

Indicaciones de resolución

Se resuelven las dos opciones completas. Se escribe primero el criterio químico o la ecuación y después se sustituyen los datos con sus unidades.

Opción A

Cuestión 1. Formulación y nomenclatura

a) Fluoruro de amonio



b) Hidróxido de cadmio



c) 1-bromo-2-cloropropano



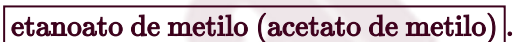
d) PbO



e) Sal de mercurio y clorato



f) $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$



Cuestión 2. Configuración electrónica

a) Grupo y período de A

La configuración termina en $4f^{14}5d^56s^2$. El mayor número cuántico principal es $n = 6$, por lo que el elemento pertenece al período 6. En la serie $5d$, cinco electrones junto con $6s^2$ corresponden al grupo 7:

A pertenece al grupo 7 y al período 6.

b) Combinación de números cuánticos

Para $n = 1$, el número cuántico azimutal solo puede ser $l = 0$. La combinación propuesta tiene $l = 1$:

$$(n, l, m_l, m_s) = \left(1, 1, 0, +\frac{1}{2}\right).$$

No es posible.

c) Configuración en estado fundamental

La expresión se interpreta como



No es una configuración fundamental: antes de ocupar $3s$ por completo debería completarse $2p$. El estado fundamental con 13 electrones sería



No pertenece a un átomo en su estado fundamental; corresponde a un estado excitado.

Cuestión 3. Desplazamiento de un equilibrio



a) Disminución de la temperatura

La reacción directa es exotérmica. Al disminuir la temperatura, el sistema evoluciona en el sentido que produce calor, es decir, hacia los productos:

El equilibrio se desplaza hacia la derecha y aumenta la formación de CH_4 .

b) Adición de carbono sólido

El carbono es un sólido puro y su actividad se considera constante mientras quede sólido. No aparece en la expresión de equilibrio:

La adición de $\text{C}(s)$ no desplaza el equilibrio.

c) Disminución de la presión de H_2

La expresión es

$$K = \frac{P_{\text{CH}_4}}{P_{\text{H}_2}^2}.$$

Al disminuir P_{H_2} , el cociente de reacción aumenta. El sistema se desplaza hacia la izquierda para formar H_2 . También coincide con Le Châtelier: la izquierda tiene dos moles gaseosos y la derecha solo uno:

El equilibrio se desplaza hacia la izquierda.

Cuestión 4. Reacciones del but-2-eno

El compuesto es



a) Adición de bromo

La adición de Br_2 rompe el doble enlace y forma 2,3-dibromobutano:



El producto ya no tiene doble enlace, por lo que no presenta isomería geométrica. Puede presentar estereoisomería óptica y forma meso:

Falsa. No se obtienen dos isómeros geométricos.

b) Adición de HCl

Se obtiene 2-clorobutano:



El carbono 2 queda unido a cuatro grupos distintos H , Cl , CH_3 y CH_2CH_3 , por lo que es quiral:

Falsa. El 2-clorobutano presenta isomería óptica.

c) Hidrogenación

El hidrógeno se adiciona al doble enlace y produce butano:



Falsa. No se forma 2-butino; se forma butano.

Problema 1. Formación de tetracloruro de carbono



a) Calor a presión constante

La ley de Hess da

$$\Delta H_r^\circ = \sum \nu \Delta H_f^\circ(\text{productos}) - \sum \nu \Delta H_f^\circ(\text{reactivos}).$$

El cloro es un elemento en su estado estándar, por lo que $\Delta H_f^\circ(\text{Cl}_2=0)$:

$$\begin{aligned}\Delta H_r^\circ &= (-135,40) + (-59,80) - (98,70) \\ &= -293,90 \text{ kJ mol}^{-1}.\end{aligned}$$

$$q_p = \Delta H_r^\circ = -293,9 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

b) Energía para formar un litro de CCl_4

La masa de tetracloruro formado es

$$m = \rho V = (1,4 \text{ g mL}^{-1})(1000 \text{ mL}) = 1400 \text{ g}.$$

Su masa molar es

$$M(\text{CCl}_4) = 12 + 4(35,5) = 154 \text{ g mol}^{-1}.$$

$$n = \frac{1400}{154} = 9,0909 \text{ mol}.$$

La energía intercambiada es

$$Q = n\Delta H_r^\circ = (9,0909)(-293,9) = -2671,8 \text{ kJ}.$$

$$Q \approx -2671,8 \text{ kJ}.$$

Problema 2. Neutralización y riqueza de NaOH

a) pH tras mezclar HCl y NaOH

La neutralización es



Los moles iniciales son

$$n(\text{HCl}) = (0,1)(0,250) = 0,025 \text{ mol},$$

$$n(\text{NaOH}) = (0,2)(0,150) = 0,030 \text{ mol}.$$

El ácido es limitante y sobran

$$n(\text{OH}^-) = 0,030 - 0,025 = 0,005 \text{ mol}.$$

El volumen total es 0,400 L:

$$[\text{OH}^-] = \frac{0,005}{0,400} = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ M}.$$

$$pOH = -\log(1,25 \cdot 10^{-2}) = 1,90, \quad pH = 14 - 1,90 = 12,10.$$

$$pH \approx 12,1.$$

b) Riqueza del NaOH comercial

La neutralización es



Los moles de ácido son

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = (3)(0,050) = 0,150 \text{ mol}.$$

Se necesitan

$$n(\text{NaOH}) = 2(0,150) = 0,300 \text{ mol}.$$

La masa de NaOH puro es

$$m(\text{NaOH}) = (0,300)(40) = 12,0 \text{ g}.$$

La riqueza de la muestra de 30 g es

$$\text{riqueza} = \frac{12,0}{30,0}(100) = 40,0 \text{ \%}.$$

$$\text{La riqueza del NaOH comercial es } 40,0 \text{ \%}.$$

Opción B

Cuestión 1. Formulación y nomenclatura

a) Ácido selénico



b) Fosfato de cobalto (II)



c) Ciclopenteno



d) $\text{Mg}(\text{OH})_2$

$\boxed{\text{hidróxido de magnesio}}.$

e) Na_2O_2

$\boxed{\text{peróxido de sodio}}.$

f) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CHO}$

El aldehído tiene tres carbonos y el grupo hidroxilo está en el carbono 2:

$\boxed{2\text{-hidroxipropenal}}.$

Cuestión 2. Compuesto de fórmula empírica $\text{C}_4\text{H}_8\text{S}$

La masa correspondiente a la fórmula empírica es

$$M(\text{C}_4\text{H}_8\text{S}) = 4(12) + 8(1) + 32 = 88 \text{ g mol}^{-1}.$$

a) Fórmula molecular

Como la masa de la fórmula empírica coincide con la masa molecular, el factor multiplicativo es 1:

$\boxed{\text{La fórmula molecular es } \text{C}_4\text{H}_8\text{S}}.$

b) Átomos de hidrógeno en 25 g

$$n = \frac{25 \text{ g}}{88 \text{ g mol}^{-1}}.$$

Cada molécula contiene ocho átomos de hidrógeno:

$$N_{\text{H}} = \frac{25}{88} (6,022 \cdot 10^{23})(8) = 1,37 \cdot 10^{24} \text{ átomos}.$$

$$\boxed{N_{\text{H}} \approx 1,37 \cdot 10^{24} \text{ átomos de H}}.$$

c) Presión de 2 g gaseosos

$$n = \frac{2}{88} = 2,273 \cdot 10^{-2} \text{ mol}, \quad T = 120 + 273 = 393 \text{ K}.$$

Aplicando $PV = nRT$:

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{(2,273 \cdot 10^{-2})(0,082)(393)}{1,5} = 0,49 \text{ atm}.$$

$$\boxed{P \approx 0,49 \text{ atm}}.$$

Cuestión 3. Geometría, polaridad e hibridación

a) Geometría

En BCl_3 , el boro central tiene tres pares enlazantes y ningún par libre. La geometría es plana trigonal, con ángulos de 120° .

En H_2S , el azufre tiene dos pares enlazantes y dos pares libres. La geometría electrónica es tetraédrica, pero la molecular es angular:

BCl_3 es plana trigonal y H_2S es angular.

b) Polaridad

Los enlaces B-Cl son polares, pero sus tres dipolos se compensan por la simetría plana:

BCl_3 es apolar.

En H_2S , la geometría angular impide la compensación de los dipolos S-H:

H_2S es polar.

c) Hibridación

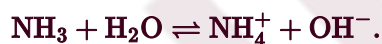
Tres regiones electrónicas alrededor del boro implican hibridación sp^2 . Cuatro regiones alrededor del azufre implican hibridación sp^3 :

B en BCl_3 : sp^2 , S en H_2S : sp^3 .

Cuestión 4. Propositiones ácido-base

a) Carácter básico del amoníaco

Según Brønsted-Lowry, una base acepta protones, no grupos hidróxido. En agua:



El amoníaco acepta un protón del agua y el agua genera OH^- :

Falsa. El amoníaco acepta un protón, no un ion OH^- .

b) Concentración de un ácido fuerte de pH 2,17

Para un ácido monoprótico fuerte:

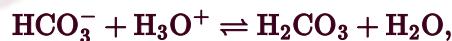
$$c(\text{HA}) \approx [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,17} = 6,76 \cdot 10^{-3} \text{ M}.$$

Este valor está entre 10^{-3} y 10^{-2} M:

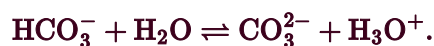
Verdadera.

c) Anfoterismo del bicarbonato

El ion bicarbonato puede aceptar un protón:

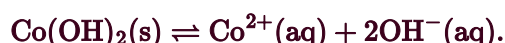


y también cederlo:



Verdadera. HCO_3^- es anfótero.

Problema 1. Solubilidad del hidróxido de cobalto



a) Concentración de Co^{2+}

La estequiometría indica

$$[\text{OH}^-] = 2[\text{Co}^{2+}].$$

Con $[\text{OH}^-] = 3 \cdot 10^{-5} \text{ M}$:

$$[\text{Co}^{2+}] = \frac{3 \cdot 10^{-5}}{2} = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ M.}$$

$$\boxed{[\text{Co}^{2+}] = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ M.}}$$

b) Producto de solubilidad

$$K_{ps} = [\text{Co}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = (1,5 \cdot 10^{-5})(3 \cdot 10^{-5})^2 = 1,35 \cdot 10^{-14}.$$

$$\boxed{K_{ps} = 1,35 \cdot 10^{-14}}.$$

Problema 2. Electrólisis de cloruro de oro (III)

a) Carga para depositar el oro

En 1 L de disolución 0,1 M:

$$n(\text{Au}^{3+}) = (0,1)(1) = 0,1 \text{ mol.}$$

En el cátodo:



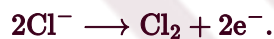
Se necesitan 0,3 mol de electrones:

$$Q = n_e F = (0,3)(96500) = 28950 \text{ C.}$$

$$\boxed{Q = 2,895 \cdot 10^4 \text{ C.}}$$

b) Volumen de dicloro en el ánodo

Los 0,1 moles de AuCl_3 contienen 0,3 moles de Cl^- . En el ánodo:



Por tanto:

$$n(\text{Cl}_2) = \frac{0,3}{2} = 0,15 \text{ mol.}$$

Con $P = 740/760 \text{ atm}$ y $T = 298 \text{ K}$:

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(0,15)(0,082)(298)}{740/760} = 3,76 \text{ L.}$$

$$\boxed{V(\text{Cl}_2) \approx 3,76 \text{ L.}}$$