SECCIÓN BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA

1. En el proceso HyL, de obtención de Fe a partir de óxidos de fierro por reducción directa con Hidrógeno (Proceso de Fierro Esponja). Se tienen principalmente 3 Óxidos de Fierro presentes que son: **FeO, Fe_3O_4,** y **Fe_2O_3** en fracción en peso de 20%, 40% y 40% respectivamente. Por resultados Experimentales y de Planta Piloto, para obtener aprox. 100% de conversión se encuentra en los gases de salida del Reactor tipo Batch vertical un 10% molar de salida de Hidrógeno sin reaccionar, habiendo hecho las pruebas pilotos a 25ºC flujo entrante y 500ºC flujo saliente, calcule Usted los Flujos involucrados, el % de exceso de Hidrógeno necesario a la entrada y la cantidad de calor que debe introducirse o quitarse del Reactor, considerando que una tonelada de mineral de fierro se procesa en una hora.

2. Para obtener la cantidad necesaria de Hidrógeno en el Proceso HyL y poder reducir los minerales de óxidos de fierro a fierro, el Hidrógeno necesario se obtiene a partir de una reacción catalítica del Metano con agua mediante la reacción: **$CH_4 + 2H_2O \Rightarrow CO_2 + 4H_2$**. En donde productos y reactivos son gaseosos. Las condiciones de la reacción anterior son las entradas a 125ºC y las salidas a 35ºC, considere una base de cálculo de 20,000 gmol/hrs. De Hidrógeno que se desea obtener. Hacer el Balance de Materia y Energía considerando un 85% de conversión y 25% de Exceso de agua. ¿Cuál sería la temperatura de salida si se le otorgan 200,000 Kcal/hrs. y los flujos entrantes se encuentran a 25ºC, con las mismas condiciones de conversión y exceso.

3. En cierta ciudad se tienen las siguientes condiciones ambientales: A las 10:00 hrs la temperatura se encuentra a 24º C. La presión atmosférica a 745 mmHg. Una Humedad de 85%, no considerando efectos dinámicos en el ambiente, 7 horas después la temperatura disminuyó a 18º C. y la presión atmosférica aumentó a 750 mmHg. Calcule las nuevas condiciones en Humedad, Humedad Molar a las 17:00 hrs. Provocadas por únicamente cambios de presión y temperatura diga si el aire se secó o humectó, en ese lapso de tiempo, existió neblina en el ambiente si o no y porqué.

POSIBLES DATOS A SER UTILIZADOS: T= 24º C. a Pv= 0.4440 PSIAS; T= 18º C. a Pv= 0.2949 PSIAS.

4. Metano seco a 25º C. es quemado completamente a 1 atm. Con 20% de Exceso de aire saturado con vapor de agua a 25º C. Los gases de salida salen de la caldera a 1649º C. y son llevados a través de un enfriador.

Hacer el Balance de Materia, tomado como base 1 Lbmol de CH_4 por minuto. Hacer el Balance de Energía, considerando que se desea obtener los gases de salida a 900º C. T= 25º C. a Pv= 0.4592 PSIAS.

5. En un cierto proceso se desea evitar gases de H_2S salgan a la atmósfera, para ello, se está diseñando un Reactor el cual trabaja mediante la siguiente reacción: **$2H_2S + O_2 \rightarrow 2H_2O + 2S$**. Se tiene un 87% de conversión en la reacción, teniendo una oxigenación para la misma de 30% en exceso, se ha diseñado con recirculación del H_2S y se encuentran entrando a 45º C. Calcular la cantidad de Oxígeno necesario por Kgr. De H_2S entrante, se espera que las salida de los gases mezclados sea a 25º C. tanto del reactor como del separador. Es necesario calcular también el calor involucrado en el Reactor.

6. Para la fabricación sintética de ácido nítrico se tiene como materia prima inicial gas amonia NH_3 que entra mezclándose con aire a un intercambiador catalítico, considere que el aire está entrando a las cantidades requeridas por la estequiometría de la reacción para convertir el amoniaco a NO por la reacción del Oxígeno del aire y el Hidrógeno se convierte en H_2O gas. Los gases entran a 66ºC, la conversión es al 90%, si la temperatura de salida de los gases es a 925ºC, considerando que no existen reacciones laterales, plantea y resuelve los Balances de Materia y Energía.

a) Para evitar pérdidas y además tener control de no emitir gases contaminantes a la atmósfera diseña el diagrama de flujo del proceso con un sistema de recirculación de amoniaco.

b) Hacer el balance de Materia, considerando una base de cálculo en la entrada del amoniaco de 1 Kg/min.

c) Contesta la cantidad de calor que debemos dar o quitar al intercambiador catalítico.

7. Determine el calor latente de vaporización promedio a partir de las siguientes condiciones para el agua: **T_1= <u>20ºC</u>= <u>68ºF</u>**, **p'_a= <u>.3388 Psias</u>** y **T_2= <u>21.11ºC</u>= <u>70ºF</u>**, **p'_a = <u>.3628</u>**.

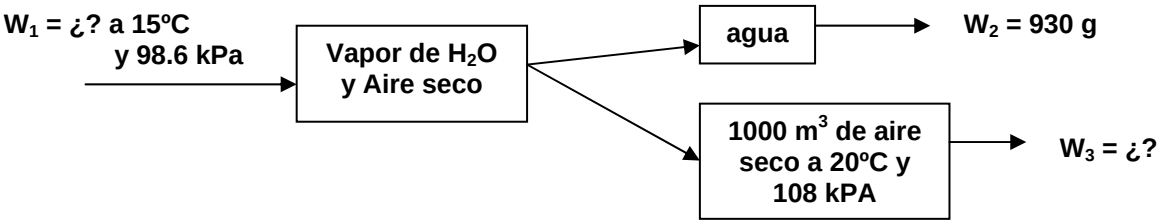
<u>Ecuación de Clausius-Clapeyron</u>

$$\frac{dp'}{dT} = \frac{\Delta H}{T\Delta v} = \frac{\Delta S}{\Delta v}$$

$$\mathrm{Ln}\frac{p'_2}{p'_1} = \frac{-\Delta H}{R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

8. Un local cerrado para fines de preservación tiene 60 m^3 de volumen e inicialmente se encuentra a 24.5ºC a una presión de 1007 mbar y tiene un % de Humedad Relativa de 55%. Se desea tener condiciones finales de preservación de 10ºC, %Hr = 45% y no existe condición definida para la presión. (a) ¿Cuántos g de agua por metro cúbico están contenidos inicialmente?. (b) ¿Cuántos g de agua por metro cúbico estarían contenidos en condiciones finales, si la presión no cambiara?. (c) ¿Si la presión disminuye a 960 mbar, cuántos g de agua por metro cúbico tendríamos en el local?. (d) ¿Cuál es la Humedad Molar del (a), (b) y (c)?. (e) ¿Cuál es la Humedad del (a), (b) y (c)?. (c) ¿Cuál es el % de Saturación absoluta en (a), (b) y (c)?. (d) ¿Existe condensación de agua líquida?, si es afirmativa diga cuanto.

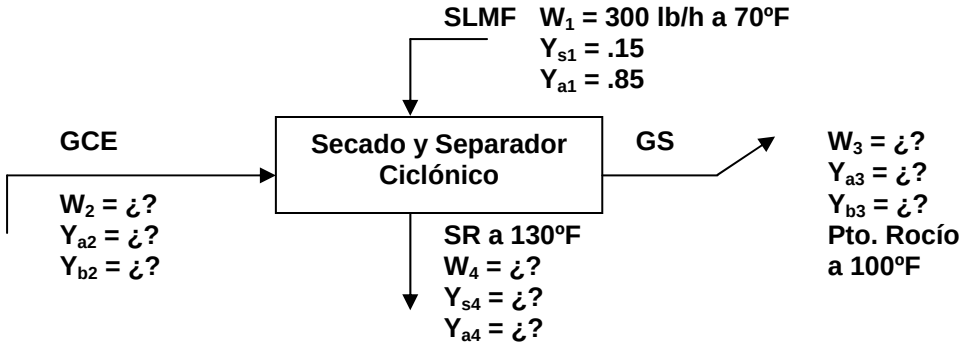
9. Se extrae toda el agua presente en un local con el objetivo de reducir el deterioro de los medicamentos que se colocarán en su interior y corresponde a 930 g, el aire húmedo se encontraba a 15ºC y 98.6 kPa, mediante absorción por alguna sustancia secante. Cuando está seco, el mismo aire tiene un volumen de 1000 m^3 a 20ºC y 108 kPa. ¿Cuál era la humedad relativa del aire húmedo?, ¿cuál el % de Saturación absoluta?, ¿cuánto valen los flujos?.



10. Una disolución líquida de material farmacéutico que se desea secar, se rocía dentro de un chorro de gas caliente de aire. El agua que se evapora de la disolución sale junto con los gases de salida. El sólido se recupera mediante separadores ciclónicos. Los datos operativos son:

SLMF ➔ Solución Líquida Material Farmacéutico.
GCE ➔ Gases Calientes Entrada, principalmente aire de entrada.
GS ➔ Gases de Salida.
SR ➔ Sólidos Recuperados.
GCE ➔ 10000 ft^3/h 600ºF 780 mmHG H = .00505 lb_a/lb_b
GS ➔ 200ºF 760 mmHG Punto de Rocío 100ºF
SLMF ➔ 300 lb/h 15% Sólidos 70ºF
SR ➔ 130ºF

Calcular la composición del Sólido Recuperado de salida, no está totalmente seco. Haciendo el Balance de Materia. El Punto de Rocío de un Vapor es aquel el cual está listo para condensarse, es decir, es cuando se comienza a formar pequeñas gotitas de líquido y el Punto de Burbuja de un líquido es cuando está a punto de convertirse en Vapor, es decir, se comienza a formar la primera burbuja de vapor.



11. A un reactor catalítico se alimentan etileno (C_2H_4) y Oxígeno, para la fabricación de Óxido de Etileno (C_2H_4O), existe también una reacción colateral la cual genera Dióxido de Carbono y Agua. El Reactor catalítico trabaja a 300ºC y 1.2 atm, en éstas condiciones, mediciones hechas en el reactor, indican que en cada pasada se consume el 50% del etileno que ingresa al reactor, y que de éste, el 70% se convierte en Óxido de Etileno. El resto del Etileno consumido se descompone para formar CO_2 y agua. La producción diaria del Óxido de Etileno debe ser 10000 kg/día, la razón entre el Oxígeno alimentado y el Etileno alimentado es de 3 a 2 molar. Considere que diariamente se trabajan 2 turnos de 8 hrs. Desarrolle el Balance de Materia, en el esquema aparece información adicional, las alimentaciones se encuentra a condiciones estándares (25ºC y 1 atm):

a) Calcule los m^3/h que se alimentan de gases.

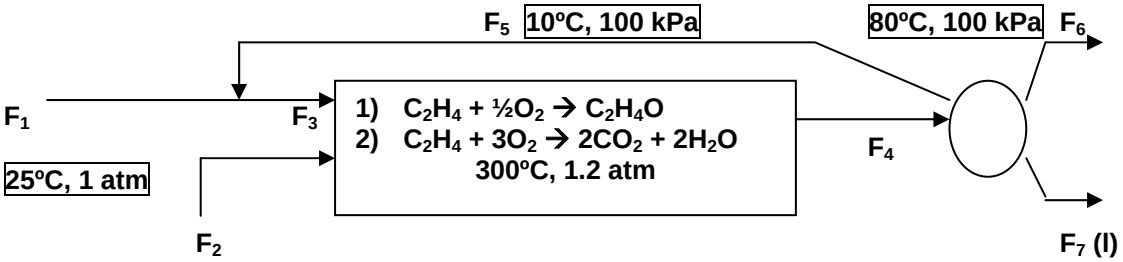
b) Calcular proporción de reciclaje en m^3/h C_2H_4 reciclado a 10ºC y 100 kPa por cada m^3/h de C_2H_4 de alimentación.

c) Calcule los m^3/h de la mezcla O_2, CO_2 y H_2O a 80ºC y 100 kPa.

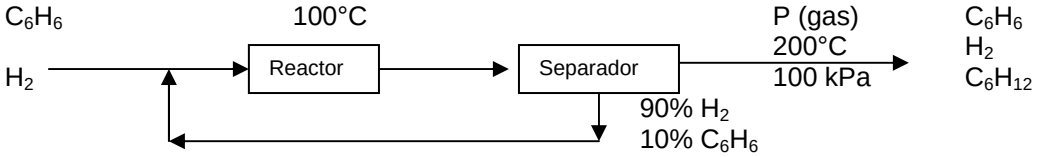
d) ¿Cuántos kg/h de CO_2 se están expulsando al Ambiente?

e) Determine los % de Conversión, Excesos y Selectividad.

NOTA: Hacer el Balance de Materia en Unidades Molares. $\mathbf{F_1}$=> Alimentación en gmol/h de Etileno. $\mathbf{F_2}$=> Alimentación en gmol/h de Oxigeno. $\mathbf{F_3}$=> Entrada al Reactor de Etileno. $\mathbf{F_4}$=> Salida del Reactor de gases al sistema de separación. $\mathbf{F_5}$=> Recirculación de Etileno Recuperado (Sistema de Separación 100% Eficiente). $\mathbf{F_6}$=> Salida de Gases al Ambiente. $\mathbf{F_7}$=> Obtención del C_2H_4O líquido después del Separador.



12. El benceno se convierte en ciclohexano mediante reacción directa con H_2. La alimentación del proceso es de 260 L/min de C_6H_6 y 950 L/min de H_2 a 100°C y 150 kPa. La conversión en el reactor es del 48%, mediante un separador se mejora la conversión total hasta el 75%. La recirculación logra recuperar Hidrógeno y Benceno en el flujo de retorno que lleva una composición de 90% H_2 y 10% de C_6H_6 a la misma condición de temperatura de entrada pero una presión de 100 kPa. El flujo de retorno contiene el 80% de H_2 y nada de ciclohexano. Todos los % son molares.

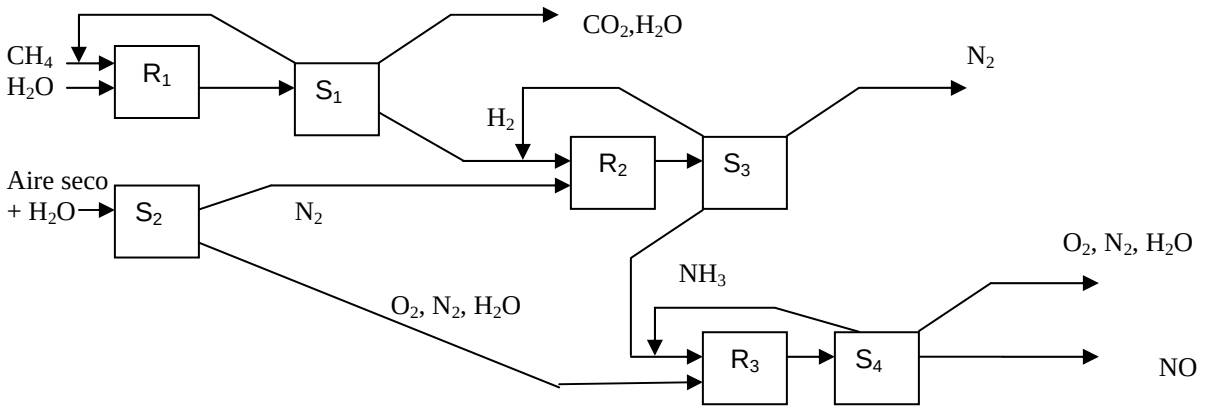


a) Hacer el balance de materia en el sistema. Calcular la presión de entrada al reactor y porcentaje de exceso de hidrógeno si existiera. Calcular el flujo volumétrico (L/min) a la salida del separador.

b) Hacer el balance de energía en el reactor considerando despreciables los cambios por presión, calcular el calor en el reactor.

13. Un cierto proceso que opera a 1 atm de presión, utiliza Metano, Nitrógeno y Oxígeno para obtener NO el cual permite posteriormente elaborar HNO_3. Las materias primas son CH_4, aire y H_2O. Se logra la elaboración del NO mediante 3 reacciones: R1)$CH_4+2H_2O \leftrightarrow CO_2+4H_2$ R2)$N_2+3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$ R3)$4NH_3+5O_2 \leftrightarrow 4NO+6H_2O$

Todas las especies involucradas son gaseosas. Desafortunadamente las reacciones son catalíticas y no tienen el 100% de conversión, por lo que las conversiones para cada reacción son las siguientes 87% para R1, 92% para R2 y 85% para R3. El aire utilizado se encuentra a un 70% de humedad relativa a 25°C. Se requieren obtener 60 Kg/m de NO y para obtener las conversiones anteriores existe excesos de 10%, 12% y 15% de Metano, Hidrógeno y Amoniaco respectivamente. Las condiciones de temperaturas para las reacciones son: Entrada a R1 ➔ 125°C, salida de R1 ➔ 35°C. Entrada a R2 ➔ 35°C, salida de R2 ➔ 66°C. Entrada a R3 ➔ 66°C, salida de R3 ➔ 225°C. Es necesario crear el proceso con recuperaciones de Metano, Hidrógeno y Amoniaco, la R3 puede acompañar al O_2 cierta cantidad de N_2. Como las salidas de R3 se encuentran muy calientes, es necesario entregar a las demás áreas de la planta el NO a 25°C. Las demás salidas de gases por condiciones regulatorias deben ser a 25°C. Hacer los balances de materia y energía necesarios para la cuantificación del proceso siguiente:


CH4
H2O
R1
S1
CO2,H2O
N2
H2
R2
S3
Aire seco
+ H2O
S2
N2
O2, N2, H2O
NH3
O2, N2, H2O
R3
S4
NO