



UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID
EVALUACIÓN PARA EL ACCESO A LAS ENSEÑANZAS
UNIVERSITARIAS OFICIALES DE GRADO

Curso 2022-2023

MATERIA: QUÍMICA

INSTRUCCIONES GENERALES Y CALIFICACIÓN

Después de leer atentamente el examen, responda a cinco preguntas cualesquiera a elegir entre las diez que se proponen.

TIEMPO Y CALIFICACIÓN: 90 minutos. Todas las preguntas se calificarán sobre 2 puntos.

A.1 Responda a las siguientes cuestiones:

- (1 punto) Razone si los dos siguientes conjuntos de números cuánticos pueden corresponder, cada uno, a un orbital atómico. En caso afirmativo, justifique el subnivel energético del que se trate, el número total de electrones que puede alojar dicho subnivel, y escriba los valores de los números cuánticos que definen a los electrones que se pueden colocar en el orbital. a1) $n = 2, l = -1, m_l = 0$; a2) $n = 4, l = 2, m_l = 2$.
- (1 punto) Defina energía de ionización y ordene justificadamente de mayor a menor la primera energía de ionización del carbono, boro y nitrógeno, escribiendo sus respectivas configuraciones electrónicas.

A.2 Complete cada una de las siguientes reacciones, formulando y nombrando todos los compuestos orgánicos que intervienen, e indique el tipo de reacción.

- (0,5 puntos) Alcohol secundario en posición 3, de cinco átomos de carbono + H_2SO_4 / calor \rightarrow
- (0,5 puntos) Ácido carboxílico de 3 átomos de carbono + alcohol primario de 3 átomos de carbono \rightarrow
- (0,5 puntos) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_3 + \text{HBr} \rightarrow$
- (0,5 puntos) $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3 + \text{H}_2 \rightarrow$

A.3 Justifique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones independientes:

- (0,5 puntos) Según la teoría de Brønsted-Lowry, en la reacción del anión NO_2^- en presencia de H_2O , el reactivo NO_2^- se comporta como un ácido. Escriba la reacción detallando los pares ácido-base presentes.
- (0,5 puntos) Comparando el pH de dos disoluciones de igual concentración de dos ácidos diferentes, la disolución del ácido más fuerte presenta mayor valor de pH.
- (0,5 puntos) El pH de una disolución acuosa de KNO_3 es ácido.
- (0,5 puntos) Si se diluye una disolución inicial de un ácido fuerte, la disolución diluida obtenida presenta un valor de pH menor que la disolución inicial.

A.4 Se dispone de un recipiente de 8,0 L a 400 °C, en el que se han introducido 1,4 mol de SO_2 y 1,0 mol de O_2 , teniendo lugar la reacción $2 \text{SO}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3 (\text{g})$. Tras la reacción se encuentran en el equilibrio 0,20 mol de SO_2 . Determine:

- (0,75 puntos) Las concentraciones de todas las especies en el equilibrio.
- (0,75 puntos) Las constantes K_c y K_p .
- (0,5 puntos) La presión total del recipiente.

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

A.5 Se realiza la electrólisis del NaCl en disolución acuosa a 300 K y 2,00 atm, haciendo pasar una corriente de $2,50 \times 10^3 \text{ A}$ durante 1 h, y se observa que se desprende $\text{Cl}_2 (\text{g})$ en el ánodo y $\text{H}_2 (\text{g})$ en el cátodo:

- (1 punto) Escriba ajustadas las semirreacciones que tienen lugar en el ánodo y en el cátodo y la reacción iónica, detallando el estado de las especies.
- (1 punto) Calcule el volumen de $\text{Cl}_2 (\text{g})$ desprendido.

Datos. $E^0 (\text{V}): \text{H}_2\text{O}/\text{H}_2 = -0,83; \text{Cl}_2/\text{Cl}^- = 1,36; R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}; F = 96485 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$.

B.1 Para cada uno de los siguientes apartados: formule el compuesto, indique el tipo de enlace entre los distintos átomos de una molécula del compuesto, la polaridad de una molécula, y en su caso, las fuerzas intermoleculares existentes en el compuesto.

- (0,5 puntos) Dióxido de carbono.
- (0,5 puntos) Amoniacó.
- (0,5 puntos) Cloruro de sodio.
- (0,5 puntos) Ácido etanoico.

B.2 Nombre los siguientes compuestos orgánicos:

- (0,5 puntos) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-NH-CH}_3$ y $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-C(CH}_3)_2\text{-CH}_3$
- (0,5 puntos) $\text{CH}_3\text{-C(OH)=CH}_2$ y $\text{CH}_3\text{-C(CH}_3)\text{Br-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
- (0,5 puntos) $-\text{[CH}_2\text{-CH(CH}_3)]_n-$
- (0,5 puntos) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(CH}_3)\text{-CH(CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3)\text{-CH(CH}_3)\text{-CH(CH}_3)\text{-CH}_3$ y $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C(CH}_3)_2\text{-O-CH}_3$.

B.3 A 25 °C han reaccionado A y B y se han realizado tres experimentos en los que se ha obtenido el valor de la velocidad inicial de reacción en función de las concentraciones iniciales de ambos reactivos.

Experimento	[A] / mol·L ⁻¹	[B] / mol·L ⁻¹	v / mol·L ⁻¹ ·s ⁻¹
1	0,10	0,10	$1,34 \times 10^{-4}$
2	0,10	0,30	$4,02 \times 10^{-4}$
3	0,20	0,10	$5,36 \times 10^{-4}$

- (1 punto) Calcule los órdenes parciales y el orden total de reacción y escriba la ecuación de velocidad.
- (0,5 puntos) Calcule la constante de velocidad e indique sus unidades.
- (0,5 puntos) Si se repiten los experimentos a 30 °C, justifique si se obtendrán valores experimentales de la velocidad mayores, iguales o menores que a 25 °C.

B.4 El cromato de potasio reacciona en presencia de ácido clorhídrico produciendo cloruro de cromo(III), cloruro de potasio y agua, y se desprende cloro.

- (1 punto) Escriba ajustadas las semirreacciones de oxidación y reducción por el método de ion electrón, la reacción iónica y la molecular, e indique las especies oxidante y reductora.
- (1 punto) Sabiendo que la reacción transcurre con un 65% de rendimiento, calcule la masa de cromato de potasio necesaria para obtener 120,0 g de cloruro de cromo(III).

Datos. Masas atómicas (u): O = 16,0; Cl = 35,5; K = 39,1; Cr = 52,0.

B.5 Una disolución de amoniacó 0,015 M a una cierta temperatura está ionizada en un 5,0%. Calcule el:

- (0,5 puntos) pH de la disolución.
- (0,75 puntos) pK_b.
- (0,75 puntos) Grado de disociación del amoniacó en la disolución resultante al mezclar 25 mL de la disolución de amoniacó 0,015 M con 100 mL de agua, manteniendo la temperatura constante. Suponer los volúmenes aditivos.

QUÍMICA
CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN

Cada una de las preguntas se podrá calificar con un máximo de 2 puntos.

Se tendrá en cuenta en la calificación de la prueba:

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

Distribución de puntuaciones máximas para este ejercicio

- A.1.- 1 punto por apartado.
- A.2.- 0,5 puntos por apartado.
- A.3.- 0,5 puntos por apartado.
- A.4.- 0,75 puntos apartados a) y b); 0,5 puntos apartado c).
- A.5.- 1 punto por apartado.

- B.1.- 0,5 puntos por apartado.
- B.2.- 0,5 puntos por apartado.
- B.3.- 1 punto apartado a); 0,5 puntos apartados b) y c).
- B.4.- 1 punto por apartado.
- B.5.- 0,5 puntos apartado a); 0,75 puntos apartados b) y c).

QUÍMICA SOLUCIONES

(Documento de trabajo orientativo)

A.1.- Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

- a) Para un nivel energético n , hay distintos subniveles energéticos l , $l = [0, 1, 2, \dots, (n - 1)]$ y para cada l , distintos orbitales atómicos, tantos como valores diferentes del número m_l , $m_l = [-l, -(l-1), \dots, -1, 0, \dots, (l-1), l]$. Además, cada orbital atómico (n, l, m_l) puede alojar dos electrones, $m_s = (1/2, -1/2)$. Por eso a1) $n = 2$, $l = -1$, $m_l = 0$, no puede ser un orbital atómico porque el valor de l es negativo, y eso no está permitido. a2) $n = 4$, $l = 2$, $m_l = 2$ sí corresponde a uno de los cinco orbitales atómicos posibles, el subnivel es el 4d, y puede alojar 10 electrones y los del orbital son: $(4, 2, 2, 1/2)$ y $(4, 2, 2, -1/2)$.
- b) Energía de ionización, E_i , es la energía necesaria para extraer el electrón más débilmente unido a un átomo neutro, gaseoso y en estado fundamental. B ($Z = 5$): $1s^2 2s^2 2p^1$, C ($Z = 6$): $1s^2 2s^2 2p^2$, N ($Z = 7$): $1s^2 2s^2 2p^3$. La energía de ionización en un periodo aumenta (salvo excepciones), al incrementarse el número atómico Z , porque va aumentando la carga nuclear efectiva, lo que implica un electrón externo más fuertemente atraído. Los 3 elementos pertenecen al mismo periodo, así: $E_i(N) > E_i(C) > E_i(B)$.

A.2.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHOH-CH}_2\text{-CH}_3$ (pentan-3-ol) + H_2SO_4 / calor \rightarrow $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_3$ (pent-2-eno) + H_2O . Eliminación o deshidratación.
- b) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$ (ácido propanoico) + $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ (propan-1-ol) \rightarrow $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COO-(CH}_2)_2\text{-CH}_3$ (propanoato de propilo) + H_2O . Condensación o esterificación.
- c) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_3$ (pent-2-eno) + HBr \rightarrow $\text{CH}_3\text{-CHBr-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ (2-bromopentano) + $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHBr-CH}_2\text{-CH}_3$ (3-bromopentano). Adición.
- d) $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$ (but-2-eno) + H_2 \rightarrow $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ (butano). Adición o reducción.
(Nota: se admite que el alumno utilice la nomenclatura anterior a 1993).

A.3.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a) Falsa. Se comporta como una base. Según la teoría de Brønsted-Lowry una base es una sustancia que acepta protones del medio, que es justo lo que le sucede a NO_2^- en la reacción: NO_2^- (base) + H_2O (ácido) \rightleftharpoons HNO_2 (ácido) + OH^- (base).
- b) Falsa. A igual concentración, cuanto más fuerte es un ácido, mayor es su K_a y más iones H_3O^+ hay en disolución, por lo que el pH de la disolución es menor, ya que $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$.
- c) Falsa. El KNO_3 que contiene la disolución está completamente disociado en sus iones, $\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}^+ + \text{NO}_3^-$, que no sufren hidrólisis, luego no producen H_3O^+ ni OH^- , por lo que su pH es neutro.
- d) Falsa. Si se diluye una disolución, la $[\text{H}_3\text{O}^+]$ disminuye, por lo que el pH aumenta.

A.4.- Puntuación máxima por apartado: 0,75 puntos apartados a) y b); 0,5 puntos apartado c).

- a)
- | | | | | | |
|-----------------|---------------------|---|------------------|----------------------|---------------------|
| | 2SO_2 (g) | + | O_2 (g) | \rightleftharpoons | 2SO_3 (g) |
| n_0 | 1,4 | | 1,0 | | |
| n_{eq} | $1,4 - 2x$ | | $1,0 - x$ | | $2x$ |
- $n_{\text{eq}}(\text{SO}_2) = 1,4 - 2x = 0,20 \text{ mol}$; $x = 0,60 \text{ mol}$; $n_{\text{eq}}(\text{O}_2) = 1,0 - x = 0,40 \text{ mol}$; $n_{\text{eq}}(\text{SO}_3) = 2x = 1,2 \text{ mol}$.
 $[\text{SO}_2] = 0,20 / 8,0 = 0,025 \text{ M}$; $[\text{O}_2] = 0,40 / 8,0 = 0,050 \text{ M}$; $[\text{SO}_3] = 1,2 / 8,0 = 0,15 \text{ M}$.
- b) $K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]}$; $K_c = 0,15^2 / (0,025^2 \times 0,050) = 720$.
 $K_p = K_c \cdot (\text{RT})^{\Delta n}$; $\Delta n = 2 - 3 = -1$; $K_p = 720 \times [0,082 \times (400 + 273)]^{-1} = 13$.
- c) $p_T \cdot V = n_T \cdot R \cdot T$; $n_T = 0,20 + 0,40 + 1,2 = 1,8 \text{ mol}$; $p_T = n_T \cdot R \cdot T / V = 1,8 \times 0,082 \times 673 / 8,0 = 12 \text{ atm}$.

A.5.- Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

- a) Cátodo: $2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 (\text{g}) + 2 \text{OH}^- (\text{ac})$
Ánodo: $2 \text{Cl}^- (\text{ac}) \rightarrow \text{Cl}_2 (\text{g}) + 2 \text{e}^-$
Iónica: $2 \text{Cl}^- (\text{ac}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{Cl}_2 (\text{g}) + \text{H}_2 (\text{g}) + 2 \text{OH}^- (\text{ac})$
- b) $Q = I \cdot t = 2,5 \times 10^3 \times 1 \times 3600 = 9,00 \times 10^6 \text{ C}$; $Q = n(\text{Cl}_2) \cdot F \cdot n_e$; $n(\text{Cl}_2) = 9,00 \times 10^6 / (96485 \times 2) = 46,6 \text{ mol}$;
 $V = n \cdot R \cdot T / p = 46,6 \times 0,082 \times 300 / 2 = 573 \text{ L}$.

B.1.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a) CO₂. Enlace covalente. Apolar. Fuerzas de dispersión o de London.
 b) NH₃. Enlace covalente. Polar. Fuerzas de enlace de hidrógeno, fuerzas de Van der Waals: dipolo-dipolo y de dispersión o London.
 c) NaCl. Enlace iónico. Polar. No existen moléculas, luego no existen fuerzas intermoleculares, pero sí fuerzas de interacción electrostática entre los iones Na⁺ y Cl⁻.
 d) CH₃COOH. Enlace covalente. Polar. Fuerzas de enlace de hidrógeno, fuerzas de Van der Waals: dipolo-dipolo y de dispersión o London.

B.2.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a) CH₃-CH₂-CO-NH-CH₃ (*N*-metilpropanamida); CH₃-C≡C-C(CH₃)₂-CH₃ (4,4-dimetilpent-2-ino).
 b) CH₃-C(OH)=CH₂ (propen-2-ol); CH₃-C(CH₃)Br-CH₂-CH₂-CH₃ (2-bromo-2-metilpentano).
 c) -[CH₂-CH(CH₃)]_n- (polimetileno o polipropileno).
 d) CH₃-CH₂-CH(CH₃)-CH(CH₂-CH₂-CH₃)-CH(CH₃)-CH(CH₃)-CH₃ (2,3,5-trimetil-4-propilheptano);
 CH₃-CH₂-C(CH₃)₂-O-CH₃ (1,1-dimetilpropilmetil éter).
 (Nota: se admite que el alumno utilice la nomenclatura anterior a 1993).

B.3.- Puntuación máxima por apartado: 1 punto apartado a); 0,5 puntos apartados b) y c).

- a) Comparando los experimentos 1 y 2 donde [A] permanece constante:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{k \cdot [A]_1^\alpha \cdot [B]_1^\beta}{k \cdot [A]_2^\alpha \cdot [B]_2^\beta} ; \frac{1,34 \times 10^{-4}}{4,02 \times 10^{-4}} = \frac{k[0,10]^\alpha \cdot [0,10]^\beta}{k[0,10]^\alpha \cdot [0,30]^\beta} ; \frac{1}{3} = \frac{1}{3^\beta} ; \beta = 1$$

Comparando los experimentos 1 y 3 donde [B] permanece constante:

$$\frac{v_1}{v_3} = \frac{k \cdot [A]_1^\alpha \cdot [B]_1^\beta}{k \cdot [A]_3^\alpha \cdot [B]_3^\beta} ; \frac{1,34 \times 10^{-4}}{5,36 \times 10^{-4}} = \frac{k[0,10]^\alpha \cdot [0,10]^\beta}{k[0,20]^\alpha \cdot [0,10]^\beta} ; \frac{1}{2^2} = \frac{1}{2^\alpha} ; \alpha = 2$$

Orden total: $\alpha + \beta = 2 + 1 = 3$. La ecuación de velocidad es $v = k [A]^2 \cdot [B]$.

- b) $v_1 = k \cdot [A]_1^2 \cdot [B]_1$; $k = v_1 / [A]_1^2 \cdot [B]_1 = 1,34 \times 10^{-4} / (0,1^2 \times 0,1) = 0,134 \text{ mol}^{-2} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.
 c) Teniendo en cuenta la ecuación de Arrhenius o la teoría de colisiones, al aumentar la temperatura a 30 °C, aumenta la constante, por tanto, aumenta la velocidad, obteniéndose valores de velocidad mayores que a 25 °C.

B.4.- Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

- a) Semirreacción de oxidación: $(2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-) \times 3$
 Semirreacción de reducción: $(\text{CrO}_4^{2-} + 8 \text{H}^+ + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Cr}^{3+} + 4 \text{H}_2\text{O}) \times 2$
 Reacción iónica: $6 \text{Cl}^- + 2 \text{CrO}_4^{2-} + 16 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{Cl}_2 + 2 \text{Cr}^{3+} + 8 \text{H}_2\text{O}$
 Reacción molecular: $16 \text{HCl} + 2 \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow 3 \text{Cl}_2 + 2 \text{CrCl}_3 + 4 \text{KCl} + 8 \text{H}_2\text{O}$
 Especie oxidante: K₂CrO₄ o CrO₄²⁻ y especie reductora HCl o Cl⁻.
 b) Por estequiometría de la reacción: $120,0 \text{ g CrCl}_3 \times (1 \text{ mol CrCl}_3 / 158,5 \text{ g CrCl}_3) \times (2 \text{ mol K}_2\text{CrO}_4 / 2 \text{ mol CrCl}_3) \times 100 / 65 \times 194,2 \text{ g K}_2\text{CrO}_4 / 1 \text{ mol K}_2\text{CrO}_4 = 226,2 \text{ g K}_2\text{CrO}_4$.

B.5.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos apartado a); 0,75 puntos apartados b) y c).

- a) $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \quad \alpha = 0,050 \text{ (5\%)}$
 $c_0 \quad c_0 = 0,015$
 $c_{\text{eq}} \quad c_0(1 - \alpha) \quad c_0\alpha \quad c_0\alpha$
 $[\text{OH}^-] = c_0\alpha = 0,015 \times 0,050 = 7,5 \times 10^{-4} \text{ M}$
 $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]_{\text{eq}} = -\log 7,5 \times 10^{-4}$; $\text{pOH} = 3,1$; $\text{pH} + \text{pOH} = 14$; $\text{pH} = 14 - 3,1 = 11$.
 b) $[\text{OH}^-] = [\text{NH}_4^+] = 7,5 \times 10^{-4} \text{ M}$; $[\text{NH}_3] = c_0(1 - \alpha) = 0,015(1 - 0,050) = 0,014 \text{ M}$; $K_b = [\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-] / [\text{NH}_3]$
 $= (7,5 \times 10^{-4})^2 / 0,014 = 4,0 \times 10^{-5}$; $\text{pK}_b = -\log 4,0 \times 10^{-5} = 4,4$.
 c) $M(\text{NH}_3) = 0,025 \times 0,015 / (0,100 + 0,025) = 3,0 \times 10^{-3} \text{ M}$.
 $K_b = (c_0 \cdot \alpha)^2 / c_0(1 - \alpha) \approx c_0 \cdot \alpha^2$; $\alpha = (4,0 \times 10^{-5} / 3,0 \times 10^{-3})^{1/2} = 0,12 \text{ (12\%)}$.