

Série de révision n°03 - 2025/26 - Corrigé

EXERCICE 2 : Étude d'une lessive « multi-usages »

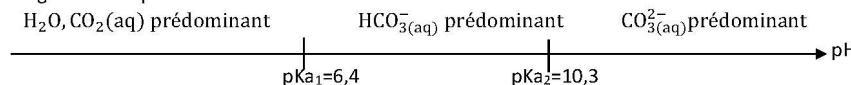
1. Étude des propriétés acido-basiques de l'ion carbonate

Q1.

Remarque : le sujet nous donne le couple acide base $\text{CO}_2(\text{aq})/\text{HCO}_3^-(\text{aq})$. Or pour passer de la forme acide à la forme basique on enlève un ion H^+ ce qui n'est pas le cas ici.

Le bon couple est $\text{H}_2\text{O}, \text{CO}_2(\text{aq})/\text{HCO}_3^-(\text{aq})$.

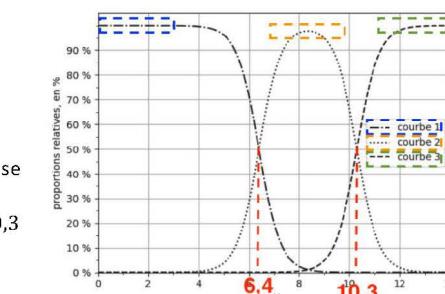
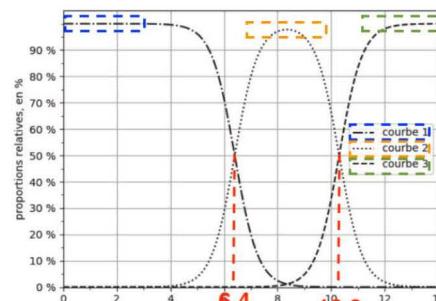
Diagramme de prédominance



Q2.

D'après le diagramme de prédominance (Q1) :

- Pour un $\text{pH} < 6,4$ l'espèce prédominante est $\text{H}_2\text{O}, \text{CO}_2$ qui correspond à l'espèce associée à la courbe 1
- Pour un $6,4 < \text{pH} < 10,3$ l'espèce prédominante est HCO_3^- qui correspond à l'espèce associée à la courbe 2
- Pour un $\text{pH} > 10,3$ l'espèce prédominante est CO_3^{2-} qui correspond à l'espèce associée à la courbe 3

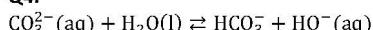


Q3.

Lorsque $[\text{HCO}_3^-]_{\text{eq}} = [\text{CO}_3^{2-}]_{\text{eq}}$ (courbe 2 et courbe 3 se croisent, elles sont à 50%), $\text{pH} = \text{pK}_{\text{A}2}$

Graphiquement $[\text{HCO}_3^-]_{\text{eq}} = [\text{CO}_3^{2-}]_{\text{eq}}$ pour $\text{pH} = 10,3$
Ainsi, $\text{pK}_{\text{A}2} = 10,3$

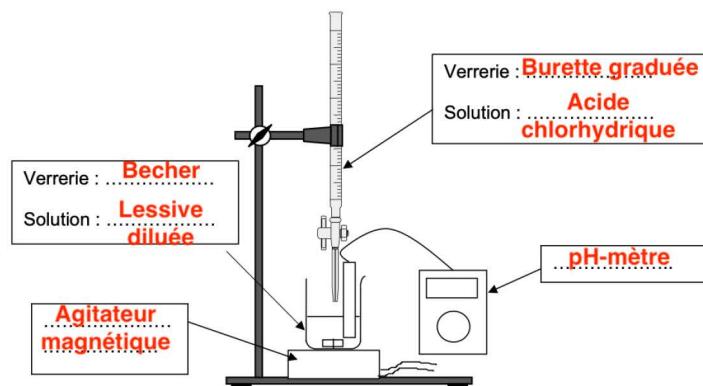
Q4.



L'ion carbonate est capable de capturer un ion H^+ . Ainsi l'ion carbonate est une base.

2. Détermination du pourcentage en masse de carbonate de sodium présent dans une lessive

Q5.



Q6.

D'après l'énoncé : « préparer un volume de 100,0 mL de solution de lessive diluée 10 fois. »

$$F = \frac{V_1}{V_0}$$

$$F \times V_0 = V_1$$

$$V_0 = \frac{V_1}{F}$$

$$V_0 = \frac{100,0}{10}$$

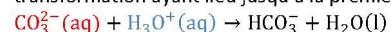
$$V_0 = 10,0 \text{ mL}$$

On choisit :

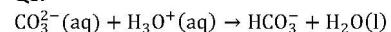
- une fiole jaugée $V_1=100,0 \text{ mL}$
- une pipette jaugée $V_0=10,0 \text{ mL}$

Q7.

Équation de la réaction support du titrage entre les ions carbonate et les ions oxonium, modélisant la transformation ayant lieu jusqu'à la première équivalence :



Q8.



A l'équivalence :

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

$$n_0(\text{CO}_3^{2-}) = n_e(\text{H}_3\text{O}^+)$$

$$c_{\text{dilué}} \times V_1 = c_A \times V_E$$

$$c_{\text{dilué}} = \frac{c_A \times V_E}{V_1}$$

On détermine graphiquement le volume à l'équivalence (première équivalence) au premier pic de la dérivée de $\frac{dpH}{dV}$: $V_E = 7,5 \text{ mL}$

$$c_{\text{dilué}} = \frac{1,00 \times 10^{-1} \times 7,5 \times 10^{-3}}{50,0 \times 10^{-3}}$$

$$c_{\text{dilué}} = 1,5 \times 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$$

D'après le sujet la solution a été diluée d'un facteur 10 :

$$c = 10 \times c_{\text{dilué}}$$

$$c = 10 \times 1,5 \times 10^{-2}$$

$$c = 1,5 \times 10^{-1} \text{ mol. L}^{-1}$$

Déterminons la masse de carbonate de sodium (Na_2CO_3) présente dans 4,0 g de lessive :

$$n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}$$

$$\frac{m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}} = n_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$$

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \times M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$$

Or

$$n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = n_{\text{CO}_3^{2-}}$$

D'où

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = n_{\text{CO}_3^{2-}} \times M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$$

Or

$$c = \frac{n_{\text{CO}_3^{2-}}}{V}$$

$$\frac{n_{\text{CO}_3^{2-}}}{V} = c$$

$$n_{\text{CO}_3^{2-}} = c \times V$$

D'où

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = c \times V \times M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$$

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 1,5 \times 10^{-1} \times 100,0 \times 10^{-3} \times 106,0$$

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 1,6 \text{ g}$$

Déterminons le pourcentage en masse de carbonate de sodium Na_2CO_3 présent dans la lessive « multi-usages » étudiée.

$$P = \frac{m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{m_{\text{lessive}}} \times 100$$

$$P = \frac{1,6}{4,0} \times 100$$

$$P = 40 \%$$

D'après le sujet : « le pourcentage en masse de carbonate de sodium présent dans une lessive « multi-usages » est compris entre 30 et 60 % »

Ainsi, le pourcentage en masse de carbonate de sodium présent dans une lessive « multi-usages » est bien compris entre 30 et 60 %.

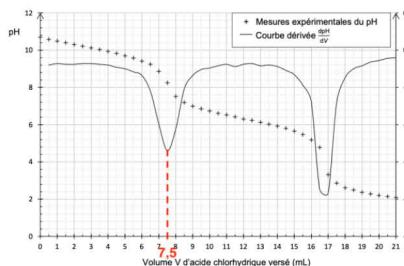


Figure 2. Courbes de suivi pH-métrique et dérivée $\frac{dpH}{dV}$ du titrage de la solution de lessive diluée

Q9.

Graphiquement :

➤ le volume à la première équivalence (au premier pic de la dérivée de dpH/dV) est : $V_{\text{eq1}} = 7,5 \text{ mL}$

➤ le volume à la deuxième équivalence (au deuxième pic de la dérivée de dpH/dV) est : $V_{\text{eq2}} = 16,8 \text{ mL}$

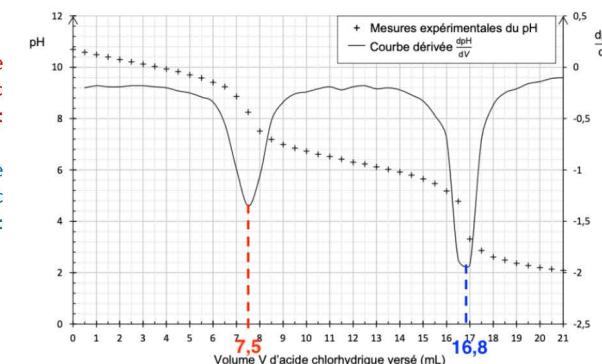


Figure 2. Courbes de suivi pH-métrique et dérivée $\frac{dpH}{dV}$ du titrage de la solution de lessive diluée

D'après le sujet, pour une solution de carbonate de sodium pur le volume versé à la seconde équivalence V_{eq2} est le double du volume versé à la première équivalence V_{eq1} .

$$\frac{V_{\text{eq2}}}{V_{\text{eq1}}} = \frac{16,8}{7,5}$$

$$\frac{V_{\text{eq2}}}{V_{\text{eq1}}} = 2,2$$

$$V_{\text{eq2}} = 2,2 \times V_{\text{eq1}}$$

Ici V_{eq2} n'est pas le double du volume versé à la première équivalence V_{eq1} : la solution de carbonate de sodium n'est pas pure.

Ainsi, il existe d'autres espèces présentes dans la lessive qui sont probablement des espèces basiques car réagissant avec l'acide chlorhydrique.