

ANDALUCÍA · PAU 2022 · ORDINARIA · SUPLENTE · SOLUCIÓN

Química

Desarrollo razonado de todas las opciones y apartados

El examen permite elegir preguntas por bloques; se resuelven aquí todas las opciones.

Ejercicio 1 · Opción A · Formulación y nomenclatura

- a) El vanadio(V) tiene carga +5 y cada OH⁻, -1: **V(OH)₅**.
- b) Au³⁺ y CrO₄²⁻ se combinan en proporción 2:3: **Au₂(CrO₄)₃**.
- c) Benzoato de metilo: **C₆H₅COOCH₃**.
- d) Na₂CO₃: **carbonato de sodio**.
- e) CoH₂: **hidruro de cobalto(II)** (dihidruro de cobalto).
- f) CH₃CH₂CH₂CH(CH₃)CH₂OH: **2-metilpentan-1-ol**; se numera desde el extremo del grupo -OH.

Ejercicio 1 · Opción B · Iones y configuración electrónica

- a) **Verdadera**. Mn²⁺ tiene 25-2=23 electrones y Fe³⁺ tiene 26-3=23.
- b) **Verdadera**. Ambos poseen 23 electrones y la configuración **[Ar]3d⁵**.
- c) **Falsa**. Los isótopos deben tener el mismo número atómico. Mn tiene Z=25 y Fe, Z=26; son elementos distintos, aunque sus iones sean isoelectrónicos.

Ejercicio 2 · Opción A · Formulación y nomenclatura

- a) Ácido nítrico: **HNO₃**.
- b) Hidróxido de plomo(II): **Pb(OH)₂**.
- c) 2-cloropropanal: **CH₃CH(Cl)CHO**.
- d) Al₂O₃: **óxido de aluminio**.
- e) Au₂S: **sulfuro de oro(I)**.
- f) CH₃OCH₃: **metoximetano** (éter dimetílico).

Ejercicio 2 · Opción B · Propiedades periódicas

El elemento del grupo 2 y período 2 es Be; el primero del grupo 17 es F.

- a) Be: 1s². F: 1s²2s²2p⁵.
- b) Be tiene menor energía de ionización. En el mismo período, la carga nuclear efectiva aumenta hacia la derecha y cuesta más arrancar un electrón del F.
- c) Be tiene mayor radio: ambos están en el período 2, y el radio disminuye al avanzar de izquierda a derecha por el aumento de la atracción nuclear efectiva.

Ejercicio 3 · Equilibrio C/CO₂/CO

$C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2 CO(g)$, $K_c = 0,036$. En 2,00 L se introducen 1,00 g de C y 0,100 mol de CO₂. Sea x la cantidad de CO₂ que reacciona; se forman 2x mol de CO y se consumen x mol de C.

	C(s)	CO ₂ (g)	CO(g)
Inicial (mol)	1,00/12,01=0,0833	0,100	0
Variación (mol)	-x	-x	+2x
Equilibrio (mol)	0,0833-x	0,100-x	2x

El sólido no aparece en K_c . Dividiendo las cantidades gaseosas entre $V=2,00$ L:

$$K_c = \frac{[CO]^2}{[CO_2]} = \frac{(2x/V)^2}{(0,100-x)/V} = 2x^2/(0,100-x) = 0,036.$$

La raíz positiva de $2x^2 + 0,036x - 0,0036 = 0$ es $x = 0,03437$ mol; la otra raíz no es físicamente admisible.

a) $n(CO_2) = 0,100 - x = 0,06563$ mol; $n(CO) = 2x = 0,06874$ mol.

b) Presión total. $n_t = 0,06563 + 0,06874 = 0,13437$ mol y $T = 200 + 273,15 = 473,15$ K:

$$P = n_t RT / V = 0,13437 \cdot 0,08206 \cdot 473,15 / 2,00 = 2,61 \text{ atm.}$$

El carbono que no reacciona es $0,08326 - 0,03437 = 0,04889$ mol. Su masa es $0,04889 \cdot 12,01 = 0,587$ g.

Ejercicio 3 · Opción B · Estructuras y polaridad

a) BeF₂. Su estructura de Lewis es F-Be-F, con tres pares no enlazantes en cada F; el Be queda con octeto incompleto. En CH₃Cl, el C central forma cuatro enlaces sencillos C-H/C-Cl y el Cl tiene tres pares libres.

b) BeF₂ tiene dos regiones de enlace en torno al Be: geometría lineal, 180°. En CH₃Cl hay cuatro regiones enlazantes en torno al C: geometría tetraédrica.

c) BeF₂ es apolar: sus enlaces Be-F son polares, pero los dipolos iguales y opuestos se cancelan. CH₃Cl es polar, porque el dipolo C-Cl no queda compensado por los tres enlaces C-H.

Ejercicio 4 · Opción B · Isomería y reacciones

A es CH₂=C(CH₃)₂, 2-metilpropeno (C₄H₈).

a) Un isómero geométrico con la misma fórmula es el **but-2-eno**, que presenta formas cis y trans.

b) La hidratación en medio ácido sigue la orientación de Markovnikov: el -OH se incorpora al carbono más sustituido. Se obtiene **2-metilpropan-2-ol** (tert-butanol).

c) Un cicloalcano isómero es el **ciclobutano** (C₄H₈).

Ejercicio 6 · Electrólisis de sales fundidas

a) Níquel. En el cátodo se reduce el catión: $\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}$. Para depositar 25,0 g:

$$n(\text{Ni}) = 25,0 / 58,69 = 0,426 \text{ mol}; \quad Q = n \cdot 2F = 0,426 \cdot 2 \cdot 96485 = \mathbf{8,22 \cdot 10^4 \text{ C}}.$$

b) Cobre. La semirreacción es $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$. La carga que circula en 45 min es $Q = It = 10 \cdot (45 \cdot 60) = 27000 \text{ C}$.

Así, $n(\text{Cu}) = Q / (2F) = 27000 / (2 \cdot 96485) = 0,1399 \text{ mol}$. La masa molar deducida es:

$$M(\text{Cu}) = 8,89 / 0,1399 = \mathbf{63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}.$$

Ejercicio 8 · Ácido metanoico

$\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCOO}^-$. La masa molar de HCOOH es $46,03 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, así que la concentración inicial es $C_0 = 27,05 / 46,03 = \mathbf{0,5877 \text{ M}}$.

El $\text{pH} = 2$ da $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} = 0,0100 \text{ M}$. La contribución del agua, $[\text{OH}^-] = 10^{-12} \text{ M}$, es despreciable; por electroneutralidad $[\text{HCOO}^-] \approx 0,0100 \text{ M}$ y $[\text{HCOOH}] \approx 0,5877 - 0,0100 = 0,5777 \text{ M}$.

a) Grado de disociación: $\alpha = [\text{HCOO}^-] / C_0 = 0,0100 / 0,5877 = 0,0170 = \mathbf{1,70 \%}$.

$$K_a = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCOO}^-] / [\text{HCOOH}] = (0,0100)^2 / 0,5777 = \mathbf{1,73 \cdot 10^{-4}}.$$

b) Para $C_0 = 0,200 \text{ M}$, si $x = [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HCOO}^-]$, $K_a = x^2 / (0,200 - x)$. La raíz positiva da $x = 5,80 \cdot 10^{-3} \text{ M}$:

$$\text{pH} = -\log(5,80 \cdot 10^{-3}) = \mathbf{2,24}.$$

Ejercicio 10 · Producto de solubilidad del Ca(OH)_2

a) $\text{Ca(OH)}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$. En 200 mL hay 0,296 g, por lo que la solubilidad molar es:

$$s = (0,296/74,09)/0,200 = 1,997 \cdot 10^{-2} \text{ M}; [\text{Ca}^{2+}] = s, [\text{OH}^-] = 2s.$$

$$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 4s^3 = \mathbf{3,19 \cdot 10^{-6}}.$$

b) Al añadir $1,25 \cdot 10^{-3}$ mol de Ca^{2+} a 0,100 L, $[\text{Ca}^{2+}] = 0,0125$ M. Con $\text{pH} = 11$, $\text{pOH} = 3$ y $[\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-3}$ M.

$$Q = [\text{Ca}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 0,0125 \cdot (1,0 \cdot 10^{-3})^2 = 1,25 \cdot 10^{-8}.$$

Como $Q < K_{sp}$, la disolución está insaturada respecto al hidróxido: **no precipita Ca(OH)_2** .

Ejercicio 11 · Pilas y potenciales estándar

Usamos los potenciales estándar de reducción habituales a 25 °C: $\text{Mg}^{2+}/\text{Mg} = -2,37$ V, $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni} = -0,25$ V y $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu} = +0,34$ V.

a) En $\text{Mg} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Cu}$, el Mg se oxida y Cu^{2+} se reduce. $E^\circ_{\text{pila}} = E^\circ_{\text{cátodo}} - E^\circ_{\text{ánodo}} = 0,34 - (-2,37) = \mathbf{+2,71 \text{ V}}$; al ser positivo, la reacción es espontánea.

b) En la pila Cu/Ni, el cobre es el cátodo y el níquel el ánodo:

$$E^\circ_{\text{pila}} = 0,34 - (-0,25) = \mathbf{+0,59 \text{ V}}.$$

c) El oxidante más fuerte es el catión con mayor potencial de reducción: **Cu^{2+}** .

Ejercicio 12 · Cinética química

La reacción es $\text{A(g)} \rightarrow \text{B(g)}$ y es de segundo orden respecto a A.

a) La ley de velocidad es $\mathbf{v = k[A]^2}$.

b) Con $v = 0,020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ y $[\text{A}] = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$:

$$k = v/[\text{A}]^2 = 0,020/(0,10)^2 = \mathbf{2,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}.$$

c) Pueden cambiar la velocidad la concentración de reactivos (o presión parcial en gases), la temperatura y la presencia de un catalizador.