

Titration d'acide faible: le vinaigre

Le vinaigre est une solution aqueuse contenant essentiellement de l'acide éthanóique; la concentration d'un vinaigre commercial est exprimée en degré.

Un degré | . exprime la masse, en gramme, d'acide éthanóique pur contenu dans 100 g de vinaigre.
 (ou) | . exprime le rapport de la masse, en gramme, d'acide éthanóique pur sur la masse de vinaigre.

Un dosage d'un vinaigre est donc un dosage acide-base. Le vinaigre à doser est d'abord dilué au centième et on titre ensuite la solution diluée à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium.

Objectif : Vérifier par dosage l'information portée sur l'étiquette en ce qui concerne le degré du vinaigre par 3 méthodes différentes :
 . Titration colorimétrique V_{eq1}
 . Titration pH-métrique V_{eq2} et titration conductimétrique V_{eq3}

Réactifs

- Vinaigre blanc d'alcool: solution S_0 du commerce à 8° d'acide acétique C_0 inconnue (à diluée 10× pour obtenir C_A)
- Solution S_B d'hydroxyde de sodium $C_B = 1,0 \cdot 10^{-1}$ mol/L
- Eau distillée
- Solutions étalons pH-métriques (4 et 7)
- Solutions étalons conductimétrique $\sigma = 1413 \cdot 10^{-6}$ S.cm⁻¹
- Indicateurs colorés: zone de virage:
 - o Hélianthe (3,1 – 4,4)
 - o Bleu de bromothymol (6,0 – 7,6)
 - o Phénolphthaléine (8,2 – 10,0)

Matériel

- Pipettes jaugées de 10 mL et propipette
- Burette graduée de 25,0 mL
- Fiole jaugée de 100,0 mL
- Béchers 250 mL (×1), 50 mL (×3)
- pH-mètre + électrode combinée
- conductimètre + sonde conductimétrique
- Agitateur magnétique + barreau aimanté
- Verre à pied

Données

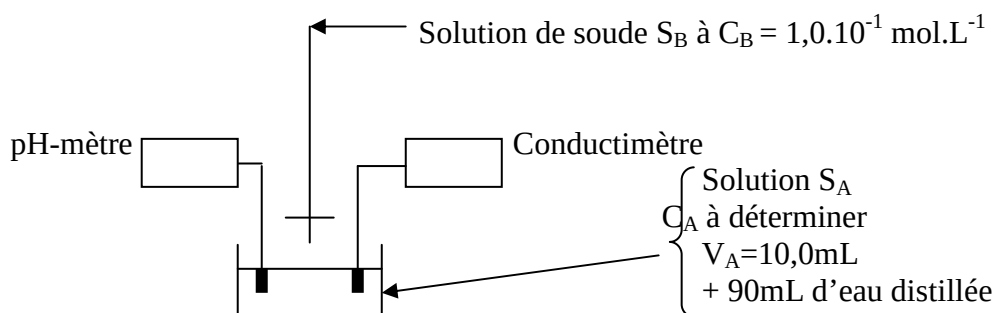
Constantes d'acidité : $K_A (H_3O^+/H_2O) = 1$; $K_A (CH_3COOH/CH_3COO^-) = 1,78 \cdot 10^{-5}$; $K_A (H_2O/HO^-) = 10^{-14}$

Calcul de l'incertitude relative portant sur C_{Aexp} :
$$\frac{\Delta C_{Aexp}}{C_{Aexp}} = \sqrt{\left(\frac{\Delta C_B}{C_B}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V_B}{V_B}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V_A}{V_A}\right)^2}$$

La solution commerciale S_A de concentration C_0 a été diluée 10 fois afin de pouvoir la doser convenablement d'où une concentration $C_A = C_0 / 10$.

La densité du vinaigre par rapport à l'eau est pratiquement égale à 1.

Montage



Mettre en œuvre un protocole expérimental.

- a) Réaliser un schéma annoté du dispositif de titrage.
- b) Quel est le réactif titrant? Quel est le réactif titré?
- c) Ecrire l'équation de la réaction support du titrage ainsi que son tableau d'avancement.
- d) Pourquoi peut-on utiliser un titrage par colorimétrie.
- e) A l'aide de vos connaissances et de l'équation de la réaction support du titrage, quel indicateur coloré serait le mieux adapté à ce dosage dans la liste proposée? Justifier.
- f) Pourquoi peut-on réaliser un suivi pH-métrique de ce titrage?
- g) Pourquoi peut-on réaliser un suivi conductimétrique de ce titrage?
- h) Elaborer un protocole expérimental pour passer de la solution mère S_0 à C_0 à la solution fille S_A à C_A .

joef Il faudrait essayer d'être heureux, ne serait-ce que pour donner l'exemple.

Mode préparatoire

- ✎ Réaliser la dilution de la solution mère S_0 à l'aide du protocole proposé à la question h).
- ✎ Préparer avec 10,0 mL de solution S_A pour chacun :
 - 1^{er} bécher (50 mL) avec 2 gouttes d'indicateur coloré choisi
 - 2^{ième} bécher (250 mL) avec environ 100 mL d'eau distillée
- ✎ Préparer et remplir la burette avec la solution d'hydroxyde de sodium (volume V_B).
- ✎ Etalonner le pH-mètre.
- ✎ Etalonner le conductimètre.

1. Titrage rapide colorimétrique: colorimétrique.

- ✎ Prendre le 1^{er} béchers préalablement préparé et ajouter 2 gouttes d'indicateur coloré choisi.
- ✎ Réaliser le dosage, versé la soude mL par mL
- ✎ Arrêter au changement de couleur et noter le volume à l'équivalence: $V_{\text{Beq1}} =$

2. Titrage précis: pH-métrie et conductimétrie.

- ✎ Prendre le 2nd bécher et faire le montage du titrage par conductimétrie et par pH-métrie.
- ✎ Réaliser le dosage en versant la soude mL par mL au départ puis réduire les ajouts de soude à 0,2mL par 0,2mL dans l'intervalle de la zone d'équivalence ($V_{\text{Beq1}} - 2 \leq V_{\text{Beq}} \leq V_{\text{Beq1}} + 2$).
- ✎ **Noter pour chaque volume versé la valeur du pH et celle de la conductance.**
- ✎ Tracer (si possible en simultanée) sur la même feuille de papier millimétré $\text{pH}=f(V_B)$ et $G=f(V_B)$

Exploitation

3. Etude de la courbe pH-métrie.

- i) Déterminer les coordonnées (V_{Beq2} , pH_{eq}) du point d'équivalence par la méthode des tangentes.
- j) Comparer le résultat obtenu avec la méthode colorimétrique.
- k) Pourquoi le pH augmente-t-il lors du titrage?
- l) Que constate-t-on graphiquement lorsque le volume versé est proche du volume versé à l'équivalence?

4. Etude de la courbe conductimétrique.

- m) Déterminer le volume équivalent V_{Beq3} .
- n) Comparer le résultat obtenu avec la méthode colorimétrique.
- o) Expliquer clairement l'évolution de la courbe du titrage en vous aidant de l'équation de la réaction.
- p) Comparer le résultat obtenu avec la méthode pH-métrie et donner l'écart absolu entre ces 2 résultats.

Conclusion

- q) Déterminer la concentration molaire C_{Aexp} d'acide éthanoïque dans la solution S_A de vinaigre.
- r) Cibler et relever les différentes incertitudes données par chacun des outils utilisés lors de ce titrage.
- s) En ne considérant que les incertitudes portant sur le calcul de la concentration molaire C_{Aexp} de la solution S_A d'acide chlorhydrique, déterminer l'incertitude relative et absolue.
- t) Donner un résultat avec un encadrement acceptable de la valeur de C_{Aexp} .
- u) Quelle est la concentration C_0 d'acide éthanoïque dans la solution commerciale de vinaigre.
- v) A partir de la définition du degré du vinaigre, montrer que:
$$\text{Degré} = \frac{C_0 \times M_{(\text{CH}_3\text{COOH})}}{d_{(\text{CH}_3\text{COOH})} \times \rho_{\text{eau}}}$$
- w) Déterminer le degré expérimental du vinaigre.
- x) Sachant que le degré donné par le fabricant est de 8°, calculer l'écart relatif avec votre résultat. Cela vous semble-t-il acceptable?

Pour aller plus loin

Si le temps le permet:

- ✎ Tracer sur Synchronie la courbe $\text{pH}=f(V_B)$
- ✎ Modéliser la dérivée de cette courbe afin de déterminer le V_{Beq} .
- y) Comparer le résultat trouvé avec celui déterminé par la méthode des tangentes (question i).