

Section : **Sciences Expérimentales** Coefficient : **4** Durée : **3 heures**

EPREUVE : **SCIENCES PHYSIQUES**

M. Abdmouleh Nabil

L'épreuve comporte deux exercices de chimie et trois exercices de physique répartis sur quatre pages numérotées de 1/4 à 4/4.

Chimie : - pH des solutions aqueuses.
- Dosage acide-base.

Physique : - Oscillations mécaniques.
- Texte documentaire.

CHIMIE (9points)

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

Exercice N°1 (4,75 points)

On dispose de trois solutions aqueuses (S_1), (S_2) et (S_3) de même volume V et de concentration molaire C . A l'aide d'un pH-mètre initialement étalonné, on mesure leurs pH. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Solution	(S_1)	(S_2)	(S_3)
Valeur du pH	$\text{pH}_1 = 3,40$	$\text{pH}_2 = 2,65$	$\text{pH}_3 = 12$

- 1°- Calculer C sachant que (S_3), est une solution aqueuse d'une monobase forte.
- 2°- Les solutions (S_1) et (S_2) sont obtenues par dissolution respectivement de l'acide éthanoïque $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ et de l'acide fluorhydrique HF dans l'eau pure.
 - a°- Montrer que ces acides sont faibles et comparer leur force.
 - b°- Ecrire l'équation chimique de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau.
 - c°- Calculer le taux d'avancement final τ_{f1} de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau. Que peut-on conclure ?
 - d°- Déterminer la valeur du $\text{p}K_{a1}$ du couple $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} / \text{CH}_3\text{CO}_2^-$.
- 3°- Une solution (S_0) est obtenue en ajoutant $V_e = 21$ mL d'eau pure à $V_1 = 9$ mL de la solution (S_2). On constate que le pH_2 varie de 0,3.
 - a°- Préciser si cette variation du pH_2 est une augmentation ou diminution.
 - b°- Déterminer la concentration molaire C_0 de la solution (S_0) et le taux d'avancement final τ_{f0} de la réaction de l'acide HF avec l'eau. En déduire le $\text{p}K_{a0}$ du couple HF / F^-

Exercice N°2 (4,25 points)

On suit la variation du pH d'une solution aqueuse (S_A) d'acide méthanoïque HCOOH de volume $V_A = 24$ mL et de concentration molaire C_A , suit à l'ajout d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire C_B . Le dosage réalisé a donné la courbe de la figure-1-.

1°-

- a°- En se basant sur la courbe de la figure-1- ; montrer que l'acide méthanoïque est un acide faible.
b°- Ecrire l'équation chimique de sa réaction avec l'eau.

2°-

- a°- En indiquant la méthode utilisée ; déterminer V_{BE} et pH_B coordonnés du point d'équivalence.
b°- En déduire la valeur du pK_a du couple acide/base contenant l'acide HCOOH

- 3°- Sachant que l'acide méthanoïque est faiblement ionisé dans (S_A) , déterminer la valeur de C_A . En déduire celle de C_B .

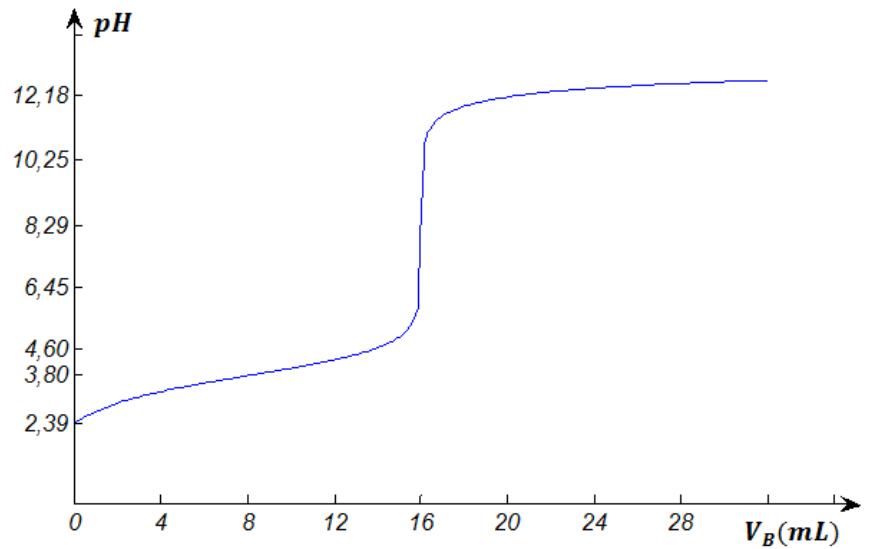


Figure-1-

4°-

- a°- Ecrire l'équation chimique de la réaction de dosage et montrer qu'elle est pratiquement totale.
b°- Expliquer pourquoi le pH à l'équivalence est supérieur à 7.

PHYSIQUE (11 points)

Exercice N°1 (3,75 points)

A l'aide d'un ressort (R) de masse négligeable, à spires non jointives et de raideur $K = 34 \text{ N.m}^{-1}$, un solide de masse m et de centre d'inertie (G) et une tige (T), on réalise le système mécanique de la figure-2-.

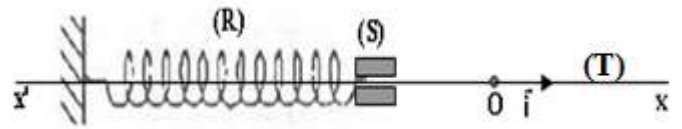


Figure-2-

On déplace le solide (S) de sa position d'équilibre O, origine du repère $R(O\vec{i})$ et à un instant de date $t = 0 \text{ s}$ on l'abandonne d'une position M_0 d'abscisse x_0 avec une vitesse nulle. Lors de son coulissement sur la tige (T), le solide (S) est soumis à des frottements visqueux modélisés par le vecteur force \vec{f} parallèle à la tige (T) et de valeur algébrique $f = -h v$ avec v la valeur algébrique de la vitesse de (G).

- 1°- Etablir l'équation différentielle régissant les variations au cours du temps de l'élongation $x = \overline{OG}$.

2°-

- a°- Donner l'expression de l'énergie mécanique E du système mécanique formé par (R) et (S) en fonction de K , m , x et v .
b°- Montrer que $\frac{dE}{dt} = -h v^2$. En déduire que $dE = W(\vec{f})$; ou $W(\vec{f})$ représente le travail du vecteur force \vec{f} .



3°- L'étude du mouvement de (G) a permis de tracer les courbes de la figure-3-

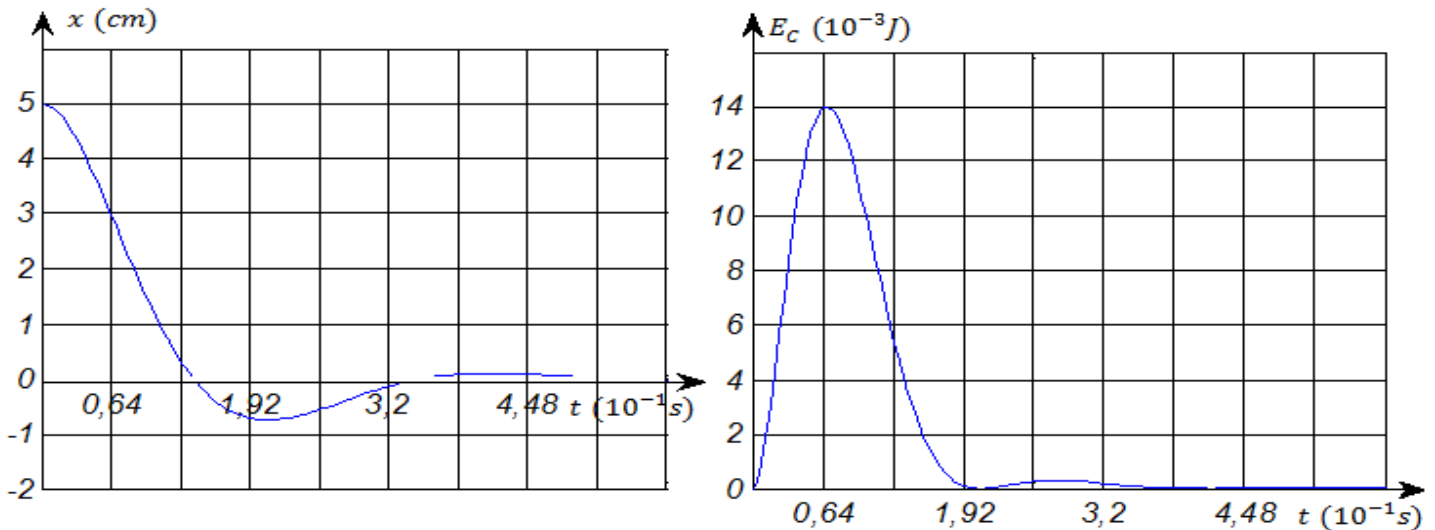


Figure-3-

- a°- Donner le nom et le régime des oscillations mécaniques de (G).
- b°- Calculer le travail de la force de frottement \vec{f} entre les dates $t_1 = 0$ et $t_2 = 0,064$ s.

Exercice N°2 (5,25 points)

Un pendule élastique, constitué par un ressort (R) de raideur $K = 38,72 \text{ N.m}^{-1}$ et un solide (S) de masse m , est placé horizontalement sur un banc à coussin d'air. Au cours de son mouvement par rapport à un repère $R(0\vec{i})$, on soumet le solide (S) à des frottements visqueux équivalents à une force de valeur algébrique $f = -h v$ et de direction parallèle au banc ou h est le coefficient de frottement visqueux et v est la valeur de la vitesse de (S).

Pour entretenir les oscillations mécaniques, un système approprié applique sur le solide (S) une force parallèle d'amplitude F_{max} constante, de fréquence N réglable et de valeur instantanée

$$F(t) = F_{\text{max}} \sin(2 \cdot \pi \cdot N t).$$

Pour la valeur N_1 de la fréquence N de la force F , un système d'acquisition permet de représenter l'élongation $x = \overline{OG}$ du centre d'inertie (G) et la force $F(t)$. On obtient les courbes (a) et (b) représentées sur la figure-4-

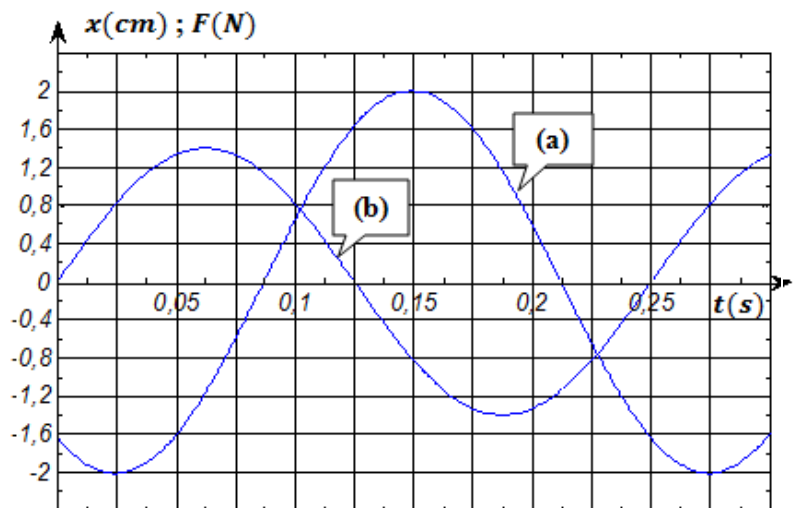


Figure-4-

- 1°-
 - a°- Montrer que la courbe (a) correspond à l'élongation x .
 - b°- Préciser, en justifiant la réponse, la nature des oscillations de (G).
- 2°-
 - a°- Ecrire l'équation différentielle qui régit les variations de x au cours du temps.



Soit $x(t) = x_{max} \sin(2. \pi. N_1 t + \varphi_x)$ la solution de cette équation différentielle.

- b°- En se servant des courbes de la figure-3-, déterminer la valeur de l'impédance mécanique Z_m du pendule élastique et celle de la phase initiale φ_x .
- c°- En déduire la valeur de h et celle de m .
- 3°- L'amplitude de la force de frottement f_{max} et celle de la tension du ressort T_{max} atteignent leur maximum respectivement pour les valeurs N_2 et N_3 de la fréquence N de la force $F(t)$.
- a°- Indiquer, en justifiant la réponse, le phénomène physique obtenu pour chacune des fréquences N_2 et N_3 et déterminer leurs valeurs.
- b°- Calculer f_{max} et T_{max} pour la fréquence N_2

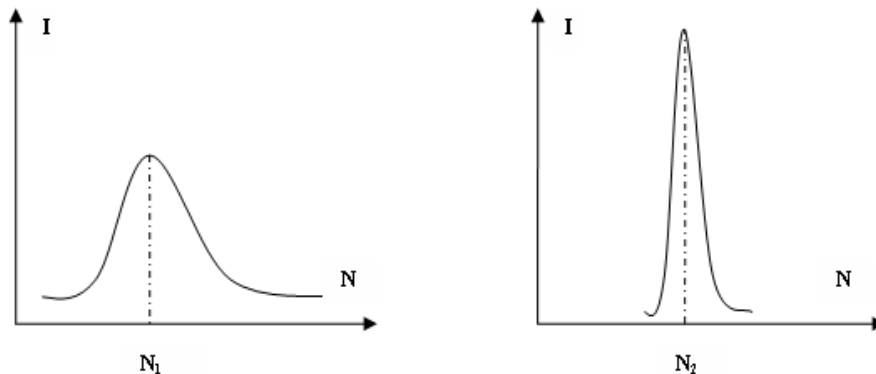
Exercice N°3 (2,0 points) « Etude d'un document scientifique »

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 : $u(t) = U_{max} \sin(2. \pi. N t)$ 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 $N = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, sa réponse aux autres fréquences est négligeable.

On peut par exemple pour suivre les émissions de la radio Sfax sur les fréquences $N_1 = 720 \text{ KHz}$ sur la bande des ondes moyennes (MW), et $N_2 = 106 \text{ MHz}$ sur la bande des fréquences modulées (FM). On utilise un récepteur radio dont la fréquence propre du dipôle RLC est 720 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 Sfax 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.