

GUÍA 4 - Absorción/Desorción

Problema 3

1° Cuatrimestre - 2025

Enunciado

Se va a absorber amoníaco de una mezcla con aire por medio de agua en una columna de absorción contracorriente. La absorción se lleva a cabo a 1 atm y 68°F (20°C). La mezcla gaseosa de entrada contiene **30%** mol de amoníaco y el agua que entra al absorbedor se puede considerar libre de amoníaco. La velocidad de circulación de agua será de 2 moles por mol de gas inerte en la corriente gaseosa.

- a) Determine la concentración de amoníaco en el agua y en el aire que salen del absorbedor si la columna tiene 2 etapas teóricas.
- b)Cuál es la concentración de salida del líquido si la columna tiene 3 etapas de eficiencia de Murphree 0,5 (lado del líquido).
- c) ¿Cómo se verá modificado el sistema si la columna 1 tiene 4 etapas teóricas?
- d) Calcular L_{min} para el caso a).

Datos:

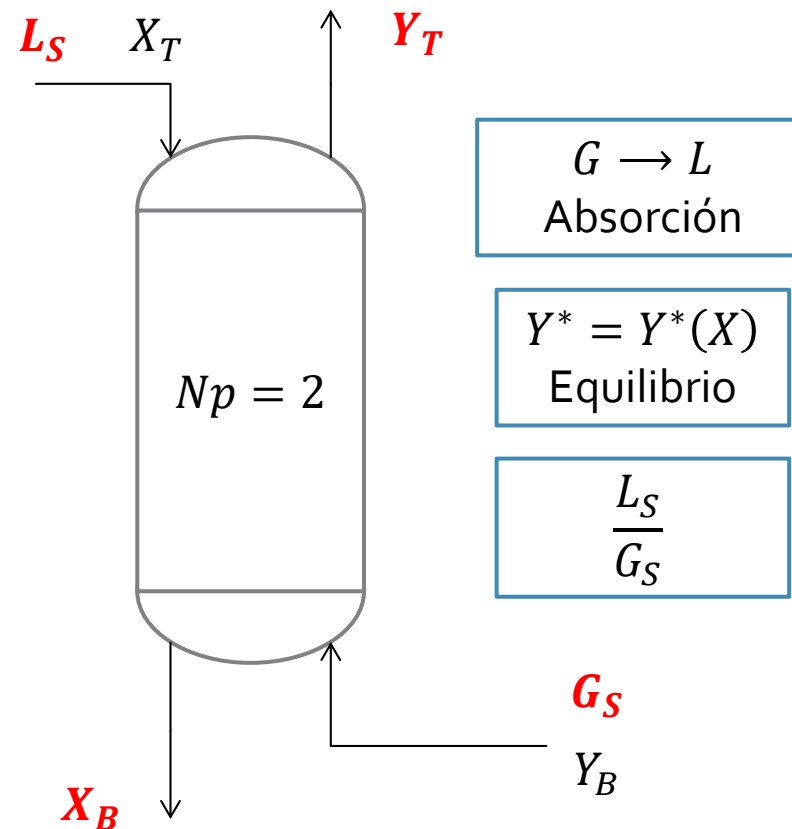
- Equilibrio: $y_A = 2 \cdot x_A$

¿Fracciones o relaciones?

Ítem a) - Esquema

$$X_T = 0$$

$$Y_B = 0,43$$



Ítem a)

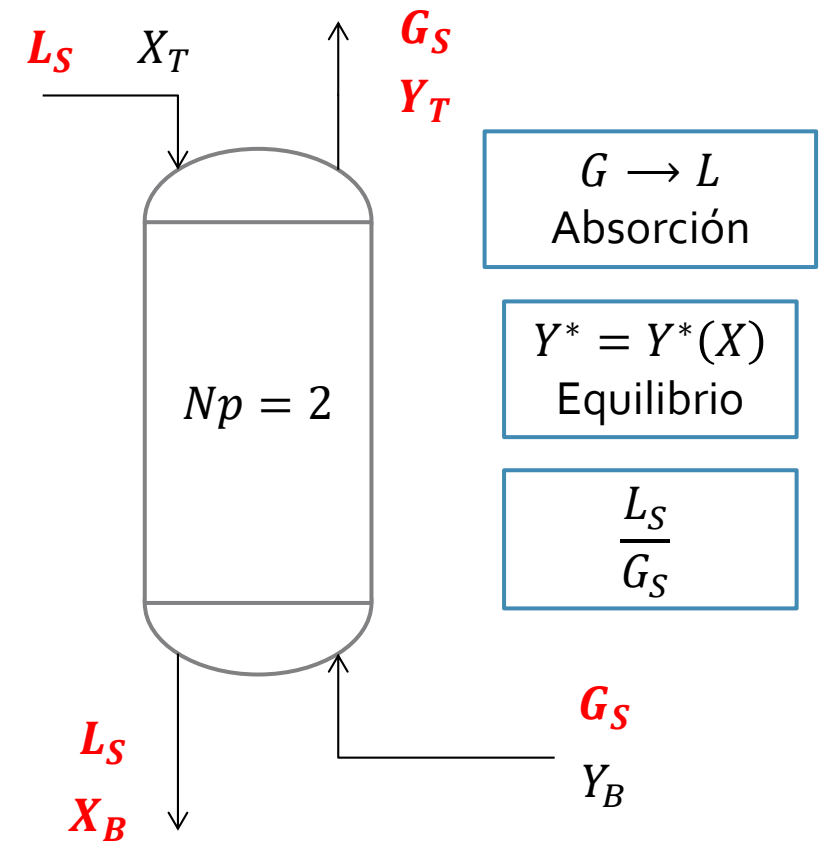
- Se plantea un balance de masa global

$$L_S \cdot X_T + G_S \cdot Y_B = L_S \cdot X_B + G_S \cdot Y_T$$

$$L_S \cdot (X_T - X_B) = G_S \cdot (Y_T - Y_B)$$

$$\frac{Y_T - Y_B}{X_T - X_B} = \frac{L_S}{G_S}$$

$$Np = 2$$



Ítem a)

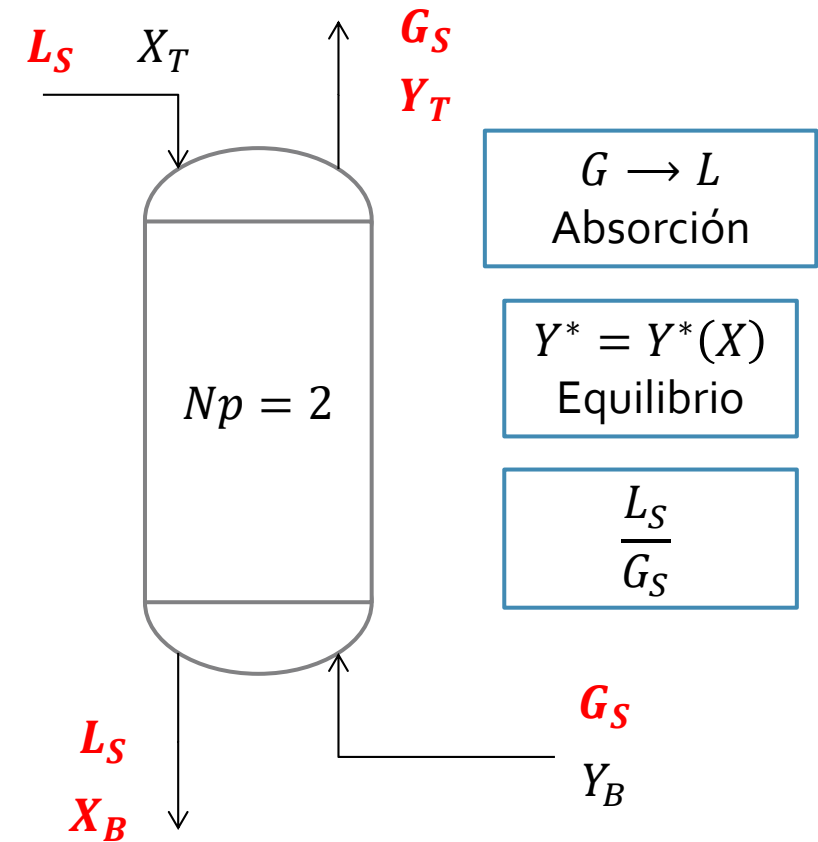
Resolución gráfica

$$y = m \cdot x$$

$$\frac{Y}{Y+1} = m \cdot \frac{X}{X+1}$$

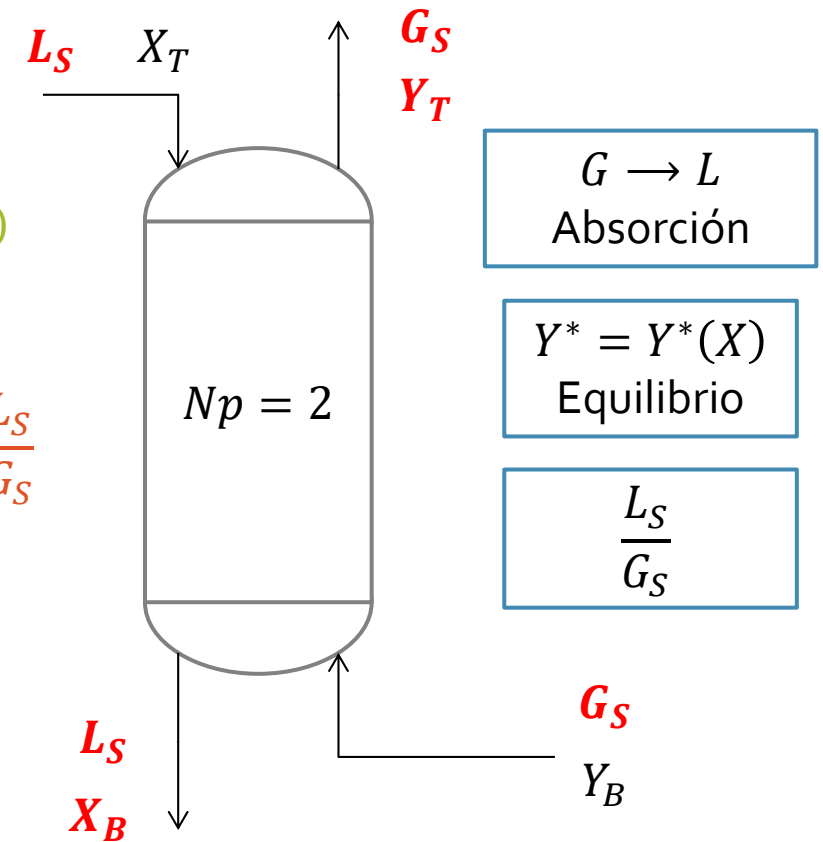
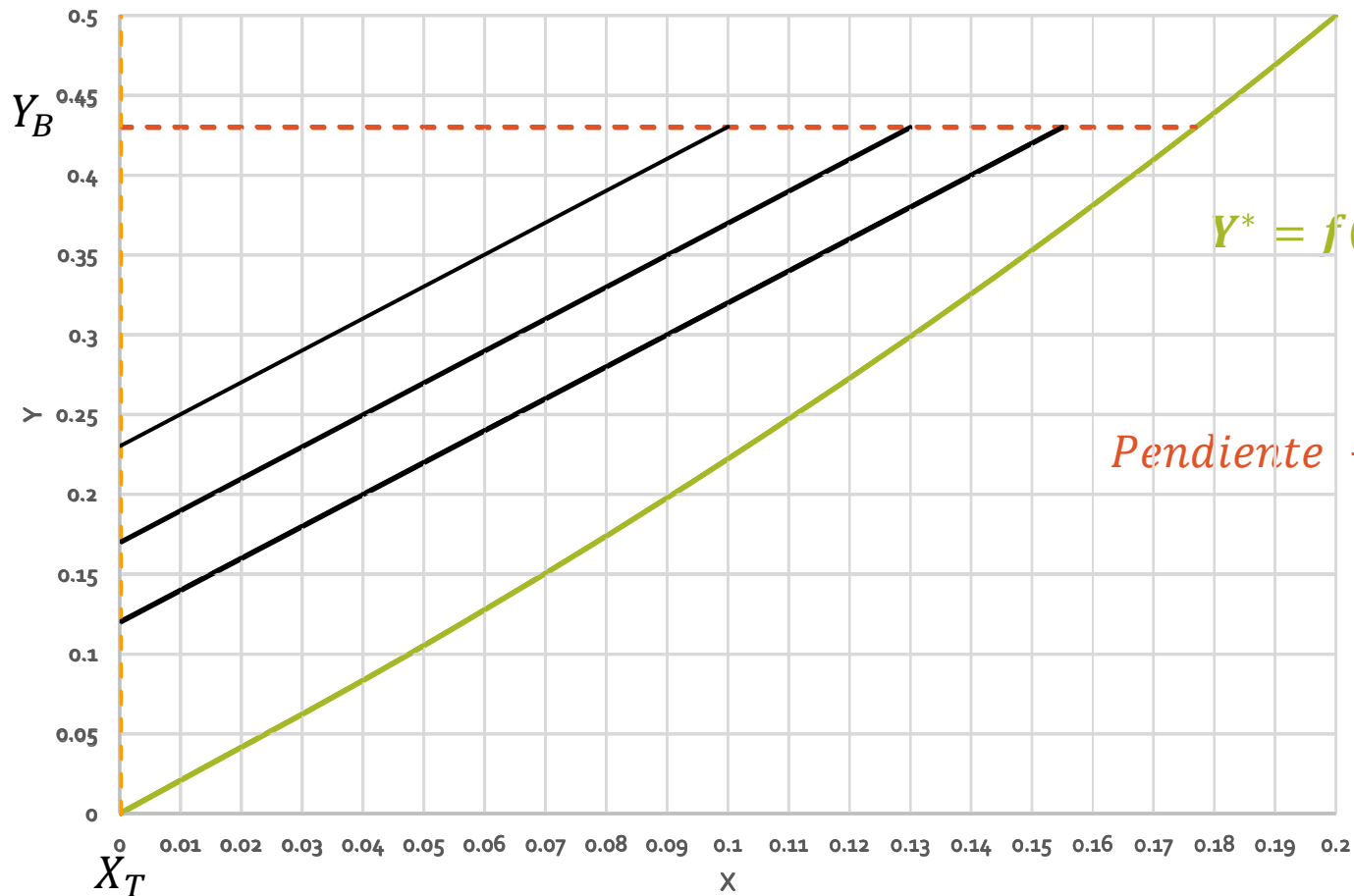


$$Y = \frac{m \cdot X}{1 + X \cdot (1 - m)}$$



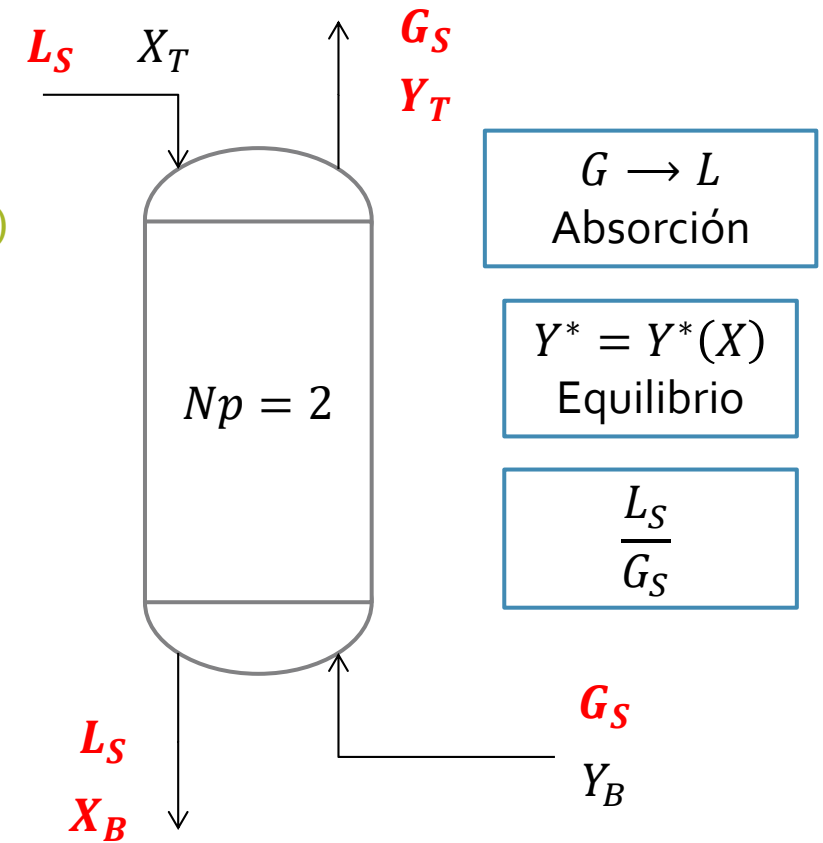
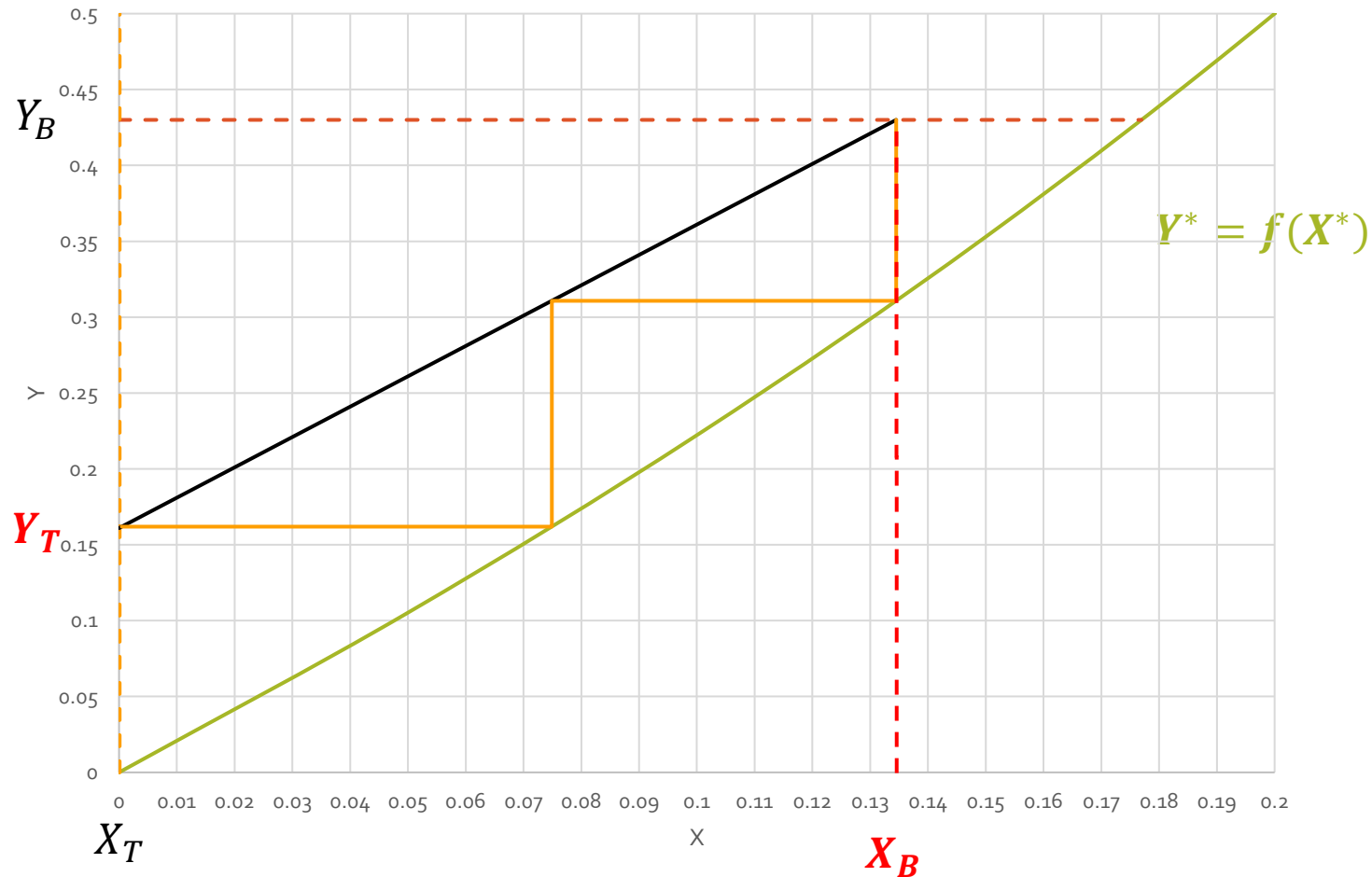
Ítem a)

Resolución gráfica



Ítem a)

Resolución gráfica



Repaso eficiencias

Tipos de eficiencia

- Eficiencia global

$$Eficiencia\ global = \frac{Número\ de\ etapas\ ideales}{Número\ de\ etapas\ reales}$$

- Eficiencia de Murphree

$$E_G = \frac{y_{j+1} - y_j}{y_{j+1} - y^*}$$

$$E_l = \frac{x_j - x_{j-1}}{x^* - x_{j-1}}$$

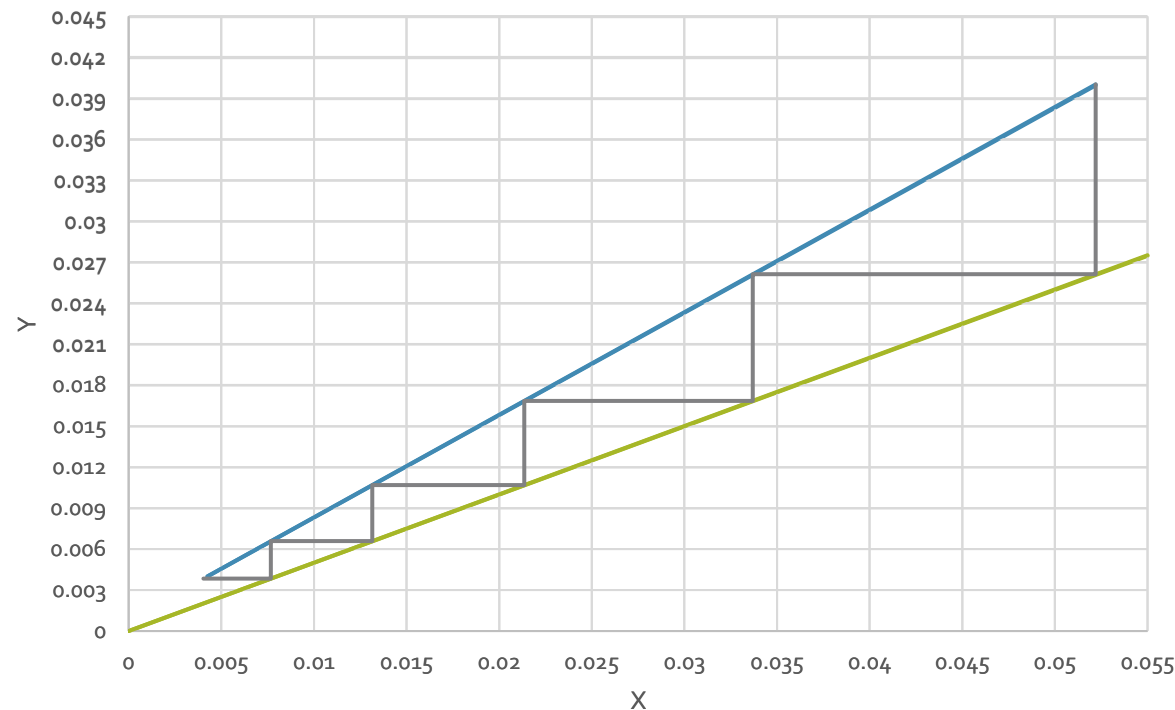
- Eficiencia puntual

Repaso eficiencias

Eficiencia global

- Me permite contar etapas ideales
- Calculo las etapas ideales que necesita mi operación y después las corrijo
- Muy sencilla de aplicar

$$Eficiencia\ global = \frac{Número\ de\ etapas\ ideales}{Número\ de\ etapas\ reales}$$



$$Np_{ideales} = 5$$

$$E = 0,5$$



$$Np_{reales} = 10$$

Repaso eficiencias

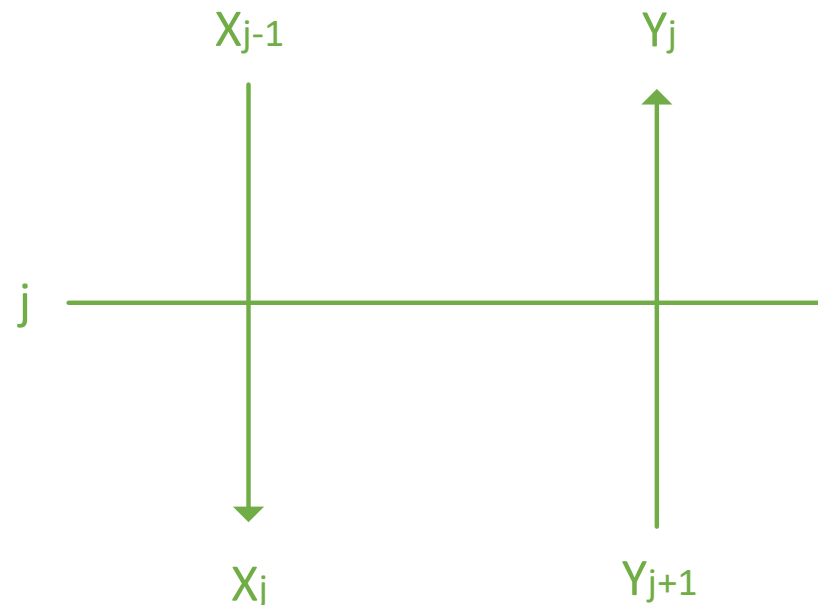
Eficiencia de Murphree

- Definición clara viendo distancias a composiciones del equilibrio
- Se puede aplicar directamente mientras se cuentan etapas
- Más complicado para sistemas concentrados

Eficiencia de Murphree

$$E_G = \frac{y_{j+1} - y_j}{y_{j+1} - y^*}$$

$$E_L = \frac{x_j - x_{j-1}}{x^* - x_{j-1}}$$



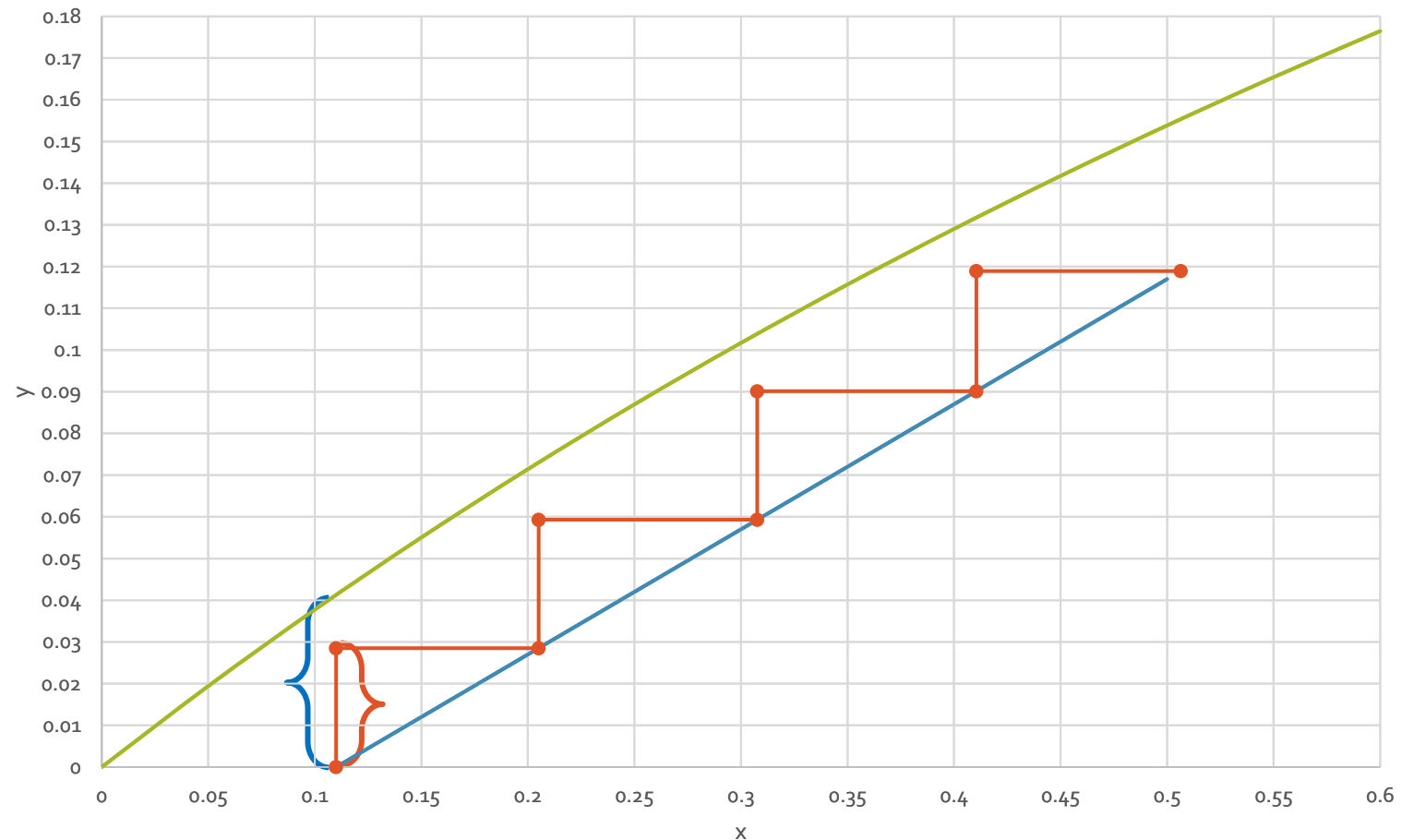
Repaso eficiencias

Eficiencia de Murphree - ejemplo

$$E_G = \frac{y_{j+1} - y_j}{y_{j+1} - y^*} = 0,7$$

- Soluciones diluidas

$$\frac{y_j - y_{j+1}}{y^* - y_{j+1}} = 0,7$$



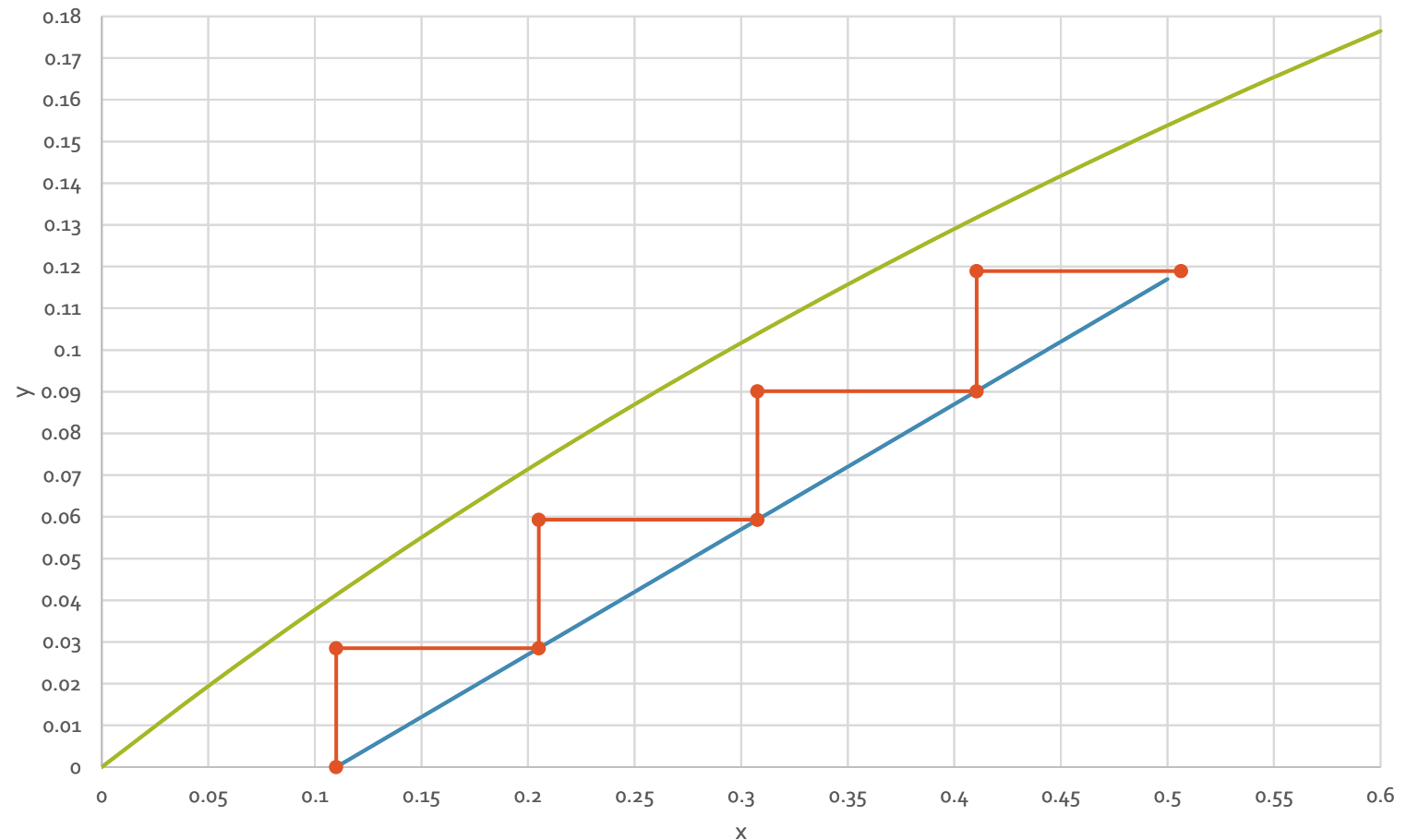
Repaso eficiencias

OPE-Tip



Conviene comenzar a contar etapas de manera tal que la primera diferencia de concentraciones que vea sea la de la fase con la eficiencia en cuestión

De otra manera, necesitaré realizar una pequeña iteración cada vez que cuento una etapa



Repaso eficiencias

Eficiencia de Murphree

¿Puedo tener eficiencia de los dos lados al mismo tiempo?

¡*Si!*!

¿Cuál uso entonces?

$$E_l = \frac{x_j - x_{j-1}}{x^* - x_{j-1}} = 0,9$$

$$E_G = \frac{y_{j+1} - y_j}{y_{j+1} - y^*} = 0,1$$

Me quedo con la más conservadora

Disclaimer: Se recuerda al alumnado que el hecho de tener UNA eficiencia de Murphree, ya sea del lado del gas o del líquido, permite realizar el procedimiento de contar etapas.

NO PUEDO APLICAR AMBAS EFICIENCIAS AL MISMO TIEMPO

Aplico ambas eficiencias POR SEPARADO, veo cuál pide más etapas y esa eficiencia va a ser la que '*limite*' mi equipo

Repaso eficiencias

Eficiencia de Murphree

¿Qué pasa si tengo relaciones molares?

$$E_l = \frac{x_j - x_{j-1}}{x^* - x_{j-1}}$$

$$E_l = \frac{\frac{X_j}{X_j + 1} - \frac{X_{j-1}}{X_{j-1} + 1}}{\frac{X^*}{X^* + 1} - \frac{X_{j-1}}{X_{j-1} + 1}}$$



¡Aplico las definiciones!

$$E_G = \frac{y_{j+1} - y_j}{y_{j+1} - y^*}$$

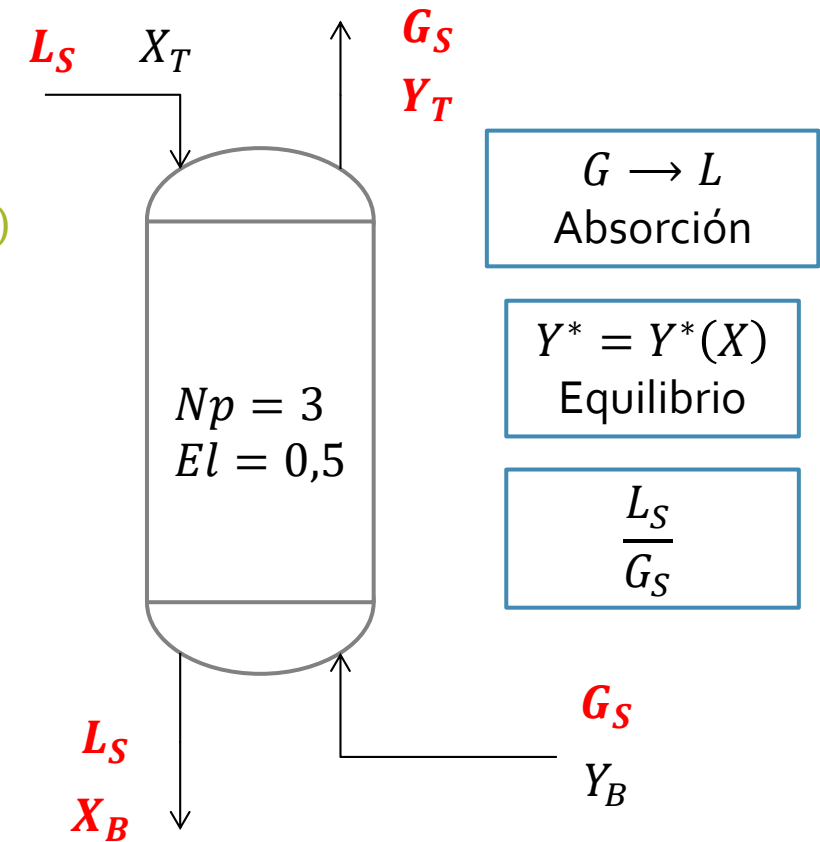
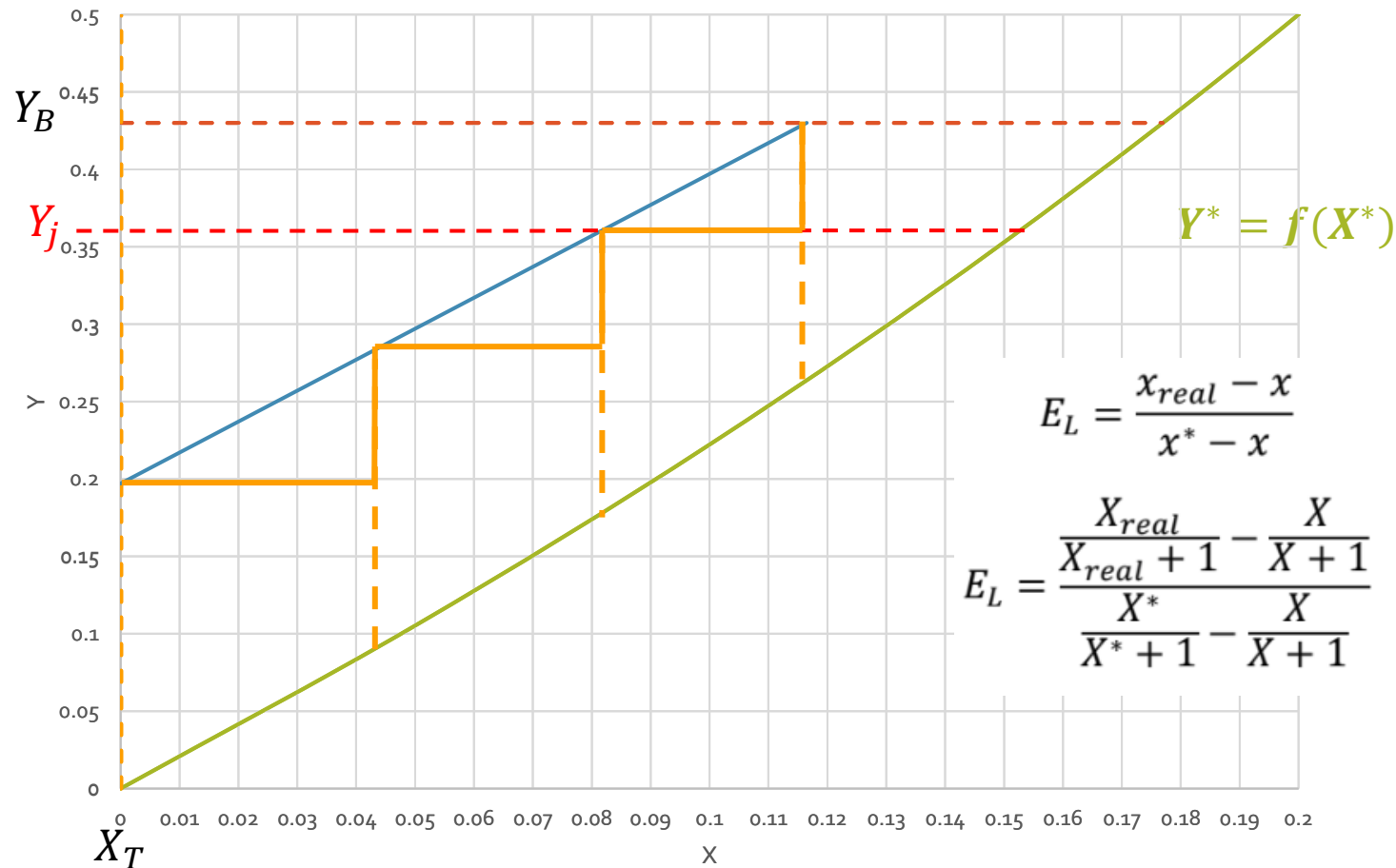
$$E_g = \frac{\frac{Y_{j+1}}{Y_{j+1} + 1} - \frac{Y_j}{Y_j + 1}}{\frac{Y_{j+1}}{Y_{j+1} + 1} - \frac{Y^*}{Y^* + 1}}$$

¿Qué cambió?

- Ni el numerador ni el denominador representan distancias
- Las incógnitas son las mismas

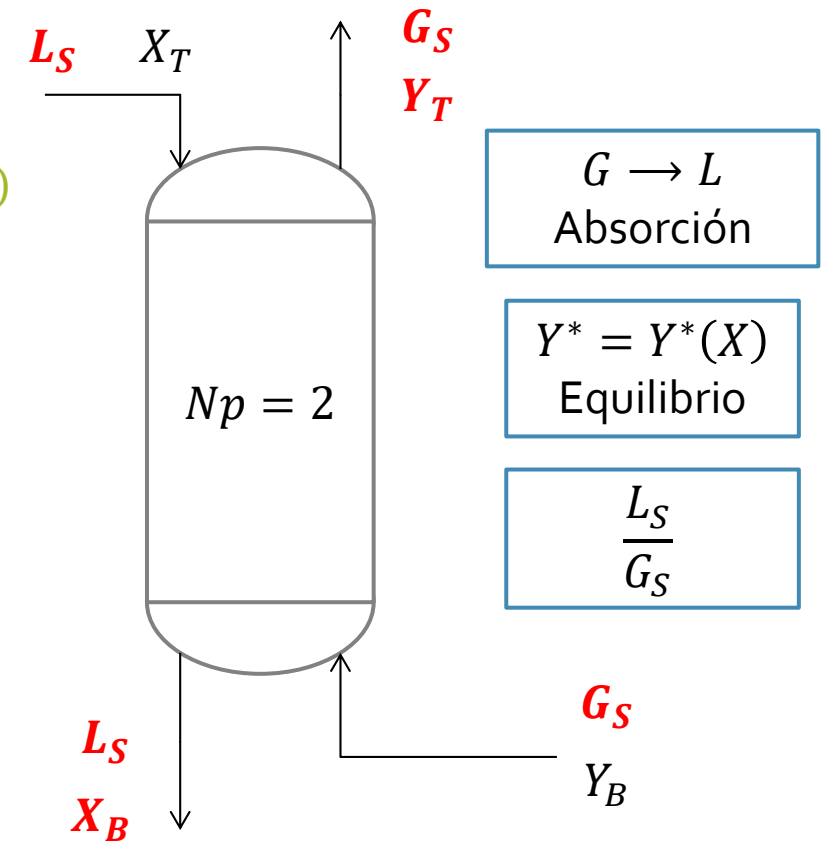
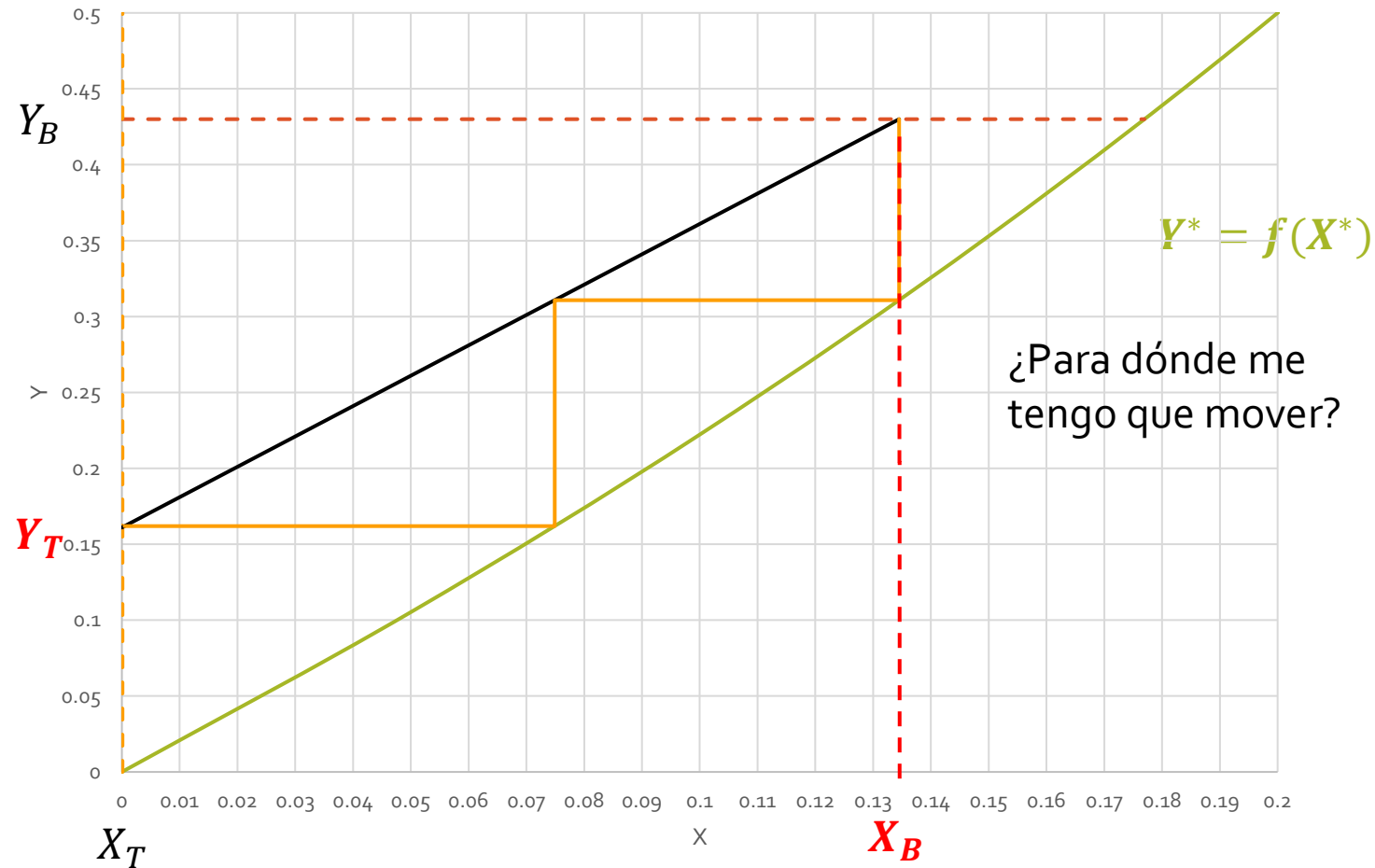
Ítem b)

Resolución gráfica



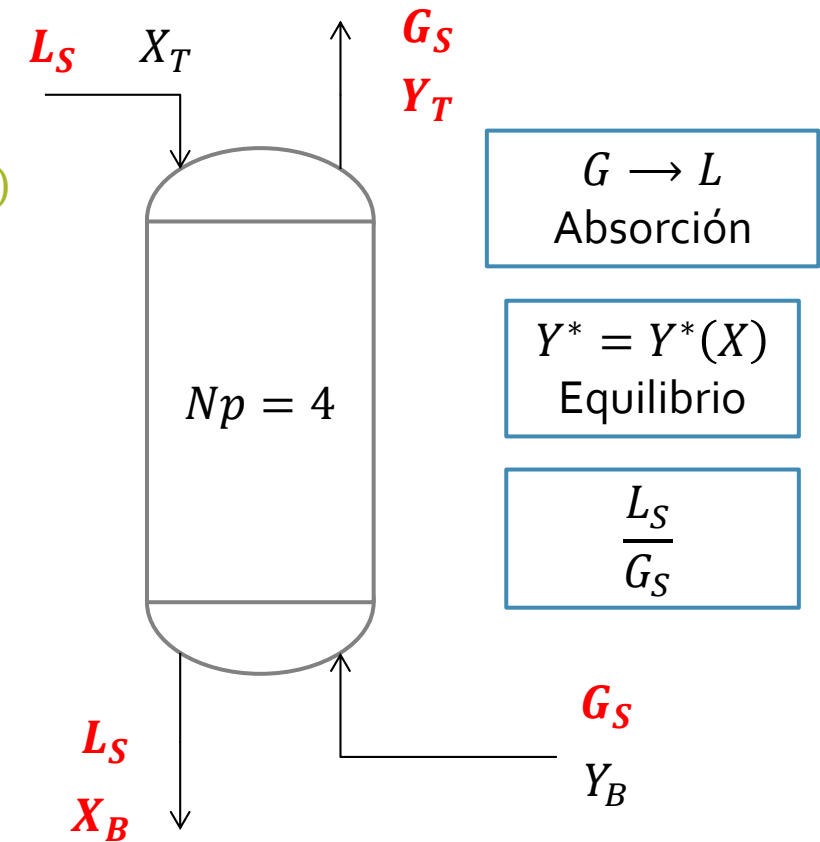
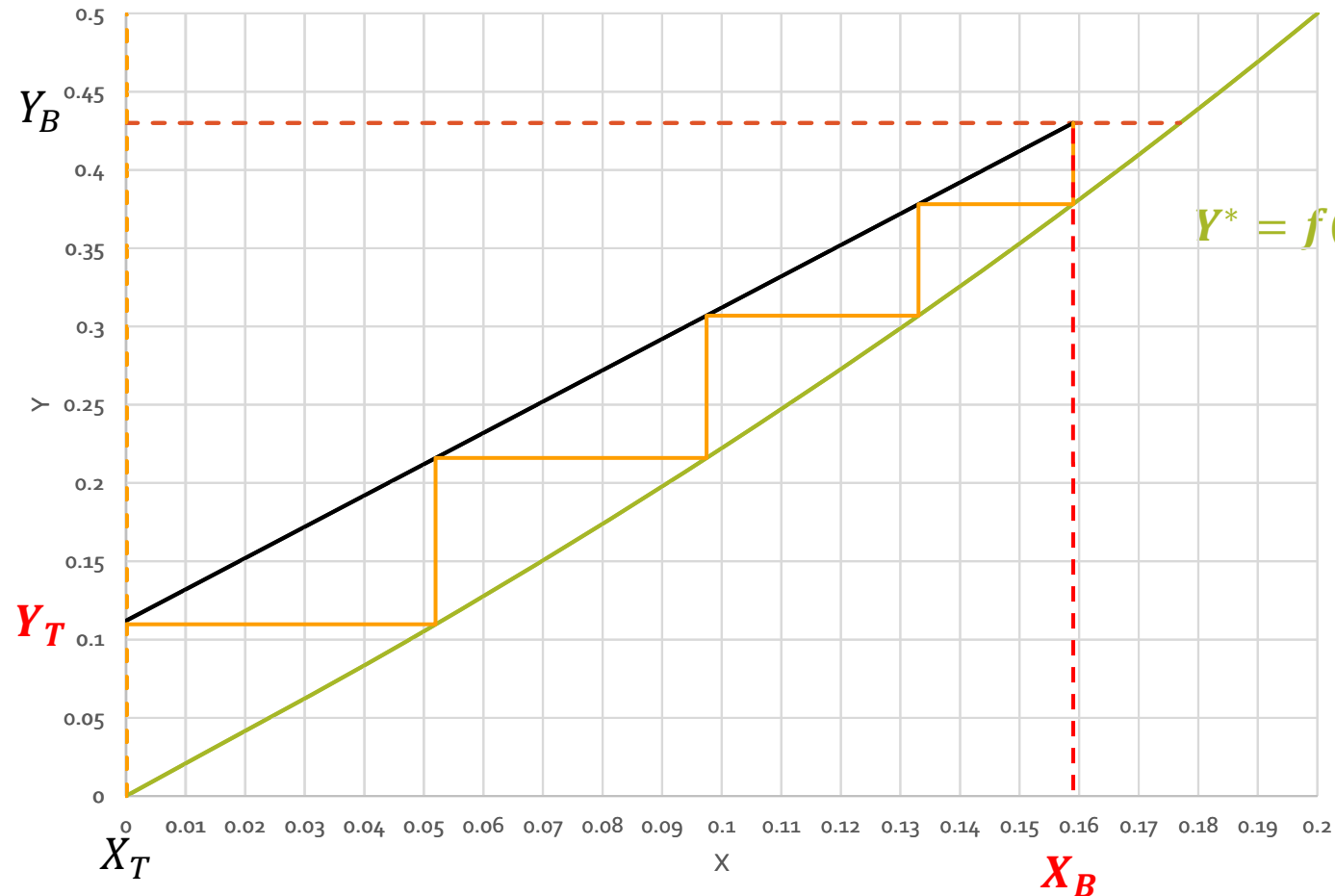
Ítem c)

Datos del ítem a)



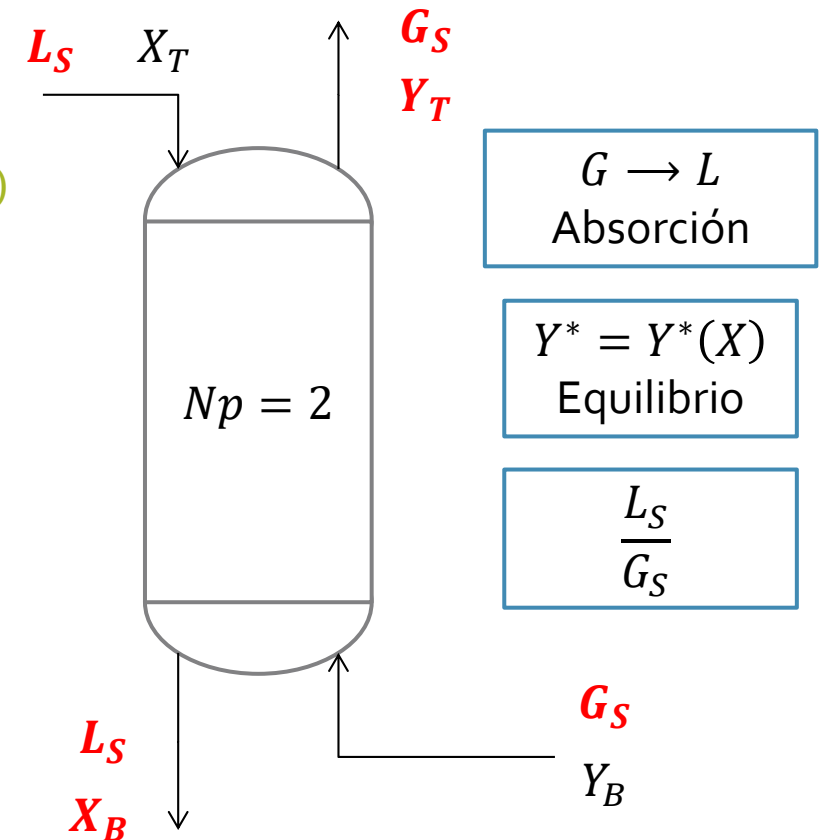
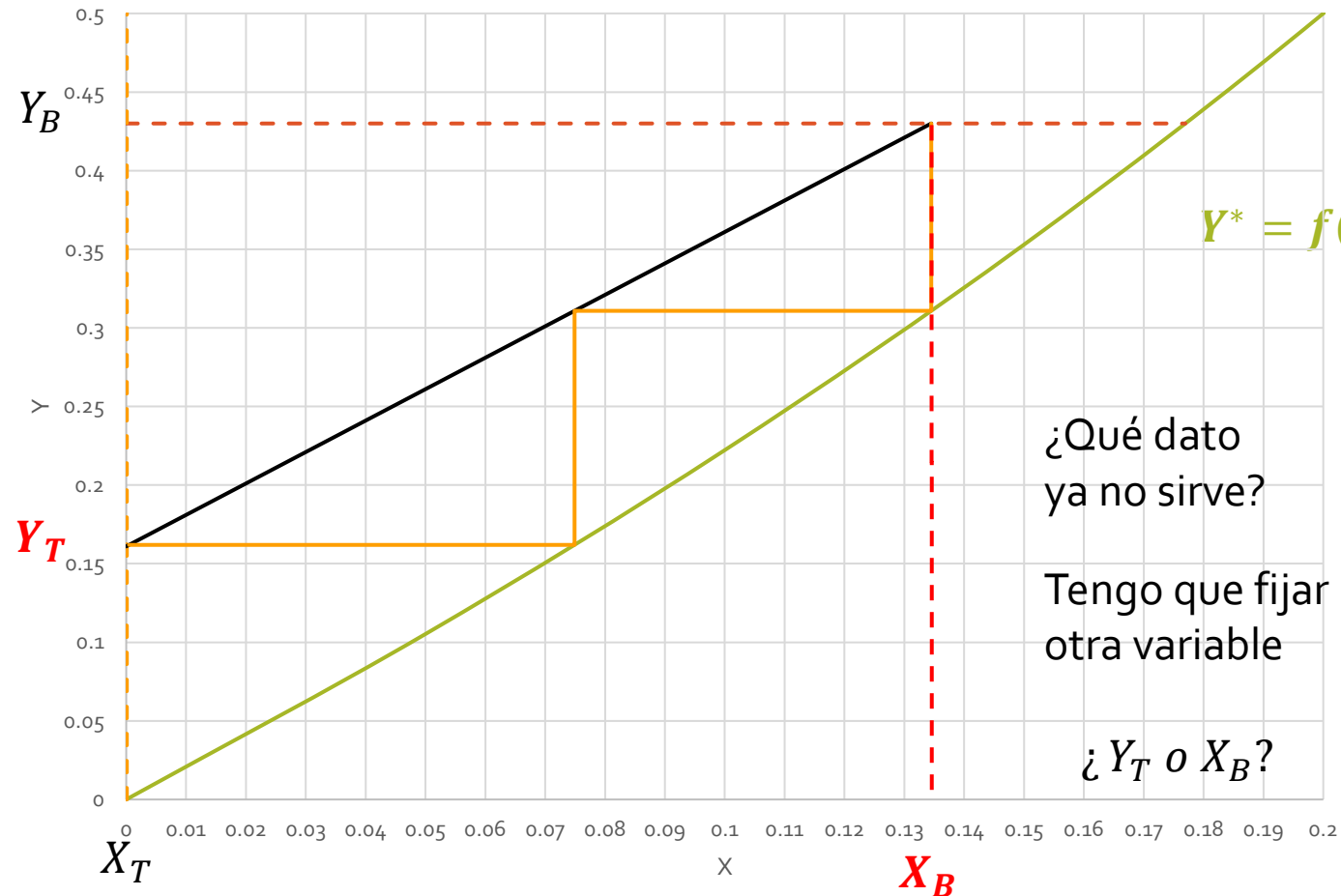
Ítem c)

Datos del ítem a)



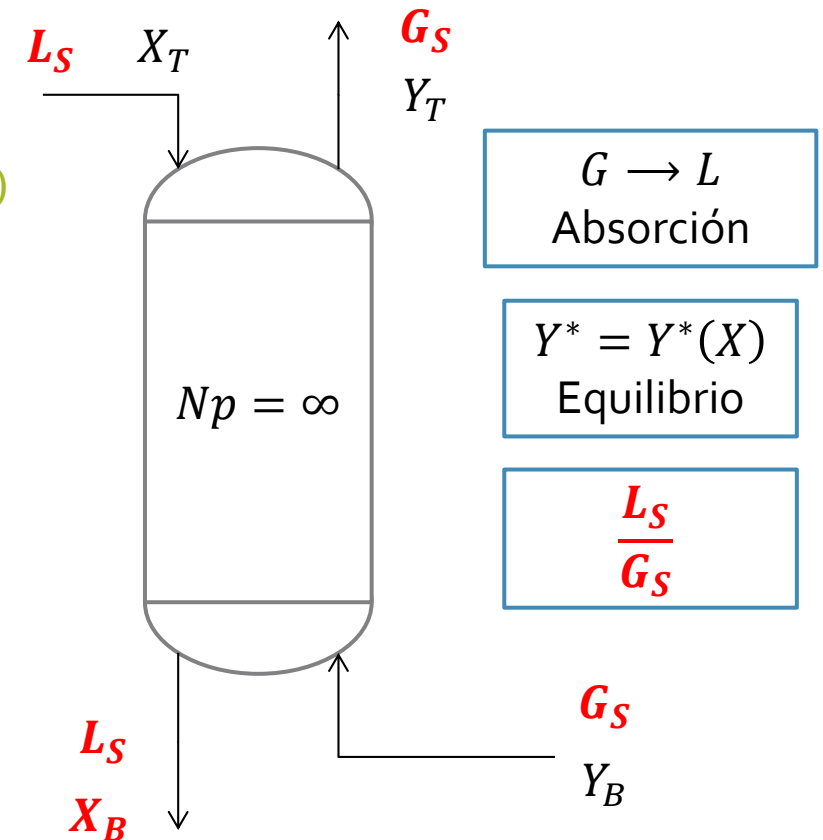
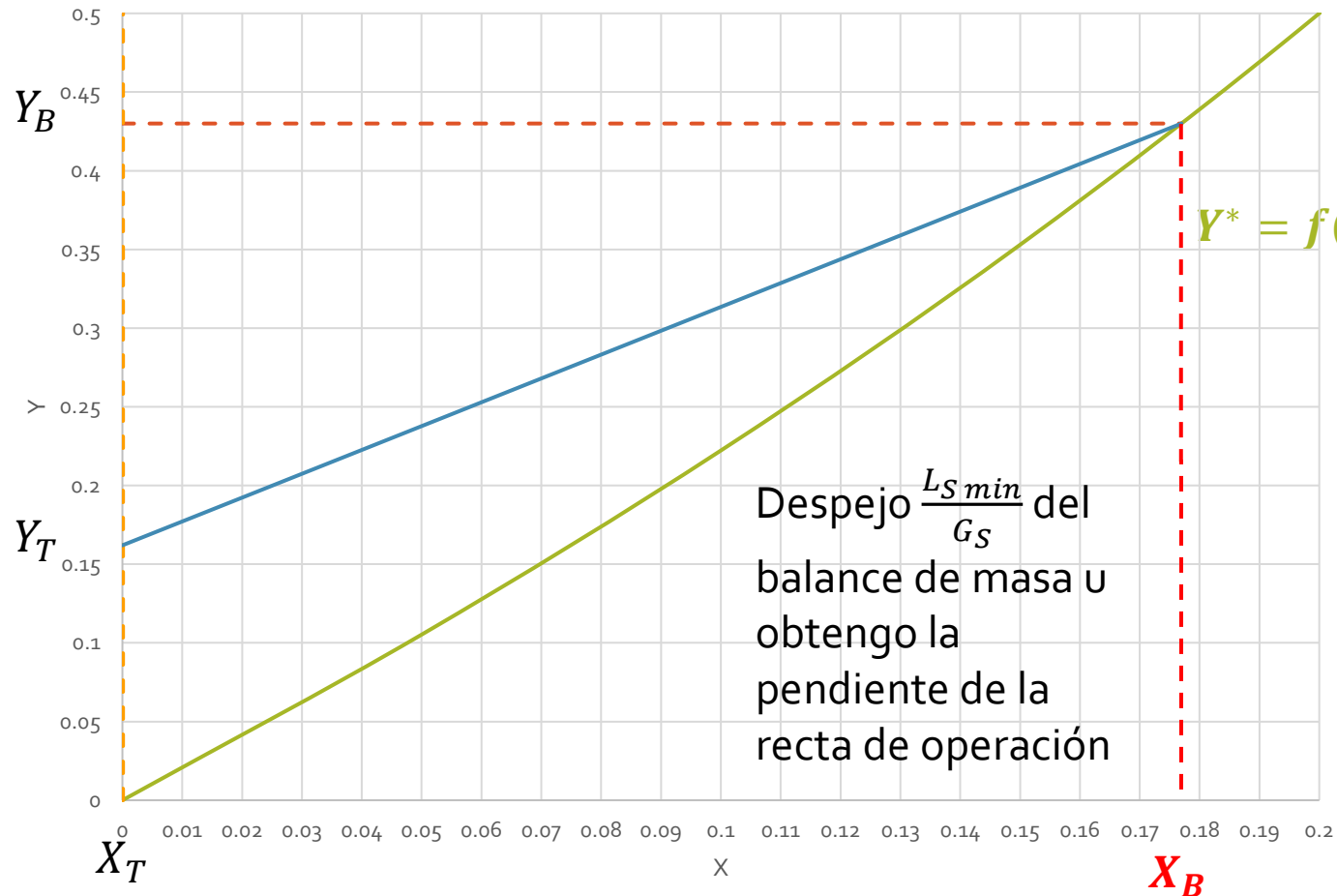
Ítem d)

Datos del ítem a)

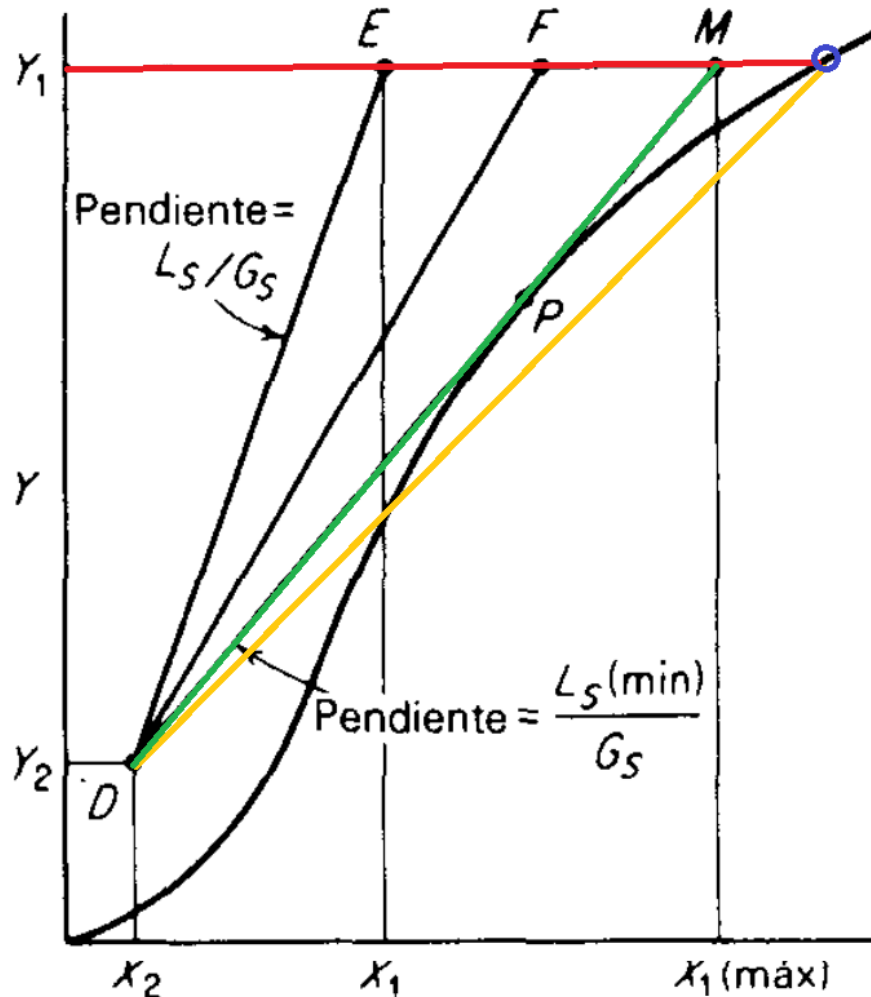


Ítem d)

Datos del ítem a)



EXTRA: OJO CON EL CAUDAL MINIMO



Al buscar el caudal mínimo NO necesariamente la nueva composición del líquido en la base ($x_{1-\text{máx}}$) es aquella que está en equilibrio con la composición de gas en la base (circulo azul).

La curvatura del equilibrio podría hacer que esto NO sea posible: la recta amarilla que cumpliría esto, implica cruzar el equilibrio, lo cual no es posible.

Como solución adecuada se busca la recta de operación que sea tangente al equilibrio; del punto M se lee la nueva composición de líquido en la base (recta verde).

Para profundizar consultar: Treybal – Página 317.



¿PREGUNTAS?