

ANDALUCÍA · PAU 2021 · ORDINARIA · SUPLENTE · SOLUCIÓN

Química

Desarrollo razonado de todas las opciones y apartados

Se resuelven los bloques A, B y C completos para que puedas consultar cualquier pregunta de la convocatoria.

Ejercicio 1 · Bloque A · Formulación y nomenclatura

- a) Ácido hipocloroso: HClO .
- b) Sulfuro de cadmio: CdS .
- c) Permanganato de potasio: KMnO_4 .
- d) Ag_2O : óxido de plata(I).
- e) $\text{Al}(\text{OH})_3$: hidróxido de aluminio.
- f) PbCrO_4 : cromato de plomo(II).

Ejercicio 1 · Bloque B · Estructura electrónica

- a) **Falsa**. Por el principio de exclusión de Pauli, dos electrones de un mismo orbital tienen espines opuestos: $m_s = +\frac{1}{2}$ y $m_s = -\frac{1}{2}$.
- b) **Falsa**. El oxígeno tiene configuración $1s^2 2s^2 2p^4$. Según la regla de Hund, quedan dos electrones desapareados en los orbitales $2p$.
- c) **Verdadera**. Los halógenos terminan en $ns^2 np^5$; en el subnivel p queda un electrón desapareado.

Ejercicio 1 · Bloque C · Equilibrio del NOCl

$2 \text{NOCl(g)} \rightleftharpoons 2 \text{NO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)}$. La presión total es 1 atm y $P(\text{NOCl}) = 0,64$ atm. Por tanto, la presión total de los productos es 0,36 atm. La estequiometría hace que $P(\text{NO}):P(\text{Cl}_2) = 2:1$.

- a) $P(\text{NO}) = 2/3 \cdot 0,36 = 0,24$ atm; $P(\text{Cl}_2) = 1/3 \cdot 0,36 = 0,12$ atm.

b)

$$K_p = [P(\text{NO})^2 P(\text{Cl}_2)] / P(\text{NOCl})^2 = (0,24^2 \cdot 0,12) / (0,64^2) = 0,016875 \text{ atm.}$$

$\Delta n(g) = 1$, así que $K_p = K_c RT$. A 240°C , $T = 513,15 \text{ K}$:

$$K_c = 0,016875 / (0,082 \cdot 513,15) = 4,01 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

Ejercicio 2 · Bloque A · Formulación y nomenclatura

- a) Nitrito de sodio: NaNO_2 .
- b) Hidróxido de cobalto(II): $\text{Co}(\text{OH})_2$.
- c) Metanol: CH_3OH .
- d) KBr : bromuro de potasio.
- e) H_3BO_3 : ácido bórico.
- f) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$: ácido butanoico.

Ejercicio 2 · Bloque B · Cinética química

Para $2\text{NO(g)} + 2\text{H}_2\text{(g)} \rightarrow \text{N}_2\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O(g)}$, la ley experimental es $v = k[\text{NO}]^2[\text{H}_2]$.

a) Orden parcial respecto de NO: 2; respecto de H₂: 1. Orden total: 3.

b) Sustituimos $k = 6,0 \cdot 10^4 \text{ L}^2 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $[\text{NO}] = 0,015 \text{ M}$ y $[\text{H}_2] = 0,035 \text{ M}$:

$$v = 6,0 \cdot 10^4 (0,015)^2 (0,035) = \mathbf{0,4725 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}.$$

c) Si aumenta la presión al comprimir el recipiente manteniendo la temperatura, suben las concentraciones de los gases; como la velocidad depende de $[\text{NO}]^2[\text{H}_2]$, la velocidad aumenta. Añadir gas inerte a volumen constante no produciría ese aumento de concentraciones.

Ejercicio 2 · Bloque C · Solubilidad de Hg₂Cl₂

Dato del enunciado completo: $K_{\text{sp}}(\text{Hg}_2\text{Cl}_2) = 1,2 \cdot 10^{-18}$. Para $\text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Hg}_2^{2+} + 2\text{Cl}^-$, si la solubilidad molar es s , entonces $[\text{Hg}_2^{2+}] = s$, $[\text{Cl}^-] = 2s$ y $K_{\text{sp}} = 4s^3$.

a) $s = (1,2 \cdot 10^{-18}/4)^{1/3} = \mathbf{6,69 \cdot 10^{-7} \text{ M}}$; así, $[\text{Hg}_2^{2+}] = 6,69 \cdot 10^{-7} \text{ M}$ y $[\text{Cl}^-] = \mathbf{1,34 \cdot 10^{-6} \text{ M}}$.

b) Tras mezclar, $V = 30 \text{ mL}$. $[\text{Hg}_2^{2+}] = 0,010 \cdot 25/30 = 8,33 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ y $[\text{Cl}^-] = 0,002 \cdot 5/30 = 3,33 \cdot 10^{-4} \text{ M}$.

$$Q = [\text{Hg}_2^{2+}][\text{Cl}^-]^2 = (8,33 \cdot 10^{-3})(3,33 \cdot 10^{-4})^2 = 9,26 \cdot 10^{-10}.$$

Como $Q \gg K_{\text{sp}}$, **sí se forma precipitado** de Hg₂Cl₂.

Ejercicio 3 · Bloque B · Fuerzas intermoleculares y ebullición

a) **HF o HCl**: HF hierve a mayor temperatura porque forma puentes de hidrógeno; HCl presenta interacciones dipolo-dipolo y de dispersión más débiles.

b) **Br₂ o H₂**: Br₂ tiene mayor punto de ebullición por su mayor tamaño y polarizabilidad, que refuerzan las fuerzas de London.

c) **CH₄ o CH₃CH₃**: el etano (CH₃CH₃) hierve a mayor temperatura que el metano, pues su nube electrónica es más extensa y sus fuerzas de dispersión son mayores.

Ejercicio 3 · Bloque C · Preparación y neutralización de NaOH

a) pH=11,5 implica pOH=14–11,5=2,5 y $[\text{OH}^-] = 10^{-2,5} = 3,162 \cdot 10^{-3} \text{ M}$. En 0,500 L:

$$n(\text{OH}^-) = 3,162 \cdot 10^{-3} \cdot 0,500 = 1,581 \cdot 10^{-3} \text{ mol}.$$

$$m(\text{NaOH}) = n \cdot 40,0 = \mathbf{0,0632 \text{ g}}.$$

b) La disolución comercial contiene $1,175 \cdot 1000 \cdot 0,352 = 413,6 \text{ g}$ de HCl por litro. Con $M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, su concentración es 11,33 M. Neutralización 1:1: $V = 0,001581/11,33 = 1,395 \cdot 10^{-4} \text{ L}$.

Se necesitan aproximadamente **0,140 mL** de HCl comercial.

Ejercicio 4 · Bloque B · Reacciones de alquenos

El alqueno de partida es but-2-eno, $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$.

a) **Producto monoclorado**: adición de HCl al doble enlace:



b) **Producto con enlaces de hidrógeno**: hidratación ácida:

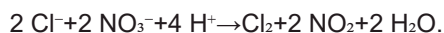


c) **Producto sin isomería óptica**: hidrogenación catalítica:

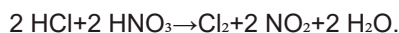


Ejercicio 4 · Bloque C · Obtención de dicloro y rendimiento

a) Ajuste ion-electrón en medio ácido. Oxidación: $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$. Reducción: $2 \text{NO}_3^- + 4 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{NO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$. Sumamos ambas semirreacciones:



La ecuación molecular equivalente es:



b) Rendimiento. $n(\text{HCl}) = 0,500 \cdot 2 = 1,00 \text{ mol}$; la estequiometría da $n_{\text{teor}}(\text{Cl}_2) = 1/2 = 0,500 \text{ mol}$. El rendimiento real corresponde a:

$$n_{\text{real}} = PV/RT = 1 \cdot 9,78 / (0,082 \cdot 298,15) = 0,4000 \text{ mol}.$$

$$\text{Rendimiento} = (0,4000 / 0,500) \cdot 100 = \mathbf{80,0 \%}.$$

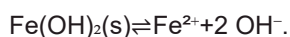
Ejercicio 5 · Bloque B · Ácido-base

a) Sí. NH_3 acepta un protón del agua y actúa como base de Brønsted-Lowry: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$.

b) Sí, el acetato de sodio da una disolución básica. El ion acetato es la base conjugada de un ácido débil y se hidroliza: $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$; por ello $\text{pH} > 7$.

c) La base conjugada de HCO_3^- se obtiene al perder H^+ : CO_3^{2-} .

Ejercicio 6 · Bloque B · Efecto de cambios en la solubilidad



a) Añadir FeCl_2 : aumenta $[\text{Fe}^{2+}]$, ion común; el equilibrio se desplaza hacia el sólido y disminuye la solubilidad.

b) Aumentar el pH: aumenta $[\text{OH}^-]$; el equilibrio también se desplaza hacia el sólido y disminuye la solubilidad.

c) Añadir agua: no cambia el valor intrínseco de la solubilidad a temperatura fija. La disolución queda momentáneamente insaturada y, si queda sólido en el recipiente, se disuelve más hasta volver a saturarse.