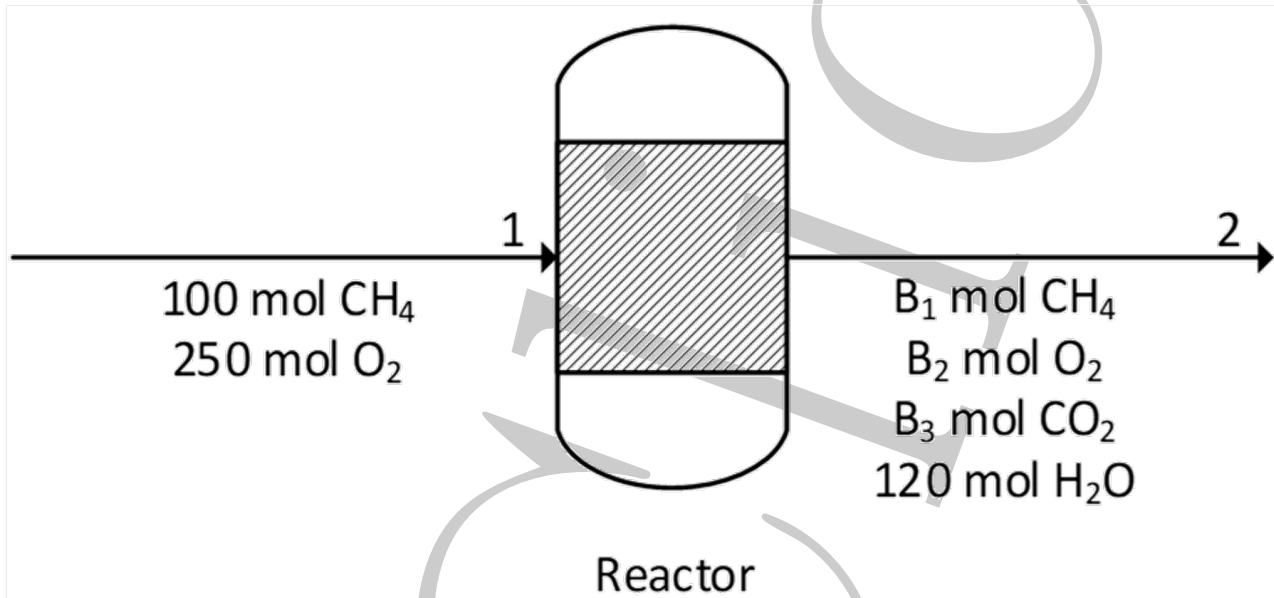
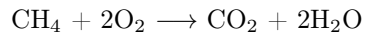


Problema 20. En un reactor se quema metano para formar dióxido de carbono y agua. Se alimentan 100 moles de metano y 250 moles de oxígeno molecular. A la salida se obtiene una corriente que contiene agua (120 moles), entre otros compuestos. Calcular:

- El flujo y la composición de la corriente de salida.
- El porcentaje de conversión.



Como es un proceso continuo en estado estacionario reaccionante, entonces la *ecuación general de balance* en el sistema es:

- Reactivos:

$$\text{Entrada} + \text{Generación} - \text{Salida} - \text{Consumo} = \text{Acumulación}$$

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Consumo}$$

- Productos:

$$\text{Entrada} + \text{Generación} - \text{Salida} - \text{Consumo} = \text{Acumulación}$$

$$\text{Entrada} = \text{Salida} - \text{Generación}$$

Por la reacción química sabemos que 100 moles de metano reaccionan con 200 moles de oxígeno, por lo que el reactivo limitante es el metano y el reactivo en exceso es el oxígeno. Sea ξ el grado de avance de la reacción.

Ecuaciones independientes (4):

- Balance de CH_4 :

$$\text{Corriente 1} = \text{Corriente 2} + \text{Consumo}$$

$$100 \text{ mol CH}_4 = B_1 \text{ mol CH}_4 + \xi \text{ mol CH}_4$$

- Balance de O_2 :

$$\text{Corriente 1} = \text{Corriente 2} + \text{Consumo}$$

$$250 \text{ mol O}_2 = B_2 \text{ mol O}_2 + 2\xi \text{ mol O}_2$$

- Balance de CO_2 :

$$0 = \text{Corriente 2} - \text{Generación}$$

$$0 \text{ mol CO}_2 = B_3 \text{ mol CO}_2 - \xi \text{ mol CO}_2$$

- Balance de H₂O:

$$0 = \text{Corriente 2 - Generación}$$

$$0 \text{ mol H}_2\text{O} = 120 \text{ mol H}_2\text{O} - 2\xi \text{ mol H}_2\text{O}$$

En donde hay 4 incógnitas = $\{B_1, B_2, B_3, \xi\}$. Entonces, el *grado de libertad* es:

$$GL = \# \text{ Incógnitas} - \# \text{ Ecuaciones independientes} = 4 - 4 = 0$$

Por lo que el problema tiene solución única.

En el balance de H₂O:

$$0 \text{ mol H}_2\text{O} = 120 \text{ mol H}_2\text{O} - 2\xi \text{ mol H}_2\text{O}$$

$$\xi \text{ mol H}_2\text{O} = \frac{120 \text{ mol H}_2\text{O}}{2} = 60 \text{ mol H}_2\text{O}$$

En el balance de CH₄:

$$100 \text{ mol CH}_4 = B_1 \text{ mol CH}_4 + 60 \text{ mol CH}_4$$

$$B_1 \text{ mol CH}_4 = 100 \text{ mol CH}_4 - 60 \text{ mol CH}_4 = 40 \text{ mol CH}_4$$

En el balance de O₂:

$$250 \text{ mol O}_2 = B_2 \text{ mol O}_2 + 2(60) \text{ mol O}_2$$

$$B_2 \text{ mol O}_2 = 250 \text{ mol O}_2 - 2(60) \text{ mol O}_2 = 130 \text{ mol O}_2$$

En el balance de CO₂:

$$0 \text{ mol CO}_2 = B_3 \text{ mol CO}_2 - 60 \text{ mol CO}_2$$

$$B_3 \text{ mol CO}_2 = 60 \text{ mol CO}_2$$

a) La corriente de salida es la Corriente 2:

Cantidad molar (mol)			Fracción molar		
	1	2		1	2
CH ₄	100	40	CH ₄	0.2857	0.1143
O ₂	250	130	O ₂	0.7143	0.3714
CO ₂	0	60	CO ₂	0	0.1714
H ₂ O	0	120	H ₂ O	0	0.3429
Total	350	350			

Sabiendo que C = 12 g/mol, H = 1 g/mol y O = 16 g/mol se tiene que:

- CH₄ = $[12+1(4)] \text{ g/mol} = 16 \text{ g/mol}$
- O₂ = $[16(2)] = 32 \text{ g/mol}$
- CO₂ = $[12+16(2)] \text{ g/mol} = 44 \text{ g/mol}$
- H₂O = $[1(2)+16] \text{ g/mol} = 18 \text{ g/mol}$

Cantidad másica (g)			Fracción másica		
	1	2		1	2
CH ₄	1600	640	CH ₄	0.2	0.0667
O ₂	8000	4160	O ₂	0.8	0.4333
CO ₂	0	2640	CO ₂	0	0.275
H ₂ O	0	2160	H ₂ O	0	0.225
Total	9600	9600			

b)

$$\text{Conversión de metano} = \frac{\text{Reactivo consumido}}{\text{Reactivo suministrado}} \times 100\% = \frac{60 \text{ mol}}{100 \text{ mol}} \times 100\% = 60\%$$