Composition 2^{nd} semestre – Sciences Physiques – 4 heures

Exercice n°1:

L'attaque du magnésium par une solution d'acide chlorhydrique est une réaction d'équation – bilan :

$$2H_3O^+ + Mg \rightarrow Mg^{2+} + H_2 + 2H_2O$$

1. Montrer que la réaction considérée est une réaction d'oxydoréduction dont on indiquera l'espèce oxydée et l'espèce réduite.
2. Pour étudier la vitesse de formation des ions Mg^{2+}, on réalise l'expérience suivante. On laisse tomber une masse m = 1g de magnésium dans un volume V = 30 mL d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire Ca = 0,1 mol/L. Un pH-mètre permet de suivre l'évolution du pH de la solution en fonction du temps t. On obtient le tableau de résultats suivants :

t(min)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
pH	1	1,3	1,45	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,8	3,4
$[Mg^{2+}]$										

2.1. D'après le tableau de résultats, calculer les concentrations molaires volumiques des ions hydronium H_3O^+ aux dates $t_0 = 0$; $t_2 = 2$ min et $t_4 = 4$ min.
2.2. Déterminer le réactif limitant.
2.3. Montrer que la concentration des ions Mg^{2+} à la date t est : $[Mg^{2+}] = 5.10^{-2} - 0.5.10^{-pH} mol/L$.
2.4. Compléter le tableau puis tracer la courbe $[Mg^{2+}] = f(t)$.
Echelle :

- Abscisses : 1 cm pour 0,5 min ;
- Ordonnées : 1 cm pour $2,5.10^{-3}$ mol/L.

3. Calcul de vitesses :
3.1. Définir la vitesse moyenne de formation des ions Mg^{2+} puis calculer sa valeur numérique entre les dates $t_2 = 2$ min et $t_4 = 4$ min.
3.2. Définir puis calculer la vitesse instantanée de formation des ions Mg^{2+} à la date t = 5 min. En déduire celle de disparition des ions H_3O^+.
3.3. Comment varie la vitesse instantanée de formation des ions Mg^{2+} au cours de la réaction ? Interpréter cette évolution.
3.4. Calculer la concentration maximale des ions Mg^{2+}.
3.5. Déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.
Donnée : M(Mg) = 24 g/mol.

Exercice n°2 :

Sur l'étiquette d'un flacon contenant une solution S_0 d'une monoamine primaire d'un laboratoire, les indications relatives à la densité d et à la formule chimique sont illisibles. Seul le pourcentage en masse d'amine pure de la solution S_0 est lisible, soit P = 63%. Cette indication signifie qu'il y a 63 g d'amine pure dans 100 g de la solution S_0.
Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur, entreprend de déterminer les informations illisibles sur l'étiquette du flacon. Ils font les trois expériences décrites ci-après :

- Expérience 1 : avec une balance de précision, ils mesurent la masse m_0 d'un volume $V_0 = 10$ cm^3 de la solution S_0 et trouve $m_0 = 7,5$ g.
- Expérience 2 : ils diluent un volume Vp = 10 cm^3 de la solution S_0 dans une fiole jaugée de 1 L et obtiennent ainsi une solution S_1.
- Expérience 3 : ils dosent un volume $V_1 = 10$ cm^3 de la solution S_1 par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique Ca = 0,04 mol/L en présence d'un indicateur coloré. Pour atteindre l'équivalence, ils ont versé un volume Va = 20 cm^3 d'acide.

1. A partir des résultats de l'expérience 1, calculer la masse volumique ρ_0 de la solution S_0 ; le résultat sera exprimer en g/cm^3 puis en g/L. En déduire la valeur de la densité d.
2. On s'intéresse à l'expérience 3 :

2.1. En notant l'amine par la formule $R - NH_2$, écrire l'équation-bilan de la réaction chimique support du dosage.

2.2. Calculer la constante K de cette réaction. En déduire le caractère total ou partiel de la réaction.

2.3. Calculer la concentration C_1 de la solution S_1, puis en déduire la concentration C_0 de la solution S_0.

2.4. Expliquer pourquoi les élèves ont eu besoin de réaliser l'expérience 2 au lieu de doser directement la solution S_0.

3.

3.1. Montrer que la concentration C_0 de la solution S_0 est donnée par : $C_0 = \frac{63\rho_b}{100M}$, relation où M est la masse molaire de l'amine.

3.2. En déduire la masse molaire de l'amine en g/mol.

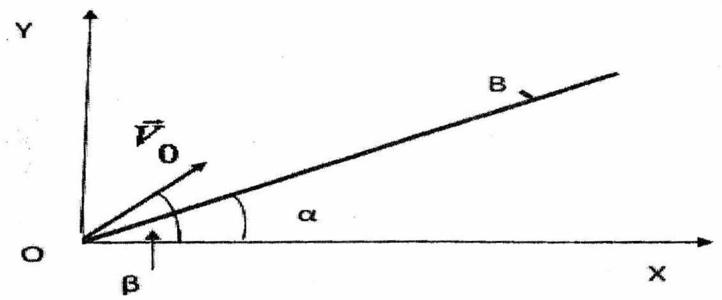
3.3. Déterminer la formule brute, la formule semi-développée et le nom de l'amine primaire sachant que sa molécule est telle que l'atome de carbone lié à l'atome d'azote est également lié à deux autres atomes de carbone.

Données : constante d'acidité : Ka (RNH_3^+/RNH_2) = 2.10^{-11} ; masse volumique de l'eau $\rho e = 1$ g/cm^3.

Exercice n°3 :

Un plan incliné d'un angle α avec l'horizontale. L'angle α est supposé constant. On lance un projectile de masse m du point O, origine d'un repère plan (OX, OY) avec une vitesse V_0 faisant un angle β avec l'horizontale OX ($\beta > \alpha$) et de norme $V_0 = 72$ km/h.
On donne $\alpha = 30°$. On néglige l'action de l'air.

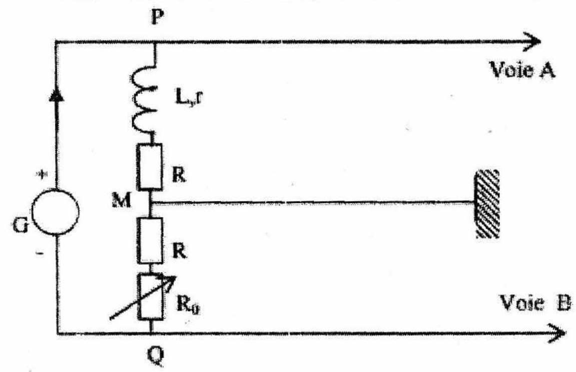
1. Par application du théorème du centre d'inertie trouver les coordonnées des vecteurs accélération, vitesse et position du mobile à chaque instant. Donner l'équation de la trajectoire du projectile.
2. Déterminer en fonction de V_0, β, g et α l'expression de l'instant t_1 où le mobile retouche en B le plan incliné après le lancer en O.
3. Montrer que la portée sur le plan incliné est donné par : $OB = R = \frac{2V_0^2 \sin(\beta-\alpha)\cos\beta}{\cos^2\alpha}$.
4. Déterminer l'expression de la portée maximale OB' = Rmax.
5. Déterminer au point B' les composantes du vecteur vitesse et en déduire l'angle θ que fait ce vecteur vitesse avec la verticale. On prendra $\beta = 60°$.



Exercice n°4 :

Le montage représenté sur la figure ci-contre comporte :

- Un générateur approprié faisant circuler un courant d'intensité variable i(t) entre P et Q ;
- Une bobine d'induction L et de résistance r ;
- Deux conducteurs ohmiques de résistance $R = 100\ \Omega$;
- Un conducteur ohmique de résistance variable R_0.

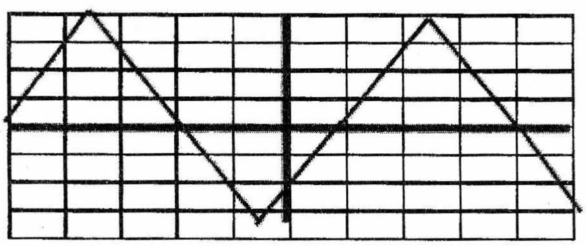


L'oscilloscope bi-courbe utilisé comporte une touche "ADD" permettant lorsqu'elle est actionnée, d'observer sur l'écran la tension U_{ADD} somme des tensions reçues sur les voies A et B :

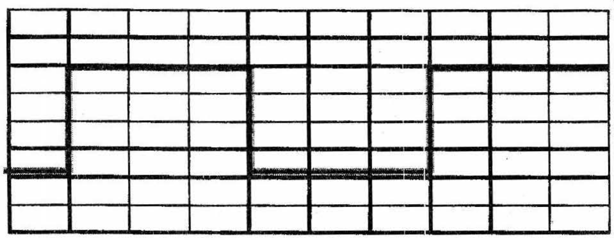
$$U_{ADD} = U_{PM} + U_{QM}.$$

1.
   1.1. Etablir les expressions de U_{PM} et U_{QM} en fonction de l'intensité i du courant et de sa dérivée $\frac{di}{dt}$.
   1.2. En déduire l'expression de U_{ADD} en fonction de i et de $\frac{di}{dt}$.
2. La touche "ADD" étant actionnée, montrer qu'il existe une valeur R_0 pour laquelle la courbe observée sur l'écran est la représentation de la fonction $L\frac{di}{dt}$.
3. La condition de la question 2 étant réalisée, on mesure R_0 avec un ohmmètre et on trouve $R_0 = 9\ \Omega$. Les figures ci-dessous représentant respectivement $U_{QM}(t)$ et U_{ADD} sont observées successivement sur l'écran de l'oscilloscope avec les réglages suivants :
   - ✓ Sensibilité sur les deux voies : 1V/div.
   - ✓ Base de temps : 0,2 ms/div.

   3.1. Justifier sans calcul la forme $U_{ADD}(t)$ à partir de $U_{QM}(t)$.
   3.2. Calculer la période et la fréquence du courant débité par le générateur.
   3.3. Montrer que $U_{ADD} = -\frac{L}{R_0+R}.\frac{dU_{QM}}{dt}$. Calculer L.



Courbe 1 : $u_{QM}(t)$



Courbe 2 : $u_{ADD}(t)$

Exercice n°5 :

Le condensateur est composant qui peut emmagasiner de l'énergie électrique. Cette énergie peut être restituée, à tout moment, sous diverses formes.

Dans la suite on étudie la charge puis la décharge d'un condensateur. Pour ce faire, on réalise le montage schématisé ci-après (figure 1).

1. <u>Etude de la charge du condensateur</u> :

Le condensateur étant initialement déchargé, on ferme l'interrupteur en position 1 (figure 1) à la date t = 0. On considère, dans cette étape, un courant d'intensité constante I = 17 μA traverse le circuit. On enregistre, par un dispositif approprié, les valeurs de la tension U_{AB} entre les armatures du condensateur au cours du temps. L'enregistrement étant terminé, on calcule, pour chaque valeur de t la charge q(t) de l'armature A du condensateur.

1.1. Tenant compte de l'orientation du circuit, donner l'expression qui permet de calculer la charge q en fonction du temps.

1.2. Le graphe de la charge q en fonction de U_{AB} est représenté à la figure 2. Déduire, par exploitation du graphe, la capacité C du condensateur.

2. <u>Etude de la décharge du condensateur dans un conducteur ohmique</u> :

Lorsque la tension entre les armatures du condensateur vaut $U_0 = 3{,}85$ V, on bascule l'interrupteur en position 2, à une date prise comme origine des temps t = 0.

2.1. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la charge q du condensateur est de la forme : $\frac{1}{\beta}\frac{dq}{dt} + q = 0$, où β est une constante dont on déterminera en fonction des caractéristiques des dipôles du circuit.

2.2. Donner le nom de la constante $\frac{1}{\beta}$, quelle est sa signification physique. Quelle est son unité? Justifier.

2.3. L'équation différentielle a une solution de la forme $q(t) = \alpha e^{-\beta t}$ où α est une constante.

   a. Préciser la valeur de α. Donner l'allure de la courbe traduisant les variations de la charge q(t).
   b. Exprimer, puis calculer l'énergie, E_0, emmagasinée par le condensateur, à la date t = 0.

3. <u>Etude de la décharge du condensateur dans une bobine pure d'inductance L.</u>

On remplace la résistance R_2 par une bobine pure d'inductance L. Lorsque la tension entre les armatures vaut $U_0 = 3{,}85$ V comme précédemment, on bascule l'interrupteur en position 2, à une date prise comme origine des temps $t = 0$.

3.1. Etablir l'équation différentielle régissant la charge q du condensateur.

3.2. En déduire alors l'expression littérale puis numérique de la charge du condensateur en fonction du temps. Calculer la période des oscillations électriques du circuit.

On prendra L = 10 mH

4. <u>Etude de la décharge du condensateur dans la bobine précédente associée en série avec le résistor de résistance R_2.</u>

La bobine d'inductance L est associée en série avec le résistor de résistance R_2. Lorsque la tension entre les armatures vaut $U_0 = 3{,}85$ V comme précédemment, on bascule l'interrupteur en position 2, à une date prise comme origine des temps $t = 0$.

4.1. Etablir l'équation différentielle régissant la charge q du condensateur.

4.2. Montrer que l'énergie diminue au cours du temps.

4.3. Quel est l'effet de la valeur de la résistance R_2 sur les oscillations ? Représenter l'allure de la courbe $q = f(t)$ pour R_2 très grande et pour R_2 très petite.

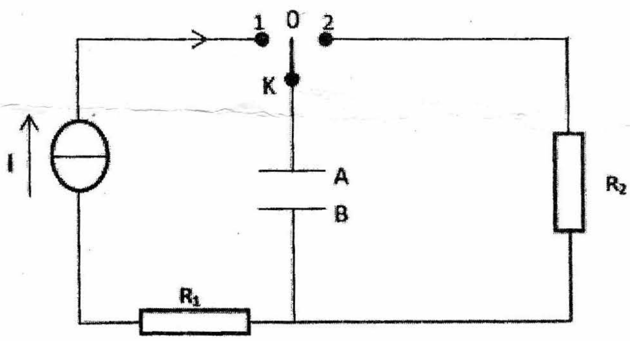


Figure 1

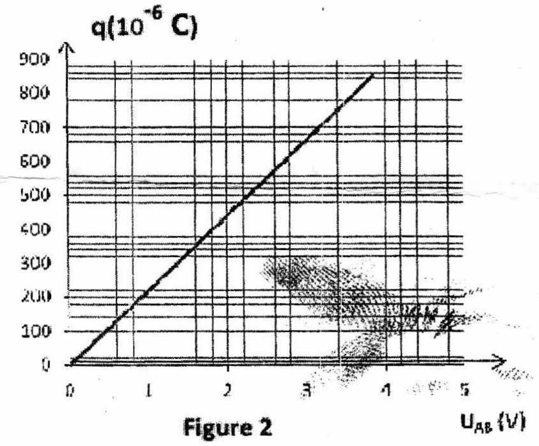


Figure 2

<u>Fin du sujet</u>