

NB : Chaque résultat doit être souligné. La clarté, la précision de l'explication rentrent en compte dans la notation de votre copie. L'utilisation du téléphone portable est interdite.

## ~CHIMIE ~ (9 points)

Toutes les solutions aqueuses sont prises à 25°C, température à laquelle  $K_e = 10^{-14}$

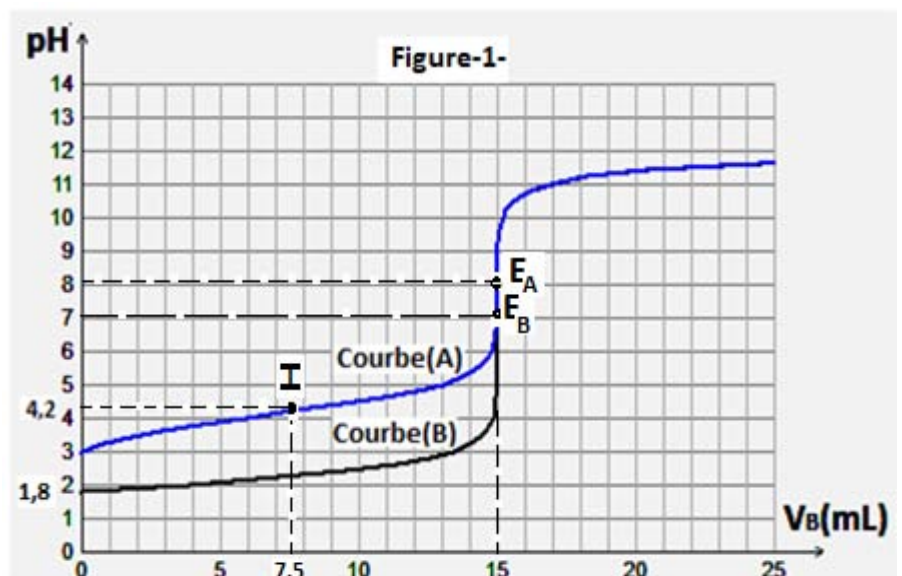
### EXERCICE N°1 (4,5 points)

On considère une solution aqueuse (S) d'acide benzoïque  $C_6H_5CO_2H$  de volume  $V=5mL$ , de concentration molaire  $C = 10^{-2} mol.L^{-1}$  et de  $pH=3,1$ .

- 1- Calculer le taux d'avancement final de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau. Préciser l'approximation utilisée. L'acide benzoïque est-il un acide fort, faible ou inerte ? Justifier la réponse.
- 2- a- Calculer les concentrations molaires des différentes espèces chimiques présentes dans la solution (S) autre que l'eau.  
b- Déduire la valeur du  $pK_a$  du couple acide-base  $C_6H_5CO_2H / C_6H_5CO_2^-$ .
- 3- a- Etablir l'expression du  $pH$  de l'acide benzoïque en fonction du  $pK_a$  et  $C$  (on supposera que l'acide benzoïque est faiblement ionisé dans l'eau)  
b- Retrouver la valeur de  $pH$  de la solution (S).
- 4-a- On dilue la solution (S)  $n$  fois pour obtenir une solution (S') de concentration molaire  $C'$  et de  $pH'= 3,75$ . Montrer que le volume  $V_e$  d'eau ajouté lors de la dilution peut s'écrire :  $V_e = \alpha.V$ . Où  $\alpha$  est une constante que l'on exprimera en fonction de  $pH$  et  $pH'$ . Calculer  $V_e$ .  
b- Déduire une relation entre  $\alpha$  et  $n$ . Calculer la valeur de  $n$  et celle de  $C'$ .

### EXERCICE N°2 (4,5 points)

On dispose d'une solution aqueuse ( $S_1$ ) d'un acide  $A_1H$  et d'une solution aqueuse ( $S_2$ ) d'un acide  $A_2H$  de concentrations molaires respectives  $C_1$  et  $C_2$ . A un même volume  $V=20mL$  de ( $S_1$ ) et de ( $S_2$ ) on ajoute séparément sur ces deux prélèvements et progressivement une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium  $NaOH$  de concentration  $C_B=0,02 mol.L^{-1}$  et on suit l'évolution de  $pH$  du mélange. On obtient les courbes (A) et (B) de la figure -1- correspondantes respectivement aux deux dosages de ( $S_1$ ) et ( $S_2$ )



- 1) a-Déduire, à partir de l'allure de chaque courbe, la nature, fort ou faible de chacun des deux acides  $A_1H$  et  $A_2H$ .  
 b-Calculer la concentration  $C_2$ .  
 c-Montrer que  $C_1=C_2$ .
- 2) Ecrire l'équation du dosage de chaque acide et montrer que dans le cas de l'acide fort la réaction est total.
- 3) Dans la suite de l'exercice on s'intéresse au dosage de l'acide faible.  
 a- Déterminer à partir du graphe la valeur du  $pK_a$  du couple acide faible/ base.  
 b- La réaction du dosage de l'acide faible est-elle totale ou limitée ? Justifier la réponse.
- 4 ) Etablir l'expression du pH d'une solution aqueuse B d'une base faiblement ionisée dans l'eau en fonction de  $C, pK_e$  et de son  $pK_a (BH^+ / B)$  en précisant les approximations utilisées.
- 5) a-Interpréter le caractère basique du mélange à l'équivalence.  
 b-Vérifier par calcul que le pH du mélange à l'équivalence est égale 8,1.  
 c-Peut-on utiliser le BBT comme indicateur coloré pour ce dosage ?justifier votre réponse.  
 On donne : la zone de virage du BBT est 6,0-7,6.

## ~PHYSIQUE ~ (11 points)

### EXERCICE N°1 (5,5 points)

Un oscillateur électrique est constitué par un circuit RLC série formé d'un condensateur de capacité  $C$ , d'une bobine d'inductance  $L$  et de résistance supposée nulle, d'un résistor de résistance  $R$  et d'un générateur GBF qui alimente l'ensemble par une tension sinusoïdale  $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt + \varphi_s)$ , avec  $U_m=10V$ .

- 1) Faire un schéma du circuit et établir en fonction de la charge  $q$  et de ses dérivées première et seconde l'équation différentielle.
- 2) On rappelle que l'expression de l'amplitude  $Q_m$  de la charge  $q$  peut s'écrire en fonction de la fréquence excitatrice  $N$  du GBF par la relation suivante:

$$Q_m = \frac{U_m}{\sqrt{R^2 4\pi^2 N^2 + (L4\pi^2 N^2 - \frac{1}{C})^2}}$$

Montrer que la résonance de charge est obtenue pour une fréquence  $N_r$  vérifiant la relation :

$$N_r = \sqrt{N_0^2 - \frac{R^2}{8\pi^2 L^2}}$$

Où  $N_0$  désigne la fréquence propre de l'oscillateur. On donne  $N_0 = 210Hz$ .

).

3) Une étude expérimentale a permis de tracer la courbe d'évolution de l'amplitude  $Q_m$  en fonction de la fréquence excitatrice  $N$ . On obtient le graphe de la figure-2-

a- Expliquer comment peut-on mesurer expérimentalement la valeur de  $Q_m$  ?

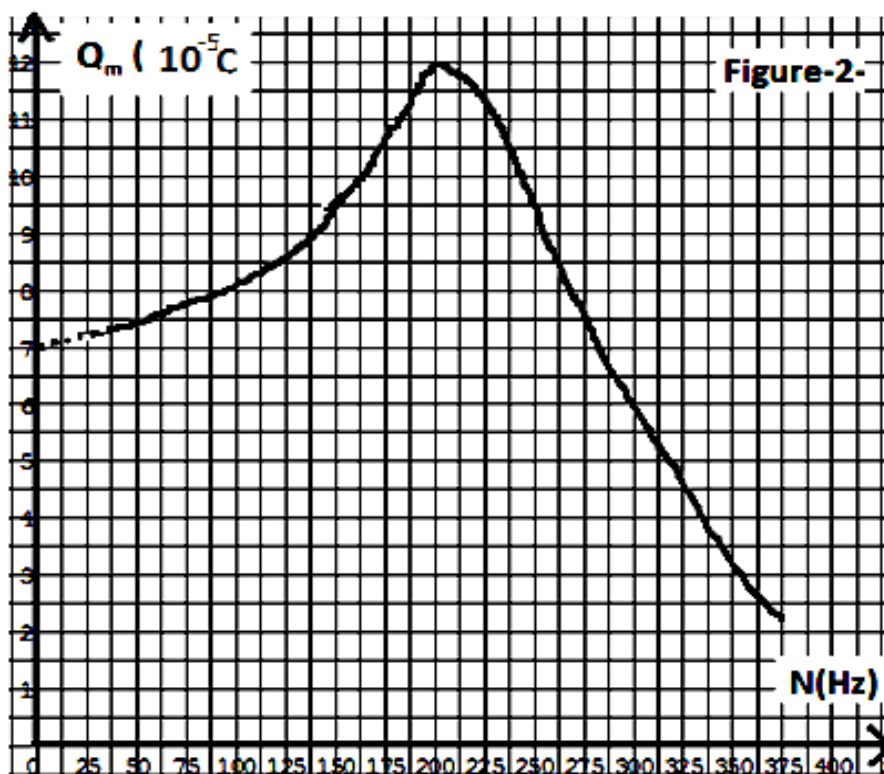
b- Déterminer à partir du graphe :

b1- La fréquence  $N_r$ .

b2- La valeur de  $Q_m$  lorsque :

- $N = N_r$ .
- $N$  tend vers 0.

c- En déduire les valeurs de  $C$ ,  $L$  et  $R$ .



4) Un pendule élastique horizontal est constitué d'un solide (S) de masse  $m=100g$  et d'un ressort de masse négligeable et de raideur  $k=20N.m^{-1}$ . Au cours de son mouvement le solide (S) est soumis à l'action d'une force de frottement visqueux  $\vec{f} = -h\vec{v}$  et d'une force excitatrice sinusoïdale. Par recours à l'analogie formelle électrique-mécanique déduire :

a- l'équation différentielle régissant l'élongation  $x(t)$  du centre d'inertie G d'un solide (S)

b- l'expression de l'amplitude  $X_m$  de l'élongation  $x(t)$  et celle de la fréquence  $N_r$  de résonance d'élongation.

c- Pour avoir la résonance d'élongation, montrer le coefficient de frottement  $h$  de la force de frottement visqueux doit être inférieur à une valeur limite que l'on déterminera son expression en fonction de la masse  $m$  du solide (S) et de la raideur  $k$  du ressort. Calculer sa valeur.

### EXERCICE N°2 (5,5points)

En un point O de la surface libre de l'eau d'une cuve à ondes, une source ponctuelle S impose, à partir de l'instant  $t=0s$ , des vibrations verticales sinusoïdales d'amplitude  $a$  et de pulsation  $\omega = 40\pi \text{ rad.s}^{-1}$ .

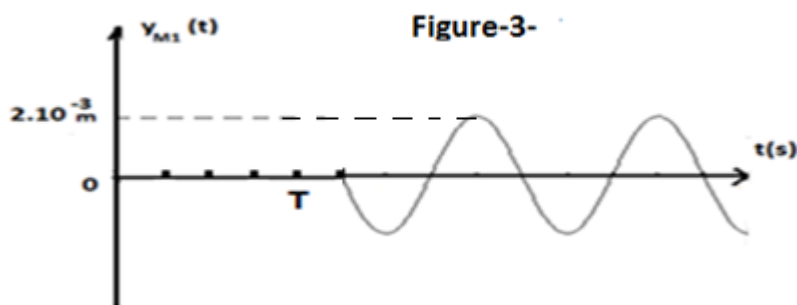
A l'origine des temps  $t=0s$ , le point O coïncide avec le point S au repos. On suppose qu'il n'y a ni réflexion ni amortissement de l'onde au cours de sa propagation.

L'équation horaire de la source s'écrit :  $y_s(t) = a \sin(\omega t + \varphi_s)$  à  $t \geq 0s$  ; avec  $\varphi_s$  la phase initiale de la source.

1) a- Décrire l'aspect de la surface libre de l'eau éclairée en lumière ordinaire.

b-Que peut-on remarquer concernant l'aspect de la surface de l'eau si l'on considère le phénomène de dilution d'énergie de l'onde au cours de sa propagation ?

2) On donne sur la figure-3-Le diagramme du mouvement d'un point  $M_1$  de la surface libre de l'eau située à la distance  $d=1,25$  cm de O.



En exploitant la figure-3- :

a-Montrer que la valeur de la célérité  $v$  de l'onde créée à la surface de l'eau est égale à  $0,2 \text{ ms}^{-1}$ .

b-Déduire la longueur d'onde  $\lambda$ .

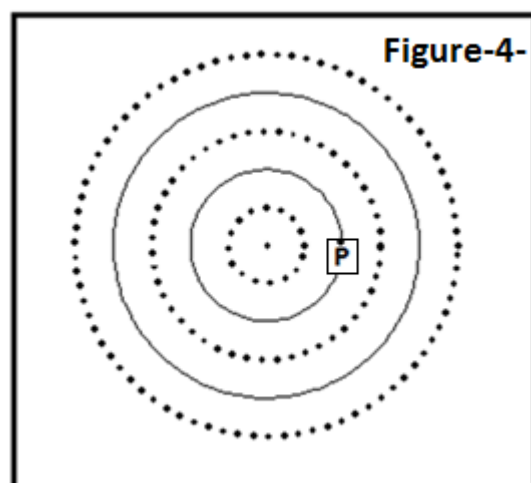
c-Déterminer l'équation horaire du mouvement du point  $M_1$  puis déduire celle de S.

3) A l'instant  $t_1$ , l'aspect de la surface libre de l'eau est représenté par la figure-4- ; où les crêtes sont représentées par des cercles continus et les creux par des cercles discontinus.

a-Montrer que l'instant  $t_1=13,75 \cdot 10^{-2}$  s

b-Déterminer par calcul les lieux géométriques des points M de la surface libre de l'eau qui vibrent en opposition de phase par rapport à S à l'instant  $t_1$ .

c- Déterminer la valeur de la vitesse du point P à la date  $t_1$  (voir figure-4-). Justifier la réponse.



4) a-Représenter à l'échelle réelle une coupe transversale du liquide passant par S à l'instant  $t_2=15 \cdot 10^{-2}$  s.

b-Représenter sur la figure obtenue par des flèches le sens du mouvement des points vibrant en opposition de phase par rapport à S à l'instant  $t_2=15 \cdot 10^{-2}$  s.