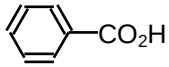
EXERCICE 3 : UN CONSERVATEUR ALIMENTAIRE DANS UN SODA (4 points)

Les trois parties de l'exercice sont indépendantes.

« Les conservateurs limitent, ralentissent ou stoppent la croissance des micro-organismes (bactéries, levures, moisissures) présents ou susceptibles d'entrer dans l'aliment et préviennent donc l'altération des produits ou les intoxications alimentaires.
L'acide benzoïque, par exemple, et ses sels de calcium, de sodium et de potassium sont utilisés comme antibactériens et antifongiques dans les denrées alimentaires ».
D'après le site www.eufic.org

L'acide benzoïque est un conservateur qui figure dans de nombreuses boissons sans alcool, comme les sodas. Son code européen est E210.

La formule de l'acide benzoïque est $C_6H_5 - COOH$ ou encore 

Données :
- l'acide benzoïque est un solide blanc à température ordinaire.
- masse molaire de l'acide benzoïque : $M = 122\ g.mol^{-1}$
- pK_A du couple acide benzoïque / ion benzoate : $pK_A\ (C_6H_5COOH\ /\ C_6H_5COO^-) = 4,2$

Espèce chimique	Solubilité dans l'eau (g/L)	Solubilité dans le toluène (g/L)
Acide benzoïque	3,4	110
Ion benzoate	400	insoluble
Acide phosphorique	très bonne	insoluble
Acide citrique	très bonne	insoluble

- masses volumiques : ρ (toluène) = 0,867 g/cm^3 et ρ (eau) = 1,000 g/cm^3.
- le toluène et l'eau ne sont pas miscibles.
- l'acide phosphorique et l'acide citrique sont solubles dans l'eau.

1. Extraction de l'acide benzoïque

On souhaite connaître la quantité d'acide benzoïque présente dans une boisson au cola en réalisant un titrage acido-basique. En dehors de l'acide benzoïque, la boisson contient également de l'acide phosphorique et de l'acide citrique, ainsi que de l'eau. Il s'agit donc, dans un premier temps, de séparer l'acide benzoïque, que l'on souhaite titrer, des autres acides.
Dans un bécher on place un volume V = 100 mL de boisson et on laisse sous agitation magnétique pendant une heure afin d'éliminer le dioxyde de carbone dissous. On ajoute alors environ 100 mL de toluène dans le bécher On verse ensuite le mélange dans une ampoule à décanter.

1.1. Représenter l'ampoule à décanter après agitation en précisant et en justifiant la position et la composition de chaque phase.

1.2. On élimine la phase aqueuse. On ajoute un excès de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium dans l'ampoule à décanter contenant la phase organique puis on agite.
Écrire l'équation de la réaction qui se produit entre l'acide benzoïque et les ions hydroxyde HO^-.

1.3. On sépare les deux phases obtenues après l'ajout de la solution d'hydroxyde de sodium. On récupère alors la phase aqueuse contenant les ions benzoate et on ajoute une solution concentrée d'acide chlorhydrique au milieu réactionnel afin de diminuer le pH jusqu'à environ 3. On voit alors apparaître des cristaux blancs.

1.3.1. Construire le diagramme de prédominance mettant en jeu l'acide benzoïque et sa base conjuguée.
1.3.2. Justifier l'apparition des cristaux blancs.
1.3.3. Citer un dispositif efficace utilisé au laboratoire pour récupérer les cristaux.

2. Préparation d'une solution d'acide benzoïque

On désire connaître la quantité d'acide pur C_6H_5COOH présent dans les cristaux récupérés. Après lavage et séchage, on pèse les cristaux ; leur masse est m = 0,38 g. On prépare alors une solution S_0 par dissolution de la totalité des cristaux dans de l'eau distillée afin d'obtenir V_0 = 250,0 mL de solution.

2.1. Écrire l'équation de la réaction chimique entre l'acide benzoïque et l'eau.

2.2. Écrire l'expression littérale de la constante d'équilibre K associée à l'équation de réaction. Calculer sa valeur.

3. Titrage de la solution S_0 préparée

On prélève un volume V_1 = 20,0 mL de la solution S_0 préparée dans la partie précédente. On se propose de faire un titrage colorimétrique de la solution d'acide benzoïque C_6H_5COOH à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire en soluté apporté $C_B = 1{,}0 \times 10^{-2}$ mol.L^{-1} en présence de phénolphtaléine. Le virage de l'indicateur coloré s'observe pour V_E = 17,2 mL.

3.1. Déterminer la concentration C_0 de la solution S_0 préparée.

3.2. En déduire la masse m_0 d'acide pur correspondant.

3.3. Déterminer le pourcentage d'acide benzoïque pur contenu dans les cristaux extraits de la boisson au cola.