

EXERCICE C – DISSOLUTION D'UNE COQUILLE D'ŒUF (5 points)
Mots-clés : réaction Acide-Base, titrage avec suivi pH-métrique, spectroscopie infrarouge

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 éthanóique dont la formule chimique est CH_3COOH (aq). Le vinaigre blanc a une acidité de 8 ° en acide éthanóique. 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 éthanóique / ion éthanóate): 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 éthanóique 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 éthanóique / ion éthanóate. 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 éthanóique, 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.

Données :

- Principales bandes d'absorption IR :
O–H alcool : 3200 à 3400 cm^{-1} (bande forte et large)
O–H acide carboxylique : 2600 à 3100 cm^{-1} (bande forte et très large)
C=O : 1700 à 1760 cm^{-1} (bande forte et fine)
- Couples acide / base : $\text{CO}_2(\text{g}), \text{H}_2\text{O}(\ell) / \text{HCO}_3^-(\text{aq})$; $\text{HCO}_3^-(\text{aq}) / \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$

6. Représenter le schéma de Lewis de l'acide éthanoïque CH_3COOH .

7. À l'aide des principales bandes d'absorption données, identifier le spectre infrarouge correspondant à l'acide éthanoïque parmi ceux proposés dans la figure 1 ci-dessous.

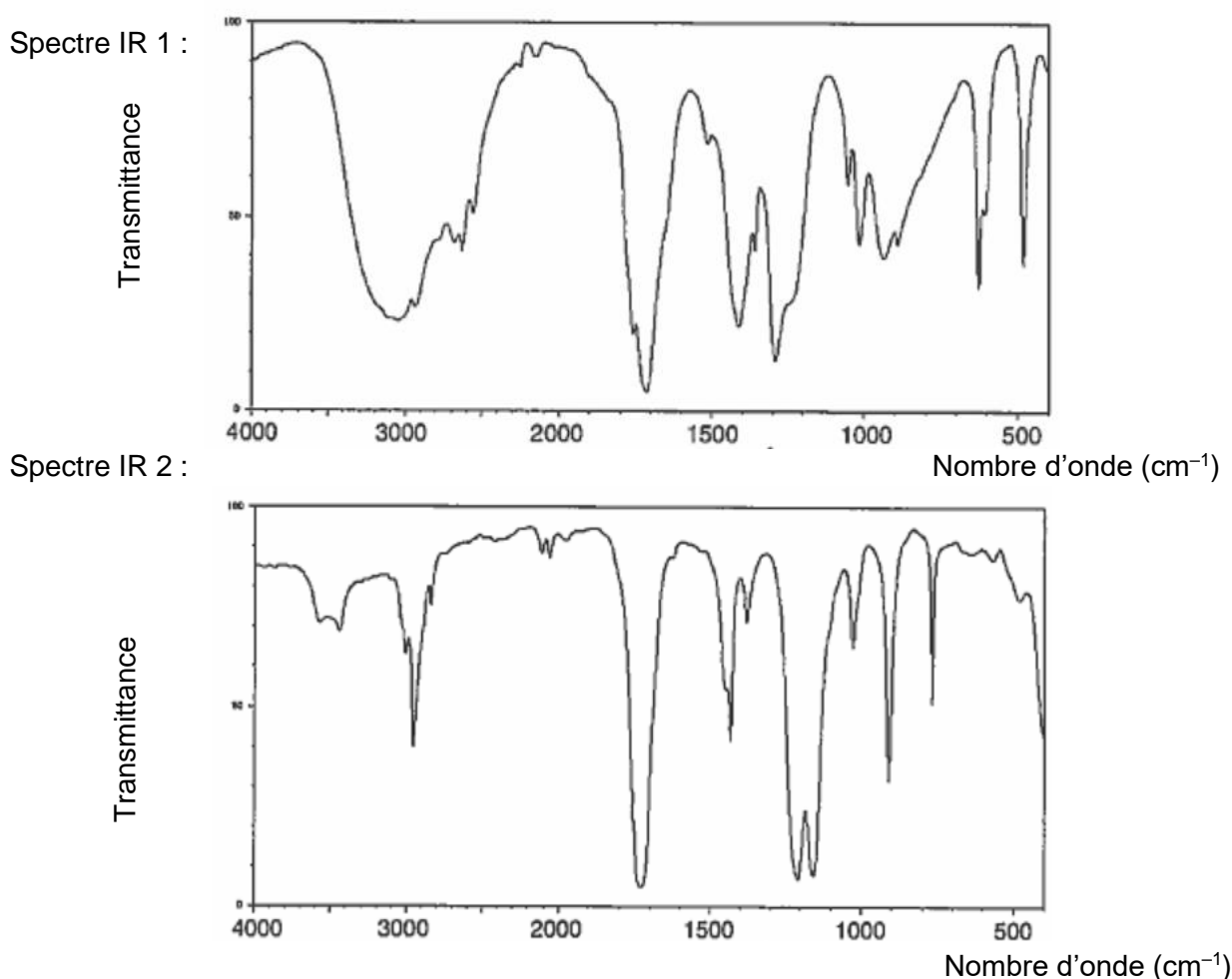
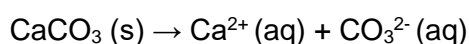


Figure 1. Spectres infrarouges de deux substances

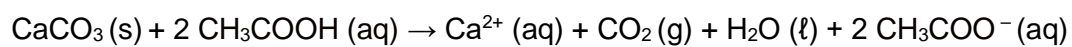
Source : <https://webbook.nist.gov/>

En solution aqueuse, le carbonate de calcium $\text{CaCO}_3(\text{s})$ se dissout, selon l'équation :



8. L'ion carbonate $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ réagit avec l'acide éthanoïque introduit en large excès. Écrire l'équation de la réaction acido-basique qui se produit entre ces deux espèces chimiques.

9. L'ion hydrogénocarbonate HCO_3^- (aq) ainsi formé réagit avec l'acide éthanoïque. Écrire l'équation de la réaction acido-basique qui se produit entre ces deux espèces chimiques.
10. Montrer que l'équation de la réaction qui modélise l'action du vinaigre sur le carbonate de calcium s'écrit :



11. Indiquer, en le justifiant, le caractère acide-base de l'ion hydrogénocarbonate HCO_3^- (aq).