



الأكاديمية الجهوية للتربية والتكوين مراكش- آسفي
المديرية الإقليمية: آسفي



مجموعة مدارس الحكمة
Groupe Scolaire la Sagesse
Maternelle Primaire Collège Lycée

L'examen blanc à distance de 2^{ème} année sciences maths – option français
Session : Juin 2020

MATIERE : Physique chimie

Durée : 4H

L'usage de la calculatrice scientifique non programmable est autorisé.

Le sujet comporte 6 exercices : deux exercices de chimie et quatre exercices de physique.

Chimie (7points):

Exercice 1 : réactions acide – base. (5,5 points)

Exercice 2 : Etude d'une pile. (1,5 points)

Physique (13 points):

Exercice 1 : Les ondes (2,75points) :

.

Exercice 2 : La nucléaire (2points)

Exercice 3 :L'électricité (5,25 points)

Exercice 4 : La mécanique (3points)

Exercice I : 5,5 points

Partie 1 : dosage des bases

Données :

- le produit ionique de l'eau $K_e=10^{-14}$
- Intervalles de virages de quelques indicateurs colorés

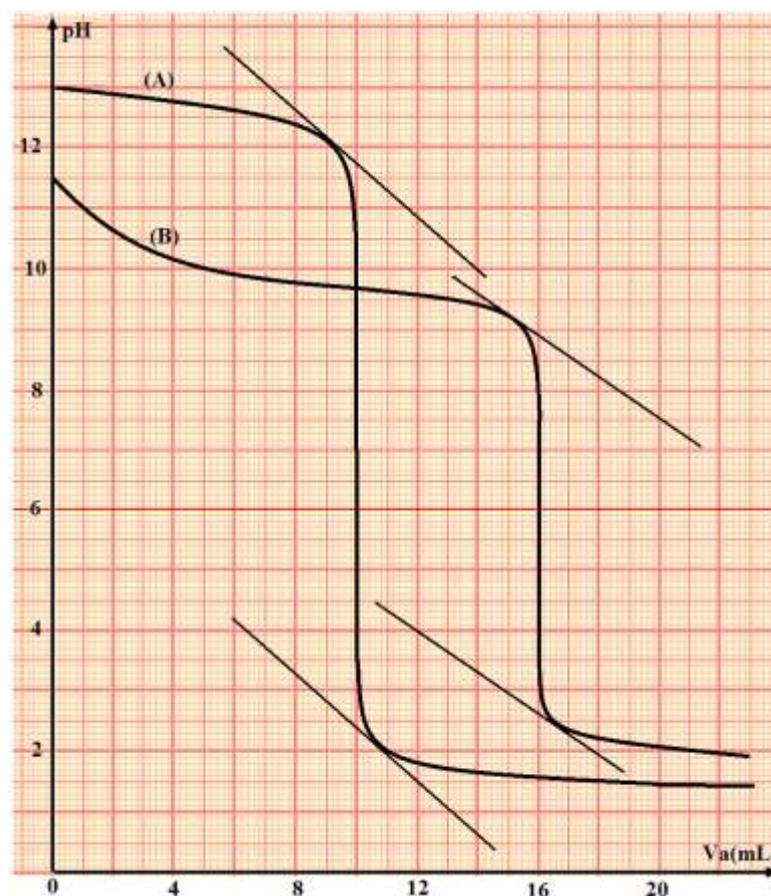
Indicateur	Hélianthine	Rouge de Méthyle	Bleu de Bromothymol
Zone de virage	3.1 - 4.4	4.2 - 6.2	6.1 - 7.6

Au laboratoire un technicien préparer deux solutions aqueuses basiques, l'une (S₁) d'une amine RNH₂ et l'autre (S₂) d'éthanoate de sodium C₂H₅O₂Na.

Le taux d'avancement final de la réaction de C₂H₅O⁻ avec l'eau est $\tau=1$

On réalise le dosage de même volume V=10mL de chaque solution par une solution (S_a) d'acide chlorhydrique (H₃O⁺+Cl⁻), de concentration C_a=0,1mol.L⁻¹.

Le suivi de variations de pH en fonction de volume versé V_a d'acide chlorhydrique au cours du dosage nous permet d'obtenir les deux courbes (A) et (B) représentées ci-contre



1-1 Ecrire l'équation de réaction du dosage pour chaque base **0,5 pt**

1-2 Déterminer le pH à l'équivalence pour chaque courbe et déterminer en justifiant votre réponse la courbe correspondante à la solution (S₁) **0,5 pt**

1-3 Déterminer la concentration C_b de la solution (S₁) **0,25 pt**

1-4 Déterminer pour chaque base l'indicateur coloré approprié pour le dosage **0,25 pt**

Dans la suite de cette partie on étudie la solution (S₁) et on pose $x = \frac{V_a}{V_{ae}}$ avec V_{ae} le volume versé à l'équivalence

1-5 Pour $0 < x < 1$

1-5-1 A l'aide de tableau d'avancement de la réaction du dosage pour la solution (S₁) . lorsque on ajoute le volume V_a montrer que le taux d'avancement de la réaction s'écrit sous la forme

$\tau = 1 - 10^{-pH} \cdot \left(\frac{1}{C_a} + \frac{1}{x \cdot C_b} \right)$ calculer sa valeur pour $x=0,25$ et conclure **0,5 pt**

1-5-2 Montre que $\text{pH} = \text{pK}_A + \text{Log}\left(\frac{1-x}{x}\right)$ et déduire graphiquement la valeur de pK_A du couple



1-6 Pour $x > 1$ montre que $\text{pH} = -\text{Log}\left(C_a \cdot C_b \frac{x-1}{xC_b + C_a}\right)$ et déduire le volume V_a verser lorsque

$\text{pH}=1,6$ 0,5 pt

Partie 2 : réaction d'une base avec l'eau

On étudier dans cette partie la solution aqueuse (S_1) de l'amine RNH_2 de concentration C_b et de pH_0

2-1 écrire l'équation de la réaction entre l'amine RNH_2 et l'eau 0,25 pt

2-2 déterminer à l'aide de l'une des courbes (A) ou (B) la valeur de pH_0 0,25 pt

2-3 déterminer l'expression de taux d'avancement final de cette réaction τ_0 en fonction de K_e , pH_0 et C_b , calculer sa valeur et conclure 0,25 pt

2-4 on suppose que l'amine est faiblement dissocié dans l'eau ($[\text{RNH}_2]_{\text{éq}} \approx C_b$). Montrer

que $\text{pH}_0 = \frac{1}{2} \cdot (\text{pK}_e + \text{pK}_a + \log C_b)$ est ce que l'approximation est réalisée (calculer la valeur de pH_0 et comparer avec la valeur déterminée en 2-2) 0,5 pt

2-5 on prélève un volume V_0 de la solution (S_1) et on y ajoute un volume V_e de l'eau distillée, on obtient une solution (S) diluée de $\text{pH}=\text{pH}_1$. On admet qu'après la dilution l'amine reste faiblement dissocié dans l'eau

a- Montrer que $\text{pH}_1 = \text{pH}_0 - \frac{1}{2} \cdot \log\left(1 + \frac{V_e}{V_0}\right)$ 0,25 pt

b- Montrer que le taux d'avancement τ_1 de la réaction d'amine avec l'eau dans la solution (S)

s'écrit sous la forme $\tau_1 = \tau_0 \cdot \sqrt{1 + \frac{V_e}{V_0}}$ 0,25 pt

c- Calculer pH_1 et τ_1 pour $V_e = \frac{5}{4} V_0$ 0,5 pt

d- Déduire l'effet de la dilution sur la valeur de τ 0,25 pt

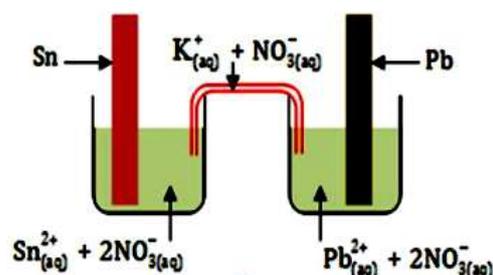
Exercice 2 : 1,5 points

On introduit dans un bécher un volume $V = 50 \text{ mL}$ d'une solution de nitrate d'étain ($\text{Sn}_{(\text{aq})}^{2+} + 2\text{NO}_{3(\text{aq})}^-$), de concentration molaire en soluté apporté $C_1 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$, dans laquelle plonge une lame d'étain.

Dans un second bécher, on introduit un volume $V = 50 \text{ mL}$ d'une solution de nitrate du plomb

($\text{Pb}_{(\text{aq})}^{2+} + 2\text{NO}_{3(\text{aq})}^-$), de concentration en soluté apporté $C_2 = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$, dans laquelle plonge une lame plomb

On relie les deux béchers à l'aide d'un pont salin contenant du nitrate de potassium



$(K^+ + NO_3^-)$.

Données : Faraday : $1F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

Pour l'équation suivante $\text{Sn}_{(s)} + \text{Pb}_{(aq)}^{2+} \rightleftharpoons \text{Sn}_{(aq)}^{2+} + \text{Pb}_{(s)}$ La constante d'équilibre vaut $K=2,18$

1) Calculer Q_{ri} le quotient initial de la réaction et prévoir le sens d'évolution spontanée du système chimique **0,5 pt**

2) Déterminer la polarité de la pile .justifier **0,25 pt**

3) A $t_0=0$,on fait débiter la pile dans un conducteur ohmique monté en série avec un ampèremètre qui indique le passage d'un courant électrique d'intensité $I=1\text{mA}$

3-1) On laisse la pile fonctionner jusqu'à l'instant t_c où elle sera complètement utilisée. Trouver l'expression de l'avancement de la réaction $x_{\text{éq}}$ en fonction de t_c , I et F **0,25 pt**

3-2) montrer que : $t_c = \frac{2F \cdot V}{I} \cdot \frac{(C_1 - K \cdot C_2)}{1 + K}$ calculer t_c **0,5 pt**

Physique : 13 points

Exercice 1 : 2,75 points

1^{ère} partie : Propriétés des ondes ultrasonores

La célérité de l'onde ultrasonore dans l'eau stagnante est $v_e = 1500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Elle dépend de la nature du liquide. En outre, sa valeur est plus importante dans les milieux solides que dans les milieux liquides.

Cet exercice propose l'étude de certaines propriétés de l'onde ultrasonore

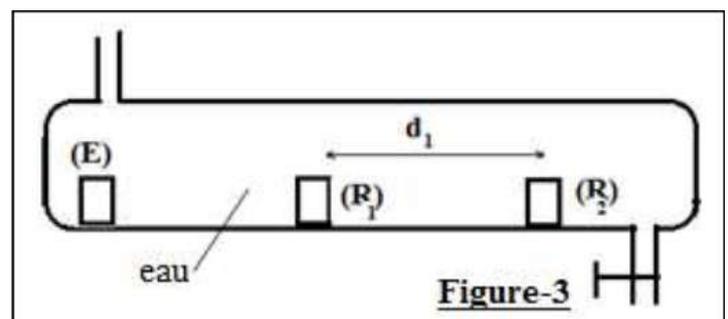
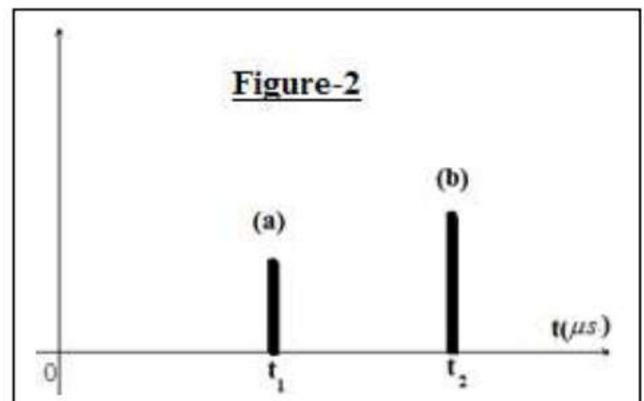
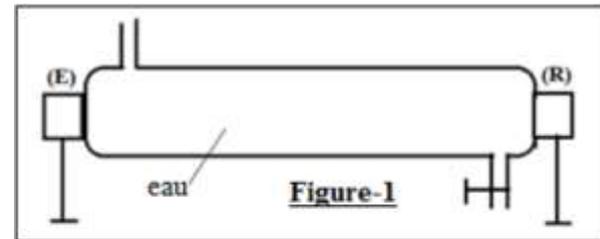
1- La **figure-1** représente un tube d'acier de longueur $l=60\text{cm}$, rempli d'eau. Un émetteur (**E**) fixé à l'une de ses extrémités, émet une salve d'ondes ultrasonores. À l'autre extrémité, un récepteur (**R**) capte deux signaux (**a**) et (**b**) (voir **figure-2**) : l'un d'eux s'est propagé à travers le matériau solide constituant le tube et l'autre à travers l'eau contenue par le tube. L'émetteur (**E**) et le récepteur (**R**) sont sur la même droite horizontale.

1.1- Parmi les signaux (**a**) et (**b**), indiquer celui qui s'est propagé à travers le matériau solide constituant le tube, justifier la réponse **0,5 pt**

1.2- Établir l'expression de la célérité v_m de l'onde ultrasonore dans le matériau solide constituant le tube, en fonction de v_e , l et Δt le décalage

temporel entre les signaux (**a**) et (**b**), calculer sa valeur sachant que $\Delta t = 300\mu\text{s}$;

0,5 pt



2- On introduit dans le tube, sur la même droite horizontale, un émetteur (**E**) et deux récepteurs (**R₁**) et (**R₂**) distants de **d₁ = 11,25 cm (figure-3)**. L'onde ultrasonore émise par (**E**), est captée respectivement par (**R₁**) et (**R₂**). À l'aide d'un oscilloscope, on visualise les deux signaux captés. Les oscillogrammes obtenus sont en phase. On décale horizontalement le récepteur (**R₂**) jusqu'à ce que les deux oscillogrammes redeviennent pour la première fois en phase. La nouvelle distance entre les deux récepteurs est alors **d₂ = 15 cm**.

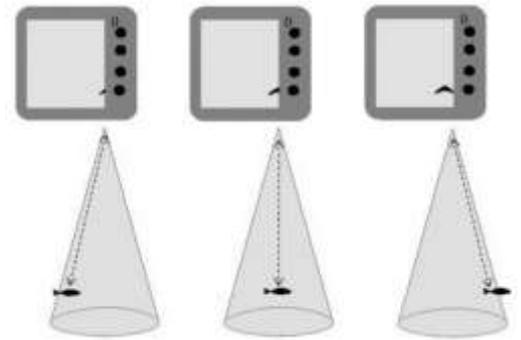
2.1- Déterminer la valeur de la longueur d'onde λ_e de l'onde ultrasonore dans l'eau **0,5pt**

2.2- En déduire sa fréquence **N** **0,25pt**

Partie 2 : Etude d'un sondeur

Les sondeurs sont des appareils de détection sous-marine utilisés au quotidien par les pêcheurs. Ils permettent par exemple de localiser un poisson en représentant sur un écran sa profondeur sous l'eau.

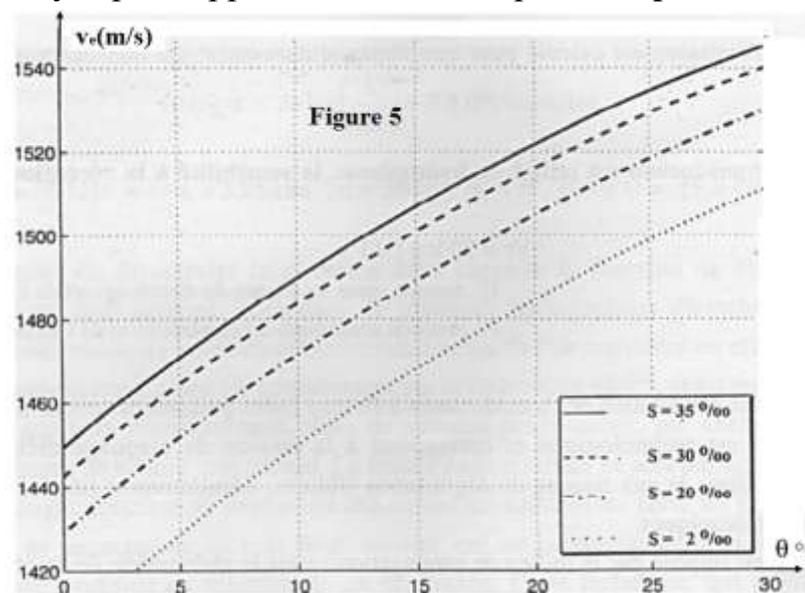
L'appareil est relié à une sonde supposée placée à la surface de l'eau qui envoie des impulsions ultrasonores dans l'eau en forme de cône avec une intensité maximale à la verticale de la sonde. Le signal réfléchi par le poisson appelé écho est capté par la sonde puis analysé par l'appareil en mesurant par exemple la durée entre l'émission et la réception ainsi que l'intensité de l'écho. Le sondeur étudié dans cette partie est embarqué dans un bateau immobile par rapport au fond marin.



Données :

- salinité de l'eau : **S = 35 ‰** (pour mille) ;
- température de l'eau : **θ = 10 °C** ;
- fréquence de l'onde ultrasonore du sondeur : **f = 83 kHz** ;

La vitesse de propagation v_e d'ultrasonore dans l'eau varie en fonction de plusieurs paramètres du milieu : température, salinité S (masse de sels dissous dans un kilogramme d'eau, exprimée ici en ‰) et pression c'est-à-dire la profondeur.



La figure 5 représente les variations de la vitesse de propagation

1- Déterminer graphiquement la valeur de la vitesse de propagation du son dans l'eau pour le sondeur **0,5pt**

2- Déterminer la valeur de la profondeur **d** à laquelle est situé le poisson si la durée Δt mesurée par le sondeur entre l'émission du signal et la réception de l'écho après réflexion sur un poisson est égale à **32 ms**. **0,5pt**

Exercice 2 : 2 points

Dans cet exercice on va étudier l'isotope de Le plutonium ${}^{238}_{94}\text{Pu}$, utilisé dans une pile nucléaire .

Données :

$$m({}^A_Z\text{U}) = 234,04095\text{u} \quad , \quad m({}^{238}_{94}\text{Pu}) = 238,04768\text{u} \quad m(\alpha) = 4,0015\text{u} \quad , \quad m_n = 1,0086\text{u} \quad , \quad m_p = 1,0073\text{u}$$

$$1\text{u} = 931,5\text{Mev} / c^2 \quad , \quad 1\text{u} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{Kg}$$

1-Le noyau de plutonium ${}^{238}_{94}\text{Pu}$ est un isotope radioactif α , écrire l'équation de sa désintégration sachant que le noyau fils est un noyau d'uranium ${}^A_Z\text{U}$. 0,25 pt

2-Calculer l'énergie de liaison par nucléon pour le noyau ${}^{238}_{94}\text{Pu}$. 0,5 pt

3-La courbe à côté représente l'évolution de L'activité $a(t)$ dans un échantillon

de plutonium ${}^{238}_{94}\text{Pu}$ de masse m_0 en fonction du nombre

du noyau d'uranium formés $N_u(t)$,à partir de la courbe

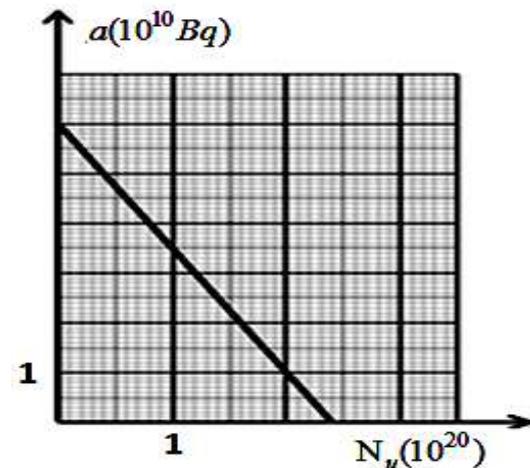
déterminer les valeurs de a_0 , N_0 et λ . 0,75 pt

4-une pile d'un satellite contient une masse $m = 1\text{kg}$

de plutonium ${}^{238}_{94}\text{Pu}$,cette pile fournit pendant une année

une énergie électrique W_e avec un rendement $r = 58\%$,

exprimer et calculer W_e en Mev . 0,5 pt

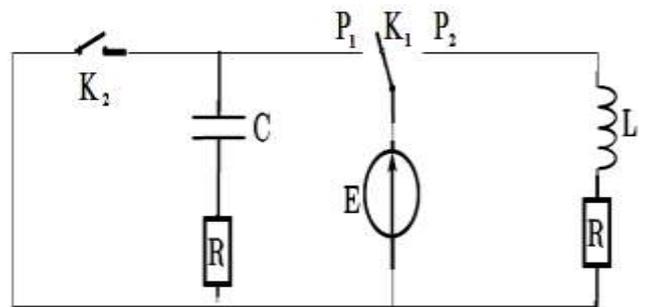


Exercice 3 : 5,5 points

Partie 1 : étude des dipôles RC et RL

On réalise le montage électrique suivant qui constitue par :

- Un générateur idéal de tension de f.e.m $E=12\text{V}$
- Un condensateur de capacité C
- deux conducteurs ohmiques de même résistance $R=100\Omega$
- une bobine d'inductance $L=1\text{H}$ et de résistance négligeable
- un interrupteur K_1 de deux positions
- un interrupteur K_2



On pose l'interrupteur K_1 dans la position P_1 et on ouvre l'interrupteur K_2 pendant une durée pour que la tension aux bornes du condensateur prenne la valeur U_0 .

À un instant considéré comme origine des dates ($t=0$) et au même temps on bascule l'interrupteur K_1 à la position P_2 et on ferme l'interrupteur K_2

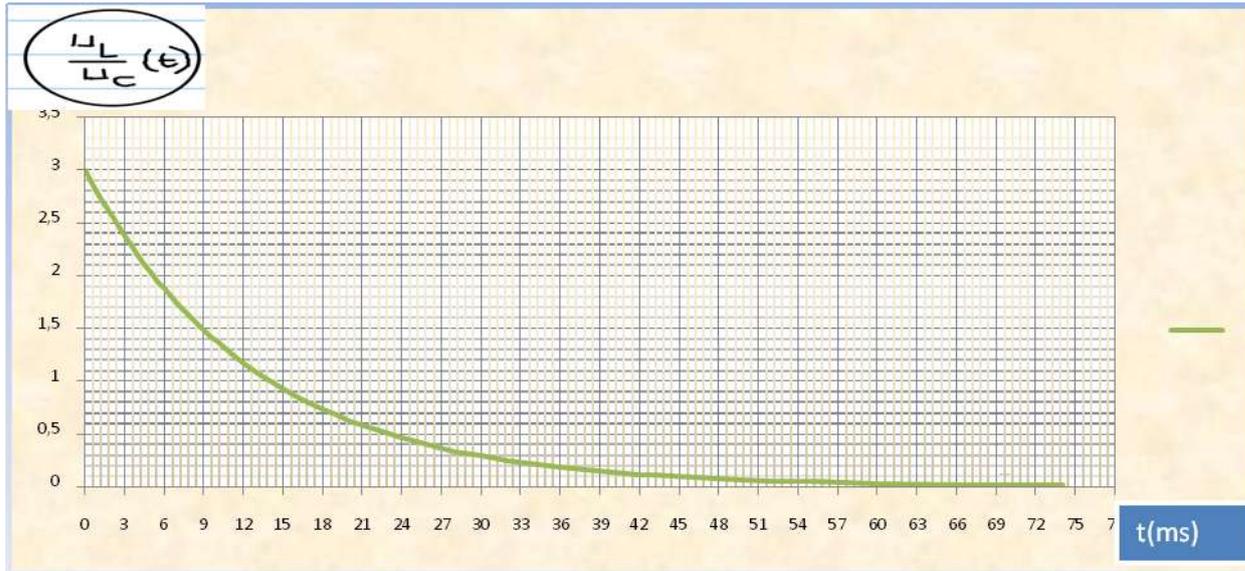
1-1 établir l'équation différentielle vérifiée par U_L la tension aux bornes de la bobine 0,25 pt

1-2 la solution de l'équation différentielle s'écrit : $U_L(t) = A_1 \cdot e^{-\frac{t}{\tau_1}}$, déterminer les expressions de A_1 et τ_1 en fonction de E , L et R **0,25pt**

2-1 établir l'équation différentielle vérifiée par U_c la tension au borne du condensateur **0,25pt**

2-2 la solution de l'équation différentielle s'écrit : $U_c(t) = A_2 \cdot e^{-\frac{t}{\tau_2}}$, déterminer les expressions de A_2 et τ_2 en fonction de U_0 , C et R **0,25pt**

3- on utilise un dispositif d'acquisition informatisé pour tracer la courbe qui représente les variations de $\frac{U_L(t)}{U_c}$ en fonction du temps et on obtient la figure suivante



3-1 donner l'expression de $\frac{U_L(t)}{U_c}$ en fonction de E, U_0, τ_1, τ_2 et t **0,25pt**

3-2 comparer τ_1 et τ_2 . Justifiez votre réponse **0,25pt**

3-3 déterminer la valeur de U_0 la tension au borne du condensateur à $t=0$ **0,25pt**

3-4 déterminer la valeur de $\frac{U_L}{U_c}$ à l'instant $t' = \frac{\tau_1 \cdot \tau_2}{\tau_2 - \tau_1}$ **0,25pt**

3-5 déterminer graphiquement la valeur de t' et déduire la valeur de C **0,5pt**

4- montrer que l'expression de l'instant t ou $E_m = E_c$ est $t = t' \cdot \ln(3 \cdot \sqrt{\frac{\tau_2}{\tau_1}})$ **0,5pt**

Partie 2 : étude de circuit RLC

On monte en série un condensateur totalement chargé sous une tension U_0 avec une bobine d'inductance L et de résistance interne négligeable **figure 3**

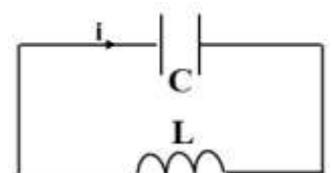
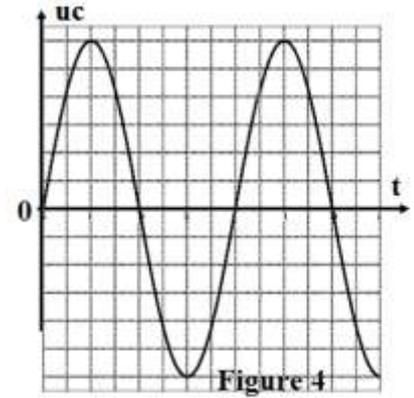


Figure 3

1- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension u_c au borne du condensateur **0,25pt**

2- Déterminer l'expression de la fréquence f_0 pour que $u_c(t) = U_0 \cdot \cos(2\pi f_0 t + \varphi)$ est une solution de l'équation différentielle précédente **0,25pt**

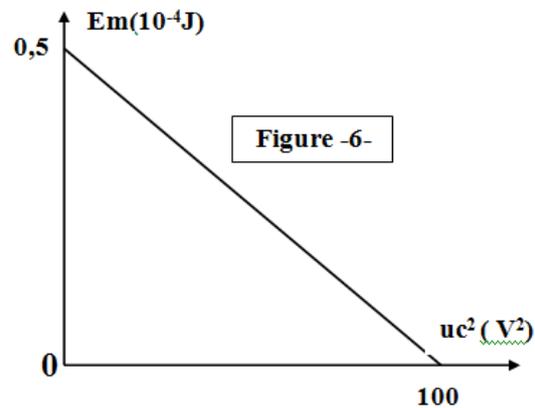
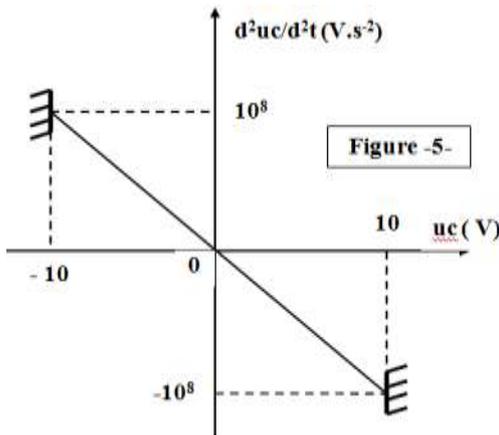
3- La figure 4 représente les variations de la tension u_c en fonction du temps. à l'aide de la courbe déterminer la valeur de φ **0,25pt**



4- La figure 5 représente les variations de $\frac{d^2 u_c}{dt^2}$ en fonction de u_c . déterminer la valeur de U_0 et montre que la valeur de fréquence propre f_0 est **500Hz** **0,25pt**

5- Montre que l'expression de l'énergie magnétique E_m emmagasinée dans la bobine s'écrit sous la forme : $E_m = K \cdot (U_0^2 - u_c^2)$ avec K est une constante positive **0,25pt**

6- La figure 6 représente les variations de E_m en fonction de u_c^2 . déterminer la valeur de K et déduire les valeurs de L et C **0,5pt**



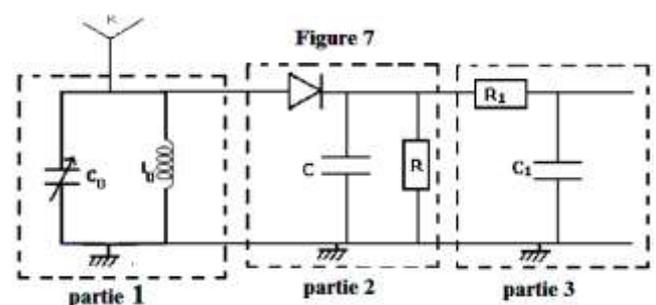
Partie 3 : démodulation d'un signal

Pour capter et démoduler le signal modulé en amplitude $u_s(t)$ d'expression :

$$u_s(t) = 3 \cdot \left(1 + \frac{2}{3} \cos(16 \cdot 10^2 \pi t)\right) \cdot \cos(48 \cdot 10^3 \pi t) \quad (\text{V})$$

On utilise le dispositif représenté ci-dessous (figure 7)

On donne : $C_0 = 0,44 \text{ nF}$ et $C = 0,5 \mu\text{F}$

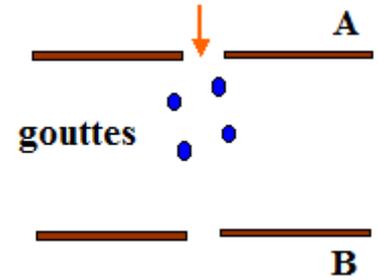


1- Déterminer la valeur de L_0 pour capter le signal $u_s(t)$ par la partie 1 **0,25pt**

2- Parmi les valeurs de résistances suivantes : $1 \text{ K}\Omega$, $3 \text{ K}\Omega$, $5 \text{ K}\Omega$, $7 \text{ K}\Omega$; déterminer la valeur de la résistance R pour obtenue une bonne démodulation **0,25pt**

3- Exercice 4 : 3 points

On étudie le mouvement d'une goutte d'huile chargée électriquement en chute verticale entre les armatures horizontales d'un condensateur plan, placé dans l'air. On se trouve un champ électrostatique uniforme de vecteur \vec{E} lorsqu'on applique Entre les armatures **A** et **B** du condensateur une tension U_{AB} positive



La goutte d'huile sphérique de rayon r , de masse m , de charge q négative, tombe verticalement entre les armatures du condensateur. On néglige la poussée d'Archimède et la force de frottement est modélisée par $\vec{f} = -6\pi r \eta \cdot \vec{v}$ où η représente la viscosité de l'air.

Donnés :

- L'intensité de pesanteur $g = 10 \text{ m/s}^2$
- La distance entre les armatures **A** et **B** : $d = 5 \text{ cm}$
- Viscosité de l'air $\eta = 18 \cdot 10^{-6} \text{ Pa s}$
- La masse volumique de l'huile $\rho = 0,8 \text{ g/mL}$
- Le volume d'une sphère $V = \frac{4}{3} \pi r^3$

1. Faire le bilan des forces exercées sur la goutte entre **A** et **B**. 0,25pt

2. Montrer que l'équation différentielle liant la vitesse $v(t)$ de la goutte s'écrit sous la forme

$$\frac{dv}{dt} + \frac{6\pi r \eta}{m} \cdot v = g - \frac{|q| U_{AB}}{md} \quad 0,5 \text{ pt}$$

3. donner l'expression de la vitesse tend vers une vitesse limite v_{lim} en fonction de m , d , η ; $|q|$, U_{AB} , g et r . 0,5pt

4. Soit $v(t) = v_{\text{lim}}(1 - e^{-t/\tau})$ est une solution de l'équation différentielle précédente . déterminer l'expression de τ en fonction de m , r et η . 0,5pt

5. On réalise une mesure de v_{lim} lorsque $U_{AB} = 0$. On trouve $4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$. Exprimer le rayon de la goutte en fonction de v_{lim} , g , η et ρ masse volumique de l'huile. déterminer la valeur de r 0,5pt

6. La goutte étant en mouvement rectiligne uniforme avec la vitesse limite précédente. On ajuste la valeur de U_{AB} de façon à immobiliser la goutte: on trouve $U_{AB} = 100 \text{ V}$.

- Déterminer l'expression littérale de la charge de la goutte en fonction de r , ρ , g , d et U_{AB} . 0,5pt
- calculer la valeur de q . 0,25pt