**Bac 2023 Réunion Jour 2** [**https://labolycee.org**](https://labolycee.org)

**EXERCICE II ‒ L’acide butyrique (5 points)**

Tous les automnes, sur l’avenue Pasteur à Rouen, une odeur intense très désagréable apparaît, dérangeant les étudiants des facultés à proximité ainsi que les riverains. Les responsables : des arbres plantés en 2001, des ginkgos biloba. La variété femelle produit chaque automne des ovules contenant des acides gras, dont l’acide butyrique responsable de cette mauvaise odeur.

**Les parties A et B sont indépendantes.**

**Données :**

* Caractéristiques d’espèces chimiques :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Espèce chimique** | **Acide butyrique** | **Méthanol** | **Butanoate de****méthyle** |
| **Formule topologique** |  |  |  |
| **Formule brute** | C4H8O2 | CH4O | C5H10O2 |
| **Masse molaire** **(g.mol-1)** | 88,1 | 32,0 | 102,1 |
| **Densité à 25°C** | 0,958 | 0,792 | 0,892 |
| ***T*ébullition (°C)** | 163,5 | 64,7 | 102,3 |
| ***T*fusion (°C)** | - 7,9 | - 97,6 | - 84,8 |
| **Indice de réfraction** | 1,398 | 1,327 | 1,385 |
| **Solubilité dans****l’eau salée** | Élevée | Très élevée | Très faible |

* Densité de l’eau salée : 1,03
* Table de données de spectroscopie IR :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Famille** | **Liaison** | **Nombre d’onde (cm-1)** |
| Cétone | C = O | 1705 ‒ 1725 |
| Aldéhyde | Ctri ‒ HC = O | 2700 ‒ 30001720 ‒ 1740 |
| Acide carboxylique | O ‒ HC = O | 2500 ‒ 32001740 ‒ 1800 |
| Ester | Ctri ‒ HC = O | 2700 ‒ 30001730 ‒ 1750 |
| Alcool | O ‒ HliéO ‒ Hlibre | 3200 ‒ 34503600 ‒ 3700 |

**PARTIE A : Étude d’une solution aqueuse d’acide butyrique**

On notera dans cette partie, pour simplifier, l’acide butyrique AH(aq) et sa base conjuguée A‒(aq) .

On considère un volume *V* = 100 mL d’une solution d’acide butyrique de concentration en quantité de matière *C* = 1,0 × 10−4 mol ⋅ L−1. La mesure du p𝐻 de la solution donne *p*𝐻 = 4,5.

L’acide butyrique réagit avec l’eau selon l’équation de réaction suivante :

AH (aq) + H2O (l) ⇄ A‒ (aq) + H3O+ (aq)

**A.1.** Donner l’expression du taux d’avancement final 𝜏 de la réaction étudiée en fonction de l’avancement final *xf* et de l’avancement maximal *xmax* .

**A.2.** Exprimer l’avancement maximal *xmax* en fonction de *C* et *V*.

**A.3.** Exprimer la valeur de l’avancement final *xf* en fonction du *p*𝐻 et de *V*.

**A.4.** Calculer le taux d’avancement final 𝜏 et justifier que l’acide butyrique est un acide faible.

On montre que les concentrations en quantité de matière à l’équilibre peuvent s’exprimer de la manière suivante :

[AH(aq) ] eq = *C* × (1 − 𝜏) pour l’acide butyrique,

[A−(aq)] eq = *C* × 𝜏 pour sa base conjuguée.

**A.5.1.** Exprimer la constante d’acidité *KA* de la réaction en fonction de 𝜏 et *C*.

**A.5.2.** En déduire la valeur du *pKA* de l’acide butyrique.

**PARTIE B : Synthèse d’un ester à l’odeur de pomme à partir de l’acide butyrique**

Même si l’acide butyrique possède une odeur désagréable, certains esters issus de cet acide ont une odeur agréable souvent fruitée. C’est le cas du butanoate de méthyle qui a une odeur de pomme.

La synthèse du butanoate de méthyle est réalisée selon le protocole suivant :

* verser dans un ballon à fond rond 20 mL de méthanol, 20 mL d’acide butyrique et 4 mL d’acide sulfurique concentré ;
* ajouter quelques grains de pierre ponce ;
* chauffer à reflux pendant 15 min ;
* laisser refroidir en enlevant le chauffe-ballon ;
* verser le contenu du ballon dans un bécher contenant 40 mL de solution saturée en NaCl(s) ;
* transvaser ensuite dans l’ampoule à décanter et laisser décanter ;
* séparer les deux phases ;
* recueillir la phase organique et la sécher sur du sulfate de magnésium anhydre ;
* purifier l’ester obtenu par distillation.

L’équation de réaction de la synthèse est la suivante :



**B.1.** Donner la formule semi-développée de l’acide butyrique.

**B.2.** Préciser la phase dans laquelle se trouve le butanoate de méthyle.

**B.3.** Schématiser l’ampoule à décanter après décantation. Justifier la position des deux phases.

Le spectre du produit synthétisé est fourni **figure 1** :



**Figure 1 :** Spectre IR du produit synthétisé

Source : d’après Spectral Database for Organic Compounds SDBS

**B.4.** Attribuer un groupe d’atomes à chacun des pics entre les valeurs de nombre d’onde comprises entre 1600 cm−1 et 4000 cm−1. Indiquer si ce spectre IR est compatible avec le produit de réaction attendu.