

|      |                      |                  |
|------|----------------------|------------------|
| TSpé | Devoir surveillé N°6 | Lundi 27/02/2023 |
|------|----------------------|------------------|

Nom et Prénom : .....

**EXERCICE 1 : Synthèse d'un conservateur (10 points)**

L'acide benzoïque, connu dans l'alimentation sous la dénomination E210, est aussi utilisé en tant que conservateur dans les cosmétiques. Cette molécule qui empêche le développement de bactéries est également autorisée dans les cosmétiques bio.

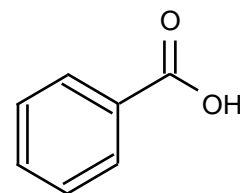


Figure 1. Formule topologique de l'acide benzoïque.

L'objectif de l'exercice est d'étudier les étapes de la synthèse de l'acide benzoïque en utilisant la réaction de Cannizzaro.

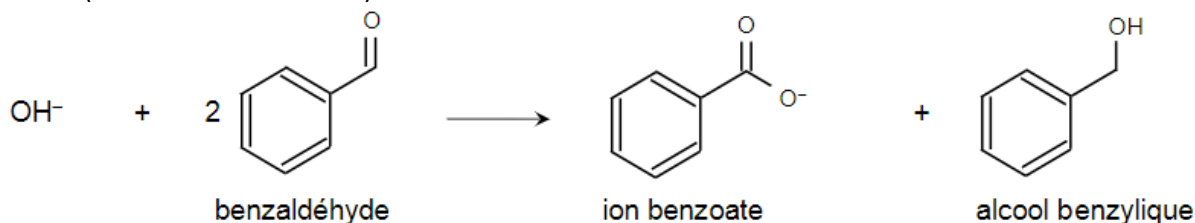
**Données**

| Espèce chimique   | Masse molaire en g·mol <sup>-1</sup> | Densité | Solubilité dans l'eau | Solubilité dans l'éther diéthylique | Température de fusion en °C |
|---|--------------------------------------|---------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| Benzaldéhyde<br>C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O                           | 106                                  | 1,05    | Très faible           | Très grande                         | - 26°C                      |
| Acide benzoïque<br>C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>           | 122                                  |         | Très faible           | Faible                              | 122,3                       |
| Ion benzoate<br>C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> O <sub>2</sub> <sup>-</sup> | 121                                  |         | Très élevée           | Très faible                         |                             |
| Alcool benzylique<br>C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O                      | 108                                  | 1,04    | Faible                | Très grande                         | - 15                        |
| Hydroxyde de potassium KOH  | 56                                   |         | Très grande           | Très faible                         | 360                         |
| Eau<br>H <sub>2</sub> O   | 18                                   | 1,0     |                       | Insoluble                           | 0                           |
| Éther diéthylique<br>C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O                     | 74                                   | 0,71    | Insoluble             |                                     | - 116,3                     |

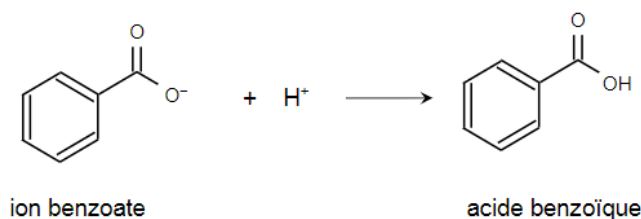
La synthèse de l'acide benzoïque à partir du benzaldéhyde met en jeu successivement deux transformations chimiques modélisées par les réactions d'équations indiquées ci-dessous.

La réaction n°1, nommée réaction de Cannizzaro, a lieu en milieu très basique. Elle fait intervenir deux molécules de benzaldéhyde, l'une jouant le rôle d'oxydant et l'autre de réducteur.

- Réaction n°1 (réaction de Cannizzaro) :



- Réaction n°2 :



1. Représenter la formule semi-développée de l'acide benzoïque, entourer le groupe caractéristique et identifier la famille fonctionnelle correspondante.

1,5

On donne ci-dessous un protocole expérimental permettant d'obtenir l'acide benzoïque par la réaction de Cannizzaro.

**EXERCICE I - Dans un erlenmeyer, dissoudre une masse de 10 g d'hydroxyde de potassium dans 40 mL d'eau distillée.**

- ① a) Ajouter 5,0 mL de benzaldéhyde. Agiter vigoureusement, puis laisser sous agitation température ambiante pendant 48 h.
- ② b) Ajouter 20 mL d'éther diéthylique dans le milieu réactionnel, agiter, puis transvaser dans une ampoule à décanter.
- ③ c) Séparer la phase aqueuse de la phase organique.
- ④ d) Récupérer la phase aqueuse dans un erlenmeyer et la placer dans un bain d'eau glacé.
- ⑤ e) Sous la hotte, ajouter lentement dans la phase aqueuse, en agitant, une solution d'acide chlorhydrique jusqu'à pH = 2 : un solide blanc précipite.
- ⑥ f) Filtrer sur Büchner.
- g) Introduire le produit obtenu dans un bécher avec 10 mL d'eau. Chauffer et ajouter la quantité d'eau juste nécessaire pour dissoudre le produit.
- h) Laisser refroidir lentement puis filtrer sur un entonnoir Büchner pour récupérer le produit recristallisé.
- i) Placer le produit à l'étude puis peser le produit sec.
- j) Réaliser la chromatographie sur couche mince du produit obtenu.

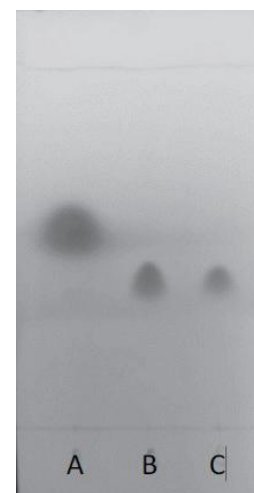
On obtient une masse  $m = 1,1$  g de produit synthétisé.

On donne sur la figure 2 le résultat de la chromatographie sur couche mince (CCM) obtenue.

Les produits déposés sont en solution dans de l'éther diéthylique :

- Dépôt A : benzaldéhyde commercial  
 Dépôt B : acide benzoïque commercial  
 Dépôt C : produit synthétisé.

Figure 2. Résultat de l'analyse par CCM.



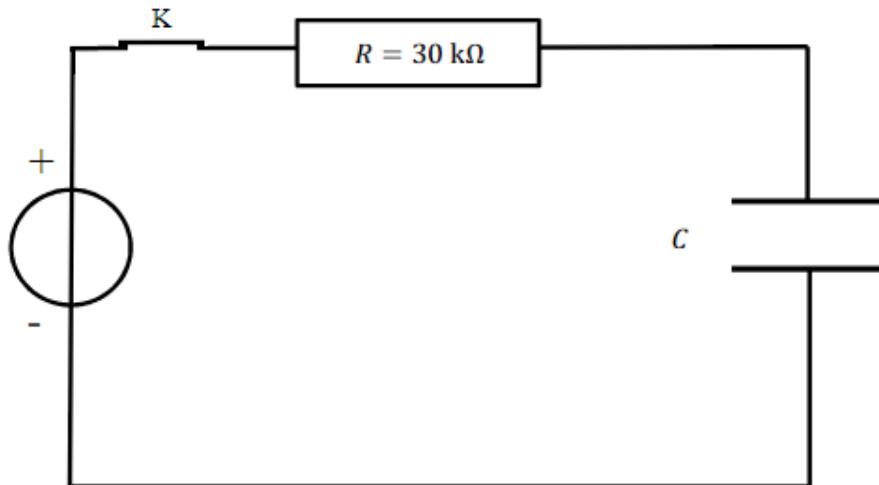
La révélation se fait sous lampe UV.

- |   |     |
|---|-----|
| 2. Pour chaque étape du protocole numérotée de ① à ⑥ indiquer, sans justifier, si cette étape correspond à une transformation chimique de réactifs, à une analyse du produit synthétisé, à une purification ou à une séparation.        | 1,5 |
| 3. Proposer, en justifiant, un dispositif expérimental permettant d'optimiser la vitesse de formation du produit de synthèse.   | 1   |
| 4. Schématiser l'ampoule à décanter et son contenu en justifiant la position relative des deux phases. Indiquer, en justifiant, les phases dans lesquelles se situent l'ion benzoate et l'alcool benzylique produits lors de l'étape 1. | 2   |
| 5. Interpréter le résultat de la chromatographie sur couche mince obtenu.   | 1   |
| 6. a. Montrer que le benzaldéhyde est le réactif limitant de la réaction n°1.   | 1   |
| b. Montrer que la masse maximale d'acide benzoïque formée est de 3,0 g.   | 0,5 |
| c. Déterminer la valeur du rendement de la synthèse de l'acide benzoïque.   | 1   |
| d. Proposer une modification du protocole pour augmenter le rendement de cette réaction.  | 0,5 |

## EXERCICE 2 : Détermination de la capacité d'un condensateur au polycarbonate (10 points)

Les polycarbonates sont de bons isolants et, à ce titre, sont employés en électronique pour la fabrication de condensateurs. Les condensateurs au polycarbonate sont réalisés en alternant des feuilles métallisées avec des feuilles de polycarbonate un grand nombre de fois. Ces types de condensateurs ont des capacités qui ne varient pas beaucoup avec la température. Ils peuvent avoir des tensions de fonctionnement allant jusqu'à 400 V crête à crête et peuvent être utilisés dans un intervalle de température allant de -55 °C à +125 °C.

On considère le circuit électrique dont le schéma est représenté ci-dessous dans lequel le générateur de tension est idéal et délivre une tension électrique  $E = 12 \text{ V}$  :



Le condensateur, de capacité  $C$ , est initialement déchargé. À l'instant  $t = 0$ , on ferme l'interrupteur  $K$ .

1. Sur le schéma ci-dessus, indiquer le sens du courant électrique, d'intensité  $i$ , circulant dans le circuit durant le régime transitoire, ainsi que les tensions  $E$ ,  $u_R$  et  $u_C$  prises respectivement aux bornes du générateur, du conducteur ohmique de résistance  $R$  et du condensateur de capacité  $C$ .

2

2. Établir la relation entre les tensions électriques dans ce circuit.

1

3. Exprimer la charge  $q$  du condensateur en fonction de la tension à ses bornes.

0,5

4. Montrer que l'équation différentielle, dont la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur est une solution, s'écrit sous la forme :

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{\tau} = \frac{E}{\tau}$$

2

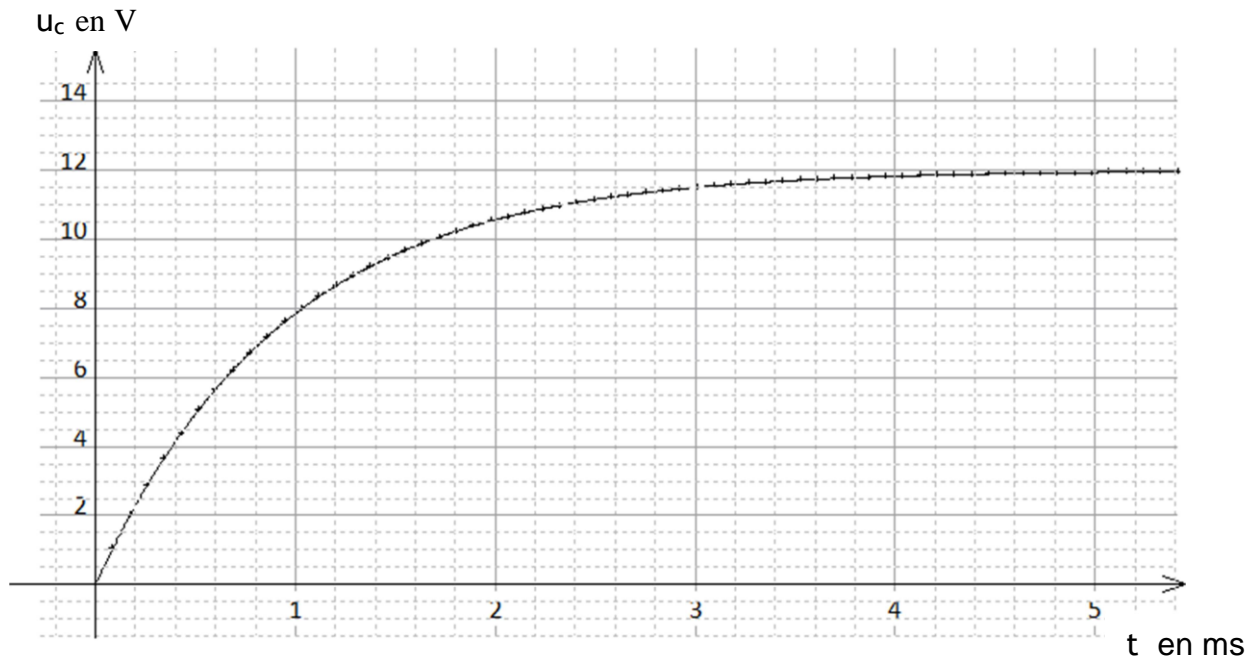
avec  $\tau$  une constante dont on précisera l'expression.

5. Vérifier que la solution de cette équation différentielle est de la forme :

$$u_C(t) = E \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

1,5

On visualise l'évolution temporelle de la tension aux bornes du condensateur.



- Déterminer graphiquement la valeur de  $\tau$ . Faire apparaître soigneusement les traits de construction utiles sur le graphe.
- En déduire la valeur de la capacité  $C$  du condensateur déterminée par cette méthode dans le cadre du modèle du circuit RC.

2

1