



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

Operações Unitárias III

Profa. Dra.: Simone de Fátima Medeiros

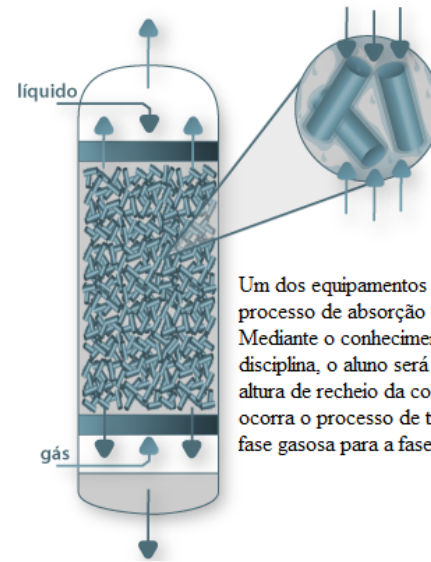


1º Semestre - 2021

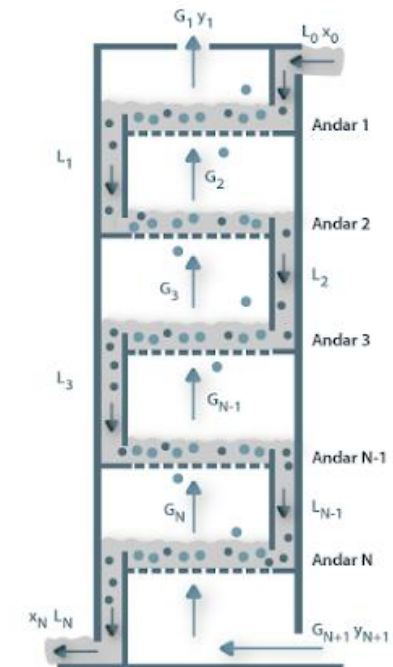
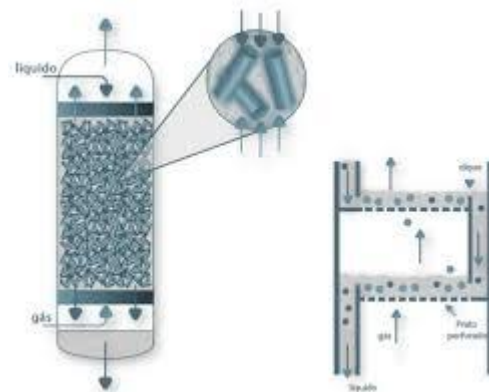


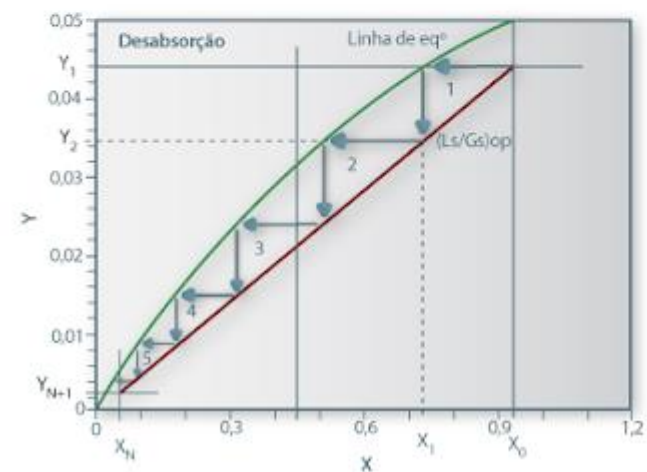
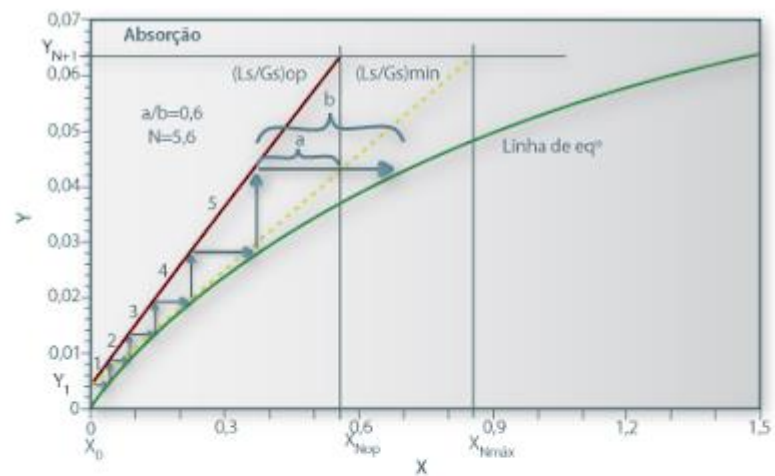
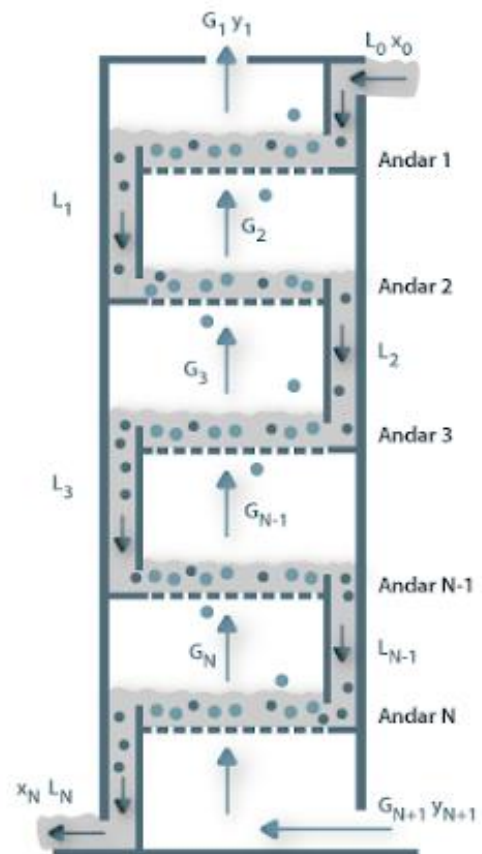
Absorção/Dessorção

Operações Multiestágios em
contracorrente



Um dos equipamentos utilizados para o processo de absorção é a coluna com recheio. Mediante o conhecimento adquirido na disciplina, o aluno será capaz de calcular a altura de recheio da coluna necessária para que ocorra o processo de transferência do soluto da fase gasosa para a fase líquida de forma efetiva.





Fator de Absorção, A:

Razão entre o parâmetro correspondente à inclinação da linha de operação e o parâmetro correspondente à inclinação da curva de equilíbrio.

$$A = \frac{L}{m^* G}$$

$$N_p = \frac{\log \left\{ \left[\left(\frac{Y_{NP+1} - m^* X_0}{Y_1 - m^* X_0} \right) * \left(1 - \frac{1}{A} \right) \right] + \frac{1}{A} \right\}}{\log A}$$

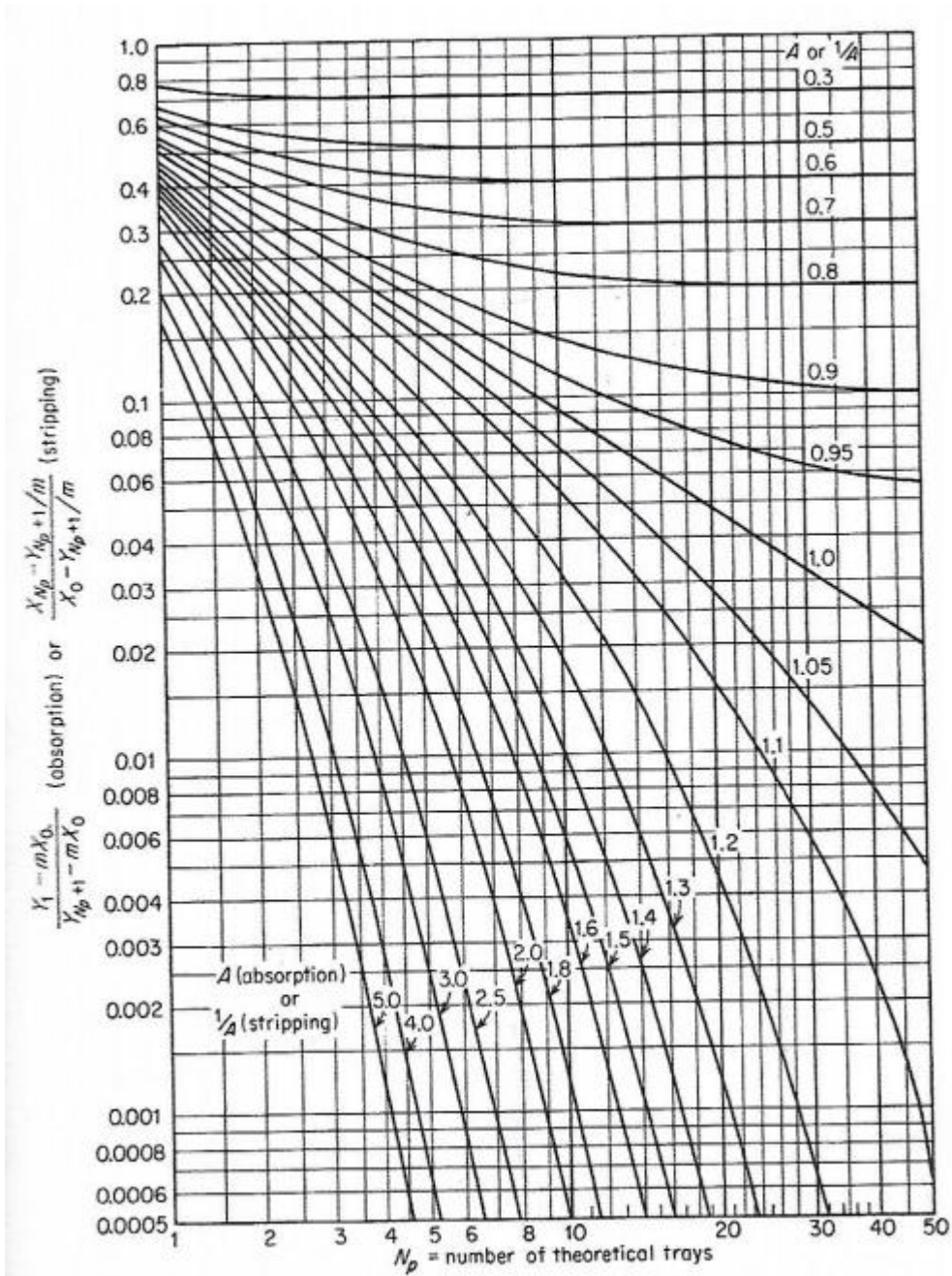
Fator de Dessorção, S:

Razão entre o parâmetro correspondente à inclinação da curva de equilíbrio e o parâmetro correspondente à inclinação da linha de operação.

$$S = \frac{m^* G}{L}$$

$$N_p = \frac{\log \left\{ \left[\left(\frac{X_0 - Y_{NP+1} / m}{X_{NP} - Y_{NP+1} / m} \right) * \left(1 - \frac{1}{S} \right) \right] + \frac{1}{S} \right\}}{\log S}$$

Fator de Absorção, A:

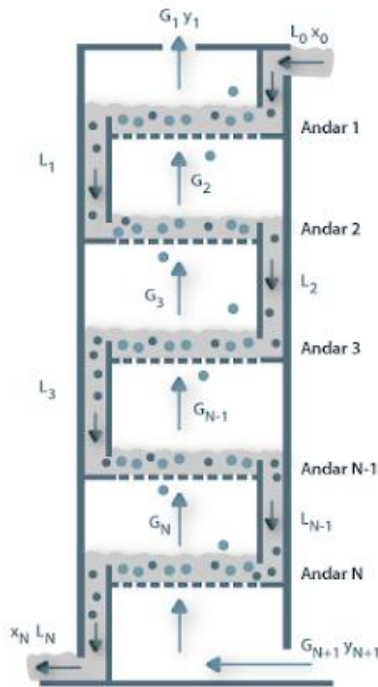


Exercícios:

1) Absorção:

A partir das especificações da coluna de absorção e dos parâmetros de processo utilizados no exemplo anterior, determine o número de pratos teórico e a composição em equilíbrio em cada prato.

Solução:



Dados operacionais:

$$T = 26 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$P_T = 107 \text{ kN/m}^2;$$

$$P_{benzeno}^0 \text{ a } 26 \text{ }^\circ\text{C} = 13,33 \text{ kN/m}^2$$

Dados de processo:

$$G_{NP+1} = 0,01075 \text{ kmol/s};$$

$$G_S = 0,01054 \text{ kmol/s};$$

$$Y_{NP+1} = 0,0204 \text{ kmol benzeno/kmol gás};$$

$$Y_1 = 0,001 \text{ kmol benzeno/kmol gás};$$

$$X_0 = 0,00503 \text{ kmol benzeno/kmol óleo};$$

$$X_{NP} = 0,125 \text{ kmol benzeno/kmol óleo};$$

$$L_{SOP} = 0,0017 \text{ kmol/s}.$$

Pelo diagrama de equilíbrio:

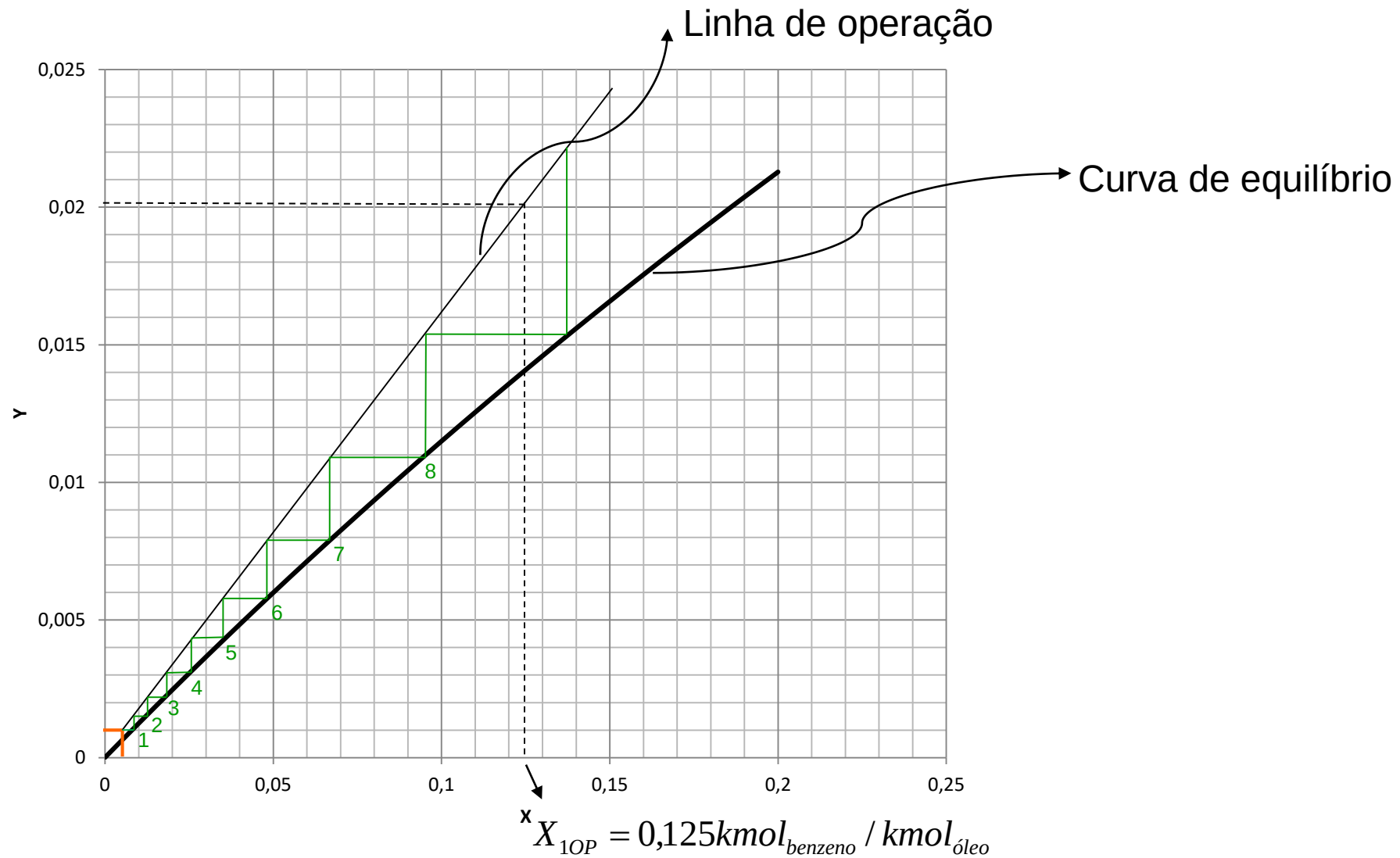
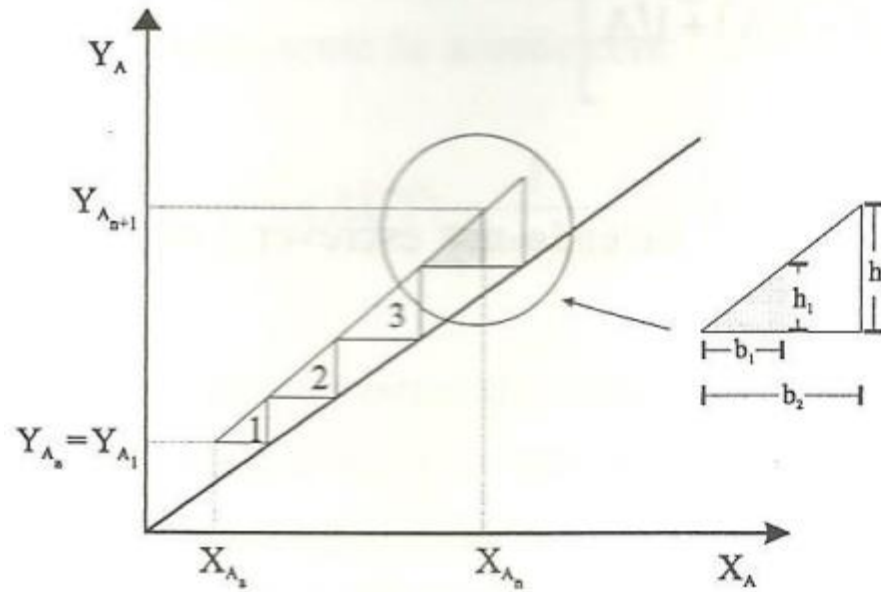


Diagrama de equilíbrio:



$$N = n + \frac{(bh)_1}{(bh)_2}$$

$$N = 8 + \left(\frac{0,03 * 0,005}{0,043 * 0,0065} \right) = 8 + 0,53667 = 8,53667 \cong 9$$

Método analítico:

$$A = \frac{L}{m * G} \quad \text{Onde: } m = 0,125$$

No topo:

$$A_1 = \frac{L_0}{0,125 * G_1}$$

$$L_0 = L_s * (1 + X_0) = 0,0017 * (1 + 0,00503) = 0,0017 \text{ kmol} / \text{s}$$

$$G_1 = G_s * (1 + Y_1) = 0,01054 * (1 + 0,001) = 0,01055 \text{ kmol} / \text{s}$$

$$A_1 = \frac{0,0017}{0,125 * 0,01055} = 1,29$$

Método analítico:

$$A = \frac{L}{m * G} \quad \text{Onde: } m = 0,125$$

No fundo:

$$A_{NP} = \frac{L_{NP}}{0,125 * G_{NP+1}}$$

$$L_{NP} = L_S * (1 + X_{NP}) = 0,0017 * (1 + 0,125) = 0,0019 \text{ kmol} / \text{s}$$

$$G_{NP+1} = 0,01075 \text{ kmol} / \text{s}$$

$$A_{NP} = \frac{0,0019}{0,125 * 0,01075} = 1,41$$

Método analítico:

$$A = \sqrt{1,29 * 1,41} = 1,3487$$

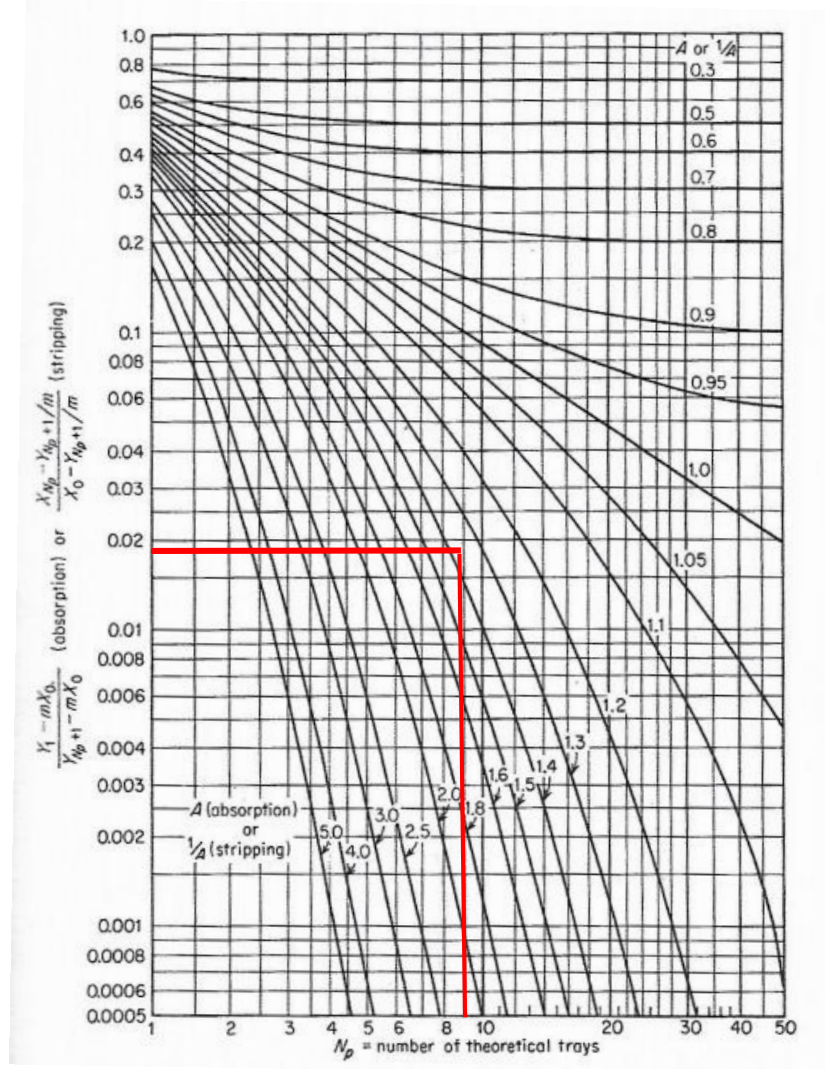
$$N_p = \frac{\log \left\{ \left[\left(\frac{Y_{NP+1} - m * X_0}{Y_1 - m * X_0} \right) * \left(1 - \frac{1}{A} \right) \right] + \frac{1}{A} \right\}}{\log A}$$

$$N_p = \frac{\log \left\{ \left[\left(\frac{0,0204 - (0,125 * 0,00503)}{0,001 - (0,125 * 0,00503)} \right) * \left(1 - \frac{1}{1,3487} \right) \right] + \frac{1}{1,3487} \right\}}{\log 1,3487}$$

$$N_p = 8,9 \cong 9 \text{ pratos}$$

Método analítico:

Alternativamente:



$$\frac{Y_1 - m^* X_0}{Y_{NP+1} - m^* X_0} = \frac{0,001 - (0,125 * 0,00503)}{0,0204 - (0,125 * 0,00503)} = 0,019$$

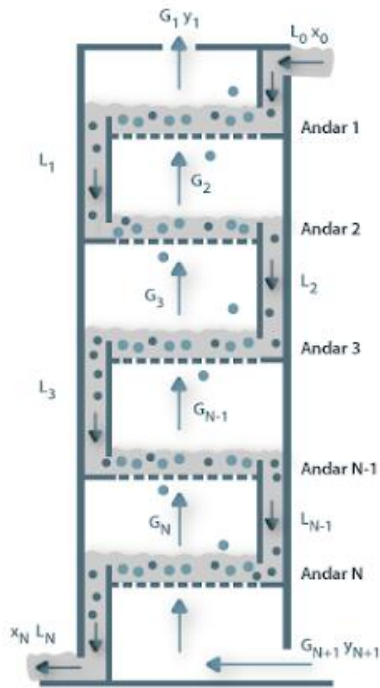
$$A = 1,3487$$

$$N_p \cong 9 \text{ pratos}$$

Exercícios:

1) Dessorção:

A partir das especificações da coluna de dessorção e dos parâmetros de processo utilizados no exemplo anterior, determine o número de pratos teórico e a composição em equilíbrio em cada prato.



Dados operacionais:

$$T = 122 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$P_T = 1 \text{ atm} = 101,33 \text{ kN/m}^2;$$

$$P_{\text{benzeno}}^0 \text{ a } 122 \text{ } ^\circ\text{C} = 319 \text{ kN/m}^2$$

Dados de processo:

$$G_S = 0,000651 \text{ kmol/s};$$

$$Y_{NP+1} = 0 \text{ kmol benzeno/kmol gás};$$

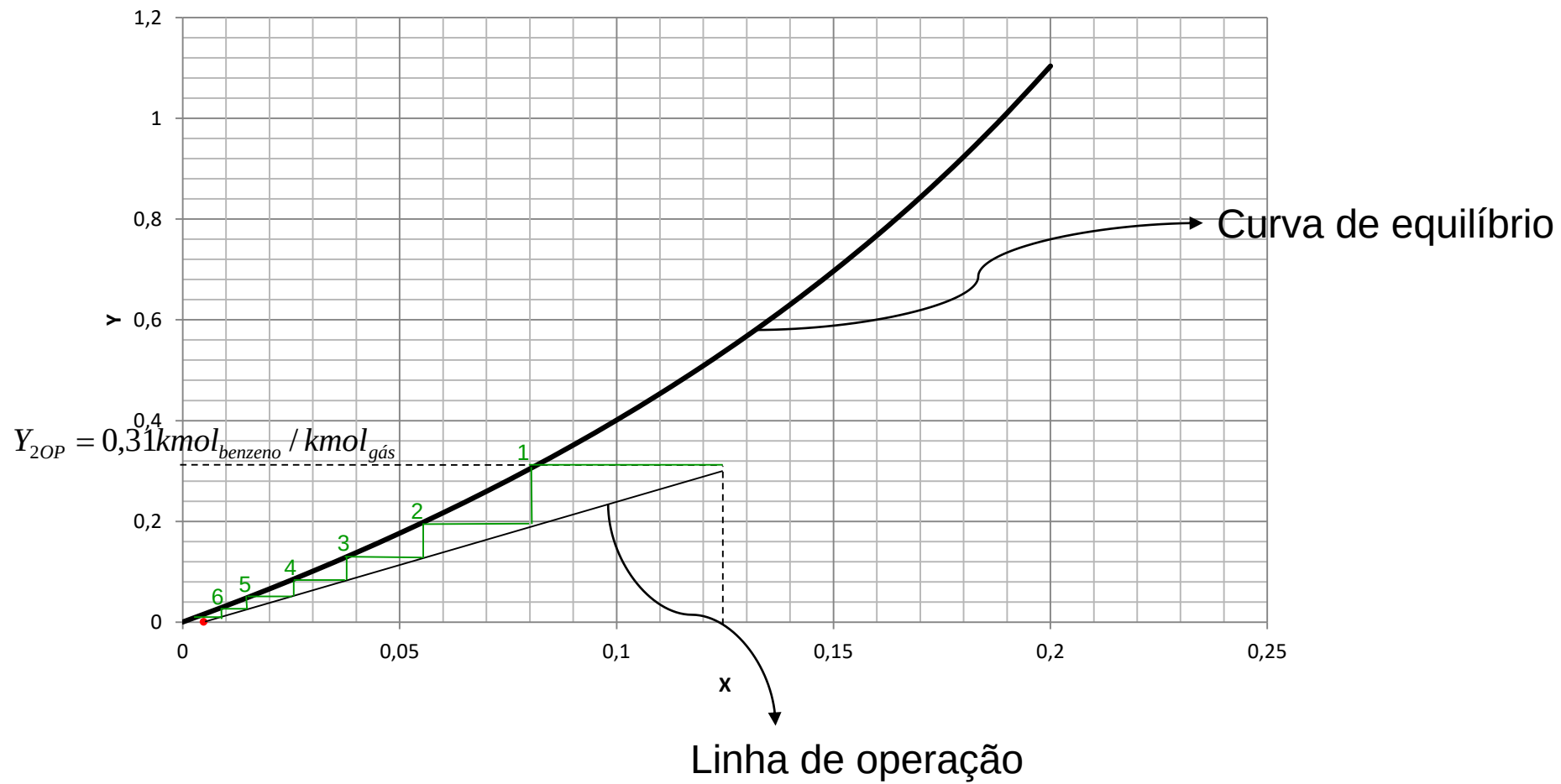
$$Y_1 = 0,31 \text{ kmol benzeno/kmol gás};$$

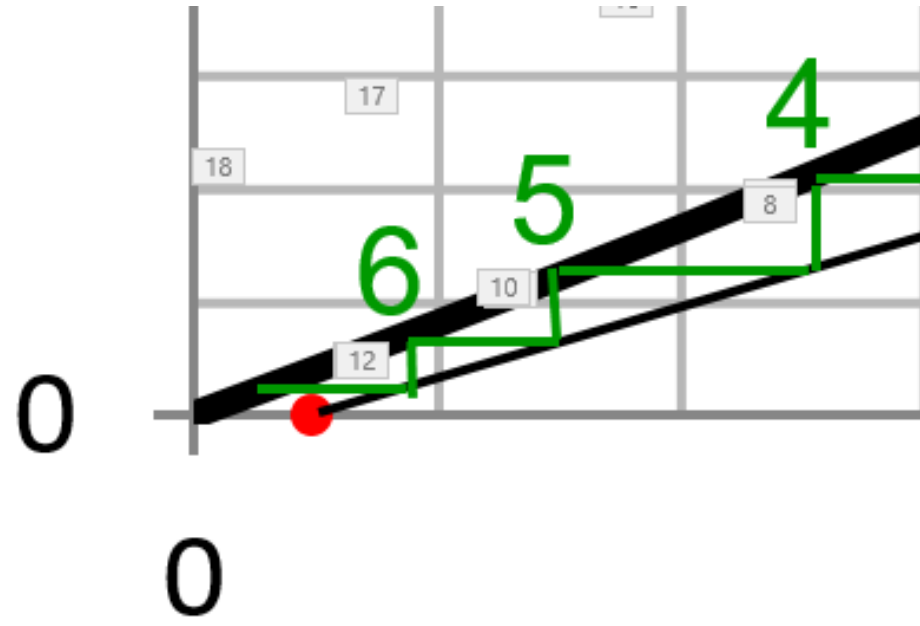
$$X_0 = 0,125 \text{ kmol benzeno/kmol óleo};$$

$$X_{NP} = 0,00503 \text{ kmol benzeno/kmol óleo};$$

$$L_{SOP} = 0,0017 \text{ kmol/s}.$$

Pelo Diagrama de equilíbrio:





$$N = n + \frac{(bh)_1}{(bh)_2}$$

Método analítico:

$$S = \frac{m * G}{L} \quad \text{Onde: } m = 3,148$$

No topo:

$$S_1 = \frac{3,148 * G_1}{L_0}$$

$$L_0 = L_s * (1 + X_0) = 0,0017 * (1 + 0,125) = 0,0019137 \text{ kmol / s}$$

$$G_1 = G_s * (1 + Y_1) = 0,000651 * (1 + 0,31) = 0,000853 \text{ kmol / s}$$

$$S_1 = \frac{3,148 * 0,000853}{0,0019137} = 1,404$$

Método analítico:

$$S = \frac{m * G}{L} \quad \text{Onde: } m = 3,148$$

No fundo:

$$S_{NP} = \frac{3,148 * G_{NP+1}}{L_{NP}}$$

$$L_{NP} = L_S * (1 + X_{NP}) = 0,0017 * (1 + 0,00503) = 0,0017 kmol / s$$

$$G_{NP+1} = G_S * (1 + Y_{NP+1}) = 0,000651 * (1 + 0) = 0,000651 kmol / s$$

$$S_{NP} = \frac{3,148 * 0,000651}{0,0017} = 1,205$$

Método analítico:

$$S = \sqrt{1,404 * 1,205} = 1,3$$

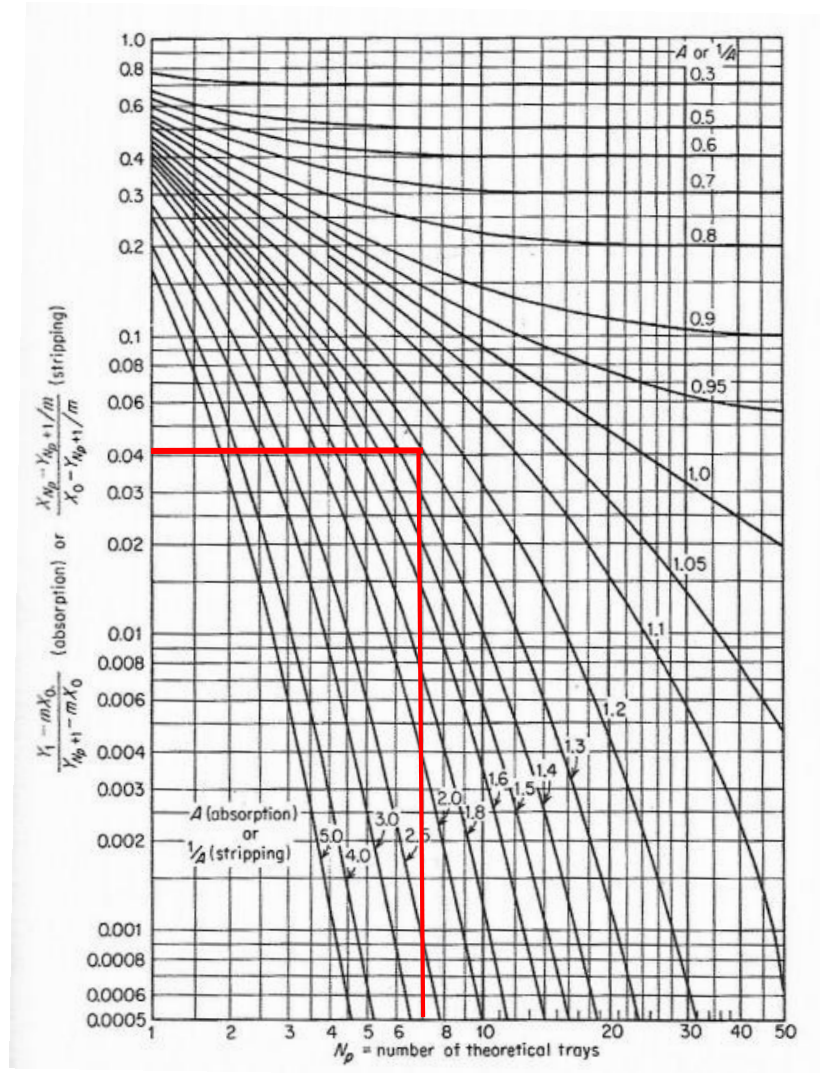
$$N_p = \frac{\log \left\{ \left[\left(\frac{X_0 - Y_{NP+1} / m}{X_{NP} - Y_{NP+1} / m} \right) * \left(1 - \frac{1}{S} \right) \right] + \frac{1}{S} \right\}}{\log S}$$

$$N_p = \frac{\log \left\{ \left[\left(\frac{0,125 - (0 / 3,148)}{0,00503 - (0 / 3,148)} \right) * \left(1 - \frac{1}{1,3} \right) \right] + \frac{1}{1,3} \right\}}{\log 1,3}$$

$$N_p = 7,13 \cong 8 \text{ pratos}$$

Método analítico:

Alternativamente:



$$\frac{X_{NP} - Y_{NP+1} / m}{X_0 - y_{NP+1} / m} = \frac{0,00503 - 0}{0,125 - 0} = 0,0402$$

$$S = 1,3$$

$$N_p \cong 7 \text{ pratos}$$