

Devoir n°4 – Remplacement - Sciences Physiques – 2 heures

Exercice n°1 : 8 points

Toutes les solutions sont prises à 25° , $K_e = 10^{-14}$.

On considère trois solutions aqueuses S_1 , S_2 et S_3 respectivement d'acide chlorhydrique, d'acide éthanóïque et de chlorure de méthylammonium ($CH_3 - NH_3Cl$) de même concentration C . Leurs pH mesurés à $25^\circ C$ sont respectivement 2 ; 3,4 et 6,3.

- 1) a) Pourquoi dit-on que l'acide chlorhydrique est un acide fort ? (0,25 pt)
 b) En déduire la concentration C des solutions. (0,25 pt)
- 2) a) Calculer les concentrations des espèces chimiques contenues dans la solution S_3 . Le couple acide/base mis en jeu dans cette solution est $CH_3NH_3^+ / CH_3NH_2$. (1,25 pt)
 b) En déduire le pK_a de ce couple acide/base. (0,25 pt)
- 3) Entre l'ion éthanóate et la méthylamine, quelle est la base la plus faible ?
 Justifier votre réponse. (0,5 pt)
- 4) On dose $V_a = 20 mL$ d'une solution d'acide éthanóïque de concentration $C_a = 10^{-2} mol.L^{-1}$ par une solution S_4 d'hydroxyde de sodium de concentration inconnue C_b .
- 5) On veut préparer une solution tampon de $pH = 10,6$ et de volume $V = 150 mL$ en utilisant deux des solutions S_1 , S_2 , S_3 et S_4 .
 a) Quelles sont les solutions à mélanger ? (0,25 pt)
 b) Calculer le volume de chaque solution à mélanger pour préparer la solution tampon. (0,5 pt)

Données

Indicateur coloré	Zone de virage
Hélianthine	3,1 - 4,4
Rouge de bromocrésol	5,2 - 6,8
Phénolphtaléine	8 - 10

$$pK_a(CH_3COOH/CH_3COO^-) = 4,8$$

Exercice n°2 : 7 points

On considère une bobine (b) de résistance interne r et d'inductance L . Elle porte les indications suivantes fournies par le constructeur : $r = 14 \Omega$ et $L = 0,11 H$.

Pour vérifier ces indications, on réalise les expériences suivantes :

- on alimente la bobine en courant continu sous une tension U_0 de 3 V, l'intensité I_0 du courant est alors de 214 mA
 - la bobine est ensuite alimentée en courant alternatif sinusoïdal de fréquence 50 Hz sous une tension efficace $U = 6 V$, l'intensité efficace I courant est alors de $56,2 \cdot 10^{-3} A$.
- 1) Calculer les valeurs de la résistance r et de l'inductance L déduites de ces essais. Sont-elles en accord avec les indications du constructeur ? (1 pt)
 - 2) Une portion de circuit AB est constitué par une résistance R montée en série avec la bobine (b) dont on utilisera les valeurs indiquées par le constructeur. On applique entre A et B une tension $u_{AB} = U_{max} \cos \omega t$ de fréquence $N = 50 Hz$ (voir figure 1). On visualise à l'oscillographe la tension u_{PB} aux bornes de la résistance R et la tension u_{AB} . Les sensibilités verticales sont $2 V/div$ pour la voie A et $20 V/div$ pour la voie B . La figure observée sur l'écran est représentée sur la figure 2.
 - a) Etablir la relation différentielle donnant la tension instantanée u_{AB} en fonction de l'intensité instantanée i dans le circuit. (0,5 pt)
 - b) Des deux courbes (1) et (2), quelle est celle qui représente $i = f(t)$.
 Justifier la réponse. (0,5 pt)

- c) Donner l'expression de $i = f(t)$. (0,75 pt)
 d) Déterminer la valeur du conducteur ohmique de résistance R . (0,5 pt)
- 3) On associe en série avec un condensateur de capacité inconnue, le conducteur ohmique de résistance R et la bobine précédente d'inductance L et de résistance interne r , la fréquence du générateur basse fréquence n'est pas modifiée. L'oscillogramme de la tension aux bornes du dipôle (RLC) et celle de l'intensité du courant dans le circuit sont en phase.
- a) A quoi correspond ce phénomène électrique ? (0,25 pt)
 b) Déterminer la valeur de la capacité du condensateur. (0,25 pt)
 c) En déduire la valeur de l'impédance du circuit. (0,25 pt)

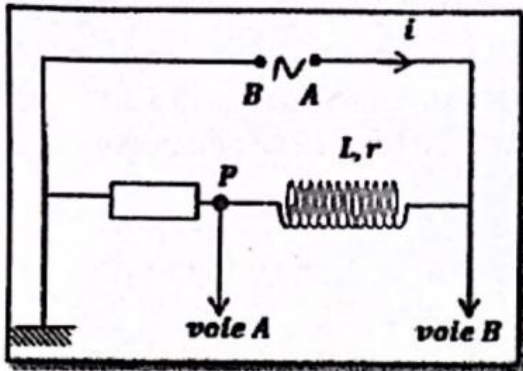


Figure 1

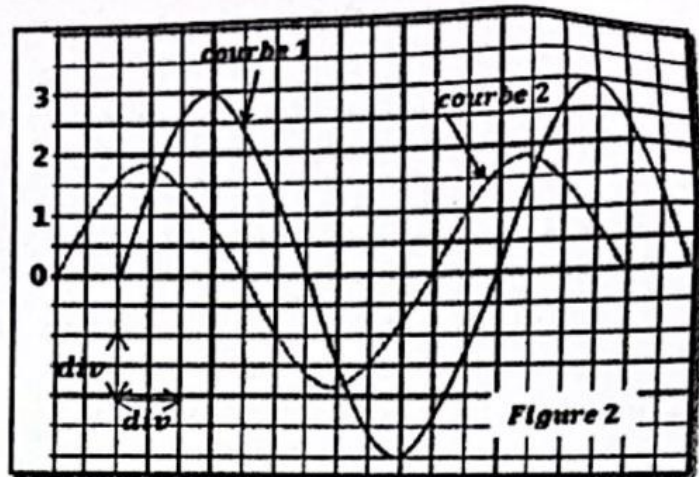


Figure 2

Exercice n°3 : 7 points

Par l'intermédiaire d'un orifice O situé à l'extrémité d'un tube incliné, un faisceau d'ions ${}^{40}_{20}\text{Ca}^{2+}$, ayant même vecteur vitesse V_0 faisant un angle $\alpha_0 = 15^\circ$ avec l'horizontale, pénètrent dans l'espace situé entre deux plaques horizontales, distance de $d = 2\text{cm}$, où règne un champ électrique uniforme \vec{E} d'intensité $E = 10^4 \text{V/m}$. Le faisceau peut ressortir par l'orifice S situé à la distance $D = 5\text{cm}$ de O et dans le même plan horizontal.

3.1. Appliquer la R.F.D :

3.1.1 Montrer que le mouvement des particules a lieu dans le plan vertical (Ox, Oy) contenant le vecteur vitesse \vec{V}_0 et le vecteur champ électrique \vec{E} . (0,25pt)

3.1.2 Etablir, en fonction de q, charge de l'ion, de m, E, V_0 et α_0 , les équations horaires du mouvement et l'équation de la trajectoire d'un ion du faisceau. (1pt)

3.1.3 Démontrer qu'en S on a $V_s = V_0$ et $|\alpha_s| = |\alpha_0|$. (0,5pt)

3.2. Montrer que l'expression de l'énergie cinétique des particules qui sortent en S peut se mettre sous la forme :

$$E_c = \frac{qED}{2 \sin 2\alpha_0} . \text{ Calculer l'énergie cinétique } E_c, \text{ des ions } {}^{40}_{20}\text{Ca}^{2+} \text{ sortant en S. (0,75pt)}$$

3.3. Quelle est la valeur de la tension accélératrice U qu'il a fallu utiliser pour communiquer cette énergie cinétique à des ions ${}^{40}_{20}\text{Ca}^{2+}$ initialement au repos. (0,25pt)

3.4. Les particules pénètrent ensuite en S' dans un espace où règne un champ magnétique uniforme d'intensité $B = 0,116 \text{T}$ perpendiculaire au plan Oxy.

3.4.1 Donner l'expression du rayon R en fonction de l'énergie cinétique E_c , de la masse m, de la charge q, et du champ magnétique B. (0,5pt)

3.4.2 Calculer le rayon R pour les ions ${}^{40}_{20}\text{Ca}^{2+}$. (0,25pt)

3.4.3 Déterminer la distance $L = S'A$ où A est le point d'impact des ions ${}^{40}_{20}\text{Ca}^{2+}$ sur l'écran K. (0,25pt)

3.5. Pour des ions ${}^X_{20}\text{Ca}^{2+}$ on trouve expérimentalement $L = S'A = 1,049L$ comme valeur de la distance correspond au point d'impact A' sur l'écran K.

Déterminer la masse atomique des ions ${}^X_{20}\text{Ca}^{2+}$? (0,25pt)

On donne : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$; $q = 2e$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$; $m({}^{40}_{20}\text{Ca}^{2+}) = 40 \cdot u$; $m({}^X_{20}\text{Ca}^{2+}) = X \cdot u$; $1u = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$

