Lycée de Cebbala – Sidi Bouzid
Prof : Barhoumi Ezzedine
Classe : 4ème Math

◈ DEVOIR DE CONTROLE N°2 ◈ Durée : 2H ◈
Matière : Sciences Physiques
A.S. : 2014/2015

Chimie : (7points)

Exercice n°1 : (3 points)

1) a- Définir un acide et une base selon la théorie de Bronsted.

b- Préciser les couples acide-base montrant que l'eau est un amphotère.

2) On donne la classification des acides suivants par ordre de force d'acidité croissante.

NH_4^+ — HF — H_3O^+ — HNO_3 → **acidité croissante**

a- Lequel de ces acides est pris comme acide de référence ?

b- On donne :

pK_a	**3,17**	**-2**	**9,2**	**-1,74**

Attribuer à chaque acide le **pK_a** correspondant. Justifier la réponse.

c- Montrer que **HNO_3** est un acide fort alors que **NH_4^+** et **HF** sont des acides faibles.

3) a- Donner la formule chimique des bases conjuguées correspondant à chaque acide.

b- Classer en justifiant ces bases par ordre de force de basicité décroissante.

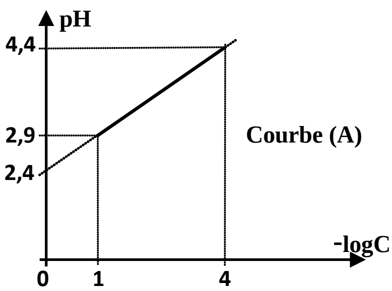
Exercice n°2 : (4 points)

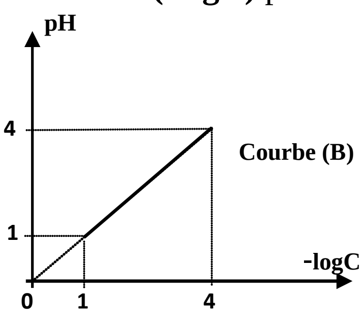
On dispose de deux solutions aqueuses d'acides :

(S_1) : une solution aqueuse d'acide **A_1H** (acide fort),

(S_1) : une solution aqueuse d'acide **A_2H** (acide faible),

On mesure, à l'aide d'un pH-mètre, le pH des ces deux solutions pour les valeurs de la concentration C variant entre 10^{-1}mol.L^{-1} et 10^{-4}mol.L^{-1}. Ces résultats ont permis de tracer les courbes **(A)** et **(B)** donnant les variations du **pH** en fonction de **(-logC)** pour chaque solution.





1/ a- Justifier que la courbe **(B)** correspond à l'acide **A_1H**.

b- Ecrire l'équation de la réaction d'ionisation de l'acide **A_1H** dans l'eau.

2/ Etablir l'équation numérique de la courbe correspondante à l'acide **A_2H**.

3/ a- Dresser le tableau d'avancement volumique relatif à l'acide **A_2H**.

b- Etablir l'expression du **pH** de la solution **(S_2)** en fonction de **pK_a** et **C**.

4/ Déterminer la valeur du **pK_a** de l'acide **A_2H**.

Physique : (13 points)

Exercice n°1 : (6 points)

On considère un pendule élastique formé par un solide **(S)** de masse **m** et un ressort **(R)** à spires non jointives et de raideur **k**. Le pendule peut se déplacer sans frottement sur un plan horizontal. On note **x(t)** l'abscisse du centre d'inertie **G** du solide (**figure 1**).

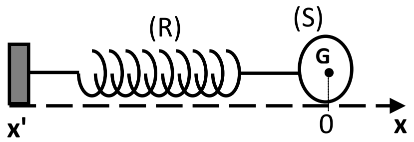


Figure 1

1/ Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit l'élongation **x(t)**.

2/ La courbe de figure **2** représente l'évolution de l'élongation en fonction du temps **x=f(t)**.

a- En exploitant cette courbe, écrire la loi horaire de l'élongation **x(t)**.

b- En déduire l'expression numérique de la vitesse instantanée **v(t)**.

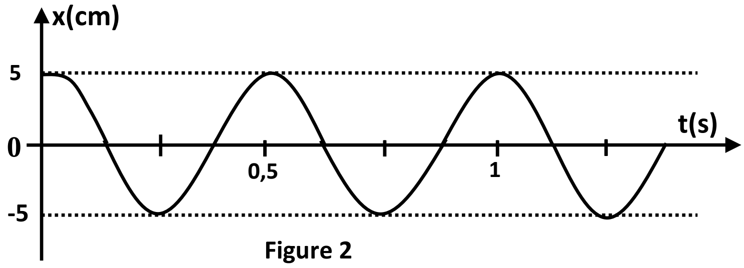


Figure 2

3/ Montrer que l'énergie mécanique **E** est constante au cours du temps.

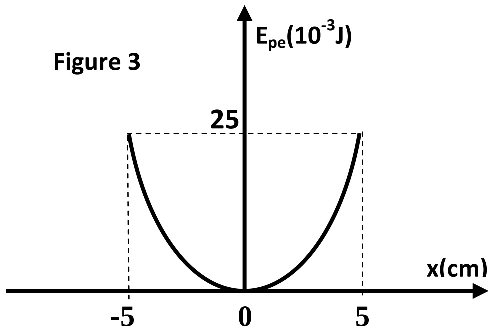
4/ La courbe de la **figure 3** représente l'énergie potentielle E_{pe} en fonction de l'élongation **x.**

a- Par exploitation de cette courbe, déterminer la valeur de **k.**

- En déduire la valeur de **m**.

c- Déterminer la valeur de la vitesse du solide à v_1 lorsqu'il passe par la position d'abscisse x_1 **= 4 cm** en se dirigeant vers le sens négatif.

Figure 3



5/ Maintenant, le solide **(S)** est soumis à des forces de frottement dont la résultante $\vec{f} = -h\vec{v}$ où **h** est une constante qui représente le coefficient de frottement.

a- L'équation différentielle du mouvement du solide (S) est : $\frac{d^2x}{dt^2} + 4,96\frac{dx}{dt} + 158,7x = 0$.

Déterminer la valeur de **h**.

b- La courbe d'évolution de l'élongation **x** en fonction du temps est représentée par la **figure** 4.

b_1- Nommer le régime d'oscillation.

b_2- Calculer la variation de l'énergie mécanique du pendule entre les instants t_0**=0s** et t_1**=1s**.

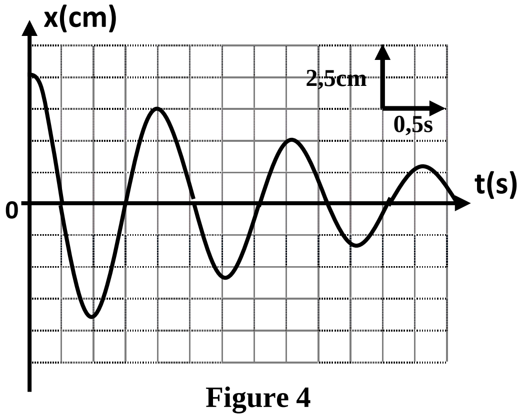


Figure 4

Exercice n°2 : (7 points)

Le pendule élastique de la figure **1** est constitué d'un solide (**S**) de masse **m = 198g** et de centre d'inertie **G**, attaché à l'une des extrémités d'un ressort (**R**) à spires non jointives, d'axe horizontal, de masse négligeable et de raideur **k = 20 N.m⁻¹**. L'autre extrémité du ressort est fixée à un support immobile.

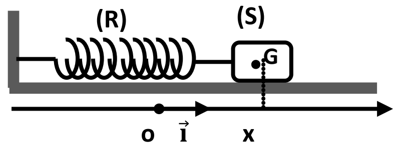


Figure 1

A l'équilibre le centre d'inertie **G** du solide **(S)** coïncide avec l'origine **O** du repère (**o,** $\vec{i}$) de l'axe **x'x**.

On désigne par **x(t)** l'abscisse de **G** à un instant de date **t**, dans le repère **(o,** $\vec{i}$**)** et par **v(t)** la valeur de sa vitesse à cet instant.

A l'aide d'un dispositif approprié, on applique sur **(S)** une force excitatrice $\vec{F}(t)=F_m \sin(2\pi N t)\vec{i}$ d'amplitude F_m constante et de fréquence **N** réglable. Au cours de son mouvement, le solide (**S**) est soumis à une force de frottement $\vec{f} = -h\vec{v}$ où $\vec{v}$ est la vitesse instantanée du centre d'inertie **G** du solide et **h** est le coefficient de frottement.

La loi horaire du mouvement du centre d'inertie **G** de (S) est $x(t) = X_m \sin(2\pi N t + \varphi)$

avec $X_m = \dfrac{F_m}{\sqrt{(2\pi h N)^2 + (k - 4m\pi^2 N^2)^2}}$.

1/ Les oscillations de **G** sont-elles libres où forcées. Justifier.

2/ Pour une valeur de la fréquence N_1 de la fréquence de la force excitatrice, l'amplitude X_m des oscillations de **G** passe par un maximum.

a. Donner le nom du phénomène dont l'oscillateur est le siège à la fréquence N_1.

b. Montrer que la fréquence N_1 est donnée par la relation : $N_1 = \sqrt{N_0^2 - \dfrac{h^2}{8\pi^2 m^2}}$.

3/ Une étude expérimentale a permis de tracer les deux courbes (C_1) et (C_2) de la figure **2**.

Elles traduisent les variations de X_m et de V_m en fonction de **N**, V_m étant l'amplitude de la vitesse instantanée.

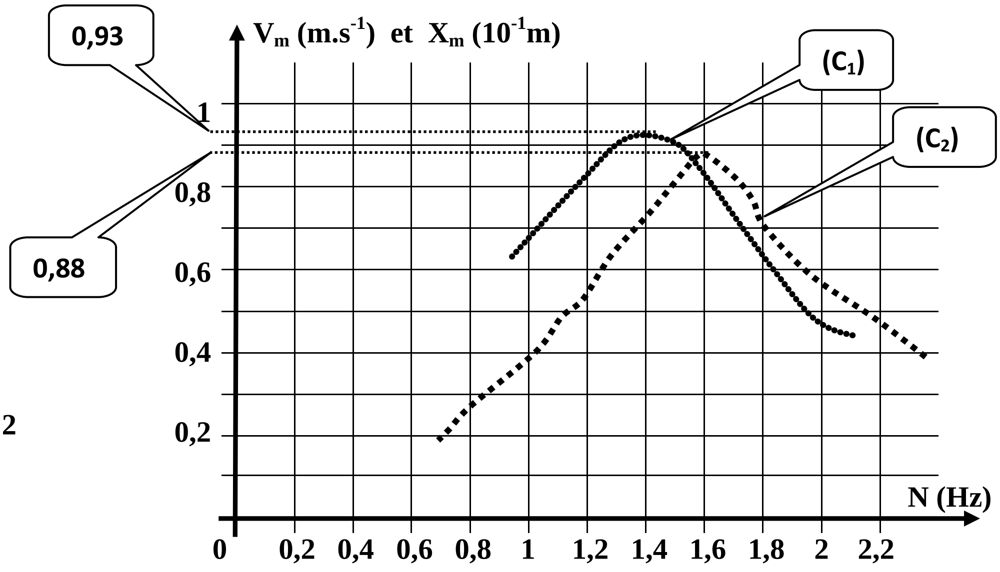


Figure 2

a. Justifier que la courbe (C_1) représente les variations de X_m en fonction de **N**.

b. En exploitant les courbes de la figure **2**, déterminer la valeur du coefficient de frottement **h** ainsi que celle de l'amplitude F_m.

c. Déterminer pour **N=1,6Hz**, la valeur de la phase initiale **φ** de l'élongation **x(t)**.

Correction du D.C N°2

Chimie

Ex ① (~~3pts~~) 3,5

0,5 1) a) Définition d'un acide et d'une base selon Bronsted (voir cours)

0,5 b) H_3O^+ / H_2O et H_2O / OH^-

0,25 2) a) L'acide H_3O^+ est pris comme un acide de référence

0,5 b) Lorsque l'acidité augmente, le pka diminue

pKa	9,2	3,14	−1,74	−2
acide	NH_4^+	HF	H_3O^+	HNO_3

0,5 c) HNO_3 est un acide fort car il est plus fort que H_3O^+
HF et NH_4^+ sont des acides faibles car ils sont plus faibles que H_3O^+.

0,5 3) a)

acide	NH_4^+	HF	H_3O^+	HNO_3
base conjuguée	NH_3	F^-	H_2O	NO_3^-

0,75 b) si la basicité diminue alors $K_B \searrow \Rightarrow pK_B \nearrow \Rightarrow pK_A \searrow$.

basicité décroissante →

NH_3 — F^- — H_2O — NO_3^-

Ex. N°2 (~~4pts~~) 3,5

0,5 1) a) A_1H est un acide fort alors le pH de la solution (S_1) s'écrit $pH = -\log C$
La courbe qui représente $pH = f(-\log C)$ est une droite croissante qui passe par l'origine et de coéfficient directeur égal à 1 ⇒ La courbe (B) correspond à l'acide A_1H

0,25 b) $A_1H + H_2O \longrightarrow A_1^- + H_3O^+$

0,5 2) $pH = -\frac{1}{2}\log C + 2,4$

0,75 2) a) A_2H est un acide faible

$$A_2H + H_2O \rightleftharpoons A_2^- + H_3O^+$$

t=0	C	excès	0	10^{-7}
teq	$C - y_f$	excès	y_f	$y_f + 10^{-7}$

b) Approximations :

- l'acide A_2H est faible, son ionisation dans l'eau est limitée $\Rightarrow$ $C \gg y_f \Rightarrow C - y_f \simeq y_f$

On neglige les ions H_3O^+ provenant de l'autoprolyse de l'eau devant celle provenant de l'acide A_2H

$y_f \gg 10^{-7} \Rightarrow y_f + 10^{-7} \simeq y_f$.

1

$$K_A = \frac{[A_2^-][H_3O^+]}{[AH]} = \frac{(y_f)\times(y_f + 10^{-7})}{C - y_f}$$

or $y_f + 10^{-7} \simeq y_f$ et $C - y_f \simeq C$ Donc

$$K_A = \frac{y_f^2}{C} \Leftrightarrow y_f = \sqrt{C . K_A}$$

$$\Rightarrow \log y_f = \frac{1}{2}(\log C + \log K_A)$$

or $y_f = [H_3O^+] \Rightarrow \log [H_3O^+] = \frac{1}{2}(\log K_A + \log C)$

et $-pH = \frac{1}{2}(-pK_A + \log C)$

$$\Rightarrow \boxed{pH = \frac{1}{2}(pK_A - \log C)} \quad (1)$$

4) D'après la relation precédente (1)

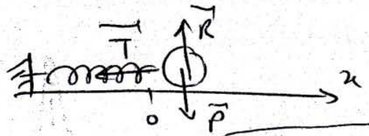
0,5

$pH = a(-\log C) + b$ avec $a = \frac{1}{2}$ et $b = \frac{1}{2} pK_A$

l'ordonné à l'origine $b = 2,4 \Rightarrow \frac{1}{2} pK_A = 2,4$

$\Rightarrow pK_A = 2,4 \times 2 = 4,8$.

Physique / Ex. N° 1 (6pt)



1) La RFD s'écrit $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$

$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m\vec{a}$

0,75

La projection sur (ox) donne $-kx = m\frac{d^2x}{dt^2} \Rightarrow \boxed{\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0}$

2) a) $x(t) = x_m \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$

0,75

$x_m = 5\ cm = 5.10^{-2}\ m$, $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{0,5} = 4\pi\ rad.s^{-1}$

$x(0) = x_m \sin\varphi_x = x_m \Leftrightarrow \sin\varphi_x = \frac{x_m}{x_m} = 1 \Rightarrow \varphi_x = \frac{\pi}{2}\ rad$

$x(t) = 5.10^{-2}\sin(4\pi t + \frac{\pi}{2})$; {en m}.

b) $v(t) = \omega_0 x_m \cos(4\pi t + \frac{\pi}{2}) = \omega_0 x_m \sin(4\pi t + \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2}) = \omega_0 x_m \sin(4\pi t + \pi)$

0,75

$v(t) = 0,2\pi \sin(4\pi t + \pi)$; {en $m.s^{-1}$}

3) $E = E_{pe} + E_c = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2$

0,5

$\frac{dE}{dt} = kx\frac{dx}{dt} + mv\frac{dv}{dt} = v\underbrace{(kx + m\frac{dv}{dt})}_{=0} = 0 \Rightarrow E = \text{constante}$

4) a) $E_{pe} = \frac{1}{2}kx^2$ si $x = 5.10^{-2}\ m$ alors $E_{pe} = 25.10^{-3}\ J$.

0,5

$\Rightarrow k = \frac{2E_{pe}}{x^2} \Rightarrow k = \frac{2 \times 25.10^{-3}}{(5.10^{-2})^2} = 20\ N\,m^{-1}$

b) on a $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \Leftrightarrow \omega_0^2 = \frac{k}{m} \Leftrightarrow m = \frac{k}{\omega_0^2} = \frac{20}{(4\pi)^2} = 0,126\ kg$.

0,5

c) $E_{pe} = \frac{1}{2}kx^2$, si $x_1 = 4\ cm = 0,04\ m$ alors $E_{pe_1} = \frac{1}{2} \times 20 \times (0,04)^2 = 16.10^{-3}\ J$

0,75

$E_{c_1} = E - E_{pe_1} = 25.10^{-3} - 16.10^{-3} = 9.10^{-3}\ J$.

$E_{c_1} = \frac{1}{2}mv_1^2 \Leftrightarrow v_1 = -\sqrt{\frac{2E_{c_1}}{m}} = -0,377\ m\,s^{-1}$

5°) a) L'éq. diff. d'un oscillateur libre amorti s'écrit

0,5

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{h}{m}\frac{dx}{dt} + \frac{k}{m}x = 0$$

par identification avec l'équation diff.

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 4,96\frac{dx}{dt} + 15,7x = 0$$

$\Rightarrow \frac{h}{m} = 4,96 \rightarrow h = 4,96\,m = 4,96 \times 0,126 = 0,62\ kg.s^{-1}$

0,25 b) b_1/ Nom du régime : régime pseudo-périodique

b_2/ $E = E_{pe} + E_c$

0,75

à l'instant $t = t_0 = 0\,s \Rightarrow E_0 = E_{pe_0}$

$\Rightarrow E_0 = \frac{1}{2}k x_0^2 = \frac{1}{2} \times 20 \times (0,05)^2 = 0,025\,J$

à l'instant $t = t_1 = 1\,s \Rightarrow E_1 = E_{pe_1}$

$\Rightarrow E_1 = \frac{1}{2}k x_1^2 = \frac{1}{2} \times 20 \times (3,75.10^{-2})^2 = 0,014\,J$.

La variation d'energie mécanique du pendule

s'écrit $\Delta E = E_1 - E_0 = 0,014 - 0,025 = -0,011\,J$

Phys / Ex. N°2 (7pts) /

1°) Les oscillations sont forcées car l'oscillateur est soumis à une force excitatrice $\vec{F}(t)$.

0,5

0,5

2°) a) Le phénomène de résonance d'élongation

b) $X_m = \dfrac{F_m}{\sqrt{(2\pi h N)^2 + (K - 4m\pi^2 N^2)^2}} = \dfrac{F_m}{\sqrt{g(N)}}$

X_m devient maximal si $g(N) = (2\pi h N)^2 + (K - 4m\pi^2 N^2)^2$ est minimal pour une fréquence N_1 tel que $g'(N_1) = 0$

$g'(N) = 0$

$g'(N_1) = 0 \Leftrightarrow 2(2\pi h)^2 N_1 + 2 \times (-4m\pi^2 \times 2N_1)(K - 4m\pi^2 N_1^2) = 0$

$\Leftrightarrow (2\pi h)^2 - 8m\pi^2 (K - 4m\pi^2 N_1^2) = 0$

2

$K - 4m\pi^2 N_1^2 = \dfrac{(2\pi h)^2}{8\pi^2 m} = \dfrac{4\pi^2 h^2}{8\pi^2 m} = \dfrac{h^2}{2m}$

$\Leftrightarrow 4m\pi^2 N_1^2 = K - \dfrac{h^2}{2m} \Leftrightarrow N_1^2 = \dfrac{K}{4\pi^2 m} - \dfrac{h^2}{8\pi^2 m^2}$

$\Leftrightarrow N_1^2 = N_0^2 - \dfrac{h^2}{8\pi^2 m^2}$ soit $\boxed{N_1 = \sqrt{N_0^2 - \dfrac{h^2}{8\pi^2 m^2}}}$

3) a) la fréquence de résonance de l'élongation N_1 est inférieure à la fréquence propre N_0 de l'oscillateur. D'où la courbe (C_1) représente $X_m = f(N)$

1

b) on a : $N_1 = \sqrt{N_0^2 - \dfrac{h^2}{8\pi^2 m}}$,

$\Leftrightarrow N_1^2 = N_0^2 - \dfrac{h^2}{8\pi^2 m^2} \Leftrightarrow \dfrac{h^2}{8\pi^2 m^2} = N_0^2 - N_1^2$

0,75

$\Leftrightarrow h = \sqrt{8\pi^2 m^2 (N_0^2 - N_1^2)}$

~~1,5~~

AN : $h = 1,36\ kg.s^{-1}$

Lorsque $N = N_0 \Rightarrow X_m = \dfrac{F_m}{2\pi h N_0} \Leftrightarrow F_m = h(2\pi N_0 X_m)$

$\Rightarrow \boxed{F_m = h V_m}$

0,75

Pour $N = N_0 = 1{,}6\,Hz$ alors $V_m = 0{,}88\,ms^{-1} \Rightarrow \boxed{F_m = 1{,}36 \times 0{,}88 = 1{,}19\,N}$

c) Pour $N = N_0 = 1{,}6\,Hz$ il y a résonnance de vitesse

1,5

$\Rightarrow \varphi_V = \varphi_F = 0$

or $\varphi_V = \varphi_x + \dfrac{\pi}{2} \Rightarrow \varphi_x = \varphi_V - \dfrac{\pi}{2} = -\pi/2$

$\boxed{\varphi_x = -\pi/2 \text{ rad}}$