

CLASSE : Terminale

VOIE : ☒ Générale

DURÉE DE L'EXERCICE : 0h42

EXERCICE 3 : 4 points

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ : PHYSIQUE-CHIMIE

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui « type collège »

EXERCICE 3 : La lessive de cendre

1. Étude de l'ion carbonate

Q1.

Une base est une espèce capable de capter un proton H^+ .

Q2.

$$c = \frac{n}{V}$$

Or

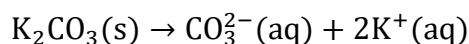
$$n = \frac{m}{M}$$

D'où

$$c = \frac{m}{M \times V}$$

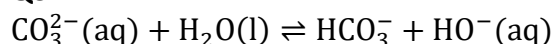
$$c = \frac{3,0}{138,0 \times 100,0 \times 10^{-3}}$$

$$c = 2,2 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$



$$[CO_3^{2-}] = c = 2,2 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

Q3.



Q4.

$$K_e = \frac{[H_3O^+]_{eq} \times [HO^-]_{eq}}{(c^0)^2}$$

$$\frac{[H_3O^+]_{eq} \times [HO^-]_{eq}}{(c^0)^2} = K_e$$

$$[HO^-]_{eq} = \frac{K_e \times (c^0)^2}{[H_3O^+]_{eq}}$$

Or

$$[H_3O^+]_{eq} = c^0 \times 10^{-pH}$$

D'où

$$[HO^-]_{eq} = \frac{K_e \times (c^0)^2}{c^0 \times 10^{-pH}}$$

$$[HO^-]_{eq} = \frac{K_e \times c^0}{10^{-pH}}$$

$$[HO^-]_{eq} = \frac{1,0 \times 10^{-14} \times 1,0}{10^{-11,8}}$$

$$[HO^-]_{eq} = 6,3 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

Q5.

$$[\text{HO}^-]_{\text{eq}} = 6,3 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ et } [\text{CO}_3^{2-}] = c = 2,2 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\frac{[\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HO}^-]_{\text{eq}}} = \frac{2,2 \times 10^{-1}}{6,3 \times 10^{-3}} = 35$$

La concentration en ions hydroxyde est beaucoup plus faible que la concentration apportée en ions carbonate.

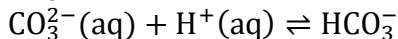
Ainsi, les ions carbonate ne réagissent pas totalement avec l'eau : l'ion carbonate CO_3^{2-} est donc une base faible.

Comme les ions carbonate CO_3^{2-} ne réagissent que partiellement avec l'eau, on peut assimiler la lessive de cendre à une solution d'ions carbonate.

2. Titrage des espèces basiques contenues dans la lessive de cendre

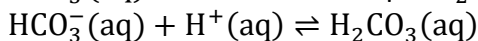
Q6.

CO_3^{2-} est la base du couple $\text{HCO}_3^-(\text{aq})/\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$

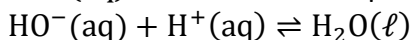


On obtient le couple : $\text{HCO}_3^-(\text{aq})/\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$

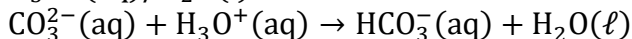
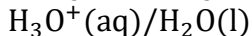
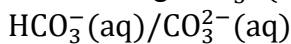
$\text{HCO}_3^-(\text{aq})$ est la base du couple $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})/\text{HCO}_3^-(\text{aq})$



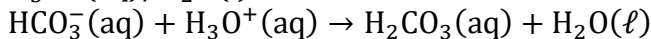
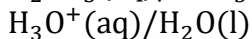
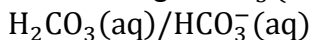
$\text{HO}^-(\text{aq})$ est la base du couple $\text{H}_2\text{O}(\ell)/\text{HO}^-(\text{aq})$



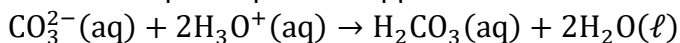
Faisons réagir $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ avec $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$:



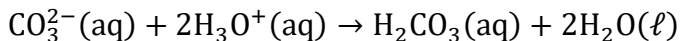
Faisons réagir $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$ avec $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$:



On obtient que l'équation support de la réaction de titrage s'écrit :



Q7.



A l'équivalence :

$$\frac{n_{\text{CO}_3^{2-}}^i}{1} = \frac{n_{\text{H}_3\text{O}^+}^{\text{eq}}}{2}$$

$$c_1 \times V_1 = \frac{c_A \times V_{\text{eq}}}{2}$$

$$c_1 = \frac{c_A \times V_{\text{eq}}}{2 \times V_1}$$

$$c_1 = \frac{5,00 \times 10^{-3} \times 17,0 \times 10^{-3}}{2 \times 10,0 \times 10^{-3}}$$

$$c_1 = 4,25 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Or la « solution S_1 est obtenue à partir d'une dilution par 10 de la solution S_0 . »

$$c_0 = 10 \times c_1$$

$$c_0 = 10 \times 4,25 \times 10^{-3}$$

$$c_0 = 4,25 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

Q8.

D'après l'énoncé l'eau est dure.

La quantité d'espèces chimiques basiques à introduire est comprise entre $6,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ et $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$.

Dureté de l'eau du robinet	Très douce	Douce	Dure	Très dure
Quantité d'espèces chimiques basiques à introduire	Entre $4,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ et $5,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$	Entre $5,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ et $6,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$	Entre $6,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ et $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$	Entre $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ et $1,5 \times 10^{-2} \text{ mol}$

D'après une étiquette d'une lessive commerciale.

Calculons le volume de lessive de cendre à introduire dans la machine :

$$C_0 = \frac{n}{V}$$

$$C_0 \times V = n$$

$$V = \frac{n}{C_0}$$

$$V_{\min} = \frac{6,0 \times 10^{-3}}{4,25 \times 10^{-2}} = 0,141 \text{ L} = 141 \text{ mL}$$

$$V_{\max} = \frac{1,0 \times 10^{-2}}{4,25 \times 10^{-2}} = 0,235 \text{ L} = 235 \text{ mL}$$

Ainsi

$$141 \text{ mL} \leq V \leq 235 \text{ mL}$$

Il faut donc introduire environ 140 à 235 mL de lessive de cendre.

D'après l'énoncé : « Pour une lessive commerciale, cela correspond à un volume de lessive compris entre 50 et 150 mL. »

Le volume trouvé est supérieur au volume de lessive commerciale équivalent.