

EXERCICE C - DISSOLUTION D'UNE COQUILLE D'ŒUF (5 points)

Pour permettre aux enfants de découvrir les sciences, certains sites internet proposent des expériences simples et réalisables chez soi, comme la dissolution d'une coquille d'œuf dans du vinaigre blanc. Dans cet exercice, on se propose de vérifier le titre d'un vinaigre blanc et d'étudier l'action de ce vinaigre sur une coquille d'œuf.

A – Vérification du degré d'un vinaigre blanc

Le vinaigre blanc est une solution aqueuse d'un acide faible appelé acide éthanoïque dont la formule chimique est CH_3COOH (aq). Le vinaigre blanc a une acidité de 8 ° en acide éthanoïque. La valeur de son pH est d'environ 3.

Données :

- Couples acide / base : CH_3COOH (aq) / CH_3COO^- (aq) ;
 H_2O (l) / HO^- (aq)
- pK_A du couple (acide éthanoïque / ion éthanoate) : 4,8 ;
- Masses molaires atomiques : $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
 $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{Ca}) = 40,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- Le titre ou l'acidité d'un vinaigre est donné en degré (°) : 1,00° correspond à 1,00 g d'acide éthanoïque pur pour 100 g de vinaigre ;
- La valeur de la masse volumique du vinaigre ρ est : $\rho = 1010 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

1. Tracer le diagramme de prédominance du couple acide éthanoïque / ion éthanoate. Indiquer quelle espèce prédomine dans la solution de vinaigre.

Pour vérifier le titre en degré du vinaigre, on réalise un titrage avec suivi pH-métrique d'un volume de vinaigre V_{vinaigre} égal à 5,0 mL par une solution de soude (Na^+ (aq) + HO^- (aq)) de concentration $c_b = 5,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. La valeur du volume relevé à l'équivalence est : $V_{\text{eq}} = 13,4 \text{ mL}$.

2. Faire un schéma annoté du montage expérimental nécessaire à la mise en œuvre du titrage.
3. Écrire la réaction support du titrage qui a lieu entre la solution de soude et le vinaigre.
4. Déterminer la concentration en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ de l'acide éthanoïque, notée c_a , présent dans ce vinaigre.
5. En détaillant le raisonnement, vérifier que le titre de ce vinaigre est bien de 8°.

Pour répondre à cette question, le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

B – Action du vinaigre sur une coquille d'œuf

La coquille d'œuf des oiseaux est constituée en majorité (95 %) d'une substance minérale appelée carbonate de calcium dont la formule chimique est CaCO_3 (s).

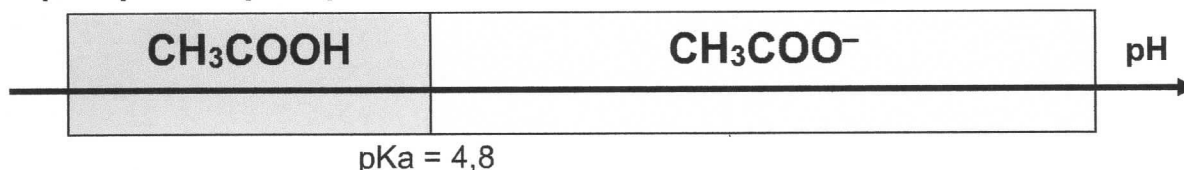
Le processus est lent, mais en immergeant un œuf dans du vinaigre, on voit apparaître de petites bulles de gaz qui se forment à la surface de la coquille qui se dissout.

EXERCICE C – DISSOLUTION D'UNE COQUILLE D'ŒUF (5 points)

Mots-clés : réaction Acide-Base, titrage avec suivi pH-métrique, spectroscopie infrarouge

A – Vérification du degré d'un vinaigre blanc

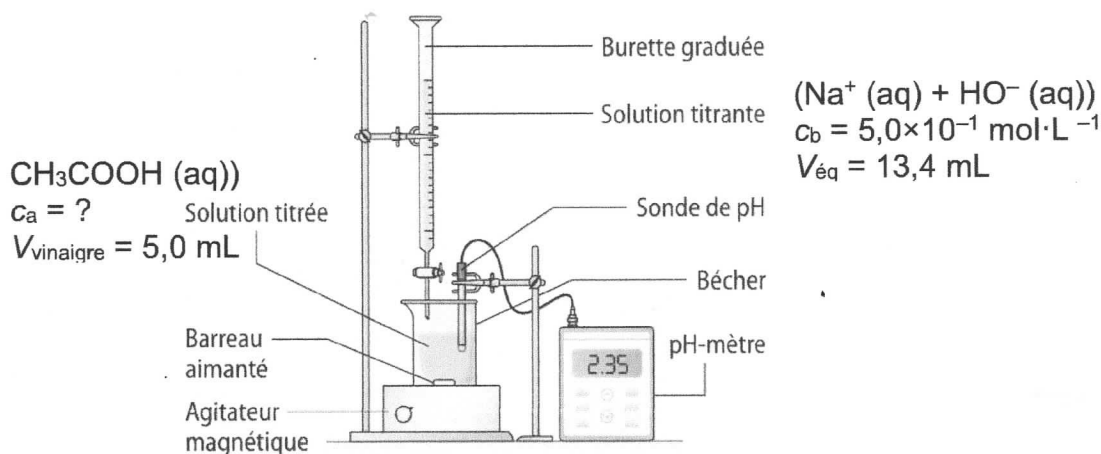
1. Tracer le diagramme de prédominance du couple acide éthanoïque / ion éthanoate. Indiquer quelle espèce prédomine dans la solution de vinaigre.



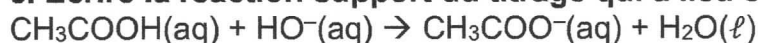
Le pH du vinaigre est égal à environ 3 donc $\text{pH} < \text{pKa}$ alors l'acide éthanoïque prédomine sur l'ion éthanoate.

Pour vérifier le titre en degré du vinaigre, on réalise un titrage avec suivi pH-métrique d'un volume de vinaigre V_{vinaigre} égal à 5,0 mL par une solution de soude ($\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$) de concentration $c_b = 5,0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. La valeur du volume relevé à l'équivalence est : $V_{\text{eq}} = 13,4 \text{ mL}$.

2. Faire un schéma annoté du montage expérimental nécessaire à la mise en œuvre du titrage.



3. Écrire la réaction support du titrage qui a lieu entre la solution de soude et le vinaigre.



4. Déterminer la concentration en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ de l'acide éthanoïque, notée c_a , présent dans ce vinaigre.

À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques.

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}}^{\text{initiale}} = n_{\text{HO}^-}^{\text{versée}}$$

$$c_a \cdot V_{\text{vinaigre}} = c_b \cdot V_{\text{eq}}$$

$$c_a = \frac{c_b \cdot V_{\text{eq}}}{V_{\text{vinaigre}}}$$

$$c_a = \frac{5,0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 13,4 \text{ mL}}{5,0 \text{ mL}} = 1,34 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ soit en } 1,3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ en ne conservant qu'un seul chiffre significatif.}$$

5. En détaillant le raisonnement, vérifier que le titre de ce vinaigre est bien de 8°

D'après l'énoncé, le titre d'un vinaigre est donné en degré (°) : 1,00° correspond à 1,00 g d'acide éthanoïque pur pour 100 g de vinaigre.

Calculons la masse d'acide dans $m = 100$ g de vinaigre.

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ donc } V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{100 \text{ g}}{1010 \text{ g.L}^{-1}} = 9,90 \times 10^{-2} \text{ L}$$

Calculons la masse d'acide éthanoïque $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ dans $V = 99,0$ mL de solution.

$$m = n.M = c_A.V.M$$

$$m = 1,34 \times 9,90 \times 10^{-2} \times (2 \times 12,0 + 4 \times 1,0 + 2 \times 16,0) = 7,96 \text{ g}$$

Ce qui correspond à un degré égal à 7,96°. Cette valeur est très proche des 8° annoncés.