

ANDALUCÍA · PAU 2024 · EXTRAORDINARIA · TITULAR · 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) Sulfuro de plomo(II): **PbS**.
- b) Hidróxido de berilio: **Be(OH)₂**.
- c) Etanoato de metilo: **CH₃COOCH₃**.
- d) TiF₄: fluoruro de titanio(IV).
- e) Ni₃(PO₄)₂: fosfato de níquel(II).
- f) CH₃CH₂CH₂NH₂: butan-1-amina.

Ejercicio 1 · Opción B · Configuración y propiedades periódicas

A=Na (Z=11), B=S (Z=16) y C=Rb (Z=37).

- a) Na: [Ne]3s¹; pierde un electrón y forma Na⁺, por lo que su número de oxidación más probable es **+1**. S: [Ne]3s²3p⁴; gana dos electrones para completar el octeto, así que su número más probable es **-2**.
- b) **No**. Rb termina en 5s¹; su electrón más externo debe tener n=5, l=0, m_l=0 y m_s=±½. El conjunto propuesto tiene n=4: puede corresponder a un electrón interno 4s, pero no al más externo.
- c) Na y S están en el período 3 y el radio disminuye hacia la derecha; Rb está debajo de Na en el grupo 1 y tiene una capa más. Orden creciente: **S < Na < Rb**.

Ejercicio 2 · Opción A · Formulación y nomenclatura

- a) Peróxido de hidrógeno: **H₂O₂**.
- b) Arsenato de hierro(III): **FeAsO₄**.
- c) 2,2,4-trimetilpentano: CH₃C(CH₃)₂CH₂CH(CH₃)CH₃ (C₈H₁₈).
- d) O₃I₂: óxido de yodo(III), **I₂O₃**.
- e) Cr(OH)₃: hidróxido de cromo(III).
- f) CH₃CH₂CHO: propanal.

Ejercicio 2 · Opción B · Equilibrio del NH₄Br

NH₄Br(s) ⇌ NH₃(g) + HBr(g); la descomposición directa es endotérmica.

- a) Al añadir NH₃, producto, el equilibrio se desplaza a la izquierda; **aumenta la cantidad de NH₄Br(s)**.
- b) Al duplicar el volumen, las presiones parciales se reducen a la mitad y Q_p queda en un cuarto del valor de K_p. El sistema avanza hacia la derecha, genera más NH₃ y HBr y consume NH₄Br.
- c) Al subir la temperatura se favorece la reacción endotérmica directa; por tanto, **K(400 °C) > K(25 °C)**.

Ejercicio 3 · Equilibrio de disociación del PCl_5

$\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$. De los 0,100 mol iniciales se disocia el 48 %: reaccionan 0,0480 mol y quedan 0,0520 mol de PCl_5 . En 0,500 L, $[\text{PCl}_5] = 0,0520/0,500 = 0,104 \text{ M}$ y $[\text{PCl}_3] = [\text{Cl}_2] = 0,0480/0,500 = 0,0960 \text{ M}$.

a) $K_c = [\text{PCl}_3][\text{Cl}_2]/[\text{PCl}_5] = (0,0960)^2/0,104 = \mathbf{0,0886 \text{ M}}$.

$T = 525 + 273,15 = 798,15 \text{ K}$. El número total de moles en equilibrio es $0,0520 + 0,0480 + 0,0480 = 0,148 \text{ mol}$.

b) $P_t = n_i RT/V = 0,148 \cdot 0,082 \cdot 798,15/0,500 = \mathbf{19,4 \text{ atm}}$.

Como $\Delta n(\text{g}) = 1$, $K_p = K_c RT$:

$K_p = 0,0886 \cdot 0,082 \cdot 798,15 = \mathbf{5,80 \text{ atm}}$.

Ejercicio 3 · Opción B · Moléculas NCl_3 y BCl_3

a) NCl_3 tiene tres enlaces y un par libre en N: geometría piramidal, por lo que los dipolos N–Cl no se cancelan y la molécula es polar. BCl_3 es trigonal plana y simétrica; sus tres dipolos B–Cl se anulan, así que es apolar.

b) El modelo cualitativo «semejante disuelve a semejante» predice mayor afinidad de NCl_3 por el agua polar que de BCl_3 . NCl_3 es poco soluble en términos absolutos; BCl_3 , además de ser apolar, reacciona con el agua por hidrólisis en vez de permanecer como molécula disuelta.

c) NCl_3 tiene cuatro regiones electrónicas alrededor del N: $\mathbf{sp^3}$. BCl_3 tiene tres regiones alrededor del B: $\mathbf{sp^2}$.

Ejercicio 4 · Opción B · Tendencias periódicas

A=O (Z=8), B=F (Z=9), C=Mg (Z=12) y D=Ca (Z=20).

a) El más electronegativo es **F (B)**, situado a la derecha del período 2.

b) La menor energía de ionización corresponde a **Ca (D)**; al bajar en el grupo 2 aumenta el radio y disminuye la atracción sobre el electrón externo.

c) El oxígeno **O (A)** gana dos electrones y forma el anión estable O^{2-} .

Ejercicio 6 · Solubilidad del $\text{Mg}(\text{OH})_2$

$\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^-$. En la disolución saturada $[\text{OH}^-] = 2,88 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, así que la solubilidad molar es $s = [\text{Mg}^{2+}] = 1,44 \cdot 10^{-4} \text{ M}$.

a) $K_{sp} = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2$:

$K_{sp} = 1,44 \cdot 10^{-4} \cdot (2,88 \cdot 10^{-4})^2 = \mathbf{1,19 \cdot 10^{-11}}$.

b) En 0,500 L hay $n = sV = 1,44 \cdot 10^{-4} \cdot 0,500 = 7,20 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$. Con $M[\text{Mg}(\text{OH})_2] = 24,3 + 2(16+1) = 58,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$:

$m = 7,20 \cdot 10^{-5} \cdot 58,3 = \mathbf{4,20 \cdot 10^{-3} \text{ g}} \text{ (4,20 mg)}.$

Ejercicio 8 · Disolución de HCl y neutralización

a) Concentración de la disolución diluida. Los 25 mL de agua fuerte tienen una masa de $25 \cdot 1,09 = 27,25$ g. El HCl representa 25 %: $m = 6,8125$ g y $n = 6,8125/36,5 = 0,1866$ mol. Al diluir hasta 0,250 L:

$$C(\text{HCl}) = 0,1866/0,250 = \mathbf{0,747 \text{ M.}}$$

El HCl se disocia completamente: $[\text{H}_3\text{O}^+] \approx 0,747$ M y $\text{pH} = -\log(0,747) = \mathbf{0,127}$.

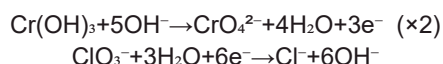
b) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$. En 20,0 mL hay $0,747 \cdot 0,0200 = 0,01494$ mol de HCl; se necesitan 0,00747 mol de $\text{Ca}(\text{OH})_2$. La disolución contiene $3,7/74 = 0,0500$ mol·L⁻¹:

$$V = 0,00747/0,0500 = \mathbf{0,149 \text{ L (149 mL).}}$$

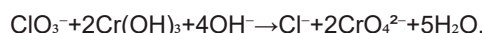
Ejercicio 10 · Ajuste redox del clorato

El Cl del clorato se reduce de +5 a -1; el Cr del hidróxido se oxida de +3 a +6.

a) Semirreacciones en medio básico:



Al sumar y simplificar:



La ecuación molecular es $\mathbf{\text{KClO}_3 + 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 4\text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}}$.

b) $n(\text{KClO}_3) = 0,0500 \cdot 0,55 = 0,0275$ mol; la proporción 1:2 exige $n(\text{Cr}(\text{OH})_3) = 0,0550$ mol. Con $M = 103$ g·mol⁻¹, son 5,665 g puros. Al 90 % de riqueza:

$$m(\text{muestra}) = 5,665/0,90 = \mathbf{6,30 \text{ g.}}$$

Ejercicio 11 · Espontaneidad y entropía

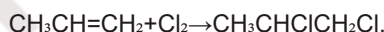
a) Falsa. Que $\Delta H < 0$ no basta para concluir espontaneidad; hay que considerar $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ y la temperatura.

b) Falsa. La espontaneidad exige ΔS del universo positiva, no necesariamente la variación de entropía del sistema. El sistema puede tener $\Delta S < 0$ si el entorno aumenta más.

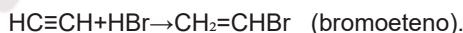
c) Verdadera. Al vaporizarse el agua, las moléculas pasan del líquido al gas, con mayor libertad y número de estados accesibles; aumenta la entropía.

Ejercicio 12 · Reacciones orgánicas

a) Adición de cloro al propeno:



b) Adición de un equivalente de HBr al etino:



c) Hidrogenación del but-2-eno:

