

**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 cuestiones:

- a) (1 punto) En el laboratorio se dispone de una disolución acuosa de  $\text{Ag}^+$  1 M y varios electrodos, cuyos potenciales de reducción se indican en la Tabla 1. Utilizando estos datos, razone qué electrodo/s puede/n actuar de ánodo para que en el cátodo se obtenga plata metálica de forma espontánea. Para el/los procesos redox seleccionado/s, escriba las reacciones que tienen lugar en el ánodo y en el cátodo, y calcule el potencial de la pila formada.
- b) (0,75 puntos) A partir de los datos de la Tabla 1, razone si se disuelve plata metálica en una disolución de ácido nítrico 1 M. Formule y ajuste por el método del ion electrón las semirreacciones de oxidación, reducción y la reacción iónica.
- c) (0,75 puntos) La galvanostegia es un proceso electrolítico mediante el cual se recubre un objeto metálico con una lámina de otro metal; esta técnica se emplea, por ejemplo, para el cromado, dorado o plateado de metales menos nobles (Figura 1). Se ha preparado una disolución de nitrato de plata y se quiere utilizar para recubrir de plata una cucharilla metálica. Calcule durante cuántos minutos debe ser aplicada una corriente de 5,00 A a la disolución de nitrato de plata para depositar 10,1 g de plata metálica sobre la cucharilla.

Datos. Masa atómica (u):  $\text{Ag} = 107,9$ .  $F = 96485 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

Tabla 1. Potenciales de reducción

Par redox	$E^\circ(\text{V})$
$\text{Au}^{3+}/\text{Au}$	1,52
$\text{NO}_3^-/\text{NO}$	0,96
$\text{Ag}^+/\text{Ag}$	0,80
$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$	0,34
$\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$	-0,44

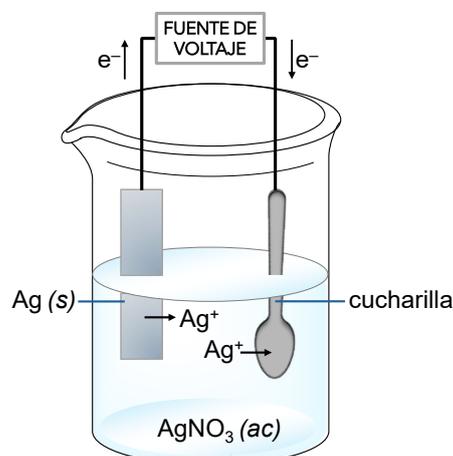


Figura 1. Recubrimiento de un objeto en un baño de nitrato de plata.

**2A)** Dados los elementos: A ( $Z = 11$ ), B ( $Z = 16$ ) y C ( $Z = 17$ ), responda a las siguientes cuestiones:

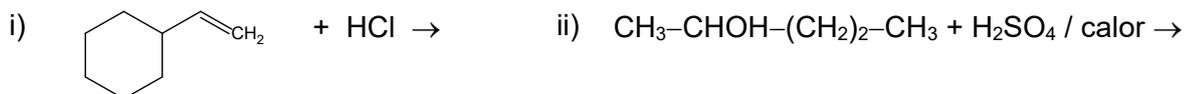
- a) (1 punto) Identifique su nombre, símbolo y escriba su configuración electrónica. Indique y explique de forma razonada cuál es su ion más estable.
- b) (1 punto) Justifique qué elemento presenta mayor radio atómico, mayor energía de ionización y mayor afinidad electrónica.
- c) (0,5 puntos) Considere los compuestos que se obtienen cuando se combina A: i) consigo mismo y ii) con el elemento C. Para cada uno de ellos escriba su fórmula y, explique el tipo de enlace más probable.

**2B)** A temperatura ambiente, la sal común, NaCl, es un sólido cristalino y el COCl<sub>2</sub> es un gas.

- (0,75 puntos) Explique el tipo de enlace intramolecular para cada una de las sustancias.
- (0,75 puntos) Dibuje la estructura de Lewis y nombre y dibuje la geometría molecular de COCl<sub>2</sub> utilizando el modelo de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia. Indique la hibridación del átomo de C.
- (1 punto) Represente el ciclo de Born-Haber para la formación de NaCl (s): Na (s) + ½ Cl<sub>2</sub> (g) → NaCl (s), indicando el nombre de las energías implicadas en cada etapa.

**3A)** Responda a las siguientes cuestiones:

- (1,25 puntos) Indique el producto mayoritario de reacción, y nombre y explique la regla que lo produce. Escriba los nombres de reactivos y productos de los compuestos orgánicos, indicando *cis* y *trans* para los isómeros geométricos cuando existan:



- (1,25 puntos) Complete las siguientes reacciones identificando las sustancias A, B, C y D (fórmula y nombre):  
i) etanol + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/calor → A; ii) etanol + oxidante (frío) → B; iii) B + oxidante → C;  
iv) n A(polimerización) → D.

**3B)** Indique si cada una de las siguientes afirmaciones es verdadera o falsa y justifique las respuestas formulando la reacción a la que se alude.

- (0,75 puntos) La adición de hidrógeno molecular, en presencia de un catalizador, al doble enlace del *trans*-but-2-eno permite obtener el alcano correspondiente.
- (0,75 puntos) La reducción del butanal conduce al ácido carboxílico con el mismo número de átomos de carbono.
- (0,5 puntos) La etilamina se comporta como base en una disolución acuosa.
- (0,5 puntos) La deshidratación del etanol, por el ácido sulfúrico, produce etino.

**4A)** Para las siguientes reacciones en equilibrio, responda a las preguntas:

- (1,25 puntos) H<sub>2</sub>S (g) + I<sub>2</sub> (s) ⇌ 2 HI (g) + S (s) a 60 °C. Calcule K<sub>p</sub> y K<sub>c</sub> si las presiones parciales en el equilibrio para HI y H<sub>2</sub>S son 3,65 × 10<sup>-3</sup> atm y 0,99 atm, respectivamente.
- (1,25 puntos) SO<sub>2</sub> (g) + 1/2 O<sub>2</sub> (g) ⇌ SO<sub>3</sub> (g). Utilizando las entalpías de formación, determine hacia dónde se desplazará el equilibrio al aumentar la temperatura.

Datos. R = 0,082 atm·L·mol<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>; ΔH<sub>f</sub><sup>o</sup>(SO<sub>3</sub>, g) = -395,7 kJ·mol<sup>-1</sup>; ΔH<sub>f</sub><sup>o</sup>(SO<sub>2</sub>, g) = -296,8 kJ·mol<sup>-1</sup>.

**4B)** Se dispone de 3 disoluciones acuosas a 25 °C: i) HNO<sub>3</sub> con pH = 1; ii) ácido acetilsalicílico (C<sub>8</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>COOH) con pH = 2,24; iii) NaOH con pH = 12.

- (1,25 puntos) Para cada disolución, escriba los equilibrios de disociación en agua y calcule su concentración inicial.
- (1,25 puntos) Explique, sin hacer cálculos, si al combinar volúmenes iguales de las disoluciones anteriores de HNO<sub>3</sub> y de NaOH, el pH será igual, superior o inferior a 7.

Dato. K<sub>a</sub> (C<sub>8</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>COOH) = 3,1 × 10<sup>-4</sup>.

## 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) 1 punto; b) 0,75 puntos; c) 0,75 puntos
2A	a) 1 punto; b) 1 punto; c) 0,5 puntos
2B	a) 0,75 puntos; b) 0,75 puntos; c) 1 punto
3A	a) 1,25 puntos; b) 1,25 puntos
3B	a) 0,75 puntos; b) 0,75 puntos; c) 0,5 puntos; d) 0,5 puntos
4A	a) 1,25 puntos; b) 1,25 puntos
4B	a) 1,25 puntos; b) 1,25 puntos

**QUÍMICA SOLUCIONES**  
**(Documento de trabajo orientativo)**

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

a) Debe ser un electrodo con menor potencial de reducción que el de  $\text{Ag}^+/\text{Ag}$  (0,80 V):  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$ , con  $E^\circ = -0,44$  V, y  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  con  $E^\circ = 0,34$  V.

Cátodo:  $\text{Ag}^+ + e^- \rightarrow \text{Ag}$ . Ánodo:  $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 e^-$ .  $E^\circ = E^\circ_{\text{cátodo}} - E^\circ_{\text{ánodo}} = 0,80 - (-0,44) = 1,24$  V.

Cátodo:  $\text{Ag}^+ + e^- \rightarrow \text{Ag}$ . Ánodo:  $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 e^-$ .  $E^\circ = E^\circ_{\text{cátodo}} - E^\circ_{\text{ánodo}} = 0,80 - 0,34 = 0,46$  V.

b) Sí se disuelve, ya que  $E^\circ(\text{NO}_3^-/\text{NO}) > E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag})$ , de manera que  $\text{Ag}$  se oxida a  $\text{Ag}^+$ .

Reducción:  $\text{NO}_3^- + 4 \text{H}^+ + 3 e^- \rightarrow \text{NO} + 2 \text{H}_2\text{O}$

Oxidación:  $\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + e^-$

Ecuación iónica:  $\text{NO}_3^- + 4 \text{H}^+ + 3 \text{Ag} \rightarrow \text{NO} + 3 \text{Ag}^+ + 2 \text{H}_2\text{O}$

c)  $\text{Ag}^+ + 1 e^- \rightarrow \text{Ag}$ .  $Q = I \cdot t = z \cdot n \cdot F$ ;  $t = 1 \times (10,1 / 107,9) \times 96485 / 5,00 = 1806$  s = 30,1 min.

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

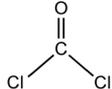
a) A: sodio, Na:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ ; B: azufre, S:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ ; C: cloro, Cl:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ . Ion más estable es aquel que presenta una configuración de gas noble:  $\text{Na}^+$ ;  $\text{S}^{2-}$ ;  $\text{Cl}^-$ .

b) Mayor radio atómico: Na. Los tres pertenecen al mismo periodo, y a medida que se avanza de izquierda a derecha en un período, la carga nuclear efectiva aumenta, lo que tiende a atraer más fuertemente a los electrones hacia el núcleo y, en consecuencia, disminuye el radio atómico. Mayor EI: Cl, ya que al ser de menor radio atómico, es el que necesita más energía para liberar un electrón (en fase gaseosa). Mayor AE: Cl, es el que libera más energía cuando se añade un electrón a un átomo (en fase gaseosa), al adquirir configuración de gas noble.

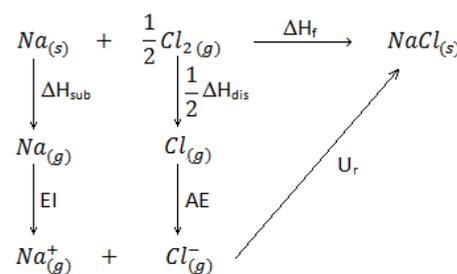
c) i) Na, enlace metálico. Na es un átomo que pertenece al grupo 1, de baja electronegatividad, por lo que el enlace más probable es el metálico; ii) NaCl enlace iónico porque es entre un metal y un no metal.

2B) Puntuación máxima: a) 0,75 puntos; b) 0,75 puntos; c) 1 punto.

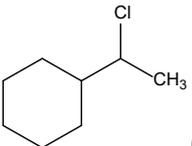
a) NaCl: enlace iónico formado por cationes  $\text{Na}^+$  y aniones  $\text{Cl}^-$ .  $\text{COCl}_2$ : C, O y Cl se unen compartiendo sus electrones a través de enlaces covalentes.

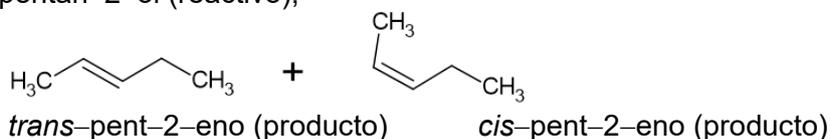
b) Lewis:  $\text{Cl} \text{---} \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} \text{---} \text{Cl}$  Geometría plana trigonal:   
Hibridación C:  $sp^2$ .

c) Ciclo de Born-Haber para la formación de NaCl y sus energías:  
 $\Delta H_{\text{sub}}$ : energía (o entalpía) de sublimación de Na sólido; EI: primera energía de ionización de Na (g);  $\Delta H_{\text{dis}}$ : energía (o entalpía) de disociación del cloro molecular ( $\text{Cl}_2$ ); AE: afinidad electrónica de Cl (g);  $U_r$ : energía de red (o energía reticular);  $\Delta H_f$ : energía (o entalpía) de formación de NaCl (s).



3A) Puntuación máxima: a) 1,25 puntos; b) 1,25 puntos.

a) i) etenilciclohexano (reactivo);  (1-cloroetil) ciclohexano (producto). Regla de Markovnikov, que corresponde al ataque del  $\text{Cl}^-$  al C más sustituido del doble enlace).  
ii) pentan-2-ol (reactivo);

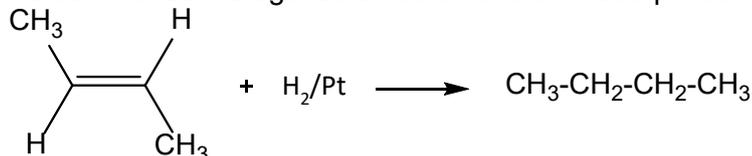


Regla de Saytzeff, se forma el alqueno más sustituido, eliminándose el grupo OH y el H del C adyacente más sustituido.

- b) i)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 / \text{calor} \rightarrow \text{A: CH}_2=\text{CH}_2$  (eteno ó etileno); ii)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{oxidante (frío)} \rightarrow \text{B: CH}_3\text{CHO}$  (etanal); iii)  $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{oxidante} \rightarrow \text{C: CH}_3\text{COOH}$  (ácido acético o etanoico); iv)  $n \text{ CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow \text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---}_n$  D: (polietileno PE).

**3B)** Puntuación máxima: a) 0,75 puntos; b) 0,75 puntos; c) 0,5 puntos; d) 0,5 puntos.

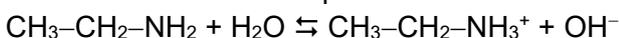
- a) Verdadero. La hidrogenación de un doble enlace produce un hidrocarburo saturado (alcano).



- b) Falso. La reducción de un grupo aldehído conduce al correspondiente alcohol.



- c) Verdadero. Las aminas presentan carácter básico porque pueden captar protones.



- d) Falso. Produce eteno.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4/\text{calor} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .

**4A)** Puntuación máxima: a) 1,25 puntos; b) 1,25 puntos.

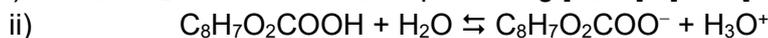
a)  $K_p = p^2(\text{HI}) / p(\text{H}_2\text{S}) = (3,65 \times 10^{-3})^2 / 0,99 = 1,3 \times 10^{-5}$ ;  $K_c = K_p (\text{RT})^{-\Delta n} = 1,3 \times 10^{-5} (0,082 \times 333)^{-1} = 4,8 \times 10^{-7}$ .

b)  $\Delta H_r^\circ = \sum n \cdot \Delta H_f^\circ (\text{productos}) - \sum n \cdot \Delta H_f^\circ (\text{reactivos}) = \Delta H_f^\circ (\text{SO}_3, \text{g}) - \Delta H_f^\circ (\text{SO}_2, \text{g}) = (-395,7) - (-296,8) = -98,9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Al ser un proceso exotérmico, al aumentar la T el equilibrio se desplaza hacia donde absorbe calor, es decir, hacia la formación de reactivos.

**4B)** Puntuación máxima: a) 1,25 puntos; b) 1,25 puntos.

a) i)  $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+$ ;  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$ ;  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 0,1 \text{ M}$ ;  $[\text{HNO}_3]_{\text{inicial}} = 0,1 \text{ M}$ .



$c_0$

$c$

$c_{\text{equi}}$

$c-x$

$x$

$x$

$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$ ;  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,24} = 0,00575 \text{ M}$ ;

$K_a = 3,1 \times 10^{-4} = [\text{H}_3\text{O}^+] [\text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COO}^-] / [\text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COOH}] = (0,00575)^2 / (c - 0,00575)$ ;  $c = 0,113 \text{ M}$ .

iii)  $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ ;  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$ ;  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-12} \text{ M}$ ;  $[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$ ;  $[\text{OH}^-] = 0,01 \text{ M}$ ;  $[\text{NaOH}]_{\text{inicial}} = 0,01 \text{ M}$ .

- b) Como  $[\text{HNO}_3]_{\text{inicial}} > [\text{NaOH}]_{\text{inicial}}$ , al mezclar volúmenes iguales de ambas disoluciones, no se neutraliza todo el  $\text{HNO}_3$ , por lo que la mezcla tendrá un  $\text{pH} < 7$ .