

Química — Andalucía 2016 extraordinaria

Indicaciones de resolución

Se resuelven las dos opciones completas. Se escriben primero las reacciones y expresiones de las leyes; después se sustituyen los datos y se interpretan los resultados.

Opción A

Cuestión 1. Formulación y nomenclatura

a) Óxido de platino (II)



b) Sulfito de cadmio



c) Ciclopenteno



d) Sulfuro de amonio



e) $\text{Cr}(\text{OH})_3$



f) 2,2-dimetilbutano



Cuestión 2. Configuración electrónica e iones

a) Configuraciones

El estroncio tiene $Z = 38$ y el bromo $Z = 35$:



b) Iones más estables

El estroncio pierde sus dos electrones $5s$; el bromo gana un electrón para completar $4p$:



c) Radio de los iones

Ambos iones son isoelectrónicos, con 36 electrones. El ion Sr^{2+} tiene 38 protones y atrae más intensamente a esa misma nube electrónica que Br^- , que tiene 35:



Cuestión 3. Equilibrio de síntesis del metanol



a) Comparación de K_c y K_p

Aquí $\Delta n = 1 - 3 = -2$, y

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = \frac{K_c}{(RT)^2}.$$

Por tanto $K_c = K_p(RT)^2$, y $K_c > K_p$ para $RT > 1$. A 300°C , $T = 573\text{ K}$:

$$K_c = (9,28 \cdot 10^{-3})[(0,082)(573)]^2 \approx 20,5.$$

Verdadera: $K_c > K_p$.

b) Aumento de presión

Al aumentar la presión, el equilibrio gaseoso se desplaza hacia el lado con menos moles gaseosos. Hay tres moles en los reactivos y uno en el producto:

Verdadera: aumenta el rendimiento de metanol.

c) Disminución de temperatura

La reacción directa es exotérmica. Al disminuir la temperatura se favorece el sentido que desprende calor, el directo, y aumenta la constante de equilibrio de esa reacción:

Verdadera: al disminuir la temperatura aumenta K para la reacción directa.

Cuestión 4. Isomería

Los compuestos son:



a) Isomería óptica

En $\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{OH}$, el carbono unido al cloro está unido además a H, CH_3 y CH_2OH : son cuatro grupos distintos.

Puede presentar isomería óptica el $\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{OH}$.

b) Isómeros de posición

$\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{OH}$ y $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ tienen la misma fórmula y las mismas funciones, pero cambia la posición del cloro:

Son isómeros de posición los dos primeros compuestos.

c) Isómero funcional

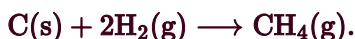
$\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ es un aldehído. El compuesto $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{COCH}_3$ es una cetona con la misma fórmula molecular:

El isómero funcional es $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{COCH}_3$.

Problema 1. Entalpía de formación y combustión del metano

a) Entalpía de formación

La reacción de formación es



Por la ley de Hess, se suma la combustión del carbono, dos veces la del hidrógeno y la combustión del metano invertida:

$$\Delta H_f^\circ(\text{CH}_4) = (-393,5) + 2(-285,8) + (+890,4) = -74,7 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{CH}_4) = -74,7 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

b) Calor al quemar 10 m^3

$$10 \text{ m}^3 = 10000 \text{ L}.$$

Los moles de metano a $P = 1 \text{ atm}$ y $T = 298 \text{ K}$ son

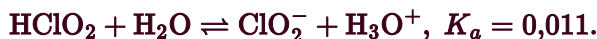
$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(1)(10000)}{(0,082)(298)} = 409,2 \text{ mol}.$$

La combustión desprende **890,4 kJ** por mol:

$$Q = (409,2)(890,4) \approx 3,64 \cdot 10^5 \text{ kJ.}$$

$$Q \approx 3,64 \cdot 10^5 \text{ kJ desprendidos.}$$

Problema 2. Ácido cloroso



Con pH 2:

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} = 0,010 \text{ M.}$$

Si C_0 es la concentración inicial:

$$K_a = \frac{x^2}{C_0 - x} \Rightarrow C_0 = x + \frac{x^2}{K_a}.$$

$$C_0 = 0,010 + \frac{(0,010)^2}{0,011} = 0,01909 \text{ M.}$$

La masa molar es

$$M(\text{HClO}_2) = 1 + 35,5 + 2(16) = 68,5 \text{ g mol}^{-1}.$$

En 0,100 L:

$$m = C_0 VM = (0,01909)(0,100)(68,5) = 0,131 \text{ g.}$$

$$m(\text{HClO}_2) \approx 0,13 \text{ g.}$$

El grado de disociación es

$$\alpha = \frac{x}{C_0} = \frac{0,010}{0,01909} = 0,524.$$

$$\alpha \approx 52,4 \text{ \%}.$$

Opción B

Cuestión 1. Formulación y nomenclatura

a) Hidruro de estaño (IV)



b) Ácido carbónico



c) Ácido 3-cloropropanoico



d) SrI_2

yoduro de estroncio.

e) CoPO_4

fosfato de cobalto (III).

f) 2-metilpropanamida

2-metilpropanamida.

Cuestión 2. Comparación de metionina y arginina

Las masas molares son

$$M(C_5H_{11}NO_2S) = 5(12) + 11 + 14 + 2(16) + 32 = 149 \text{ g mol}^{-1},$$

$$M(C_6H_{14}N_2O_4) = 6(12) + 14 + 2(14) + 4(16) = 178 \text{ g mol}^{-1}.$$

a) Número de moles

$$n_{\text{metionina}} = \frac{100}{149} = 0,671 \text{ mol}, \quad n_{\text{arginina}} = \frac{100}{178} = 0,562 \text{ mol}.$$

Hay más moles de metionina.

b) Masa de nitrógeno

$$m_N(\text{metionina}) = 100 \cdot \frac{14}{149} = 9,40 \text{ g},$$

$$m_N(\text{arginina}) = 100 \cdot \frac{2(14)}{178} = 15,73 \text{ g}.$$

La arginina contiene mayor masa de nitrógeno.

c) Número total de átomos

Cada molécula de metionina contiene **20** átomos y cada molécula de arginina **26**:

$$N_{\text{metionina}} = (0,671)(6,022 \cdot 10^{23})(20) = 8,08 \cdot 10^{24} \text{ átomos},$$

$$N_{\text{arginina}} = (0,562)(6,022 \cdot 10^{23})(26) = 8,81 \cdot 10^{24} \text{ átomos}.$$

La arginina contiene mayor número total de átomos.

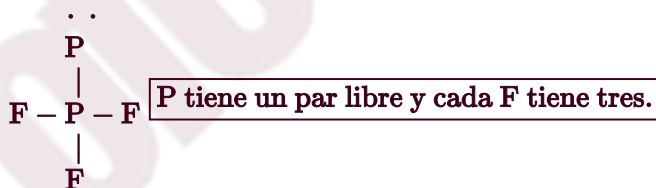
Cuestión 3. Lewis, geometría y polaridad

a) Estructuras de Lewis

En **BF₃**, B es el átomo central y forma tres enlaces sencillos con F; cada F conserva tres pares libres y B queda con seis electrones alrededor:



En **PF₃**, P forma tres enlaces sencillos con F y conserva un par libre; cada F tiene tres pares libres:



b) Geometría según TRPECV

En **BF₃** hay tres dominios enlazantes y ningún par libre en B: es **AX₃**, trigonal plana.

BF₃ : trigonal plana.

En **PF₃** hay tres enlaces y un par libre: es **AX₃E**, piramidal trigonal.

PF₃ : piramidal trigonal.

c) Polaridad

En **BF₃**, los tres dipolos B-F son iguales y están separados **120°**; se compensan:

BF₃ es apolar.

En **PF₃**, la geometría piramidal impide la compensación completa de los dipolos P-F:

PF₃ es polar.

Problema 1. Ácido hipocloroso**a) Reacción y expresión de K_a** 

$$K_a = \frac{[\text{ClO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HClO}]}.$$

b) Reacción de la base conjugada y K_b 

$$K_b = \frac{[\text{HClO}][\text{OH}^-]}{[\text{ClO}^-]}.$$

c) Cálculo de K_b

Para un par conjugado:

$$K_a K_b = K_w.$$

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{3,0 \cdot 10^{-8}} = 3,33 \cdot 10^{-7}.$$

$$K_b = 3,3 \cdot 10^{-7}.$$

Problema 2. Solubilidad del hidróxido de cadmio

Si s es la solubilidad molar:

$$[\text{Cd}^{2+}] = s, [\text{OH}^-] = 2s.$$

$$K_{ps} = s(2s)^2 = 4s^3 = 2,5 \cdot 10^{-14}.$$

$$s = \sqrt[3]{\frac{2,5 \cdot 10^{-14}}{4}} = 1,84 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}.$$

La masa molar es

$$M(\text{Cd}(\text{OH})_2) = 112,4 + 2(16 + 1) = 146,4 \text{ g mol}^{-1}.$$

En 1,5 L:

$$m = (1,84 \cdot 10^{-5})(1,5)(146,4) = 4,04 \cdot 10^{-3} \text{ g}.$$

$$m(\text{Cd}(\text{OH})_2) \approx 0,004 \text{ g}.$$

La concentración de hidróxido es

$$[\text{OH}^-] = 2s = 3,68 \cdot 10^{-5} \text{ M},$$

$$\text{pOH} = -\log(3,68 \cdot 10^{-5}) = 4,43, \text{ pH} = 14 - 4,43 = 9,57.$$

$$\text{pH} \approx 9,56.$$

Problema 3. Cinc: reacción redox y electrólisis**a) Volumen de hidrógeno**

La proporción es **1 : 1**, por lo que **0,5 mol** de Zn producen **0,5 mol** de **H₂**. Con **$P = 700/760 \text{ atm}$** y **$T = 77 + 273 = 350 \text{ K}$** :

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(0,5)(0,082)(350)}{700/760} = 15,58 \text{ L}.$$

$$V(\text{H}_2) = 15,58 \text{ L}.$$

b) Masa atómica del cinc

En el cátodo:



La carga que circula durante $2 \text{ h} = 7200 \text{ s}$ es

$$Q = It = (1,5)(7200) = 10800 \text{ C}.$$

La ley de Faraday es

$$m = \frac{Mit}{zF} \implies M = \frac{mzF}{It}.$$

$$M = \frac{(3,66)(2)(96500)}{(1,5)(7200)} = 65,4 \text{ g mol}^{-1}.$$

$$M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g mol}^{-1}.$$