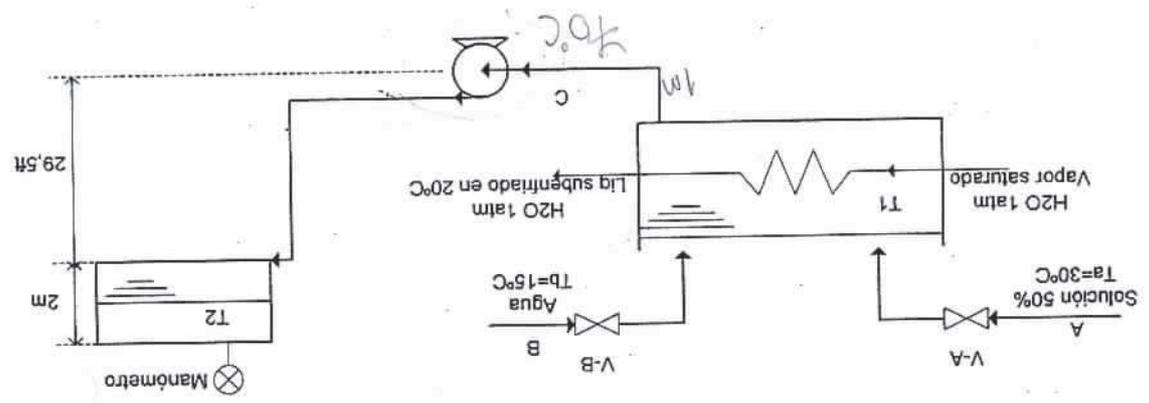


**Ejercicio 1:**

Se dispone de 200 kg/h (corriente A) de una solución salina al 50% (fracción másica). Se desea diluir dicha solución hasta el 20% en un tanque mezcla (T1) para luego almacenarla en un recipiente (T2) elevado y presurizado. Para la puesta en marcha del sistema de dilución, se cuenta con el tanque intermedio con un contenido inicial de 3000 kg de agua pura a 68°F. La operación se lleva a cabo abriendo la válvula A (V-A) hasta la concentración deseada, con la bomba apagada para no almacenar solución fuera de especificación. 1- Indique a qué tiempo se debe encender la bomba para dar comienzo al almacenaje. Para proteger a la bomba y evitar deposición de sales en el sistema, se requiere calentar la solución hasta 70°C con un serpentín al cual ingresa vapor saturado y sale líquido subenfriado en 20°C. 2- Indique el caudal de medio calefactor requerido para que la temperatura de la solución sea la indicada al momento de comenzar la operación de llenado del tanque principal. En el momento que se enciende la bomba se abre la válvula B (V-B) que permite el ingreso de agua pura. 3- Indicar la cantidad de agua necesaria para mantener la concentración deseada en el tanque de mezcla. 4- Indicar la potencia de la bomba si el manómetro del tanque de almacenamiento indica 50 psi. En nivel de líquido en el tanque de mezcla en el estado estacionario se encuentra 1 m por sobre el eje de la bomba. El fondo del tanque de almacenamiento se encuentra 29.5 ft por encima del eje de la bomba. El tanque de almacenamiento contiene un nivel de líquido de 2 m. 5- Informe el caudal másico de vapor que debe pasar por el medio calefactor en el estado estacionario.

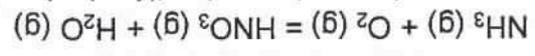
Datos: Considerar C (solución salina) = 1.13 Kcal/Kg°C para fracciones mayores al 30% Considerar C (solución salina) =  $C_{\text{agua}}$  para fracciones menores al 30% Calor de vaporización H<sub>2</sub>O (100°C) = 539.8 kcal/kg



Notas:  
- Entregar cada ejercicio en hojas separadas.  
- Escribir en la hoja cada suposición que considere necesaria para la ejecución del ejercicio.

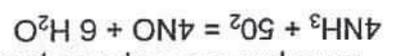
**Ejercicio 2**

El ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), producido a partir de amoníaco en fase gaseosa, es un intermediario importante en la industria de fertilizantes. La reacción industrial puede resumirse en la siguiente ecuación:

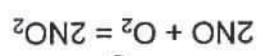


El proceso productivo consiste en una cámara de combustión de dos etapas:

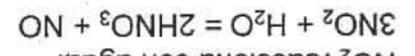
- En la primera etapa se produce la oxidación del amoníaco a óxido nítrico:



- En la segunda etapa se produce la Oxidación de NO a  $\text{NO}_2$ :



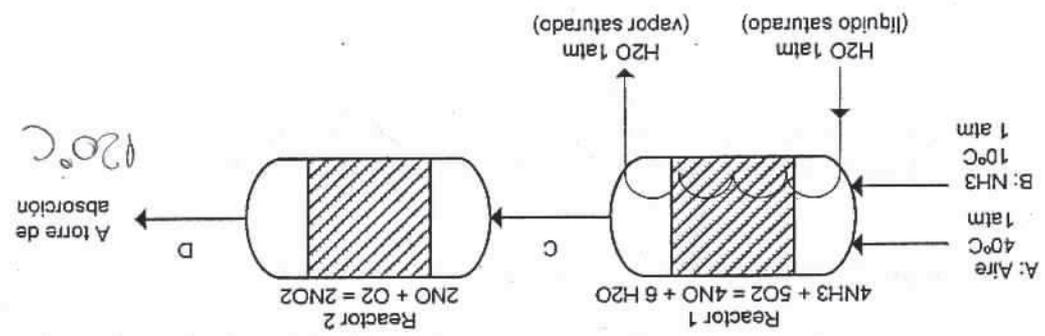
- En la última etapa el dióxido de nitrógeno formado se conduce a una torre de hidratación donde, los gases se inyectan por la parte inferior de la torre de absorción a una temperatura de  $120^\circ\text{C}$  y el  $\text{NO}_2$  reacciona con agua.



1.- ¿Cuál es el caudal de amoníaco necesario para generar 12.6 ton/día de ácido nítrico?

2.- Si se opera con un exceso del 30% de aire: ¿Cuál es la cantidad de agua de refrigeración requerida en la primera etapa de combustión?

3.- Por problemas en las bombas de agua de enfriamiento, en determinado momento deja de funcionar el sistema de refrigeración. Estimar cuál sería la temperatura de salida de los gases ( $T_D$ ).



Notas:  
- Entregar cada ejercicio en hojas separadas.  
- Escribir en la hoja cada suposición que considere necesaria para la ejecución del ejercicio.

## 76.46 Introducción a la Ingeniería Química. Autoevaluación 2º cuatrimestre 2012

### Ejercicio 1:

El cloruro de etilo se sintetiza mediante la hidrohlogenación catalítica del eteno dentro de un reactor ( $C_2H_4(g) + HCl(g) \rightarrow C_2H_5Cl(g)$ ). Se alimentan al reactor dos corrientes, una pura de ácido clorhídrico ( $\dot{n}_1$ ) y una mezcla binaria ( $\dot{n}_2$ ) de dos hidrocarburos (7% Etano y 93% Eteno). Dichas corrientes se encuentran en estado gaseoso a 25°C. Para catalizar la reacción y mantener un temperatura de operación constante se recircula al reactor una corriente pura de cloruro de etilo líquido a 25°C ( $\dot{n}_6$ ). La temperatura de salida del reactor es 50°C ( $\dot{n}_3$ ).

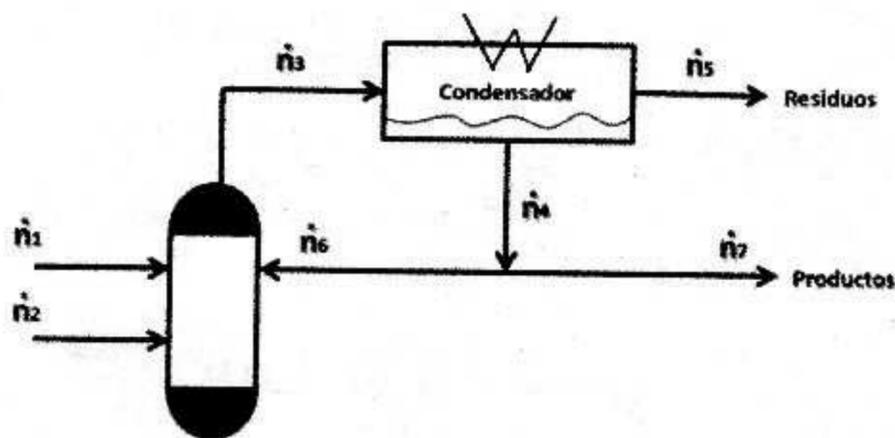
Aguas abajo del reactor se encuentra un condensador que separa el cloruro de etilo ( $\dot{n}_4$ ) de los reactivos sobrantes ( $\dot{n}_5$ ). Parte del producto líquido separado se recircula ( $\dot{n}_6$ ) y parte se envía a almacenaje ( $\dot{n}_7$ ) con un caudal de 1600 kg/h a 25°C.

Estudios demostraron que el caudal de residuos presenta un 1,5% del HCl, un 1,5% del Eteno y todo el Etano que entra al reactor. (El etano no reacciona)

Datos:

$$\overline{Cp}_{C_2H_4} = 43.62 \frac{J}{molK}, \overline{Cp}_{C_2H_6} = 50.24 \frac{J}{molK}, \overline{Cp}_{C_2H_5Cl} = 54.18 \frac{J}{molK}$$

$$\overline{Cp}_{HCl} = 29.12 \frac{J}{molK}, \lambda_{vap}^{C_2H_5Cl} = 24.7 \frac{kJ}{mol}, \Delta H_R^0 = -64.5 \frac{kJ}{mol_{HCl}}, T_{vap}^{C_2H_5Cl} = 25^\circ C$$



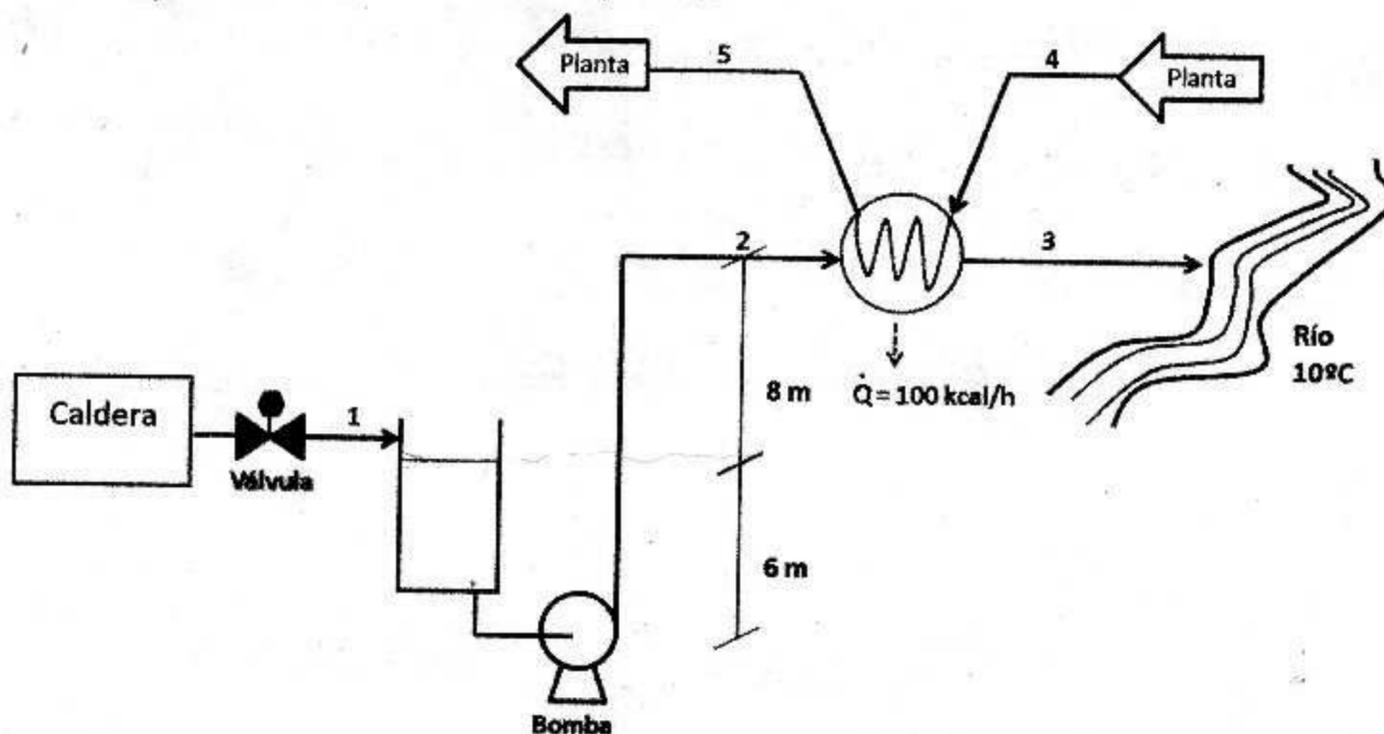
Haciendo las suposiciones que crea necesarias, se pide:

1. Determinar el caudal molar de las corrientes de alimentación ( $\dot{n}_1$  y  $\dot{n}_2$ ).
2. Calcular el caudal y la fracción molar de la corriente de residuos ( $\dot{n}_5$ ).
3. Teniendo en cuenta que el reactor trabaja de forma adiabática y que se desprecian los calores de mezcla, calcular el caudal de producto que se recircula.

Sugerencia: Realizar el balance correspondiente en el reactor químico.

### Ejercicio 2:

Para poder asegurar el correcto funcionamiento de una caldera se realiza una purga de 10 kg/s a 90°C, que se vuelca en un tanque cilíndrico abierto a la atmósfera  $V_{max} = 10m^3$ . El nivel del tanque se mantiene constante  $V = 5m^3$ . Se bombea el fluido del tanque por una cañería de diámetro 5 in hasta un intercambiador de calor, que permite aprovechar el calor para vaporizar y calentar hasta 50°C una corriente de Espiropentano ( $C_5H_8$ ), y reducir la temperatura el agua antes de ser vertida al río. Adicionalmente, en el intercambiador de calor se disipan 100 kcal/h por pérdidas a través de las paredes.



Teniendo en cuenta que se requiere una presión de entrada al intercambiador de 2 atm<sub>g</sub>, se pide:

- 1) Calcular la potencia de la bomba

Suponiendo que el Espiropentano ingresa a 25°C y presión atmosférica, y que el río tolera 20°C, calcular:

- 2) El caudal de Espiropentano que podrá llevarse a las condiciones requeridas por la planta gracias al intercambiador

Si eventualmente la válvula que permite el control del nivel del tanque se rompe y se duplica el caudal de ingreso al recipiente, estime:

- 3) Considerando que la bomba trabaja a caudal constante, ¿Cuánto tiempo tendrán los operarios para solucionar el problema antes de que el tanque rebalse?

Datos:

$$\lambda_{vap}^{C_5H_8} = 26.76 \frac{kJ}{mol}; T_{eb} = 312K; \overline{Cp}_{C_5H_8} = 146.1 \frac{J}{molK} (vap); \overline{Cp}_{C_5H_8} = 134.52 \frac{J}{molK} (liq)$$

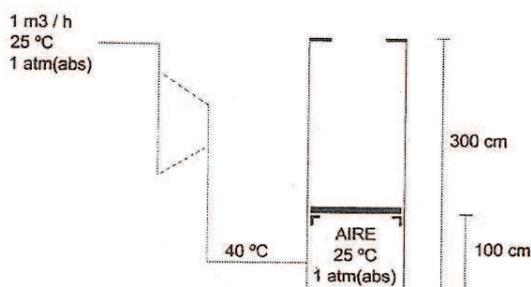
Ejercicio 1

Se tiene un compresor que mueve  $1 \text{ m}^3/\text{h}$  de aire (en condiciones de succión) con capacidad de descargar hasta a  $20 \text{ atm}$  (abs). Este compresor toma aire del ambiente a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  y lo descarga a  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ . Se utiliza para realizar el llenado de un cilindro pistón adiabático como el de la figura.

El mismo inicialmente contiene aire a presión atmosférica y  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . El pistón de  $40 \text{ kg}$  de peso, y un área de  $10 \text{ cm}^2$  se encuentra trabado a una altura de  $100 \text{ cm}$  desde de la base y puede empezar a moverse a partir que la presión en el interior puede moverlo.

Como se ve en la figura, a los  $300 \text{ cm}$  hay un tope, que no permite que el pistón siga subiendo.

Se desea saber que ocurrirá con el pistón, la presión interna, la temperatura y la cantidad de masa que ingresó al recipiente en el caso que el compresor sea accionado durante 1 hora (o se haya detenido por alta presión, ver nota). ¿Cuánto marcará un manómetro conectado al cilindro pistón en el instante final?



## Notas:

En el caso que la presión en la descarga del compresor supere las  $20 \text{ atm}$  (abs) se accionará un switch de corte y el mismo se detendrá. Considerar que el cilindro posee área regular.

Ejercicio 2

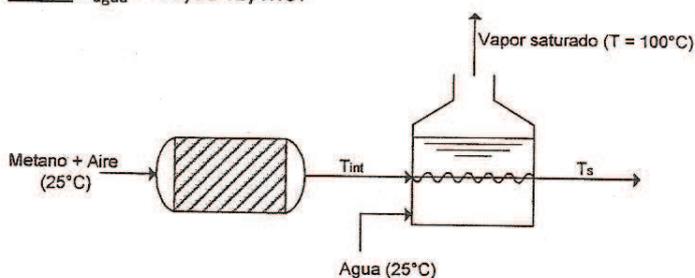
Un sector de una planta genera  $4,8 \text{ lb/s}$  de vapor saturado a  $212^\circ\text{F}$  en forma continua mediante el calentamiento del tanque. Este se alimenta con agua a  $25^\circ\text{C}$ , y se calefacciona con un serpentín a través del cual fluyen los gases de combustión provenientes del reactor donde se lleva a cabo la reacción de combustión de metano:

Al reactor ingresan metano y aire a  $25^\circ\text{C}$  y  $1 \text{ atm}$ . El reactor está aislado de manera tal que se puede suponer completamente adiabático. La conversión de metano es de  $0,8$ . Por cuestiones de proceso se necesita que la temperatura de los gases de combustión a la salida del reactor sea  $1000^\circ\text{C}$ .

a) Determinar el exceso de aire por mol de metano necesario para cumplir con la temperatura de salida del reactor. Conociendo la temperatura ( $200^\circ\text{C}$ ) de los gases luego de intercambiar calor con el tanque, se pide:

b) Calcular el caudal de combustible necesario (moles/h).

Dato:  $\lambda_{\text{agua}} = 40,65 \text{ kJ/mol}$



Nota: Expresar todos los resultados en Sistema Internacional.

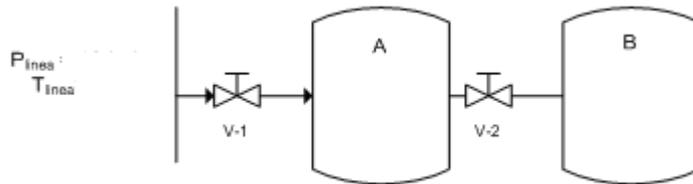
### Ejercicio 1

El tanque aislado A de volumen  $V_a$  de capacidad, contiene nitrógeno a  $T_{ai}$  y  $P_{ai}$ . Este tanque se encuentra conectado mediante la válvula V1 a una cañería por la que circula  $N_2$  a  $T_{linea}$  y  $P_{linea}$ . Se abre la válvula V1 hasta que se llegue al equilibrio.

- a) Desarrolle las expresiones que le permitan calcular la temperatura y los moles ingresados al final del proceso.

Una vez alcanzado el equilibrio se cierra V1 y se abre V2, que conecta al tanque A con el tanque B. Dicho tanque, también aislado térmicamente, contiene  $N_b$  moles a  $T_{bi}$  y  $P_{bi}$ .

- b) Desarrolle las expresiones para determinar la presión y la temperatura final del sistema una vez alcanzado el equilibrio.



### Ejercicio 2

Cierto proceso requiere para funcionar un determinado calor  $Q$ . El mismo será abastecido por una cámara de combustión que funciona con una mezcla de metano y etano.

Dicha cámara es alimentada por una corriente que contiene un 70% de metano y el resto de etano (**Base molar**). Esta mezcla se combina con aire estequiométrico (**Respecto a ambas reacciones**) e ingresa a la cámara de combustión a  $25^\circ\text{C}$ .

Además se conocen del sistema los siguientes datos:

-Estudios químicos aseguran que por cada mol de etano que reacciona, reaccionan dos de metano.

-La temperatura de salida de los gases es  $T_s$ .

-La conversión de salida del metano de  $x$

Desarrollar las expresiones que permitan determinar el caudal molar de combustible (metano + etano) necesario para lograr cumplir con el proceso.