

**Examen de Tecnología Química General. Problema 2.****1 de Julio de 2002**

Se quiere recuperar el nitrógeno de una corriente que contiene éste elemento y argón para reciclarlo al proceso de producción de amoníaco. El caudal de la corriente es de 17600kg/h. La composición en peso de la corriente es 31.8 % de nitrógeno y el resto argón. Para llevar a cabo la recuperación se introduce en una columna de destilación continua de la que se quiere obtener por cabeza un destilado con una concentración molar de nitrógeno del 95 %. Por el fondo de la misma se obtiene una corriente con un 95 % molar de argón. Sabiendo que la relación de reflujo externa es de 5.33 y que la alimentación entra vaporizada en un 33%(molar) se pide:

- Caudal de las corrientes de destilado (D) y fondos (B) de la columna. (1 pto.)
- Número de platos teóricos. Usar Figura 1.(3 ptos)
- Calcular y dibujar la relación de reflujo mínimo. Usar Figura 2.(2 ptos)
- Analizar (empleando el diagrama de equilibrio) cómo afecta al cálculo del número de platos el introducir la alimentación subenfriada (en lugar de parcialmente vaporizada) si mantenemos la recta de agotamiento y se quiere obtener el mismo destilado y fondo.Usar Figura 2. (2ptos.)
- Calcular la temperatura de salida del destilado sabiendo que la temperatura de la corriente de alimentación es de 84K y la de ebullición en el fondo de la columna es de 87K.(2 ptos.)

Datos:

Calores específicos: Nitrógeno=0.26kcal/kgK, Argon=0.12kcal/kgK.

Pesos Moleculares: Nitrógeno=28g/mol, Argon=40g/mol.

El calor en el condensador es igual al calor aportado en el rehervidor.

*Puntuación total 10 puntos.*

Tiempo 1 hora.

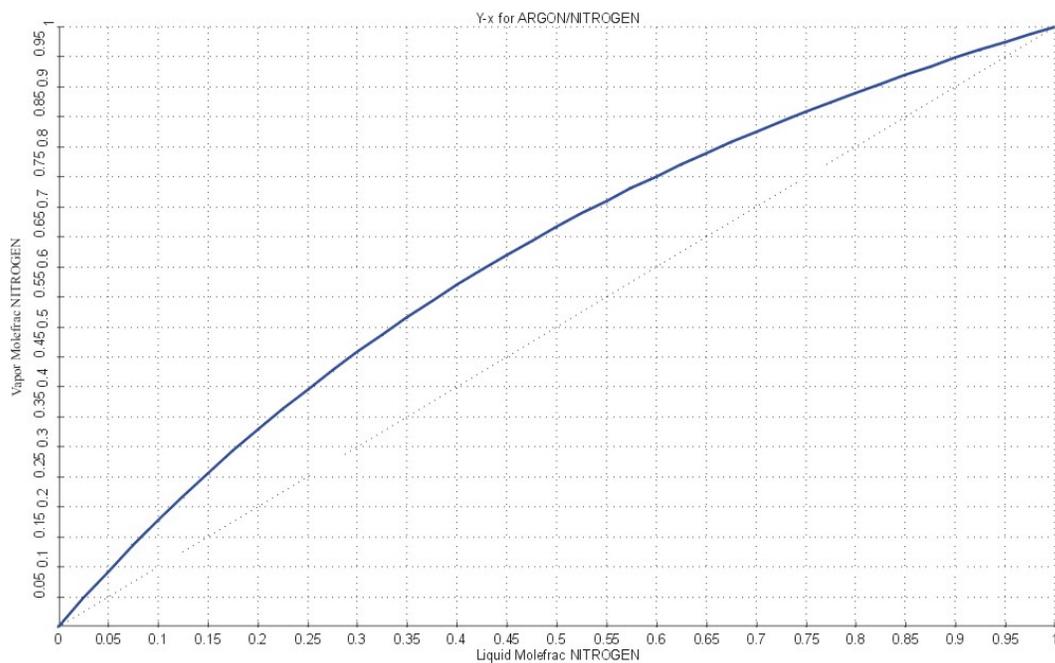


Figura 1:

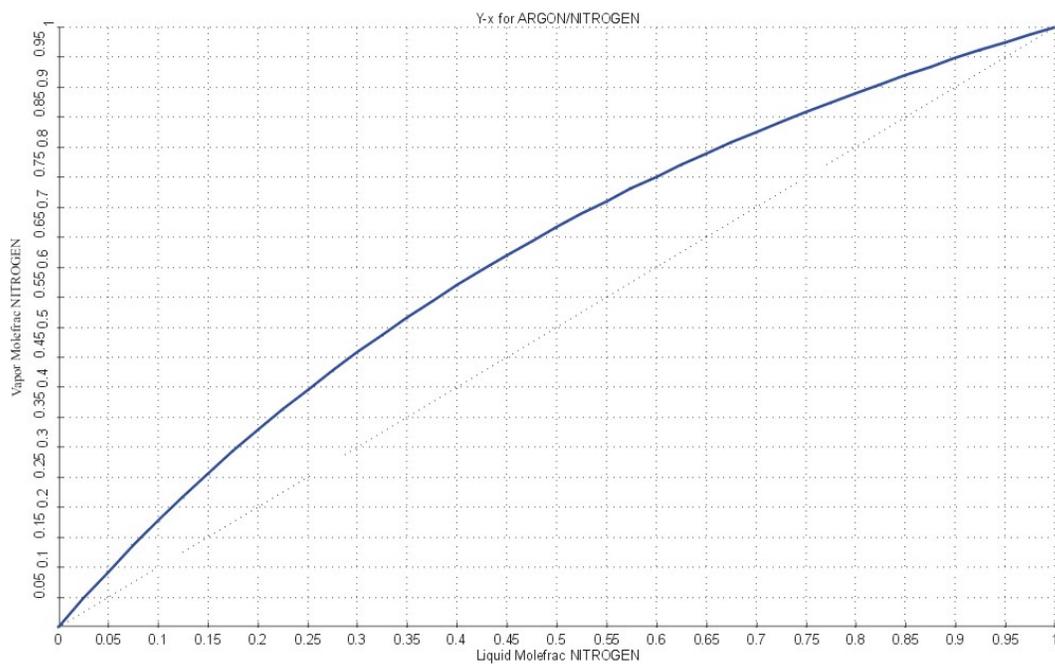


Figura 2:

## Solución

La alimentación expresada en moles queda:

Nitrógeno:  $17600\text{kg/h} \cdot 0.318 / 28\text{kg/kmol} = 199.88\text{kmol/h}$

Argón:  $17600\text{kg/h} \cdot (1-0.318) / 40 = 300.08\text{kmol/h}$

Caudal total =  $200+300=500\text{kmol/h}$ , luego en fracciones molares hay un 40% ( $200/500$ ) de Nitrógeno y un 60% de Argón.

Haciendo un balance global y a componente tenemos los caudales de salida de la columna de destilación:

$$F=B+D; 500=B+D$$

$$F \cdot x_{F,N_2} = D \cdot x_{D,N_2} + B \cdot x_{B,N_2}; 500 \cdot 0,4 = D \cdot 0,95 + B \cdot 0,05$$

Resolviendo el sistema se obtiene  $B=305.6\text{kmol/h}$  y  $D=194.4\text{kmol/h}$

\*\*\*\*\*

La pendiente de la recta de alimentación es  $-L/V$ , y dado que se vaporiza un 33%.  $-L/V=-67/33=-2.03$ . Pasa por el punto de la alimentación (40%)

La recta de rectificación pasa por el punto del destilado y el punto formado a partir del reflujo  $x_D/R_D + 1$ , punto  $0.95/(5.33+1)=0.15$ , situado en el eje de ordenadas.

La recta de agotamiento pasa por el punto de los fondos y la intersección de las rectas anteriores.

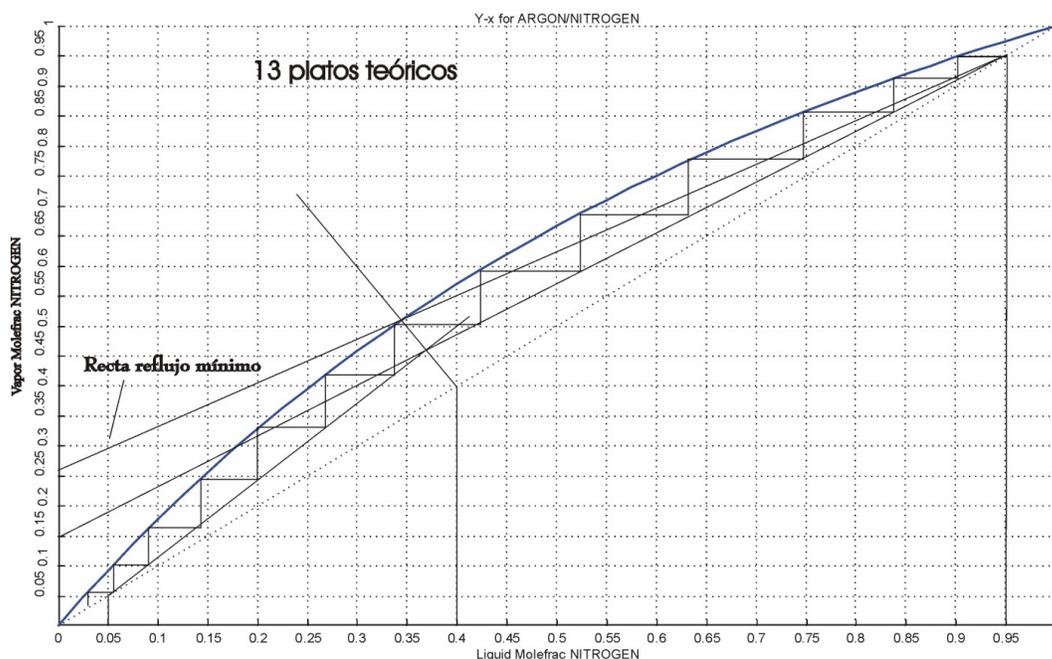


Figura 3:

\*\*\*\*\*

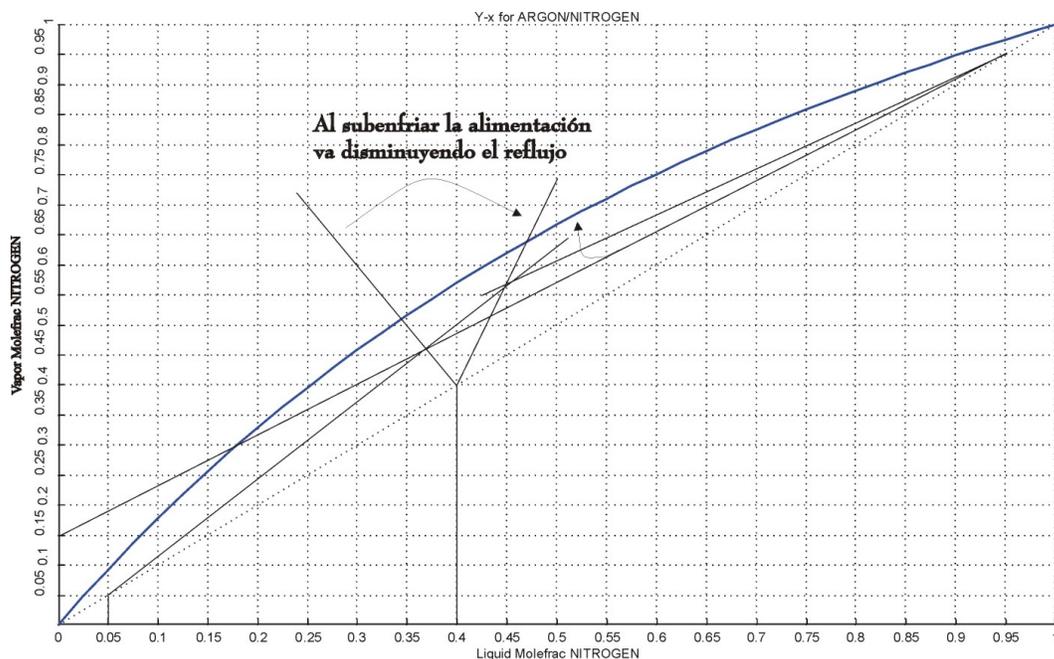


Figura 4:

Temperatura de salida del destilado:

Se plantea un balance de energía a la columna,

$$F \cdot h_F + Q_{\text{herv}} = B \cdot h_B + D \cdot h_D + Q_{\text{cond}}$$

Dado que los calores del hervidor y condensador son iguales queda:

$$\begin{aligned} & (17600 \cdot 0,318 \cdot 0,26 + 17600 \cdot (1 - 0,318) \cdot 0,12) \cdot (84 - T_{\text{ref}}) = \\ & (305,6 \cdot 0,05 \cdot 28 \cdot 0,26 + 305,6 \cdot 0,95 \cdot 40 \cdot 0,12) \cdot (87 - T_{\text{ref}}) + \\ & (194,4 \cdot 0,95 \cdot 28 \cdot 0,26 + 194,4 \cdot 0,05 \cdot 40 \cdot 0,12) \cdot (T - T_{\text{ref}}) \end{aligned}$$

Tomando la temperatura de referencia que se quiera el resultado obtenido es:  $T=80.7\text{K}$