

1. Étude de solutions aqueuses d'acide méthanoïque et d'acide benzoïque de même concentration.  
1.1. La réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau.

1.1.1.& 1.1.2. équation chimique		$\text{HCOOH(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)} = \text{HCOO}^-\text{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+$			
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	0	c.V	beaucoup	0	0
En cours de transformation	x	c.V - x	beaucoup	x	x
État final d'équilibre	$x_{\text{éq}}$	c.V - $x_{\text{éq}}$	beaucoup	$x_{\text{éq}}$	$x_{\text{éq}}$
État final si totale	$x_{\text{max}}$	c.V - $x_{\text{max}}$	beaucoup	$x_{\text{max}}$	$x_{\text{max}}$

Avancement final :

$$x_{\text{éq}} = n(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{éq}} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} \cdot V = 10^{-\text{pH}} \cdot V$$

$$x_{\text{éq}} = 10^{-2,9} \times 10 \times 10^{-3}$$

$$x_{\text{éq}} = 1,3 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

Avancement maximal : HCOOH est le réactif limitant, il serait totalement consommé  $c.V - x_{\text{max}} = 0$ ,

$$x_{\text{max}} = c.V$$

$$x_{\text{max}} = 1,0 \times 10^{-2} \times 10 \times 10^{-3}$$

$$x_{\text{max}} = 1,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

Taux d'avancement final :

$$\tau = \frac{x_{\text{éq}}}{x_{\text{max}}} = \frac{10^{-\text{pH}} \cdot V}{c.V} = \frac{10^{-\text{pH}}}{c}$$

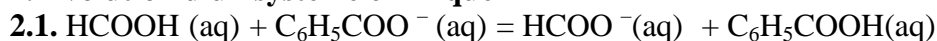
$$\tau = \frac{10^{-2,9}}{1,0 \times 10^{-2}} = 10^{-0,9} = 0,13 = 13 \%$$

1.1.3.  $\tau \ll 100\%$ , la transformation chimique mettant en jeu la réaction de l'acide méthanoïque et l'eau n'est pas totale, elle est limitée.

1.2. On a établi  $\tau = \frac{10^{-\text{pH}}}{c}$ , c étant la même pour les deux solutions, plus le pH est petit, plus  $\tau$  est élevé.

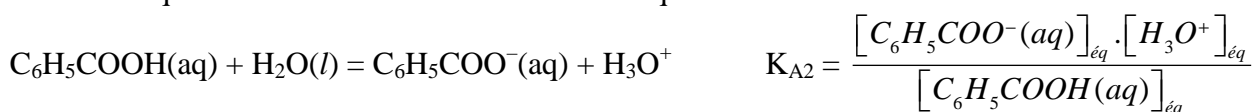
$\text{pH}_1 < \text{pH}_2$ , la réaction de l'eau avec l'acide méthanoïque est plus avancée que celle avec l'acide benzoïque.

2. Évolution d'un système chimique



$$\text{constante d'équilibre } K = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH(aq)}]_{\text{éq}} \cdot [\text{HCOO}^-\text{(aq)}]_{\text{éq}}}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-\text{(aq)}]_{\text{éq}} \cdot [\text{HCOOH(aq)}]_{\text{éq}}}$$

écrivons l'équation de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau :



Reprenons l'équation de la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau :



Multiplions l'expression de K par  $[H_3O^+] / [H_3O^+]$

$$K = \frac{[C_6H_5COOH(aq)]_{\text{éq}} \cdot [HCOO^-(aq)]_{\text{éq}} \cdot [H_3O^+]}{[C_6H_5COO^-(aq)]_{\text{éq}} \cdot [H_3O^+] \cdot [HCOOH(aq)]_{\text{éq}}}$$

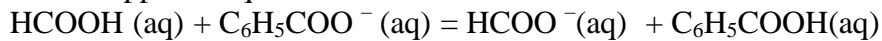
$K_{A1}$

$1/K_{A2}$

$$\text{Donc } K = \frac{K_{A1}}{K_{A2}} = \frac{10^{-pK_{A1}}}{10^{-pK_{A2}}} = 10^{(pK_{A2} - pK_{A1})}$$

$$K = 10^{4,2 - 3,8} = 10^{0,4} = \mathbf{2,5}$$

**2.2.1.** Supposons que la réaction modélisant la transformation est celle vue précédemment :



$$Q_{r,i} = \frac{[C_6H_5COOH(aq)]_i \cdot [HCOO^-(aq)]_i}{[C_6H_5COO^-(aq)]_i \cdot [HCOOH(aq)]_i}$$

$$Q_{r,i} = \frac{\frac{c' \cdot V}{4V} \cdot \frac{c' \cdot V}{4V}}{\frac{c \cdot V}{4V} \cdot \frac{c \cdot V}{4V}} = \frac{c'^2}{c^2}$$

$$Q_{r,i} = \frac{(5,0 \times 10^{-3})^2}{(1,0 \times 10^{-2})^2} = \mathbf{0,25}$$

D'après le critère d'évolution spontanée,  $Q_{r,i} < K$  le système chimique évolue dans le sens direct.

**2.2.2.** Le système atteint l'équilibre si  $Q_r = K$ . Pour obtenir l'équilibre dès la mise en contact des espèces chimiques, il faudrait  $Q_{r,i} = K$ .

$$\text{Soit } \frac{c'^2}{c^2} = K$$

$$c'^2 = K \cdot c^2$$

$$c' = \sqrt{K \cdot c^2} = c \cdot \sqrt{K}$$

$$c' = 1,0 \times 10^{-2} \times \sqrt{2,5}$$

$$c' = \mathbf{1,6 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}}$$