



PRUEBA DE CARÁCTER PRÁCTICO PARA INGRESO AL CUERPO DE PROFESORES DE ENSEÑANZA SECUNDARIA DE FÍSICA Y QUÍMICA. BADAJOZ, 20 DE JUNIO DE 2015

QUÍMICA

3. Una sustancia está formada por una mezcla de cloruro amónico y cloruro sódico. Se pesó una muestra de 2,50 gramos de dicha sustancia y se disolvió en 50 mL de una disolución acuosa de hidróxido sódico cuya concentración era de 24 gramos por litro de disolución. Se hirvió esta disolución hasta que se observó el desprendimiento total del amoniaco que se había formado. Sin embargo, había quedado un exceso de hidróxido sódico que se valoró con una disolución de ácido sulfúrico. En dicha valoración, al llegar al punto de equivalencia, se habían gastado 20,6 mL de esa solución de ácido sulfúrico cuya concentración era 0,388 M.

a. ¿Qué porcentaje en peso de cloruro sódico contenía la muestra tomada de esa sustancia? Dato: Masas atómicas: Cl = 35,5 ; Na = 23 ; N = 14 ; O = 16 ; H = 1 (0,3 puntos)

b. Este apartado no depende del anterior. ¿Qué molaridad debe tener una disolución de ácido sulfúrico para que su pH sea 1? (0,4 puntos)

Dato: La constante de ionización K_2 del ácido sulfúrico vale $1,26 \cdot 10^{-2}$, a 25 °C.

c. Este apartado no depende de los anteriores. ¿Cuál será el pH de una disolución que resulta de mezclar 1 litro de disolución de HCl de concentración 0,1 M con otra disolución de 1 litro que es 0,1 M en Na_2SO_4 ? Suponer volúmenes aditivos. Dato: La constante de ionización K_2 del ácido sulfúrico vale $1,26 \cdot 10^{-2}$, a 25 °C. (0,3 puntos)

a) Se trata de una valoración ácido-base

La base es NaOH, hidróxido de sodio (no sódico según normas inorgánica IUPAC 2005)

El ácido es NH_4Cl , cloruro de amonio (no amónico según normas inorgánica IUPAC 2005)

La masa molar de NH_4Cl = 14 + 4 + 35,5 = 53,5 g/mol

La masa molar de NaOH = 23 + 16 + 1 = 40 g/mol

Llamamos x al nº de gramos de NH_4Cl

Planteamos la valoración:

$$n^\circ \text{ equivalentes ácido} = n^\circ \text{ equivalentes base}$$

$$n^\circ \text{ equivalentes } \text{H}_2\text{SO}_4 + n^\circ \text{ equivalentes } \text{NH}_4\text{Cl} = n^\circ \text{ equivalentes NaOH}$$

$$0,0206 \text{ L} \cdot 0,388 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 2 + \frac{x \text{ g}}{53,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = \frac{24 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot 0,050 \text{ L}}{40 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

$$0,016 + \frac{x}{53,5} = 0,03$$

$$x = 53,5 \cdot (0,03 - 0,016) = 0,749 \text{ g } \text{NH}_4\text{Cl}$$

Como enunciado indica que es una mezcla de NH_4Cl y NaCl el resto hasta 2,50 g es NaCl, que supone $2,50 - 0,749 = 1,751$ g NaCl

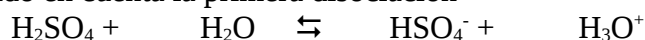
El porcentaje en peso de NaCl es $(1,751/2,50) \cdot 100 = 70,04\%$

b) Se trata de la disociación de un ácido diprótico, pero solamente se nos proporciona K_2 , luego asumimos que $K_1 = \infty$, siendo la disociación $\alpha_1 = 1$

Si llamamos c_0 a la concentración inicial de ácido sulfúrico

Planteamos ambas disociaciones

Teniendo en cuenta la primera disociación





Inic	c_0	exceso	0	0
Equ	0	exceso	c_0	c_0

Si incorporamos la segunda disociación

	HSO_4^-	+	H_2O	\rightleftharpoons	SO_4^{2-}	+	H_3O^+
Inic	c_0		exceso		0		c_0
Equ	$c_0(1-\alpha_2)$		exceso		$c_0\alpha_2$		$c_0+c_0\alpha_2$

$$K_2 = \frac{[\text{SO}_4^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HSO}_4^-]} = \frac{c_0 \cdot \alpha_2 \cdot c_0(1+\alpha_2)}{c_0(1-\alpha_2)}$$

$$1,26 \cdot 10^{-2}(1-\alpha_2) = c_0 \alpha_2(1+\alpha_2)$$

Tenemos dos incógnitas, pero también otro dato en el enunciado: $\text{pH}=1$

$$\text{pH} = -\log([\text{H}_3\text{O}^+]) \Rightarrow c_0(1+\alpha_2) = 10^{-1}$$

Sustituyendo

$$1,26 \cdot 10^{-2} - 1,26 \cdot 10^{-2} \alpha_2 = 0,1 \cdot \alpha_2 \Rightarrow \alpha_2(0,1 + 1,26 \cdot 10^{-2}) = 1,26 \cdot 10^{-2}$$

$$\alpha_2 = \frac{1,26 \cdot 10^{-2}}{0,1126} = 0,1119$$

$$c_0 = \frac{0,1}{1,1119} \approx 0,09 \text{ M}$$

c) El HCl es un ácido muy fuerte que se disocia completamente, por lo que 1 L de disolución 0,1 M aportará a la disolución 0,1 mol de H^+ .

El Na_2SO_4 es una sal que asumimos que se disocia completamente, por lo que en 1 L de disolución 0,1 M aportará a la disolución 0,1 mol de SO_4^{2-} . Esta sal al disociarse produce iones SO_4^{2-} que son la base conjugada del HSO_4^- , por lo que producirá hidrólisis.

Planteamos con número de moles (luego en la constante hay que tener en cuenta el volumen total, que como se indica que es aditivo, y serán 2 L)

Planteamos no exactamente hidrólisis sino usando H_3O^+ que es lo que tenemos como dato

	SO_4^{2-}	+	H_3O^+	\rightleftharpoons	HSO_4^-	+	H_2O
Inic	0,1		0,1		0		exceso
Equ	$0,1(1-\alpha)$		$0,1(1-\alpha)$		$0,1\alpha$		exceso

$$K_2 = \frac{[\text{SO}_4^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HSO}_4^-]} = \frac{\frac{0,1 \cdot (1-\alpha)}{2} \cdot \frac{0,1(1-\alpha)}{2}}{\frac{0,1\alpha}{2}}$$

$$2 \cdot 1,26 \cdot 10^{-2} \alpha = 0,1(1-2\alpha+\alpha^2)$$

$$0,0252 \alpha = 0,1 - 0,2 \alpha + 0,1 \alpha^2$$

$$0,1 \alpha^2 - 0,2252 \alpha + 0,1 = 0$$

$$\alpha = \frac{0,2252 \pm \sqrt{0,2252^2 - 4 \cdot 0,1 \cdot 0,1}}{2 \cdot 0,1} = \frac{0,2252 \pm 0,1035}{0,2} = \frac{1,6435}{0,6085}$$

Descartamos la solución con valor superior a 1.

$$\text{pH} = -\log([\text{H}_3\text{O}^+]) = -\log\left(\frac{0,1(1-0,6085)}{2}\right) = 1,7$$