

Devoir Surveillé N°2
2ème année baccalauréat Sciences Mathématiques
Durée 2h00

Chimie 7pts - 45min

Transformations non totales d'un système chimique(7pts)-45min

L'acide benzoïque C_6H_5COOH (que l'on pourra noter AH) et le benzoate de sodium C_6H_5COONa (que l'on pourra noter NaA) sont des solides conservateurs alimentaires, utilisés en particulier dans les boissons rafraîchissantes de type soda ; ils sont respectivement désignés par le code européen E 210 et E 211.

Cet exercice a pour objectif de d'étudier le comportement d'acide benzoïque.

Données pour tout l'exercice Les conductivités molaires ioniques : $\lambda_1 = \lambda_{H_3O^+} = 35. mS.m^2/mol$;

$\lambda_2 = \lambda_{Cl^-} = 7,63. mS.m^2/mol$; $\lambda_3 = \lambda_{C_6H_5COO^-} = 3,25. mS.m^2/mol$;

$\lambda_4 = \lambda_{Na^+} = 5. mS.m^2/mol$; $\lambda_5 = \lambda_{CH_3COO^-} = 4,1. mS.m^2/mol$

Partie 1 : Étude pH-métrique d'une solution d'acide benzoïque

1. On dispose d'une solution aqueuse (S_A) d'acide benzoïque C_6H_5COOH de concentration molaire en soluté apporté $C_A = 1,5.10^{-2} mol.L^{-1}$. Son pH est égal à 3,0.

- | | |
|------|--|
| 0,25 | 1.1 Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide benzoïque et l'eau. |
| 0,75 | 1.2 Exprimer et calculer le taux d'avancement final τ de cette réaction. |
| 0,75 | 1.3 exprimer la constante d'équilibre en fonction de C_A et τ . calculer sa valeur |
| 0,75 | 1.4. Qu'elle sera la valeur du taux d'avancement τ' pour une solution aqueuse d'acide benzoïque de concentration $C'_A = \frac{C_A}{20}$. justifier |

2. On considère une solution aqueuse d'acide benzoïque C_6H_5COOH de concentration molaire en soluté apporté C et de volume V . la mesure de la conductance de cette solution donne la valeur $G_1 = 8,6.10^{-5} S$, la conductance d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique ($H_3O^+ + Cl^-$) de même concentration et dans les mêmes conditions est $G_2 = 4,3.10^{-4} S$

- | | |
|------|--|
| 0,25 | 2.1. Dresser le tableau descriptif de l'évolution du système de la réaction entre l'acide benzoïque et l'eau. |
| 1 | 2.2. Exprimer le taux d'avancement final τ , de la réaction d'acide benzoïque en fonction de G_1 , G_2 , λ_{Cl^-} , $\lambda_{H_3O^+}$, $\lambda_{C_6H_5COO^-}$ - Calculer sa valeur. |
| 0,75 | 2.3. Calculer la concentration molaire C . |

3. On mélange dans un becher un volume $V_0 = 50 mL$ d'une solution aqueuse d'acide benzoïque C_6H_5COOH de concentration $C_0 = 6.10^{-2} mol/L$ avec le même volume V_0 d'une solution d'éthanoate sodium ($CH_3COO^-_{(aq)}, Na^+_{(aq)}$), de même concentration C_0

La mesure de la conductivité de la solution à l'équilibre a donnée: $\sigma = 255 mS/m$

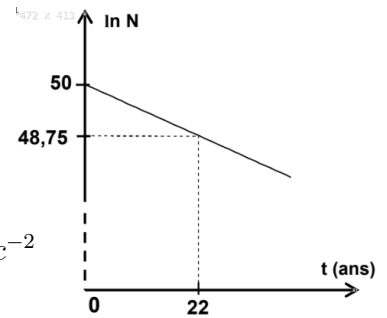
- | | |
|------|--|
| 0,5 | 3.1 Ecrire l'équation de la transformation qui a lieu. |
| 1,25 | 3.2. Trouver l'expression de l'avancement final x_f en fonction de σ , V_0 , C_0 , λ_3 , λ_4 , λ_5 . calculer sa valeur. |
| 0,75 | 3.3. Trouver l'expression de la constante d'équilibre K' associée à cette réaction en fonction de x_f , C_0 et V_0 . calculer sa valeur. |

Les parties sont indépendantes

Partie 1 : Les réactions nucléaires des isotopes d'hydrogène (5.5pts)

L'énergie solaire provient de la réaction de fusion des noyaux d'hydrogène. Les physiciens s'intéressent à produire l'énergie nucléaire à partir de la réaction de fusion des isotopes d'hydrogène : deutérium ${}^2_1\text{H}$ et tritium ${}^3_1\text{H}$.

Données: Les masses en unité u : $m({}^3_1\text{H}) = 3,01550u$; $m({}^2_1\text{H}) = 2,01355u$; $m({}^4_2\text{He}) = 4,00150u$; $m({}^1_0\text{n}) = 1,00866u$; $1u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{Kg}$ $g = 931,5 \text{Mev} \cdot c^{-2}$



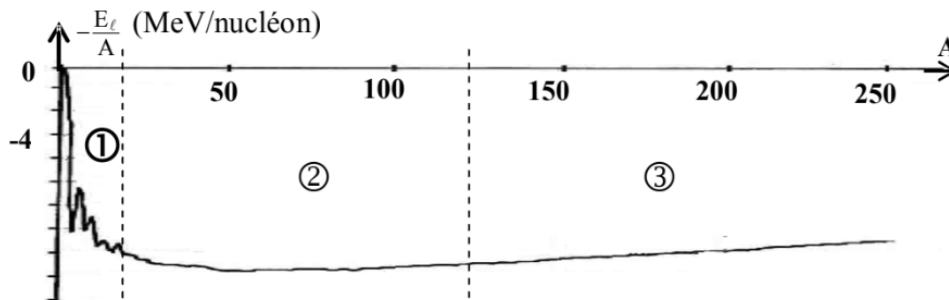
1. La radioactivité β^- du tritium

Le nucléide tritium ${}^3_1\text{H}$ est radioactif β^- , sa désintégration donne lieu à un isotope de l'élément Hélium.

- 1.1. Ecrire l'équation de cette désintégration.
- 1.2. On dispose d'un échantillon radioactif du nucléide tritium ${}^3_1\text{H}$ contenant N_0 nucléides à l'instant $t=0$. Soit N le nombre de nucléides tritium dans l'échantillon à l'instant t .
- Le graphe de la figure 1 représente les variations de $\ln(N)$ en fonction du temps t . Déterminer la demi-vie $t_{1/2}$ du tritium.

2. Fusion nucléaire

2.1. La courbe de la figure 2 représente les variations de l'opposé de l'énergie de liaison par nucléon en fonction du nombre de nucléons A .



- Déterminer, parmi les intervalles 1, 2 et 3 indiqués sur la figure 2, celui dans lequel les nucléides sont susceptibles de subir des réactions de fusion. Justifier la réponse.
- 2.2 Ecrire l'équation de la réaction de fusion des noyaux de deutérium et tritium
- 2.3 On peut extraire 33mg de deutérium à partir de 1,0L de l'eau de mer. Calculer, en MeV, la valeur absolue de l'énergie que l'on peut obtenir à partir de la réaction de fusion du tritium et du deutérium extrait de 1m³ de l'eau de mer.

Partie 2 : Datation par le carbone 14 (7,5pts)

Toutes les plantes absorbent le carbone C qui se trouve dans l'atmosphère (${}^{12}\text{C}$ et ${}^{14}\text{C}$) à travers le dioxyde de carbone de telle sorte que le rapport du nombre $N({}^{14}\text{C})_0$ des noyaux de carbone 14 à celui des noyaux du carbone $N(C)_0$ dans les plantes reste constant durant leur vie : $\frac{N({}^{14}\text{C})_0}{N(C)_0} = 1,2 \cdot 10^{-12}$

A partir de l'instant où la plante meurt, ce rapport commence à diminuer à cause de la désintégration du carbone 14 qui est un isotope radioactif.

Données:

- Demi-vie du carbone 14 : $t_{1/2} = 5730 \text{ans}$
- Masse molaire du carbone: $M(C) = 12,0 \text{g/mol}$

- Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$
 - $1 \text{an} = 3,15 \cdot 10^7 \text{s}$.
 - Le noyau du carbone 14 est radioactif β^- , sa désintégration donne un noyau $^A_Z Y$.
1. La figure (1) donne une partie du diagramme de Segri (Z,N) .

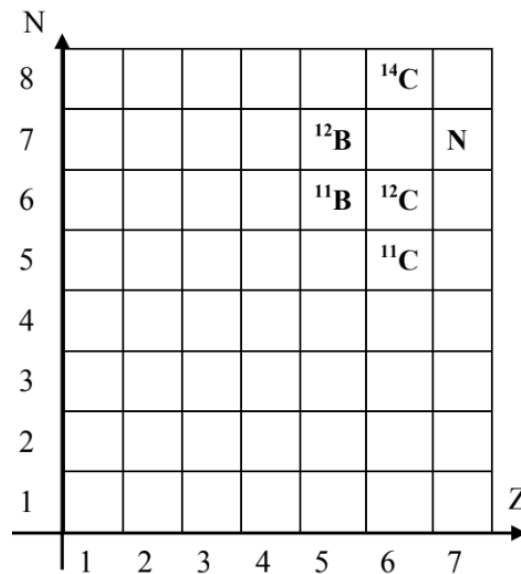


Figure 1

- 1 | 1.1 Écrire l'équation complète de désintégration nucléaire du Carbone 14 puis représenter les deux noyaux père et fils sur un digramme de Segré simplifié.
- 1 | 1.2 Cette désintégration est-elle provoquée ou spontanée ? naturelle ou artificielle ?
- 1 | 1.3 La désintégration du noyau du carbone $^{14}_6\text{C}$ donne un noyau de bore $^{14}_5\text{B}$,
Ecrire l'équation de cette transformation

2. A l'aide du diagramme énergétique représenté dans la figure (2) :

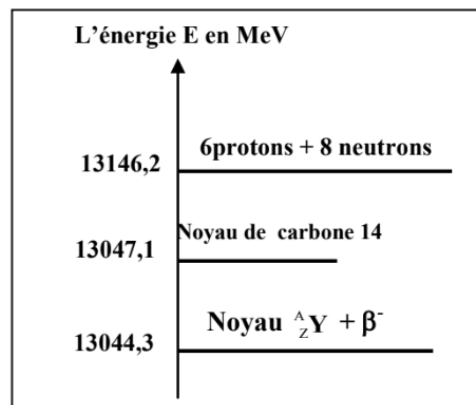


Figure 2

- 1 | 2.1 Trouver l'énergie de liaison par nucléon du noyau de carbone 14 .
- 1 | 2.2 Trouver la valeur absolue de l'énergie produite par la désintégration d'un noyau du carbone 14.
3. On veut déterminer l'âge d'un morceau de bois très ancien , pour cela on y prélève à un instant t un échantillon de masse $m = 0,295 \text{g}$, on trouve que cet échantillon donne 1,40 désintégrations par minute. On considère que ces désintégrations proviennent uniquement du carbone 14 qui se trouve dans l'échantillon étudié.
- On prélève d'un arbre vivant un morceau de même masse que l'échantillon précédent $m = 0,295 \text{g}$, on trouve que le pourcentage massique du carbone dans ce morceau est 51,2%
- 1 | 3.1 Calculer le nombre de noyaux du carbone C et le nombre de noyaux du carbone 14 dans le morceau qui a été prélevé de l'arbre vivant .
- 1,5 | 3.2 Déterminer l'âge du morceau de bois ancien