

GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

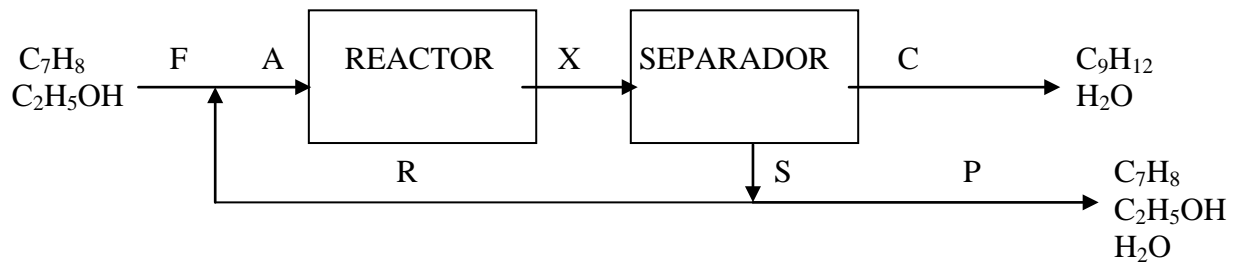
Fundamentos de Ingeniería Química

Hoja Extra: Balances de Materia

- 1.- Un carbón cuyo análisis elemental en base seca arroja un 84% de C, un 5% de H y un 2% de S (entre otros elementos) se quema con un 20% de exceso de aire. El carbón tiene un 12% de humedad. ¿Qué cantidad de SO_2 se emitiría, como máximo, a la atmósfera si se queman 10 t/h del mismo? ¿Cuál sería la concentración máxima de SO_2 en los gases de salida expresada en $\text{mg SO}_2/\text{m}^3$ de gases en condiciones normales?
- 2.- En un horno se queman totalmente 3.000 kg/h de fuelóleo con un 35% de exceso de aire cuya humedad absoluta es del 1%. Calcular:
 - a) Composición del gas resultante sobre base húmeda.
 - b) Composición del gas resultante sobre base seca.
 - c) Caudal volumétrico de aire empleado, medido a 45°C y 1 atm.
 - d) Volumen de gas producido por kg de combustible quemado, medido a 300°C y 1 atm.

Datos: Análisis elemental del fuelóleo: 86% C, 14% H (% en peso).
- 3.- En un horno vertical continuo se descompone caliza (100% CaCO_3) para producir cal (CaO), liberándose CO_2 . La energía necesaria para la calcinación se consigue quemando metano con un 50% en exceso de aire. Si se queman completamente 6 m^3 de metano (medidos en condiciones normales) por cada 100 kg de caliza, calcúlese la composición del gas residual.
- 4.- Una planta de producción de energía quema un gas natural de la siguiente composición (en volumen): 96% CH_4 , 2% C_2H_2 , 2% CO_2 y un fuelóleo cuya composición se ajusta a la fórmula empírica $\text{C}_{15}\text{H}_{27}$. Los gases de combustión, en base seca, arrojan el siguiente análisis: 10% CO_2 , 0,63% CO , 4,55% O_2 . Determinése la proporción relativa de gas natural y de fuelóleo que consume la instalación.
- 5.- En una instalación industrial se dimeriza etileno a buteno en régimen continuo en un reactor catalítico que opera con una conversión del 40%. La alimentación fresca consiste en etileno puro y a la salida del reactor los gases pasan continuamente a un condensador en el que se separa una corriente líquida que contiene la mayor parte del buteno formado, al que acompaña un 1% en peso de etileno, reciclándose el gas no condensado al reactor. El reciclado contiene 5% en volumen de buteno y el resto etileno. Se desea conocer la producción de buteno y la cantidad total recirculada (buteno + etileno) por cada 100 kmol/h de alimentación fresca.

6.- El etiltolueno (C₉H₁₂) puede obtenerse por alquilación catalítica del tolueno con etanol en fase vapor en una instalación como la esquematizada en la figura:

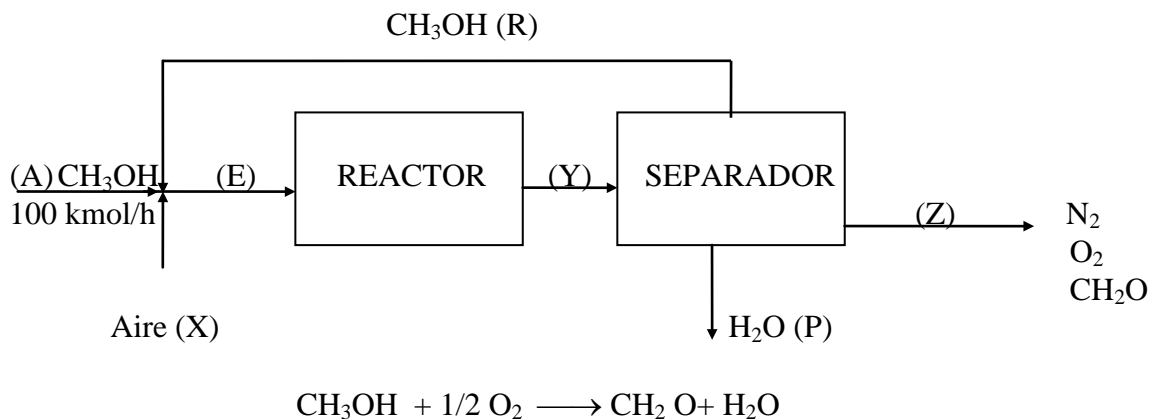


El alimento fresco contiene un 20% en exceso de etanol sobre el estequiométrico necesario y en el reactor se convierte el 80% del tolueno alimentado. Los productos de reacción pasan a un separador del que se obtienen dos corrientes, una corriente C que contiene un 35% en moles de agua y todo el etiltolueno formado y otra corriente S que se desdobra en dos, una de purga P, para evitar que se acumule el vapor de agua formado, y otra R, que se recircula al reactor. Si la relación entre las corrientes C y P es 2:1 (en moles). Calcúlese:

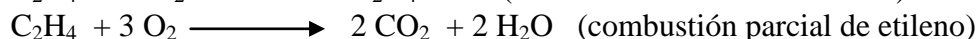
- Caudales y composiciones de todas las corrientes indicadas.
- Rendimiento de tolueno a etiltolueno.

7.- El formaldehído se obtiene por reacción entre metanol y oxígeno en presencia de un catalizador de plata, de acuerdo con el esquema que se indica en la figura. El aire se introduce en el sistema en un 100% en exceso respecto del estequiométrico necesario para el alimento fresco, alcanzándose una conversión en el reactor del 60%. El producto de reacción pasa a un separador en el que se obtienen tres corrientes, una de metanol puro no convertido, que se recircula a la entrada del reactor, el agua líquida y una corriente gaseosa que contiene nitrógeno, oxígeno y formaldehído. Calcúlese:

- El caudal de las diferentes corrientes del proceso si se alimenta al sistema 100 kmol/h de metanol fresco.
- La composición de las corrientes que entran y salen del reactor.



8.- En una planta de producción de óxido de etileno la alimentación fresca consiste en un 25% de etileno y un 75% de aire (en moles). En el reactor tienen lugar las dos reacciones siguientes:



Un 26 % del etileno que entra al reactor se convierte según la primera reacción para dar óxido de etileno, en tanto que un 1% del etileno alimentado al reactor se quema de acuerdo con la segunda reacción para dar CO_2 y H_2O . A la salida del reactor se separan, en sucesivas etapas, todo el óxido de etileno, el H_2O y el CO_2 formados. El resto de la corriente gaseosa se recircula al reactor, excepto una cantidad de la misma que se purga para evitar la acumulación de inerte (N_2). La cantidad de etileno en la purga representa un 30% del que entra con la alimentación fresca. Determinése:

- Producción de óxido de etileno por cada 100 kmol de etileno en la alimentación fresca.
- Composición de la corriente de entrada al reactor.
- Relación entre los caudales de recirculación y purga.

SOLUCIÓN de los PROBLEMAS

Problema 1 a) 352 kg SO_2 /h b) 3.607 mg SO_2 /m³(c.n.)

Problema 2 a) CO_2 : 9,8 %, H_2O : 11,1 %, N_2 : 74,0 %, O_2 : 5,1 %

b) CO_2 : 11 %, N_2 : 83,3 %, O_2 : 5,7 %

c) 54.499 m³ aire húmedo/h d) 34,38 m³/kg_{fuel oil}

Problema 3 Base seca CO_2 : 27,8 %, N_2 : 66,3 %, O_2 : 5,9 %

Problema 4 Fueloleo: 4,66 %, Gas: 95,34 %.

Problema 5 Producción: 50,52 kmol/h Recirculado: 155,3 kmol/h

Problema 6

Base de Cálculo 100 kmol/h de C_7H_8 fresco.

Respecto a esta base de cálculo la composición de las corrientes:

F: 100 kmol/h C_7H_8 ; 120 kmol/h de $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$;

C: 95,33 kmol/h C_9H_{12} ; 51,34 kmol/h H_2O

P: 4,67 kmol/h C_7H_8 ; 24,64 kmol/h $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; 44 kmol/h H_2O

R: 19,14 kmol/h C_7H_8 ; 100,5 kmol/h $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; 179,5 kmol/h H_2O

S: 23,83 kmol/h C_7H_8 ; 125,14 kmol/h $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; 223,5 kmol/h H_2O

A: 119,2 kmol/h C_7H_8 ; 220,5 kmol/h $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; 179,5 kmol/h H_2O

X: 23,84 kmol/h C_7H_8 ; 125,14 kmol/h $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; 274,8 kmol/h H_2O ; 95,33 kmol/h C_9H_{12}

Problema 7

Base de Cálculo 100 kmol/h de CH_3OH en la corriente de alimentación

Z: O_2 : 50 kmol/h, N_2 : 376,2 kmol/h, CH_2O : 100 kmol/h;

P: H_2O : 100 kmol/h

R: CH_3OH : 66,6 kmol/h

Y: O_2 : 50 kmol/h, N_2 : 376,2 kmol/h, CH_2O : 100 kmol/h, H_2O : 100 kmol/h, CH_3OH : 66,6 kmol/h

A: CH_3OH : 166,6 kmol/h

X: O_2 : 100 kmol/h, N_2 : 376,2 kmol/h

Problema 8 a) 67,44 kmol b) C_2H_4 : 13,42%; N_2 : 77,41%; O_2 : 9,17% c) 5,27