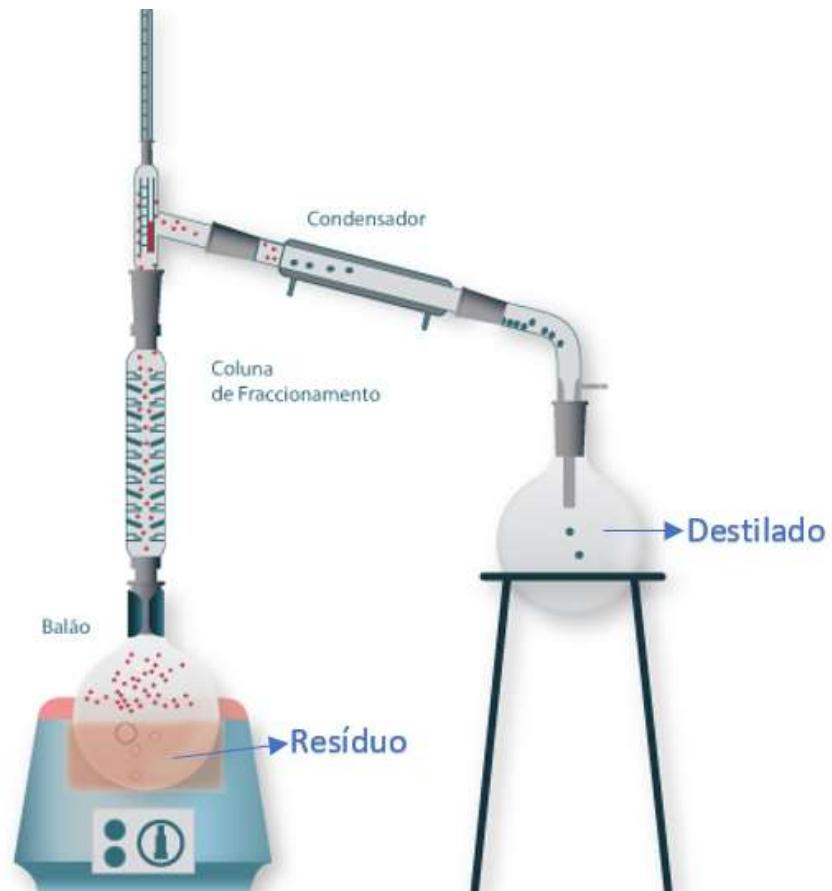


DESTILAÇÃO DIFERENCIAL (RAYLEIGH)

DESTILAÇÃO DIFERENCIAL (RAYLEIGH)



DESTILAÇÃO DIFERENCIAL (RAYLEIGH)

- Mistura líquida é alimentada no destilador e aquecida até o ponto de bolha e então submetida a uma evaporação lenta.
- O vapor produzido é mais rico no componente mais volátil em relação à composição inicial da mistura.
- O vapor produzido é logo removido, condensado e coletado como destilado.
- A primeira porção é mais rica nos componentes mais voláteis.
- Durante a operação o vapor vai se tornando mais pobre nos componentes mais voláteis. Como a composição do líquido se altera ao longo do tempo a temperatura aumenta lentamente.

DESTILAÇÃO DIFERENCIAL (RAYLEIGH)

- **MISTURAS BINÁRIAS**

BALANÇO MATERIAL GLOBAL
VOLUME DE CONTROLE → LÍQUIDO NO DESTILADOR

Entra – Sai = Acumula

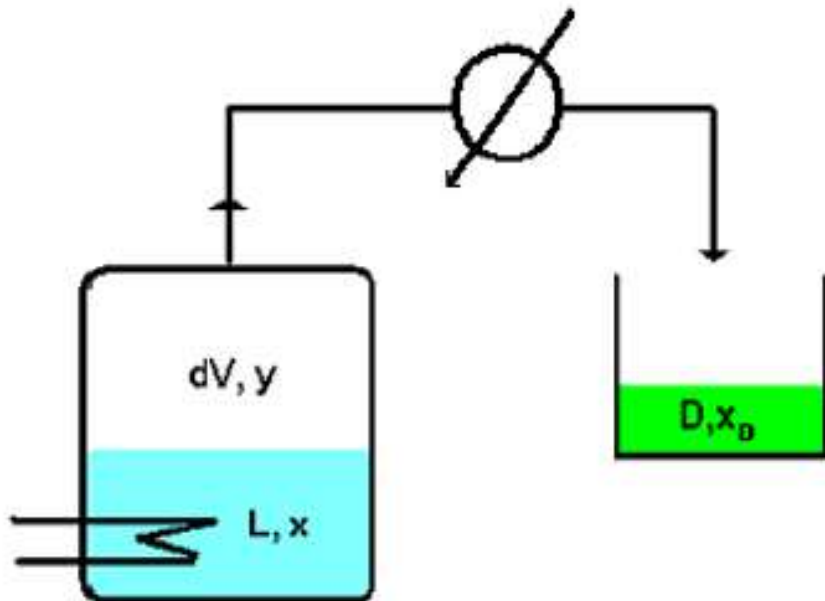
Entra = 0

Sai = dV

Acumula = $-dL$

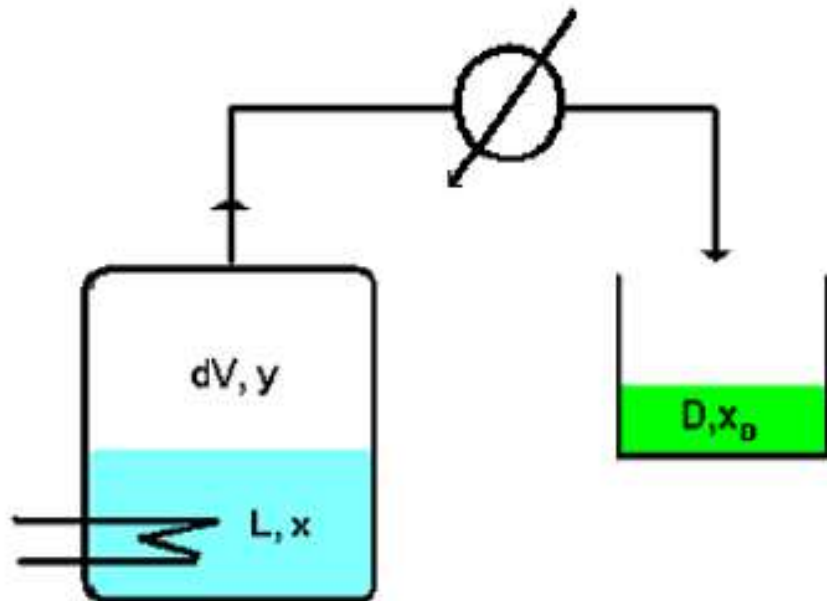
LOGO:

$dV = dL (1)$



DESTILAÇÃO DIFERENCIAL (RAYLEIGH)

- MISTURAS BINÁRIAS



BALANÇO MATERIAL GLOBAL
VOLUME DE CONTROLE $\rightarrow$ LÍQUIDO NO DESTILADOR

Entra – Sai = Acumula

Entra = 0

Sai = dV

Acumula = $-dL$

LOGO:

$dV = dL$ (1)

PARTINDO DAS EQUAÇÕES 1 ($dV = dL$) E 2 ($y dV = L dx + x dL$), OBTÉM-SE:

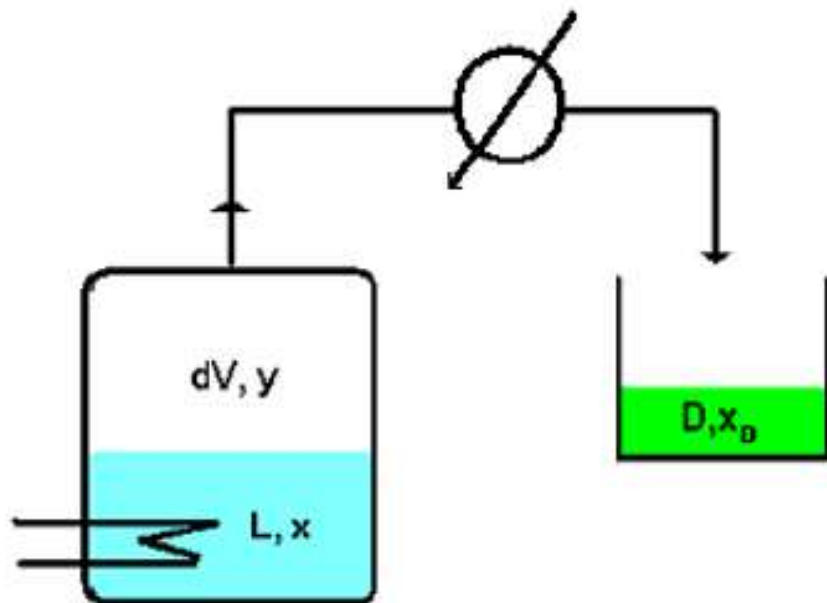
$$\int_{L_0}^L \frac{dL}{L} = \int_{x_0}^x \frac{dx}{y - x}$$

INTEGRANDO O LADO ESQUERDO DA EQUAÇÃO E REARRANJANDO:

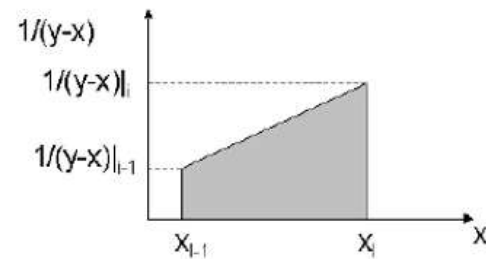
$$\ln\left(\frac{L_0}{L}\right) = \int_x^{x_0} \frac{dx}{y - x}$$

DESTILAÇÃO DIFERENCIAL (RAYLEIGH)

- MISTURAS BINÁRIAS



A INTEGRAL DO LADO DIREITO DA EQUAÇÃO PODE SER INTEGRADA UTILIZANDO MÉTODOS NUMÉRICOS, COMO POR EXEMPLO O MÉTODO DOS TRAPÉZIOS.

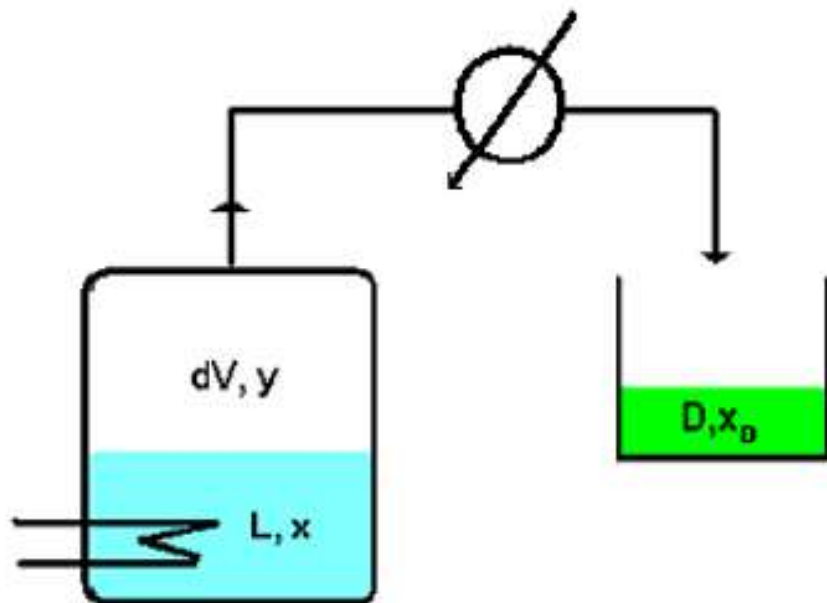


$$\int_x^{x_0} \frac{dx}{y-x} = \sum_{i=1}^n \frac{\left(\frac{1}{y-x}|_i + \frac{1}{y-x}|_{i-1} \right) (x_i - x_{i-1})}{2}$$

n = NÚMERO DE INTERVALOS UTILIZADOS NA INTEGRAÇÃO

DESTILAÇÃO DIFERENCIAL (RAYLEIGH)

- MISTURAS BINÁRIAS**



CASO PARTICULAR: VOLATILIDADE APROXIMADAMENTE CONSTANTE:
 $\alpha = [y(1-x)] / [x(1-y)] \rightarrow y = \alpha x / [1 + (\alpha - 1)]$

DESTA FORMA:

$$\ln\left(\frac{L_0}{L}\right) = \frac{1}{\alpha - 1} \ln\left(\frac{x_0(1-x)}{1-x_0}\right) + \ln\left(\frac{1-x}{1-x_0}\right) \quad \text{OU} \quad \frac{L}{L_0} = \left[\frac{x}{x_0} \left(\frac{1-x_0}{1-x} \right)^\alpha \right]^{\frac{1}{\alpha-1}}$$

OU AINDA:

$$\ln\left(\frac{L_0 x_0}{L x}\right) = \alpha \ln\left(\frac{L_0(1-x_0)}{L(1-x)}\right)$$

PARA MISTURA DE MULTICOMPONENTES IDEAL PODE-SE RELACIONAR L , L_0 DE DOIS ELEMENTOS QUAISQUER (i E j) E A RESPECTIVA VOLATILIDADE RELATIVA:

$$\ln\left(\frac{L_0 x_{0j}}{L x_j}\right) = \alpha_{i,j} \ln\left(\frac{L_0 x_{0i}}{L x_i}\right)$$

DESTILAÇÃO DIFERENCIAL (RAYLEIGH)

EXEMPLO

Deseja-se concentrar o etanol de uma mistura contendo, praticamente, etanol e água. Sabendo-se que a temperatura de ebulição da mistura inicial é de 80°C e que o corte da destilação foi realizado a 85°C, estime a fração molar de etanol na mistura inicial (x_0), no resíduo (x) e no destilado (x_D).

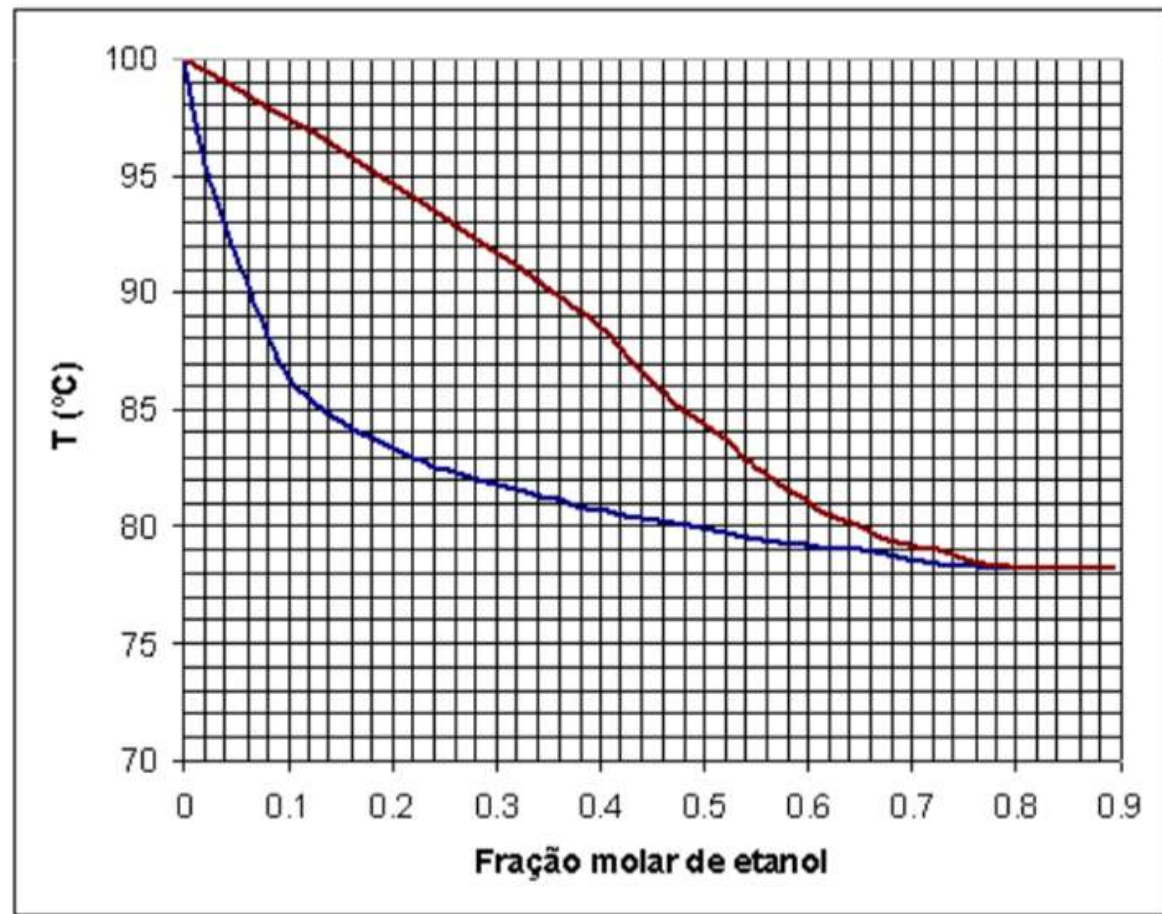
A) Considere para a estimativa as condições operacionais de destilação diferencial.

B) Compare x_D com o valor médio de y .

Dado: Diagrama T versus fração molar de etanol

DESTILAÇÃO DIFERENCIAL (RAYLEIGH)

DIAGRAMA DE EQUILÍBRIO – ETANOL-ÁGUA



DESTILAÇÃO DIFERENCIAL (RAYLEIGH)

Deseja-se concentrar o etanol de uma mistura contendo, praticamente, etanol e água. Sabendo-se que a temperatura de ebulição da mistura inicial é de 80°C e que o corte da destilação foi realizado a 85°C , estime a fração molar de etanol na mistura inicial (x_0), no resíduo (x) e no destilado (x_D).

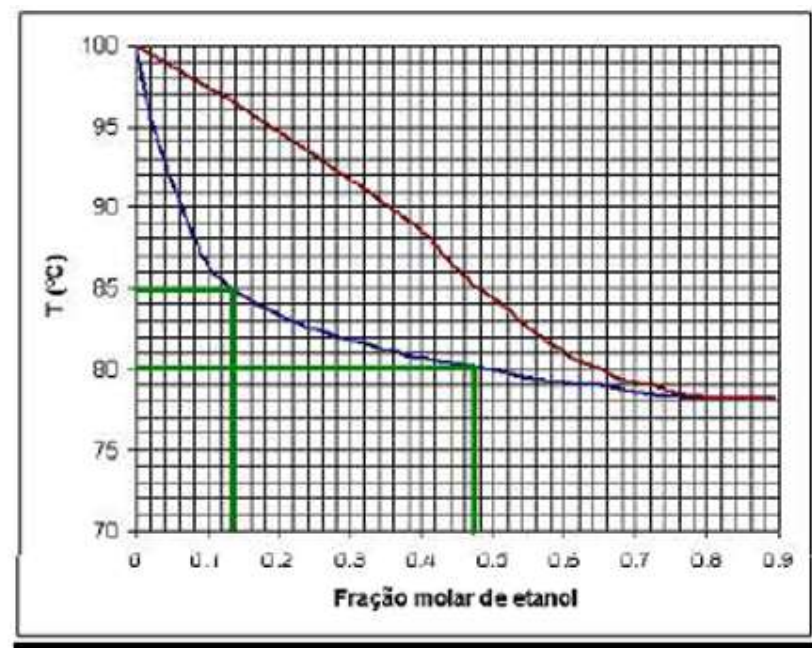
A) Considere para a estimativa as condições operacionais de destilação diferencial.

B) Compare x_D com o valor médio de y .

Dado: Diagrama T versus fração molar de etanol

DESTILAÇÃO DIFERENCIAL (RAYLEIGH)

A) Solução:



A fração molar inicial (x_0) e no resíduo (x) podem ser obtidas diretamente no diagrama temperatura versus composição.

$$x_0 = 0,47$$

$$x = 0,14$$

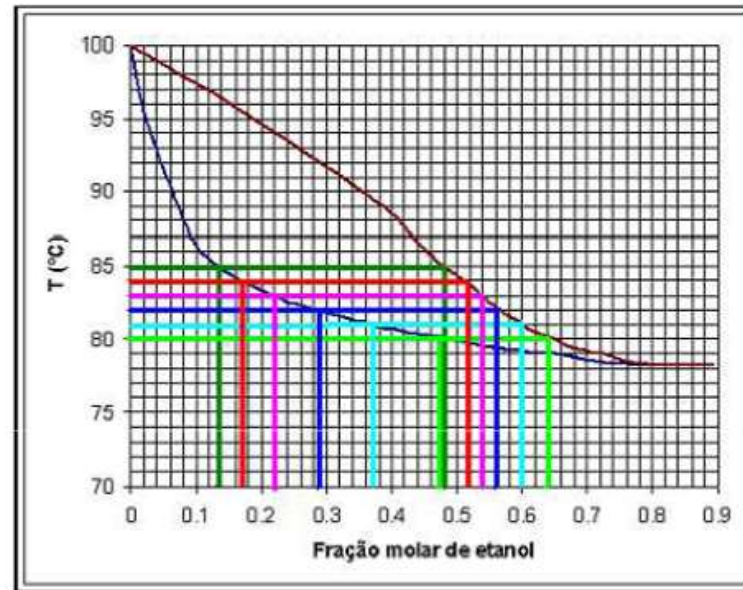
DESTILAÇÃO DIFERENCIAL (RAYLEIGH)

Determinação de x_D :

$$\ln\left(\frac{L_0}{L}\right) = \int_x^{x_0} \frac{dx}{y-x}$$

Do diagrama:

T	x	y
80	0,47	0,64
81	0,37	0,60
82	0,29	0,56
83	0,22	0,54
84	0,17	0,52
85	0,14	0,48



DESTILAÇÃO DIFERENCIAL (RAYLEIGH)

CALCULOS: $\ln\left(\frac{L_0}{L}\right) = \int_x^{x_0} \frac{dx}{y-x}$

T	x	y	1/(y-x)	A	
80.00	0.47	0.64	5.88		
81.00	0.37	0.60	4.35	$(4.35+5.88)*(0.47-0.37)/2=$	0.51
82.00	0.29	0.56	3.70	$(3.7+4.35)*(0.37-0.29)/2=$	0.32
83.00	0.22	0.54	3.13	$(3.13+3.7)*(0.29-0.22)/2=$	0.24
84.00	0.17	0.52	2.86	$(2.86+3.13)*(0.22-0.17)/2=$	0.15
85.00	0.14	0.48	2.94	$(2.94+2.86)*(0.17-0.14)/2=$	0.09
				soma=	1.31

$\ln(L_0/L) = 1,31 \rightarrow L_0=3,7L$

BALANÇO MATERIAL GLOBAL: $L_0=L+D \rightarrow D=2.7L$

BALANÇO MATERIAL PARA O ETANOL:

$L_0x_0=Lx+Dx_D \rightarrow 3,7*L*0.47=L*0.14+2.7*L*x_D$

$x_D=0,59 \rightarrow \boxed{\text{valor médio de } y = 0,56}$