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 Ke =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.**

I) 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 $\mathscr{C}_1$ et $\mathscr{C}_2$ de la figure 1, sur lesquelles sont indiqués les points d'équivalence acido-basique **E_1** et **E_2** correspondants. La courbe $\mathscr{C}_1$ correspond au dosage du volume **V_1** de **(S_1).**

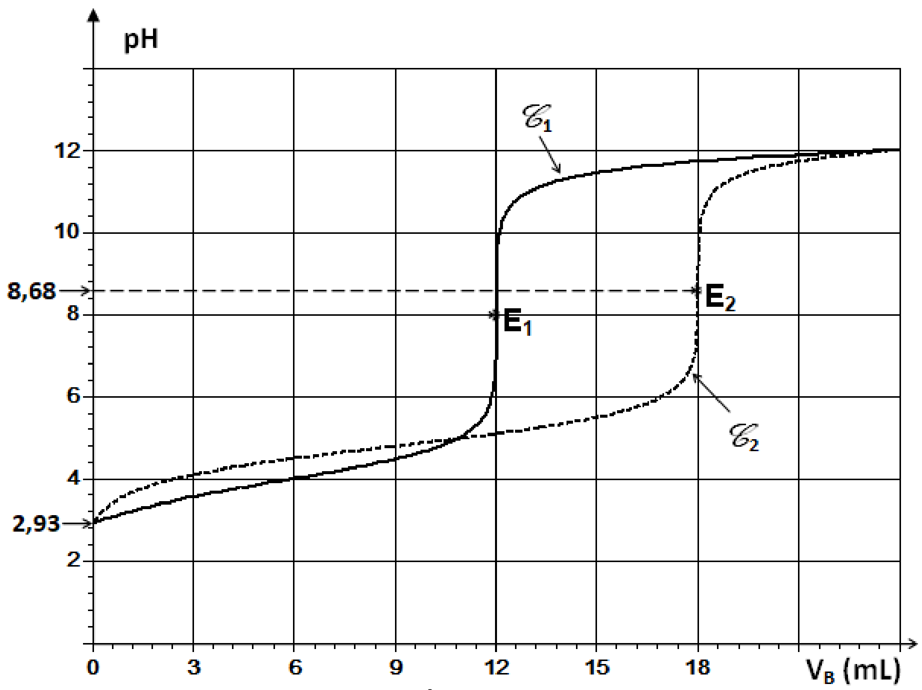


Figure 1

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 **τ_f = 7,8.10^{-2}**, déterminer la valeur de **C_1**. En déduire celle de **C_B**.

2) 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 éthanoïque CH_3COOH est faiblement ionisé dans **(S_2)**, trouver la valeur de C_2. En déduire celle du volume V_2.

II) Dans la suite, on prendra $C_2 = 8{,}7.10^{-2} mol.L^{-1}$

On dissout, sans changement de volume, une masse **m** d'acide éthanoïque dans un volume **V_0 = 13,8 mL pris** de la solution **(S_2)**. On obtient une solution **(S_0)** de **pH_0**.

1) Comparer, en justifiant la réponse, **pH_0** et **pH_i**.

2) On ajoute à la solution **(S_0)** un volume **V_B = 20,7 mL** de la solution **(S_B)**. La mesure du pH du mélange **(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 **C_0** de la solution **(S_0)**. En déduire la valeur de **m** et celle de **pH_0**. **On donne : M(CH_3COOH) = 60 $g.mol^{-1}$**

3) Sans faire du calcul, justifier le caractère acide, base ou neutre d'une solution **(S)** obtenue par ajout au mélange (M) un volume **V_B =20,7 mL** pris de la solution **(S_B)**.

<u>Exercice n°2</u> (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 **(S_1)** et **(S_2)**:

- **(S_1)** de méthylamine **CH_3-NH_2** de concentration **C_1 = 0,24 $mol.L^{-1}$** et de volume **V_1 = 15 mL** caractérisée par un taux d'avancement final **$\tau_f = 4{,}1.10^{-2}$**.
- **(S_A)** d'acide chlorhydrique **HCl** (acide fort) de concentration **C_A = 0,18 $mol.L^{-1}$.**

1) Ecrire l'équation de la réaction du méthylamine avec l'eau.

2) En précisant les approximations utilisées, montrer que le **pKa** du couple **CH_3-NH_3^+/ CH_3-NH_2** s'écrit : **$pKa = pKe + \log(C_1\tau_f^2)$.** Calculer sa valeur.

3) On ajoute à la solution **(S_1)**, un volume **V_A** de la solution **(S_A)**. La mesure du pH du mélange **(M)** obtenu, donne **pH = 10,6**.

a- Rappeler la définition d'une solution tampon.

b- Montrer que le mélange **(M)** est une solution tampon. En déduire la valeur de **V_A.**

PHYSIQUE (11 points)

<u>Exercice n°1</u> (4,5 points)

Une pointe verticale, reliée à un vibreur, impose en un point **S** de la surface libre d'une nappe d'eau d'épaisseur constante d'une cuve à onde, des vibrations verticales sinusoïdales de fréquence **N** qui se propage à la célérité **V = 0,16 $m.s^{-1}$**. 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 **S** est étudié par rapport à un repère fixe **$(O,\vec{j})$** vertical ascendant. A l'instant **t =0**, l'origine **O** coïncide avec le point **S** au repos. L'élongation y_s de la source **S** à un instant **t≥0**, s'écrit : **$y_s(t) = a \sin(2\pi N t + \varphi_S)$** où **a** et φ_S représentent respectivement l'amplitude et la phase initiale du mouvement de **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 **M** de la surface de l'eau, situé au repos, à une distance radiale **r =SM** de la source **S**.

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

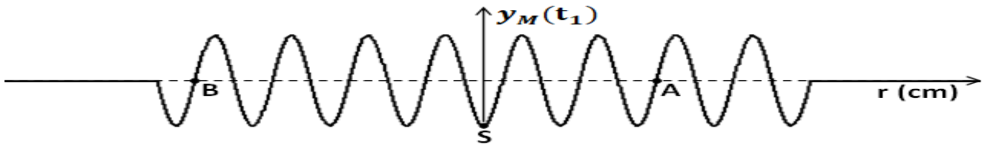


Figure 2

1) a- Définir la longueur d'onde λ.

b- En exploitant la figure 2 et le document 1, montrer ; que $\boldsymbol{\lambda = 8}$ **mm.** En déduire la valeur de **N.**

2) Déterminer la date $\mathbf{t_1}$. En déduire, la phase initiale φ_S de y_S**(t).**

III) On considère les point **A** et **B** de la surface de l'eau représentés sur la figure 2.

1) Etablir qu'à la date $\mathbf{t_1}$**,** le point **A** est animé d'une vitesse $\mathbf{v_A = -2\,\pi\, a\, N}$. En déduire la valeur de l'amplitude **a** de l'onde sachant que $\mathbf{v_A = -0{,}25 m.s^{-1}}$.

2) Représenter sur le document 1, les lieux géométriques des points **M** de surface de l'eau qui à $\mathbf{t = t_2}$**,** 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 $\mathbf{t_1 = 0}$ **s** et $\mathbf{t_2 = 0{,}3}$ s

b- Comparer le mouvement du point **A** à celui de **B**.

<u>Exercice n°2</u> (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 $(\mathbf{O}, \vec{\imath})$. 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 force de frottement visqueux $\vec{f} = -h\,\vec{v}$; où **h** est une constante positive et $\vec{v}$ est le vecteur ; vitesse.

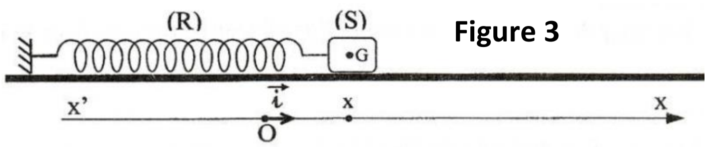


Figure 3

Un dispositif approprié permet de d'exercer sur **(S)** une force excitatrice $\vec{F}(t) = F_m \sin(2\pi\, N\, t)\,\vec{\imath}$, d'amplitude $\mathbf{F_m}$ 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 : $x(t) = X_m \sin(2\pi\, N\, t + \varphi_x)\,\vec{\imath}$ où X_m et φ_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 $\mathbf{N_1}$ de la fréquence **N** de la force **F(t),**

<u>Echelle</u>

- horizontale : $\frac{1}{24}$ **s / carreau**
- verticale : **f(t) : 0,650 N / carreau** ; **F(t) : 0,375 N / carreau**

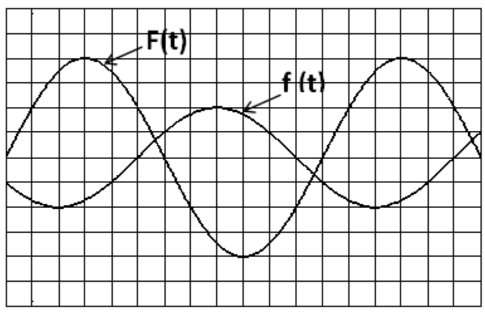


Figure 4

1) En exploitant les courbes de la figure 4,

a- déterminer $\mathbf{F_m}$, $\mathbf{N_1}$ et l'amplitude $\mathbf{f_m}$ de la force **f(t).**

b- trouver la valeur du déphasage $\Delta\varphi = \varphi_F - \varphi_f$ où φ_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 kg.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 : $\tan(\varphi_u - \varphi_q) = \frac{R\,w}{\frac{1}{C} - Lw^2}$ où **w** est la pulsation et les phases φ_u et φ_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 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 kg.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_0)** 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**.

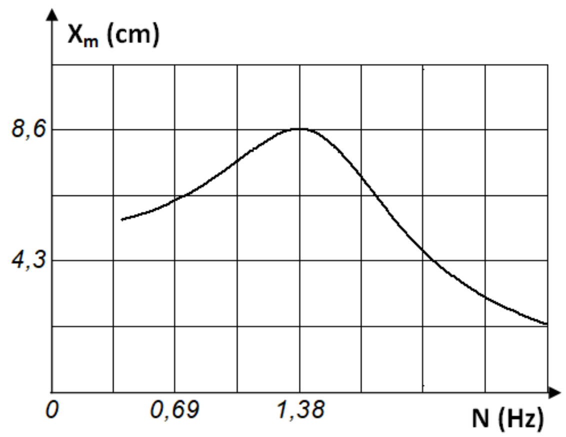


Figure 5

a- Identifier par son nom le phénomène physique qui se produit à la fréquence N_3 = **1,38 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.

Sciences Physiques

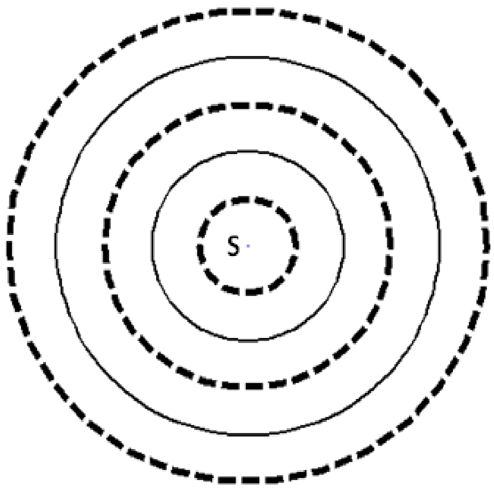
Devoir de contrôle n2 :

La page 5/5 à rendre avec la copie

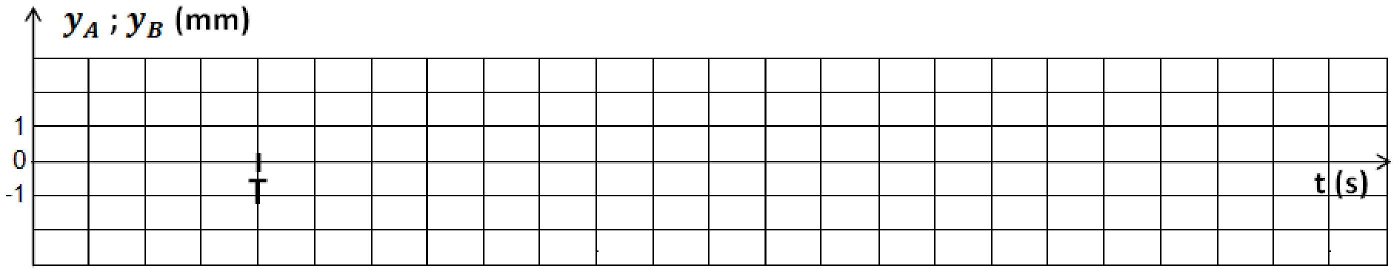
Nom et prénom :……………………………………………………………………………………………

Classe : …………………………………

- **Cercle en ligne discontinue correspond aux points d'amplitude –a : creux**
- **Cercle en ligne continue correspond aux points d'amplitude a : crête**

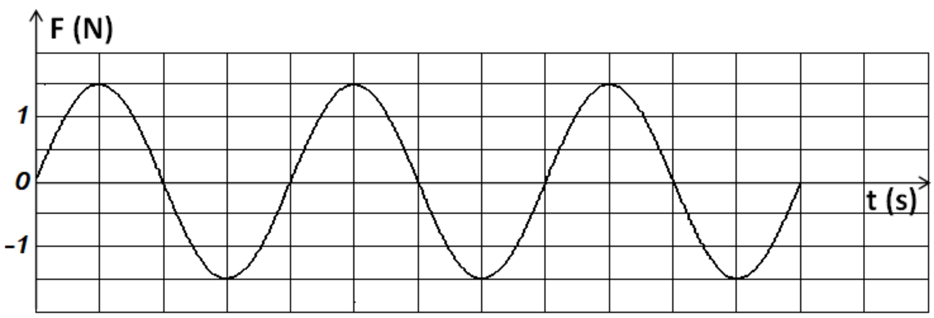


Document 1



T : représente la période temporelle de l'onde

Document 2



Document 3