LYCEE D'EXCELLENCE PRIVE ROSE DIENG KUNTZ
324 Cité du golf – Cambérène Golf Sud
Tel. 221 33 877 23 31 / 76 266 22 22 -BP: 5018 Dakar Fann – SENEGAL
Email: leprosedieng@ism.edu.sn

Devoir n°5 – Sciences Physiques – 2 heures

Exercice n°1 : (8 points)

Le laboratoire d'un Lycée Moderne dispose d 'une solution S de base faible B de concentration molaire volumique C_b inconnue. Un Professeur de Physique-Chimie d'une classe de Terminale S_2 désire identifier cette base par deux méthodes, la méthode pH-métrique (expérimentale) et la méthode théorique.

Il confie cette tâche à un groupe d'élèves. Pour cela, il met à sa disposition :

• une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique $C_a = 10^{-1}$ mol.L^{-1} ;
• la solution de base ;
• le dispositif nécessaire pour réaliser un dosage pH-métrique et une dilution.

Le groupe réalise le dosage d'un volume V_b = 10 mL de la solution de base par la solution d'acide chlorhydrique. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous :

V_a (mL)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8,3	9	10	11
pH	11,8	11,3	11,0	10,9	10,8	10,7	10,5	10,2	9,3	3,0	2,5	1,9	1,6

À la température de l'expérience, le produit ionique de l'eau est Ke = 10^{-14}

Par la suite, à partir de la solution de base, le groupe prépare une solution S' de concentration molaire volumique $C_b' = 10^{-2}$ mol.L^{-1}, dont le pH est égal à 11,3. On donne les pKa de quelques couples acides/bases dans le tableau ci-dessous :

Couple acide/base	pK_a
$(CH_3)_2NH_2^+ / (CH_3)_2NH$	11,0
$(CH_3)_3NH^+ / (CH_3)_3N$	9,9
$(CH_3)NH_3^+ / (CH_3)NH_2$	10,7

1. Identification de la base faible par la méthode pH-métrique
   1.1. Faire le schéma annoté du dispositif expérimental.
   1.2. Écrire l'équation-bilan de la réaction du dosage.
   1.3. Tracer la courbe pH = f (V_a)   • 1 cm pour 1 mL ;   • 1 cm pour 1 unité de pH
   1.4. Déterminer :
      1.4.1. les coordonnées du point E à l'équivalence ;
      1.4.2. les coordonnées du point F à la demi-équivalence ;
      1.4.3. la concentration molaire volumique C_b de la solution.
   1.5. Donner la valeur du pKa du couple acide/base étudié.
   1.6. Déduire de la question 1.5 le nom de la base et le couple acide/base correspondant.
2. Identification de la base faible par la méthode théorique

Nous supposons qu'elle s'agit de la méthylamine. On considère alors la solution S'

   2.1. Écrire l'équation-bilan de la réaction chimique de la méthylamine avec l'eau.
   2.2. Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes en solution.
   2.3. Calculer les concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présentes en solution.
   2.4. Calculer le pKa du couple acide/base étudié.
   2.5. Dire si cette valeur de pKa confirme le nom de la base faible trouvé en 1.6.

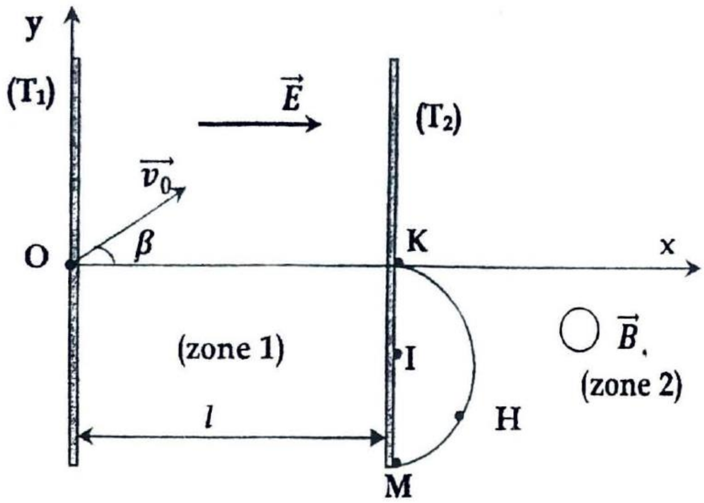
Exercice n°2 (6 points)

On étudie le mouvement d'un proton dans deux zones notées zone **1** et zone **2.** (Voir figure). La zone **1** est délimitée par deux plaques verticales et parallèles T_1 et T_2 tel que $T_1T_2 = \ell$.

Entre T_1 et T_2 il règne un champ électrique uniforme $\vec{E}$ et au-delà de T_2, il règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ de norme B=0,6T.

On donne : charge du proton e = 1,6. 10^{-19} C. Masse du proton m = 1,67. 10^{-27}kg.

Le poids $\vec{P}$ du proton est négligeable devant les autres forces.



1. Etude du mouvement du proton entre T_1 et T_2.

Le faisceau de proton part du point O à l'instant t = 0 avec la vitesse $\vec{V_0}$ faisant un angle β avec l'horizontale.

1.1. Représenter la force électrique $\vec{F_e}$ qui s'exerce sur le proton.
1.2. Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire du proton dans le repère indiqué.
1.3. Quelle est la nature de cette trajectoire.

2. Etude du mouvement au-delà de T_2.

Un autre proton pénètre en O horizontalement et arrive en K avec une vitesse $\vec{V_K}$ de norme V_K=3,71.10^5 ms^{-1}. Il pénètre dans la zone 2 avec la vitesse $\vec{V_K}$; orthogonale au champ magnétique $\vec{B}$ et décrit la trajectoire circulaire de centre I représentée sur le schéma.

2.1. Donner l'expression de la force magnétique $\vec{F_m}$
2.2. Indiquer sur un schéma le sens du vecteur champ magnétique $\vec{B}$ et représenter la force magnétique $\vec{F_m}$ qui s'exerce sur le proton au point H.
2.3. Montrer que le mouvement du proton est uniforme et circulaire.
2.4. Calculer la distance KM.
2.5. Exprimer littéralement le temps mis par le proton pour passer de K à M. Faire l'application numérique. (0,5 point)

Exercice n°3 (6 points)

Un professeur de physique se propose dans un premier temps, d'étudier l'influence de la résistance d'un conducteur ohmique sur la constante de temps au cours de la charge d'un condensateur, et d'étudier dans un deuxième temps, le circuit RLC dans le cas d'un amortissement négligeable.

Pour cela, il demande à ses élèves de réaliser le montage schématisé sur la figure 1 constitué de :

- Un générateur idéal de tension de force électromotrice E ;
- Un conducteur ohmique de résistance R réglable ;
- Un condensateur de capacité C ;
- Une bobine d'inductance L et de résistance négligeable ;
- Un interrupteur K à double position.

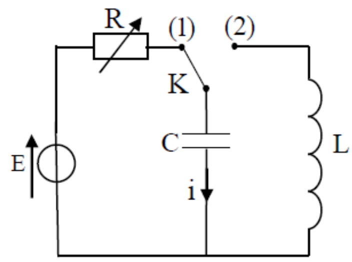


Figure 1

1. Etude de la réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension.

Un élève a mis l'interrupteur K sur la position 1 à un instant t=0 considéré comme origine des dates. Les deux courbes (1) et (2) de la figure 2 représentent respectivement les évolutions temporelles de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur pour R_1= 20Ω et R_2 inconnue. T_1 et T_2 sont les tangentes aux courbes (1) et (2) à t=0.

1.1. Reproduire le schéma de la figure 1 et indiquer comment est branché l'oscilloscope pour visualiser la tension $u_C(t)$.

1.2. Etablir l'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$.

1.3. La solution de cette équation différentielle est $u_C(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$. Trouver en fonction des paramètres du circuit, les expressions de A et de τ.

1.4. En exploitant les courbes (1) et (2), déterminer la valeur de la capacité C du condensateur et celle de la résistance R_2.

1.5. Déduire comment influe la résistance sur la constante de temps.

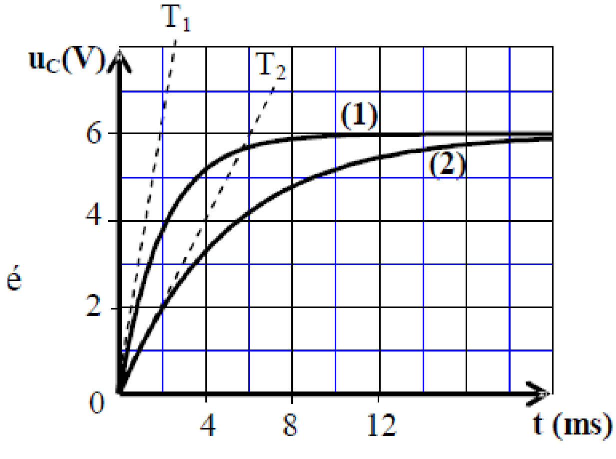


Figure 2

2. <u>Etude du circuit RLC dans le cas d'un amortissement négligeable</u>

Après avoir chargé totalement le condensateur de capacité C =100μF, un élève bascule l'interrupteur K sur la position 2 (voir Figure 1). La courbe de la figure 3 représente l'évolution temporelle de la charge q(t)du condensateur.

2.1. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge q(t).

2.2. La solution de cette équation différentielle est : $q(t) = Q_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$. Trouver en fonction de L et de C l'expression de la période propre T_0 de l'oscillateur électrique.

2.3. Vérifier que la valeur approximative de l'inductance de la bobine étudiée est : L≈0,91H.

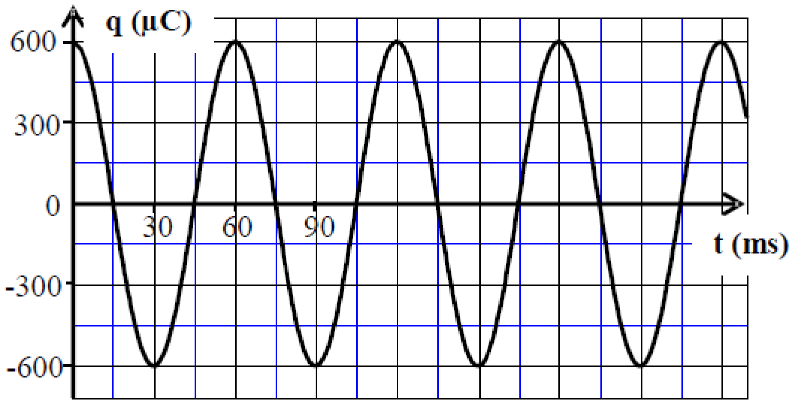


Figure 3

2.4. Calculer l'énergie totale du circuit aux instants t_1 = 0 et $t_2=\frac{T_0}{4}$. Justifier le résultat obtenu