

Test de chimie

Présenter le travail avec un souci d'ordre et de soin.
L'utilisation de la calculatrice est autorisée.

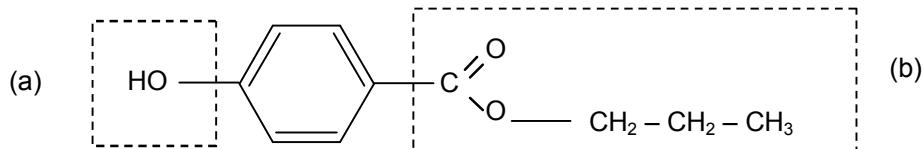
Exercice I : Des esters dans nos cosmétiques (26 pts)

Les cosmétiques sont des produits d'hygiène et d'embellissement du corps humain. Ils sont de plus en plus nombreux dans nos salles de bain. Dans cet exercice, on se propose d'étudier quelques composants des produits cosmétiques.

1. Les parabènes.

Les parabènes (paraben en anglais) sont des conservateurs utilisés dans l'industrie cosmétique pour empêcher la prolifération des bactéries et des champignons. On les trouve dans bon nombre de produits de beauté : shampoings, gels douches, crèmes hydratantes...

La formule semi-développée du propylparaben ou parahydroxybenzoate de propyle est :



1.1. Nommer les groupes caractéristiques (a) et (b) encadrés dans cette molécule. (2 pts)
Le propylparaben peut être synthétisé à partir de deux réactifs, le réactif n°1 et le réactif n°2.

1.2. Le réactif n°1 est l'acide para-hydroxybenzoïque.

Écrire sa formule semi-développée. (1 pt)

1.3. Quel est le nom du réactif n°2 ? Écrire sa formule semi-développée. (2 pts)

2. Préparation d'un ester utilisé en parfumerie.

Un professeur décide de faire synthétiser à ses élèves de terminale un ester utilisé en parfumerie. Chaque binôme dispose d'un flacon A contenant un acide carboxylique noté R – COOH et d'un flacon B portant l'étiquette alcool benzyllique ; C₆H₅ – CH₂ – OH. Le professeur indique que l'acide carboxylique utilisé est soit l'acide méthanoïque, soit l'acide éthanoïque, soit l'acide propanoïque.

2.1. Recherche de l'acide carboxylique utilisé.

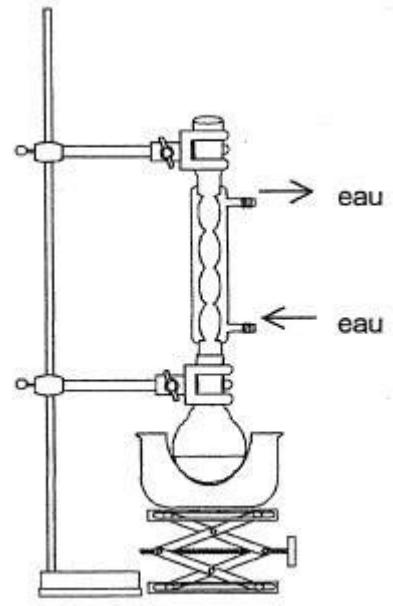
Chaque binôme dispose d'une solution S obtenue en dissolvant une masse m = 0,90 g d'acide carboxylique A dans une fiole jaugée de 1000 mL. Les élèves placent dans un bêcher un volume V_A = 10,0 mL de solution S. Ils placent dans une burette graduée une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (Na⁺ (aq) + HO⁻ (aq)) de concentration molaire en soluté apporté C_B = 1,0 x 10⁻² mol.L⁻¹ et ils réalisent un dosage pH-métrique. La courbe obtenue figure en ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE.

- 2.1.1. Écrire l'équation de la réaction support du dosage. (1 pt)
- 2.1.2. Déterminer le volume équivalent V_E de ce dosage en expliquant votre méthode. (2 pts)
- 2.1.3. Calculer la concentration molaire en soluté apporté C_A de la solution S. (2 pts)
- 2.1.4. Calculer la masse molaire de l'acide carboxylique utilisé pour réaliser la solution S et en déduire le nom de l'acide carboxylique A. (2 pts)
- 2.1.5. Justifier la valeur du pH à l'équivalence. (2 pts)

2.2. Synthèse de l'ester.

On introduit dans un ballon un volume $V=28,4\text{ mL}$ d'alcool benzyllique et un volume V d'acide carboxylique pour réaliser un mélange stoechiométrique, 1 mL d'acide sulfurique concentré et quelques grains de pierre ponce. On réalise le montage schématisé ci-contre et on chauffe à ébullition douce pendant une heure.

- 2.2.1. Écrire, avec les formules semi-développées, l'équation de la réaction correspondant à la préparation de l'ester. (1,5 pts)
- 2.2.2. Quelles sont les caractéristiques de cette réaction ? (1,5 pts)
- 2.2.3. Pourquoi ajoute-t-on de l'acide sulfurique concentré dans le milieu réactionnel ? (0,5 pt)
- 2.2.4. Comment se nomme le montage ci-contre ? Quel est son rôle ? (1,5 pts)



2.3. Extraction de l'ester préparé.

Au bout d'une heure, on refroidit le mélange réactionnel et on y ajoute 50 mL d'une solution aqueuse de chlorure de sodium de masse volumique $\rho = 1,20\text{ g.mL}^{-1}$. On verse le contenu du ballon dans une ampoule à décanter. On agite et on laisse décanter.

- 2.3.1. Dans quelle phase se situe l'ester ? Faire un schéma légendé de l'ampoule à décanter en justifiant la position des phases. (3 pts)

On élimine la phase aqueuse. On ajoute dans l'ampoule à décanter 50 mL d'une solution aqueuse d'hydrogénocarbonate de sodium. On laisse décanter et on évacue la phase aqueuse. On rince à nouveau la phase organique à l'eau distillée. Après décantation, on recueille la phase organique dans un bêcher et on la sèche avec du sulfate de magnésium anhydre. On obtient $1,3 \times 10^{-1}\text{ mol}$ d'ester.

- 2.3.2. Calculer la quantité de matière d'alcool benzyllique introduite à l'état initial. (1 pt)
- 2.3.3. Calculer le rendement de cette synthèse. (3 pts)
- 2.3.4. Comment améliorer le rendement, sans changer la nature des réactifs ? (2 pts)

Données :

	Acide méthanoïque $H - COOH$	Acide éthanoïque $CH_3 - COOH$	Acide propanoïque $CH_3 - CH_2 - COOH$
Masse molaire $M(\text{g.mol}^{-1})$	46	60	74

	Acide carboxylique A	Alcool benzyllique	Ester	Eau
Masse volumique ρ (g.mL^{-1})	1,05	1,04	1,06	1,00
Formule semi-développée	$\text{R} - \text{C}(=\text{O})\text{OH}$		-	-

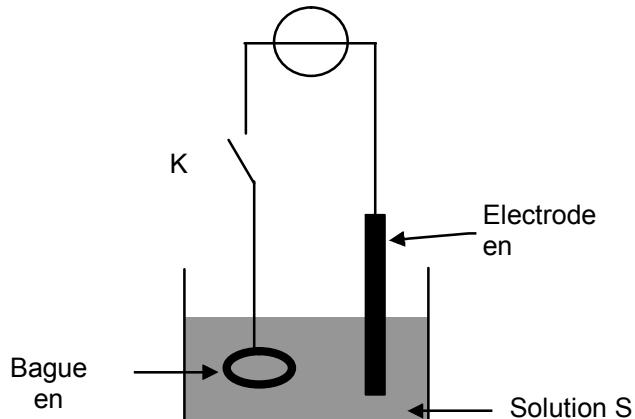
Température d'ébullition ($^{\circ}\text{C}$)	118	205	215	100
Solubilité dans l'eau salée	Très bonne	Très faible	Très faible	-

Exercice II : Un bijou peu coûteux (14 pts)

L'argenture est un procédé encore très utilisé qui consiste à déposer une fine couche d'argent sur un métal moins noble, par exemple du cuivre pour la fabrication de bagues bon marché. Le protocole consiste à réaliser une électrolyse en utilisant une solution aqueuse de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$) afin de déposer sur cette bague en cuivre de l'argent sous forme solide. Le volume de la solution S de nitrate d'argent introduite dans l'électrolyseur sera $V = 500 \text{ mL}$ et sa concentration en soluté apporté $C = 4,00 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. La bague en cuivre, préalablement décapée, est complètement immergée dans la solution et reliée par un fil conducteur à un générateur comme le décrit le schéma ci-dessous.

Une électrode de graphite (considéré comme inerte) plongée dans la solution, permet la circulation d'un courant électrique. L'électrolyse commence lors de la fermeture de l'interrupteur K. Le générateur délivre alors pendant une durée notée Δt un courant électrique d'intensité I constante. Au niveau de l'électrode de graphite, on observe un dégagement gazeux et sur l'électrode constituée par la bague, seul un dépôt d'argent apparaît distinctement.

On considérera que les anions nitrate NO_3^- ne subissent aucune transformation chimique au cours de l'électrolyse. Ils contribuent seulement au passage du courant électrique dans l'électrolyseur.



Données

Couple oxydo-réducteur : $\text{Ag}^+(\text{aq})/\text{Ag}(s)$ $\text{H}^+(\text{aq})/\text{H}_2(\text{g})$ $\text{O}_2(\text{g})/\text{H}_2\text{O}(\ell)$

Constante de Faraday $F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$;

Masses molaires en g.mol^{-1} : $M(\text{Ag}) = 107,9$ $M(\text{H}) = 1,0$ $M(\text{O}) = 16,0$

1- Bilan de l'électrolyse

- 1.1. La bague en cuivre constitue-t-elle l'anode ou la cathode pour cette électrolyse ? Justifier votre réponse en écrivant la demi-équation de la réaction correspondante. Doit-elle être reliée à la borne positive ou négative du générateur de tension présent dans le montage ? (3 pts)
- 1.2. Quelle autre demi-équation d'oxydoréduction est susceptible de se produire à l'électrode constituée de la bague en cuivre ? (1 pt)
- 1.3. Écrire la demi-équation d'oxydoréduction susceptible de se produire à l'électrode de graphite. Comment peut-on identifier le gaz dégagé ? (2 pts)

- 1.4. À l'aide des questions précédentes, justifier l'équation suivante traduisant le bilan de l'électrolyse : $4\text{Ag}^+(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\ell) = 4\text{Ag(s)} + \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+(\text{aq})$ (1 pt)
- 1.5. La durée de l'électrolyse est $\Delta t = 80$ min et l'intensité du courant vaut $I = 24$ mA.
- 1.5.1. Déterminer la quantité $n(e^-)$ d'électrons échangée pendant cette durée. (2 pts)
 - 1.5.2. Déterminer la quantité initiale d'ions Ag^+ , $n_i(\text{Ag}^+)$, présents à la fermeture de l'interrupteur. (1 pt)
 - 1.5.3. Déterminer la quantité de matière d'argent déposé au bout de la durée de fonctionnement Δt . (3 pts)
 - 1.5.4. Déterminer la masse d'argent $m(\text{Ag})$ déposée sur la bague en cuivre. (1 pt)

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Exercice I : Des esters dans nos cosmétiques

