

Section : **Sciences Expérimentales** Coefficient : **4** Durée : **2 heures**

EPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES

Proposé par :
Abdmouleh Nabil

L'épreuve comporte un exercice de chimie et deux exercices de physique répartis sur quatre pages numérotées de 1/4 à 4/4. La page 4/4 est à remplir par l'élève et à remettre avec la copie.

Chimie : - pH des solutions aqueuses. **Physique** : - Oscillations mécaniques forcées.
- Oscillations mécaniques libres amorties

CHIMIE (7points)

Les solutions aqueuses sont prises à la température 25°C à laquelle $pK_e = 14$

On dispose à 25°C de trois solutions aqueuses (S_1), (S_2) et (S_3).

- (S_1) est une solution d'éthylamine $C_2H_5NH_2$ de concentration molaire $C_1 = 3,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ et de $pH_{S_1} = 11,66$
- (S_2) est une solution d'hydroxyde de potassium **KOH** de concentration molaire C_2 et de $pH_{S_2} = 12,7$
- (S_3) est une solution d'ammoniac NH_3 de concentration molaire $C_3 = 9,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ et de $pH_{S_3} = 10,58$

1°/ Déterminer C_2 sachant que l'hydroxyde de potassium est une monobase forte.

2°/

a°/ Montrer que les monobases éthylamine et ammoniac sont faibles.

b°/ Ecrire les équations chimiques de leur réaction avec l'eau.

3°/

a°/ En se servant d'un tableau descriptif d'évolution, exprimer le taux d'avancement final τ_{f1} relatif à la solution (S_1) en fonction de C_1 , pH_{S_1} et pK_e . Calculer sa valeur.

b°/ L'éthylamine est-elle faiblement dans la solution (S_1) ? Justifier la réponse.

c°/ Montrer que pK_{a1} du couple $C_2H_5NH_3^+/C_2H_5NH_2$ peut être donné par

$$pK_{a1} = pH_{S_1} - \log \left[\frac{1 - \tau_{f1}}{\tau_{f1}} \right]. \text{ Calculer sa valeur.}$$

4°/

a°/ Déterminer le taux d'avancement final τ_{f3} relatif à la solution (S_3). Que peut-on conclure ?

b°/ En déduire que le pK_{a3} du couple NH_4^+/NH_3 peut être donné par

$$pK_{a3} = pH_{S_3} + \log \tau_{f3}.$$

c°/ Comparer, en justifiant la réponse, les forces des bases $C_2H_5NH_2$, KOH et NH_3 .

5°/ On prépare une solution aqueuse (S_4) en ajoutant à 10 mL de la solution (S_3) un volume V_e d'eau. Le taux d'avancement final de la réaction qui se produit, a pour valeur $\tau_{f4} = \tau_{f1}$. Déterminer pH_{S4} et la concentration molaire C_4 de la solution (S_4). En déduire la valeur de V_e

PHYSIQUE (13 points)

Exercice N°1 (6,5 points)

Le résonateur représenté par la figure-1- est un oscillateur mécanique formé par un solide (S) de masse $m = 75$ g et de centre d'inertie G attaché à l'une des extrémités libres d'un ressort (R), à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur K.

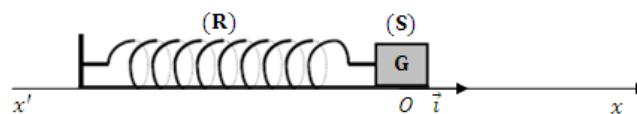


Figure-1-

A l'équilibre, le centre d'inertie G de (S) coïncide avec l'origine O du repère (O \vec{i}) d'axe (x'). On désigne par x l'abscisse de G à un instant de date dans le repère (O \vec{i}) et par v la valeur de vitesse à cet instant.

Le solide (S) est soumis à une force de frottement visqueux \vec{f} portée par l'axe (x'), opposée au mouvement de (S) et telle que $\vec{f} = -h \vec{v}$ où h est une constante positive et \vec{v} le vecteur ; vitesse du centre d'inertie G.

Les oscillations de (S) sont entretenues à l'aide d'une force excitatrice $\vec{F} = F_{\max} \sin(2 \pi N t + \varphi_F) \vec{i}$ d'amplitude F_{\max} constante et fréquence N réglable.

Ainsi, à tout instant, la force de frottement visqueux a comme expression $f(t) = f_{\max} \sin(2 \pi N t + \varphi_f)$.

Expérience N°1

On fixe la fréquence de la force excitatrice à la valeur N_1 et à l'aide d'un système d'acquisition de donnée, on représente les variations des valeurs de f et de F au cours du temps. On obtient les courbes de la figure-2-

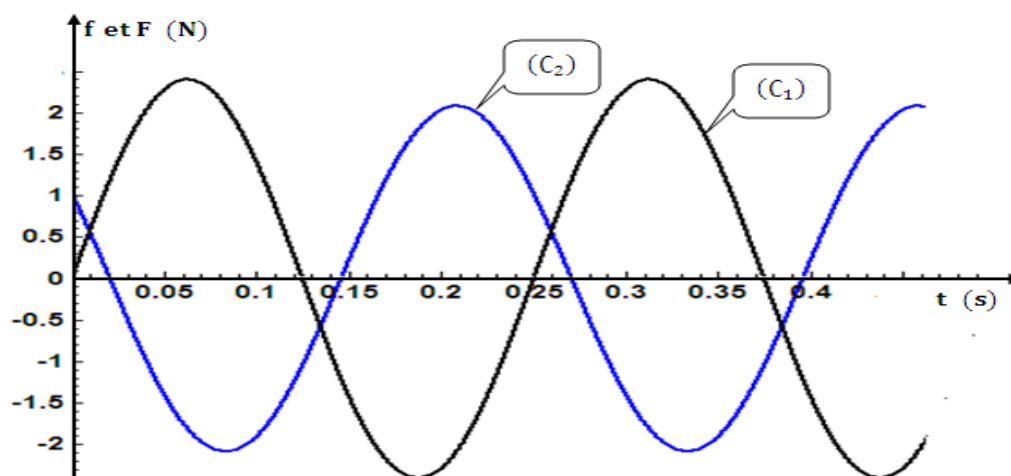


Figure-2-

1°/ En utilisant l'analogie électrique mécanique, montrer que la courbe (C₂) correspond à f(t).

2°/

a°/ En exploitant la figure-2-, déterminer les valeurs de f_{\max} , de N_1 , de φ_F , de φ_f , et de F_{\max} .

b°/ En déduire les expressions de f(t) et de F(t)

Expérience N°2

On fait varier la fréquence N de la force excitatrice et pour chaque valeur on mesure l'amplitude X_{\max} de l'élongation x du centre d'inertie G. La figure-3- représente la variation de X_{\max} en fonction de N.

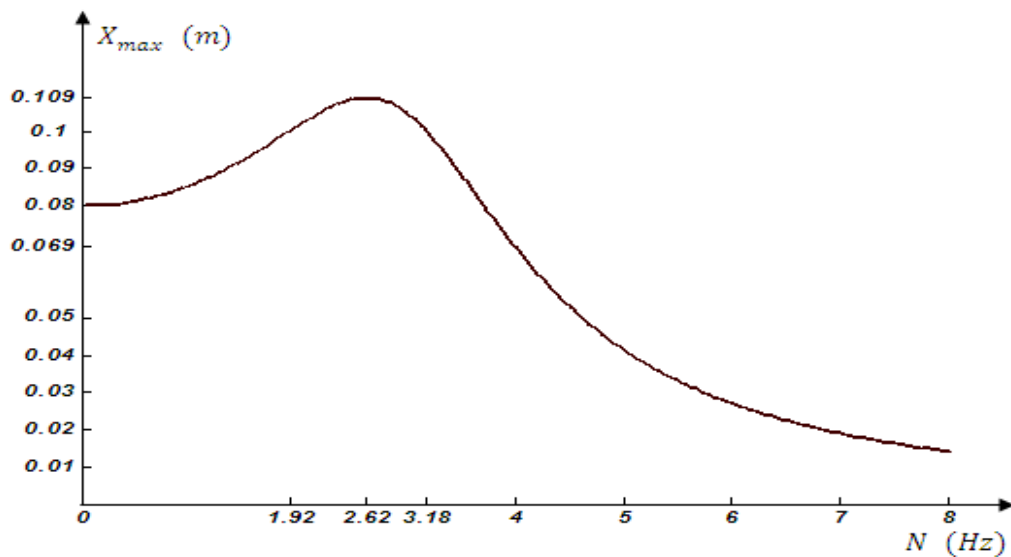


Figure-3-

1°/ Le carré de la fréquence N_r de résonance de la charge électrique dans le cas d'un circuit RLC en régime forcé est donné par l'expression suivante : $N_r^2 = N_0^2 - (R + r)^2 / (8 \pi^2 L^2)$ où N_0 représente la fréquence propre.

Par analogie électrique- mécanique, donner l'expression de fréquence N_r de résonance d'élongation.

2°/

a°/ En exploitant la figure-3-, déterminer la raideur K du ressort (R) et la fréquence N_r de résonance d'élongation.

b°/ En déduire la valeur de la fréquence propre N_0 et celle du coefficient de frottement h.

3°/ Montrer qu'à la résonance de vitesse, le pendule élastique étudiée absorbe une puissance mécanique moyenne d'expression : $P = F_{\max}^2 / (2 h)$ Calculer sa valeur.

Exercice N°2 (6,5 points)

Le pendule élastique représenté par la figure-4- est constitué par :

- Un ressort (R) à spires non jointives d'axe horizontal, de masse négligeable et de raideur K.
- Un solide (S) de centre d'inertie G et de masse m. La position G est, à chaque instant, donnée par son abscisse $x = \overline{OG}$ dans le repère (O, \vec{i}) ; O étant la position de G à l'équilibre.



Figure-4-

Le solide (S) est écarté de sa position d'équilibre d'une distance $x_0 > 0$, puis abandonné à lui-même sans vitesse initiale à la date $t = 0$ s.

Au cours de son mouvement, le centre d'inertie G est soumis à des forces de frottement visqueux de résultante $\vec{f} = -h \, v \, \vec{i}$ avec h le coefficient de frottement et v la valeur algébrique de la vitesse de G.

- 1°/ Etablir l'équation différentielle qui régit les variations de l'élongation x de G au cours du temps.
- 2°/ L'énergie mécanique de ce pendule est donnée par : $E = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} K x^2$
 - a°/ Montrer que l'énergie mécanique E diminue au cours du temps.
 - b°/ A quoi est due cette diminution ?
- 3°/ Un système d'acquisition de données non représenté sur la figure-4- permet d'enregistrer les variations de l'élongation x de G, des énergies cinétique E_c et potentielle élastique E_p au cours du temps. On obtient les oscillogrammes de la figure-5-.

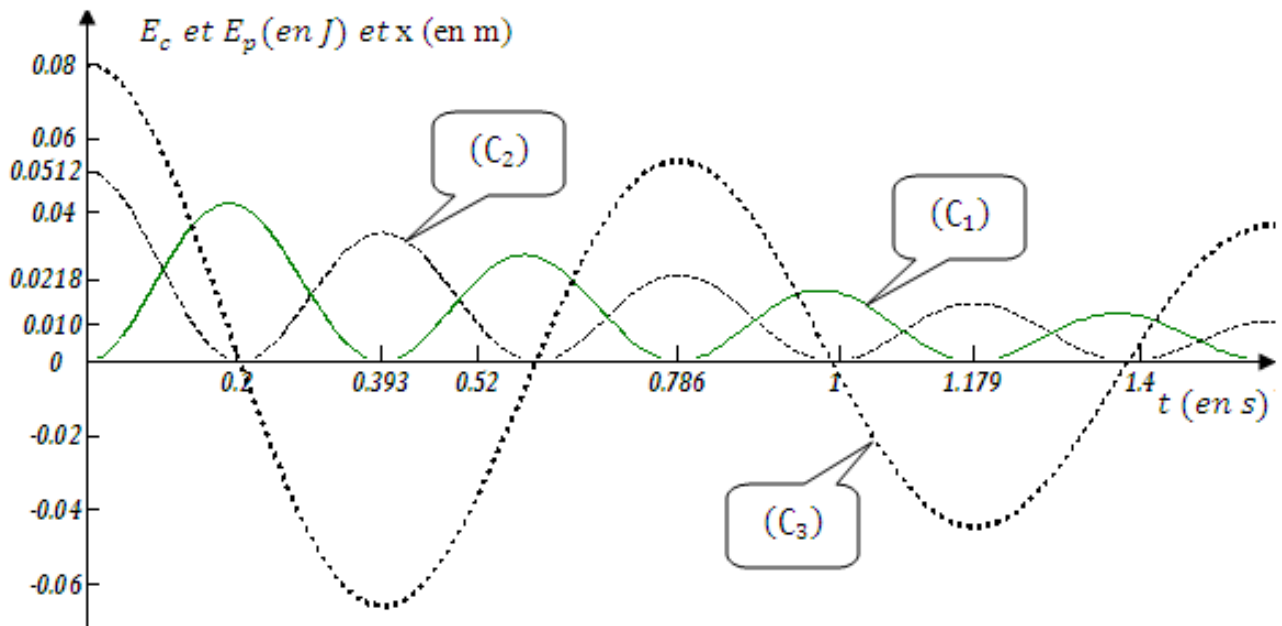


Figure-5-

- a°/ Identifier en justifiant la réponse, chacun des oscillogrammes de la figure-5-
- b°/ Décrire les oscillations mécaniques obtenues et indiquer le nom du régime oscillatoire.
- c°/ Déterminer la valeur de la pseudo-période T et celle de K . En déduire la valeur de m sachant que la pseudo-période est sensiblement égale à la période propre T_0 des oscillations.
- 4°/ Calculer la perte d'énergie mécanique entre les instants $t_0 = 0$ s et $t_1 = 0,52$ s.