**Lycée Hédi Chaker**
**Sfax**

**Devoir de contrôle N°2**
**Février 2010**

*Classe* : $4^{ème}$ **Math 1**

*Durée* : **2 Heures**

*Prof : Abdmouleh Nabil*

SCIENCES PHYSIQUES

L'épreuve comporte **deux exercices de chimie** et **deux exercices de physique** répartis sur **quatre pages** numérotées de **1/4** à **4/4**.

**Chimie** : - Loi de modération.
- Force des acides (bases).

**Physique** : - Oscillations électriques forcées (RLC).
- Oscillations mécaniques libres.

## CHIMIE (7 points)

### Exercice n°1 (3,75 points)

Dans une enceinte de volume **V = 0,7 L** préalablement vide, on mélange **0,8 mol** de dioxyde de soufre $SO_{2(gaz)}$ et **1.2 mol** de dioxygène $O_{2\,(gaz)}$ à une température $\theta_1 = 477°C$. Le système chimique ainsi obtenu est le siége d'une transformation chimique au cours de laquelle il se forme le trioxyde de soufre $SO_{3(gaz)}$. La réaction chimique qui modélise cette transformation est schématisée par l'équation suivante :

$$2\,SO_{2(gaz)} + O_{2(gaz)} \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftharpoons}} 2\,SO_{3(gaz)}$$

**1.** Le taux d'avancement final de la réaction étudiée est $\tau_f = 0,5$.

**a. Déterminer** l'avancement final $x_f$ de la réaction. **En déduire** la composition molaire du mélange quand l'équilibre chimique dynamique est atteint.

**b. Calculer** la valeur de la constante d'équilibre $K_1$ relative à la réaction étudiée.

**2.** A pression constante et à la température $\theta_2 = 417°C$, un nouvel état d'équilibre s'établit. La constante d'équilibre a une nouvelle valeur $K_2 = 1,4$.

**a. Dire**, en le justifiant, si la diminution de la température défavorise la disparition de dioxyde de soufre.

**b. Préciser** le caractère énergétique de la réaction de formation du trioxyde de soufre.

**3. Indiquer**, en justifiant la réponse, l'effet d'une diminution de la pression à température constante sur l'état d'équilibre.

### Exercice n°2 (3,25 points)

**Toutes les solutions sont à la température de 25°C pour laquelle $k_e = 10^{-14}$.**

**Concentration molaire de l'eau : $[H_2O] = 55,55\ mol.L^{-1}$**

A la température $\theta = 25°C$, on fait réagir **1,5 mol** d'une base $(CH_3COO^-)$ avec **2,2 mol** d'un acide $(HNO_2)$. Le système chimique ainsi formé est le siège d'une réaction chimique limitée.

1. **Ecrire** l'équation de la réaction chimique. **En déduire** les symboles des couples acide/base mis en jeu.
2. **Donner** l'expression de la constante d'équilibre **K** de la réaction étudiée.
3.
   a. A l'équilibre chimique dynamique, le mélange renferme **0,4 mol** de $(CH_3COO^-)$. **Montrer** que $K = 2{,}75$
   b. **Comparer,** en justifiant la réponse, la force des entités chimiques $CH_3COOH$ et $HNO_2$.
4.
   a. **Exprimer** $pK_{a1}$ du couple acide/base contenant $HNO_2$ en fonction de **K** et $pK_{a2}$ du couple acide/base contenant $CH_3COO^-$. **Calculer** sa valeur sachant que $pK_{a2} = 3{,}75$.
   b. **Comparer** la force des acides $H_3O^+$, $H_2O$ et $HNO_2$

## *PHYSIQUE* *(13 points)*

### *Exercice n°1* *(6,75 points)*

Un circuit RLC série est constitué par une bobine d'inductance **L** et de résistance **r**, un conducteur ohmique de résistance **R** variable et un condensateur de capacité **C**. Un générateur de basses fréquences maintient aux bornes de ce circuit, une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U_{max} \sin(2\pi Nt)$ de fréquence **N** réglable et de valeur maximale $U_{max}$ constante.

1. **Schématiser** le circuit électrique ainsi que les connexions à un oscilloscope bicourbe pour observer la tension **u** sur la **voie-1-** et la tension $u_c$ aux bornes du condensateur sur la **voie-2-**.
2. L'intensité $i(t) = I_{max} \sin(2\pi Nt + \varphi_i)$ du courant électrique circulant dans le circuit est une solution de l'équation différentielle suivante : $u(t) = L\dfrac{di(t)}{dt} + (r + R)\,i(t) + \dfrac{1}{C}\displaystyle\int i(t)$

   a. **Faire** la construction de Fresnel dans le cas où $2\pi NL > \dfrac{1}{2\pi NC}$.

   b. **Montrer que :** $I_{max} = \dfrac{U_{max}}{\sqrt{(R+r)^2 + (2\pi NL - \dfrac{1}{2\pi NC})^2}}$ **En déduire** l'expression de l'impédance électrique **Z** du circuit RLC série.

3. On règle la fréquence **N** du générateur à la valeur $N_1$ et pour les résistances $R_1 = 120\,\Omega$ et $R_2 = 180\,\Omega$ de **R**, l'impédance électrique **Z** vaut respectivement $Z_1 = 181{,}3\,\Omega$ et $Z_2 = 230{,}8\,\Omega$.

   a. **Exprimer** **r** en fonction de $Z_1$, $Z_2$, $R_1$ et $R_2$, et **vérifier** que $r = 20\,\Omega$

   b. **Montrer** que la fréquence $N_1$ est différente de la fréquence propre $N_o$ des oscillations électriques libres non amorties.

4. Pour la fréquence $N_1$ et la résistance $R_2$, on observe sur l'écran de l'oscilloscope les courbes (a) et (b) de la **figure-1-**.

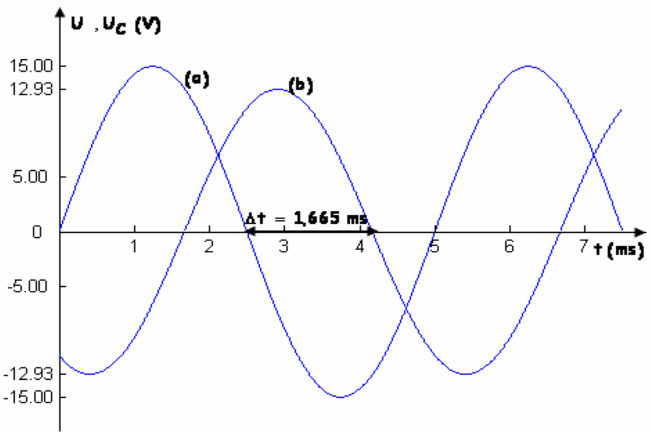


**Figure-1-**

a. **Montrer** que la courbe (b) correspond à la tension $u_C(t)$.

b. **Déterminer** $U_{max}$, $N_1$ et $\varphi_C$ phase initiale de la tension $u_C(t)$. **En déduire** la valeur de $I_{max}$ et le caractère inductif ou capacitif du circuit $R_2LC$.

c. **Calculer** la puissance électrique moyenne absorbée par le circuit $R_2LC$.

d. **Calculer** $C$ et $L$. **En déduire** la valeur de $N_0$.

5. On fait varier la fréquence $N$ du générateur et pour une fréquence $N_2$ de $N$, le facteur de puissance est égal à l'unité.

a. **Prouver** que le circuit $R_2LC$ est dans un état de résonance d'intensité.

b. **Calculer** le facteur de surtension $Q$ du circuit $R_2LC$. **En déduire** s'il y a un phénomène de surtension aux bornes du condensateur.

## *Exercice n°2* *(6,25 points)*

Un pendule élastique disposé horizontal comme l'indique la **figure-2-** 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.

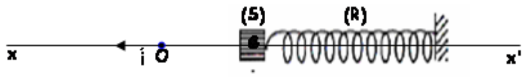


Figure-2-

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) occupe la position $O$ et son élongation est, à chaque instant, donnée par $x(t) = \overline{OG}$.

## *Partie A*

**On néglige tous types de frottements.**

On écarte (S) de sa position de repos. Quand la valeur algébrique de la tension du ressort prend la valeur $T_i = -2{,}56\,N$, on le lâche à lui même à un instant pris comme origine des temps.

1. Soit $T$ la valeur algébrique de la tension $\vec{T}$ du ressort. **Montrer** que la variation de $T$ est, aux cours du temps, régit par l'équation différentielle :

$$\frac{d^2T}{dt^2} + \frac{k}{m}T = 0.$$

**En déduire** que le centre d'inertie $G$ effectue un mouvement rectiligne sinusoïdal par rapport au repère $R(O,\vec{i})$, de période propre $T_0$ qu'en **exprimera** en fonction de $K$ et $M$.

2. Un dispositif d'enregistrement des oscillations de (S) permet d'obtenir le diagramme de la **figure-3-** qui correspond aux variations de l'élongation $x(t)$ en accord avec l'équation $x(t) = X_{max}\sin(2.\pi.N_0.t + \varphi_x)$.

a. En se servant de la courbe de variation de l'élongation $x$ en fonction du temps, **déterminer** $X_{max}$, $N_0$ et $\varphi_x$

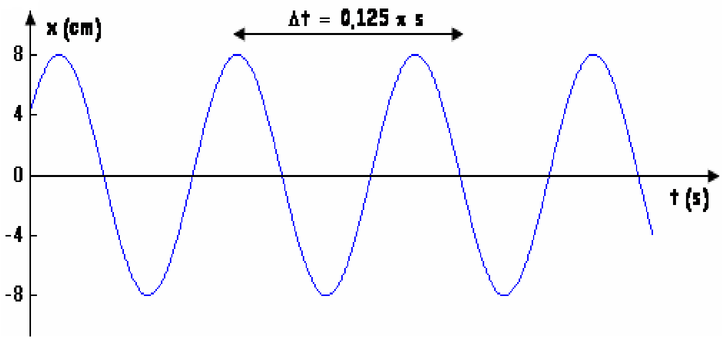


Figure-3-

b. **Montrer** que $K = 64\,N.m^{-1}$. **En déduire** la valeur de $M$ et celle de l'énergie potentielle élastique $E_P$ emmagasinée par le ressort à l'origine des temps.

c. **Donner** l'expression de $T(t)$ valeur instantanée de la tension du ressort et **représenter** ses variations dans l'intervalle de temps compris entre $0$ et $2{,}5\ T_o$.

3.

a. **Etablir** que, à une date quelconque, l'énergie mécanique $E$ de ce pendule peut s'écrire sous la forme :

$$E = \frac{M}{2.K^2}\left\{\omega_o^2\ T^2(t) + \left(\frac{dT}{dt}\right)^2\right\}$$ avec $\omega_o$ la pulsation propre des oscillations mécaniques.

b. **Montrer** que l'énergie mécanique de ce pendule se conserve. **En déduire** sa valeur.

## *Partie B*

En réalité, 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. **Exprimer** $f$ en fonction de $h$, $K$ et $\frac{dT}{dt}$ puis **établir** l'équation différentielle qui régit les variations de $T$ aux cours du temps.

2. A l'aide d'un système d'acquisition de données et un logicielle appropriés, un ordinateur affiche sur son écran le graphe de **figure-4-** représentant les variations de $x$ au cours du temps.

a. **Quel régime** d'oscillation mécanique montre le graphe de la **figure-4-** ? **Justifier** la réponse.

b. **Expliquer** la diminution graduelle de l'énergie mécanique de ce pendule. **Sous quelle forme** cette énergie est dissipée ?

c. **Déterminer** la valeur moyenne de la pseudo période $T'$.

3. **Calculer** la perte d'énergie mécanique entre les dates $0{,}5\,T'$ et $4\,T'$. **Indiquer**, en le justifiant, comment peut-on minimiser cette perte ?

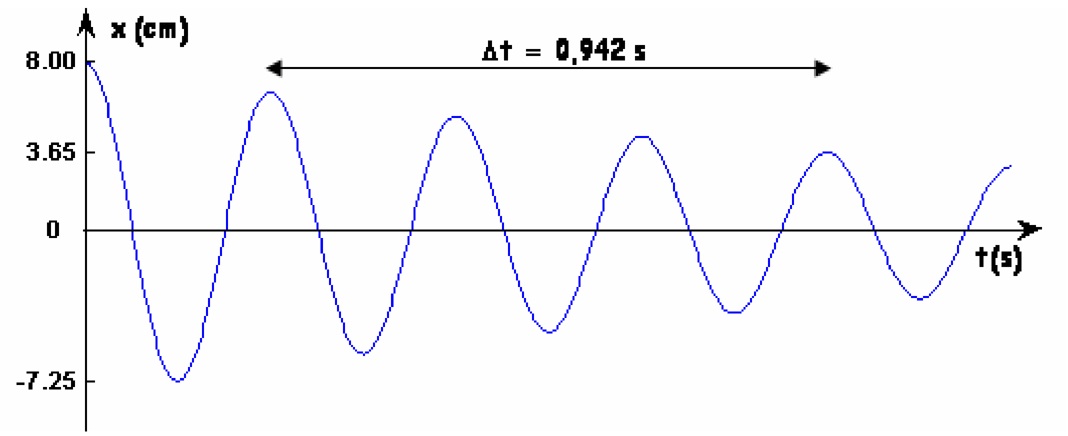


**Figure-4-**