

Lycée pilote de Bizerte	Devoir de contrôle N°3	Prof : KEDIDI
2018/2019	Durée : 2h	Classe : 4Math ₁

CHIMIE

Toutes les expériences sont réalisées à 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_w = 10^{-14}$.

Exercice N°1 : (3,5 points)

On réalise le dosage d'un volume $V_A = 20\text{mL}$ d'une solution S d'acide éthanoïque CH_3COOH (acide faible) de concentration $C_A = 10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$ par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium NaOH de concentration $C_B = 2 \cdot 10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$. On suit l'évolution du pH du mélange réactionnel lors de l'ajout d'un volume V_B de la base. Les résultats des mesures sont consignés dans le tableau ci-dessous.

$V_B(\text{mL})$	2	5	8	10	14
pH	4,2	4,8	5,4	8,3	11,5

- 1) Définir l'équivalence acido-basique
- 2) a- Déterminer le volume de la base ajouté à l'équivalence acido-basique.
b- Justifier le caractère (acide, neutre ou basique) du milieu réactionnel obtenu à l'équivalence.
- 3) Déterminer le $\text{p}K_b$ du couple acide/base correspondant à l'acide éthanoïque.
- 4) Préciser, en le justifiant, une propriété de la solution obtenue lorsqu'on ajoute $V_B = 5\text{mL}$.
- 5) Déterminer le pH initial (pH_i) de la solution initiale de l'acide éthanoïque.
- 6) Ecrire l'équation de dosage de l'acide éthanoïque par l'hydroxyde de sodium et montrer qu'elle est totale.
- 7) Pour permettre une bonne immersion de l'électrode du pH-mètre dans le mélange réactionnel, on ajoute un volume V_e d'eau distillée au volume $V_A = 20\text{mL}$ de la solution précédente et on refait le dosage avec la même solution d'hydroxyde de sodium avec un pH_i' initial qui vaut 3,8.
 - a- Montrer que $V_e = a \cdot V_A$; où a est une constante que l'on exprimera en fonction de pH_i et pH_i' . Déduire la valeur de V_e .
 - b- Préciser, en le justifiant sans faire de calcul, si à la suite de cette dilution, les grandeurs suivantes restent inchangées ou subissent une augmentation ou une diminution.
 - Le pH à l'équivalence.
 - Le pH à la demi-équivalence.
 - Le volume de la base ajoutée pour atteindre l'équivalence.

Exercice N°2 : (3,5 points)

On suppose que les volumes des solutions restent constants et égaux dans les deux compartiments de la pile et qu'aucune des deux électrodes ne sera complètement consommée.

A 25°C, on réalise la pile électrochimique symbolisée par :



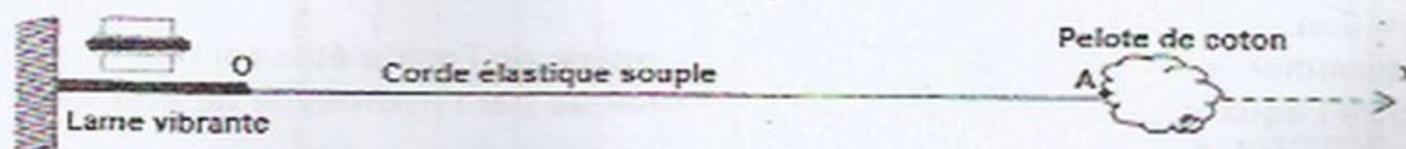
Avec $C_1 = 10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$, $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44\text{V}$ et $E^\circ(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = -0,40\text{V}$.

- 1) Représenter cette pile et écrire son équation chimique associée.
- 2) Définir le potentiel standard d'électrode.
- 3) Déterminer la constante d'équilibre relative à l'équation associée à cette pile.
- 4) Comparer les pouvoirs oxydants des couples redox mis en jeu.
- 5) A un instant $t = 0$, on relie la pile à un circuit extérieur pour débiter du courant électrique. A un instant t , la valeur de sa fem est $E = 0,05V$ et l'avancement volumique de la réaction qui se produit spontanément vaut $y = 2,49 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
 - a- Préciser, en le justifiant, la polarité de la pile.
 - b- Ecrire l'équation de la réaction qui se produit spontanément lorsque la pile débite du courant électrique.
 - c- Exprimer la fem E de la pile en fonction de C_1 , C_2 et y .
 - d- En déduire la valeur de la concentration C_2 .
- 6) Lorsque l'état d'équilibre est atteint, on désire inverser la polarité de la pile par rapport à celle déterminée en 5) a-. Pour cela, on modifie la concentration C en ions Cd^{2+} à partir de l'état d'équilibre par une méthode adéquate. Déterminer les valeurs possibles de C .

PHYSIQUE

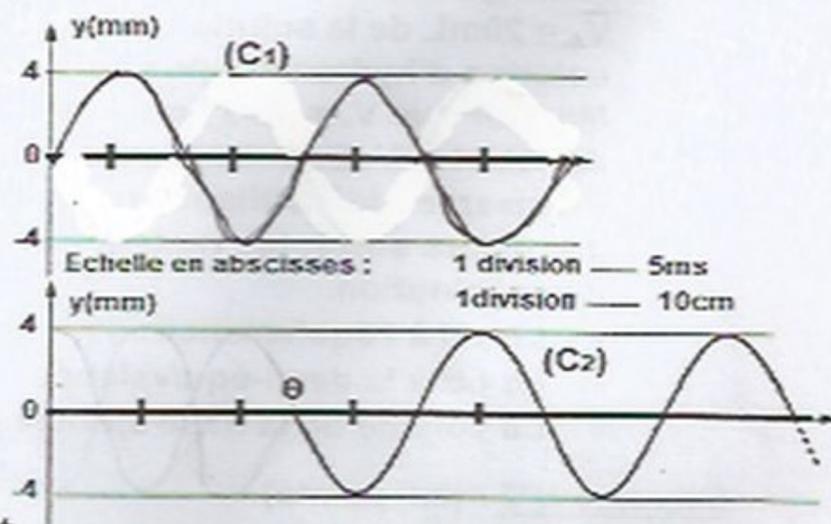
Exercice N°1 : (8 points)

Une corde élastique souple de longueur $L = OA = 1,6\text{m}$ et de masse négligeable est tendu horizontalement. Son extrémité O est attachée à une lame vibrante, tandis que l'autre extrémité A est reliée à un support fixe à travers une pelote de coton comme l'indique la figure ci-dessous.



La lame vibrante impose au point O un mouvement rectiligne sinusoïdal vertical d'amplitude $a = 4\text{mm}$ et de fréquence N ; l'équation horaire du mouvement du point O est : $y_O(t) = a \cdot \sin(2\pi Nt + \varphi_0)$ pour $t \geq 0$; φ_0 étant la phase initiale du mouvement. La corde est alors le siège d'une onde progressive de célérité c . On suppose qu'il n'y a ni réflexion ni amortissement des ondes.

L'une des courbes de la figure ci-contre représente l'aspect de la corde à un instant t_1 , l'autre représente le diagramme du mouvement d'un point M de la corde situé à une distance x de l'extrémité O .



- 1) Décrire et interpréter l'aspect de la corde lorsqu'elle est observée en lumière ordinaire.
- 2) a- Identifier les courbes (C_1) et (C_2) en justifiant la réponse.
b- En exploitant ces courbes déterminer les valeurs de la période temporelle et spatiale ainsi que l'amplitude a .
- c- Déterminer la célérité de l'onde, la distance x et l'instant t_1 .
- d- Ecrire l'équation horaire de mouvement de la source S et celle du point M de la corde.
- 3) a- Représenter l'aspect de la corde à l'instant $t_2 = 25\text{ms}$.
b- Placer sur cette courbe les points ayant l'élongation 2mm et se déplaçant dans le sens positif.
- 4) Déterminer le nombre et les abscisses des points de la corde qui vibrent en quadrature avance de phase par rapport à la source.
- 5) La lame vibrante porte maintenant une pointe S animée d'un mouvement vertical avec lequel elle impose à un point O de la surface de l'eau d'une cuve à ondes une élongation $y_O(t) = 4 \cdot 10^{-3} \sin(100\pi t)$.
 - a- Calculer la célérité de l'onde sachant que la distance minimale séparant 2 points qui vibrent en quadrature de phase est $d = 2\text{mm}$.
 - b- Représenter la coupe de la surface de l'eau suivant un plan vertical passant par O aux instants $t_3 = 35\text{ms}$ et $t_4 = 40\text{ms}$.
 - c- Déterminer les lieux des points se trouvant à l'élongation -2mm et se déplaçant dans le sens négatif des élongations à l'instant t_4 .
 - d- On fait varier la fréquence N jusqu'à atteindre la plus petite fréquence N' pour laquelle les points A et B schématisés sur la figure ci-contre vibrent en opposition de phase. Déterminer la valeur de N' .



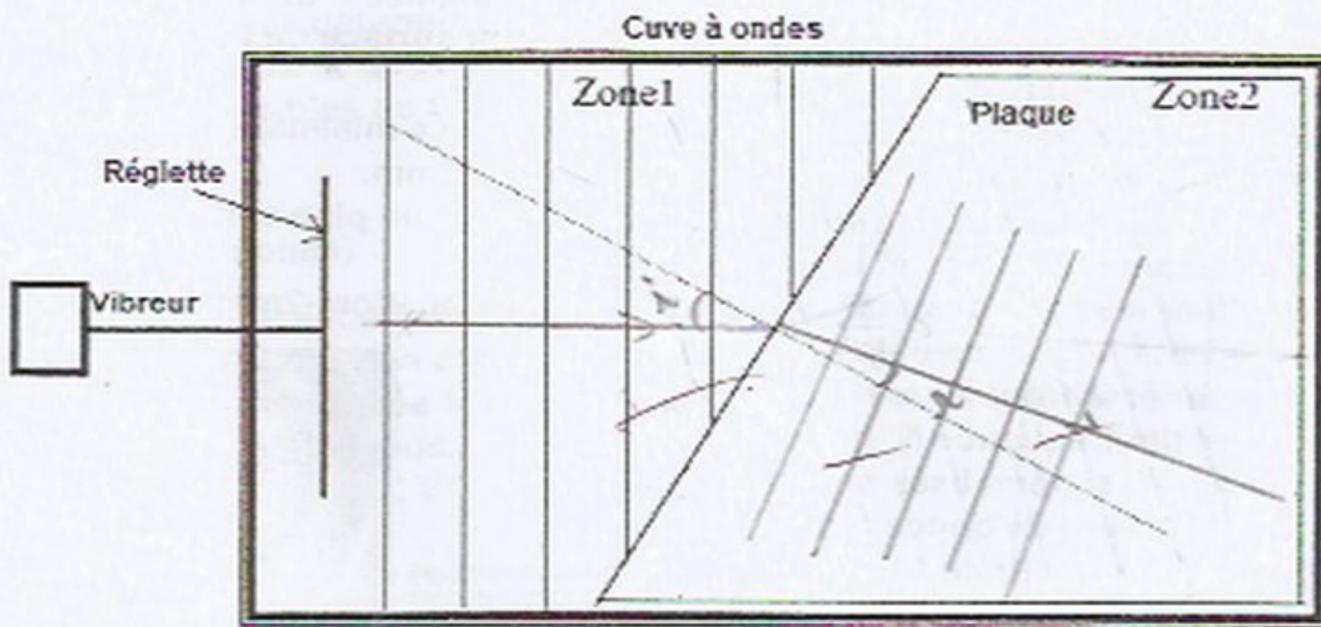
Exercice N°2 : (5 points)

A la surface de l'eau d'une cuve à ondes, on produit une onde rectiligne sinusoïdale progressive de fréquence $N = 50\text{ Hz}$. On place au fond de la cuve à ondes, une plaque de verre plane de façon à délimiter deux zones où les profondeurs de l'eau sont différentes comme le montre la figure de la feuille annexe (à remplir et à rendre avec la copie).

- 1) Sachant que la distance qui sépare cinq rides consécutives de même nature dans la zone 1 est $d_1 = 4\text{ cm}$ et dans la zone 2 est $d_2 = 3,6\text{ cm}$, déterminer les longueurs d'ondes λ_1 et λ_2 respectivement dans la zone 1 et la zone 2.
- 2) Préciser, en le justifiant, le phénomène observé.
- 3) Sachant que la direction de propagation de l'onde dans la zone 1, fait un angle $i = 30^\circ$ avec la normale à la surface de séparation. Déterminer l'angle r que fait la direction de propagation de l'onde dans la zone 2 avec la même normale.
- 4) Compléter la figure de la feuille annexe en représentant sans souci d'échelle i , r et les rides dans la zone 2.

Feuille annexe

Nom : Ben Dinos Prénom : AMENI UMA



Chimie (7 pts)

1336

Exercice N°1 (2 points)

Document scientifique

En 1865 Pasteur établit scientifiquement le processus de fabrication du vinaigre qui provient d'une double fermentation naturelle : une bactérie, appelée (*acétobacter aceti*) fixe l'oxygène de l'air sur l'alcool et le transforme en acide à une température comprise entre 25 et 30°C.

Ce procédé de transformation est long il est dit à "l'ancienne", il subsiste à nos jours mais il est de plus en plus rare. Depuis, le procédé de fabrication du vinaigre a évolué, le vinaigre est fabriqué de manière industrielle : on injecte l'oxygène directement dans la cuve à alcool.

Le vinaigre sert de condiment, il empêche l'oxydation des fruits et des légumes et il prolonge la vie des aliments.

Contrairement à une idée reçue, le degré indiqué sur une bouteille de vinaigre n'est pas son degré d'alcool mais le taux d'acidité du vinaigre en question. Une bouteille de vinaigre à 5° signifie qu'elle contient 5g d'acide éthanóique pour 100 g de vinaigre environ 100 mL.

- 1°) Quel est le procédé ancien utilisé pour préparer le vinaigre ?
- 2°) En se référant au texte : citer les multiples usages du vinaigre.
- 3°) Relier du texte une phrase montrant que le vinaigre contient un acide carboxylique.
- 4°) Quelle est la signification du degré indiqué sur la bouteille de vinaigre ?

Exercice N°2 (5 points)

Toutes les solutions sont prises à 25°C où le $K_a = 10^{-14}$

On considère une solution aqueuse (S) d'ammoniac (NH_3) de concentration molaire $C = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ et de $\text{pH} = 11,1$

- 1°) a/ Montrer que l'ammoniac est une base faible.
b/ Ecrire l'équation de sa réaction avec l'eau.
c/ Dresser le tableau descriptif de l'évolution du système chimique relatif à l'avancement volumique.
d/ Calculer les concentrations des entités chimiques autres que l'eau présentes dans la solution (S).
- 2°) a/ Etablir l'expression du taux d'avancement final τ_f de la réaction de l'ammoniac avec l'eau en fonction du pH de la solution (S), du $\text{p}K_a$ et de sa concentration molaire C. Calculer τ_f .
b/ En déduire que l'ammoniac est faiblement ionisé dans la solution (S).
- 3°) Montrer que le $\text{p}K_a$ du couple acide / base dont la base conjuguée est NH_3 , est $\text{p}K_a = 9,2$
- 4°) Une solution (S') de concentration molaire C' et de volume $V' = 100 \text{ mL}$ est obtenue en diluant un volume V_0 de la solution (S).
La mesure du pH de la solution (S') donne $\text{pH}' = 10,6$
a/ Déterminer les concentrations molaires des entités chimiques autres que l'eau présentes dans la solution (S').
b/ Montrer alors que $C' = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
c/ En déduire le volume V_0 .
- 5°) a/ Déterminer le taux d'avancement final τ_f de la réaction de l'ammoniac avec l'eau dans la solution (S').
b/ En déduire l'effet de la dilution sur la réaction de l'ammoniac avec l'eau.

CHIMIE :

- pH des solutions aqueuses
- Etude d'un document scientifique

PHYSIQUE :

- Oscillations mécaniques
- Oscillations mécaniques forcées
- Onde progressive le long d'une corde

Physique

Exercice n°1 (6,5 pts)

L'extrémité S, d'une corde de longueur $L = 65$ cm tendue horizontalement, est animée d'un mouvement rectiligne sinusoïdal suivant la verticale.

Le long de la corde, une onde progressive se propage avec la célérité constante v sans amortissement et sans réflexion.

Le point S est pris comme origine d'un repère espace (S, \vec{i}) orienté dans le sens de propagation de l'onde.

Le mouvement de S débute à la date $t = 0$ s.

On a représenté sur la figure 1 (voir annexe) la courbe donnant les variations de l'élongation en fonction du temps d'un point M_1 de la corde d'abscisse $SM_1 = x_1$ et on a représenté sur la figure 2 (voir annexe) la courbe donnant l'aspect de la corde à l'instant de date t_2 .

1°) Les deux courbes permettent de confirmer la double périodicité du phénomène d'onde progressive.

a/ Qu'appelle-t-on chacune des deux courbes ?

b/ Que représente la période de chacune des deux courbes ?

2°) a/ A partir des graphes déduire :

* l'amplitude a .

* la période T du mouvement d'un point de la corde.

* la longueur d'onde λ .

* l'instant de date t_1 du début du mouvement de M_1 .

b/ En déduire :

* la célérité v de propagation de l'onde.

* l'abscisse x_1 du point M_1 .

3°) a/ Etablir l'équation horaire du mouvement du point M_1 .

b/ En déduire que l'équation horaire du mouvement de S est $y_S(t) = 3 \cdot 10^{-3} \sin(100\pi t + \pi)$.

c/ Représenter sur la figure 1 la courbe donnant $y_S(t)$.

4°) Soit M un point de la corde d'abscisse x .

a/ Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point M de la corde en fonction de x , λ , T et t .

b/ * En s'aidant de la courbe de la figure 2, déterminer l'instant de date t_2 .

* En déduire l'équation donnant l'élongation du point M en fonction de x à l'instant de date t_2 .

c/ Déterminer analytiquement (par le calcul) le nombre et les abscisses des points de la corde ayant à la date t_2 une vitesse nulle.

5°) a/ Exprimer en fonction de λ la distance d parcourue par l'onde entre les instants de dates t_2 et t_3 sachant que $t_3 = t_2 + 0,015$ s.

b/ Représenter sur la figure 2 l'aspect de la corde à l'instant de date t_3 .

Exercice n°2 (6,5 pts)

Un pendule élastique placé sur un plan horizontal est constitué d'un solide S supposé ponctuel de masse m soudé à un ressort R de masse négligeable à spires non jointives et de raideur $k = 31 \text{ N.m}^{-1}$.

On dispose d'une règlette pour repérer la position d'un index lié au ressort.

A l'aide d'un moteur, on applique sur (S) une force excitatrice, horizontale de fréquence N_e réglable.

$$\vec{F} = F_m \sin(2\pi N_e t + \varphi_F) \vec{i}$$

Au cours de son mouvement, (S) est soumis à des forces de frottements visqueux équivalentes à une force $\vec{f} = -h\vec{v}$ avec h constante positive appelée coefficient de frottement visqueux et \vec{v} le vecteur vitesse instantané. figure 3

A un instant t , l'abscisse de (S) est $\overline{OS} = x$ dans un repère (O, \vec{i}) . Avec O position de S à l'équilibre.

L'équation différentielle régissant les oscillations de

$$(S) \text{ est } m \frac{d^2 x}{dt^2} + h \frac{dx}{dt} + kx = F$$

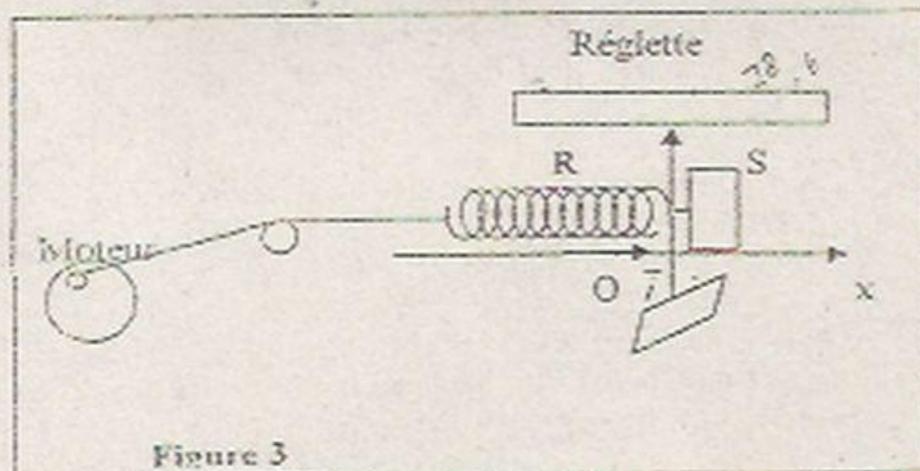


Figure 3

À la cours d'une séance de travaux pratiques, on mesure pour différentes valeurs de la fréquence N_e la durée Δt de 10 oscillations du solide (S).

1°) a/ Compléter le tableau en indiquant les valeurs de la fréquence N des oscillations.

N_e (Hz)	2	2,5
Δt (s)	5	4
N (Hz)		

b/ Expliquer la qualification forcée attribuée à ces oscillations.

II) Pour une fréquence N_1 de N_e , les fonctions $F(t)$ et $x(t)$ sont représentées sur la figure ci-dessous

1°) Montrer que la courbe (2) représente $F(t)$.

2°) En exploitant la figure ci-dessous :

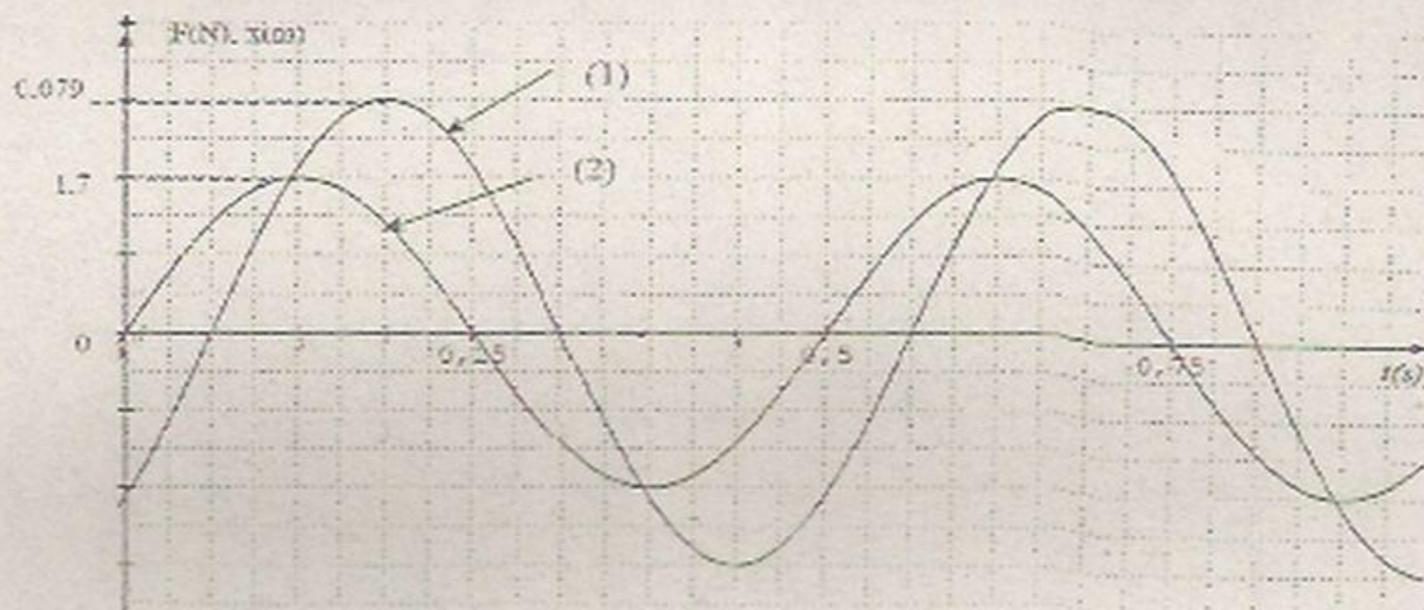
a/ Déterminer le déphasage de $F(t)$ par rapport $x(t)$ ($\Delta\phi = \phi_F - \phi_x$)

b/ Etablir les expressions de $F(t)$ puis celle de $x(t)$.

3°) a/ Faire la construction de Fresnel relative à l'équation différentielle précédente pour $N_e = N_1$ à l'échelle 4 cm \leftrightarrow 1N

b/ Déterminer les valeurs de h et m .

c/ Etablir en fonction de F_m , m , k , h et ω l'expression de X_m .



III) Dans la suite de l'exercice on prendra : $m = 0,1$ kg et $h = 1,2$ kg.s⁻¹

1°) Lorsque $N_e = N_2$, l'indexe oscille entre deux graduations 1 cm et 18,4 cm de la règle.

Déterminer l'amplitude X_m de l'élongation correspondant à cette fréquence.

2°) Cette fréquence $N_e = N_2$ correspond à la valeur maximale de X_m .

Quel est l'état d'oscillation de l'oscillateur ?

3°) a/ Montrer théoriquement que $N_2^2 = N_0^2 - \frac{h^2}{8\pi^2 m^2}$ avec N_0 fréquence propre de l'oscillateur.

b/ Calculer N_2 .

c/ Retrouver la valeur de X_m .

4°) Montrer que ce phénomène ne se produit que si h ne dépasse pas une valeur limite h_0 que l'on déterminera..

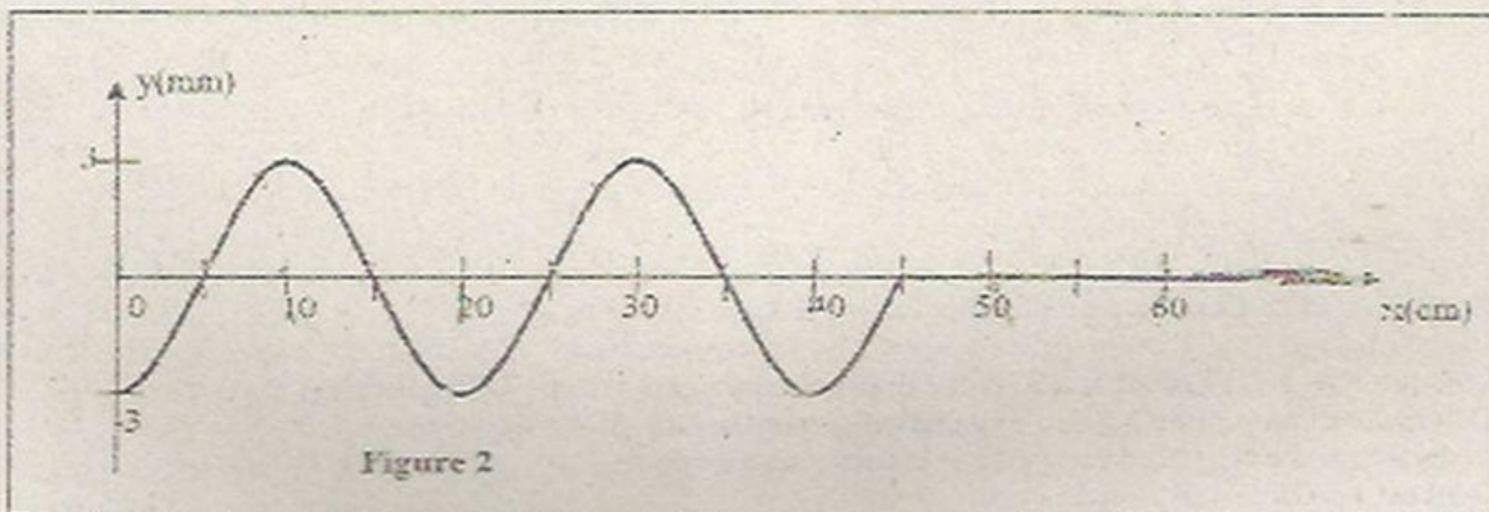
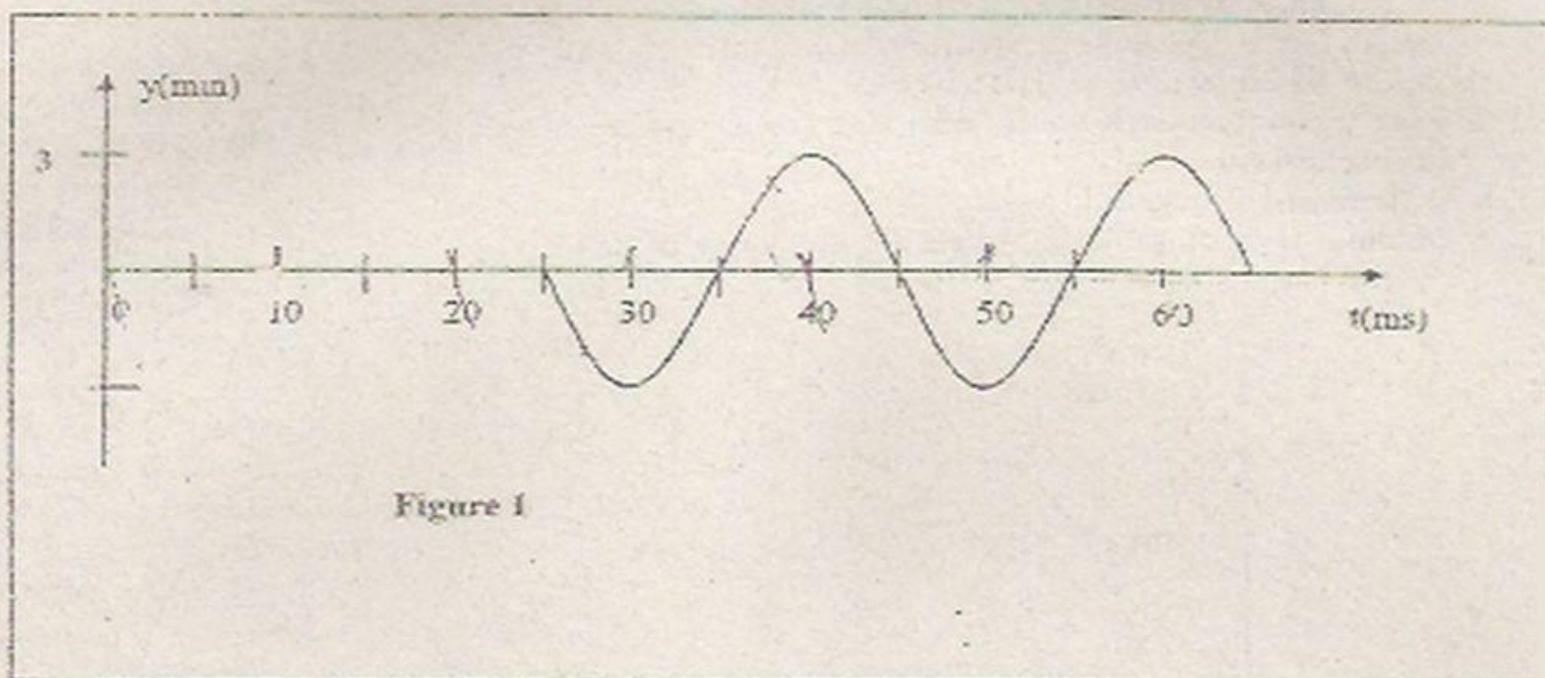
IV) 1°) Donner un circuit électrique équivalent au montage de la figure 3, en précisant les analogies utilisées

2°) A partir de l'analogie mécanique - électrique déduire l'expression de la charge maximale Q_m .

ANNEXE

CETTE FEUILLE EST A REMETTRE AVEC LA COPIE

Nom, prénom ----- N° ----- Classe -----



CHIMIE (7 points)

Toutes les solutions sont préparées à 25°C ($K_e = 10^{-14}$).

Exercice n°1 (2,5 pts)

On donne : pKa du couple $\text{HCOOH} / \text{HCOO}^-$ est égal à 3,8.
pKa du couple $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-$ est égal à 4,8.

Une solution (S_1) aqueuse d'acide méthanoïque a un pH égal à 2,6

1°)

- Calculer le rapport : $x = [\text{HCOO}^-] / [\text{HCOOH}]$.
- Calculer la quantité de matière d'acide dissoute par litre de solution.
- En déduire x_1 . Comparer cette valeur avec celle du rapport : $x = [\text{HCOO}^-] / [\text{HCOOH}]$.

2°) Une solution (S_2) d'acide éthanóique de même concentration que (S_1) a un pH = 3,08.

- Calculer x_2 et le comparer avec le rapport $x = [\text{HCOO}^-] / [\text{HCOOH}]$.
- Quelles conclusions peut on tirer ?

Exercice n°2 (4,5 pts)

On donne : (en g.mol^{-1}) $M_C = 12$; $M_H = 1$; $M_O = 16$; $M_{Na} = 23$

A/

On prépare une solution (S_1) d'éthanoate de sodium $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2\text{Na}$ en dissolvant 8,8g de ce sel dans un litre d'eau pure.

1°) Déterminer la concentration de cette solution (S_1).

2°) On prélève 250cm³ de cette solution qu'on introduit dans une fiole jaugée de 250ml, puis on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. La solution obtenue (S) a un pH = 12.

- Montrer que la solution (S) est celle d'une base forte.
- Ecrire l'équation bilan de la réaction acide-base correspondante.

B/

Le phénol est un acide faible de formule $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, sa base conjuguée est l'ion phénoiate $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$.
On dissout le sel phénoiate de sodium $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$ dans l'eau on obtient une solution (S) de concentration C.

- Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui accompagne la dissolution de ce sel dans l'eau.
- Etablir la relation entre pH et C de la solution (S) et la pKa du couple acide-base correspondant.
- La solution obtenue, de concentration $C = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ a un pH égal à 11,5 (à 25°C).
Déterminer la concentration de toutes les espèces chimiques présentes dans la solution.
En déduire le pKa du couple acide-base correspondant.
- Quel volume d'eau doit-on ajouter à 10 mL de (S) pour préparer une solution (S') de pH = 11 ?

CHIMIE :

pH des solutions aqueuses

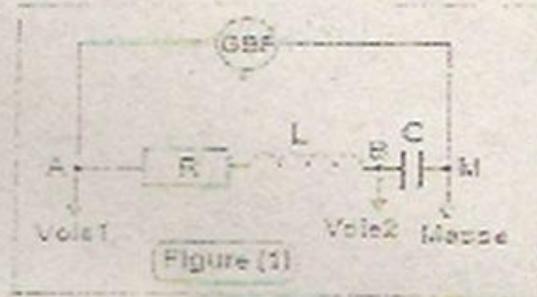
PHYSIQUE :

- Oscillations mécaniques libres
- Oscillations mécaniques forcées
- Onde progressive le long d'une corde

Exercice n°: 1 (4,5 pts)

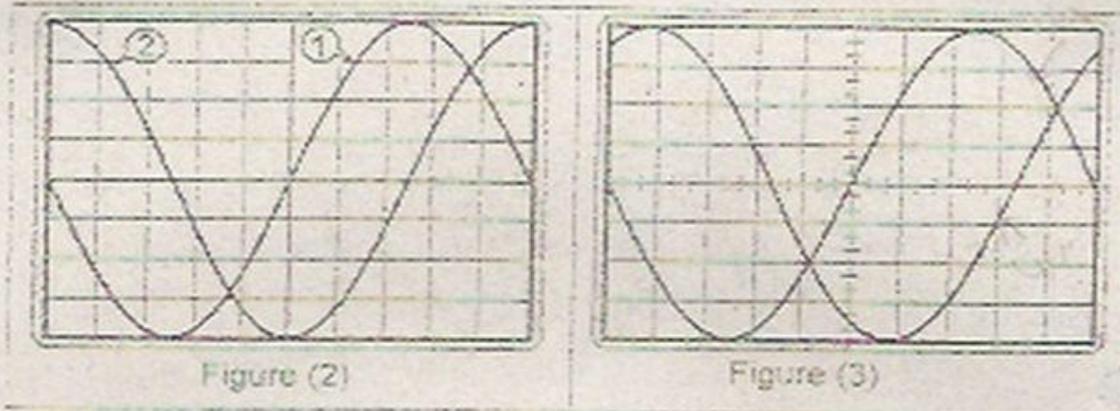
On considère le circuit électrique de la figure(1) formé de

- Un GBF qui maintient entre ses bornes une tension sinusoïdale : $u(t) = U_m \sin \omega t$ (avec ω réglable).
- Un condensateur de capacité $C = 3,17 \mu\text{F}$.
- Une bobine d'inductance L réglable et de résistance nulle.
- Un résistor de résistance R réglable.



1°) Sur l'écran d'un oscilloscope, branché comme l'indique la figure(1), on observe l'oscillogramme de la figure (2). La sensibilité horizontale est 0,5 ms/division.

Les sensibilités verticales sont 2V/division pour la voie Y_1 et 5V/division pour la voie Y_2 .



- a- Quelles sont les tensions visualisées ?
 - b- Montrer que la courbe (1) correspond à $u(t)$.
 - c- Montrer que le circuit est en état de résonance d'intensité.
 - d- Calculer le facteur de surtension Q du circuit.
 - e- Déduire les valeurs de la résistance R du résistor et de l'inductance L de la bobine.
- 2°) On fait varier L et R . On obtient l'oscillogramme de la figure (3).
- a- Déterminer le déphasage $(\phi_2 - \phi_1)$.
 - b- Représenter le diagramme de Fresnel relatif aux tensions maximales (1cm \rightarrow 4 V).
 - c- Déduire les nouvelles valeurs de R et L .
- 3°) On prend $L = 0,2 \text{ H}$ et on fait varier la fréquence N du générateur. Tracer l'allure de chacune des courbes U_{Cm} et U_{Rm} en fonction de N en précisant les coordonnées des points particuliers :
- Pour $R = 100 \Omega$
 - Pour $R = 500 \Omega$

Exercice n°: 2 (6,5 pts)

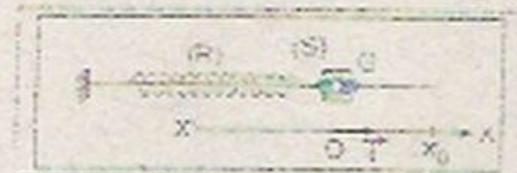
Un pendule élastique horizontal est formé d'un solide (S) de centre d'inertie G et de masse $m = 0,2 \text{ kg}$ et d'un ressort à spires non jointives de masse négligeable et de raideur k . Soit x l'abscisse de G à l'instant de date t , compté par rapport à sa position d'équilibre O, origine de l'axe (O, \vec{i}) .

Les deux parties A et B sont indépendantes.

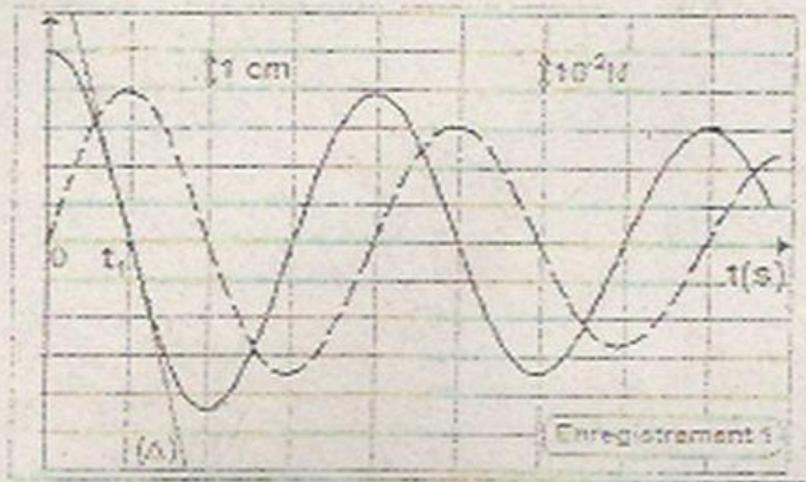
PARTIE A :

On écarte (S) de sa position d'équilibre en déplaçant G jusqu'au point G_0 d'abscisse $x_0 = 5 \text{ cm}$, puis on l'abandonne à la date $t_0 = 0$ sans vitesse.

Le solide, soumis à une force de frottement visqueux $\vec{f} = -h\vec{v}$, se met alors à osciller de part et d'autre de O.



- 1°) Etablir l'équation différentielle régissant les variations de l'abscisse x au cours du temps.
- 2°) Un système informatisé permet d'enregistrer les courbes de variation de $x(t)$ et $\dot{x}(t)$ (enregistrement 1).



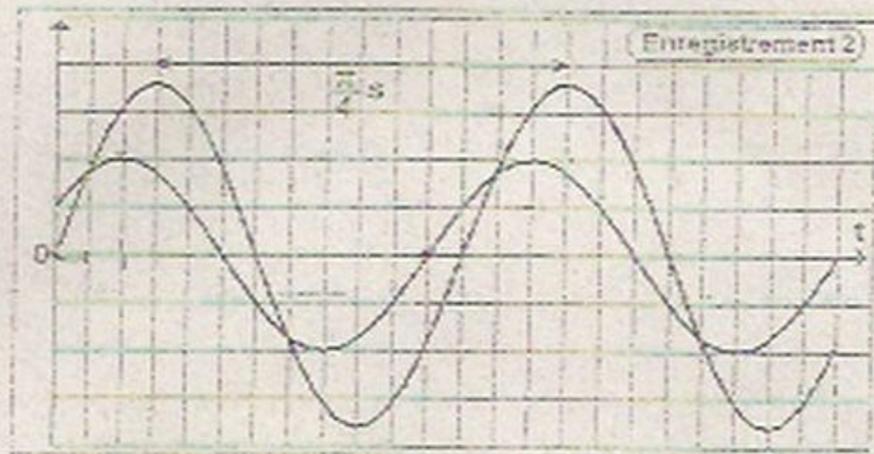
- a- Identifier la courbe $x(t)$. Justifier la réponse.
 - b- Déterminer, à partir du graphe, la vitesse de (S) à la date $t_1 = \pi/20$ s.
 - c- Déduire la valeur du coefficient de frottement h .
 - d- Déterminer la constante de raideur k du ressort si on confond la pseudopériode T avec la période propre T_0 du pendule.
- 3) a- Montrer que l'énergie mécanique E du pendule diminue au cours du temps.
- b- Calculer le travail de \vec{f} entre les dates t_1 et $t_2 = 2T$.

$m = 0,2 \text{ kg} \quad k = 20 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$

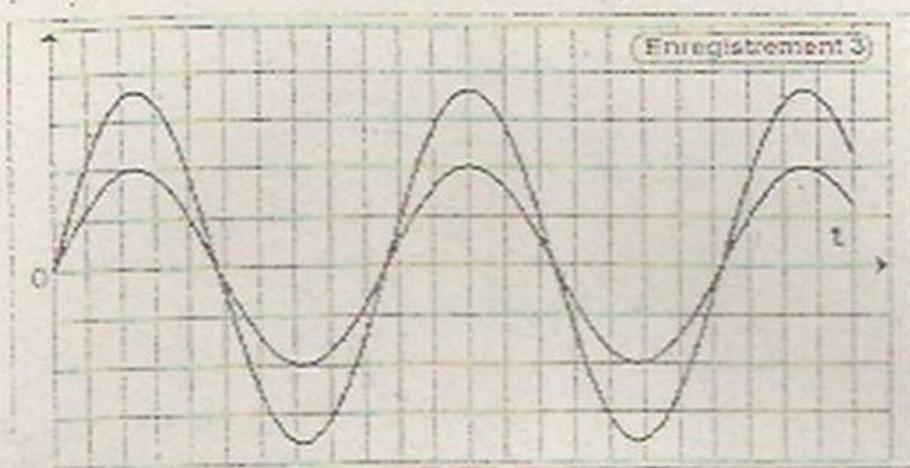
PARTIE B : Le solide (S) est soumis à une force excitatrice $\vec{F} = F_0 \vec{e}_t$ telle que $F = F_m \sin \omega t$ (avec $F_m = 1,02 \text{ N}$) et à une force de frottement visqueux $\vec{f} = -h\vec{v}$.

Le solide (S) prend alors un mouvement rectiligne sinusoïdal d'amplitude $X_m = 7,5 \text{ cm}$.

- 1) Dans l'enregistrement (2), on donne les courbes de $F(t)$ et $v(t)$.



- a- Laquelle des deux courbes est $v(t)$. Déterminer le déphasage $(\varphi_f - \varphi_v)$.
 - b- Écrire l'expression de $v(t)$.
 - c- Donner, par analogie électrique-mécanique, l'expression de F_m/V_m en fonction de k , m et h . Calculer sa valeur.
- 2) a- Donner l'équation différentielle régissant les variations de la vitesse v .
- b- Déduire la représentation de Fresnel correspondante avec l'échelle : 1 cm \rightarrow 0,25 N.
- c- Déterminer la valeur de h et celle de K .
- 3) a- Vérifier que l'oscillateur n'est pas en état de résonance d'élongation.
- b- Quelle doit être la valeur h' du coefficient de frottement pour que les oscillations soient en résonance d'élongation.
- 4) On modifie h et la fréquence N de l'excitateur. On obtient l'enregistrement (3) des courbes $F(t)$ et $v(t)$ (mêmes échelles pour F et v que dans l'enregistrement 2).



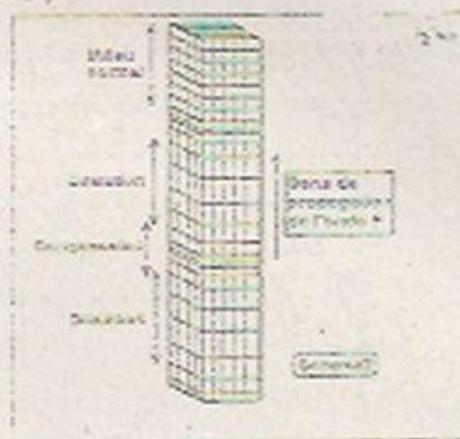
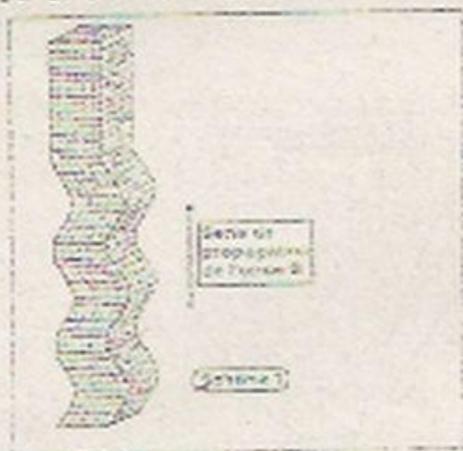
- Montrer que le pendule est en état de résonance de vitesse.
- Quelle est la nouvelle valeur de la fréquence N ?
- A-t-on augmenté ou diminué h ?
- Montrer que l'énergie mécanique du pendule se conserve. Calculer sa valeur.
- Calculer la puissance moyenne consommée par le pendule.

Exercice n° 3 (2,25pts)

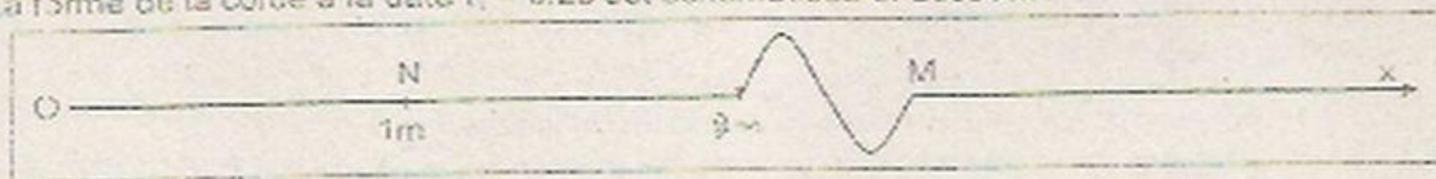
Document

MODELISATION DES ONDES SISMIQUES

Les séismes sont provoqués par les mouvements des plaques. Ils s'accompagnent de la propagation d'ondes à partir du foyer (le point du séisme). Les ondes de fond se propagent à l'intérieur du globe. Elles sont constituées des ondes primaires P , les plus rapides, et des ondes secondaires S . Les ondes P sont des ondes de compression-dilatation (schéma 2), et les ondes S des ondes de cisaillement vertical (schéma 1).



- A quels types d'ondes mécaniques les ondes P et S correspondent-elles? Justifier.
- A partir du texte, quelle grandeur peut-on utiliser pour comparer la propagation des deux ondes?
- On modélise la propagation des ondes S par la propagation d'une onde le long d'une corde tendue. Le séisme est matérialisé par une perturbation créée à la source O à $t_1 = 0s$. La forme de la corde à la date $t_2 = 0.2s$ est schématisée ci-dessous:



- Calculer la célérité de l'onde.
- Une modification de l'amplitude de la perturbation modifie-t-elle la célérité de l'onde?
- Une modification de la tension de la corde modifie-t-elle la célérité de l'onde? Justifier.
- Calculer le retard θ , par rapport à la source O , de la perturbation au point N .

A/ CHIMIE : (7points) Toutes les solutions sont prises à 25°C : $K_e = 10^{-14}$.

Exercice N°1 : (3,5points)

On donne : $N = 14 \text{ g.mol}^{-1}$; $O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$; $H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$; $pK_e = 14$

Deux solutions (S_1) de soude NaOH et (S_2) d'ammoniac (NH_3) de même concentration $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ont pour pH respectives $pH_1 = 12$ et $pH_2 = 10,6$.

- 1°) a- Montrer que NaOH est une base forte, et que NH_3 est une base faible.
- b- Quelle masse de soude faut-il dissoudre dans l'eau pour obtenir 250 mL de la solution (S_1) ?
- c- A 10 mL de (S_1) on ajoute 40 mL d'eau. Déterminer pH_1' de la solution diluée.

2°) On considère la solution (S_2) d'ammoniac.

- a- Ecrire l'équation d'ionisation de l'ammoniac dans l'eau.
- b- Dresser le tableau descriptif d'évolution de la réaction d'ionisation.
- c- Etablir l'expression du taux d'avancement final τ_f en fonction de $[OH^-]$ et C .
- d- Etablir l'expression de la constante d'acidité K_{a_1} du couple (NH_4^+/NH_3) en fonction de $[H_3O^+]$ et τ_f .
- e- Sachant que la base est faiblement ionisée, déduire que : $pH = \frac{1}{2} (pK_{a_1} + pK_e + \log C)$.
- f- Calculer pK_{a_1} .

Exercice N°2 : (3,5points)

Un élève désire montrer expérimentalement que le couple acide méthanoïque / ion méthanoate $HCOOH / HCOO^-$ est en jeu un acide faible et une base faible dans l'eau et déterminer expérimentalement le pK_a de ce couple. Pour cela il procède de deux façons :

1) Dans une première expérience, l'élève mesure le pH d'une solution aqueuse (S_1) d'acide méthanoïque de concentration molaire $C_1 = 4.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Il trouve : $pH = 2,6$

- a- Montrer que l'acide méthanoïque est faible.
- b- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système en utilisant l'avancement volumique.

c- Montrer que le taux d'avancement de la réaction a pour expression : $\tau_f = \frac{10^{-pH}}{C_1}$ et calculer sa valeur.

d- Peut-on dans ces conditions écrire le pH de la solution sous la forme : $pH = \frac{1}{2} (pK_a - \log C_1)$? Justifier.

e- Déterminer alors le pK_a du couple $HCOOH / HCOO^-$

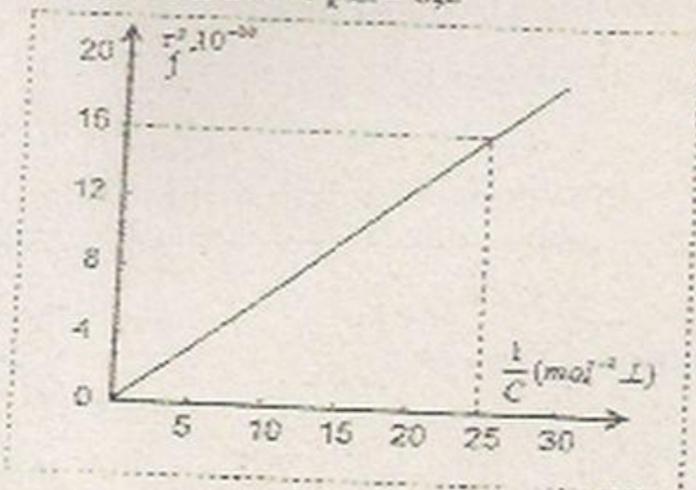
2) Dans une deuxième expérience, l'élève mesure le pH d'une solution aqueuse de méthanoate de sodium ($Na^+ + HCOO^-$) de concentration molaire $C_2 = 4.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Il trouve $pH = 8,2$

- a- Montrer que l'ion méthanoate est une base faible.
- b- Ecrire l'équation de la réaction de cet ion avec l'eau.
- c- Calculer le taux d'avancement de la réaction (τ_f)
- d- L'élève étudie ensuite l'influence de la dilution sur le taux d'avancement de la réaction de l'ion méthanoate.

avec l'eau. Il trace alors la courbe $\tau_f^2 = f\left(\frac{1}{C}\right)$ ci-contre.

* Sachant que le taux d'avancement $\tau_f \approx 0,05$ montrer la relation : $\tau_f^2 = \frac{k_b}{k_a C}$

* En déduire en utilisant la courbe la valeur du pK_a .



CHIMIE :

pH des solutions aqueuses

PHYSIQUE :

- Oscillations mécaniques libres
- Oscillations mécaniques forcées

B/ Physique : (13points)**Exercice N°1 : (2points)****Etude d'un document scientifique****Applications de la résonance.**

C'est grâce au phénomène de résonance que l'on capte de manière sélective une station radiophonique. L'antenne d'un récepteur radio est liée à un circuit RLC d'inductance L et de capacité C réglable. Une onde radio reçue par l'antenne crée aux bornes du dipôle RLC une tension excitatrice :

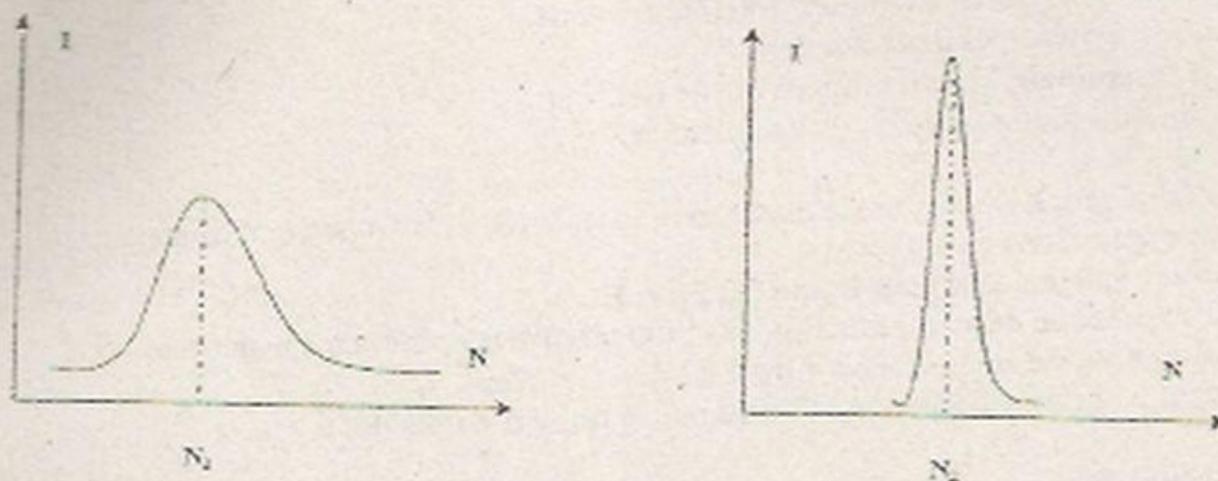
$$u(t) = U_m \sin(2\pi N t) \text{ avec } N \text{ la fréquence de la station reçue.}$$

L'antenne capte les signaux électriques venant d'un très grand nombre de stations. Pour suivre une émission radio particulière il faut privilégier une fréquence au détriment des autres. Pour cela, on règle la valeur de C de façon que le récepteur n'entre en résonance d'intensité qu'avec l'émission de fréquence

$$N = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}, \text{ sa réponse aux autres fréquences est négligeable.}$$

On peut par exemple suivre les émissions de la radio nationale de Tunis sur les fréquences : $N_1 = 6.10^5 \text{ Hz}$ sur la bande des ondes moyennes (MW) et $N_2 = 94.10^6 \text{ Hz}$ sur la bande des fréquences modulées (FM).

On utilise un récepteur radio dont la fréquence propre du dipôle RLC est 6.10^5 Hz lorsque la valeur de l'inductance est $L_1 = 10 \text{ mH}$. Les allures des courbes de résonances sont représentées ci-dessous :

**Questions :**

- 1- Préciser qu'est ce qui produit la tension excitatrice aux bornes du dipôle RLC.
- 2- Déterminer la capacité C_1 du dipôle RLC lorsqu'on écoute avec le récepteur radio indiqué dans le texte les émissions de la radio nationale de Tunis sur la bande des ondes moyennes.
- 3- Préciser en le justifiant est ce que la valeur de R est plus faible lorsqu'on écoute les émissions de la radio nationale : sur la bande des ondes moyennes ou sur celle des fréquences modulées.

EXERCICE 2 : (5points)

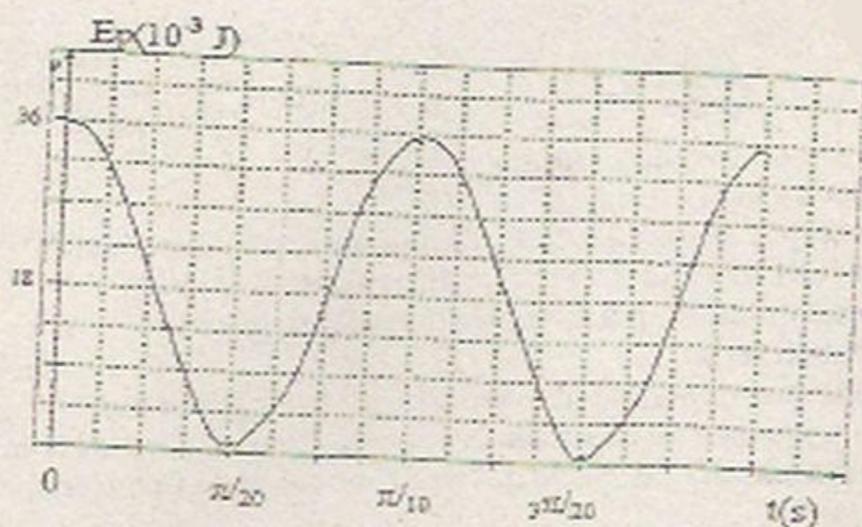
On étudie le mouvement d'un oscillateur mécanique constitué d'un ressort (K) de raideur k et d'un solide (S) de masse m pouvant glisser sans frottement parallèlement à un axe $x'x$ horizontal. Le centre d'inertie G du mobile est repéré par son abscisse x dans le repère (O, \vec{T}) , O étant la position de G à l'équilibre.

On écarte (S) d'une distance d de sa position d'équilibre dans le sens positif et on l'abandonne à lui-même sans vitesse initiale à la date $t = 0 \text{ s}$.

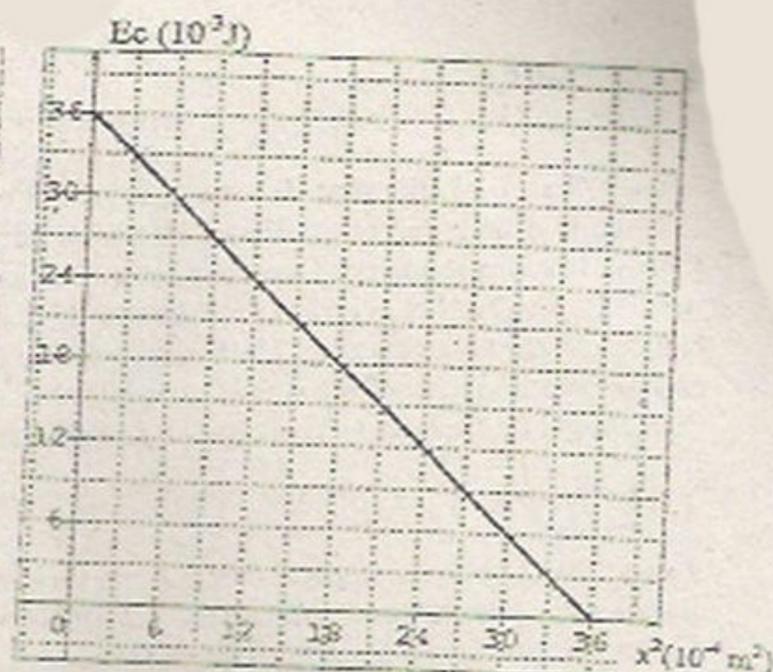
1°)

- a- Etablir l'équation différentielle qui régit le mouvement du centre d'inertie G de (S).
- b- Montrer que $x(t) = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$ est une solution de l'équation différentielle.
Exprimer ω_0 en fonction de k et m .
- c- Déterminer la phase initiale φ_x du mouvement de (S).

2°) Les courbes (1) et (2) de la page -3- représentent respectivement les variations de l'énergie potentielle élastique $E_p = f(t)$ et de l'énergie cinétique $E_c = g(x^2)$.



Courbe -1-



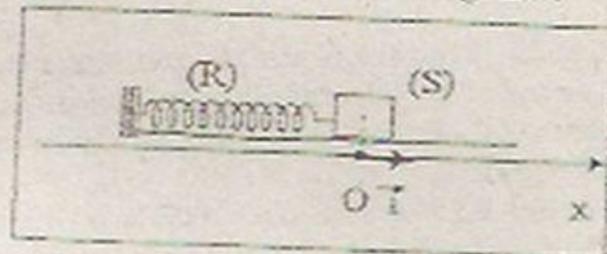
Courbe -2-

en utilisant les deux courbes

- Montrer que le système $\{ (S), (R) \}$ est conservatif.
- Déterminer à partir des deux courbes :
 - L'amplitude X_m du mouvement de (S) .
 - La pulsation propre ω_0 de l'oscillateur.
- Déduire la raideur k du ressort, la masse m du solide (S) et la vitesse maximale V_m .
Ecrire les expressions de $x(t)$ et $v(t)$.
- Déterminer les valeurs de x pour lesquelles $E_p = E_c$.
- a- Etablir l'expression de v^2 en fonction de x^2 (on utilisera une méthode énergétique).
b- En déduire la valeur de la vitesse v de G tel que $x = X_m/2$.
- A quel instant G passe-t-il pour la 2^{ème} fois par le point d'abscisse $x = 3\sqrt{3}$ cm?

EXERCICE 3 (6 points)

Un pendule élastique est constitué d'un solide (S) de masse $m=0,2$ Kg attaché à l'extrémité d'un ressort (R) à spires non jointives de masse négligeable et de raideur k , l'autre extrémité du ressort est fixe. Le pendule repose sur un plan horizontal (figure) et la position du centre d'inertie G du solide est repérée sur un axe horizontal (O, \vec{i}) , d'origine O position d'équilibre du solide. Au cours de son mouvement, le solide (S) est soumis à une force de frottement visqueux $\vec{f} = -h\vec{v}$ ($h=1,5$ Kg.s⁻¹). Un dispositif approprié exerce sur (S) une force excitatrice $\vec{F} = F_m \sin(\omega t) \vec{i}$ d'amplitude F_m constante et de pulsation ω réglable.



- Comment peut-on montrer expérimentalement que les oscillations du solide (S) sont forcées ?
- Etablir l'équation différentielle du mouvement.
- La solution de l'équation différentielle précédente est : $x(t) = X_m \sin(\omega t + \varphi)$
 - Faire la construction de Fresnel dans le cas où $\omega < \omega_0$ (ω_0 pulsation propre de l'oscillateur).
 - Déduire l'expression de l'amplitude X_m en fonction de K , m , h , ω et F_m ainsi que celle de $\tan \varphi$.
- Expliquez brièvement la résonance d'élongation et donner l'expression de la pulsation ω_r correspondante en fonction de ω_0 , h et m .
- a- Donner l'expression de l'amplitude I_m de l'intensité du courant $i(t)$ traversant un circuit RLC en régime sinusoïdal forcé en fonction de R , L , ω , C et U_m .

- b- Déduire, en précisant l'analogie utilisée, l'expression de l'amplitude V_m de la vitesse du solide (S) en fonction de h , m , ω , k et F_m .
- c- Montrer que l'impédance mécanique s'écrit sous la forme $Z_{méc} = \sqrt{h^2 + (m\omega - k/\omega)^2}$
- 6- Pour une valeur $\omega_1 = 20 \text{ rad.s}^{-1}$ de la pulsation de l'excitateur, l'impédance mécanique est minimale et égale à h alors que l'amplitude X_m a pris la valeur 8 cm.
- a- Montrer que le pendule élastique est à la résonance de vitesse. Calculez k et F_m .
- b- Déduire la valeur de φ dans ces conditions.
- c- Tracer l'allure de la courbe représentant $Z_{méc} = f(\omega)$ en précisant le point correspondant à $(Z_{méc})_{min}$.



LYCEE PILOTE 15/10/1963 BIZERTE		NIVEAU : 4 ^{ème} ANNEE SECONDAIRE	
EPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES		SECTION : Mathématiques	
DEVOIR DE contrôle N°2			
DATE : Le 02 février 2019	DUREE : 2 heures	COEFFICIENT : 4	

- Le sujet comporte quatre exercices répartis sur 3 pages numérotés de 1 à 3/3
- L'utilisation du portable est strictement interdits.

Chimie : (07 pts)

Pour les deux exercices on travaille à 25°C, température à laquelle $K_e = 10^{-14}$.

Exercice n°1 : (3 points)

On réalise différentes solutions en mélangeant à chaque opération une solution aqueuse d'acide formique (acide méthanoïque) HCOOH de volume V_A et une solution aqueuse de méthanoate de sodium HCOONa de volume V_B . Les deux solutions utilisées pour ces mélanges ont la même concentration molaire $C = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

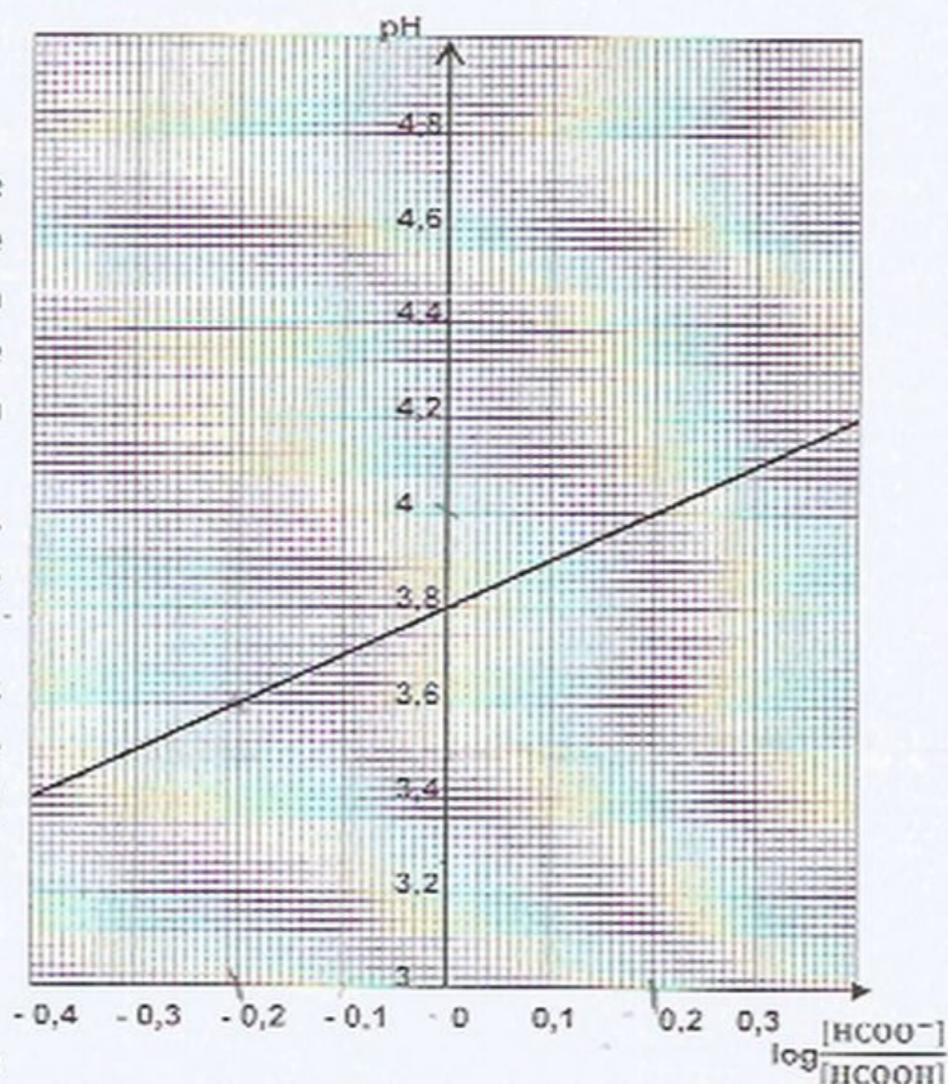
Les valeurs des pH de ces solutions, pour différents volumes V_A et V_B , ont permis de tracer la courbe (représentée ci-contre).

1. On considère que les ions méthanoate sont introduits par la solution de méthanoate de sodium et que l'acide n'est pas ionisé. Établir une relation entre le rapport $\frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]}$ et les volumes V_A et V_B .

2. Déterminer l'équation de la courbe obtenue.

3. En déduire la valeur du pKa du couple. Justifier votre réponse.

4. Calculer les concentrations molaires des différentes espèces chimiques en solution pour $\text{pH} = 4$.



Exercice n°2 : (4 points)

On dispose de deux solutions aqueuses (S_1) et (S_2) respectivement de deux bases faibles : B et l'éthylamine $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ de même $\text{pH} = 12$.

Le tableau ci-contre indique les concentrations molaires des deux solutions:

Solution aqueuse	S_1	S_2
$C(\text{mol.L}^{-2})$	0,5	0,25

1. Écrire l'équation de la réaction d'ionisation d'éthylamine dans l'eau.

2.a) Sachant qu'on peut négliger les ions OH^- provenant de l'ionisation propre de l'eau par rapport à ceux qui proviennent de la dissociation de la base dans l'eau, montrer que le taux d'avancement final de la réaction d'une base B avec l'eau en fonction du pH de la solution et de sa concentration molaire C peut

être donné par la relation $\tau_f = \frac{10^{\text{pH}-\text{p}K_e}}{C}$.

b) Déterminer les taux d'avancement final τ_{1f} et τ_{2f} respectivement pour la réaction qui accompagne la dissolution de la base B dans l'eau et celle de l'éthylamine dans l'eau.

c) Peut-on comparer les forces des bases B et $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ à partir des valeurs de τ_{1f} et τ_{2f} ? Expliquer.

3. a) Établir l'expression de la constante d'équilibre K_a du couple BH^+/B en fonction de τ_f et pH . Déduire que le pK_a de ce couple BH^+/B est donné par la relation : $pK_a = pH + \log \frac{\tau_f}{1-\tau_f}$ où τ_f désigne le taux d'avancement final pour la réaction qui accompagne la dissolution de la base B dans l'eau.
- b) En utilisant la relation précédente, montrer que lorsque la base B est faiblement ionisée,
- $$pH = \frac{1}{2} \cdot (pK_e + pK_a + \log C)$$
- c) En déduire qu'à la même valeur de pH la base la plus forte correspond à la plus petite valeur de C .
- d) Parmi les bases B et $C_2H_5NH_2$ préciser celle qui est la plus forte.
4. a) Vérifier que les valeurs du pK_a des couple BH^+/B et $C_2H_5NH_3^+/C_2H_5NH_2$ sont respectivement $pK_{a1}=10,3$ et $pK_{a2}=10,6$
- b) Les résultats trouvés sont-ils compatibles avec la réponse de la question (3)d)? Justifier la réponse.

Physique : (13 pts)

Exercice n°1(5 pts)

Un condensateur de capacité C est chargé sous une tension U_0 . L'armature A se charge positivement. A un instant choisi comme origine des dates on relie les bornes A et B du condensateur chargé à celles d'une bobine d'inductance L et de résistance négligeable (voir figure 1).

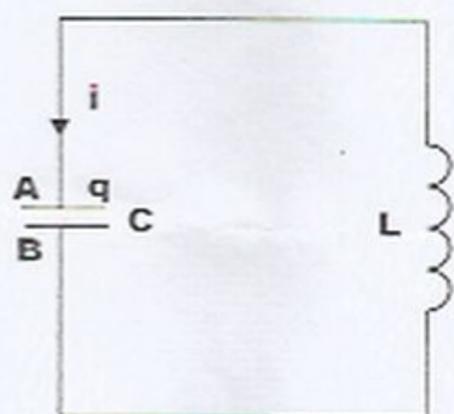
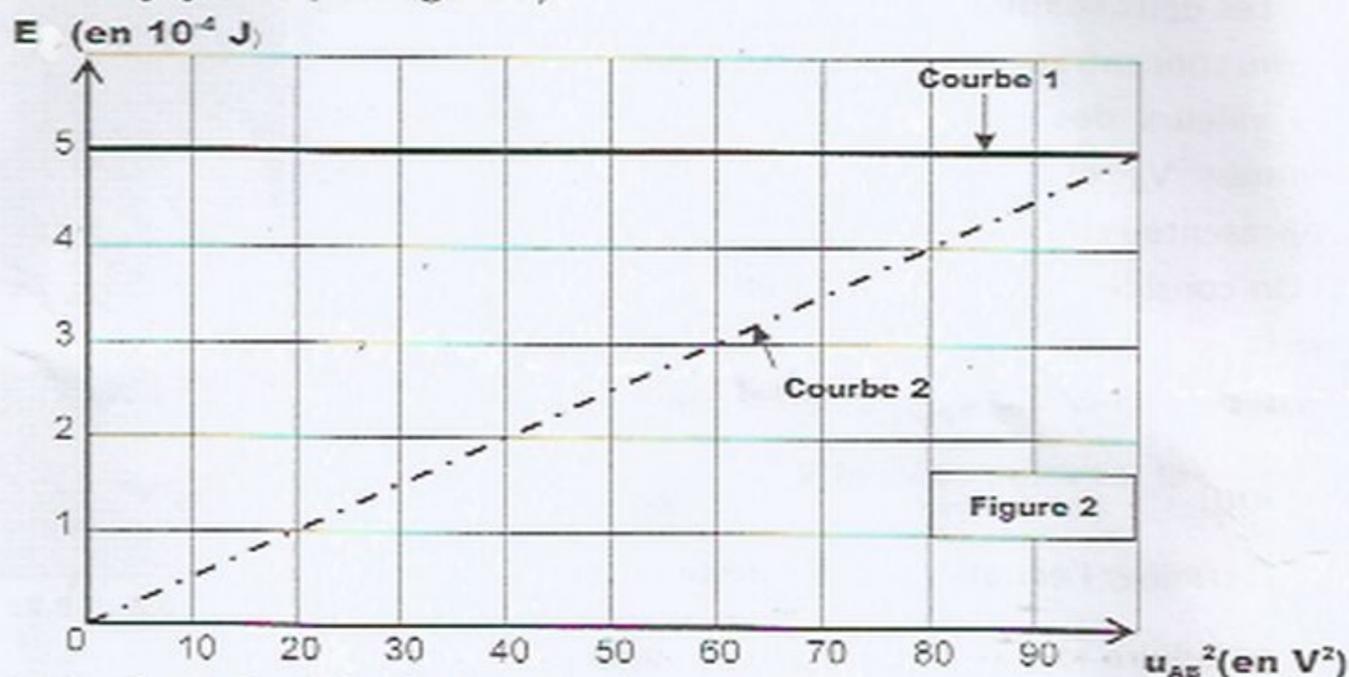


Figure 1



- Établir l'équation différentielle du circuit relative à la charge q de l'armature A
- Montrer que l'énergie totale du circuit est constante. Exprimer E en fonction de C et U_0 .
- On propose ci-dessous les représentations graphiques de l'énergie E en fonction de U_{AB}^2 (figure 2).

- Identifier les courbes 1 et 2
- Déterminer l'amplitude U_0 de la tension U_{AB} .
- Déterminer la capacité C du condensateur.
- Déterminer l'énergie E_L emmagasiné par la bobine pour $U_{AB} = 5\sqrt{2}$ V

- On trace sur le même graphe, les courbes représentant les variations, en fonction de l'intensité du courant, de E_C et de E_L . (figure 3)

- Identifier les courbes 3 et 4
- Déterminer les valeurs de
 - L'intensité maximale I_{max} du courant
 - L'inductance L de la bobine.
- Déterminer par calcul les coordonnées des deux points d'intersection des courbes 3 et 4.
- Déterminer les expressions de $q(t)$ et $i(t)$

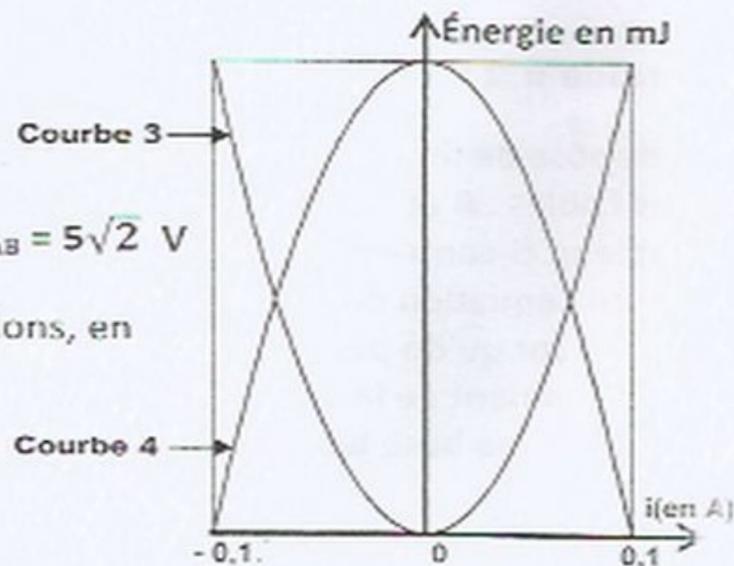
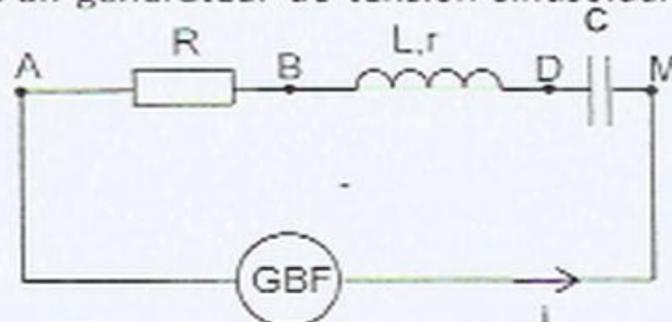


Figure 3

Exercice n°2(8 pts)

Un circuit électrique est obtenu par association en série d'un générateur de tension sinusoïdale avec les dipôles suivants:

- Un résistor de résistance $R = 100 \Omega$.
- Un condensateur de capacité $C = 10^{-5} \text{ F}$.
- Une bobine d'inductance L et de résistance r .



La tension délivrée par le générateur est de la forme $u(t) = U\sqrt{2}.\sin(2\pi Nt)$: U étant la tension efficace aux bornes de ce générateur qui maintenue constante tout le long de l'expérience.

A-

1. Pour une fréquence N on a les indications suivantes:

- Le facteur de puissance est égale à $\frac{\sqrt{3}}{2}$.
- Les tensions efficaces:
 - Aux bornes du résistor: $U_{AB} = 20 \text{ V}$.
 - Aux bornes du condensateur: $U_{DM} = 40 \text{ V}$.
 - Aux bornes de l'ensemble bobine-condensateur: $U_{BM} = 20 \text{ V}$.
 - $U_{BD} < U_{DM}$.

a) Montrer que le circuit est capacitif.

b) Calculer le déphasage de la tension $u(t)$ par rapport à l'intensité $i(t)$ qui circule dans à travers le circuit.

c) Déterminer l'intensité efficace du courant.

2. Représenter la construction de Fresnel à l'échelle ($1 \text{ cm} \rightarrow 5 \text{ V}$) dans laquelle figure les vecteurs correspondants aux tensions U_{AB} , U_{BD} , U_{DM} , U_{BM} et U_{AM} .

3. Déterminer l'impédance Z du circuit.

4. En déduire les valeurs de r et N et justifier que $L = 0.225 \text{ H}$.

B- On fait varier la fréquence N , on constate que pour une certaine valeur N' , la puissance électrique moyenne du circuit prend une valeur maximale P_0 .

1. Quel est l'état du circuit? Justifier la réponse.

2. Déterminer la valeur de la fréquence N' .

3. Déterminer la valeur la valeur du coefficient de surtension Q .

4. a) Montrer que u et u_c vérifient à chaque instant la relation : $u_c^2 = -Q^2 \cdot u^2 + 2 \cdot U_c^2$ (avec u_c est la tension instantanée aux bornes du condensateur u_c alors que U_c est sa la tension efficace)

b) Établir l'expression de l'énergie électrique totale E en fonction de u et u_c et montrer qu'elle se conserve.