

ANDALUCÍA · PAU 2024 · EXTRAORDINARIA · SUPLENTE · SOLUCIÓN

Química

Desarrollo razonado de todas las opciones y apartados

Se resuelven todas las opciones del examen.

Ejercicio 1 · Opción A · Formulación y nomenclatura

- a) Óxido de platino(IV): PtO_2 .
- b) Perclorato de potasio: KClO_4 .
- c) Nitrobenzeno: $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$.
- d) HIO_3 : ácido yódico.
- e) HgSO_3 : sulfito de mercurio(II).
- f) $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$: pentan-2-ona.

Ejercicio 1 · Opción B · Termodinámica

 $\text{NaCl(s)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}), \Delta H^\circ = +1,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

- a) **Falsa.** ΔH° es positivo, así que la disolución es endotérmica.
- b) **Verdadera.** Al disolverse, la red cristalina se separa en iones móviles y aumenta la dispersión de la materia; ΔS es positiva.
- c) **Falsa.** $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$. Como $\Delta H > 0$ y $\Delta S > 0$, la espontaneidad depende de T; no ocurre a cualquier temperatura.

Ejercicio 1 · Opción C · Equilibrio $\text{H}_2/\text{I}_2/\text{HI}$

 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g}), V=10,0 \text{ L y } T=623 \text{ K}$. Sean n los moles iniciales de cada reactivo y x el avance. Como al equilibrio hay 2 mol de HI, $2x=2$ y $x=1 \text{ mol}$.El PDF local no muestra el dato de K_c ; el enunciado completo de la prueba indica $K_c=60$. Se usa ese valor para completar este apartado.

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{(2/10)^2}{((n-1)/10)^2} = 4/(n-1)^2 = 60.$$

 $n = 1 + \sqrt{4/60} = 1,258 \text{ mol de H}_2 \text{ y } 1,258 \text{ mol de I}_2$. Al equilibrio quedan 0,258 mol de cada gas y hay 2,000 mol de HI;
 $n_i = 2n = 2,516 \text{ mol}$.

a) Presión total.

$$P = n_i RT/V = 2,516 \cdot 0,082 \cdot 623/10 = 12,85 \text{ atm}.$$

b) $\Delta n(\text{g})=0$, por lo que $K_p = K_c = 60$. Ha reaccionado 1,000 mol de H_2 de los 1,258 iniciales:

$$\text{Porcentaje reaccionado} = 1/1,258 \cdot 100 = 79,5 \text{ \%}.$$

Ejercicio 2 · Opción A · Formulación y nomenclatura

- a) Hidróxido de cesio: **CsOH**.
- b) Permanganato de litio: **LiMnO₄**.
- c) Etanamida: **CH₃CONH₂**.
- d) (NH₄)₂S: sulfuro de amonio.
- e) PH₃: fosfano (fosfina).
- f) CH₂=CHCH₂CH=CH₂: penta-1,4-dieno.

Ejercicio 2 · Opción B · Configuración y propiedades periódicas

- a) El catión más estable del Na es Na⁺: tiene 10 electrones, igual que el **Ne** (isoelectrónico).
- b) El Ar tiene mayor energía de ionización que el P. Ambos están en el período 3 y la carga nuclear efectiva aumenta hacia la derecha.
- c) Cl⁻ presenta mayor radio que Cl: el electrón añadido aumenta la repulsión entre electrones sin cambiar la carga nuclear.

Ejercicio 2 · Opción C · Solubilidad del PbI₂

$\text{PbI}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^-$; $K_{\text{sp}} = 7,1 \cdot 10^{-9}$.

- a) Si s es la solubilidad molar, $[\text{Pb}^{2+}] = s$ y $[\text{I}^-] = 2s$:

$$K_{\text{sp}} = 4s^3; \quad s = (7,1 \cdot 10^{-9}/4)^{1/3} = \mathbf{1,21 \cdot 10^{-3} \text{ M}}; \quad [\text{I}^-] = \mathbf{2,42 \cdot 10^{-3} \text{ M}}.$$

- b) Tras mezclar, $V_i = 0,500 \text{ L}$. $[\text{I}^-] = 0,300 \cdot 2 \cdot 10^{-4} / 0,500 = 1,20 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ y $[\text{Pb}^{2+}] = 0,200 \cdot 3 \cdot 10^{-3} / 0,500 = 1,20 \cdot 10^{-3} \text{ M}$.

$$Q = [\text{Pb}^{2+}][\text{I}^-]^2 = 1,20 \cdot 10^{-3} (1,20 \cdot 10^{-4})^2 = 1,73 \cdot 10^{-11} < K_{\text{sp}}.$$

La mezcla queda insaturada: **no se forma precipitado**.

Ejercicio 3 · Opción B · Moléculas BF₃ y PF₃

- a) En BF₃, B es central con tres enlaces sencillos B-F; cada F conserva tres pares libres y B queda con seis electrones. En PF₃, P forma tres enlaces P-F y conserva un par libre; cada F tiene tres pares libres.
- b) BF₃ tiene tres regiones enlazantes y ningún par libre en B: geometría trigonal plana. PF₃ tiene tres enlaces y un par libre en P: geometría trigonal piramidal.
- c) BF₃ es apolar por simetría: los dipolos de enlace se cancelan. PF₃ es polar, porque la geometría piramidal impide que se cancelen.

Ejercicio 3 · Opción C · Disolución de KOH

La disolución industrial contiene 40 % en masa y tiene densidad $1,515 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$. Con $M(\text{KOH})=56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, cada litro contiene $1515 \cdot 0,40=606 \text{ g}$, es decir, **10,82 mol de KOH**.

a) Para $\text{pH}=13$ a 25°C , $\text{pOH}=1$ y $[\text{OH}^-]=0,100 \text{ M}$. Cinco litros requieren $0,500 \text{ mol}$:

$$V(\text{stock})=0,500/10,82=\mathbf{0,0462 \text{ L}=46,2 \text{ mL}}.$$

b) En $50,0 \text{ mL}$ de stock hay $10,82 \cdot 0,0500=0,541 \text{ mol KOH}$. La dilución a 250 mL no cambia los moles. $\text{KOH}+\text{HClO}_4 \rightarrow \text{KClO}_4+\text{H}_2\text{O}$, relación 1:1:

$$V(\text{HClO}_4 \text{ } 2,00 \text{ M})=0,541/2,00=\mathbf{0,271 \text{ L}=271 \text{ mL}}.$$

Ejercicio 4 · Opción B · Pila Al/Cu

La pila es $\text{Al(s)}|\text{Al}^{3+}(\text{aq})||\text{Cu}^{2+}(\text{aq})|\text{Cu(s)}$. Los potenciales estándar de la prueba completa son $E^\circ(\text{Al}^{3+}/\text{Al})=-1,66 \text{ V}$, $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu})=+0,34 \text{ V}$ y $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag})=+0,80 \text{ V}$.

a) El aluminio se oxida y es el ánodo: $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+}+3\text{e}^-$. El Cu^{2+} se reduce y es el cátodo: $\text{Cu}^{2+}+2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$. La reacción global ajustada es $2\text{Al}+3\text{Cu}^{2+} \rightarrow 2\text{Al}^{3+}+3\text{Cu}$.

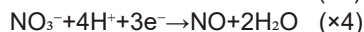
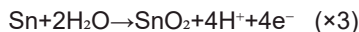
$$\text{b) } E^\circ_{\text{pila}}=E^\circ_{\text{cátodo}}-E^\circ_{\text{ánodo}}=0,34-(-1,66)=\mathbf{+2,00 \text{ V}}.$$

c) Si se usa Ag en vez de Al y se mantiene Cu como el otro electrodo, Ag^+/Ag tiene mayor potencial de reducción que Cu^{2+}/Cu . Ag sería el cátodo y Cu el ánodo: se invertiría el sentido de la pila original. Con disoluciones 1 M , la reacción espontánea $\text{Cu}+2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+}+2\text{Ag}$ tendría $E^\circ=+0,46 \text{ V}$.

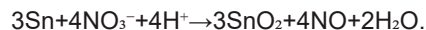
Ejercicio 4 · Opción C · Reacción redox del estaño

El Sn pasa de 0 a +4; el N del nitrato pasa de +5 a +2 en NO.

a) Semirreacciones en medio ácido:



Al sumar y simplificar:



La ecuación molecular es **$3\text{Sn} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{SnO}_2 + 4\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$** .

b) Con $P=785/760$ atm, $V=6,75$ L y $T=301,15$ K:

$$n(\text{NO}) = PV/RT = (785/760) \cdot 6,75 / (0,082 \cdot 301,15) = 0,2823 \text{ mol}.$$

La proporción Sn:NO es 3:4, de modo que $n(\text{Sn}) = \frac{3}{4} \cdot 0,2823 = 0,2118$ mol y $m(\text{Sn}) = 0,2118 \cdot 118,7 = 25,13$ g.

Riqueza en Sn = $25,13/50,0 \cdot 100 = \mathbf{50,3\%}$.

Ejercicio 5 · Equilibrio de solubilidad del BaSO_4

$\text{BaSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$. Hay disolución saturada y sólido sin disolver.

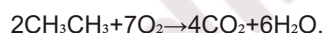
a) **Añadir 2 g de $\text{BaSO}_4(\text{s})$:** no cambia el equilibrio ni las concentraciones; la actividad de un sólido puro es constante y ya queda sólido presente.

b) **Añadir 1 g de BaCl_2 :** aumenta $[\text{Ba}^{2+}]$, ion común, y el equilibrio se desplaza a la izquierda; disminuye la solubilidad y precipita más BaSO_4 .

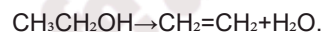
c) **Añadir 1 L de agua:** la dilución hace $Q_{\text{sp}} < K_{\text{sp}}$, por lo que se disuelve más BaSO_4 hasta recuperar la saturación (si queda sólido suficiente).

Ejercicio 6 · Reacciones orgánicas

a) Combustión completa del etano:



b) **Deshidratación del etanol** con H_2SO_4 concentrado y calor:



c) **Nitración del benceno:**

