

Exercice 2 chimie

Données :

Masses molaires atomiques :

$$M(\text{Ca}) = 40 \text{ g.mol}^{-1} ; M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1} ; M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\text{Produit ionique de l'eau, à } 25 \text{ }^\circ\text{C} : K_e = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

La chaux est un corps solide de formule $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Il se décompose, dans l'eau, en ions Ca^{2+} et OH^- . A $25 \text{ }^\circ\text{C}$, une solution aqueuse de chaux, saturée, a une concentration de $0,0126 \text{ mol.L}^{-1}$ en ions Ca^{2+} .

- 1) Calculer la concentration massique $c_{(\text{Ca}^{2+})}$ en ions Ca^{2+} (on l'exprimera en mg.L^{-1}).
- 2) Écrire l'équation de la réaction de dissociation de la chaux dans cette solution.
- 3) Déterminer la concentration molaire en ions OH^- et en déduire le pH de cette solution.
- 4) On veut neutraliser 50 mL de cette solution avec de l'acide chlorhydrique de concentration $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$.
 - 4.1) Écrire l'équation de la réaction de neutralisation.
 - 4.2) Calculer le volume d'acide chlorhydrique nécessaire.

Correction 2 chimie

- 1) Pour obtenir la concentration massique $c_{(\text{Ca}^{2+})}$ des ions Ca^{2+} , en mg.L^{-1} , il faut multiplier la concentration molaire $[\text{Ca}^{2+}]$ des ions calcium Ca^{2+} par la masse molaire de Ca^{2+} exprimée en mg.mol^{-1} soit par $M_{\text{Ca}^{2+}} = 40.10^3 \text{ mg.mol}^{-1}$.

$$c_{(\text{Ca}^{2+})} = M_{\text{Ca}^{2+}} \cdot [\text{Ca}^{2+}]$$

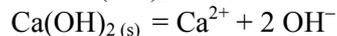
Application numérique :

La concentration molaire des ions calcium est celle indiquée dans l'énoncé.

$$c_{(\text{Ca}^{2+})} = 40.10^3 \times 0,0126 = \mathbf{504 \text{ mg.L}^{-1}}$$

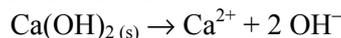
- 2) L'hydroxyde de calcium solide (chaux), de formule statistique $\text{Ca}(\text{OH})_2$ est un solide ionique dont le réseau ionique contient, par mole de solide, une mole d'ions calcium Ca^{2+} et deux moles d'ions hydroxyde OH^- : la neutralité électrique du solide est ainsi assurée.

L'équilibre de dissolution-précipitation de la chaux $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dans l'eau s'écrit :



La réaction de dissolution (dissociation) de la chaux $\text{Ca}(\text{OH})_{2(s)}$ correspond au sens direct (en lisant l'équation de gauche à droite).

- 3) En considérant l'équation de dissolution de la chaux dans l'eau :



Les nombres stœchiométriques indiquent que si une mole de chaux solide se dissocie, une mole d'ions Ca^{2+} et deux moles d'ions OH^- seront présentes dans la solution obtenue ; Donc :

$$n_{(\text{OH}^-)} = 2 \cdot n_{(\text{Ca}^{2+})}$$

En passant aux concentrations molaires :

$$[\text{OH}^-] = 2 [\text{Ca}^{2+}]$$

Application numérique :

$$[\text{OH}^-] = 2 \times 0,0126 = \mathbf{2,52.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}}$$

Le pH de la solution est lié à la concentration molaire exprimée en mol.L^{-1} des ions oxonium H_3O^+ :

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

Le produit ionique de l'eau permet de calculer cette dernière concentration :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_e}{[\text{OH}^-]}$$

Donc :

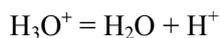
$$\text{pH} = -\log \frac{K_e}{[\text{OH}^-]}$$

Application numérique :

$$\text{pH} = -\log \frac{10^{-14}}{2,52.10^{-2}} = \mathbf{12,4}$$

4.1) Une solution d'acide chlorhydrique est une solution d'acide fort représentée par l'écriture : $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$. La neutralisation de la solution saturée d'hydroxyde de sodium va consister en une réaction entre les ions oxonium H_3O^+ et les ions hydroxyde OH^- ; Cette réaction est considérée comme une réaction acido-basique totale mettant en jeu les deux couples acide/base de l'eau : $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$ et $\text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-$

Les deux demi-équations acido-basiques sont :



L'équation de la réaction est obtenue en additionnant ces deux demi-équations :



Le pH de la solution, lorsque la quantité de matière (n_{OH^-}) d'ions OH^- présents dans la solution saturée aura été consommée par la quantité $(n_{\text{H}_3\text{O}^+})$ d'ions H_3O^+ ajoutés, sera égal à 7,0 (à 25 °C) : cette valeur du pH est celle d'une solution neutre, ce qui explique l'emploi du mot neutralisation. Les ions Ca^{2+} et les ions chlorure Cl^- sont des ions indifférents ou spectateurs.

4.2) Lorsque la réaction de neutralisation est à son terme, puisqu'elle se fait mole à mole, on écrit :

$$(n_{\text{OH}^-})_{\text{présent}} = (n_{\text{H}_3\text{O}^+})_{\text{versé}}$$

Or, la quantité de matière $(n_{\text{H}_3\text{O}^+})_{\text{versé}}$ est contenue dans le volume V recherché de solution d'acide chlorhydrique de concentration $C = 0,050 \text{ mol.L}^{-1}$ et la quantité de matière $(n_{\text{OH}^-})_{\text{présent}}$ est contenue dans les $V_{\text{sol}} = 50 \text{ mL}$ de solution avec $[\text{OH}^-] = 2,52 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

La relation entre concentrations molaires est :

$$[\text{OH}^-] \cdot V_{\text{sol}} = C \cdot V$$

Soit :

$$V = \frac{[\text{OH}^-] \cdot V_{\text{sol}}}{C}$$

Application numérique :

$$V = \frac{2,52 \cdot 10^{-2} \times 50}{0,050} = = \mathbf{25,2 \text{ mL}}$$