



UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID
PRUEBA DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

Curso 2025-2026

MATERIA: QUÍMICA

INSTRUCCIONES GENERALES Y CALIFICACIÓN

Después de leer atentamente el examen, responda **4 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.

TIEMPO Y CALIFICACIÓN: 90 minutos. Cada pregunta tiene una calificación máxima de 2,5 puntos.

1) Los fertilizantes nitrogenados comenzaron a producirse a gran escala una vez desarrollado el proceso industrial de obtención del amoníaco. La reacción de amoníaco con ácidos permite formar sales amoniacales como el cloruro de amonio (NH_4Cl), utilizado como fertilizante para cultivos de trigo, arroz y algodón.

a) (1 punto) Sabiendo que la reacción de obtención de cloruro de amonio es $\text{HCl (g)} + \text{NH}_3 \text{ (g)} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl (s)}$:

- Calcule la variación de entalpía correspondiente a la obtención de 90,00 g de cloruro de amonio a 25 °C, utilizando los datos termodinámicos de la Tabla.
- Determine la temperatura a partir de la cual el proceso es espontáneo. (Considere que ΔH_f° y ΔS_f° no varían con la temperatura).

Tabla. Entalpías estándar de formación y entropías estándar a 25 °C.

	$\text{NH}_4\text{Cl(s)}$	HCl (g)	$\text{NH}_3 \text{ (g)}$
$\Delta H_f^\circ \text{ (kJ}\cdot\text{mol}^{-1}\text{)}$	-315,40	-92,30	-46,30
$S^\circ \text{ (J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}\text{)}$	94,60	186,90	192,74

b) (1 punto) Se burbujea cierta cantidad de $\text{NH}_3 \text{ (g)}$ sobre agua a 25 °C y se obtiene una disolución acuosa de amoníaco con un pH = 11,0. Calcule la concentración inicial de la disolución de NH_3 .

c) (0,5 puntos) A 20 mL de una disolución acuosa de cloruro de amonio 0,10 M se le añaden 10 mL de nitrato de plata 0,10 M. Determine si se producirá precipitación de cloruro de plata. (Considere volúmenes aditivos).

Datos. Masas atómicas (u): H = 1,00; N = 14,00; Cl = 35,50. A 25 °C: $\text{pKb}(\text{NH}_3) = 4,75$, $\text{Ks}(\text{cloruro de plata}) = 1,00 \times 10^{-10}$.

2A) Para los elementos A (Z = 8), B (Z = 9), C (Z = 10), D (Z = 11) y E (Z = 12) responda a las siguientes cuestiones:

- (1 punto) Identifique cada elemento indicando su configuración electrónica, periodo, grupo, nombre y símbolo químico.
- (0,5 puntos) Escriba los iones más estables de cada elemento y ordénelos justificadamente de menor a mayor radio iónico.
- (1 punto) Explique el tipo de sólido que se forma en cada una de las siguientes combinaciones: EA, A_2 y D_2A , y ordénelos, razonadamente, de mayor a menor temperatura de fusión.

2B) Considere las moléculas BCl_3 , NH_3 , SCl_2 , CO_2 y HCHO , y conteste a las siguientes cuestiones:

- (1 punto) Indique su geometría molecular, según la teoría de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia (TRPECV), y la hibridación que presenta el átomo central de cada una de ellas.
- (1 punto) Justifique su polaridad y escriba el tipo de fuerzas intermoleculares que presentan.
- (0,5 puntos) Explique si el BCl_3 y el NH_3 se comportan como ácidos o bases de Lewis.

3A) Responda a las siguientes cuestiones:

- a) (1 punto) Formule los siguientes compuestos orgánicos y justifique cuáles presentan isomería geométrica:
- 3,4-dietilhept-3-eno
 - 2,3-diclorobut-2-enal
 - 1,1-dicloroprop-1-eno
- b) (1 punto) Identifique con nombre y fórmula todos los compuestos orgánicos implicados en la siguiente secuencia de reacciones:
- Butanona + LiAlH_4 (reductor) $\rightarrow$ A
 - A + $\text{HCOOH} \rightarrow$ B
- c) (0,5 puntos) El cloro, cuando reacciona con hidrógeno en presencia de luz, produce HCl. Cuando HCl reacciona con etino (o acetileno), se produce cloroeteno.
- Escriba las reacciones de formación de HCl y de cloroeteno.
 - Formule la reacción de polimerización del cloroeteno, indicando el nombre del polímero formado.

3B) Responda a las siguientes cuestiones:

- a) (1 punto) Nombre los siguientes ácidos: HCN ($\text{pK}_a = 9,34$), $\text{CH}_3\text{-COOH}$ ($\text{pK}_a = 4,74$) y HCOOH ($\text{pK}_a = 3,74$). Escriba la fórmula de sus bases conjugadas y ordénelas justificadamente en orden creciente de su fortaleza.
- b) (0,5 puntos) Considere los reactivos: ácido propanoico, butanona, etanal y butan-2-ol, y justifique cuál de ellos da lugar a una cetona por oxidación, escribiendo la reacción y nombrando el producto obtenido.
- c) (1 punto) Complete las siguientes reacciones formulando y nombrando todos los compuestos orgánicos. Indique el tipo de reacción.
- $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow$
 - butan-1-ol + $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{calor} \rightarrow$

4A) Conteste a las siguientes cuestiones:

- a) (1 punto) Se construye una pila utilizando dos semiceldas: una con cromo metálico en contacto con una disolución 1,0 M de Cr^{3+} , y otra con hierro metálico en contacto con una disolución 1,0 M de Fe^{2+} .
- Escriba las semirreacciones que se producen en el ánodo y en el cátodo y la reacción iónica global.
 - Calcule el potencial estándar y escriba la notación simplificada de la pila.
- b) (1 punto) Tras funcionar durante un tiempo la pila del apartado anterior, se ha observado que la masa del electrodo del cátodo ha aumentado en 3,45 g. Determine la masa del electrodo del ánodo que ha reaccionado sabiendo que el rendimiento del proceso es del 77,8%.
- c) (0,5 puntos) Justifique qué ocurre cuando en un recipiente de Ni(s) se almacena una disolución de sulfato de cobre(II) 1,0 M a 25 °C. Utilice los potenciales estándar y escriba la reacción espontánea que se produce.

Datos. $E^\circ(\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}) = -0,74 \text{ V}$, $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$, $E^\circ(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,25 \text{ V}$, $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$.

Masas atómicas (u): Cr = 52,0; Fe = 55,8.

4B) Conteste a las siguientes cuestiones:

- a) (1 punto) Para la reacción de descomposición: $2 \text{AB (g)} \rightleftharpoons \text{A}_2 \text{(g)} + \text{B}_2 \text{(g)}$, se sabe que su constante de velocidad a 50 °C es: $k = 8,8 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$. Escriba la ecuación de velocidad y explique, de forma razonada, si la velocidad de reacción aumenta o disminuye con el tiempo.
- b) (1 punto) En un recipiente de 5,0 L se introducen 0,40 mol de HI y, una vez cerrado, con una presión total de 1,0 atm y a 360 °C, se establece el equilibrio: $2 \text{HI (g)} \rightleftharpoons \text{H}_2 \text{(g)} + \text{I}_2 \text{(g)}$, con $K_c = 0,040$ y $\Delta H_r^\circ < 0$. Calcule la concentración de cada especie en el equilibrio y el valor de K_p .
- c) (0,5 puntos) Justifique si K_c del equilibrio del apartado b) será mayor a 500 °C que a 360 °C. Considere que ΔH_r° no varía con la temperatura.

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 4 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.

La puntuación máxima de cada pregunta es de 2,5 puntos, distribuidos en los correspondientes apartados de la siguiente forma:

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

QUÍMICA SOLUCIONES

(Documento de trabajo orientativo)

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

a) $i) \Delta H_r^\circ = \sum n \cdot \Delta H_f^\circ(\text{productos}) - \sum n \cdot \Delta H_f^\circ(\text{reactivos}) = \Delta H_f^\circ(\text{NH}_4\text{Cl}, \text{s}) - \Delta H_f^\circ(\text{HCl}, \text{g}) - \Delta H_f^\circ(\text{NH}_3, \text{g}) = -315,40 - (-92,30) - (-46,30) = -176,80 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

$\text{Mm}(\text{NH}_4\text{Cl}) = 53,50 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$. $n(\text{NH}_4\text{Cl}) = 90,00 / 53,50 = 1,682 \text{ mol}$. $\Delta H_r^\circ(90,00 \text{ g}) = -176,80 \times 1,682 = -297,4 \text{ kJ}$.

$ii) \Delta S_r^\circ = \sum n \cdot S^\circ(\text{productos}) - \sum n \cdot S^\circ(\text{reactivos}) = S^\circ(\text{NH}_4\text{Cl}, \text{s}) - S^\circ(\text{HCl}, \text{g}) - S^\circ(\text{NH}_3, \text{g}) = 94,60 - 186,90 - 192,74 = -285,04 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Para que sea espontáneo: $\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T \cdot \Delta S_r^\circ < 0$; $T < \Delta H_r^\circ / \Delta S_r^\circ = 176,80 \times 10^3 / 285,04 = 620,26 \text{ K}$; es decir, es espontáneo para $T < 620,26 \text{ K} = 347,26^\circ \text{C}$.

b)

	NH_3	+	H_2O	$\rightleftharpoons$	NH_4^+	+	OH^-
C_0	c				0		0
C_{eq}	c - x				x		x

$\text{pH} = 11,0$; $\text{pOH} = 14,0 - 11,0 = 3,0$; $[\text{OH}^-] = 10^{-3,0} \text{ M} = x$.

$\text{pK}_b = 4,75$; $\text{K}_b = 10^{-4,75} = 1,78 \times 10^{-5} = [\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-] / [\text{NH}_3] = x^2 / (c - x) = (10^{-3,0})^2 / (c - 10^{-3,0})$; $c = 0,057 \text{ M}$.

c) Precipita AgCl si $[\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] > K_s(\text{AgCl})$. $[\text{Cl}^-] = 20 \times 10^{-3} \times 0,10 / 30 \times 10^{-3} = 0,067 \text{ M}$; $[\text{Ag}^+] = 10 \times 10^{-3} \times 0,10 / 30 \times 10^{-3} = 0,033 \text{ M}$; $[\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] = 0,067 \times 0,033 = 2,2 \times 10^{-3} > K_s(\text{AgCl}) = 1,00 \times 10^{-10}$. Sí precipita AgCl .

2A) Puntuación máxima: a) 1 punto; b) 0,5 puntos; c) 1 punto.

a) A: $1s^2 2s^2 2p^4$ (o $[\text{He}] 2s^2 2p^4$), periodo 2, grupo 16, oxígeno, O; B: $1s^2 2s^2 2p^5$ (o $[\text{He}] 2s^2 2p^5$), periodo 2, grupo 17, flúor, F; C: $1s^2 2s^2 2p^6$ (o $[\text{He}] 2s^2 2p^6$), periodo 2, grupo 18, neón, Ne; D: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ (o $[\text{Ne}] 3s^1$), periodo 3, grupo 1, sodio, Na; E: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ (o $[\text{Ne}] 3s^2$), periodo 3, grupo 2, magnesio, Mg.

b) $\text{A} = \text{O} \rightarrow \text{O}^{2-}$; $\text{B} = \text{F} \rightarrow \text{F}^-$; C = Ne no forma iones porque es un gas noble; $\text{D} = \text{Na} \rightarrow \text{Na}^+$; $\text{E} = \text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+}$. Todos ellos son isoelectrónicos, por lo que el radio iónico depende de la carga nuclear efectiva: a mayor carga nuclear efectiva, más fuerte es la atracción sobre los electrones y menor es el radio iónico. Por tanto, de menor a mayor radio iónico: $\text{Mg}^{2+} < \text{Na}^+ < \text{F}^- < \text{O}^{2-}$.

c) EA (MgO): está formado por iones Mg^{2+} y O^{2-} . Es un sólido iónico con enlaces electrostáticos muy fuertes entre iones Mg^{2+} y O^{2-} de alta carga, que dan lugar a la formación de una red cristalina. A_2 (O_2): sólido molecular formado por moléculas de O_2 unidas por fuerzas de van der Waals (interacciones débiles). D_2A (Na_2O): está formado por iones Na^+ y O^{2-} . Es un sólido iónico con enlaces iónicos fuertes entre los iones Na^+ y O^{2-} que dan lugar a la formación de una red cristalina. La temperatura de fusión es mayor cuanto más intensas son las fuerzas entre las partículas que forman el sólido. En general, son mayores en sólidos iónicos (MgO y Na_2O) que en sólidos moleculares (O_2), porque la energía para romper la atracción electrostática entre los iones es mayor que para romper las fuerzas intermoleculares. En el caso de los dos sólidos iónicos, el MgO tiene cationes, Mg^{2+} , de menor radio y mayor carga que los cationes Na^+ del Na_2O y, por lo tanto, las fuerzas de atracción electrostáticas son más fuertes en MgO . En consecuencia, el orden de mayor a menor temperatura de fusión es: $\text{MgO} > \text{Na}_2\text{O} > \text{O}_2$.

2B) Puntuación máxima: a) 1 punto; b) 1 punto; c) 0,5 puntos.

a) BCl_3 : geometría triangular plana, B: hibridación sp^2 . NH_3 : geometría piramidal trigonal, N: hibridación sp^3 . SCl_2 : geometría angular, S: hibridación sp^3 . CO_2 : geometría lineal, C: hibridación sp . HCHO : geometría triangular plana, C: hibridación sp^2 .

b) BCl_3 : es una molécula apolar porque los momentos dipolares de sus enlaces se cancelan por geometría; tiene fuerzas de dispersión (fuerzas de London). NH_3 : es una molécula polar, porque sus enlaces son polares y por la geometría de la molécula no se cancelan, además de tener un par de electrones no enlazantes; tiene enlaces de hidrógeno, fuerzas dipolo-dipolo y fuerzas de dispersión (o de London). SCl_2 : es una molécula polar, porque sus enlaces son polares y por la geometría de la molécula no se cancelan; tiene fuerzas dipolo-dipolo y fuerzas de dispersión (o de London). CO_2 : es una molécula apolar porque los momentos dipolares de sus enlaces se cancelan por geometría; tiene fuerzas de dispersión

(o de London). HCHO: es una molécula polar, porque sus enlaces son polares y por la geometría de la molécula no se cancelan; tiene fuerzas dipolo-dipolo y fuerzas de dispersión (o de London).

- c) El BCl_3 es un ácido de Lewis ya que, en su estructura, el B presenta un orbital vacío, por lo que es capaz de aceptar y compartir electrones. El NH_3 es una base de Lewis ya que, en su estructura, el N tiene un orbital lleno con un par de electrones libres que puede ceder.

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

- a) i) 3,4-dietilhept-3-eno ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}(\text{CH}_2\text{CH}_3)=\text{C}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$); ii) 2,3-diclorobut-2-enal ($\text{CH}_3\text{-CCl}=\text{CCl-CHO}$); iii) 1,1-dicloroprop-1-eno ($\text{CCl}_2=\text{CH-CH}_3$).

Solo presenta isomería geométrica: ii) 2,3-diclorobut-2-enal, ya que es el único que tiene sustituyentes distintos en cada uno de los dos carbonos unidos por el doble enlace.

- b) i) $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_3$ (butanona) + LiAlH_4 (reductor) $\rightarrow$ $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_2\text{-CH}_3$ (butan-2-ol, A).
 ii) $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_2\text{-CH}_3$ (butan-2-ol, A) + HCOOH (ácido metanoico o ácido fórmico) $\rightarrow$ $\text{HCOOCH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ (metanoato de butan-2-ilo o formiato de butan-2-ilo o metanoato de sec-butilo, B) + H_2O .
 c) i) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2 / \text{luz} \rightarrow 2 \text{HCl}$; $\text{HCl} + \text{CH}\equiv\text{CH} \rightarrow \text{ClCH}=\text{CH}_2$ (cloroeteno).
 ii) $n \text{ ClCH}=\text{CH}_2 \rightarrow \text{-(ClCH-CH}_2\text{)}_n$ (policloruro de vinilo).

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

- a) HCN: ácido cianhídrico, base conjugada: CN^- . CH_3COOH ácido etanoico o ácido acético, base conjugada: CH_3COO^- . HCOOH ácido metanoico (ácido fórmico), base conjugada: HCOO^- .

La fortaleza de un ácido es inversa a la de su base conjugada. Un ácido es más fuerte cuanto menor es su pK_a . Así, la fortaleza de las bases conjugadas en orden creciente es: $\text{HCOO}^- < \text{CH}_3\text{COO}^- < \text{CN}^-$.

- b) Por ser un alcohol secundario: $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_2\text{-CH}_3$ (butan-2-ol) + oxidante $\rightarrow$ $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_3$ (butanona o butan-2-ona).
 c) i) $\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH}_2$ (prop-1-eno o propeno) + $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CHCl-CH}_2\text{Cl}$ (1,2-dicloropropano). Adición.
 ii) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ (butan-1-ol) + $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{calor} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}=\text{CH}_2$ (but-1-eno) + H_2O . Eliminación o deshidratación.

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

- a) i) Cátodo: $(\text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}) \times 3$
 Ánodo: $(\text{Cr} \rightarrow \text{Cr}^{3+} + 3 \text{e}^-) \times 2$
 Reacción global: $3 \text{Fe}^{2+} + 2 \text{Cr} \rightarrow 3 \text{Fe} + 2 \text{Cr}^{3+}$

ii) $E^\circ_{\text{pila}} = E^\circ_{\text{cátodo}} - E^\circ_{\text{ánodo}} = -0,44 - (-0,74) = 0,30 \text{ V}$.

Esquema simplificado de la pila: $\text{Cr(s)} \mid \text{Cr}^{3+}(1,0 \text{ M}) \parallel \text{Fe}^{2+}(1,0 \text{ M}) \mid \text{Fe(s)}$.

- b) $n_{\text{real}}(\text{Fe}) = 3,45 / 55,8 = 0,0618 \text{ mol}$. Por estequiometría: $n(\text{Cr}) = (2/3) \cdot n_{\text{real}}(\text{Fe}) = 2 \times 0,0618 / 3 = 0,0412 \text{ mol}$. $m(\text{Cr}) = 0,0412 \times 52,0 = 2,14 \text{ g}$. $m_{\text{real}}(\text{Cr}) = 2,14 \times 100 / 77,8 = 2,75 \text{ g}$.

- c) $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) > E^\circ(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni})$, por tanto, Cu^{2+} se reduce y el recipiente de Ni(s) se oxida. La reacción espontánea es: $\text{Cu}^{2+} + \text{Ni(s)} \rightarrow \text{Cu(s)} + \text{Ni}^{2+}$.

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

- a) Por las unidades de la constante de velocidad, se deduce que la reacción es de primer orden. Por tanto, la ecuación de velocidad es $v = k \cdot [\text{AB}]$.

La velocidad de reacción disminuye con el tiempo ya que depende directamente de la $[\text{AB}]$ y esta va disminuyendo a medida que avanza la reacción.

- b) $2 \text{HI(g)} \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$

$$n_i \quad \quad 0,40 \quad \quad 0 \quad \quad 0$$

$$n_{\text{eq}} \quad 0,40 - 2x \quad \quad x \quad \quad x$$

$$K_c = 0,040 = \frac{[\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]}{[\text{HI}]^2} = \frac{(x / 5,0) \times (x / 5,0)}{[(0,40 - 2x) / 5,0]^2} = \frac{x^2}{(0,40 - 2x)^2} \quad (0,040)^{1/2} = x / (0,40 - 2x); x = 0,057 \text{ mol}$$

$$[\text{HI}]_{\text{eq}} = (0,40 - 2x) / 5,0 = 0,057 \text{ M}; [\text{H}_2]_{\text{eq}} = [\text{I}_2]_{\text{eq}} = x / 5,0 = 0,057 / 5,0 = 0,011 \text{ M}$$

$$K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n}; \Delta n = 2 - 2 = 0; K_p = K_c = 0,040$$

- c) Como $\Delta H_r^\circ < 0$, el proceso es exotérmico. Según el principio de Le Châtelier, al aumentar la temperatura, el equilibrio se desplaza hacia el sentido endotérmico, en este caso hacia reactivos, con lo que $K_c = [\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2] / [\text{HI}]^2$ será menor. Por tanto: $K_c(500^\circ\text{C}) < K_c(360^\circ\text{C})$.