

Química — Andalucía — extraordinaria de septiembre de 2020 — modelo V2

Indicaciones de resolución

Se resuelven todas las cuestiones y problemas. Se escriben las leyes o reacciones antes de sustituir los datos y se justifican los signos, las unidades y la conclusión de cada apartado.

Cuestión 1 · Formulación y nomenclatura

- a) Peróxido de rubidio: Rb_2O_2 . - b) Hidrogenofosfato de calcio: CaHPO_4 . - c) Hidróxido de plata: AgOH . - d) SnH_2 : hidruro de estaño(II). - e) KClO_3 : clorato de potasio. - f) NiO : óxido de níquel(II).

Cuestión 2 · Formulación y nomenclatura

- a) Sulfuro de cobre(I): Cu_2S . - b) Dióxido de azufre: SO_2 . - c) 2-hidroxiopropanal: $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CHO}$. - d) H_3AsO_3 : ácido arsenioso. - e) PtO_2 : óxido de platino(IV). - f) CH_3CONH_2 : etanamida o acetamida.

Cuestión 3 · Iones, isótopos y configuración electrónica

a) Ion ${}^{58}_{26}\text{Fe}^{3+}$

El número atómico 26 indica 26 protones y el átomo neutro tendría 26 electrones. Al formar Fe^{3+} pierde tres electrones:

$$N_e = 26 - 3 = 23 \text{ electrones.}$$

Se retiran primero los electrones del orbital $4s$ y después los de $3d$:



b) Núcleo del anión X^-

El anión tiene un electrón más que el átomo neutro. Si contiene 18 electrones, $Z = 18 - 1 = 17$, por lo que tiene 17 protones. Con número másico $A = 35$:

$$N_n = A - Z = 35 - 17 = 18.$$

El núcleo contiene 17 protones y 18 neutrones.

c) Elemento de $Z = 38$

El elemento es el estroncio, $\text{Sr} = [\text{Kr}]5s^2$. Pierde los dos electrones externos para alcanzar la configuración del kriptón:



Cuestión 4 · Configuración y energía de ionización



a) Posición periódica

X tiene 18 electrones: es argón, periodo 3 y grupo 18. Y tiene 11 electrones: es sodio, periodo 3 y grupo 1.

X : periodo 3, grupo 18; Y : periodo 3, grupo 1.

b) Asignación de las energías de ionización

El electrón $3s$ del sodio está más alejado y apantallado, por lo que se extrae con menor energía. El argón tiene la capa de valencia completa y retiene más fuertemente sus electrones:

$\text{Y} (\text{Na}) : 496 \text{ kJ mol}^{-1}$; $\text{X} (\text{Ar}) : 1520 \text{ kJ mol}^{-1}$.

c) Tendencia a formar enlace iónico

El sodio, Y , pierde su único electrón de valencia y forma Na^+ , que puede combinarse con un anión. El argón tiene configuración de gas noble y no presenta esa tendencia:

Y es el que tiende a formar enlaces iónicos, mediante Na^+ .

Cuestión 5 · Veracidad de proposiciones

a) Puntos de ebullición de HI y HF

HF forma enlaces de hidrógeno entre sus moléculas. Aunque HI tiene mayor masa y fuerzas de London más intensas, no forma ese entramado de enlaces de hidrógeno. Por tanto:

Verdadera: HI hierve a menor temperatura que HF .

b) Geometría del PCl_3

El fósforo central tiene tres pares enlazantes y un par libre. Son cuatro dominios electrónicos: la geometría electrónica es tetraédrica, pero la molecular es trigonal piramidal, no plana triangular:

Falsa: PCl_3 es trigonal piramidal y presenta hibridación sp^3 .

c) Puntos de fusión de NaCl y NaBr

En ambos sólidos hay redes iónicas. El ion Cl^- es menor que Br^- , de modo que en NaCl la distancia iónica es menor y la atracción electrostática mayor. NaCl funde a mayor temperatura:

Falsa: $T_f(\text{NaCl}) > T_f(\text{NaBr})$.

Cuestión 6 · Isomería y combustión

El compuesto puede escribirse numerando desde el extremo del doble enlace como 3-metilbut-1-eno:



a) Isomería geométrica

Uno de los carbonos del doble enlace es terminal, $\text{CH}_2=$, y tiene dos sustituyentes iguales, ambos H . Por ello no se pueden definir configuraciones E/Z:

No presenta isomería geométrica.

b) Isómero de cadena

Un isómero con la misma fórmula molecular C_5H_{10} y esqueleto lineal es el pent-1-eno:



c) Combustión ajustada

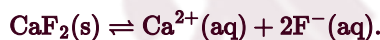
La combustión completa de un hidrocarburo produce CO_2 y H_2O :



Con coeficientes enteros:



Cuestión 7 · Equilibrio de solubilidad del CaF_2



a) Añadir agua

El agua diluye los iones y hace que el producto iónico sea menor que K_{ps} . Se disuelve parte del sólido hasta recuperar la saturación. La solubilidad molar de equilibrio no cambia a temperatura constante, aunque aumenta la cantidad total disuelta por haber más volumen:

se disuelve más CaF_2 hasta restablecer el equilibrio.

b) Añadir $\text{CaF}_2(\text{s})$

Se añade un sólido puro, cuya actividad no aparece en K_{ps} . Como ya había sólido presente, no cambian las concentraciones ni la solubilidad:

el equilibrio permanece igual y el sólido añadido queda en el fondo.

c) Añadir $\text{NaF}(\text{s})$

El NaF aumenta $[\text{F}^-]$, por lo que inicialmente $Q = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^-]^2 > K_{ps}$. Precipita CaF_2 hasta que se recupera el equilibrio:

precipita CaF_2 y disminuye su solubilidad por efecto del ion común.

Problema 1 · Cinética

La ley de velocidad se obtiene de los órdenes parciales:

$$v = k[\text{A}]^0[\text{B}]^2 = k[\text{B}]^2, \quad k = 0,053 \text{ mol}^{-1}\text{L s}^{-1}.$$

a) Orden total

$$0 + 2 = 2.$$

b) Velocidad inicial

La concentración de A no aparece en la expresión. Con $[\text{B}]_0 = 0,35 \text{ M}$:

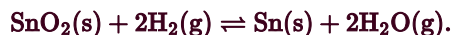
$$v = (0,053)(0,35)^2 = 6,49 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}.$$

c) Reducir a la mitad $[A]_0$

Como el orden respecto de A es cero, $[A]^0 = 1$:

la velocidad no cambia.

Problema 2 · Equilibrio del estaño y el agua



Los sólidos puros no aparecen en la expresión de la constante. La presión inicial total es 32 mmHg y la presión parcial del agua 23,7 mmHg, por lo que:

$$p_{\text{H}_2} = 32 - 23,7 = 8,3 \text{ mmHg}.$$

a) K_p

$$K_p = \frac{p_{\text{H}_2\text{O}}^2}{p_{\text{H}_2}^2} = \left(\frac{23,7}{8,3} \right)^2 = 8,15.$$

b) Moles en el equilibrio

Con $T = 750 + 273 = 1023 \text{ K}$, $V = 2 \text{ L}$ y $pV = nRT$:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{(23,7/760)(2)}{(0,082)(1023)} = 7,44 \times 10^{-4} \text{ mol},$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{(8,3/760)(2)}{(0,082)(1023)} = 2,60 \times 10^{-4} \text{ mol}.$$

Problema 3 · Electrólisis del cloruro de cobalto(II)

En el cátodo se reduce el catión:



En el ánodo se oxida el cloruro:



a) Intensidad para depositar 8,42 g de Co

$$n(\text{Co}) = \frac{8,42}{59} = 0,1427 \text{ mol}, \quad n(\text{e}^-) = 2(0,1427) = 0,2854 \text{ mol}.$$

Con $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$ y $t = 30 \cdot 60 = 1800 \text{ s}$:

$$Q = n(\text{e}^-)F = (0,2854)(96500) = 2,75 \times 10^4 \text{ C},$$

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{2,75 \times 10^4}{1800} = 15,3 \text{ A}.$$

b) Volumen de Cl_2

La estequiometría de las semirreacciones da un mol de Cl_2 por cada dos moles de electrones:

$$n(\text{Cl}_2) = \frac{0,2854}{2} = 0,1427 \text{ mol}.$$

Con $T = 15 + 273 = 288 \text{ K}$ y $P = 740/760 \text{ atm}$:

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(0,1427)(0,082)(288)}{740/760} = 3,45 \text{ L} \simeq 3,4 \text{ L}.$$

Problema 4 · Vinagre y dilución

a) Equilibrio y pH del vinagre

El ácido acético es un ácido débil:



En 100 mL hay 6 g de ácido acético. Como $M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ g mol}^{-1}$:

$$C_0 = \frac{6/60}{0,100} = 1,00 \text{ M}.$$

Si $x = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$:

$$K_a = \frac{x^2}{1-x} = 1,8 \times 10^{-5}.$$

La raíz física es $x = 4,23 \times 10^{-3} \text{ M}$. Por tanto:

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 4,2 \times 10^{-3} \text{ M},$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 1 - x = 0,996 \text{ M}, \quad pH = -\log x = 2,37 \simeq 2,38.$$

b) Agua necesaria para alcanzar $pH = 2,88$

La concentración final de protones es

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,88} = 1,32 \times 10^{-3} \text{ M}.$$

De $K_a = x^2 / (C_f - x)$ se obtiene la concentración analítica final:

$$C_f = x + \frac{x^2}{K_a} = 1,32 \times 10^{-3} + \frac{(1,32 \times 10^{-3})^2}{1,8 \times 10^{-5}} = 0,0978 \text{ M}.$$

Los 10 mL iniciales contienen $n = 1,00(0,010) = 0,0100 \text{ mol}$, así que el volumen final debe ser

$$V_f = \frac{n}{C_f} = \frac{0,0100}{0,0978} = 0,102 \text{ L}.$$

El agua añadida es el volumen final menos los 10 mL de vinagre:

$$V_{\text{agua}} = 0,102 - 0,010 = 0,092 \text{ L} \simeq 92 \text{ mL}.$$

Problema 5 - Precipitación y solubilidad

a) ¿Precipita TlCl ?

Al mezclar, el volumen total es $0,400 \text{ L}$. Las concentraciones inmediatamente después de mezclar son

$$[\text{Tl}^+] = \frac{(0,100)(4 \times 10^{-2})}{0,400} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ M},$$

$$[\text{Cl}^-] = \frac{(0,300)(8 \times 10^{-3})}{0,400} = 6,0 \times 10^{-3} \text{ M}.$$

Para $\text{TlCl(s)} \rightleftharpoons \text{Tl}^+ + \text{Cl}^-$:

$$Q = [\text{Tl}^+][\text{Cl}^-] = (1,0 \times 10^{-2})(6,0 \times 10^{-3}) = 6,0 \times 10^{-5}.$$

Como $Q < K_{ps} = 1,9 \times 10^{-4}$, la disolución no está sobresaturada:

no precipita TlCl .

b) Solubilidad de Mg(OH)_2



Si la solubilidad molar es s , entonces $[\text{Mg}^{2+}] = s$ y $[\text{OH}^-] = 2s$:

$$K_{ps} = s(2s)^2 = 4s^3, \quad s = \sqrt[3]{\frac{3,4 \times 10^{-4}}{4}} = 4,40 \times 10^{-2} \text{ M} \simeq 0,044 \text{ M}.$$