

15. Alcalimétrie : méthode pour mesurer le titre d'une solution alcaline ;

alcalinité : qualité de ce qui est alcalin. En considérant que les espèces alcalines sont basiques, les ions hydrogénocarbonate sont les principales espèces basiques présentes dans les eaux minérales.

Remarques :

Nous n'avons pas présenté le dosage de l'acide lactique dans le lait car un lait frais a un pH de l'ordre de 6,6 alors que le pK_A de l'acide lactique vaut 3,8. Ainsi, dans le lait frais, l'espèce majoritaire est l'ion lactate. On dose en fait tous les acides présents dans le lait et on exprime l'acidité correspondante par comparaison avec une solution d'acide lactique de même concentration.

On peut réaliser un tel dosage de façon colorimétrique (voir, dans le manuel correspondant à l'ancien programme de spécialité, Hachette 1999 : « Les acides dans les boissons »), ou de façon pH-métrique (doser 50,0 mL de lait avec une solution de soude à $0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en suivant le pH après chaque addition de solution de soude).

CORRIGÉ DES EXERCICES

1. 1. Voir Chimie TS, coll. Durupthy, Hachette 2002, chapitre 8, document 2, p. 159.

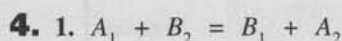
2. Étalonnage.

2. 1. b. ; 2. a. ; 3. a. et b.

3. 1. Le domaine de prédominance d'un acide correspond toujours à $\text{pH} < pK_A$.

$$2. \text{pH} = pK_A + \log \left(\frac{[B]}{[A]} \right).$$

4. Un indicateur coloré acido-basique est adapté à un dosage acido-basique si sa zone de virage contient le pH à l'équivalence ou en est proche.



2. c.

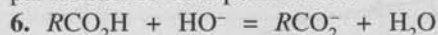
5. 1. Un acide gras est un acide carboxylique à longue chaîne carbonée linéaire.

2. Triesters ou, plus précisément, triglycérides.

3. Repérage de l'équivalence.

4. Voir document 5, p. 181 du livre élève.

5. Cette réaction de saponification est assez lente et totale. La réaction de dosage est rapide : elle n'est pas perturbée par la réaction de saponification.



7. L'équivalence correspond au mélange stœchiométrique des réactifs de la réaction de dosage.

$$n_0(\text{RCO}_2\text{H}) = n_E(\text{HO}^-).$$

8. $n_E(\text{HO}^-) = C \cdot V_E = 3,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol}.$

9. $n(\text{HO}^-) = \frac{n_E(\text{HO}^-)}{10} = 3,1 \cdot 10^{-5} \text{ mol}.$

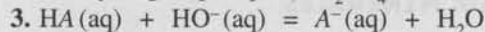
$m(\text{KOH}) = n(\text{HO}^-) \cdot M(\text{KOH}) = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ g},$
soit 1,7 mg : I.A. = 1,7.

6. 1. Matériel : pipette jaugée de 10,0 mL et pipeteur, bécher, burette graduée, agitateur magnétique et barreau aimanté.

Produits : lait, solution de phénolphaléine dans l'éthanol, solution d'hydroxyde de sodium à $0,050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Schéma annoté : voir la correction de l'exercice 1 du chapitre 15, p. 101.

2. Dioxyde de carbone dissous, acides carboxyliques, ions dihydrogénophosphate H_2PO_4^- .



4. a. $n(\text{HA}) = n_E(\text{HO}^-) = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol}.$

b. $m(\text{HA}) = C \cdot V \cdot M(\text{HA}) = \frac{n(\text{HA}) \cdot V \cdot M(\text{HA})}{V_0}$

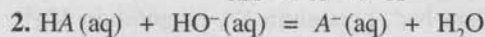
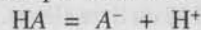
$= 1,89 \text{ g} \approx 1,9 \text{ g},$ avec $V = 1,000 \text{ L}$ et $V_0 = 10,0 \text{ mL}.$

c. 19° Dornic.

5. L'acidité totale caractérise la fraîcheur du lait.

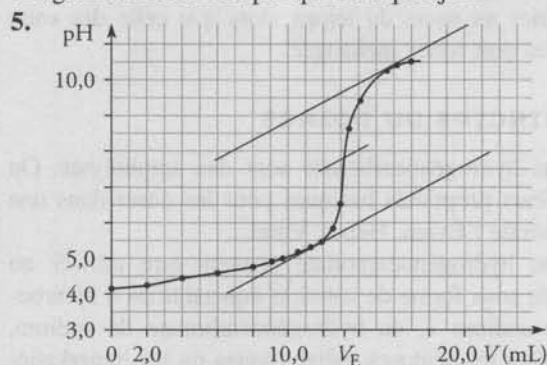
6. Groupement hydroxyle OH et groupement acide carboxylique $\text{CO}_2\text{H}.$

7. 1. La base conjuguée de l'acide AH est obtenue par libération d'un proton par celui-ci :



3. L'équivalence correspond au mélange stœchiométrique des réactifs de la réaction de dosage.

4. Mode opératoire : étalonnage du pH-mètre avec des solutions tampons ; prélèvement du volume V_1 avec de la verrerie de précision et introduction dans un bécher placé sur un agitateur magnétique avec un barreau aimanté ; remplissage de la burette avec la solution de soude, introduction de la sonde combinée du pH-mètre dans la solution puis mesure du pH ; ajout de la solution de soude millilitre par millilitre tout en agitant et mesure du pH après chaque ajout.



Avec la méthode des tangentes : $V_E = 13,2 \text{ mL}.$

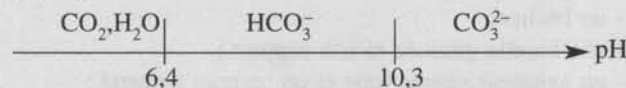
6. $n(\text{HA}) = C_B \cdot V_E = 6,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol}.$

7. $[\text{HA}] = \frac{n(\text{HA})}{V_1} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} ;$

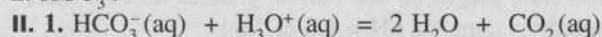
$n_1 = [\text{HA}] \cdot V = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} ;$

d'où $n_2 = n - n_1 = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol}.$

8. 1. 1.



2. $\text{HCO}_3^-.$



2. $\text{pH}_E = 4,3 ;$ d'où l'utilisation du vert de bromocrésol dont la zone de virage contient le pH à l'équivalence.

3. $V_{2E} = 13,4 \text{ mL}.$

À l'équivalence : $n_0(\text{HCO}_3^-) = n_E(\text{H}_3\text{O}^+) ;$

d'où $C_1 = \frac{C_2 \cdot V_{2E}}{V_1} = 6,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$

$t_1 = C_1 \cdot M(\text{HCO}_3^-) = 0,409 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \approx 0,403 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1},$ ce qui correspond à l'indication de l'étiquette : $403 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (voir doc. 1, p. 182 du livre élève). Le tableau présenté donne $430 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}.$

$$V'_E = \frac{C_1 \cdot V'}{C_2} \text{ avec } V' = 100 \text{ mL et } C_2 = 0,020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1};$$

d'où T.A.C. = 33,5.

III. 1. L'espèce relative à la courbe 2 est consommée au cours du dosage puisque sa teneur s'annule à l'équivalence.

2. L'espèce relative à la courbe 3 est formée jusqu'à l'équivalence : il s'agit du dioxyde de carbone CO_2 .

3. À l'intersection des courbes 2 et 3 : $[\text{HCO}_3^-] = [\text{CO}_2]$, soit $\text{pH} = \text{p}K_{A1} = 6,4$.

4. À partir de la courbe 1 : méthode des tangentes.

À partir de la courbe 2 : quand $[\text{HCO}_3^-]$ s'annule.

À partir de la courbe 3 : quand $[\text{CO}_2]$ est maximale.

À partir des courbes 2 et 3 : à leur intersection $v = \frac{V_{2E}}{2}$, d'où V_E .

9. 1. Préparation en une étape : pipette jaugée de 1,0 mL et pipeteur, fiole jaugée de 100,0 mL ;

préparation en deux étapes (préférable) : deux dilutions d'un facteur 10 (pipette jaugée de 10,0 mL et pipeteur, fiole jaugée de 100,0 mL).

2. Voir Chimie TS, coll. Durupthy, Hachette 2002, chapitre 8, document 2, p. 159.

3. L'équivalence correspond au mélange stœchiométrique des réactifs de la réaction de dosage.

Le point équivalent est un point singulier de la courbe $\text{pH} = f(V)$ pour lequel le coefficient directeur de la tangente passe par un extremum.

$\text{pH}_E = 5,1$ et $V_E = 21,2 \text{ mL}$.

4. $n_0(\text{NH}_3) = n_E(\text{H}_3\text{O}^+)$.

$$C_1 = \frac{C_2 \cdot V_{2E}}{V_1} = 1,06 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

$$C_{\text{com}} = 100 \cdot C_1 = 11 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

$$5. P(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{m_{\text{sol}}} = \frac{n(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3)}{\mu_{\text{sol}} \cdot V_{\text{sol}}}$$

$$= \frac{C_{\text{com}} \cdot M(\text{NH}_3)}{\mu_{\text{sol}}} = 0,195, \text{ soit } 20 \%, \text{ ce qui}$$

correspond à la teneur massique annoncée.

10. 1. a. $\text{NaHSO}_4 = \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HSO}_4^-(\text{aq})$
 $\text{HSO}_4^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$

b. Il a des propriétés acides et peut donner des ions oxonium par réaction acido-basique avec l'eau.

2. a. $\text{HSO}_4^-(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq}) = \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$

$$K = \frac{K_A(\text{HSO}_4^- / \text{SO}_4^{2-})}{K_A(\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^-)} = \frac{10^{-2}}{10^{-14}} = 10^{12}.$$

b. À l'équivalence : $n_0(\text{HSO}_4^-) = n_E(\text{HO}^-)$.

$$C_A = \frac{m}{V \cdot M(\text{NaHSO}_4)} = 0,17 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1},$$

d'où $V_{BE} = 33 \text{ mL}$.

c. Passage de l'incolore au rose.

d. SO_4^{2-} .

3. a. $n(\text{HSO}_4^-) = C_B \cdot V_{BE} = 3,0 \text{ mmol}$.

b. On en déduit : $C = \frac{C_B \cdot V_{BE}}{V_A} = 0,15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;

$n_{\text{tot}}(\text{HSO}_4^-) = C \cdot V = 15 \text{ mmol}$.

c. $m(\text{HSO}_4^-) = n_{\text{tot}}(\text{HSO}_4^-) \cdot M(\text{NaHSO}_4) = 1,8 \text{ g}$ dans 2,0 g de poudre commerciale, soit 0,90 kg dans 1,0 kg de poudre commerciale.