

PROVA FINAL DE TERMODINÂMICA
Prof. Frederico W. Tavares

1)(50 Ptos) O processo contínuo de Linde (ver figura a seguir) é usado industrialmente na produção de metano líquido (GNL- Gás natural liquefeito). Dados:

Corrente 1 (gás de entrada): $T=40^{\circ}\text{F}$ e $P=40$ Psia, taxa mássica de 500 lbm/s

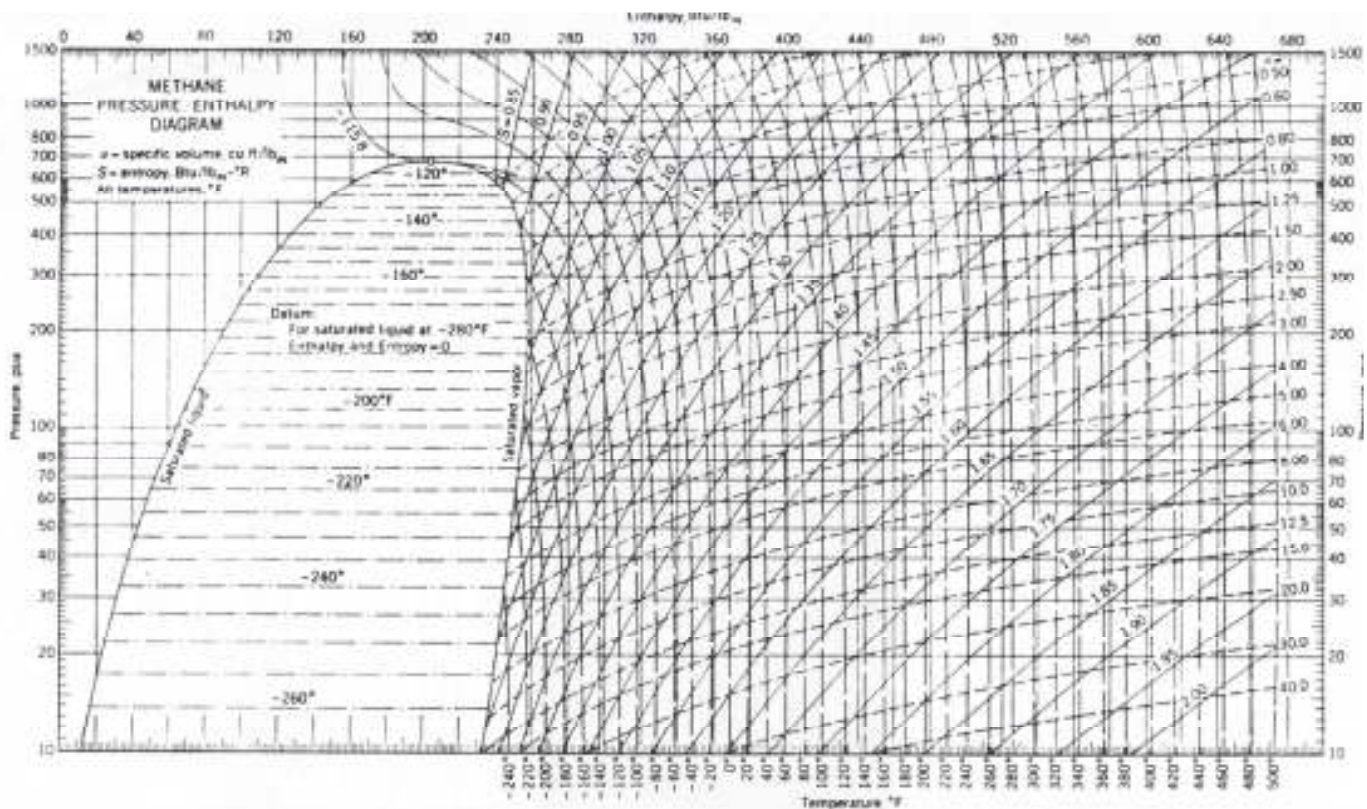
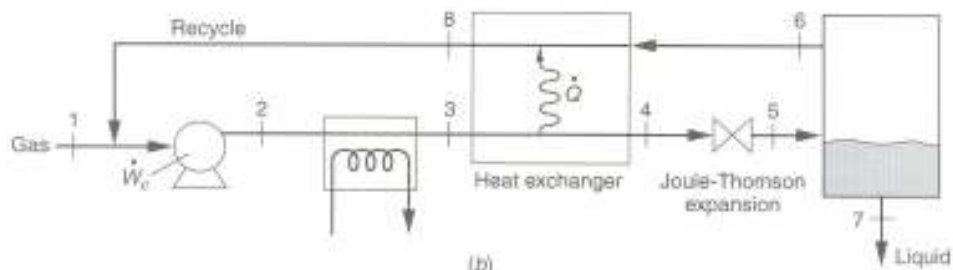
Corrente 1' (que sai do misturador): taxa mássica de 1500 lbm/s

Corrente 2 (que sai do compressor): $P=500$ psia

Corrente 8: $T= - 80^{\circ}\text{F}$,

Corrente 4: L/V com 50% de vapor (em base molar)

- Indique todas as correntes no diagrama de metano.
- Calcule a produção de GNL e as taxas de trabalho e calor envolvidas no processo.
- Seria possível o processo funcionar sem precisar trocar calor com a vizinhança? Neste caso, qual seria a taxa mássica de circulação e a taxa de trabalho envolvida no processo?



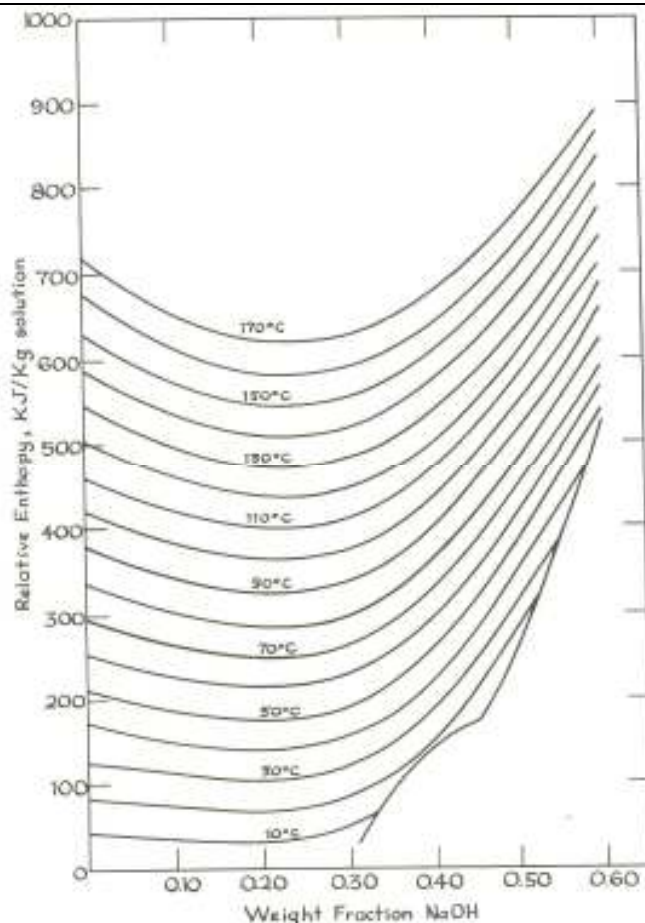
3) (30 Ptos) Etanol pode ser produzido via hidrogenação de acetaldeído de acordo com a seguinte reação: $\text{CH}_3\text{CHO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g})$. Supondo-se que a alimentação, em fase gasosa, do reator contenha 50 gmols, de CH_3CHO , 20 gmols de $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, 30gmols de H_2 , 20gmols de N_2 e 20gmols de CO_2 , calcule a composição de equilíbrio a 700 K e 8 atm. Calcule o calor envolvido no processo sabendo que os reagentes entram no reator a 400K.

Os seguintes dados da reação são conhecidos (notar que o estado de referencia é aquele de gás ideal a 1 atm para todos os componentes):

$$\Delta G^0(400\text{K}, 1 \text{ atm}, \text{ gás ideal}) = - 200 \text{ cal/gmol}, \Delta H^0(400\text{K}, 1 \text{ atm}, \text{ gás ideal}) = - 400 \text{ cal/gmol}$$

$$\Delta C_p(1 \text{ atm}, \text{ gás ideal}, \text{ cal/gmolK}) = 5+0,02 \text{ T(K)}$$

4) (20 Ptos) Misturam-se quantidades iguais (base mássica) de duas correntes em um tanque. Uma de água pura a 30 °C e outra de solução aquosa contendo 50% NaCl, em base mássica, a 110 °C. a) Considerando o processo adiabático, qual é a temperatura (aproximada) da corrente de saída do tanque? b) Qual será a temperatura da corrente de saída sabendo-se que são retirados 200 KJ/Kg de calor? (Apresente os pontos claramente no gráfico).



$$dU = TdS - PdV + \sum_i \mu_i dN_i$$

$$dH = TdS + VdP + \sum_i \mu_i dN_i$$

$$dA = -SdT - PdV + \sum_i \mu_i dN_i$$

$$dG = -SdT + VdP + \sum_i \mu_i dN_i$$

$$\Delta \bar{G} = RT \left(\sum_i x_i \ln \hat{a}_i \right)$$

$$K = \exp \left(\frac{-\Delta \bar{G}^0}{RT} \right) = \prod_i \hat{a}_i^{v_i}$$

$$d\bar{H} = C_p dT + [\bar{V} - T \left(\frac{\partial \bar{V}}{\partial T} \right)_P] dP$$

$$d\bar{S} = \left(\frac{C_p}{T} \right) dT - \left(\frac{\partial \bar{V}}{\partial T} \right)_P dP$$

$$y_i P = x_i \gamma_i P_i^{\text{SAT}}$$

$$\hat{f}_i = x_i \hat{\phi}_i P = x_i \gamma_i f_i^0$$

$$\left(\frac{\partial y}{\partial x} \right)_z \left(\frac{\partial x}{\partial z} \right)_y \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)_x = -1$$

$$\Delta \bar{S}_n^{\text{VAP}} (\text{cal} / \text{gmolK}) = 8,0 + 1,987 \ln(T_n)$$

$$\frac{\Delta H_2^{\text{VAP}}}{\Delta H_1^{\text{VAP}}} = \left(\frac{T_2 - T_C}{T_1 - T_C} \right)^{0,38}$$

$$\hat{a}_i = \frac{\hat{f}_i}{f_i^0}$$

$$\left(\frac{\partial \bar{G}}{\partial T} \right)_P = -\frac{\bar{H}}{T^2}$$

$$R = 1,987 \text{ cal} / (\text{gmolK}) = 82,05 (\text{atmcm}^3) / (\text{gmolK}) = 0,082 (\text{atmL}) / (\text{gmolK}) = 8,31 \text{ J} / (\text{gmolK}) = 8,31 (\text{LkPa}) / (\text{gmolK}) = 0,00831 (\text{M}^3 \text{ kPa}) / (\text{gmolK})$$

$$\frac{d(mU)_S}{dt} = \sum_j^{\text{entradas}} \dot{m}_j \left(H_j + \frac{v_j^2}{2} + gz_j \right) - \sum_i^{\text{saídas}} \dot{m}_i \left(H_i + \frac{v_i^2}{2} + gz_i \right) + \dot{Q} + \dot{W}$$