

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 $\text{mS.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ 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 σ d'une solution aqueuse ionique est : $\sigma = \sum \lambda_i \cdot [X_i]$

On mesure le pH de la solution (S_1) d'acide benzoïque à 25°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 τ_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 τ 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 τ 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 $[C_6H_5COOH_{(aq)}] = 10 \cdot [C_6H_5COO^-_{(aq)}]$ (0,5)

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

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

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

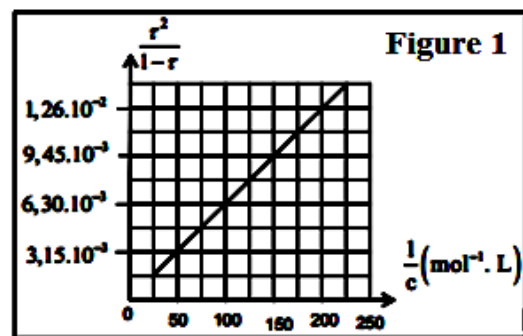
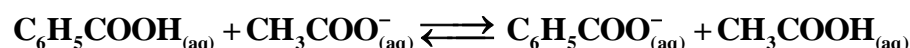
3-2 déduire la valeur de taux d'avancement final τ_2 (0,5)

3-3 comparer les valeurs de τ_2 et τ_1 et conclure (0,5)

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

Dans un flacon contenant de l'eau, on introduit $n_0 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ d'acide benzoïque et $n_0 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ 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 τ . Calculer sa valeur. (1)

Physique : 13 pts

Exercice 1 : 5pts

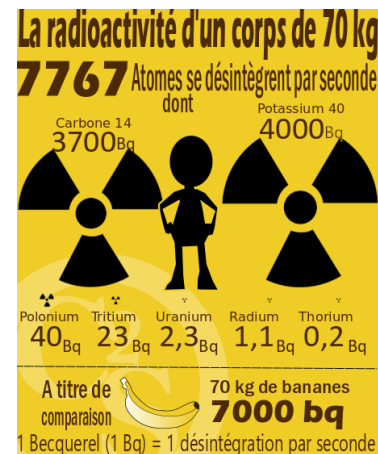
A l'état naturel il existe 3 isotopes du potassium K : les isotopes $^{39}_{19}\text{K}$, $^{40}_{19}\text{K}$ et $^{41}_{19}\text{K}$. Le potassium $^{40}_{19}\text{K}$ est radioactif et possède la particularité de se désintégrer en deux noyaux différents : dans 89 % des cas en calcium-40 $^{40}_{20}\text{Ca}$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

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

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 $^{40}_{19}\text{K}$ en noyau de calcium $^{40}_{20}\text{Ca}$, 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 $^{40}_{19}\text{K}$ et de noyau $^{40}_{20}\text{Ca}$ et comparer ses stabilités (0,5)

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

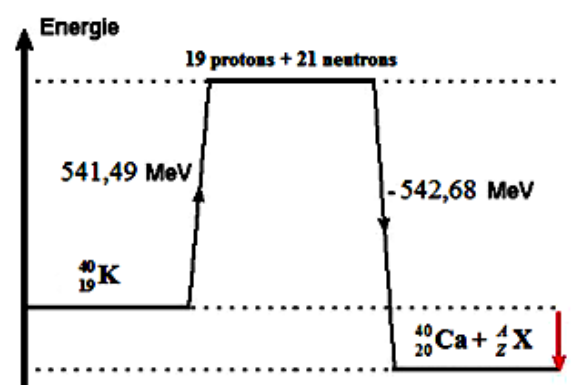


Figure 2

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.

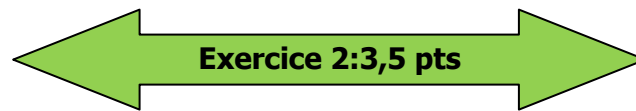
Un géologue analyse une roche volcanique de masse $m=100\text{g}$ à une date t et trouve les rapports suivants :

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

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)



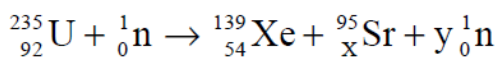
Exercice 2:3,5 pts

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)

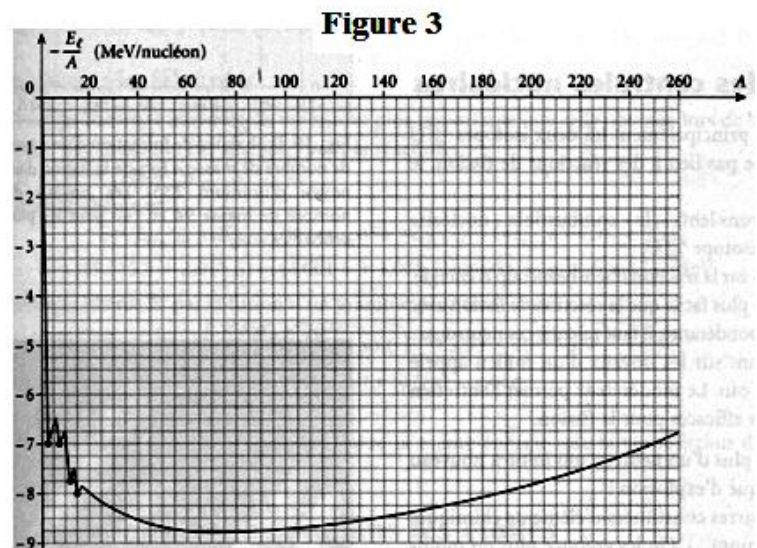
4- Exprimer l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium en fonction des énergies de liaisons par nucléons des noyaux $^{95}_{38}\text{Sr}$, $^{139}_{54}\text{Xe}$ et $^{235}_{92}\text{U}$ et calculer sa valeur en Mev et en Joule (0,75)

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 $C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C = 100\mu\text{F}$
- 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)

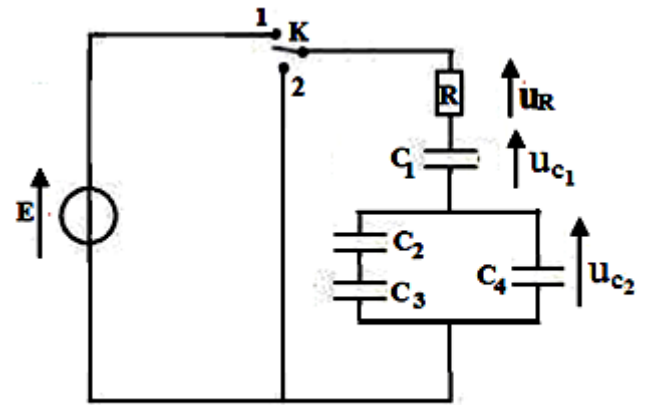


Figure 4

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 : $u_R = A \cdot e^{-\lambda t}$, déterminer A et λ en fonction de **E**, **R** et **C**

(0,5)

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

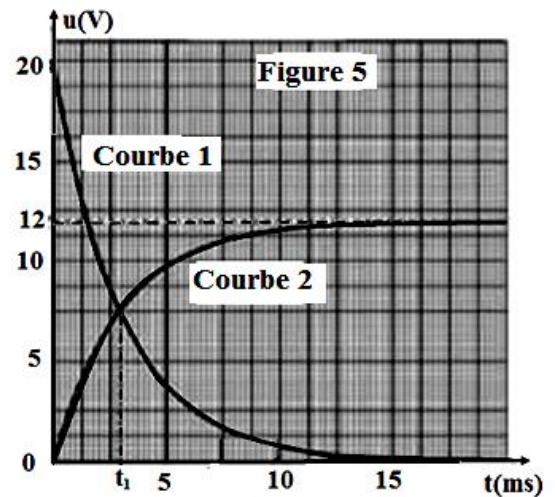


Figure 5

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 $t_1 = 2,9425\text{ms}$ 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)