

# Exercice chimie analytique

On souhaite préparer 250mL d'une solution tampon pH = 10,0 et de molarité 0,25M. On dispose pour cela d'acide chlorhydrique 1,5M et de différents sels :  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  et  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

## Données

$\text{H}_2\text{CO}_3$	$\text{pK}_{\text{a}_2} = 6,2$ et $\text{pK}_{\text{a}_1} = 10,2$
$\text{H}_3\text{PO}_4$	$\text{pK}_{\text{a}_3} = 2,1$ $\text{pK}_{\text{a}_2} = 7,2$ $\text{pK}_{\text{a}_1} = 12,4$
$\text{NaH}_2\text{PO}_4$	MM= 120 g.mol <sup>-1</sup>
$\text{Na}_2\text{HPO}_4$	MM= 142 g.mol <sup>-1</sup>
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	MM= 106 g.mol <sup>-1</sup>

1- Quel sel doit-on choisir pour préparer cette solution tampon ?

2- Quelle quantité de sel doit-on peser et quel volume d'acide fort doit-on ajouter ?

3- Préciser le protocole opératoire pour obtenir rigoureusement 250 mL de solution tampon.

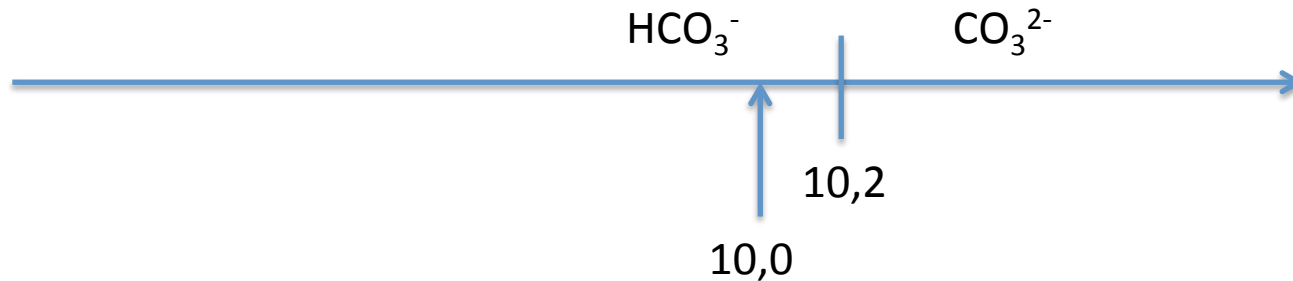
4- Une réaction enzymatique a lieu dans cette solution tampon et libère 0,028 moles d'ions  $\text{OH}^-$  à la fin de la réaction. Calculer le pH à la fin de la réaction.

5- Quel serait le pH si la réaction enzymatique avait lieu dans l'eau pure ?

# Barème (40 points)

- Q1 : 6 points
- Q2 : 12 points
- Q3 : 8 points
- Q4 : 6 points
- Q5 : 8 points

1) Quel sel doit-on choisir pour préparer cette solution tampon ? (6 points)



On choisit  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

3 points pour  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

3 points pour la justification  $\text{pKa} \pm 1$

2) Quelle quantité de sel doit-on peser et quel volume d'acide fort doit-on ajouter ? (12 points)

$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$ ?

$\text{Na}_2\text{CO}_3$        $\text{MM} = 106 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

250mL d'une solution tampon pH = 10,0 et de molarité 0,25M

$m = n \cdot M = C \cdot V \cdot M = 0,25 \times 0,25 \times 106 = 6,625 \text{ g de Na}_2\text{CO}_3$

4 points pour la masse de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

2) Quelle quantité de sel doit-on peser et quel volume d'acide fort doit-on ajouter ?

$$V_{\text{HCl}}? \quad pH = pK_{a_1} + \log \frac{[CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]}$$

$$\frac{[CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]} = 10^{-0,2}$$

$$\text{Et } [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-] = 0,25$$

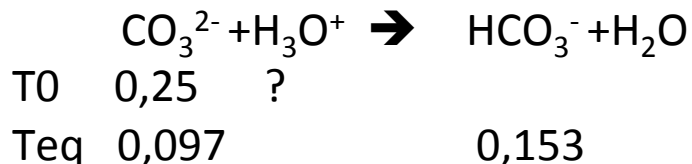
$$\text{donc } [HCO_3^-] = 0,153M$$

$$\text{et } [CO_3^{2-}] = 0,097M$$

2 points équilibre

2 points concentrations éq

4 points pour le  $V_{\text{HCl}}$



Donc  $n_{H_3O^+} = 0,153 \times V_{\text{tampon}}$

$V_{\text{HCl}} = 0,153 \times 0,25 / 1,5 = 0,0255L$  soit 25,5mL d'HCl 1,5M

3) Préciser le protocole opératoire pour obtenir rigoureusement 250 mL de solution tampon.

- Pesée de 6,625g de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  avec une **balance** de précision
- Introduire le  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dans **une fiole jaugée** de 250mL
- Introduire de l'eau pour dissoudre le  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- Ajouter 25,5mL d'HCl avec une **burette graduée** de 30mL
- **QSP 250mL d'eau distillée**

**2+2+2+2 points**

4) Une réaction enzymatique a lieu dans cette solution tampon et libère 0,028 moles d'ions OH<sup>-</sup> à la fin de la réaction. Calculer le pH à la fin de la réaction. (8 points)

	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> +	OH <sup>-</sup> →	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> + H <sub>2</sub> O
T0	0,153x250		0,097x250
	38,25mmol	28mmol	24,25mmol
Teq	10,25mmol	-	52,25mmol

2 points équilibre

2 points conc. Éq.

$$pH = pK_{a_1} + \log \frac{[CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]}$$

2 points équation Henderson

$$pH = 10,2 + \log \frac{52,25}{10,25} = 10,9$$

2 points pH



5) Quel serait le pH si la réaction enzymatique avait lieu dans l'eau pure ? (6 points)

pH d'une base forte 2 points

$\text{pH} = 14 + \log C_{\text{OH}^-}$  2 points éq.

$C_{\text{OH}^-} = n/V = 0,028/0,25$

**pH = 13,0** 2 points AN