

**Section :** Mathématique & Sc. expérimentales

**Discipline :**  
**SCIENCES PHYSIQUES**

**Proposé par :**  
**Abdmouleh Nabil**

Le sujet comporte deux exercices de chimie et deux exercices de physique répartis sur cinq pages numérotées de 1/5 à 5/5. La page 5/5 est à rendre avec la copie.

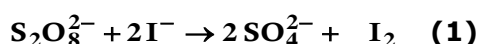
**Chimie :** - Cinétique chimique  
- Dosage acide-base

**Physique :** - Dipôle RL.  
- Oscillations mécaniques forcées.

## **CHIMIE**

### **Exercice n°1**

L'oxydation des ions iodure  $I^-$  par les ions peroxydisulfate  $S_2O_8^{2-}$  est une réaction totale d'équation bilan :



Le diode et de couleur jaune brunâtre.

Dans une séance de TP, on prépare le système chimique C obtenu en versant dans un bécher, 50 mL d'une solution aqueuse d'iodure de potassium ( $K^+, I^-$ ) de concentration  $C_1 = 0,05 \text{ molL}^{-1}$  et 10 mL d'une solution de thiosulfate de sodium ( $2Na^+, S_2O_3^{2-}$ ) de concentration molaire  $C_0 = 0,16 \text{ molL}^{-1}$ . A une date  $t = 0$ , on ajoute au contenu de (A), 50 mL d'une solution aqueuse de peroxydisulfate de potassium ( $2K^+, S_2O_8^{2-}$ ) de concentration molaire  $C_2 = 0,04 \text{ molL}^{-1}$  et quelques gouttes d'empois d'amidon. On obtient un mélange réactionnel de température  $\theta_1 = 25^\circ\text{C}$ .

- 1°/ **Déterminer** les quantités initiales des ions  $I^-$  et  $S_2O_8^{2-}$ . **En déduire** le réactif limitant de la réaction chimique (1).
- 2°/ A la date  $t_1$ , le mélange réalisé initialement incolore prend la couleur bleue noire qui de vient de plus en plus foncée.
  - a. **Interpréter** l'apparition de la couleur bleue noire et le changement de sa teinte au cours du temps.
  - b. **Préciser**, en le justifiant, lequel des caractères de la réaction (1) lent ou total **est** mis en évidence par cette expérience.
- 3°/ Soit  $x$  l'avancement de la réaction (1) à une date  $t$  quelconque.
  - a. **Ecrire** l'équation de la réaction chimique faisant intervenir les couples redox  $I_2/I^-$  et  $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$ .
  - b. **Déterminer** la valeur de  $x$  à la date  $t_1$ .
- 4°/ La courbe de la **figure-1- de la page 5/5**, représente les variations de la quantité de  $I_2$  au cours du temps.
  - a. **Définir** la vitesse de réaction et **déterminer** sa valeur pour la réaction chimique (1) à la date  $t_1$ . La méthode utilisée sera indiqué sur la figure-1-.
  - b. En indiquant la manière dont varie cette vitesse au cours du temps, **préciser** le facteur cinétique qui en ressort.

- c. **Représenter** sur la figure-1- de la page 5/5 l'allure de la courbe  $n(I_2) = f(t)$  si initialement le mélange réactionnel est à la température  $\theta_2 = 34^\circ\text{C}$

**Exercice n°2** Toutes les solutions aqueuses sont à  $25^\circ\text{C}$ , température pour laquelle  $pK_e = 14$

On dissout dans l'eau l'acide méthanoïque  $\text{HCO}_2\text{H}$  dans l'eau. On obtient une solution aqueuse ( $S_1$ ) de concentration molaire  $C_1 = 0,1 \text{ molL}^{-1}$  et de volume  $V_1 = 50 \text{ mL}$ . La mesure du  $\text{pH}_1$  de la solution ( $S_1$ ) donne la valeur 2,4.

1°/

- Montrer** que l'acide méthanoïque est faible.
- Ecrire** l'équation de sa réaction avec l'eau.

2°/ Soit  $y$  l'avancement volumique de la réaction chimique trouvée à une date  $t > 0$ .

- Dresser** le tableau descriptif du système représentant la solution ( $S_1$ ).
- Calculer** le taux d'avancement final  $\tau_f$ . **Que peut-on conclure ?**
- Etablir** la relation  $\text{pH}_1 = \frac{1}{2}(\text{pKa}_1 - \log C_1)$ .  $K_{a_1}$  étant la constante d'acidité du couple  $\text{HCO}_2\text{H}/\text{HCO}_2^-$ . **En déduire** la valeur du  $\text{pKa}_1$ .

3°/ On dose  $10 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse ( $S_2$ ) d'acide éthanoïque  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$  de concentration molaire  $C_2$  par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium  $\text{NaOH}$  de concentration molaire  $C_0 = 0,1 \text{ molL}^{-1}$ . A l'équivalence acido-basique, le mélange réactionnel à un  $\text{pH}_E = 8,75$ .

- Montrer** que l'acide éthanoïque est faible.
- On suppose que la base conjuguée de  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ , est faiblement ionisée dans le mélange réactionnel à l'équivalence acido-basique. **Déterminer** la valeur du  $\text{pKa}_2$  du couple  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}/\text{CH}_3\text{CO}_2^-$  sachant qu'à l'équivalence acido-basique, le volume de la solution basique ajouté est  $V_{BE} = 10 \text{ mL}$ .
- Comparer** les forces des deux acides  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$  et  $\text{HCO}_2\text{H}$ .

## PHYSIQUE

### Exercice n°1

On réalise un circuit électrique AM comportant un conducteur ohmique de résistance  $R = 50 \Omega$ , une bobine ( $B_1$ ) d'inductance  $L$  et de résistance supposée nulle et un interrupteur  $K$ .

Le circuit AM, représenté sur la figure-2-, est alimenté par un générateur de tension de force électromotrice (f.é.m)  $E$ . Un système d'acquisition adéquat permet de suivre l'évolution au cours du temps des tensions  $u_{AM}$  et  $u_{DM}$ .

A l'instant  $t = 0 \text{ s}$ , on ferme l'interrupteur  $K$ . Les courbes traduisant les variations de  $u_{AM}(t)$  et  $u_{DM}(t)$  sont celle de la figure-3-

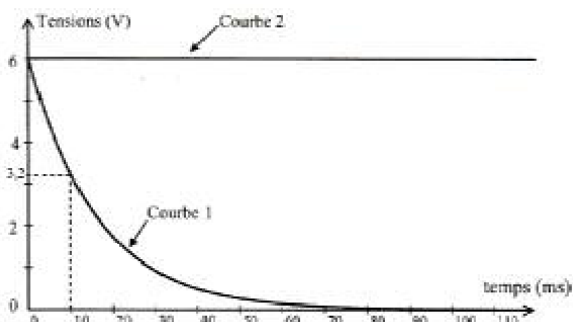


Figure-3-

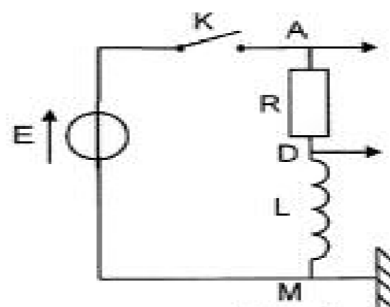


Figure-2-

1°/

- a. **Montrer** que la courbe-1- correspond à  $u_{DM}(t)$ .
- b. **Donner** la valeur de la f.é.m  $E$  du générateur.

2°/

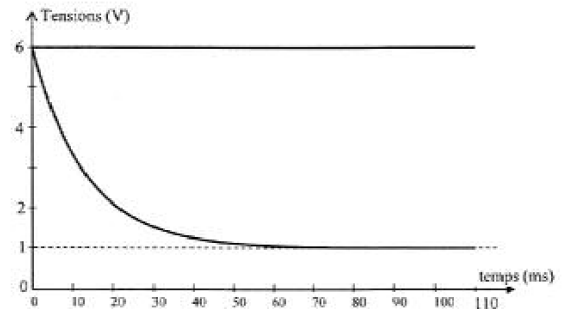
- a. A l'instant de date  $t_1 = 10 \text{ ms}$ , **déterminer** graphiquement la valeur de la tension  $u_{(B_1)}$  aux bornes de la bobine ( $B_1$ ) et **déduire** la valeur de la tension  $u_R$  aux bornes du conducteur ohmique.
- b. A l'instant  $t_2 = 100 \text{ ms}$ , **montrer** que l'intensité du courant électrique qui s'établit dans le circuit électrique est  $I_0 = 0,12 \text{ A}$ .

3°/

- a. **Déterminer** la valeur de la constante de temps  $\tau$  du dipôle (RL). **Préciser** la méthode utilisée.
- b. **Donner** en fonction de  $L$  et  $R$  l'expression de  $\tau$ . En déduire la valeur de l'inductance  $L$  de la bobine ( $B_1$ ).
- c. **Calculer** l'énergie emmagasinée dans la bobine ( $B_1$ ) en régime permanent

4°/ On remplace la bobine ( $B_1$ ) par une bobine ( $B_2$ ) de même inductance  $L$  mais de résistance  $r$  non nulle. Les courbes traduisant les variations de  $u_{AM}(t)$  et  $u_{DM}(t)$  sont celle de la figure-4-

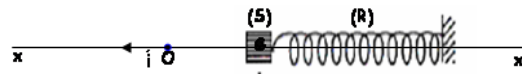
- a. Montrer qu'en régime permanent, la tension aux bornes de la bobine ( $B_2$ ) est donnée par la relation  $u_{B_2} = \frac{rE}{R+r}$ .
- b. Déduire la valeur de la résistance  $r$  de la bobine ( $B_2$ ).



**Figure-4-**

### Exercice n°2

Un pendule élastique disposé horizontalement comme l'indique la figure-5- est formé par un ressort ( $R$ ) à spires non jointives de masse négligeable et de raideur  $K'$ , dont l'une des extrémités est fixe, et un solide ( $S$ ) supposé ponctuel de masse  $M$  attaché à l'autre extrémité.



**Figure-5-**

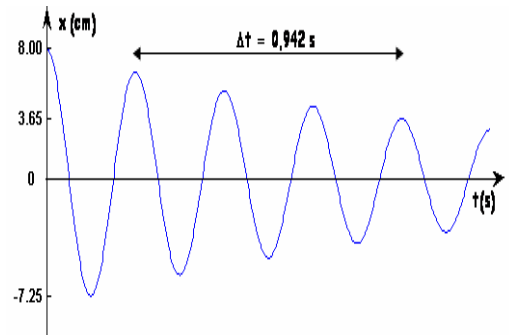
Au cours de son mouvement, le solide ( $S$ ) se déplace le long d'un axe ( $x'x$ ) horizontal muni du repère  $R(O, \vec{i})$ . Au repos, le centre d'inertie  $G$  de ( $S$ ) se trouve en  $O$  origine du repère  $R(O, \vec{i})$  et son élongation est, à chaque instant, donnée par  $x(t) = \overline{OG}$ .

### Partie A

Le solide ( $S$ ) est, au cours de son mouvement, soumis à des forces de frottement de type visqueux équivalent à une force  $\vec{f}$  de valeur algébrique  $f = -h v$  avec  $v$  la vitesse de ( $S$ ) et  $h$  le coefficient de frottement.

1°/ **Etablir** à un instant  $t$  quelconque, la relation liant  $x(t)$ , sa dérivée première  $\frac{dx(t)}{dt}$  et sa dérivée seconde  $\frac{d^2x(t)}{dt^2}$ .

2°/ A l'aide d'un système d'acquisition de données et un logiciel appropriés, un ordinateur affiche sur son écran le graphe de figure-6- représentant les variations de  $x$  au cours du temps.



**Figure-6-**

- Quel régime** d'oscillation mécanique montre le graphe de la figure-6- ? **Justifier** la réponse.
- Expliquer**, qualitativement, la diminution graduelle de l'énergie mécanique de ce pendule. **Sous quelle** forme **est-elle** dissipée ?
- Déterminer** la valeur moyenne du pseudo période  $T$ .

3°/ **Calculer** la perte d'énergie mécanique entre les dates  $0,5T$  et  $4T$  sachant que  $K' = 25 \text{ N.m}^{-1}$

**Partie B**

On remplace le ressort de raideur  $K'$  par un ressort de raideur  $K$  et on applique sur le solide (S) une force excitatrice horizontale  $F(t) = F_m \sin(2\pi Nt)$  d'amplitude  $F_m$  constante et de fréquence  $N$  variable. Dans ce cas, la variation de l'élongation  $x$  de G est régit par l'équation différentielle :

$$M \frac{d^2x(t)}{dt^2} + h \frac{dx(t)}{dt} + Kx(t) = F(t)$$

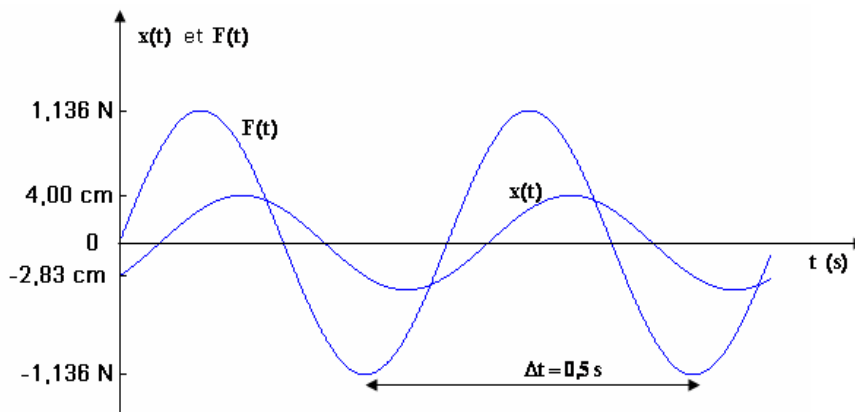
Soit  $x(t) = X_m \sin(2\pi Nt + \phi_x)$  la solution de l'équation différentielle ci-dessus.  $X_m$ , exprimée en mètre, et  $\phi_x$  représentent respectivement l'amplitude et la phase initiale de l'élongation  $x(t)$ . Les fonctions  $x(t)$  et  $F(t)$  sont représentées par les oscillogrammes de la figure-7-

1°/ **Déterminer**  $\phi_x$  et les expressions  $x(t)$  et  $F(t)$

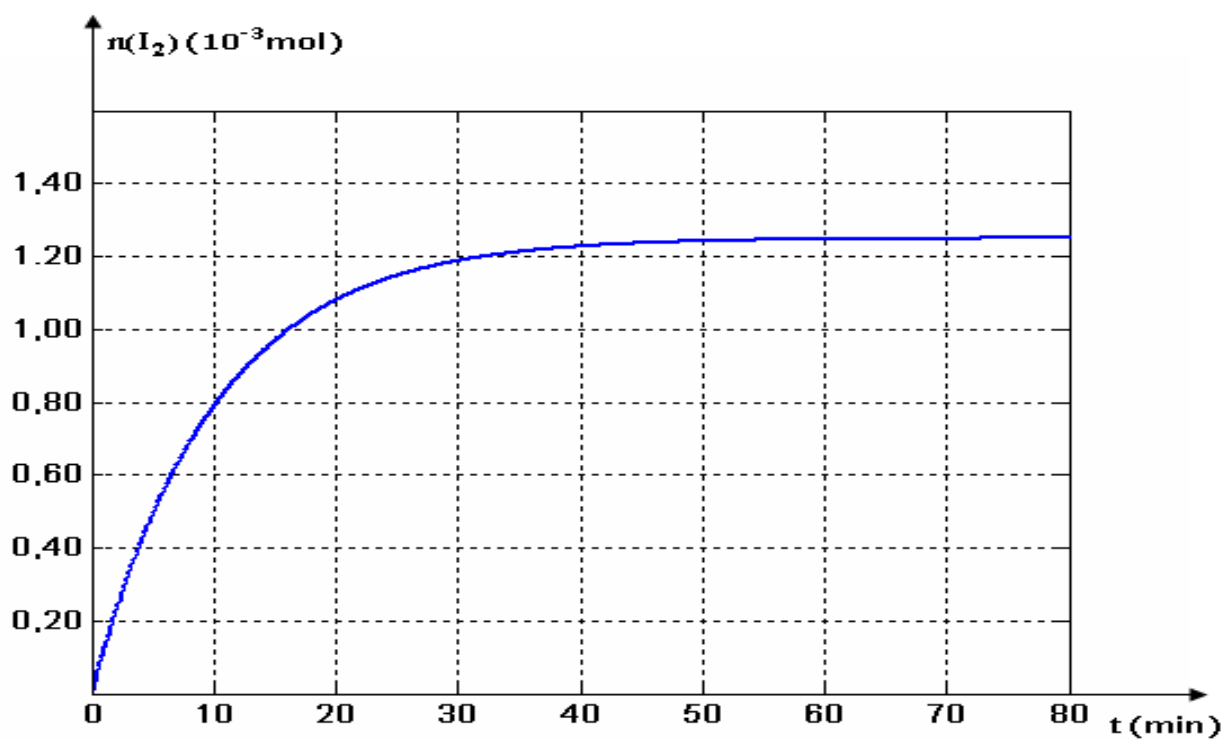
2°/ Sur la **figure-8- de la page 5/5**, se trouve la représentation des vecteurs de Fresnel  $\vec{OA}$  et  $\vec{AB}$  associés respectivement aux termes  $Kx(t)$  et  $h \frac{dx(t)}{dt}$ .

- Compléter** la figure-8- en représentant les vecteurs de Fresnel associés aux autres termes de l'équation différentielle.
- Déterminer** graphiquement  $K$ ,  $h$  et  $M$ .
- En déduire** la valeur  $N_0$  ; fréquence des oscillations mécaniques libres non amorties.

3°/ **Calculer** la puissance mécanique  $\mathcal{P}$  absorbée par le résonateur.

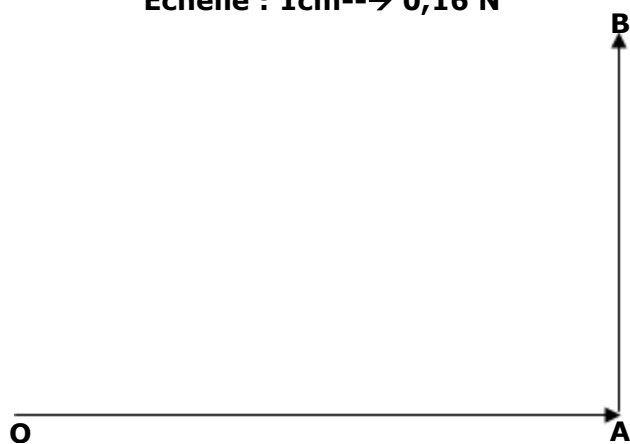


**Figure-7-**



**Figure-1-**

Echelle : 1cm--→ 0,16 N



**Figure-8-**