



## Epreuve de Sciences Physiques

Devoir de Contrôle N°2 : Avril 2019

M.Abdmouleh Nabil

Tel : 98 972 418

Bac : Sciences Expérimentales

### CHIMIE (9 points)

#### Exercice n°1 (6,25 points)

Toutes les solutions aqueuses sont prises à 25°C, température à la quelles le produit ionique de l'eau pure est  $K_e = 10^{-14}$ . On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau devant ceux apportés par les réactions acides-base envisagées.

On dispose, au laboratoire de chimie, de deux solutions aqueuses acides ( $S_1$ ) et ( $S_2$ ) de même  $pH_i$ .

- ( $S_1$ ) : une solution d'un monoacide AH de concentration molaire  $C_1$ .
- ( $S_2$ ) : une solution d'acide éthanoïque  $CH_3COOH$  de concentration molaire  $C_2$ .

On dose séparément, un volume  $V_1 = 48$  mL de ( $S_1$ ) et un volume  $V_2$  de ( $S_2$ ) par une solution aqueuse ( $S_B$ ) d'hydroxyde de sodium NaOH (base forte) de concentration molaire  $C_B$ .

1) A l'aide d'un pH-mètre, on suit, dans chaque cas, l'évolution du pH du milieu réactionnel en fonction de  $V_B$  de la solution ( $S_B$ ) ajouté. Les résultats obtenus ont permis de tracer les courbes  $\mathcal{C}_1$  et  $\mathcal{C}_2$  de la figure 1, sur lesquelles sont indiqués les points d'équivalence acido-basique  $E_1$  et  $E_2$  correspondants. La courbe  $\mathcal{C}_1$  correspond au dosage du volume  $V_1$  de ( $S_1$ ).

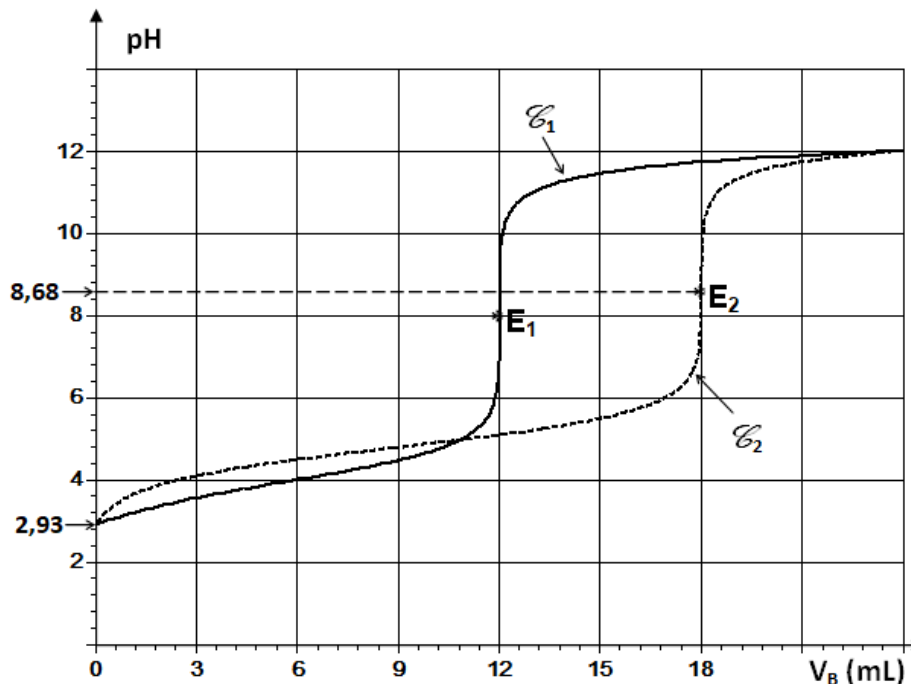


Figure 1

- a- En exploitant les courbes de la figure 1 ; justifier que AH et  $CH_3COOH$  sont deux acides faibles.  
b- Ecrire l'équation de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau.  
c- Sachant que le taux d'avancement de la réaction de l'acide AH avec l'eau dans ( $S_1$ ) est  $\tau_f = 7,8 \cdot 10^{-2}$ , déterminer la valeur de  $C_1$ . En déduire celle de  $C_B$ .
- a- Déterminer graphiquement  $pKa_1$  et  $pKa_2$  des couples respectivement  $AH/A^-$  et  $CH_3COOH/CH_3COO^-$ .  
b- Comparer, en le justifiant, les forces des acides  $CH_3COOH$  et AH.

- 3) Sachant que l'acide éthanóïque  $\text{CH}_3\text{COOH}$  est faiblement ionisé dans ( $\text{S}_2$ ), trouver la valeur de  $\text{C}_2$ . En déduire celle du volume  $\text{V}_2$ .
- II) Dans la suite, on prendra  $\text{C}_2 = 8,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$   
 On dissout, sans changement de volume, une masse  $m$  d'acide éthanóïque dans un volume  $\text{V}_0 = 13,8 \text{ mL}$  pris de la solution ( $\text{S}_2$ ). On obtient une solution ( $\text{S}_0$ ) de  $\text{pH}_0$ .
- 1) Comparer, en justifiant la réponse,  $\text{pH}_0$  et  $\text{pH}_i$ .
- 2) On ajoute à la solution ( $\text{S}_0$ ) un volume  $\text{V}_B = 20,7 \text{ mL}$  de la solution ( $\text{S}_B$ ). La mesure du pH du mélange ( $\text{M}$ ) obtenu donne la valeur **4,8**.
- a- Ecrire l'équation de la réaction qui se produit et montrer qu'elle est totale.  
 b- Justifier que le mélange obtenu correspond à un état de demi-équivalence.  
 c- Déterminer la concentration molaire  $\text{C}_0$  de la solution ( $\text{S}_0$ ). En déduire la valeur de  $m$  et celle de  $\text{pH}_0$ . On donne :  $\text{M}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ g.mol}^{-1}$
- 3) Sans faire du calcul, justifier le caractère acide, base ou neutre d'une solution ( $\text{S}$ ) obtenue par ajout au mélange ( $\text{M}$ ) un volume  $\text{V}_B = 20,7 \text{ mL}$  pris de la solution ( $\text{S}_B$ ).

### Exercice n°2 (2,75 points)

On se propose de préparer, au cours d'une séance de travaux pratiques, une solution aqueuse tampon basique. Pour cela, on dispose des solutions aqueuses ( $\text{S}_1$ ) et ( $\text{S}_2$ ):

- ( $\text{S}_1$ ) de méthylamine  $\text{CH}_3\text{-NH}_2$  de concentration  $\text{C}_1 = 0,24 \text{ mol.L}^{-1}$  et de volume  $\text{V}_1 = 15 \text{ mL}$  caractérisée par un taux d'avancement final  $\tau_f = 4,1 \cdot 10^{-2}$ .
  - ( $\text{S}_A$ ) d'acide chlorhydrique  $\text{HCl}$  (acide fort) de concentration  $\text{C}_A = 0,18 \text{ mol.L}^{-1}$ .
- 1) Ecrire l'équation de la réaction du méthylamine avec l'eau.
- 2) En précisant les approximations utilisées, montrer que le  $\text{pKa}$  du couple  $\text{CH}_3\text{-NH}_3^+ / \text{CH}_3\text{-NH}_2$  s'écrit :  $\text{pKa} = \text{pKe} + \log(\text{C}_1 \tau_f^2)$ . Calculer sa valeur.
- 3) On ajoute à la solution ( $\text{S}_1$ ), un volume  $\text{V}_A$  de la solution ( $\text{S}_A$ ). La mesure du pH du mélange ( $\text{M}$ ) obtenu, donne  $\text{pH} = 10,6$ .
- a- Rappeler la définition d'une solution tampon.  
 b- Montrer que le mélange ( $\text{M}$ ) est une solution tampon. En déduire la valeur de  $\text{V}_A$ .

## PHYSIQUE (11 points)

### Exercice n°1 (4,5 points)

Une pointe verticale, reliée à un vibreur, impose en un point  $\text{S}$  de la surface libre d'une nappe d'eau d'épaisseur constante d'une cuve à onde, des vibrations verticales sinusoïdales de fréquence  $\text{N}$  qui se propage à la célérité  $\text{V} = 0,16 \text{ m.s}^{-1}$ . Les bords de la cuve à ondes sont tapissés de mousse. On néglige l'amortissement des ondes et le phénomène de dilution de l'énergie lors de la propagation des ondes. Le mouvement de  $\text{S}$  est étudié par rapport à un repère fixe ( $\text{O}, \vec{j}$ ) vertical ascendant. A l'instant  $t = 0$ , l'origine  $\text{O}$  coïncide avec le point  $\text{S}$  au repos. L'élongation  $y_s$  de la source  $\text{S}$  à un instant  $t \geq 0$ , s'écrit :  $y_s(t) = a \sin(2 \pi \text{N} t + \varphi_S)$  où  $a$  et  $\varphi_S$  représentent respectivement l'amplitude et la phase initiale du mouvement de  $\text{S}$ .

- I)
- 1) Justifier que l'onde générée à la surface de l'eau est progressive transversale.  
 2) Décrire l'aspect de la surface de l'eau observée en lumière continue.  
 3) Ecrire l'équation horaire  $y_M(t)$  du mouvement d'un point  $\text{M}$  de la surface de l'eau, situé au repos, à une distance radiale  $r = \text{SM}$  de la source  $\text{S}$ .

- II) La figure 2, représente une coupe de la surface de l'eau par un plan vertical passant par **S** à un instant  $t_1$  et le document 1 de la page 5/5, représente l'état de la surface de l'eau à la date  $t_2$  tel que  $t_1 - t_2 = 75 \text{ ms}$

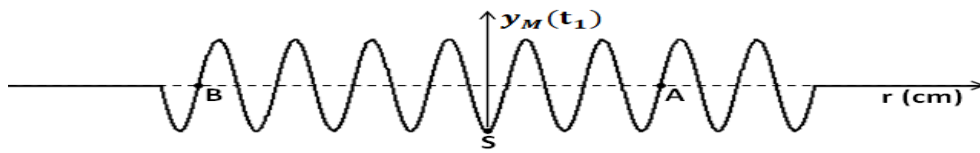


Figure 2

- 1) a- Définir la longueur d'onde  $\lambda$ .  
b- En exploitant la figure 2 et le document 1, montrer ; que  $\lambda = 8 \text{ mm}$ . En déduire la valeur de **N**.
  - 2) Déterminer la date  $t_1$ . En déduire, la phase initiale  $\varphi_S$  de  $y_S(t)$ .
- III) On considère les points **A** et **B** de la surface de l'eau représentés sur la figure 2.
- 1) Etablir qu'à la date  $t_1$ , le point **A** est animé d'une vitesse  $v_A = -2\pi a \text{ N}$ . En déduire la valeur de l'amplitude **a** de l'onde sachant que  $v_A = -0,25 \text{ m.s}^{-1}$ .
  - 2) Représenter sur le document 1, les lieux géométriques des points **M** de surface de l'eau qui à  $t = t_2$ , vibrent en quadrature retard de phase par rapport au point **A**.
  - 3) a- Représenter sur le document 2 de la page 5/5, les diagrammes des mouvements des points **A** et **B** entre les instants  $t_1 = 0 \text{ s}$  et  $t_2 = 0,3 \text{ s}$   
b- Comparer le mouvement du point **A** à celui de **B**.

**Exercice n°2** (6,5 points)

Le pendule élastique représenté sur la figure 3 est constitué d'un ressort **(R)**, à spires non jointives, de masse supposée négligeable et de raideur **K**, lié à un solide **(S)** supposé ponctuel de masse **m** qui peut se déplacer sur un plan horizontal. A l'équilibre, le centre d'inertie **G** du solide coïncide avec l'origine **O** d'un repère **(O,  $\vec{i}$ )**. La position du solide à un instant  $t$  donné, est repérée par son abscisse  $x(t)$  dans ce repère. Au cours de son mouvement, le solide **(S)** est soumis à une

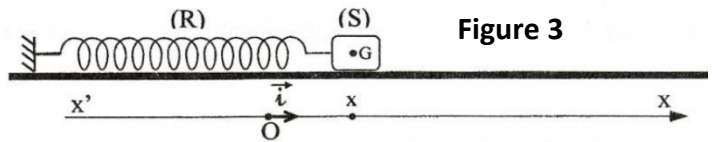


Figure 3

force de frottement visqueux  $\vec{f} = -h \vec{v}$  ; où **h** est une constante positive et  $\vec{v}$  est le vecteur ; vitesse. Un dispositif approprié permet de d'exercer sur **(S)** une force excitatrice  $\vec{F}(t) = F_m \sin(2\pi N t) \vec{i}$ , d'amplitude **F<sub>m</sub>** constante et de fréquence **N** réglable.

L'équation différentielle régissant les variations de l'élongation du centre d'inertie **G** s'écrit :

$$m \frac{d^2x(t)}{dt^2} + h \frac{dx(t)}{dt} + K x(t) = F_m \sin(2\pi N t)$$

Une solution de l'équation différentielle ci-dessus s'écrit :  $x(t) = X_m \sin(2\pi N t + \varphi_x) \vec{i}$  où **X<sub>m</sub>** et  $\varphi_x$  représentent respectivement l'amplitude et la phase initiale du mouvement de **G**.

Les courbes de la figure 4, représentent les variations au cours du temps des forces de frottement visqueux **f(t)** et excitatrice **F(t)** pour une fréquence **N<sub>1</sub>** de la fréquence **N** de la force **F(t)**,

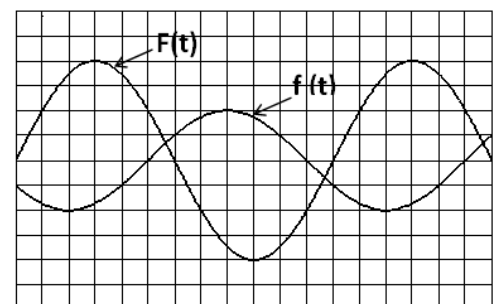


Figure 4

- 1) En exploitant les courbes de la figure 4,  
a- déterminer **F<sub>m</sub>**, **N<sub>1</sub>** et l'amplitude **f<sub>m</sub>** de la force **f(t)**.

b- trouver la valeur du déphasage  $\Delta\varphi = \varphi_F - \varphi_f$  où  $\varphi_f$  est la phase initiale de force  $f(t)$ . En déduire que  $\varphi_x = -\frac{\pi}{3}$  rad.

2) a- Montrer que le coefficient de frottement visqueux s'écrit:  $h = \frac{Z_1 f_m}{F_m}$  où  $Z_1$  représente l'impédance mécanique de valeur  $2,17 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$  pour la fréquence  $N_1$ . Calculer la valeur de  $h$ .

b- Déterminer l'amplitude  $V_m$ . En déduire la valeur de  $X_m$ .

3) Pour un circuit électrique série (RLC), forcé en régime sinusoïdal, le déphasage  $\Delta\varphi' = \varphi_u - \varphi_q$  s'écrit :  $\tan(\varphi_u - \varphi_q) = \frac{R\omega}{\frac{1}{C} - L\omega^2}$  où  $\omega$  est la pulsation et les phases  $\varphi_u$  et  $\varphi_q$  représentent les

phases initiales respectivement à la tension  $u(t) = U_m \sin(2\pi N t + \varphi_u)$  du générateur ; basse fréquence et de la charge électrique  $q(t) = Q_m \sin(2\pi N t + \varphi_q)$ .

a- En précisant l'analogie électrique mécanique utilisée, donner l'expression de  $\tan(\varphi_F - \varphi_x)$ .

b- Montrer que la masse  $m$  s'écrit :  $m = \frac{h N_1}{\sqrt{12} \pi (N_0^2 - N_1^2)}$  où  $N_0$  est la fréquence propre des oscillations mécaniques.

c- Calculer la valeur de  $m$  sachant que  $N_0 = 2,792 \text{ Hz}$ . En déduire celle de  $K$ .

4) Pour une fréquence  $N_2$  de la force excitatrice  $F(t)$ , l'impédance mécanique  $Z_2$  du pendule élastique est égale à  $1,88 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ .

a- Montrer que le pendule est le siège d'une résonance de vitesse. En déduire la valeur de  $N_2$ .

b- Déterminer la valeur de la fonction  $y(t) = f(t) + F(t)$ . En déduire la représentation de la force  $f(t)$  sur le document 3 de la page annexe,

c- Montrer que pour la fréquence  $N_2$ , l'énergie mécanique  $E$  du pendule se conserve. Calculer sa valeur.

5) On dépose sur le solide (S) un autre solide (S<sub>0</sub>) de masse  $m_0$  et on étudie les oscillations forcées du pendule obtenu. On fait varier la fréquence  $N$  de la force excitatrice  $F(t)$  et on mesure à chaque fois l'amplitude  $X_m$  des oscillations. La courbe de la figure 5, représente la variation de  $X_m$  en fonction de  $N$ .

a- Identifier par son nom le phénomène physique qui se produit à la fréquence  $N_3 = 1,38 \text{ Hz}$ .

b- Dans un circuit électrique série RLC forcé en régime sinusoïdal, l'amplitude  $Q_m$  de la charge électrique s'écrit :

$$Q_m = \frac{U_m}{\sqrt{(R 2 \pi N)^2 + [L (2\pi N)^2 - \frac{1}{C}]^2}}$$

où  $U_m$  est l'amplitude de la tension sinusoïdale du GBF.

En précisant l'analogie électrique mécanique utilisée, donner l'expression de l'amplitude  $X_m$ .

c- Etablir l'expression de  $N_3$  et montrer qu'elle s'écrit :

$$N_3 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m_1} - \frac{h^2}{2 m_1^2}}$$

avec  $m_1 = m_0 + m$ .

d- Déterminer  $m_1$ . En déduire la valeur de  $m_0$ .

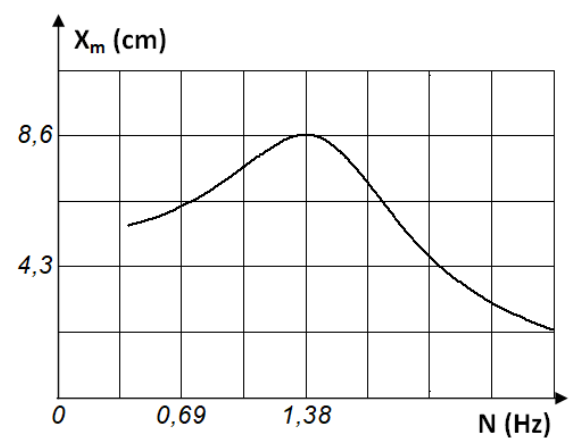


Figure 5



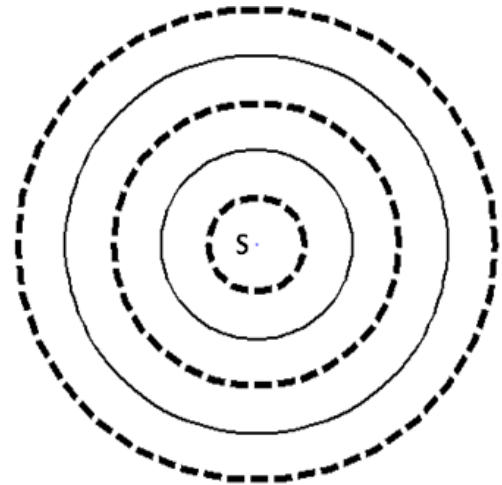


Nom et prénom : .....

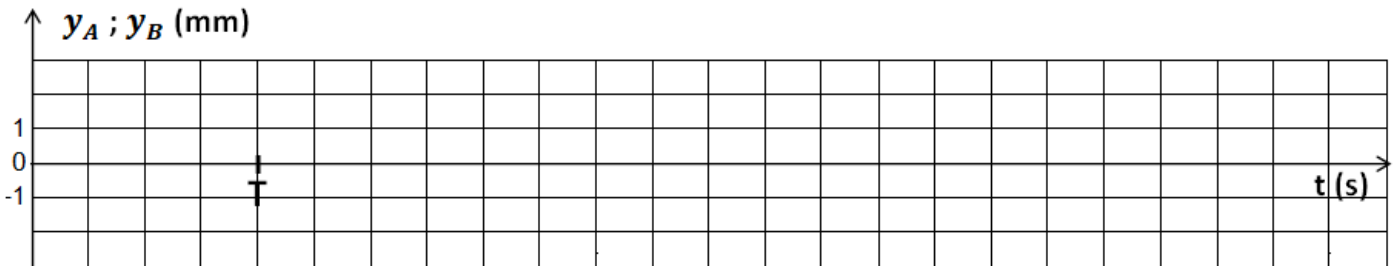
Classe : .....

- Cercle en ligne discontinue correspond aux points d'amplitude  $-a$  : creux

- Cercle en ligne continue correspond aux points d'amplitude  $a$  : crête

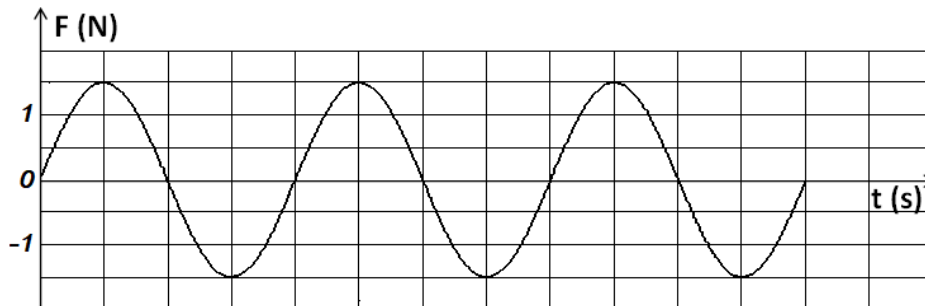


Document 1



T : représente la période temporelle de l'onde

Document 2



Document 3