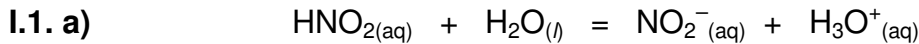
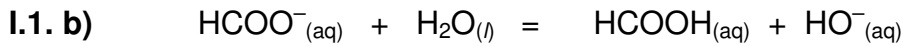


I – ÉTUDE DE DEUX SOLUTIONS

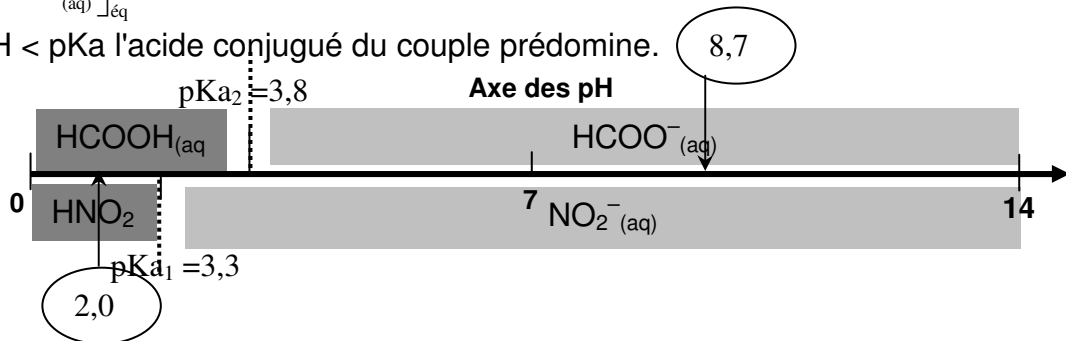


$$K_{a1} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} \cdot [\text{NO}_2^-]_{\text{éq}}}{[\text{HNO}_{2(\text{aq})}]_{\text{éq}}}$$



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

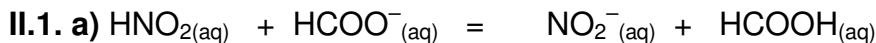
I.2. a) Pour $\text{pH} < \text{p}K_{a1}$ l'acide conjugué du couple prédomine.



I.2. b) La solution d'acide nitreux a un pH de 2,0 ; l'espèce prédominante est l'acide nitreux $\text{HNO}_{2(\text{aq})}$.

La solution de méthanoate de sodium a un pH de 8,7 ; l'espèce prédominante est l'ion méthanoate $\text{HCOO}^-_{(\text{aq})}$.

II – ÉTUDE D'UN MÉLANGE DE CES SOLUTIONS

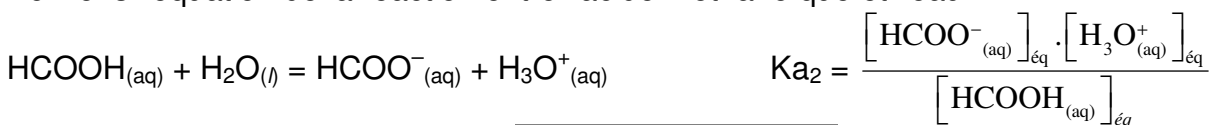


II.1. b) $Q_{r,i} = \frac{[\text{HCOOH}_{(\text{aq})}]_i \cdot [\text{NO}_2^-]_i}{[\text{HCOO}^-]_i \cdot [\text{HNO}_{2(\text{aq})}]_i}$

Dans l'état initial, il n'y a pas encore d'acide méthanoïque et d'ions nitrite NO_2^- de formés, donc $Q_{r,i} = 0$.

II.1. c) $Q_{r,\text{éq}} = \frac{[\text{HCOOH}_{(\text{aq})}]_{\text{éq}} \cdot [\text{NO}_2^-]_{\text{éq}}}{[\text{HCOO}^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{HNO}_{2(\text{aq})}]_{\text{éq}}} = \frac{[\text{HCOOH}_{(\text{aq})}]_{\text{éq}} \cdot [\text{NO}_2^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{HCOO}^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{HNO}_{2(\text{aq})}]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}$

Écrivons l'équation de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'eau :



donc :

$$Q_{r,\text{éq}} = \frac{[\text{HCOOH}_{(\text{aq})}]_{\text{éq}} \cdot [\text{NO}_2^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{HCOO}^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} \cdot [\text{HNO}_{2(\text{aq})}]_{\text{éq}}} \leftarrow K_{a1}$$

$1/K_{a2}$ →

$$Q_{R,\text{éq}} = \frac{K_{a1}}{K_{a2}} = \frac{10^{-pK_{a1}}}{10^{-pK_{a2}}} = 10^{-pK_{a1} + pK_{a2}}$$

$$Q_{r,\text{éq}} = 10^{-3,3+3,8} = 10^{0,5} = 3,2$$

II.1. d) $Q_{r,i} < Q_{r,\text{éq}}$ La réaction va évoluer dans le sens direct.

II.2. a) Équation		$\text{HNO}_{2(\text{aq})} + \text{HCOO}^-_{(\text{aq})} = \text{NO}_2^-_{(\text{aq})} + \text{HCOOH}_{(\text{aq})}$			
État du système chimique	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
		$n(\text{HNO}_{2(\text{aq})})$	$n(\text{HCOO}^-_{(\text{aq})})$	$n(\text{NO}_2^-_{(\text{aq})})$	$n(\text{HCOOH}_{(\text{aq})})$
État initial	$x = 0$	n_1	n_2	0	0
État intermédiaire	x	$n_1 - x$	$n_2 - x$	x	x
État d'équilibre	$x = x_{\text{éq}}$	$n_1 - x_{\text{éq}}$	$n_2 - x_{\text{éq}}$	$x_{\text{éq}}$	$x_{\text{éq}}$

$$\text{II.2. b) } [\text{HNO}_{2(\text{aq})}]_{\text{éq}} = \frac{n_1 - x_{\text{éq}}}{2v}$$

$$[\text{HNO}_{2(\text{aq})}]_{\text{éq}} = \frac{4,0 \times 10^{-2} - 3,3 \times 10^{-2}}{2 \times 0,200} = 1,8 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{HCOO}^-_{(\text{aq})}]_{\text{éq}} = \frac{n_2 - x_{\text{éq}}}{2v}$$

$$[\text{HCOO}^-_{(\text{aq})}]_{\text{éq}} = \frac{8,0 \times 10^{-2} - 3,3 \times 10^{-2}}{2 \times 0,200} = 12 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{HCOOH}_{(\text{aq})}]_{\text{éq}} = [\text{NO}_2^-_{(\text{aq})}]_{\text{éq}} = \frac{x_{\text{éq}}}{2v}$$

$$[\text{HCOOH}_{(\text{aq})}]_{\text{éq}} = [\text{NO}_2^-_{(\text{aq})}]_{\text{éq}} = \frac{3,3 \times 10^{-2}}{2 \times 0,200} = 8,3 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{II.2. c) } Q_{r, \text{éq}} = \frac{[\text{HCOOH}_{(\text{aq})}]_{\text{éq}} \cdot [\text{NO}_2^-_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}}{[\text{HCOO}^-_{(\text{aq})}]_{\text{éq}} \cdot [\text{HNO}_{2(\text{aq})}]_{\text{éq}}}$$

$$Q_{r, \text{éq}} = \frac{0,0825^2}{0,0175 \times 0,1175} = 3,3 \text{ Les valeurs obtenues sont les mêmes à 3\% près.}$$

$$\text{II.3. Pour le couple } \text{HNO}_{2(\text{aq})} / \text{NO}_2^-_{(\text{aq})} \text{ on a } K_{a1} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_{\text{éq}} \cdot [\text{NO}_2^-_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}}{[\text{HNO}_{2(\text{aq})}]_{\text{éq}}}$$

$$\text{Soit } -\log K_{a1} = \text{p}K_{a1} = -\log \left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_{\text{éq}} \cdot [\text{NO}_2^-_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}}{[\text{HNO}_{2(\text{aq})}]_{\text{éq}}} \right) = -\log [\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_{\text{éq}} - \log \frac{[\text{NO}_2^-_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}}{[\text{HNO}_{2(\text{aq})}]_{\text{éq}}}$$

$$\text{p}K_{a1} = \text{pH} - \log \frac{[\text{NO}_2^-_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}}{[\text{HNO}_{2(\text{aq})}]_{\text{éq}}}$$

$$\text{Ou } \text{pH} = \text{p}K_{a1} + \log \frac{[\text{NO}_2^-_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}}{[\text{HNO}_{2(\text{aq})}]_{\text{éq}}}$$

$$\text{pH} = 3,3 + \log \left(\frac{0,0825}{0,0175} \right) = 4.$$