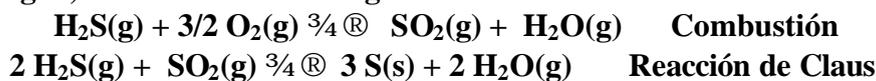


Problema 1. La desulfuración de una gasolina. (10 PUNTOS)

En el refinado del crudo de petróleo tiene lugar, entre otros, un proceso de desulfuración, por el cual el azufre se convierte en sulfuro de hidrógeno que, tras procesos de purificación y concentración, producen una corriente ácida gaseosa, rica en H₂S que, a su vez, se convierte en azufre sólido para su posterior utilización, evitando así la emisión a la atmósfera de gases nocivos para el medio ambiente.

La conversión del H₂S gaseoso en azufre sólido transcurre de acuerdo con la clásica reacción de Claus. En este proceso, la tercera parte del H₂S de alimentación se quema en un reactor térmico, de manera que el SO₂ formado durante la combustión reacciona posteriormente, en presencia de un catalizador adecuado, con las dos terceras partes restantes de H₂S y se produce azufre elemental sólido y vapor de agua, de acuerdo con las siguientes reacciones:



El reactor térmico se alimenta con las siguientes corrientes gaseosas:

Corriente 1: Caudal: 2000 m³/h; Presión 1,5 atm; temperatura 45 ° C

Composición (% en volumen): H₂S 86,0 % ; H₂O 6,0 % ; CO₂ 8,0 %

Corriente 2: Oxígeno necesario para la primera etapa del proceso.

Calcula:

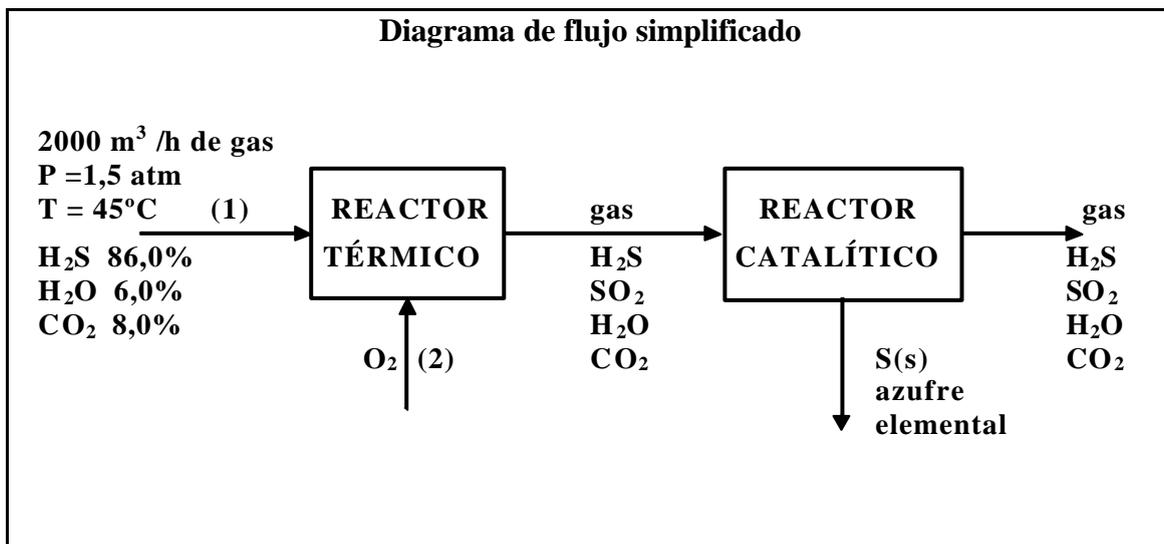
- a) El flujo (mol/h) de cada componente de la corriente gaseosa 1 a la entrada del reactor térmico.
- b) El flujo (mol/h) de cada componente de la corriente gaseosa a la salida del reactor térmico.

Si el rendimiento de la reacción catalítica es del 97%, calcula:

- c) El flujo (mol/h) de cada componente de la corriente gaseosa a la salida del reactor catalítico.
- d) La cantidad de azufre elemental producido (mol/h)

Datos: R = 0,08206 atm·L·mol⁻¹·K⁻¹ = 8,314 J·mol⁻¹·K⁻¹

1 atm = 1,013·10⁵ Pa



Hoja de respuestas. Problema 1.

a) Flujo de la corriente gaseosa (1) a la entrada del reactor térmico

$$1,5 \cdot 2 \cdot 10^6 = n \cdot 0,082 \cdot 318; \quad n = 1,15 \cdot 10^5 \text{ moles / h gaseosas}$$

$$1,15 \cdot 10^5 \cdot 0,86 = 9,89 \cdot 10^4 \text{ mol/h de H}_2\text{S}$$

$$1,15 \cdot 10^5 \cdot 0,06 = 6,9 \cdot 10^3 \text{ mol/h de H}_2\text{O}$$

$$1,15 \cdot 10^5 \cdot 0,08 = 9,2 \cdot 10^3 \text{ mol/h de CO}_2$$

	H ₂ S(g)	H ₂ O(g)	CO ₂ (g)
mol/h	9,89·10 ⁴	6,9·10 ³	9,2·10 ³

Transformaciones que tienen lugar en el reactor térmico:

Se quema 1/3 del H₂S:

$$(1/3) \cdot 9,89 \cdot 10^4 = 3,3 \cdot 10^4 \text{ mol/h de H}_2\text{S que se queman}$$

$$3,3 \cdot 10^4 \text{ mol/h de SO}_2 \text{ producidos; } 3,3 \cdot 10^4 \text{ mol/h de H}_2\text{O producidos}$$

$$9,89 \cdot 10^4 \text{ mol/h de H}_2\text{S iniciales} - 3,3 \cdot 10^4 \text{ mol/h de H}_2\text{S que se queman} = \\ = 6,6 \cdot 10^4 \text{ mol/h de H}_2\text{S finales}$$

b) Flujo de la corriente gaseosa a la salida del reactor térmico

$$6,6 \cdot 10^4 \text{ mol/h de H}_2\text{S}$$

$$3,3 \cdot 10^4 \text{ mol/h de SO}_2 ;$$

$$6,9 \cdot 10^3 \text{ mol/h de H}_2\text{O} + 3,3 \cdot 10^4 \text{ mol/h de H}_2\text{O producidos} = 3,99 \cdot 10^4 \text{ mol/h de H}_2\text{O}$$

$$9,2 \cdot 10^3 \text{ mol/h de CO}_2$$

	H ₂ S(g)	H ₂ O(g)	SO ₂ (g)	CO ₂ (g)
mol/h	6,6·10 ⁴	4,0·10 ⁴	3,3·10 ⁴	9,2·10 ³

A la entrada del reactor catalítico el SO₂ y H₂S se encuentran en la relación estequiométrica 1:2

c) Flujo de la corriente gaseosa a la salida del reactor catalítico

$$6,6 \cdot 10^4 \text{ mol/h de H}_2\text{S} \cdot (2 \text{ mol H}_2\text{O} / 2 \text{ mol H}_2\text{S}) \cdot 0,97 + 4,0 \cdot 10^4 \text{ mol / h} = 1,04 \cdot 10^5 \\ \text{mol / h de H}_2\text{O}$$

$$6,6 \cdot 10^4 \text{ mol/h de H}_2\text{S} \cdot (1-0,97) = 1980 \text{ mol/h de H}_2\text{S}$$

$$3,3 \cdot 10^4 \text{ mol/h de SO}_2 \cdot (1-0,97) = 990 \text{ mol/h de SO}_2$$

$$9,2 \cdot 10^3 \text{ mol/h de CO}_2$$

	H ₂ S(g)	H ₂ O(g)	SO ₂ (g)	CO ₂ (g)
mol/h	1980	1,04 10 ⁵	990	9,2·10 ³

d) Cantidad de azufre (mol/h) producido

$$6,6 \cdot 10^4 \text{ mol/h de H}_2\text{S} \cdot (3 \text{ mol S} / 2 \text{ mol H}_2\text{S}) = 9,9 \cdot 10^4 \text{ mol/h de S}$$

$$9,9 \cdot 10^4 \text{ mol/h de S} \cdot 0,97 = 9,6 \cdot 10^4 \text{ mol/h de S producidos}$$

9,6·10 ⁴
