

## Partie Comprendre : Lois et modèles

## CHAP 13-ACT EXP Mesures de pH

## CORRIGE

1. ETALONNAGE DU PH-METRE2. SOLUTION AQUEUSE D'ACIDE ETHANOÏQUE

- Placer un bêcher sur un agitateur magnétique et y verser 100 mL d'eau distillée.
- Mesurer le pH de l'eau distillée avec le pH-mètre.
- Avec précaution, ajouter quelques gouttes d'acide éthanoïque pur.
- Agiter, puis mesurer le pH de la solution aqueuse d'acide éthanoïque obtenue.

2.1. Questions

a) Une réaction chimique a-t-elle eu lieu lors de l'ajout de l'acide éthanoïque pur à l'eau distillée? Pourquoi?  
**Oui car le pH varie**

b) Calculer les concentrations  $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]$  des solutions avant et après ajout de l'acide éthanoïque pur.

3. REACTION ENTRE L'ACIDE ETHANOÏQUE ET L'EAU

3.1. Mesurer le pH de la solution  $S_1$

**pH = 3,2**

3.2. Questions

Compléter le tableau d'avancement en annexe associé à la solution  $S_1$  :

		$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}_{(\text{aq})}$	+	$\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$	$\rightleftharpoons$	$\text{CH}_3\text{CO}_2^-_{(\text{aq})}$	+	$\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$
	Avancement							
EI	0	$n_0(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}_{(\text{aq})}) =$ $C_1 \cdot V_1$ $= 1,0 \cdot 10^{-2} \cdot 50 \cdot 10^{-3}$ $= 5 \cdot 10^{-4}$	Excès			$n_0(\text{CH}_3\text{CO}_2^-_{(\text{aq})}) =$ <b>0</b>		$n_0(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}) =$ <b>0</b>
EC	x	$n(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}_{(\text{aq})}) =$ $5 \cdot 10^{-4} - x$	Excès			$n(\text{CH}_3\text{CO}_2^-_{(\text{aq})}) =$ <b>x</b>		$n(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}) =$ <b>x</b>
EF	$x_f$	$n_f(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}_{(\text{aq})}) =$ $5 \cdot 10^{-4} - x_f$	Excès			$n_f(\text{CH}_3\text{CO}_2^-_{(\text{aq})}) =$ <b><math>x_f</math></b>		$n_f(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}) =$ <b><math>x_f</math></b>
EF si totale	$x_{\text{max}}$	$n_{\text{max}}(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}_{(\text{aq})}) =$ $5 \cdot 10^{-4} - x_{\text{max}}$	Excès			$n_{\text{max}}(\text{CH}_3\text{CO}_2^-_{(\text{aq})}) =$ <b><math>x_{\text{max}}</math></b>		$n_{\text{max}}(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}) =$ <b><math>x_{\text{max}}</math></b>

a) Si on suppose que la réaction est totale, déterminer la valeur de l'avancement maximal  $x_{\text{max}}$

$$x_{\text{max}} = n_A = C \cdot V = 1,00 \cdot 10^{-2} \times 50 \cdot 10^{-3} = \underline{5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}$$

b) – Trouver à l'aide du tableau d'avancement, le nombre de moles  $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$  noté  $n_{\text{max}}(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})})$  si la réaction est totale

- En déduire la concentration en ions  $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$  noté  $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_{\text{max}}$  si la réaction est totale

- Calculer la valeur du pH<sub>(si totale)</sub> de la solution si la réaction est totale ?

Si la transformation était totale :  $n(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}) = x_{\text{max}} = \underline{5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}$

$$\text{d'où : } [\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}] = \frac{n(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})})}{V} = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{50 \cdot 10^{-3}} = \underline{1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}}$$

D'où le pH :  $\text{pH} = 2$

c) – Grace au pH que vous avez mesuré dans le 4.1.

- Calculer la concentration noté  $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_f$  puis le nombre de moles d'ions oxonium  $n_f(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})})$  dans l'état final
- A l'aide du tableau d'avancement déterminer la valeur de  $x_f$

**- Calcul de la concentration en ions oxonium**

On a  $\text{pH} = 3,2$  d'où :  $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}] = \underline{6,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}}$

**- Calcul de  $n(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})})$**

On a :  $n(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}) = [\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}] \cdot V = \underline{3,15 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}$

**- Calcul de  $x_f$  :**

D'après le tableau d'avancement :

$x_f = n(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}) = \underline{3,15 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}$

d) Comparer  $x_{\text{max}}$  et  $x_f$ . La transformation est-elle totale ?

$x_f < x_{\text{max}}$  la réaction n'est pas totale

#### 4. REACTION ENTRE L'ACIDE CHLORHYDRIQUE ET L'EAU

4.1. Mesurer le pH de la solution Sv  $\text{pH} = 2$

#### 4.2. Questions

Compléter le tableau d'avancement en annexe associé à la solution  $S_1$  :

		$\text{HCl}_{(\text{aq})}$	+ $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$	$\rightleftharpoons$	$\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$	+ $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$
	Avancement					
EI	0	$n_0(\text{HCl}_{(\text{aq})}) = C_2 \cdot V_2 = 1,0 \cdot 10^{-2} \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 5 \cdot 10^{-4}$	Excès		$n_0(\text{Cl}^-_{(\text{aq})}) = 0$	$n_0(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}) = 0$
EC	x	$n(\text{HCl}_{(\text{aq})}) = 5 \cdot 10^{-4} - x$	Excès		$n(\text{Cl}^-_{(\text{aq})}) = x$	$n(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}) = x$
EF	$x_f$	$n_f(\text{HCl}_{(\text{aq})}) = 5 \cdot 10^{-4} - x_f$	Excès		$n_f(\text{Cl}^-_{(\text{aq})}) = x_f$	$n_f(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}) = x_f$
EF si totale	$x_{\text{max}}$	$n_{\text{max}}(\text{HCl}_{(\text{aq})}) = 5 \cdot 10^{-4} - x_{\text{max}}$	Excès		$n_{\text{max}}(\text{Cl}^-_{(\text{aq})}) = x_{\text{max}}$	$n_{\text{max}}(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}) = x_{\text{max}}$

a) Si on suppose que la réaction est totale, déterminer la valeur de l'avancement maximal  $x_{\text{max}}$

$x_{\text{max}} = n_A = C_2 \cdot V_2 = 1,00 \cdot 10^{-2} \times 50 \cdot 10^{-3} = \underline{5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}$

b) – Trouver à l'aide du tableau d'avancement, le nombre de moles  $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$  noté  $n_{\text{max}}(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})})$  si la réaction est totale

- En déduire la concentration en ions  $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$  noté  $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_{\text{max}}$  si la réaction est totale

- Calculer la valeur du  $\text{pH}_{(\text{si totale})}$  de la solution si la réaction est totale ?

**Si la transformation était totale :  $n(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}) = x_{\text{max}} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$**

$$\text{d'où : } [\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}] = \frac{n(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})})}{V} = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{50 \cdot 10^{-3}} = \underline{1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}}$$

**D'où le pH :  $\text{pH} = 2$**

c) – Grace au pH que vous avez mesuré dans le 5.1.

- Calculer la concentration noté  $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_f$  puis le nombre de moles d'ions oxonium  $n_f(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})})$  dans l'état final

- A l'aide du tableau d'avancement déterminer la valeur de  $x_f$

**- Calcul de la concentration en ions oxonium**

**On a  $\text{pH} = 2$  d'où :  $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}] = \underline{1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}}$**

**- Calcul de  $n(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})})$**

**On a :  $n(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}) = [\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}] \cdot V = \underline{5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}$**

**- Calcul de  $x_f$  :**

D'après le tableau d'avancement :

**$x_f = n(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}) = \underline{5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}$**

d) Comparer  $x_{\text{max}}$  et  $x_f$ . La transformation est-elle totale ?

**Pareil, la réaction est totale**

## **5. NOTION D'EQUILIBRE; SENS D'EVOLUTION D'UN SYSTEME CHIMIQUE**

$\text{pH} = \dots\dots$

### **5.1 Exploitation**

a) Comment évolue le pH dans le bécher 1 ?

**le pH diminue**

Comment varie alors la concentration  $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]$  ?

**La  $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]$  augmente**

b) Dans quel sens le système chimique a-t-il évolué dans le bécher 1 :

**Sens direct →**

c) Comment évolue le pH dans le bécher 2 ?

**le pH augmente**

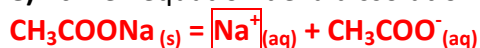
Comment varie alors la concentration  $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]$  ?

**La  $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]$  diminue**

d) Dans quel sens le système chimique a-t-il évolué dans le bécher 2:

**sens inverse ←**

e) Ecrire l'équation de la dissolution dans l'eau de l'éthanoate de sodium solide.



f) Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes



g) L'ion éthanoate est-il une base ou un acide ?

Base conjuguée de  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)}$

## 6. DEFINITION DU pH

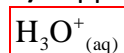
a) Rappeler les définitions d'un acide et d'une base selon Bronsted, ainsi que la définition d'un couple Acide/Base.

A espèce chimique capable de libérer des protons:  $\text{A} = \text{H}^+ + \text{B}^-$

B espèce chimique capable de capter des protons:  $\text{B} + \text{H}^+ = \text{A}$

A/B forment un couple acide/base conjugués:  $\text{A} = \text{H}^+ + \text{B}$

b) Rappeler la formule de l'ion oxonium.



c) les ions oxoniums présents dans une solution aqueuse sont le produit de la réaction acido-basique entre un acide  $\text{AH}_{(aq)}$  dissous et l'eau. Indiquer les couples Acide/Base impliqués et écrire l'équation de la réaction.



d) rappeler la définition du pH.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] ; [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

e) Compléter le tableau en annexe.

$[\text{H}_3\text{O}^+] \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$	$10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$	$10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-8}$
pH	2	1.3	2	3.4	7	7.7

pH	1,5	3	2,2	6	7,7	4
$[\text{H}_3\text{O}^+] \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$	$3.2 \cdot 10^{-2}$	$10^{-3}$	$6,3 \cdot 10^{-3}$	$10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-8}$	$10^{-4}$