

## Devoir n°5– Sciences Physiques – 2 heures

### Exercice n°1:

**Exercice n° : 5** Deux dipôles  $D_1$  et  $D_2$  inconnus, mais chacun d'eux peut être : un résistor de résistance  $R'$ , Une inductance pure  $L$  ou un condensateur parfait de capacité  $C$ . On veut identifier  $D_1$  et  $D_2$  et déterminer ses grandeurs caractéristiques, on dispose alors d'un résistor de résistance  $R = 155,5 \, \Omega$ , d'un oscilloscope bicourbe et d'un générateur basse fréquence. Pour atteindre cet objectif, on a réalisé le montage de la figure 1. Le circuit est alimenté par une tension alternative sinusoïdale  $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$ .

- Dans une première expérience on a visualisé la tension  $u_{NM}$  sur la voie 2 de l'oscilloscope et la tension  $u_{PM}$  sur la voie 1 on a obtenu les courbes de la figure 2.

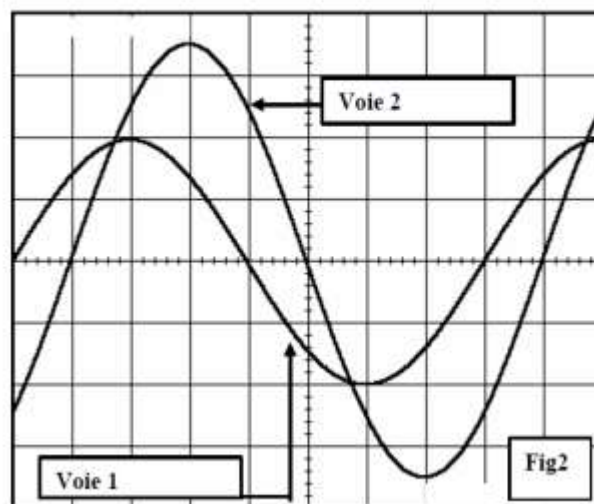
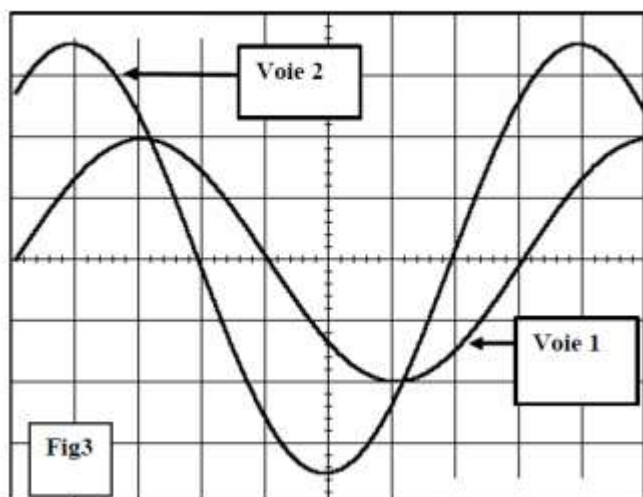
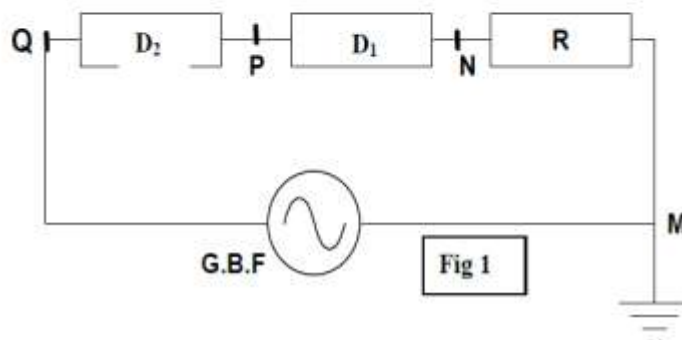
- Au cours d'une deuxième expérience on a visualisé la tension  $u_{NM}$  sur la voie 2 de l'oscilloscope et la tension  $u_{QM}$  sur la voie 1 on a obtenu les courbes de la figure 3.

On donne :

Sensibilité horizontale : 1 ms par division.

Sensibilité verticale Voie 1 : 5 V par division

Voie 2 : 2 V par division .



1- a- A partir de l'oscillogramme de la figure 2 , Montrer que le dipôle  $D_1$  est une inductance.

b- Etudier l'oscillogramme de la figure 3 et montrer que le dipôle  $D_2$  est un condensateur.

2- A partir de l'oscillogramme de la figure 3, déterminer :

a- La fréquence  $N$  et la valeur efficace  $U$  de la tension  $u(t)$  délivrée par le générateur.

b- L'intensité efficace  $I$  du courant qui traverse le circuit (le résultat doit être donné avec trois chiffres après la virgule.). En déduire l'impédance  $Z$  du circuit.

c- Le déphasage  $\Delta\phi$  de la tension aux bornes de tout le circuit par rapport à l'intensité du courant qui le traverse. Quelle est la nature du circuit ?

d- Ecrire l'expression de  $i(t)$ .

3- L'équation différentielle régissant les variations de l'intensité du courant dans le circuit est

$$L \frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{C} \int i dt = u.$$

a- Faire correspondre à chaque fonction un vecteur de Fresnel. Sachant que la valeur de l'inductance est  $L = 0,2 \, \text{H}$ , Faire la construction de la figure 4 page 4 ( 1V est représenté par 1 cm).

b- Déduire la valeur de la capacité  $C$  du condensateur.

- 4- On règle la fréquence du générateur B.F à une valeur  $N_1$  de manière que la tension efficace  $U_{QN} = 0$ .
- a- Montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité. En déduire la valeur de la fréquence  $N_1$ .
- b- Calculer dans ces conditions le rapport  $U_{QP} / U_{QM}$ . Que représente ce rapport.
- 5- La fréquence de la tension excitatrice est réglée à une valeur quelconque  $N_2$ .
- a- Montrer que la puissance électrique moyenne de ce circuit s'écrit sous la forme  $P = RU^2/(R^2 + A^2)$ . On donnera l'expression de A en fonction de  $\omega$  et des grandeurs caractéristiques de  $D_1$  et de  $D_2$ .
- b- Pour quelle valeur de R cette puissance moyenne est maximale ?
- c- Montrer que pour cette valeur de R, le déphasage courant-tension est indépendant de  $\omega$ , de L et de C et qu'il est toujours égal à  $\pm \pi/4$  rad.

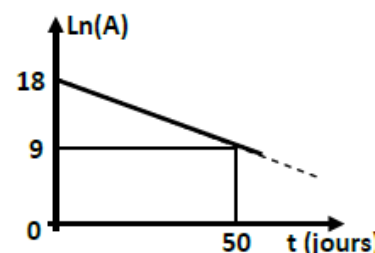
### Exercice n°2:

Données :  $1u=1,66.10^{-27}$  kg ;  $1\text{MeV}=1,6.10^{-13}\text{J}$ ,  $1u=931,5\text{MeV}.c^{-2}$ .

| noyau ou particule | Radon                  | Radium                 | Hélium          | Proton         | Neutron        |
|--------------------|------------------------|------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| Symbole            | $^{222}_{86}\text{Rn}$ | $^{226}_{88}\text{Ra}$ | $^4_2\text{He}$ | $^1_1\text{P}$ | $^1_0\text{n}$ |
| Masse (en u)       | 221,970                | 226,977                | 4,00150         | 1,00728        | 1,00866        |

L'air contient l'isotope du radon 222 en quantité plus ou moins importante. Ce gaz radioactif naturel provient des roches qui contenaient de l'uranium et du radium.

1. A un instant pris comme origine du temps ( $t=0$ ), l'activité d'un échantillon de radon 222 est  $A_0$ . À une date ultérieure  $t$ , cet activité devient A.



La mesure de l'activité A de cet échantillon à différents instants t a permis de tracer la courbe de la figure ci-contre représentant les variations de  $\text{Ln}(A)$  en fonction du temps t où Ln désigne le logarithme népérien et A est l'activité de l'échantillon à l'instant t, exprimée en Bq.

- a. Donner l'expression de la loi de décroissance radioactive en fonction de A.
- b. Déduire graphiquement la valeur de la période radioactive du radon 222.
- c. Calculer le nombre N de noyau de radon 222 désintégrés pendant 50 jours.
2. a. Donner l'expression littérale du défaut de masse  $\Delta m$  du noyau de radon 222.
- b. Calculer, en MeV, l'énergie de liaison du noyau de radon 222.
- c. En déduire l'énergie de liaison par nucléon du noyau de radon 222.

3. Le noyau de radon 222 se forme par désintégration du noyau de radium 226.

Cette désintégration s'accompagne par l'émission d'une particule  $^A_Z\text{x}$ .

- a. Préciser, en justifiant, la nature de la particule  $^A_Z\text{x}$ .
- b. Calculer en MeV l'énergie libérée au cours de cette désintégration.
4. Dans une centrale nucléaire à neutrons lents, le combustible est de l'uranium enrichi. Lors de la fission d'un noyau d'uranium  $^{235}_{92}\text{U}$ , un grand nombre de réactions nucléaires sont possibles parmi celles-ci, il y en a une qui donne les noyaux de zirconium et de tellure, dont les symboles des noyaux sont  $^{99}_{40}\text{Zr}$  et  $^{134}_{52}\text{Te}$ .

- a. Ecrire l'équation de la fission nucléaire du noyau d'uranium 235 bombardé par un neutron.
- b. A l'aide de la courbe d'Aston, on a relevé les valeurs du tableau suivant :

| Noyau                                | $^{235}_{92}\text{U}$ | $^{99}_{40}\text{Zr}$ | $^{134}_{52}\text{Te}$ |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Energie de liaison par nucléon (MeV) | 7,3                   | 8,7                   | 8,5                    |

A partir de ce tableau dégager l'intérêt énergétique de cette réaction de fission.



5. le noyau de zirconium  ${}^{99}_{40}\text{Zr}$  est instable, il se désintègre en donnant un noyau de niobium  ${}^A_Z\text{Nb}$  et une particule  $\beta^-$ .

a. Ecrire l'équation de la réaction de désintégration du noyau en précisant la valeur du nombre de masse  $A$  et du nombre de charge  $Z$  du noyau de niobium  ${}^A_Z\text{Nb}$ .

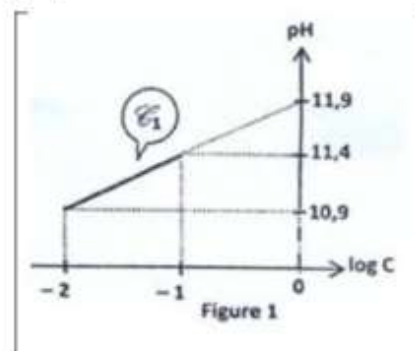
b. Expliquer l'origine d'émission de  $\beta^-$ .

### Exercice n°3:

Pour préparer trois solutions aqueuses ( $S_1$ ), ( $S_2$ ) et ( $S_3$ ) de même concentration molaire  $C_0 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ , on dissout respectivement trois monobases  $B_1$ ,  $B_2$  et  $B_3$  dans l'eau pure.

#### 1. Étude de la base $B_1$ appartenant au couple $B_1\text{H}^+ / B_1$

a) La mesure du pH au cours de la dilution de ( $S_1$ ) pour des valeurs de la concentration  $C$  allant de  $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  à  $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ , a permis de tracer la courbe  $\mathcal{E}_1$  de la figure 1.



a<sub>1</sub>) A partir de la courbe  $\mathcal{E}_1$ , établir la relation qui lie pH à  $\log C$  sous la forme  $\text{pH} = b + a \log C$  où  $a$  et  $b$  sont des constantes à déterminer.

a<sub>2</sub>) A partir de la relation qui lie pH à  $\log C$ , déduire si la base  $B_1$  est une monobase forte.

b) Pour une solution aqueuse de base faible  $B$ , de concentration  $C$ ,

b<sub>1</sub>) Recenser les espèces chimiques présentes dans la solution.

b<sub>2</sub>) Déterminer l'expression de la constante d'acidité du couple  $\text{BH}^+ / B$  en fonction de  $C$  puis déduire la relation qui lie pH à  $\log C$  en précisant les approximations utilisées.

b<sub>3</sub>) En déduire la valeur du  $\text{pK}_{a1}$  du couple  $B_1\text{H}^+ / B_1$ .

#### 2. Étude des bases $B_2$ et $B_3$

Les résultats de la mesure de pH de chacune des solutions

( $S_2$ ) et ( $S_3$ ) préparées sont consignés dans le tableau ci-contre.

| Solution | ( $S_2$ ) | ( $S_3$ ) |
|----------|-----------|-----------|
| pH       | 11,1      | 13,0      |

a) Dans chacune de ces solutions de base de concentration  $C_0$ , on définit une proportion  $\alpha$  de molécules de  $B$  ayant réagi sur l'eau par rapport aux molécules de  $B$  introduites par  $\alpha = \frac{[\text{BH}^+]}{C_0}$ .

a<sub>1</sub>) Montrer que  $\alpha$  peut se mettre sous la forme  $\alpha = \frac{10^{\text{pH} - \text{pK}_e}}{C_0}$ .

a<sub>2</sub>) Calculer  $\alpha$  pour les deux solutions ( $S_2$ ) et ( $S_3$ ) et en déduire que  $B_2$  est une base faible alors que  $B_3$  est une base forte.

b) A un même volume  $V_{S_2} = 10 \text{ mL}$  de ( $S_2$ ) et  $V_{S_3} = 10 \text{ mL}$  de ( $S_3$ ), on ajoute progressivement et séparément une solution d'acide nitrique  $\text{HNO}_3$  (acide fort) de concentration molaire  $C_A$ . La mesure du pH, après chaque ajout d'un volume  $V_A$  de la solution acide, a permis de tracer dans chaque cas, la courbe  $\text{pH} = f(V_A)$ .

Les courbes  $\mathcal{E}_2$  et  $\mathcal{E}_3$  obtenues sont représentées sur la figure 2.

b<sub>1</sub>) Identifier et reproduire la courbe  $\mathcal{E}_3$  qui correspond à l'évolution du pH du mélange réactionnel entre ( $S_3$ ) et la solution d'acide nitrique.

b<sub>2</sub>) Définir l'équivalence acido-basique et déduire la valeur de  $C_A$ .

c) En exploitant la courbe  $\mathcal{E}_2$ , déterminer la valeur de  $\text{pK}_{a2}$  du couple  $B_2\text{H}^+ / B_2$  et vérifier que  $B_2$  est une base plus faible que  $B_1$ .

d) Écrire l'équation de la réaction entre  $B_2$  et l'acide nitrique.

e) Montrer, sans faire de calcul, que la solution obtenue à l'équivalence au point  $E_2$  est acide.

f) Calculer  $\text{pH}_{E_2}$  du mélange obtenu à l'équivalence sachant que le pH dans ces conditions s'écrit :  $\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{pK}_{a2} - \log[B_2\text{H}^+])$ , où  $[B_2\text{H}^+]$  est la concentration de l'acide  $B_2\text{H}^+$  à l'équivalence.

