ou limitée ? Justifier.
- 2) a- Déterminer la composition molaire du mélange réactionnel à l'équilibre dynamique.  
b- En déduire la valeur de la constante d'équilibre  $K$  de la réaction d'estérification.
- 3) Dans les mêmes conditions expérimentales, on refait l'étude précédente, mais avec un mélange composé initialement de  $34,4 \cdot 10^{-3}$  mol d'éthanol et  $17,2 \cdot 10^{-3}$  mol d'acide éthanoïque. Dire, en le justifiant, si les affirmations ci-dessous sont vraies ou fausses.
  - **Affirmation 1** : le taux d'avancement final  $\tau_f$  de la réaction reste inchangé.
  - **Affirmation 2** : la valeur de la constante d'équilibre  $K$  augmente.

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

Toutes les solutions aqueuses sont prises à  $25^\circ\text{C}$ , température à laquelle le produit ionique de l'eau est  $K_e = 10^{-14}$ . On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.

On considère deux solutions basiques ( $S_1$ ) et ( $S_2$ ), de même concentration molaire  $C = 10^{-2}$  mol.L $^{-1}$  :

- ( $S_1$ ), solution d'hydroxyde de sodium  $\text{NaOH}$ ,
- ( $S_2$ ), solution d'ammoniac  $\text{NH}_3$ .

La mesure du pH de ces deux solutions est consignée dans le tableau suivant :

| Solution                                  | ( $S_1$ ) | ( $S_2$ ) |
|---|-----------|-----------|
| pH  | 12,0      | 10,6      |
| $[\text{H}_3\text{O}^+]$ (mol.L $^{-1}$ ) |           |           |
| $[\text{OH}^-]$ (mol.L $^{-1}$ )          |           |           |

- 1) a- Définir une base selon Brønsted.

- b- Reproduire et compléter le tableau ci-dessus.
- c- En déduire que l'hydroxyde de sodium est une base forte, alors que l'ammoniac est une base faible.
- 2) a- Ecrire l'équation modélisant la réaction qui a lieu entre l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) et l'eau.  
b- Indiquer les couples acide-base mis en jeu au cours de cette réaction.
- c- On désigne par  $K_a$  la constante d'acidité du couple acide-base correspondant à la base  $\text{NH}_3$ .  
Exprimer  $K_a$  en fonction de  $K_e$ ,  $C$  et  $[\text{OH}^-]$ . Trouver la valeur de  $\text{p}K_a$ .
- 3) On dilue modérément la solution ( $S_2$ ) d'ammoniac. Dire, en le justifiant, si chacune des propositions ci-dessous est vraie ou fausse.
- **Proposition 1** : suite à la dilution de la solution ( $S_2$ ), le  $\text{p}K_a$  ne change pas.
  - **Proposition 2** : suite à la dilution de la solution ( $S_2$ ), le  $\text{pH}$  augmente.
- 4) Un volume  $V_A = 20 \text{ mL}$  de la solution de chlorure d'hydrogène  $\text{HCl}$  (acide fort) de concentration molaire  $C_A$  est dosé par la solution ( $S_1$ ) d'hydroxyde de sodium.
- a- Ecrire l'équation chimique de la réaction de dosage.
  - b- Préciser, en le justifiant, le caractère (acide, basique ou neutre) du mélange obtenu à l'équivalence.
  - c- Le volume de la solution d'hydroxyde de sodium ajouté à l'équivalence est de  $10 \text{ mL}$ . Déterminer la valeur de  $C_A$ .

## PHYSIQUE: (13 points)

### Exercice 1 (5,5 points)

Un pendule élastique est constitué d'un solide ( $S$ ) de masse  $m$  pouvant coulisser, sans frottement, sur une tige horizontale ( $T$ ). Le solide ( $S$ ) est attaché à un ressort, à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur  $k$ . La position du centre d'inertie  $G$  de ( $S$ ) est repérée par son abscisse  $x(t)$  sur un axe horizontal  $x'Ox$ . L'origine  $O$  des abscisses est confondue avec la position de  $G$  lorsque ( $S$ ) est à l'équilibre.

Ecarté de sa position d'équilibre, puis abandonné à l'instant de date  $t = 0\text{s}$ , le solide ( $S$ ) se met à osciller de part et d'autre du point  $O$ .

A un instant de date  $t$ , le système est représenté comme l'indique la **figure 1**.

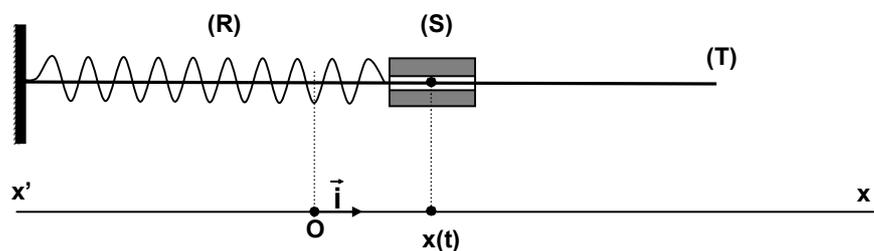
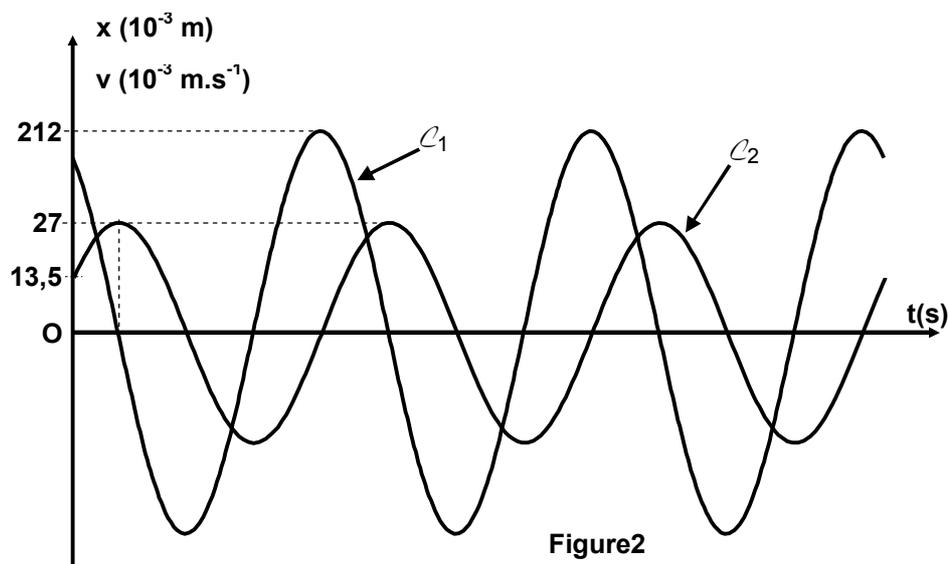


Figure 1

- 1) a- Représenter sur la **figure 1** de la **feuille annexe (page 5/5)** les forces extérieures exercées sur ( $S$ ) à l'instant de date  $t$ .  
b- Etablir l'équation différentielle qui régit l'évolution de l'abscisse  $x(t)$  du centre d'inertie  $G$ . En déduire la nature de son mouvement.
- 2) A l'aide d'un dispositif approprié, on enregistre l'évolution de l'abscisse  $x(t)$  et celle de la vitesse  $v(t)$  de  $G$ . On obtient les courbes  $\mathcal{C}_1$  et  $\mathcal{C}_2$  de la **figure 2**.



- a- Montrer que la courbe  $\mathcal{C}_1$  correspond à  $v(t)$ .
- b- A partir des courbes, déterminer les amplitudes respectives  $X_{\max}$  et  $V_{\max}$  de  $x(t)$  et de  $v(t)$ .  
En déduire la valeur de la pulsation propre  $\omega_0$ .
- c- Déterminer la phase initiale  $\varphi_x$  de  $x(t)$ .
- 3) L'énergie totale  $E$  du système {ressort+solide} est constante,  $E = 3,645 \cdot 10^{-3} \text{ J}$ .
- a- Donner l'expression de  $E$  en fonction de  $k$  et  $X_{\max}$ .
- b- En déduire les valeurs de  $k$  et  $m$ .

### Exercice 2 (5 points)

Un vibreur provoque à l'extrémité  $S$  d'une corde élastique un mouvement vibratoire sinusoïdal d'équation:  $y_s(t) = a \sin(2\pi Nt + \varphi)$ ;  $a$ ,  $N$  et  $\varphi$  désignent respectivement, l'amplitude, la fréquence et la phase initiale de  $S$ .

La source  $S$  débute son mouvement à l'instant de date  $t_0 = 0 \text{ s}$ .

On néglige toute atténuation de l'amplitude et toute réflexion de l'onde issue de  $S$ .

- 1) a- Qu'appelle-t-on onde?  
b- L'onde se propageant le long de la corde est-elle transversale ou longitudinale?
- 2) A l'instant  $t_1 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ s}$ , le point  $M_1$  de la corde d'abscisse  $x_1 = 10 \text{ cm}$  entre en vibration.  
Montrer que la célérité de l'onde le long de la corde est  $v = 5 \text{ m.s}^{-1}$ .
- 3) La courbe représentant l'aspect de la corde à un instant  $t_2$  est donnée par la figure 3.

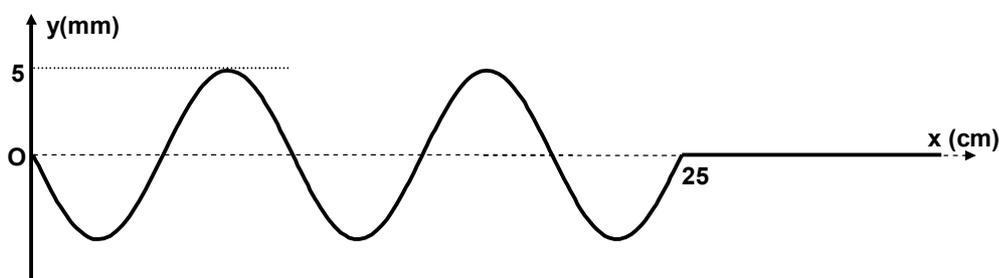


Figure 3

- a- En exploitant cette courbe, déterminer les valeurs de:
- l'amplitude  $a$ ,
  - la longueur d'onde  $\lambda$ ,
  - l'instant  $t_2$ .

- b- Déterminer la valeur de la fréquence  $N$ .
  - c- Montrer que la phase initiale  $\varphi$  de  $S$  est égale à  $\pi$  rad.
- 4) a- Représenter, sur la **figure 4** de la **feuille annexe (page 5/5)**, le diagramme du mouvement du point  $M_1$ .
- b- Préciser le signe de la vitesse de ce point à l'instant  $t_2$ .
  - c- Déterminer, à l'instant  $t_2$ , les abscisses des points de la corde ayant la même elongation et la même vitesse que  $M_1$ .

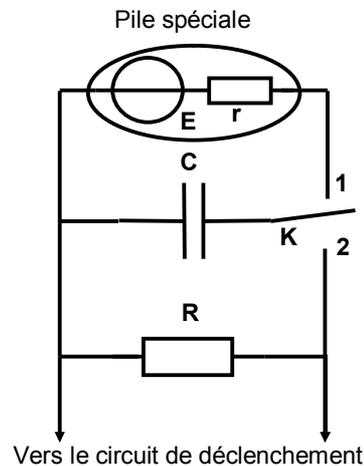
**Exercice 3 : document scientifique (2,5 points)**

**Un exemple d'application d'un circuit RC: le pacemaker**

Le cœur humain bat avec une fréquence normale moyenne de 75 fois par minute grâce à un stimulateur naturel : le nœud sinusal. Lorsque celui-ci ne remplit plus correctement son rôle, la chirurgie permet d'implanter aujourd'hui dans la cage thoracique un appareil appelé **pacemaker**. Ce dernier va forcer le muscle cardiaque à battre régulièrement en lui envoyant de petites impulsions électriques par l'intermédiaire des électrodes appelées sondes. Un pacemaker peut être modélisé par le circuit électrique de la **figure 5**, qui comprend un condensateur de capacité  $C = 0,40 \mu\text{F}$ , un conducteur ohmique de résistance  $R = 2 \text{ M}\Omega$ , un interrupteur  $K$  et une pile spéciale de fem  $E = 5,6 \text{ V}$  et de résistance  $r$ . La valeur de  $r$  est très faible de telle sorte que le condensateur se charge très rapidement lorsque  $K$  est en position **1**. Lorsque la charge est terminée,  $K$  bascule en position **2**, le condensateur se décharge lentement à travers la résistance  $R$  jusqu'à une valeur limite  $U_{\text{limite}} = 0,37E$ . A cet instant, le circuit envoie par l'intermédiaire des sondes une impulsion vers le cœur : on obtient alors un battement. Cette opération terminée,  $K$  bascule à nouveau en position **1**. Le processus recommence...

**Site internet**

- 1) D'après le texte, quel est le rôle d'un pacemaker ?
- 2) Expliquer pourquoi la charge du condensateur est très rapide, alors que sa décharge est lente.
- 3) La durée séparant deux impulsions successives est  $T = 0,8 \text{ s}$ .
  - a- Déterminer la fréquence des battements générés.
  - b- Vérifier que ce résultat est compatible avec la fréquence cardiaque normale moyenne.
- 4) Quelle est l'énergie fournie par le pacemaker pour produire un battement cardiaque ?



**Figure 5**

# Feuille annexe

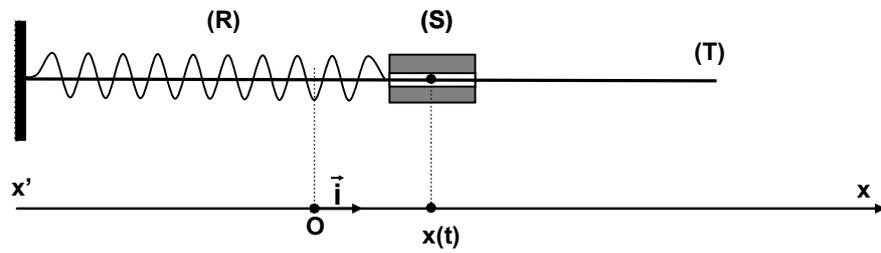


Figure 1

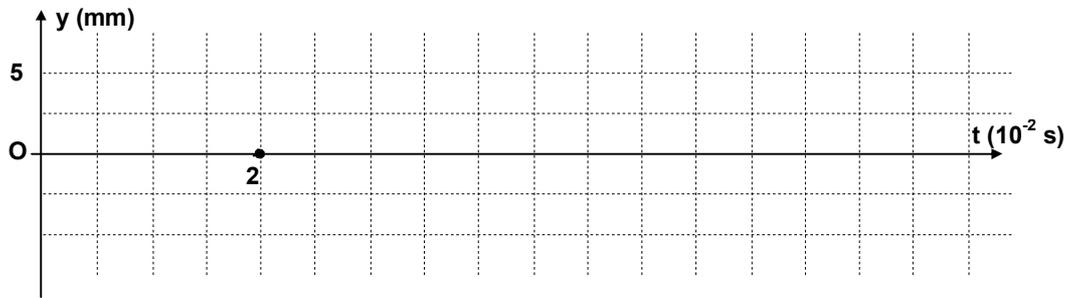


Figure 4