

Thème 1 : Constitution et transformation de la matière

Partie 3B. Force des acides et des bases

CHAP 08 ACT EXP-Force des acides et des bases **CORRIGE**

Objectifs :

- Mesurer le pH de solutions d'acide ou de base de concentration donnée pour en déduire le caractère fort ou faible de l'acide ou de la base

1. Solution aqueuse d'acide éthanóïque

- Placer un bécher 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 éthanóïque pur.
- Agiter, puis mesurer le pH de la solution aqueuse d'acide éthanóïque obtenue.

1. Questions

a) Une réaction chimique a-t-elle eu lieu lors de l'ajout de l'acide éthanóïque pur à l'eau distillée? Pourquoi?

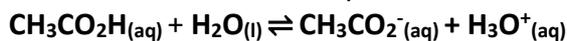
Oui car le pH varie

b) Calculer les concentrations $[H_3O^+_{(aq)}]$ des solutions avant et après ajout de l'acide éthanóïque pur.

$$[H_3O^+_{(aq)}]_i = C_0 \times 10^{-pH_i} \quad [H_3O^+_{(aq)}]_f = C_0 \times 10^{-pH_f}$$

2. réaction entre l'acide éthanóïque et l'eau

La réaction entre l'acide éthanóïque et l'eau est instantanée. Son équation s'écrit :



On considère une solution aqueuse S_1 d'acide éthanóïque $CH_3-COOH_{(aq)}$ de concentration en soluté apporté $C_A = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ et de volume $V_A = 50 \text{ mL}$.

- Mesurer le pH de la solution S_1 . Noter la valeur sur votre rapport **pH₁ = 3,2**

2.1 Questions

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

		$CH_3CO_2H_{(aq)}$	+	$H_2O_{(l)}$	\rightleftharpoons	$CH_3CO_2^-_{(aq)}$	+	$H_3O^+_{(aq)}$
					\leftarrow			
		Avancement						
EI	0	$n_0(CH_3CO_2H_{(aq)}) =$ $C_A \cdot V_A$ $= 1,0 \cdot 10^{-2} \cdot 50 \cdot 10^{-3}$ $= 5 \cdot 10^{-4}$	Excès			$n_0(CH_3CO_2^-_{(aq)}) =$ 0		$n_0(H_3O^+_{(aq)}) =$ 0
EC	x	$n(CH_3CO_2H_{(aq)}) =$ $5 \cdot 10^{-4} - x$	Excès			$n(CH_3CO_2^-_{(aq)}) =$ x		$n(H_3O^+_{(aq)}) =$ x
EF	x_f	$n_f(CH_3CO_2H_{(aq)}) =$ $5 \cdot 10^{-4} - x_f$	Excès			$n_f(CH_3CO_2^-_{(aq)}) =$ x_f		$n_f(H_3O^+_{(aq)}) =$ x_f
EF si totale	x_{max}	$n_{max}(CH_3CO_2H_{(aq)}) =$ $5 \cdot 10^{-4} - x_{max}$	Excès			$n_{max}(CH_3CO_2^-_{(aq)}) =$ x_{max}		$n_{max}(H_3O^+_{(aq)}) =$ x_{max}

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{D'où le } \text{pH}_{(\text{si totale})} = \underline{2}$$

➤ Grace au pH que vous avez mesuré au 2.

e) 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

- Calcul de la concentration en ions oxonium

$$\text{On a } \text{pH}_1 = 3,2 \text{ d'où : } [\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_f = \underline{6,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

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

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

f) A l'aide du tableau d'avancement déterminer la valeur de x_f

- Calcul de x_f :

$$\text{D'après le tableau d'avancement : } x_f = n_f(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}) = \underline{3,15 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}$$

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

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

h) Calculer le taux d'avancement final τ défini par : $\frac{x_f}{x_{\max}} \cdot 100$

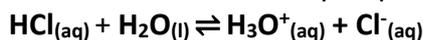
$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{3,15 \cdot 10^{-5}}{5 \cdot 10^{-4}} \cdot 100 = \underline{6,3 \%}$$

2.2 Conclure

- L'acide éthanóïque est un exemple d'acide faible
- La réaction de l'acide avec l'eau est limitée
- On l'écrit: $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CO}_2^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$
- L'avancement final : $x_f < x_{\max}$
- Le taux d'avancement : $\tau < 100 \%$
- $\text{pH} > -\log C_A/C_0$ où C_A est la concentration en acide apporté

3. réaction entre l'acide chlorhydrique et l'eau

La réaction entre l'acide chlorhydrique et l'eau est instantanée. Son équation s'écrit :



On considère une solution aqueuse S_2 d'acide chlorhydrique de concentration en soluté apporté $C_A = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et de volume $V_A = 50 \text{ mL}$.

- Mesurer le pH de la solution S_2 . Noter la valeur sur votre rapport **pH₂ = 2**

3.1 Questions

- Compléter le tableau d'avancement en annexe associé à la solution S_2 :

		$\text{HCl}_{(\text{aq})}$	+ $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$	\rightleftharpoons	$\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$	+ $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$
	Avancement					
EI	0	$n_0(\text{HCl}_{(\text{aq})}) =$ $C_A \cdot V_A$ $= 1,0 \cdot 10^{-2} \cdot 50 \cdot 10^{-3}$ $= 5 \cdot 10^{-4}$	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_{max}	$n_{\text{max}}(\text{HCl}_{(\text{aq})}) =$ $5 \cdot 10^{-4} - x_{\text{max}}$	Excès		$n_{\text{max}}(\text{Cl}^-_{(\text{aq})}) =$ x_{max}	$n_{\text{max}}(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}) =$ x_{max}

- a) Si on suppose que la réaction est totale, déterminer la valeur de l'avancement maximal x_{max}
 $x_{\text{max}} = n_A = C_A \cdot V_A = 1,00 \cdot 10^{-2} \times 50 \cdot 10^{-3} = \underline{5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}$
- 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
Si la transformation était totale : $n_{\text{max}}(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}) = x_{\text{max}} = \underline{5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}$
- c) 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
Alors: $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_{\text{max}} = \frac{n(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})})}{V} = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{50 \cdot 10^{-3}} = \underline{1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$
- d) Calculer la valeur du pH_(si totale) de la solution si la réaction est totale ?
D'où le pH_(si totale) = 2
- Grace au pH que vous avez mesuré au 3.
- e) 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
- Calcul de la concentration en ions oxonium
On a pH₂ = 2 d'où : $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_f = \underline{1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$
- Calcul de $n_f(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})})$
On a : $n_f(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}) = [\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_f \cdot V_A = \underline{5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}$

f) A l'aide du tableau d'avancement déterminer la valeur de x_f

- **Calcul de x_f** :

D'après le tableau d'avancement :

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

g) Comparer x_{max} et x_f . La transformation est-elle totale ?

$x_f = x_{\text{max}}$, la réaction est totale

h) Calculer le taux d'avancement final : $\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}} = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^{-4}} \cdot 100 = \underline{100 \%}$

3.2 Conclure

- L'acide chlorhydrique est un exemple d'acide **Fort**
- La réaction de l'acide avec l'eau est **totale**
- On l'écrit : $\text{HCl}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$
- L'avancement final : $x_f = x_{\text{max}}$
- Le taux d'avancement : $\tau = 100 \%$
- $\text{pH} = -\log C_A/C_0$ où C_A est la concentration en acide apporté

4. DEDUIRE LE CARACTERE FORT OU FAIBLE D'UN ACIDE OU D'UNE BASE A PARTIR DE MESURES DE PH

On dispose d'un ensemble de solutions aqueuses de concentration en soluté apporté $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

- Solution d'acide nitrique
- Solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (ou soude)
- Solution aqueuse d'acide éthanóïque
- Solution aqueuse d'ammoniaque

- Mesurer le pH de chacune de ses solutions et en déduire le caractère fort ou faible de l'acide ou de la base
- Justifier l'écriture de chacune des solutions aqueuses à partir des formules des espèces dissoutes associées.

Solution	soluté	pH	Comparaison pH et $-\log C/C_0$	Acide ou Base Fort ou faible	Réaction avec l'eau	Espèces en solution
ac. nitrique	$\text{HNO}_{3(\text{l})}$	3	$\text{pH} = -\log C/C_0$	Acide Fort	$\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_3^-$	$(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{NO}_3^-_{(\text{aq})})$
Hydroxyde de sodium	$\text{NaOH}_{(\text{s})}$	11	$\text{pH} = 14 - \log C/C_0$	Base forte	$\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{HO}^-$	$(\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})})$
ac. éthanóïque	$\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{l})}$	4,5	$\text{pH} > -\log C/C_0$	Acide faible	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$	$\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$
ammoniaque	$\text{NH}_3_{(\text{g})}$	9,5	$\text{pH} < 14 - \log C/C_0$	Base faible	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{HO}^-$	$\text{NH}_3_{(\text{aq})}$