

|  |   |  |
|--|---|--|
| REPUBLIQUE TUNISIENNE<br>MINISTRE DE L'EDUCATION<br>ET DE LA FORMATION | SESSION<br>PRINCIPALE                   | EXAMEN DU BACCALAURÉAT<br>SESSION DE JUIN 2009 |
| SECTIONS :   | MATHÉMATIQUES + SCIENCES EXPERIMENTALES | COEF. : 4                                      |
|  | SCIENCES TECHNIQUES                     | COEF. : 3                                      |
| EPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES   |   | DURÉE : 3 heures                               |

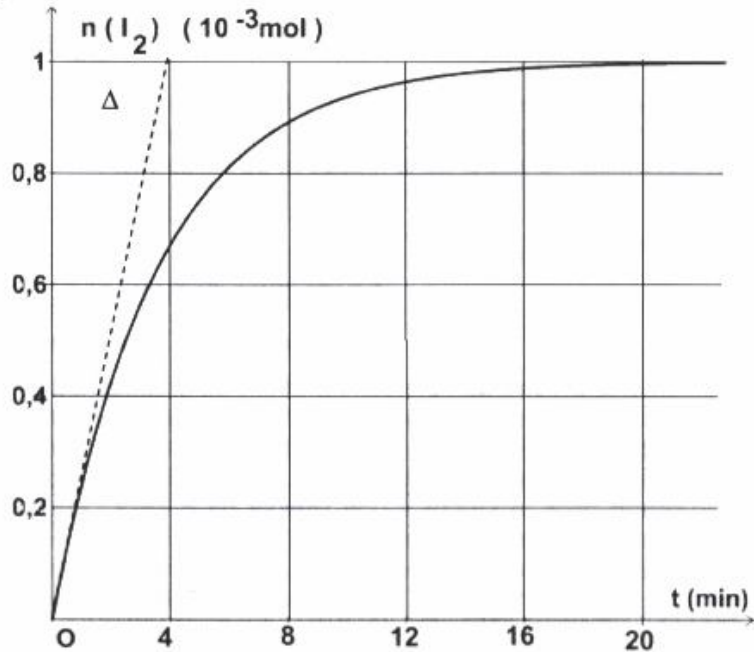
## CHIMIE (7points)

### Exercice 1 (3 points)

On mélange une solution aqueuse de peroxydisulfate de potassium  $K_2S_2O_8$  de concentration molaire  $C_1$  et de volume  $V_1 = 20 \text{ mL}$  avec une solution aqueuse d'iodure de potassium KI de concentration molaire  $C_2 = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$  et de volume  $V_2 = 10 \text{ mL}$ . Il se produit alors la réaction totale d'équation :  $S_2O_8^{2-} + 2I^- \rightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$ .

Dans le but de faire une étude cinétique de cette réaction, on déclenche un chronomètre juste à l'instant où on réalise le mélange et on fait régulièrement des dosages du diiode  $I_2$  formé, ce qui a permis de tracer la courbe de la figure ci-contre.

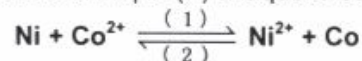
- Déterminer en quantités de matière, la composition du système à l'état final, en fonction de l'avancement final  $x_f$  de la réaction.
- Déterminer graphiquement la valeur de l'avancement final  $x_f$ .
  - Montrer que l'iodure de potassium ne peut pas être le réactif limitant.
  - Calculer la concentration  $C_1$ .
- Définir la vitesse de la réaction.
  - Déterminer graphiquement l'instant où cette vitesse est maximale. Calculer cette vitesse.



Δ: tangente à la courbe à  $t = 0$

### Exercice 2 (4 points)

On réalise à  $25^\circ\text{C}$ , une pile électrochimique (P) à laquelle est associée l'équation :



- Schématiser la pile (P) et donner son symbole.
- L'ayant fermée sur un circuit extérieur, la pile (P) devient usée lorsque les concentrations en  $\text{Ni}^{2+}$  et en  $\text{Co}^{2+}$  deviennent respectivement égales à  $24,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  et à  $0,113 \text{ mol.L}^{-1}$ .
  - Calculer la constante d'équilibre relative à la réaction (1) et en déduire la valeur de celle relative à la réaction (2).
  - Calculer la force électromotrice normale  $E^\circ$  de la pile (P) et comparer les pouvoirs réducteurs du nickel Ni et du cobalt Co.
  - En supposant que les concentrations initiales en  $\text{Ni}^{2+}$  et en  $\text{Co}^{2+}$  sont égales, déterminer parmi les réactions (1) et (2) celle qui a rendu la pile usée.

3. En réalité, la mesure de la tension à vide ( $V_{Co} - V_{Ni}$ ) aux bornes de la pile (P) donne la valeur  $U_0 = 0,01 \text{ V}$ . Les volumes des solutions dans les deux compartiments de la pile sont égaux.
- Montrer que c'est la réaction (1) qui se produit spontanément et en déduire que les concentrations initiales  $[Ni^{2+}]_0$  et  $[Co^{2+}]_0$  sont telles que :  $[Ni^{2+}]_0 < [Co^{2+}]_0$ .
  - Dresser le tableau d'avancement relatif à la réaction (1) et en déduire que l'avancement volumique final  $y_f$  et la concentration finale  $[Ni^{2+}]_f$  sont tels que :  $[Ni^{2+}]_f \approx 2,06.y_f$ .
  - Sachant que  $[Ni^{2+}]_f = 24.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ , déterminer les concentrations initiales  $[Ni^{2+}]_0$  et  $[Co^{2+}]_0$ .

## PHYSIQUE (13 points)

### Exercice 1 (6 points)

Les parties I et II sont indépendantes.

On réalise le montage schématisé sur la figure 1 et comportant :

- un générateur délivrant entre ses bornes une tension constante  $E = 5 \text{ V}$ ,
- un condensateur de capacité  $C$  ne portant aucune charge,
- une bobine d'inductance  $L$  et de résistance supposée nulle,
- un résistor de résistance  $R_1 = 50 \text{ k}\Omega$ ,
- un résistor de résistance  $R_2 = 100 \Omega$ ,
- un commutateur  $K$ .

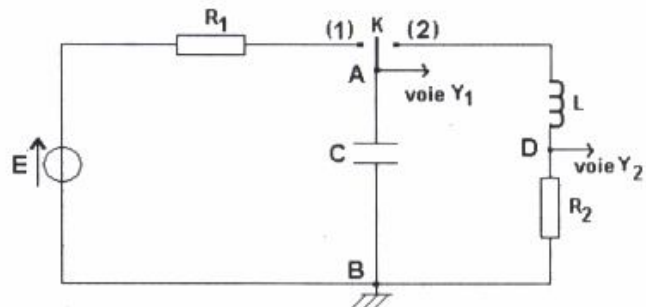


Figure 1

Avec un oscilloscope à mémoire, on suit au cours du temps l'évolution de la tension  $u_C = u_{AB}$  aux bornes du condensateur.

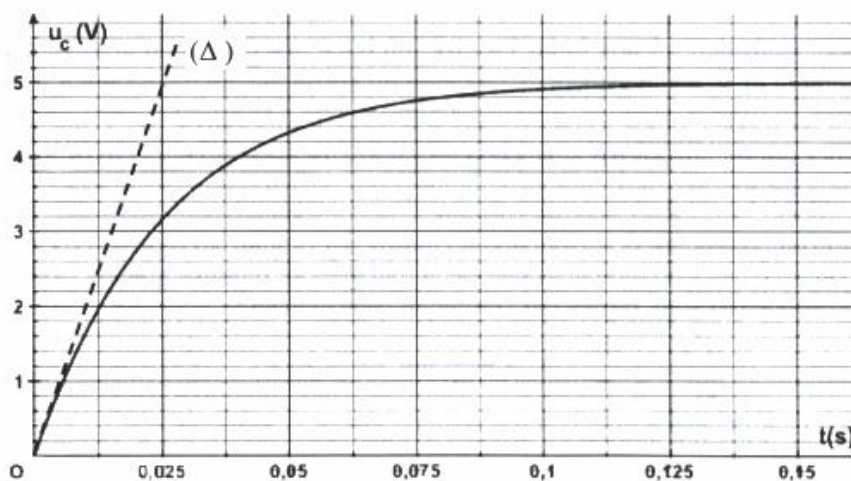
I- A un instant pris comme origine du temps, on place le commutateur  $K$  en position (1).

- Préciser le phénomène physique qui se produit au niveau du condensateur.
- Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension  $u_C$  au cours du temps. On indiquera sur un schéma clair, les différentes tensions ainsi que le sens positif choisi pour le courant.

c) Vérifier que  $u_C = E \left( 1 - e^{-\frac{t}{R_1 C}} \right)$  est une solution de l'équation différentielle établie précédemment.

2. Le graphe de la figure 2 représente l'oscillogramme obtenu sur la voie  $Y_1$  de l'oscilloscope.

- Déterminer graphiquement la constante de temps  $\tau$  du dipôle  $R_1 C$ . En déduire la valeur de la capacité  $C$  du condensateur.
- Calculer la valeur de  $u_C$  à  $t = 50 \text{ ms}$ . Préciser si le condensateur est complètement chargé à cet instant  $t = 50 \text{ ms}$ ? Justifier la réponse.



$\Delta$  : tangente à la courbe à  $t = 0$

Figure 2

II- Le condensateur étant complètement chargé, on bascule le commutateur K en position (2). Les chronogrammes de la figure 3 représentent les oscillogrammes obtenus simultanément sur les deux voies de l'oscilloscope.

1. Identifier les courbes 1 et 2. Justifier la réponse.
2. a) A l'aide de l'un des graphes de la figure 3, montrer que le circuit  $R_2LC$  série est le siège d'oscillations libres amorties de pseudopériode  $T$  que l'on déterminera.  
b) En déduire la valeur de l'inductance  $L$  de la bobine sachant que  $T$  est pratiquement égale à la période propre  $T_0$  du circuit  $R_2LC$  série et que  $C = 0,5 \mu F$ . Pour ce calcul, on prendra  $\pi^2 = 10$ .
3. a) Calculer graphiquement la valeur de l'énergie totale du circuit  $R_2LC$  série respectivement aux instants  $t_0 = 0$  s,  $t_1$  et  $t_2$ .  
b) En déduire si le circuit  $R_2LC$  série est un système conservatif ou bien non conservatif.  
c) Calculer l'énergie dissipée par effet Joule dans le circuit  $R_2LC$  série entre les instants  $t_1$  et  $t_2$ .

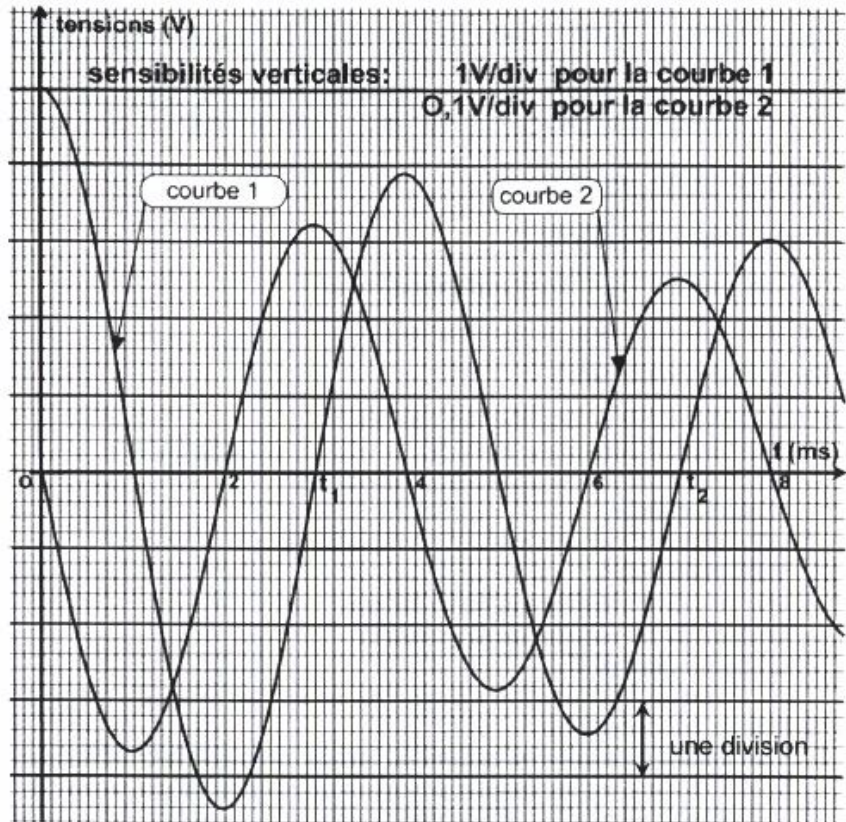


Figure 3

### Exercice 2 (4,25 points)

Un solide (S) de masse  $m$  est fixé à l'une des extrémités d'un ressort (R) à spires non jointives, de masse négligeable, de raideur  $k = 25 \text{ N.m}^{-1}$  et dont l'autre extrémité est fixe. Le solide (S) est assujéti à se déplacer suivant l'axe du ressort (R) maintenu fixe et horizontal, tout en étant soumis à des frottements visqueux équivalents à une force  $\vec{f} = -h\vec{v}$ , où  $h$  est une constante positive appelée coefficient de frottement et  $\vec{v}$  est la vitesse instantanée du solide (S). on donne  $h = 1,4 \text{ N.s.m}^{-1}$ .

On applique au solide (S) une force excitatrice  $\vec{F} = (1,1.\sin 2\pi Nt). \vec{i}$ , où  $\vec{i}$  est le vecteur directeur unitaire de l'axe du ressort (R) et  $N$  est la fréquence réglable de l'excitateur. Le solide (S) se met à osciller suivant  $(O, \vec{i})$ , de part et d'autre de la position d'équilibre O de son centre d'inertie G.

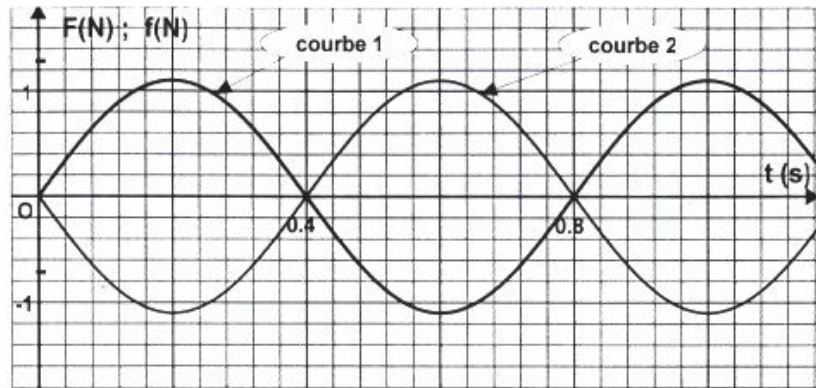
On désigne par  $x(t)$  l'élongation de G en fonction du temps par rapport au repère  $(O, \vec{i})$ .

1. a) Par application de la relation fondamentale de la dynamique, montrer que les oscillations du centre d'inertie G du solide (S) sont régies par l'équation différentielle :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{1}{\tau} \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = \frac{F}{m}, \text{ où } \tau = \frac{m}{h} \text{ et } \omega_0^2 = \frac{k}{m}.$$

- b) Cette équation différentielle admet comme solution  $x(t) = X_m \sin(2\pi Nt + \varphi_x)$ .

- De quel régime d'oscillations s'agit-il ? Justifier la réponse.
2. La fréquence  $N$  de l'excitateur étant fixée à une valeur particulière  $N_1$ , on trace avec un dispositif approprié, les chronogrammes de la figure ci-contre ; l'un représente l'évolution de  $F$  et l'autre représente celle de  $f$  au cours du temps.



- a) Déterminer parmi les courbes (1) et (2) celle qui représente  $F(t)$ .
- b) A l'aide des deux courbes (1) et (2), déterminer :
- la valeur  $N_1$  de la fréquence de l'excitateur,
  - la valeur de l'amplitude  $f_m$  de la force de frottement  $\vec{f}$ ,
- En déduire la valeur de  $X_m$  et celle de  $\varphi_x$ .

- c) Montrer qu'à tout instant  $t$ ,  $x(t)$  vérifie la relation :  $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 \cdot x = 0$

En déduire que l'oscillateur  $\{(S), (R)\}$  est en résonance de vitesse.  
Montrer que son énergie totale  $E$  est constante.

- d) Déterminer la valeur de la masse  $m$  du solide (S).

## Exercice 3 (2,75 points)

### Etude d'un document scientifique

#### Quand la Terre tremble...

Quand la Terre tremble, les vibrations se propagent dans toutes les directions à partir du foyer du tremblement de terre situé dans les profondeurs de la couche terrestre. Les vibrations sont initialement de deux types : celles qui compriment et détendent alternativement les roches à la manière d'un accordéon et celles plus destructrices qui les cisailent. Les premières, les plus rapides (appelées ondes P), voyagent dans la croûte à une vitesse de  $6 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$  environ, mais peuvent être ralenties dans les roches peu consolidées. Les secondes (appelées ondes S) sont, à cause des propriétés élastiques des roches, systématiquement deux fois plus lentes mais environ cinq fois plus fortes que les premières. Ainsi, lors d'un séisme lointain, ayant ressenti l'onde P, on peut anticiper l'arrivée des ondes S.

Les ondes P vibrent dans leur direction de propagation, elles soulèvent ou affaissent le sol, tandis que les ondes S vibrent perpendiculairement et nous secouent horizontalement.

Heureusement, lors de leur voyage à travers les sous sol, les ondes perdent de leur énergie. En s'éloignant du foyer, elles s'amortissent et leurs effets s'atténuent. Voilà pourquoi les séismes superficiels, trop proches pour être affaiblis, sont les plus destructeurs.

*D'après la revue « La Recherche »*

#### Questions

1. Relever du texte deux passages qui montrent que l'auteur confond entre vibrations et ondes.
2. Pour chacune des ondes sismiques S et P, relever du texte une phrase qui montre si elle est transversale ou bien longitudinale.
3. Expliquer pourquoi lors d'un séisme, les ondes S nous secouent horizontalement.