

ANDALUCÍA · PAU 2024 · ORDINARIA · SUPLENTE · SOLUCIÓN

Química

Desarrollo razonado de todas las opciones y apartados

Se resuelven todas las cuestiones del examen, incluidas ambas opciones.

Ejercicio 1 · Opción A · Formulación y nomenclatura

- a) Fluoruro de estroncio: SrF_2 .
- b) Sulfito de amonio: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$.
- c) But-3-en-1-ol: $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$.
- d) Mn_2O_7 : óxido de manganeso(VII).
- e) HClO_2 : ácido cloroso.
- f) $(\text{CH}_3)_3\text{N}$: trimetilamina.

Ejercicio 1 · Opción B · Números cuánticos y radio atómico

- a) $(2, 0, 3, -\frac{1}{2})$ no es posible: si $l=0$, necesariamente $m_l=0$. El conjunto $(3, 1, -1, -\frac{1}{2})$ sí es válido porque $l=1$ admite $m_l=-1, 0$ o $+1$.
- b) X ($Z=20$) es Ca: $[\text{Ar}]4s^2$. Y ($Z=25$) es Mn: $[\text{Ar}]3d^54s^2$.
- c) Ambos están en el período 4. El radio disminuye al avanzar por el período; Ca está más a la izquierda que Mn. Por tanto, $r(\text{X}) > r(\text{Y})$.

Ejercicio 2 · Opción A · Formulación y nomenclatura

- a) Óxido de plomo(II): PbO .
- b) Ácido bórico: H_3BO_3 .
- c) o-Bromofenol: **o-BrC₆H₄OH** (2-bromofenol).
- d) K_2O_2 : peróxido de potasio.
- e) $\text{Mg}(\text{HSO}_4)_2$: hidrogenosulfato de magnesio.
- f) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$: etoxietano (éter dietílico).

Ejercicio 2 · Opción B · Cinética química

Para $2\text{A} + \text{B} \rightarrow 3\text{C}$, los órdenes parciales dados conducen a $v = k[\text{A}]^2[\text{B}]$.

- a) Orden total: $2+1=3$.
- b) La velocidad se mide en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$. Como $v = k \cdot (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})^3$, las unidades de k son $\text{L}^2 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.
- c) Al subir la temperatura a volumen constante, las concentraciones no cambian, pero aumenta k (Arrhenius) al crecer la fracción de choques con energía suficiente. La velocidad **aumenta**.

Ejercicio 3 · Equilibrio de descomposición del CaCO_3

$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$. Los sólidos no entran en las expresiones; al ser el único gas, $p(\text{CO}_2) = P_{\text{total}} = 0,236 \text{ atm}$.

a) $K_p = p(\text{CO}_2) = \mathbf{0,236 \text{ atm}}$. A 800°C , $T = 1073,15 \text{ K}$:

$$K_c = [\text{CO}_2] = p/(RT) = 0,236 / (0,08206 \cdot 1073,15) = \mathbf{2,68 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}.$$

b) $n(\text{CO}_2) = PV/(RT) = 0,236 \cdot 2,00 / (0,08206 \cdot 1073,15) = 5,36 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$. Esa es también la cantidad de CaCO_3 descompuesta y de CaO formada.

Partiendo de $2,00 \text{ g}$ de CaCO_3 ($M = 100,09 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$):

$$m(\text{CaCO}_3 \text{ restante}) = 2,00 - (5,36 \cdot 10^{-3})(100,09) = \mathbf{1,46 \text{ g}}; \quad m(\text{CaO}) = (5,36 \cdot 10^{-3})(56,08) = \mathbf{0,301 \text{ g}}.$$

Ejercicio 3 · Opción B · Enlace y geometría molecular

a) **Falsa**. Una molécula puede ser apolar aunque contenga enlaces polares si la geometría cancela sus dipolos; por ejemplo, CO_2 .

b) **Falsa**. En un metal hay cationes (o núcleos positivos) en la red y electrones deslocalizados; no existe una red de aniones fijos como en un sólido iónico.

c) **Verdadera**. BCl_3 tiene tres pares enlazantes y ningún par libre en el boro: geometría trigonal plana.

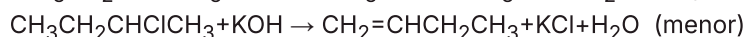
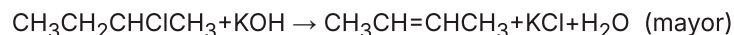
Ejercicio 4 · Opción B · Reacciones orgánicas

a) Esterificación:

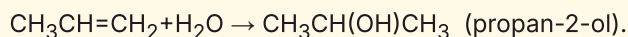


Se forma propanoato de metilo y agua.

b) Eliminación (deshidrohalogenación): con KOH alcohólico, el producto mayoritario es but-2-eno, más sustituido; también puede formarse una cantidad menor de but-1-eno.



c) Hidratación ácido-catalizada:



Ejercicio 6 · Termoquímica

$4 \text{NH}_3(\text{g}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 6 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2 \text{N}_2(\text{g})$. Tomando $\Delta H_f^\circ[\text{NH}_3(\text{g})] = -45,90 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\Delta H_f^\circ[\text{H}_2\text{O}(\text{l})] = -285,83 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ y cero para los elementos en su estado estándar:

a) $\Delta H^\circ = 6(-285,83) - 4(-45,90) = -1531,4 \text{ kJ}$.

b) A 25°C , $\Delta n_g = 2 - (4 + 3) = -5$. Con $\Delta U = \Delta H - \Delta n_g RT$:

$$\Delta U = -1531,4 - (-5)(8,314 \cdot 298,15/1000) = -1519,0 \text{ kJ}.$$

Ejercicio 8 · Disolución de $\text{Ca}(\text{OH})_2$

$M[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 74,09 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. Al disolver $0,200 \text{ g}$ hasta $0,250 \text{ L}$: $C = 0,200/(74,09 \cdot 0,250) = 0,01080 \text{ M}$. Se considera disociación completa: $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$.

a) $[\text{OH}^-] = 2C = 0,02159 \text{ M}$; $\text{pOH} = -\log(0,02159) = 1,666$.

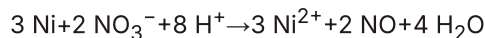
$$\text{pH} = 14,00 - 1,666 = 12,334.$$

b) Al diluir 15 mL hasta 100 mL , $[\text{OH}^-]_{\text{final}} = 0,02159 \cdot 15/100 = 0,003239 \text{ M}$.

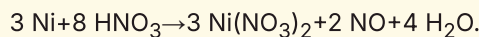
$$\text{pH} = 14,00 - [-\log(0,003239)] = 11,510.$$

Ejercicio 10 · Ajuste redox del níquel con HNO_3

a) El Ni se oxida: $\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^-$. El nitrato se reduce: $\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$. Igualamos electrones y sumamos:



Al pasar a la ecuación molecular, los 8 nitratos aportados por el ácido forman 3 $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ y 2 NO:



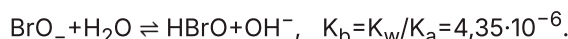
b) La disolución comercial pesa $1,00 \cdot 1,42 = 1,42$ g; contiene $0,70 \cdot 1,42 = 0,994$ g de HNO_3 , es decir, $0,994/63,01 = 0,01578$ mol. Por la proporción 8 mol HNO_3 :3 mol Ni:

$$m(\text{Ni}) = (3/8)(0,01578)(58,69) = \mathbf{0,347 \text{ g}}.$$

Ejercicio 11 · Ácido, básico o neutro

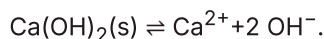
a) **Básico.** El amoníaco capta protones del agua: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ ($K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$); se generan iones OH^- .

b) **Básico.** $\text{NaBrO} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{BrO}^-$. Na^+ no hidroliza; BrO^- , base conjugada del ácido débil HBrO , reacciona:



c) **Básico.** $n(\text{HCl}) = 0,100 \cdot 0,2 = 0,020$ mol y $n(\text{NaOH}) = 0,150 \cdot 0,2 = 0,030$ mol. Tras neutralizar, sobran 0,010 mol de OH^- en 0,250 L: $[\text{OH}^-] = 0,040$ M; $\text{pH} \approx \mathbf{12,60}$.

Ejercicio 12 · Producto de solubilidad



a) En agua pura, si s es la solubilidad molar, $[\text{Ca}^{2+}] = s$ y $[\text{OH}^-] = 2s$. Por tanto, $K_{sp} = s(2s)^2 = 4s^3$.

b) Añadir CaCl_2 aumenta $[\text{Ca}^{2+}]$ (ión común); el equilibrio se desplaza hacia el sólido y la solubilidad **disminuye**.

c) Añadir NaOH aumenta $[\text{OH}^-]$ y también desplaza el equilibrio hacia el sólido, pero a temperatura fija K_{sp} **no cambia**; cambian las concentraciones de equilibrio y la solubilidad.