

Exercices chapitre 3

52 Titrage de l'acide salicylique dans le Synthol®

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

100 g de solution contiennent 0,0105 g d'acide salicylique.



Données

- Formule brute de l'acide salicylique : $C_7H_6O_3$
- Masse molaire de l'acide salicylique $M_A = 138 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Masse volumique du Synthol® : $\rho = 0,950 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$

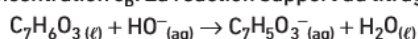
On admet que l'acide salicylique est le seul composé acide dans la solution pharmaceutique.

Les électrodes pH-métriques utilisées au lycée sont adaptées uniquement à des solutions aqueuses.

1.1. Calculer la quantité de matière d'acide salicylique contenu dans $V_A = 100,0 \text{ mL}$ de Synthol®.

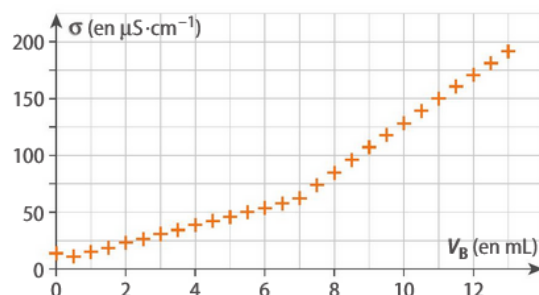
1.2. En déduire la concentration c_A de l'acide salicylique dans la solution pharmaceutique.

2. Pour vérifier cette valeur, on réalise un titrage conductimétrique de $V_A = 100,0 \text{ mL}$ de Synthol par une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})}$, $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$) de concentration c_B . La réaction support du titrage est :



On ajoute progressivement au volume V_A de Synthol®, à l'aide d'une burette graduée, une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})}$, $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$) de concentration $c_B = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. On mesure la conductivité et on obtient la courbe ci-après.

Le volume de solution dosée étant grand devant l'ajout de solution titrante, on peut considérer le volume de solution dans le bécher constant.



2.1. Faire un schéma légendé du dispositif.

2.2. Définir l'équivalence.

2.3. Expliquer pourquoi la conductivité augmente après l'équivalence.

2.4. Calculer la concentration en acide salicylique de la solution dosée. Comparer cette valeur à celle trouvée dans la question **1.2**.

2.5. Serait-il possible de réaliser au lycée le titrage pH-métrique du Synthol® ? Justifier.

Adapté du sujet de Bac Métropole, 2009.

DES CLÉS POUR RÉUSSIR

1.1. Utiliser la masse volumique du Synthol®.

2.1. Ne pas oublier les appareils de mesure et l'agitation. ▶ Cours 3 p. 96

2.c. Faire le bilan des évolutions des concentrations en ions avant et après l'équivalence.

51 Résolution de problème Le beurre est-il rance ?

L'acide butanoïque $C_4H_8O_2$ est l'un des composés responsables de l'odeur très forte et du goût piquant de certains fromages et beurres rances.

Un beurre est rance si le pourcentage en masse d'acide butanoïque qu'il contient est supérieur ou égal à 4 %.

Protocole Titrage de l'acide butanoïque dans le beurre

- Dans un bécher, on introduit 8,0 g de beurre fondu auquel on ajoute un grand volume d'eau distillée.
- On agite afin de dissoudre dans l'eau la totalité de l'acide butanoïque présent dans le beurre.
- Dans le bécher, on plonge la sonde d'un conductimètre, puis on verse millilitre par millilitre, une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})}$, $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$) de concentration $c = 4,0 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Pour chaque volume V_b ajouté de solution titrante, on mesure la conductivité σ de la solution (**doc. 1**).

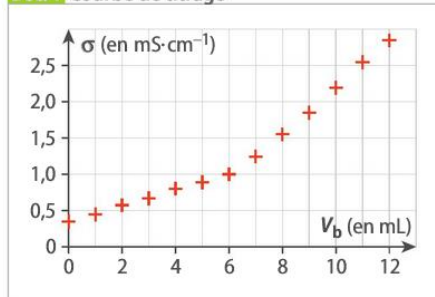
Données

- Masse molaire de l'acide butanoïque : $M = 88,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Couple acide butanoïque/ion butanoate : $C_4H_8O_2/C_4H_7O_2^-$
- On considère que seul l'acide butanoïque réagit avec le réactif titrant.

Adapté du sujet de Bac Métropole, septembre 2017.



Doc. 1 Courbe de titrage



QUESTION PRÉLIMINAIRE

Déterminer l'équation de la réaction de titrage.

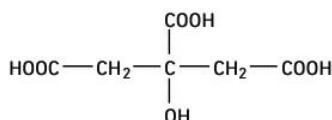
PROBLÈME

Le beurre analysé est-il rance ?

48 Titrage de l'acide citrique d'une limonade

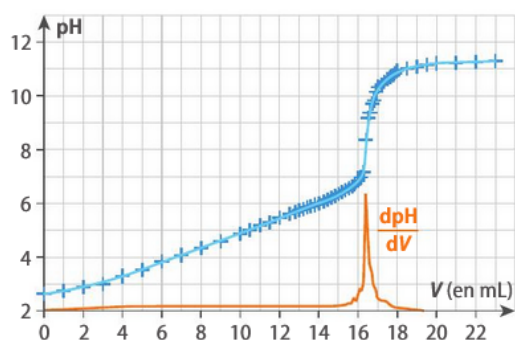
Justifier un protocole • Exploiter un graphique

Une limonade est une boisson gazeuse qui contient, entre autres, de l'acide citrique commercialisé sous le code E303. Sa formule met en évidence trois groupes carboxyle :



Protocole de titrage

- Chauffer la limonade à reflux pendant environ 20 minutes afin de la dégazer.
- Remplir la burette d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $c_B = 3,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
- Prélever $V = 10,0 \text{ mL}$ de limonade dégazée, les verser dans un bécher et ajouter 50 mL d'eau distillée.
- Réaliser le titrage avec un suivi pH-métrique de la solution obtenue par la solution de soude. On obtient la courbe de titrage ci-dessous.



Donnée Masse molaire de l'acide citrique : $M = 192 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

1. a. Sachant que le gaz dissous est du dioxyde de carbone, pourquoi est-il nécessaire de dégazer la limonade avant le titrage ? ▶ Chapitre 1

b. Identifier le réactif titré et le réactif titrant.

c. Recopier la formule semi-développée de l'acide citrique et entourer les fonctions acides carboxyliques. Pourquoi est-il qualifié de triacide ?

2. a. Faire le schéma légendé du montage de titrage.

b. En notant l'acide citrique AH_3 , écrire la réaction support du titrage sachant qu'il se forme l'ion A^{3-} correspondant.

c. Déterminer le volume équivalent V_E du titrage en expliquant la méthode employée.

d. En déduire la concentration en quantité de matière et la concentration en masse en acide citrique de la limonade.

47 Basicité d'un béton

Exploiter un énoncé • Estimer une incertitude

L'hydroxyde de calcium $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$, un des constituants du béton, confère à l'eau qui se trouve dans les pores du béton un caractère basique.

Nadia, étudiante en génie civil, étudie un volume $V_B = 100,0 \text{ mL}$ d'eau recueillie à la surface d'un béton. On considérera que cette eau ne contient que les ions $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$ et $\text{Ca}^{2+}_{(\text{aq})}$.

La concentration attendue en ion $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$ de cette eau vaut $c_{\text{réf}} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Elle réalise le titrage de cet échantillon par une solution d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$, $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$) de concentration $c_A = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ avec un suivi conductimétrique. Elle mesure un volume équivalent $V_E = 10,8 \text{ mL}$.

1. a. Écrire la réaction support du titrage.

b. Peut-on suivre ce titrage par pH-métrie ? Pourquoi ?

2. a. Définir l'équivalence et le volume équivalent.

b. Déterminer la concentration c de la solution titrée.

3. a. Recenser les sources d'incertitudes de ce titrage.

b. L'incertitude-type sur la concentration de la solution titrante est $u(c_A) = 2 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Les incertitudes-types sur les volumes sont considérées comme égales à 0,2 mL.

L'incertitude-type $u(c)$ sur la concentration c vérifie :

$$\frac{u(c)}{c} = \sqrt{\left(\frac{u(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{u(c_A)}{c_A}\right)^2 + \left(\frac{u(V_B)}{V_B}\right)^2}$$

Calculer $u(c)$, puis $\frac{|c - c_{\text{réf}}|}{u(c)}$. Commenter le résultat.



46 Simuler une courbe de titrage conductimétrique

Utiliser un langage de programmation • Exploiter un graphique

Fichiers Python

Programme à compléter
Fiche d'accompagnement
hatier-clc.fr/pct108

Le programme python fourni (hatier-clc.fr/pct108) utilise la situation et les données de l'exercice 44.

Son objectif est la création de listes de valeurs de quantités de matière pour chaque espèce ionique présente en solution impliquée dans ce titrage, puis le calcul de la conductivité du mélange à chaque état du titrage, en utilisant la loi de Kohlrausch.

a. Compléter ce programme pour qu'il calcule les quantités de matière des quatre espèces ioniques impliquées avant et après l'équivalence.

b. Exécuter le programme et imprimer la courbe de titrage simulée.

c. Modifier la valeur du volume d'eau ajouté et décrire l'allure de la courbe de titrage obtenue quand ce volume est très faible, ou au contraire quand il est très élevé.