

### Exercício 1\*

(McCabe, Smith & Harriot, 1993, Exemplo 18.1)

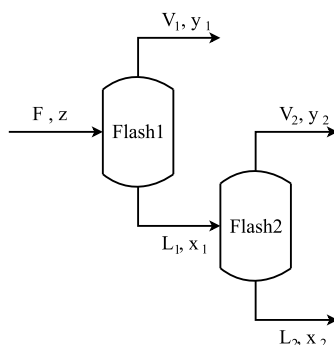
Uma mistura equimolar de benzeno e tolueno é sujeita a destilação *flash* em um separador a 1 atm de pressão. A curva de equilíbrio vapor-líquido e o diagrama de ponto de bolha são mostrados na **Fig. 1**. Determine as seguintes quantidades para  $f$ , fração de vaporização, igual à 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 e 1:

- A temperatura no separador.
- A composição do líquido que deixa o separador.
- A composição do vapor que deixa o separador.

### Exercício 2

(Prova 2, 2012/2)

Uma mistura contendo 70 mol% de benzeno e 30 mol% de tolueno a temperatura ambiente, na qual os componentes são miscíveis em qualquer proporção, é alimentada em uma sequência de 2 vasos *flash* ligados em série. A saída da corrente da fase líquida do primeiro vaso *flash* é alimentada no segundo como indicado na figura abaixo. O processo é conduzindo a uma pressão constante de 1 atm. Os dados de equilíbrio L-V estão disponíveis na **Fig. 2**.



Calcule o que se pede para cada um dos cenários descritos abaixo:

- Considere ambos os vasos *flash* com uma fração vaporizada de 50%.
  - Quais são as composições de benzeno das correntes de vapor que deixam os 2 vasos?
  - Quais são as temperaturas de operação dos 2 vasos?
  - Comparando as composições do benzeno nas correntes de líquido e de vapor dos vasos qual

é a corrente que está ficando mais rica em benzeno: líquida ou vapor? Justifique.

- Considere os vasos *flash* com temperaturas de 90°C e 95°C respectivamente.
  - Quais são as frações vaporizadas nos 2 vasos?
  - Quais são as composições de benzeno das correntes de vapor que deixam os 2 vasos?
- Considere o primeiro e o segundo vasos *flash* com 60 mol% e 50 mol% de benzeno na corrente de líquido respectivamente.
  - Quais são as frações vaporizadas nos 2 vasos?
  - Quais são as temperaturas de operação dos 2 vasos?

Respostas: I. (a)  $y_1 = 0,79$  e  $y_2 = 0,71$ . (b)  $T_1 = 89^\circ\text{C}$  e  $T_2 = 92^\circ\text{C}$ .

II. (a)  $f_1 = 0,67$  e  $f_2 = 0,77$ . (b)  $y_1 = 0,76$  e  $y_2 = 0,62$ . III. (a)  $f_1 = 0,506$  e  $f_2 = 0,476$ . (b)  $T_1 = 89,5^\circ\text{C}$  e  $T_2 = 92^\circ\text{C}$ .

### Exercício 3

(Wankat, 2012, Problema D1)

Deseja-se separar uma mistura de metanol e água em um vaso *flash* a 1 atm de pressão. Os dados de equilíbrio são mostrados na **Tab. 1**.

Tabela 1: Dados de equilíbrio vapor-líquido para metanol(A)–água(B) ( $p = 1$  atm).

$x_A$	$y_A$	$T$ (°C)	$x_A$	$y_A$	$T$ (°C)
0	0	100	40	72,9	75,3
2	13,4	96,4	50	77,9	73,1
4	23	93,5	60	82,5	71,2
6	30,4	91,2	70	87	69,3
8	36,5	89,3	80	91,5	67,6
10	41,8	87,7	90	95,8	66
15	51,7	84,4	95	97,9	65
20	57,9	81,7	100	100	64,5
30	66,5	78			

- A alimentação é 60 mol% de metanol, e 40% da corrente alimentada é vaporizada. Quais são as frações molares do vapor e do líquido e a respectivas vazões? Assuma uma alimentação de 100 kmol/h.
- Repita (a) para uma alimentação de 1500 kmol/h.
- Se a alimentação é de 30 mol% de metanol e deseja-se chegar a um produto líquido com 20 mol% de metanol, qual deve ser a relação  $V/F$  usada? Para uma

alimentação de 1000 lbmol/h, encontre as vazões e composições dos produtos.

- d) O vaso é operado de forma a obter um produto líquido com 45 mol% de metanol.  $L = 1500$  kmol/h e  $V/F = 0,2$ . Quais são a composição e a vazão da carga alimentada?
- e) Se  $z = 0,4$  e  $T = 77^\circ\text{C}$ , encontre  $V/F$ ,  $x_A$  e  $y_A$ .
- f) Se  $F = 50$  mol/h,  $z = 0,8$  e  $y_A = 0,892$ , encontre  $V$ ,  $L$  e  $x_A$ .

Utilize a **Fig. 3** para graficar os dados experimentais e resolver o exercício.

Respostas: (a)  $y = 0,77$  e  $x = 0,48$ . (b)  $V = 600$  e  $L = 900$ . (c)  $V/F = 0,264$  e  $y = 0,579$ . (d)  $F = 1875$  kmol/h. (e)  $V/F = 0,17$ . (f)  $x = 0,756$ ,  $V = 16,18$  mol/h e  $L = 33,82$  mol/h.

## Exercício 4

(Wankat, 2012, Exemplo 2-1)

Um vaso de destilação *flash* opera a pressão de 101,3 kPa é usado para separar uma mistura etanol-água. A mistura alimentada é de 40 mol% de etanol e  $F = 100$  kmol/h. Os dados de equilíbrio vapor-líquido são dados na **Fig. 4**. Determine:

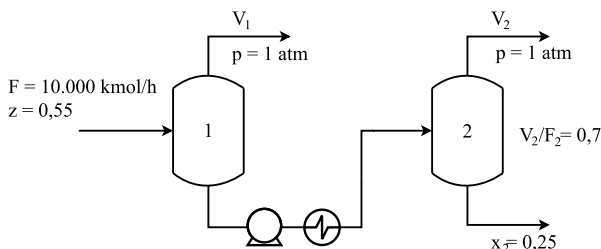
- a) Quais são a composição máxima de etanol na fase vapor e a composição mínima de etanol na fase líquida assumindo que  $V/F$  é permitido variar livremente?
- b) Se  $V/F = 2/3$ , quais são as composições das fases líquida e vapor?
- c) Repita (b) dado que  $F$  é especificado como 1000 kmol/h.

Respostas: (a)  $y_{\text{máx}} = 0,61$  e  $x_{\text{min}} = 0,075$ . (b)  $y = 0,52$  e  $x = 0,17$ . (c) a mesma.

## Exercício 5

(Wankat, 2012, Problema D2)

Dois vasos *flash* são conectados como mostrado na figura abaixo. Ambos estão a 1 atm de pressão. A alimentação do primeiro vaso é uma mistura binária de metanol e água com 55 mol% de metanol. A vazão alimentada é de 10000 kmol/h. O segundo vaso opera com  $V_2/F_2 = 0,7$  e a composição do produto líquido é de 25 mol% de metanol. Os dados de equilíbrio são mostrados na **Tab. 1**.

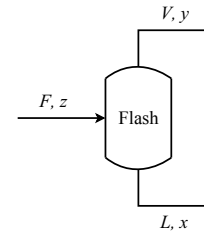


- a) Qual é a fração vaporizada no primeiro vaso?
- b) Quais são os valores de  $y_1$ ,  $y_2$ ,  $x_1$ ,  $T_1$  e  $T_2$ ?

Utilize a **Fig. 3** para graficar os dados experimentais e resolver o exercício.

Respostas: (a) 14,8%. (b)  $x_1 = 0,51$ ,  $y_1 = 0,78$ ,  $x_2 = 0,25$  e  $y_2 = 0,62$ .

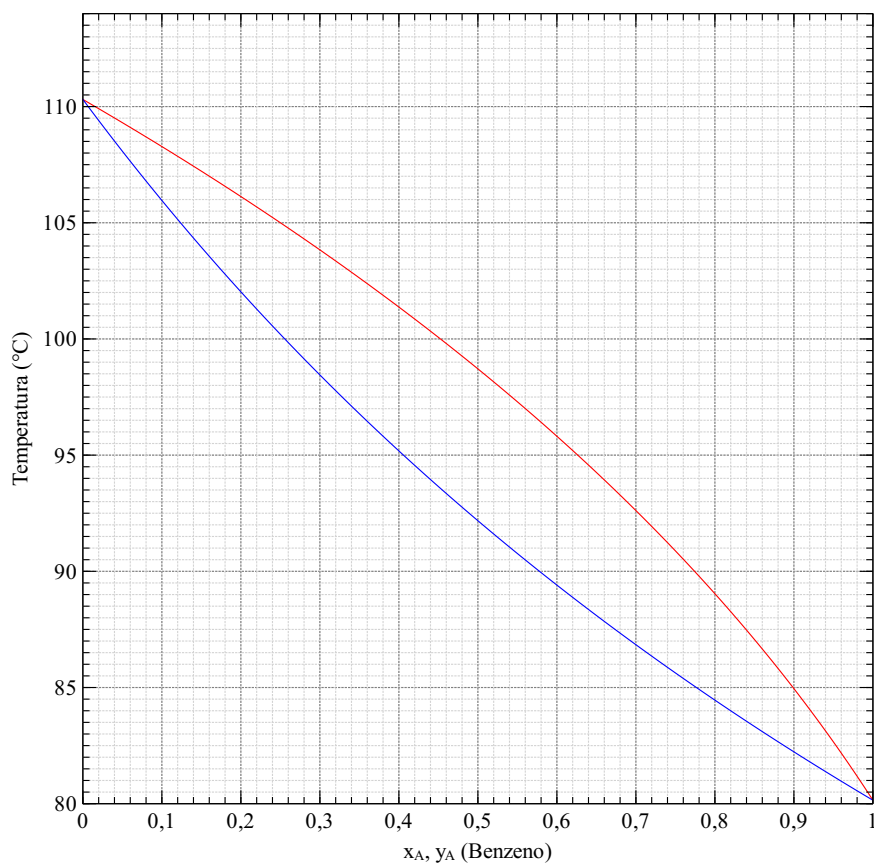
## Formulário



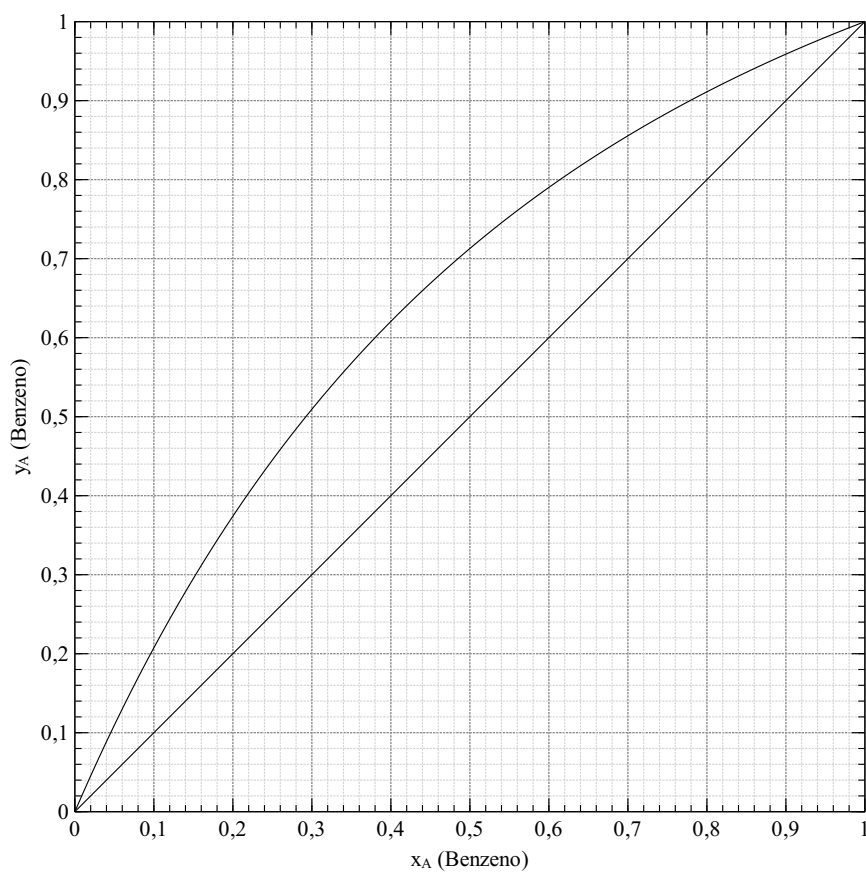
- Linha de operação:

$$y = \left( \frac{f-1}{f} \right) x + \frac{z}{f} \quad (1)$$

onde  $f = V/F$ , é a fração vaporizada.

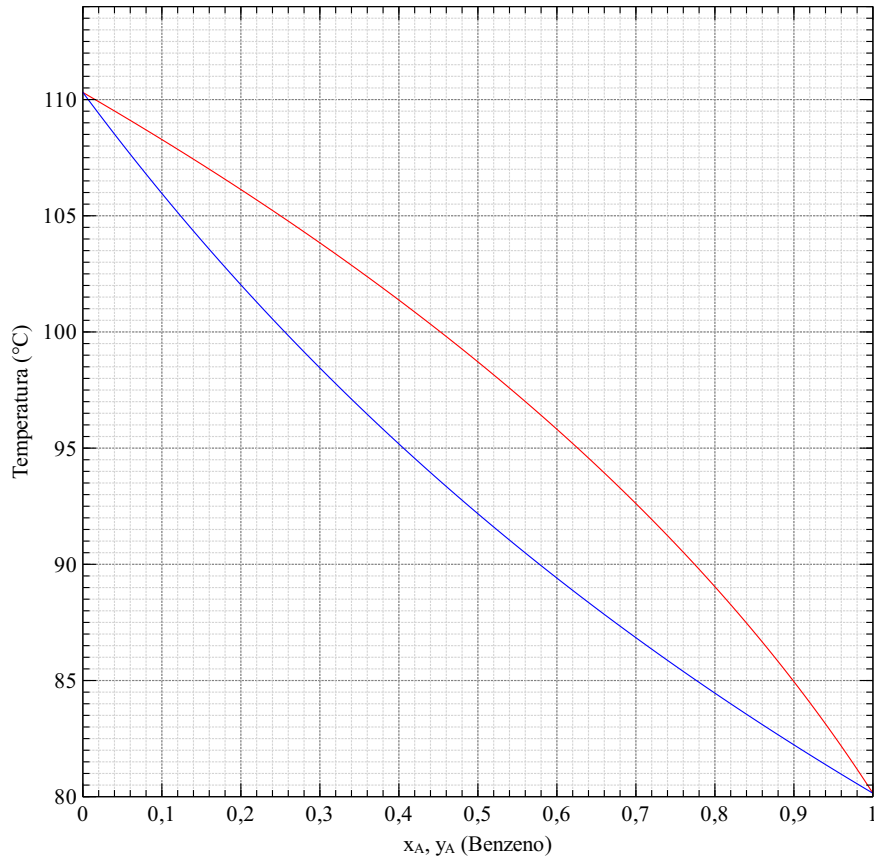


(a) Diagrama T-x-y a pressão constante.

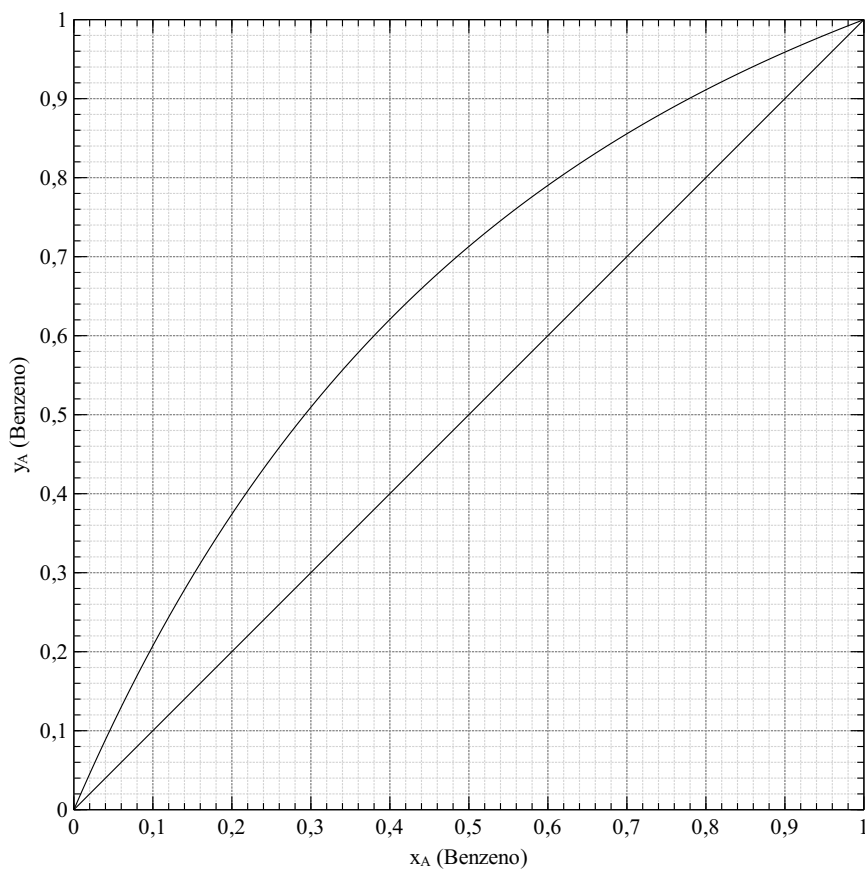


(b) Diagrama x-y a pressão constante.

Figura 1: Mistura binária benzeno(A)-tolueno(B) a 1 atm.

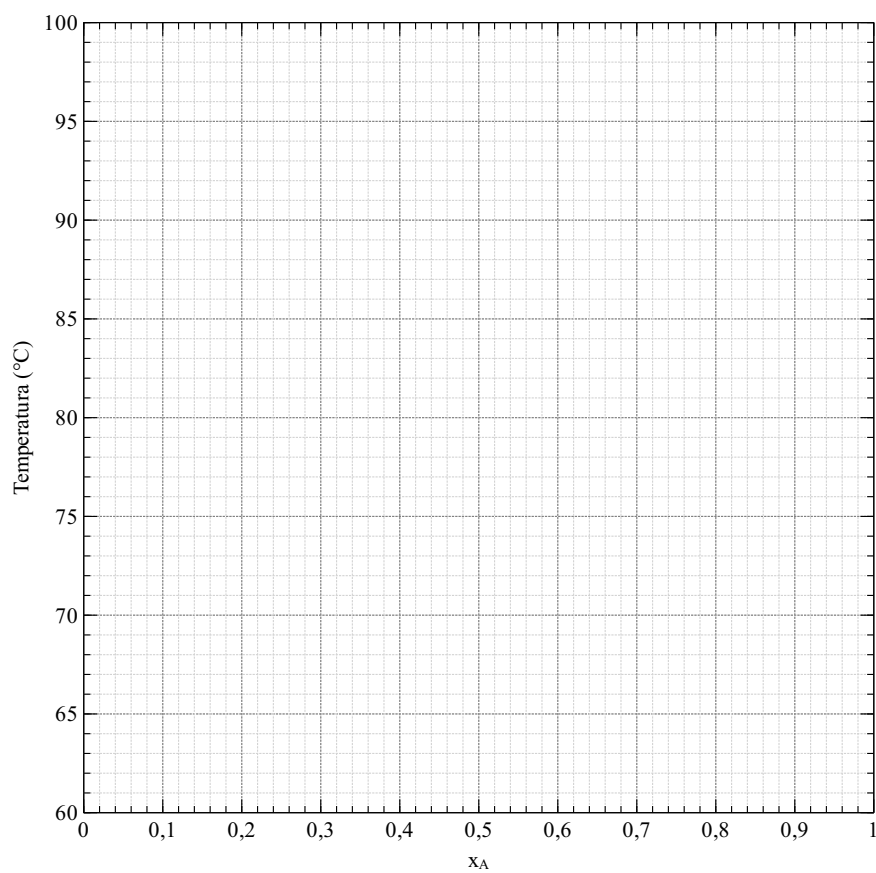


(a) Diagrama T-x-y a pressão constante.

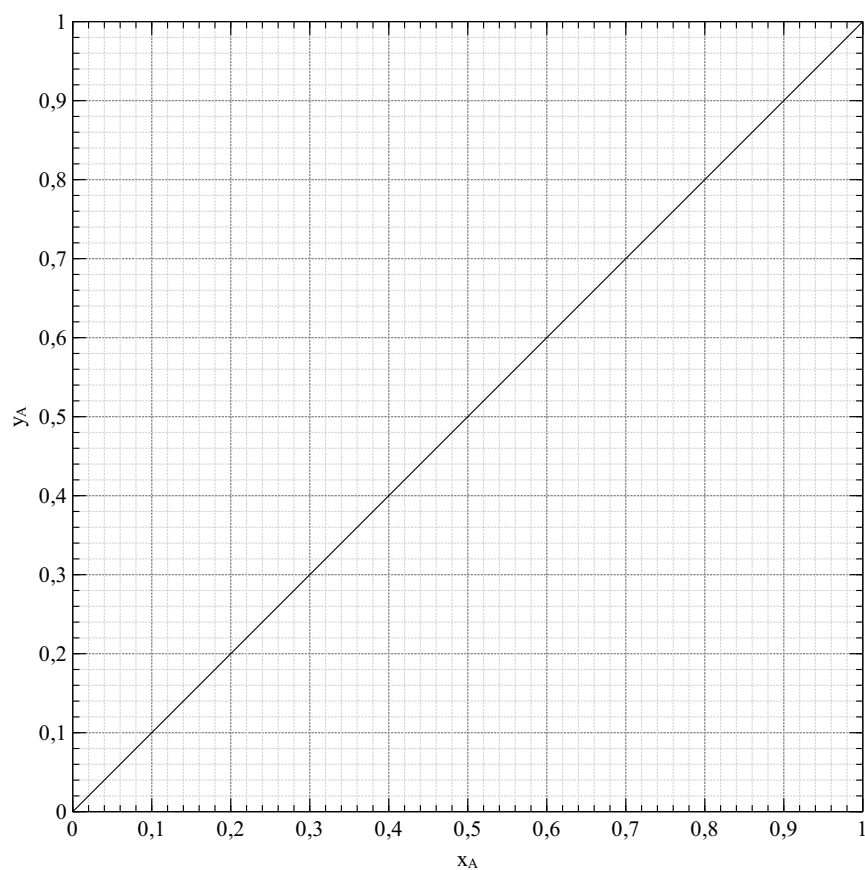


(b) Diagrama x-y a pressão constante.

Figura 2: Mistura binária benzeno(A)-tolueno(B) a 1 atm.

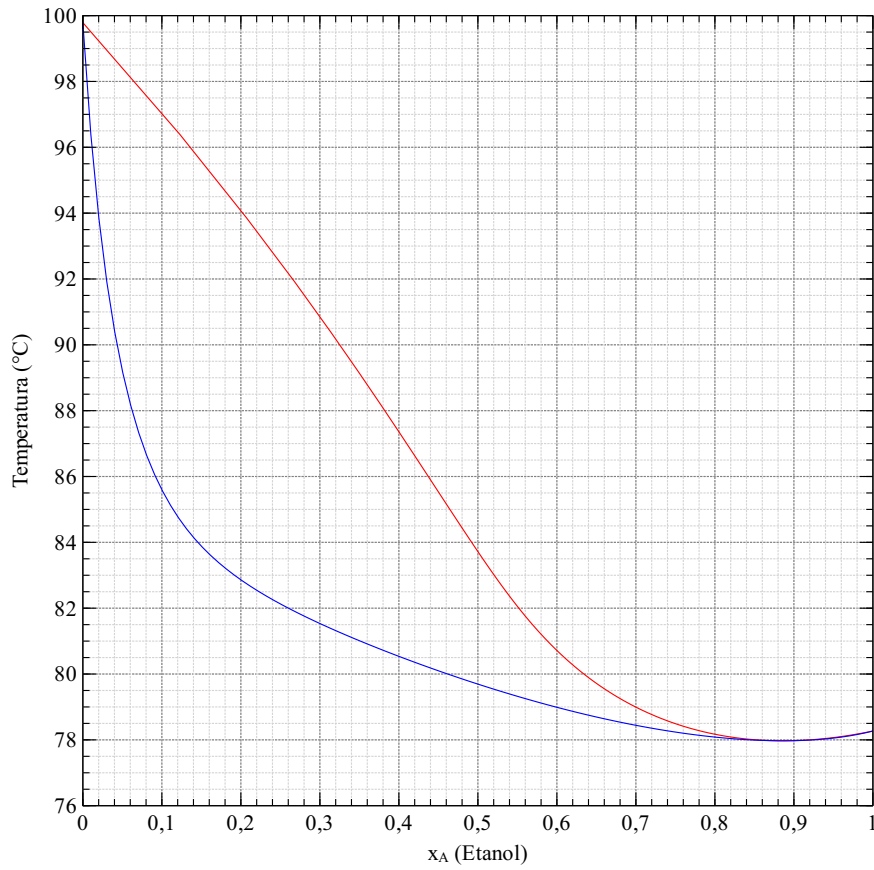


(a) Diagrama T-x-y a pressão constante

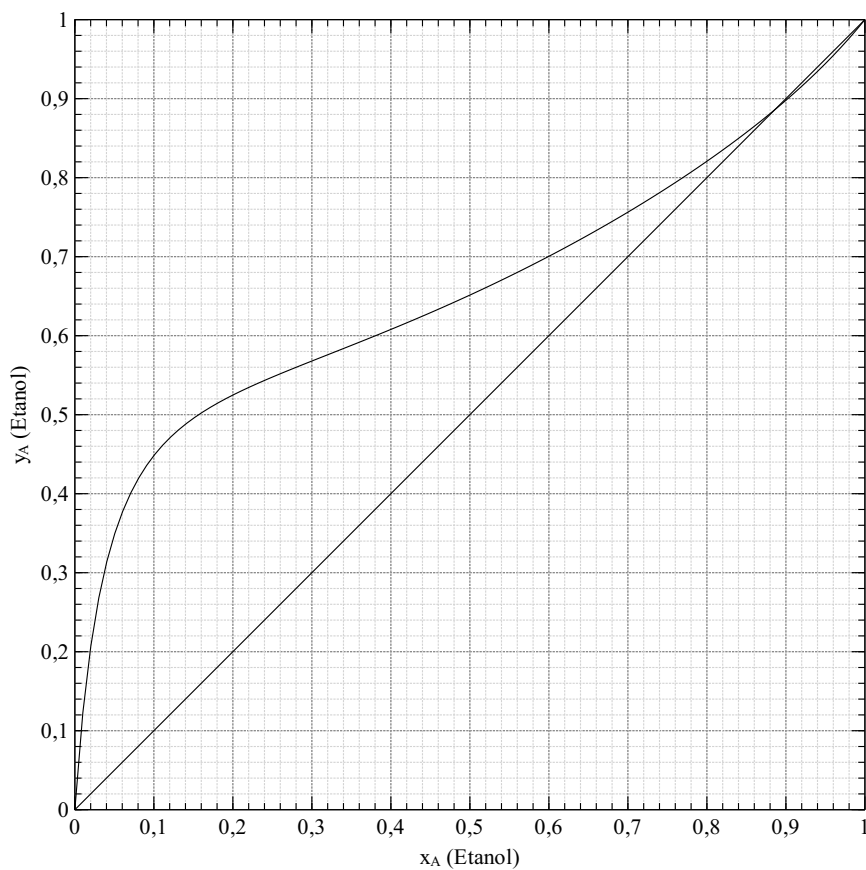


(b) Diagrama x-y a pressão constante

Figura 3: Mistura binária A-B a pressão constante.



(a) Diagrama T-x-y a pressão constante



(b) Diagrama x-y a pressão constante

Figura 4: Mistura binária etanol(A)-água(B) a 1 atm.