



A4. Dispossem d'un volum desconegut d'un àcid monopròtic de concentració també desconeguda. El valorem amb una solució d'hidròxid de sodi 0,2 M. Quan n'hi hem afegit 5 cm³ obtenim un pH = 4,45. S'assoleix el punt d'equivalència en afegir-li 15 cm³ de la solució bàsica. Determina la constant de l'àcid.

Disponemos de un volumen desconocido de un ácido monoprotico de concentración también desconocida. Lo valoramos con una solución de hidróxido de sodio 0,2 M. Cuando hemos añadido 5 cm³ obtenemos un pH = 4,45. Se alcanza el punto de equivalencia al añadirle 15 cm³ de la solución básica. Determina la constante del ácido.

Resuelto por Basilea en <http://docentesconeducacion.es/viewtopic.php?f=92&t=4253&p=20057#p19412>

Referencias

<http://www.personales.ulpgc.es/cling.dip/prob10.html>

-Añadimos 15 cm³ NaOH 0,2 M

El hidróxido de sodio es una base fuerte, se disocia completamente y neutraliza ácido.

Planteamos la disociación con moles

	HA +	NaOH →	Na ⁺ A ⁻ +	H ₂ O	
Inic	n _a		n _b	0	exc
Eq	n _a -n _b		0	n _b	exc

Base añadida n_b=0,015·0,2=0,003 mol base

Es el punto de equivalencia y es monoprotico, luego n_a-n_b=0 → n_a=0,003 mol ácido

-Añadimos 5 cm³ NaOH 0,2 M

Base añadida n_b=0,005·0,2=0,001 mol base, que produce esa cantidad de HA

Se neutraliza esa cantidad de ácido n₀-n_b=0,003-0,001=0,002 mol ácido

	HA +	H ₂ O ⇌	A ⁻ +	H ₃ O ⁺	
Inic	0,002		exc	0,001	0
Eq	0,002-x		exc	0,001+x	x

Podemos plantearlo con ecuación Henderson-Hasselbach, se trata de una disolución amortiguadora

$$pH = pK_a + \log\left(\frac{[sal]}{[ácido]}\right) \Rightarrow pK_a = pH - \log\left(\frac{n_{sal}}{n_{ácido}}\right)$$

$$pK_a = 4,45 - \log\left(\frac{0,001}{0,002}\right) = 4,75 \Rightarrow K_a = 10^{-4,75} = 1,77 \cdot 10^{-5}$$

Podemos plantearlo con concentraciones y la definición
 pH=4,45, [H₃O⁺]=10^{-4,45}=3,55·10⁻⁵=x/V

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} = \frac{\frac{x+n_b}{V} \cdot \frac{x}{V}}{\frac{n_0-n_b-x}{V}} = \frac{(x+0,001) \cdot 3,55 \cdot 10^{-5}}{0,002-x}$$

Si asumimos que podemos aproximar x << 0,001

$$K_a = \frac{0,001 \cdot 3,55 \cdot 10^{-5}}{0,002} = 1,775 \cdot 10^{-5}$$



Idea/reflexión

-No podemos validar esa aproximación: el valor obtenido está ligado a realizarla.

-Para otros valores de x podría haber otras soluciones de K_a que cumplen esa condición.

http://www.wolframalpha.com/input/?i=plot+%3D%28x-0.001%29*3.55*10%28-5%29%2F%280.002-x%29

Por ejemplo

Si $x=0$ se tiene $K_a=1,775 \cdot 10^{-5}$

Si $x=0,001$ se tiene $K_a=7,1 \cdot 10^{-5}$

Si $x=0,00168419$ se tiene $K_a=3 \cdot 10^{-4}$

Si $x=0,00199996$ se tiene $K_a=1$

Si $x=0,002$, $K_a=\infty$

Comprobamos si hay un valor de concentración y volumen para $K_a=\infty$ que consiga el $pH=4,45$ teniendo $0,002$ mol de ácido tras neutralizarse $0,001$ de los $0,003$ iniciales

$$3,55 \cdot 10^{-5} = 0,002/V \rightarrow V = 56,3 \text{ L}$$