



## QUÍMICA

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

TIEMPO Y CALIFICACIÓN: 90 minutos. Todas las preguntas se calificarán con un máximo de 2 puntos.

El estudiante deberá indicar la agrupación de preguntas que responderá. La selección de preguntas deberá realizarse conforme a las instrucciones planteadas, no siendo válido seleccionar preguntas que sumen más de 10 puntos, ni agrupaciones de preguntas que no coincidan con las indicadas, lo que puede conllevar la anulación de alguna pregunta que se salga de las instrucciones.

### 1A. (2,0 puntos)

Para la reacción química en fase gaseosa  $2 \text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}_2(\text{g})$ , se obtuvieron los siguientes valores de velocidades iniciales a 25 °C:

Experimento	$[\text{O}_2]_0$ (M)	$[\text{NO}]_0$ (M)	Velocidad inicial ( $\text{Ms}^{-1}$ )
1	$1,44 \times 10^{-3}$	$2,59 \times 10^{-4}$	$5,9 \times 10^{-7}$
2	$1,44 \times 10^{-3}$	$2,61 \times 10^{-3}$	$6,0 \times 10^{-5}$
3	$7,0 \times 10^{-5}$	$2,61 \times 10^{-3}$	$3,0 \times 10^{-6}$

Determine la ecuación de velocidad para la reacción, indicando el orden de reacción parcial respecto del NO(g) y del O<sub>2</sub>(g).

### Solución

*Ecuación de velocidad general.*

$$v = k[\text{O}_2]^m[\text{NO}]^n \quad (0,25 \text{ puntos})$$

*Cálculo de los órdenes parciales de reacción (m y n)*

$$\text{Exp. 1:} \quad v_1 = k[\text{O}_2]_1^m[\text{NO}]_1^n \quad 5,9 \times 10^{-7} = k (1,44 \times 10^{-3})^m (2,59 \times 10^{-4})^n$$

$$\text{Exp. 2:} \quad v_2 = k[\text{O}_2]_2^m[\text{NO}]_2^n \quad 6,0 \times 10^{-5} = k (1,44 \times 10^{-3})^m (2,61 \times 10^{-3})^n \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\text{Relación:} \quad \frac{v_2}{v_1} = \frac{k[\text{O}_2]_2^m[\text{NO}]_2^n}{k[\text{O}_2]_1^m[\text{NO}]_1^n} = \left\{ \frac{[\text{NO}]_2}{[\text{NO}]_1} \right\}^n \quad \frac{6,0 \times 10^{-5}}{5,9 \times 10^{-7}} = \left( \frac{2,61 \times 10^{-3}}{2,59 \times 10^{-4}} \right)^n$$

$$101,7 = (10,08)^n \quad (0,25 \text{ puntos}) \quad n = 2 \text{ (Orden de reacción respecto de NO)} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

*Pueden calcular el valor de n a tanteo:  $10,08^2 = 101,7$        $\sqrt{101,7} = 10,08$*

$$\text{Exp. 2:} \quad v_2 = k[\text{O}_2]_2^m[\text{NO}]_2^n \quad 6,0 \times 10^{-5} = k (1,44 \times 10^{-3})^m (2,61 \times 10^{-3})^n$$

$$\text{Exp. 3:} \quad v_3 = k[\text{O}_2]_3^m[\text{NO}]_3^n \quad 3,0 \times 10^{-6} = k (7,0 \times 10^{-5})^m (2,61 \times 10^{-3})^n \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\text{Relación:} \quad \frac{v_2}{v_3} = \frac{k[\text{O}_2]_2^m[\text{NO}]_2^n}{k[\text{O}_2]_3^m[\text{NO}]_3^n} = \left\{ \frac{[\text{O}_2]_2}{[\text{O}_2]_3} \right\}^m \quad \frac{6,0 \times 10^{-5}}{3,0 \times 10^{-6}} = \left( \frac{1,44 \times 10^{-3}}{7,0 \times 10^{-5}} \right)^m$$

$$20 = (20,6)^m \quad (0,25 \text{ puntos})$$



$m = 1$  (Orden de reacción respecto de  $O_2$ ) (0,25 puntos)

Ecuación de velocidad:  $v = k[O_2][NO]^2$  (0,25 puntos)

**1B. (2,0 puntos)**

A 375 K, la constante de equilibrio,  $K_p$ , de la reacción  $SO_2Cl_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g) + Cl_2(g)$  es 2,4, cuando las presiones se expresan en atmósferas. En un recipiente de 1 L, en el que inicialmente se ha realizado el vacío, se colocan 6,7 g de  $SO_2Cl_2(g)$  y se eleva la temperatura a 375 K. Calcule la presión parcial de cada uno de los componentes de la mezcla gaseosa en equilibrio a 375 K.

**Datos.** Masas atómicas: S = 32 u; O = 16 u; Cl = 35,45 u.  $R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

**Solución.**

**ALTERNATIVA 1 (Cálculos utilizando número de moles)**

*Cálculo del número de moles iniciales de  $SO_2Cl_2(g)$ .*

$$n(SO_2Cl_2)_i = \frac{6,7 \text{ g de } SO_2Cl_2}{\frac{134,9 \text{ g de } SO_2Cl_2}{1 \text{ mol de } SO_2Cl_2}} = 0,05 \text{ moles iniciales de } SO_2Cl_2$$

$$[SO_2Cl_2]_i = 0,05 \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

*Cálculos estequiométricos en el equilibrio a 375 K.*

	$SO_2Cl_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$SO_2(g)$	$+$	$Cl_2(g)$	
Inicial (moles)	0,05		0		0	
Reaccionan (moles)	x		x		x	
Equilibrio (moles)	$0,05 - x$		x		x	(0,25 puntos)

*Cálculo de x.*

$$K_P = \frac{p(SO_2)_{eq} p(Cl_2)_{eq}}{p(SO_2Cl_2)_{eq}} \quad p(SO_2)_{eq} = p(Cl_2)_{eq} = \frac{x \text{ moles}}{1 \text{ L}} \times R \left( \frac{\text{atm L}}{\text{K mol}} \right) \times T \text{ (K)}$$

(0,25 puntos)

$$p(SO_2Cl_2)_{eq} = \frac{(0,05 - x) \text{ moles}}{1 \text{ L}} \times R \left( \frac{\text{atm L}}{\text{K mol}} \right) \times T \text{ (K)}$$

(0,25 puntos)

$$K_P = \frac{x^2 RT}{(0,05 - x)} \quad 2,4 = \frac{x^2 \cdot 0,082 \cdot 375}{(0,05 - x)} = \frac{30,75 x^2}{(0,05 - x)}$$

Ecuación de segundo grado:  $30,75 x^2 + 2,4 x - 0,12 = 0$

$$x = 0,035 \text{ moles} \quad (0,25 \text{ puntos})$$



*Cálculo de las presiones parciales de los componentes de la mezcla.*

$$p(\text{SO}_2)_{\text{eq}} = p(\text{Cl}_2)_{\text{eq}} = \frac{0,035 \text{ moles}}{1 \text{ L}} \times 0,082 \left( \frac{\text{atm L}}{\text{K mol}} \right) \times 375 \text{ (K)} = 1,08 \text{ atm}$$

**(0,25 puntos)**

$$p(\text{SO}_2\text{Cl}_2)_{\text{eq}} = \frac{(0,05 - 0,035) \text{ moles}}{1 \text{ L}} \times 0,082 \left( \frac{\text{atm L}}{\text{K mol}} \right) \times 375 \text{ (K)} = 0,46 \text{ atm}$$

**(0,25 puntos)**

**ALTERNATIVA 2. (Cálculos utilizando concentraciones). Puesto que el volumen es de 1L, el procedimiento y desarrollo del problema (incluidos los valores numéricos) son idénticos a los de la ALTERNATIVA 1.**

**ALTERNATIVA 3. (Utilización de  $K_C$ ).**

*Cálculo del número de moles iniciales de  $\text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g})$ .*

$$n(\text{SO}_2\text{Cl}_2)_i = \frac{6,7 \text{ g de SO}_2\text{Cl}_2}{\frac{134,9 \text{ g de SO}_2\text{Cl}_2}{1 \text{ mol de SO}_2\text{Cl}_2}} = 0,05 \text{ moles iniciales de SO}_2\text{Cl}_2$$

$$[\text{SO}_2\text{Cl}_2]_i = 0,05 \text{ M} \quad \textbf{(0,25 puntos)}$$

*Cálculos estequiométricos en el equilibrio a 375 K.*

	$\text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$	
Inicial (M)	0,05            0            0	
Reaccionan (M)	x                x                x	
Equilibrio (M)	0,05 - x        x                x	<b>(0,25 puntos)</b>

*Cálculo de x.*

$$K_C = K_P(\text{RT})^{-\Delta n} \quad \textbf{(0,25 puntos)} \quad \Delta n = 1 \quad \textbf{(0,25 puntos)} \quad K_C = K_P(\text{RT})^{-1}$$

$$K_C = \frac{2,4}{(0,082 \times 375)} = 0,078$$

$$K_C = \frac{[\text{SO}_2]_{\text{eq}}[\text{Cl}_2]_{\text{eq}}}{[\text{SO}_2\text{Cl}_2]_{\text{eq}}} = \frac{x^2}{(0,05-x)} \quad \textbf{(0,25 puntos)}$$

Ecuación de segundo grado:  $x^2 + 0,078 x - 0,0039 = 0$

$$x = 0,035 \text{ M} \quad \textbf{(0,25 puntos)}$$



*Cálculo de las presiones parciales de los componentes de la mezcla.*

$$p(\text{SO}_2)_{\text{eq}} = p(\text{Cl}_2)_{\text{eq}} = 0,035 \frac{\text{moles}}{\text{L}} \times 0,082 \left( \frac{\text{atm L}}{\text{K mol}} \right) \times 375 \text{ (K)} = 1,08 \text{ atm}$$

**(0,25 puntos)**

$$p(\text{SO}_2\text{Cl}_2)_{\text{eq}} = \frac{(0,05 - 0,035) \text{ moles}}{1 \text{ L}} \times 0,082 \left( \frac{\text{atm L}}{\text{K mol}} \right) \times 375 \text{ (K)} = 0,46 \text{ atm}$$

**(0,25 puntos)**

**2A. (2,0 puntos)**

Se diluyen 25 mL de una disolución acuosa de amoníaco,  $\text{NH}_3$ , 0,20 M, con agua hasta un volumen final de disolución de 500 mL a 25 °C. Calcule:

- i. El grado de disociación del amoníaco en la disolución resultante de la dilución. **(1,5 puntos)**
- ii. El pH de la disolución resultante de la dilución. **(0,5 puntos)**

**Dato:**  $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \times 10^{-5}$

**Solución**

i.-

*Cálculo de la concentración inicial de amoníaco.*

$$n(\text{NH}_3)_i = 0,025 \text{ L disolución} \times \frac{0,2 \text{ mol de NH}_3}{1 \text{ L de disolución}} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol de NH}_3$$

$$[\text{NH}_3]_i = \frac{5 \times 10^{-3} \text{ mol de NH}_3}{0,5 \text{ L de disolución}} = 0,01 \text{ M}$$

**(0,25 puntos)**

En la disolución acuosa de amoníaco.

	$\text{NH}_3(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{ac}) + \text{OH}^-(\text{ac})$	<b>(0,25 puntos)</b>
Inicial (M)	0,01                      0                      0	
Reaccionan (M)	- 0,01 $\alpha$ 0,01 $\alpha$ 0,01 $\alpha$	
Equilibrio (M)	0,01(1- $\alpha$ )                      0,01 $\alpha$ 0,01 $\alpha$	<b>(0,25 puntos)</b>

$$K_b(\text{NH}_3) = \frac{[\text{NH}_4^+]_{\text{eq}} [\text{OH}^-]_{\text{eq}}}{[\text{NH}_3]_{\text{eq}}} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$K_b(\text{NH}_3) = \frac{0,01 \alpha^2}{1 - \alpha} \quad \text{(0,25 puntos)} \qquad \alpha = 0,042 \quad \text{(0,25 puntos)}$$



ii.-

$$[\text{OH}^-]_{\text{eq}} = 0,01\alpha = 4,2 \times 10^{-4} \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = 3,38$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \quad \text{pH} = 10,62 \quad (0,25 \text{ puntos})$$

### 2B. (2,0 puntos)

Cuando se mezclan disoluciones acuosas de dicromato de potasio,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , y de ácido clorhídrico,  $\text{HCl}$ , se genera cloruro de cromo (III),  $\text{CrCl}_3$ , y cloruro de potasio,  $\text{KCl}$ , y se observa el desprendimiento gaseoso de cloro,  $\text{Cl}_2$ .

i. Escriba y ajuste por el método del ion-electrón, en forma iónica y molecular, la reacción química que tiene lugar. **(1,5 puntos)**

ii. Indique el compuesto que actúa como oxidante y el que actúa como reductor. **(0,5 puntos)**

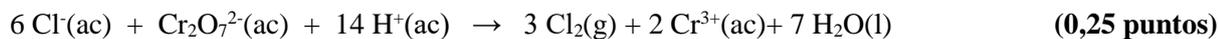
### Solución

i) *Ajuste de la reacción química.*

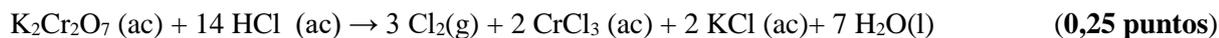
- Semirreacción de oxidación:  $3 \times (2 \text{Cl}^-(\text{ac}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2 \text{e}^-)$  **(0,5 puntos)**

- Semirreacción de reducción:  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{ac}) + 14 \text{H}^+(\text{ac}) + 6 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+}(\text{ac}) + 7 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  **(0,5 puntos)**

*Ecuación en forma iónica:*



*Ecuación en forma molecular:*



ii)

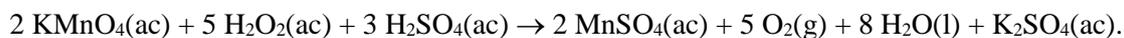
El compuesto que actúa como **oxidante** es el que se reduce:  **$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{ac})$** , también vale  **$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$**  **(0,25 puntos)**

El compuesto que actúa como **reductor** es el que se oxida:  **$\text{HCl}(\text{ac})$** , también vale  **$\text{Cl}^-$**  **(0,25 puntos)**



**3A. (2,0 puntos)**

- a) La concentración de peróxido de hidrógeno,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , en un agua oxigenada puede cuantificarse mediante una valoración redox utilizando permanganato potásico,  $\text{KMnO}_4$ , de acuerdo con la siguiente reacción química:



En el laboratorio, 1 mL de agua oxigenada se diluye con agua hasta un volumen final de 20 mL. La valoración exacta de esta disolución consume, en el punto de equivalencia, 15 mL de una disolución acuosa de permanganato de potasio 0,01 M. Calcule la concentración de peróxido de hidrógeno en el agua oxigenada inicial. **(0,75 puntos)**

**Solución**

*Cálculo del número de moles de  $\text{MnO}_4^-$  que han reaccionado en el punto de equivalencia.*

$$\begin{aligned} 15 \text{ mL de disolución de } \text{MnO}_4^- &\times \frac{0,01 \text{ moles de } \text{MnO}_4^-}{1 \text{ L disolución}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \\ &= 1,5 \times 10^{-4} \text{ moles de } \text{MnO}_4^- \end{aligned}$$

**(0,25 puntos)**

*Cálculo del número de moles de  $\text{H}_2\text{O}_2$  presentes en la alícuota tomada*

$$1,5 \times 10^{-4} \text{ moles de } \text{MnO}_4^- \times \frac{5 \text{ moles de } \text{H}_2\text{O}_2}{2 \text{ moles de } \text{MnO}_4^-} = 3,75 \times 10^{-4} \text{ moles de } \text{H}_2\text{O}_2$$

**(0,25 puntos)**

*Cálculo de  $[\text{H}_2\text{O}_2]$  en la disolución inicial*

$$[\text{H}_2\text{O}_2] = \frac{3,75 \times 10^{-4} \text{ moles de } \text{H}_2\text{O}_2}{0,001 \text{ L de disolución}} = 0,375 \text{ M}$$

**(0,25 puntos)**

- b) Indique el material de laboratorio necesario para realizar la determinación del contenido de ácido acético en un vinagre comercial. Identifique el material de laboratorio en el que colocaría el indicador utilizado. **(1,25 puntos)**

Bureta con soporte.	<b>(0,25 puntos)</b>
Erlenmeyer.	<b>(0,25 puntos)</b>
Pipeta aforada.	<b>(0,25 puntos)</b>
Probeta.	<b>(0,25 puntos)</b>

El indicador se colocaría en el matraz Erlenmeyer en el que se encuentra la disolución acuosa de vinagre **(0,25 puntos)**



**3B. (2,0 puntos)**

- a) i.- Indique, de forma razonada, el carácter ácido, básico o neutro de la disolución acuosa resultante de la neutralización exacta de una disolución acuosa de ácido acético,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , con una disolución acuosa de hidróxido sódico,  $\text{NaOH}$ . **(1,0 puntos)**
- ii.- Proponga, de forma razonada, qué indicador de los recogidos en la siguiente tabla utilizaría para detectar el punto final de la neutralización. **(0,25 puntos)**

Indicador	Color en medio ácido	Intervalo de pH de cambio de color	Color en medio básico
Naranja de metilo	Rojo	3,2-4,4	Amarillo anaranjado
Fenolftaleína	Incoloro	8,2-10,0	Rosa

**Solución**

i.-

*En el punto de equivalencia (neutralización exacta) se forma acetato de sodio,  $\text{NaCH}_3\text{COO}$ .*

**(0,25 puntos)**

**ALTERNATIVA.**

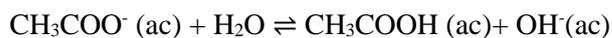
Si ponen la reacción:  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{ac}) + \text{NaOH}(\text{ac}) \rightarrow \text{NaCH}_3\text{COO}(\text{ac})$

**(0,25 puntos)**

*En disolución acuosa, el  $\text{NaCH}_3\text{COO}$  genera  $\text{Na}^+(\text{ac})$  y  $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{ac})$ . El  $\text{Na}^+(\text{ac})$  no reacciona con el agua.*

**(0,25 puntos)**

*El  $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{ac})$  reacciona con el agua aceptando protones:*



**(0,25 puntos)**

*Esta reacción aumenta la  $[\text{OH}^-]$  en la disolución acuosa, por lo que tendrá carácter básico.*

**(0,25 puntos)**

ii.-

La disolución acuosa resultante de la neutralización tiene carácter básico, por lo que el indicador adecuado es el que cambia netamente de color a  $\text{pH} > 7$ , es decir, la fenolftaleína **(0,25 puntos)**.



- b) Para determinar el contenido en ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) del vinagre, 20 mL de vinagre se diluyen con agua hasta obtener un volumen final de 50 mL. La neutralización exacta de esta disolución consume 40 mL de una disolución acuosa de hidróxido de sodio,  $\text{NaOH}$  0,1 M. Determine la concentración molar del ácido acético en el vinagre comercial. **(0,75 puntos)**

### Solución

*Reacción de neutralización.*



*En el punto de equivalencia.*

$$n(\text{NaOH}) = n(\text{CH}_3\text{COOH}) \quad \text{(0,25 puntos)}$$

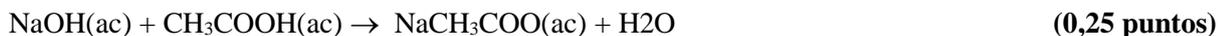
$$n(\text{NaOH}) = 0,04 \text{ L disolución} \times (0,1 \text{ moles NaOH}/1 \text{ L disolución}) = 4,0 \times 10^{-3} \text{ moles NaOH}$$

*Concentración de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  en el vinagre comercial.*

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_i = 4,0 \times 10^{-3} \text{ moles de CH}_3\text{COOH} / 0,02 \text{ L disolución} = \mathbf{0,2 \text{ M}} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

### ALTERNATIVA

*Reacción de neutralización.*



*En el punto de equivalencia.*

$$V_{\text{NaOH}} \times M_{\text{NaOH}} = V_{\text{CH}_3\text{COOH}} \times M_{\text{CH}_3\text{COOH}} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$0,04 \text{ L disolución} \times (0,1 \text{ moles NaOH}/1 \text{ L disolución}) = 0,05 \text{ L disolución (CH}_3\text{COOH)} \times M_{\text{CH}_3\text{COOH}}$$

$$M_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,08 \text{ M en la disolución valorada}$$

En los 20 mL de la disolución inicial:

$$0,05 \text{ L disolución} \times (0,08 \text{ moles CH}_3\text{COOH}/1 \text{ L disolución}) = 4,0 \times 10^{-3} \text{ moles CH}_3\text{COOH}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_i = 4,0 \times 10^{-3} \text{ moles de CH}_3\text{COOH} / 0,02 \text{ L disolución} = \mathbf{0,2 \text{ M}} \quad \text{(0,25 puntos)}$$



4A. (2,0 puntos)

- a) Las siguientes configuraciones electrónicas representan estados excitados de los átomos:  
i)  $1s^2 2s^2 2p^4 3s^2 3d^2$ ; ii)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10} 4p^3 5s^2$ . Para cada caso escriba la configuración electrónica del estado fundamental e indique el bloque de la tabla periódica al que pertenece cada elemento. Justifique las respuestas. **(1,0 punto)**

**Solución.**

i.- Configuración electrónica en estado excitado:  $1s^2 2s^2 2p^4 3s^2 3d^2$

El orden de energía de los orbitales es:  $2p < 3s < 3p < 3d$ , por tanto, se ocuparán **completamente** con electrones en primer lugar los orbitales **2p**, a continuación los **3s**, luego los **3p** y, por último los **3d** si hay suficiente número de electrones.

Configuración electrónica en estado fundamental:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$  **(0,25 puntos)**

El elemento pertenece al **bloque s** de la tabla periódica, puesto que sus **dos** electrones de valencia se encuentran en el orbital **3s**. **(0,25 puntos)**

ii.- Configuración electrónica en estado excitado:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10} 4p^3 5s^2$

El orden de energía de los orbitales es:  $3p < 4s < 3d < 4p < 5s$ , por tanto, se ocuparán completamente con electrones en primer lugar los **3p**, a continuación los **4s**, los **3d**, los **4p** y, por último los **5s**, si hay suficiente número de electrones.

Configuración electrónica en estado fundamental:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^4$  **(0,25 puntos)**

El elemento pertenecerá al **bloque p** de la tabla periódica, puesto que de sus **seis** electrones de valencia **dos** se encuentran en el orbital **4s** y **cuatro** se encuentran en el orbital **4p** y tiene ocupada completamente la subcapa **3d**. **(0,25 puntos)**

- b) Los valores de electronegatividad en la escala de Pauling de los átomos C, H y N son 2,5; 2,1 y 3,0, respectivamente. A partir de estos datos y de la geometría de la molécula deduzca el carácter polar o no polar de la molécula HCN, que presenta una geometría molecular lineal. **(1,0 punto)**

**Solución:**

Estructura de la molécula:  $\begin{array}{c} + \rightarrow + \rightarrow \\ \text{H} - \text{C} \equiv \text{N} \end{array}$

Si consideramos los valores de las electronegatividades, en la molécula de HCN, el carbono es más electronegativo que el hidrógeno, y el nitrógeno más electronegativo que el carbono, por lo que los dos enlaces son polares. **(0,25 puntos)**. El enlace H – C es polar hacia el C y el enlace C — N es polar hacia el N **(0,25 puntos)**. Dada la geometría de la molécula, los momentos dipolares de los enlaces se suman, no se anulan **(0,25 puntos)**. En consecuencia, la molécula es polar. **(0,25 puntos)**



**4B. (2,0 puntos)**

- a) Indique el tipo de hibridación que presenta: i) el carbono en la molécula  $\text{CHCl}_3$  (tetraédrica); ii) el nitrógeno en la molécula  $\text{NH}_3$  (pirámide trigonal). **(0,5 puntos)**

**Solución.**

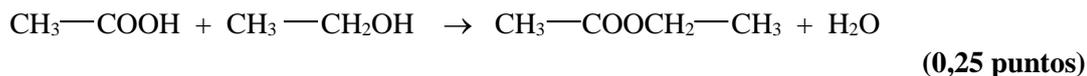
i. En la teoría del Enlace de Valencia (TEV), una geometría tetraédrica corresponde a una hibridación de orbitales del tipo  $\text{sp}^3$  en el átomo central (C). **(0,25 puntos)**

ii. En la teoría del Enlace de Valencia (TEV), una geometría de pirámide trigonal corresponde a una hibridación de orbitales del tipo  $\text{sp}^3$  en el átomo central (N) con uno de los orbitales híbridos ocupado por dos electrones no compartidos en un enlace. **(0,25 puntos)**

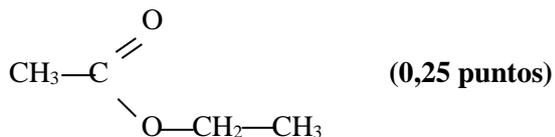
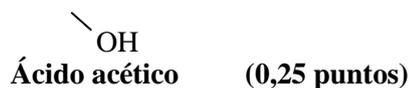
- b) Escriba la ecuación química que representa la síntesis del acetato de etilo. Nombre y escriba la fórmula semidesarrollada de los reactivos empleados y escriba la fórmula semidesarrollada del producto orgánico de la reacción. **(1,5 puntos)**

**Solución**

*Ecuación química.*



*Reactivos.*



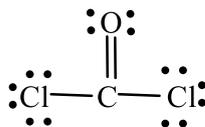


5A. (2,0 puntos)

- a) Para la molécula de  $\text{Cl}_2\text{CO}$ , deduzca la estructura de Lewis. Indique y dibuje la geometría molecular del compuesto, según la TRPECV, y los ángulos de enlace aproximados. (1,0 punto)  
**Datos.** C ( $Z = 6$ ); O ( $Z = 8$ ); Cl ( $Z = 17$ ).

**Solución.**

*Estructura de Lewis.* Molécula con 24 electrones de valencia.

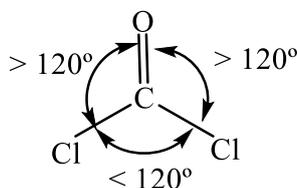


Estructura de Lewis (0,25 puntos)

*Geometría molecular:*

Triangular plana (0,25 puntos)

*Dibujo:*



(0,25 puntos)

*Ángulos de enlace aproximados:*  $120^\circ$  (dos ligeramente superiores y otro ligeramente inferior a  $120^\circ$ ). (0,25 puntos)

- b) Los puntos normales de ebullición del bromo líquido [ $\text{Br}_2(\text{l})$ , masa molar = 159,8 g/mol] y del yodo sólido [ $\text{I}_2(\text{s})$ , masa molar = 253,8 g/mol] son  $58,8^\circ\text{C}$  y  $184,3^\circ\text{C}$ , respectivamente. Justifique la diferencia entre los dos valores de los puntos normales de ebullición. (1,0 punto)

**Solución:**

Las dos especies químicas presentan moléculas no polares (0,25 puntos), por lo que las fuerzas intermoleculares son del tipo dipolo inducido-dipolo inducido (0,25 puntos). Puesto que la intensidad de estas fuerzas aumenta al aumentar la masa molar (0,25 puntos), serán más intensas en el caso del  $\text{I}_2(\text{s})$ . Puesto que estas son las fuerzas que hay que vencer para pasar al estado gaseoso, el  $\text{I}_2(\text{s})$  es el compuesto que presenta el valor más elevado de la temperatura normal de ebullición. (0,25 puntos)



**5B. (2,0 puntos)**

- a) Indique, de forma razonada, los valores posibles del número cuántico  $m_l$ , que puede presentar un electrón alojado en la subcapa **4d**. **(0,5 puntos)**

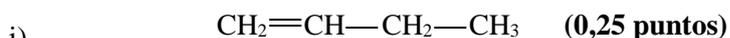
**Solución.**

Para un electrón en una subcapa **4d**, los valores de los números cuánticos son  **$n = 4$  y  $l = 2$** . **(0,25 puntos)**

Para un valor de  $l = 2$ , los valores posibles de  $m_l$  son **-2, -1, 0, 1, 2**. **(0,25 puntos)**

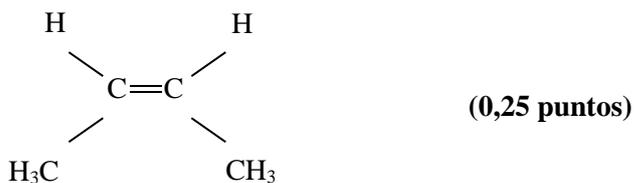
- b) Nombre y escriba la fórmula semidesarrollada de **tres** de los cuatro isómeros constitucionales y geométricos posibles del alqueno cuya fórmula molecular es  $C_4H_8$ . **(1,5 puntos)**

**Solución.**



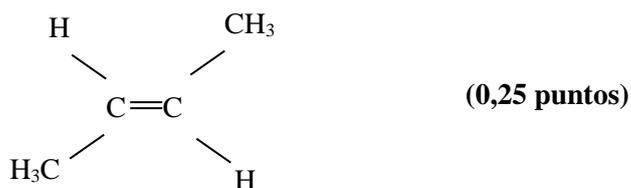
1-buteno (but-1-eno) **(0,25 puntos)**

ii)



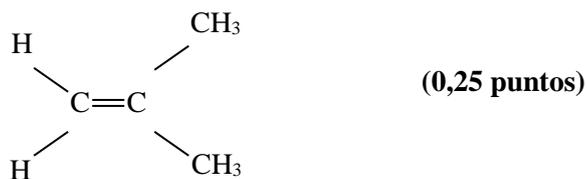
*Cis*-2-buteno (*Cis*-but-2-eno) **(0,25 puntos)**

iii)



*Trans*-2-buteno (*Trans*-but-2-eno) **(0,25 puntos)**

**ALTERNATIVA. Uno de ellos puede ser:**



2-metilpropeno **(0,25 puntos)**