

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

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

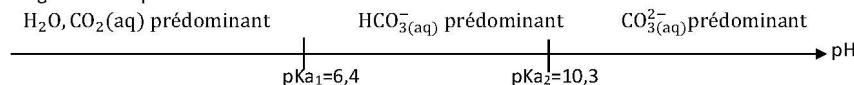
#### 1. Étude des propriétés acido-basiques de l'ion carbonate

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  $\text{H}^+$  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  $\text{HCO}_3^-$  qui correspond à l'espèce associée à la courbe 2
- Pour un  $\text{pH} > 10,3$  l'espèce prédominante est  $\text{CO}_3^{2-}$  qui correspond à l'espèce associée à la courbe 3

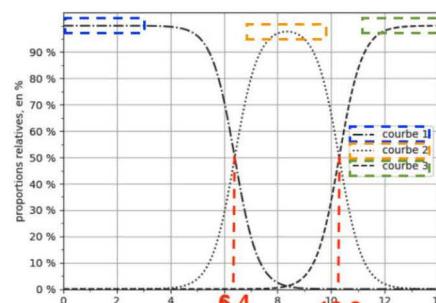


Figure 1. Diagramme de distribution des différentes espèces acide-base des couples associés à  $\text{CO}_2(\text{aq})$

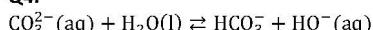
Q3.

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,  $\text{pK}_{\text{A}2} = 10,3$

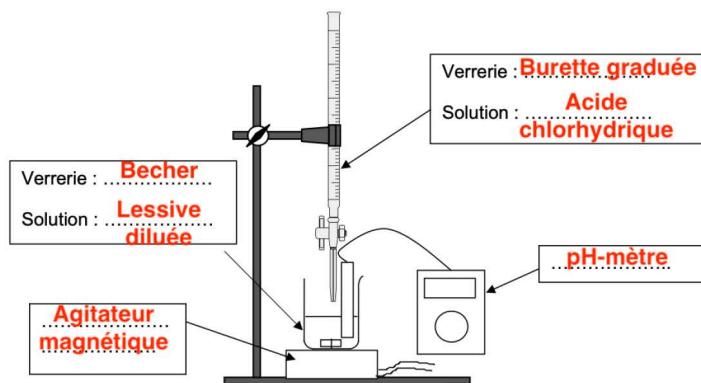
Q4.



L'ion carbonate est capable de capturer un ion  $\text{H}^+$ . 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 :

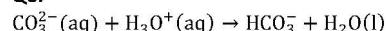
- une fiole jaugée  $V_1=100,0 \text{ mL}$
- une pipette jaugée  $V_0=10,0 \text{ mL}$

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 :

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

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

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

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

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 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 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  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  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 %.

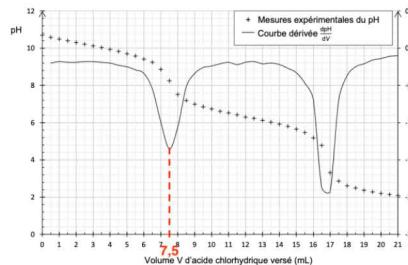


Figure 2. Courbes de suivi pH-métrique et dérivée  $\frac{dpH}{dV}$  du titrage de la solution de lessive diluée

Q9.

Graphiquement :

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

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

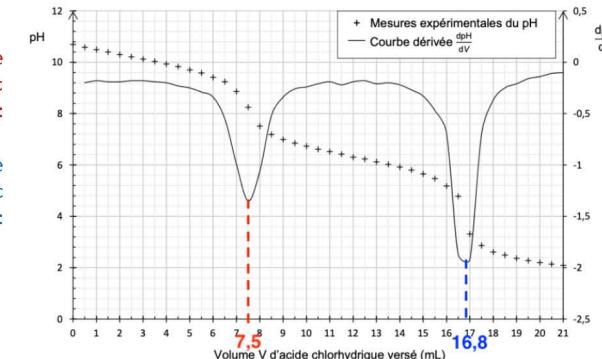


Figure 2. Courbes de suivi pH-métrique et dérivée  $\frac{dpH}{dV}$  du titrage de la solution de lessive diluée

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

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

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

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

Ici  $V_{\text{eq2}}$  n'est pas le double du volume versé à la première équivalence  $V_{\text{eq1}}$  : 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.