

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

Chimie 7pts - 45min

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

L'acide méthanoïque HCOOH , couramment appelé acide formique, est un liquide piquant et corrosif qui existe à l'état naturel dans l'organisme des fourmis rouges. Cet exercice vise :

- L'étude d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque,
- L'étude de l'effet de la dilution sur le taux d'avancement final τ .

**Partie 1 : Etude d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque.
(2,5pts)**

On dispose d'une solution aqueuse (S_1) d'acide méthanoïque HCOOH de volume de $V_1 = 500\text{mL}$ concentration molaire $C_1 = 0,10\text{mol.L}^{-1}$ et de $\text{pH}_1 = 2,4$.

- | | |
|------|--|
| 0,25 | 1. Définir un acide selon Bronsted. |
| 0,25 | 2. Ecrire l'équation modélisant la dissolution de l'acide méthanoïque dans l'eau. |
| 0,75 | 3. Calculer la valeur de l'avancement final x_f de cette réaction. |
| 0,75 | 4. Calculer la valeur du taux d'avancement final τ_1 de cette réaction. Conclure. |
| 0,5 | 5. Déterminer la constante d'équilibre K_1 de cette réaction. |

Partie 2 : L'étude de l'effet de la dilution sur le taux d'avancement final. (4,5pts)

On prend un volume de la solution précédente (S_1) et on y ajoute une quantité d'eau distillée pour obtenir une solution aqueuse (S_2) d'acide méthanoïque de concentration $C_2 = 5.10^{-3}\text{mol.L}^{-1}$ et de volume V_2 . La mesure de la conductivité de la solution (S_2) a donné la valeur $\sigma_{eq} = 3,5.10^{-2}\text{S.m}^{-1}$.

- Les conductivités molaires ioniques :

$$\lambda_1 = \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 3,49.10^{-2}\text{S.m}^2/\text{mol} ; \lambda_2 = \lambda_{\text{HCOO}^-} = 4,09.10^{-3}\text{S.m}^2/\text{mol}$$

- | | |
|------|--|
| 0,5 | 1. Exprimer la conductivité σ_{eq} de la solution en fonction de λ_1 , λ_2 et $[\text{H}_3\text{O}^+]_{eq}$ la concentration effective des ions oxonium à l'état final. |
| 0,5 | 2. Montrer que $[\text{H}_3\text{O}^+]_{eq} = \frac{\sigma_{eq}}{\lambda_1 + \lambda_2}$ puis calculer sa valeur. |
| 0,75 | 3. En déduire la valeur pH_2 de la solution S_2 . Comparer pH_1 et pH_2 puis en déduire l'effet de la dilution sur le pH de la solution. |
| 0,25 | 4. Calculer la valeur du taux d'avancement final τ_2 dans ce cas. |
| 1 | 5. Déterminer la valeur de K_2 . |
| 1,5 | 6. Comparer les valeurs de τ_1 et τ_2 . En déduire l'effet de la dilution sur le taux d'avancement final et la constante d'équilibre. |

La radioactivité au service de la médecine

Partie 1: L'étude d'un nucléide d'azote 13. (6pts)

L'azote 13 est un isotope radioactif, utilisé dans le traitement des maladies pulmonaires et dans l'imagerie du flux sanguin dans le muscle cardiaque.

La désintégration du nucléide d'azote $^{13}_7N$ produit un nucléide de carbone $^{13}_6C$.

- | | |
|------|---|
| 1 | 1.1. Écrire l'équation de désintégration et déterminer le type de la particule émise. |
| 0,75 | 1.2. Donner la composition du noyau d'azote 13. |
| 0,5 | 1.3. Calculer l'énergie de liaison d'un noyau d'azote 13. |
| 0,5 | 1.4. Déduire l'énergie de liaison par nucléon du noyau d'azote 13. |
| 0,25 | 1.5. L'énergie de liaison par nucléon du carbone 13 est $\xi_C = 7,466$ MeV/nucléon.
Déterminer le noyau le plus stable parmi les noyaux $^{13}_7N$ et $^{13}_6C$. |

1.6. Le noyau d'azote 13 est produit par une réaction entre le noyau d'oxygène 16 et un proton rapide selon l'équation suivante : $^{16}_8O + ^1_1P \rightarrow ^{13}_7N + ^A_ZX$

- | | |
|---|--|
| 1 | 1.6.a. En appliquant les lois de conservation, déterminer les nombres A et Z puis identifier le noyau. |
| 2 | 1.6.b. Calculer en MeV l'énergie ΔE produite par cette réaction nucléaire.
Cette réaction est-elle exoénergétique ou endoénergétique ? |

Données :

$m(^{13}N) = 13,00574u$	$1u = 931,5MeV.c^{-2}$	$t_{1/2}(^{14}C) = 5700ans$
$m_p = 1,00728u$	$m(^{16}O) = 15,9905u$	$N_A = 6,02.10^{23}.mol^{-1}$
$m_n = 1,00866u$	$m(^AX) = 4,0015u$	$M(^{14}C) = 14g/mol$

Partie 2: datation par le carbone 14. (3pts)

Dans une grotte préhistorique, on a trouvé un morceau de bois fossilisée contenant une masse $m = 2.10^{-12}g$ de carbone 14.

Un autre morceau de même masse, coupé récemment d'un arbre, contient une masse $m_0 = 9 \cdot 10^{-12}g$ de carbone 14.

- | | |
|------|---|
| 0,75 | 2.1 Quelle est la signification physique du temps de demi-vie $t_{1/2}$? |
| 0,75 | 2.2 Calculer l'activité radioactive à l'origine de ce morceau de bois. |
| 1,5 | 2.3 En s'appuyant sur la loi de la désintégration radioactive, montrer que l'expression de l'âge du morceau de bois s'écrit : $t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln(\frac{m_0}{m})$ Calculer sa valeur en années. |

Partie 3: Etude d'un stimulateur cardiaque. (4pts)

Le stimulateur cardiaque est un appareil médical introduit par chirurgie à l'intérieur du corps humain qui souffre d'une insuffisance cardiaque Cet appareil fonctionne avec une batterie qui utilise l'énergie nucléaire produit par la réaction de désintégration du noyau du plutonium Pu .

Le noyau	A_ZX	$^{240}_{94}Pu$	$^{238}_{94}Pu$	$^{234}_{92}U$
L'énergie de liaison EL en MeV	28,285	1813,008	1800,827	1778,142
La demi- vie (ans)			87,7	

- | | |
|---|--|
| 1 | 1. Le plutonium a des isotopes tel que $^{240}_{94}Pu$ et $^{238}_{94}Pu$. Déterminer le noyau le plus stable. |
| 2 | La désintégration du plutonium $^{238}_{94}Pu$ conduit à la formation du noyau d'uranium $^{234}_{92}U$ avec émission d'une particule A_ZX . |
| 1 | 2.1 Ecrire l'équation de désintégration du noyau du plutonium $^{238}_{94}Pu$ et déterminer la nature de la particule émise. |
| 1 | 2.2. Trouver en MeV l'énergie libérée E_{lib} durant la désintégration d'un noyau du plutonium 238. |
| 1 | 3. A l'instant $t = 0$ on introduit à un malade de 40 ans un stimulateur cardiaque. Le cœur du malade fonctionne normalement jusqu' à ce que l'activité du plutonium contenu dans le stimulateur devient $a = 0,7a_0$, avec a_0 l'activité a l'instant $t = 0$.
Déterminer l'âge du malade lorsqu'on change le stimulateur cardiaque |