

ANDALUCÍA · PAU 2024 · EXTRAORDINARIA · RESERVA B · 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 molibdeno(IV): **MoO₂**.
- b) Sulfato de manganeso(II): **MnSO₄**.
- c) Penta-1,3-dieno: **CH₂=CH-CH=CH-CH₃**.
- d) Al(OH)₃: hidróxido de aluminio.
- e) HClO₄: ácido perclórico.
- f) CH₃CH(OH)COOH: ácido 2-hidroxipropanoico (láctico).

Ejercicio 1 · Opción B · Isótopo de cadmio

Para el átomo neutro ¹¹²₄₈Cd: protones=48, electrones=48 y neutrones=A-Z=112-48=64.

Su configuración es [Kr]4d¹⁰5s². El electrón diferenciador completa 4d; con el orden habitual m_l=-2,-1,0,+1,+2 y después apareamiento, una asignación posible es (4,2,+2,-½).

El ion más estable es Cd²⁺, que pierde los dos electrones 5s y queda con configuración [Kr]4d¹⁰.

Ejercicio 2 · Opción A · Formulación y nomenclatura

- a) Fluoruro de plata: **AgF**.
- b) Ácido nitroso: **HNO₂**.
- c) p-metilfenol: **4-metilfenol** (p-cresol).
- d) O₇Cl₂: **Cl₂O₇**, heptóxido de dicloro.
- e) Ca(HCO₃)₂: hidrogenocarbonato de calcio.
- f) CH₃OCH₂CH₃: **metoxietano**.

Ejercicio 2 · Opción B · He y Li⁺

- a) **Falsa**. El número atómico de Li⁺ sigue siendo 3; el de He es 2. La ionización cambia electrones, no protones.
- b) **Falsa**. Los isótopos deben tener el mismo Z. Li y He son elementos distintos.
- c) **Verdadera**. Li⁺ tiene 3-1=2 electrones, igual que el átomo neutro de He.

Ejercicio 3 · Equilibrio de obtención de cloro

$4 \text{HCl(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2 \text{Cl}_2\text{(g)} + 2 \text{H}_2\text{O(g)}$, $T=390^\circ\text{C}=663,15 \text{ K}$. Las cantidades iniciales son $n_0(\text{HCl})=32,85/36,46=0,9010 \text{ mol}$ y $n_0(\text{O}_2)=38,40/32,00=1,200 \text{ mol}$.

La presión parcial de Cl_2 permite calcular $n(\text{Cl}_2)_{\text{eq}}=pV/(RT)=2,175 \cdot 10/(0,08206 \cdot 663,15)=0,3997 \text{ mol}$. Si el avance es ξ , $n(\text{Cl}_2)=2\xi$; por tanto $\xi=0,19985 \text{ mol}$.

Gas	HCl	O ₂	Cl ₂	H ₂ O
$n_0 \text{ (mol)}$	0,9010	1,200	0	0
Variación	-4 ξ	- ξ	+2 ξ	+2 ξ
$n_{\text{eq}} \text{ (mol)}$	0,1016	1,0002	0,3997	0,3997

a) En el recipiente de 10,0 L:

$$[\text{HCl}]=0,01016 \text{ M}; [\text{O}_2]=0,1000 \text{ M}; [\text{Cl}_2]=[\text{H}_2\text{O}]=0,03997 \text{ M}.$$

b) Se sustituyen las concentraciones en la expresión de equilibrio:

$$K_c=[\text{Cl}_2]^2[\text{H}_2\text{O}]^2/([\text{HCl}]^4[\text{O}_2])=2,39 \cdot 10^3 \text{ M}^{-1}.$$

$\Delta n(g)=4-5=-1$; por eso $K_p=K_c(RT)^{-1}$:

$$K_p=2,39 \cdot 10^3/(0,08206 \cdot 663,15)=43,9 \text{ atm}^{-1}.$$

Ejercicio 3 · Opción B · Enlace y propiedades

a) KCl es iónico (K^+ y Cl^-); Cl_2 es una molécula covalente apolar.

b) Cl_2 tiene menor punto de fusión: sus moléculas se atraen débilmente mediante fuerzas de dispersión, mientras KCl forma una red iónica.

c) KCl es más soluble en agua, cuyas moléculas polares hidratan K^+ y Cl^- . Cl_2 tiene solubilidad limitada y parte reacciona con agua.

Ejercicio 4 · Opción B · Ácido-base

a) HCO_3^- es anfótero: puede aceptar H^+ para formar H_2CO_3 o cederlo para formar CO_3^{2-} .

b) El ácido conjugado de HPO_4^{2-} se obtiene añadiendo un protón: H_2PO_4^- .

c) La disolución 0,5 M de NH_4Cl tiene el pH más bajo. NH_4^+ es ácido conjugado de la base débil NH_3 y produce H_3O^+ ; KCl procede de ácido y base fuertes y da una disolución aproximadamente neutra.

Ejercicio 6 · Solubilidad y precipitación de BaF_2

$\text{BaF}_2\text{(s)} \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + 2\text{F}^-$; $K_{\text{sp}}=1,7 \cdot 10^{-6}$.

a) En agua pura, $K_{\text{sp}}=4s^3$, así que $s=(K_{\text{sp}}/4)^{1/3}=7,52 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Con $M(\text{BaF}_2)=175,32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$:

$$s=1,32 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}.$$

b) Justo al iniciar la precipitación, $Q_{\text{sp}}=K_{\text{sp}}$ y $[\text{Ba}^{2+}]=0,0050 \text{ M}$:

$$[\text{F}^-]_{\text{min}}=\sqrt{(K_{\text{sp}}/[\text{Ba}^{2+}])}=\sqrt{(1,7 \cdot 10^{-6}/0,0050)}=0,01844 \text{ M}.$$

En 0,100 L se necesitan 0,001844 mol de F^- , la misma cantidad de NaF. Con $M(\text{NaF})=41,99 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$:

$$m(\text{NaF})=0,0774 \text{ g}.$$

Ejercicio 8 · Disolución de HCl y neutralización

a) Concentración. Los 2,00 mL de disolución comercial tienen una masa de $2,00 \cdot 1,383 = 2,766$ g. Al 33,0 % en masa contienen 0,9128 g de HCl, es decir, $0,9128/36,46 = 0,02504$ mol. Al diluir hasta 250 mL:

$$C(\text{HCl}) = 0,02504/0,250 = \mathbf{0,1001 \text{ M}}.$$

El HCl es ácido fuerte, por lo que $[\text{H}_3\text{O}^+] \approx 0,1001$ M y $\text{pH} = -\log(0,1001) = \mathbf{1,00}$.

b) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$. En 100 mL de la disolución hay $0,1001 \cdot 0,100 = 0,01001$ mol de HCl; se requieren 0,005007 mol de $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

$$V = 0,005007/0,0200 = \mathbf{0,250 \text{ L (250 mL)}}.$$

Ejercicio 10 · Electrólisis de CaCl_2

En el cátodo: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ca}$. En el ánodo: $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$. La carga que pasa es $Q = It = 0,50 \cdot (30 \cdot 60) = 900$ C.

a) Por cada mol de Ca depositado se necesitan 2F:

$$n(\text{Ca}) = 900/(2 \cdot 96485) = 0,004664 \text{ mol}; \quad m(\text{Ca}) = 0,004664 \cdot 40,08 = \mathbf{0,187 \text{ g}}.$$

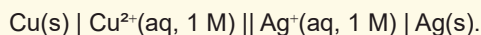
b) Se forma la misma cantidad de Cl_2 : 0,004664 mol. A 25 °C y 740 mmHg (0,9737 atm):

$$V = nRT/P = 0,004664 \cdot 0,08206 \cdot 298,15/0,9737 = \mathbf{0,117 \text{ L}}.$$

Ejercicio 11 · Pila Cu/Ag

Los potenciales estándar son $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag})=+0,80 \text{ V}$ y $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu})=+0,34 \text{ V}$. El electrodo con mayor potencial de reducción es el cátodo: **Ag**; el cobre se oxida en el ánodo.

b) La notación, con el ánodo a la izquierda, es:



Los electrones circulan por el conductor externo desde el electrodo de **cobre hacia el de plata**.

c) $E^\circ_{\text{pila}} = E^\circ_{\text{cátodo}} - E^\circ_{\text{ánodo}} = 0,80 - 0,34 = \mathbf{+0,46 \text{ V}}$.

Ejercicio 12 · Estructura e hidrogenación de un alqueno

La molécula es $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$ (but-1-eno).

a) Los carbonos del doble enlace tienen geometría trigonal plana e hibridación sp^2 ; los carbonos saturados, geometría tetraédrica y hibridación sp^3 . De C1 a C4: **sp^2 , sp^2 , sp^3 , sp^3** .

b) Un isómero de cadena es el 2-metilpropeno: **$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)_2$** .

c) La hidrogenación añade H_2 al doble enlace:

