

Dosage d'un vinaigre d'alcool

1. Introduction

L'objectif est de doser l'acide éthanóique (CH_3COOH) contenu dans un vinaigre d'alcool du commerce, et de vérifier l'indication "Vinaigre d'alcool à 8%" de l'étiquette.

On donne la masse molaire de l'acide éthanóique $M = 60,05 \text{ g/mol}$ et sa densité $d = 1,0492$.

2. Matériel et solutions

- ▷ Burette sous la hotte
- ▷ Burette
- ▷ Pipette jaugée 10 mL
- ▷ 2 béchers 50 mL
- ▷ Fiole jaugée de 100 mL
- ▷ Agitateur magnétique
- ▷ Électrode de verre
- ▷ Électrode de référence ECS
- ▷ pH-mètre
- ▷ Vinaigre d'alcool sous la hotte
- ▷ Soude $0,010 \text{ mol/L}$
- ▷ Solutions tampons pH=4 et pH=7
- ▷ Phénol-phtaléine

3. Mesure du pH

La mesure d'un pH est une mesure de différence de potentiel entre une électrode de verre et une électrode de référence ECS (calomel saturé).

L'électrode de verre comporte une membrane en verre sphérique, très fine et donc très fragile. L'intérieur est rempli d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration connue, dont le pH est fixé à pH_0 . L'électrode métallique plongée dans cette solution est en argent. Le couple rédox en réaction sur cette électrode est $Ag/AgCl$. Les échanges de proton à travers la membrane de verre conduisent à une différence de potentiel à travers la membrane proportionnelle à la différence de pH entre la solution et l'intérieur de l'électrode de verre. Finalement, la différence de potentiel entre l'électrode de verre et l'électrode de référence (entre les conducteurs métalliques) dépend du pH par une fonction affine :

$$U = A + BpH$$

Cette différence de potentiel est mesurée avec un pH-mètre, qui est un voltmètre à très haute impédance d'entrée, conçu pour afficher directement la valeur du pH. Pour

cela, il faut étalonner le pH-mètre, c'est-à-dire déterminer les coefficients A et B , qui dépendent de l'électrode de verre utilisée, de l'électrode de référence et de la température. L'étalonnage est effectué avec deux solutions tampons.

Attention : l'électrode de verre est très fragile. Elle doit être rincée et plongée dans l'eau distillée après usage, particulièrement si le milieu est basique.

4. Réalisation du dosage

Étalonner le PH-mètre à l'aide des solutions tampons fournies.
Le vinaigre étant dans la burette sous la hotte, on dispose d'une fiole jaugée de 100 mL pour préparer la solution à doser. Faire une dilution du vinaigre d'un facteur 100.
Rincer la burette avec un peu de soude, puis la remplir de soude.
Prélever 10 mL de la solution à doser et les placer dans un bécher. Ajouter 2 gouttes de phénol-phtaléine, le barreau aimanté et de l'eau distillée.
Rincer les électrodes à l'eau distillée et les tremper dans la solution à doser. Le barreau aimanté ne doit pas toucher les électrodes pendant sa rotation. Ajouter de l'eau si nécessaire.

Réaliser un premier dosage rapide pour repérer la valeur approximative du volume équivalent de soude. La phénol-phtaléine est un indicateur coloré qui devient rose lorsque le pH est supérieur à 9 (environ).
Réaliser un second dosage en relevant le pH pour chaque volume v de soude versé. Au voisinage de l'équivalence, augmenter le volume très progressivement, pour avoir le plus possible de points dans la zone de virage.
Lorsque le dosage est terminé, rincer l'électrode de verre et la ranger dans son capuchon rempli d'eau.

5. Interprétation et exploitation du dosage

Avec le tableur, tracer le pH en fonction du volume v de soude versé.
Tracer aussi la dérivée en fonction du volume versé, pour repérer le volume pour lequel la dérivée est maximale, qui correspond à l'équivalence. En déduire le volume de soude à l'équivalence avec son incertitude.

L'acide éthanoïque est en équilibre avec sa base conjuguée selon la réaction :



Pour cet acide $pK_A = 4,75$.

Quelle est la forme prépondérante (acide ou base) dans le vinaigre ?

Le but du dosage est de déterminer la molarité en acide de la solution, c'est-à-dire la concentration suivante :

$$c = [CH_3COOH] + [CH_3COO^-] \quad (2)$$

La réaction prépondérante est :



La seconde réaction est celle des ions hydroniums produits par la réaction (1) :



Avant le dosage, y a autant d'ions H_3O^+ que d'ions CH_3COO^- . Les deux acides sont dosés simultanément. À l'équivalence, le nombre de moles de soude introduite est donc égal au nombre de moles d'acide et de base conjuguée présents dans la solution.

Déduire du volume équivalent le nombre de moles d'acide éthanoïque et de sa base conjuguée dans la solution dosée, puis la molarité de l'acide éthanoïque du vinaigre. Calculer l'incertitude de cette valeur.
Calculer le pourcentage volumique et justifier l'indication de l'étiquette.