Antilles 09/2008 EXERCICE III. ACIDE CARBOXYLIQUE INCONNU (4 points)

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_a = 50,0 mL d'acide carboxylique R-COOH de concentration molaire C_a par une solution aqueuse S_b d'hydroxyde de sodium (notée $Na^+(aq) + HO^-(aq)$) de concentration molaire $C_b = 2{,}5 \times 10^{-2}$ 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 Ie 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 :

$$R\text{-}COOH\,(aq) + H_2O\,(\ell) = R\text{-}COO^-(aq) + H_3O^+(aq) \qquad (1)$$

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

$$pH = pK_A + \log \frac{\left[RCOO^-(aq)\right]_{éq}}{\left[RCOOH(aq)\right]_{éq}}$$

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 : $x_f = \frac{C_b.V_{bE}}{2}$.

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

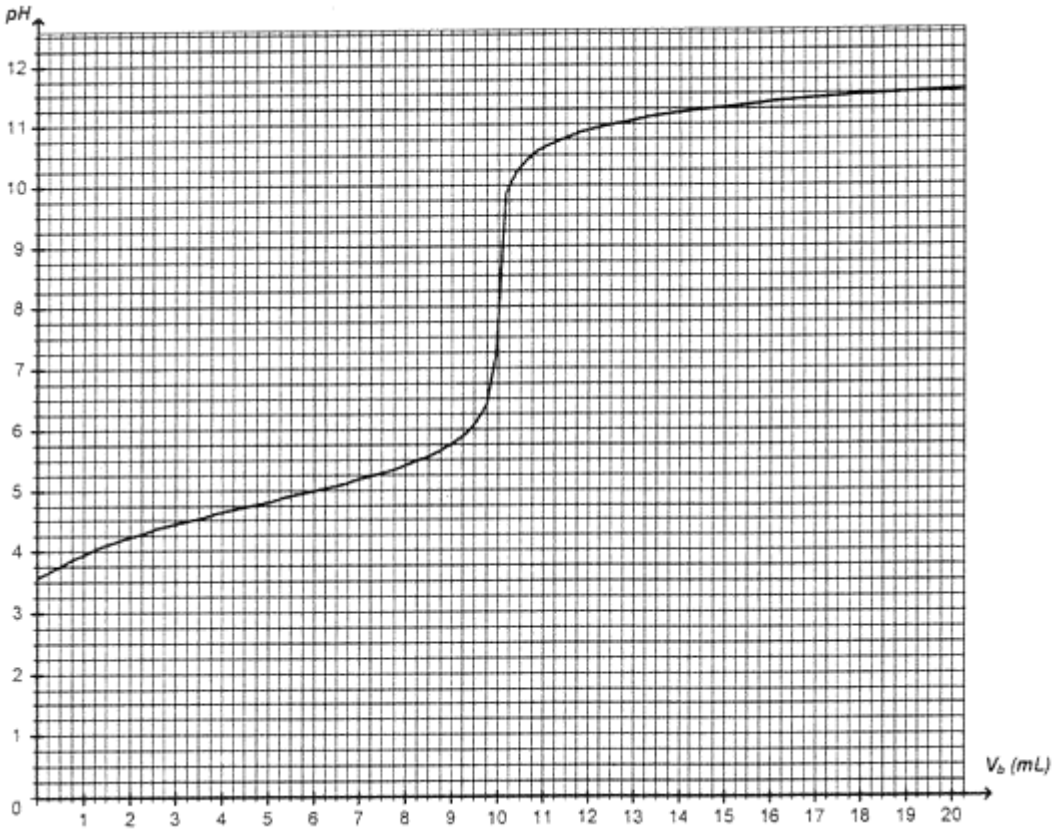
2.5. En utilisant la courbe donnée en **ANNEXE 2 document 1** et les données de pK_A ci-dessous, identifier, la nature de l'acide carboxylique R-COOH.

Couple acide / base	pK_A
$HCl_2C\text{-}COOH$ / $HCl_2C\text{-}COO^-$	1,3
$H_2ClC\text{-}COOH$ / $H_2ClC\text{-}COO^-$	2,9
$H\text{-}COOH$ / $H\text{-}COO^-$	3,8
$H_3C\text{-}COOH$ / $H_3C\text{-}COO^-$	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				