

Chapitre 7. Réactions acido-basiques

Exercices sur le pH

Exercice n°1 : Acide chlorhydrique

On prépare 250 mL d'une solution d'acide chlorhydrique en dissolvant 0,20L de chlorure d'hydrogène HCl gazeux dans environ 200mL d'eau placée dans une fiole jaugée de 250 mL, puis en ajoutant la quantité d'eau nécessaire.

- Déterminer la concentration molaire de la solution.

$$C = n(\text{HCl}) / V_{\text{sol}} \quad n(\text{HCl}) = V(\text{HCl}) / V_m \quad n = 8,33 \text{ mmol} \quad C = 0,033 \text{ mol.L}^{-1}$$

- Ecrire l'équation de la réaction entre le chlorure d'hydrogène et l'eau à partir des demi-équations des couples acide / base mis en jeu.



- Déterminer la concentration en ion oxonium et en déduire le pH de la solution ainsi formée.

D'après les coefficients de la réaction et puisque le HCl est réactif limitant, il se forme $n = 8,33 \text{ mmol}$ d' H_3O^+ .

$$\text{Donc } [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,033 \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{et} \quad \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \quad \text{pH} = 1,5.$$

On peut aussi retrouver la quantité de matière de H_3O^+ à l'aide d'un tableau d'avancement.

Données : Volume molaire des gaz dans les conditions de l'expérience : $V_m = 24,0 \text{ L.mol}^{-1}$
Couple acide /base : HCl / Cl^-

Application n° 2 : Transformation limitée

On dispose d'une solution commerciale d'acide formique ou méthanoïque HCOOH de densité par rapport à l'eau $d = 1,18$ et contenant 80% en masse d'acide méthanoïque pur. On prélève 5 mL de cette solution commerciale que l'on dilue dans une fiole jaugée de 500 mL. Le pH de la solution S_1 ainsi obtenue vaut 2,37.

- Calculer la concentration molaire de la solution commerciale en acide méthanoïque.

Conseil : Raisonner sur un volume d'1L de solution.

$$C = n_{\text{ac}} / V_{\text{sol}} \quad \text{Or, } n_{\text{ac}} = m_{\text{ac}} / M \quad \text{et } m_{\text{ac}} = 0,80 \times m_{\text{sol}} = 0,80 \times \rho \times V_{\text{sol}}$$

$$\text{donc } C = 0,80 \times \rho / M \quad \text{avec } \rho = 1,18 \times 10^3 \text{ .L}^{-1} \quad C = 21 \text{ mol.L}^{-1}$$

- Déterminer la concentration C_1 de solution obtenue après la dilution.

$$C_1 V_1 = C V \quad C_1 = C \times V / V_1 \quad \text{avec } V = 5\text{mL} \text{ et } V_1 = 500 \text{ mL} \quad C_1 = 2,1 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

- Ecrire l'équation de la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau.



- Déterminer l'avancement maximal de la réaction.

Comme l'eau est en excès, c'est l'acide qui est le réactif limitant donc $x_{\text{max}} = n(\text{HCOOH}) = C_1 \times V_1 = 1,02 \times 10^{-1} \text{ mol}$

- Calculer la concentration en ions oxonium obtenue par mesure du pH.

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 4,3 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

- Comparer cette concentration avec celle obtenue par le calcul de l'avancement maximal : que peut-on dire de cette réaction?

$[\text{H}_3\text{O}^+]_f < x_{\text{max}}$ donc la réaction n'est pas totale.