

**Composition 2eme Semestre – TS1 – 4 heures**

**Exercice n°1**

Le thorium  ${}^{230}_{90}\text{Th}$  est utilisé pour dater les coraux et les sédiments marins, car sa concentration à la surface des sédiments qui sont en contact avec l'eau de mer reste constante, et elle diminue selon la profondeur dans le sédiment.

1- L'uranium  ${}^{238}_{92}\text{U}$  dissout dans l'eau de mer, donne des atomes de thorium  ${}^{230}_{90}\text{Th}$  avec émission de  $x$  particules  $\alpha$  et  $y$  particules  $\beta^-$ .

1.1- Ecrire l'équation de cette transformation nucléaire en précisant la valeur de  $x$  et celle de  $y$ .

1.2- On désigne par :

- $\lambda$  la constante radioactive du thorium  ${}^{230}\text{Th}$  ;
- $\lambda'$  la constante radioactive de l'uranium  ${}^{238}\text{U}$  ;
- $N({}^{230}\text{Th})$  le nombre de noyaux de thorium 230 à l'instant  $t$  ;
- $N({}^{238}\text{U})$  le nombre de noyaux de l'uranium 238 au même instant  $t$ .

Montrer que le rapport  $\frac{N({}^{230}\text{Th})}{N({}^{238}\text{U})}$  reste constant quand le thorium 230 et l'uranium 238 ont même activité.

2- Le noyau du thorium 230 se désintègre en donnant un noyau de radium  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ .  
Ecrire l'équation de cette réaction nucléaire en précisant la nature du rayonnement émis.

3- On appelle  $N(t)$  le nombre de noyaux de thorium 230 qui se trouve dans un échantillon de corail à l'instant  $t$  et  $N_0$  le nombre de ces noyaux à  $t = 0$ .

Le graphe ci contre représente l'évolution du rapport  $\frac{N(t)}{N_0}$  en fonction du temps.

A l'aide de ce graphe, vérifier que la demi-vie du thorium 230 est :  $t_{1/2} = 7,5 \cdot 10^4$  ans.

4- Ce graphe est utilisé pour dater un sédiment marin.

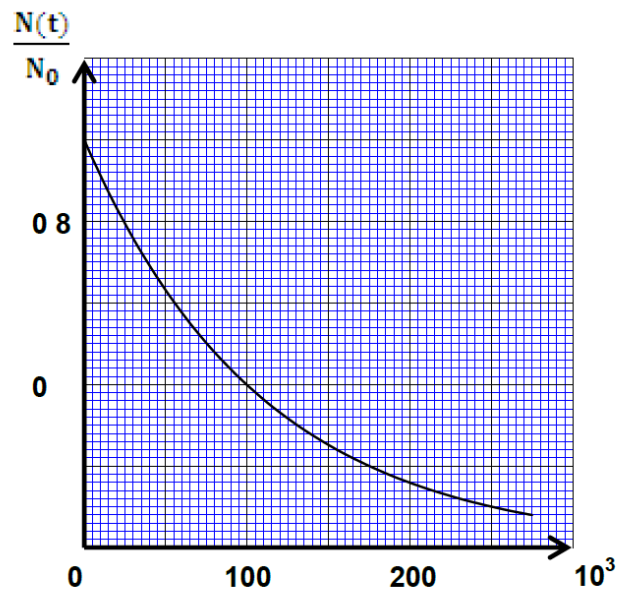
Un échantillon de sédiment de forme cylindrique de hauteur  $h$  est prélevé au fond de l'océan.

L'analyse d'un fragment (1) pris à la base supérieure de cette échantillon, qui est en contact avec l'eau de mer, montre qu'il contient  $m_s = 20 \mu\text{g}$  de thorium 230.

Un fragment (2), de même masse, pris à la base inférieure de l'échantillon contient une masse  $m_p = 1,2 \mu\text{g}$  de thorium 230.

On prend pour origine des dates ( $t = 0$ ) l'instant où la masse du thorium est  $m_0 = m_s$ .

Déterminer, en années, l'âge de la base inférieure de l'échantillon.



Exercice n°2

L'objectif de cet exercice est d'étudier la réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension, les oscillations non amorties dans un circuit LC et les oscillations forcées dans un dipôle RLC série.

**I-Etude du dipôle RC et du circuit LC idéal**

On réalise le circuit électrique schématisé sur la figure 1. Ce circuit comporte :

- Un générateur de f.e.m.  $E$  et de résistance interne négligeable ;
- Une bobine (b) d'inductance  $L_0$  et de résistance négligeable ;
- Deux conducteurs ohmiques de résistance  $r$  et  $R = 20\Omega$  ;
- Un condensateur de capacité  $C$  réglable, initialement déchargé ;
- Un interrupteur  $K$ .

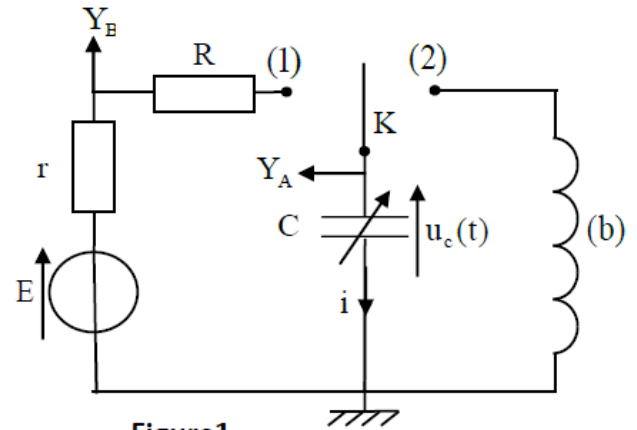


Figure1

**1- Etude du dipôle RC**

On fixe la capacité du condensateur sur la valeur  $C_0$ . A un instant de date  $t = 0$ , on place l'interrupteur  $K$  en position (1). Un système d'acquisition informatisé permet de tracer les courbes  $(\Gamma_1)$  et  $(\Gamma_2)$  de la figure 2 représentant les tensions obtenues en utilisant les voies  $Y_A$  et  $Y_B$  (fig.1). La droite  $(T)$  représente la tangente à la courbe  $(\Gamma_1)$  à  $t=0$ .

1-1- Identifier parmi les courbes  $(\Gamma_1)$  et  $(\Gamma_2)$  celle qui représente la tension  $u_c(t)$ .

1-2- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_c(t)$ .

1-3- Montrer que l'expression de l'intensité du courant juste après avoir placé l'interrupteur en position (1) est

$$i_0 = \frac{E}{R + r}$$

1-4- A l'aide des deux courbes :

1-4-1- Déterminer la valeur de  $r$

1-4-2- Montrer que  $C_0 = 5\mu F$ .

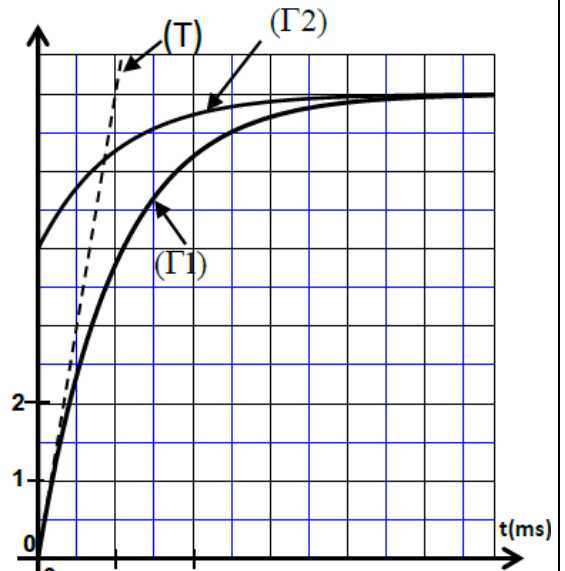


Figure 2

**2-Etude du circuit LC idéal**

Une fois le régime permanent établi, on bascule l'interrupteur  $K$  en position (2) à un instant que l'on choisira comme nouvelle origine des dates ( $t = 0$ ). On obtient ainsi un circuit LC.

2-1- Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant  $i(t)$ .

2-2- La solution de l'équation différentielle s'écrit

sous la forme  $i(t) = I_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$ ;  $T_0$  représente la

période propre de l'oscillateur et  $\varphi$  la phase à  $t=0$  et  $I_m$  l'intensité maximale du courant électrique.

Déterminer la valeur de  $\varphi$ .

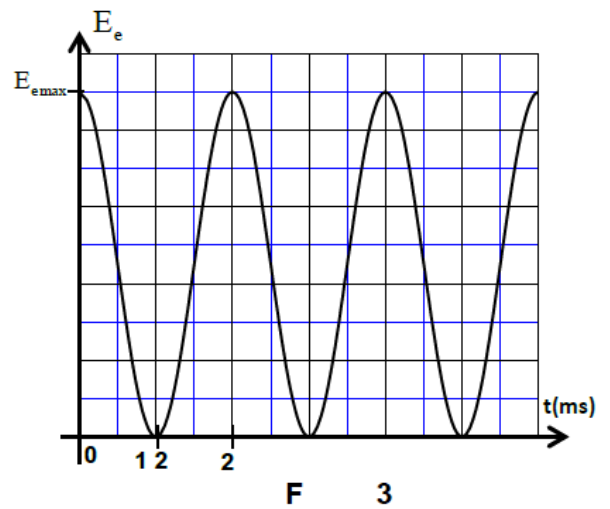
2-3- Etablir, à partir de l'expression de la puissance électrique, l'expression de l'énergie  $E_e(t)$

emmagasinée dans le condensateur en fonction de la charge  $q(t)$  et de la capacité  $C$  du condensateur.

2-4- La courbe représentée sur la figure 3 donne l'évolution de l'énergie électrique  $E_e(t)$  emmagasinée dans le condensateur en fonction du temps.

2-4-1- Calculer l'énergie électrique maximale  $E_{e\max}$ .

2-4-2- A l'aide d'une étude énergétique, trouver la valeur de  $I_m$ .



## II - Les oscillations électriques forcées dans un circuit RLC série

On réalise le circuit électrique schématisé sur la figure 4 qui comporte :

- Un générateur basse fréquence (GBF) qui délivre une tension sinusoïdale  $u_{AB}(t) = U_m \cos(2\pi N.t)$ .

- Un conducteur ohmique de résistance  $R=20\Omega$  ;

- Un condensateur de capacité  $C$  réglable ;

- Une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r_b = 8,3\Omega$  ;

- Un voltmètre.

1- On fixe la capacité du condensateur sur la valeur  $C_1$  et on visualise, à l'aide d'un oscilloscope, la tension  $u_R(t)$  entre les bornes du conducteur ohmique sur la voie  $Y_1$  et la tension  $u_{AB}(t)$  sur la voie  $Y_2$ . On obtient l'oscillogramme représenté sur la figure 5.

1-1- Identifier, parmi les courbes (1) et (2), celle représentant  $u_R(t)$ .

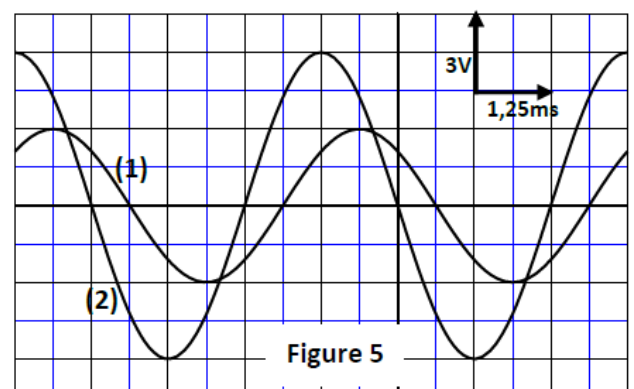
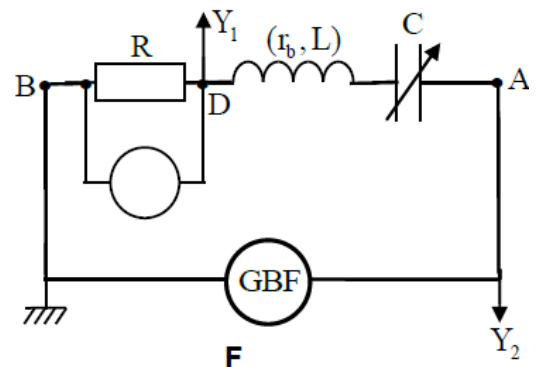
1-2- Déterminer la valeur de l'impédance  $Z$  du circuit.

1-3- Ecrire, l'expression numérique de l'intensité  $i(t)$  du courant circulant dans le circuit.

2- On fixe la capacité  $C$  du condensateur sur la valeur  $C_2 = 10\mu F$ , tout en gardant les mêmes valeurs de  $U_m$  et de  $N$ . Le voltmètre indique alors la valeur  $U_{DB} = 3V$ .

2-1- Montrer que le circuit est dans un état de résonance électrique.

2-2- Déterminer la valeur de  $L$ .



Exercice n°3

**1ère partie (3points) : Séparation des isotopes d'un élément chimique**

La spectrométrie de masse est une technique de détection extrêmement sensible .

A l'origine , elle servait à détecter les différents isotopes d'un élément chimique , mais actuellement elle est utilisée pour étudier la structure des espèces chimiques .

On veut séparer les deux isotopes du zinc à l'aide d'un spectrographe de masse . La chambre d'ionisation produit les ions  $^{68}\text{Zn}^{2+}$  et  $^A\text{Zn}^{2+}$

de masse respective  $m_1$  et  $m_2$  .

Ces ions sont accélérés dans le vide entre deux plaques métalliques parallèles ( $P_1$ ) et ( $P_2$ ) à l'aide d'une tension constante de valeur  $U = 1,00.10^3 \text{ V}$  , figure (1) .

On suppose que les ions quittent la chambre d'ionisation en  $P_1$  sans vitesse initiale .

On néglige le poids des ions devant les autres forces .

**Données :** la charge élémentaire  $e = 1,60.10^{-19} \text{ C}$  .

La masse d'un proton est égale à la masse d'un neutron :  $m_p = m_n = m = 1,67.10^{-27} \text{ kg}$  .

1- Quelle est la plaque qui doit être portée au potentiel le plus élevé ?

2- Montrer que les deux ions  $^{68}\text{Zn}^{2+}$  et  $^A\text{Zn}^{2+}$  possèdent la même énergie cinétique au point O .

3- Exprimer la vitesse  $v_1$  de l'ion  $^{68}\text{Zn}^{2+}$  au point O en fonction de  $U$  ,  $e$  et  $m$  .

En déduire l'expression de la vitesse  $v_2$  de l'ion  $^A\text{Zn}^{2+}$  au même point O en fonction de  $v_1$  et  $A$  .

4- A l'instant  $t = 0$  , les ions  $^{68}\text{Zn}^{2+}$  et  $^A\text{Zn}^{2+}$  pénètrent ensuite dans une région où règne un champ magnétique uniforme orthogonal au plan de la figure d'intensité  $B = 0,10 \text{ T}$  .

Ces ions  $^{68}\text{Zn}^{2+}$  et  $^A\text{Zn}^{2+}$  sont déviés et heurtent la plaque photographique respectivement aux points C et C' .

4.1- Indiquer sur un schéma le sens du vecteur  $\vec{B}$  . Justifier la réponse

4.2- Montrer que le mouvement des ions  $\text{Zn}^{2+}$  a lieu dans le plan  $(O, x, y)$

4.3- Déterminer la nature du mouvement des ions  $\text{Zn}^{2+}$  dans le champ  $\vec{B}$  .

4.4- On donne  $CC' = 8,00 \text{ mm}$  . Déduire la valeur de  $A$  .

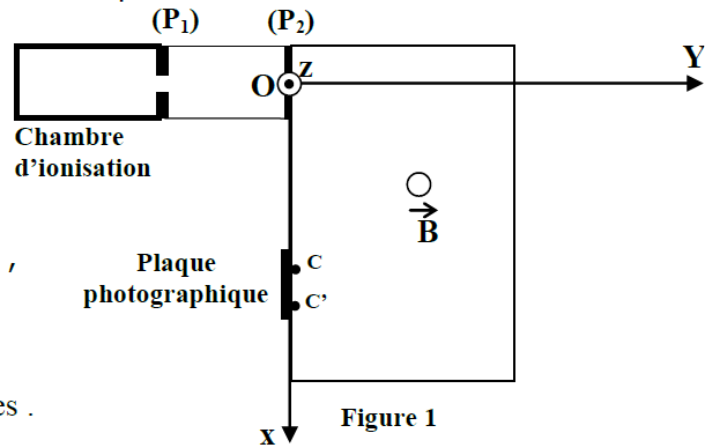


Figure 1

Deuxième partie

Exercice n°4

L'eau est une espèce chimique dont le rôle est primordial en chimie des solutions aqueuses. Dans cet exercice on étudiera :

- une solution aqueuse d'un acide,
- l'hydrolyse d'un ester,
- l'électrolyse de l'eau.

**1-Etude d'une solution aqueuse d'un acide HA:**

On prépare une solution aqueuse  $S_A$  d'acide 2-méthylpropanoïque, noté HA, de volume  $V$  et de concentration molaire  $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  . On désigne par  $A^-$  la base conjuguée de HA .

La mesure du pH de  $S_A$  donne  $\text{pH} = 3,44$  .

1-1- Ecrire l'équation chimique modélisant la réaction de l'acide HA avec l'eau.



**1-2-** Calculer le taux d'avancement final de la réaction et déduire l'espèce chimique prédominante du couple  $\text{HA}_{(\text{aq})}/\text{A}_{(\text{aq})}^-$ .

**1-3 -** Trouver l'expression du  $\text{pK}_A$  du couple  $\text{HA}_{(\text{aq})}/\text{A}_{(\text{aq})}^-$  en fonction de C et de pH. Vérifier que  $\text{pK}_A \approx 4,86$ .

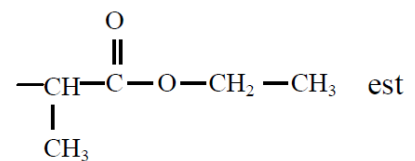
**1-4-** On prend un volume  $V_A = 20 \text{ mL}$  de la solution aqueuse  $S_A$  auquel on ajoute progressivement un volume  $V_B$  d'une solution aqueuse ( $S_B$ ) d'hydroxyde de sodium  $\text{Na}_{(\text{aq})}^+ + \text{HO}_{(\text{aq})}^-$  de concentration molaire  $C_B = C$  avec  $V_B < 20 \text{ mL}$ .

**1-4-1-** Ecrire l'équation modélisant la réaction chimique qui se produit (cette réaction est considérée totale).

**1-4-2-** Trouver la valeur du volume  $V_B$  de la solution ( $S_B$ ) ajouté lorsque le pH du mélange réactionnel prend la valeur  $\text{pH} = 5,50$ .

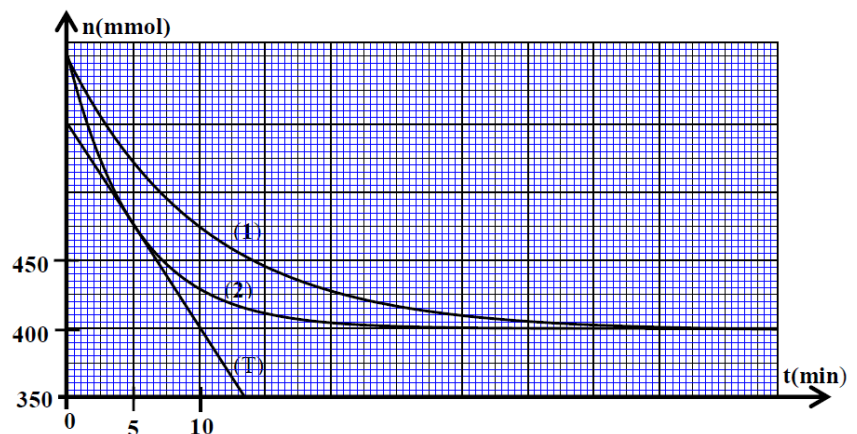
## 2- Hydrolyse d'un ester :

Le 2-méthylpropanoate d'éthyle de formule semi-développée un ester à odeur de fraise. L'hydrolyse de cet ester, noté E, conduit à la formation d'un acide et d'un alcool.



On réalise deux mélanges équimolaires de l'ester E et d'eau. Le volume de chaque mélange est  $V_0$ .

Les courbes (1) et (2) de la figure ci-contre représentent l'évolution au cours du temps, de la quantité de matière de l'ester E à une même température  $\theta$ . L'une des deux courbes est obtenue en réalisant cette hydrolyse sans catalyseur.



**2-1-** Ecrire, en utilisant les formules semi-développées, l'équation modélisant la réaction qui se produit.

**2-2-** Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction dans le cas de la transformation correspondant à la courbe (1).

**2-3-** Indiquer, en justifiant la réponse, la courbe correspondant à la réaction d'hydrolyse sans catalyseur.

**2-4-** En utilisant la courbe (2), déterminer en  $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$  la vitesse volumique de réaction à l'instant  $t_1 = 5 \text{ min}$  ((T) représente la tangente à la courbe (2) au point d'abscisse  $t_1$ ). On prend le volume du mélange réactionnel  $V_0 = 71 \text{ mL}$ .