Polynésie 2009 EXERCICE 3 : À PROPOS DE CONSERVATEURS (4 points)
spécialité

L'acide benzoïque (E210), les benzoates de sodium (E211), de potassium (E212) et de calcium (E213) sont des conservateurs alimentaires utilisés pour leurs propriétés fongicides. Pour leur usage alimentaire, ils sont obtenus par synthèse.

Données : $pK_A(C_6H_5CO_2H_{(aq)}/ C_6H_5CO_2^-{}_{(aq)}) = 4,2$

Espèce chimique	Alcool benzylique	Permanganate de potassium	Benzoate de sodium	Acide benzoïque	Cyclohexane
Formule	$C_6H_5CH_2OH$	$KMnO_4$	$C_6H_5CO_2Na$	$C_6H_5CO_2H$	-
État physique à 20℃	liquide	solide	solide	solide	liquide
Masse molaire M ($g.mol^{-1}$)	108	158	144	122	-
Masse volumique ρ ($g.mL^{-1}$)	1,05	-	-	-	0,78
Solubilité dans l'eau	faible	grande	grande	1,5g.L^{-1} à 10℃ 2,4g.L^{-1} à 25℃ 68g.L^{-1} à 95℃	insoluble
Solubilité dans le cyclohexane	grande	insoluble	insoluble	très faible	-

1. Étude du couple acide / base :
acide benzoïque / ion benzoate ($C_6H_5CO_2H_{(aq)}$ / $C_6H_5CO_2^-{}_{(aq)}$)

1.1. Donner la définition d'un acide au sens de Brønsted.

1.2. Écrire la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau.

1.3. Déterminer le domaine de prédominance de chaque espèce du couple.

2. Synthèse du benzoate de sodium : oxydation de l'alcool benzylique $C_6H_5CH_2OH$ par le permanganate de potassium $KMnO_4$ en milieu basique.

Mettre dans un ballon :

- *100 mL de solution aqueuse de soude à 0,40 mol.L^{-1} ;*
- *2,5 mL d'alcool benzylique ;*
- *4,5 g de permanganate de potassium ;*
- *quelques grains de pierre ponce*

Réaliser un montage à reflux et chauffer à ébullition douce pendant 20 min. Il apparaît un précipité marron de dioxyde de manganèse MnO_2.
L'équation de la réaction notée (1) s'écrit :

$$3C_6H_5CH_2OH_{(aq)} + 4MnO^-_{4\,(aq)} = 3C_6H_5COO^-_{(aq)} + 4MnO_{2(s)} + HO^-_{(aq)} + 4H_2O_{(l)}$$

Après refroidissement, filtrer le mélange à l'aide d'un filtre büchner : le filtrat obtenu est incolore.
Verser le filtrat dans une ampoule à décanter, y ajouter environ 40 mL de cyclohexane, agiter et dégazer plusieurs fois, laisser reposer : on recueille la phase contenant le benzoate de sodium en solution.

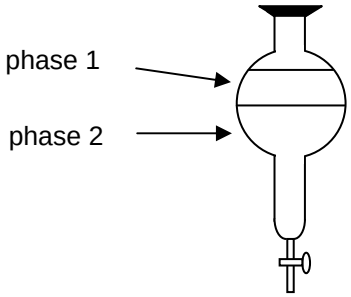
2.1. Annoter le schéma du montage à reflux sur **le document 1 de l'annexe à rendre avec la copie.**
Quel est l'intérêt d'un chauffage à reflux ?

2.2. Quel composé recueille-t-on dans le filtre du büchner ? Justifier.

2.3. Déterminer la quantité de matière initiale des deux réactifs, l'alcool et l'ion permanganate.

2.4. Compléter (numériquement quand c'est possible) le tableau d'avancement sur **le document 2 de l'annexe à rendre avec la copie**.
Montrer que le réactif en excès est l'alcool.

2.5. Sur la copie, donner le nom des phases 1 et 2 notées sur le schéma ci-dessous et leur composition. Justifier.



3. Obtention de l'acide benzoïque.

On récupère la phase contenant le benzoate de sodium dans un erlenmeyer que l'on dépose dans de la glace pilée. On verse alors prudemment de l'acide chlorhydrique concentré ($H_3O^+_{(aq)}$ + $Cl^-_{aq)}$) jusqu'à cristallisation totale de l'acide benzoïque selon la réaction d'équation :

$$C_6H_5COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} = C_6H_5COOH_{(s)} + H_2O_{(l)} \quad (2)$$

3.1. Pourquoi est-il intéressant de laisser l'erlenmeyer dans la glace ?

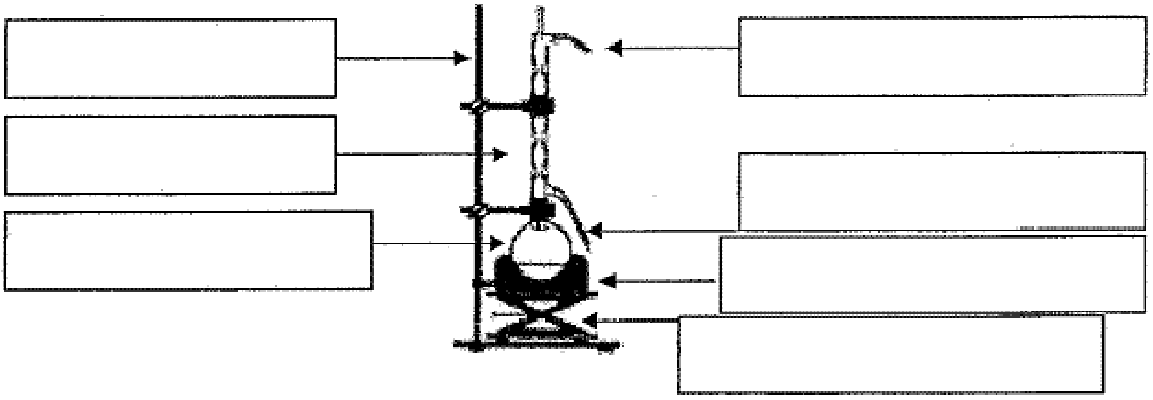
3.2. Déterminer la quantité de matière maximale d'acide benzoïque que l'on peut obtenir.

3.3. *On filtre et on rince à l'eau froide les cristaux obtenus. Après séchage, la masse pesée est m = 1,2 g.*

3.3.1. Citer une méthode permettant d'identifier et de vérifier la pureté de l'acide formé.

3.3.2. Le solide obtenu étant pur, déterminer le rendement η de la synthèse réalisée.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE



Document 1

Équation chimique		$3C_6H_5CH_2OH_{(aq)} + 4MnO_4^-{}_{(aq)} = 3C_6H_5CO_2^-{}_{(aq)} + 4MnO_2{}_{(s)} + OH^-{}_{(aq)} + 4H_2O_{(l)}$					
État du système	**Avan-cement (mol)**	**Quantités de matière (mol)**					
État initial	0					excès	solvant
État intermé-diaire	x					excès	solvant
État final si la réaction est totale	x_{max}					excès	solvant

Document 2