

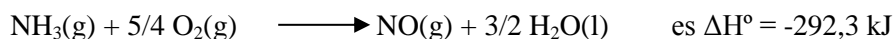


## QUÍMICA.

### OPCIÓN A

#### 1. (2,5 puntos)

Las entalpías estándar de formación del  $\text{NH}_3(\text{g})$  y del  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  son  $-46,11$  y  $-285,8$   $\text{kJ mol}^{-1}$ , respectivamente. La variación de la entalpía estándar para la reacción:



A partir de los datos anteriores, calcule:

- i. La variación de entalpía estándar para la reacción:

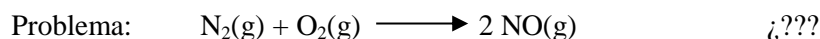


- ii. Justifique si la reacción del apartado i) será, o no será, espontánea. **(1,0 punto)**

#### Solución:

- i) Reacciones químicas:

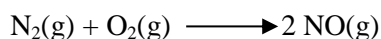
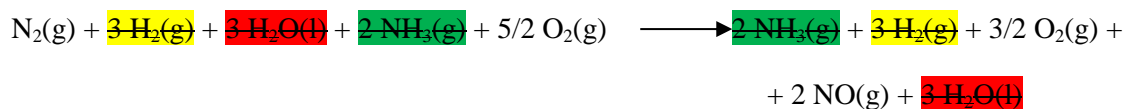
	$\Delta H^\circ$ ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )	
a) $\frac{1}{2} \text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2} \text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{NH}_3(\text{g})$	- 46,11	<b>(0,25 puntos)</b>
b) $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	- 285,8	<b>(0,25 puntos)</b>
c) $\text{NH}_3(\text{g}) + 5/4 \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{NO}(\text{g}) + 3/2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	- 292,3	



**Si no indican los estados de agregación de las sustancias se restan 0,25 puntos.**

Combinación: **2a) – 3b) + 2c)** **(0,75 puntos)**

Comprobación:

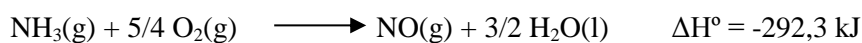


$$\Delta H^\circ_{\text{R}} = 2 (- 46,11) - 3 (- 285,8) + 2 (- 292,3) = + \mathbf{180,6 \text{ kJ}} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

**Si indican que las unidades del resultado final son kJ/mol no se contabilizan los 0,25 puntos.**



**Otra posibilidad:**

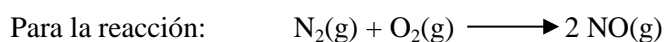


$$\Delta H^\circ_{\text{R}} = \sum n \Delta H^\circ_{\text{formación}}(\text{productos}) - \sum m \Delta H^\circ_{\text{formación}}(\text{reactivos}) \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\Delta H^\circ_{\text{R}} = \Delta H^\circ_{\text{f}}[\text{NO}(\text{g})] + 3/2 \Delta H^\circ_{\text{f}}[\text{H}_2\text{O}(\text{l})] - \Delta H^\circ_{\text{f}}[\text{NH}_3(\text{g})] - 5/4 \Delta H^\circ_{\text{f}}[\text{O}_2(\text{g})] \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\Delta H^\circ_{\text{f}}[\text{O}_2(\text{g})] = 0 \quad \text{(0,25 puntos)}$$

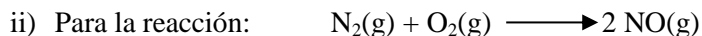
$$\Delta H^\circ_{\text{f}}[\text{NO}(\text{g})] = -292,3 + 3/2 (285,8) - 46,11 = 90,29 \text{ kJ} \quad \text{(0,25 puntos)}$$



**Si no indican los estados de agregación de las sustancias se restan 0,25 puntos.**

$$\Delta H^\circ_{\text{R}} = \underbrace{2 \Delta H^\circ_{\text{f}}[\text{NO}(\text{g})]}_{\text{(0,25 puntos)}} = 2 (90,29) = + \underbrace{180,6 \text{ kJ}}_{\text{(0,25 puntos)}}$$

**Si indican que las unidades del resultado final son kJ/mol no se contabilizan los 0,25 puntos.**



$$\Delta H^\circ_{\text{R}} > 0$$

$$\Delta S^\circ_{\text{R}} = 0 \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\text{Puesto que } \Delta G^\circ_{\text{R}} = \Delta H^\circ_{\text{R}} - T \Delta S^\circ_{\text{R}} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$\Delta G^\circ_{\text{R}} > 0$  para cualquier valor de la temperatura absoluta **(0,25 puntos)**, incluido 25°C (298,15 K).  
Por lo que la reacción no será espontánea **(0,25 puntos)**.

**Si en el apartado i) se han equivocado y resulta que  $\Delta H^\circ_{\text{R}} < 0$ , pero en este apartado ii) razona que  $\Delta G^\circ_{\text{R}} < 0$  a cualquier temperatura y la reacción será espontánea, se le califica con 1,0 punto.**



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

En un recipiente de 2 L, en el que previamente se ha realizado el vacío, se introducen 0,30 moles de  $H_2(g)$ , 0,20 moles de  $NH_3(g)$  y 0,10 moles de  $N_2(g)$ . La mezcla gaseosa se calienta a  $400^\circ C$  estableciéndose el equilibrio:  $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$ . La presión total de la mezcla gaseosa en equilibrio es de 20 atmósferas.

- Indique el sentido en que evoluciona el sistema inicial para alcanzar el estado de equilibrio. Justifique su respuesta. **(0,75 punto)**
- Calcule el valor de la constante  $K_C$  para el equilibrio a  $400^\circ C$ . **(1,75 punto)**

**Datos:**  $R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ .

**Solución:**

- i. Equilibrio:  $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$

$$(P_T)_i = \frac{(n_T)_i \times R \times T}{V} = \frac{0,6 \times 0,082 \times 673}{2} = 16,55 \text{ atmósferas}$$

**(0,25 puntos)**

$$(P_T)_f = 20 \text{ atmósferas}$$

La presión total aumenta, lo que implica que también aumenta el número de moles gaseosos en el equilibrio. **(0,25 puntos)**

El sistema inicial evoluciona hacia donde mayor número de moles gaseosos se producen, es decir, hacia la izquierda. **(0,25 puntos)**

**OTRA POSIBILIDAD**

$$(n_T)_i = 0,60 \text{ moles}$$

$$(n_T)_{eq} = \frac{(P_T)_{eq} \times V}{R \times T} = 0,725 \text{ moles} \quad \textbf{(0,25 puntos)}$$

Al evolucionar el sistema hacia el equilibrio, aumenta el número total de moles gaseosos.

**(0,25 puntos)**

El sistema inicial evoluciona hacia donde mayor número de moles gaseosos se producen, es decir, hacia la izquierda. **(0,25 puntos)**

**Si indican que el sistema evoluciona en el sentido correcto, hacia la izquierda, (0,5 puntos). Si justifican el sentido del desplazamiento (0,25 puntos).**



ii.

	$N_2(g)$	+	$3 H_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$2 NH_3(g)$	
Inicial (moles)	0,1		0,3		0,2	
	$\longleftarrow$ Evolución del sistema					
Reaccionan	+ x		+ 3x		- 2x	<b>(0,25 puntos)</b>
Equilibrio	$0,1 + x$		$0,3 + 3x$		$0,2 - 2x$	<b>(0,25 puntos)</b>

$$(n_T)_{eq} = (0,1 + x) + (0,3 + 3x) + (0,2 - 2x) = 0,6 + 2x \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$(n_T)_{eq} = \frac{(P_T)_{eq} \times V}{R \times T} = 0,725 \text{ moles} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$0,725 = 0,6 + 2x \quad ; \quad x = 0,0625 \text{ moles} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$[N_2]_{eq} = \frac{0,1625}{2} = 0,081 \text{ M}$	}	$K_C = \frac{[NH_3]_{eq}^2}{[N_2]_{eq}[H_2]_{eq}^3} \quad \text{(0,25 puntos)}$
$[H_2]_{eq} = \frac{0,4875}{2} = 0,244 \text{ M}$		
$[NH_3]_{eq} = \frac{0,075}{2} = 0,038 \text{ M}$ <p style="text-align: center;"><b>(0,25 puntos)</b></p>		
		<b>K<sub>C</sub> = 1,23</b>



**3. (1,0 punto)**

Indique el material de laboratorio necesario para realizar la determinación de la concentración de  $\text{H}_2\text{O}_2$  en el agua oxigenada comercial, utilizando una disolución de permanganato de potasio.

**Solución:**

- Bureta con soporte. **(0,25 puntos)**
- Erlenmeyer. **(0,25 puntos)**
- Pipeta aforada. **(0,25 puntos)**
- Probeta u otro material relevante. **(0,25 puntos)**



4. (2 puntos)

A. Escriba las configuraciones electrónicas de los iones  $X^{2+}$  ( $Z = 20$ ) e  $Y^{2-}$  ( $Z = 34$ ) e indique el grupo y período de la tabla periódica al que pertenecen los elementos de los que derivan estos iones.

(1,0 punto)

**Solución:**

Configuraciones electrónicas, grupo y período:

$X^{2+}$  ( $Z = 20$ )  $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6$  (0,25 puntos)

$X$  ( $Z = 20$ )  $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 4s^2$  Grupo: 2 Período: 4  
(0,25 puntos)

$Y^{2-}$  ( $Z = 34$ )  $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^{10}, 4s^2 4p^6$  (0,25 puntos)

$Y$  ( $Z = 34$ )  $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^{10}, 4s^2 4p^4$  Grupo: 16 Período: 4  
(0,25 puntos)

B. Indique, de forma razonada, el carácter ácido, básico o neutro de una disolución acuosa de acetato de sodio. **Dato:**  $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \times 10^{-5}$ . (1,0 punto)

**Solución:**

En disolución acuosa, el  $\text{NaCH}_3\text{COO}$  genera los iones  $\text{Na}^+(\text{ac})$  y  $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{ac})$ . El catión,  $\text{Na}^+$ , procede de una base fuerte ( $\text{NaOH}$ ) y, por tanto, no se hidroliza. (0,25 puntos)

**Si sólo ponen:**  $\text{CH}_3\text{COONa} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{ac}) + \text{Na}^+(\text{ac})$  (0,25 puntos)

El anión,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , procede de un ácido débil y reacciona con el agua (hidrólisis) comportándose como una base débil: (0,25 puntos)

$\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}(\text{ac}) + \text{OH}^-(\text{ac})$  (0,25 puntos)

La disolución tendrá carácter básico (0,25 puntos)

**Si sólo ponen la reacción de hidrólisis y que la disolución tendrá carácter básico.**

(0,75 puntos)

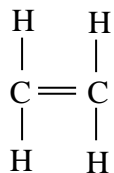


5. (2 puntos)

A. Para la molécula C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, deduzca la estructura de Lewis, nombre y dibuje la geometría molecular e indique los ángulos de enlace aproximados. **Datos:** C (Z = 6), H (Z = 1). **(1,0 punto)**

**Solución:**

Estructura de Lewis:



**(0,25 puntos)**

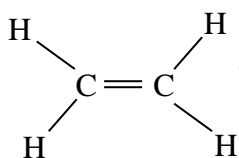
C: 1s<sup>2</sup>, 2s<sup>2</sup> 2p<sup>2</sup> (4 e<sup>-</sup> de valencia)

H: 1s<sup>1</sup> (1 e<sup>-</sup> de valencia)

Número total de electrones de valencia: 12

La geometría molecular es plana triangular alrededor de cada átomo de carbono

**(0,25 puntos)**



Todos los ángulos son de, aproximadamente, 120° **(0,25 puntos)**

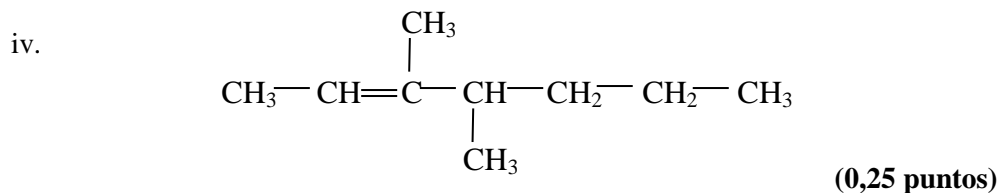
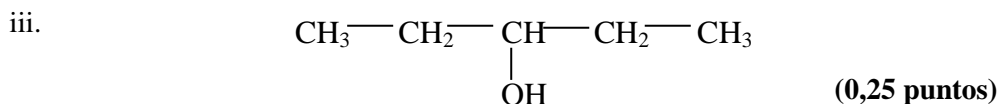
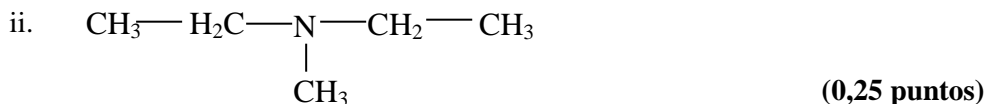
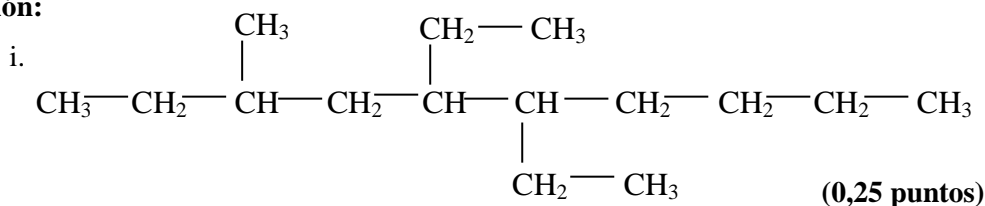
**(0,25 puntos)**

B. Escriba la fórmula semidesarrollada correspondiente a cada uno de los siguientes compuestos:

- i. 3-metil-5,6-dietildecano
- ii. dietilmetilamina
- iii. 3-pentanol
- iv. 3,4-dimetil-2-hepteno

**(1,0 punto)**

**Solución:**





**QUÍMICA.**

**OPCIÓN B**

**1. (2,5 puntos)**

Calcule el pH de una disolución acuosa que contiene un 35% en masa de ácido cianhídrico, HCN, si su densidad es de  $0,91 \text{ g cm}^{-3}$ .

**Datos:**  $K_a(\text{HCN}) = 6,2 \times 10^{-10}$ . Masas atómicas: C: 12 u; H: 1 u; N: 14 u.

**Solución:**

Cálculo de la concentración de la disolución.

$$\underbrace{\frac{35 \text{ g de HCN}}{100 \text{ g disolución}} \times \frac{0,91 \text{ g disolución}}{1 \text{ cm}^3 \text{ disolución}}}_{(0,25 \text{ puntos})} \times \underbrace{\frac{1000 \text{ cm}^3 \text{ disolución}}{1 \text{ L disolución}} \times \frac{1 \text{ mol HCN}}{27 \text{ g HCN}}}_{(0,25 \text{ puntos})} = 11,8 \text{ M}$$

Equilibrio:

	$\text{HCN}(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CN}^-(\text{ac}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{ac})$	<b>(0,50 puntos)</b>
Inicial [M]	11,8                      --                      --	
Reaccionan	- x                              + x                      + x	
Equilibrio	11,8 - x                      + x                      + x	<b>(0,25 puntos)</b>

$$K_a = \frac{[\text{CN}^-]_{eq}[\text{H}_3\text{O}^+]_{eq}}{[\text{HCN}]} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$6,2 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{(11,8-x)} \quad 11,8 - x \approx 11,8 \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$x = \sqrt{7,32 \times 10^{-9}} = 8,55 \times 10^{-5} \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

**Si resuelven la ecuación de 2º grado (0,5 puntos).**

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 8,55 \times 10^{-5} \text{ M} \quad \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\text{pH} = 4,1 \quad (0,25 \text{ puntos})$$





2. (2,5 puntos)

Cuando se mezclan disoluciones acuosas de permanganato de potasio,  $\text{KMnO}_4$ , y de ácido clorhídrico,  $\text{HCl}$ , se forma cloro gaseoso,  $\text{Cl}_2$ , cloruro de manganeso(II),  $\text{MnCl}_2$ , cloruro de potasio,  $\text{KCl}$ , y agua.

- Escriba y ajuste la reacción en forma iónica y molecular por el método del ión-electrón e indique el agente oxidante y el agente reductor. **(1,75 puntos)**
- Calcule el volumen de  $\text{Cl}_2(\text{g})$ , medido en condiciones normales, que se obtiene a partir de 100 mL de una disolución acuosa 0,2 M de permanganato de potasio, si reacciona todo el anión permanganato presente en la disolución. **(0,75 puntos)**

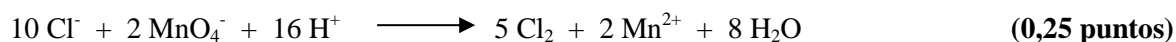
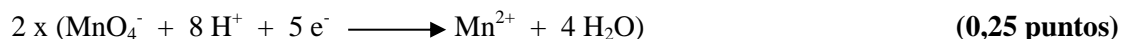
**Dato:**  $R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

**Solución.**

- Ecuación química:



Semirreacciones:



Agente oxidante:  $\text{MnO}_4^-$  **(0,25 puntos)**

Agente reductor:  $\text{Cl}^-$  **(0,25 puntos)**

$$\text{ii. } 0,1 \text{ L disolución } \text{KMnO}_4 \times \frac{0,2 \text{ moles de } \text{KMnO}_4}{1 \text{ L disolución}} \times \frac{5 \text{ moles } \text{Cl}_2(\text{g})}{2 \text{ moles } \text{KMnO}_4} =$$

$$0,05 \text{ moles } \text{Cl}_2(\text{g}) \quad \text{(0,25 puntos)}$$

En condiciones normales 1 mol de gas ocupa un volumen de 22,4 L **(0,25 puntos)**

$$0,05 \text{ moles de } \text{Cl}_2(\text{g}) \times \frac{22,4 \text{ L}}{1 \text{ mol de } \text{Cl}_2(\text{g})} = 1,12 \text{ L} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

**OTRA POSIBILIDAD:**

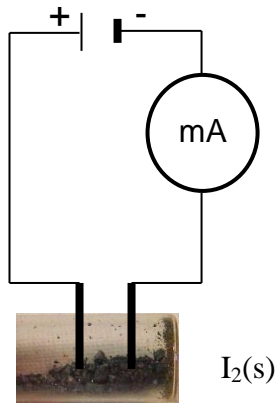
$$\text{PV} = n(\text{Cl}_2) \text{RT} \quad \text{(0,25 puntos)} \quad V = \frac{0,05 \times 0,082 \times 273}{1} = 1,12 \text{ L} \quad \text{(0,25 puntos)}$$



**3. (1,0 punto)**

Dibuje un esquema del dispositivo experimental que permite medir la conductividad del  $I_2(s)$  e indique el material de laboratorio que se utiliza.

**Solución:**



**(0,50 puntos)**

*Material a usar :*

- *Pila o fuente de alimentación*
- *Cables. (0,25 puntos)*
- *Bombilla pequeña de una linterna (también se puede usar un miliamperímetro) (0,25 puntos)*



4. (2 puntos)

A. Indique el número máximo de electrones en un átomo que pueden tener los siguientes números cuánticos:

i.  $n = 2; m_s = -1/2$

(0,50 puntos)

ii.  $n = 4; l = 2$

(0,50 puntos)

Justifique su respuesta.

**Solución:**

i.	$n = 2$	$m_s = -1/2$				
	$n$	$l$	$m_l$	$m_s$	Nº electrones	
	2	0	0	-1/2	1	
		1	-1	-1/2	1	Total: 4 electrones máximo
			0	-1/2	1	
			+1	-1/2	1	
					1	
						(0,25 puntos)

ii.	$n = 4$	$l = 2$				
	$n$	$l$	$m_l$	$m_s$	Nº electrones	
	4	2	-2	$\pm 1/2$	2	
			-1	$\pm 1/2$	2	Total: 10 electrones máximo
			0	$\pm 1/2$	2	
			+1	$\pm 1/2$	2	
			+2	$\pm 1/2$	2	
					2	
						(0,25 puntos)

B. Para una determinada reacción química  $\Delta H^\circ = -35,4 \text{ kJ}$  y  $\Delta S^\circ = -85,5 \text{ J K}^{-1}$ . Indique, justificando la respuesta, si:

i. La reacción da lugar a un aumento o a una disminución del desorden del sistema.

(0,25 puntos)

ii. La reacción será espontánea a 298 K y condiciones estándar.

(0,75 puntos)

**Solución:**

i.  $\Delta S^\circ < 0$ . Luego se produce una disminución de la entropía, lo que indica que el desorden del sistema disminuye.

(0,25 puntos)

ii.

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\Delta G^\circ = -35,4 \text{ kJ} - [298 \text{ K} \times (-85,5 \times 10^{-3} \text{ kJ K}^{-1})] = -9,92 \text{ kJ}$$

(0,25 puntos)

**Si utilizan  $\Delta S^\circ$  en  $\text{J K}^{-1}$  no se contabilizan los 0,25 puntos.**

$\Delta G^\circ < 0$ . La reacción será espontánea.

(0,25 puntos)

**Si deducen correctamente el signo de  $\Delta G^\circ$ , aunque el valor no sea correcto, se contabilizan los 0,25 puntos.**



**5. (2 puntos)**

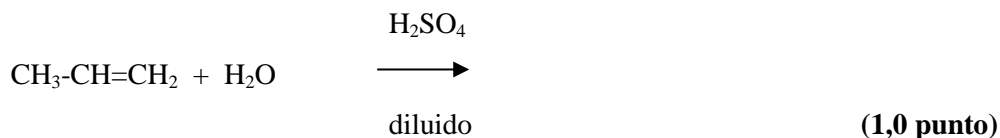
- A. El metanol se puede obtener mediante la reacción:  $\text{CO(g)} + 2 \text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH(g)}$  con  $\Delta H^\circ < 0$ . Se desea incrementar al máximo el rendimiento en la producción de metanol en el equilibrio. Para ello ¿Qué utilizaría?: i) una temperatura alta o baja (**0,50 puntos**); ii) una presión alta o baja. (**0,50 puntos**) Justifique su respuesta.

**Solución:**

- i. Al elevar la temperatura, el equilibrio se desplazará hacia donde se absorbe calor (**0,25 puntos**), es decir, hacia la izquierda, por lo que disminuye el rendimiento en metanol. Por tanto, utilizaría bajas temperaturas. (**0,25 puntos**)  
**Alternativa:** Puesto que la reacción es exotérmica, las bajas temperaturas favorecerán el desplazamiento del equilibrio hacia donde se desprenda calor, es decir, hacia la derecha, hacia la formación de metanol (**0,25 puntos**). Por tanto, utilizaría bajas temperaturas. (**0,25 puntos**).
- ii. Al aumentar la presión, el sistema se desplaza hacia donde haya un menor número de moles gaseosos, es decir, hacia la derecha, aumentando el rendimiento en metanol (**0,25 puntos**). Por tanto, utilizaría presiones altas. (**0,25 puntos**)

**Si no justifican las respuestas se consideran como mal respondidas y no contabilizan puntos.**

- 
- B. Complete la siguiente reacción y nombre el producto, o productos, que se obtienen:



**Solución:**

