

Chapitre 16. Théorie de Brønsted. Notion d'équilibre chimique

Exercice 1. Dilution et pH

1. La masse d'acide nitrique est $1,26 \times 50/100 = 0,63$ g.

La masse molaire de l'acide nitrique (HNO_3) est : $M = 1 + 14 + 16 \times 3 = 63 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

La concentration est : $c_0 = \frac{n}{V} = \frac{m}{M} \times \frac{1}{V} = \frac{0,63}{63} \times \frac{1}{1} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

2. C'est un acide fort, donc sa réaction avec l'eau est totale :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = c_0 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

3. $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = 2$.

4. dilution :

4.a. $c_0 \cdot V_{\text{mère}} = c_1 \cdot V_f$, d'où $V_{\text{mère}} = \frac{c_1 \cdot V_f}{c_0} = \frac{1,0 \cdot 10^{-3} \times 0,2}{1,0 \cdot 10^{-2}} = 0,02 \text{ L} = 20 \text{ mL}$

4.b. Prélever 20 mL de solution mère à l'aide d'une pipette jaugée de 20 mL. Les verser dans une fiole jaugée de 200 mL. Compléter aux $\frac{3}{4}$ avec de l'eau distillée. Boucher, agiter. Compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée. Boucher, agiter.

5. $\text{pH} = -\log c_1 = -\log 1,0 \times 10^{-3} = 3$.

Étudier un équilibre chimique.

1. La quantité n_0 d'acide méthanoïque dissous est :

$$n_0 = c \cdot V = 1,0 \cdot 10^{-3} \times 50,0 \cdot 10^{-3} = 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 50 \mu \text{ mol}$$

	avancement	$\text{HCO}_2\text{H}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{HCO}_2^-_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$			
État.Initial	0	$n_0 = cV$	excès	0	0
en cours	x	$cV - x$	excès	x	x
État final	x_f	$cV - x_f$	excès	x_f	x_f

2. L'eau étant le solvant, le réactif limitant, l'acide méthanoïque est entièrement consommé :

$$50 - x_{\text{max}} = 0, \text{ soit } x_{\text{max}} = 50 \mu \text{ mol} .$$

3. $x_f = [\text{H}_3\text{O}^+]_f \cdot V_a$ et $[\text{H}_3\text{O}^+]_f = 10^{-\text{pH}}$, donc :

$$x_f = 10^{-\text{pH}} \cdot V_a = 10^{-3,5} \times 50,0 \times 10^{-3} \quad x_f = 1,6 \times 10^{-5} \text{ mol} = 16 \mu \text{ mol} .$$

4. Comme $x_f < x_{\text{max}}$ la réaction entre l'acide méthanoïque et l'eau est limitée et conduit à un équilibre. L'acide méthanoïque est donc un acide faible dans l'eau.

5. Les quantités de matière des espèces chimiques dans l'état d'équilibre final sont :

$$n_{\text{HCO}_2^-} = x_f = 16 \mu \text{ mol} , n_{\text{H}_3\text{O}^+} = x_f = 16 \mu \text{ mol} \text{ et } n_{\text{HCO}_2\text{H}} = c \cdot V - x_f = 50 - 16 = 34 \mu \text{ mol} .$$