SCIENCES PHYSIQUES

DEVOIR DE CONTROLE N°3

PR: RIDHA BEN YAHMED

~CHIMIE ~(7 points)

EXERCICE N°1 (2,5 points)

On fait réagir une solution aqueuse de HCOOH avec une solution aqueuse de SO_4^{2-} suivant l'équation :

$$HCOOH + SO_4^{2-} \rightleftarrows HCOO^- + HSO_4^-$$

A 25°C la constante d'équilibre de système est $k = 10^{-2}$.

1) Comparer la force des deux acides.

2) A la date t=0, les concentrations molaires dans le mélange sont :

$$[HCOOH]=[HSO_4^-] = C_1 \quad \text{et} \quad [SO_4^{2-}]=[HCOO^-] = \frac{C_1}{10}$$

a- Dresser le tableau descriptif de l'avancement volumique y de la réaction. Exprimer le taux d'avancement final τ_f de la réaction qui a évolué spontanément en fonction de l'avancement volumique final y_f et C_1.

b- Montrer que la constante d'équilibre $k = \frac{(10-\tau_f)(1-\tau_f)}{(10+\tau_f)(1+\tau_f)}$.Déduire la valeur de τ_f .

3) Le système étant en équilibre, on ajoute 20mL d'eau distillée. Le système reste-t-il en équilibre ? Justifier.

EXERCICE N°2 (4,5 points)

Toutes les solutions aqueuses sont prises à la température 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau pure $K_e=10^{-14}$.On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau devant ceux apportés par les réactions acide-base envisagées.

1) On prépare un volume V d'une solution aqueuse d'acide AH de concentration molaire $C=0,1\ mol.L^{-1}$. La mesure du pH a donné la valeur 2,9.

a- Montrer que la constante d'acidité du couple AH/A^- s'écrit : $K_a = \frac{x_f^2}{V(CV - x_f)}$ où x_f est l'avancement final de la réaction.

b- En déduire l'expression de K_a en fonction du pH et C. Calculer le pK_a du couple AH/A^-.

2) On se propose de réaliser un dosage pH-métrique d'une solution aqueuse de l'acide AH par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.

a-Ecrire l'équation de la réaction support du dosage.

b-Montrer que cette réaction est totale. Indiquer une autre caractéristique que possède cette réaction pour servir de support de dosage.

On dose un volume V_A = 20 mL de la solution aqueuse de AH diluée de concentration molaire C_A , auquel on a ajouté environ 10mL d'eau distillée. Le graphe de la figure-1- de l'annexe page -5- (à rendre avec la copie) traduit l'évolution du pH au cours de l'addition d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_B=0,1\ mol.L^{-1}$ à la solution dosée.

3) a-Indiquer l'intérêt de l'ajout 10mL d'eau distillée. Préciser en justifiant la réponse si le volume V_E versé à l'équivalence sera modifié ou reste inchangé.

4) a-Déterminer des valeurs approchées des coordonnées du point d'équivalence.

b-En déduire la valeur de concentration molaire C_A.

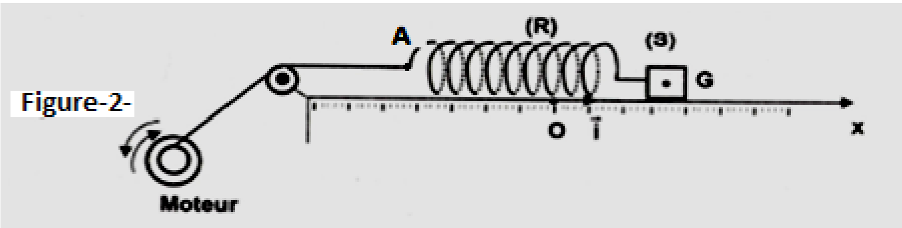
5) En justifiant chaque fois la réponse, compléter le tableau suivant :

Volume ajouté au mélange à l'équivalence	pH à l'équivalence après l'ajout
60mL d'eau pure	
20mL de la solution aqueuse d'acide AH diluée	

~ PHYSIQUE~(13points)

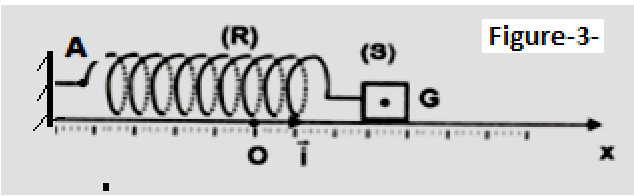
<u>EXERCICE N°1</u> (7 points)

Un pendule élastique est formé par un solide (S) de centre d'inertie G, de masse m et d'un ressort (R) de raideur k et de masse négligeable. Le pendule élastique peut osciller sur un plan horizontal.
A l'équilibre du solide (S), G coïncide avec O origine du repère (O,$\vec{i}$) porté par l'axe x'x. Au cours de son mouvement, G est repéré par son abscisse x dans le repère (O,$\vec{i}$).
Le solide (S) est soumis à une force de frottement visqueux de la forme $\vec{f} = -h\vec{v}$ ou h est une constante positive. Les oscillations de (S) sont entretenues à l'aide d'une force $\vec{F} = F_m \sin(2\pi Nt + \varphi_F)\,\vec{i}$ exercée à l'aide d'un moteur électrique jouant le rôle d'excitateur. (Voir figure-2-).
Dans ce cas, à tout instant t au cours du mouvement, le point A est animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal d'élongation $x_A(t)= X_{Am} \sin (2\pi Nt+\varphi_A)$.



1) a-En appliquant la relation fondamentale de la dynamique, déterminer l'équation différentielle régissant l'élongation x du centre d'inertie G du solide (S).Exprimer l'amplitude F_m de F(t) en fonction de k et X_{Am} .

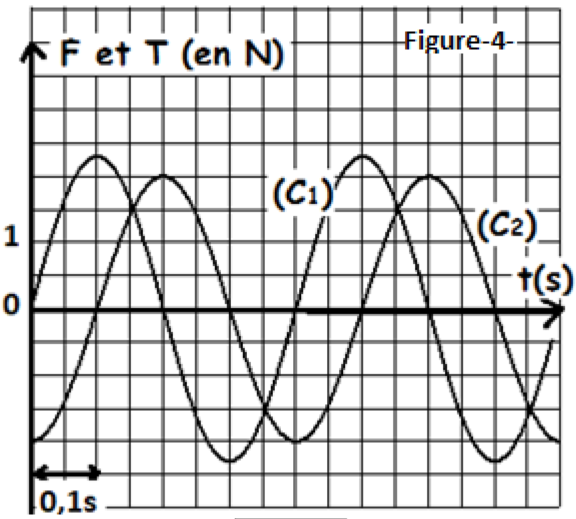
2) On coupe le fil de couplage entre le moteur et le ressort et on fixe l'extrémité du ressort au point A. Pour entretenir les oscillations du pendule, un dispositif convenable non représenté sur la figure-3- exerce sur le solide (S) une force excitatrice $\vec{F} = F_m \sin(2\pi Nt + \varphi_F)\,\vec{i}$.



L'équation différentielle régissant les oscillations du solide (S) s'écrit :

m $\frac{d^2x}{dt^2}$ +h $\frac{dx}{dt}$ +k $x = F_m \sin(2\pi Nt + \varphi_F)$ où F_m est l'amplitude constante de F(t).La solution de cette équation différentielle est de la forme $x(t)=X_m\sin(2\pi Nt+\varphi_x)$ et la vitesse du solide (S) a pour expression $v(t)= V_m\sin(2\pi Nt+\varphi_v)$.

Un dispositif d'acquisition des données permet d'enregistrer l'évolution temporelle des grandeurs algébriques F(t) et la tension du ressort T(t).
Pour une valeur N_1 de la fréquence N du moteur, on obtient les courbes (C_1) et (C_2) de la figure-4-



a-Montrer que la courbe (C_1) correspond à la tension T(t).
b-En exploitant la courbe de la figure-4-, déterminer la fréquence N_1, l'amplitude F_m et le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_F-\varphi_T$.

c-Déduire l'état du système à la fréquence N_1.

3) On donne : $X_m = \frac{F_m}{\sqrt{4\pi^2h^2N^2 + (4\pi^2mN^2 - k)^2}}$.

a-Montrer que la résonance d'élongation a lieu pour une fréquence $N_{rx} = N_0\sqrt{1-\frac{h^2}{2m.k}}$ avec N_0 est la fréquence propre du pendule.

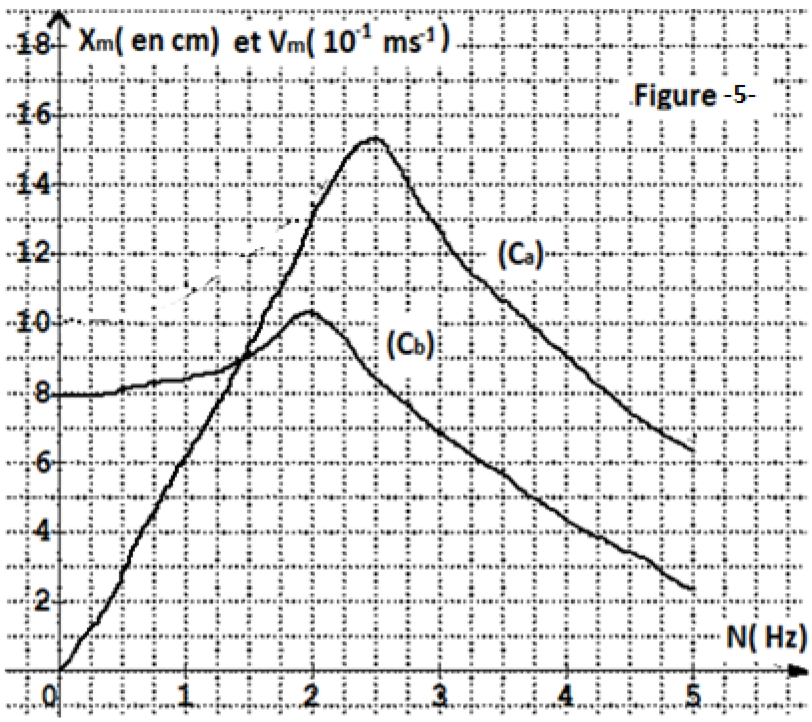
b- En déduire que l'amplitude de la vitesse du solide (S) s'écrit : $V_m = \frac{F_m}{\sqrt{h^2 + (2\pi mN - \frac{k}{2\pi N})^2}}$.

c-En déduire la fréquence de résonance de vitesse N_{rv}.

4) En faisant varier la fréquence N de la force excitatrice, on mesure chaque fois X_m et V_m, ce qui a permis de tracer les courbes X_m=f(N) et V_m = g(N).On obtient alors les courbes (C_a) et (C_b) de la figure-5-

a) Identifier les courbes (C_a) et (C_b).Justifier.

b) En exploitant les courbes (C_a) et (C_b), déterminer les valeurs de k, m et h.



5) a-Par analogie entre grandeurs mécaniques associées au pendule élastique et grandeurs électriques d'un circuit RLC série en régime sinusoïdale forcée, donner les expressions de la :

- Charge maximale du condensateur.
- Fréquence de résonance de charge.

b- En déduire qu'partir d'une valeur limite que l'on exprimera en fonction de L et C, la résonance de charge devient impossible.

<u>EXERCICE N°2</u> (6 points)

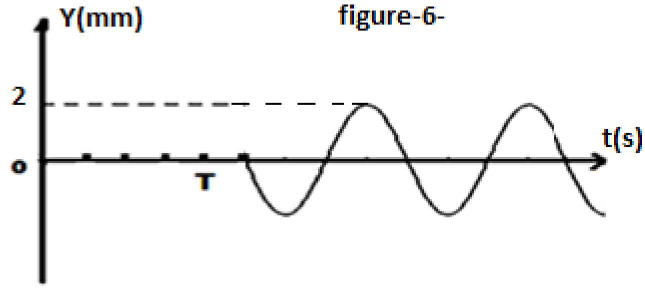
En un point O de la surface libre de l'eau d'une cuve à ondes, une source ponctuelle S impose, à partir de l'instant t=0s, des vibrations verticales sinusoïdales d'amplitude a et de pulsation $w = 40\pi$ rad.s^{-1}.

A l'instant t=0s, le point O coïncide avec le pont S au repos. On suppose qu'il n'y a ni amortissement ni réflexion de l'onde .L'équation horaire de la source s'écrit : $y_s(t) = a\sin(wt + \varphi_s)$ à $t \geq 0$s ; avec φ_s la phase initiale de la source.

1) a-Décrire l'aspect de la surface libre de l'eau éclairée en lumière stroboscopique lorsque la fréquence du stroboscope $N_e = 20$ Hz.

b- Au cours de sa propagation, l'onde ne transporte pas de la matière mais elle transporte de l'énergie, en utilisant la cuve à onde, décrire brièvement une expérience qui permet de vérifier cette propriété de l'onde.

2) On donne sur la figure-6-Le diagramme du mouvement d'un point M_1 de la surface libre de l'eau située au repos à la distance SM_1=d=1,25cm de O.



En exploitant la figure-6-

a-Calculer la valeur de la célérité v de l'onde crée à la surface de l'eau.

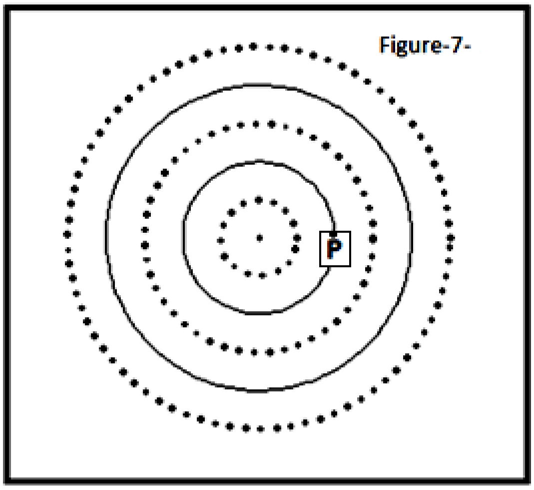
b-Déduire la longueur d'onde λ.

c-Déterminer :

- l'équation horaire du mouvement du point M_1.

-La phase initiale φ_s du mouvement de la source.

3) A l'instant t_1, l'aspect de la surface libre de l'eau est représenté par la figure-7- ; où les crêtes sont représentées par des cercles continus et les creux par des cercles discontinus.



a-Calculer l'instant t_1.

b-Déterminer les lieux géométriques des points M de la surface libre de l'eau qui vibrent à l'instant t_1 en quadrature retard de phase par rapport au point P (voir figure-7-)

c-Déterminer la valeur de la vitesse du point P à l'instant t_1. Justifier la réponse.

4) a-Représenter sur la figure-8- de la page-5- de l'annexe, une coupe transversale de cette nappe d'eau par un plan verticale passant par S à la date t lorsque le point M_1 commence son mouvement.

b-Montrer qu'à l'instant $t_2=7{,}5.10^{-2}$s, le point M_1 occupe le minimum d'un creux.

ANNEXE

Nom et prénom……………………………………………………………………………………..……Classe………………………N°……….

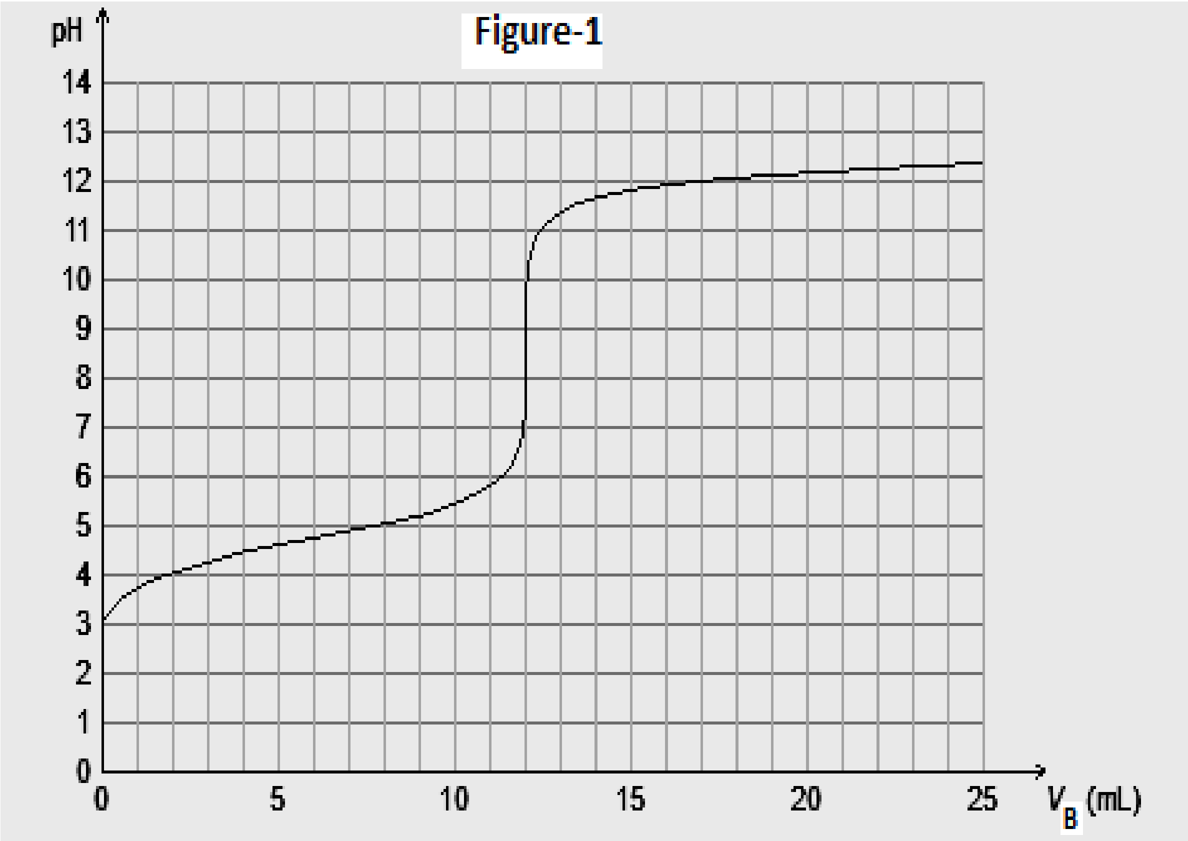


figure-8-