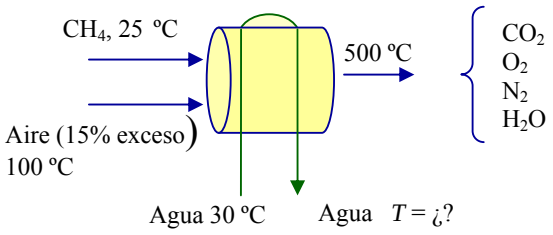
Segunda Evaluación Parcial Introducción a los Procesos Químicos
Ingeniería de Sistemas Semestre A-2008

1. (Valor: 8 puntos) Una caldera para calentar agua utiliza metano como combustible. Al quemador se alimenta aire en un 15% de exceso sobre el estequiométrico. El metano se alimenta a 25 ºC y el aire a 100 ºC. Los gases de combustión abandonan la caldera a 500 ºC. El agua que se calienta entra a la caldera a 30 ºC. Determinar la temperatura de salida del agua suponiendo que solo el 90% del calor generado por la combustión del metano es absorbido por el agua para elevar su temperatura.

$$CH_{4\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} + 2\,H_2O_{(l)}$$



Datos: Cp $H_2O_{(l)}$= 18,2964+0,47212T J/(gmol.K); Cp $CH_{4(g)}$= 19,87+0,05021T J/(gmol.K); Cp $O_{2(g)}$= 29,1116 J/(gmol.ºC); Cp $CO_{2(g)}$= 36,11+0,04233T J/(gmol.ºC); Cp $N_{2(g)}$= 29,2199 J/(gmol.ºC).

$\Delta \hat{H}^o_f$ $CO_{2\,(g)}$ = -393,5 kJ/gmol CO_2; $\Delta \hat{H}^o_f$ $H_2O_{(l)}$= -285,8 kJ/gmol H_2O; $\Delta \hat{H}^o_f$ $CH_{4\,(g)}$= -74,84 kJ/gmol H_2O;

Masas atómicas: N: 14,0; H:1,00; C: 12,0; O: 16,0.

Composición del aire: 21,0 %mol O_2, 79,0 %mol N_2.

2. (Valor: 7 puntos) Un proceso de producción de NH_3, se alimenta con hidrógeno y nitrógeno que reaccionan para formar amoníaco, según la reacción:

$$N_2 + 3\,H_2 \rightarrow 2\,NH_3.$$

La alimentación fresca tiene una relación molar entre el N_2 y el H_2 de 1 de N_2 a 3 de H_2. En el reactor, solo el 25 % del nitrógeno se transforma en NH_3. Los productos pasan a una cámara de condensación en la que el NH_3 que se forma se condensa al estado líquido y se remueve completamente del proceso, mientras que el N_2 y el H_2 que no reaccionaron se recirculan de nuevo para mezclarse con la carga de alimentación fresca al proceso. Determinar: (a) ¿La relación entre la recirculación y la carga de alimentación fresca expresada en libras de recirculación por libra de carga de alimentación?; (b) la carga de alimentación fresca (expresada en moles) necesaria para obtener 170 kg de amoníaco.

Masas atómicas: N: 14,0; H:1,00.

3. (Valor: 5 puntos) Calcular la entalpía de combustión estándar del etano, $C_2H_{6\,(g)}$, componente del gas natural, en la reacción adjunta:

$$C_2H_{6\,(g)} + \frac{7}{2}O_{2\,(g)} \rightarrow 2\,CO_{2\,(g)} + 3\,H_2O_{(l)}.$$

Datos: $\Delta \hat{H}^o_f$ $CO_{2\,(g)}$ = -393,5 kJ/gmol CO_2; $\Delta \hat{H}^o_f$ $H_2O_{(l)}$= -285,8 kJ/gmol H_2O; $\Delta \hat{H}^o_f$ $C_2H_{6\,(g)}$ = -84,7 kJ/gmol C_2H_6.