

Ejercicio de Parcial 2C 2022

Resolución

1° Cuatrimestre - 2023

Enunciado

Se desea reducir el contenido de amoníaco de dos soluciones de amoníaco en agua cuyas concentraciones son 7% y 3% molar hasta un valor 0,005 molar. Los caudales de agua libre de amoníaco son de 300 mol/h y 600 mol/h respectivamente. Las soluciones se pondrán en contacto con una corriente de aire puro en un equipo de contacto por etapas que opera en contracorriente. La temperatura de operación será de 20°C. En esas condiciones la curva de equilibrio tiene pendiente constante e igual a 0,9 (en relaciones molares).

Se considera que las corrientes se alimentan en los puntos óptimos del equipo y se sabe que el equipo tiene una eficiencia global de 0,6.

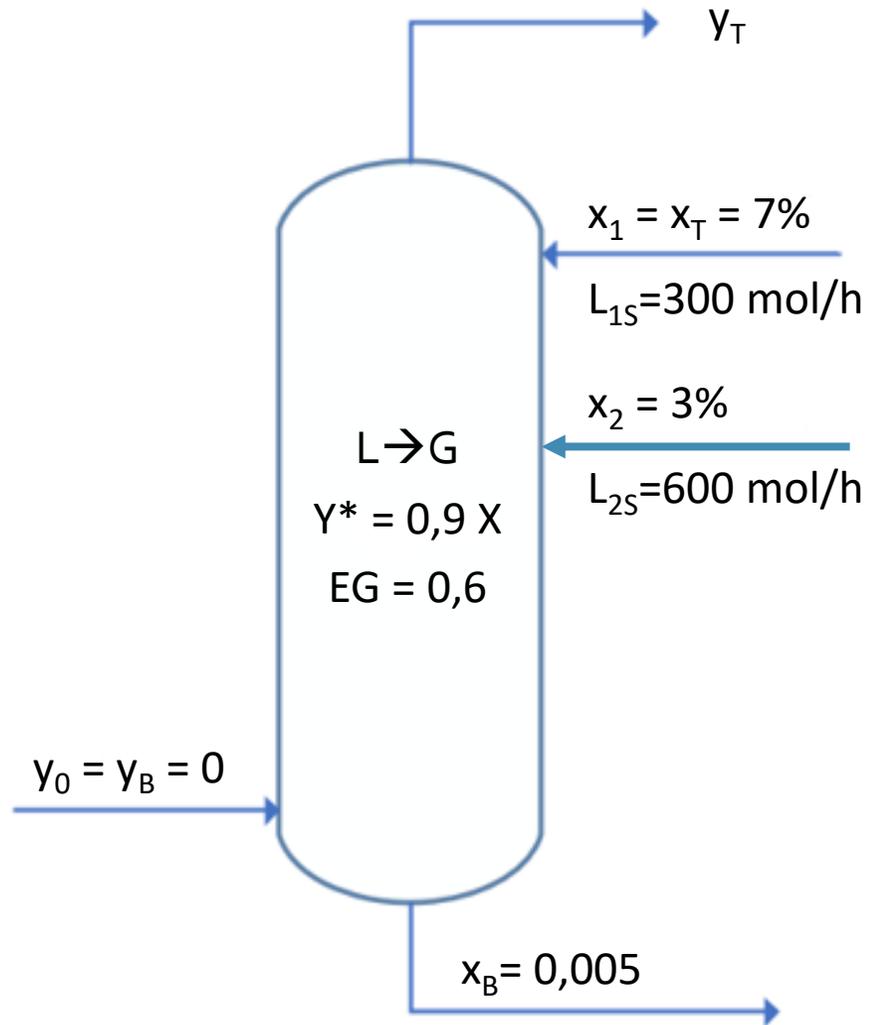
Calcular:

- El caudal mínimo de aire que se requiere para llevar a cabo la separación deseada.
- El número de etapas necesarias para llevar a cabo la separación si se emplea un caudal de solvente igual a 1,35 veces el solvente mínimo.
- El plato donde se alimenta la corriente lateral, los caudales y composiciones de las corrientes de salida. La concentración final de SO₂ en el gas.

Si por una ola de calor, el aire de entrada alcanzara una temperatura de 30°C

- ¿cómo espera que se modifiquen los valores calculados en los ítems a, b y c? (se espera una respuesta cualitativa).
- ¿Qué cambios operativos realizaría -dado que la columna está construida y en funcionamiento-, para optimizar la operación?

Esquema Básico

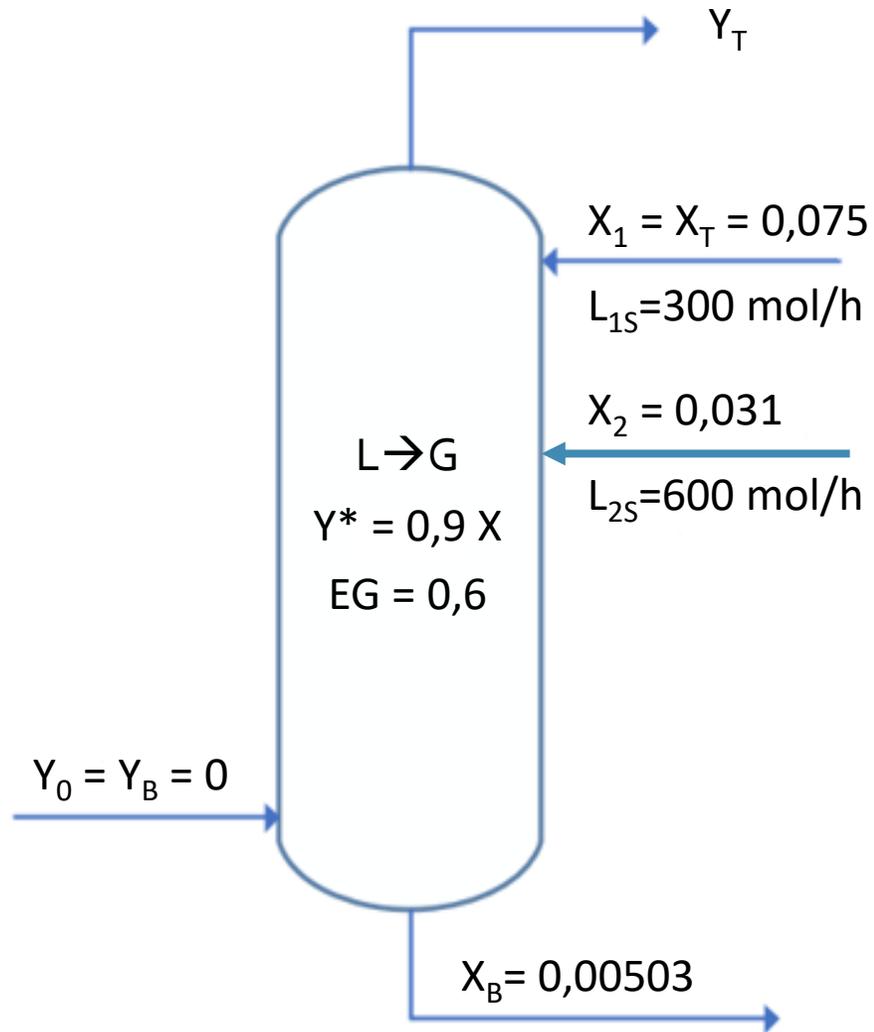


Datos

- $x_{tope}^{L_1} = 7\%$
- $L_{1S} = 300 \frac{\text{mol}}{\text{h}}$
- $x^{L_2} = 3\%$
- $L_{2S} = 600 \frac{\text{mol}}{\text{h}}$
- $x_{base} = 0,5\%$
- $y_0 = y_B = 0$ (aire puro)
- $Y^* = 0,9 \cdot X$ (en relaciones)
- *Eficiencia Global = 0,6*

¿Puedo considerar soluciones diluidas?

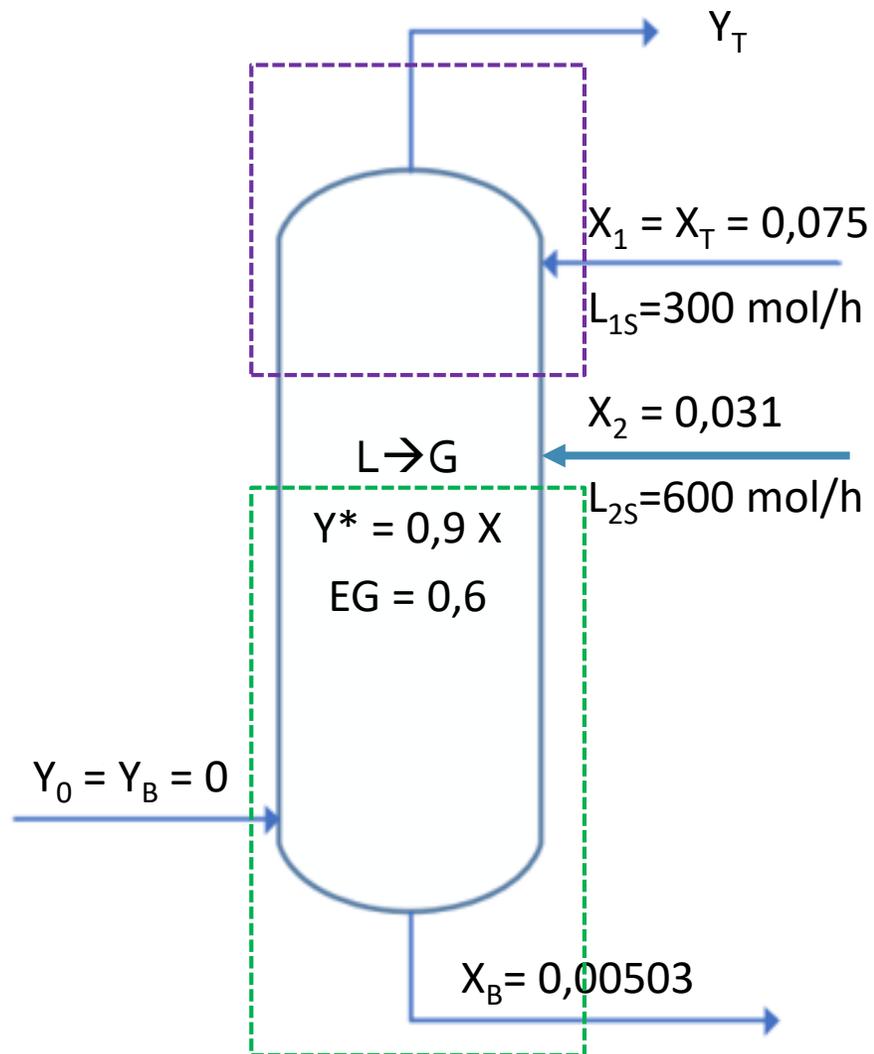
Esquema Básico



Datos

- $x_{tope}^{L_1} = 7\% \rightarrow X_{tope}^{L_1} = 0,075$
- $L_{1S} = 300 \frac{\text{mol}}{\text{h}}$
- $x^{L_2} = 3\% \rightarrow X^{L_2} = 0,031$
- $L_{2S} = 600 \frac{\text{mol}}{\text{h}}$
- $x_{base} = 0,5\% \rightarrow X_B = 0,005$
- $L_{BS} = L_{1S} + L_{2S} = 900 \frac{\text{mol}}{\text{h}}$
- $y_0 = y_B = 0 = Y_B$
- $Y^* = 0,9 \cdot X$
- *Eficiencia Global* = 0,6

Resolución – Ítem a) G_{min}



VCTOPE:

Desde el tope hasta el ingreso de la alimentación lateral

$$L_{1S} \cdot X_1 + G_S \cdot Y' = L_{1S} \cdot X' + G_S \cdot Y_T$$

$$\frac{L_{1S}}{G_S} = \frac{Y_T - Y'}{X_1 - X'} \rightarrow X' = X_2$$

VC BASE:

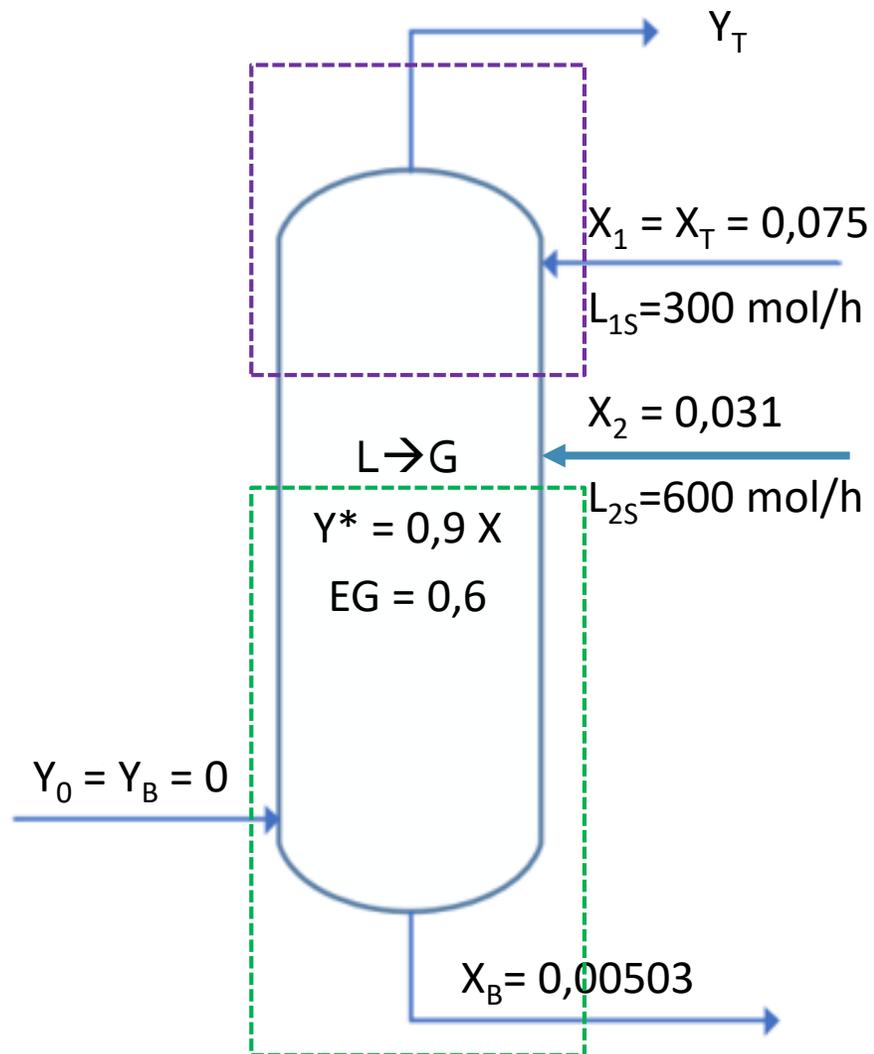
Desde la base hasta el ingreso de la alimentación lateral

$$(L_1 + L_2)_S \cdot X' + G_S \cdot Y_B = (L_1 + L_2)_S \cdot X_B + G_S \cdot Y'$$

$$\frac{(L_1 + L_2)_S}{G_S} = \frac{Y' - Y_B}{X' - X_B} \rightarrow X' = X_2$$

¿qué nos falta?

Resolución – Ítem a) G_{min}



El punto crítico para el caudal mínimo de aire se da en donde ingresa la corriente de alimentación lateral:

$$Y^*(X_2) = Y' = 0,9 \cdot X_2 = 0,0278$$

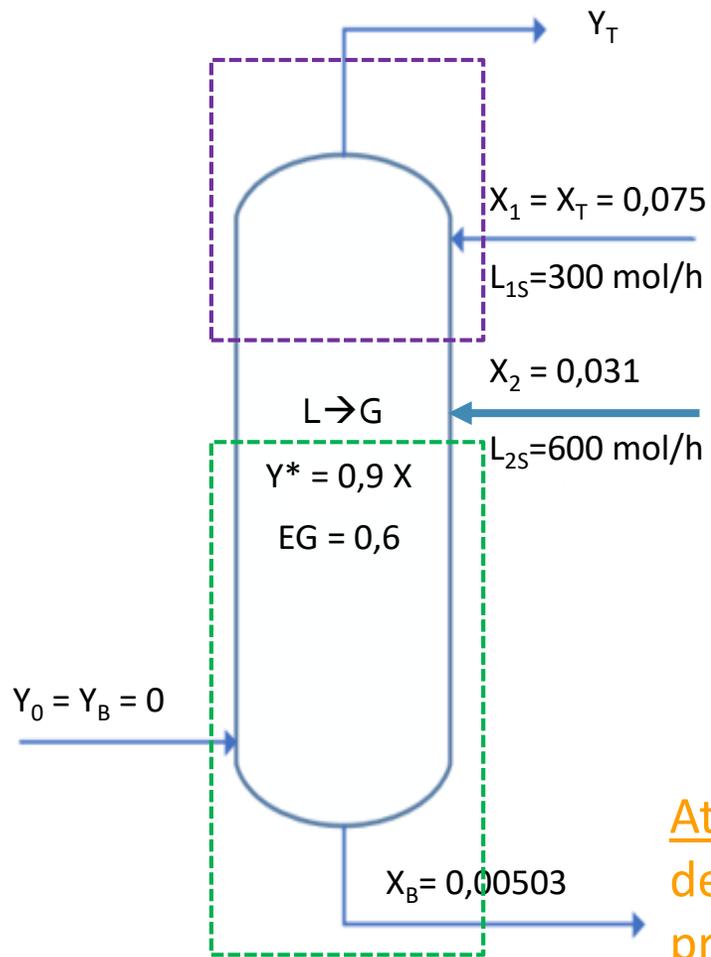
Volviendo al BM de la parte inferior:

$$\frac{(L_1 + L_2)_S}{G_{Smin}} = \frac{Y' - Y_B}{X_2 - X_B}$$

$$\frac{900 \text{ mol/h}}{G_{Smin}} = \frac{0,0278 - 0}{0,0309 - 0,005}$$

$$G_{Smin} = 838,3 \text{ mol/h}$$

Resolución – Ítem b) y c) $G_{op} = 1,35 \cdot G_{min}$



- b) El número de etapas necesarias para llevar a cabo la separación si se emplea un caudal de solvente igual a 1,35 veces el solvente mínimo.
- c) El plato donde se alimenta la corriente lateral, los caudales y composiciones de las corrientes de salida. La concentración final de SO_2 en el gas.

Con el caudal de aire operativo, volvemos a las ecuaciones de cada una de las rectas de operación y graficamos:

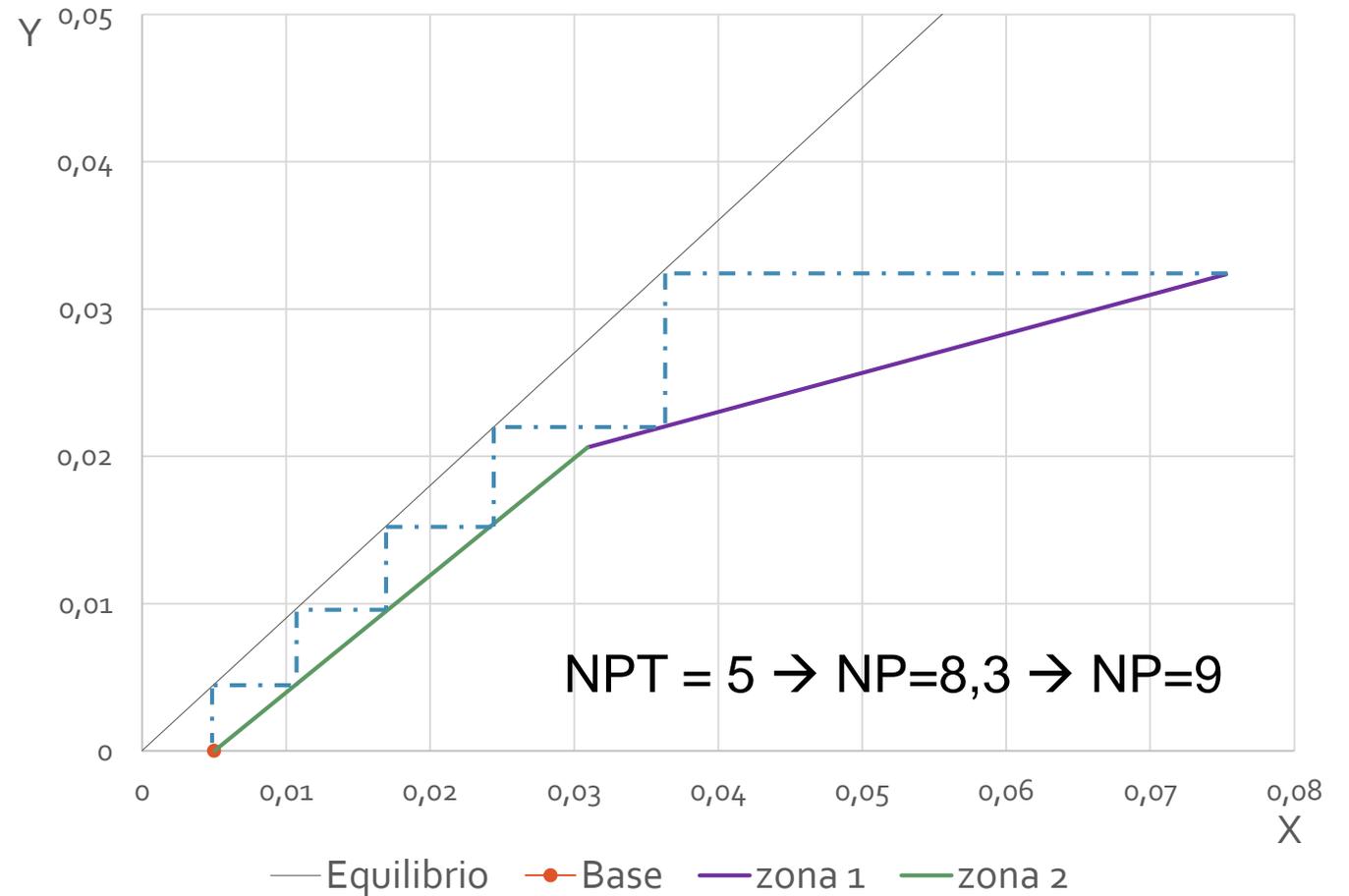
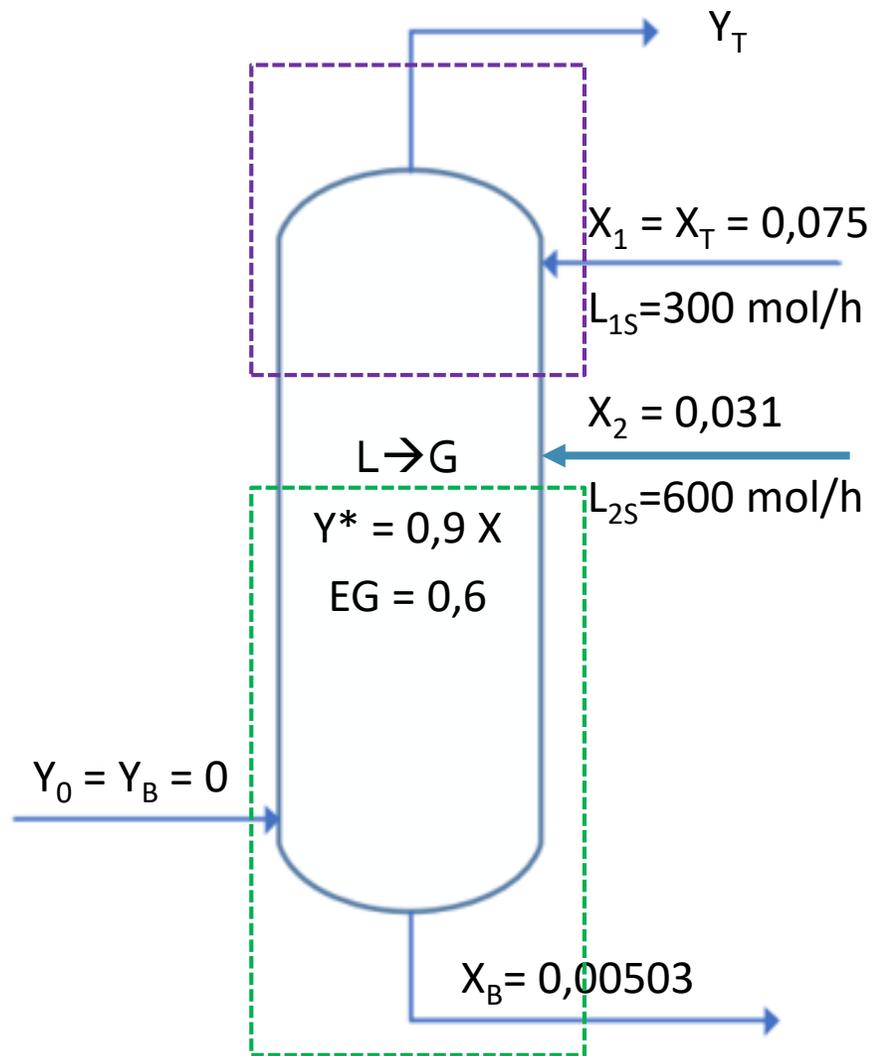
$$G_{SOP} = 1,35 \cdot G_{Smin} = 1131,8 \text{ mol/h}$$

$$\frac{(L_1 + L_2)_S}{G_{SOP}} = \frac{Y' - Y_B}{X_2 - X_B}$$

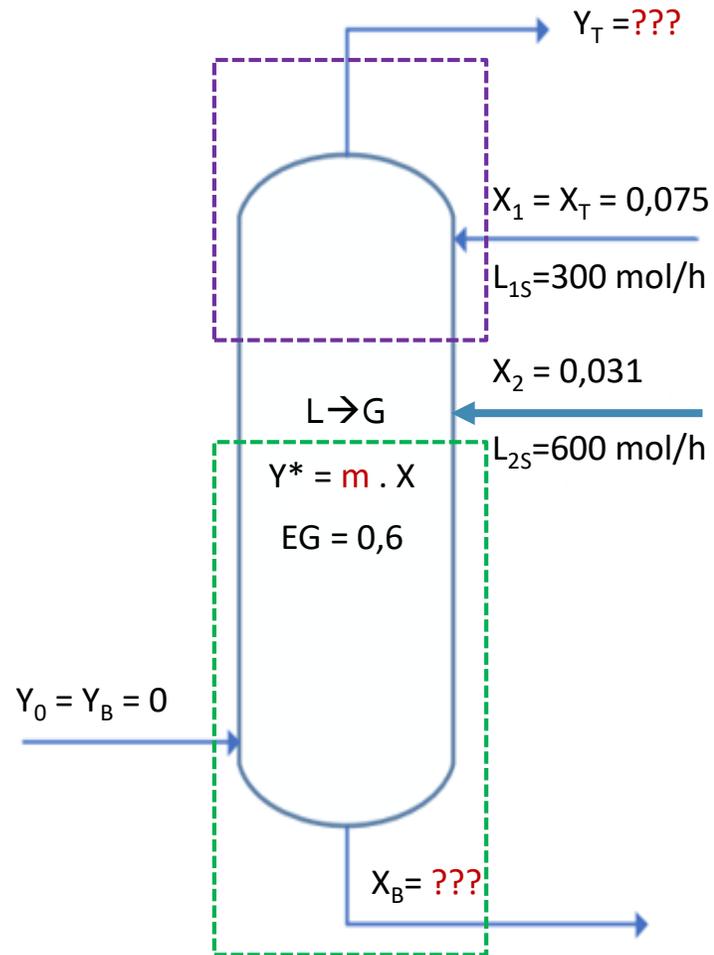
$$\frac{L_{1s}}{G_{SOP}} = \frac{Y_T - Y'}{X_1 - X'}$$

Atención: cuando se piden caudales y concentraciones de las corrientes, se deben informar **caudales TOTALES** (y no libres de soluto) y concentraciones preferiblemente en **fracciones molares** (y no relaciones)

Resolución – Ítem b) y c) $G_{op} = 1,35 \cdot G_{min}$



Resolución – Ítem d) Aumento de $T - BM$



Si por una ola de calor, el aire de entrada alcanzara una temperatura de 30°C

d) ¿cómo espera que se modifiquen los valores calculados en los ítems a, b y c? (se espera una respuesta cualitativa).

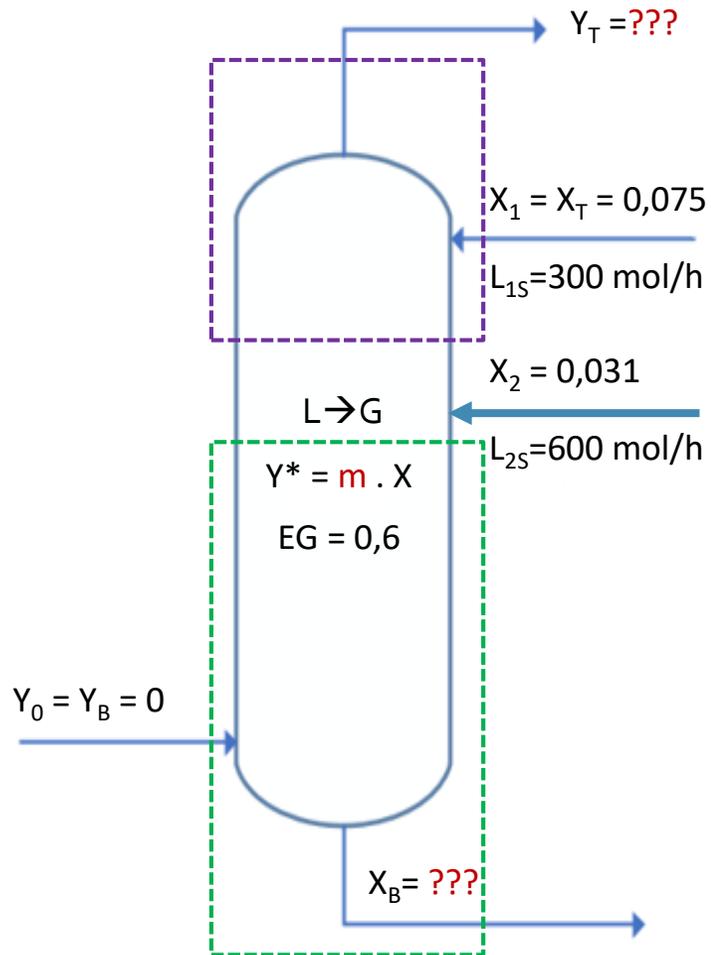
¿Qué pasa ante un aumento de Temperatura en una operación como esta?

- ¿Mejora o empeora la transferencia?
- ¿Qué cosas se mantendrán constantes en nuestro análisis?
- ¿Qué variables de salida se verán modificadas y cómo haría para calcularlas?
- Verificaciones adicionales que fueran necesarias

Es deseable que agreguen esquemas cualitativos mostrando:

- Hacia dónde se movería el equilibrio
- Impactos en Rectas de Operación
- Impactos en composición de salida
- Ciclo iterativo para resolver la nueva situación

Resolución – Ítem e) Aumento de T - Hidráulica



Si por una ola de calor, el aire de entrada alcanzara una temperatura de 30°C

e) ¿Qué cambios operativos realizaría -dado que la columna está construida y en funcionamiento-, para optimizar la operación?

¿Qué pasa desde el punto de vista hidráulico ante un aumento de T operativa?

- ¿Qué cosas se mantendrán constantes en nuestro análisis?
- ¿Qué variables me impacta el cambio de T ?
- ¿Qué variables operativas puedo modificar?
- Verificaciones adicionales que fueran necesarias

Recordar:

- Todas las modificaciones a las que se haga referencia deben indicar dirección y sentido (más o menos)

Es deseable analizar adicionalmente:

- Impactos en BM mencionados en ítem anterior

¿PREGUNTAS?