

TP 20 : Titrage du vinaigre

Les points du programme :

- Préparer une solution de concentration en quantité de matière donnée à partir d'une solution de composition connue avec le matériel approprié.
- Identifier et exploiter la réaction support du titrage.
- Mettre en œuvre un protocole expérimental correspondant à un titrage direct ou indirect.
- Choisir et utiliser un indicateur coloré de fin de titrage.

Contexte

Par définition, le degré d'acidité est la masse d'acide éthanóique (CH_3CO_2H) dissout dans 100 g de vinaigre. On peut effectuer le titrage d'un vinaigre à l'aide d'un indicateur coloré ou par titrage pH-métrique en utilisant comme support une réaction acido-basique. Dans les deux cas de figure, l'acide éthanóique est titré par une solution d'hydroxyde de sodium (Na^+ ; HO^-) de concentration $C_B = 0,10 \pm 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$.

Objectifs

- Vérifier le degré d'acidité d'un vinaigre blanc.
- Vérifier la cohérence avec l'étiquette de la bouteille.

Matériel :

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 spectrophotomètre + cuves ▪ 1 solution de permanganate de potassium à $(2,0 \pm 0,02) \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$ ▪ 2 béchers de 100 mL ▪ 1 fiole jaugée de 50 mL ▪ 1 pissette d'eau | <ul style="list-style-type: none"> ▪ pipettes jaugée de 5 mL, 10 mL, 20 mL et 25 mL avec leur propipette. ▪ 6 tubes à essai sur un support ▪ 1 pipette pasteur plastique ▪ votre ordinateur avec Anaconda (Spyder) |
|--|--|

Données :

- Masses molaires : $M(C) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(H) = 1,00 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(O) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$;
- Masse volumique du vinaigre : $\mu_{\text{vinaigre}} = 1,00. \text{ g.mL}^{-1}$

1. Travail préliminaire

La concentration en acide éthanóique est trop élevée pour effectuer le titrage directement, il faut donc diluer 10 fois ce vinaigre dans un premier temps.

Q1. Préciser le protocole à suivre pour préparer 50 mL de solution diluée.

Les couples Acide/Base intervenant sont : $CH_3CO_2H(aq) / CH_3CO_2^-(aq)$ et $H_2O(l) / OH^-(aq)$.

Q2. Écrire l'équation de la réaction servant de support au titrage.

Q3. Quelles sont les caractéristiques de cette réaction ?

2. Solution diluée

- Réaliser la solution diluée de vinaigre et la réserver pour les titrages à suivre.

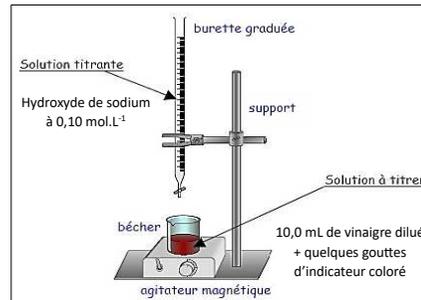
3. Titrage colorimétrique

Principe :

Le schéma du montage expérimental est donné ci-contre.

L'indicateur coloré utilisé permet de repérer l'équivalence acido-basique par le changement de teinte de la solution.

- Réaliser le montage expérimental et le faire vérifier avant de commencer le titrage.



- Réaliser le titrage en suivant soigneusement l'évolution de la teinte de la solution. L'équivalence doit être repérée à la goutte près.
- Noter le volume d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence $V_{BE} = \dots\dots\dots \text{mL}$.

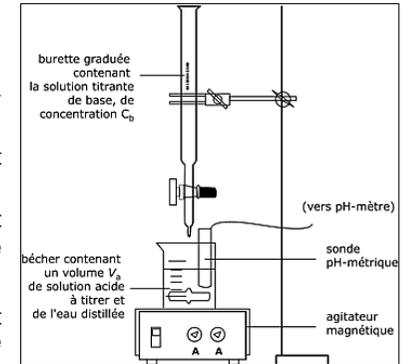
4. Titrage pH-métrique

Principe :

Le schéma du montage expérimental est indiqué ci-contre.

La solution titrante est la même que précédemment et la prise de solution à titrer est toujours de 10,0 mL.

NB : Pour que la sonde soit bien immergée, il faut ajouter un peu d'eau distillée, cet ajout n'a aucune influence sur l'équivalence.



- Réaliser le montage expérimental en ajoutant 50 mL d'eau distillée à l'aide d'une éprouvette graduée.
- Verser la solution de soude tout en mesurant le pH. Procéder mL par mL au début puis rapprocher les mesures lorsque l'on arrive près de l'équivalence.
- Tracer la courbe $pH = f(V_B)$ sur Regressi ou avec python. Tracer ensuite la dérivée de cette courbe.
- En déduire le volume versé à l'équivalence $V_{B,eq}$.

5. Exploitation des résultats :

- Q4.** A partir de la courbe déterminer le pK_a du couple $CH_3CO_2H(aq) / CH_3CO_2^-(aq)$.
- Q5.** La zone de virage de la phénolphtaléine est comprise entre $pH = 8,0$ et $pH = 9,6$. Justifier son emploi dans la première partie.
- Q6.** Déterminer la concentration de la solution fille de vinaigre diluée.
- Q7.** Déterminer l'incertitude-type associée à cette valeur en utilisant la relation suivante :

$$\frac{u(c_{\text{fille}})}{c_{\text{fille}}} = \sqrt{\left(\frac{u(c_B)}{c_B}\right)^2 + \left(\frac{u(V_{Beq})}{V_{Beq}}\right)^2 + \left(\frac{u(V_{titrée})}{V_{titrée}}\right)^2}$$

et en estimant les différentes incertitudes-type.

- Q8.** Calculer la concentration en acide éthanóique dans le vinaigre.
- Q9.** Déterminer l'incertitude-type associée à cette valeur en utilisant la relation suivante :

$$\frac{u(c_{\text{mère}})}{c_{\text{mère}}} = \sqrt{\left(\frac{u(c_{\text{fille}})}{c_{\text{fille}}}\right)^2 + \left(\frac{u(V_{fille})}{V_{fille}}\right)^2 + \left(\frac{u(V_{prélevé})}{V_{prélevé}}\right)^2}$$

- Q10.** Relever le degré d'acidité sur l'étiquette du vinaigre et conclure.