

Partie chimie ( 9points )

Exercice 1(5points)

Toutes les solutions sont prises à la température 25°C, température à laquelle  $pK_e = 14$ .

On dispose de quatre solutions S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, et S<sub>4</sub>

Solution	C (mol.L <sup>-1</sup> )	pH
S <sub>1</sub> (HCl)	C <sub>1</sub>	2,90
S <sub>2</sub> (CH <sub>3</sub> COOH)	C <sub>2</sub> = 0,1	2,90
S <sub>3</sub> (HCOOH)	C <sub>3</sub> = C <sub>2</sub>	2,40
S <sub>4</sub> (NH <sub>3</sub> )	C <sub>4</sub> = 5.10 <sup>-2</sup>	10,95

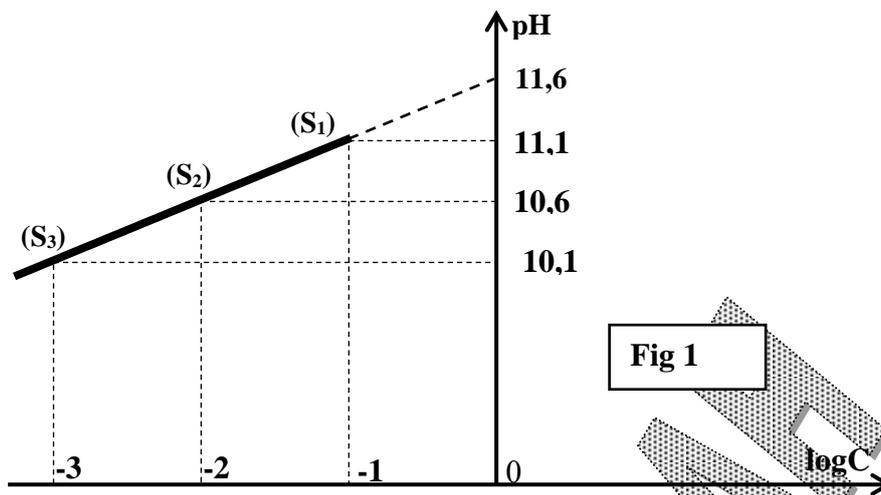
- 1- Montrer que l'acide éthanoïque CH<sub>3</sub>COOH est faible.
- 2- a- Sachant que l'acide chlorhydrique est fort, comparer sans calcul C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub>. Justifier.  
b- Calculer C<sub>1</sub>.
- 3- On considère la solution S<sub>2</sub> d'acide éthanoïque  
a- Dresser le tableau d'évolution de cette réaction au cours du temps puis calculer les concentrations molaires des différentes espèces chimiques présentes dans la solution.  
b- Calculer le taux d'avancement final  $\tau_{2f}$  de la réaction. Montrer que CH<sub>3</sub>COOH est faiblement ionisé.  
c- Etablir alors la relation suivante :  $K_a = C_2 \cdot \tau_{2f}^2$   
Calculer le **pKa** du couple CH<sub>3</sub>COOH/CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>.  
d- En utilisant la relation précédente, montrer que la dilution favorise l'ionisation d'un acide faible.
- 4- Calculer le taux d'avancement final  $\tau_{3f}$  de l'acide méthanoïque. Dire, en le justifiant, si HCOOH est plus fort ou plus faible que CH<sub>3</sub>COOH ?
- 5- Dans la suite, on suppose que la base NH<sub>3</sub> est faiblement ionisée.  
a- Donner l'expression de son pH en fonction de  $pK_e$ , C<sub>4</sub> et de **pKa** du couple NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NH<sub>3</sub>.  
b- A un volume V<sub>0</sub>=5 mL de la solution S<sub>4</sub> on ajoute un volume d'eau V<sub>e</sub> pour obtenir une solution S'<sub>4</sub> d'ammoniac de concentration molaire C'<sub>4</sub>=2,5.10<sup>-3</sup> mol.L<sup>-1</sup>.
  - Décrire le protocole expérimental permettant d'obtenir S'<sub>4</sub>.
  - Calculer le **pH** de S'<sub>4</sub> ainsi que V<sub>e</sub>.

Exercice 2(4points)

On dispose de trois solutions aqueuses (S<sub>1</sub>), (S<sub>2</sub>) et (S<sub>3</sub>) d'ammoniac (de pH>8). L'ammoniac NH<sub>3</sub> est une base faiblement ionisée

- 1)
  - a- Écrire l'équation de la réaction d'ionisation de l'ammoniac dans l'eau.
  - b- Dresser le tableau d'avancement volumique de la réaction, sachant que la concentration molaire de la solution obtenue est notée C.
  - c- Montrer que le pH d'une solution d'ammoniac, de concentration molaire C peut s'écrire sous la forme :  $pH = \frac{1}{2}(pKa + pK_e + \log C)$  ; avec K<sub>a</sub> est la constante d'acidité du couple NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NH<sub>3</sub>.
- 2) Les mesures de pH des solutions (S<sub>1</sub>), (S<sub>2</sub>) et (S<sub>3</sub>) ont permis de tracer la courbe de la figure-1-déterminer graphiquement l'équation de la fonction **pH=f(logC)** puis déduire le **pKa** du couple (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NH<sub>3</sub>) .





### Exercice N°1(5points)

Un oscillateur est formé d'un ressort (R) de constante de raideur  $k=40\text{N.m}^{-1}$  et d'un solide (S) de masse  $m$ , le solide (S) est soumis à 'action d'une force de frottement  $f=-hV$  où  $h$  est une constante positive, et soumis aussi à l'action d'une force excitatrice  $F(t) = F_m \sin(\omega t)$  exercée un dispositif approprié.

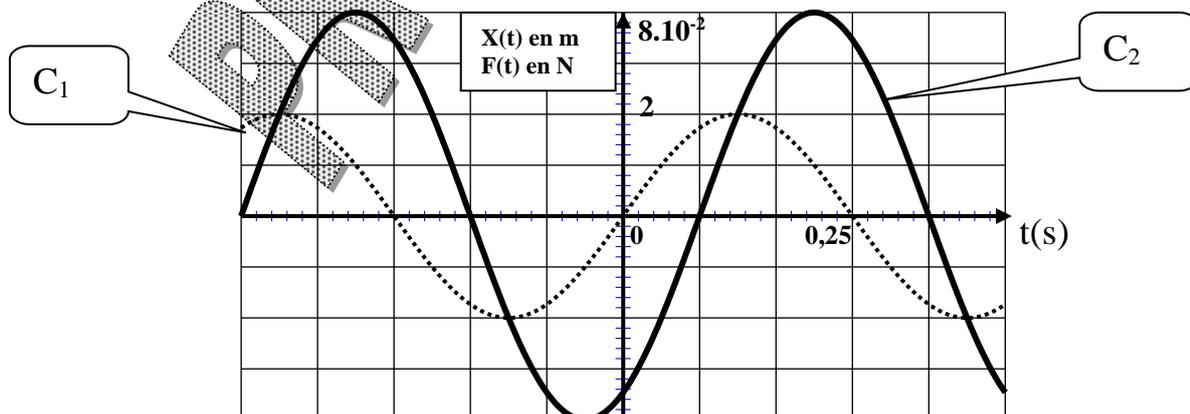
Ainsi, à tout instant  $t$ , l'élongation  $x$  du centre d'inertie du système, sa dérivée première  $\frac{dx(t)}{dt}$  et sa

dérivée seconde  $\frac{d^2x(t)}{dt^2}$  vérifient la relation :  $kx(t) + h \frac{dx(t)}{dt} + m \frac{d^2x(t)}{dt^2} = F_m \sin(\omega t)$ , dont

$$X(t) = X_m \sin(\omega t + \phi_x).$$

La figure ci-dessous représente les variations de  $X(t)$  et  $F(t)$  au cours du temps.

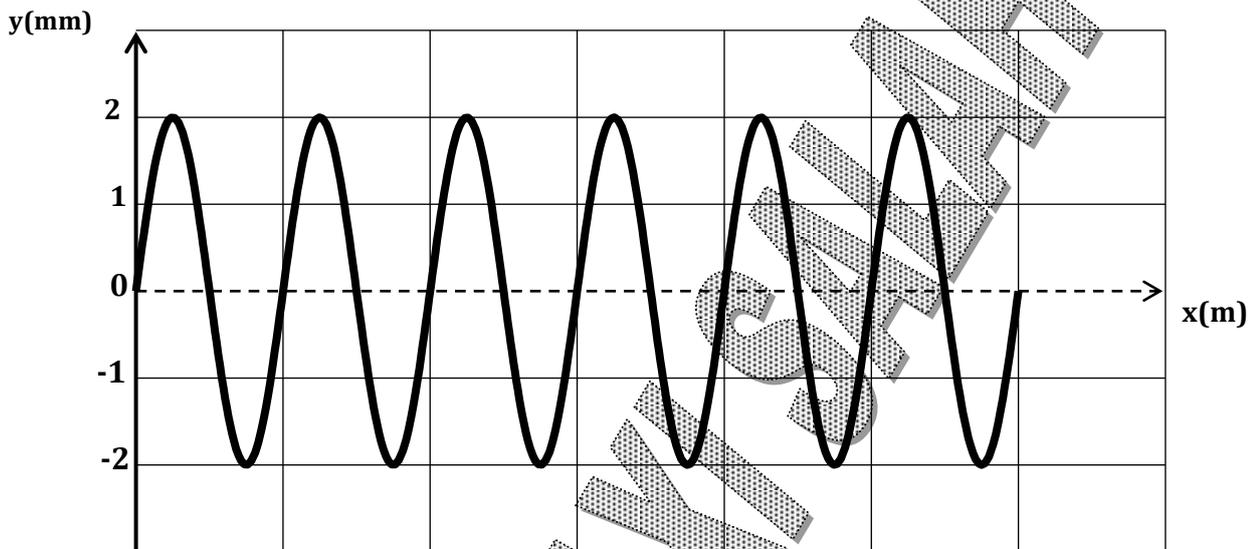
- 1- Montrer, en le justifiant que la courbe ( $C_2$ ) correspond à  $X(t)$ .
- 2- En exploitant les deux courbes déterminer les expressions de  $X(t)$  et de  $F(t)$  tout en indiquant les valeurs de  $X_m$ ,  $\phi_x$ ,  $\omega$  et  $F_m$ .
- 3- a- Faire la construction de Fresnel correspondante en prenant pour échelle  $1\text{cm} \longleftrightarrow 0,5\text{N}$  (figure -2-).  
b- Déduire à partir de cette construction les valeurs de  $m$  et  $h$ .
- 4- a- A l'aide de la construction de Fresnel, déterminer l'expression de  $X_m$  en fonction de  $F_m$ ,  $h$ ,  $\omega$ ,  $k$  et  $m$ .  
b- Etablir à l'aide de l'analogie mécanique –électrique que l'on précisera, l'expression de la charge maximale des oscillations électriques en régime forcées.  
c- Tracer l'allure de  $Q_m$  en fonction de  $\omega$ ; on notera approximativement sur le tracé la position de  $\omega_r$  correspondant à la résonance de charge par rapport à la pulsation propre  $\omega_0$  de l'oscillateur.



## Exercice 2 (4points)

Un vibreur de fréquence  $N=75 \text{ Hz}$  provoque une onde progressive à l'extrémité S d'une corde élastique horizontale de longueur  $L=96\text{cm}$ . S effectue un mouvement rectiligne sinusoïdale d'équation horaire  $y_s(t)=a.\sin(2\pi N.t + \pi)$  pour  $t>0\text{s}$ , l'autre extrémité porte un dispositif empêchant la réflexion de l'onde, la vitesse de propagation de l'onde est  $V$ .

- 1- Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point M de la corde d'abscisse  $x=SM$ .
- 2- L'aspect de la corde à une date  $t_1$  est donné par la courbe ci-dessous



- a- Sachant qu'à la date  $t_1$  la totalité de la corde vibre, montrer que la longueur d'onde  $\lambda=16\text{cm}$ .
  - b- Calculer la vitesse de propagation  $V$  de l'onde le long de la corde.
  - c- Etablir l'équation  $y_M(x)$  de cette sinusoïde des espaces à la date  $t_1$ .
- 3- Parmi les trois dates suivantes ( $4T$ ;  $6T$ ;  $7,25T$ ) la quelle correspond à la date  $t_1$ ? justifier votre réponse.
  - 4- a- Déterminer les positions des points qui vibrent en **quadrature avance** par rapport à la source S.  
b- Soit **P** l'un de ces points le plus proche de la source d'abscisse  $x_P=12\text{cm}$ , représenter, en respectant l'échelle adoptée, la **sinusoïde des temps** du point **P** et celle de la source **S**.

## Exercice n° 3 « document scientifique » (2 points) :

Un objet vibrant effectue un va-et-vient de part et d'autre de sa position fixe normale. Un cycle complet de vibration est produit lorsque l'objet se déplace d'une position extrême à l'autre position extrême, puis revient au point de départ. Le nombre de cycles effectués par un objet vibrant pendant une seconde est appelé sa fréquence.

Chaque objet, selon sa composition, sa taille, son poids..., a tendance à vibrer à une fréquence particulière. Cette fréquence de vibration naturelle est appelée la fréquence de résonance. Une machine vibrante transmet la quantité maximale d'énergie à un objet lorsqu'elle vibre à la fréquence de résonance de l'objet.

Lorsqu'une personne est en contact avec une machine vibrante, l'énergie de vibration est transmise à son corps. Selon la durée et la façon dont l'exposition se produit, la vibration peut produire des effets sur une grande partie du corps d'un travailleur ou seulement sur un organe particulier. Les effets de l'exposition aux vibrations dépendent aussi de la fréquence de vibration. Chaque organe du corps a sa propre fréquence de résonance. Lorsque l'exposition se produit à une des fréquences de résonance des



organes ou au voisinage d'une de ces fréquences, l'effet résultant sur les troubles de l'intestin et de l'appareil circulatoire, ainsi que des systèmes musculo-squelettique et neurologique est grandement accru.

### **Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail**

- 1- Comment est définie la fréquence d'un objet vibrant dans le texte ?
- 2- Quand est ce que l'énergie transférée de la machine vibrante à l'objet est maximale ?
- 3- Relever du texte les troubles provoqués par une exposition aux vibrations.
- 4- Relever du texte ce qui prouve que le danger de l'exposition aux vibrations est plus important lorsque les organes se trouvent en état de résonance.

**Bon travail**

PROF SFAXI SALAH



Annexe à rendre avec la copie

Nom : ..... prénom ..... N° .....

Figure-2-

(  $\varphi = 0 \text{ rad}$  )

