

## Correction des exercices 11-13-14-31 p341-345

### Exercice n°11

1. Dressons le tableau d'avancement

Equation		HBr (g)	+	H <sub>2</sub> O (l)	→	Br <sup>-</sup> (aq)	+	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> (aq)
Instant	Avancement	Quantités de matière (mol)						
Initial	x = 0	n <sub>0</sub>		solvant		0		0
Intermédiaire	x	n <sub>0</sub> - x		solvant		x		x
Final	x <sub>f</sub>	n <sub>0</sub> - x <sub>f</sub>		solvant		x <sub>f</sub>		x <sub>f</sub>

La quantité n<sub>0</sub> d'acide bromhydrique dissous est : n<sub>0</sub> = C · V = 2,51 · 10<sup>-3</sup> × 50,0 · 10<sup>-3</sup> = 1,26 · 10<sup>-4</sup> mol = 0,126 mmol.  
L'eau, en tant que solvant, est l'espèce chimique en excès. Le tableau d'avancement, en mmol, s'écrit :

2. L'avancement maximal est atteint si le réactif limitant, l'acide bromhydrique, est entièrement consommé.

On en déduit :

$$0,126 - x_{\max} = 0, \text{ soit } x_{\max} = 0,126 \text{ mmol.}$$

Les réactions acido-basiques sont instantanées : l'avancement final x<sub>f</sub> est déjà atteint lorsqu'on mesure le pH de la solution.

$$\text{On a : } x_f = n(\text{H}_3\text{O}^+)_f = [\text{H}_3\text{O}^+]_f \times V$$

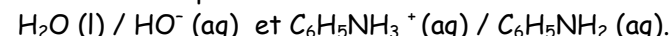
$$\text{Or : } [\text{H}_3\text{O}^+]_f = 10^{-\text{pH}}$$

$$\text{Donc : } x_f = 10^{-\text{pH}} \cdot V = 10^{-2,6} \times 50,0 \cdot 10^{-3} = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 0,13 \text{ mmol.}$$

3. Comme x<sub>f</sub> = x<sub>max</sub> (au nombre de chiffres significatifs près), la réaction entre l'acide bromhydrique et l'eau est totale. L'acide bromhydrique est donc un acide fort dans l'eau. L'écriture de l'équation de la réaction se fait bien avec une flèche dans le sens direct.

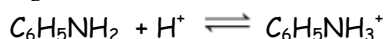
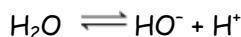
### Exercice n°13

1. Les deux couples acide / base associés à la réaction sont :



2. L'équation de la réaction est écrite avec une double flèche. Il s'agit donc d'un équilibre. La réaction de l'aniline avec l'eau n'est pas totale. L'aniline est donc une base faible dans l'eau.

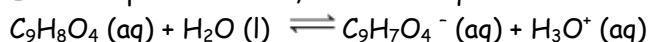
3. La réaction correspond à l'échange d'un proton H<sup>+</sup> de l'eau vers l'aniline, selon les demi-équations suivantes :



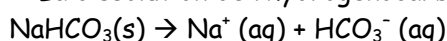
### Exercice n°14

1. L'aspirine est un acide faible dans l'eau : elle ne réagit donc pas totalement avec l'eau.

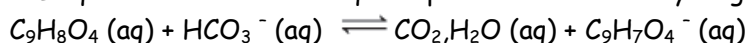
Entre l'aspirine et l'eau, la réaction qui a lieu s'écrit :



2. La dissolution de l'hydrogencarbonate de sodium NaHCO<sub>3</sub>(s), dans l'eau est totale :



3. L'équation de la réaction qui se produit entre l'ion hydrogencarbonate dissous et l'aspirine est :



4. L'effervescence observée est due au dégagement de CO<sub>2</sub> sous forme de gaz, car sa solubilité dans l'eau est limitée.

### Exercice n°31

1. L'équation de la réaction d'autoprotolyse de l'eau s'écrit :



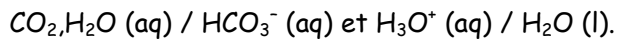
2. Le produit ionique de l'eau est :

$$K_e = [\text{H}_3\text{O}^+]_f \cdot [\text{HO}^-]_f$$

3. À 25 °C, la valeur de  $K_e$  est :  $K_e = 1,0 \cdot 10^{-7} \times 1,0 \cdot 10^{-7} = 1,0 \cdot 10^{-14}$ .

Par ailleurs :  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]_f = -\log (K_e / [\text{HO}^-]_f) = -\log (1,0 \cdot 10^{-14} / 1,0 \cdot 10^{-7}) = -\log 1,0 \cdot 10^{-7} = 7,0$

4. Les couples acido-basiques mis en jeu dans l'équation de la réaction entre le dioxyde de carbone dissous et l'eau sont :



5. La constante d'acidité  $K_A$  associée à la réaction précédente est :

$$K_A = \frac{[\text{HCO}_3^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]_{\text{éq}}}$$

$$\text{Or : } \text{p}K_A = -\log K_A \quad -\log K_A = -\log \frac{[\text{HCO}_3^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]_{\text{éq}}}$$

$$\text{Et : } -\log K_A = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} - \log \frac{[\text{HCO}_3^-]_{\text{éq}}}{[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]_{\text{éq}}}$$

$$\text{soit : } \text{pH} = \text{p}K_A + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]_{\text{éq}}}{[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]_{\text{éq}}}$$

6. Si  $\text{pH} = 5,7$  :

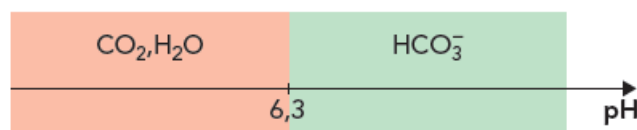
$$\log \frac{[\text{HCO}_3^-]_{\text{éq}}}{[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]_{\text{éq}}} = \text{pH} - \text{p}K_A = 5,7 - 6,4 = -0,7.$$

$$\log \frac{[\text{HCO}_3^-]_{\text{éq}}}{[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]_{\text{éq}}} < 0, \quad \text{donc } \frac{[\text{HCO}_3^-]_{\text{éq}}}{[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]_{\text{éq}}} < 1,$$

$$\text{soit : } [\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]_{\text{éq}} > [\text{HCO}_3^-]_{\text{éq}}$$

L'espèce prédominante dans cette eau distillée est donc  $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} (\text{aq})$ .

7. Le diagramme de prédominance des espèces  $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} (\text{aq})$  et  $\text{HCO}_3^- (\text{aq})$  est :



8.

Equation		$(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}) (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- (\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq})$			
Instant	Avancement	Quantités de matière (mol)			
Initial	$x = 0$	$n_0 = C \cdot V$	solvant	0	0
Intermédiaire	$x$	$n_0 - x$	solvant	$x$	$x$
Final	$x_f$	$n_0 - x_f$	solvant	$x_f$	$x_f$

9. La stoechiométrie de la réaction et le tableau d'avancement conduisent à la relation :

$$[\text{HCO}_3^-]_{\text{éq}} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} \text{ car } n(\text{HCO}_3^-)_{\text{éq}} = n(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{éq}}$$

Or,  $\text{pH} = 5,7$ , d'où :  $[\text{HCO}_3^-]_{\text{éq}} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = 10^{-\text{pH}} = 10^{-5,7} = 2,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

10. De la relation trouvée en 5, on déduit :

$$\frac{[\text{HCO}_3^-]_{\text{éq}}}{[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]_{\text{éq}}} = 10^{-0,7}$$

donc :  $[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]_{\text{éq}} = \frac{[\text{HCO}_3^-]_{\text{éq}}}{10^{-0,7}} = \frac{2,0 \times 10^{-6}}{2,0 \times 10^{-1}} = 1,0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

11. Du tableau d'avancement, on déduit :

$$n(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O})_f = C \cdot V - x_f = C \cdot V - n(\text{HCO}_3^-)_f \quad (\text{car } n(\text{HCO}_3^-)_f = x_f \text{ d'après le tableau d'avancement})$$

$$\Leftrightarrow C \cdot V = n(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O})_f + n(\text{HCO}_3^-)_f$$

Par conséquent :  $C = [\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]_{\text{éq}} + [\text{HCO}_3^-]_{\text{éq}} = 1,0 \cdot 10^{-5} + 2,0 \cdot 10^{-6} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .