**Spécialité Physique-Chimie 2022 Nouvelle Calédonie Correction ©** [**https://labolycee.org**](https://labolycee.org)

**Exercice A : étude de l’acide benzoïque et du benzoate de sodium (5 points)**

**PARTIE A : Réaction de l’acide benzoïque avec l’eau**

**A.1. Calculer la masse *m*0 qu’il faut peser pour préparer la solution *S*0. La solution est-elle saturée ?**

Masse *m*0 d’acide benzoïque à peser : *m*0 = *n*0 × *M*3 = *C*0 × *V*0 × *M*3

*m*0 = 1,0 × 10–2 × 100×10–3 × 122 g = 0,122 g **≈ 0,12 g**

La concentration en masse en acide benzoïque de la solution est .

= **1,2 g⋅L–1** <  = 2,4 g⋅L–1. La solution S0 n’est donc pas saturée.

**A.2. Écrire l’équation de la réaction de l’acide benzoïque avec l’eau.**

C6H5CO2H(aq) + H2O(l) ⮀ C6H5CO2–(aq) + H3O+(aq)

**A.3. Tracer le diagramme de prédominance du couple acide benzoïque/ion benzoate et préciser quelle est l’espèce prédominante dans la solution *S*0.**

pH

0

14

**p*K*A1**

**= 4,2**

C6H5CO2H prédomine

C6H5CO2– prédomine

**pH**

**= 3,1**

Comme pH < p*K*A1 , l’acide benzoïque prédomine dans la solution S0.

**A.4. Compléter le tableau d’avancement correspondant à cette transformation chimique, en fonction de *C*0, *V*0 et *xéq*, avancement à l’état d’équilibre.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Équation de la réaction | | C6H5CO2H(aq) + H2O(l) ⮀ C6H5CO2–(aq) + H3O+(aq) | | | |
| État du système | Avancement  (mol) | Quantités de matière  (mol) | | | |
| État initial | 0 | *C*0⋅*V*0 | Solvant | 0 | 0 |
| État final  (à l’équilibre) | *xéq* | *C*0⋅*V*0 – *xéq* | Solvant | *xéq* | *xéq* |

**A.5. Calculer l’avancement maximal *xmax*.**

On considère que la transformation est totale : *xéq* =*xmax.*

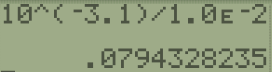
Dans ce cas, comme l’eau est le solvant, l’acide benzoïque est le réactif limitant. Il est totalement consommé dans l’état final soit : *C*0⋅*V*0 – *xmax =* 0 donc *xmax = C*0⋅*V*0.

Soit ***xmax*** *=* 1,0 × 10–2 × 100×10–3 mol = **1,0 × 10–3 mol.**

**A.6. Montrer que le taux d’avancement final τ s’écrit : , puis le calculer.**

**Ce résultat est-il en accord avec la réponse à la question A.3. ?**

 avec *xéq* = *n*éq(H3O+) =[H3O+]éq⋅*V*0 et *xmax = C*0⋅*V*0.

.

= **0,079 = 7,9 %**. Comme t < 100 %, la transformation n’est pas totale.

Seulement 7,9% des molécules d’acide benzoïque sont transformées en anions benzoate.

Ce résultat est bien cohérent avec le fait que l’acide benzoïque prédomine dans la solution S0.

Non demandé

Par ailleurs : *n*éq(C6H5CO2–) = *x*éq =t⋅*xmax*

*n*éq(C6H5CO2–)= 7,9×10–2 × 1,0×10–3 mol = 7,9×10–5 mol = **0,79×10-4 mol**

*n*éq(C6H5CO2H) = *C*0⋅*V*0 – *xéq* = *xmax – xéq* = *xmax –* t⋅*xmax* = *xmax*⋅(1 *–* t)

*n*éq(C6H5CO2H) = 1,0×10–3 × (1 *–* 7,9×10–2 ) mol = **9,2×10–4 mol**.

On constate que : *n*éq(C6H5CO2H) > *n*éq(C6H5CO2–).

**PARTIE B : La synthèse de l’acide benzoïque**

**B.1. à propos du mode opératoire.**

**B.1.1. Au vu du mode opératoire décrit ci-dessus, sur quels facteurs cinétiques se base-t-on pour réaliser plus rapidement cette synthèse ?**

On chauffe le mélange réactionnel car **la température** est un facteur cinétique : plus elle est élevée et plus la transformation est rapide.

L’énoncé indique que le permanganate de potassium est introduit en excès. L’autre facteur cinétique mis en jeu est la **concentration des réactifs**. Plus la concentration d’un réactif est élevée plus la transformation est rapide.

**B.1.2. Préciser quels sont les avantages du chauffage à reflux du mélange réactionnel.**

Le chauffage à reflux permet **d’accélérer la réaction** en portant le mélange à ébullition tout en **évitant les pertes de matière** grâce au réfrigérant à boules qui liquéfie les vapeurs formées au cours de l’ébullition.

**B.2. étude de la réaction de synthèse de l’acide benzoïque.**

**B.2.1. Déterminer la quantité de matière *n*1 d’alcool benzylique contenu dans la prise d’essai de 2,0 mL.**



soit  = **1,9×10–2 mol**.

**B.2.2. Lors de la cristallisation, le passage de l’ion benzoate à l’acide benzoïque se fait selon l’équation chimique : C6H5CO2–(aq) + H3O+ (aq) ⇄ C6H5CO2H(s) + H2O(l)**

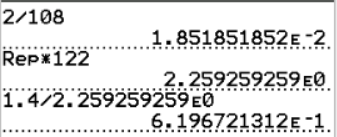
**Calculer la quantité de matière théorique d’acide benzoïque que l’on pourrait obtenir si la transformation était totale, sachant que l’alcool benzylique est le réactif limitant.**

L’alcool benz ylique étant le réactif limitant, il est totalement consommé.

L’équation **3** C6H5CH2OH(l) + 4 MnO4–(aq) → **3** C6H5CO2–(aq) + 4 H2O(l) + 4 MnO2(s) + HO–(aq)

montre que **3 moles** d’alcool benzylique C6H5CH2OH(l) réagissent pour former **3 moles** d’ions benzoate C6H5CO2–(aq).

Ainsi, si 1,9×10–2 mol d’alcool benzylique réagit, il se forme 1,9×10–2 mol d’ion benzoate.

Par ailleurs, si l’équation C6H5CO2–(aq) + H3O+ ⇄ C6H5CO2H(s) + H2O(l) est associée à une transformation totale, il devrait se former 1,9×10–2 mol d’acide benzoïque soit une masse maximale : *m*max = *n*1 × *M*3

*m*max= 1,85…×10–2 × 122 = 2,26 g ≈ **2,3 g.**

**B.2.3. En déduire le rendement *r* de la synthèse effectuée.**

Rendement :  avec ***m*exp** = *m’* – *m* = 141,8 – 140,4 g = **1,4 g.**

soit = 0,62 = **62 %**.