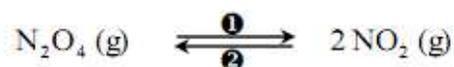


## Partie Chimie (9 points)

Exercice n°1 (4 points)

On considère la réaction chimique modélisée par l'équation suivante :



Dans une enceinte de volume  $V$  on introduit, à température  $\theta_1 = 60^\circ\text{C}$ , 0,4 mole de tétraoxyde de diazote  $\text{N}_2\text{O}_4$ . Lorsque l'équilibre chimique s'établit, le nombre finale de  $\text{N}_2\text{O}_4$  est  $n_{\text{if}} = 2,5 \cdot 10^{-2}$  mole.

1°) a- Déterminer, à la température  $\theta_1$ , le nombre de mole de dioxyde d'azote à l'équilibre chimique.

b- Déterminer le taux d'avancement final de la réaction.

2°) A partir de l'état d'équilibre, on amène le mélange à une température  $\theta_2 = 25^\circ\text{C}$ . On constate que la couleur du mélange devient plus claire.

a- Justifier que l'équilibre est déplacé spontanément dans le sens **2**.

b- En déduire le caractère énergétique de la réaction de dissociation de  $\text{N}_2\text{O}_4$

(On rappelle que  $\text{N}_2\text{O}_4$  est incolore ;  $\text{NO}_2$  est jaune brun).

3°) Le système étant en équilibre à la température  $\theta_2$ .

Préciser l'effet d'une diminution de la pression sur:

a- la couleur du mélange ;

b- La valeur de taux d'avancement  $\tau$

## Exercice n°02(5 points)

*On donne :*

Couple acide base	$\text{H}_2\text{S}/\text{HS}^-$	$\text{NH}_3\text{OH}^+/\text{NH}_2\text{OH}$	$\text{HOCN}/\text{B}$	$\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$	$\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$
$k_a$	$10^{-7,04}$	$10^{-6}$	$10^{-3,66}$	$10^{-9,25}$	$10^{1,74}$

1°) Donner la formule de la base conjugué ( $B$ ) de l'acide  $\text{HOCN}$ .

2°) a- Montrer que  $\text{H}_2\text{S}$  est acide faible.

b- Donner l'expression de la constante d'acidité  $k_a$  du couple ( $\text{H}_2\text{S}/\text{HS}^-$ ).

c- Ecrire l'équation d'ionisation de l'acide  $\text{H}_2\text{S}$  dans l'eau.

3°) Classer les couples acide base du tableau par ordre de force d'acidité croissante.

4°) a- Ecrire l'équation de la réaction de l'acide sulfhydrique  $\text{H}_2\text{S}$  avec la base nitrique  $\text{NH}_2\text{OH}$ .

b- Donner l'expression de la constante d'équilibre  $k$  correspondante à cette réaction.

c- Montrer que  $k = 10^{-1,04}$ .

d- Comparer, alors, les forces des bases des deux couples :  $\text{H}_2\text{S}/\text{HS}^-$  et  $\text{NH}_3\text{OH}^+/\text{NH}_2\text{OH}$ .

## Partie Physique (11 points)

### **EXERCICE N°1 :** (6 points)

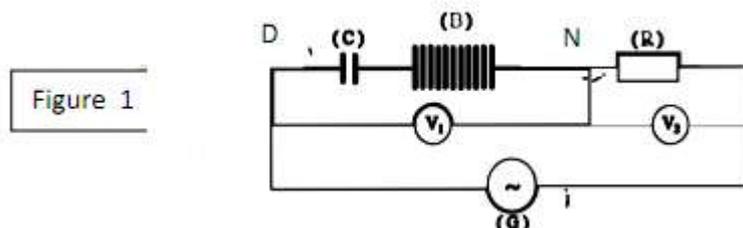
Le circuit électrique de la figure-1 comporte en série :

- un résistor ( R ) de résistance  $R = 170 \Omega$ .
- une bobine (B) d'inductance L et de résistance propre r .
- un condensateur (C) de capacité  $C = 2,5 \mu\text{F}$  .

Un générateur (G) impose aux bornes D et M de l'ensemble {(R) , (B) , (C)} une tension alternative sinusoïdale  $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$  de fréquence N réglable et de valeur efficace U constante.

Un voltmètre (V) branché aux bornes D et N de l'ensemble {(B) , (C)} mesure la valeur de la tension efficace  $U_{DN}$  .

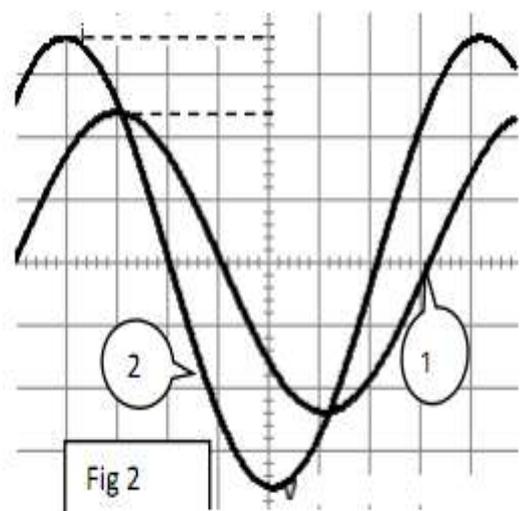
voir figure-1- ci dessous



- 1/ A l'aide d'un oscilloscope bi courbe à deux entrées  $Y_1$  et  $Y_2$  on veut visualiser la tension  $u(t)$  sur la voie  $Y_2$  et  $u_R(t)$  sur la voie  $Y_1$ . Faire les connexions nécessaires sur la figure 1 sur votre copie
- 2/ Etablir l'équation différentielle régissant les variations de l'intensité
- 3/ On règle la fréquence de l'oscilloscope à la valeur  $N_1$  et sur l'écran de l'oscilloscope, on observe les oscillogrammes 1 et 2 de la figure 2.

sensibilité verticale :  $5 \text{ V} \cdot \text{div}^{-1}$ .

Balayage horizontal :  $0,2\pi \text{ ms} \cdot \text{div}^{-1}$



- a- Montrer que l'oscillogramme 2 correspond à  $u(t)$ .
  - b- Quel est l'oscillogramme qui nous permet de poursuivre les variations de  $i(t)$ . Justifier la réponse.
  - c- Calculer l'amplitude  $I_m$  de l'intensité  $i(t)$ . Déduire la valeur de l'impédance Z.
  - d- Calculer le déphasage  $\Delta\phi = (\phi_u - \phi_i)$ . Déduire le caractère inductif, capacitif ou résistif du circuit.
- 4/ a- Faire la construction de Fresnel dans ce cas. On prendra comme échelle  $2 \text{ V} \rightarrow 1 \text{ cm}$ .
  - b- Déduire les valeurs de L et r.
- 5/ a- Pour une fréquence N quelconque, exprimer la puissance moyenne P absorbée par l'oscillateur électrique en fonction de :  $U_m, R, r, L, C$ , et N.
  - b- P peut prendre une valeur maximale  $P_2$  pour une fréquence  $N_2$ . Montrer que  $N_2 = 160 \text{ Hz}$ .
  - c- Exprimer  $P_2$  en fonction de R, r et  $U_m$  puis calculer sa valeur.
- 6/ La fréquence est toujours égale à  $N_2$ .
  - a- Ecrire l'expression de l'intensité du courant  $i(t)$ .
  - b- Quelle est la valeur de la tension indiquée par le voltmètre V dans ces conditions.
  - c- Y'a-t-il surtension ? Justifier.

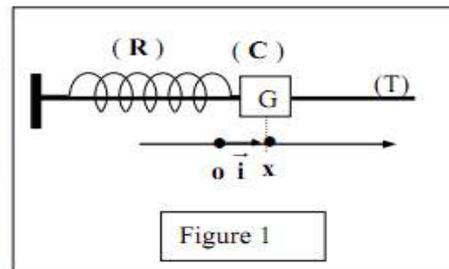
## Exercice N°02(5 points)

Une pendule élastique horizontale est constituée :

\* d'un ressort (R) de masse négligeable et à spires non jointives et de constante de raideur K.

\* d'un corps (C), de masse  $m = 400 \text{ g}$  qui peut glisser sans frottement sur une tige rigide (T) horizontale sur laquelle est enfilé le ressort (R) voir figure 1.

La position du centre d'inertie G du corps (C) est définie par son abscisse  $x$  dans le repère  $(O, \vec{i})$ . L'origine O correspond à la position de G lorsque le corps (C) est en équilibre.



I – Les frottements sont supposés négligeables, on écarte le corps (C) de sa position d'équilibre d'une distance  $d$  dans le sens positif des elongations et on l'abandonne à lui même à l'origine du temps sans vitesse initiale.

L'enregistrement mécanique des elongations  $x$  en fonction du temps donne la courbe de la figure 2.

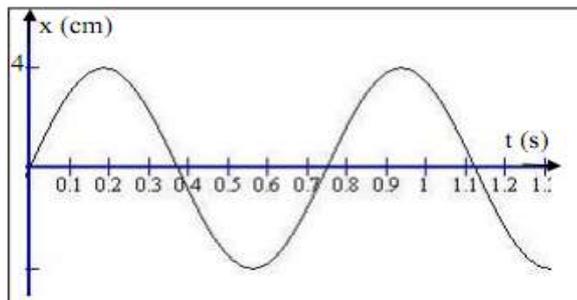


Figure 2

1°) a- Préciser la nature des oscillations.

b- Donner, alors, l'équation différentielle des oscillations en  $x$ .

2°) Déterminer graphiquement :

a- L'amplitude  $X_m$  des oscillations.

b- La période  $T_0$  des oscillations. Dédire la valeur de la constante de raideur K. On prendra  $\pi^2 \approx 10$ .

3°) a- Donner l'expression de l'énergie mécanique E du système  $S = \{(C), (R)\}$  à un instant de date t, en fonction de K, m, x et v, ou v est la vitesse du corps à l'instant t.

b- Justifier que le système S est conservatif.

c- Dédire que l'expression de l'énergie cinétique peut s'écrire

$$E_c = A - \frac{1}{2} K x^2, \text{ ou } A \text{ est une constante qu'on précisera sa}$$

signification.

d- Une étude expérimentale à permis de tracer la courbe  $E_c = f(x^2)$  de la figure 3.

A partir de la courbe

\* retrouver la valeur de la constante de raideur K.

\* déterminer la valeur de la constante A.

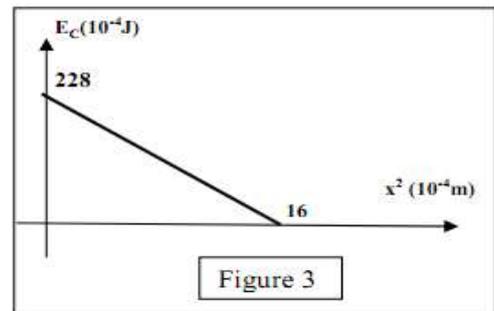


Figure 3

II – Dans la suite le corps (C) est soumis à des forces de frottements de type visqueux (lame + eau) équivalents à une force  $\vec{f} = -h\vec{v}$ , avec h est une constante positive. On donne  $K = 28,5 \text{ N.m}^{-1}$

a- Etablir la nouvelle équation différentielle en x du mouvement du centre d'inertie G.

b- Montrer que l'énergie mécanique n'est pas conservée et sa variation  $dE = f \cdot dx$

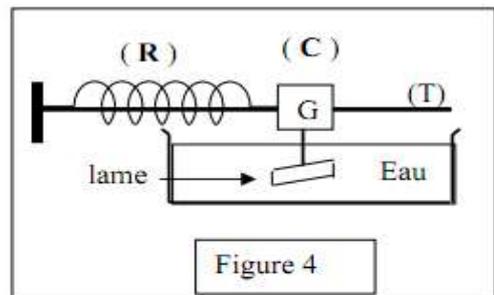


Figure 4

c-

On constate expérimentalement qu'au bout d'une oscillation, l'amplitude du mouvement est divisée par n (nombre réel positif non nul). Établir l'expression du rapport de l'énergie mécanique correspondante  $E_1$  à l'énergie mécanique initiale  $E_0$  en fonction de n.

Ou n est le nombre des périodes.

## Partie Chimie (9 points)

Exercice N°1 (4 pt)

1°) a- Déterminons, à la température  $\theta_1$ , la composition du mélange à l'équilibre chimique.

D'après le tableau descriptif d'évolution du système, on peut déduire :

$$n_f(\text{N}_2\text{O}_4) = (0,4 - x_f) = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.} \Rightarrow x_f = 37,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol d'où } n_f(\text{NO}_2) = 2x_f = 0,75 \text{ mol. (0,75pt)}$$

b- Déterminons le taux d'avancement final de la réaction.

$\text{N}_2\text{O}_4$  est le seul réactif. Si la réaction est totale,  $n_f(\text{N}_2\text{O}_4) = (0,4 - x_{\max}) = 0 \text{ mol}$  donc  $x_{\max} = 0,4 \text{ mol}$ .

$$\text{D'où } \tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}} = 0,937 \text{ (0,5pt)}$$

2°) a- Justifions que l'équilibre est déplacé spontanément dans le sens  $\ominus$ .

Suite à l'abaissement de la température, la couleur du mélange devient plus claire alors la concentration molaire de  $\text{N}_2\text{O}_4$  a augmenté et celle de  $\text{NO}_2$  a diminué. D'où l'équilibre est déplacé spontanément dans le sens inverse. (0,5pt)

b- Déduisons le caractère énergétique de la réaction de dissociation de  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

Suite à l'abaissement de la température l'équilibre est déplacé spontanément dans le sens inverse.

D'après la loi de modération, un abaissement de la température à pression constante favorise le sens exothermique donc le sens inverse est endothermique alors que le sens direct (dissociation de  $\text{N}_2\text{O}_4$ ) est endothermique. (0,75pt)

3°) a- Précisons l'effet d'une diminution de la pression sur la couleur du mélange.

D'après la loi de modération, une diminution de la pression à température constante déplace l'équilibre dans le sens qui fait augmenter le nombre de moles total de gaz qui est le sens direct. Donc la concentration molaire de  $\text{NO}_2$  augmente. D'où la couleur du mélange devient plus intense lorsque le nouvel état d'équilibre est atteint. (0,75pt)

b- la diminution de la pression favorise le sens qui augmente le nombre des moles de gaz donc le sens direct est favorisé spontanément par suite le taux d'avancement augmente (0 ;75 pt)

## Exercice N°02 correction

1°) Donnons la formule de la base conjugué (B) de l'acide  $\text{HOCN}$

L'acide  $\text{HOCN}$  a pour base conjugué  $\text{OCN}^-$

2°) a- Montrons que  $\text{H}_2\text{S}$  est acide faible.

$-1,7 < \text{pK}_a(\text{H}_2\text{S}/\text{HS}^-) = 7,01 < 15,74$  alors  $\text{H}_2\text{S}$  est un acide faible.

b- Donnons l'expression de la constante d'acidité  $k_a$  du couple ( $\text{H}_2\text{S}/\text{HS}^-$ ).

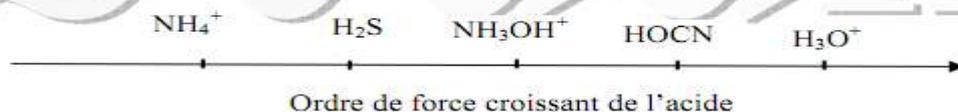
$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HS}^-]}{[\text{H}_2\text{S}]}$$

c- Ecrivons l'équation d'ionisation de l'acide  $\text{H}_2\text{S}$  dans l'eau.



3°) Donnons un classement des couples acide base du tableau par ordre de force d'acidité croissante.

L'acide le plus fort est celui qui a le  $K_a$  le plus important.



4°) a- Ecrivons l'équation de la réaction de l'acide sulfhydrique  $\text{H}_2\text{S}$  avec la base nitrique  $\text{NH}_2\text{OH}$



b- Donnons l'expression de la constante d'équilibre  $k$  correspondante à cette réaction

$$K = \frac{[\text{HS}^-][\text{NH}_3\text{OH}^+]}{[\text{H}_2\text{S}][\text{NH}_2\text{OH}]}$$

c- Montrons que  $k = 10^{-1,04}$ .

$$K_{a2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HS}^-]}{[\text{H}_2\text{S}]} ; K_{a1} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NH}_2\text{OH}]}{[\text{NH}_3\text{OH}^+]} \text{ Alors } K = \frac{K_{a2}}{K_{a1}} = \frac{10^{-7,04}}{10^{-6}} = 10^{-1,04}$$

d- Comparons, alors, les forces des bases des deux couples :  $\text{H}_2\text{S}/\text{HS}^-$  et  $\text{NH}_3\text{OH}^+/\text{NH}_2\text{OH}$ .  
 $K < 1$  alors la base  $\text{NH}_2\text{OH}$  est plus faible que  $\text{HS}^-$ .

## Partie Physique (11 points) correction

### Exercice N°02 (6 points)

#### I – (3,5 points)

1°) a- Précisons la nature des oscillations du pendule.

L'enregistrement mécanique donne une sinusoïde alors les oscillations sont de type sinusoïdale. (0,5 pt)

b- Donnons l'équation différentielle des oscillations en x.

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{K}{m}x = 0 \Leftrightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2x = 0 \quad (0,25 \text{ pt})$$

2°) Déterminons graphiquement

a- L'amplitude  $X_m = 4 \text{ cm}$  (0,25 pt)

b- La période propre  $T_0 = 0,75 \text{ s}$  (0,25 pt) on peut déduire  $K = 4\pi^2 \frac{m}{T_0^2} = 28,5 \text{ N.m}^{-1}$ . (0,5 pt)

3°) a- Donner l'expression de l'énergie mécanique E du système  $S = \{(C), (R)\}$  à un instant de date t.

$$E = E_c + E_{pe} = \frac{mv^2}{2} + \frac{Kx^2}{2} \quad (0,25 \text{ pt})$$

b- Justifier que le système S est conservatif.

$\frac{dE}{dt} = \frac{dx}{dt} \left( \frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2x \right) = 0$  car  $\left( \frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2x \right) = 0 \Leftrightarrow$  l'énergie est constante le système est dit conservatif. (0,25 pt)

c- Déduisons que l'expression de l'énergie cinétique peut s'écrire

$$E_c = A - \frac{1}{2}Kx^2,$$

$$E = \frac{mv^2}{2} + \frac{Kx^2}{2} \Leftrightarrow E_c = E - \frac{Kx^2}{2} \quad (0,25 \text{ pt}) \text{ par identification } A = E \text{ l'énergie du système } (0,25 \text{ pt})$$

d-

▪ Retrouvons la valeur de K

La courbe représente une fonction affine de la forme  $E_c = a.x^2 + b$ . par identification la pente

$$a = -\frac{228}{16} = -\frac{1}{2}K \Leftrightarrow K = 28,5 \text{ K.N}^{-1} \quad (0,5 \text{ pt})$$

▪ On déduit aussi  $A = E_c(0) = 228.10^{-4} \text{ J}$  (0,25 pt)