

	UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID PRUEBA DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD Curso 2026-2027 MATERIA: QUÍMICA	Modelo 2027
--	--	------------------------------

INSTRUCCIONES GENERALES Y CALIFICACIÓN

Después de leer atentamente el examen, responda **5 preguntas** de la siguiente forma:

- Responda a la pregunta 1 (sin optatividad).
- Responda a una pregunta a elegir entre las preguntas: 2A y 2B.
- Responda a una pregunta a elegir entre las preguntas: 3A y 3B.
- Responda a una pregunta a elegir entre las preguntas: 4A y 4B.
- Responda a una pregunta a elegir entre las preguntas: 5A y 5B.

TIEMPO Y CALIFICACIÓN: 90 minutos. Cada pregunta tiene una calificación máxima de 2 puntos.

1) Se están desarrollando nuevos combustibles para automóviles basados en compuestos orgánicos sencillos, con el objetivo de encontrar uno que libere una cantidad considerable de energía durante la combustión, pero que también sea respetuoso con el medio ambiente, es decir, que produzca la menor cantidad de CO_2 por mol de combustible quemado.

Suponga que ha sido contratado como asesor químico para evaluar distintas alternativas de combustibles. Se le presentan dos posibles compuestos: etano (C_2H_6) y metanol (CH_3OH), y se sabe que, en el caso del etano, solo puede aprovecharse eficazmente el 75,0 % de la energía liberada en su combustión.

- a) (1 punto) Escriba ajustadas las reacciones de combustión del etano y del metanol. A partir de los datos de energía de enlace se puede estimar el calor de combustión, asumiendo que ambas reacciones transcurren en fase gaseosa. Calcule el valor aproximado de la entalpía estándar de combustión (ΔH_r°) para cada combustible.
- b) (1 punto) Elija cuál de los dos combustibles resulta más adecuado, primero desde el punto de vista energético (mayor energía liberada por mol de combustible quemado), y después desde el punto de vista ecológico (respetuoso con el medio ambiente), justificando la decisión a partir de los cálculos realizados en el apartado a).

Tabla. Energías de enlace

Enlace	C-H	C-C	C-O	O-H	O=O	C=O
Energía ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)	412	348	358	463	498	799

2A) Un laboratorio químico estudia los elementos metálicos litio, sodio y potasio con el fin de evaluar sus propiedades.

- a) (1 punto) Para cada metal, escriba la configuración electrónica en el estado fundamental e indique los números cuánticos correspondientes a su electrón más externo.
- b) (1 punto) Se hace incidir un haz de luz monocromática cuyos fotones poseen una energía de 2,5 eV sobre cada uno de los elementos metálicos del enunciado: i) Explique en qué consiste el efecto fotoeléctrico. ii) Justifique cuáles de estos metales producirán efecto fotoeléctrico al ser irradiados con dicha luz, teniendo en cuenta los valores de energía mínima de extracción del electrón, E_0 .

Datos. $E_0(\text{eV})$: K = 2,3; Li = 2,7; Na = 2,9.

2B) Considere las sustancias: BaF_2 , BF_3 y CH_3OH .

- a) (1 punto) Escriba la estructura de Lewis de las moléculas BF_3 y CH_3OH , e indique la hibridación de los átomos de B y C.
- b) (1 punto) Ordene las sustancias BaF_2 , BF_3 y CH_3OH de mayor a menor temperatura de fusión. Justifique el orden establecido explicando el tipo de enlace y las interacciones intermoleculares presentes.

3A) Responda a las siguientes cuestiones:

- a) (0,5 puntos) Escriba la fórmula semidesarrollada de los siguientes compuestos: i) 3-etil-2-metilhexa-1,3-dien-5-ino; ii) 2-metilprop-2-enal; iii) 1-hidroxipropan-2-ona
- b) (0,5 puntos) Formule la reacción que permite obtener butan-2-ol como único producto a partir del alqueno correspondiente. Nombre el alqueno e indique el tipo de reacción.
- c) (1 punto) Escriba la reacción de polimerización del propeno, nombre el producto, escriba la sigla que lo representa, indique el tipo de reacción de polimerización y justifique si el monómero presenta isomería geométrica.

3B) Responda a las siguientes cuestiones:

- a) (0,5 puntos) Escriba la fórmula semidesarrollada de propanamida y aminopropanona. Indique si son isómeros y, en su caso, identifique el tipo y justifíquelo.
- b) (1 punto) Al hacer reaccionar pentan-2-ol con ácido sulfúrico concentrado y calor, pueden obtenerse distintos productos. Escriba la reacción indicando el tipo de reacción, los productos formados, nómbrelos y represente los isómeros geométricos que puedan generarse, identificando cada uno. Indique cuál es el producto mayoritario en caso de que exista y la regla que determina su formación.
- c) (0,5 puntos) Calcule la concentración inicial de metilamina en una disolución acuosa de pH = 12,4 a 25 °C. Dato. A 25 °C, $K_b(\text{metilamina}) = 4,4 \times 10^{-4}$.

4A) En un laboratorio químico se lleva a cabo la síntesis del amoníaco mediante el proceso de Haber-Bosch, según la siguiente ecuación:



A 400 °C se mezclan inicialmente 1,00 mol de N_2 y 3,00 mol de H_2 en un recipiente de 1,00 L. Se mide la concentración de amoníaco en función del tiempo hasta que se alcanza el equilibrio, obteniéndose los siguientes datos:

tiempo (s)	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0	35,0	65,0	100,0	140,0
$[\text{NH}_3]$ (mol·L ⁻¹)	0,00	0,11	0,22	0,33	0,44	0,70	0,92	0,92	0,92

- a) (1 punto) Calcule K_c teniendo en cuenta que, en el equilibrio, la concentración de NH_3 es 0,92 mol·L⁻¹.
- b) (1 punto) Escriba la ecuación de velocidad considerando que fuese un proceso elemental. Teniendo en cuenta la definición de velocidad de reacción, calcule la velocidad de reacción inicial utilizando los valores de concentración de NH_3 en el primer intervalo de tiempo [0,0 – 5,0 s] y, a partir de esta, calcule la constante de velocidad.

4B) El fosgeno es un compuesto químico industrial utilizado para fabricar plásticos y pesticidas. La reacción de formación del fosgeno es: $\text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COCl}_2(\text{g})$. Se introducen inicialmente 0,0200 mol de CO y 0,0100 mol de Cl_2 en un reactor, y al alcanzar el equilibrio a 873 K y 0,92 atm, se observa que la presión parcial de fosgeno es de 0,35 atm.

- a) (1 punto) Determine la presión parcial de CO y Cl_2 en el equilibrio.
- b) (0,5 puntos) Dibuje la estructura de Lewis del fosgeno y justifique su geometría utilizando la teoría de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia (TRPECV). ¿Cuál es la hibridación del átomo central?
- c) (0,5 puntos) Sabiendo que la reacción de formación del fosgeno tiene una ecuación de velocidad $v = k[\text{CO}] \cdot [\text{Cl}_2]^2$, explique cómo varía la velocidad si se reduce a la mitad la concentración de ambos reactivos.

Dato. $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

5A) En la primera etapa de un experimento se hace reaccionar cierta cantidad de cromato de potasio con ácido clorhídrico en exceso y se obtienen como productos de la reacción cloruro de cromo(III), cloruro de potasio, agua y cloro gaseoso. En una segunda etapa, el cloruro de cromo(III) obtenido se funde y se somete a electrólisis aplicando una corriente de 5,0 A durante 5,0 horas.

- a) (1 punto) Ajuste por el método del ion electrón las semirreacciones de oxidación y reducción, así como las reacciones iónica y molecular de la reacción de la primera etapa.
- b) (0,5 puntos) Escriba las semirreacciones que tienen lugar en el cátodo y en el ánodo durante el proceso electrolítico de la segunda etapa.
- c) (0,5 puntos) Calcule la masa en gramos de cromo metálico obtenidos en la electrólisis.

Datos. $F = 96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$. Masa atómica (u): Cr = 52,0.

5B) Responda a cada una de las siguientes cuestiones:

- a) (0,5 puntos) Formule el equilibrio de solubilidad del hidróxido de zinc en disolución acuosa a 25 °C, detallando el estado de cada especie y determine su solubilidad en mol·L⁻¹.
- b) (0,5 puntos) Calcule la masa de hidróxido de zinc disuelta en 500 mL de una disolución saturada a 25 °C.
- c) (0,5 puntos) Determine el pH de una disolución saturada de hidróxido de zinc a 25 °C.
- d) (0,5 puntos) Justifique cómo afecta a la solubilidad del hidróxido de zinc la adición de una disolución de HCl.

Datos. A 25 °C, $K_s(\text{hidróxido de zinc}) = 3,0 \times 10^{-17}$. Masas atómicas (u): H = 1,0; O = 16,0; Zn = 65,4.

QUÍMICA

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN

Se tendrá en cuenta en la calificación de la prueba:

- Claridad de comprensión y exposición de conceptos.
- Uso correcto de formulación, nomenclatura y lenguaje químico.
- Capacidad de análisis y relación.
- Desarrollo de la resolución de forma coherente y uso correcto de unidades.
- Aplicación y exposición correcta de conceptos en el planteamiento de las preguntas.

Distribución de puntuaciones máximas:

El alumno deberá responder 5 preguntas de la siguiente forma:

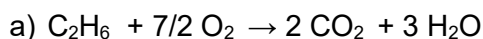
- Pregunta 1 (sin optatividad).
- Una pregunta a elegir entre las preguntas 2A y 2B.
- Una pregunta a elegir entre las preguntas 3A y 3B.
- Una pregunta a elegir entre las preguntas 4A y 4B.
- Una pregunta a elegir entre las preguntas 5A y 5B.

La puntuación máxima de cada pregunta es de 2 puntos, distribuidos en los correspondientes apartados de la siguiente forma:

PUNTUACIÓN MÁXIMA (puntos)				
PREGUNTA	APARTADO			
	a)	b)	c)	d)
1	1	1		
2A	1	1		
2B	1	1		
3A	0,5	0,5	1	
3B	0,5	1	0,5	
4A	1	1		
4B	1	0,5	0,5	
5A	1	0,5	0,5	
5B	0,5	0,5	0,5	0,5

QUÍMICA SOLUCIONES
(Documento de trabajo orientativo)

1) Puntuación máxima: a) 1 punto; b) 1 punto.



$\text{CH}_3\text{OH} + 3/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$. (Se asume que se producen en fase gaseosa).

$$\Delta H_r^\circ(\text{C}_2\text{H}_6) = \Sigma(\text{Energías enlaces rotos}) - \Sigma(\text{Energías enlaces formados}) = (6 \times 412 + 348 + 7/2 \times 498) - (4 \times 799 + 6 \times 463) = -1411 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}.$$

$$\Delta H_r^\circ(\text{CH}_3\text{OH}) = \Sigma(\text{Energías enlaces rotos}) - \Sigma(\text{Energías enlaces formados}) = (3 \times 412 + 358 + 463 + 3/2 \times 498) - (2 \times 799 + 4 \times 463) = -646 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}.$$

(Válido también si las reacciones las han ajustado multiplicadas por dos, y los resultados de las energías también lo estarán, siendo en este caso los resultados obtenidos para el doble de moles de reactivos y de productos).

- b) $E(\text{C}_2\text{H}_6) = -1411 \times 0,750 = -1060 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $E(\text{CH}_3\text{OH}) = -646 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Desde un punto de vista energético, el combustible más adecuado es el etano, ya que en su combustión se aprovecha una mayor cantidad de energía por mol de combustible. Desde un punto de vista ecológico, el combustible más adecuado es el metanol, ya que la estequiometría de su reacción de combustión 1:1 justifica que se produzca menos CO_2 por mol de combustible quemado que en la combustión del etano, que presenta estequiometría 1:2.

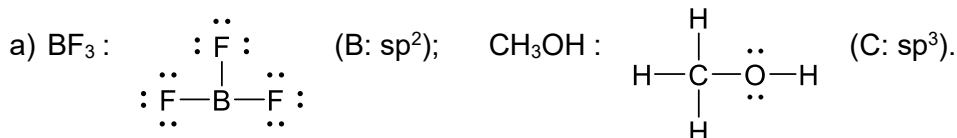
2A) Puntuación máxima: a) 1 punto; b) 1 punto.

a) Litio: $1s^2 2s^1$ (o $[\text{He}]2s^1$); sodio: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ (o $[\text{Ne}]3s^1$); potasio: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^1$ (o $[\text{Ar}]4s^1$). Números cuánticos del electrón más externo: Li (2, 0, 0, $\pm 1/2$); Na (3, 0, 0, $\pm 1/2$); K (4, 0, 0, $\pm 1/2$).

b) i) El efecto fotoeléctrico consiste en la emisión de electrones por ciertos metales al ser sometidos a la irradiación de luz incidente de una determinada frecuencia o energía (E). Los fotones de la radiación incidente, si tienen una energía superior a la energía de extracción del electrón en el metal (E_0), consiguen extraerlo y aportarle energía cinética para escapar del metal.

ii) Solo se produce efecto fotoeléctrico en el K, ya que solo en ese metal se cumple que $E = 2,5 \text{ eV} > E_0(\text{K}) = 2,3 \text{ eV}$, por lo que la radiación incidente puede arrancar electrones solo de la superficie del K.

2B) Puntuación máxima: a) 1 punto; b) 1 punto.



b) El BaF_2 es un compuesto iónico que forma una red cristalina de iones donde la atracción electrostática es muy fuerte. El CH_3OH es una sustancia covalente polar, en consecuencia, con menor temperatura de fusión que el anterior, a pesar de presentar interacciones de enlace de hidrógeno, dipolo-dipolo y fuerzas de dispersión (o de London). El BF_3 es también una sustancia covalente, pero es apolar, por lo que solo presenta fuerzas de dispersión (o London) de poca intensidad, mostrando la menor temperatura de fusión. Así: $T_f(\text{BaF}_2) > T_f(\text{CH}_3\text{OH}) > T_f(\text{BF}_3)$.

3A) Puntuación máxima: a) 0,5 puntos; b) 0,5 puntos; c) 1 punto.

a) i) $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{C}(\text{CH}_2-\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$ (3-etil-2-metilhexa-1,3-dien-5-ino)

ii) $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CHO}$ (2-metilprop-2-enal)

iii) $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_2\text{OH}$ (1-hidroxipropán-2-ona)

b) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ (but-2-eno) + $\text{H}_2\text{O} / \text{H}^+ \rightarrow \text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$. Adición.

c) $n \text{ CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$ (propeno) $\rightarrow \text{-(CH}_3\text{CH-CH}_2\text{)}_n$ (polipropileno). PP.

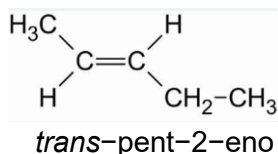
Reacción de polimerización por adición. El monómero no presenta isomería geométrica *cis-trans*, ya que tiene dos sustituyentes iguales en uno de los dos carbonos unidos por el doble enlace.

3B) Puntuación máxima: a) 0,5 puntos; b) 1 punto; c) 0,5 puntos.

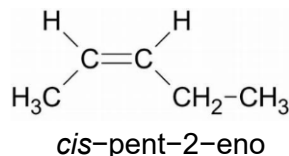
a) Propanamida: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CONH}_2$; aminopropanona: $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{NH}_2$.

Propanamida y aminopropanona ($\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$): son isómeros de función, ya que presentan la misma fórmula molecular pero distintos grupos funcionales (amida / amina + cetona).

b) $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ (pentan-2-ol) + H_2SO_4 (concentrado) / calor $\rightarrow$ $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH}_3$ (pent-2-eno) + $\text{CH}_2\text{=CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ (pent-1-eno) + H_2O . Reacción de eliminación. El producto mayoritario es el pent-2-eno. Regla de Saytzev.



trans-pent-2-eno



cis-pent-2-eno

c) $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$

$\text{pH} + \text{pOH} = 14,0$; $\text{pOH} = 14,0 - 12,4 = 1,6$; $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$; $x = [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-1,6} \text{ M} = 0,025 \text{ M}$.
 $K_b = [\text{CH}_3\text{NH}_3^+][\text{OH}^-] / [\text{CH}_3\text{NH}_2]$; $4,4 \times 10^{-4} = (0,025)^2 / (c_0 - 0,025)$; $c_0 = 1,4 \text{ M}$.

4A) Puntuación máxima: a) 1 punto; b) 1 punto.

a) $[\text{N}_2]_0 = 1,00 / 1,00 = 1,00 \text{ M}$; $[\text{H}_2]_0 = 3,00 / 1,00 = 3,00 \text{ M}$.

$\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$
 $c_0(\text{M})$ 1,00 3,00
 $c_{\text{eq}}(\text{M})$ 1,00 - x 3,00 - 3x 2x 2x = 0,92; x = 0,46 M.
 $[\text{N}_2]_{\text{eq}} = 1,00 - x = 0,54 \text{ M}$; $[\text{H}_2]_{\text{eq}} = 3,00 - 3x = 1,62 \text{ M}$; $[\text{NH}_3]_{\text{eq}} = 2x = 0,92 \text{ M}$.
 $K_c = [\text{NH}_3]^2 / ([\text{N}_2][\text{H}_2]^3) = 0,92^2 / (0,54 \times 1,62^3) = 0,37$.

b) $v = k[\text{N}_2][\text{H}_2]^3$; $v = (1/2) \Delta[\text{NH}_3] / \Delta t = (1/2) (0,11 - 0,00) / (5,0 - 0,0) = 1,1 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.
 $v_0 = k[\text{N}_2]_0[\text{H}_2]_0^3$; $1,1 \times 10^{-2} = k \times 1,00 \times 3,00^3$; $k = 4,1 \times 10^{-4} \text{ L}^3 \cdot \text{mol}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$.

4B) Puntuación máxima: a) 1 punto; b) 0,5 puntos; c) 0,5 puntos.

a) $\text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COCl}_2(\text{g})$
 $n_0(\text{mol})$ 0,0200 0,0100
 $n_{\text{eq}}(\text{mol})$ 0,0200 - x 0,0100 - x x
 $n_{\text{eq}}(\text{total}) = 0,0200 - x + 0,0100 - x + x = 0,0300 - x$
 $p_i = x_i \cdot p_T$; $p(\text{COCl}_2) = [x / (0,0300 - x)] \times 0,92 = 0,35 \text{ atm}$; $x = 0,0083 \text{ mol}$. $p(\text{CO}) = [(0,0200 - 0,0083) / (0,0300 - 0,0083)] \times 0,92 = 0,50 \text{ atm}$. $p(\text{Cl}_2) = [(0,0100 - 0,0083) / (0,0300 - 0,0083)] \times 0,92 = 0,072 \text{ atm}$.

b) COCl_2 : $\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \text{O} \\ || \\ \cdot\cdot\text{Cl}-\text{C}-\text{Cl}\cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array}$ tiene una geometría plana trigonal y la hibridación del átomo central, que es el carbono, es sp^2 .

c) $v_1 = k[\text{CO}]_1[\text{Cl}_2]_1^2$; $v_2 = k([\text{CO}]_1 / 2)([\text{Cl}_2]_1^2 / 4) = v_1 / 8$. La velocidad se reducirá a la octava parte.

5A) Puntuación máxima: a) 1 punto; b) 0,5 puntos; c) 0,5 puntos.

a) Reducción: $(\text{CrO}_4^{2-} + 8 \text{H}^+ + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Cr}^{3+} + 4 \text{H}_2\text{O}) \times 2$
Oxidación: $(2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-) \times 3$

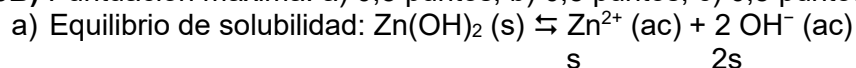
Ecuación iónica: $2 \text{CrO}_4^{2-} + 16 \text{H}^+ + 6 \text{Cl}^- \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+} + 8 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{Cl}_2$

Ecuación molecular: $2 \text{K}_2\text{CrO}_4 + 16 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{CrCl}_3 + 8 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{Cl}_2 + 4 \text{KCl}$

b) ánodo: $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$
cátodo: $\text{Cr}^{3+} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Cr}$

c) Aplicando las leyes de Faraday, $Q = I \cdot t = z \cdot n \cdot F = z \cdot m_{\text{Cr}} \cdot F / M$; $m_{\text{Cr}} = I \cdot t \cdot M / (z \cdot F) = (5,0 \times 5,0 \times 3600 \times 52,0) / (3 \times 96485) = 16 \text{ g}$.

5B) Puntuación máxima: a) 0,5 puntos; b) 0,5 puntos; c) 0,5 puntos; d) 0,5 puntos.



$$K_s = [\text{Zn}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4s^3 = 3,0 \times 10^{-17}; s = 1,9 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

b) $n(\text{Zn(OH)}_2) = M \cdot V = 1,9 \times 10^{-6} \times 0,500 = 9,5 \times 10^{-7} \text{ mol}$; $M_m(\text{Zn(OH)}_2) = 99,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $m(\text{Zn(OH)}_2) = 9,5 \times 10^{-7} \times 99,4 = 9,4 \times 10^{-5} \text{ g} = 0,094 \text{ mg}$.

c) $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log (2 \times 1,9 \times 10^{-6}) = 5,4$; $\text{pH} = 14,0 - 5,4 = 8,6$.

d) Al añadir HCl, los iones H_3O^+ reaccionan con los iones OH^- de la disolución, disminuyendo la $[\text{OH}^-]$. Según el principio de Le Châtelier, el equilibrio de solubilidad del Zn(OH)_2 se desplaza hacia la derecha, por lo que aumenta la solubilidad del hidróxido de zinc.