

Titrages acidobasiques

Source: Lydie Germain, lycée Clémenceau, Reims

Titrage du vinaigre

Questionnaire 1:

1°/ Calculer la concentration en acide éthanoïque d'un vinaigre à 6°.

(La densité du vinaigre est $d \approx 1$).

Si la densité vaut 1, la masse d'un litre de vinaigre est égale à 1kg. $M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ g.mol}^{-1}$.

La concentration en acide éthanoïque du vinaigre est

$$c_A = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V}$$

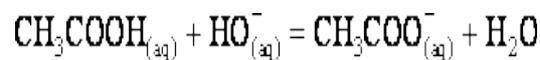
$$c_A = \frac{6}{60 \times 0,100} = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

2°/ Pourquoi ne peut-on pas titrer directement, par pH-métrie, l'acide éthanoïque contenu dans ce vinaigre?

On ne peut pas titrer directement par pH-métrie des solutions dont les concentrations sont supérieures à 1 mol.L^{-1} (dans la pratique on évite de doser des solutions de concentration supérieures à $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$), car les limites de mesures des électrodes sont atteintes.

Questionnaire 2:

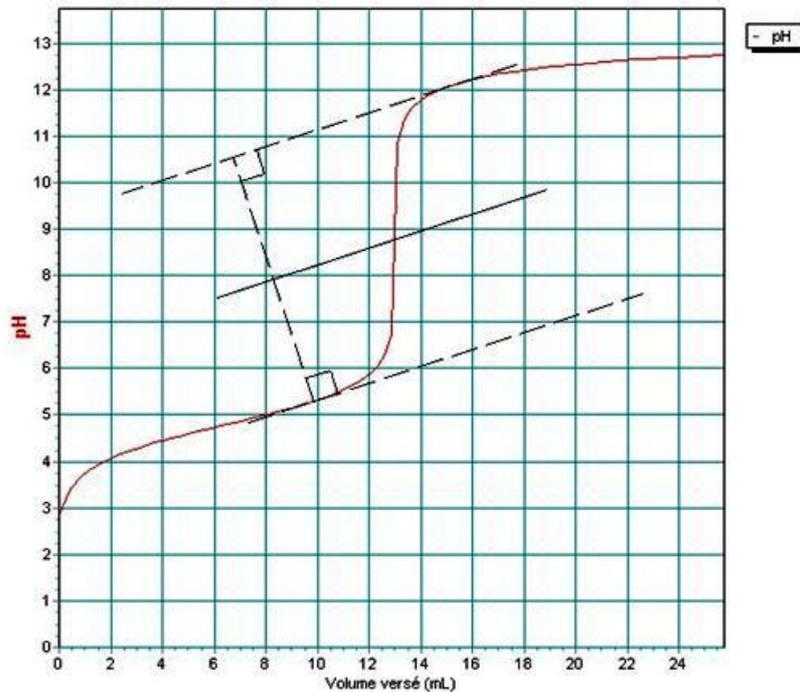
3°/ Écrire l'équation de la réaction de dosage.



4°/ Déterminer le point d'équivalence sur les deux courbes en rappelant les méthodes utilisées.

Méthode des tangentes pour la courbe $\text{pH} = f(V_B)$.

Le point d'équivalence se trouve à $V_{BE} = 12,8 \text{ mL}$ et $\text{pH} \approx 8,7$.



5°/ Calculer la concentration c_A en acide éthanoïque du vinaigre.

$$c_A = 10 c'_A \quad \text{et} \quad c'_A = \frac{c_B V_{B_e}}{V_A} \quad \text{donc}$$

$$c_A = 10 c'_A = 10 \times \frac{2,0 \times 10^{-2} \times 13,8 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-3}} = 1,4 \text{ mol.L}^{-1}$$

6°/ En déduire le degré d'acidité du vinaigre. Vérifier l'indication de l'étiquette de la bouteille.

Le degré d'acidité d'un vinaigre est la masse d'acide acétique pur contenu dans 100 g de vinaigre.

Si le densité du vinaigre vaut 1, 100g de vinaigre a un volume de 100mL.

La quantité d'acide éthanoïque dans ce volume est $n(\text{CH}_3\text{COOH}) = c_A V$

La masse d'acide éthanoïque dans ce volume est

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{CH}_3\text{COOH}) M(\text{CH}_3\text{COOH}) = c_A V M(\text{CH}_3\text{COOH})$$

et cela correspond au degré d'acidité du vinaigre.

$$\text{A.N.: } m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,4 \times 100 \cdot 10^{-3} \times 60,0 = 8,4$$

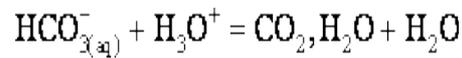
Cette valeur est proche de l'indication de l'étiquette 8°.

7°/ Quel est le meilleur indicateur coloré pouvant convenir pour réaliser ce dosage?

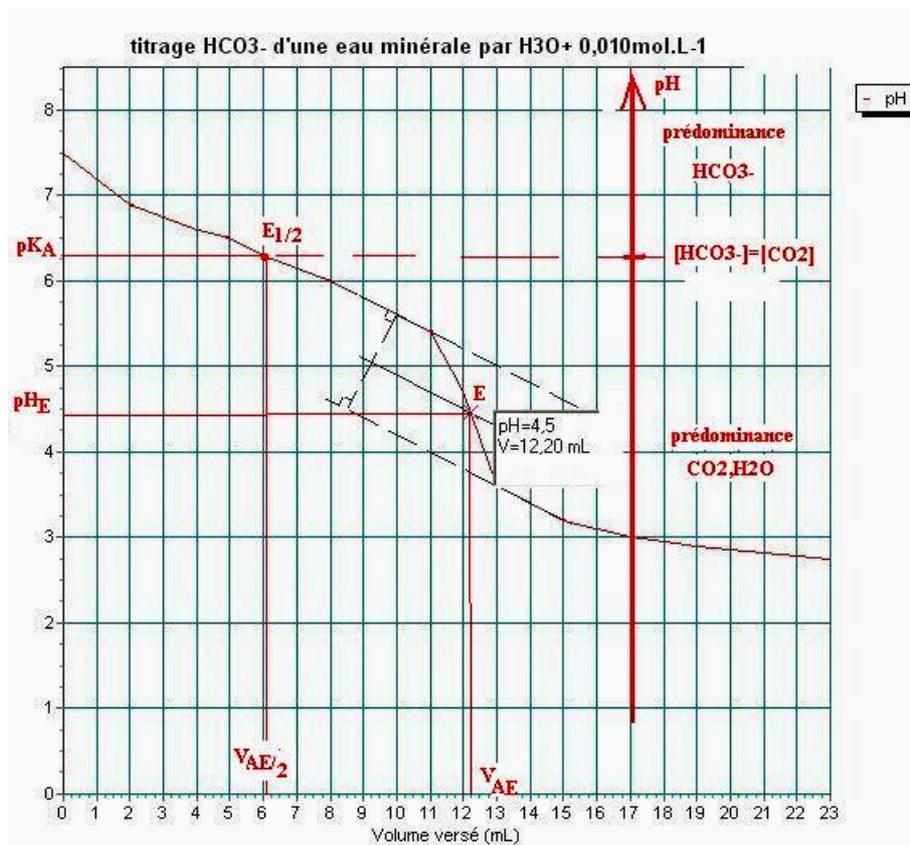
Le pH à l'équivalence est 8,7, cette valeur doit être incluse dans la zone de virage de l'indicateur coloré.
On choisit donc la **phénolphtaléine**.

Titration des ions hydrogénocarbonate d'une eau minérale

1°/ Écrire l'équation de la réaction de dosage.



2°/ Déterminer le point d'équivalence.



Méthode des tangentes, **V_{AE}=12,2mL**, **pH_E=4,5**.

3°/ Calculer la concentration en ion hydrogénocarbonate de l'eau dosée.

En déduire la concentration massique en ion hydrogénocarbonate de cette eau minérale.
Comparer avec la valeur indiquée sur l'étiquette.

$$c_B V_B = c_A V_{AE} \Leftrightarrow c_B = \frac{c_A V_{AE}}{V_B}$$

$$c_B = \frac{1,0 \cdot 10^{-2} \cdot 12,2}{20} = 6,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

Concentration massique:

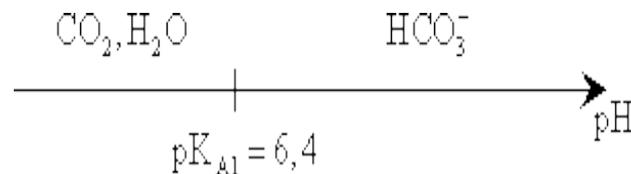
$$C_m = c_B \cdot M(\text{HCO}_3^-)$$

$$C_m = 6,1 \cdot 10^{-3} \cdot (1,0 + 12,0 + 3 \times 16,0) = 6,1 \cdot 10^{-3} \times 61 = 3,72 \cdot 10^{-1} \text{ g.L}^{-1}$$

Soit **372mg.L⁻¹**, or l'étiquette indique ³⁹⁹mg.L⁻¹, le résultat trouvé est proche (avec 7% d'erreur).

4°/ Établir le diagramme de prédominance des espèces chimiques: HCO_3^- , $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$ et CO_3^{2-} .

En déduire l'espèce majoritaire en solution avant l'équivalence puis après l'équivalence.



Avant l'équivalence, il y a deux cas à considérer:

$\text{pH} > \text{pK}_{A1}$, l'espèce majoritaire est HCO_3^- .

$4,5 < \text{pH} < \text{pK}_{A1}$ l'espèce majoritaire est $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$.

Après l'équivalence, le pH est inférieur à 4,5, l'espèce majoritaire est $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$.

5°/ Pour quel volume d'acide chlorhydrique versé a-t-on $[\text{HCO}_3^-] = [\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]$? Quelle relation y-a-t-il entre ce volume et le volume versé à l'équivalence? Comment peut-on déterminer expérimentalement le pK_A du couple $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$?

On aura $[\text{HCO}_3^-] = [\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]$ si $n(\text{HCO}_3^-) = n(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O})$ donc quand $n(\text{HCO}_3^-) = \frac{n_1(\text{HCO}_3^-)}{2}$ c'est-à-dire quand l'avancement est égale $x = \frac{x_E}{2}$ donc $V = \frac{V_{AE}}{2}$, c'est la demi équivalence.

$$\text{pH} = \text{pK}_A + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]_{\text{éq}}}{[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]_{\text{éq}}} \text{ et si } [\text{HCO}_3^-] = [\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}] \text{ alors } \text{pH} = \text{pK}_A \text{ quand } V = \frac{V_{AE}}{2}.$$

6°/ Quel est le meilleur indicateur coloré pouvant convenir pour réaliser ce dosage?

Le pH à l'équivalence est $\text{pH}_E = 4,4$, ce pH doit être dans la zone de virage de l'indicateur coloré, il faut donc utiliser **le vert de Bromocrésol**.