

# QUÍMICA

## EXAMEN OFICIAL SELECTIVIDAD REALIZADO EN MADRID EN LA CONVOCATORIA ORDINARIA 2023/2024

Debe responder a cinco preguntas cualesquiera a elegir entre las diez que se proponen en el siguiente examen:

A.1.- Considere los elementos A, B y C, con números atómicos Z, Z+1 y Z+2, respectivamente. Sabiendo que B es el gas noble del segundo periodo, responda a las siguientes preguntas:

a) (0,5 puntos) Para cada elemento identifique su nombre y símbolo, escriba su configuración electrónica, e indique cuántos electrones desapareados tiene.

| Elemento                | Z                | Z+1              | Z+2                   |
|-------------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| Nombre                  | Flúor            | Neón             | Sodio                 |
| Símbolo                 | F                | Ne               | Na                    |
| Configuración           | $1s^2 2s^2 2p^5$ | $1s^2 2s^2 2p^5$ | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ |
| Electrones desapareados | 1                | 0                | 1                     |

b) (0,5 puntos) Justifique cuál es el ion más estable de los elementos A y C, indicando el tipo de ion y el símbolo.

- A - El anión fluoruro ( $F^-$ ).
- C - El catión sodio ( $Na^+$ ).

c) (0,5 puntos) Razone cuál de ellos tiene el mayor radio iónico.

Son isoelectrónicos, el de mayor radio es el de menor carga nuclear:  $r(F^-) > r(Na^+)$

d) (0,5 puntos) Formule y nombre el compuesto formado con los elementos A y C, y explique qué tipo de enlace presenta.

- NaF (Fluoruro de sodio)
- Como el Flúor (A) es un no metal y el Sodio (C) es un metal se formaría un Enlace iónico (metal no metal).

**A.2.- Responda a las siguientes cuestiones:**

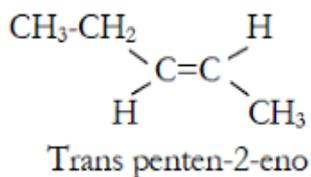
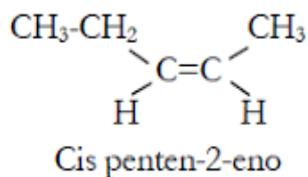
**a) (0,75 puntos) Indique cuál o cuáles de los siguientes compuestos presenta isomería geométrica. Escriba la fórmula desarrollada y el nombre de cada isómero.**

**i) Propeno ii) But-1-eno iii) Pent-2-eno iv) Propen-2-ol**

i)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$  No tiene isomería geométrica

ii)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  No tiene isomería geométrica

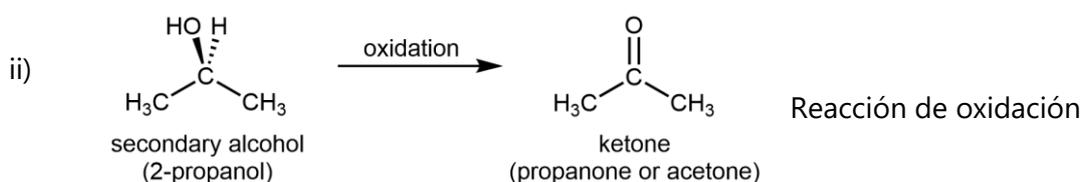
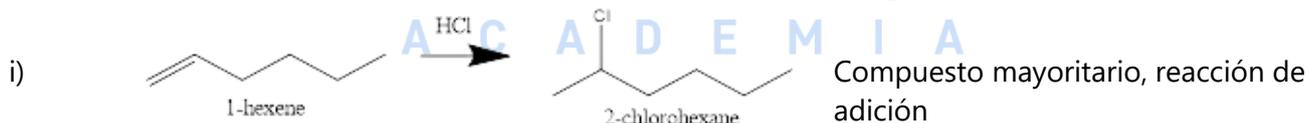
iii)  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ , Si puede, podría formar el Cis-pent-2-eno y el trans-pent-2-eno



iv)  $\text{CH}_2=\text{COH}-\text{CH}_3$ . No tenemos isomería geométrica ya que no podemos rotar el doble enlace.

**b) (0,75 puntos) Complete las siguientes reacciones, nombre todos los compuestos orgánicos, e indique el tipo de reacción.**

**i) Hex-1-eno + HCl → ii) Propan-2-ol + oxidante →**



**c) (0,5 puntos) Nombre los siguientes compuestos e indique cuál es el grupo característico principal.**

**i)  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CHO}$  ii)  $\text{H}-\text{COO}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3$**

i) 2-buten-1-al (Aldehído)

ii) Metanoato de 1-metilpropilo

**A.3.- La siguiente reacción es de orden 2 respecto al monóxido de carbono y de orden 1 respecto al cloro:**



Datos. A 25°C,  $\Delta H^\circ_f$  (kJ · mol<sup>-1</sup>): NOCl = 51,7; NO = 90,3 ;  $S^\circ$  (J · mol<sup>-1</sup> · K<sup>-1</sup>): NO= 210,6; Cl<sub>2</sub>= 223,0; NOCl= 261,7

**a) (0,5 puntos) Escriba la ecuación de velocidad para dicha reacción, y deduzca las unidades de la constante de velocidad si las concentraciones se miden en mol · L<sup>-1</sup> y el tiempo en s.**

$$v = k \cdot [\text{NO}]^2 \cdot [\text{Cl}_2]^1$$

$$\frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}} = [K] \cdot \frac{\text{mol}^3}{\text{L}^3}; [K] = \frac{\text{L}^2}{\text{mol}^2 \cdot \text{s}}$$

**b) (0,5 puntos) A partir de la ecuación de Arrhenius, explique cómo afecta a la velocidad de la reacción un aumento de temperatura.**

$k = A e^{\frac{-E_a}{RT}}$  Si la temperatura aumenta, también aumenta la constante cinética y, por lo tanto, la velocidad.

**c) (0,5 puntos) Determine la variación de energía libre de Gibbs estándar de la reacción a 25 °C.**

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$$

$$\Delta H^\circ_R = 2\Delta H^\circ_f(\text{NOCl}) - [2\Delta H^\circ_f(\text{NO}) + 2\Delta H^\circ_f(\text{Cl}_2)] = 2 \cdot 51,7 - 2 \cdot 90,3 = -77,2 \text{KJ}$$

$$\Delta S^\circ_R = 2S^\circ(\text{NOCl}) - [2S^\circ(\text{NO}) + S^\circ(\text{Cl}_2)] = (2 \cdot 261,7) - (2 \cdot 210,6 + 223) = -120,8 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

$$-01208 \text{kJ/K}$$

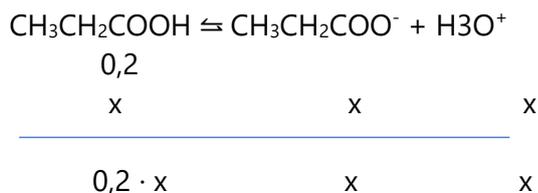
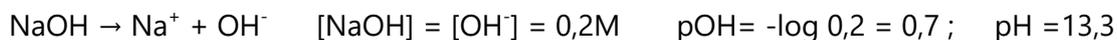
**d) (0,5 puntos) Justifique si la reacción es espontánea o no a dicha temperatura.**

$\Delta G^\circ < 0$ , Se trata de una reacción espontánea

**A.4.- Se han preparado disoluciones acuosas 0,20 M de los siguientes compuestos a 25°C: Hidróxido de sodio, ácido propanoico, cloruro de amonio, cloruro de potasio y etanoato de sodio**

**Datos. pKa (ácido propanoico) = 4,9; pKa (ácido acético) = 4,75; pKb (amoníaco)= 4,75**

**a) (1 punto) Calcule el pH de las disoluciones de hidróxido de sodio y ácido propanoico.**



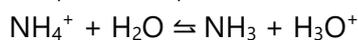
$$K_a = 10^{-4,9} = \frac{x^2}{0,2 - x} \approx \frac{x^2}{0,2} = 10^{-4,9}$$

$$x = \sqrt{10^{-4,9} \cdot 0,2} = 1,59 \cdot 10^{-3}\text{M}$$

$$\text{pH} = -\log (1,59 \cdot 10^{-3}) = 2,8$$

**b) (1 punto) Ordene las disoluciones de cloruro de amonio, cloruro de potasio y etanoato de sodio de mayor a menor carácter ácido. Justifique la respuesta formulando las reacciones de ionización de cada especie, y las de hidrólisis del ion que lo requiera.**

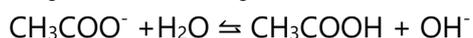
pH ácido



pH neutro



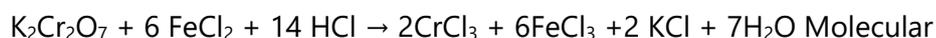
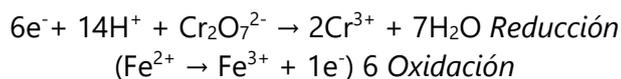
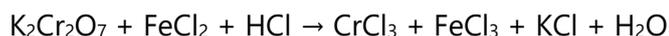
pH básico



**A.5.- El dicromato de potasio reacciona con el cloruro de hierro (II) en disolución de ácido clorhídrico, obteniéndose como productos: cloruro de cromo (III), cloruro de hierro (III), Cloruro de potasio y agua.**

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

**a) (1 punto) Formule y ajuste por el método del ion electrón las semirreacciones de oxidación y reducción. Indique las especies oxidante y reductora. Ajuste la reacción iónica y la molecular.**



**b) (1 punto) Determine qué masa de dicromato de potasio se necesitará para que reaccione completamente con 50mL de disolución de cloruro de hierro (II) 0,60m.**

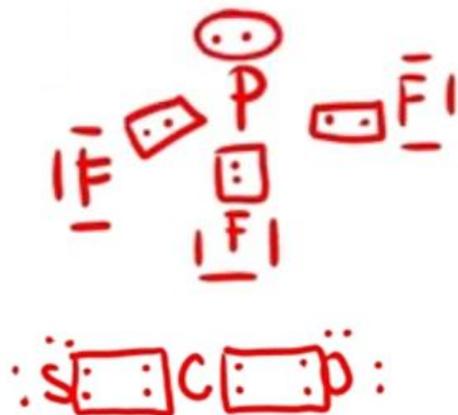
$$n(\text{FeCl}_2) = v \cdot M = 0,6 \cdot 0,05 = 0,03 \text{ moles}$$

$$n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,03/6 = 0,005 \text{ moles } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$$

$$g (\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,005 \cdot (39,1 \cdot 2 + 52 \cdot 2 + 16 \cdot 7) = 1,471\text{g de } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$$

B.1.- Considere las moléculas:  $\text{PF}_3$  y  $\text{OCS}$ , y responda a las siguientes cuestiones:

a) (0,75 puntos) Represente sus estructuras de Lewis e indique cuántos pares de electrones no enlazantes tiene el átomo central.



1 par de electrones no enlazantes

0 pares de electrones no enlazantes

b) (0,75 puntos) Indique y represente sus geometrías moleculares de acuerdo con la teoría RPECV, y escriba la hibridación del átomo central.

$\text{PF}_3$  = Pirámide trigonal ( $sp^3$ )

$\text{OCS}$  = Lineal ( $sp$ )

c) (0,5 puntos) Justifique la polaridad de cada una.

Ambas son polares debido a que el sumatorio de los momentos dipolares es distinto de cero.

**B.2.- Responda a las siguientes preguntas:**

Datos.  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  . Masas atómicas (u): H = 1,0 ; C = 12,0; O= 16,0

a) (0,75 puntos) Escriba la fórmula semidesarrollada de los siguientes compuestos:

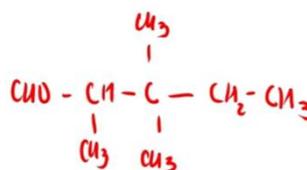
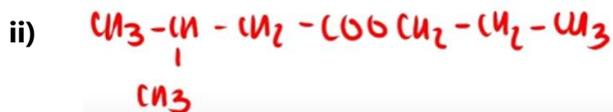
i) Ácido etanodioico

ii) 2-Metilbutanoato de propilo

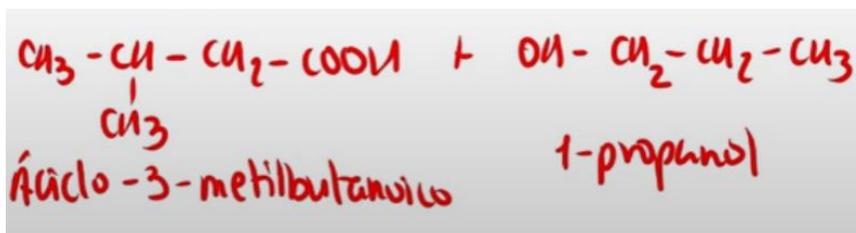
iii) 2,3,3 – Trimetilpentanal

i) CHO-CHO

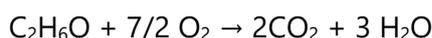
iii)



b) (0,5 puntos) Formule una reacción de esterificación o condensación en la que se obtenga como producto 2-metilbutanoato de propilo, y nombre los reactivos



c) (0,75 puntos) Formule y ajuste la reacción de combustión de etanol. A partir de ella, determine la riqueza en etanol de una muestra de 17g sabiendo que al reaccionar con exceso de oxígeno se obtienen 14,2L de dióxido de carbono medidos a 25°C y 785 mmHg.



$$n(\text{CO}_2) = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{\frac{785}{760} \cdot 14,2}{0,082 \cdot 298} = 0,6 \text{ moles}$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = \frac{0,6}{2} = 0,3 \text{ Moles}$$

$$g(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = 0,3 \cdot (12 \cdot 2 + 6 \cdot 1 + 16) = 13,8\text{g}$$

$$\%R = 13,8/17 \cdot 100 = 81,18\%$$

B.3.- Se introduce cierta cantidad de  $\text{COCl}_2$  en un recipiente de 1,0L a 500K y 0,94 atm, produciéndose su descomposición según la reacción:  $\text{COCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ . Sabiendo que a dicha temperatura el valor de  $K_p$  es 0,19, calcule:

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

a) (0,5 puntos) La concentración molar inicial de  $\text{COCl}_2$

$$P = MRT ; M = \frac{P}{RT} = \frac{0,94}{0,082 \cdot 500} = 0,023 \text{ M}$$

b) (0,75 puntos) Las concentraciones molares de cada especie en el equilibrio.



$$0,023$$

$$x \quad x \quad x$$

---


$$0,023 - x \quad x \quad x$$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} ; K_c = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta n}} = \frac{0,19}{(0,082 \cdot 500)^1} = 0,0046$$

$$K_c = 0,0046 = \frac{x^2}{0,023 - x} ; x^2 + 0,003x - 0,000069 = 0$$

$$x = 0,007 \text{ m}$$

c) (0,75 puntos) La presión parcial de cada uno de los gases en el equilibrio

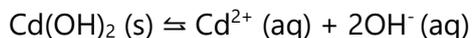
$$P_{\text{CO}} = P_{\text{Cl}_2} = MRT = 0,007 \cdot 0,082 \cdot 500 = 0,287 \text{ atm}$$

$$P_{\text{COCl}_2} = MRT = 0,016 \cdot 0,082 \cdot 500 = 0,656 \text{ M}$$

**B.4.- Una muestra que está contaminada con  $8,3 \times 10^{-4} \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  de  $\text{Cd}^{+2}$ , se hace reaccionar con un hidróxido para eliminar parte del  $\text{Cd}^{+2}$ , precipitándolo en forma de hidróxido de cadmio.**

**Datos.  $K_s$  (Hidróxido de cadmio) =  $1,2 \times 10^{-14}$ ; Masa atómica (u): Cd= 112,4.**

**a) (0,5 puntos) Formule el equilibrio de solubilidad del hidróxido de cadmio en agua, detallando el estado de agregación de cada especie. Escriba la expresión de la  $K_s$ .**



$$K_s = |\text{Cd}^{2+}| |\text{OH}^{-}|^2 = s \cdot (2s)^2 = 4s^3 = 1,2 \cdot 10^{-14}$$

**b) (0,75 puntos) Calcule el pH mínimo necesario para que se inicie la precipitación del hidróxido.**

$$|\text{Cd}^{2+}| |\text{OH}^{-}|^2 = 1,2 \cdot 10^{-14} \quad ; \quad 8,13 \cdot 10^{-14} \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot \frac{1\text{g}}{1000\text{mg}} \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{Cd}^{2+}}{112,4\text{g}} = [\text{Cd}^{2+}] = 7,4 \cdot 10^{-9} \text{M}$$

$$7,4 \cdot 10^{-9} \cdot |\text{OH}^{-}|^2 = 1,2 \cdot 10^{-14} \quad ; \quad |\text{OH}^{-}| = 1,27 \cdot 10^{-3} \text{M}$$

$$\text{pOH} = -\log(1,27 \cdot 10^{-3}) = 2,9 \quad ; \quad \text{pH} = 14 - 2,9 = 11,1$$

**c) (0,5 puntos) Tras la precipitación de cierta cantidad de hidróxido de cadmio, se añade cloruro de cadmio a la disolución. Razone qué efecto tiene lugar y cómo afecta a la solubilidad del hidróxido.**



**B.5.- Considere los potenciales de reducción que se indican y conteste razonadamente.**

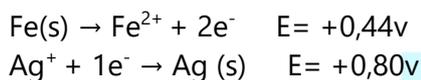
Datos.  $E^{\circ}(V)$ :  $Mn^{2+}/Mn = -1,18$ ;  $Fe^{2+}/Fe = -0,44$ ;  $Pb^{2+}/Pb = -0,125$ ;  $Ag^{+}/Ag = 0,80$ ;  $Au^{3+}/Au = 1,52$

**a) (1 punto) Combinando dos electrodos de los especificados, justifique cuales forman la pila con el potencial más positivo. Escriba las reacciones que tienen lugar en el ánodo y en el cátodo, y calcule el potencial de dicha pila.**

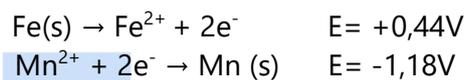


$$E = 2,7 \text{ V}$$

**b) (1 punto) Se dispone de dos recipientes con disoluciones de nitrato de plata y nitrato de manganeso (II) y en cada uno se introduce una barra de hierro. ¿En cuál de ellos se formará una capa del otro metal sobre la barra de hierro? Razone la respuesta.**



$E = 1,24 \text{ V} > 0$ ; Espontánea



$E < 0$  No espontánea.

Se deposita plata.