Métropole 2009 **EXERCICE I. LE SYNTHOL® (6,5 points)**

Médicament créé en 1925 par M. Roger, pharmacien à Orléans, le Synthol® est une solution alcoolisée utilisée en application locale pour calmer les douleurs, décongestionner et désinfecter.

La notice donne la composition du médicament :

Pour 100 g de solution, la composition en substance active est :

Levomenthol……0,2600 g

Vératrole……..0,2600 g

Résorcinol……0,0210 g

Acide salicylique……0,0105 g

Les autres composants sont l'huile essentielle de géranium, l'huile essentielle de cédrat, le jaune de quinoléine (E104).

Toutes les espèces chimiques présentes dans le Synthol® sont solubilisées dans un solvant à base d'éthanol à 96% et d'eau purifiée (titre alcoolique 34,5% en volume).

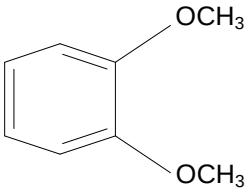
Après une étude de quelques composés du Synthol®, on vérifiera par un dosage la teneur en acide salicylique de la solution commerciale.

Les deux parties sont indépendantes.

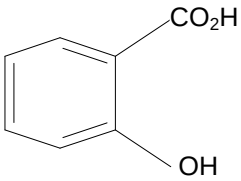
1. Quelques composés du Synthol®

1.1. *On veut identifier les formules de l'acide salicylique, du résorcinol et du vératrole qui entrent dans la composition du Synthol® .*

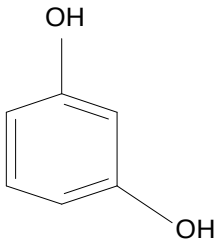
Sachant que l'acide salicylique est un acide carboxylique et que le résorcinol possède deux groupements hydroxyle, identifier les trois molécules en leur attribuant leur numéro.



molécule N°1



molécule N°2



molécule N°3

1.2. Étude de l'acidité d'une solution d'acide salicylique

On note AH la molécule d'acide salicylique. On introduit une quantité de matière $n_0 = 7{,}20 \times 10^{-4}$ mol de l'acide AH dans un volume $V_0 = 100{,}0$ mL d'eau distillée de façon à obtenir une solution de concentration c_0.
Après agitation la valeur du pH mesuré est 2,6.

1.2.1. Écrire l'équation de la réaction de l'acide avec l'eau.
1.2.2. Construire le tableau descriptif de l'évolution du système et le compléter en utilisant des expressions littérales.
1.2.3. Donner la relation entre l'avancement à l'équilibre $x_{éq}$, V_0 et le pH de la solution.
1.2.4. Pour la solution préparée, calculer l'avancement à l'équilibre $x_{éq}$.
1.2.5. Définir le taux d'avancement à l'équilibre. Calculer sa valeur. La transformation est-elle totale ?

2. Dosage de l'acide salicylique dans le Synthol®

Données :

Formule brute de l'acide salicylique : $C_7H_6O_3$

Masse molaire de l'acide salicylique : $M_A = 138\ g.mol^{-1}$

Masse volumique de la solution pharmaceutique : $\rho = 0{,}950\ g.mL^{-1}$

On admet que l'acide salicylique est le seul composé acide dans la solution pharmaceutique.

2.1. Calcul de la concentration de l'acide salicylique dans la solution pharmaceutique.

À l'aide des informations fournies sur la notice et des données ci-dessus, calculer la quantité de matière d'acide salicylique contenu dans un volume V_A = 100,0 mL de Synthol®.
Vérifier que sa concentration est $c_A = 7{,}23 \times 10^{-4}$ mol.L^{-1}.

2.2. Préparation du dosage

Pour vérifier cette valeur, on souhaite effectuer un dosage acido-basique avec une solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+ + HO^-$). Le volume de Synthol® dosé est $V_A = 100{,}0$ mL.
On admet que les calculs de concentration se conduisent pour la solution pharmaceutique de la même manière qu'en solution aqueuse.

On écrit l'équation de la réaction support du dosage de la manière suivante :

$$C_7H_6O_3 + HO^- = C_7H_5O_3^- + H_2O$$

2.2.1. Après avoir donné la définition de l'équivalence, écrire la relation entre la quantité de matière d'acide salicylique $n_i(C_7H_6O_3)$ et la quantité de matière d'ions hydroxyde $n(HO^-)$, qui permet d'atteindre cette équivalence. On pourra s'aider d'un tableau d'avancement.
2.2.2. *On souhaite obtenir un volume équivalent V_{BE} compris entre 5,0 mL et 20,0 mL.*
Donner un encadrement de la concentration de la solution d'hydroxyde de sodium à utiliser.
2.2.3. *Au laboratoire on ne dispose que d'une solution S_0 d'hydroxyde de sodium de concentration $c_0 = 1{,}0 \times 10^{-1}$ mol.L^{-1}.*
En justifiant, décrire le protocole pour fabriquer à partir de S_0, un volume de 50,0 mL d'une solution de concentration $c_B = 1{,}0 \times 10^{-2}$ mol.L^{-1}. On précisera la verrerie utilisée.

2.3. Choix du type de dosage

2.3.1. Dosage colorimétrique

a. *Grâce à un logiciel de simulation, on détermine que le pH à l'équivalence lors du dosage est d'environ 7.*

Choisir, en le justifiant, l'indicateur coloré approprié pour le dosage, dans la liste ci-dessous.

Nom de l'indicateur coloré	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
hélianthine	rouge	3,1 – 4,4	jaune
bleu de bromothymol	jaune	6,0 – 7,6	bleu
phénolphtaléine	incolore	8,2 – 10,0	rose

b. Quel composé, entrant dans la composition du Synthol®, peut empêcher de bien observer le changement de couleur de l'indicateur coloré ? Justifier.

2.3.2. Dosage suivi à l'aide d'un pH-mètre
Les électrodes pH-métriques utilisées en terminale sont adaptées uniquement à des mesures en solution aqueuse.

D'après le texte introductif, quelle espèce chimique présente en quantité relativement importante dans le Synthol® ne permet pas de recommander un dosage pH-métrique ?

2.4. Réalisation du dosage conductimétrique

On opte finalement pour un dosage suivi par conductimétrie. On ajoute progressivement au volume V_A de Synthol®, à l'aide d'une burette graduée, une solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+ + HO^-$) de concentration $c_B = 1{,}00 \times 10^{-2}$ mol.L^{-1}. On mesure la conductivité et on obtient la courbe ***DE LA FIGURE 1 DE L'ANNEXE EN PAGE 9.*** *Le volume de solution dosée étant grand devant l'ajout de solution titrante, on peut considérer le volume de solution dans le bécher constant.*

Faire un schéma légendé du dispositif de titrage.

2.5. Exploitation de la courbe

On rappelle que la conductivité σ d'une solution s'exprime selon la loi :

$$\sigma = \sum_i \lambda_i [X_i]$$

où $[X_i]$ représente la concentration d'une espèce ionique en solution et λ_i la conductivité molaire ionique de cette espèce.

2.5.1. Expliquer pourquoi la conductivité augmente après l'équivalence.
2.5.2. *Dans les conditions de l'expérience, on observe que les deux portions de courbe (avant et après l'équivalence) ne sont pas rectilignes. Pour déterminer le volume versé à l'équivalence, on utilise alors les tangentes aux portions de courbe dans la zone proche de l'équivalence.*
Déterminer graphiquement le volume V_{BE} d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence.
2.5.3. Calculer la concentration en acide salicylique de la solution dosée. Comparer cette valeur à celle trouvée dans la question 2.1.

ANNEXE À RENDRE AGRAFÉE AVEC LA COPIE

ANNEXE DE L'EXERCICE I

Figure 1 : courbe d'évolution de la conductivité de la solution au cours du dosage

