

 Universidad Carlos III de Madrid	UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID PRUEBA DE ACCESO A UNIVERSIDAD Curso 2024-2025 MATERIA: QUÍMICA	B
---	---	--

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) Responda a las siguientes preguntas:

- a) (0,75 puntos) El nitrato de amonio es un compuesto con muchas aplicaciones, cuya síntesis se realiza por reacción directa de ácido nítrico y amoniaco. Escriba la reacción ajustada que se produce y, haciendo uso de la Tabla, calcule ΔG_r° a 300 K. Justifique la espontaneidad de la reacción.
- b) (0,75 puntos) Una de las aplicaciones del nitrato de amonio es como explosivo, ya que en ciertas condiciones (temperaturas por encima de 175 °C) se produce de forma explosiva la reacción de descomposición que da lugar a óxido de dinitrógeno y agua. Escriba la reacción ajustada y con los datos de la Tabla calcule ΔH_r° y ΔS_r° . Determine ΔG_r° a 450 K para dicha reacción. Considere que ΔH_r° y ΔS_r° no cambian con la temperatura. Justifique si la reacción es exotérmica y espontánea.
- c) (0,5 puntos) Escriba la ley de velocidad de la reacción de descomposición del nitrato de amonio considerando que las unidades de su constante de velocidad son s^{-1} , e indique el orden de la reacción.
- d) (0,5 puntos) Explique cómo afecta a la velocidad de la reacción de descomposición del nitrato de amonio una disminución de la temperatura.

Tabla. Datos termodinámicos a 300K.

Compuesto	ΔG_f° (kJ·mol ⁻¹)	ΔH_f° (kJ·mol ⁻¹)	S° (J·K ⁻¹ ·mol ⁻¹)
NH ₄ NO ₃	-184	-366	151
HNO ₃	-81		
NH ₃	-17		
N ₂ O		82	220
H ₂ O		-241	189

2A) Dadas las configuraciones electrónicas de tres elementos en estado fundamental X: [Ar]4s², Y: [Ne]3s² 3p² y Z: [He]2s²2p⁵:

- a) (0,5 puntos) Determine su posición en la tabla periódica (periodo y grupo).
- b) (0,5 puntos) Indique nombre y símbolo de los elementos Y y Z.
- c) (0,75 puntos) Justifique si es posible o no cada una de las siguientes combinaciones de números cuánticos. En los casos afirmativos, razone si puede corresponder al electrón más externo de alguno de los elementos del enunciado, indicando a cuál: (2, 1, 0, +1/2); (3, 0, 1, -1/2); (3, 2, 0, +1/2); (4, 4, 0, +1/2).
- d) (0,75 puntos) Defina electronegatividad y justifique cuál de los elementos X, Y o Z es el más electronegativo.

2B) Considere las siguientes moléculas, cuyas temperaturas de ebullición se indican entre paréntesis: CH₃OH (338 K), HCHO (254 K) y CH₄ (111 K):

- a) (0,5 puntos) Dibuje la estructura de Lewis de los tres compuestos.
- b) (0,75 puntos) Indique la hibridación del átomo de carbono y la geometría de cada una de las moléculas del enunciado utilizando el modelo de RPECV.
- c) (0,75 puntos) Justifique los diferentes valores de las temperaturas de ebullición indicadas.
- d) (0,5 puntos) ¿Cuál/es es/son soluble/s en agua? Justifique la respuesta.

3A) Responda a las siguientes cuestiones:

- a) (0,5 puntos) Nombre los siguientes compuestos, e indique a qué tipo de compuesto orgánico pertenecen:
- i) $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-C}(\text{CH}_2\text{CH}_3)(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CHO}$
 - ii) $\text{CH}_2=\text{CH-O-CH}_2\text{-CH}_3$
- b) (1 punto) Escriba la fórmula semidesarrollada de los siguientes compuestos, nombrando el/los grupo/s funcional/es presente/s:
- i) 3-etil-3,5-dimetilhexan-2-ol
 - ii) ácido 4-etenilhept-2-enoico
 - iii) 4-etilhexan-3-ona
 - iv) 3-etil-4-metilheptanamida
- c) (1 punto) Formule y nombre dos isómeros de cadena no cíclicos del hexano.

3B) Responda a las siguientes cuestiones:

- a) (1 punto) Justifique si para el compuesto $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHOH-CH}_3$ son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones. Escriba las reacciones correspondientes si las hubiere, y nombre los productos:
- i) Al reaccionar con H_2SO_4 concentrado da prioritariamente dos compuestos isómeros geométricos.
 - ii) Puede adicionar agua para dar butano.
- b) (0,5 puntos) Formule, en cada caso, el compuesto que presente las siguientes condiciones:
- i) Un aldehído de tres carbonos que contenga átomos con hibridación sp .
 - ii) Una amina secundaria de tres átomos de carbono, con el átomo de nitrógeno unido a un carbono con hibridación sp^3 y a otro carbono con hibridación sp^2 .
- c) (1 punto) Dados los compuestos $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$ y $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$:
- i) Justifique cuál tiene mayor temperatura de fusión.
 - ii) Formule la reacción de obtención de $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$ a partir del alqueno correspondiente, indicando el medio en el que transcurre (ácido, básico), el tipo de reacción y si se trata del producto minoritario y la regla que sigue.

4A) El ácido butanoico ($\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$) es un ácido monoprótico débil que se utiliza en muchas aplicaciones de la vida cotidiana, por ejemplo para mantener la frescura del pan, como aromatizante en jarabes o para mejorar la jugosidad de la carne, entre otras. A 25 °C se preparan 250 mL de una disolución 0,250 M de este ácido con $\text{pH} = 2,72$.

- a) (1,5 puntos) Escriba ajustada la reacción de disociación en agua y calcule el porcentaje de disociación del ácido y el pK_a .
- b) (0,5 puntos) A 25 °C se prepara una disolución de butanoato de sodio ($\text{C}_3\text{H}_7\text{COONa}$). Razone, si su pH será mayor, menor o igual que el de la disolución del enunciado.
- c) (0,5 puntos) Justifique si se formaría una disolución reguladora al mezclar la disolución del enunciado con una disolución de butanoato de sodio.

4B) En un recipiente de 2,50 L se introducen 0,0200 mol de N_2 y 0,0300 mol de H_2 . Se eleva la temperatura hasta 400 °C, y la reacción $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$ alcanza el equilibrio, obteniéndose $\Delta H_r < 0$ y una concentración de $\text{NH}_3(\text{g})$ de $0,00375 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

- a) (1 punto) Calcule las presiones parciales de cada sustancia en el equilibrio y la presión total.
- b) (0,5 puntos) Obtenga K_p y K_c .
- c) (0,5 puntos) Justifique si el rendimiento del proceso aumenta realizándolo a menor temperatura.
- d) (0,5 puntos) Razone cómo varía la concentración de N_2 cuando se añade al equilibrio un gas inerte como el Ar a volumen y temperatura constantes.

Dato. $R = 0,0820 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

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:

PREGUNTA	PUNTUACIÓN MÁXIMA
1	a) 0,75 puntos; b) 0,75 puntos; c) 0,5 puntos; d) 0,5 puntos
2A	a) 0,5 puntos; b) 0,5 puntos; c) 0,75 puntos; d) 0,75 puntos
2B	a) 0,5 puntos; b) 0,75 puntos; c) 0,75 puntos; d) 0,5 puntos
3A	a) 0,5 puntos; b) 1 punto; c) 1 punto
3B	a) 1 punto; b) 0,5 puntos; c) 1 punto
4A	a) 1,5 puntos; b) 0,5 puntos; c) 0,5 puntos
4B	a) 1 punto; b) 0,5 puntos; c) 0,5 puntos; d) 0,5 puntos

QUÍMICA SOLUCIONES
(Documento de trabajo orientativo)

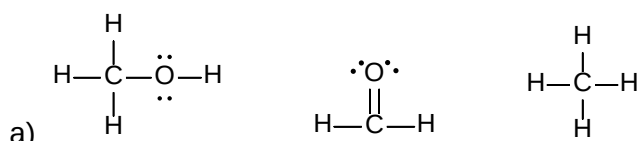
1) Puntuación máxima: a) 0,75 puntos; b) 0,75 puntos; c) 0,5 puntos; d) 0,5 puntos.

- a) $\text{HNO}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$; $\Delta G_r^0 = \Delta G_f^0(\text{NH}_4\text{NO}_3) - \Delta G_f^0(\text{HNO}_3) - \Delta G_f^0(\text{NH}_3) = -184 - (-81 - 17) = -86 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Dado que el valor de $\Delta G_r^0 < 0$, la reacción es espontánea.
- b) La reacción que tiene lugar es: $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 2 \text{H}_2\text{O}$;
 $\Delta H_r^0 = \sum n \cdot \Delta H_f^0 (\text{productos}) - \sum n \cdot \Delta H_f^0 (\text{reactivos}) = \Delta H_f^0(\text{N}_2\text{O}) + 2 \cdot \Delta H_f^0(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H_f^0(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 82 - (2 \times 241) + 366 = -34 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
 $\Delta S_r^0 = \sum n \cdot S^0 (\text{productos}) - \sum n \cdot S^0 (\text{reactivos}) = S^0(\text{N}_2\text{O}) + 2 \cdot S^0(\text{H}_2\text{O}) - S^0(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 220 + (2 \times 189) - 151 = 447 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
 $\Delta G_r^0 = \Delta H_r^0 - T \cdot \Delta S_r^0 = -34 - (450 \times 447 \times 10^{-3}) = -235 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
La reacción es exotérmica porque $\Delta H_r^0 < 0$ y es espontánea ya que $\Delta G_r^0 < 0$.
- c) $v = k \cdot [\text{NH}_4\text{NO}_3]$. La reacción es de orden 1.
- d) Según la ecuación de Arrhenius, la constante de velocidad de la reacción disminuye al bajar la temperatura: $k = A e^{-E_a/RT}$, y con ello disminuye la velocidad. Válido explicarlo por la teoría de colisiones.

2A) Puntuación máxima: a) 0,5 puntos; b) 0,5 puntos; c) 0,75 puntos; d) 0,75 puntos

- a) X: grupo 2, periodo 4. Y: grupo 14, periodo 3. Z: grupo 17, periodo 2.
- b) Y: silicio, Si. Z: flúor, F.
- c) (2, 1, 0, +1/2) Corresponde a un electrón 2p, por lo que podría pertenecer al F (Z).
(3, 0, 1, -1/2) Esta combinación de números cuánticos no es posible, porque si $l = 0$, m_l no puede ser igual a 1.
(3, 2, 0, +1/2) Corresponde a un electrón 3d, por lo que no pertenece a ningún elemento del enunciado.
(4, 4, 0, +1/2) Esta combinación de números cuánticos no es posible, porque si $n = 4$, l no puede ser igual a 4.
- d) La electronegatividad mide la tendencia de un elemento a atraer los electrones cuando se combina con otro elemento para formar un enlace. Los valores de electronegatividad aumentan hacia la derecha en un periodo (la carga nuclear efectiva aumenta al avanzar en un mismo periodo) y al subir en un grupo (el radio atómico disminuye y los electrones están cada vez más atraídos por el núcleo), por lo que el elemento más electronegativo de los tres es el F (Z).

2B) Puntuación máxima: a) 0,5 puntos; b) 0,75 puntos; c) 0,75 puntos; d) 0,5 puntos



- b) En las moléculas CH_3OH y CH_4 , el C presenta hibridación sp^3 y su geometría es tetraédrica. En la molécula HCHO , el C tiene hibridación sp^2 y su geometría es triangular plana.
- c) La temperatura de ebullición es mayor cuanto más intensas son las fuerzas intermoleculares. El CH_4 es una molécula no polar que solo tiene fuerzas de dispersión (o London) que son las más débiles, el HCHO es una molécula polar con fuerzas de dispersión (o London) y fuerzas dipolo-dipolo; el CH_3OH es una molécula polar con un grupo OH por lo que, además de las fuerzas de dispersión (o London) y fuerzas dipolo-dipolo, presenta enlace de hidrógeno, que son las más intensas. Por lo tanto, el orden de intensidad de las fuerzas intermoleculares es: $\text{CH}_3\text{OH} > \text{HCHO} > \text{CH}_4$, que es el mismo orden que siguen sus temperaturas de ebullición.
- d) Tanto el CH_3OH como el HCHO son solubles en agua, ya que son moléculas polares.

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

- a) i) $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_2\text{CH}_3)(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CHO}$ (3-etil-3,5-dimetilhexanal), aldehído;
ii) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ (etenil etil éter), éter.
- b) i) $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_2\text{CH}_3)(\text{CH}_3)-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$ (3-etil-3,5-dimetilhexan-2-ol), grupo alcohol o hidroxilo.

- a)
- | | | | | | |
|----------|--------------|---|---------------|----------------------|-------------|
| | $N_2(g)$ | + | $3 H_2(g)$ | $\rightleftharpoons$ | $2 NH_3(g)$ |
| n_0 | 0,0200 | | 0,0300 | | |
| n_{eq} | $0,0200 - x$ | | $0,0300 - 3x$ | | $2x$ |
- $c_{eq}(NH_3) = 0,00375 M = 2x / 2,50$; $x = 0,00469 \text{ mol}$.
 $n_{eq}(N_2) = 0,0200 - x = 0,0153 \text{ mol}$; $n_{eq}(H_2) = 0,0300 - 3x = 0,0159 \text{ mol}$; $n_{eq}(NH_3) = 2x = 0,00938 \text{ mol}$.
 $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$; $p_{eq}(N_2) = 0,0153 \times 0,0820 \times 673 / 2,50 = 0,338 \text{ atm}$; $p_{eq}(H_2) = 0,0159 \times 0,0820 \times 673 / 2,50 = 0,351 \text{ atm}$; $p_{eq}(NH_3) = 0,00938 \times 0,0820 \times 673 / 2,50 = 0,207 \text{ atm}$.
 $p_{eq}(\text{total}) = p_{eq}(N_2) + p_{eq}(H_2) + p_{eq}(NH_3) = 0,338 + 0,351 + 0,207 = 0,896 \text{ atm}$.
- b) $K_p = p^2(NH_3) / p(N_2) \cdot p^3(H_2) = 0,207^2 / (0,338 \times 0,351^3) = 2,93$; $K_c = K_p \cdot (RT)^{-\Delta n}$; $\Delta n = 2 - 4 = -2$;
 $K_c = 2,93 \times (0,0820 \times 673)^2 = 8920$.
- c) Puesto que es un proceso exotérmico ($\Delta H_r < 0$), al disminuir la temperatura se retira calor, según el principio de Le Châtelier el equilibrio se desplaza hacia donde se desprende calor, es decir, hacia la formación de productos, luego el rendimiento es mayor.
- d) La adición de un gas inerte, a volumen y temperatura constantes, no altera el equilibrio, por lo que la concentración de N_2 no varía.