

n. 18 p. 97

a) $HCl(g)$ réagit avec l'eau (ce n'est pas une dissolution habituelle) selon l'équation : $HCl(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$

C'est une réaction acido-basique, concernant les couples HCl/Cl^- et H_3O^+/H_2O .

b) La transformation est totale, et pour chaque mole de HCl ajoutée, apparaît une mole d'ions H_3O^+ . À l'état final, on a donc $[H_3O^+] = c$ c'est à dire $pH = -\log c$. A.N. : $pH = -\log(5,0 \cdot 10^{-3}) = 2,3$.

c) Une solution de chlorure d'hydrogène de pH égal à 4,0, a une concentration en soluté apporté de HCl égale à $c' = 10^{-4,0} \text{ mol.L}^{-1}$ (voir question b)). (C'est à dire $c' = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$).

On a $\frac{c}{c'} = \frac{5,0 \cdot 10^{-3}}{10^{-4,0}} = 50$. Pour obtenir la 2^e solution, il faut donc diluer la 1^{ère} première 50 fois.

La solution mère a une concentration en soluté apporté c

" " fille " " " " " " " c' .

On souhaite préparer un volume $V' = 1,0 \text{ L}$ de solution fille.

Quel volume $V_{\text{prél}}$ de la solution 1 doit-on prélever ?

La conservation de la matière implique $cV_{\text{prél}} = c'V'$

$$\text{Il vient : } V_{\text{prél}} = \frac{c'V'}{c}$$

$$\text{A.N. : } V_{\text{prél}} = \frac{10^{-4,0} \times 1,0}{5,0 \cdot 10^{-3}} = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ L} = \underline{\underline{20 \text{ mL}}}$$

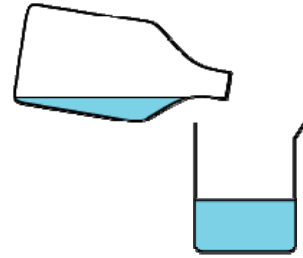
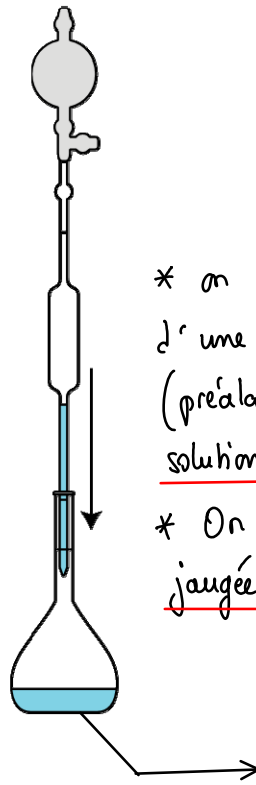
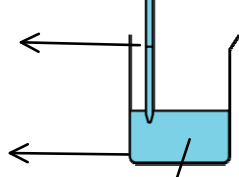
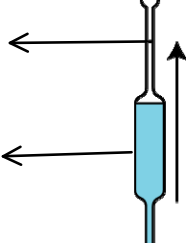
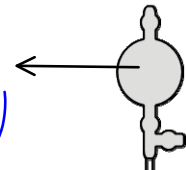
Protocole : * On verse une petite quantité de solution mère dans un bécher (préalablement rincé et séché)

propipette
(pipeteur)

trait de
jauge
fiolle
jaugée)

trait de
jauge
bécher

solution
mère

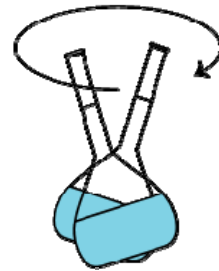
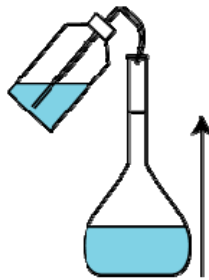


* on prélève $V_{\text{prél}} = 20 \text{ mL}$ à l'aide
d'une pipette jaugée de 20 mL
(préalablement rincée à l'aide de la
solution à prélever).

* On verse ce volume dans une fiolle
jaugée de 1,0 L.

* On complete la fiolle
jaugée avec de l'eau
distillée, en homogénéisant la
solution lorsqu'elle est remplie
aux $\frac{2}{3}$ environ.

Le bas du ménisque doit atteindre le trait
de jauge de la fiolle.



d) Soient c_1, c_2 les concentrations en soluté
apportés des 2 solutions,

Soient V_1, V_2 leurs volumes respectifs.

Soient pH_1 et pH_2 leurs pH respectifs.

Dans le mélange, la quantité d'ions H_3O^+ est égale à

$c_1V_1 + c_2V_2$. La concentration en ions $[H_3O^+]$ est donc

$$[H_3O^+] = \frac{c_1V_1 + c_2V_2}{V_1 + V_2}, \text{ avec } c_1 = 10^{-pH_1} \text{ et } c_2 = 10^{-pH_2}$$

Le pH du mélange est donc

$$pH = -\log\left(\frac{10^{-pH_1} \times V_1 + 10^{-pH_2} \times V_2}{V_1 + V_2}\right)$$

$$\text{A.N.: } pH = -\log\left(\frac{10^{-2,0} \times 20 + 10^{-4,0} \times 50}{20 + 50}\right) = \underline{2,5.}$$

n. 20 P. 97

a) On a (voir manuel page de rabat de couverture) :

$$\lambda_{H_3O^+} = 34,97 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\lambda_{NO_3^-} = 7,142 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

La réaction est $HNO_3(l) + H_2O(l) = H_3O^+(aq) + NO_3^-(aq)$

Cette réaction étant totale, on a, à l'état final, $[H_3O^+] = [NO_3^-] = c$.

La conductivité σ_m est telle que :

$$\sigma_m = \lambda_{H_3O^+} \times [H_3O^+] + \lambda_{NO_3^-} \times [NO_3^-]$$

$$\text{Donc: } \sigma_m = (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{NO_3^-}) \times c.$$

$$\text{A.N.: } \sigma_m = \underbrace{(34,97 \cdot 10^{-3} + 7,142 \cdot 10^{-3})}_{\text{S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}} \times \underbrace{5,0}_{\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}} = \underline{0,21 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}}$$

 Attention aux unités !

b) Cette valeur est égale à celle mesurée. L'hypothèse que la réaction est totale semble donc correcte.

c) Tout l'acide est consommé ; l'avancement final x_f est donc égal à l'avancement maximal x_{max} . Le taux d'avancement final de la réaction est donc égal à 1 (100%).

d) On a donc, à l'état final, $[H_3O^+] = c$

$$\text{Le pH est tel que } pH = -\log c. \quad \text{A.N. } pH = -\log(5,0 \cdot 10^{-3}) = \underline{2,3.}$$

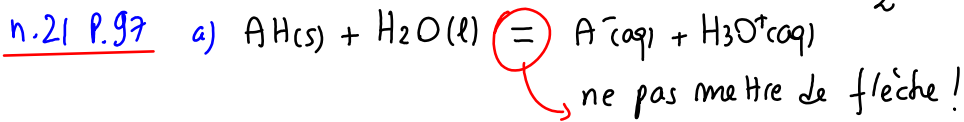
n. 19 P. 97 Éléments de réponse

$$\text{a) } 3,20 \leq pH \leq 3,30 \quad \text{Inc. relative: } \frac{|3,30 - 3,20|}{\frac{3,20 + 3,30}{2}} = 3,1 \cdot 10^{-2} \quad (3,1\%)$$

$$\text{b) } 10^{-3,2} \leq [H_3O^+] \leq 10^{-3,3}$$

$$1,1 \cdot 10^{-3,2} \quad 1,1 \cdot 10^{-3,3}$$

$$Z_{nc. \text{ relative}}: \frac{|110 - 10|}{\frac{10^{-3,2} + 10^{-3,3}}{2}} = 0,23 \quad (23\%)$$



b)

(mol)	$AH(s)$	+	$H_2O(l)$	=	$A^-(aq)$	+	$H_3O^+(aq)$
$x=0$	$1,2 \cdot 10^{-3}$		excès		0		≈ 0
x	$1,2 \cdot 10^{-3} - x$		excès		x		$\approx x$
x_{max}	$1,2 \cdot 10^{-3} - x_{max}$ $= 0$		excès		x_{max} $= 1,2 \cdot 10^{-3}$		$\approx x_{max}$ $\approx 1,2 \cdot 10^{-3}$

c) Les ions H_3O^+ sont en défaut. Donc $1,2 \cdot 10^{-3} - x_{max} = 0$,
 c'est à dire $x_{max} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.

d) La concentration finale en ions H_3O^+ est $[H_3O^+] = 10^{-pH}$.

la quantité d'ions H_3O^+ finale dans la solution est donc

$[H_3O^+] \times V$, où $V = 0,50 \text{ L}$ est le volume de la solution,
 c'est à dire $10^{-pH} \times V$.

A.N.: La quantité d'ions H_3O^+ vaut $10^{-3,1} \times 0,50 = 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$.

Cette valeur est égale à l'avancement final x_f . Et elle est nettement inférieure à x_{max} :

$x_f = 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$; $x_{max} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ (voir tableau précédent).

e)

(mol)	AHcs	+ H ₂ O(l)	= A ⁻ (aq)	+ H ₃ O ⁺ (aq)
$x=0$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	excès	0	≈ 0
x	$1,2 \cdot 10^{-3} - x$	excès	x	$\approx x$
x_f Attention!	$1,2 \cdot 10^{-3} - x_{\max}$ $= 0,80 \cdot 10^{-3}$	excès	x_f $= 4,0 \cdot 10^{-4}$	$\approx x_f$ $\approx 4,0 \cdot 10^{-4}$

f) Le taux d'avancement final est

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{10^{-14} \times V}{1,2 \cdot 10^{-3}} = \frac{10^{-3,1} \times 0,50}{1,2 \cdot 10^{-3}} = 0,33 \text{ (33\%)}$$

La réaction n'est pas totale, seul 33% du réactif limitant a été consommé.