

L : sujet comporte 2 exercices de chimie et 3 exercices de physique répartis sur 4 pages numérotées de 1 à 4  
L'usage des calculatrices non programmables est autorisé.

## Chimie (7 points)

Toutes les expériences sont réalisées à 25°C température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est  $K_e = 10^{-14}$

### EXERCICE N°1 (3 points)

Une solution aqueuse (S) d'une amine RNH<sub>2</sub> de concentration  $C = 10^{-1}$  mol.L<sup>-1</sup>, a un pH égal à 11,7 à 25°C

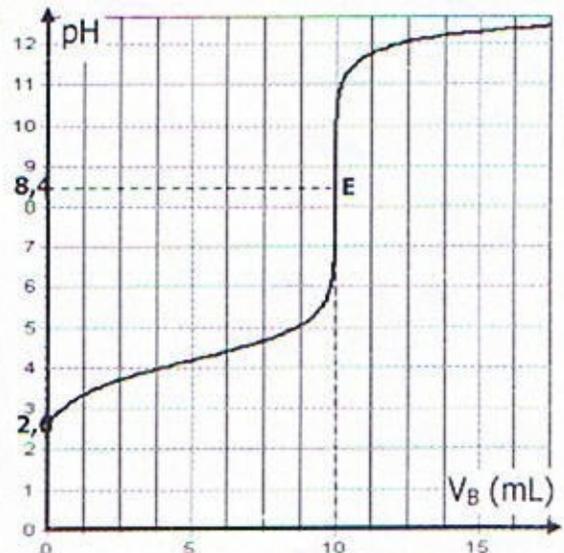
- 1) a- Montrer que cette amine est une base faible  
b- Ecrire l'équation de la réaction qui se produit lors de la dissolution de RNH<sub>2</sub> dans l'eau
- 2) a- Montrer que la base RNH<sub>2</sub> est faiblement ionisée dans l'eau  
b- En déduire que l'expression du pH de la solution (S) peut s'écrire  $\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{pK}_a + \text{pK}_e + \log C)$   
c- Calculer la valeur du pK<sub>a</sub> du couple RNH<sub>2</sub>/RNH<sub>3</sub><sup>+</sup>
- 3) A V<sub>0</sub> = 10 mL de la solution (S) on ajoute un volume V<sub>e</sub> d'eau pure on obtient une solution (S') de pH' = 11,4  
a- Calculer la concentration C' de la solution (S')  
b- En déduire la valeur de V<sub>e</sub>

### EXERCICE N°2 (4 points)

Une solution S d'acide inconnu AH a un pH = 2,6

Pour identifier l'acide AH et déterminer sa concentration molaire dans la solution S, on dose V = 10 mL de la solution S avec une solution d'hydroxyde de sodium (soude) de concentration C<sub>B</sub> = 0,1 mol.L<sup>-1</sup> et on suit la variation du pH en fonction du volume de la solution de soude versé, on obtient la courbe ci-contre :

- 1-a- Définir l'équivalence acido-basique.  
b- Déduire la concentration C<sub>A</sub> de l'acide AH.  
c- Montrer que l'acide AH est faible  
d- Déterminer graphiquement le pK<sub>a</sub> du couple AH / A<sup>-</sup>.  
e- Identifier l'acide AH parmi les trois acides figurant dans le tableau ci-dessous.



Acide AH	Acide méthanoïque	Acide benzoïque	Acide éthanoïque
Formule	HCOOH	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	CH <sub>3</sub> COOH
pK <sub>a</sub>	3,7	4,2	4,8

- f- Ecrire l'équation bilan de la réaction du dosage
- g- Justifier le caractère de la solution à l'équivalence



2- On refait l'expérience précédente : On prélève  $10 \text{ cm}^3$  de la solution acide AH et on le dilue 10 fois et on le dose par la même solution de soude.

- Déterminer la nouvelle concentration et le pH de la solution diluée de l'acide AH.
- Calculer la nouvelle valeur du :
  - pH à la demi-équivalence,
  - pH à l'équivalence.

### PHYSIQUE(13 points)

#### EXERCICE N°1(4,5 points)

Un vibreur provoque à l'extrémité S d'une corde élastique un mouvement vibratoire sinusoïdal d'équation :  $y_s(t) = a \sin(\omega t + \varphi)$  a,  $\omega$  et  $\varphi$  désignent respectivement, l'amplitude, la pulsation 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

- Qu'appelle-t-on onde ?
  - l'onde se propageant le long de la corde est-elle transversale ou longitudinale ? Justifier votre réponse
- A l'instant  $t_1=2.10^{-2}$  s, le point  $M_1$  de la corde d'abscisse  $x_1=10$  cm entre en vibration. Montrer que la célérité de l'onde le long de la corde est  $V=5 \text{ ms}^{-1}$ .
- la courbe représentant l'aspect de la corde à un instant  $t_2$  est donnée par la figure 1

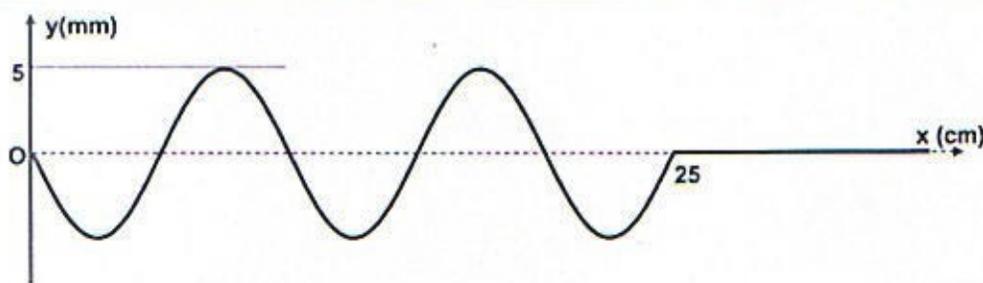


Figure 1

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

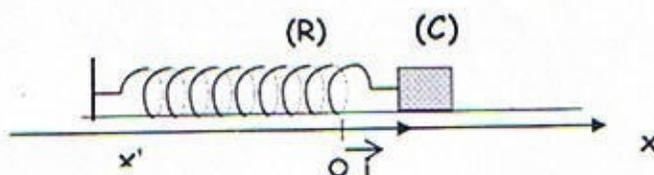
4) a- Représenter, le diagramme du mouvement du point  $M_1$

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 élongation et la même vitesse que  $M_1$

#### EXERCICE N°2(6,5points)

Un système mécanique est formé par un solide S de centre d'inertie G, de masse  $m=100 \text{ g}$  fixé à l'extrémité d'un ressort horizontal de constante de raideur  $k=10 \text{ N.m}^{-1}$ . A l'équilibre le centre d'inertie du solide coïncide avec l'origine O du repère R ( $O, \vec{i}$ ). On prendra  $\pi^2=10$ .



## PARTIE I

Le solide S est écarté de sa position d'équilibre de 2 cm vers les abscisses positives puis, à  $t = 0$  s, on le lance avec une vitesse initiale  $\vec{v}_0$  dans le sens positif.

Tout type de frottement est négligeable

1- Etablir l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie G du corps (C).

2- Sachant que l'amplitude ( $X_m$ ) du solide est de 4cm, Ecrire l'équation horaire du mouvement de S.

3- Déterminer la valeur de la vitesse  $\vec{v}_0$ .

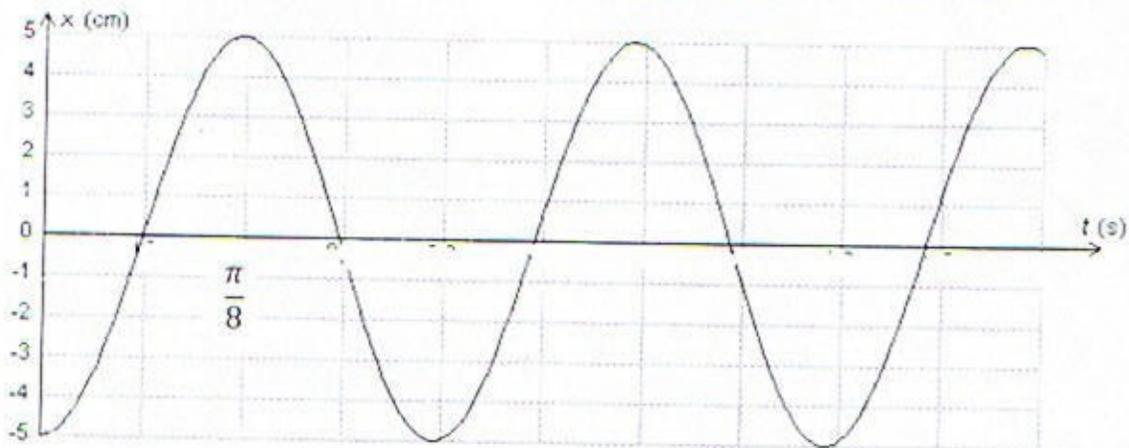
4- Montrer que l'énergie mécanique du système {Solide et Ressort} se conserve et qu'elle est égale à une valeur que l'on calculera.

## PARTIE II

Le solide S est mis en mouvement sous l'effet d'une force excitatrice  $\vec{F} = F_m \vec{i}$ , telle que  $F = F_m \sin(\omega t + \varphi_F)$  et se déplace dans un liquide visqueux qui exerce une force de frottement  $\vec{f} = -h \vec{v}$ . (h une constante positive et  $\vec{v}$  le vecteur vitesse du solide S).

1- Faire un bilan des forces qui s'exercent sur le solide S et déduire l'équation différentielle vérifiée par son abscisse x dans le repère R (0, i).

2- On donne sur la figure suivante la courbe de variation de l'abscisse de S en fonction du temps.



a- Déterminer l'équation horaire  $x(t)$ .

b- Montrer que la valeur algébrique de la vitesse v du solide S vérifie la relation suivante  $v^2 = Ax^2 + B$ . Avec A et B des constantes que l'on calculera.

3- Un dispositif expérimental a permis de mesurer la valeur du décalage horaire  $\Delta t$  entre les fonctions  $F(t)$  et  $x(t)$ . on trouve que  $\Delta t = \frac{\pi}{48}$  s

a- Déterminer la valeur de la phase initiale  $\varphi_F$  de l'excitateur.

b- Faire une construction de Fresnel à l'échelle et en déduire la valeur de h et la valeur  $F_m$ .

On donne **Echelle : 1cm pour 0,05N.**

c- Etablir l'expression de l'amplitude  $X_m$  de S en fonction de h, m, k,  $\omega$  et  $F_m$  et montrer qu'elle est maximale pour une valeur  $\omega_r$  que l'on calculera.

4) a-. Etablir l'expression de la puissance moyenne  $P_{moy}$ , en fonction de h, m, k,  $\omega$  et  $F_m$  et montrer qu'elle est maximale pour  $\omega = 10 \text{ rd.s}^{-1}$ .

b- Soit le rapport  $\rho = \frac{kX_m}{F_m}$ . En utilisant le tableau des analogies électromécaniques, déterminer la grandeur électrique analogue à  $\rho$ . Qu'elle est sa signification physique.



## EXERCICE N°3 (2 points) : Etude d'un document scientifique

### Le récepteur radio et la résonance.

L'antenne d'un récepteur radio est liée à un circuit RLC d'inductance  $L$  et de capacité  $C$  modifiables. Une onde radio reçue par l'antenne crée aux bornes du dipôle RLC une tension excitatrice :

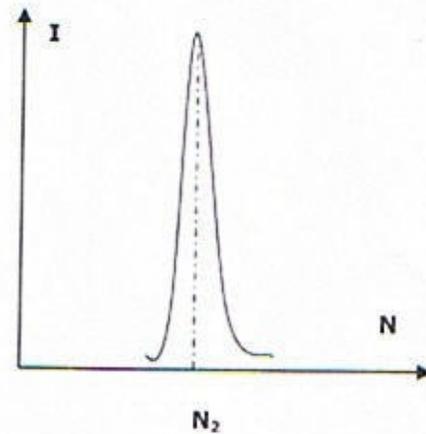
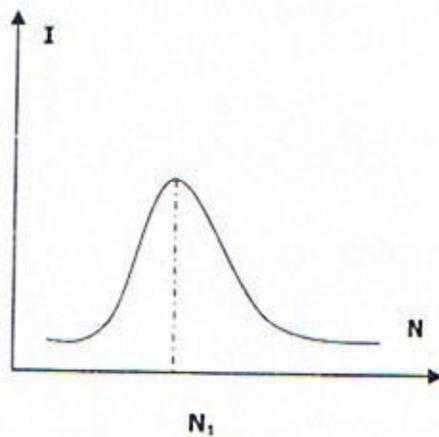
$u(t) = U_m \sin(2\pi N t)$  avec  $N$  la fréquence de l'onde reçue.

L'antenne capte les ondes émises par les différentes stations. Pour suivre une émission radio particulière il faut privilégier une fréquence au détriment des autres. Pour cela, on règle les valeurs de  $L$  et de  $c$  de façon que le récepteur n'entre en résonance d'intensité qu'avec l'émission de fréquence

$N = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.c}}$ , sa réponse aux autres fréquences est négligeable.

On peut par exemple suivre les émissions de la radio nationale de Tunis sur les fréquences :  $N_1 = 600\text{KHz}$  sur la bande des ondes moyennes (MW) et  $N_2 = 94\text{ MHz}$  sur la bande des fréquences modulées.

On utilise un récepteur radio dont la fréquence propre du dipôle RLC est  $600\text{ KHz}$  lorsque la valeur de l'inductance est  $L_1 = 10\text{ mH}$ . Les allures des courbes de résonances sont représentées ci-dessous :



### Questions :

- 1- Préciser qu'est ce qui produit la tension excitatrice aux bornes du dipôle RLC.
- 2- Expliquer comment le récepteur radio répond uniquement à une seule fréquence malgré que l'antenne capte les ondes émises par les différentes stations.
- 3- Déterminer la capacité  $c_1$  du dipôle RLC lorsqu'on écoute avec le récepteur radio indiqué dans le texte les émissions de la radio nationale de Tunis sur la bande des ondes moyennes.
- 4- Préciser en le justifiant est ce que la valeur de  $R$  est plus faible lorsqu'on écoute les émissions de la radio nationale : sur la bande des ondes moyennes ou sur celle des fréquences modulées.

