



Délégation de Tanger
Assilah
* * *
Lycée Ibn Batouta
Tanger

Contrôle continu N° 3 - Premier semestre

Matière : La Physique Chimie

Janvier 2018



- BIOF -
03JNV - 0812M/B

Que 2018 soit l'année du succès et de paix pour toute l'humanité !

| | | | | |
|--------|-----------------------------|----------------|-----------|---------------|
| Niveau | 2SM A&B (Bac International) | Année scolaire | 2017-2018 | Pr. S .IZARAN |
|--------|-----------------------------|----------------|-----------|---------------|

Durée estimée : 3 heures

* * *

*

Consignes pour le devoir

L'énoncé de cette épreuve comporte **4 pages** dont la page de garde. Vérifiez que vous les avez bien reçues. Chaque réponse devra être rédigée : on déterminera d'abord les relations littérales avant de passer à l'application numérique. Si, au cours de l'épreuve, vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, signalez le sur votre copie et poursuivez votre composition en expliquant les raisons des initiatives que vous êtes amené à prendre. La numérotation des exercices doit être respectée. Les résultats doivent être systématiquement encadrés. Il sera accordé la plus grande importance à la rédaction et au soin apporté à la copie.

Contenu du sujet

| | Parties | Barème |
|-----------------|---|---------------|
| Chimie | Partie I : La solution aqueuse de de 2-chloroéthanoïque $\text{ClCH}_2\text{-CO}_2\text{H}$ Partie II : Méthode de Gran , une nouvelle méthode de repérage d'équivalence | 07/20 |
| Physique | Exercice 1 : Etude du dipôle RL | 3,5/20 |
| | Exercice 2 : Autour de l'oscillateur LC | 4,0/20 |
| | Exercice 3 : Etude du dipôle RLC et la résonance d'intensité | 5,5/20 |

Sujet

CHIMIE : Dans le bain des réactions acido-basiques (7 points)

Les deux parties I et II sont dans une large indépendance.

Partie I . Pour obtenir une solution aqueuse S_1 , d'acide 2-chloroéthanoïque $\text{ClCH}_2\text{-CO}_2\text{H}$, on dissout une masse $m_A = 1,89 \text{ g}$ de cet acide pur dans la quantité d'eau nécessaire pour arriver à un volume $V = 2,00 \text{ L}$. Le pH de cette solution vaut 2,5 à 25 °C. La masse molaire de l'acide vaut $94,5 \text{ g.mol}^{-1}$.

1. Définir ce que c'est qu'un acide selon Brönsted.
2. Écrire l'équation chimique de la réaction entre l'acide 2-chloroéthanoïque et l'eau.
3. Donner le nom de la base conjuguée de cet acide.
4. Vérifier que le taux d'avancement final de cette réaction vaut $\tau = 32\%$.Commenter .
5. Vérifier, à l'aide d'un tableau d'avancement, que pK_{A1} de ce couple vaut $pK_{A1} = 2,8$.
6. On considère une solution aqueuse S_2 de soude (Na^+, HO^-), de concentration en soluté apporté $C_B = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. La dissolution de la soude dans l'eau est une transformation totale. Calculer le pH de cette solution à 25 °C.

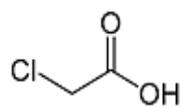


Figure 1. Forme topologique de la molécule en étude

7. On ajoute à la solution S_1 , un certain volume de la solution S_2 . Après refroidissement de la solution S_3 obtenue à 25°C , le pH prend une valeur égale à $\text{pK}_{\text{A}1} + 1$.
- 7.1. Quelle est l'espèce du couple qui prédomine dans la solution S_3 ?
- 7.2. Vérifier qu'à l'équilibre on a : $\frac{[\text{ClCH}_2-\text{CO}_2^-]}{[\text{ClCH}_2-\text{CO}_2\text{H}]} = 10$.
- 7.3. À quelles espèces chimiques correspondent les courbes 1 et 2 du diagramme de distribution de la figure 2 ci-contre ?
- 7.4. Comment vérifier graphiquement la valeur calculée en question 5 ?
- 7.5. Indiquer analytiquement et avec précision les pourcentages relatifs de ces deux espèces si l'on ajoute de la solution S_2 à la solution S_1 , Jusqu'à ce que le pH soit égal à 6,0.

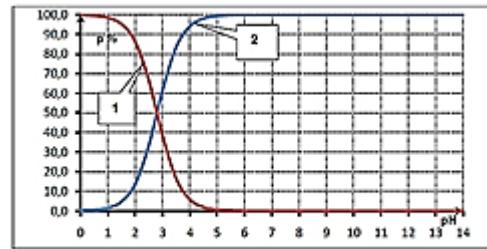


Figure 2. Diagramme de distribution

Partie II . la solution aqueuse d'acide chlorhydrique est utilisée comme décapant et comme détartrant notamment pour les surfaces émaillées recouvertes de calcaire. Sur une bouteille d'acide commercial figure l'indication suivante : **P = 25 % en chlorure d'hydrogène minimum** où P est le pourcentage massique. On souhaite vérifier la teneur exacte en chlorure d'hydrogène dissous de cette solution commerciale. La densité de la solution commerciale est $d = 1,15$. Les masses molaires : $M(\text{H}) = 1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

1. Déterminer la masse de chlorure d'hydrogène dissous dans 1L de solution commerciale.
2. La solution commerciale est diluée **500 fois**. La concentration molaire de la nouvelle solution S_0 ainsi préparée est notée C_0 . On la dose par colorimétrie. Pour cela, un volume $V_0 = 10,0 \text{ mL}$ de cette solution est prélevé et dosé par une solution d'hydroxyde de sodium (soude) ($\text{Na}^{+}_{(\text{aq})}+\text{HO}^{-}_{(\text{aq})}$) étalon fraîchement préparée de concentration molaire $C_b = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Le changement de couleur de l'indicateur coloré est obtenu pour un volume versé $V_{\text{b}\acute{\text{e}}\text{q}} = 16,2 \text{ mL}$.
 - 2.1. Justifier par calcul de la constante d'équilibre que la réaction de ce dosage est totale.
 - 2.2. Déduire graphiquement la valeur du pH à l'équivalence du dosage.
 - 2.3. Parmi les trois indicateurs colorés acido-basiques fournis dans la figure 3 suivante, indiquer celui qui serait le mieux adapté pour ce dosage puis expliquer comment varie sa couleur en fonction du volume de la solution titrante.

| Indicateur coloré | Zone de virage pour pH |
|---------------------|------------------------|
| Hélianthinc | 3,1 - 4,4 |
| Bleu de bromothymol | 6,0 - 7,6 |
| Phénolphthaléine | 8,2 - 10,0 |

Figure 3. Quelques indicateurs colorés

3. Un dosage colorimétrique **étant peu précis**, on souhaite améliorer la détermination du volume équivalent en effectuant un dosage suivi par pH-métrie. Un volume V_0 de la solution S_0 de concentration C_0 est placé dans un bêcher, dans lequel sont plongées les électrodes reliées à un pH-mètre. Le pH est relevé après introduction, mL par mL, d'une solution de soude étalon. Dans le document ci-dessous, figure la courbe du dosage de $V_0 = 10,0 \text{ mL}$ de la solution S_0 par de la soude de concentration molaire $C_b = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Pour trouver le point équivalent par une autre méthode que la méthode des tangentes, il est possible d'utiliser la méthode de **Gran**.

- 3.1. A l'aide d'un tableau d'avancement, établir, avant l'équivalence ($V_b < V_{\text{b}\acute{\text{e}}\text{q}}$), l'expression littérale de la concentration molaire $[\text{H}_3\text{O}^+]$ en fonction de C_0 , C_b , V_0 , V_b .
- 3.2. En utilisant la relation à l'équivalence reliant C_0 , V_0 , C_b et $V_{\text{b}\acute{\text{e}}\text{q}}$, donner l'expression littérale donnant $[\text{H}_3\text{O}^+]$ avant l'équivalence en fonction de C_b , V_0 , V_b , $V_{\text{b}\acute{\text{e}}\text{q}}$.
- 3.3. Soit $F(V_b) = 10^{-\text{pH}} (V_0 + V_b)$, grandeur calculée grâce aux mesures expérimentales. Montrer que : $F(V_b) = C_b(V_{\text{b}\acute{\text{e}}\text{q}} - V_b)$.
- 3.4. Déduire de cette expression la forme de la courbe représentant la fonction $F(V_b)$.
- 3.5. La courbe précédente est tracée sur le document en annexe (*dernière page du présent sujet*) pour des volumes V_b variant de 0 à 14,0 mL. En déduire $V_{\text{b}\acute{\text{e}}\text{q}}$.
- 3.6. Déterminer la concentration molaire C_0 en ions hydronium H_3O^+ dans la solution S_0 .
- 3.7. En déduire la concentration molaire C_{com} de la solution commerciale en tenant compte du facteur de dilution.
- 3.8. Déterminer la masse de chlorure d'hydrogène dissous dans 1L de la solution commerciale dosée.
- 3.9. En déduire le pourcentage massique de chlorure d'hydrogène dissous dans la solution commerciale dosée. L'information sur l'étiquette était-elle correcte ?
4. En s'aidant de sa formule topologique, préciser le groupe chimique caractérisant la molécule de 2-chloroéthanoïque.

PHYSIQUE 1 : Etude du dipôle RL (3,5 points)

On considère une bobine de résistance $r = 10 \Omega$ et d'inductance L alimentée par un générateur GBF. Dans ce cas la bobine se comporte comme un interrupteur ouvert avant l'établissement du courant et comme une résistance en régime permanent de l'établissement du courant.

1. Expliquer une démarche permettant de retrouver la valeur de la résistance de la bobine à l'aide d'un montage précis.
2. La bobine, associée à une résistance $R = 30 \Omega$ est alimentée par un générateur délivrant une tension constante de 4V. A $t = 0$, on ferme l'interrupteur K_1 . Un oscilloscope numérique permet de mémoriser la tension u_{AM} à partir de $t = 0$.

2.1. Déterminer, en s'aidant de la courbe de $u_{AM}(t)$, la valeur de l'intensité à $t = 200$ ms.

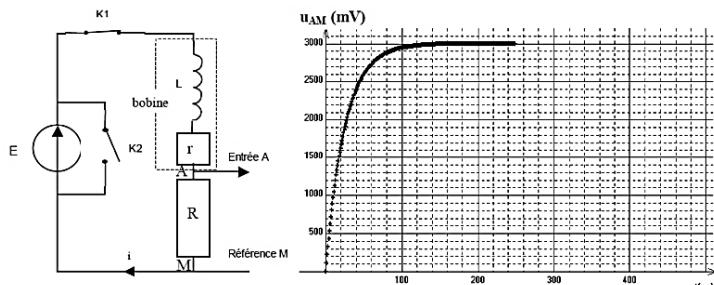
2.2. Quelle est alors la tension aux bornes de la bobine ?

2.3. Quel élément du circuit est à l'origine du retard à l'établissement du courant ?

2.4. A partir de l'enregistrement, déterminer la constante de temps τ du circuit.

2.5. En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

3. A $t = 250$ ms, on ferme l'interrupteur K_2 . (Le générateur est construit pour supporter sans dommage une mise en court-circuit). Compléter alors, le plus précisément possible l'enregistrement, pour $250 \text{ ms} < t < 500 \text{ ms}$. Recopier l'enregistrement puis le compléter.



PHYSIQUE 2 : Autour de l'oscillateur LC (4 points)

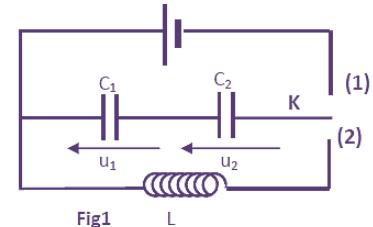
On réalise le montage électrique représenté dans la figure 1 , formé de :

- Un générateur G idéal de tension de force électromotrice $E = 12V$;
- Deux condensateurs (C_1) et (C_2) de capacités respectives $C_1 = 3\mu F$ et $C_2 = 0,5C_1$.
- Une bobine d'inductance L et de résistance négligeable.

1. On place l'interrupteur K dans la position (1), alors les deux condensateurs se chargent instantanément. Soit U_1 la tension aux bornes du condensateur (C_1) et U_2 la tension aux bornes du condensateur (C_2).

1.1. Calculer U_1 et U_2 .

1.2. Soit \mathcal{E}_1 l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur (C_1) et \mathcal{E}_2 l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur (C_2). Montrer que $\mathcal{E}_2 = 2\mathcal{E}_1$.



2. On bascule à l'instant $t = 0$ l'interrupteur K dans la position (2), alors les deux condensateurs se déchargent à travers la bobine. La figure (2) représente l'évolution temporelle de l'énergie magnétique E_m emmagasinée dans la bobine.

2.1. Montrer que la tension u_c que vérifie la tension aux bornes du condensateur équivalent aux condensateurs (C_1) et (C_2) s'écrit sous la forme: $\frac{d^2u_c}{dt^2} + \frac{3}{LC_1}u_c = 0$.

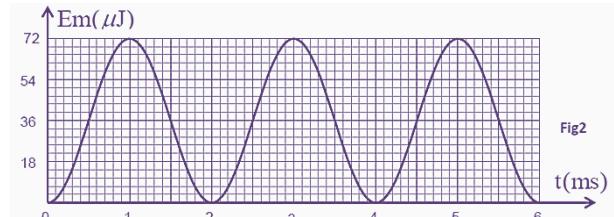
2.2. Trouver l'expression de la période propre T_0 en fonction L et C_1 pour que la solution de l'équation différentielle soit : $u_c(t) = E \cos(\frac{2\pi t}{T_0} + \varphi)$

2.3. En déduire que $L = 0,4H$ en prenant $\pi^2 = 10$. Attention il s'agit de la courbe de l'énergie et non pas de tension.

2.4. Montrer que l'énergie totale E_T emmagasinée dans le circuit reste constante au cours du temps avec :

$$E_T = \frac{1}{2} (C_{eq}u_C + Li^2) . \text{On pourra montrer que } E_T = \mathcal{E}_{c,max} \text{ ou la dérivée de } E_T \text{ par rapport au temps est nulle.}$$

2.5. Déterminer à l'aide du graphe (fig2) la valeur de l'énergie emmagasinée dans le condensateur équivalent à l'instant $t = 2ms$.



PHYSIQUE 3 : Etude du dipôle RLC et la résonance d'intensité (5,5 points)

On étudie la résonance d'intensité d'un dipôle comprenant un résistor de résistance R variable, une bobine d'inductance L et de résistance r , un condensateur de capacité $C = 1 \mu\text{F}$ et un ampèremètre de résistance négligeable. Ce circuit est alimenté par un générateur qui délivre une tension sinusoïdale de fréquence N variable et de valeur efficace constante $U = 4,5 \text{ V}$ (figure1).

La valeur de la résistance R est ajustée de façon qu'elle prenne successivement les valeurs $R_1 = 20 \Omega$ et $R_2 = 110 \Omega$. On fait varier la fréquence de la tension délivrée par le générateur, et pour chaque valeur de N on relève l'intensité efficace I du courant circulant dans le circuit, puis on trace la courbe $I = f(N)$ pour les deux valeurs de R choisies. On obtient le graphique de la figure 2.

1. À quelle résistance, \mathbf{R}_1 ou \mathbf{R}_2 correspond la courbe 1 ? Justifier la réponse.
2. Déduire de la courbe 1 la fréquence de résonance du circuit.
3. Que peut-on dire de l'influence de la valeur de la résistance du circuit sur la fréquence de résonance ?
4. Déterminer l'inductance \mathbf{L} et la résistance \mathbf{r} de la bobine.
5. On admet que $Q = \frac{L \cdot \omega_0}{R_T}$ où ω_0 est la pulsation propre et R_T est la résistance du circuit .En déduire que : $Q = \frac{1}{R_T} \sqrt{\frac{L}{C}}$
6. Calculer la valeur de Q .

On s'intéresse maintenant au phénomène de résonance d'intensité étudié : l'oscilloscope pour un circuit **RLC** analogue à celui représenté par le **figure 1**, tels que : $\mathbf{C}_1 = 10 \mu\text{F}$, $\mathbf{R}_1 = 200 \Omega$, et \mathbf{L}_1 et \mathbf{r}_1 sont inconnues.

7. On modifie la fréquence \mathbf{N} de la tension délivrée par le générateur de manière à chercher la résonance d'intensité. Au cours de cette recherche, on observe pour une fréquence \mathbf{N}_1 du générateur les courbes représentées ci-contre. Déterminer :
 - a. La valeur numérique de la fréquence \mathbf{N}_1 .
 - b. Le déphasage φ de $\mathbf{u(t)}$ par rapport à $\mathbf{u_{R1}(t)}$.
 - c. Les valeurs maximales $\mathbf{U_m}$ de $\mathbf{u(t)}$ et $\mathbf{U_{Rm}}$ de $\mathbf{u_R(t)}$.
 - d. En déduire la valeur de l'impédance \mathbf{Z} du circuit.
8. Lorsque la résonance est atteinte, quelle particularité présente les deux courbes ?
9. Pourquoi appelle-t-on parfois également Q facteur de surtension ?

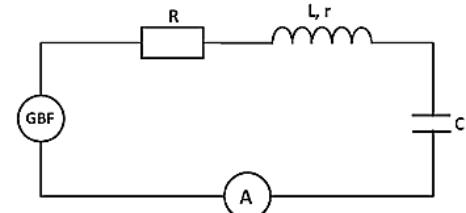
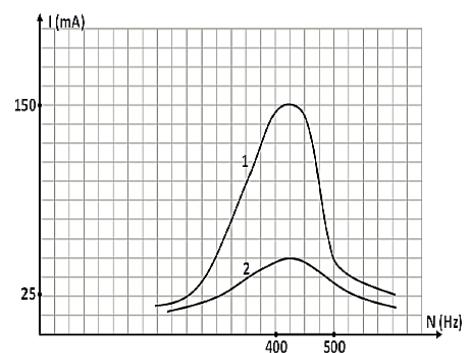
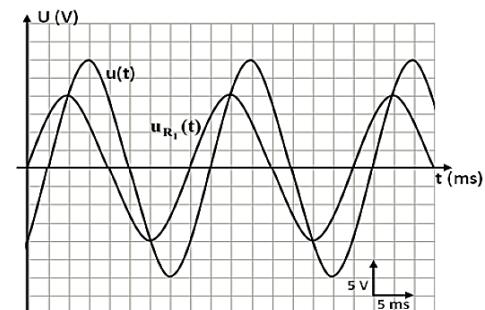


Figure 1.



$$Q = \frac{1}{R_T} \sqrt{\frac{L}{C}}$$



Annexe de chimie

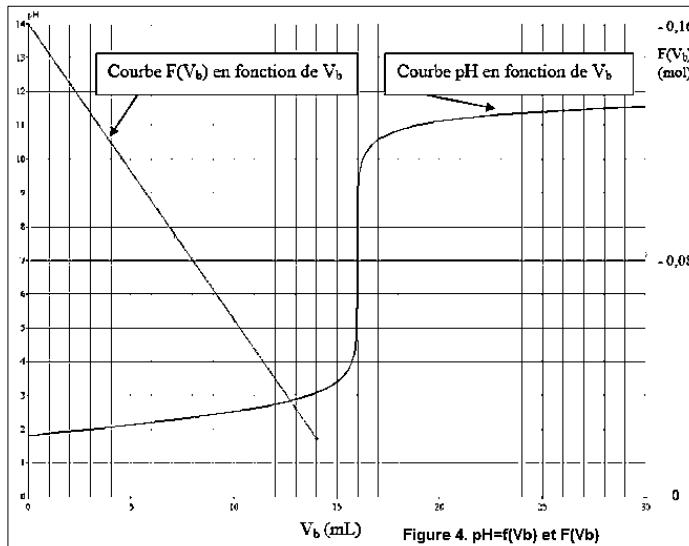


Figure 4. $\text{pH} = f(V_b)$ et $F(V_b)$

