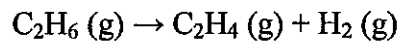


Apellidos, Nombre:

BALANCE DE MATERIA

(5 Puntos)

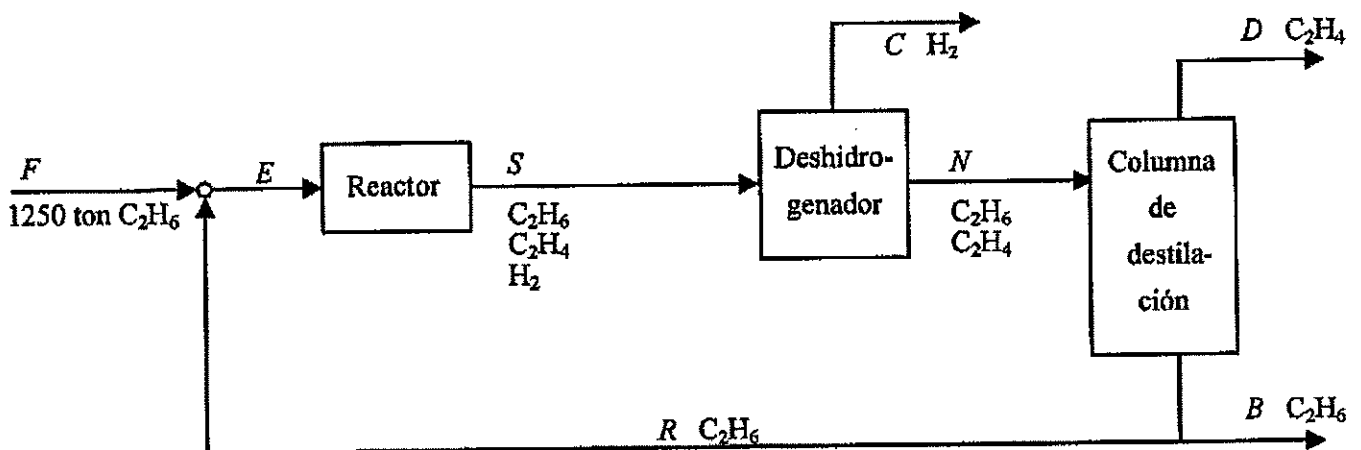
Se está analizando el funcionamiento de una unidad de craqueo de etano cuyo diagrama de bloques se indica en la figura adjunta. La unidad procesa diariamente 1250 t de hidrocarburo (etano, C_2H_6) para obtener etileno e hidrógeno según la reacción:



La conversión en el reactor es del 35,0 % y se desea lograr una conversión en el proceso del 95,0 %.

Determinar el caudal de reciclo (R) así como la producción de etileno (D) y de hidrógeno (C) para lograr este objetivo.

Dato: para simplificar los cálculos debe tomarse una base de cálculo $E = 100 \text{ kmol de } C_2H_6$ y luego escalar el problema para la alimentación F dada.



BALANCE DE MATERIA.

Se está analizando el funcionamiento de una unidad de craqueo de etano cuyo diagrama de flujo bloques se indica en la figura. La unidad procesa diariamente 1250 t. de hidrocarburo (etano, C_2H_6) para obtener etileno e hidrogeno según la ecuación



La conversión en el reactor es del 35% y se desea lograr una conversión en el proceso del 95,0%.

Determinar el caudal de reciclo (R) así como la producción de etileno (D) y de hidrogeno (C) para lograr este objetivo. ^{Dato:} Para simplificar los cálculos debe formarse una

Base de cálculo: $F = 100$ kmol de C_2H_6 , y luego ~~escalar~~ el problema para la alimentación F dada.

$$S_{C_2H_6} = 0,35 \times 100 \text{ kmol} = 35,0 \text{ kmol}$$

$$S_{C_2H_6} = 100 - 35 = 65,0 \text{ kmol.}$$

$$S_{H_2} = 35 \text{ kmol.}$$

$$C = 35 \text{ kmol } H_2$$

$$N = 35,0 + 65,0 = 100 \text{ kmol.}$$

$$D_{C_2H_4} = 35,0 \text{ kmol.}$$

NUDO 2: $N_{C_2H_6} = R + B$

$$65,0 = R + B$$

NUDO 1: $F + R = E = 100 \text{ kmol.}$

CONVERSION PROCESO:

$$\frac{F_{C_2H_6} - B_{C_2H_6}}{F_{C_2H_6}} = 0,950$$

$$F = 20,0B$$

$$\begin{cases} (1) & 20,0B + R = 100 \text{ kmol.} \\ (2) & B + R = 65 \end{cases}$$

$$B = 1,84 \text{ kmol}$$

$$R = 63,16 \text{ kmol}$$

$$F = 36,84 \text{ kmol}$$

— Escala do pure $F = 1250 \text{ t}$

$$u_{C_2H_6} = \frac{1250 \cdot 10^3 \text{ kg}}{30 \text{ kg/kmol}} = 41,67 \times 10^3 \text{ kmol.}$$

$$\text{Factor de escala} = \frac{41,67 \times 10^3 \text{ kmol}}{36,84 \text{ kmol}} = 1131,0$$

$$D = 35,0 \times 1131,0 = 39585 \text{ kmol}$$

$$R = 63,16 \times 1131,0 = 71434 \text{ kmol.}$$

$$C = 35,0 \times 1131,0 = \underline{\underline{39585 \text{ kmol.}}}$$

Apellidos, Nombre.....

BALANCE DE ENERGIA**(5 Puntos)**

Para fabricar formaldehído (HCHO) se hace reaccionar una mezcla de metano y aire en un lecho catalítico en el que tiene lugar la reacción de oxidación. Al reactor se alimentan aire fresco y metano a 177 °C y presión atmosférica. Para mejorar el rendimiento se introduce un 100 % de exceso de aire respecto al estequiométrico. A pesar de ello sólo se transforma en formaldehído el 13 % del metano alimentado, quemándose además el 0,5 % de metano a dióxido de carbono y agua (gas). Los gases abandonan el reactor a 192 °C. Calcule el "heat duty" del reactor para una base de cálculo de 100 moles de metano de alimentación.

Datos: Aire: 21 % v/v O₂, 79 % v/v de N₂.

Reacciones: (1) CH₄ (g) + O₂ (g) → HCHO (g) + H₂O (g)

(2) CH₄ (g) + 2O₂ (g) → CO₂ (g) + 2H₂O (g)

<i>Sustancia</i>	ΔH_f^0 (kJ/mol)	$\overline{C_p}$ (J/molK)
CH ₄	-75,03	129,6
HCHO (g)	-40,00	129,6
H ₂ O (g)	-241,60	34,6
CO ₂	-393,10	43,2
O ₂	-	32,2
N ₂	-	29,1

BALANCE DE ENERGÍA

Para fabricar formaldehído (HCHO) se hace reaccionar una mezcla de metano y aire en un lecho catalítico, en el que tiene lugar la reacción:



Al reactor se alimentan aire fresco y metano a 177°C y presión atmosférica.

Para mejorar el rendimiento se introduce un 100% de exceso de aire respecto al estequiometría.

A pesar de ello, solo se transforma en formaldehído el 13% del metano alimentado, que además el 0,5% del mismo a dióxido de carbono y agua (gas). Los gases abandonan el reactor a 192°C .

Calcule el "heat duty" del reactor para una base de alimentación de 100 moles de metano. [calentador]

Datos.

<u>subst.</u>	<u>\bar{C}_p (J/mol·K)</u>	<u>ΔH_f° (kJ/mol)</u>
$\text{CH}_4(\text{g})$	129,6	-75,03
$\text{HCHO}(\text{g})$	129,6	-40,00
$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	34,6	-241,60
$\text{CO}_2(\text{g})$	43,2	-393,10
$\text{O}_2(\text{g})$	32,2	-
$\text{N}_2(\text{g})$	29,1	-



Balance de materia

Entrada: $CH_4 = 100 \text{ mol.}$
 $O_2 = 200 \text{ mol}$
 $N_2 = 200 \text{ mol} \times \frac{79}{21} = 752,4 \text{ mol}$

Salida: $\left\{ \begin{array}{l} CH_4 = (0,13) \times 100 = 13 \\ CH_4 \text{ consumido} = (0,005) \times 100 = 0,5 \end{array} \right. \frac{0,5}{13,5}$

$U_{CH_4} \text{ salida} = 100 - 13,5 = 86,5$

$O_2:$ $0,13 \times 100 = 13$
 cons. $0,005 \times 100 \times 2 = 1,0$
 $U_{O_2} \text{ salida} = 186 \text{ mol.}$
 $14,0$

$N_2 \text{ sal} = 752,4 \text{ mol.}$

$HCHO \text{ sal} = 13 \text{ mol.}$

$CO_2 \text{ sal} = 0,005 \times 100 = 0,5 \text{ mol.}$

$H_2O \text{ sal} = 0,13 \times 100 + 0,005 \times 100 \times 2 = 14 \text{ mol.}$



<u>ENTR.</u>	<u>HE</u>	<u>US</u>	<u>HS</u>
CH_4	100 $(-75,03) + 129,6 \cdot 10^{-3}$ $(177-25)$	86,5 $(-75,03) + 129,6 \cdot 10^{-3}$ $(192-25)$	
$HCHO$	—	13,0 $(-40,0) + 129,6 \cdot 10^{-3}$ $(192-25)$	
H_2O	—	14,0 $(-241,60) + 34,6 \cdot 10^{-3}$ $(192-25)$	
CO_2	—	0,5 $(-393,1) + 43,2 \cdot 10^{-3}$ $(192-25)$	
O_2	200 $32,2 \cdot 10^{-3}$ $(177-25)$	186	$32,2 \cdot 10^{-3}$ $(192-25)$
N_2	752,4 $29,1 \cdot 10^{-3}$ $(177-25)$	752,4	$29,1 \cdot 10^{-3}$ $(192-25)$

$\Delta H = \sum_{ENT.} U_i h_i - \sum_{SAL.} U_i h_i = (-3694,41 \text{ kJ}) - (-1226,18) =$
 $= \boxed{-2468,22 \text{ kJ}}$