

**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)** El cromo es uno de los metales tóxicos más comunes en la Tierra, responsable de la contaminación de aguas superficiales y subterráneas debido a su uso intensivo en diversas industrias. Entre sus aplicaciones destaca la utilización del dicromato de potasio en la producción de productos pirotécnicos, productos para impresión, en baterías eléctricas, como inhibidor de corrosión, en la industria cerámica o en la obtención de pigmentos.

Una planta industrial que utiliza mineral cromita para la obtención del dicromato descarga aguas residuales que podrían generar contaminación por  $\text{Cr}^{6+}$  en un río cercano. El  $\text{Cr}^{6+}$  es un contaminante peligroso, ya que es mutagénico, carcinogénico y tóxico, y se propaga fácilmente a través de los sistemas acuáticos superficiales y las aguas subterráneas, debido a su alta solubilidad en agua. Para mitigar el daño ambiental, se propone hacer reaccionar el dicromato de potasio con ácido etanodioico ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) dando lugar a  $\text{Cr}^{3+}$  y dióxido de carbono.

Responda razonadamente a las siguientes cuestiones:

- a) (1 punto) Formule y ajuste por el método del ion electrón las semirreacciones de oxidación y reducción, y la reacción iónica que tienen lugar. Indique las especies oxidante y reductora.
- b) (0,75 puntos) Justifique qué par o pares redox de la Tabla pueden producir también la eliminación de  $\text{Cr}^{6+}$  en medio ácido de manera espontánea. Calcule el potencial del/los sistema/s redox que proponga.
- c) (0,75 puntos) El  $\text{Cr}^{3+}$  y otros cationes metálicos se pueden recuperar de los vertidos del proceso industrial mediante precipitación y decantación en medio básico, por ejemplo, como hidróxido de cromo(III). Sabiendo que a 25 °C la solubilidad de dicho hidróxido es  $0,0013 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ :
  - i) Formule el equilibrio de solubilidad del hidróxido de cromo(III) en agua, indicando el estado de agregación de cada especie.
  - ii) Determine su producto de solubilidad.

Tabla. Potenciales de reducción a 25 °C.

Par redox	$E^\circ(\text{V})$
$\text{F}_2/\text{F}^-$	2,87
$\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$	1,51
$\text{PbO}_2/\text{Pb}^{2+}$	1,46
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$	1,33
$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$	0,77

Datos. Masas atómicas (u): H = 1; O = 16; Cr = 52.

**2A)** Considere los elementos X (el metal alcalino cuyo monocatión contiene 10  $e^-$ ), Y (el elemento del grupo 14 del segundo periodo) y Z (el halógeno del tercer periodo). Responda a las siguientes cuestiones:

- a) (0,75 puntos) Identifique los elementos X, Y y Z con nombre y símbolo, y escriba la configuración electrónica de cada uno de ellos en su estado fundamental.
- b) (0,75 puntos) Razone si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:
  - i) El elemento Z es el que presenta el mayor radio atómico.
  - ii) El elemento X es el que posee una menor afinidad electrónica.
  - iii) El elemento Y es capaz de formar únicamente orbitales híbridos  $sp^3$  y  $sp^2$ .
- c) (1 punto) Indique el tipo de enlace y justifique las fuerzas intermoleculares que se establecen cuando se forman los compuestos XZ e  $\text{YZ}_4$ .

**2B)** Responda a las siguientes cuestiones relacionadas con las moléculas tricloruro de boro, ácido etanoico y clorometano.

- (0,5 puntos) Dibuje la estructura de Lewis de cada molécula.
- (1 punto) Determine la geometría molecular a partir de la teoría de repulsión de pares electrónicos de la capa de valencia (RPECV) del tricloruro de boro y el clorometano. Indique la polaridad de esas moléculas y las fuerzas intermoleculares que se establecen.
- (0,5 puntos) Justifique cuál de las tres moléculas presenta mayor temperatura de ebullición.
- (0,5 puntos) Indique la hibridación de cada uno de los átomos de carbono de las moléculas dadas.

**3A)** Complete las siguientes reacciones. Formule y nombre todos los compuestos orgánicos. Indique el tipo de reacción y, si procede, el producto mayoritario y la regla que sigue. Dibuje los posibles isómeros geométricos que se formen.

- (0,5 puntos) Metilbutano +  $O_2 \rightarrow$
- (0,5 puntos) Ácido propanoico + NaOH (ac)  $\rightarrow$
- (0,75 puntos) Metilpropeno + HBr  $\rightarrow$
- (0,75 puntos) Pentan-2-ol +  $H_2SO_4$ /calor  $\rightarrow$

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

- (0,5 puntos) Formule y nombre un isómero de función del ácido etanoico.
- (0,75 puntos) Escriba la reacción entre ácido benzoico y etanol. Formule y nombre los compuestos orgánicos implicados. Indique el tipo de reacción.
- (0,5 puntos) Escriba la reacción de polimerización del etenilbenceno e indique el nombre común del polímero que se obtiene.
- (0,75 puntos) Las temperaturas de ebullición del etano, cloroetano y etanol son  $-88,6$ ,  $12,3$  y  $78,5$  °C, respectivamente. Justifique la diferencia entre estos valores.

**4A)** En el proceso de la fotosíntesis, el dióxido de carbono y el agua, en presencia de clorofila y luz solar, se convierten en carbohidratos, como la glucosa, y se libera oxígeno molecular. Responda a las siguientes preguntas:

- (0,5 puntos) Escriba y ajuste la reacción de formación de la glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ ) a través del proceso de fotosíntesis a 25 °C. Indique el estado de los compuestos.
- (0,75 puntos) Calcule la entalpía y la entropía de la reacción.
- (0,5 puntos) Razone si la reacción es espontánea a 25 °C.
- (0,75 puntos) ¿Qué volumen de dióxido de carbono se necesitará para llevar a cabo la síntesis de 1,00 kg de glucosa a 25 °C y 1,00 atm de presión?

Datos. A 298 K,  $\Delta H_f^0$ (kJ·mol<sup>-1</sup>):  $C_6H_{12}O_6$  (s) =  $-1268,0$ ;  $CO_2$  (g) =  $-393,5$ ;  $H_2O$  (l) =  $-285,8$  kJ·mol<sup>-1</sup>.

A 298 K,  $S^0$ (J·mol<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>):  $C_6H_{12}O_6$  (s) =  $213,7$ ;  $CO_2$  (g) =  $213,6$ ;  $H_2O$  (l) =  $69,9$ ;  $O_2$  (g) =  $205,0$ .

Masas atómicas (u): H = 1; C = 12; O = 16. R =  $0,0820$  atm·L·mol<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>.

**4B)** Razone si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Escriba las reacciones que tienen lugar para justificar su respuesta y realice, en su caso, los cálculos necesarios.

- (1,25 puntos) "El pH a 25 °C de la disolución resultante de mezclar 50 mL de una disolución 0,5 M de ácido nítrico con 50 mL de una disolución de hidróxido de sodio de igual concentración es neutro".
- (1,25 puntos) "La cantidad de fenilamina ( $C_6H_5-NH_2$ ) necesaria para preparar una disolución de 100 mL de pH = 9, es mayor de 1 g".

Datos. pKa (ácido nítrico) = 3,3; pKb (fenilamina) = 9,13; Masas atómicas (u): H = 1; C = 12; N = 14.