



Chimie générale I pour sciences de la Vie

Exercices, série complémentaire 4, 2009-2010

Exercice I

On titre une solution de 100 mL d'ammoniaque NH_4OH ($\text{p}K_a = 9,24$) par l'acide chlorhydrique HCl 0,2 M. Il faut 50 mL pour atteindre le point d'équivalence.

- 1/ Quelle est la concentration initiale en ammoniaque ?
- 2/ Quel est le pH initial de la solution d'ammoniaque ?
- 3/ Quel est le pH à l'équivalence ?

Discussion : peut-on utiliser les formules approximatives pour le calcul du pH ?

Exercice II

On désire préparer 100 mL d'une solution tampon phosphate 0,1 M (= concentration de l'acide + concentration de la base conjuguée), dont le pH est 7,2. On dispose

- 1) de K_2HPO_4 ($MM = 174\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) et KH_2PO_4 ($MM = 136\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$)
- 2) de soude NaOH 1 M et d'acide phosphorique 2 M.
- 3) d'acide chlorhydrique 5 M et de K_2HPO_4 ($MM = 174\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$)

Dans chaque cas, comment prépare-t-on ces solutions tampons ?

$\text{p}K_{a1} = 2,1$; $\text{p}K_{a2} = 7,2$; $\text{p}K_{a3} = 12,3$

Réponse I

1/ A l'équivalence, le nombre de moles d'acide est égal au nombre de moles de base.

50 mL de HCl 0,2 M contiennent $0,05 \times 0,2 = 0,01$ mol ;

$[\text{NH}_4\text{OH}] = 0,01 \text{ mol} / 0,1 \text{ L} = 0,1 \text{ M}$.

2/ la formule des bases faibles, avec $\text{p}K_b = 14 - 9,24 = 4,76$ donne :

$\text{pOH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_b - \log(0,1)) = \frac{1}{2} (4,76 + 1) = 2,88$

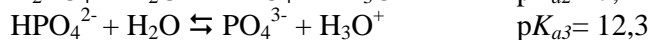
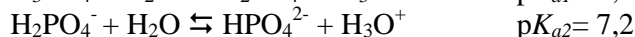
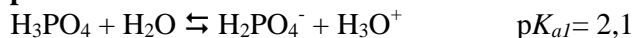
$\text{pH} = 14 - 2,88 = 11,12$.

3/ A l'équivalence, on a le sel NH_4^+Cl^- issu d'une base faible (NH_4OH) et d'un acide fort (HCl) :

$[\text{NH}_4\text{Cl}] = 0,01 \text{ mol} / 0,15 \text{ L} = 0,067 \text{ M}$

$\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_a - \log[\text{sel}]_0) = \frac{1}{2} (9,24 + 1,18) = 5,20$.

Réponse II



À $\text{pH} = 7,2$ $[\text{HPO}_4^{2-}] = [\text{H}_2\text{PO}_4^-] = 0,1 / 2 = 0,05 \text{ M}$, le nombre de moles n à ajouter vaut donc

$$n = 0,05 \times 0,1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 5 \text{ mmol}$$

1) HPO_4^{2-} : $m = 5 \cdot 10^{-3} \times 174 = 0,87 \text{ g}$

H_2PO_4^- : $m = 5 \cdot 10^{-3} \times 136 = 0,68 \text{ g}$

et compléter avec de l'eau jusqu'à un volume total de 100 mL

2) $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = n(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + n(\text{HPO}_4^{2-}) = 2 \times 5 \cdot 10^{-3} = 10^{-2} \text{ mol}$ soit $v(\text{H}_3\text{PO}_4) = 10^{-2} / 2 \text{ mol (mol/L)} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 5 \text{ mL}$

Avec OH^- il faut neutraliser H_3PO_4 en H_2PO_4^- puis $\frac{1}{2} \text{H}_2\text{PO}_4^-$ en HPO_4^{2-} , soit $n(\text{OH}^-) = 1,5$

$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ donc $v(\text{OH}^-)_{\text{tot}} = 15 \text{ mL}$ et compléter avec de l'eau jusqu'à un volume total de 100 mL

3) Neutralisation $\frac{1}{2} \text{HPO}_4^{2-}$ en H_2PO_4^- par HCl

$n(\text{HPO}_4^{2-}) = 10^{-2} \text{ mol}$, $m = 174 \times 10^{-2} = 1,74 \text{ g}$

$n(\text{HCl}) = n(\text{H}_3\text{O}^+) = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \rightarrow v = 5 \cdot 10^{-3} / 5 = 1 \text{ mL}$ et compléter avec de l'eau jusqu'à un volume total de 100 mL