

Séquence 6

Dosage d'une polybase

Activité Dirigée

▪ Le carbonate de sodium Na_2CO_3 est un des ingrédients des lessives. Il adoucit l'eau, ce qui permet aux tensioactifs d'agir plus efficacement

→ On désire déterminer la teneur en carbonate de sodium dans une lessive St Marc



Couple acide/base	$\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$	$\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}$	$\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$
pKa	$\text{pKa}_1 = 6,4$	$\text{pKa}_2 = 10,3$	$\text{pKa}_3 = 0$

A/ Préparation de la solution à doser

▪ On prépare 100,0 mL d'une solution de lessive (S) par dissolution de 1,6 g de poudre St Marc.

→ Ecrire l'équation de la réaction de dissolution du carbonate de sodium :

.....

→ On dilue ensuite par 10 la solution S obtenue précédemment. Quelle verrerie doit-on utiliser (nom et contenance) pour réaliser la dilution ?

.....

▪ On appelle S_b , la solution ainsi préparée par dilution de la solution S. On la dose par de l'acide chlorhydrique

S_a : Acide chlorhydrique
 $(\text{H}_3\text{O}^+, \text{Cl}^-) \longrightarrow$
 $C_a = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
 $V_{a(\text{eq})} =$

S_b : Solution de lessive
 $(2 \text{ Na}^+, \text{CO}_3^{2-}, \dots) \longrightarrow$
 $[\text{CO}_3^{2-}] = ??$
 $V_b = 50,0 \text{ mL}$

B/ Dosage pH-métrique

▪ On réalise le dosage pH-métrique de $V_b = 50,0 \text{ mL}$ de la solution S_b ($2 \text{ Na}^+, \text{CO}_3^{2-}, \dots$) par une solution d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+, \text{Cl}^-$) de concentration $C_a = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

On obtient les valeurs ci-dessous

V	0	1	2	3	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	8	9	10
pH	10,93	10,7	10,45	10,22	9,95	9,8	9,59	9,29	8,55	7,62	7,3	7,03	6,72	6,34

	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	16	17	18	19	20	21
	6,21	6,04	5,85	5,58	4,78	3,72	3,36	3,17	3,05	2,97	2,82	2,72	2,64	2,57	2,51	2,48

→ A l'aide de Regressi, tracer les courbes $\text{pH} = f(V_a)$ et $\frac{d\text{pH}}{dV_a} = f(V_a)$

Lorsque l'on dose une dibase :

Si la différence des 2 pKa est supérieure à 4, les deux basicités sont dosées l'une après l'autre : on obtient alors 2 sauts de pH

→ Déterminer V_{eq1} et V_{eq2} , les volumes équivalents correspondant aux 2 sauts de pH.

.....

C/ Interprétation de la courbe

***Remarque :** dans l'interprétation suivante de la courbe, on ne tiendra pas compte de la présence dans le bécher des ions Na^+ (présents initialement dans la solution S_b) et des ions Cl^- (apportés par l'ajout de l'acide chlorhydrique) car la présence de ces ions n'influe pas sur le pH de la solution.

► Lorsque $V_a < V_{eq1}$

→ Indiquer les espèces qui réagissent lors du dosage :

→ Ecrire l'équation de la réaction :

→ Montrer que c'est une réaction totale :

.....
.....
.....

→ Indiquer les espèces (acide ou base) présentes dans le bécher* :

► Lorsque $V_a = V_{eq1}$

→ Calculer $n_{\text{H}_3\text{O}^+ (\text{versés})}$, la quantité d'ions H_3O^+ versés :

.....

→ Que peut-on dire de cette quantité versée d'ions H_3O^+ ?

.....
.....

→ En déduire $n_{\text{CO}_3^{2-} (\text{initiaux})}$, la quantité d'ions CO_3^{2-} présente initialement dans le bécher :

.....

→ Indiquer les espèces (acide ou base) présentes dans le bécher* :

→ Quelle est la quantité d'ions HCO_3^- présente dans le bécher ?

.....
.....

► Lorsque $V_{eq1} < V_a < V_{eq2}$

→ Indiquer les espèces qui réagissent lors du dosage :

→ Ecrire l'équation de la réaction :

→ Montrer que c'est une réaction totale :

.....
.....
.....

→ Indiquer les espèces (acide ou base) présentes dans le bécher* :

► Lorsque $V_a = V_{eq2}$

→ Calculer $n_{H_3O^+ \text{ (versés)}}$, la quantité d'ions H_3O^+ versés depuis le début du dosage :

.....

→ Que peut-on dire de cette quantité versée d'ions H_3O^+ ?

.....

→ Montrer qu'à la seconde équivalence on a : $n_{H_3O^+ \text{ (versés)}} = 2 \times n_{CO_3^{2-} \text{ (initiaux)}}$

.....

→ En déduire $n_{CO_3^{2-} \text{ (initiaux)}}$, la quantité d'ions CO_3^{2-} présente initialement ; retrouve-t-on la quantité déterminée précédemment ?

.....

→ Indiquer les espèces présentes dans le bécher* :

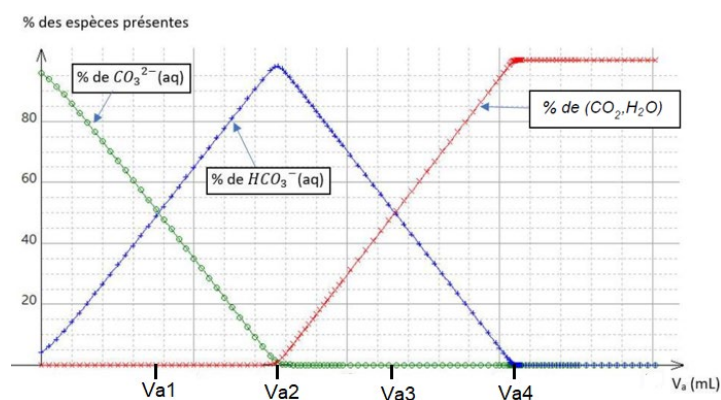
→ Montrer que la courbe du dosage permet de retrouver les pKa des couples HCO_3^-/CO_3^{2-} et $CO_2, H_2O/HCO_3^-$

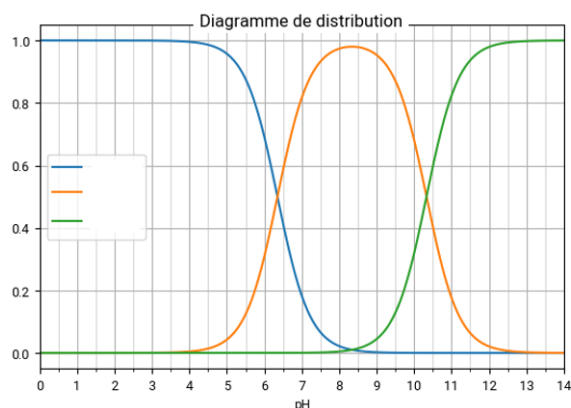
.....

→ La figure ci-contre indique les pourcentages des espèces présentes dans le bécher suivant le volume de l'acide chlorhydrique versé.

Donner, en justifiant, les valeurs de V_{a1} , V_{a2} , V_{a3} et V_{a4} qui apparaissent sur la figure

.....





→ Légender le diagramme de distribution ci-dessous en indiquant à quelles espèces correspondent les courbes tracées ; montrer que le diagramme de distribution permet de retrouver les valeurs des pKa des couples $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$ et $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}/\text{HCO}_3^-$

.....

.....

.....

.....

→ Tracer le diagramme de prédominance des espèces HCO_3^- , CO_3^{2-} et $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$

D/ Teneur en carbonate de sodium dans la lessive

→ Déterminer $[\text{CO}_3^{2-}]_{\text{S}_b}$ la concentration en ion carbonate dans la solution de lessive S_b

.....

.....

→ Déterminer $[\text{CO}_3^{2-}]_{\text{S}}$ la concentration en ion carbonate dans la solution de lessive S

.....

.....

→ Calculer la quantité d'ions CO_3^{2-} présente dans les 100,0 mL de la solution S

.....

.....

→ Dédire de l'équation de dissolution la quantité de carbonate de sodium qui a été dissoute lors de la préparation de la solution (S).

.....

.....

→ Calculer la masse de carbonate de sodium qui a été dissoute lors de la préparation de la solution (S).

Données : $M_{\text{soluté}} = 106 \text{ g.mol}^{-1}$

.....

.....

→ En déduire la teneur du carbonate de sodium dans la lessive.

.....

.....