

Ministère de l'éducation		
Direction régionale de l'enseignement de sfax	DEVOIR DE COTROLE N° 6 (25%) Date : 24 /04/2012 @ Durée : 2 heures	Matière : Sc. physiques
Lycée M.FOURATI SFAX		Niveau : 4 <sup>ème</sup> année
Recommandations	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Le sujet comporte 2 exercices de chimie et 2 exercices de physique</li> <li>▶ L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.</li> </ul>	Section: Math Prof : M.Bahloul

**CHIMIE : (7 points)**

On donne produit ionique de l'eau  $K_e = 10^{-14}$ .

**Exercice n°1 : (3.5 points)**

On dispose de deux solutions aqueuses basiques ( $S_1$ ) et ( $S_2$ ) respectivement de méthylamine  $CH_3NH_2$  et d'ammoniac  $NH_3$ . Les résultats du dosage d'un même volume  $V_0 = 20$  mL de ces deux solutions par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire  $C_a = 2.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  sont groupés dans ce tableau.

Solution	$S_1$	$S_2$
pH initial	11,3	10,6
pH à la demi équivalence	10,6	9,2
pH à l'équivalence	6,4	5,7
Volume versé à l'équivalence	10	10

- Définir l'équivalence acido-basique.
  - Déduire les concentrations molaires  $C_{b1}$  et  $C_{b2}$  respectivement des solutions ( $S_1$ ) et ( $S_2$ ).
- Préciser, en le justifiant, la valeur du pKa du couple  $NH_4^+/NH_3$  et celle du couple  $CH_3NH_3^+/CH_3NH_2$ .
- Comparer les forces des deux bases  $CH_3NH_2$  et  $NH_3$  par deux méthodes différentes.
- A  $V = 24 \text{ cm}^3$  de la solution ( $S_1$ ) de méthylamine, on ajoute  $6 \text{ cm}^3$  de la solution d'acide chlorhydrique HCl de molarité  $C_a = 2.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .
    - Ecrire l'équation de la réaction qui se produit.
    - Montrer que le mélange obtenu constitue une solution Tampon. Préciser ses propriétés.
    - Dresser le tableau descriptif d'évolution du système (avancement volumique). Calculer le taux d'avancement final de la réaction et conclure.

**Exercice n°2 : (3.5 points) :**

On réalise la pile symbolisée par  $Ba | Ba^{2+} (10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}) || Ca^{2+} (10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}) | Ca$   
La fem standard (normale) de cette pile est  $E^0 = 0,03V$

- Faire le schéma de la pile avec toutes les indications nécessaires.
  - Ecrire l'équation de la réaction associée à cette pile.
- On relie les électrodes de cette pile à un conducteur ohmique.
  - Ecrire l'équation de la réaction qui se produit spontanément.
  - Préciser comment évolue la concentration en ions  $Ba^{2+}$ .
- Après une durée  $\Delta t$ , on constate que la pile ne débite plus de courant.
  - Interpréter cette constatation.
  - La pile est usée, on désire avoir une nouvelle valeur de la fem de la pile  $E' = -0,03V$ . Pour cela on ajoute un volume  $V_0$  d'eau distillée dans l'un des compartiments de la pile de volume  $V = 10 \text{ mL}$ , sans toucher à l'autre. Dire en justifiant votre réponse.
    - Y a-t-il inversion de la polarité de la pile?
    - Dans quel compartiment il faut ajouter de l'eau puis calculer  $V_0$ .

Dans le but d'identifier une source laser  $S_0$  monochromatique (c'est-à-dire déterminer sa fréquence  $\nu_0$ ), on réalise deux expériences.

1. **Expérience 1 :** Le pinceau lumineux donné par la source est envoyé vers une fente fine F rectangulaire et de largeur  $a=40 \mu m$ , derrière laquelle et à une distance  $D=3m$ , est placé un écran E (Figure 3)

- a. Quel phénomène se produit au niveau de la fente F ? Quel caractère doit-on l'attribuer alors à la lumière pour interpréter ce fait ?
- b. La largeur L de la tache lumineuse la plus grande obtenue sur l'écran (E) vaut  $L=6,84 cm$ . Déterminer la longueur d'onde  $\lambda_0$  de la radiation émise par la source  $S_0$ . En déduire sa fréquence  $\nu_0$ .

2. **Expérience 2 :** Le pinceau lumineux donné par la même source est maintenant envoyé normalement vers la face verticale (AB) d'un prisme de verre dont la section droite est un triangle ABC d'angle au sommet A tel que  $\alpha = 30^\circ$  (Voir figure 4 et valeurs des angles).

- a. Le verre constituant le prisme est un milieu dispersif. Expliquer cette dénomination
- b. Dire, en le justifiant le(s)quelle(s) parmi ( La fréquence, la longueur d'onde, la célérité et la couleur de la radiation ) qui varie à la traversée de ce milieu transparent ?
- c. En utilisant les valeurs des angles mesurées, déterminer la valeur de l'indice de réfraction  $n_v$  du verre du prisme relative à la radiation utilisée.
- d. En appliquant la loi de Descartes, déterminer la fréquence  $\nu_0$  de la source étudiée.

On donne - Célérité de la lumière dans l'air ou le vide :  $C=3.10^8 ms^{-1}$ .  
- Longueur d'onde de la radiation utilisée dans le verre  $\lambda_v = 278nm$

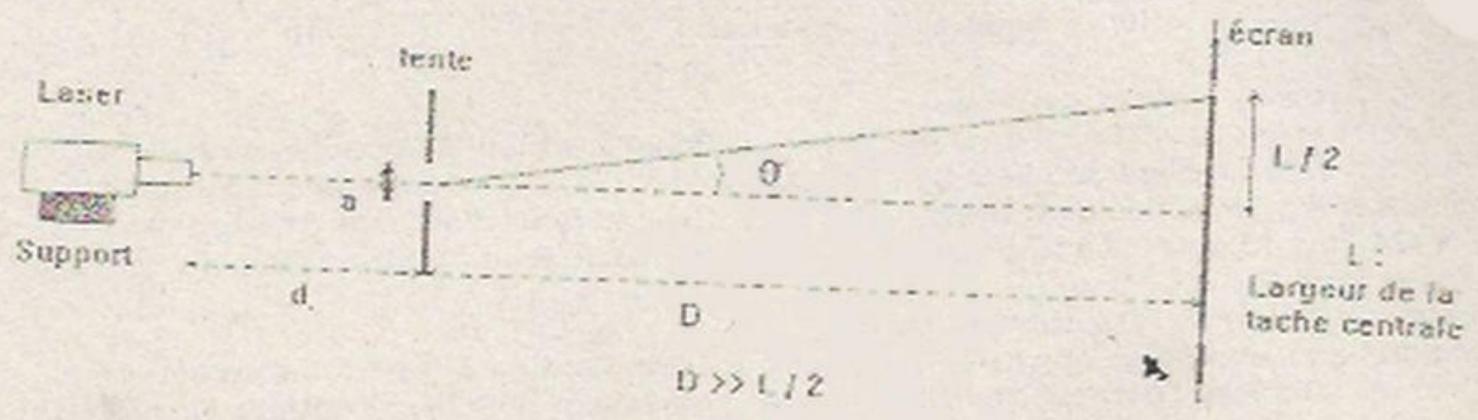


figure-3

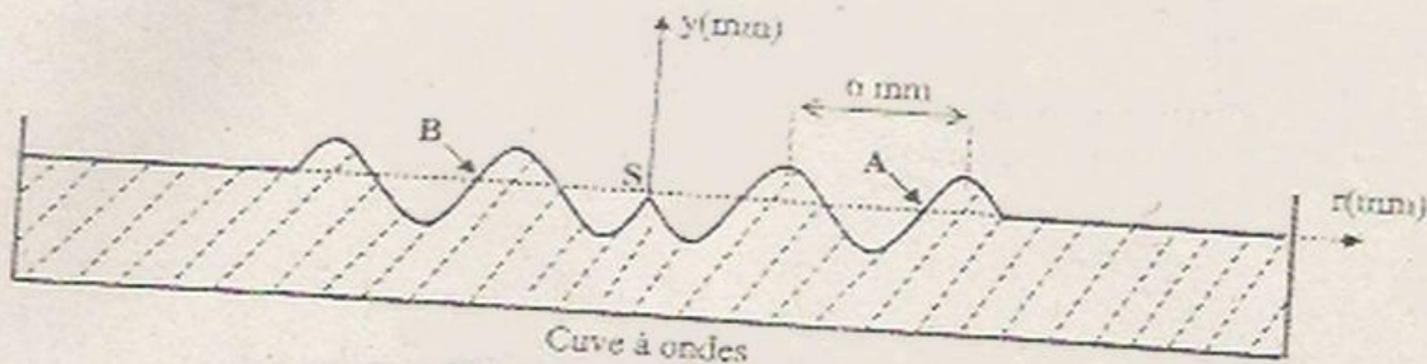
BON TRAVAIL



Exercice n°1 : (8 points)

Partie 1.

Une pointe fixée à un vibreur est animé d'un mouvement vertical, sinusoidal, d'amplitude  $a=2\text{mm}$  et de fréquence  $N$ , frappe la surface libre d'un liquide homogène et au repos en un point source  $S$  situé au centre d'une cuve à ondes. Une onde circulaire transversale d'amplitude  $a$  se propage alors à partir de  $S$  avec une célérité  $v$ . On suppose qu'il n'y a ni réflexion ni amortissement de l'onde. Le mouvement de  $S$  débute à  $t=0\text{s}$  et admet comme équation horaire  $y_s(t) = a \sin(2\pi Nt)$ . Le graphe de la figure ci-dessous représente une coupe de l'aspect de la surface du liquide, à l'instant  $t=0,2\text{s}$ , suivant un plan vertical passant par  $S$ .



1. Déterminer à partir du graphe :
  - a. La longueur d'onde  $\lambda$ .
  - b. La célérité  $v$  de l'onde à la surface de l'eau.
  - c. La valeur de la fréquence  $N$ .
2. On éclaire la surface de l'eau à l'aide d'un stroboscope qui émet des éclairs périodique de fréquence  $N_e=10\text{Hz}$ . Expliquer l'immobilité apparente des rides observées.
3. a. Etablir l'équation horaire du mouvement du point A.  
b. Comparer les mouvements des points A et B de la surface du liquide.

Partie 2.

A l'extrémité de la lame vibrante est fixée maintenant une règlette (R), qui frappe la surface libre d'une nappe d'eau contenue dans une cuve à ondes. La longueur d'onde de l'onde créée est  $\lambda_1 = 1\text{cm}$ . On place dans cette cuve un bloc de verre ABC de forme triangulaire, de façon que la face AB soit inclinée par rapport à la règlette (R).

**1<sup>ère</sup> expérience:** le bloc de verre est partiellement immergé dans l'eau. Sa partie supérieure constitue un obstacle devant l'onde issue de la règlette (R) (figure-1- de la feuille annexe).

- 1- Préciser le phénomène que subit l'onde issue de la règlette (R), au niveau de la face AB du bloc de verre.
- 2- Indiquer si ce phénomène s'accompagne ou non, d'une modification de la longueur d'onde.
- 3- Compléter la figure-1- de la feuille annexe, en représentant en grandeur réelle, les rides constituant l'onde issue de la règlette (R), avant et après la rencontre de la face AB du bloc de verre.

**2<sup>ème</sup> expérience:** le bloc de verre est totalement immergé dans l'eau. Il délimite une zone où la longueur d'onde est  $\lambda_2$  (figure-2- de la feuille annexe).

- 1- Préciser le phénomène que subit l'onde issue de la règlette (R), au niveau de la face AB du bloc de verre.
- 2- L'onde issue de la règlette (R) arrive au niveau de la face AB sous l'incidence  $i_1 = 45^\circ$ , et se propage dans la zone limitée par le bloc de verre, suivant une direction qui forme l'angle  $i_2 = 21^\circ$  avec la normale à la face AB.

Montrer que la longueur d'onde  $\lambda_2 = 0,5\text{cm}$ .

- 3- Compléter la figure-2- de la feuille annexe, en représentant en grandeur réelle, les rides constituant les ondes qui se propagent dans les deux zones de la nappe d'eau.

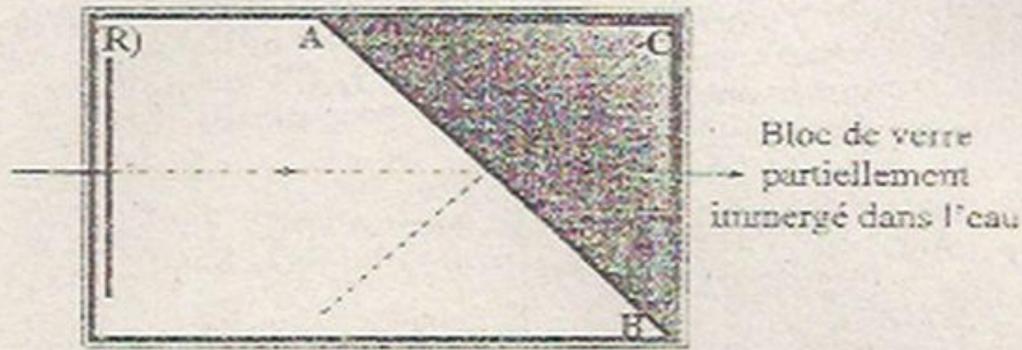


Figure-1-

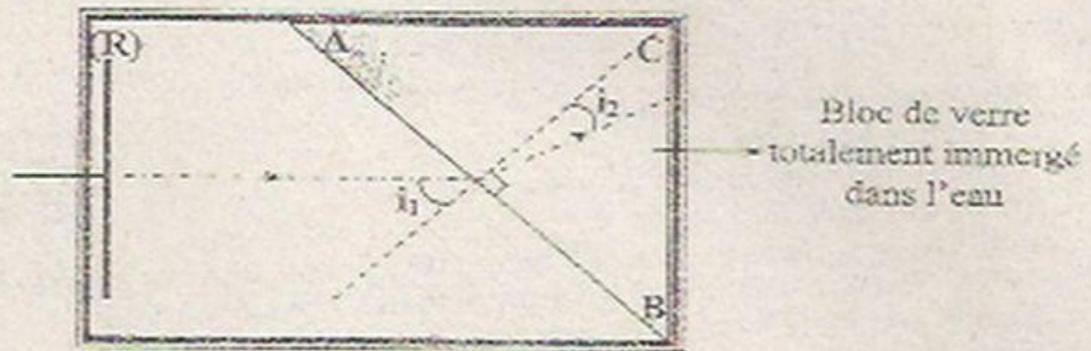


Figure-2-

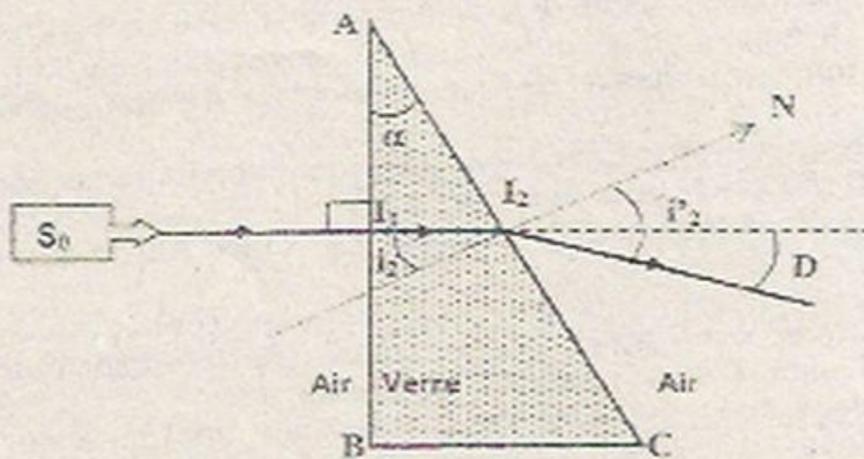


Figure-4

- Les angles d'incidence et de réfraction sont :
  - Au niveau de la face (AB) :  $i_1 = 0 \Rightarrow r'_1 = 0$
  - Au niveau de la face (AC) :  $i_2 = \alpha \Rightarrow r'_2 = ?$
- La déviation du pinceau émergent :  $D = 25^\circ$

Professeurs : M<sup>rs</sup> : BENAMOR - CHEFFI - KASSIS - AMMAR - BOUSSARSAR

**CHIMIE** (7 points)

Toutes les solutions sont prises à 25°C, température pour laquelle  $pK_e = 14$

**Exercice 1** (2,75 pts)

A'  $V_B = 10$  mL d'une solution aqueuse ( $S_B$ ) d'une base B, de concentration  $C_B = 0,2$  mol.L<sup>-1</sup>, on ajoute un volume  $V_A$  d'une solution aqueuse de HCl de concentration  $C_A = 0,1$  mol.L<sup>-1</sup>.

On supposera que la base B et que son acide conjugué  $BH^+$  réagissent très faiblement avec l'eau.

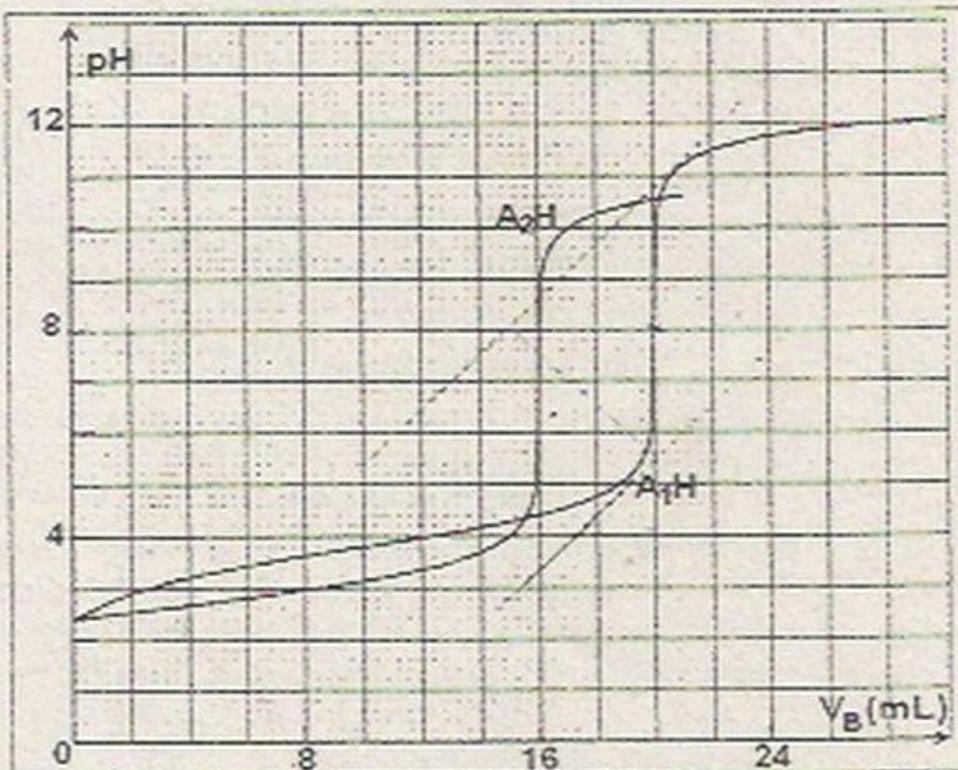
- Pour  $V_A = 10$  mL, on obtient un mélange de pH = 9,2.
  - Ecrire l'équation de la réaction bilan entre les deux solutions. Dresser son tableau d'évolution
  - Montrer que le  $pK_a$  du couple ( $BH^+ / B$ ) est égal à 9,2.
  - Calculer le pH de la solution ( $S_B$ ).
- Pour  $V_A = V_{AE}$ , on obtient un mélange à l'équivalence acido-basique.
  - Quelle est la nature de la solution obtenue à l'équivalence. Justifier la réponse.
  - Donner l'expression du pH de cette solution et calculer sa valeur.
  - Calculer les molarités de  $BH^+$  et de B dans cette solution.

**Exercice 2** (4,25 pts)

On dispose d'une solution aqueuse ( $S_1$ ) d'un acide  $A_1H$  et une solution aqueuse ( $S_2$ ) d'un acide  $A_2H$  de concentrations molaires respectives  $C_1$  et  $C_2$ . On effectue un dosage pH-métrique d'un volume  $V_1$  de ( $S_1$ ) avec une solution de soude de concentration  $C_{B1} = 0,05$  mol.L<sup>-1</sup> et un volume  $V_2 = V_1$  de ( $S_2$ ) avec une solution de soude de concentration  $C_{B2}$ .

Les deux courbes ci-contre, représentent le pH du mélange en fonction du volume  $V_B$  de la solution de soude versé.

- Justifier, à partir de l'allure des courbes, que l'acide  $A_2H$  est fort et que  $A_1H$  est faible.
- Déterminer graphiquement :
  - Les coordonnées du point d'équivalence caractérisant chacun de deux dosages.
  - la valeur du  $pK_a$  du couple  $A_1H / A_1^-$
- Sachant que l'acide  $A_1H$  est faiblement ionisé, calculer la valeur de la concentration  $C_1$  de la solution ( $S_1$ ).
  - Calculer la valeur du volume  $V_1$ .
- Calculer la valeur de la concentration  $C_2$ .
  - Déduire la valeur de la concentration  $C_{B2}$ .
- Calculer le pH du mélange obtenu suite à l'ajout d'un volume  $V_B = 22$  mL au cours du dosage de  $A_2H$ .
- On ajoute un volume  $V_e$  d'eau pure à un volume  $V_1$  de ( $S_1$ ) et on refait le dosage de la solution diluée obtenue avec la même solution de soude de concentration  $C_{B1}$ . On constate que la valeur du pH à l'équivalence devient égale à 8.
  - Ecrire l'équation de la réaction de dosage de l'acide  $A_1H$ .
  - Justifier qualitativement le caractère de la solution obtenue à l'équivalence.
  - En calculant le rapport  $\frac{[H_3O^+]}{K_a}$ , vérifier que la base reste faiblement ionisée puis calculer la valeur de  $V_e$ .



**PHYSIQUE** (13 points)

**Exercice 1 :** (5,5 pts)

Une pointe excite verticalement un point O de la surface libre d'un liquide homogène à la fréquence  $N = 25$  Hz. L'origine des temps ( $t = 0$ ) est choisie à l'instant où O commence à vibrer en se déplaçant dans le sens négatif des elongations. Le mouvement de O est supposé sinusoïdal d'amplitude  $a = 3$  mm.

La célérité de propagation des ondes à la surface du liquide est notée  $V$ .

On négligera la diminution d'amplitude due à l'amortissement et à la dilution de l'énergie.

- 1) Décrire l'aspect de la surface libre du liquide en lumière ordinaire.
- 2) Établir l'équation horaire  $y_0(t)$  du mouvement de O.
- 3) a- Définir la longueur d'onde  $\lambda$ .  
b- Sachant qu'à l'instant de date  $t_1 = 0,01s$ , le front d'onde est à  $0,4\text{ cm}$  de O, calculer les valeurs de  $\lambda$  et  $V$ .
- 4) On considère le point P de la surface du liquide situé à une distance  $r = 1,2\text{ cm}$  de O.  
a- Établir l'équation horaire  $y_P(t)$  du mouvement de P.  
b- Représenter la sinusoïde des temps du point P.  
c- Déterminer la valeur de la vitesse de ce point à l'instant de date  $t_2 = 0,09s$ .
- 5) a- Représenter, en justifiant, une coupe transversale de la surface du liquide suivant un plan vertical passant par O, à l'instant de date  $t_2$ .  
b- Déterminer les lieux des points de la surface du liquide qui ont la même vitesse que le point P.

### Exercice 2 (7,5 pts)

II/ Une règle, liée à un vibreur, produit, à la surface d'une nappe d'eau des ondes rectilignes parallèles transversales d'amplitude  $a = 2\text{ mm}$ , et de fréquence  $N = 50\text{ Hz}$ . Le mouvement du vibreur commence à l'instant  $t = 0$ , à partir de sa position d'équilibre horizontale qui sera prise comme origine des elongations.

- 1) On éclaire la surface de l'eau par une lumière stroboscopique de fréquence  $N_s$  réglable.  
a- Déterminer la plus grande valeur de la fréquence  $N_s$  permettant d'observer une immobilité apparente.  
b- Préciser, en le justifiant, ce qu'on observe lorsque la fréquence  $N_s$  est égale à  $24,5\text{ Hz}$ .
- 2) On photographie la surface de l'eau à un instant  $t_1$ ; on obtient alors l'aspect de la figure ci-dessous.

À l'aide de cet aspect :

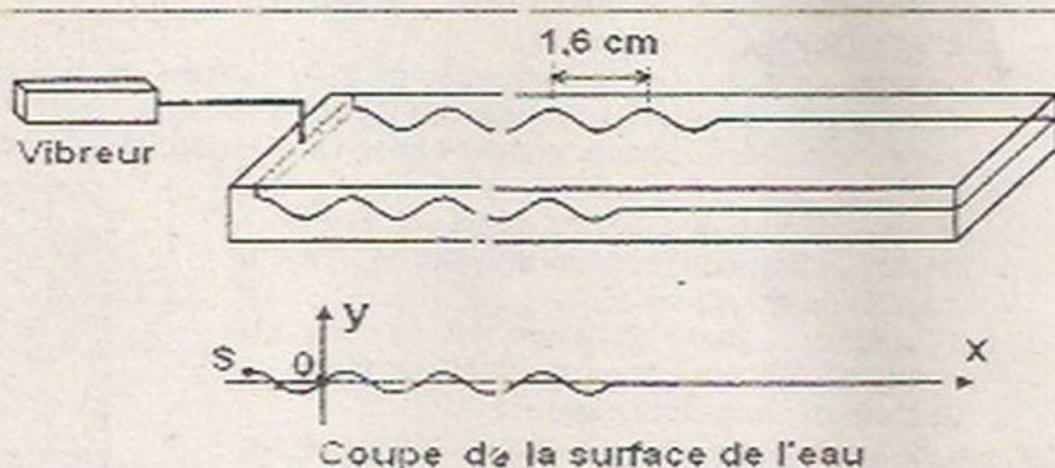
- a- Montrer que la célérité  $V$  de l'onde à la surface du liquide est égale à  $0,8\text{ m.s}^{-1}$ .
- b- Exprimer la date  $t_1$  en fonction de  $T$  et donner sa valeur.
- 3) Montrer que l'équation horaire du mouvement de la règle est  $y_s(t) = a \sin(100\pi t + \pi)$  pour  $t \geq 0$ .
- 4) Montrer que l'équation horaire du mouvement d'un point M de la surface de l'eau, situé au repos, dans la position d'abscisse  $x = \overline{OM}$

$$\text{s'écrit : } y_M(t) = a \sin\left(100\pi t - \frac{2\pi}{\lambda} x - \frac{\pi}{2}\right)$$

- 5) a- Déterminer graphiquement les abscisses des points qui, à cet instant, passent par leurs positions de repos en se déplaçant vers le haut.  
b- Retrouver par le calcul les abscisses de ces points.

III/ On désire déterminer le diamètre d'un cheveu. Dans un premier temps on interpose un fil de diamètre  $d$  sur le trajet d'un faisceau lumineux produit par un laser de longueur d'onde  $\lambda = 634\text{ nm}$ .

- 1°) Déterminer l'expression de la distance  $D$  qui sépare l'écran du fil en fonction  $\lambda_0$ ,  $L$  et  $d$  (sachant que  $D$  est très grande devant la largeur  $L$  de la tache centrale).
- 2) Les mesures de la largeur  $L$  de la tache centrale relevées sur l'écran pour des fils de diamètres différents sont données dans le tableau suivant.  
Reproduire et compléter le tableau.
- 3) Déterminer une valeur approchée de  $D$ .
- 4) La largeur de la tache obtenue avec le cheveu est de  $2\text{ cm}$ .  
En déduire le diamètre du cheveu.



$d$ (mm)	0,1	0,16	0,2	0,25
$L$ (mm)	38	22,8	19	15,2
$L \cdot d$ (mm <sup>2</sup> )				

Epreuve

**SCIENCES PHYSIQUES**

Classe : 4 M<sub>1</sub>  
Prof : M. Bahloul  
DURÉE : 2 heures

L'épreuve comporte deux exercices de chimie et deux exercices de physique répartis sur 4 pages numérotées de 1/4 à 4/4

La page 4/4, à remplir et à remettre avec la copie.

Chimie : Dosage acide base  
Les piles

Physique : Onde mécanique  
Interaction onde matière

Chimie (7 points) : Toute les mesures sont faites à 25 °C

Exercice n°1 : (3 points)

- On réalise une pile électrochimique P avec deux demi piles A et B.
- (A) est constituée d'une plaque de zinc qui plonge dans une solution de sulfate de zinc ( $Zn^{2+}, SO_4^{2-}$ ).
  - (B) est constituée d'une plaque de Nickel qui plonge dans une solution de sulfate de nickel ( $Ni^{2+}, SO_4^{2-}$ ).

Le symbole de la pile P est :  $Ni | Ni^{2+}(C_1) || Zn^{2+}(C_2) | Zn$

La mesure de sa force électromotrice donne  $E = -0,53V$

1. Ecrire l'équation chimique associée à cette pile.
2. Compléter le schéma de cette pile (Document 1 de la page à remettre).
3. Préciser le rôle du pont salin.
4. Lorsque la pile débite un courant dans un circuit extérieur.
  - a. Ecrire l'équation de la réaction spontanée qui se produit.
  - b. Indiquer comment évoluent les concentrations de  $Ni^{2+}$  et de  $Zn^{2+}$ .

Exercice n°2 : (4 points)

On prépare une solution S d'acide ascorbique, de formule brute  $C_6H_8O_6$ , de volume  $V = 100 mL$ , en dissolvant une masse  $m$  d'acide dans l'eau distillée. Dans la suite de l'exercice et pour simplifier l'écriture, l'acide ascorbique sera noté AH.

On prélève un volume  $V_A = 10 mL$  de la solution S que l'on dose par une solution de soude NaOH de concentration molaire  $C_B = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol } L^{-1}$ , en présence d'un indicateur coloré convenablement choisi. L'équivalence acido-basique est obtenue pour un volume de soude  $V_{Bq} = 14,4 mL$ .

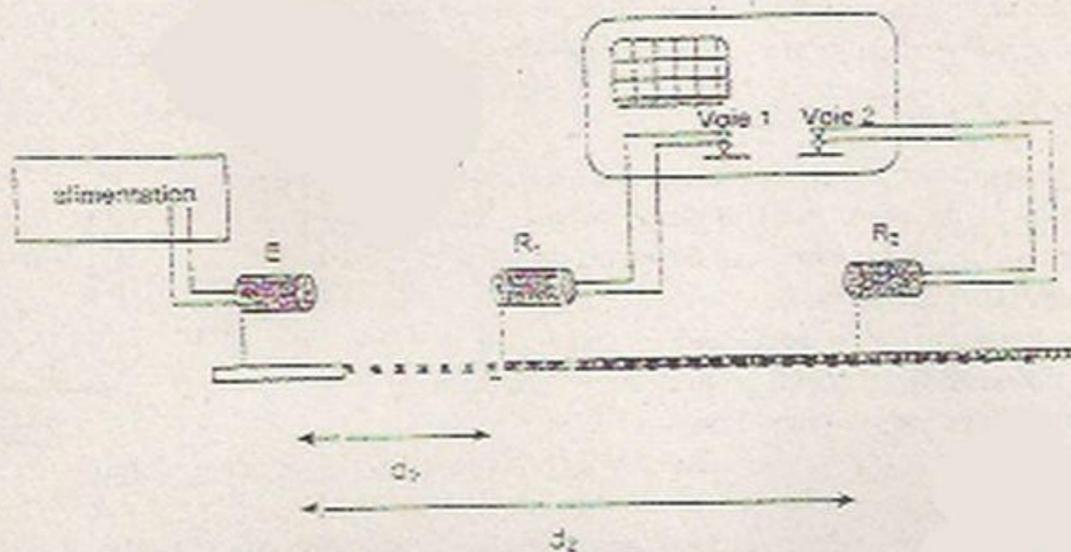
1. Définir l'équivalence acido-basique.
  2. Compléter le schéma (document 2 page à remettre) tout en précisant les solutions et le nom du verre permettant ce dosage.
  3. La mesure du pH à l'équivalence donne la valeur B
    - a. Ecrire l'équation de la réaction de dosage
    - b. Justifier que l'acide ascorbique est faible.
  4. Déterminer la concentration molaire  $C_A$  de S et en déduire : l'expression de la masse  $m$  d'acide utilisée pour préparer cette solution de volume 100 mL.
  5. Préciser le rôle de l'indicateur coloré dans un dosage pareil.
- On donne les masses molaires atomiques :  $O = 16 \text{ g } \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $C = 12 \text{ g } \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $H = 1 \text{ g } \cdot \text{mol}^{-1}$



Physique : (13pts)

Exercice n°1 : (4 points)

Un haut parleur E, alimenté par un GBF émet une onde sonore de fréquence  $N=2\text{KHz}$  et de longueur d'onde  $\lambda$ . Deux microphones  $R_1$  et  $R_2$  considérés comme ponctuels, sont placés à une distance  $d_1$  et  $d_2$  du haut parleur. E,  $R_1$  et  $R_2$  sont alignés et les deux microphones sont reliés aux voies 1 et 2 d'un oscilloscope. Voir figure ci-dessous.



1. Répondre par vrai ou faux.

- Le son est une onde transversale.
- L'onde sonore se propage dans le vide longitudinalement.
- La célérité de propagation de l'onde sonore dans l'air est de l'ordre de  $3 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$ .

2. Qu'observe-t-on sur l'oscilloscope lorsque  $d_1=d_2$  ?

3. La distance minimale non nulle séparant  $R_1$  et  $R_2$  pour que les deux courbes observées sur l'oscilloscope soient en phases est  $d=17\text{cm}$ . En déduire la célérité du son dans l'air.

4. Les deux microphones sont séparés de  $d=42,5 \text{ cm}$ .

a. Exprimer le temps mis par l'onde sonore pour se propager de  $R_1$  à  $R_2$  en fonction de la période  $T$ .

b. Les deux courbes ont-elles la même amplitude ? Expliquer.

Exercice n°2 : (9 points)

A) Un vibreur est muni d'une pointe qui affleure la surface libre de l'eau contenu dans une cuve à onde en un point S. Ce point S jouant le rôle d'une source d'ondes, est animée d'un mouvement sinusoïdal d'équation

$$y_S(t) = 2 \cdot 10^{-3} \sin(2\pi N t + \pi) \quad \text{pour } t \geq 0.$$

La célérité de propagation des ondes à la surface de l'eau est  $v=0,4 \text{ m.s}^{-1}$ .

On néglige la réflexion et l'amortissement des ondes.

- Décrire l'aspect de la surface de l'eau en lumière ordinaire.
- Un stroboscope éclaire la surface de l'eau. La fréquence des éclairs est constante  $N_e=50 \text{ Hz}$ . On augmente progressivement à partir de la valeur zéro la fréquence du vibreur jusqu'à la fréquence  $N$  pour laquelle, on observe pour la 1<sup>ère</sup> fois l'immobilité apparente de l'aspect décrit dans la question 1.

Interpréter le phénomène observé et calculer la fréquence  $N$  du vibreur.

- Les rides étant en immobilité apparente. On relève la différence  $\Delta r$  des rayons entre une ride d'ordre  $n$  et autre d'ordre  $n+4$ , on trouve  $\Delta r=32 \text{ mm}$ . Montrer que la fréquence du vibreur est  $N=50 \text{ Hz}$ .

4. a. Représenter l'aspect d'une coupe fictive de la surface de l'eau par un plan vertical contenant S à l'instant de date  $t_1 = 35 \text{ ms}$ .  
 b. Déterminer l'ensemble des points de la surface de l'eau qui à la date  $t_1$ , ont une elongation nulle.

B) On enlève la pointe ~~etc~~ et on la remplace par une lame (L) qui affleure la surface de l'eau.  
 1. On place dans la cuve à onde une plaque de verre plongée complètement dans l'eau de façon à obtenir deux milieux de profondeurs différents. Le milieu 1 de profondeur  $h_1$ , le milieu 2 de profondeur  $h_2 = \frac{1}{2} h_1$ . (Voir figure 1).

La lame L produit dans le milieu 1 des ondes rectilignes de fréquence  $N = 40 \text{ Hz}$  se propageant avec la célérité  $V_1$ .

- a. Nommer le phénomène qui a lieu au passage de l'onde du milieu 1 au milieu 2.  
 b. Représenter sur le document 3 (page à remettre) le phénomène observé en précisant la disposition des différentes lignes d'onde.  
 c. La distance entre deux rides crêtes consécutives est  $d = 1 \text{ cm}$ . Calculer la célérité  $V_1$  des ondes incidentes.  
 d. Déduire la profondeur de l'eau dans le milieu 1 sachant que la célérité de propagation à la surface d'un liquide d'épaisseur  $h$  est donnée par la relation  $v = \sqrt{gh}$  ( $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ ).  
 e. Dans le milieu 2, la célérité des ondes est elle :  
 $V_2 = V_1$  ;  $V_2 < V_1$  ou bien  $V_2 > V_1$  ? Expliquer.

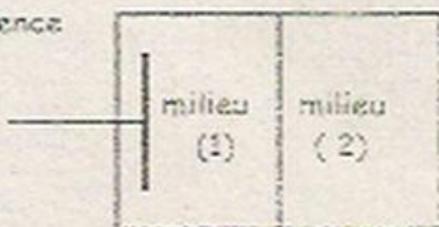


Figure 1

2. On remplace la plaque en verre par une autre en plastique partiellement plongée dans l'eau ~~et~~ qui représente un obstacle pour les ondes incidentes. La plaque fait un angle  $\alpha = 45^\circ$  avec la direction de propagation de l'onde incidente (voir figure 2).

- a. De quel phénomène physique s'agit-il ?  
 b. Représenter sur le document 4 (page à remettre) le phénomène observé en précisant la disposition des différentes lignes d'onde.

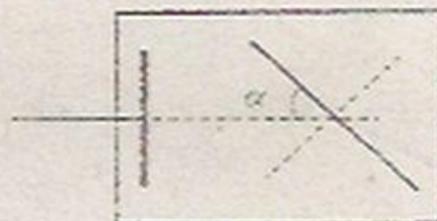


Figure 2

3. L'obstacle précédent est placée parallèlement à la lame L, il est muni d'une ouverture de largeur  $a = 3 \text{ mm}$  (voir figure 3).

- a. Nommer le phénomène observé.  
 b. Reproduire et compléter cette figure. Préciser la valeur de la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde obtenue.

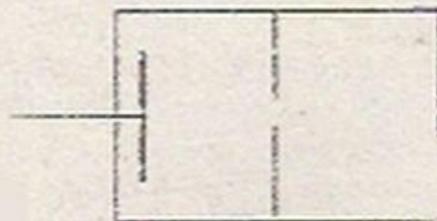


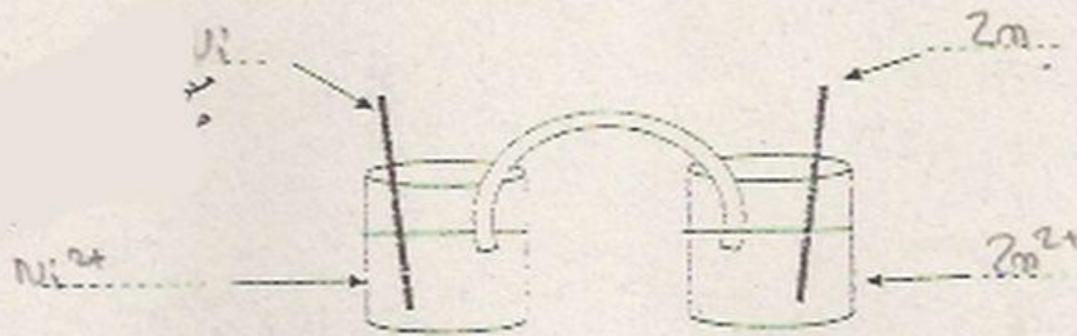
Figure 3

BON TRAVAIL

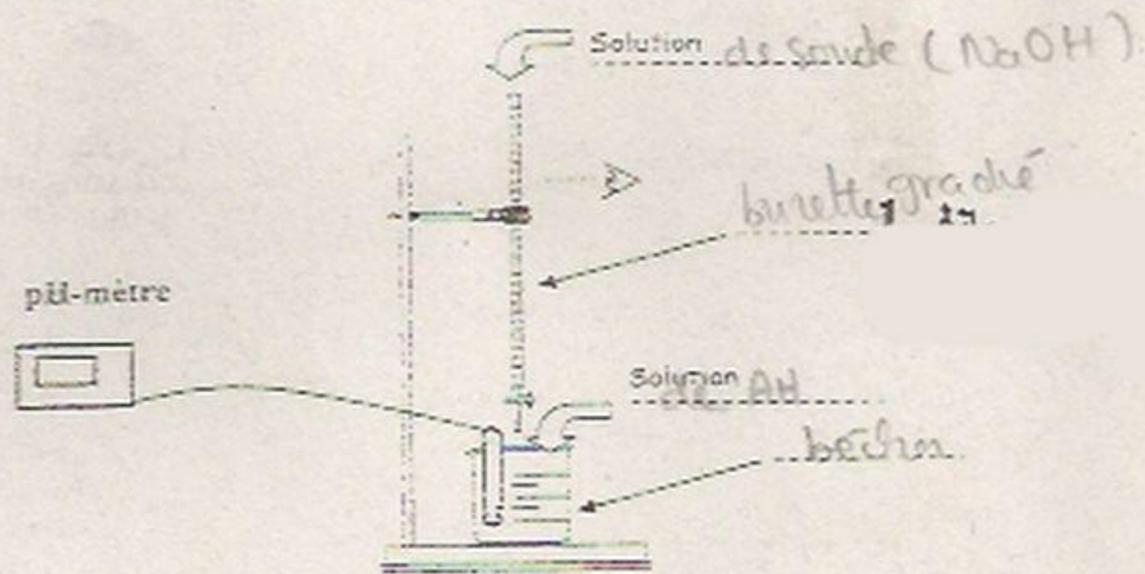
A remettre avec la copie

Nom et prénom : .....

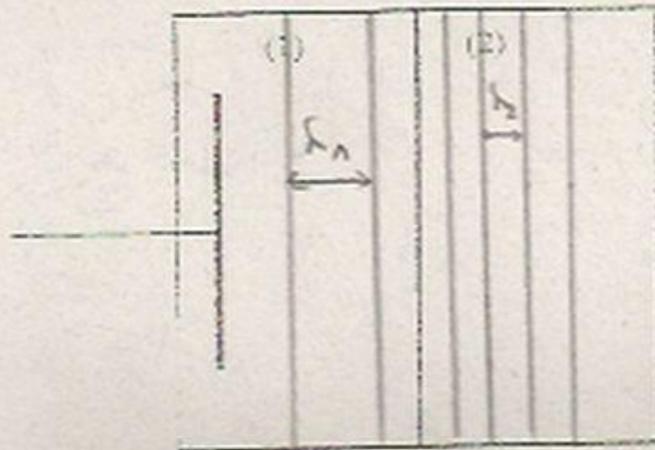
Classe : .....



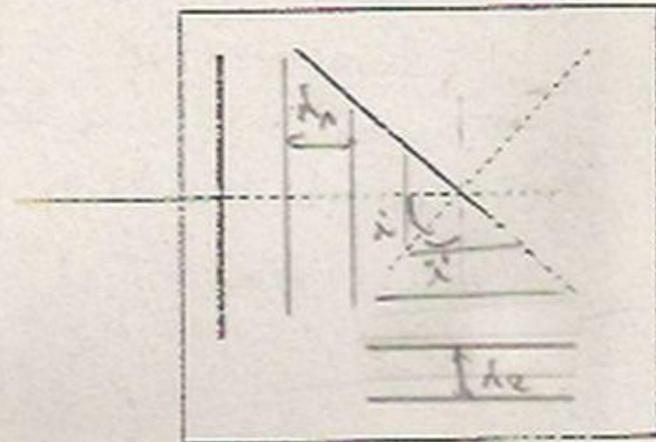
Document 1



Document 2



Document 3



Document 4

$$d = d' \\ \text{et } \lambda_1 = \lambda_2$$

Lycée pilote de Bizerte	Devoir de synthèse N°2	Prof : KEDIDI
2018/2019	Durée :3h	Classe : 4Math1

## CHIMIE

Toutes les solutions sont considérées à 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est  $K_e = 10^{-14}$ . On négligera les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.

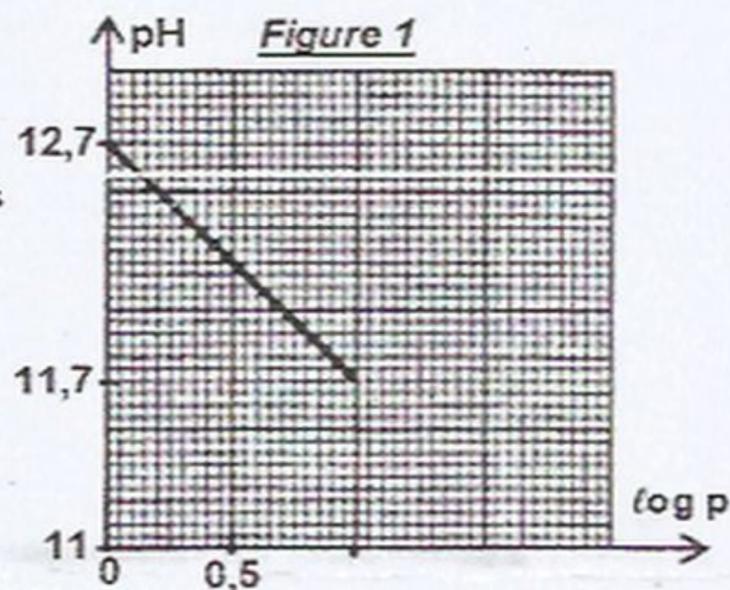
### Exercice N°1 : (4points)

A partir de deux monobases notées  $A_1^-$  et  $A_2^-$  de même concentration initiale  $C_i$ , on prépare respectivement deux solutions ( $S_1$ ) et ( $S_2$ ) puis on réalise deux expériences :

#### II 1<sup>ère</sup> expérience :

On prépare à partir de la solution ( $S_1$ ) par dilution successives  $p$  fois, différentes solutions  $(S_1)_p$ , avec  $p = 2, 3, \dots, 10$ . On suppose que les solutions obtenues restent faiblement diluées. On mesure le pH de chacune des solutions  $(S_1)_p$  et on trace l'évolution du pH en fonction de  $\log p$ .

- 1) Etablir la relation entre le pH et la concentration molaire  $C$  d'une solution aqueuse d'une monobase forte.
- 2) Interpréter la courbe de la figure 1 et écrire l'expression du pH en fonction de  $\log p$ .
- 3) Montrer que  $A_1^-$  est une base forte.
- 4) Calculer la concentration initiale  $C_i$ .

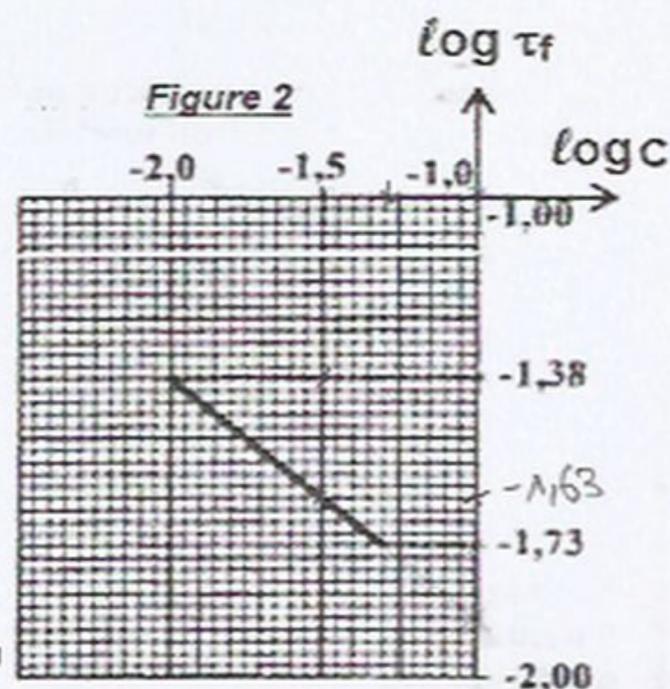


#### III 2<sup>ème</sup> expérience :

On prépare à partir de la solution ( $S_2$ ) par dilution successives différentes solutions supposées faiblement diluées. On mesure le pH et on détermine le taux d'avancement final  $\tau_f$  correspondant. On trace la courbe de la figure 2 ci-contre traduisant l'évolution de  $\log \tau_f$  en fonction de  $\log C$ .  $C$  la valeur que peut prendre la concentration de chacune des solutions préparées.

- 1) En exploitant la courbe de la figure 2, montrer que  $A_2^-$  est une monobase faible.
- 2) Dresser le tableau descriptif d'avancement relatif à la réaction de la monobase  $A_2^-$  avec l'eau
- 3) Interpréter la courbe de la figure 2 et écrire l'expression de  $\log \tau_f$  en fonction de  $\log C$ .

4) Montrer que  $\tau_f = \sqrt{\frac{10^{pK_a - pK_e}}{C}}$ .



5) a- Justifier l'expression de  $\log \tau_1$  en fonction de  $\log C$  de la courbe de la figure 2.

b- Déduire le  $pK_a$  du couple  $A_2H/A_2^-$ .

**Exercice N°2 : (3 points)**

On prépare à partir de 3 acides notés  $A_1H$ ,  $A_2H$ ,  $A_3H$  3 solutions aqueuses respectives  $(S_1)$ ,  $(S_2)$  et  $(S_3)$  de concentrations molaires respectives  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  et de pH respectifs  $pH_1 = 3,37$ ,  $pH_2 = 2$  et  $pH_3 = 3,37$ .

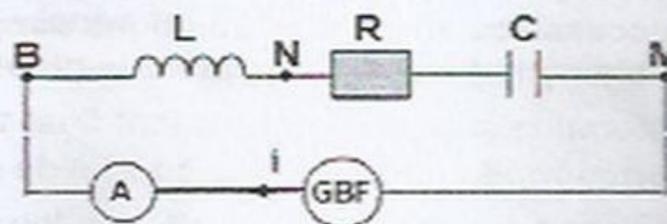
- 1) On dose le même volume  $V_A = 15\text{mL}$  de chacune des solutions  $(S_1)$ ,  $(S_2)$  et  $(S_3)$ . Les volumes de solution de soude NaOH ajoutés pour atteindre l'équivalence acidobasique sont égaux respectivement à 3mL, 30mL et 30mL.
  - a- Définir l'équivalence acidobasique.
  - b- Montrer que  $(S_2)$  et  $(S_3)$  ont la même concentration molaire.
  - c- En déduire que  $A_2H$  est plus fort que  $A_3H$ .
- 2)
  - a- Déterminer  $C_3$  en fonction de  $C_1$ .
  - b- Montrer que  $A_3H$  est l'acide le plus faible.
- 3) On réalise la dilution au dixième chacune des solutions  $(S_1)$ ,  $(S_2)$  et  $(S_3)$  on obtient respectivement les solutions  $(S_1')$ ,  $(S_2')$  et  $(S_3')$  de pH respectifs  $pH'_1 = 3,87$ ,  $pH'_2 = 3$  et  $pH'_3 = 3,87$ . Préciser, en justifiant la réponse, le caractère fort ou faible de chaque acide.
- 4)
  - a- Calculer la concentration molaire initiale de la solution d'acide fort.
  - b- En déduire la concentration de la solution de soude utilisée pour le dosage.
- 5)
  - a- Calculer les  $pK_a$  des acides faibles.
  - b- En déduire que les valeurs des  $pK_a$  confirme la réponse de la question 2 b-

**PHYSIQUE**

**Exercice N°1 : (5 points)**

On réalise le circuit électrique schématisé ci-dessous et qui comporte, montés en série :

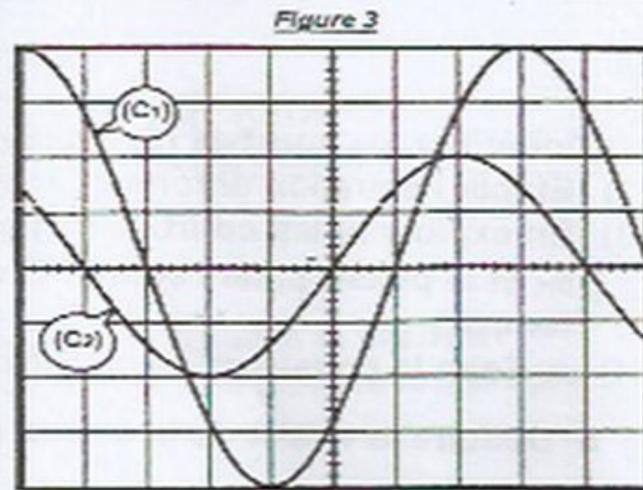
- Un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension électrique alternative sinusoïdale,  $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$ , d'amplitude  $U_m$  constante et de fréquence  $N$  réglable.
- Un résistor de résistance  $R$ .
- Une bobine d'inductance  $L$  et de résistance négligeable.
- Un condensateur de capacité  $C$ .
- Un ampèremètre  $A$  qui indique le passage d'un courant  $I = 141\text{mA}$ .



On dispose d'un oscilloscope bicourbe convenablement branché au circuit électrique. Il permet de visualiser simultanément la tension  $u(t)$  sur la voie  $Y_1$  et la tension  $u_{NM}(t)$  sur la voie  $Y_2$ .

Pour une fréquence  $N_1$ , du GBF, on observe sur l'écran de l'oscilloscope, les oscillogrammes  $(C_1)$  et  $(C_2)$  de la figure 3 avec les réglages suivants

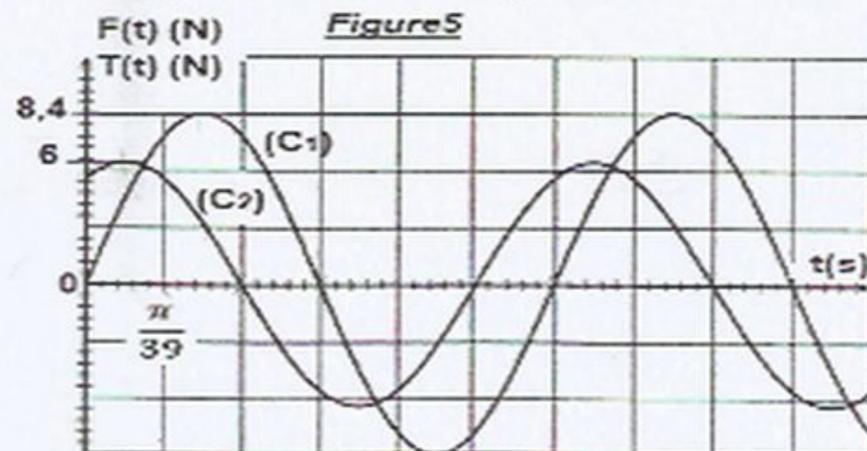
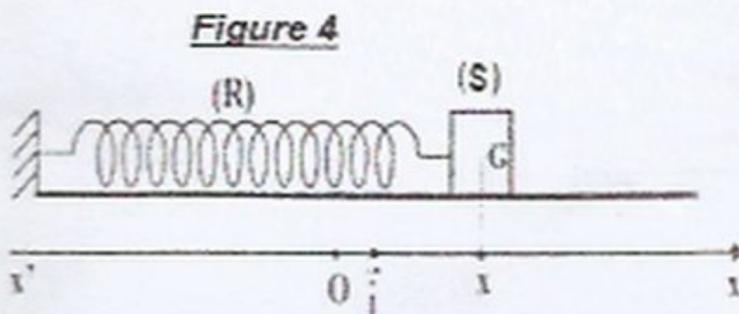
- Sensibilité horizontale : 0,5ms/div.
- Sensibilité verticale sur la voie  $Y_1$  : 5V/div.
- Sensibilité verticale sur la voie  $Y_2$  : 3,5V/div.



- 1) a- Indiquer sur la feuille annexe (à rendre avec la copie) les connexions à réaliser avec l'oscilloscope pour visualiser  $u(t)$  et  $u_{NM}(t)$ .  
b- Identifier, en justifiant la réponse, les oscillogrammes  $(C_1)$  et  $(C_2)$ .
- 2) Déterminer graphiquement :  
a- Les amplitudes  $U_m$  et  $U_{NMm}$  respectivement des tensions  $u(t)$  et  $u_{NM}(t)$ .  
b- La fréquence  $N_1$ .  
c- Le déphasage  $\Delta\varphi$  de  $u(t)$  par rapport à  $u_{NM}(t)$  :  $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_{u_{NM}}$ .
- 3) a- Sur la feuille annexe, représenter les vecteurs de Fresnel  $\vec{V}_1$ ,  $\vec{V}_2$  et  $\vec{V}_3$  associés respectivement aux tensions  $u(t)$ ,  $u_{NM}(t)$  et  $u_{BN}(t)$ .  
b- Déterminer l'amplitude de la tension aux bornes de la bobine et déduire la valeur de l'inductance  $L$ .
- 4) Préciser, en le justifiant, si le circuit est capacitif, résistif ou inductif.
- 5) Déterminer la valeur de la capacité  $C$  du condensateur et la résistance  $R$  du résistor.
- 6) La tension du claquage de ce condensateur vaut 16V. Préciser, en le justifiant, si ce condensateur risque de calquer.

**Exercice N°2 : (5 points)**

Un pendule élastique est constitué d'un solide (S), supposé ponctuel de masse  $m$  fixé à l'une des extrémités d'un ressort (R) à spires non jointives, de masse négligeable, de raideur  $K = 20\text{N.m}^{-1}$  et dont l'autre extrémité est fixe (figure 4). Le solide (S) est assujéti à se déplacer suivant l'axe du ressort (R) qui est maintenu horizontal, tout en étant soumis à des frottements visqueux équivalents à une force  $\vec{f}(t) = -h.\vec{v}$ , où  $h$  est une constante positive et  $\vec{v}$  est le vecteur vitesse instantanée du centre d'inertie  $G$  du solide (S). A l'équilibre, le centre d'inertie  $G$  de (S) coïncide avec l'origine  $O$  d'un repère  $(O, \vec{i})$ , de vecteur unitaire  $\vec{i}$  porté par l'axe  $x'x$ . Un excitateur transmet au système  $\{(R) + (S)\}$  une force excitatrice  $\vec{F}(t) = F_m \sin(2\pi Nt) \cdot \vec{i}$ ; d'amplitude  $F_m$  constante et de fréquence  $N$  réglable. Le système  $\{(R) + (S)\}$  oscille en régime sinusoïdal forcé. Un système approprié permet de suivre, simultanément, l'évolution au cours du temps de la force excitatrice  $F(t)$  et de la tension du ressort  $T(t)$  pour une fréquence  $N_1$  de  $N$ , on obtient les courbes  $C_1$  et  $C_2$  représentées sur la figure 5.



- 1) Identifier les courbes (C<sub>1</sub>) et (C<sub>2</sub>) en justifiant la réponse.
- 2) Etablir l'équation différentielle régissant les variations de l'élongation x(t).
- 3) En exploitant les courbes (C<sub>1</sub>) et (C<sub>2</sub>). Déterminer : l'amplitude X<sub>m</sub>, la pulsation  $\omega_1$  et la phase  $\varphi_x$  de l'élongation x(t) et écrire son expression en fonction du temps.
- 4) a- Faire la construction de Fresnel pour  $\omega = \omega_1$ . Echelle : 1cm → 1N.  
b- Déduire la valeur de la masse de (S) et la valeur du coefficient de frottement h.
- 5) On varie  $\omega$  à partir de la valeur  $\omega_1$ , on remarque que pour  $\omega = \omega_2$  l'amplitude X<sub>m</sub> est maximale.  
a- Préciser le nom de ce phénomène.  
b- Préciser, en le justifiant, s'il faut augmenter ou diminuer la pulsation de l'excitateur à partir de  $\omega_1$  pour atteindre  $\omega_2$ .  
c- Calculer la valeur de  $\omega_2$ .

Etude d'un document scientifique : (3 points)

### Le pont d'Angers

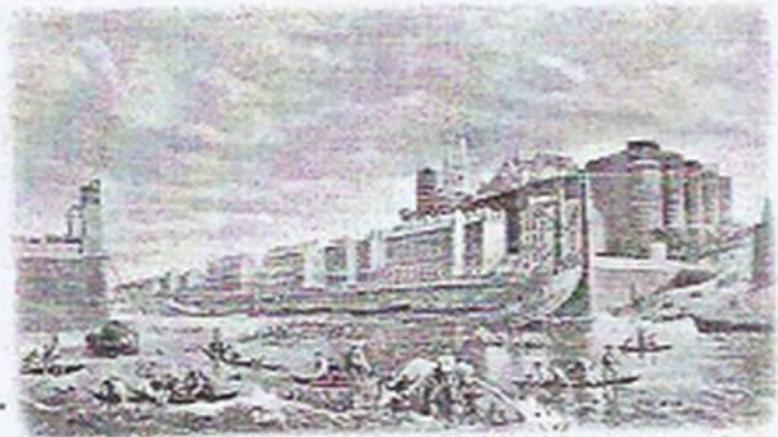
En Avril 1850, alors qu'un vent violent s'abattait sur la ville d'Angers, le pont suspendu de la Basse-Chaine, inauguré onze ans auparavant, s'effondrait sous la marche au pas cadencé du 3<sup>ème</sup> régiment d'infanterie légère. Ces militaires défilent sur le pont suspendu et reproduisent exactement sa fréquence propre provoquant l'effondrement du pont et la mort de 226 soldats. Lorsqu'un système mécanique est mis en oscillations forcées par un système extérieur, celui-ci impose sa fréquence au système et peut entraîner sa destruction. La marche cadencée et le manque d'expérience de l'époque dans la réalisation de ce type de structures sont des facteurs qui ont contribué à accentuer les effets dévastateurs de ce phénomène.

Même si on arrive de mieux en mieux à calculer la fréquence propre des ponts grâce à l'informatique, cela n'empêche pas les ponts d'osciller encore.

L'épisode de la Basse-Chaine aura servi d'exemple puisque désormais il est inscrit dans tous les règlements militaires qu'une armée ne peut marcher au pas cadencé sur un pont : « Sur un pont on ne marche jamais en cadence ».

#### Questions :

- 1) a- Préciser le phénomène physique qui a entraîné la destruction du pont.  
b- Quelle condition a été réalisée par les soldats lorsqu'ils défilent sur le pont ?  
c- Préciser les facteurs qui ont contribué à accentuer les effets dévastateurs de ce phénomène.
- 2) Préciser l'excitateur et le résonateur.
- 3) Préciser, en le justifiant, un moyen cité dans le texte qui peut aider à éviter la destruction des ponts.



Catastrophe du Pont suspendu, effondrement du Pont de la Basse-Chaine le 14 avril 1850 (de l'œuvre de Léon)