

TP Chimie n°5 : Titrage de l'acide citrique dans le Pulco®

Le Pulco® est une marque française de boissons à base d'oranges et de citrons. La plus connue est le Pulco citron. La lecture de l'étiquette d'une telle bouteille de Pulco® montre une composition relativement simple : de l'eau, du jus de citron, de l'acide citrique et des extraits naturels. L'objectif de cette activité expérimentale est de déterminer la teneur en acide citrique dans une bouteille de Pulco® du commerce. Le résultat sera écrit avec son incertitude-type.

A compléter :

<https://colab.research.google.com/drive/1xiN0MhKhQk8PAuOD3M6gIh7o6DHwMuj7?usp=sharing>

Corrigé :

https://colab.research.google.com/drive/1uSBKjm00qN9cw0S7OIVGe_Fa2IH0PGa8?usp=sharing

Introduction

1. Pourquoi la solution de soude est-elle connue pour avoir une concentration changeant au cours du temps ? Une telle solution de soude est qualifiée de soude carbonatée.
2. Écrire les équations des réactions de titrage de l'acide citrique par la solution de soude.
3. Expliquer pourquoi on n'observe qu'un unique saut de pH. Écrire alors l'équation de la réaction support du titrage et donner la valeur de sa constante d'équilibre à 25°C. Conclure.

Manipulation 1 : étalonnage de la soude

Les solutions aqueuses de soude, même fraîchement préparées, ne peuvent pas être considérées comme des **standards** pour effectuer un titrage. En effet, leur concentration varie sensiblement au cours du temps, obligeant l'opérateur à préparer la solution ou à en déterminer le titre juste avant la réalisation de l'expérience.

On dispose d'une solution aqueuse de soude dont la concentration est **environ** $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. L'hydrogénophthalate de potassium KHP est une espèce ampholyte souvent employée pour étalonner une solution aqueuse de soude (on parle de standard, servant à la standardisation de la solution). Il est en effet notablement stable, facile à manipuler et suffisamment lourd pour rendre son prélèvement aisé.

- Peser **environ-exactement** 0,2 g de KHP -**noter la masse exacte**-et la transférer dans un bécher de 100 mL.
 - Ajouter 25 mL d'eau distillée, un barreau aimanté et quelques gouttes de phénolphthaléine.
 - Titrer la solution obtenue par la solution de soude préparée mise à disposition. Faire deux titrages concordants (un rapide et un à la goutte près).
4. Déterminer une valeur de la concentration de la solution de soude munie de son incertitude déterminée à l'aide du programme Python (méthode Monte Carlo).

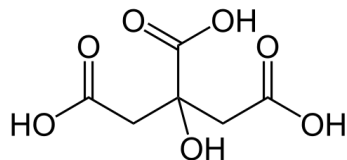
Manipulation 2 : titrage de l'acide citrique contenue dans le Pulco®

On dispose d'une solution (S) de Pulco® préparée par l'équipe technique (solution aqueuse de Pulco® diluée 10 fois). Proposer un protocole permettant de titrer $V_0 = 20,00 \text{ mL}$ de la solution (S) par la solution de soude précédemment étalonnée afin de déterminer la teneur en acide citrique dans la boisson commerciale.

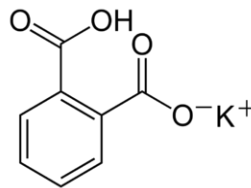
- Dans un bécher de 75 mL, introduire $V_0 = 20,00 \text{ mL}$ de la solution (S) prélevée à la pipette jaugée.
 - Ajouter environ 10,0 mL d'eau distillée.
 - Mettre sous agitation magnétique.
 - Remplir la burette graduée avec de la soude étalonnée.
 - Étalonner le pH-mètre puis suivre le titrage en relevant régulièrement le pH. Resserrer les mesures au voisinage de l'équivalence.
5. Tracer la courbe $\text{pH} = f(V)$ à l'aide du programme Python.
 6. Exploiter complètement le titrage pour déterminer le titre masse en acide citrique dans le Pulco® commercial sera muni de son incertitude-type.

Données

- Structures de l'acide citrique (noté H_3A) et de l'hydrogénophthalate de potassium (noté KHP pour $K^+ + HP^-$) :



Acide citrique (H_3A)



Hydrogénophthalate de potassium (KHP)

- pK_A à $25^\circ C$:
 $CO_2, H_2O / HCO_3^-$: 6,4
 HCO_3^- / CO_3^{2-} : 10,3
 H_2P / HP^- : 2,9
 HP^- / P^{2-} : 5,5
 H_3A / H_2A^- : 3,1
 H_2A^- / HA^{2-} : 4,8
 HA^{2-} / A^{3-} : 6,4
- Masses molaires (en $g \cdot mol^{-1}$) : H(1) ; C (12) ; O(16) ; Na (23) ; K (39,1)
Acide citrique H_3A (192,1) ; hydrogénophthalate de potassium KHP (204,2)
- Teintes de la phénolphthaléine : incolore $\rightarrow$ rose (zone de virage du pH 8,2-10)
- Densité du Pulco® : $d = 1$