

ПРОБЛЕМА №4

Química 2016  
ANALUCIA

Tenemos una disolución de ácido ~~ácido~~  
glicólico ( $C_2H_4O_3$ ) con una concentración 0,25M.  
Se valora con una disolución de NaOH 0,5M.

El  $pK_a = 3,83$ .

- Calcular el pH de la disolución de ácido glicólico.
- Calcular el pH cuando se ha valorado el 99% del ácido.
- Calcular el punto de equivalencia.
- ¿Se puede calcular el punto de equivalencia con 1% de error si el indicador que tenemos en el laboratorio vira a  $\text{pH} = 10,5$ ? Explicar razonadamente.

Solución exacta:

\* Concentraciones iniciales justo después de la mezcla:

$$[HA]_0 = \frac{n_{HA}}{V_{TOTAL}} = \frac{V_A \cdot C_A}{V_A + V_B} = \frac{C_A}{1 + \alpha}$$

$$[\text{NaOH}]_0 = \frac{n_{\text{NaOH}}}{V_{\text{norm}}} = \frac{V_B \cdot C_B}{V_A + V_B} = \frac{C_B \cdot v}{1 + v}$$

Con  $v = \frac{\text{volumen reducido de la valoración}}{V_A} = \frac{V_B}{V_A}$

$$C_A = 0,25 M$$

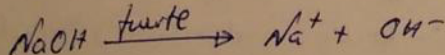
$$C_B = 0,5 \text{ M}$$

$C_B = 0,5 \text{ M}$   
 $pK_A = 3,83 \rightarrow K_A = 10^{-3,83}$

$V_A$  = volumen de ácido en litros.  
 $V_B$  = volumen de base añadida, en litros.

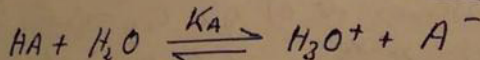
$V_B$  = volumen de base añadida, en litros.

\* Reacciones químicas a considerar:



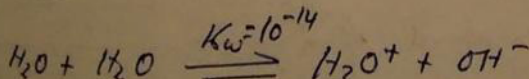
$$\int_0^1 \frac{C_B \cdot v}{1+v}$$

$$[J]_{eq}$$



17.  $\frac{C_A}{1+V}$  exacto

$$[\text{Jeg}] \frac{C_A}{1+U} - x \text{ exco}$$



$\Gamma_0$  exco<sub>0</sub> exco<sub>0</sub>

[Jeş exqo excoo

$$X \quad \frac{C_B \cdot V}{1 + V}$$

$$x + y \quad y + \frac{C_B \cdot v}{1 + v}$$

$$K_A = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} \therefore [A^-] = \frac{K_A[HA]}{[H_3O^+]}$$

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] \therefore [OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]}$$

\* Balance de materia al ácido

$$\frac{C_A}{1+U} = [HA] + [A^-] = [HA] \left( 1 + \frac{K_A}{[H_2O]} \right)$$

$$\therefore [HA] = \frac{C_A}{1 + \frac{K_A}{[H_2O]}}$$

\* Balance de cargas eléctricos:

$$[H_3O^+] + [Na^+] = [A^-] + [OH^-]$$

$$[H_3O^+] + \frac{C_B \cdot V}{1+V} = [HA] \cdot \frac{K_A}{[H_3O^+]} + \frac{K_W}{[H_3O^+]} \therefore$$



$$\therefore [H_3O^+] + \frac{C_B \cdot V}{1+V} = \frac{\frac{C_A}{1+V}}{1 + \frac{K_A}{[H_3O^+]}} + \frac{K_W}{[H_3O^+]}$$

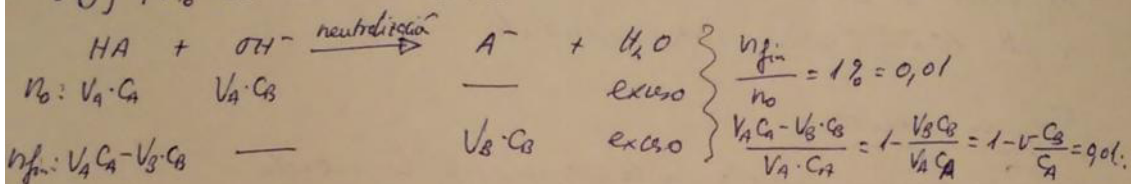
$$\therefore [H_3O^+] + \frac{C_B \cdot V}{1+V} = \frac{\frac{K_A C_A}{1+V}}{[H_3O^+] + K_A} + \frac{K_W}{[H_3O^+]}$$

ecuación general que gobierna el experimento en nuestro problema.

a)  $V_B = 0 \therefore V = \frac{V_B}{V_A} = 0$ ;  $C_A = 0,25 M$ ;  $C_B = 0$ . Sustituyendo en la ecuación general y resolviendo con wolframalpha:

$$[H_3O^+] = 0,00600742 M \therefore pH = -\log 0,00600742 \therefore \boxed{pH = 2,2}$$

b) 99% de ácido valorado



$$\therefore V \frac{C_B}{C_A} = 1 - 0,01 = 0,99; V = \frac{C_A}{C_B} \cdot 0,99 = \frac{0,25}{0,5} \cdot 0,99 = 0,495$$

Sustituyendo en la ecuación general  $V = 0,495$ ;  $C_A = 0,25 M$ ;  $C_B = 0,5 M$  y  $K_A = 10^{-3,83}$  y resolviendo con wolframalpha:

$$[H_3O^+] = 1,49271 \cdot 10^{-6} M \therefore pH = -\log 1,49271 \cdot 10^{-6} \therefore \boxed{pH = 5,8}$$

c) En el punto de equivalencia  $n_{HA} = n_{OH^-} \therefore V_A \cdot C_A = V_B \cdot C_B$

$$\therefore \frac{V_B}{V_A} = \frac{C_A}{C_B} = \frac{0,25}{0,5} = 0,5$$

Sustituyendo en la ecuación general  $V = 0,5$ ;  $C_A = 0,25 M$ ;  $C_B = 0,5 M$  y  $K_A = 10^{-3,83}$  y resolviendo con wolframalpha:

$$[H_3O^+] = 2,97774 \cdot 10^{-9} M \therefore pH = -\log 2,97774 \cdot 10^{-9} \therefore \boxed{pH = 8,5}$$

d) En el punto de equivalencia sabemos de c) que  $V_{eq} = 0,5$ . Si el indicador vira a  $pH = 10,5 \therefore [H_3O^+] = 10^{-10,5} M$ , dato que sustituido en la ecuación general junto a  $K_A = 10^{-3,83}$ ,  $K_W = 10^{-14}$ ,  $C_A = 0,25 M$ ,  $C_B = 0,5 M$ ; permite despejar  $V$  de una ecuación de segundo grado  $\Rightarrow$  con wolframalpha  $\Rightarrow V = 0,500949$ . También se puede hacer fácilmente despreciando lo

sumando  $\textcircled{I}$  y  $\textcircled{II}$  de la ecuación general:

$$\frac{0,5 \cdot V}{1+V} = \frac{0,25}{1+V} + 10^{-3,5} \therefore 0,5V = 0,25 + 10^{-3,5} + 10^{-3,5} \cdot V$$

$$V = \frac{0,25 + 10^{-3,5}}{0,5 - 10^{-3,5}} \therefore V = 0,500949283$$

$\frac{V - V_{eq}}{V_{eq}} = \frac{0,500949 - 0,5}{0,5} \times 100 = 0,19\% < 1\%$  PARA ESTE ERROR SI SE PUEDE VALORAR CON EL INDICADOR