

# Exercice avec correction : dosage d'un vinaigre

## 1. Données

masses molaires atomiques :

atome	H	C	O	Na
M(g.mol <sup>-1</sup> )	1,00	12,00	16,0	23,1

Masse volumique du vinaigre étudié:  $\rho=1,02\text{g,mL}^{-1}$ .

Couple acide/base	(H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> /H <sub>2</sub> O)	(CH <sub>3</sub> COOH/CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> )	(H <sub>2</sub> O/HO <sup>-</sup> )
pK <sub>A</sub>	0,0	4,8	14

Constante d'autoprotolyse de l'eau à 25°C  $K_E=1,0.10^{-14} \Rightarrow pK_e=14$

Degré du vinaigre étudié : 7°.

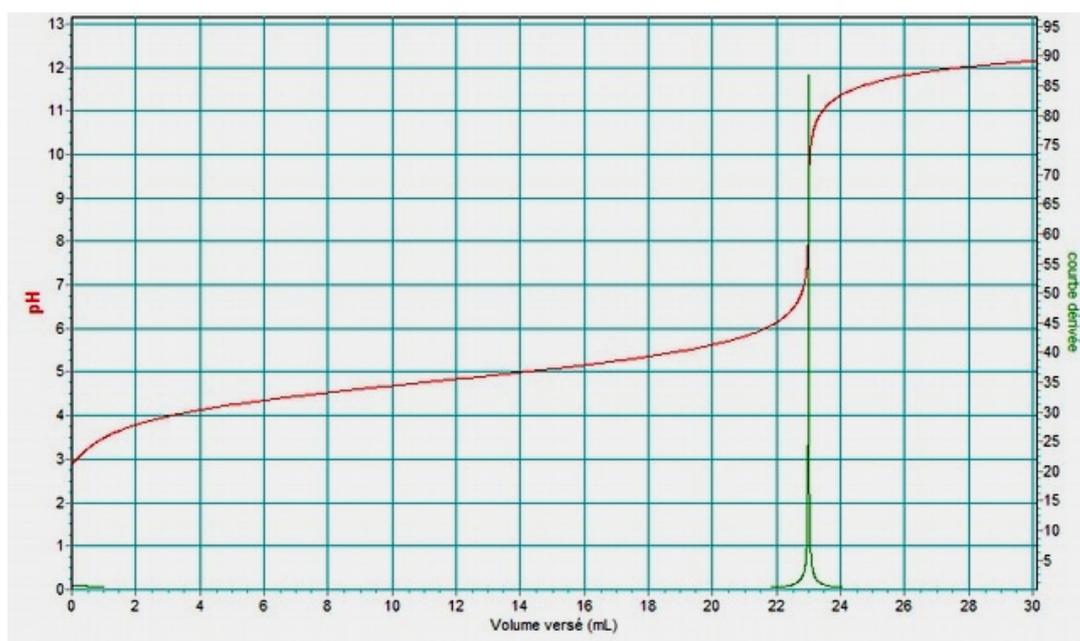
## 2. Objectif

Le but de l'exercice est d'**effectuer le dosage d'un vinaigre**. Pour cela on dosera l'acide éthanóique du vinaigre par une solution d'hydroxyde de sodium ( soude) de concentration  $C=0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ . Avant de réaliser ce dosage, on a procédé à une dilution au dixième du vinaigre. On appelle  $S_1$  la solution diluée obtenue.

### 2.1 Dosage de l'acide éthanóique du vinaigre

-Le volume de solution  $S_1$  à doser est  $V_1=20,0\text{mL}$ .

-Les mesures réalisées , traitées par informatique, ont permis de tracer les courbes représentées ci-dessous. (La courbe rouge indique la valeur du pH en fonction du volume V d'hydroxyde de sodium versé et la courbe verte indique la dérivée dpH/dV en fonction de V )



Questions:

- a) Faire un schéma annoté du montage permettant de suivre l'évolution du pH en fonction du volume  $V$  de solution d'hydroxyde de sodium versé **(2pts)**
- b) Écrire l'équation-bilan de la réaction chimique support de ce dosage **(1pt)**.  
-Calculer sa constante d'équilibre  $K$ . **(3pts)**. Conclusion ?
- c) Quelles conditions doit vérifier cette réaction pour permettre un dosage quantitatif? **(2pts)**.
- d) Définir l'équivalence de ce dosage .Établir le tableau descriptif de la réaction dans cet état d'équivalence **(3pts)**.
- e) Déterminer les coordonnées du point d'équivalence E.En déduire la réaction dans cet état d'équivalence. **(2pts)**
- f) Quel est l'intérêt de la dilution au dixième **(1pt)**
- g) Pourquoi la courbe représentant  $dpH/dV$  en fonction de  $V$  permet-elle de déterminer le volume équivalent  $V_E$  **(1pt)**
- h) Parmi les indicateurs colorés suivants , déterminer , en justifiant votre choix, celui qui convient le mieux pour repérer l'équivalence du dosage **(1pt)** .

Indicateur coloré de pH	Zone de virage
Rouge de méthyle	4,2-6,2
Rouge de Crésol	7,2-8,6
Jaune d'Alizarine	10,1-12,1

## 2.2 exploitation du dosage:

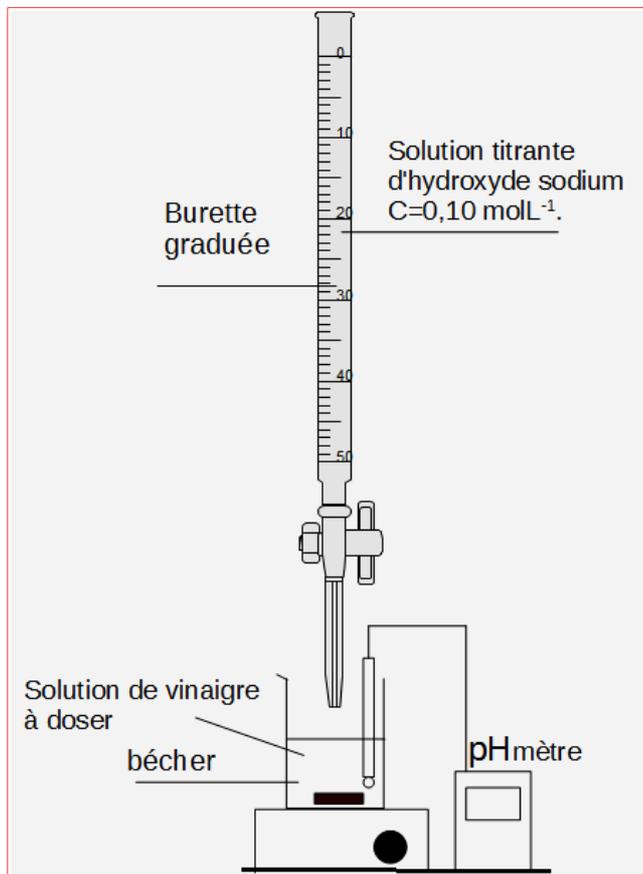
- a) Calculer la concentration  $C_0$  en acide éthanoïque du vinaigre initial. **(1pt)**
- b) Le degré d'acidité du vinaigre correspond à la masse exprimée en gramme d'acide éthanoïque pur contenu dans 100g de vinaigre. Calculer le degré d'acidité de ce vinaigre. **(3pts)**.

Comparer cette valeur avec la valeur donnée en début d'exercice par un calcul d'écart relatif. **(1pt)**.

### 3. Correction:

1.

a) schéma du montage :



b) L'équation -bilan de la réaction de l'acide acétique et des ions HO<sup>-</sup> est :



La constante de cette réaction s'écrit :

$$K_R = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{(aq)}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{(aq)} \cdot [\text{HO}^-]_{(aq)}}$$

Calculons cette constante :

$$K_R = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{(aq)} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{(aq)}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{(aq)} \cdot [\text{HO}^-]_{(aq)} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{(aq)}} = K_A \cdot \frac{1}{K_E} = \frac{10^{-pK_A}}{10^{-14}} = \frac{10^{-4,8}}{10^{-14}} = 1,6 \cdot 10^9 > 10^4$$

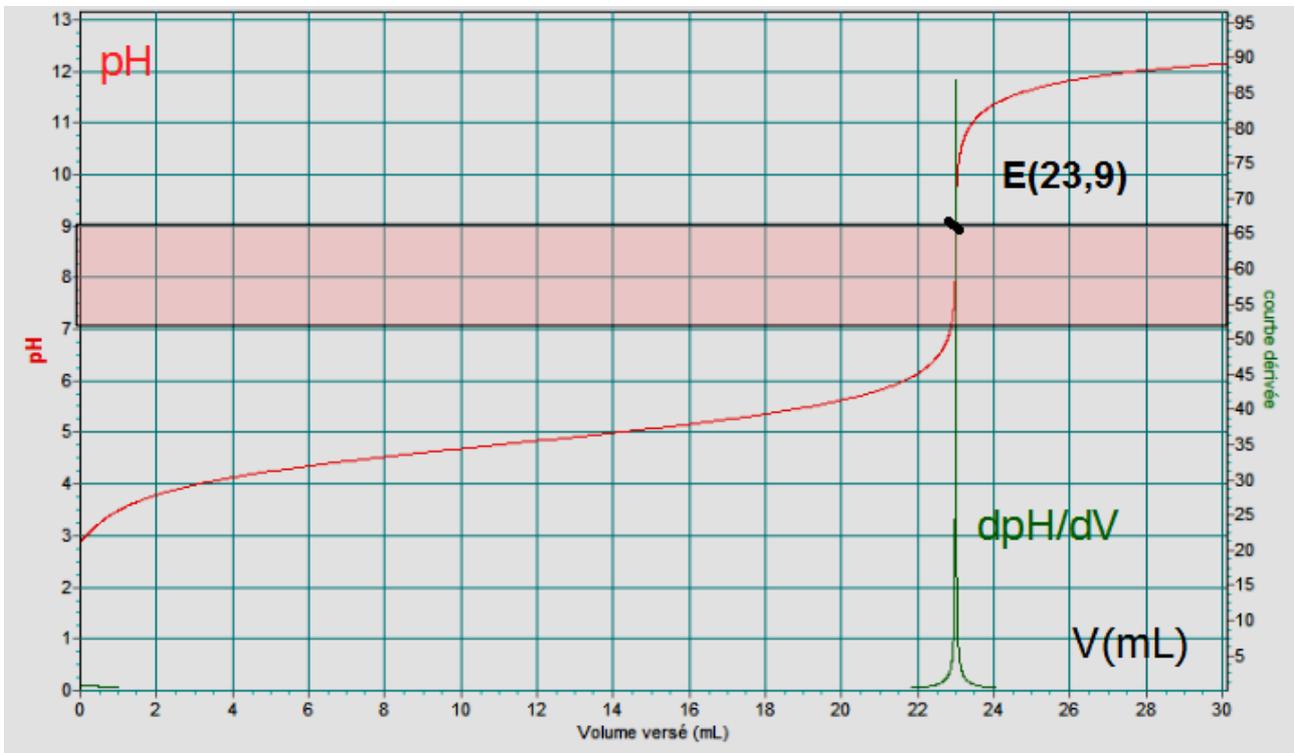
Conclusion : la réaction est quasi totale

c) Pour permettre un dosage satisfaisant, la réaction doit être quasi-totale, rapide, unique. Ce qui est le cas ici.

d) A l'équivalence de la réaction la quantité (mol) de soude versée est égale à la quantité (mol) d'acide éthanóïque introduite au départ dans le bécher, soit:

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH introd}} = n_{\text{HO}^- \text{ versée}} \text{ et donc } C_1 \cdot V_1 = C \cdot V_E.$$

e) Les coordonnées du point équivalent sont : E(23,9).



Soit :

$$C_1 = \frac{C \cdot V_E}{V_1} = \frac{0,10 \times 23}{20,0} = 1,2 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

f) Deux raisons expliquent le choix de la dilution du vinaigre commercial :

La définition du pH prise en compte est plus adaptée aux solutions diluées.

Elle évite l'utilisation d'une grande quantité de soude et ainsi le versement de plusieurs contenus de burette si l'on conserve la concentration de soude égale à  $0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

g) La courbe  $\text{pH} = f(V)$  présente un point d'inflexion avec une pente maximum lorsque le volume à l'équivalence  $V = V_E$  est atteint. Sa dérivée  $\text{dpH}/\text{dV}$  passe alors par un maximum. Il est alors commode de se servir de cette deuxième courbe pour le localiser.

h) C'est le rouge de Crésol qui convient le mieux car sa zone de virage s'approche au mieux de  $\text{pH}_E = 9$ .

2.

a) La solution commerciale de vinaigre a donc une concentration  $C_0 = 10 \cdot C_1 = 1,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

b) Calcul du degré du vinaigre :

Le degré est la masse d'acide pur contenu dans  $m_s=100\text{g}$  de solution .Or 100g représente un volume

$$V = \frac{m_s}{\rho} = \frac{100(\text{g})}{1020(\text{gL}^{-1})} = 0,098 \text{ L} = 98 \text{ mL}$$

La masse d'acide pur dans 1L est  $m = C_o(\text{mol.L}^{-1}) \cdot M(\text{g.mol}^{-1}) = 1,2.60 = 72\text{g.L}^{-1}$ . (soit :7,2g pour 100mL). Soit pour 98mL :  $7,2 \times 98 / 100 = \mathbf{7,05\text{g}}$

c) Sachant que l'indication de l'étiquette du produit commercial est 7, l'erreur relative sur le degré

affiché est :  $\frac{7,05-7}{7} = 7,5.10^{-3}$  soit **un peu moins de 1 %** ce qui est très correct.