

Indicaciones de resolución

Se resuelven las dos opciones completas. En cada apartado se identifica primero la idea química, se escribe la ecuación o fórmula necesaria y después se sustituyen los datos con sus unidades.

Opción A

Cuestión 1. Formulación y nomenclatura

a) Hidróxido de paladio

Tomamos el estado de oxidación habitual indicado por la nomenclatura de Stock:



b) Ácido sulfúrico



c) Ácido 2-aminopropanoico

La cadena de tres carbonos contiene el grupo carboxilo y un grupo amino en el carbono 2:



d) BeH₂



e) Ag₃AsO₄

El anión es el arseniato, AsO_4^{3-} . Tres iones plata compensan su carga:



f) CH₃CH₂CH₂OH

La cadena tiene tres carbonos y el grupo hidroxilo ocupa el extremo:



Cuestión 2. Propiedades periódicas

Los cuatro elementos pertenecen al tercer período. Al avanzar de izquierda a derecha aumenta la carga nuclear efectiva y, en general, aumenta la energía de ionización y disminuye el radio atómico.

a) Menor energía de ionización

El sodio es el más a la izquierda y su electrón externo está más alejado y menos atraído por el núcleo:



b) Mayor afinidad electrónica

El cloro necesita un electrón para completar el subnivel **3p**, por lo que presenta la mayor afinidad electrónica del conjunto:



c) Mayor radio atómico

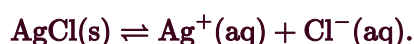
El sodio es el elemento situado más a la izquierda del período y conserva el mayor tamaño atómico:



Cuestión 3. Productos de solubilidad

a) Cloruro de plata

La disolución del sólido es



Si S es la solubilidad molar, entonces $[Ag^+] = [Cl^-] = S$. Por tanto,

$$K_{ps} = S^2, S = \sqrt{2,8 \cdot 10^{-10}} = 1,67 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}.$$

No se obtiene $3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$:

La afirmación es falsa.

b) Hidróxido de magnesio

El equilibrio correcto es



Si la solubilidad es S , entonces $[Mg^{2+}] = S$ y $[OH^-] = 2S$. La expresión del producto de solubilidad es

$$K_{ps} = [Mg^{2+}][OH^-]^2 = S(2S)^2.$$

La expresión propuesta intercambia los exponentes y no representa el equilibrio:

La afirmación es falsa.

c) Efecto del ion común

En el equilibrio de un hidróxido poco soluble, aumentar $[OH^-]$ introduce un ion común. El equilibrio se desplaza hacia la izquierda para compensar el aumento y disminuye la solubilidad, dentro del modelo de precipitación considerado:

La afirmación es verdadera.

Cuestión 4. Fórmula de la sacarosa

La fórmula es $C_{12}H_{22}O_{11}$. Una mol de sacarosa contiene 12 moles de átomos de carbono.

a) Masa de carbono

$$m(C) = 12 \text{ mol C} \times 12 \text{ g mol}^{-1} = 144 \text{ g}.$$

Verdadera.

b) Moles de átomos de carbono

El subíndice 12 indica que una mol de sacarosa contiene 12 moles de átomos de carbono, no 18:

Falsa.

c) Número de átomos de carbono

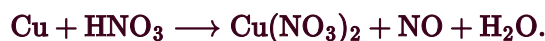
$$N(C) = 12N_A = 12(6,022 \cdot 10^{23}) = 7,23 \cdot 10^{24} \text{ átomos}.$$

No son $5 \cdot 10^{15}$ átomos:

Falsa.

Problema 1. Cobre y ácido nítrico

La reacción sin ajustar es



a) Ajuste por el método del ion-electrón

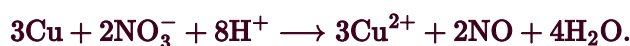
El cobre pasa de número de oxidación 0 a +2:



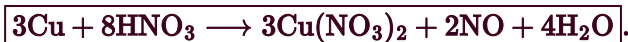
El nitrógeno del nitrato pasa de +5 a +2 en NO:



Multiplicamos la oxidación por 3 y la reducción por 2. Al sumar:



Al pasar a la ecuación molecular, los 8 protones proceden de 8 moléculas de ácido nítrico y seis nitratos forman tres nitratos de cobre(II):



b) Contenido de cobre

Los moles de ácido nítrico que reaccionan son

$$n(\text{HNO}_3) = MV = (1 \text{ mol L}^{-1})(0,025 \text{ L}) = 0,025 \text{ mol}.$$

Aplicamos el factor estequiométrico y la masa molar del cobre:

$$0,025 \text{ mol HNO}_3 \left(\frac{3 \text{ mol Cu}}{8 \text{ mol HNO}_3} \right) \left(\frac{63,5 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} \right) = 0,595 \text{ g Cu}.$$

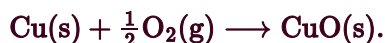
Por tanto, la muestra contiene aproximadamente

$$0,60 \text{ g de Cu},$$

es decir, aproximadamente un 59,5 % en masa de cobre en la muestra de 1 g.

Problema 2. Formación de óxido de cobre(II)

La reacción de formación es



a) Entalpía de formación

Por cada gramo de cobre que reacciona se desprenden 2,30 kJ. Una mol de cobre tiene una masa de 63,5 g, así que el calor asociado a la formación de una mol de CuO es

$$2,30 \frac{\text{kJ}}{\text{g}} \left(63,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \right) = 146,05 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}.$$

Como se desprende calor, el signo es negativo:

$$\Delta H_f^\circ(\text{CuO}) = -146,05 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

b) Calor para 100 L de oxígeno

Primero calculamos los moles de oxígeno con la ecuación de los gases ideales. A 27 °C,

$$T = 27 + 273 = 300 \text{ K}.$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{PV}{RT} = \frac{(1,5 \text{ atm})(100 \text{ L})}{(0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(300 \text{ K})} = 6,10 \text{ mol}.$$

La ecuación consume media mol de oxígeno por cada mol de CuO. Por tanto,

$$n(\text{CuO}) = 2n(\text{O}_2) = 12,20 \text{ mol}.$$

El calor a presión constante es

$$q_p = n(\text{CuO})\Delta H_f^\circ = (12,20)(-146,05) = -1,78 \cdot 10^3 \text{ kJ}.$$

$$q_p \approx -1,78 \cdot 10^3 \text{ kJ}.$$

El signo negativo indica que el sistema desprende calor.

Opción B

Cuestión 1. Formulación y nomenclatura

a) Peróxido de bario



b) Hidróxido de magnesio



c) Etanamida



d) $\text{Sn}(\text{IO}_3)_2$

Cada ion iodato es IO_3^- , de modo que el estaño presenta estado de oxidación **+2**:

iodato de estaño (II).

e) V_2O_5

El oxígeno aporta **-10** en total; los dos átomos de vanadio deben aportar **+10**, es decir, **+5** cada uno:

óxido de vanadio (V).

f) $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

La cadena tiene cinco carbonos y el carbonilo ocupa la posición 2:

pentan-2-ona.

Cuestión 2. Propiedades de las sustancias

a) Conducción en estado líquido y aislamiento en estado sólido

El **CaO** es un sólido iónico. En la red cristalina los iones están fijos y no pueden transportar carga, mientras que al fundirse los iones quedan libres para desplazarse:



b) Sublimación

El yodo es un sólido molecular. Sus moléculas están unidas por fuerzas intermoleculares relativamente débiles y puede pasar directamente a vapor:



c) Ductilidad y maleabilidad

El cobre es metálico; sus capas pueden deslizarse sin romper la red de enlace metálico. Por eso es dúctil y maleable:



Cuestión 3. Orden y velocidad de reacción

La constante tiene unidades $\text{L mol}^{-1} \text{s}^{-1}$. Para que $k[\text{A}]^n$ tenga unidades de concentración por tiempo, el orden global debe ser 2.

a) Orden

$$n = 2.$$

b) Ecuación de velocidad

Como el único reactivo es A y la reacción es de segundo orden,

$$v = k[\text{A}]^2.$$

c) Velocidad para $[\text{A}] = 0,242 \text{ M}$

$$v = (1,5 \cdot 10^{-3} \text{ L mol}^{-1} \text{s}^{-1})(0,242 \text{ mol L}^{-1})^2 = 8,79 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1} \text{s}^{-1}.$$

$$v = 8,79 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1} \text{s}^{-1}.$$

Cuestión 4. Adición de bromo

Se analiza cada caso teniendo en cuenta cuántos moles de **Br_2** reaccionan por mol de hidrocarburo y la estructura del producto.

a) Un mol de propino

Con un equivalente de bromo, el triple enlace se transforma en doble enlace:

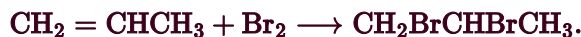


Cada carbono del doble enlace tiene dos sustituyentes distintos. Por ello existen formas geométricas cis y trans:

La afirmación es falsa.

b) Un mol de propeno

La adición al doble enlace produce 1,2-dibromopropano:

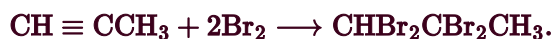


El producto solo tiene enlaces simples C-C y no presenta isomería geométrica:

La afirmación es falsa.

c) Medio mol de propino

Un mol de propino necesita dos moles de bromo para saturar completamente el triple enlace. Si reaccionan 0,5 mol de propino con 1 mol de Br_2 , hay exactamente dos equivalentes por mol de propino:



El producto no contiene un doble enlace; por tanto, no presenta isomería geométrica:

La afirmación es verdadera.

Problema 1. Disolución y neutralización del hidróxido de sodio

a) Molaridad y pH

La masa molar del hidróxido de sodio es

$$M(\text{NaOH}) = 23 + 16 + 1 = 40 \text{ g mol}^{-1}.$$

Los moles disueltos son

$$n(\text{NaOH}) = \frac{10 \text{ g}}{40 \text{ g mol}^{-1}} = 0,25 \text{ mol}.$$

La molaridad resulta

$$[\text{NaOH}] = \frac{0,25 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} = 0,50 \text{ M}.$$

Como el NaOH es una base fuerte, se disocia completamente y $[\text{OH}^-] = 0,50 \text{ M}$. Entonces,

$$\text{pOH} = -\log(0,50) = 0,30, \text{ pH} = 14,00 - 0,30 = 13,70.$$

$$M = 0,50 \text{ M}, \text{ pH} = 13,70.$$

b) Volumen de ácido sulfúrico

La neutralización es



En 20 mL de la base hay

$$n(\text{NaOH}) = (0,50 \text{ mol L}^{-1})(0,020 \text{ L}) = 0,010 \text{ mol}.$$

La estequiometría exige la mitad de moles de ácido:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0,010}{2} = 0,0050 \text{ mol}.$$

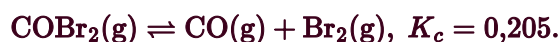
Por tanto,

$$V = \frac{n}{M} = \frac{0,0050 \text{ mol}}{0,20 \text{ mol L}^{-1}} = 0,025 \text{ L} = 25 \text{ mL}.$$

$$V = 25 \text{ mL de disolución de H}_2\text{SO}_4.$$

Problema 2. Equilibrio de descomposición del bromuro de carbonilo

La reacción es



La concentración inicial de bromuro de carbonilo es _____

$$[\text{COBr}_2]_0 = \frac{3,75 \text{ mol}}{3 \text{ L}} = 1,25 \text{ M}.$$

Sea x la concentración que se descompone. La tabla de equilibrio es

	COBr ₂	CO	Br ₂
Inicial	1,25	0	0
Variación	$-x$	$+x$	$+x$
Equilibrio	$1,25 - x$	x	x

a) Concentraciones de equilibrio

La expresión de la constante es

$$K_c = \frac{[\text{CO}][\text{Br}_2]}{[\text{COBr}_2]} = \frac{x^2}{1,25 - x} = 0,205.$$

De aquí,

$$x^2 + 0,205x - 0,25625 = 0.$$

La raíz físicamente válida es

$$x = 0,414 \text{ M}.$$

Por tanto,

$$[\text{COBr}_2] = 1,25 - 0,414 = 0,836 \text{ M}$$

y

$$[\text{CO}] = [\text{Br}_2] = 0,414 \text{ M}.$$

b) Grado de disociación

El grado de disociación es la fracción de la concentración inicial que se descompone:

$$\alpha = \frac{x}{[\text{COBr}_2]_0} = \frac{0,414}{1,25} = 0,331.$$

Expresado en porcentaje,

$$\alpha = 33,1 \% \text{ (aproximadamente)}.$$