| Lycée **Sidi Zekri** | **Devoir de synthèse n°2** | Année scolaire : 2008/2009 |
|---|---|---|
| | | Classes : 4ème Sc et M . |
| | Sciences physiques | Durée : 3 heurs |

## CHIMIE (7points)

**Exercice n°1** (5 points)

*U*ne solution $S_1$ d'un acide faible AH de molarité $C_1 = 10^{-2}$ mol.L$^{-1}$ et de volume $V_1$ = 50 mL est préparée par dilution d'un prélèvement de volume $V_0$ d'une solution $S_0$, du même acide, de molarité $C_0 = 5.10^{-2}$ mol.L$^{-1}$.

1°) a- Etablir la relation entre $C_0$, $V_0$, $C_1$ et $V_1$ ; en déduire $V_0$.

b- Décrire le mode opératoire permettant de préparer la solution $S_1$ en choisissant le matériel adopté parmi les verreries suivantes :

* Pipette de 2 mL, de 5 mL et de 10 mL .
* Fiole jaugée de 20 mL, de 50 mL et de 100 mL.
* Eprouvette graduée de 50mL, et de 100 mL.

2°) On mesure à l'aide d'un pH-mètre le pH de chacune des solutions $S_0$ et $S_1$ on obtient les résultats du tableau ci-contre:

| Solution | $S_0$ | $S_1$ |
|---|---|---|
| C (mol.L$^{-1}$) | $5.10^{-2}$ | $10^{-2}$ |
| pH | 3,05 | 3,4 |
| n($H_3O^+$) mol | . | . |

a- Reproduire et compléter le tableau et déduire en justifiant que l'acide AH est faible.

b- On donne pour une solution d'acide faiblement dissocié $pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log C)$ . L'acide AH est un acide faiblement dissocié.

* Déterminer le rapport $\frac{C_1}{C_0}$
* Vérifier alors que la valeur $pH_{S_1} = 3,4$ .

c- Ecrire l'équation de la dissociation de l'acide sachant que AH est l'acide éthanoïque $CH_3CO_2H$.

3°) a- Dresser le tableau d'évolution de la réaction de dissociation, dans $S_1$, de l'acide éthanoïque.

b- Déterminer les concentrations des espèces chimiques autres que l'eau, présentes dans la solution $S_1$.

c- Déduire la valeur de la constante d'acidité $pK_a$ du couple acide-base qui intervient.

4°) a- Exprimer le taux d'avancement $\tau_{0f}$ de la réaction de dissociation de l'acide relatif à la solution $S_0$ en fonction de son $pH_0$ et sa molarité $C_0$.

b- Calculer les taux d'avancement $\tau_{0f}$ et $\tau_{1f}$ de la réaction de dissociation de l'acide relatifs respectivement aux solutions $S_0$ et $S_1$.

c- Déduire l'effet de la dilution sur la dissociation de l'acide éthanoïque.

d- Interpréter ce résultat en utilisant les lois des équilibres chimiques.

**Exercice n°2** documentaire **:** la régulation du pH du sang (2 points)

Le sang humain doit avoir un pH situé entre 7,3 et 7,5 ……..Si le pH du sang du sang descend à 7,0 c'est la mort par le coma. Par contre, s'il monte jusqu'à 7,8 c'est la mort par le tétanos.

Il y a donc tout un ensemble de réactions complexes à l'équilibre qui viennent réajuster le pH du sang à une valeur constante en neutralisant les excès d'acide et de base : on appelle ce phénomène « l'effet tampon ». Le tampon bicarbonate, comme le nomment les biologistes, intervient dans la régulation du pH sanguin. Il fait intervenir le couple dont le pKa vaut 6,10 à 37°C (6,35 à 25°C).

La relation : $pH = (pKa + \log\frac{[HCO_3^-]}{[CO_2]_{dissous}})$ montre que dans le sang les ions hydrogénocarbonate( $HCO_3^{2-}$ ) sont en en excès par rapport au dioxyde de carbone dissous.

Un état acido-basique normal correspond à l'ajustement :

- Par les poumons de la concentration $[CO_2]_{dissous}$ en acide volatil à sa valeur normale par un contrôle cérébral de la concentration en dioxyde de carbone soit : $1,2 \pm 0,1$ mmol.L$^{-1}$.
- Par un ajustement par les reins de la concentration en acide, fixe à sa valeur normale par un contrôle de la concentration en ion hydrogénocarbonate.

Pour un pH normal (pH = $7,40 \pm 0,02$ ), la concentration en ion hydrocarbonate $HCO_3^-$ est égale à $24 \pm 3$ mmoL.

1°) Lorsque le pH descend à 7,0, le sang est-il acide, basique ou neutre ? On donne à 37°C pKe = 13,6.
2°) Préciser si la dissolution du dioxyde de carbone $CO_2$ dans l'eau est-il exothermique ou endothermique
3°) Calculer le quotient $\dfrac{[HCO_3^-]}{[CO_2]_{dissous}}$ à partir duquel la mort par le coma se produit (à 37 °C).
4°) Donner, d'après le texte, les deux processus permettant d'ajuster le pH du sang.

## **PHYSIQUE** (13 points)

### **Exercice n°1** (8,5 points)

*U*ne 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 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.

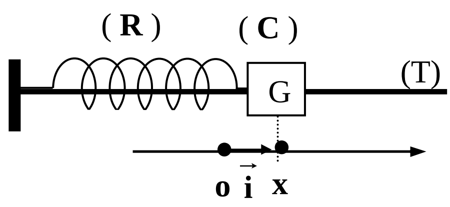


Figure 1

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

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

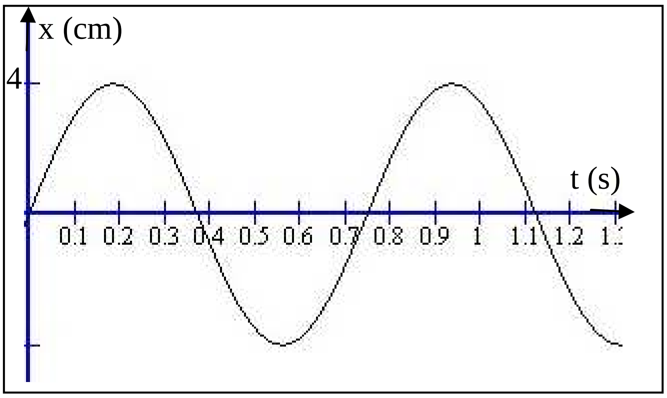


Figure 2

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. Déduire 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- Déduire que l'expression de l'énergie cinétique peut s'écrire $E_C = A - \frac{1}{2} K x^2$, ou $A$ 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.

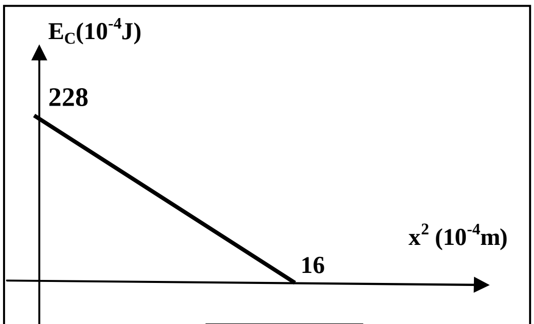


Figure 3

A partir de la courbe

* retrouver la valeur de la constante de raideur K.
* déterminer la valeur de la constante A.

***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.

Un dispositif, non représenté, exerce sur (C) une force excitateur $\vec{F} = F(t)\,\vec{i}$ ,

avec $F(t) = F_m \sin(2\pi N t + \pi)$ .

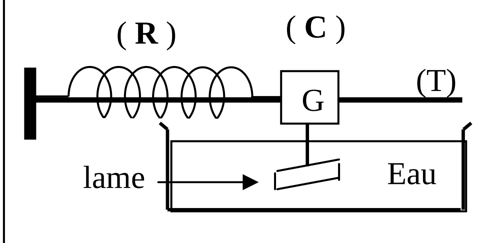


Figure 4

1°) Indiquer, en expliquant, le rôle de l'excitateur.

2°) Montrer que l'équation différentielle des oscillations forcées faisant intervenir x peut s'écrire :

$$m\frac{d^2x(t)}{dt^2} + h\frac{dx(t)}{dt} + K.x(t) = F(t)$$

3°) Pour une valeur de fréquence de l'excitateur $N$ = 1 Hz, on donne sur la feuille jointe (figure 6) la construction de Fresnel incomplète relative à l'équation différentielle précédente.

a- Le vecteur $\overrightarrow{OA}$ représente la fonction K.x(t). Que représente le vecteur $\overrightarrow{AB}$. Justifier.

b- Sachant que $F_m$ = 2 N compléter à l'échelle, sur la feuille jointe à remettre avec la copie, la construction de Fresnel.

c- Déterminer graphiquement $X_m$ et déduire la constante $h$ . On donne K = 28,5 N.m$^{-1}$

4°) Pour deux valeurs $h_1$ et $h_2$ de $h$ ( avec $h_2 < h_1$ ) et on a tracé expérimentalement dans chaque cas les courbes $X_m = f(N)$ de réponse du résonateur voir figure 5

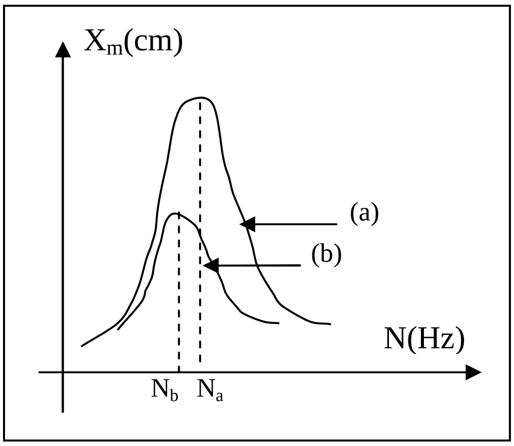


Figure 5

a- Quel est l'état de l'oscillateur pour $N = N_a$ et $N = N_b$.

b- Attribuer en justifiant les valeurs $h_1$ et $h_2$ aux courbes (a) et (b).

c- Sachant que $N_r$ peut s'écrire : $N_r^2 = N_0^2 - \frac{h^2}{8\pi^2 m^2}$, avec $N_0$ est la fréquence propre.

- Que représente $N_r$.
- Tracer l'allure de la courbe $X_m = f(N)$ pour des frottements négligeables ( $h \to 0$ )

5°) a – On rappelle que l'expression de la puissance moyenne consommée par un oscillateur électrique analogue est : $P_m = R_T.I^2$. Montrer par une analogie électrique-mécanique que l'expression de la puissance mécanique moyenne dissipée par l'oscillateur mécanique précédent peut s'écrire $P_m = \dfrac{h F_m^2}{2[h^2 + (m\omega - \frac{K}{\omega})^2]}$ avec : $\omega = 2\pi N$.

b- Déterminer la pulsation à la résonance de puissance.

c- Calculer la valeur maximale de cette puissance.

**Exercice n°2** ( 4,5 points)

L'extrémité S , d'une corde horizontale homogène tendue de longueur L, est reliée à une lame vibrante produit une onde progressive sinusoïdale et transversale d'amplitude $a$ et de fréquence N le long de la corde. l'extrémité S débute son mouvement à l'instant t = 0 s à partir de sa position d'équilibre prise comme origine des élongations $y$ compté positivement vers le haut.

1°) a- Faire un schéma de dispositif permettant de produire une onde progressive le long de la corde.

b- Eclairée par un stroboscope de fréquence $N_1$, la corde parait immobile.

* Faire un schéma simple de l'aspect de la corde.

* Préciser les grandeurs qu'on peut les mesurer à partir de cet aspect.

2°) La courbe de la figure 6 du document joint représente le diagramme du mouvement de la source ( S ).

a- Déterminer, graphiquement :

* L'amplitude $a$ de mouvement de S .

* La période T et déduire la fréquence N du mouvement de S .

b- Monter que la phase initiale de l'élongation de la source S est $\varphi_S = \pi\, rad$ . En déduire la loi horaire $y_S(t)$.

3°) On considère un point $M_1$ de la corde d'abscisse $x_1$ = 15 cm, et on donne la célérité de l'onde v = 20 $m.s^{-1}$

a- Etablir l'équation horaire $y_{M_1}(t)$ du mouvement du point $M_1$.

b- Tracer ( sur la figure 7 ) le diagramme de mouvement de $M_1$ .

c- Comparer le mouvement de $M_1$ à celui de S.

**Feuille à rendre avec la copie** .

**Nom :…………………….. ; Prénom :…………………….. ; N° :…….. ; Classe :……………**

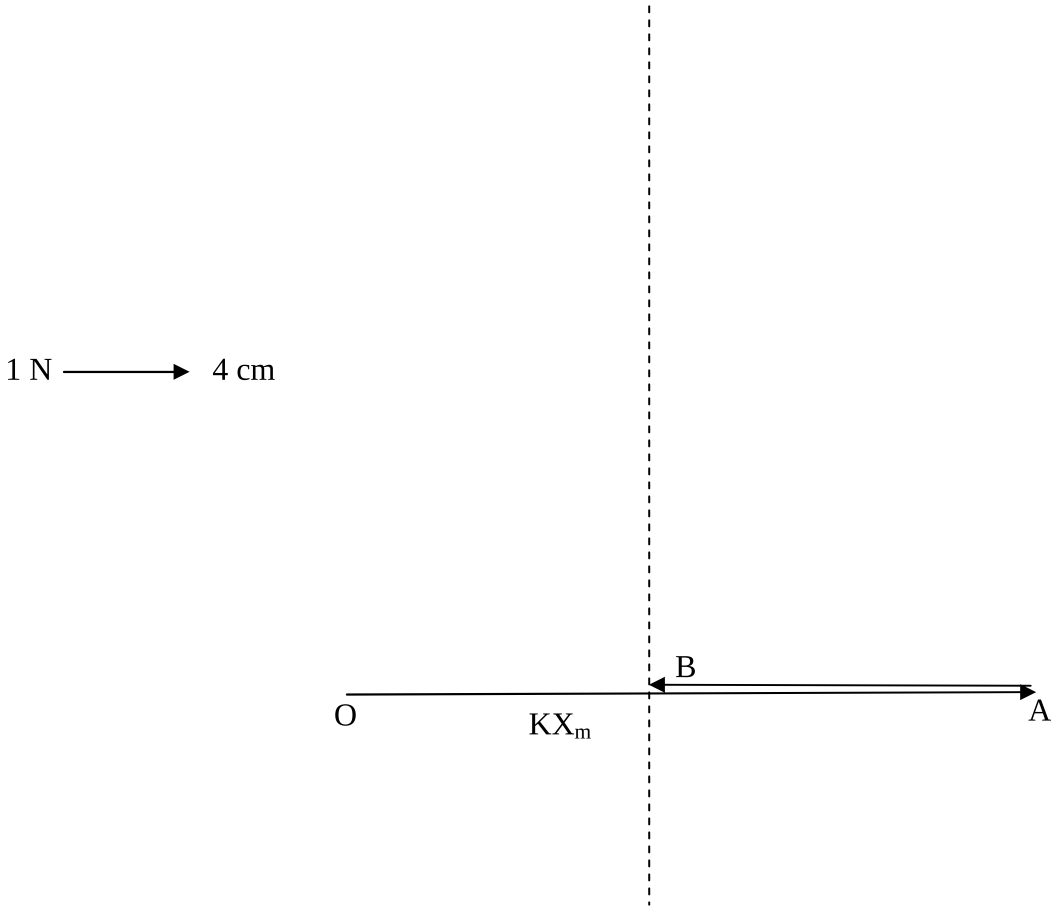



Figure 6

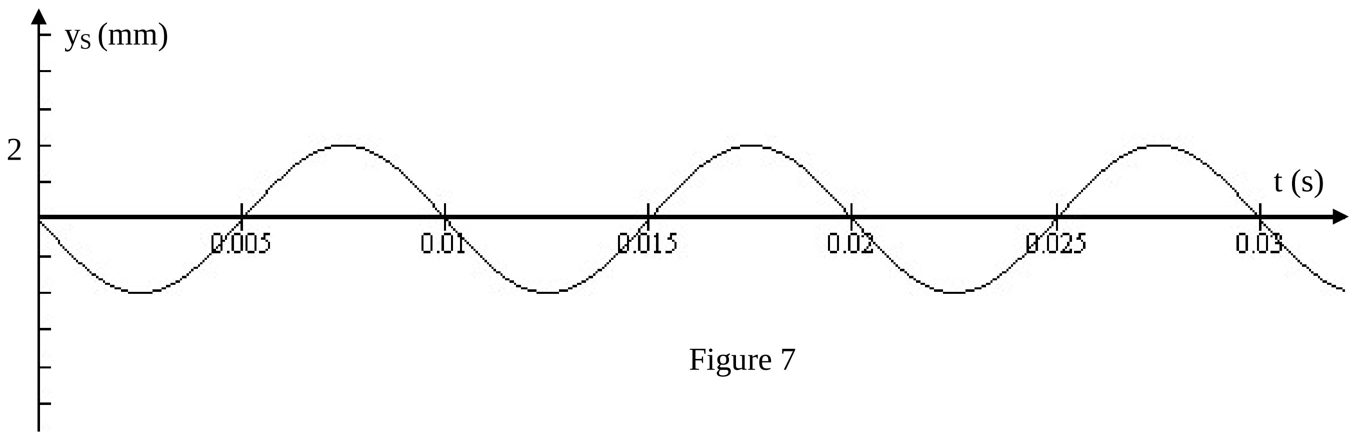
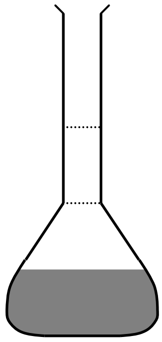



Figure 7

# Correction du devoir de synthèse N° 2 08-09

## Chimie

### Exercice N°1 (5 points)



Fiole jaugée

1°) a- Etablissons la relation entre $C_0$, $V_0$, $C_1$ et $V_1$ ; en déduire $V_0$.
A la suite de la dilution le nombre de moles d'acide ne change pas. On peut écrire alors.

$N_0 = C_0V_0 = C_1V_1$ d'où $V_0 = \dfrac{C_1.V_1}{C_0}$ AN : $V_0 = \dfrac{10^{-2}.50}{5.10^{-2}} = 10\,\text{mL}$ **(0,5 pt)**

b-Décrivons le mode opératoire permettant de préparer la solution $S_1$
On prélève le volume $V_0$ d'acide à l'aide d'une pipette de 10 mL qu'on introduit dans une fiole jaugée de 100 mL puis on ajoute de l'eau jusqu'au trait de jauge. **(0,5 pt)**

2°) a- Complétons le tableau et déduisons en justifiant que l'acide AH est faible.

- Déterminons le nombre des ions hydronium dans chacune des solutions.

$n_0(H_3O^+) = 10^{-pH0}.V_0 = 10^{-5,05} = 8,91.10^{-6}$ mol.
$n_1(H_3O^+) = 10^{-pH1}.V_1 = 5.10^{-5,4} = 1,99.10^{-5}$ mol. **(0,25 pt)**

- Complétons le tableau

| Solution | $S_0$ | $S_1$ |
|---|---|---|
| C ($mol.L^{-1}$) | $5.10^{-2}$ | $10^{-2}$ |
| pH | 3,05 | 3,4 |
| $n(H_3O^+)$ mol | $8,91.10^{-6}$. | $19,9.10^{-6}$ |

Le nombre d'ions hydronium augmente à la suite d'une dilution donc la dissociation de l'acide éthanoïque est limitée et par suite l'acide est faible. **(0,25 pt)**

b- * $\dfrac{C_1}{C_2} = 0,2$ **(0,25 pt)**

* $pH_{S1} = \dfrac{1}{2}(pKa - \log\dfrac{C_1}{C_2}) = pH_0 + \dfrac{1}{2}\log 5 = 3,39 \approx 3,4$ **(0,5 pt)**

c- Ecrivons l'équation de la dissociation de l'acide.

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$$ **(0,25 pt)**

4°) a- Dressons le tableau d'évolution de la réaction de dissociation, dans $S_1$, de l'acide éthanoïque.

| Etat du système | Avancement volumique | $CH_3COOH$ | $+ H_2O$ | $\rightleftharpoons$ | $CH_3COO^-$ | $+ H_3O^+$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| initial | 0 | $C_1$ | excès | | | $[H_3O^+]_e$ |
| Final | $y_f$ | $C_1 - y_f$ | excès | | $y_f$ | $y_f + [H_3O^+]_e$ |

**(0,25 pt)**

b- Déterminons les concentrations des espèces chimiques autres que l'eau, présentes dans la solution $S_1$ qui sont $H_3O^+$, $OH^-$, $CH_3COOH$, $CH_3COO^-$.

$[H_3O^+]_e << [H_3O^+]_{acide}$ alors on peut écrire $[H_3O^+]_{acide} = y_f = C[H_3COO^-]$

$[H_3O^+] = 10^{-3,4} = 3,9810^{-4}\ mol.L^{-1} = [CH_3COO^-]$ ; $[OH^-] = 2,51.10^{-11}\ mol.L^{-1}$ **(0,75 pt)**

$[CH_3COOH] = C_1 - [CH_3COO^-] = 10^{-2} - 3,98.10^{-4} = 0.96.10^{-2}.mol.L^{-1}$.

c-
$K_a = \dfrac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 1{,}65.10^{-5}$ d'où pKa = 4,782 **(0,5 pt)**

4°) a- Exprimons le taux d'avancement $\tau_{0f}$ de la réaction de dissociation de l'acide relatif à la solution $S_0$

$\tau_{0f} = \dfrac{y_{1f}}{C_0} = \dfrac{10^{-pH0}}{C_0}$ **(0,25 pt)**

b- Calculons les taux d'avancement $\tau_{0f}$ et $\tau_{1f}$ de la réaction de dissociation de l'acide relatifs respectivement aux solutions $S_0$ et $S_1$.

$\tau_{0f} = 1{,}78.10^{-2} ; \tau_{1f} = 3{,}98.10^{-2}$ **(0,25 pt)**

c- Déduisons l'effet de la dilution sur la dissociation de l'acide éthanoïque.

$\tau_{1f} > \tau_{0f}$ l'équilibre est déplacé dans le sens direct. La dissociation de l'acide est donc favorisée. **(0,25 pt)**

d- Interprétons ce résultat en utilisant les lois des équilibres chimiques.

D'après la loi de modération, l'addition de l'eau déplace l'équilibre se déplace dans le sens direct ce qui favorise la dissociation de l'acide éthanoïque. **(0,25 pt)**

## Exercice N°2 (2 points)

1°) Déterminons le caractère acide basique ou neutre du sang.

$pH_N = \dfrac{1}{2}pKa = 6{,}8$ la pH su sang à 37 °C est pH =7 > $pH_N$ alors le sang a un caractère basique. **(0,5 pt)**

2°) Précisons si la dissolution du dioxyde de carbone $CO_2$ dans l'eau est-il exothermique ou endothermique.

A la suite de l'abaissement de la température le pKa a augmenté donc la Ka a diminué car l'équilibre est déplacé dans le sens inverse (sens exothermique). Alors la dissociation (sens direct) endothermique.
**(0,5 pt)**

3°) Calculer le quotient $\dfrac{[HCO_3^-]}{[CO_2]_{dissous}}$ à partir duquel la mort par le coma se produit

$\log\dfrac{[HCO_3^-]}{[CO_2]_{diss}} = \text{pH-pKa} = 7\_-6{,}1 = 1{,}7 \Leftrightarrow \dfrac{[HCO_3^-]}{[CO_2]_{diss}} = 10^{0{,}9} = 7{,}94$ **(0,5 pt)**

4°) Les deux processus permettant d'ajuster le pH du sang.

- Ajustement de $[HCO_3^-]$ par les reins.
- Ajustement de $[CO_2]$ par les poumons.

**(0,5 pt)**

# Physique

## Exercice N°1

**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.

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

2°) Déterminons graphiquement

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

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

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

b- Justifier que le système S est conservatif.

$\frac{dE}{dt} = \frac{dx}{dt}(\frac{d^2x}{d^2t} + \omega^2 x) = 0$ car $(\frac{d^2x}{d^2t} + \omega^2 x) = 0 \Leftrightarrow$ l'énergie est constante le système est dit conservatif. **(0,25 pt)**

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

$E_C = A - \frac{1}{2} K x^2$,

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

d-

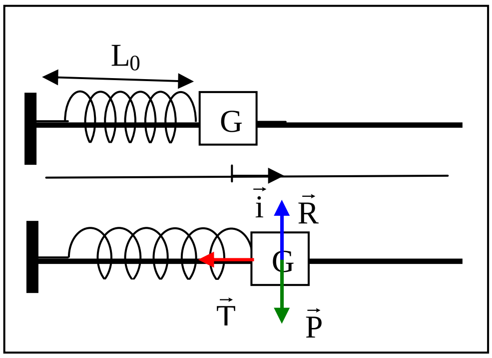
- Retrouvons la valeur de K

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

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

- On déduit aussi $A = E_C(0) = 228.10^{-4}$ J **(0,25 pt)**

**II-(5,5 points)**




1°) L'excitateur fournit de l'énergie à l'oscillateur pour entretenir son mouvement. **(0,5 pt)**

2°) Etablissons l'équation différentielle vérifiée par l'élongation x du solide.

On applique la R.F.D au système $\{C\}$

$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$

Bilan des forces

$\vec{T}, \vec{P}, \vec{R}, \vec{f}, \vec{F}$ : forces extérieures.

$\vec{R} + \vec{P} + \vec{f} + \vec{F} + \vec{T} = m\vec{a}$ après projection T +F+f = ma

$\Leftrightarrow$ – Kx –hv +F = ma

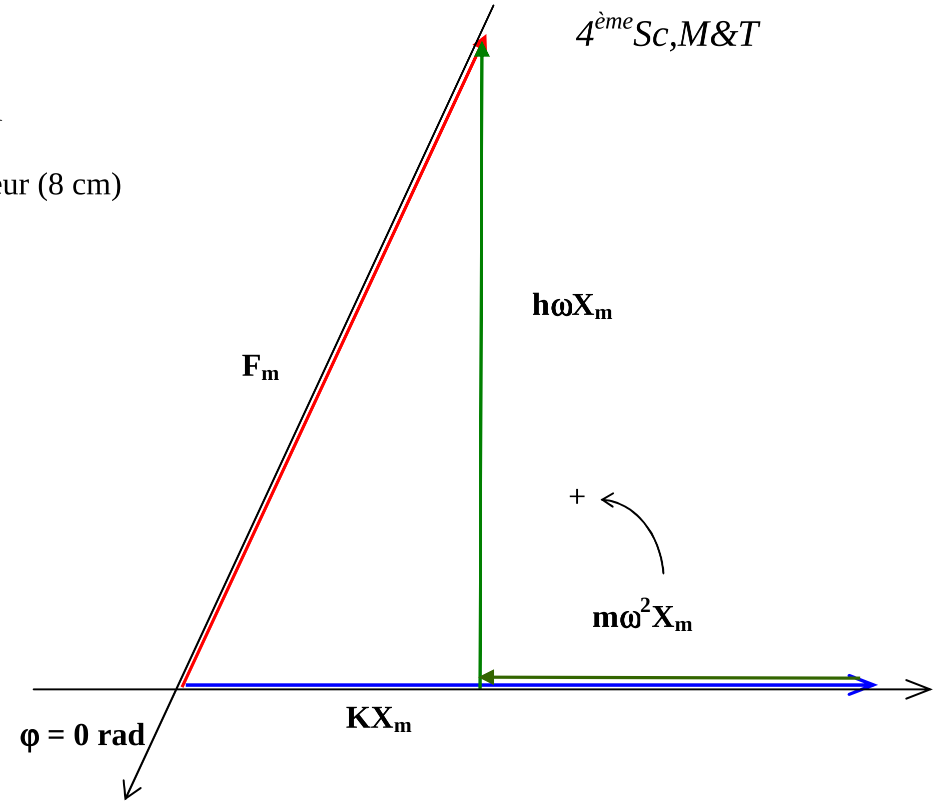
$m\frac{d^2x}{dt^2} + h\frac{dx}{dt} + Kx = F$ Equation différentielle d'un oscillateur mécanique forcé. **(0,5 pt)**

3°) a- Précisons la désignation du vecteur $\overrightarrow{AB}$

Le vecteur $\overrightarrow{AB}$ représente la fonction $m\frac{d^2x}{dt^2}$ car $\overrightarrow{OA}$ et $\overrightarrow{AB}$ deux vecteurs opposés puisque $m\frac{d^2x}{dt^2}$ et Kx sont deux fonctions en opposition de phase. **(0,5 pt)** b- Construction de Fresnel

$F_m$ est représentée par un vecteur (8 cm)

**(0,75 pt)**




c- Déterminons $X_m$ et h

Le vecteur de valeur $KX_m$ est représenté par 9,1 cm donc $KX_m = \frac{9,1}{4} = 2,275\,N \Leftrightarrow X_m = \frac{2,275}{28,5} = 8\,cm$

**(0,5 pt)**

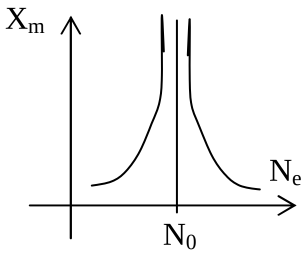
Le vecteur de valeur $h\omega X_m$ est représenté par 6,9 cm donc

$h\omega X_m \frac{6,9}{4} = 1,725\,N \Leftrightarrow h = \frac{1,725}{2\pi.8.10^{-2}} = 3,43\,Kg.s^{-1}$ **(0,5 pt)**

4°) a- Pour $N = N_a$ et $N = N_b$, $X_m$ prend une valeur une valeur maximale. Donc l'oscillateur est en résonance d'élongation. **(0,25 pt)**

b- Attribuant à chaque courbe une valeur de h.

$h_2 < h_1 \Leftrightarrow X_{1m} < X_{2m}$ alors $h_1$ correspond la courbe (b) et $h_2$ correspond la courbe (a). **(0,5 pt)**




c- La valeur $N_r$ fréquence représente la fréquence de résonance. **(0,25 pt)**

Lorsque h $\longrightarrow$ 0 ; $\lim_{N_r \to N_0} X_m = \infty$ **(0,25 pt)**

5°) a- Déterminer l'expression de la puissance.

$P_m = \frac{hV_m^2}{2} = \frac{hF_m^2}{2Z_m}$ = Donc $P_m = \frac{h\,F_m^2}{2[h^2 + (m\omega - \frac{K}{\omega})^2]}$ **(0,5 pt)**

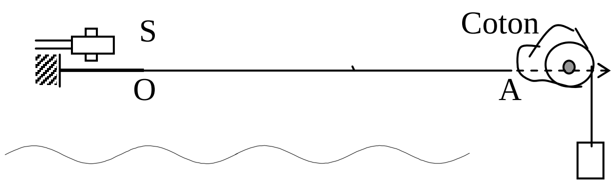
b- La puissance est maximale si $\omega = \omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}} = 8,44\,rad.s^{-1}$ **(0,25 pt)**

c- Pour $\omega = \omega_0$ ; $P_m = \frac{F_m^2}{2h} = 0,58$ J **(0,25 pt)**

**Exercice N°2 (4 points)**

1°) a- Schéma du dispositif

**(0,25 pt)**




b-

- Aspect de la corde **(0,25 pt)**
- On peut mesurer la longueur d'onde λ de l'onde et son amplitude **a**. **(0,5 pt)**

2°) a- Déterminons graphiquement :

- L'amplitude a = $2.10^{-3}$ m ; **(0,25 pt)**
- La période temporelle T = 10 ms donc $N = \frac{1}{T}$ =100 Hz **(0,5 pt)**

b- Montrons que la phase initiale de l'élongation de la source S est $\varphi_S = \pi\, rad$ . et déduisons la loi horaire $y_S(t)$.

On a $y_S(t)$ est une fonction sinusoïdale de la forme $y_S(t) = a.\sin(\omega t + \varphi_s)$.

A $t = 2,5.10^{-3}$ s on a $y_S = a.\sin(200\pi.2,510^{-3}+ \varphi_s) = -a$ $\Leftrightarrow \sin(\frac{\pi}{2}+\varphi_S) = -1 \Leftrightarrow \frac{\pi}{2}+\varphi_S = \frac{3\pi}{2}$

D'où $\varphi_S = \pi$ rad. **(0,5 pt)**

3°) a- Etablissons l'équation horaire $y_{M_1}(t)$ du mouvement du point $M_1$.

Déterminons le retard $\theta_1$ avec lequel le $M_1$ reproduit le mouvement de S.

$\theta_1 = \frac{x_1}{v} = \frac{0,15}{20} = 7,5.10^{-3}s$ soit $0,75T$ dont $x_1 = 0,75\,\lambda$

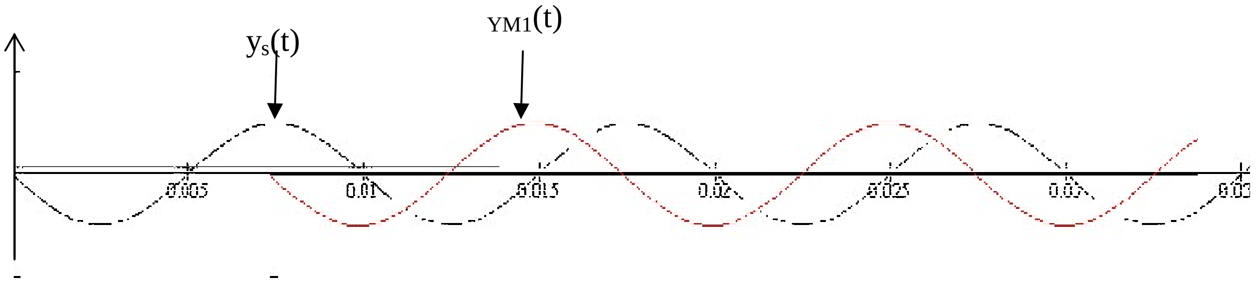
D'après le principe de propagation, $y_M(t) = y_S(t-\theta)$ si $t \geq \theta$

$$\begin{cases} y_M(t) = y_S(t-\frac{x}{c}) & \text{si } t \geq \theta_1 \\ y_M(t) = 0 & \text{si } t < \theta_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y_M(t) = a\sin\omega((t-\frac{x_1}{c})+\varphi_S) & \text{si } t \geq \theta_1 \\ y_M(t) = 0 & \text{si } t < \theta_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} y_M(t) = a\sin(\omega t - \frac{2\pi 0,75\lambda}{\lambda}+\pi) & \text{si } t \geq \theta_1 \\ y_M(t) = 0 & \text{si } t < \theta_1 \end{cases} \text{ d'où } \begin{cases} y_M(t) = 2.10^{-3}\sin(200\pi t+\frac{\pi}{2}) & \text{si } t \geq 7,5.10^{-3}s \\ y_M(t) = 0 & \text{si } t < 7,5.10^{-3}s \end{cases}$$

**(0,75 pt)**

b- Diagramme de mouvement de $M_1$




**(0,5 pt)**

c- Comparer le mouvement de $M_1$ à celui de S.

Déterminons le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_S - \varphi_M = \frac{\pi}{2}$ rad. La source S est en quadrature avance de phase sur le point $M_1$**(0,5 pt)**