

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.



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.

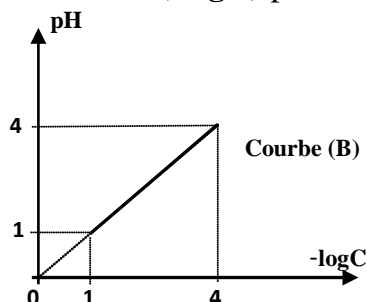
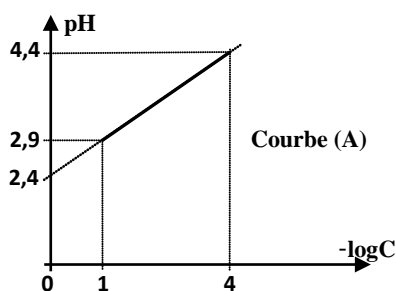
Exercice n°2 : (4 points)

On dispose de deux solutions aqueuses d'acides :

(S₁) : une solution aqueuse d'acide A_1H (acide fort),

(S₂) : 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 $(-\log C)$ 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 (S₂) 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).

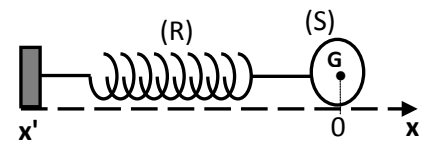


Figure 1

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 $v(t)$.

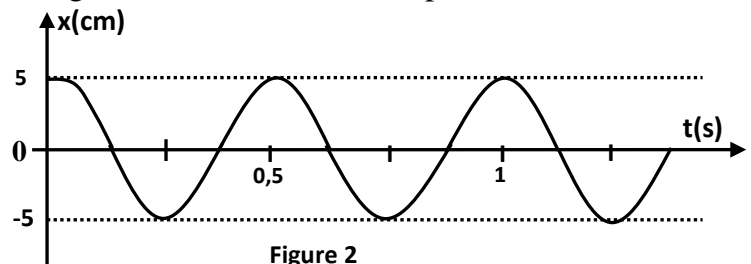


Figure 2

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.

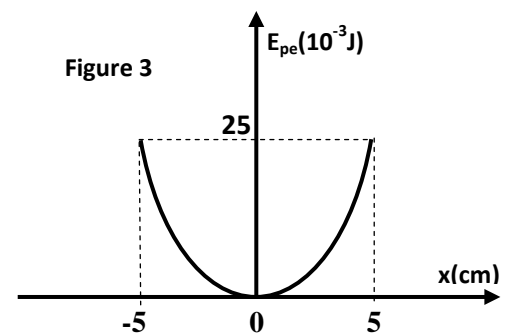


Figure 3

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.

b₁- Nommer le régime d'oscillation.

b₂- Calculer la variation de l'énergie mécanique du pendule entre les instants $t_0=0s$ et $t_1=1s$.

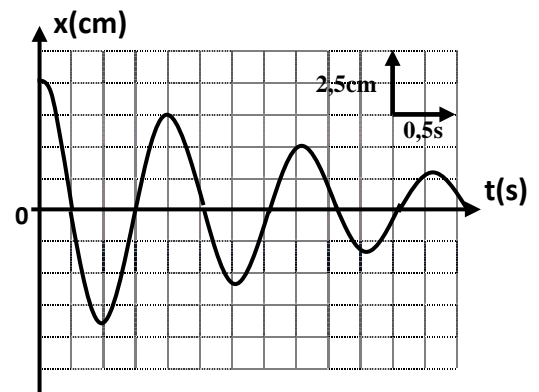


Figure 4

Exercice n°2 : (7 points)

Le pendule élastique de la figure 1 est constitué d'un solide (S) de masse $m = 198\text{g}$ 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 $k = 20\text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$. L'autre extrémité du ressort est fixée à un support immobile.

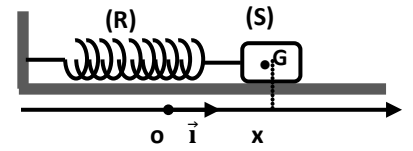


Figure 1

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 $\vec{F}(t) = F_m \sin(2\pi Nt) \vec{i}$ 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 $x(t) = X_m \sin(2\pi Nt + \varphi)$

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

1/ Les oscillations de G sont-elles libres ou 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 : $N_1 = \sqrt{N_0^2 - \frac{h^2}{8\pi^2 m^2}}$.

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.

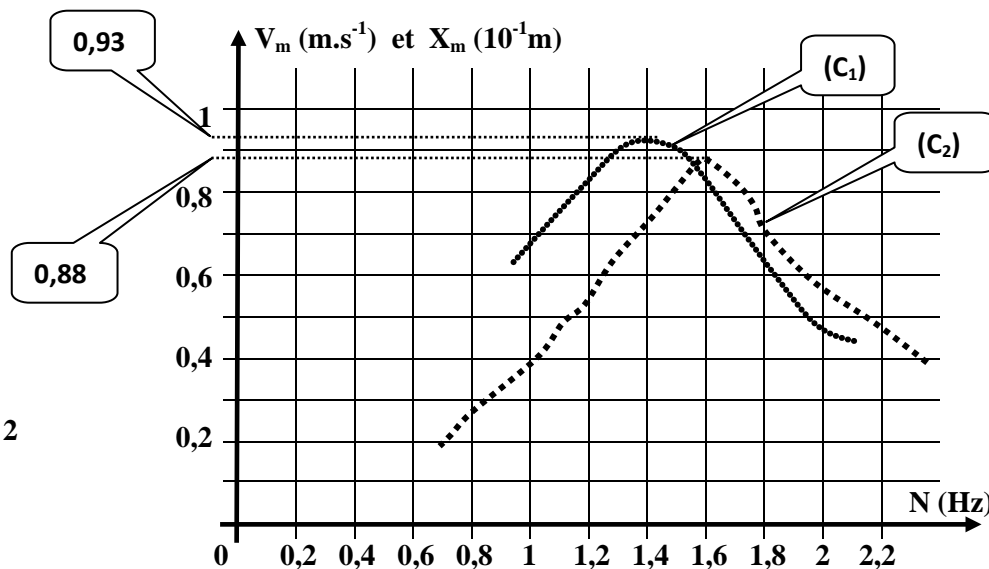


Figure 2

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 $N=1,6\text{Hz}$, la valeur de la phase initiale φ de l'élongation $x(t)$.

Correction du DC n°2

Chimie

Ex ①

(3pts) 3,5

1) a) Définition d'un acide et d'une base selon Brønsted (voir cours)

b) H_3O^+ / H_2O et H_2O / OH^-

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

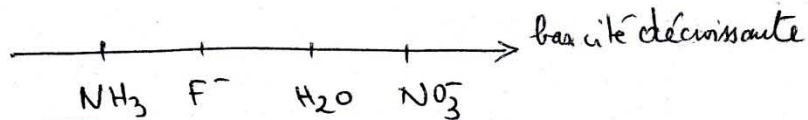
b) Lorsque l'acidité augmente, le pKa diminue

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

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^+ .

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

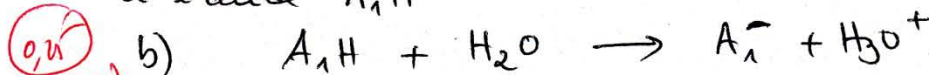
b) si la basicité diminue alors $K_B \downarrow \Rightarrow pK_B \uparrow \Rightarrow pK_A \downarrow$



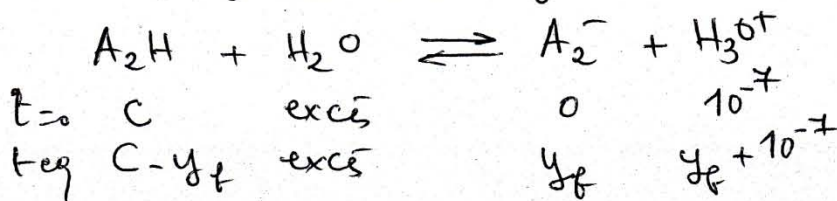
Ex. n°2 (4pts) 3,5

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 coefficient directeur égal à 1 \Rightarrow La courbe (B) correspond à l'acide A_1H



2) a) A_2H est un acide faible



b) Approximations:

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

On néglige les ions H_3O^+ provenant de l'autoprotolyse de l'eau devant celle provenant de l'acide A_2H

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

$$\textcircled{1} \quad K_A = \frac{[A_2^-][H_3O^+]}{[AH]} = \frac{(y_f) \times (y_f + 10^{-7})}{C - y_f}$$

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

$$K_A = \frac{y_f^2}{C} \quad (\Rightarrow) \quad y_f = \sqrt{C \cdot K_A}$$

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

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

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

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

4) D'après la relation précédente (1)

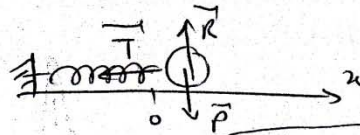
$$\text{pH} = a(-\log C) + b \quad \text{avec } a = \frac{1}{2} \text{ et } b = \frac{1}{2} \text{p}K_A$$

l'ordonnée à l'origine $b = 2,4 \Rightarrow \frac{1}{2} \text{p}K_A = 2,4$

$$\Rightarrow \text{p}K_A = 2,4 \times 2 = 4,8$$

Physique (Ex. N°1) (6pts)

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



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

$x_m = 5 \text{ cm} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$, $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{0,1} = 4\pi \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$

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

$x(t) = 5 \cdot 10^{-2} \sin(4\pi t + \frac{\pi}{2})$; {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

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

4) a) $E_{pe} = \frac{1}{2} kx^2$ si $x = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ alors $E_{pe} = 25 \cdot 10^{-3} \text{ J}$

0,5

$\Rightarrow k = \frac{2E_{pe}}{x^2} \Rightarrow k = \frac{2 \times 25 \cdot 10^{-3}}{(5 \cdot 10^{-2})^2} = 20 \text{ N m}^{-1}$

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

0,5

c) $E_{pe} = \frac{1}{2} kx^2$, si $x_1 = 4 \text{ cm} = 0,04 \text{ m}$ alors $E_{pe_1} = \frac{1}{2} \times 20 \times (0,04)^2 = 16 \cdot 10^{-3} \text{ J}$

0,75

$E_{c_1} = E - E_{pe_1} = 25 \cdot 10^{-3} - 16 \cdot 10^{-3} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ J}$

$E_{c_1} = \frac{1}{2} m v_1^2 \Rightarrow v_1 = \pm \sqrt{\frac{2 E_{c_1}}{m}} = -0,377 \text{ m s}^{-1}$

5°) a) L'eq. 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.

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

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

0,25 b) b₁/ Non du régime : régime pseudo-périodique

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

0,75

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

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

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

$$\Rightarrow E_1 = \frac{1}{2} k x_1^2 = \frac{1}{2} \times 20 \times (3,75 \cdot 10^{-2})^2 = 0,014 \text{ J}$$

La variation d'énergie mécanique du pendule

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

Phys / Ex. N°2 (7pts)

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

0,5

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

0,5

b)
$$x_m = \frac{F_m}{\sqrt{(2\pi h N)^2 + (k - 4m\pi^2 N^2)^2}} = \frac{F_m}{\sqrt{g(N)}}$$

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 $g'(N_1) = 0$

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

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

2

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

$$\Leftrightarrow 4m\pi^2 N_1^2 = k - \frac{h^2}{2m} \Leftrightarrow N_1^2 = \frac{k}{4\pi^2 m} - \frac{h^2}{8\pi^2 m^2}$$

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

3) a) la fréquence de résonance de l'élongation N_1 est inférieure à la fréquence propre N_0 de l'oscillateur

1

D'où la courbe (C_1) représente $x_m = f(N)$

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

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

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

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

0,75
1,5

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

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

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

e) Pour $N = N_0 = 1,6 \text{ Hz}$ il y a résonance de vitesse

$\Rightarrow \varphi_v = \varphi_f = 0$

or $\varphi_v = \varphi_x + \frac{\pi}{2} \Rightarrow \varphi_x = \varphi_v - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{2}$

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

1,5