



<b>Filière :</b> Sciences Physiques - Option Français	<b>Matière :</b> Physique et Chimie	<b>Durée :</b> 4 heures
<b>Coefficient :</b> 7	<b>Prof :</b> Badr Mouslim	Modèle 01

L'usage de la calculatrice scientifique non programmable est autorisé.

Le sujet comporte 5 exercices : un exercice de chimie et quatre exercices de physique.

### Chimie : (7 points)

- Étude de quelques réactions d'un acide ;
- Étude d'une pile ;
- Préparation du savon.

### Physique : (13 points)

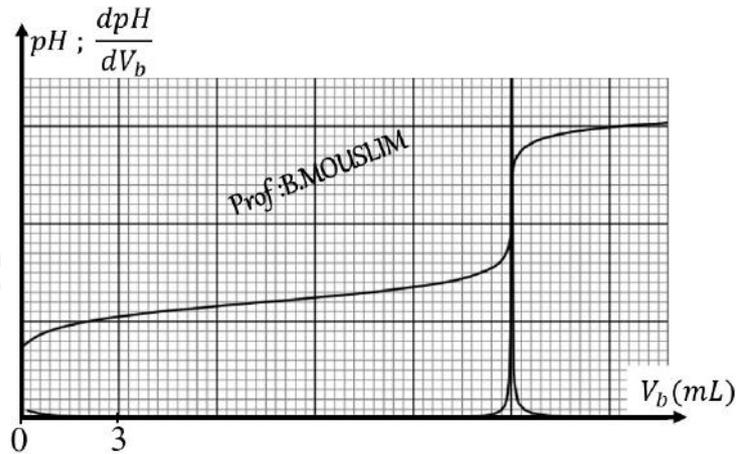
- **Les Ondes (1,5 points)**
  - Propagation d'une onde le long d'un ressort.
- **Les transformations nucléaires (1,5 points)**
  - Étude de la désintégration du Radon 222.
- **L'électricité (4,75 points)**
  - Oscillateur électrique RLC en régime sinusoïdale libre ;
  - Modulation et Démodulation.
- **La mécanique (5,25 points)**
  - Mouvement d'un système mécanique ;
  - Mouvement d'un oscillateur mécanique.

## CHIMIE (7pts)

(Les trois parties sont indépendantes)

### Partie 1 : Étude de quelques réactions d'un acide

- La mesure du pH d'une solution aqueuse  $S_0$  d'un acide AH, de volume  $V_0$ , et de concentration molaire  $C_0 = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  donne :  $\text{pH} = 3,25$ .
  - Dresser le tableau d'avancement de la réaction de AH avec l'eau.
  - Définir le taux d'avancement final de la réaction. Calculer sa valeur.
  - Déterminer la constante d'acidité  $K_a$  du couple  $AH_{(aq)}/A_{(aq)}^-$ .
- Une autre solution aqueuse  $S$  de cet acide, de concentration  $C$ , est préparée par dissolution d'une masse  $m = 1,5 \text{ g}$  de l'acide AH dans un volume  $V = 250 \text{ mL}$  d'eau pure. On prélève un volume  $V_a = 15 \text{ mL}$  que l'on titre, par dosage pH-métrique, avec une solution d'hydroxyde de sodium  $Na_{(aq)}^+ + HO_{(aq)}^-$  de concentration molaire  $C_b = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ . Un logiciel de traitement de données approprié permet de tracer la courbe représentant  $\text{pH} = f(V_b)$  avec  $V_b$  le volume versé d'hydroxyde de sodium et la courbe  $\frac{d\text{pH}}{dV_b} = f(V_b)$  (figure ci-contre)
  - Faire le schéma annoté du dispositif permettant de réaliser ce dosage.
  - Déterminer, graphiquement, le volume  $V_{be}$  d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence.
  - Déterminer la concentration  $C$  de la solution  $S$ .
  - Déterminer la masse molaire  $M(AH)$  de l'acide AH.



### Partie 2 : Étude d'une pile

On réalise la pile représentée par le schéma conventionnel suivant :



Le pôle positif de la pile est constitué d'une lame d'argent plongée dans une solution de nitrate d'argent de concentration  $C_1 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$  et de volume  $V = 20 \text{ mL}$ .

Le pôle négatif est constitué d'une lame d'argent plongée dans une solution de nitrate d'argent de concentration  $C_2 = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  et de volume  $V = 20 \text{ mL}$ .

- Écrire l'équation de la réaction du système au niveau de l'anode lors du fonctionnement de la pile.
- Calculer le quotient de réaction initial  $Q_{ri}$ .
- Déterminer l'avancement final de la réaction sachant que le quotient de réaction à l'équilibre est  $Q_{r,\text{éq}} = 1$ .

### Partie 3 : Préparation du savon

L'oléine est un corps gras constituant majoritaire de l'huile d'olive, c'est un triglycéride qui peut être obtenu par la réaction du glycérol avec l'acide oléique.

Pour préparer le savon, on chauffe à feu doux un mélange contenant une masse  $m = 10 \text{ g}$  d'huile d'olive (oléine) et un volume  $V = 20 \text{ mL}$  d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C = 7,5 \text{ mol.L}^{-1}$  et un volume  $V' = 10 \text{ mL}$  de l'éthanol et des pierres ponce.

On chauffe le mélange en agitant et en refroidissant ce mélange, on isole le solide obtenu et on mesure sa masse, on trouve alors  $m' = 8,0 \text{ g}$ .

**Données :**Glycérol :  $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$  ; Acide oléique :  $\text{C}_{17}\text{H}_{33} - \text{COOH}$ Masses molaires en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  :

Composé	Oléine	Savon
Masse molaire en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$	$M(O) = 884$	$M(S) = 304$

1. Expliquer pourquoi on verse le mélange réactionnel dans une solution saturée de chlorure de sodium.
2. Écrire l'équation de la réaction du glycérol avec l'acide oléique. Préciser la formule semi-développée de l'oléine.
3. Écrire l'équation de la réaction de saponification et déterminer la formule chimique du savon en précisant la partie hydrophile de ce produit.
4. On suppose que l'huile d'olive n'est constituée que d'oléine. Montrer que l'expression du rendement de la réaction du saponification s'écrit sous la forme :  $r = \frac{m'}{3m} \times \frac{M(O)}{M(S)}$ . Calculer  $r$ .

**PHYSIQUE (14pts)****Exercice 1 (1,5 pts) : Propagation d'une onde le long d'un ressort**

On crée par compression de spires, à l'instant  $t = 0$ , une onde périodique sinusoïdale à l'extrémité S d'un ressort à spires non jointives, considéré infiniment long (figure 1).

La courbe de la figure 2 représente l'élongation  $x_M(t)$  d'un point M du ressort.

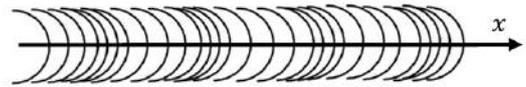


Figure 1

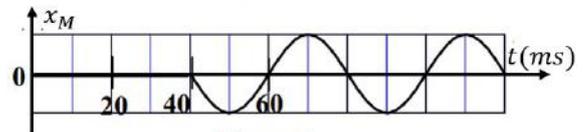


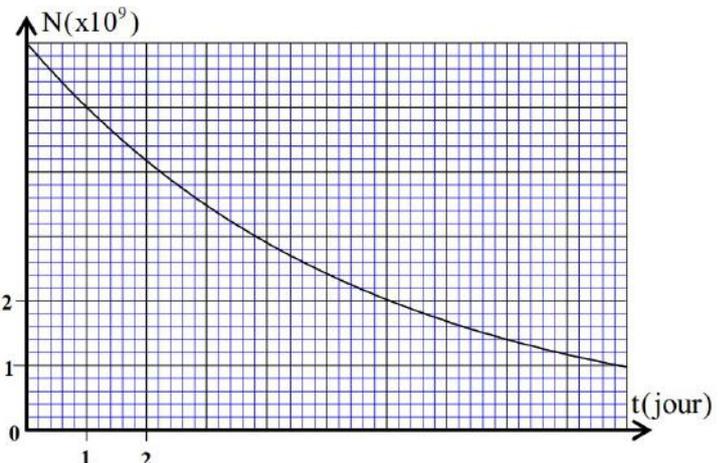
Figure 2

1. L'onde qui se propage le long du ressort est-elle une onde transversale ou longitudinale? Justifier.
2. Déterminer graphiquement la période  $T$  du mouvement de M.
3. Déterminer la célérité  $v$  de l'onde sachant que le point M se trouve à la distance  $d = 80$  cm de l'extrémité S du ressort.
4. Déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  de cette onde.

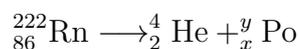
**Exercice 2 (1,5 pts) : Désintégration du radon 222**

Le radon 222 ( ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ ) est un élément radioactif émetteur  $\alpha$ .

La courbe de la figure ci-contre représente l'évolution temporelle du nombre  $N$  de noyaux d'un échantillon de radon 222.



1. Déterminer la composition du noyau de radon 222.
2. L'équation de désintégration radioactive du radon 222 s'écrit :



Déterminer la valeur de  $x$  et celle de  $y$ .

4. Déterminer l'activité de l'échantillon à l'instant  $t = 6$  jours.

## Exercice 03 (4,75 pts) : Électricité

### Partie 1 : Oscillateur électrique RLC en régime sinusoïdale libre

On réalise le circuit de la figure 1 constitué :

- d'un générateur idéal de force électromotrice  $E$ ,
- d'un interrupteur  $K$  à deux positions,
- d'un condensateur de capacité  $C$  non chargé initialement,
- d'une bobine de résistance  $r$  et d'inductance  $L = 0,8 \text{ H}$ .

1. On place l'interrupteur  $K$  en position (1). Quel est le phénomène physique qui se produit ? Est-il lent ou instantané ? Justifier.

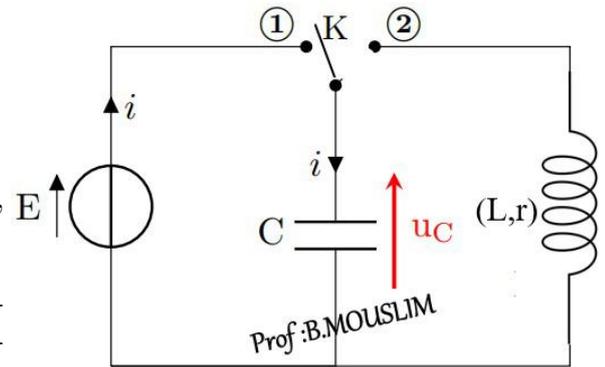


Figure 1

2. On bascule, à un instant  $t = 0$ , l'interrupteur en position (2).

Un système d'acquisition informatisé adéquat a permis d'obtenir la courbe d'évolution de la tension  $u_C(t)$  aux bornes du condensateur (figure 2).

- 2.1 Recopier le schéma de la figure 1 et y indiquer le branchement du système d'acquisition pour visualiser la tension  $u_C(t)$  (le branchement du système d'acquisition est analogue à celui de l'oscilloscope).

- 2.2 Donner le nom du régime des oscillations observées.

- 2.3 Expliquer la diminution de l'amplitude des oscillations au cours du temps.

- 2.4 Déterminer graphiquement la pseudo-période  $T$  des oscillations.

- 2.5 En assimilant la pseudo-période  $T$  à la période propre  $T_0$  de l'oscillateur LC, déterminer la capacité  $C$  du condensateur. (On prend  $\pi^2 = 10$ ).

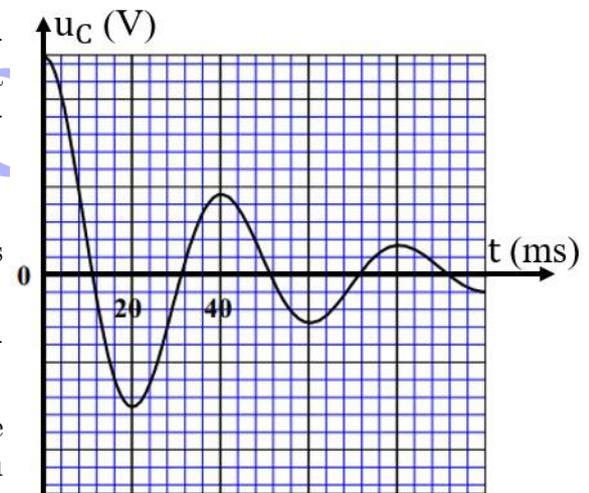


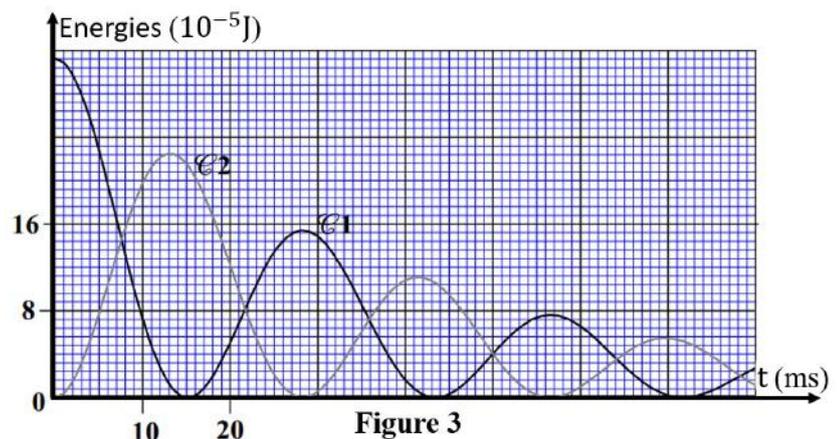
Figure 2

3. Les courbes de la figure 3 représentent l'évolution temporelle de  $E_c$  (l'énergie emmagasinée dans le condensateur) et de  $E_m$  (l'énergie emmagasinée dans la bobine).

- 3.1 Identifier en justifiant la courbe correspondant à l'énergie  $E_m$ .

- 3.2 Trouver la variation d'énergie totale  $\Delta E$  du circuit entre les deux instants  $t = 0$  et  $t = 50 \text{ ms}$ .

Interpréter ce résultat.



### Partie 2 : Modulation et Démodulation

Les ondes sonores audibles ont une faible fréquence, leur transmission à des longues distances nécessite qu'elles soient modulante à une onde électromagnétique de haute fréquence.

Cet exercice vise à étudier la modulation et la de démodulation.

1. **Modulation :**

On considère le montage représenté dans la figure 1 ;

- Le générateur  $(GBF)_1$  applique à l'entrée  $E_1$  de la composante électronique  $X$  une tension sinusoïdale  $u_1(t) = P_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi \cdot t}{T_P}\right)$
- Le générateur  $(GBF)_2$  applique à l'entrée  $E_2$  de la composante électronique  $X$  une tension sinusoïdale  $u_2(t) = U_0 + S(t)$  avec  $U_0$  la composante continue de la tension et  $S(t) = S_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi \cdot t}{T_S}\right)$  la tension correspondante à l'onde qu'on désire transmettre. On visualise sur l'écran d'un oscilloscope

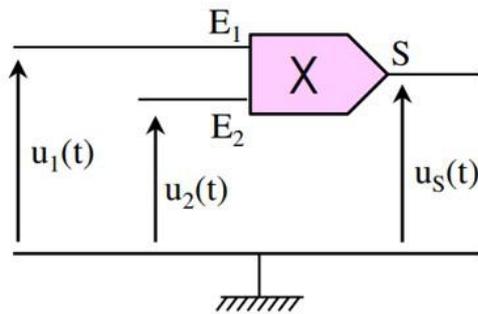


Figure 1

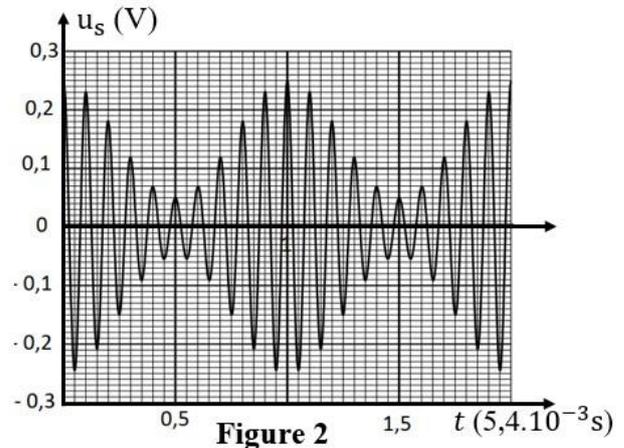


Figure 2

la tension de sortie  $u_s(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$  avec  $k$  constante positive caractérisant la composante  $X$ , **figure 2**.

1.1 Montrer que l'expression de la de la tension s'écrit sous la forme :

$$u_s(t) = A \left[ 1 + m \cdot \cos\left(\frac{2\pi \cdot t}{T_S}\right) \right] \cos\left(\frac{2\pi \cdot t}{T_P}\right)$$

Et préciser l'expression de  $A$  et celle de  $m$ .

1.2 En exploitant la courbe de la **figure 2** :

- Trouver les fréquences  $F_p$  de la porteuse et  $f_s$  de la tension modulante.
- Déterminer le taux de modulation et en déduire la qualité de modulation.

## 2. Démodulation :

La **figure 3** représente le montage utilisé dans un dispositif de réception constitué de trois parties

- 2.1 Préciser le rôle de la partie 3 dans ce montage.
- 2.2 Déterminer la valeur du produit  $L \cdot C$  pour que la sélection de l'onde soient bonne.
- 2.3 Montrer que l'intervalle auquel doit appartenir la valeur de la résistance  $R$  pour une bonne Détection de l'enveloppe de la tension modulante dans ce montage est :

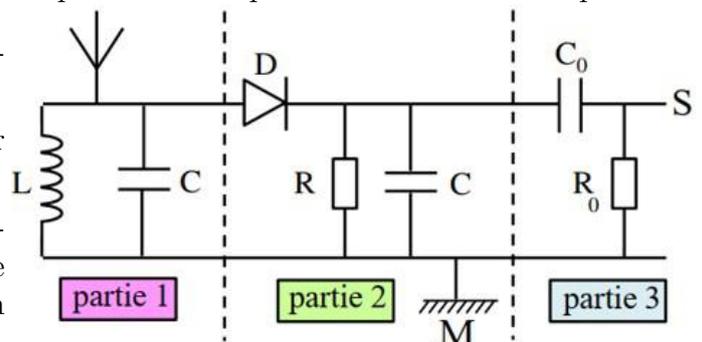


Figure 3

$$\frac{4 \cdot \pi^2 \cdot L}{T_P} \ll R < \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot L \cdot T_S}{T_P^2}$$

2.4 Calculer les bornes de cet intervalle sachant que  $L = 1,5mH$ .

## Exercice 4 (5,25 pts) : Mécanique

### Partie 1 : Mouvement d'un système mécanique

On prend l'intensité de la pesanteur  $g = 10m.s^{-2}$  et on néglige les frottements.

Pour soulever un corps solide ( $S$ ) de centre d'inertie  $G$  et de masse  $m = 50kg$ , un ouvrier utilise une poulie homogène de rayon  $r = 10cm$  et de moment d'inertie  $J_{\Delta}$  par rapport à un axe ( $\Delta$ ) horizontal passant par son centre  $O$ .

La poulie est solidaire d'un bras de masse négligeable et de longueur  $\ell = OA = 0,40m$  (figure 1).

Le corps ( $S$ ) est attaché à l'extrémité d'une corde inextensible et de masse négligeable enroulée sur la gorge de la poulie (figure 1).

Au cours du mouvement, la corde ne glisse pas sur la gorge de la poulie.

L'ouvrier applique sur le bras  $OA$ , au point  $A$ , une force  $\vec{F}$  perpendiculaire à  $OA$  et d'intensité constante  $F = 165N$ .

La poulie est susceptible de tourner sans frottement autour de ( $\Delta$ ).

On étudie le mouvement du système mécanique dans un repère lié à un référentiel terrestre supposé galiléen.

On repère, à un instant  $t$ , la position d'un point de la poulie par son abscisse angulaire  $\theta$  et la position du centre d'inertie  $G$  par sa cote  $z$  dans le repère  $(O; \vec{k})$ .

L'accélération du mouvement de  $G$  au cours de la montée de ( $S$ ) est constante et sa valeur est :  $a_G = 3m.s^{-2}$ .

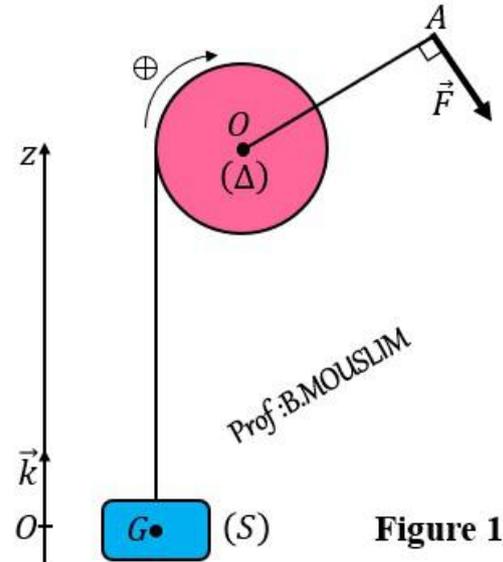


Figure 1

1. Quelle est la nature du mouvement de  $G$ ? Justifier votre réponse.
2. Montrer, en appliquant la deuxième loi de Newton sur le solide ( $S$ ), que l'intensité de la tension de la corde est  $T = 650N$ .
3. Donner la relation entre l'accélération linéaire  $a_G$  et l'accélération angulaire  $\ddot{\theta}$  et  $r$ .
4. En appliquant la relation fondamentale de la dynamique dans le cas de la rotation sur le système en rotation, montrer que l'expression de  $J_{\Delta}$  est :

$$J_{\Delta} = \frac{r(F.\ell - T.r)}{a_G}$$

Calculer sa valeur.

### Partie 2 : Mouvement d'un oscillateur mécanique

On étudie dans cette partie les oscillations d'un système mécanique (corps solide – ressort) dans deux situations :

- tous les frottements sont négligeables,
- les frottements fluides ne sont pas négligeables.

L'oscillateur mécanique étudié est constitué d'un solide ( $S$ ) de centre d'inertie  $G$  et de masse  $m = 200g$  et d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur  $K$ .

Le ressort est horizontal, une de ses extrémités est fixée à un support et l'autre extrémité est accrochée au solide ( $S$ ). Ce solide peut glisser sur le plan horizontal.

On étudie le mouvement du centre d'inertie  $G$  dans un repère  $R(O, \vec{i})$  lié à un référentiel terrestre considéré galiléen.

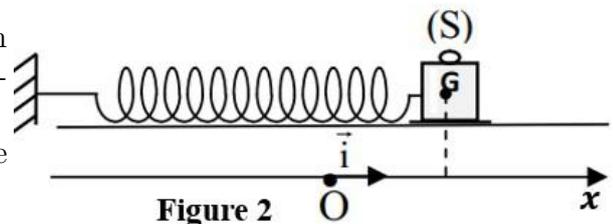


Figure 2

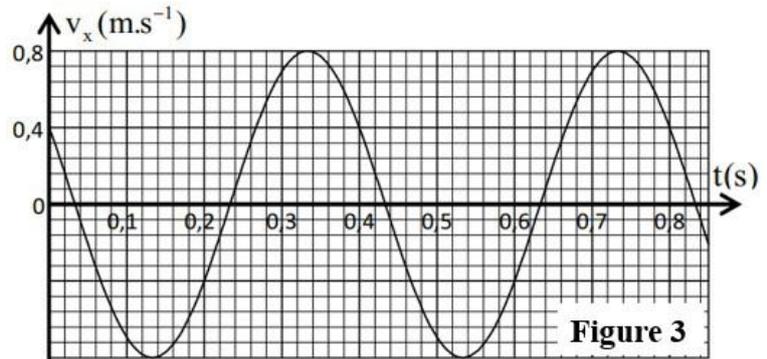
On repère la position du centre d'inertie  $G$ , à un instant  $t$ , par l'abscisse  $x$  sur l'axe  $R(O, \vec{i})$ . A l'équilibre, l'abscisse du centre d'inertie  $G$  est  $x = 0$  (figure 2).

On prendra  $\pi^2 = 10$ .

**Situation 1 : Tous les frottements sont négligeables**

Dans cette situation on écarte ( $S$ ) de sa position d'équilibre, dans le sens positif, et on l'envoie à un instant de date  $t = 0$  avec une vitesse initiale  $\vec{V}_0$  telle que  $\vec{V}_0 = V_0\vec{i}$ .

La courbe de la **figure 3** représente l'évolution au cours du temps de la vitesse  $v_x$  du centre d'inertie  $G$ .



1.1 Établir, en appliquant la deuxième loi de Newton, l'équation différentielle vérifiée par l'abscisse  $x(t)$ .

1.2 Calculer la constante de raideur  $K$ .

1.3 La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme :  $x(t) = X_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$

Trouver la valeur de  $X_m$  et celle de  $\varphi$ .

**Situation 2 : Les frottements fluides ne sont pas négligeables**

Les frottements fluides sont créés, au cours du mouvement, par une plaque, de masse négligeable, liée au solide ( $S$ ).

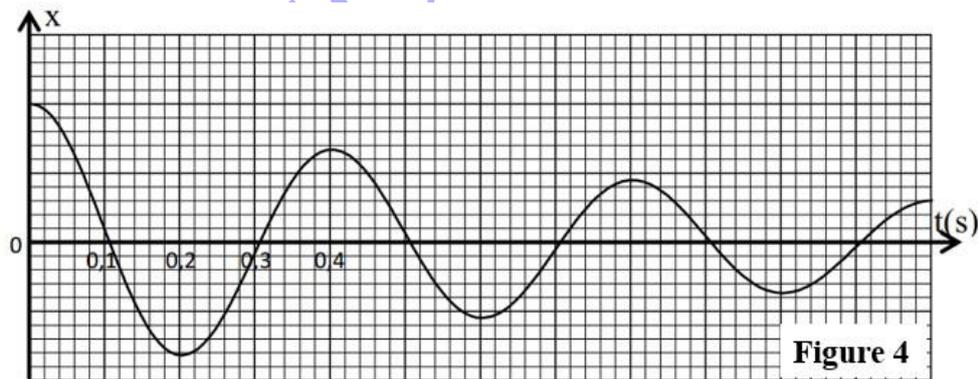
Dans cette situation on écarte ( $S$ ) de sa position d'équilibre dans le sens positif et on le lâche à l'instant de date  $t = 0$  sans vitesse initiale.

La courbe de la **figure 4** représente les variations de l'abscisse  $x$  du centre d'inertie  $G$  du solide ( $S$ ) en fonction du temps.

2.1 Justifier la diminution de l'amplitude des oscillations.

2.2 Vérifier, en décrivant la méthode utilisée, que l'amortissement des oscillations est un amortissement fluide.

2.3 Donner le nombre d'affirmations justes parmi les affirmations suivantes :



a. La pseudo-période des oscillations est  $T = 0,5s$

b. Les oscillations observées sont des oscillations forcées.

c. Les oscillations observées sont des oscillations libres.

d. Les oscillations observées sont des oscillations aperiodiques.