



TERMODINÂMICA APLICADA

Prof. Antonio Carlos da Silva

EQUILÍBRIO LÍQUIDO VAPOR

Exercícios

Conforme Apresentação e videoaula postados:

EQUILÍBRIO LÍQUIDO-VAPOR
SOLUÇÕES COM MAIS DE UM COMPONENTE VOLÁTIL

• Para mais de uma substância volátil a pressão total do sistema será dada pela soma das pressões parciais dos diversos componentes na solução

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

P1,P2,P3,... Pressões parciais

• A Lei de Raoult estabelece que:

$$P_i = x_i P_i^0$$

P vapor do líquido "i" puro
Fração molar de "i" na mistura líquida
P parcial de "i" na fase vapor

2

Para uma mistura binária de substâncias, pela **Lei de Raoult**:

$$P_1 = x_1 \cdot P_1^0 \quad \text{ou} \quad P_1 = x \cdot P_1^0$$

$$P_2 = (1 - x) \cdot P_2^0$$

P_i ... Pressão parcial do componente i na fase vapor

x_i ... Fração molar do componente i na fase líquido

P_i^0 ... Pressão de vapor do componente i puro

P ... Pressão total

$$P = P_1 + P_2 = x \cdot P_1^0 + (1 - x) \cdot P_2^0$$

$$x = \frac{P - P_2^0}{P_1^0 - P_2^0}$$

EQUILÍBRIO LÍQUIDO-VAPOR
SOLUÇÃO BINÁRIAS DE COMPONENTES VOLÁTEIS
(T constante)

- Frações na fase vapor:

$$y_1 + y_2 = 1$$
- Lei de Dalton: $P_1 = y_1 P$ e $P_2 = y_2 P$
- Fração molar do componente 1 na fase vapor:

$$y_1 = \frac{P_1}{P} = \frac{x_1 P_1^0}{P_2^0 + x_1(P_1^0 - P_2^0)}$$

Para uma mistura binária de substâncias, pela **Lei de Dalton**:

$$P_1 = y_1 \cdot P \quad \text{ou} \quad P_1 = y \cdot P$$

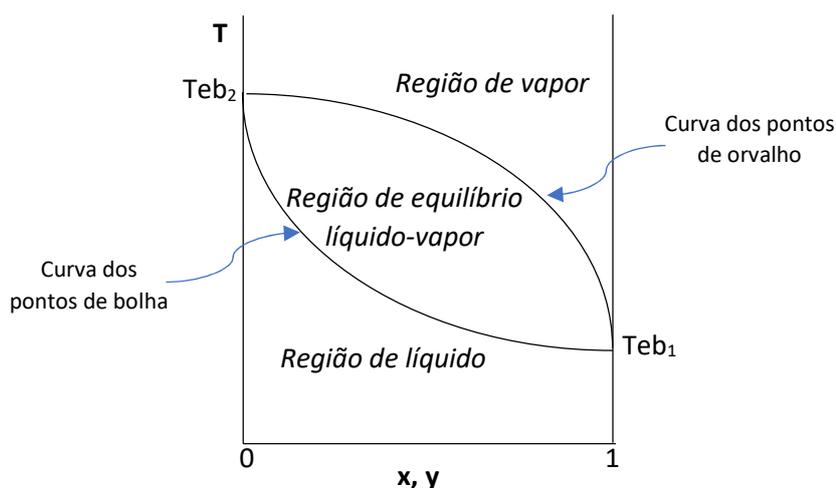
$$P_2 = (1 - y) \cdot P$$

y_i ... Fração molar do componente i na fase vapor

$$y = \frac{P_1}{P}$$

$$y = \frac{x \cdot P_1^0}{P} = \frac{P_1^0 \cdot (P - P_2^0)}{P \cdot (P_1^0 - P_2^0)}$$

As equações de x e y podem ser plotadas em um diagrama Temperatura x Composição:

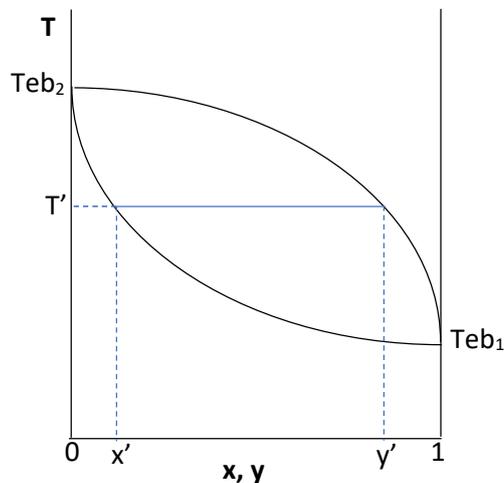


As composições x e y são do componente mais volátil (menor temperatura de ebulição).

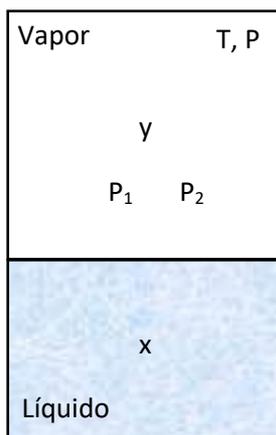
As curvas de equilíbrio correspondem aos pontos de bolha e de orvalho para cada composição da mistura.

Ponto de bolha: é a temperatura em que se obtém a primeira bolha de vapor, ao aquecer uma mistura na fase líquido.

Ponto de orvalho: é a temperatura em que se obtém a primeira gota de líquido, ao resfriar uma mistura na fase vapor.



Em um reservatório, com uma mistura de dois líquidos em equilíbrio líquido vapor:



As curvas de equilíbrio (curva dos pontos de bolha e curva dos pontos de orvalho) podem ser obtidas conhecendo-se as pressões de vapor dos componentes puros entre as temperaturas de ebulição dos componentes.

Equação de Antoine para cálculo de pressões de vapor em função da temperatura

$$\log P^0 = A - \frac{B}{C + T}$$

P^0 ... Pressão de vapor do componente puro (mmHg)

T ... Temperatura ($^{\circ}C$)

A, B, C ... constantes para cada substância

Exemplo:

Substância	A	B	C
Metanol	7,87863	1473,11	230
Etanol	8,04494	1554,3	220,65
Benzeno	6,90595	1211,033	220,79
Tolueno	6,95464	1344,8	219,482

Exemplo: determine os pontos de ebulição de Benzeno e Tolueno, na pressão normal de 760 mmHg.

A pressão de vapor é uma propriedade da substância que depende da temperatura. Aumentando-se a temperatura a pressão de vapor aumenta. Quando a pressão de vapor se iguala à pressão total no sistema em equilíbrio líquido vapor, a substância pura entra em ebulição.

Exemplo: construa o diagrama de equilíbrio líquido vapor para o sistema Benzeno e Tolueno a 760 mmHg.

Para uma mistura com composição 0,35, inicialmente a 70°C, submetida a aquecimento, quais os pontos de bolha e orvalho?

Para uma mistura com composição 0,72, inicialmente a 110°C, submetida a resfriamento, quais os pontos de bolha e orvalho?

Para uma mistura com composição 0,40, se for aquecida até 98°C, quais as composições das fases L e V e quais as quantidades presentes no líquido e no vapor?

EXERCÍCIO:

Construa o diagrama de equilíbrio líquido vapor para o sistema metanol e etanol.