

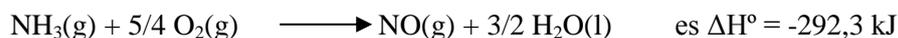


QUÍMICA.

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 $-285,8$ kJ mol^{-1} , respectivamente. La variación de la entalpía estándar para la reacción:



A partir de los datos anteriores, calcule:

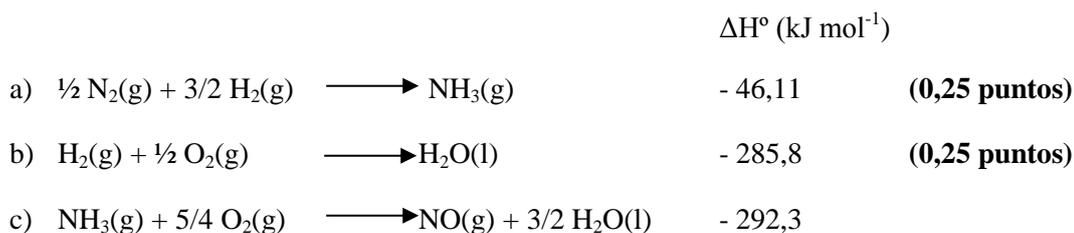
- i. La variación de entalpía estándar para la reacción:



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

Solución:

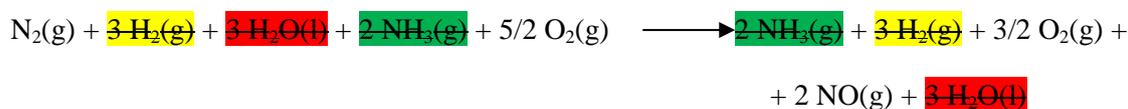
- i) Reacciones químicas:



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



Comprobación:

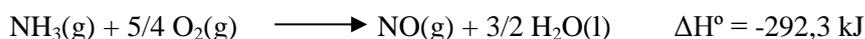


$$\Delta H^\circ_{\text{R}} = 2 (- 46,11) - 3 (- 285,8) + 2 (- 292,3) = + \mathbf{180,6 \text{ kJ}} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

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



Otra posibilidad:

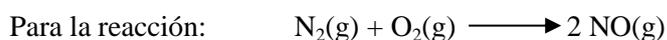


$$\Delta H^\circ_{\text{R}} = \sum n \Delta H^\circ_{\text{formación}}(\text{productos}) - \sum m \Delta H^\circ_{\text{formación}}(\text{reactivos}) \quad \text{(0,25 puntos)}$$

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

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

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



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 | (0,25 puntos) |
| Equilibrio | 0,1 + x | | 0,3 + 3x | | 0,2 - 2x | (0,25 puntos) |

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

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

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

$$\left. \begin{aligned} [N_2]_{eq} &= \frac{0,1625}{2} = 0,081 \text{ M} \\ [H_2]_{eq} &= \frac{0,4875}{2} = 0,244 \text{ M} \\ [NH_3]_{eq} &= \frac{0,075}{2} = 0,038 \text{ M} \end{aligned} \right\} K_C = \frac{[NH_3]_{eq}^2}{[N_2]_{eq}[H_2]_{eq}^3} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

(0,25 puntos) **K_C = 1,23**



3. (1,0 punto)

Indique el material de laboratorio necesario para realizar la determinación de la concentración de H_2O_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 NaCH_3COO genera los iones $\text{Na}^+(\text{ac})$ y $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{ac})$. El catión, Na^+ , procede de una base fuerte (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, CH_3COO^- , 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)

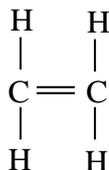


5. (2 puntos)

- A. Para la molécula C_2H_4 , 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)

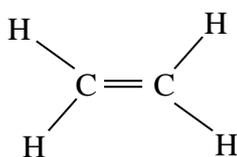
C: $1s^2, 2s^2 2p^2$ (4 e⁻ de valencia)

H: $1s^1$ (1 e⁻ de valencia)

Número total de electrones de valencia: 12

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

(0,25 puntos)



(0,25 puntos)

Todos los ángulos son de, aproximadamente, 120°

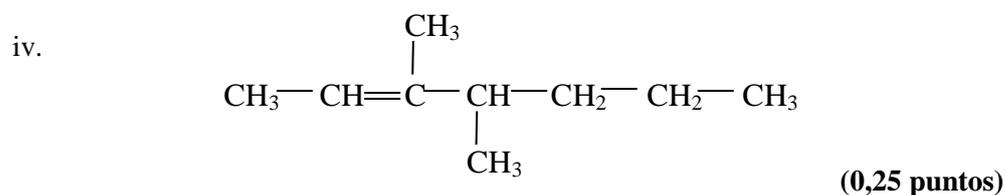
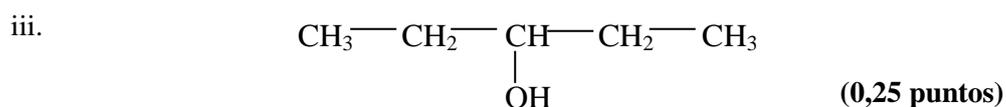
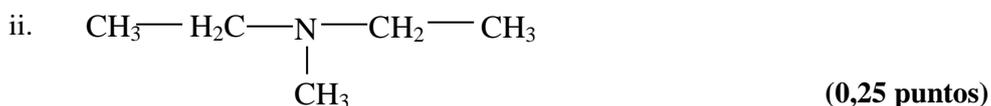
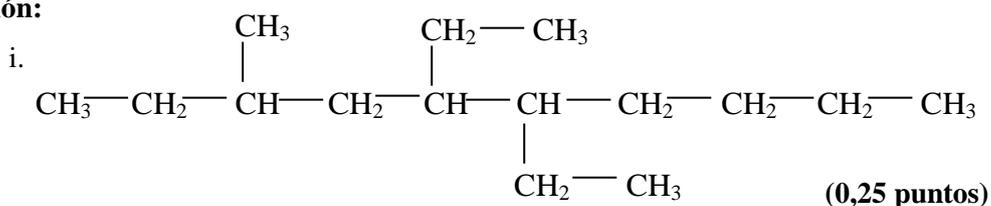
(0,25 puntos)

- 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:

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

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

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

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

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, KMnO_4 , y de ácido clorhídrico, HCl , se forma cloro gaseoso, Cl_2 , cloruro de manganeso(II), MnCl_2 , cloruro de potasio, 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)**

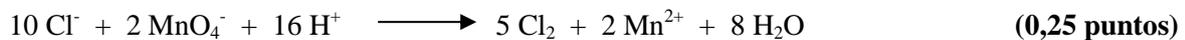
Dato: $R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Solución.

- Ecuación química:



Semirreacciones:



Agente oxidante: MnO_4^- **(0,25 puntos)**

Agente reductor: 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:

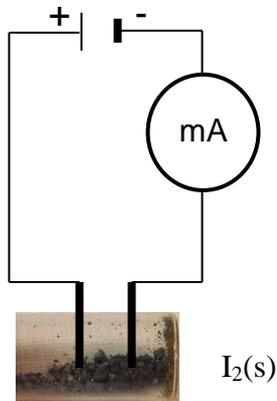
$$\text{PV} = n(\text{Cl}_2) \text{RT} \quad \text{(0,25 puntos)} \quad V = \frac{0,05 \times 0,082 \times 273}{1} = 1,12 \text{ L} \quad \text{(0,25 puntos)}$$



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. $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$ (0,25 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 ΔS° en 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 ΔG° , aunque el valor no sea correcto, se contabilizan los 0,25 puntos.



5. (2 puntos)

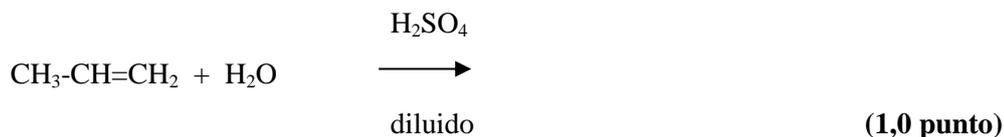
- A. El metanol se puede obtener mediante la reacción: $\text{CO(g)} + 2 \text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH(g)}$ con $\Delta H^\circ < 0$. Se desea incrementar al máximo el rendimiento en la producción de metanol en el equilibrio. Para ello ¿Qué utilizaría?: i) una temperatura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

