



**Lycée 2 mars 1934**  
**KSAR HJLLAL**



**Sc. Physiques**  
**AMOR YOUSSEF**

**Devoir de Synthèse N°2**

**4<sup>ème</sup> Mathématiques**

**Durée : 3H | 05/03/2009**

**CHIMIE**

(7 points)

Toutes les solutions sont prises à 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est  $K_e = 10^{-14}$ .

**Exercice n°1(3, 0 pts)**

On donne pour les couples :

- $\text{HCO}_2\text{H}/\text{HCO}_2^-$  :  $\text{pK}_{a1} = 3,75$ ,
- $\text{HSO}_4^- / \text{SO}_4^{2-}$  :  $\text{K}_{b2} = 10^{-12,06}$ .

1. Monter que la valeur du  $\text{pK}_{a2}$  du couple  $\text{HSO}_4^- / \text{SO}_4^{2-}$  est 1,94.
2. L'équation chimique de la réaction acide-base qui met en jeu ces deux couples  $\text{HCO}_2\text{H}/\text{HCO}_2^-$  et  $\text{HSO}_4^- / \text{SO}_4^{2-}$  s'écrit :  $\text{HSO}_4^- + \text{HCO}_2^- \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{HCO}_2\text{H}$   
Comparer en justifiant la force des acides mis en jeu.
3. Ecrire l'expression de la constante d'équilibre K de la réaction ainsi étudiée et l'exprimer en fonction des constantes d'acidité  $\text{K}_{a1}$ , et  $\text{K}_{a2}$  des couples mis en jeu.  
Calculer la constante d'équilibre de cette réaction.
4. Quelle réaction se produit spontanément dans les systèmes  $\text{S}_1$  et  $\text{S}_2$  dont la composition est la suivante :

	$[\text{HSO}_4^-]$	$[\text{HCOOH}]$	$[\text{SO}_4^{2-}]$	$[\text{HCOO}^-]$
systèmes $\text{S}_1$	$10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$	$4 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$	$10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$	$5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
systèmes $\text{S}_2$	$5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$	$10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$	$10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$	$5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

**Exercice n°2 (4 points)**

On considère (S) est une solution d'acide nitreux de concentration molaire  $C=0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ , et de  $\text{pH}=2,15$ .

L'équation de la réaction relative à la mise en solution de cet acide dans l'eau est :



1. a. On tenant compte de l'approximation suivante compléter le tableau d'avancement dans la page annexe:

Note	Cap
0,75	B
0,5	A2
0,5	A
0,75	B
0,5	B
0,5	A2

«Approximation : les ions provenant de l'autoprotolyse de l'eau pure sont négligeables par rapport aux ions provenant de l'acide au cours de sa mise en solution »

b. Déterminer le taux d'avancement final  $\tau_f$  de la réaction entre l'eau et l'acide. Vérifier que l'acide est faible.

c. Montrer que la constante d'acidité du couple  $\text{HNO}_2/\text{NO}_2^-$  peut se mettre sous la forme :

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]\tau_f}{1 - \tau_f}$$

d. Quelle approximation doit-on faire pour obtenir la relation  $K_a = [\text{H}_3\text{O}^+]\tau_f$ . Déduire que l'expression du pH de la solution S est donné par la relation :  $\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{p}K_a - \log C)$ .

e. Calculer le pKa du couple  $\text{HNO}_2/\text{NO}_2^-$ .

2. On introduit dans une fiole jaugée de 100 mL un volume v de la solution S, que l'on complète jusqu'au trait de jauge par l'eau.

On obtient ainsi une nouvelle solution S' de pH=2,8.

Déterminer le volume v du prélèvement.

Note	Cap
0,75	B
0,5	B
0,75	B
0,5	B
1	C

## PHYSIQUE

(13 points)

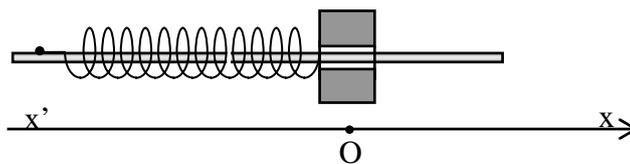


Figure 1

Exercice n°1 (5,75 pts)

Un pendule élastique (figure 1) est formé par un corps de masse m formant un anneau autour d'une tige horizontale  $x'x$  sur laquelle il peut se déplacer, et d'un ressort de constante de raideur k placé autour de la tige est fixé par l'une de ses extrémités et l'autre est soudé au corps de masse m. Soit O la position du centre d'inertie du solide à l'équilibre.

On applique au corps de masse m une force excitatrice de direction  $x'x$  sinusoïdale donnée par l'expression :  $F(t) = F_m \sin(\omega t)$ . Le corps se met alors en mouvement rectiligne sinusoïdal caractérisé par la loi horaire  $x(t) = X_m \sin(\omega t + \varphi)$ .

On admet que les divers frottements se réduisent à une force  $\vec{f} = -h\vec{v}$ , où  $\vec{v}$  désigne la vitesse instantanée de la masse m.

1. a. Représenter le schéma du circuit électrique qui modélise l'oscillateur mécanique décrit ci-dessus.

b. Montrer que l'équation différentielle caractérisant l'évolution de l'intensité du courant dans l'oscillateur électrique s'écrit :  $Ri(t) + \frac{1}{C} \int i(t) dt + L \frac{di(t)}{dt} = u(t)$ .

c. Déduire par analogie l'équation différentielle traduisant l'évolution de la vitesse instantanée du centre d'inertie du corps de l'oscillateur mécanique.

d. La valeur maximale  $X_m$  de l'élongation  $x(t)$ , vérifie la relation :

$$X_m = \frac{F_m}{\sqrt{(h\omega)^2 + (k - m\omega^2)^2}}$$

Montrer que l'amplitude  $X_m$ , prend une valeur maximale  $X_{m0}$  lorsque la pulsation de la force

Note	Cap
0,25	A2
0,5	B
0,5	A2
0,5	B

excitatrice prend une valeur  $\omega_r$  telle que  $\omega_r^2 = \omega_0^2 - \frac{h^2}{2m^2}$  où  $\omega_0$  est la pulsation propre du pendule élastique.

2. Pour différentes valeurs de la pulsation  $\omega$  de la force excitatrice appliquée à l'oscillateur mécanique, on mesure l'amplitude  $X_m$ .  
 A partir de ces mesures on trace la courbe  $X_m=f(\omega)$  et on en déduit la courbe  $V_m=f(\omega)$  ou  $V_m$  est la valeur maximale de la vitesse instantanée  $v(t)$  du centre d'inertie du solide.  
 Les résultats sont donnés par le graphique de la figure 2 en annexe.

- En justifiant la réponse montrer que la courbe (1) correspond à l'évolution de  $X_m$  en fonction de la pulsation  $\omega$ .
- Expliquer, comment peut-on déduire la courbe (2) à partir de la courbe (1).
- Donner à partir du graphe la valeur de :
  - la pulsation propre  $\omega_0$ ,
  - la pulsation  $\omega_r$ ,
  - l'amplitude maximale  $X_{mo}$ ,
  - la vitesse maximale  $V_{mo}$  du centre d'inertie du corps,

3. La constante de raideur du ressort est  $k=20N.m^{-1}$ .

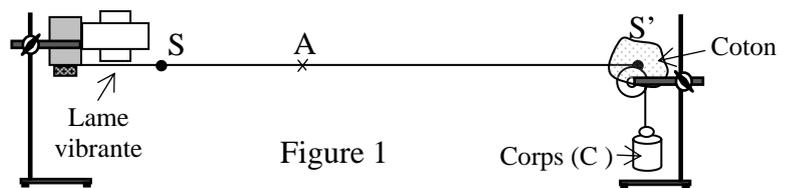
On s'aidant du graphique de la figure 1:

- Monter que la valeur maximale de la force excitatrice est  $F_m=4N$ .
  - Déterminer la valeur du coefficient de frottement visqueux  $h$ .
  - Déterminer la masse  $m$  du corps.
4. a. Montrer qu'à partir d'une certaine valeur de  $h$  la résonance d'élongation devient impossible.  
 b. Sur la figure 1 en annexe représenter l'allure des courbes  $X_m=f(\omega)$  et  $V_m=f(\omega)$  si on augmente la valeur du coefficient de frottement  $h$ . (indiquer la courbe de  $X_m$  et celle de  $V_m$ ).

Note	Cap
0,25	A2
0,25	A2
1	A2
0,5	B
0,5	B
0,5	B
0,5	C
0,5	B

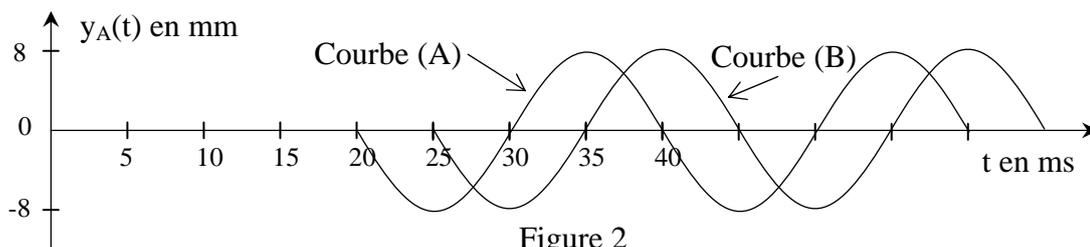
### Exercice n°2 (5,0pts)

Une corde élastique tendue horizontalement par un corps (C) entre les points S et S'.  
 Au point S la corde est attachée au bout d'une lame vibrante qui lui communique à partir de l'instant  $t=0$  des vibrations sinusoïdales de fréquence  $N$ , au point S' la corde passe par un dispositif qui absorbe l'énergie de l'onde.



On suppose dans la suite qu'il n'y a aucun amortissement.

La courbe (A) de la figure 2 représente le diagramme du mouvement d'un point A de la corde situé à une distance  $x_A$  du point S et la courbe (B) celui d'un point B située à la distance  $d=2\text{ cm}$  du point A.



Note	Cap



0,5	A1
0,5	A2
0,5	A2
0,5	B
0,5	AB
0,5	B
0,5	B

- Les ondes qui se propagent à travers la corde sont des ondes mécaniques transversales. Justifier ces deux qualifications.
- Quelle est la valeur de la période temporelle de l'onde qui se propage à travers la corde. Déduire la fréquence N du vibreur.
  - Le point B est-il situé avant ou après le point A. Justifier.
  - Déterminer la célérité v des ondes à travers la corde.
  - Rappeler la définition de la période spatiale. Vérifier que sa valeur égale à 8cm.
  - Déterminer la valeur de la distance  $x_A$ .
  - Montrer que le point B vibre en quadrature retard de phase par rapport au point S.
- La figure 3 en annexe représente l'aspect de la corde à l'instant de date  $t_1$ .
  - Vérifier que  $t_1=55.10^{-3}s$ .
  - Représenter sur la figure 3 en annexe l'aspect de la corde à l'instant  $t_0=10^{-2}s$ .
- L'équation du mouvement d'un point M de la corde affecté pour la première fois par l'onde à l'instant  $t'=0,093s$  est :  $y_M(t) = 8.10^{-3} \sin(100\pi t - 8,3\pi)$ .  
Déduire en justifiant l'équation horaire du mouvement du point S.

Note	Cap
0,5	B
0,5	B
0,5	C

### Etude d'un document scientifique (2,25)

#### La résonance l'ennemi des organes

Un objet vibrant effectue un va-et-vient de part et d'autre de sa position fixe normale. Un cycle complet de vibration est produit lorsque l'objet se déplace d'une position extrême à l'autre position extrême, puis revient au point de départ. Le nombre de cycles effectués par un objet vibrant pendant une seconde est appelé sa fréquence.

Chaque objet, selon sa composition, sa taille, son poids..., a tendance à vibrer à une fréquence particulière. Cette fréquence de vibration naturelle est appelée la fréquence de résonance. Une machine vibrante transmet la quantité maximale d'énergie à un objet lorsqu'elle vibre à la fréquence de résonance de l'objet.

Lorsqu'une personne est en contact avec une machine vibrante, l'énergie de vibration est transmise à son corps. Selon la durée et la façon dont l'exposition se produit, la vibration peut produire des effets sur une grande partie du corps d'un travailleur ou seulement sur un organe particulier. Les effets de l'exposition aux vibrations dépendent aussi de la fréquence de vibration. Chaque organe du corps a sa propre fréquence de résonance. Lorsque l'exposition se produit à une des fréquences de résonance des organes ou au voisinage d'une de ces fréquences, l'effet résultant sur les troubles de l'intestin et de l'appareil circulatoire, ainsi que des systèmes musculo-squelettique et neurologique est grandement accru.

Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail

### Questions

Note	Cap
------	-----

1.
  - a. Qu'est ce que la fréquence d'un objet vibrant d'après le texte ?
  - b. Qu'appelle t-on dans le cours de physique la fréquence de résonance d'un objet ?
2.
  - a. Quand est ce que l'énergie transférée de la machine à l'objet vibrante est maximale ?
  - b. Déduire une définition de l'état de résonance.
3. Relever du texte ce qui prouve que la résonance de vitesse et la résonance d'élongation ont un effet indésirable sur les organes du corps du travailleur.
4.
  - a. Relever du texte les troubles provoqués par une exposition aux vibrations.
  - b. Relever du texte ce qui prouve que le danger de l'exposition aux vibrations est plus important lorsque les organes se trouvent en état de résonance.

0,25	A2
0,25	A1
0,25	A2
0,5	A1
0,25	A2
0,5	A2
0,25	A2

# ANNEXE

Nom & prénom : ..... Classe : 4<sup>ème</sup> Maths N° : .....

## CHIMIE

Equation de la réaction		$\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NO}_2^- + \text{H}_3\text{O}^+$			
Etat	Avancement volumique	Concentration en mol.L <sup>-1</sup>			
initial					
final					

## Physique

### Exercice n°1

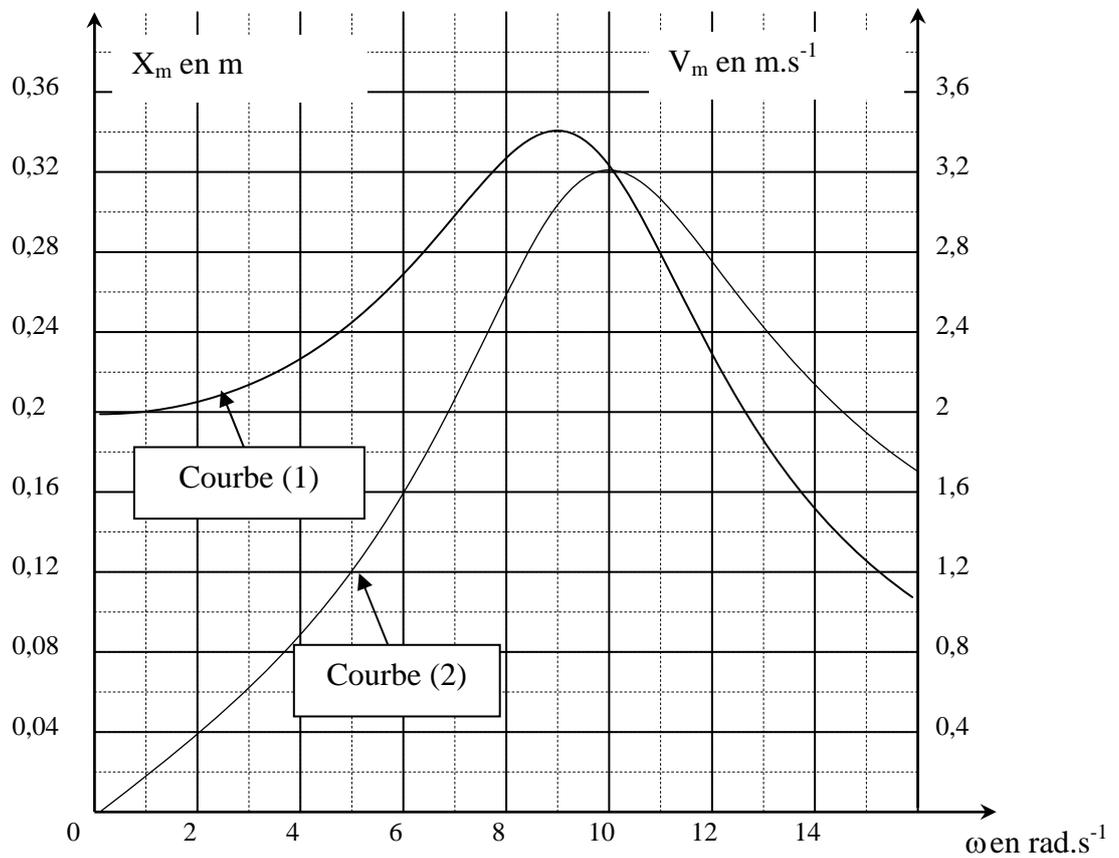


Figure2

### Exercice n°2

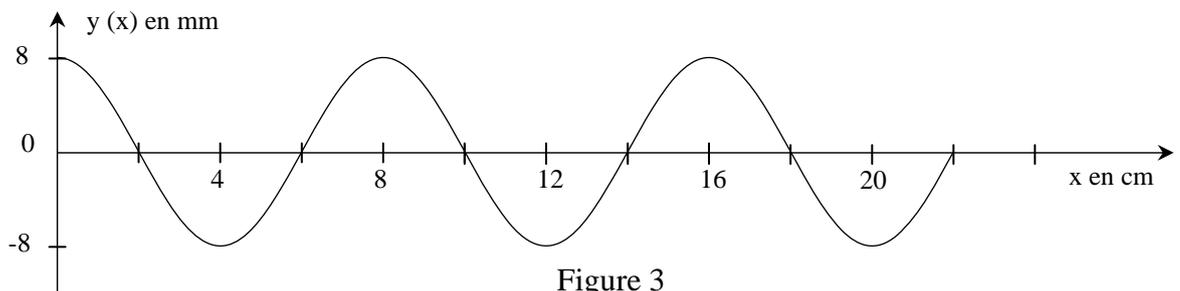


Figure 3



