

## Chimie : 6,5 pts

**L'acide benzoïque  $C_6H_5COOH$ , est utilisé comme produit de conserve dans l'industrie alimentaire. C'est un solide de couleur blanche.**

### 1- Réaction de l'acide benzoïque avec l'eau :

On prépare une solution aqueuse ( $S_1$ ) d'acide benzoïque, par dissolution d'un échantillon de masse  $m$  de cet acide dans l'eau distillée, pour obtenir un volume  $V = 100 \text{ mL}$  de solution de concentration molaire  $C_1 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ .

**On donne :**

\* Masse molaire d'acide benzoïque :  $M = 122 \text{ g.mol}^{-1}$ .

\* Les conductivités molaires ioniques en  $\text{mS.m}^2 . \text{mol}^{-1}$  Sont :  $\lambda_1 = \lambda_{Na^+} = 5,0$  ;  $\lambda_2 = \lambda_{C_6H_5COO^-} = 3,2$  ;  $\lambda_3 = \lambda_{CH_3COO^-} = 4,1$ .

\* On rappelle que la conductivité  $\sigma$  d'une solution aqueuse ionique est :  $\sigma = \sum \lambda_i . [X_i]$

On mesure le pH de la solution ( $S_1$ ) d'acide benzoïque à  $25^\circ\text{C}$ , on trouve  $\text{pH}_1 = 2,6$ .

1-1- Calculer la valeur de la masse  $m$  (0,25)

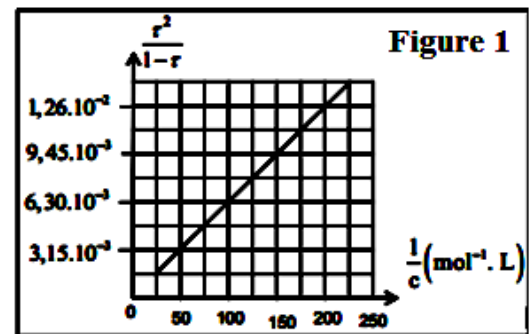
1-2- Écrire l'équation modélisant la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau (0,25)

1-3- Construire le tableau descriptif de l'évolution du système, et calculer la valeur du taux d'avancement final  $\tau_1$  de la réaction, conclure (0,75)

### 2- Détermination de la constante d'équilibre de la réaction

À l'aide des mesures du pH des solutions aqueuses d'acide benzoïque de concentrations différentes, on détermine le taux d'avancement final  $\tau$  de chaque solution. La courbe de la figure

1 représente la fonction  $\frac{\tau^2}{1-\tau}$  en fonction de  $\frac{1}{C}$



2.1- Trouver l'expression de la constante d'équilibre  $K$  de la réaction en fonction de  $\tau$  et  $C$ . (0,5)

2.2- En exploitant la courbe de la figure 1, déterminer la valeur de  $K$  (0,5)

2-3 calculer le **pH** d'une solution d'acide benzoïque si  $[C_6H_5COOH_{(aq)}] = 10 . [C_6H_5COO^-_{(aq)}]$  (0,5)

### 3- Influence de la dilution sur le taux d'avancement final de la réaction

On dilue la solution ( $S_1$ )  $\alpha$  fois pour obtenir une solution ( $S_2$ ) d'acide benzoïque. La mesure de pH donne  $\text{pH}_2 = 3,12$

3-1 montrer que  $\alpha = \frac{C_1 . K . 10^{\text{pH}_2}}{(10^{-\text{pH}_2} + K)}$ , calculer la valeur de  $\alpha$  (0,75)

3-2 déduire la valeur de taux d'avancement final  $\tau_2$  (0,5)

3-3 comparer les valeurs de  $\tau_2$  et  $\tau_1$  et conclure (0,5)

### 4- Réaction de l'acide benzoïque avec l'ion éthanoate

Dans un flacon contenant de l'eau, on introduit  $n_0 = 3.10^{-3} \text{ mol}$  d'acide benzoïque et  $n_0 = 3.10^{-3} \text{ mol}$

d'éthanoate de sodium  $CH_3COONa$ . On obtient une solution aqueuse de volume  $V=100 \text{ mL}$ .

On modélise la transformation chimique qui s'effectue par l'équation suivante :



La mesure de la conductivité du milieu réactionnel à l'équilibre donne la valeur  $\sigma = 255 \text{ mS.m}^{-1}$ .

4.1- Montrer que l'expression de taux d'avancement finale de la réaction s'écrit :

$$\tau = \frac{\sigma \cdot V}{n_0 (\lambda_2 - \lambda_3)} - \frac{\lambda_1 + \lambda_3}{\lambda_2 - \lambda_3} \quad \text{Calculer sa valeur.} \quad (1)$$

4.2- Trouver l'expression de la constante d'équilibre  $K$  associé à l'équation de la réaction en fonction de  $\tau$ . Calculer sa valeur. (1)

## Physique : 13 pts

### Exercice 1 : 5pts

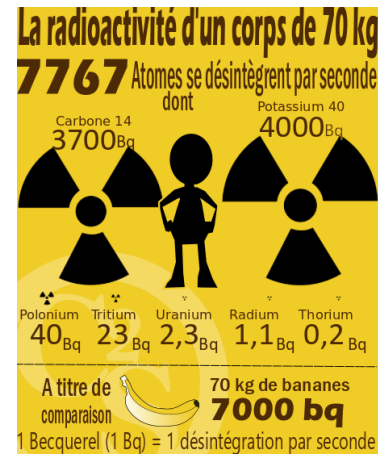
A l'état naturel il existe 3 isotopes du potassium  $K$  : les isotopes  $^{39}_{19}K$ ,  $^{40}_{19}K$  et  $^{41}_{19}K$ . Le potassium  $^{40}_{19}K$  est radioactif et possède la particularité de se désintégrer en deux noyaux différents : dans 89 % des cas en calcium-40  $^{40}_{20}Ca$  et dans 11 % des cas en argon-40  $^{40}_{18}Ar$

Le but de cet exercice est d'étudier la désintégration du potassium 40 dans le corps humain et la datation des roches volcaniques par méthode potassium – argon

Données :  $m(e) = 5,11910 \cdot 10^{-4} u$  ;  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  ;  $1u = 931,5 \text{ MeV} / c^2$  ;  
demi-vie de  $^{40}_{19}K$  :  $t_{1/2} = 1,5 \cdot 10^9$  années ;  $M(^{40}_{19}K) = 40 \text{ g mol}^{-1}$ .  
 $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ .

### I- Le potassium dans le corps humain

Nous sommes tous naturellement radioactifs ! Dans notre corps, environ 7767 désintégrations ont lieu par seconde, essentiellement dues à la présence de carbone et de potassium radioactifs...éléments responsable de plus de la moitié de la radioactivité du corps humain, à raison d'environ 4000 désintégrations par seconde pour un homme de 70 kg. nous sommes nous-mêmes radioactifs.



1- Écrire l'équation de désintégration d'un noyau de potassium 40  $^{40}_{19}K$  en noyau de calcium  $^{40}_{20}Ca$ , et déterminer le type de la désintégration (0,5)

2- La figure 2 représente le diagramme de la désintégration précédente. On utilisant ce diagramme déterminer :

a- L'énergie de liaison de noyau  $^{40}_{19}K$  et de noyau  $^{40}_{20}Ca$  et comparer ses stabilités (0,5)

b- L'énergie  $E_{lib}$  libérée par cette désintégration. (0,25)

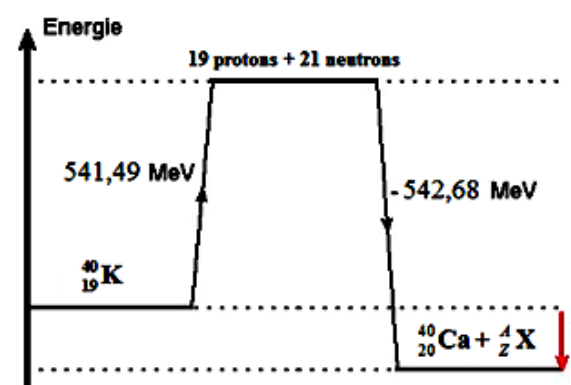


Figure 2

3- L'énergie libérée par cette désintégration se transforme totalement en énergie cinétique reçue par l'électron. Calculer la vitesse de l'électron ? (0,25)

4- La masse de potassium 40 existant, à une date  $t$ , dans le corps d'un adulte est, en moyenne, égale  $2,6 \cdot 10^{-3} \%$  de sa masse. Une personne adulte a une masse  $m = 70 \text{ kg}$ .

4-1 Calculer la masse  $m$  de potassium 40 contenu dans le corps de cette personne à la date  $t$ . (0,5)

4-2 Calculer la valeur de l'activité  $a$  de la masse  $m$  à la date  $t$ . (0,5)

4-3 Déduire, en J, l'énergie  $E$  libérée chaque seconde par la masse  $m$ . (0,5)

## II – Datation par le potassium 40

Certaines roches volcaniques contiennent du potassium naturel K qui représente 5% de sa masse. parmi ses isotopes il existe le potassium 40  $^{40}_{19}\text{K}$ , la datation de la roche volcanique sera basée sur la proportion, dans la roche, du potassium 40 et de l'argon  $^{40}_{18}\text{Ar}$ . Au moment de leur formation ces roches ne contiennent pas d'argon, puis le potassium 40 disparaît en même temps que l'argon apparaît.

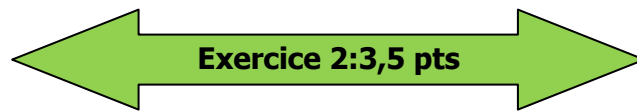
Un géologue analyse une roche volcanique de masse  $m=100\text{g}$  à une date  $t$  et trouve les rapports suivants :

$$p = \frac{N(^{40}\text{K})}{N(\text{K})} = 1,2 \cdot 10^{-4} \quad \text{et} \quad r = \frac{N(^{40}\text{Ar})}{N(^{40}\text{K})} = 0,4$$

2.1 Ecrire l'équation de la désintégration de potassium  $^{40}_{19}\text{K}$  en l'argon  $^{40}_{18}\text{Ar}$  (0,5)

2.3 montrer que l'activité de la roche analysé par le géologue à l'instant  $t$  s'exprimer par la relation :  $a(t) = \lambda \cdot \frac{0,05 \cdot p \cdot m \cdot N_A}{M(^{40}\text{K})}$  calculer sa valeur (0,75)

2.4 trouver l'âge  $t$  de la roche volcanique en fonction de  $r$  et  $t_{1/2}$  calculer  $t$  (0,75)

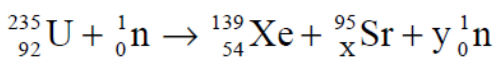


Un sous-marin utilise comme combustible l'uranium naturel qui contient un mélange enrichi en isotope  $^{235}_{92}\text{U}$  (cet isotope est fissile) et de l'Uranium 238 (isotope radioactif).

**Données :** Constante d'Avogadro :  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$  ; Masse molaire de  $^{235}_{92}\text{U}$  :  $M(\text{U}) = 235 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;  $1 \text{an} = 3,15 \times 10^7 \text{secondes}$

1- . Donner la structure du noyau noté  $^{235}_{92}\text{U}$ . (0,25)

2- Les noyaux d'uranium  $^{235}_{92}\text{U}$  peuvent subir différentes fissions en captant un neutron thermique. On modélise cette transformation par l'équation nucléaire suivante :



Déterminer les valeurs de  $x$  et  $y$  en inspirant la loi appliquée. (0,5)

3- La figure 3 représente la courbe d'Aston . on utilisant cette courbe déterminer les énergies de liaisons par nucléons suivantes  $\xi(^{95}_{38}\text{Sr})$ ,  $\xi(^{139}_{54}\text{Xe})$  et  $\xi(^{235}_{92}\text{U})$  (0,75)

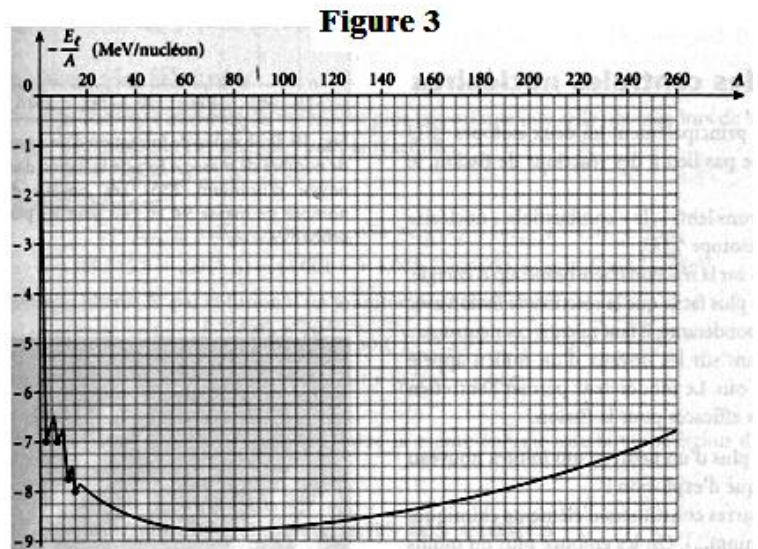
4- Exprimer l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium en fonction des énergies de liaisons par nucléons des noyaux  $^{95}_{38}\text{Sr}$ ,  $^{139}_{54}\text{Xe}$  et  $^{235}_{92}\text{U}$  et calculer sa valeur en Mev et en Joule (0,75)

5- Le réacteur nucléaire de sous-marin fournit une puissance nucléaire moyenne de 150 MW.

5-1 Montrer que le nombre de noyaux d'uranium qui fissionner par seconde est  $3,5 \times 10^{18}$  (0,5)

5-2 Déduire la masse d'uranium consommée en 1s par le réacteur nucléaire (0,5)

5-3 Le sous-marin est prévu pour naviguer pendant une durée de 2 ans. Quelle masse minimum d'uranium 235 devra-t-il embarquer pour assurer son approvisionnement en énergie pendant cette durée ? (0,25)



Exercice 3:5pts

On réalise le montage représenté sur la figure 4 qui constitue par :

- Générateur idéal de tension de f.e.m  $E$
- Conducteur ohmique de résistance  $R$
- Trois condensateurs initialement déchargés des capacités  $C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C = 100\mu F$
- Interrupteur  $K$

On ferme l'interrupteur à  $t=0$

1- Montrer que la relation qui lie les tensions  $u_{C1}$  et  $u_{C2}$

est  $u_{C2} = \frac{2}{3} \cdot u_{C1}$  (0,5)

2- Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la

tension  $u_R$  au borne du conducteur ohmique s'écrit sous la forme :  $u_R + \frac{3RC}{5} \cdot \frac{du_R}{dt} = 0$

(0,5)

3- la solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme :  $u_R = A \cdot e^{-\lambda \cdot t}$ , déterminer  $A$  et  $\lambda$  en fonction de  $E$ ,  $R$  et  $C$

(0,5)

4- montrer que l'expression de  $u_{C1}$  est  $u_{C1} = \frac{3}{5} E \cdot (1 - e^{-\lambda \cdot t})$  et

déduire l'expression de  $u_{C2}$  (0,5)

5- on visualise à l'aide d'un oscilloscope la courbe qui représente la variation de la tension  $u_R$  et la courbe qui représente la variation de l'un des tensions  $u_{C1}$  ou  $u_{C2}$

(figure5)

5-1 quelle est la courbe qui représente la tension  $u_R$  justifié

(0,25)

5-2 déterminer la valeur de ( f.e.m)  $E$  (0,25)

5-3 qu'elle tension  $u_{C1}$  ou  $u_{C2}$  représente par l'autre courbe justifié

(0,25)

5-4 montrer que l'instant  $t_1$  de l'intersection de deux courbes vérifié  $t_1 = \frac{3RC}{5} \ln\left(\frac{8}{3}\right)$  (0,5)

5-5 sachant que  $t_1 = 2,9425ms$  calculer la valeur de  $R$  (0,25)

6- calculer on régime permanent la valeur de tension au borne de chaque condensateur (0,5)

7- déduire l'expression de l'énergie  $E_{eT}$  la somme des 'énergies emmagasinées dans les condensateurs en régime permanent (0,5)

8- sachant que l'énergie fournie par le générateur est  $E_g = \frac{3}{5} C \cdot E^2$  calculer le rendement de

circuit  $\rho = \frac{E_{eT}}{E_g}$  (0,5)

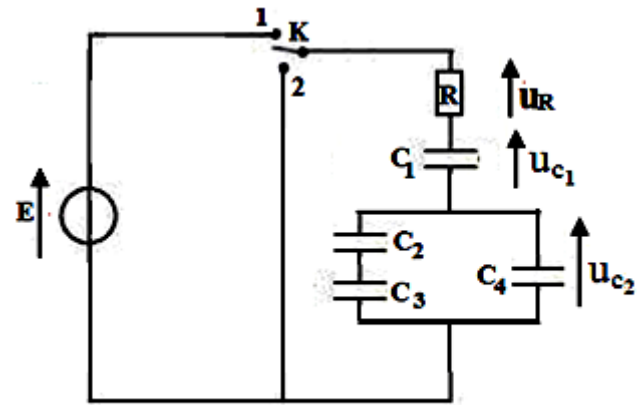


Figure 4

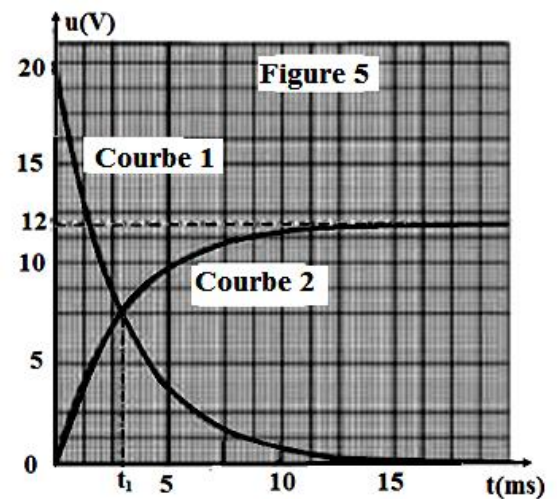


Figure 5