

Chimie (7 points)

Toutes les solutions aqueuses sont préparées à 25°C ou $K_e = 10^{-14}$

Dans une séance de travaux pratiques, on se propose de suivre la variation du pH par ajout d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique HCl de concentration $C_A = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$, à un volume $V_B = 20 \text{ mL}$ d'une solution d'ammoniac NH_3 de concentration C_1 ; puis à un même volume d'une solution d'éthylamine $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ de concentration C_2 . On obtient le graphe suivant où T_1 et E_1 sont deux points de la courbe de dosage de NH_3 et T_2 et E_2 sont deux points de la courbe de dosage de $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$.

On désigne par B l'une des deux bases. L'équation de la réaction de dosage supposée totale est :

$B + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{BH}^+ + \text{H}_2\text{O}$.

1-a) Définir l'équivalence acide-base

b) Montrer que $C_1 = C_2 = C_A$

2) Montrer que le pH du mélange à l'équivalence peut être donné par :

$$\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_a - \log C_E), \text{ ou } C_E \text{ est}$$

la concentration molaire de l'ion BH^+ à l'équivalence.

b) Calculer le $\text{p}K_a$ de chaque base

3/ Comparer la force des deux bases en utilisant la valeur :

a) des pH des deux solutions basiques avant l'ajout de la solution acide.

b) des pH à l'équivalence.

4-a) Montrer que la valeur du pH après l'équivalence peut s'écrire sous la forme $\text{pH} = -\log C_A'$ ou

$$C_A' = \frac{C_A(V_a - V_{aE})}{(V_a + V_b)}$$

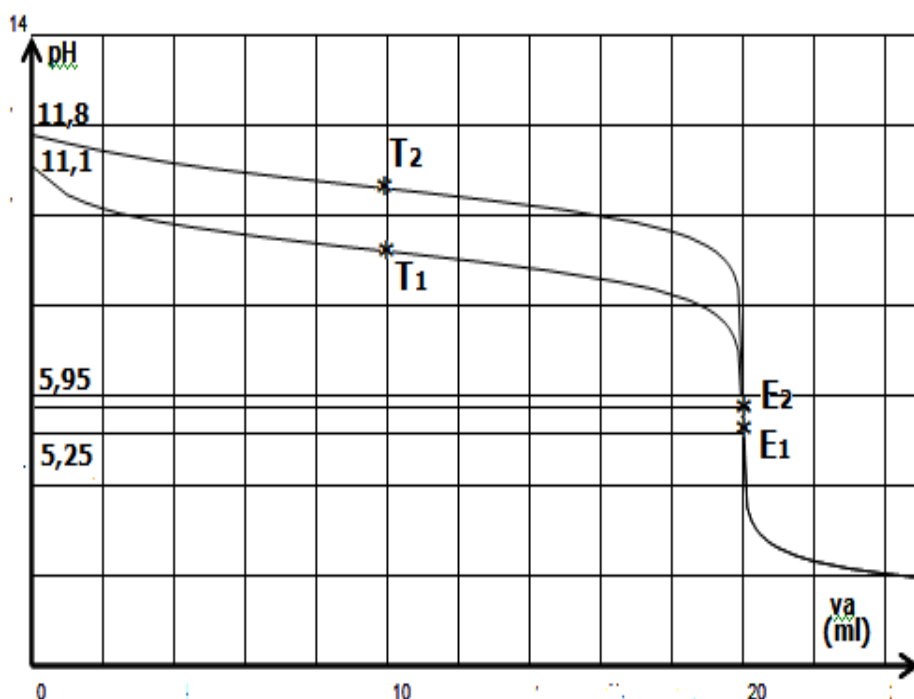
b) Retrouver par deux méthodes le pH du mélange pour un volume d'acide ajouté $V_a = 24 \text{ mL}$

5/ On refait le dosage d'un volume $V_B = 20 \text{ mL}$ de la solution d'éthylamine $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ en lui ajoutant un volume V_e d'eau pure, par la solution aqueuse de chlorure d'hydrogène HCl. On constate que la valeur du pH à l'équivalence diffère de 0,2 unité de pH de la valeur obtenue au cours du premier dosage.

a) La quantité de la base dosée change-t-elle par ajout d'eau ?

b) Indiquer si cette variation de pH est une augmentation ou une diminution. Déterminer la valeur de V_e .

c) Déduire la valeur du pH de la solution d'éthylamine de volume $(V_B + V_e)$.



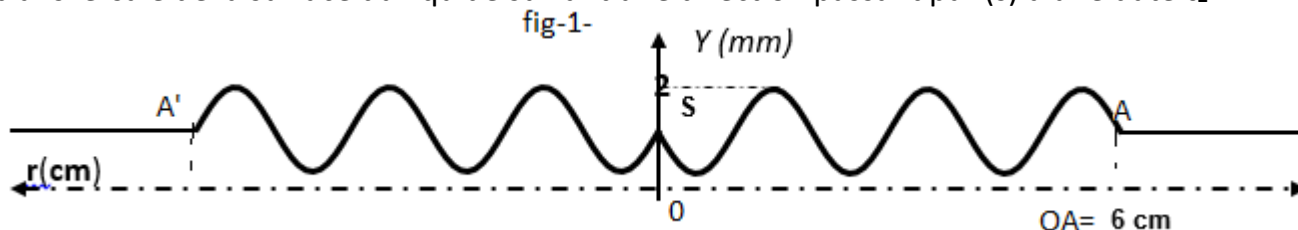
PHYSIQUE (13 points)

Exercice N°1 (7 points)

Une pointe, reliée à un vibreur entretenu de fréquence N , frappe la surface d'une nappe d'eau initialement au repos, supposée élastique et homogène, en un point (S).

Le mouvement de (S) ayant débuté à $t = 0$ s se propage le long de la surface de l'eau.

On fixe la fréquence du vibreur à $N = 25\text{Hz}$. La figure-1- suivante représente une coupe transversale de la surface du liquide suivant une direction passant par (s) à une date t_1 :



1) A partir de la figure précédente déterminer :

a- La longueur d'onde λ .

b- La date t_1 .

c- La célérité v de propagation de l'onde.

2) Représenter sur la figure (2) de l'annexe le nouveau aspect de la surface du liquide suivant la même coupe transversale à la date $t_2 = 0,14$ s.

3) a- Donner l'expression de la loi horaire de la source $ys(t)$ en précisant son amplitude, sa pulsation et sa phase initiale.

b- Trouver l'expression de la loi horaire de mouvement d'un point M de la surface du liquide situé à une distance r de la source (S). Application numérique : $r = 5,5$ cm.

4) Trouver, à la date t_2 , l'ensemble des points de la surface du liquide qui vibrent en opposition de phase avec la source (S).

5) On remplace la pointe par une réglette qui génère à la surface de l'eau une onde plane rectiligne ou à quelques centimètres de la plaque on place une fente de largeur $a = 19,1$ mm

a) Qu'observe-t-on après la fente ? Quel est le phénomène mis en évidence ?

b) Représenter l'aspect de la surface d'eau après la fente F

Exercice N°2 (6 points)

Une corde élastique de longueur $L = 1$ m tendue horizontalement est attachée par son extrémité S au bout d'une lame vibrante qui lui communique des vibrations sinusoïdales transversales,

d'amplitude $a = 5$ mm et de fréquence N (voir figure 3). Une onde progressive transversale de même amplitude a se propage le long de la corde à partir de S avec la célérité $v = 20$ m.s⁻¹.

On suppose qu'il n'y a ni amortissement ni réflexion des ondes.

Le mouvement de S débute à l'instant $t=0$ et admet comme équation horaire

$$ys(t) = 5 \cdot 10^{-3} \sin(200\pi t + \varphi_s).$$

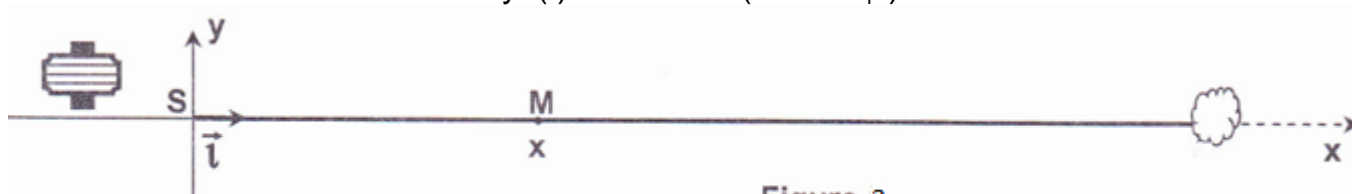


Figure 3

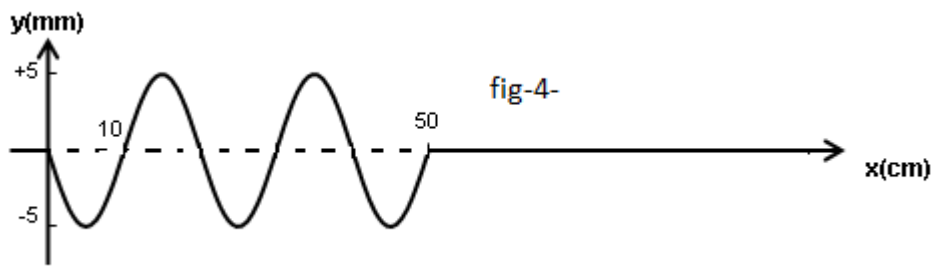
1. Déterminer la valeur de la fréquence N , puis celle de la longueur d'onde λ .

2. a) Soit M un point de la corde d'abscisse $x = SM$ dans le repère (S, \vec{i}).

Etablir l'équation horaire du mouvement de ce point.

b) Montrer que les deux points A et B de la corde d'abscisses respectives $X_A = 25$ cm et $x_B = 35$ cm vibrent en opposition phase.

3. L'aspect de la corde à un instant t_1 est représenté sur la figure 4 suivante.



a) Déterminer graphiquement la valeur de t_1 .

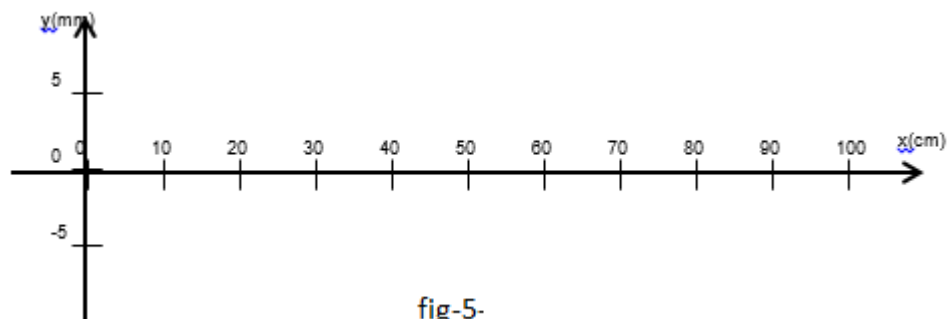
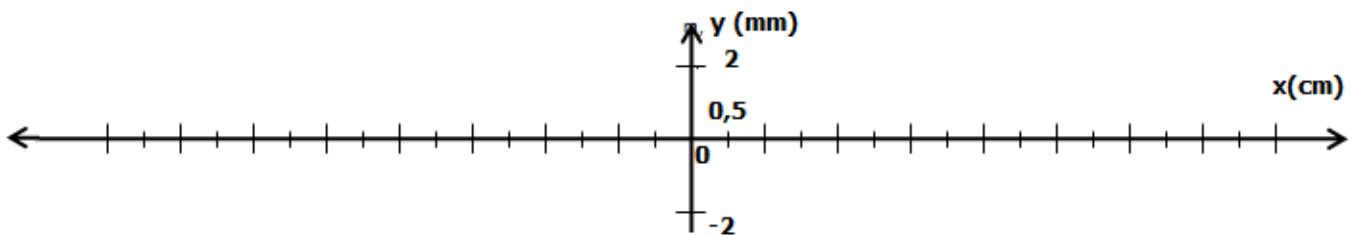
b) Montrer que la phase initiale de la source $\varphi_s = \pi$

c) Déterminer le nombre et les positions des points de la corde qui vibrent en quadrature avance de phase avec la source à la date t_1

4) Représenter sur la figure-5- de l'annexe l'aspect de la corde à la date $t_2 = t_1 + 2,5 \cdot 10^{-3}$

ANNEXE

figure (2)



chimie

1-a) C'est l'état du système chimique ou les réactifs dans le rapport stœchiométrique

b) on a $V_{aE_1} = V_{aE_2}$ et $V_{b1} = V_{b2}$

a) l'équivalence $C_a V_{aE} = C_b V_b$

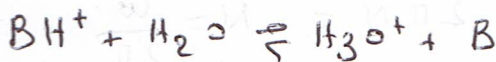
donc $C_a = C_b \Rightarrow C_1 = C_2 = C_a = 10^{-1} M$

2°) A l'équivalence le milieu est acide de molarité $C_E = \frac{C_a V_a}{V_b + V_{aE}}$

- $C_E = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol l}^{-1} > 10^{-6} \text{ mol l}^{-1}$

- $\alpha_{B_1} = \frac{10^{-pH_{E_1}}}{C_E} = 0,002 < 0,05$

- $\alpha_{B_2} = \frac{10^{-pH_{E_2}}}{C_E} = 2,24 \cdot 10^{-5} < 0,05$



$K_a = \frac{[H_3O^+][B]}{[BH^+]} = \frac{[H_3O^+]^2}{C_E}$

donc $[H_3O^+]^2 = K_a C_E$ donc

$pH_E = \frac{1}{2} (pK_a - \log C_E)$

b) $pK_{a_1}(NH_3) = 2 pH_{E_1} + \log C_E \approx 9,20$

$pK_a(C_2H_5NH_2) = 2 pH_{E_2} + \log C_E \approx 10,6$

3°/ a) $pH_{O_2} > pH_{O_1}$ et $C_1 = C_2$ donc la base $C_2H_5NH_2$ est plus forte que la base NH_3

b) $pH_{E_2} > pH_{E_1}$ donc $C_2H_5NH_2$ est plus forte que NH_3

4-a) Après l'équivalence, on mélange une solution d'acide fort HCl avec une solution de base faible tr_3

faiblement ionisé donc

$[H_3O^+]_s \approx [H_3O^+]_{HCl} = \frac{n(HCl)}{V_b + V_a}$

$n(HCl) = C_a (V_a - V_{aE})$

$pH = -\log C$ car HCl acide fort alors

$pH = -\log \frac{C_a (V_a - V_{aE})}{V_a + V_b}$

b) $V_{aE} = 24 \text{ ml}$

- graphiquement $pH \approx 2$

- Analytiquement

$pH = -\log \frac{10^{-1} (4)}{24} = 2,04$

5°/

a) Non car une dilution ne modifie pas le nombre de mole initiale

b) Dosage sans dilution

$pH_E = \frac{1}{2} pK_a - \frac{1}{2} \log C$

Dosage avec dilution

$pH'_E = \frac{1}{2} pK_a - \frac{1}{2} \log C'$

$\Delta pH = pH'_E - pH_E$

$\Delta pH = \frac{1}{2} \log \frac{C}{C'}$

$C > C' \Rightarrow \Delta pH > 0$ La variation est une augmentation

- calcul de V_E

$2 \Delta pH = \log \frac{C}{C'} \Rightarrow \frac{C}{C'} = 10^{2 \Delta pH}$

$\frac{C}{C'} \approx 2,5$ ou $\frac{C}{C'} = \frac{V'}{V_a + V_{aE}}$

donc $V' = 2,5 (V_a + V_{aE}) = 100 \text{ ml}$

d'où $V' = V_E + V_a + V_{aE} \Rightarrow$

$V_E = V' - (V_a + V_{aE}) = 60 \text{ ml}$

c) $\Delta pH = -\frac{1}{2} \log C/C'$

$pH'_0 = pH_0 - \frac{1}{2} \log C/C' = pH_0 - \frac{1}{2} \log \frac{V'_a}{V_a}$

$\approx 11,8 - \frac{1}{2} \log 2 \approx 11,5$

Physique

Ex n° 1 :

1-a) $OA = 3\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{OA}{3} = 2 \text{ cm}$ 0,15

b) $OA = x_B = v \cdot t_1$

$3\lambda = v t_1 \Rightarrow \frac{3v}{N} = v t_1$

$t_1 = \frac{3}{N} = 0,12 \text{ (s)}$ 0,175

c) $\lambda = \frac{v}{N} \Rightarrow v = \lambda N = 0,5 \text{ ms}^{-1}$ 0,15

2°/ $x_{B_2} = v t_2 = 0,07 \text{ m}$

$\frac{x_{B_2}}{\lambda} = 3,5 \Rightarrow x_{B_2} = 3,5\lambda$

Le front d'onde ne sera pas modifié au cours de la propagation de l'onde 0,25

3-a) $y_s(t) = a \sin(\omega t + \varphi_s) \quad t \geq 0$

$a = 2 \text{ mm}$; $\omega = 2\pi N = 50\pi \text{ rad s}^{-1}$

et $\varphi_s = 0 \text{ (rad)}$ car le front d'onde est une crête ①

$y_s(t) = 2 \cdot 10^{-3} \sin(50\pi t) \quad t \geq 0$

b) $y_n(t) = y_s(t - \theta)$ ou $\theta = \frac{r}{v}$

$y_n(t) = a \sin(\omega t - \frac{2\pi r}{\lambda}) \quad t \geq \theta$ ①

$y_n(t) = 2 \cdot 10^{-3} \sin(50\pi t - 5,5\pi) \quad t \geq 0,11 \text{ s}$

4°/ $x = \frac{\lambda}{2} + k\lambda$

$0 \leq x \leq x_B$

$0 < \frac{\lambda}{2} + k\lambda \leq 3,5\lambda$

$-0,5\lambda < k\lambda \leq 3\lambda$

si $k \leq 3 \Rightarrow k \in \{0, 1, 2, 3\}$ ①

donc il ya 4 pb

k	0	1	2	3
x	$\lambda/2$	$1,5\lambda$	$2,5\lambda$	$3,5\lambda$ $= x_B$

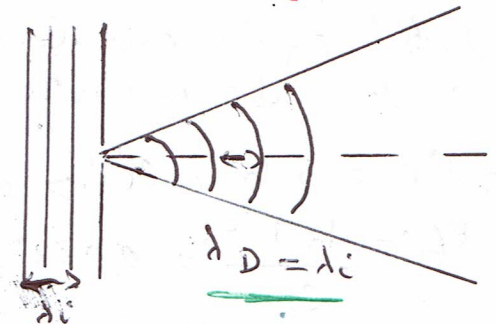
5°/

a) des rides en forme d'arcs de cercle situés dans un cône de demi-angle au sommet 0,175

$\theta = \frac{d}{a} = 1,04 \text{ rad} \approx \pi/3$

- le phénomène observé est la diffraction des ondes 0,15

b)



Ex n° 2

1°) $\omega = 2\pi N \Rightarrow N = \frac{\omega}{2\pi}$

$N = 100 \text{ Hz}$ 2x0,15

$\lambda = \frac{v}{N} = 0,2 \text{ m}$

2-a) $y_n(t) = y_s(t - \theta)$ 0,175

$y_n(t) = a \sin(\omega t - \frac{2\pi r}{\lambda} + \varphi_s) \quad t \geq \theta$

b) $x_B - x_A = 1 \text{ cm} = \lambda/2$

de la forme $\frac{\lambda}{2} + k\lambda$ donc

A et B vibrent en opposition de phase 0,175

3°/ a) $t_1 = \frac{x_B}{v} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ s}$ 0,15

b) $\varphi_s = \pi$ car le front d'onde est un creux 0,175

c) $x = \frac{\lambda}{4} + k\lambda$

$0 < x_B \leq x_B = 2,5\lambda$ ①

$-0,5\lambda < k\lambda < 2,5\lambda$

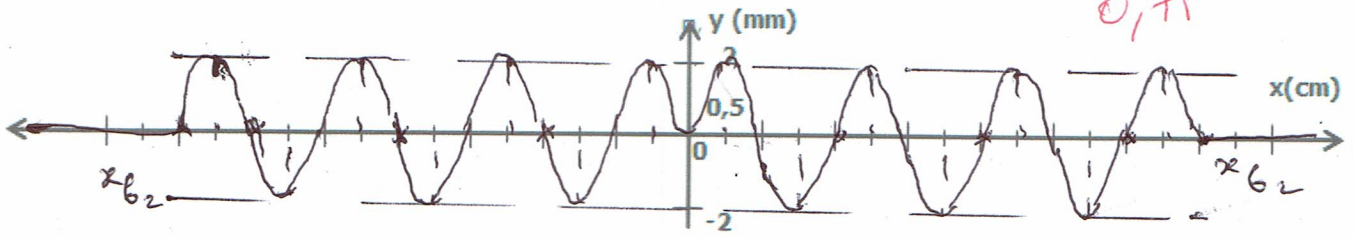
$-0,5 < k \leq 2,5 \Rightarrow k \in \{0, 1, 2\}$

$k=0 \quad x_1 = \lambda/4$

$k=1 \quad x_2 = 1,25\lambda$

$k=2 \quad x_3 = 2,25\lambda$

figure (2)



Ex $n = \frac{2}{4}$ à la date $t_2 = t_1 + 2,5 \cdot 10^{-3}$ $x_p = t_2 \cdot v = 0,55 \text{ m} = 2,7\pi$

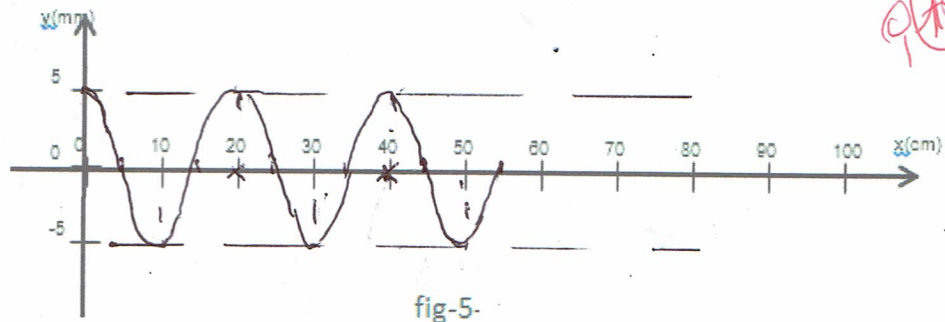


fig-5-