

PQI3402 / OP – III
Operações flash
Parte c
Pontos de orvalho e de bolha

1

Especificações comuns para operações flash

- Como vimos, especificada a alimentação, restam ainda dois graus de liberdade. Variáveis comumente especificadas são:

T_V, P_V	Isothermal flash
$V/F = 0, P_L$	Bubble-point temperature
$V/F = 1, P_V$	Dew-point temperature
$T_L, V/F = 0$	Bubble-point pressure
$T_V, V/F = 1$	Dew-point pressure
$Q = 0, P_V$	Adiabatic flash
Q, P_V	Nonadiabatic flash
$V/F, P_V$	Percent vaporization flash

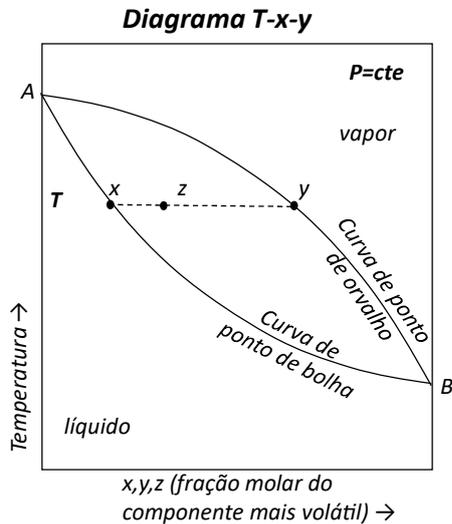
- Cálculos flash são usados para verificar o estado de uma corrente (V, V/L ou L)
- Importante para sistemas multicomponente, quando não se visualiza a coexistência de fases

2

2

Pontos de orvalho e de bolha

- Ponto de bolha ($V/F=0$)
 - estados termodinâmicos sobre a curva de ponto de bolha
- Ponto de orvalho ($V/F=1$)
 - estados termodinâmicos sobre a curva de ponto de bolha
- A fase dominante coexiste em equilíbrio com uma quantidade infinitesimal da outra fase.
- “pontos” de bolha e orvalho são estados termodinâmicos.
 - z e P especificados, \rightarrow o “ponto” é uma temperatura.
 - z e T especificados \rightarrow o “ponto” é uma pressão



3

3

Pontos de bolha e de orvalho

- Na curva de ponto de bolha:

$$z_i = x_i \quad (1)$$
- Como

$$\sum_{i=1}^c y_i = 1$$
- Usamos a definição de K_i

$$\sum_{i=1}^c x_i K_i = 1 \quad (2)$$
- Combinando (1) e (2) obtemos a equação para a curva de ponto de bolha

$$\sum_{i=1}^c z_i K_i = 1 \quad (3)$$
- Se $K_i = K_i(T, P, z_i)$ temos duas situações de interesse
 - Nossa corrente de interesse tem z_i e P conhecidos, encontramos T que satisfaz (3) $\rightarrow T$ é a temperatura de bolha do sistema
 - Nossa corrente de interesse tem z_i e T conhecidos, encontramos P que satisfaz (3) $\rightarrow P$ é a pressão de bolha do sistema
 - Uma vez conhecido K_i , encontramos a composição da fase em equilíbrio com a fase dominante, isto é, encontramos y_i :

$$y_i = z_i K_i \quad (4)$$

4

4

Pontos de bolha e de orvalho

- No ponto de orvalho: $z_i = y_i$ (5)
- Se V é ideal e L real

$$K_i = \gamma_i P_i^s / P$$

- Analogamente, a equação para o ponto de orvalho fica

$$\sum_{i=1}^c \frac{z_i}{K_i} = 1 \quad (6)$$

- Logo

$$P_{bubble} = \sum_{i=1}^c \gamma_i z_i P_i^s$$

- e

$$P_{dew} = \left(\sum_{i=1}^c \frac{z_i}{\gamma_i P_i^s} \right)^{-1}$$

- Como $K_i = K_i(T, P)$, encontramos T ou P que satisfaça (6) e depois encontramos x_i :

$$x_i = z_i / K_i \quad (7)$$

- Logo, dada a composição da alimentação e T (ou P), é possível obter P (ou T) correspondente ao ponto de bolha/ orvalho

- Se L também é ideal, $\gamma_i = 1$
- As pressões de saturação são funções de T, p.ex. correlação de Antoine

5

5

Resumo

- Cálculos de ponto de bolha e de orvalho são úteis para verificar o estado físico de uma corrente, particularmente para sistemas multicomponente
- O ponto de bolha é um estado termodinâmico particular:
 - as fases vapor e líquido estão em equilíbrio;
 - $V/F=0$
 - Por ser um estado termodinâmico, o ponto de bolha é definido por sua P, T e as composições nas duas fases
- O ponto de orvalho é análogo, mas
 - $V/F = 1$

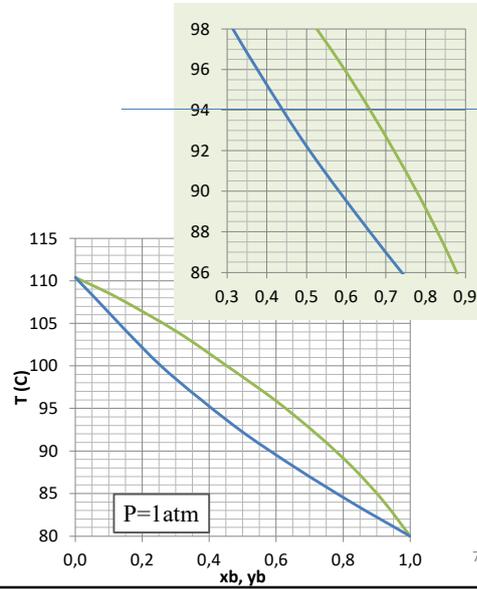
6

6

Exercício 4.3b- flash com diagrama de fases

Seja uma corrente de 10 mol/s de uma mistura 60% molar de benzeno em tolueno a 101.3 kPa (diagrama Txy conhecido).

Quais os pontos de orvalho e de bolha desta mistura?



7

Exercício 4.4b: gabarito

(A) devem ser especificadas duas variáveis

(B)

Pressão 246.900 Pa

Fração molar 0,387

(C)

Temperatura 345,6 K

Fração molar 0,367

8

8

Exercício 4.4a: ponto de bolha

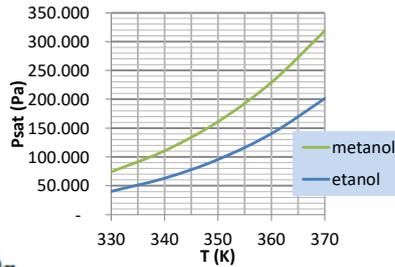
Seja o sistema metanol – etanol.

(a) Quantas variáveis devem ser especificadas para determinar o ponto de bolha desta mistura?

(b) qual o ponto de bolha de uma mistura com 50% molar na temperatura de 370K? Calcule também as composições das fases.

(c) qual o ponto de bolha de uma mistura com 50% molar pressão 101,3 kPa? Calcule também as composições das fases.

- Admita que o sistema se comporta idealmente (solução ideal e gás perfeito). São dadas as pressões de vapor dos componentes puros:



$$\ln P = C1 + C2/T + C3 \ln T + C4 T^{C5}, P \text{ in Pa}$$

Name	C1	C2	C3	C4	C5	Tmin (K)	P at Tmin	Tmaxv (K)	P at Tmax
Methanol	82.718	-6904.5	-8.8622	7.4664E-06	2	175	1.11E-01	513	8.15E+06
Ethanol	73.304	-7122.3	-7.1424	2.8853E-06	2	159	4.96E-04	514	6.11E+06

9

Exercício 4.4b: ponto de orvalho

Para entregar

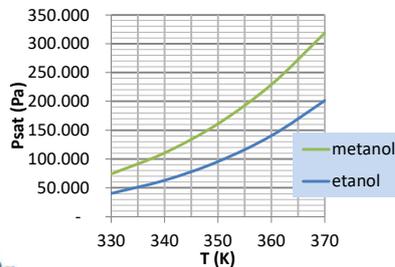
Seja o sistema metanol – etanol.

(a) Quantas variáveis devem ser especificadas para determinar o ponto de orvalho desta mistura?

(b) qual o ponto de ORVALHO de uma mistura com 50% molar na temperatura de 370K? Calcule também as composições das fases.

(c) qual O PONTO DE ORVALHO de uma mistura com 50% molar e pressão 101,3 kPa? Calcule também as composições das fases.

- Admita que o sistema se comporta idealmente (solução ideal e gás perfeito). São dadas as pressões de vapor dos componentes puros:



$$\ln P = C1 + C2/T + C3 \ln T + C4 T^{C5}, P \text{ in Pa}$$

Name	C1	C2	C3	C4	C5	Tmin (K)	P at Tmin	Tmaxv (K)	P at Tmax
Methanol	82.718	-6904.5	-8.8622	7.4664E-06	2	175	1.11E-01	513	8.15E+06
Ethanol	73.304	-7122.3	-7.1424	2.8853E-06	2	159	4.96E-04	514	6.11E+06

10

Exercício 4.4b: gabarito

(A) devem ser especificadas duas variáveis

(B)

Pressão 246.900 Pa

Fração molar 0,387

(C)

Temperatura 345,6 K

Fração molar 0,367

11

11

Quiz 1 (turma de 5af)

- Cálculos de pontos de orvalho e de bolha servem para Escolha uma ou mais:
 - a. Determinar se uma corrente está saturada
 - b. Determinar se uma corrente está subresfriada
 - c. Determinar se uma corrente está superaquecida
 - d. Determinar se a corrente consiste de 2 fases em equilíbrio

12

12

Quiz 2

- Sobre o ponto de bolha, você pode afirmar que
- Escolha uma ou mais:
 - a. A quantidade de vapor no sistema é desprezível
 - b. O sistema é um líquido, não há equilíbrio com a fase vapor
 - c. É um estado termodinâmico de uma corrente na qual líquido e vapor coexistem
 - d. A quantidade de líquido no sistema é desprezível

13

13

Quiz 3

- Seja um sistema binário com composição e temperatura especificadas. Para encontrar o ponto de bolha deste sistema Escolha uma opção:
 - a. O ponto de bolha já está determinado
 - b. é preciso determinar uma pressão de bolha
 - c. é preciso determinar uma composição e uma pressão de bolha.

14

14