

Indicaciones de resolución

Se resuelven las dos opciones completas. En cada apartado se escribe primero la ley, el criterio o la reacción aplicable y después se sustituyen los datos con unidades.

Opción A

Cuestión 1. Formulación y nomenclatura

a) Hidróxido de cobre (II)



b) Ácido nitroso



c) 3-hidroxibutanal

La cadena principal es el butanal y el grupo hidroxilo está en el carbono 3:



d) MgH_2

hidruro de magnesio.

e) Li_3AsO_4

arseniato de litio.

f) Amina terciaria

triethylamina.

Cuestión 2. Configuración electrónica y propiedades periódicas

La configuración de A termina en $4s^2$:



Por tanto, A es calcio, $Z = 20$. La de B termina en $4p^5$:



Por tanto, B es bromo, $Z = 35$.

a) Grupo y período

En A, el mayor número cuántico principal es $n = 4$ y hay dos electrones de valencia $4s$:

A : grupo 2, período 4.

En B, el mayor n es 4 y la capa de valencia es $4s^24p^5$:

B : grupo 17, período 4.

b) Mayor energía de ionización

Los dos elementos están en el mismo período. Al avanzar hacia la derecha aumenta la carga nuclear efectiva y disminuye el radio, por lo que cuesta más arrancar un electrón al bromo:

B tiene mayor energía de ionización.

c) Menor radio atómico

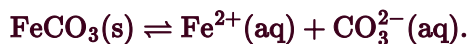
En el mismo período, el radio atómico disminuye de izquierda a derecha por el aumento de la carga nuclear efectiva:

B tiene menor radio atómico.

Cuestión 3. Producto de solubilidad y solubilidad

a) Efecto de añadir Na_2CO_3 sobre K_{ps}

El equilibrio es



El producto de solubilidad es una constante propia del equilibrio a una temperatura dada:

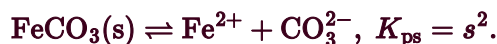
$$K_{\text{ps}} = [\text{Fe}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}].$$

Añadir Na_2CO_3 aumenta $[\text{CO}_3^{2-}]$ y desplaza el equilibrio a la izquierda, pero no cambia K_{ps} :

Falsa. K_{ps} no disminuye; disminuye la solubilidad.

b) Comparación de la solubilidad de FeCO_3 y CaF_2

Para FeCO_3 :



$$s_{\text{FeCO}_3} = \sqrt{3,2 \cdot 10^{-11}} = 5,66 \cdot 10^{-6} \text{ M.}$$

Para CaF_2 :



$$s_{\text{CaF}_2} = \sqrt[3]{\frac{5,3 \cdot 10^{-9}}{4}} = 1,10 \cdot 10^{-3} \text{ M.}$$

No son valores próximos:

Falsa. CaF_2 es mucho más soluble con estos datos.

c) Efecto de añadir Na_2CO_3 sobre la solubilidad

El ion CO_3^{2-} es común al equilibrio de FeCO_3 . Su aumento desplaza el equilibrio hacia el sólido:

Falsa. La solubilidad de FeCO_3 disminuye.

Cuestión 4. Gases en depósitos iguales

Los tres depósitos tienen el mismo volumen y temperatura.

a) Mayor masa

En A:

$$n(\text{H}_2) = \frac{10 \text{ g}}{2 \text{ g mol}^{-1}} = 5 \text{ mol}, m_A = 10 \text{ g.}$$

En B:

$$n(\text{O}_2) = 7 \text{ mol}, m_B = 7(32) = 224 \text{ g.}$$

En C:

$$n(\text{N}_2) = \frac{10^{23}}{6,022 \cdot 10^{23}} = 0,166 \text{ mol}, m_C = 0,166(28) = 4,65 \text{ g.}$$

El depósito B tiene mayor masa de gas.

b) Mayor número de átomos

Cada molécula de H_2 y O_2 contiene dos átomos:

$$N_A = 5(2)N_A = 6,02 \cdot 10^{24} \text{ átomos,}$$

$$N_B = 7(2)N_A = 8,43 \cdot 10^{24} \text{ átomos.}$$

En C:

$$N_C = 2(10^{23}) = 2,0 \cdot 10^{23} \text{ átomos.}$$

El depósito B contiene mayor número de átomos.

c) Mayor presión

Con V y T iguales, la ecuación $PV = nRT$ muestra que P es proporcional a n :

$$n_B = 7 > n_A = 5 > n_C = 0,166.$$

La presión mayor está en el depósito B.

Problema 1. Cobre y ácido sulfúrico concentrado

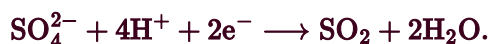
a) Ajuste por el método del ion-electrón

El cobre se oxida y el sulfato se reduce a dióxido de azufre.

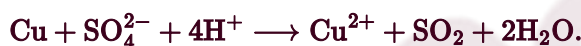
Oxidación:



Reducción en medio ácido:



Al sumar:



La ecuación molecular ajustada es



b) Riqueza de la muestra

La masa molar del sulfato de cobre (II) anhidro es

$$M(\text{CuSO}_4) = 63,5 + 32 + 4(16) = 159,5 \text{ g mol}^{-1}.$$

Los moles obtenidos son

$$n(\text{CuSO}_4) = \frac{23,86 \text{ g}}{159,5 \text{ g mol}^{-1}} = 0,1496 \text{ mol}.$$

La ecuación indica una relación molar $1 : 1$ entre Cu y CuSO_4 :

$$m(\text{Cu}) = (0,1496)(63,5) = 9,50 \text{ g}.$$

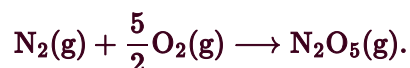
La riqueza es

$$\text{riqueza} = \frac{9,50}{10,0}(100) = 95,0 \text{ \%}.$$

La muestra contiene aproximadamente 95,0 % de Cu.

Problema 2. Entalpía de formación de N_2O_5

Se desea la reacción



a) Entalpía de formación

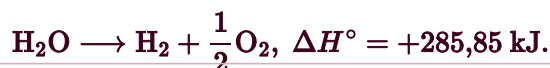
Partimos de



Invertimos la segunda:



Tomamos la mitad de la reacción del agua invertida:



Al sumar y cancelar las especies intermedias:

$$\Delta H_f^\circ = -414,70 + 140,20 + 285,85 = +11,35 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{N}_2\text{O}_5) = +11,35 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

b) Energía para formar 50 L

Con $P = 1 \text{ atm}$, $V = 50 \text{ L}$, $T = 298 \text{ K}$:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(1)(50)}{(0,082)(298)} = 2,046 \text{ mol}.$$

$$Q = n\Delta H_f^\circ = (2,046)(11,35) = 23,2 \text{ kJ}.$$

$$Q \approx 23,2 \text{ kJ}.$$

Opción B

Cuestión 1. Formulación y nomenclatura

a) Óxido de cobalto (III)



b) Hidrogenosulfato de hierro (II)



c) Propanamida



d) Sal de mercurio y bromato



e) HIO_3



f) Cetona ramificada

La cadena principal de cuatro carbonos contiene la cetona en el carbono 2 y un metilo en el carbono 3:



Cuestión 2. Propiedades de sustancias

a) Punto de ebullición del etano y del etanol

El etanol posee un grupo $-\text{OH}$ capaz de formar enlaces de hidrógeno entre moléculas. El etano solo presenta fuerzas de dispersión:

Falsa. El etanol tiene mayor punto de ebullición que el etano.

b) Polaridad del tetracloruro de carbono

En CCl_4 , los cuatro enlaces C-Cl son polares, pero la geometría tetraédrica es simétrica y los cuatro dipolos se compensan:

Verdadera. CCl_4 es apolar.

c) Solubilidad de MgO y BaO

La afirmación es falsa. El MgO da $\text{Mg}(\text{OH})_2$, poco soluble, mientras que el hidróxido de bario es mucho más soluble en agua:



Falsa. En agua, BaO resulta más soluble que MgO .

Cuestión 3. Ley de velocidad

$$v = k[A]^2[B].$$

a) Unidades de k

La velocidad tiene unidades $\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$. Por tanto:

$$[k] = \frac{\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}}{(\text{mol L}^{-1})^3} = \text{L}^2 \text{mol}^{-2} \text{s}^{-1}.$$

Falsa. Las unidades correctas son $\text{L}^2 \text{mol}^{-2} \text{s}^{-1}$.

b) Duplicar $[A]$ y $[B]$

$$v_2 = k(2[A])^2(2[B]) = 8k[A]^2[B] = 8v_1.$$

Verdadera. La velocidad se hace ocho veces mayor.

c) Reducir el volumen a la mitad

Si los moles permanecen constantes, al reducir el volumen a la mitad se duplican ambas concentraciones:

$$[A]_2 = 2[A]_1, [B]_2 = 2[B]_1.$$

El mismo cálculo conduce a

$$v_2 = k(2[A])^2(2[B]) = 8v_1.$$

Verdadera, suponiendo temperatura y moles constantes.

Cuestión 4. Isomería

a) Isómero de cadena de $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{CH}_3$

Un isómero de cadena con la misma fórmula molecular es



b) Isómero de función de CH_3COCH_3

La cetona propanona tiene fórmula $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$. El aldehído de igual fórmula es

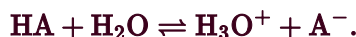


c) Isómero de posición de $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$

Se mantiene la cadena de cuatro carbonos y se cambia la posición del doble enlace:



Problema 1. Ácido monoprótico débil



La concentración inicial es $C_0 = 0,03 \text{ M}$ y $\text{pH} = 3,98$.

a) Concentración de A^- y grado de disociación

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3,98} = 1,05 \cdot 10^{-4} \text{ M}.$$

Por la estequiometría del equilibrio, despreciando la autoionización del agua:

$$[\text{A}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,05 \cdot 10^{-4} \text{ M}.$$

El grado de disociación es

$$\alpha = \frac{[\text{A}^-]}{C_0} = \frac{1,05 \cdot 10^{-4}}{0,03} = 3,50 \cdot 10^{-3} = 0,350 \text{ \%}.$$

$[\text{A}^-] = 1,05 \cdot 10^{-4} \text{ M}, \alpha = 0,350 \text{ \%}.$

b) Constantes K_a y K_b

La concentración de ácido no disociado es

$$[\text{HA}] = 0,03 - 1,05 \cdot 10^{-4} = 0,029895 \text{ M.}$$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{(1,05 \cdot 10^{-4})^2}{0,029895} = 3,68 \cdot 10^{-7}.$$

Para la base conjugada:

$$K_a K_b = K_w = 10^{-14},$$

$$K_b = \frac{10^{-14}}{3,68 \cdot 10^{-7}} = 2,72 \cdot 10^{-8}.$$

$$\boxed{K_a = 3,68 \cdot 10^{-7}}, \quad \boxed{K_b = 2,72 \cdot 10^{-8}}.$$

Problema 2. Descomposición del cianuro de amonio

El recipiente estaba inicialmente vacío y la reacción produce la misma cantidad de NH_3 y HCN . Por ello, si la presión total es **0,3 atm**:

$$P_{\text{NH}_3} = P_{\text{HCN}} = 0,15 \text{ atm.}$$

La temperatura es

$$T = 11 + 273 = 284 \text{ K.}$$

a) Constantes K_p y K_c

El sólido no aparece en la expresión de K_p :

$$K_p = P_{\text{NH}_3} P_{\text{HCN}} = (0,15)(0,15) = 2,25 \cdot 10^{-2}.$$

$$\boxed{K_p = 2,25 \cdot 10^{-2}}.$$

Los moles de cada gas son

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(0,15)(2)}{(0,082)(284)} = 1,285 \cdot 10^{-2} \text{ mol.}$$

En **2 L**:

$$[\text{NH}_3] = [\text{HCN}] = \frac{1,285 \cdot 10^{-2}}{2} = 6,43 \cdot 10^{-3} \text{ M.}$$

Así:

$$K_c = [\text{NH}_3][\text{HCN}] = (6,43 \cdot 10^{-3})^2 = 4,13 \cdot 10^{-5}.$$

$$\boxed{K_c = 4,13 \cdot 10^{-5}}.$$

b) Masa de NH_4CN descompuesta

La estequiometría indica que se descompone un mol de sólido por cada mol de NH_3 formado:

$$n(\text{NH}_4\text{CN}) = 1,285 \cdot 10^{-2} \text{ mol.}$$

Con

$$M(\text{NH}_4\text{CN}) = 2(14) + 4(1) + 12 = 44 \text{ g mol}^{-1},$$

$$m = (1,285 \cdot 10^{-2})(44) = 0,565 \text{ g.}$$

$$\boxed{m(\text{NH}_4\text{CN}) \approx 0,57 \text{ g}}.$$