

Química — Andalucía 2004 extraordinaria

Indicaciones de resolución

Se resuelven las dos opciones completas, justificando las decisiones químicas y mostrando las unidades.

Opción A

Cuestión 1. Formulación y nomenclatura

a) Fluoruro de hidrógeno



b) Hidróxido de litio



c) Nitrobenceno



d) Na_2O_2

$\boxed{\text{peróxido de sodio}}.$

e) $\text{Ni}(\text{ClO}_3)_2$

$\boxed{\text{clorato de níquel(II)}}.$

f) $\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2$

$\boxed{\text{buta-1,3-dieno}}.$

Cuestión 2. Energía de ionización

La energía de ionización es la energía mínima necesaria para arrancar el electrón más externo de un átomo gaseoso aislado en su estado fundamental:

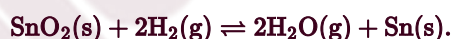
$\boxed{\text{energía para formar } X^+(g) \text{ a partir de } X(g)}.$

En la serie **Li, Na, K, Rb, Cs**, todos pertenecen al grupo 1. Al descender aumenta el número de capas y el apantallamiento, por lo que el electrón de valencia queda más lejos y menos atraído:

$\boxed{\text{Li} > \text{Na} > \text{K} > \text{Rb} > \text{Cs} \text{ en energía de ionización}}.$

El factor determinante es la distancia del electrón externo al núcleo junto con el apantallamiento; ambos reducen la carga nuclear efectiva que siente ese electrón.

Cuestión 3. Equilibrio del óxido de estaño



Los sólidos puros no aparecen en K_p :

$$K_p = \frac{P_{\text{H}_2\text{O}}^2}{P_{\text{H}_2}}.$$

a) Aumentar la temperatura

Al pasar de 900 a 1000 K, K_p aumenta de 1,5 a 10. El aumento de temperatura favorece el sentido directo, que produce estaño:

$\boxed{\text{Verdadera}}.$

b) Aumentar la presión

Hay dos moles gaseosos en ambos lados, por lo que $\Delta n_{\text{gas}} = 0$. Un cambio de presión no desplaza el equilibrio:

$\boxed{\text{Falsa}}.$

c) Añadir un catalizador

El catalizador acelera por igual las reacciones directa e inversa y no modifica K_p ni la composición de equilibrio:

$\boxed{\text{Falsa}}.$

Cuestión 4. Solubilidad y reacciones orgánicas

a) Solubilidad en agua

CH_3CH_3 es un hidrocarburo apolar y apenas se disuelve en agua. CH_3OH es polar y su grupo OH forma enlaces de hidrógeno con el agua, por lo que es muy soluble. $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ es un hidrocarburo apolar y presenta baja solubilidad:

$\boxed{\text{CH}_3\text{OH} \text{ es muy soluble; etano y propeno son poco solubles}}.$

b) Hidrocarburos



c) Reacción de adición

El propeno contiene un doble enlace y puede hidrogenarse:



Problema 1. Disolución de ácido acético



El pH es 2,9, de modo que

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,9} = 1,259 \cdot 10^{-3} \text{ M}.$$

Si C_0 es la concentración inicial:

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

Despejando:

$$C_0 = x + \frac{x^2}{K_a} = 1,259 \cdot 10^{-3} + \frac{(1,259 \cdot 10^{-3})^2}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 8,93 \cdot 10^{-2} \text{ M}.$$

El grado de disociación es

$$\alpha = \frac{x}{C_0} = \frac{1,259 \cdot 10^{-3}}{8,93 \cdot 10^{-2}} = 1,41\%.$$

Problema 2. Reacción de la caliza con HCl



La masa de carbonato cálcico es

$$m(\text{CaCO}_3) = 0,60(200) = 120 \text{ g}.$$

Con $M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ g mol}^{-1}$:

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{120}{100} = 1,20 \text{ mol}.$$

a) Masa de CaCl_2

$$M(\text{CaCl}_2) = 40 + 2(35,5) = 111 \text{ g mol}^{-1}.$$

La relación molar es 1 : 1:

$$m(\text{CaCl}_2) = (1,20)(111) = 133,2 \text{ g}.$$

b) Volumen de CO_2

$$P = \frac{740}{760} = 0,9737 \text{ atm}, T = 17 + 273,15 = 290,15 \text{ K}.$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(1,20)(0,082)(290,15)}{0,9737} = 29,3 \text{ L}.$$

Opción B

Cuestión 1. Formulación y nomenclatura

a) Nitrito de sodio



b) Hidrogenocarbonato de potasio



c) Ácido 2-hidroxibutanoico



d) NH_4Cl



e) SO_2

dióxido de azufre.

f) Trimetilamina

trimetilamina.

Cuestión 2. Cantidad de partículas en $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

$$M(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 2(56) + 3[32 + 4(16)] = 400 \text{ g mol}^{-1}.$$

a) Moles de sal

$$n = \frac{10}{400} = 0,025 \text{ mol}.$$

b) Moles de sulfato

Cada unidad fórmula contiene tres iones sulfato:

$$n(\text{SO}_4^{2-}) = 3(0,025) = 0,075 \text{ mol}.$$

c) Átomos de oxígeno

Cada unidad fórmula contiene $3 \cdot 4 = 12$ átomos de oxígeno:

$$n(\text{átomos O}) = 12(0,025) = 0,300 \text{ mol}.$$

$$N = 0,300 N_A = 1,81 \cdot 10^{23} \text{ átomos de O}.$$

Cuestión 3. Pila $\text{Mg}/\text{Mg}^{2+} // \text{Ag}^+/\text{Ag}$

La plata tiene mayor potencial de reducción, por lo que se reduce en el cátodo; el magnesio se oxida en el ánodo:



a) Potencial estándar

$$E_{\text{pila}}^\circ = E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^\circ - E_{\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}}^\circ = 0,80 - (-2,36) = 3,16 \text{ V}.$$

b) Reacción global



c) Polaridad

Mg es el ánodo negativo y Ag es el cátodo positivo.

Cuestión 4. Ácido fuerte y acetato de sodio

a) Naturaleza del ácido HA

La concentración inicial es $5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$. Para un ácido fuerte monoprótico, $[\text{H}_3\text{O}^+] \approx 5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$, cuyo pH es

$$-\log(5 \cdot 10^{-3}) = 2,30.$$

El valor dado coincide con esa disociación prácticamente completa:

se trata de un ácido fuerte, dentro del redondeo del pH.

b) Disolución de CH_3COONa

El acetato es la base conjugada del ácido débil acético:

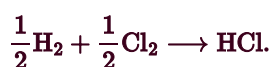


Se forma OH^- , por lo que

$$\text{pH} > 7.$$

Problema 1. Energía de enlace H-Cl

Para formar HCl a partir de los elementos:



El balance energético es

$$\Delta H = \frac{1}{2}D(\text{H}-\text{H}) + \frac{1}{2}D(\text{Cl}-\text{Cl}) - D(\text{H}-\text{Cl}).$$

$$-92,4 = \frac{1}{2}(436) + \frac{1}{2}(244) - D(\text{H}-\text{Cl}).$$

$$D(\text{H} - \text{Cl}) = 432,4 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

Para 20 g de HCl:

$$n = \frac{20}{36,5} = 0,548 \text{ mol}, \quad Q = nD = (0,548)(432,4) = \boxed{236,9 \text{ kJ}}.$$

Problema 2. Disociación del PCl_5



En 2,00 L y $T = 573,15 \text{ K}$:

$$n_0(\text{PCl}_5) = \frac{12}{208,5} = 0,05755 \text{ mol}.$$

La presión total permite calcular los moles totales:

$$n_{\text{tot}} = \frac{PV}{RT} = \frac{(2,12)(2,00)}{(0,082)(573,15)} = 0,09022 \text{ mol}.$$

Si x son los moles disociados:

$$n_{\text{tot}} = n_0 + x \implies x = 0,09022 - 0,05755 = 0,03266 \text{ mol}.$$

a) Grado de disociación

$$\alpha = \frac{x}{n_0} = \frac{0,03266}{0,05755} = \boxed{0,568 \approx 56,8\%}.$$

b) Constante K_p

Los moles de equilibrio son $n(\text{PCl}_5) = 0,02489$, $n(\text{PCl}_3) = n(\text{Cl}_2) = 0,03266 \text{ mol}$. Sus presiones parciales:

$$P_{\text{PCl}_5} = \frac{(0,02489)(0,082)(573,15)}{2} = 0,585 \text{ atm},$$

$$P_{\text{PCl}_3} = P_{\text{Cl}_2} = \frac{(0,03266)(0,082)(573,15)}{2} = 0,768 \text{ atm}.$$

$$K_p = \frac{P_{\text{PCl}_3} P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{PCl}_5}} = \frac{(0,768)^2}{0,585} = \boxed{1,01 \text{ atm}}.$$