

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  $C_1 = 3,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  et de  $pH_{S1} = 11,66$
- ( $S_2$ ) est une solution d'hydroxyde de potassium **KOH** de concentration molaire  $C_2$  et de  $pH_{S2} = 12,7$
- ( $S_3$ ) est une solution d'ammoniac  $NH_3$  de concentration molaire  $C_3 = 9,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  et de  $pH_{S3} = 10,58$

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  $\tau_{f1}$  relatif à la solution ( $S_1$ ) en fonction de  $C_1$ ,  $pH_{S1}$  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

$$pK_{a1} = pH_{S1} - \log \left[ \frac{1 - \tau_{f1}}{\tau_{f1}} \right]. \text{ Calculer sa valeur.}$$

4°/

a°/ Déterminer le taux d'avancement final  $\tau_{f3}$  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

$$pK_{a3} = pH_{S3} + \log \tau_{f3}.$$



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-

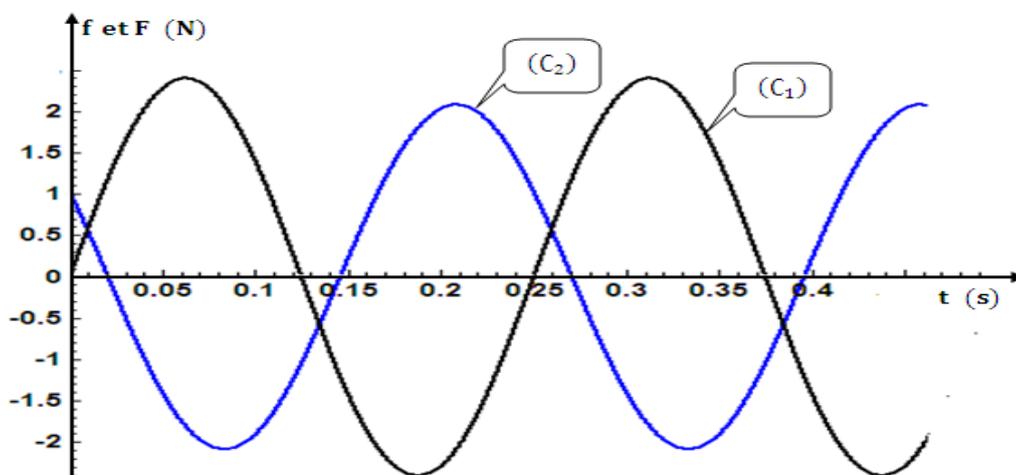


Figure-2-



1°/ En utilisant l'analogie électrique mécanique, montrer que la courbe (C<sub>2</sub>) correspond à f(t).

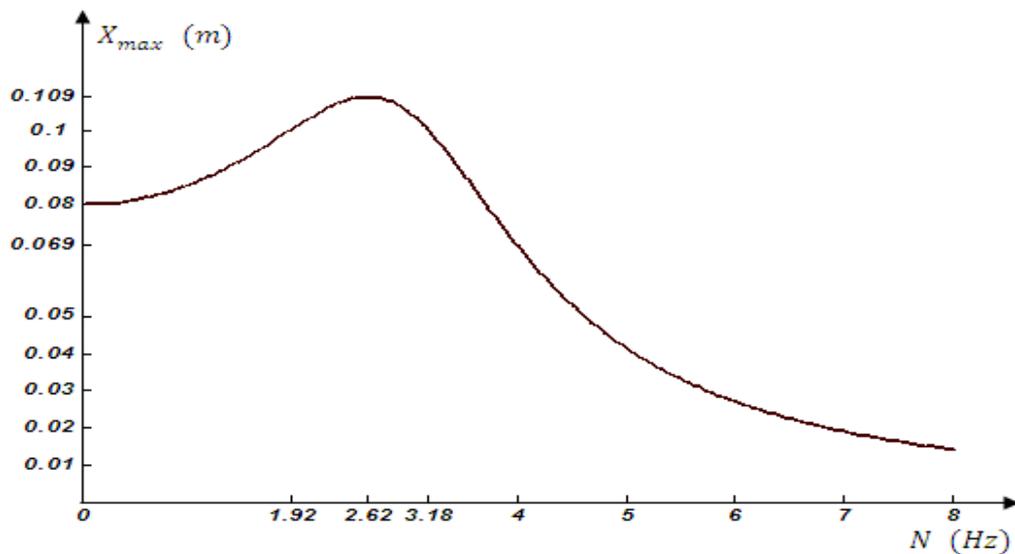
2°/

a°/ En exploitant la figure-2-, déterminer les valeurs de  $f_{\max}$ , de  $N_1$ , de  $\varphi_F$ , de  $\varphi_f$ , 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.

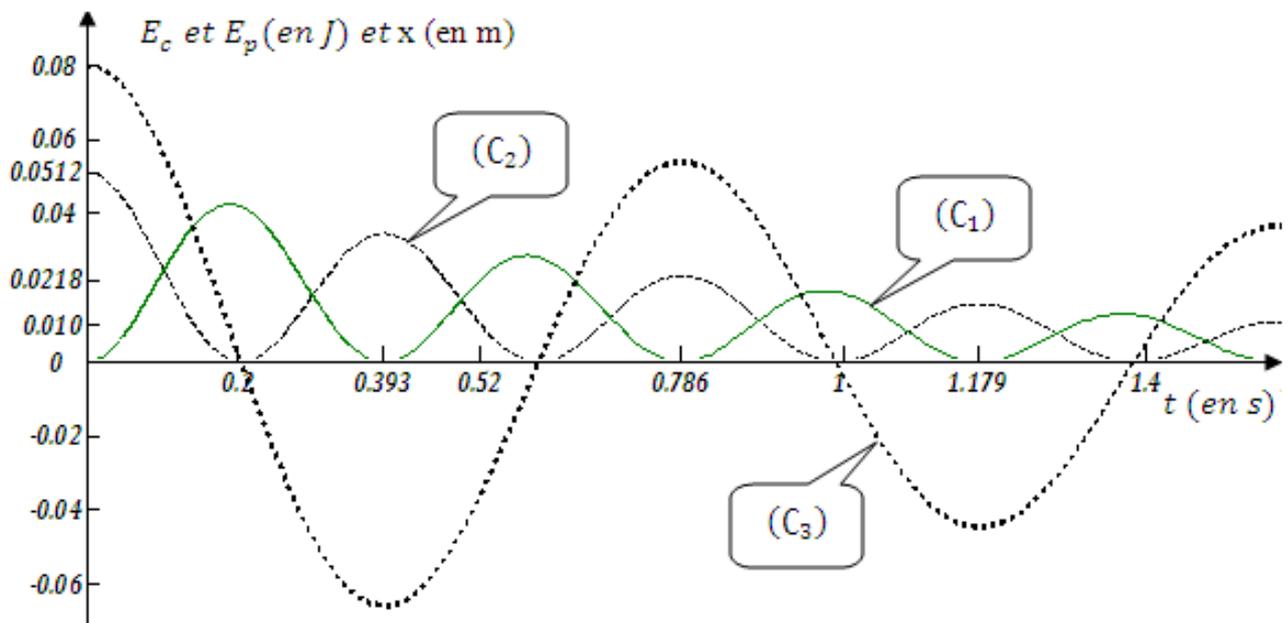
1°/ Etablir l'équation différentielle qui régit les variations de l'élongation  $x$  de G au cours du temps.

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.

