

On dispose au laboratoire d'un flacon contenant une solution aqueuse d'acide carboxylique, de nature et de concentration inconnues. L'acide carboxylique est noté R-COOH avec R représentant un atome d'hydrogène ou un groupe d'atomes. On se propose de déterminer la concentration de l'acide par titrage puis de l'identifier (c'est-à-dire de déterminer la nature de R).

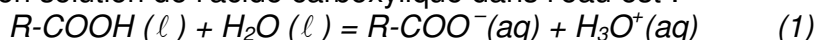
1. Titrage de l'acide carboxylique

On titre un volume $V_S = 50,0 \text{ mL}$ d'acide carboxylique R-COOH de concentration molaire C_a par une solution aqueuse S_b d'hydroxyde de sodium (notée $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$) de concentration molaire $C_b = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. On note V_b le volume de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium versé. Le suivi pH-métrique du titrage permet d'obtenir la courbe donnée en **ANNEXE 2 document 1**.

- 1.1. Faire un schéma légendé du dispositif expérimental utilisé pour effectuer ce titrage.
- 1.2. Écrire l'équation de la réaction du titrage.
- 1.3. Compléter le tableau d'avancement fourni en **ANNEXE 2 document 2**, en utilisant les grandeurs C_a , C_b , V_a , et V_b .
- 1.4. Définir l'équivalence du titrage.
- 1.5. Déterminer graphiquement le volume V_{bE} de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence. (Les traits de constructions devront figurer en **ANNEXE 2 document 1**).
- 1.6. Écrire la relation existant entre C_a , V_a , C_b et V_{bE} à l'équivalence. En déduire la valeur de la concentration molaire C_a , de l'acide carboxylique titré.

2. Identification de l'acide carboxylique R-COOH

L'équation de mise en solution de l'acide carboxylique dans l'eau est :



- 2.1. Donner l'expression de la constante d'acidité K_A du couple R-COOH (aq) / R-COO⁻ (aq).
- 2.2. Montrer qu'à partir de l'expression de la constante d'acidité K_A , on peut écrire

$$\text{pH} = \text{p}K_A + \log \frac{[\text{RCOO}^-(\text{aq})]_{\text{éq}}}{[\text{RCOOH}(\text{aq})]_{\text{éq}}}$$

2.3.

2.3.1. Quel est le réactif limitant lorsqu'on a versé un volume de solution S_b égal à $V_b = \frac{V_{bE}}{2}$?

2.3.2. En utilisant la dernière ligne du tableau d'avancement fourni en **ANNEXE 2 document 2**, montrer que pour un volume de solution S_b égal à $V_b = \frac{V_{bE}}{2}$ on a : $x_f = \frac{C_b \cdot V_{bE}}{2}$.

2.3.3. À l'aide de la réponse obtenue à la question 1.6. et de la réponse précédente, montrer que $[\text{RCOOH}(\text{aq})]_{\text{éq}} = [\text{RCOO}^-(\text{aq})]_{\text{éq}}$, lorsque $V_b = \frac{V_{bE}}{2}$.

2.4. À l'aide de la relation établie à la question 2.2. et de l'égalité $[\text{RCOOH}(\text{aq})]_{\text{éq}} = [\text{RCOO}^-(\text{aq})]_{\text{éq}}$, déduire l'expression du pH pour $V_b = \frac{V_{bE}}{2}$.

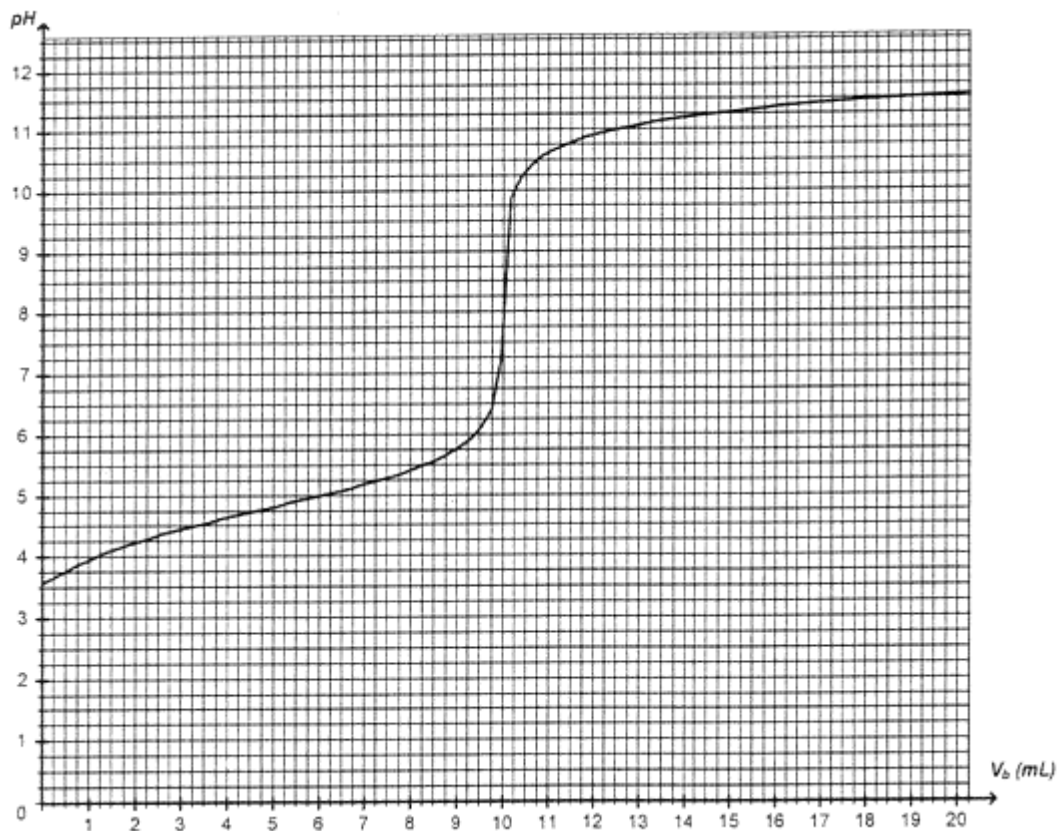
2.5. En utilisant la courbe donnée en **ANNEXE 2 document 1** et les données de $\text{p}K_A$ ci-dessous, identifier, la nature de l'acide carboxylique R-COOH.

Couple acide / base	$\text{p}K_A$
$\text{HCl}_2\text{C-COOH} / \text{HCl}_2\text{C-COO}^-$	1,3
$\text{H}_2\text{CIC-COOH} / \text{H}_2\text{CIC-COO}^-$	2,9
$\text{H-COOH} / \text{H-COO}^-$	3,8
$\text{H}_3\text{C-COOH} / \text{H}_3\text{C-COO}^-$	4,8

ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE

Document 1 :

Courbe de titrage de la solution d'acide carboxylique $R-COOH$ par la solution S_b d'hydroxyde de sodium



Document 2 :

équation de la réaction du titrage		+	=	+	
état du système	avancement en mol	quantités de matière en mol			
initial	$x = 0$				
intermédiaire	x				
final	x_f				