

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

Chimie 7pts - 45min

Les deux parties sont indépendantes

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

Définition: La solubilité est la quantité maximale de solide que l'on peut dissoudre dans un litre d'eau à une température donnée.

Masse molaire atomiques en g/mol: $M(\text{Na}) = 23,0$

Solubilité dans l'eau à 25°C de l'acide benzoïque : $s = 2,57\text{g/L}$

L'acide benzoïque $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ (que l'on pourra noter AH) et le benzoate de sodium $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ (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.

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

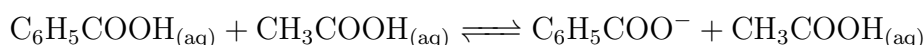
On dispose d'une solution (S_1) d'acide benzoïque préparé en dissolvant $m_1 = 122\text{mg}$ d'acide benzoïque dans $V_1 = 100,0\text{mL}$ d'eau distillée.

- | | |
|------|--|
| 0,75 | 1. Calculer C_1 la concentration molaire en soluté apporté de cette solution, en déduire la concentration massique la solution est-elle saturée ? justifier |
| 0,5 | 2. Écrire l'équation chimique symbolisant la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau. |
| 0,75 | 3. Calculer le taux d'avancement de cette réaction. Conclure. |
| 0,75 | 4. Montrer que la constante d'équilibre K_1 de cette réaction peut s'écrire sous forme :
$K_1 = \frac{(\frac{\sigma}{\lambda_a + \lambda_b})^2}{C_1 - (\frac{\sigma}{\lambda_a + \lambda_b})}$ Calculer sa valeur |
| 5. | On prépare une solution saturée d'acide benzoïque. On filtre cette solution que l'on notera par la suite (S_2) son volume $V_2 = 100,0\text{mL}$ et sa concentration C_a . Le pH de cette solution est 2,96. |
| 0,75 | 5.1. Vérifier que la concentration de cette solution est $C_a = 2,1 \cdot 10^{-2}\text{mol/L}$ |
| | 5.2. On la laisse la solution (S_2) s'évaporer à 25°C, jusqu'à ce que son volume diminue de 40%. on constate que le pH conserve sa valeur 2,96. |
| | Remarque : seulement le solvant (eau) qui s'évapore. |
| 0,75 | 5.2.1. La concentration de cette solution change-t-elle ? justifier |
| 0,75 | 5.2.2. Justifier qu'un précipité se forme au cours de cette évaporation et calculer sa masse. |

Les conductivités molaires ioniques : $\lambda_b = \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35.\text{mS.m}^2/\text{mol}$; $\lambda_b = \lambda_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-} = 3,25.\text{mS.m}^2/\text{mol}$

Partie 2 : Étude de la réaction d'acide benzoïque avec les ions éthanoate

Dans un flacon contenant de l'eau, on introduit une quantité $n_0 = 3 \cdot 10^{-3}\text{mol}$ d'acide benzoïque et une même quantité $n_0 = 3 \cdot 10^{-3}\text{mol}$ 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 $\sigma = 255 \text{ mS.m}^{-1}$ On néglige la conductivité molaire ionique des ions H_3O^+ et HO^-

$$\lambda_1 = \lambda_{\text{Na}^+} = 5,0 \text{ mS.m}^2/\text{mol} \quad \lambda_2 = \lambda_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-} = 3,25 \text{ mS.m}^2/\text{mol} \quad \lambda_3 = \lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 4,1 \text{ mS.m}^2/\text{mol}$$

1. Montrer que l'expression de l'avancement finale de la réaction s'écrit : $x_f = \frac{\sigma.V - n_0.(\lambda_1 - \lambda_3)}{\lambda_2 - \lambda_3}$
Calculer sa valeur.
2. Trouver l'expression de la constante d'équilibre K_2 associé à l'équation de la réaction en fonction de x_f et n_0 . Calculer sa valeur.

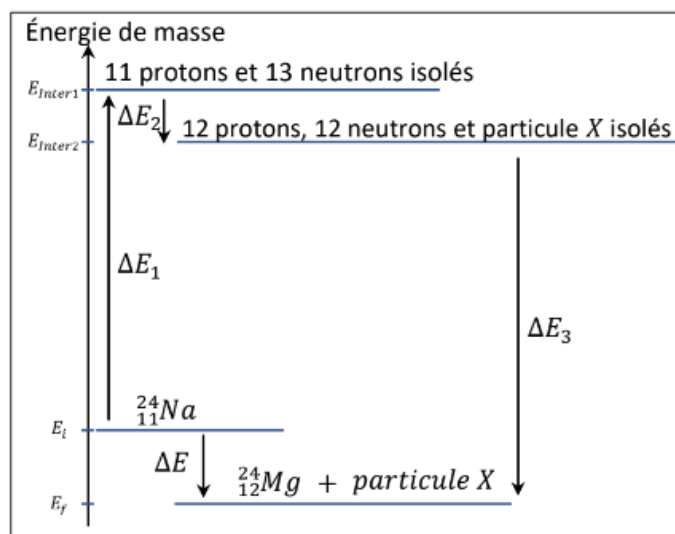
Physique 13pts - 75min

Les parties sont indépendantes

Partie 1 : La radioactivité au service de la médecine ... (5.5pts)

Le noyau de sodium ${}^{24}_{11}\text{Na}$ se désintègre spontanément en noyau de magnésium ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ avec production d'une particule X.

- 0,5 1. Identifier la particule X et préciser le type de radioactivité du sodium 24.
- 0,5 2. Comparer la stabilité des deux noyaux ${}^{24}_{11}\text{Na}$ et ${}^{24}_{12}\text{Mg}$.
3. À la suite d'un accident de circulation, une personne a perdu un volume de sang. Afin de déterminer le volume sanguin perdu, on injecte au patient à l'instant $t_0 = 0$ un volume $v_0 = 5,00 \text{ mL}$ d'une solution de sodium 24 de concentration $C_0 = 1,00.10^{-3} \text{ mol/L}$.
 - 0,5 3.1 Calculer la quantité de matière n_0 de sodium 24 injecté à l'instant $t_0 = 0$.
 - 0,5 3.2 Vérifier que l'activité de l'échantillon injecté à t_0 vaut $a_0 = 3,86.10^{13} \text{ Bq}$
 - 0,5 3.3 Déterminer la quantité de matière n_1 de sodium restant à $t_1 = 3h$.
 - 0,5 3.4 A l'instant $t_1 = 3h$, l'analyse d'une prise de sang du patient de volume $v_p = 2,00 \text{ mL}$, indique la présence de $n_p = 2,1.10^{-9} \text{ mol}$ de sodium 24. En déduire le volume V_{perdu} du sang perdu, en considérant que l'organisme humain contient 5L du sang, et que le sodium est uniformément réparti dans le sang.
4. On donne ci-dessous le diagramme d'énergie de la désintégration du sodium 24.
 - 0,5 4.1 Définir l'énergie de liaison E_l .
 - 0,5 4.2 Calculer, en MeV, les énergies E_{Inter1} et E_{Inter2} .
 - 0,5 4.3 A quoi correspond le bilan énergétique ΔE_2 ? calculer sa valeur.
5. Exprimer en fonction des masses des particules et la célérité c de la lumière dans le vide, les bilans d'énergie ΔE_1 et ΔE_3 et déduire la signification physique de chaque bilan.
6. Calculer en joule (J) l'énergie reçue par le corps du patient injecté pendant la durée 3h qui s'écoule entre l'injection et le prélèvement.



Particule	${}^{24}_{11}\text{Na}$	${}^{24}_{12}\text{Mg}$	${}^1_1\text{p}$	${}^1_0\text{n}$	${}^0_{-1}\text{e}$
Masse en u	—	—	1,0072	1,00866	5,486.10 ⁻⁴
Energie de liaison par nucléon (MeV/nucléon)	8,062469	8,08907	—	—	—

$$\left\| \begin{array}{l} 1u = 931,4943\text{Mev}/c^2 \\ t_{1/2}({}^{24}_{11}\text{Na}) = 15h \end{array} \right\| \left\| \begin{array}{l} 1\text{Mev} = 1,6.10^{-13}\text{J} \\ N_a = 6,02.10^{23}\text{mol}^{-1} \end{array} \right\|$$

Partie 2 : La désintégration d'un isotope du bismuth .. (3,5pts)

Un isotope du bismuth ${}^A_Z\text{Bi}$ est β^- radioactif. Sa désintégration donne un noyau de polonium ${}^{210}_{84}\text{Po}$.

- | | |
|-----|--|
| 0,5 | 1. Écrire l'équation complète de désintégration nucléaire du bismuth puis représenter les deux noyaux père et fils sur un digramme de Segré simplifié. |
| 0,5 | 2. Cette désintégration est-elle provoquée ou spontanée ? naturelle ou artificielle ? ordonnée ou aléatoire ? |
| 0,5 | 3. Quelle est l'origine de la particule β^- émise ? Expliquer soigneusement la réponse. |
| 0,5 | 4. Calculer, en MeV.Nucléon ⁻¹ , l'énergie de liaison par nucléon ξ_1 du noyau de bismuth utilisé. |
| 0,5 | 5. Sachant que l'énergie de liaison du noyau de polonium est $El_2 = 1539,02\text{Mev}$, comparer la stabilité des noyaux de ${}^A_Z\text{Bi}$ et de ${}^{210}_{84}\text{Po}$. |
| 0,5 | 6. Pourquoi ne peut-on pas parler de l'énergie de liaison d'un électron, d'un neutron ou d'un proton ? |
| 0,5 | 7. Calculer, en MeV, l'énergie Elib libérée par cette réaction nucléaire en s'appuyant sur les valeurs des énergies de liaison des particules présentes. |

Données : $m(\text{Bi}) = 210,0535u$; $m(n) = 1,0086u$; $m(p) = 1,007276u$; $m(\beta^-) = 0.000549u$; $m(\text{Po}) = 210,0362u$; $1u = 1,66.10^{-27}\text{kg}$.

Partie 3 : La décroissance radioactive du bismuth (9pts)

A l'instant initial $t = 0$, on considère un échantillon de bismuth de masse $m_0 = 1\text{g}$. Soit $m(t)$ la masse du bismuth restant à la date t où t est exprimée en jours et $m_d(t)$ la masse désintégrée à la même date t .

- | | |
|---|---|
| 1 | 1. En appliquant la loi de décroissance radioactive, déterminer l'expression de $m(t)$ en fonction de m_0 , de la période radioactive $t_{1/2}$ et de t . |
| 1 | 2. Calculer la valeur de la période radioactive du bismuth (en jours) sachant que : $4.m(t + 11) = m(t)$ (t en jrs). |
| 1 | 3. Quel est le pourcentage de la masse désintégrée de bismuth à la date $t = 18\text{jours}$? |
| 1 | 4. Déterminer l'activité radioactive a_0 de l'échantillon à la date $t = 0$. |