Devoir n°5 – Sciences Physiques (2 heures)

Exercice n°1:

A 25° C, le pH d'une solution aqueuse Sb d'ammoniac vaut 10,9.

1) Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes dans la solution et déterminer leurs concentrations. On donne : pKa (NH_4^+/NH_3) = 9,2.
2) On prélève Vb = 300 cm^3 de Sb sur lequel on fait réagir une solution aqueuse d'acide nitrique de concentration Ca = 5.10^{-1}mol.L^{-1}.
   a) Écrire l'équation-bilan de la réaction.
   b) L'équivalence acido-basique est atteinte pour un volume V_{aE} = 20,4 cm^3 de solution d'acide nitrique. Calculer la concentration Cb de la solution d'ammoniac.
   c) La mesure du pH au point d'équivalence donne 5,4. Ce résultat vous parait-il logique ? Pourquoi ?
   d) À partir des points caractéristiques que l'on précisera, tracer l'allure de la courbe du pH en fonction du volume de solution d'acide nitrique versé.
3) Au laboratoire, on dispose des trois solutions suivantes :
   A : solution aqueuse d'acide nitrique ;
   B : solution aqueuse de chlorure d'ammonium ;
   C : solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.

Toutes ces solutions ont la même concentration C_0 = 0,5 mol.L^{-1}. On veut fabriquer un volume V = 100 cm^3 d'une solution tampon de pH = 9,2 en faisant le mélange d'une de ces solutions et la solution Sb.

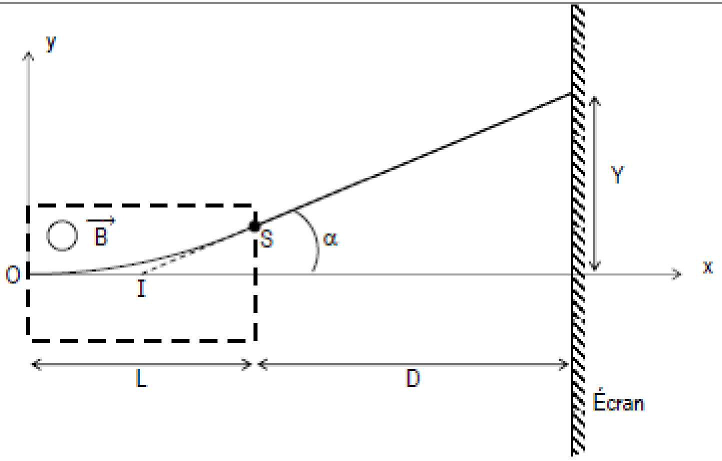
   a) Définir une solution tampon et donner ses caractéristiques.
   b) Indiquer une méthode de votre choix et calculer les volumes v_1 et v_2 à prélever.

Exercice n°2:

Un faisceau homocinétique d'électrons, de masse m, pénètre en O à la vitesse $\vec{v}_o$, dans un domaine de largeur L où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ orthogonal à la vitesse $\vec{v}_o$ (voir figure ci-dessous). On négligera le poids des particules devant les autres forces. À la sortie S du champ magnétique, le faisceau d'électrons semble provenir d'un point I centre de l'espace champ magnétique. Un écran est placé à la distance D du domaine du champ $\vec{B}$

On donne : v_o = 100 km.s^{-1} ; L = 2 OI = 2 cm ; e = $1,6.10^{-19}$ C ; m = $9,1.10^{-31}$ kg

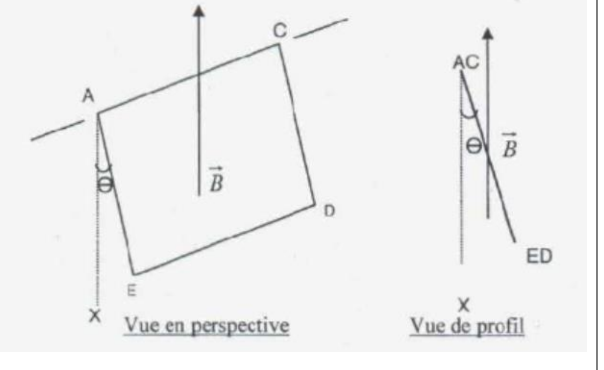
1) Donner le sens du champ magnétique $\vec{B}$ pour que le faisceau sorte du champ en S.
2) Montrer que le mouvement des électrons dans le champ $\vec{B}$ est circulaire et uniforme. En déduire l'expression du rayon R de courbure du faisceau d'électrons dans le champ $\vec{B}$.
3) Á partir des points O et S de la trajectoire dans le champ magnétique $\vec{B}$, représenter le rayon R.
   Établir l'expression de la déviation angulaire α du faisceau d'électrons en fonction de m, L, e, B et v_o sachant que L << R alors α est très petite d'où $\alpha = \sin\alpha = \tan\alpha$
4) En déduire l'expression de la déviation linéaire Y (ou déflexion) du faisceau d'électrons sur l'écran.
5) Calculer l'angle α, le rayon R et la valeur du champ magnétique $\vec{B}$ sachant que Y = 4 cm et D = 10 cm.
6) Déterminer les coordonnées de la sortie S des électrons dans le repère $(O,\vec{i},\vec{j})$
7) Donner l'équation cartésienne de la trajectoire circulaire des électrons dans le repère $(O,\vec{i},\vec{j})$
8) En déduire dans le repère $(O,\vec{i},\vec{j})$ les équations horaires de position du mouvement d'un électron dans le champ magnétique en fonction de R, t, et v_o.
9) Á quelle date l'électron arrive-t-il à la sortie S ? Calculer l'arc OS.



Exercice n°3:

Partie A :

Un cadre carré AGDE de côté a= 20cm est constitué d'un seul tour de fil conducteur rigide, de masse totale m = 16g. Ce cadre, mobile sans frottement autour de son côté AC horizontal, est plongé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ vertical, dirigé vers le haut et d'intensité B= 0,1T. Un courant d'intensité I traverse le cadre qui prend alors une position d'équilibre définie par l'angle θ représenté par la figure ci-dessous (l'axe Ax est vertical).



1) Représenter sur une figure le sens du courant et les forces électromagnétiques agissant sur les quatre côtés.
2) Exprimer I en fonction de a, B, m, θ et g (g est la valeur du champ de pesanteur).
   Pour θ=21 ° et g = 9,8.N.kg^{-1}, calculer I.

Partie B

Un condensateur de capacité C est chargé à l'aide d'une tension continue U_0. A un instant qu'on choisit comme origine des dates, on relie les bornes A et B du condensateur chargé à celle d'une bobine d'inductance L et de résistance négligeable (figure 1). A l'aide d'un oscilloscope on visualise les variations en fonction de temps, de la tension u_C du condensateur (figure 2)

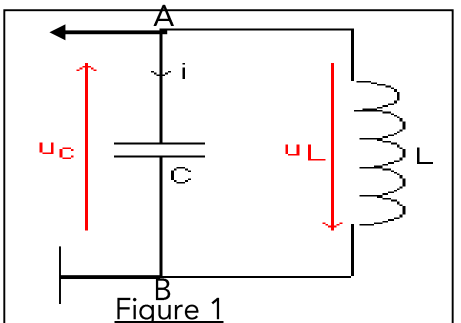


Figure 1

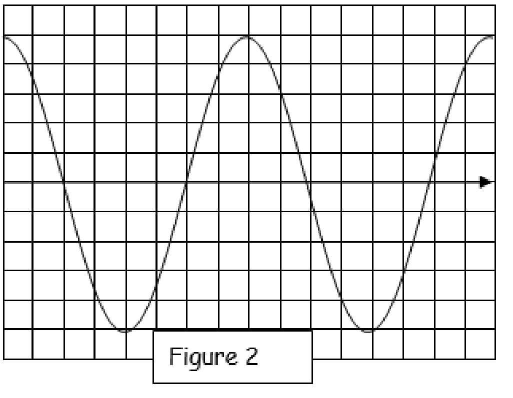


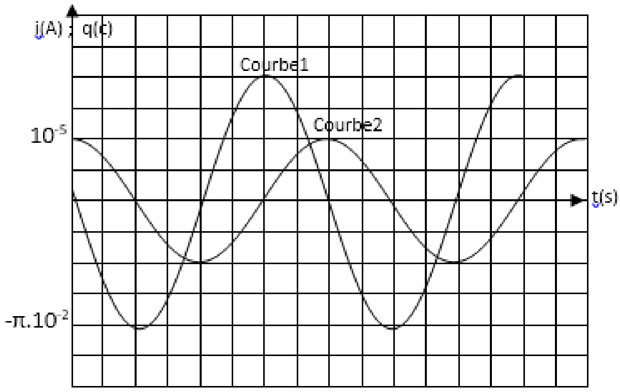
Figure 2

L'oscilloscope est régi à la sensibilité verticale S_V = 2V/div et la sensibilité horizontale S_H.

1. a) Etablir l'équation différentielle réagissant l'évolution temporelle de la tension instantanée u_c aux bornes du condensateur. En déduire la nature des oscillations libres non amorties.

b) Donner l'expression de la période propre T_0 en fonction de L et C.

2. On trace sur le même graphe les courbes représentant les variations en fonction de temps t, de la charge q de l'armature A, du condensateur et de l'intensité i du courant qui traverse le circuit.
   a) Montrer en justifiant, que la <u>courbe 1</u> correspond à i(t)
   b) Déterminer la valeur maximale Q_m de la charge q et la valeur maximale I_m de l'intensité i
   c) En déduire :



- La valeur de la période propre T_0 de la tension u_{AB}
- La sensibilité horizontale S_H à laquelle est réglé l'oscilloscope (en l'exprimera en seconde par division)

   d) Déterminer les expressions de q(t) et i(t).
   e) Déterminer les valeurs de :

- La capacité C
- L'inductance L
- La tension U_0

3. Pour la suite de l'exercice, on prendra C = 1µF et L = 0,1 H.
   a) Exprimer l'énergie électromagnétique E de l'oscillateur en fonction de q, i, C et L.
   b) En déduire que cette énergie est constante. Calculer sa valeur.
   c) Exprimer en fonction du temps, l'énergie E_C emmagasinée par le condensateur.
   d) Montrer que cette énergie peut se mettre sous la forme d'une somme d'un terme constant et d'une fonction sinusoïdale. En déduire sa période T en fonction de la période propre T_0 de l'oscillateur. Représenter E_C en fonction du temps.
   e) Déduire sur le même système d'axe, les courbes d'évolution au cours du temps des énergies électromagnétique E et magnétique E_L (t).