

# DEVOIR DE SYNTHÈSE

## Section : sciences techniques

Epreuve : Sciences physiques

Prof : Foued Bahlous

Durée : 3 heures

Classe : 4T2

Coefficient : 4

### CHIMIE (7points)

#### EXERCICE N°1 (3,5pts)

Dans une enceinte de volume constant  $V = 2 \text{ L}$ , on introduit **1,5 moles** de chlorure d'hydrogène gazeux et **0,3 mole** de dioxygène gazeux à la température  $T$ , La réaction ainsi réalisée est limitée et elle est schématisée par l'équation :



- 1- A l'équilibre chimique, il se forme **0,16 mole** de vapeur d'eau.
  - 1.a- Montrer que les nombres de mole de dichlore, de dioxygène et de chlorure d'hydrogène présents à l'équilibre sont respectivement **0,16 mole**; **0,22 mole** et **1,18 mole**.
  - 1.b- En déduire la valeur de la constante d'équilibre  $K$ .
  - 1.c- Calculer le taux d'avancement final de la réaction. Ce résultat est-il en accord avec la nature de la réaction.
- 2- On répète l'expérience précédente mais à une température  $T' > T$ . Un nouvel état d'équilibre s'établit lorsque **17,2 %** du chlorure d'hydrogène initial ont été consommés : c'est à dire  $\tau'_f = 17,2 \cdot 10^{-2}$ 
  - 2.a- Déterminer la nouvelle composition du mélange à l'équilibre .
  - 2.b- Calculer la nouvelle valeur de la constante d'équilibre  $K'$  à la température  $T'$ .
  - 2.c- Que peut-on conclure quant au caractère énergétique de la réaction étudiée. Justifier la réponse.
- 3- La température étant maintenue constante, quel est l'effet d'une augmentation de la pression
  - a- sur la valeur de la constante d'équilibre ?
  - b- sur l'équilibre du système chimique ?

#### EXERCICE N°2 (3,5pts)

Par dissolution de deux acides  $A_1H$  et  $A_2H$  dans l'eau on obtient deux solutions ( $S_1$ ) et ( $S_2$ ) de concentrations respectives  $C_1 = 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$  et  $C_2 > C_1$ . A la température de  $25^\circ \text{ C}$  les deux solutions ont le même  $\text{pH} = 3$

- 1) Rappeler la définition de  $\text{pH}$  d'une solution aqueuse.
- 2) a- Calculer la molarité des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  dans chacune des deux solutions  
b- Déduire que  $A_1H$  est un acide fort et que  $A_2H$  est un acide faible.  
c- Ecrire les équations de dissolution de chaque acide dans l'eau.
- 3) Sachant que l'expression du  $\text{pH}$  d'une solution aqueuse d'un acide faible est :  $\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_a - \log C)$

Calculer la concentration molaire  $C_2$  de ( $S_2$ ). On donne :  $\text{p}K_a(A_2H/A_2^-) = 4,8$ .

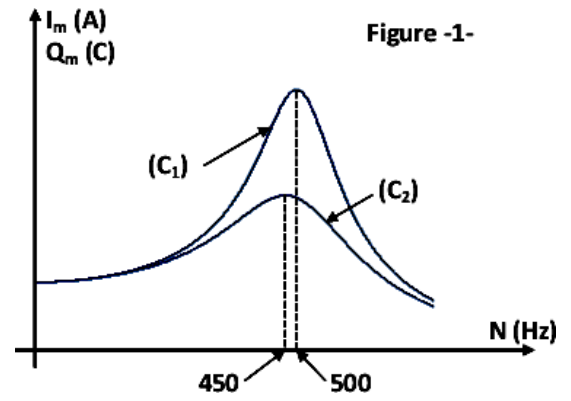
- 4) On prélève  $V_1 = 10 \text{ mL}$  de ( $S_1$ ) et on le dilue  $p$  fois pour préparer une solution ( $S_1'$ ) de concentration molaire  $C_1'$ . On remarque que le  $\text{pH}$  varie de  $0,3$ .
  - a- Donner la relation entre  $C_1'$ ,  $C_1$  et  $p$ .
  - b- Dire si cette variation est une augmentation ou diminution.
  - c- Etablir la relation entre  $\text{pH}$ ,  $\text{pH}'$  et  $p$ . En déduire la valeur de  $\text{pH}'$ .

### PHYSIQUE (11points)

#### EXERCICE N°1 (5,5pts)

Un circuit électrique comporte, en série, une bobine d'inductance  $L$  et de résistance interne  $r$ , un condensateur de capacité  $C = 10 \mu\text{F}$  et un conducteur ohmique de résistance  $R$ . L'ensemble est alimenté par un générateur basses fréquences qui délivre une tension sinusoïdale :  $u(t) = U_m \sin(2\pi N.t)$  de fréquence  $N$  variable.





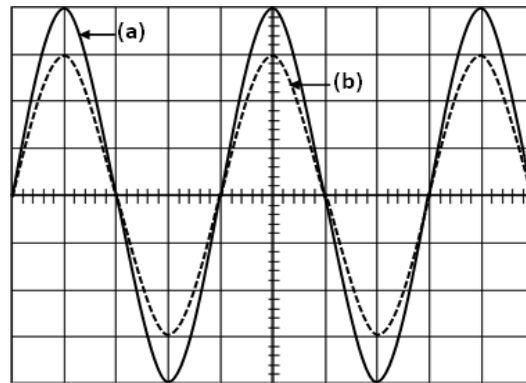
- 1) Dans une première expérience, on fait varier la fréquence  $N$  du générateur et on détermine l'amplitude  $I_m$  de l'intensité du courant et l'amplitude  $Q_m$  de la charge du condensateur. Cette expérience nous a permis de tracer les courbes  $(C_1)$  et  $(C_2)$  de la figure -1-, ci-contre, traduisant :  $Q_m = f(N)$  et  $I_m = g(N)$ .

On rappelle que la fréquence de résonance de charge est donnée par la relation (1) suivante :

$$N_r = \sqrt{N_0^2 - \frac{(R + r)^2}{8 \pi^2 L^2}} \quad (1), \text{ avec } N_0 \text{ la fréquence propre du circuit RLC.}$$

- Identifier les deux courbes  $(C_1)$  et  $(C_2)$ . Justifier la réponse.
- Déduire-en justifiant- à partir de la figure -1- la valeur de  $N_0$  ainsi que celle de  $N_r$ .
- Calculer l'inductance  $L$  de la bobine.
- À l'aide de la relation (1), montrer que la résistance totale du circuit est :  $(R + r) \approx 195 \Omega$ .
- Calculer le facteur de surtension du circuit.

- 2) Dans une deuxième expérience, on branche au circuit précédent un oscilloscope permettant de visualiser les tensions  $u(t)$  et  $u_R(t)$ . Pour une fréquence  $N$  du GBF, on obtient les oscillogrammes de la figure -2-.



$D_V = 1 \text{ V} \cdot \text{div}^{-1}$   
 $D_H = 0,5 \text{ ms} \cdot \text{div}^{-1}$

Figure -2-

- Faire le schéma du circuit et préciser les branchements de l'oscilloscope.
- Montrer que l'oscillogramme (a) représente l'évolution de la tension  $u$  au cours du temps.
- Dans quel état particulier se trouve le circuit ? Justifier la réponse.
- Retrouver la valeur de l'inductance  $L$  de la bobine.

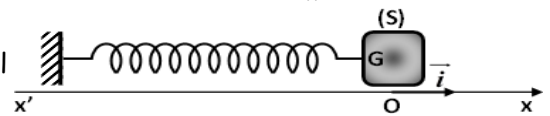
- e) Montrer que  $\frac{R+r}{R} = \frac{4}{3}$

- 3) a) Calculer les valeurs des résistances  $R$  et  $r$ .

b) Calculer la puissance électrique moyenne consommée par le dipôle RLC à la fréquence  $N$ .

### EXERCICE N°2(5,5pts)

Un pendule élastique est formé par un solide  $(S)$  de masse  $m$  attaché à l'une des extrémités d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur  $k$ . L'ensemble est disposé sur un plan horizontal supposé parfaitement lisse comme l'indique la figure ci-contre.



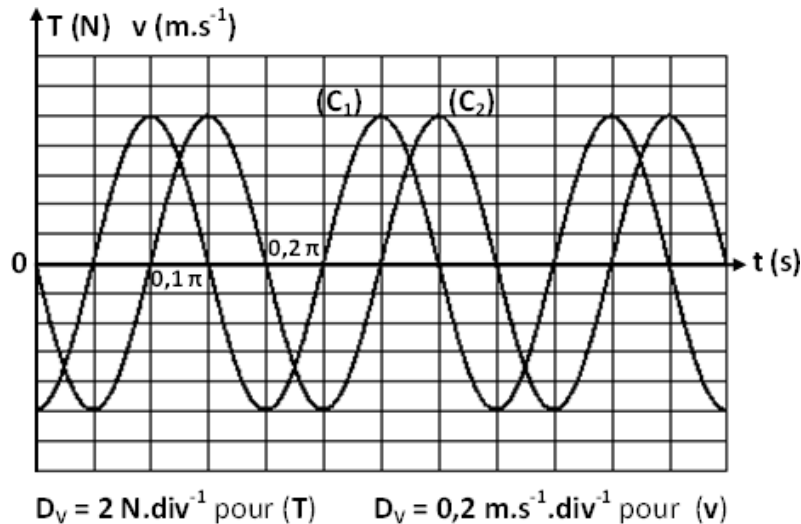
Lorsque le solide est au repos son centre d'inertie  $G$  coïncide avec l'origine du repère  $(O, i)$ . Écarté de sa position d'équilibre, puis abandonné, à  $t = 0$  s, le solide se met à osciller sans frottement de part et d'autre du point  $O$ . On désigne par  $x(t)$  l'abscisse du centre d'inertie  $G$  et  $v(t)$  sa vitesse à un instant de date  $t$ .

- En appliquant le théorème du centre d'inertie établir l'équation différentielle reliant  $x(t)$  à sa dérivée seconde par rapport au temps. Déduire la nature du mouvement de  $G$ .
- Montrer que la tension du ressort  $T(t)$  du ressort évolue au cours du temps en quadrature avance de phase par rapport à la vitesse  $v(t)$ .
- À l'aide d'un dispositif approprié, on enregistre l'évolution temporelle de la tension  $T(t)$





et celle de la vitesse  $v(t)$ , on obtient alors les courbes ci-dessous :



- Identifier les deux courbes  $(C_1)$  et  $(C_2)$ .
  - Déduire les amplitudes  $T_m$ ,  $V_m$  respectivement de  $T(t)$  et  $v(t)$ .
  - Calculer la pulsation propre  $\omega_0$  du pendule élastique et déduire l'amplitude  $X_m$  de l'élongation  $x(t)$ .
  - Déterminer la phase initiale  $\varphi_x$  de  $x(t)$ .
  - Déterminer les valeurs de  $k$  et  $m$ .
- Donner l'expression de l'énergie mécanique  $E$  du système {solide + ressort} en fonction de  $x$ ,  $v$ ,  $k$  et  $m$ .
    - Montrer que cette énergie se conserve et calculer sa valeur.
  - En réalité le système {solide + ressort} est soumis à des frottements visqueux. On supposera qu'au cours d'une pseudo-période l'énergie mécanique diminue à chaque fois de **25%** de sa valeur. Déterminer l'amplitude  $X_m$  de l'élongation  $x(t)$  après cinq oscillations.

### **EXERCICE N°3 (2pts)**

#### **Étude d'un document scientifique**

##### *L'analogie électromécanique*

L'analogie électromécanique est une apparence de similitude entre les grandeurs électriques et mécaniques induite par l'observation des oscillateurs en électricité et en mécanique et par la grande ressemblance entre les équations décrivant l'évolution de ces deux types de systèmes.

Il est relativement simple de concevoir un circuit électrique pour lequel on peut ajuster les valeurs de L, R et C. Il est en revanche plus compliqué d'étudier un système mécanique en faisant varier les valeurs de m, h et k : à chaque essai, il faudrait faire varier l'objet sollicité (la masse), le couple de matériaux de l'amortisseur (coefficient de frottement) et le ressort (raideur). On peut donc concevoir un circuit RLC avec des composants à caractéristiques variables, obéissant à une équation différentielle similaire au système mécanique.

L'analogie électromécanique est également intéressante pour l'étude des cristaux piézoélectriques. En effet, un cristal peut vibrer, et cette vibration mécanique peut se représenter par un système masse-ressort. Et le cristal est également un composant électrique dont le comportement peut se représenter par un circuit RLC. On peut donc représenter le comportement électro-mécanique du cristal par deux circuits RLC : l'un représentant effectivement le comportement électrique, l'autre le comportement mécanique. Cela permet d'étudier le couplage entre les deux effets,

D'après : wikipédia

#### **Questions :**

- Définir le terme analogie électromécanique?
- Expliquer pourquoi on a souvent recours à faire des analogies électromécaniques
  - faire l'analogie entre les grandeurs soulignées dans le texte.
- Citer un exemple où l'analogie électromécanique est indispensable.









