



الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا  
الدورة العاشرة 2015  
- الموضوع -  
(الترجمة الفرنسية)

NS 28

3	مدة الإنجاز	الفيزياء والكيمياء	المادة
7	المعامل	شعبة العلوم التجريبية: مسلك العلوم الفيزيائية	الشعبة أو المسلك

**L'usage des calculatrices programmables ou d'ordinateurs n'est pas autorisé**  
**Les expressions littérales doivent être données avant les applications numériques**  
**Une application numérique non associée de son unité est non acceptée**

## **Le sujet comporte quatre exercices**

**Exercice 1 : (07 points)**

- Partie 1 : Electrolyse d'une solution de chlorure de sodium ;
  - Partie 2 : Etude de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau et avec un alcool.

## **Exercice 2 : (03 points)**

- Ondes : propagation des ondes lumineuses dans un milieu transparent ;
  - Physique nucléaire : Décroissance radioactive de l’Astate 211.

### **Exercice 3 : (04.5 points)**

- Partie 1 : Etude du circuit RC ;
  - Partie 2 : Etude de la modulation d'amplitude.

## **Exercice 4 : (05,5 points)**

- Partie 1 : Etude du mouvement d'une balle de golf dans le champ de pesanteur uniforme ;
  - Partie 2 : Etude d'un oscillateur horizontal soumis aux actions de frottements fluides.

Barème

## Exercice 1 (07 points)

### Les deux parties sont indépendantes

#### Première Partie (2,25 points) : Electrolyse d'une solution de chlorure de sodium.

L'électrolyse permet d'obtenir des gaz d'une grande pureté.

On réalise l'électrolyse d'une solution concentrée de chlorure de sodium ( $\text{Na}^{+}_{(\text{aq})} + \text{Cl}^{-}_{(\text{aq})}$ ), on obtient un dégagement de dichlore au voisinage de l'une des électrodes, et dégagement de dihydrogène au voisinage de l'autre électrode, de plus que le milieu réactionnel devient basique au cours de la transformation chimique.

#### Données:

- Les couples intervenants dans la transformation chimique :

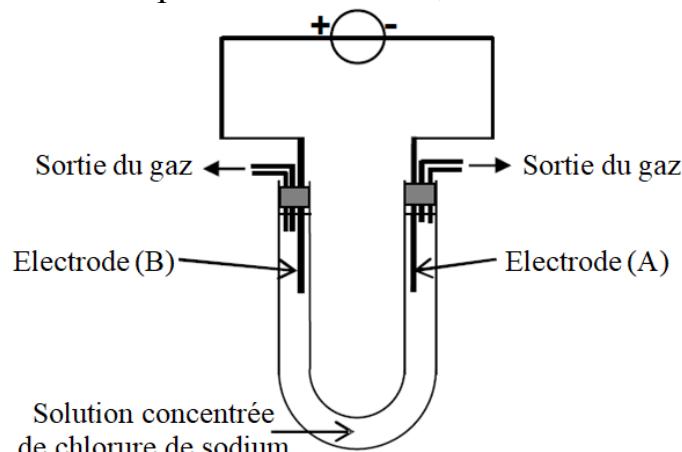


- Le faraday :  $\mathcal{F} = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$  ;

- Le volume molaire dans les conditions de l'expérience :  $V_m = 25,0 \text{ L.mol}^{-1}$ .

La figure ci-contre représente le dispositif expérimental utilisé pour réaliser cette électrolyse.

- 0,5 1- Déterminer laquelle parmi les électrodes (A) et (B) celle qui joue le rôle de l'anode et celle qui joue le rôle de la cathode.
- 0,75 2- Ecrire l'équation de la réaction ayant lieu au voisinage de chaque électrode, et l'équation bilan de cette électrolyse.
- 1 3- Le générateur alimente le circuit avec un courant électrique d'intensité constante  $I = 3\text{A}$ . Calculer le volume du dichlore formé pendant la durée  $\Delta t = 25 \text{ min}$ .



#### Deuxième Partie(4,75 points): Etude de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau et avec l'éthanol.

L'acide benzoïque est utilisé dans la conservation des aliments et des boissons non alcooliques, ainsi que dans la fabrication de plusieurs composés organiques.

Le but de cette partie est de déterminer la constante d'acidité du couple ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ ) et l'étude de la réaction de l'acide benzoïque avec l'éthanol.

#### Données:

- Toutes les mesures ont été faites à  $25^\circ\text{C}$  ;
- La masse molaire de l'acide benzoïque :  $M(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 122 \text{ g.mol}^{-1}$  ;
- La masse molaire de l'éthanol :  $M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46 \text{ g.mol}^{-1}$  ;
- La masse volumique de l'éthanol pur :  $\rho = 0,78 \text{ g.L}^{-1}$  ;
- La masse molaire du benzoate d'éthyle :  $M(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5) = 150 \text{ g.mol}^{-1}$  ;
- Les conductivités molaires ioniques:

$$\lambda_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-} = 3,23 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}, \quad \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1};$$

- L'expression de la conductivité  $\sigma$  d'une solution diluée :  $\sigma = \sum \lambda_i \cdot [X_i]$  :

Avec  $[X_i]$  : la concentration molaire effective de chaque espèce ionique dans la solution, et  $\lambda_i$  : sa conductivité molaire ionique.

- On néglige l'action des ions  $\text{HO}^-$  sur la conductivité de la solution.

## 1- Etude de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau:

On considère une solution (S) d'acide benzoïque de concentration molaire  $C = 10 \text{ mol.m}^{-3}$  et de volume V.

La mesure de la conductivité  $\sigma$  de la solution (S) donne :  $\sigma = 2,76 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$  à  $25^\circ\text{C}$ .

On modélise la transformation qui se produit entre l'eau et l'acide benzoïque par l'équation de la réaction :  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\ell)} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})}$

0,75 1-1- Montrer que le taux d'avancement final de la réaction est  $\tau = 0,072$ .

0,75 1-2- Trouver l'expression du quotient de la réaction à l'équilibre  $Q_{r,\text{éq}}$  en fonction de C et  $\tau$ .

0,75 1-3- Déduire la valeur de la constante  $pK_A$  du couple ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ ).

## 2- Etude de la réaction de l'acide benzoïque avec l'éthanol.

Le benzoate d'éthyle est caractérisé par le goût des cerises, c'est pourquoi il est utilisé dans l'industrie alimentaire pour donner ce goût aux aliments synthétisés.

Pour préparer le benzoate d'éthyle au laboratoire, on mélange dans un ballon, un échantillon d'acide benzoïque de masse  $m_{\text{ac}} = 2,44 \text{ g}$ , avec un volume  $V_{\text{al}} = 10 \text{ mL}$  d'éthanol pur, puis on y ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré jouant le rôle d'un catalyseur. Le mélange est chauffé à reflux à température constante.

0,5 2-1- Quel est le rôle du catalyseur dans cette réaction ?

0,5 2-2- Ecrire, en utilisant les formules semi-développées, l'équation modélisant la transformation ayant lieu entre l'acide benzoïque et l'éthanol.

1 2-3- On obtient à la fin de la réaction une quantité de masse  $m_e = 2,25 \text{ g}$  de benzoate d'éthyle. Calculer le rendement de cette réaction.

0,5 2-4- Pour améliorer le rendement de synthèse de benzoate d'éthyle, on remplace l'acide benzoïque par un autre réactif. Donner le nom de ce réactif et écrire sa formule semi-développée.

## Exercice 2 (03 points)

### ❖ Ondes (01,5 points)

Les fibres optiques permettent la transmission d'informations numériques avec des vitesses très grandes et à haut débits en comparaison avec d'autres milieux.

Pour déterminer l'indice de réfraction du milieu transparent constituant le cœur d'une fibre optique, on a réalisé un dispositif expérimental représenté sur la figure 1, où les récepteurs  $R_1$  et  $R_2$  permettent de transformer l'onde lumineuse monochromatique issue de la source laser, en tension électrique qu'on affiche sur l'écran d'un oscilloscope comme indiqué sur la figure 2.

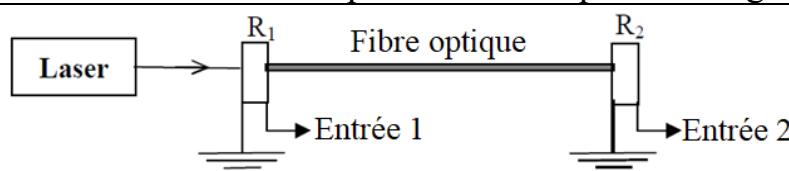


Figure 1

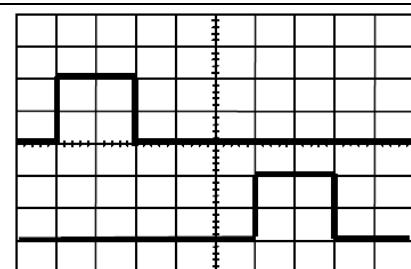
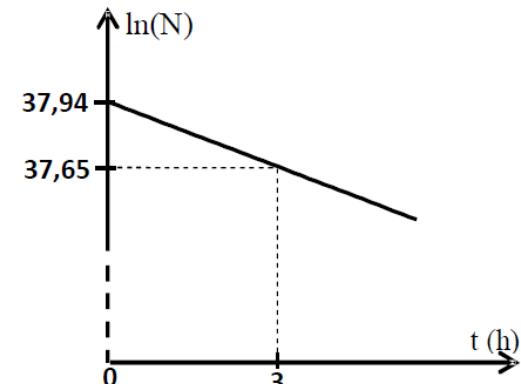


Figure 2

### On donne :

- Sensibilité horizontale :  $S_H = 0,2 \mu\text{s.div}^{-1}$  ;
- Célérité de propagation de la lumière dans le vide :  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  ;
- Constante de Planck :  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

- 0,5 1- Le retard temporel  $\tau$  enregistré entre  $R_1$  et  $R_2$  est :
- $\tau = 0,6 \mu s$         $\tau = 1,0 \mu s$         $\tau = 1,4 \mu s$         $\tau = 1,0 ms$
- 0,5 2- Sachant que la célérité de propagation de l'onde lumineuse à l'intérieur du cœur de la fibre optique est  $v = 1,87 \cdot 10^8 m.s^{-1}$ , l'indice de réfraction  $n$  du milieu transparent constituant le cœur d'une fibre optique est :
- $n = 0,63$         $n = 1,5$         $n = 1,6$         $n = 1,7$
- 0,5 3- Sachant que la longueur d'onde de l'onde lumineuse issue du laser est  $\lambda = 530 nm$ , l'énergie d'un photon dans cette radiation (en J) est :
- $E \approx 1,17 \cdot 10^{-48} J$         $E \approx 3,75 \cdot 10^{-19} J$         $E \approx 35,7 \cdot 10^{-19} J$         $E \approx 3,75 \cdot 10^{-28} J$
- ❖ **Physique nucléaire (01,5 points) :**
- L'astate 211, radioémetteur  $\alpha$ , est utilisé en médecine nucléaire, pour diagnostiquer et suivre l'évolution de quelques tumeurs cancéreuses.
- La radioactivité de ce noyau donne naissance à un noyau de Bismuth  $^{210}_{83}Bi$ .
- La courbe de la figure ci-contre représente les variations de  $\ln(N)$  en fonction du temps.
- N : Nombre de noyaux d'Astate 211 restants à l'instant t.
- 0,5 4- Le noyau de Bismuth résultant de la désintégration de  $^{211}_{83}At$  est :
- $^{206}_{83}Bi$         $^{207}_{82}Bi$         $^{207}_{83}Bi$         $^{208}_{84}Bi$
- 1 5- La demi-vie  $t_{1/2}$  de l'Astate 211 est :
- $t_{1/2} = 4,19 h$         $t_{1/2} = 5,50 h$         $t_{1/2} = 7,17 h$         $t_{1/2} = 27,30 h$



### Exercice 3 (04,5 points)

#### Les deux parties sont indépendantes

#### Première partie (02,5 points) : Etude d'un dipôle RC soumis à un échelon de tension ascendant

Les thermomètres électroniques permettent le repérage des hautes températures non repérables à l'aide des thermomètres à mercure ou à alcool. Le fonctionnement de certains de ces thermomètres utilise le comportement du circuit RC soumis à un échelon de tension ascendant, où R est la résistance d'une thermistance.

Pour établir la relation entre la résistance R et la température  $\theta$ , une enseignante réalise le montage expérimental représenté sur la figure 1, et constitué de :

- Un condensateur de capacité  $C = 1,5 \mu F$  ;
- Une sonde thermique, sous forme d'une thermistance de résistance variable avec  $\theta$ ;
- Interrupteur K ;
- Générateur idéal de tension de f.e.m.  $E = 6 V$  ;
- Interface informatique permettant de suivre l'évolution de la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur en fonction du temps.

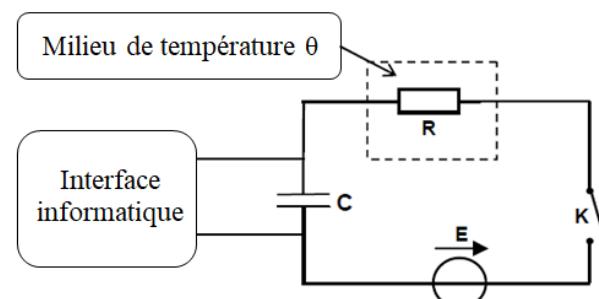


Figure 1

Après immersion de la sonde thermique dans un milieu de température  $\theta$  ajustable et fermeture de l'interrupteur, l'enseignante charge le condensateur à différentes température. Les courbes de la figure 2 résument les résultats obtenus.

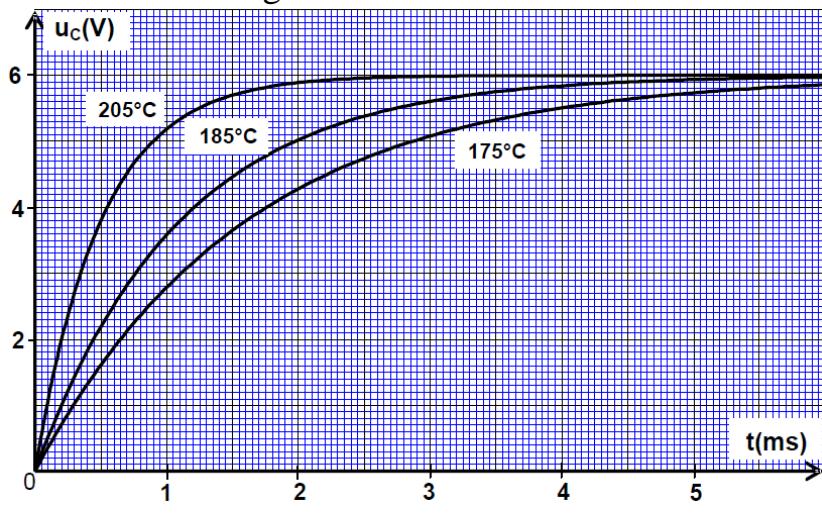


Figure 2

1-1- Recopier, sur la copie de rédaction, le montage de la figure 1, et représenter dessus la tension  $u_C(t)$  aux bornes du condensateur, et  $u_R(t)$  aux bornes de la sonde thermique, en convention récepteur.

1-2- Etablir l'équation différentielle vérifiée par  $u_C(t)$ .

1-3- La solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme :

$$u_C(t) = A + B \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}. Trouver les constantes A et B.$$

1-4- Déterminer la constante de temps  $\tau_1$  à la température  $\theta_1 = 205^\circ\text{C}$ , puis en déduire l'influence d'une élévation de température sur la durée de charge du condensateur.

1-5- Pour mesurer la température  $\theta_2$  d'un four électrique, l'enseignante pose la sonde précédente dans le four, puis elle détermine, par utilisation du même montage précédent (Figure 1), la constante de temps  $\tau_2$ .

Elle trouve comme valeur :

$$\tau_2 = 0,45 \text{ ms.}$$

La courbe de la figure 3, représente les variations de la résistance  $R$  de la sonde thermique en fonction de la température  $\theta$ .

Déterminer la valeur de la température  $\theta_2$  à l'intérieur du four électrique.

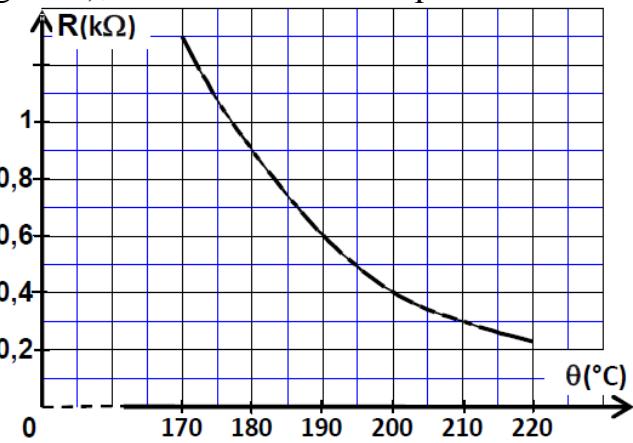


Figure 3

## Deuxième partie (02 points) : Etude de la modulation d'amplitude

La transmission d'informations sur de grandes distances à l'aides d'ondes électromagnétique, nécessite la modulation d'amplitude. Parmis les composants adoptées dans cette opération : le circuit multiplicateur.

Le but de cette partie de l'exercice est l'étude de la modulation d'amplitude.

Au cours d'une séance de travaux pratiques, un groupe d'élèves applique à l'entrée  $E_1$  du circuit multiplicateur une tension sinusoïdale d'expression  $u_1(t) = U_0 + U_{1m} \cos(2\pi f t)$ , et à l'entrée  $E_2$  du circuit multiplicateur une tension sinusoïdale d'expression  $u_2(t) = U_{2m} \cos(2\pi F t)$  correspondante à une onde porteuse. (Figure 4)

( $U_0$  est la composante continue de tension)

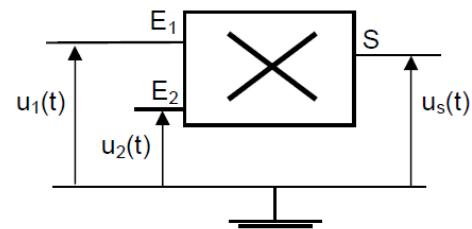


Figure 4

0,75

2-1- L'expression de la tension  $u_s(t)$  à la sortie du circuit multiplicateur est :  $u_s(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$ , avec  $k$  une constante caractérisant le circuit multiplicateur. Montrer que l'amplitude de la tension  $u_s(t)$  s'écrit sous la forme :  $U_s = A[1 + m \cos(2\pi f t)]$  en précisant les expressions de  $A$  et  $m$ .

0,5

2-2- Après réglage des sensibilités de l'oscilloscope sur : 1V/div et 0,5 ms/div, les élèves ont visualisé la tension de sortie  $u_s(t)$  obtenue. La figure 5 représente les variations de cette tension.

0,75

Déterminer la fréquence  $f$  du signal modulant, et la fréquence  $F$  de l'onde porteuse.

2-3- Montrer, en calculant la valeur du taux de modulation  $m$ , que la modulation est bonne.

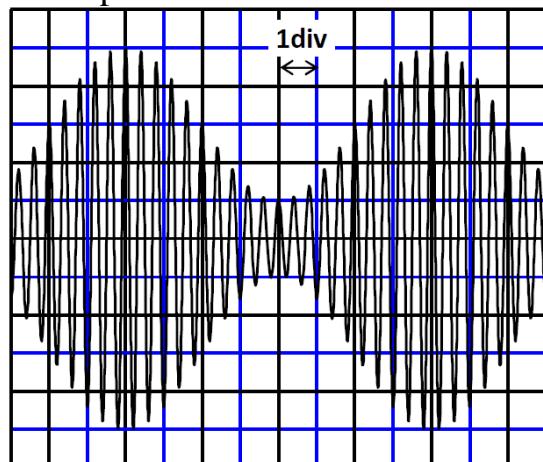


Figure 5

### Exercice 4 (05,5 points)

#### Les deux parties sont indépendantes

##### Première partie (03 points) :

##### Etude du mouvement d'une balle de golf dans le champ de pesanteur uniforme

Un circuit dans le terrain de golf est constitué de trois parties :

- Partie horizontale OA de longueur  $OA = 2,2$  m ;
- Partie AB de longueur  $AB = 4$  m, inclinée d'un angle  $\alpha = 24^\circ$  par rapport au plan horizontal.
- Partie BC horizontale contenant un trou de centre T situé à la distance  $BT = 2,1$  m du point B.

Les points B, T et C sont alignés.

On néglige l'action de l'air et les dimensions de la balle. On prendra  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ .

L'étude du mouvement de la balle se fait dans un repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  lié à la terre et supposé galiléen.

On lance, à l'instant  $t = 0$ , à partir du point O, la balle vers le trou T, avec une vitesse initiale de valeur  $V_0 = 10 \text{ m.s}^{-1}$ .

Le vecteur  $\vec{V}_0$  est incliné d'un angle  $\theta = 45^\circ$  par rapport à l'axe horizontal ( $O, \vec{x}$ ). (Figure 1)

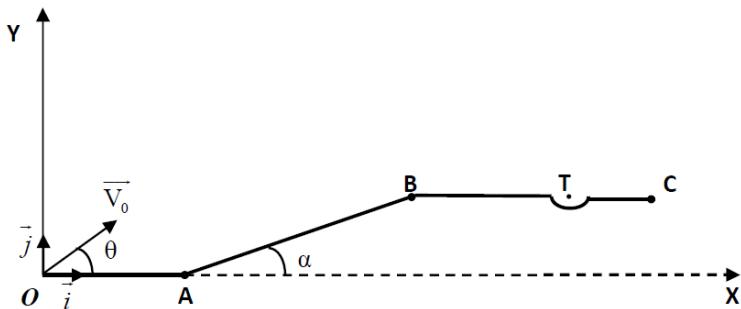


Figure 1

- |      |  |
|------|--|
| 1    | 1- Par application de la deuxième loi de Newton, établir les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ du mouvement de la balle. |
| 0,5  | 2- En déduire l'équation de la trajectoire de la balle.  |
| 0,75 | 3- Déterminer la valeur de $x_S$ , abscisse du sommet de la trajectoire de la balle.                                       |
| 0,75 | 4- S'assurer que la balle passe au centre T du trou.   |

**Deuxième partie (02,5 points) : *Etude d'un oscillateur horizontal***

On étudie dans cette partie, les oscillations d'un système mécanique (solide-ressort) dans une situation où les frottements fluides ne sont pas négligeables.

On considère un solide (S) de masse  $m$  et de centre d'inertie G, fixé à l'extrémité d'un ressort, de masse négligeable, à spires non jointives et de raideur  $k = 20 \text{ N.m}^{-1}$ , dont l'autre extrémité est fixée à un support A fixe. On fixe à (S), à l'aide d'une tige, une plaque qu'on immerge partiellement dans un liquide visqueux, comme indiqué sur la figure 2.

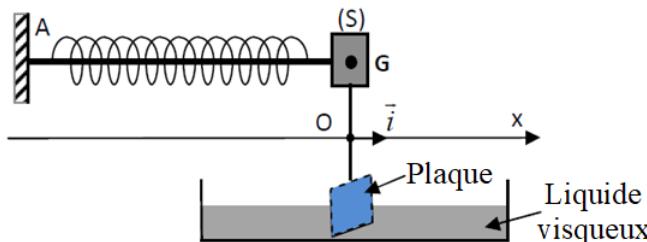


Figure 2

- On néglige les masses de la tige et de la plaque devant la masse du solide (S) ;
- On repère la position de G sur l'axe ( $O, x$ ) à l'instant  $t$ , par l'abscisse  $x$  ;
- La position  $G_0$  de G à l'équilibre, coïncide avec l'origine O de l'axe ( $O, x$ ) ;
- On étudie le mouvement de G dans un repère terrestre supposé galiléen ;
- On choisit la position  $G_0$  comme état de référence de l'énergie potentielle d'élasticité de l'oscillateur, et le plan horizontal passant par G comme état de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.
- Le ressort est non déformé à l'équilibre.

On écarte le solide (S) de sa position d'équilibre, d'une distance  $d$  et on le lâche sans vitesse initiale. Une carte d'aquisition informatique permet de tracer les variations de l'abscisse de G en fonction du temps. (Figure 3)

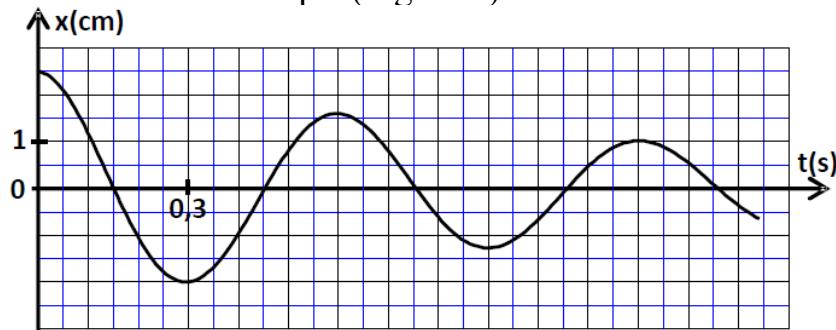


Figure 3

- |     |   |
|-----|---|
| 0,5 | 1- Quel régime des oscillations mis en évidence par la courbe de la figure 3 ?  |
| 1   | 2- En calculant la variation de l'énergie potentielle d'élasticité de l'oscillateur entre les instants $t_0 = 0$ et $t_1 = 1,2 \text{ s}$ , trouver le travail $W(\vec{F})$ de la force de rappel appliquée par le ressort entre ces deux instants. |
| 1   | 3- Déterminer la variation de l'énergie mécanique $\Delta E_m$ du système entre les instants $t_0$ et $t_1$ . Donner une explication du résultat obtenu.  |