

## OPCIÓN A

**PROBLEMA 1.-** Calcula el pH de las siguientes disoluciones acuosas:

a) Hidróxido de amonio 0,01 M.

b) Hidróxido de sodio 0,05 M.

DATOS:  $K_b(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .

Solución:

a) El equilibrio de ionización del hidróxido de amonio es:  $\text{NH}_4\text{OH} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ .

Las concentraciones en el equilibrio de las distintas especies, siendo  $\alpha$  el grado de disociación son:

Concentraciones en el equilibrio:

$$\begin{array}{ccc} \text{NH}_4\text{OH} & \rightleftharpoons & \text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \\ 0,01 \cdot (1 - \alpha) & & 0,01 \cdot \alpha \quad 0,01 \cdot \alpha \end{array}$$

que sustituidas en la constante básica del hidróxido, despreciando  $\alpha$  en el denominador por ser muy pequeña frente a 1, produce para  $\alpha$  el valor:

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]} \Rightarrow 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{0,01^2 \cdot \alpha^2}{0,01 \cdot (1 - \alpha)} \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{0,01}} = 0,042, \text{ siendo la concentración}$$

de iones  $\text{OH}^-$ :  $[\text{OH}^-] = 0,01 \cdot 0,042 = 4,2 \cdot 10^{-4}$  M, y el pOH de la disolución:

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 4,2 \cdot 10^{-4} = 4 - \log 4,2 = 4 - 0,62 = 3,38.$$

$$\text{El pH de la disolución es: } \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 3,38 = 10,62.$$

También se puede determinar la concentración de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  de la relación  $[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]}$ , y a partir de su valor el pH de la disolución.

b) El hidróxido de sodio al ser una base muy fuerte se encuentra totalmente ionizada, siendo la concentración de los iones  $\text{OH}^-$  la misma que la de la disolución, es decir,  $[\text{OH}^-] = 5 \cdot 10^{-2}$ .

De la relación  $[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$ , se determina la concentración de  $\text{H}_3\text{O}^+$ , y de ella el pH:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{5 \cdot 10^{-2}} = 2 \cdot 10^{-13}, \text{ siendo el pH de la disolución:}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 2 \cdot 10^{-13} = 13 - \log 2 = 13 - 0,3 = 12,7.$$

**Resultado: a) pH = 10,62; b) pH = 12,7.**

**CUESTIÓN 1.-** Razona el tipo de enlace químico que predomina en cada una de las siguientes sustancias:

a) Yoduro de cesio.

b) Níquel.

c) Cloruro de calcio.

d) Trióxido de dicloro.

Solución:

a) Compuesto formado por átomos de elementos alcalino y halógeno, siendo el enlace que los une de naturaleza iónica, pues ambos átomos adquieren configuración electrónica estable cediendo un electrón, el cesio, y ganando un electrón, el yodo. La fuerza electrostática que aparece entre ellos es el enlace iónico que los unen.

b) El níquel es un metal y los átomos se unen por medio de un enlace metálico.

c) En el cloruro de calcio, por la misma razón que en el yoduro de cesio, el enlace que une los átomos, después de pasar a los correspondientes iones, es el iónico.

d) El trióxido de dicloro es una molécula formada por la unión de átomos de elementos no metálicos, siendo por ello de naturaleza covalente el enlace que los une. Ello es debido a que mediante la compartición de pares de electrones, los de cada enlace covalente, adquieren los átomos configuración electrónica estable de gas noble.

**CUESTIÓN 3.- Utilizando la ecuación de velocidad  $v = k \cdot [A]^2 \cdot [B]$ , indica el orden de la reacción respecto de las sustancias A y B y el orden global.**

Solución:

El orden respecto de cada una de las sustancias que intervienen en la reacción, es el exponente con el que aparece su concentración en la ecuación de velocidad. El orden respecto de A es 2 y respecto de B 1. El orden total de la reacción es la suma de los exponentes de los reactivos a los que aparecen elevadas sus concentraciones en la ecuación de la velocidad, 3.

### OPCIÓN B

**PROBLEMA 1.- El dicloruro de cobalto reacciona con el clorato de potasio, en presencia de hidróxido de potasio, obteniéndose trióxido de cobalto, cloruro de potasio y agua.**

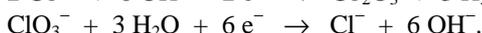
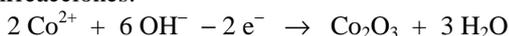
- Ajusta la ecuación iónica y molecular por el método del ión electrón.
- Calcula los gramos de trióxido de cobalto que se obtendrán mediante la reacción de 250 mL de disolución 0,5 M de dicloruro de cobalto con un exceso de clorato de potasio y de hidróxido de potasio.

**DATOS:**  $A_r(\text{Co}) = 59 \text{ u}$ ;  $A_r(\text{O}) = 16 \text{ u}$ .

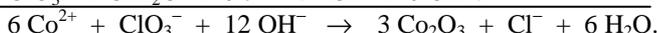
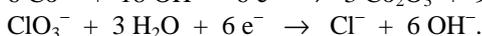
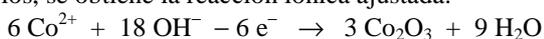
Solución:

$$M(\text{Co}_2\text{O}_3) = 166 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

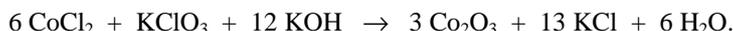
a) El cobalto (II) se oxida a cobalto (III) y el clorato de potasio se reduce a cloruro, siendo las dos semirreacciones:



Multiplicando la semirreacción de oxidación por 3 para igualar los electrones y sumándolas para eliminarlos, se obtiene la reacción iónica ajustada:



Llevando los coeficientes de la reacción iónica a la molecular, y ajustando los potasio, queda ésta ajustada:



b) Los moles de  $\text{CoCl}_2$  en el volumen de disolución que se toma son:

$$n(\text{CoCl}_2) = M \cdot V = 0,5 \text{ moles} \cdot \cancel{\text{L}^{-1}} \cdot 0,250 \cancel{\text{L}} = 0,125 \text{ moles}$$

En la reacción por cada 6 moles de  $\text{CoCl}_2$  que se consumen se forman 3 moles de  $\text{Co}_2\text{O}_3$ , la mitad de los moles consumidos de  $\text{CoCl}_2$ . Si se consumen 0,125 moles de  $\text{CoCl}_2$ , los gramos de  $\text{Co}_2\text{O}_3$  que se forman son:

$$0,125 \cancel{\text{ moles } \text{CoCl}_2} \cdot \frac{3 \cancel{\text{ moles } \text{Co}_2\text{O}_3}}{6 \cancel{\text{ moles } \text{CoCl}_2}} \cdot \frac{166 \text{ g } \text{Co}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol } \text{Co}_2\text{O}_3} = 10,375 \text{ g de } \text{Co}_2\text{O}_3$$

**Resultado: b) 10,375 g  $\text{Co}_2\text{O}_3$ .**

**CUESTIÓN 2.- Ordena los siguientes compuestos de mayor a menor pH de sus disoluciones acuosas: hidróxido de sodio, ácido sulfúrico, acetato de sodio y cloruro de amonio. Justifica la respuesta con las correspondientes reacciones.**

Solución:

La disolución de hidróxido de sodio es la de mayor pH. Al ser una base muy fuerte se encuentra totalmente dissociada, por lo que, la concentración de iones  $\text{OH}^-$  es muy elevada, y en consecuencia, muy baja la concentración de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$ , es decir, su pH es elevado.

Disolución básica de menor pH que la anterior es la de acetato de sodio. En ella, el ión  $\text{Na}^+$ , ácido conjugado extremadamente débil de la base muy fuerte  $\text{NaOH}$ , no sufre hidrólisis, ocurriendo lo contrario con el ión  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , base conjugada relativamente fuerte del ácido débil  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , siendo el equilibrio que se establece  $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$ , produciéndose un incremento

de la concentración de iones  $\text{OH}^-$ , menor que la de la disolución anterior, y en consecuencia una mayor concentración de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$ , lo que se traduce en un menor pH.

En la disolución de cloruro de amonio es el ión  $\text{NH}_4^+$ , ácido conjugado relativamente fuerte de la base débil  $\text{NH}_3$ , el que sufre hidrólisis según el equilibrio  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ , en el que aparece un incremento de la concentración de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$ , mayor que en las disoluciones anteriores, lo que proporciona a la disolución un pH ácido de menor valor que las anteriores.

La disolución de ácido sulfúrico es la de pH más bajo. Ello se debe a que al ser un ácido muy fuerte se encuentra totalmente disociado, siendo muy elevada la concentración de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$ , y por ello, muy bajo su pH.

De lo expuesto se deduce que el orden de mayor a menor valor de pH de las disoluciones acuosas propuestas es:  $\text{pH}(\text{NaOH}) > \text{pH}(\text{CH}_3\text{COONa}) > \text{pH}(\text{NH}_4\text{Cl}) > \text{pH}(\text{H}_2\text{SO}_4)$ .

**CUESTIÓN 3.- A 25 °C la solubilidad del bromuro de plata es  $5,74 \cdot 10^{-7}$  mol/L. Calcula el producto de solubilidad de dicha sal a esa temperatura.**

Solución:

El equilibrio de ionización del bromuro de plata es:  $\text{AgBr} \rightleftharpoons \text{Br}^- + \text{Ag}^+$ .

La solubilidad del bromuro de plata es la concentración de iones  $\text{Br}^-$  o  $\text{Ag}^+$ , siendo el producto de solubilidad:  $P_s = [\text{Br}^-] \cdot [\text{Ag}^+] = S \cdot S = S^2 = (5,74 \cdot 10^{-7})^2 = 3,295 \cdot 10^{-13} \text{ moles}^2 \cdot \text{L}^{-2}$ .

**Resultado:  $P_s = 3,295 \cdot 10^{-13} \text{ moles}^2 \cdot \text{L}^{-2}$ .**