Termodinâmica Avançada

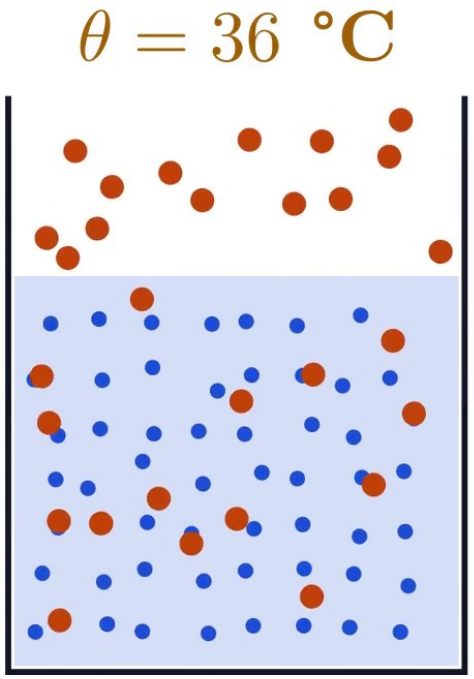
Aula 11

Misturas binárias: diagrama T–x e destilação

James Moraes de Almeida

Por que a água fria dissolve mais gás

Uma pergunta da turma



O_2 dissolvido: 6,8 mg/L

Água fria dissolve mais gás que água quente?

O oxigênio do ar fica
entre as moléculas de água.

Agora aqueça.

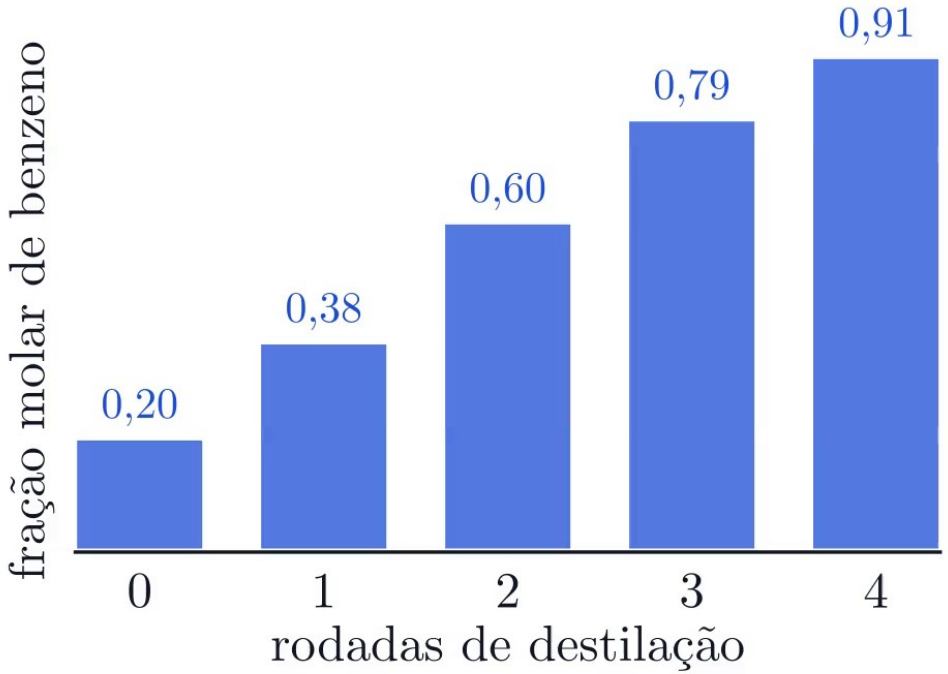
O enigma: duas destilações, dois desfechos

Destilando benzeno e tolueno

Ferva, recolha o vapor,
condense, repita.

O destilado sai mais rico em benzeno.

Quatro rodadas:
0,20 → 0,91.



calculado com Raoult (aula 09): a mistura é ideal

O diagrama T–x e a regra da alavanca

Construindo o diagrama, grau a grau

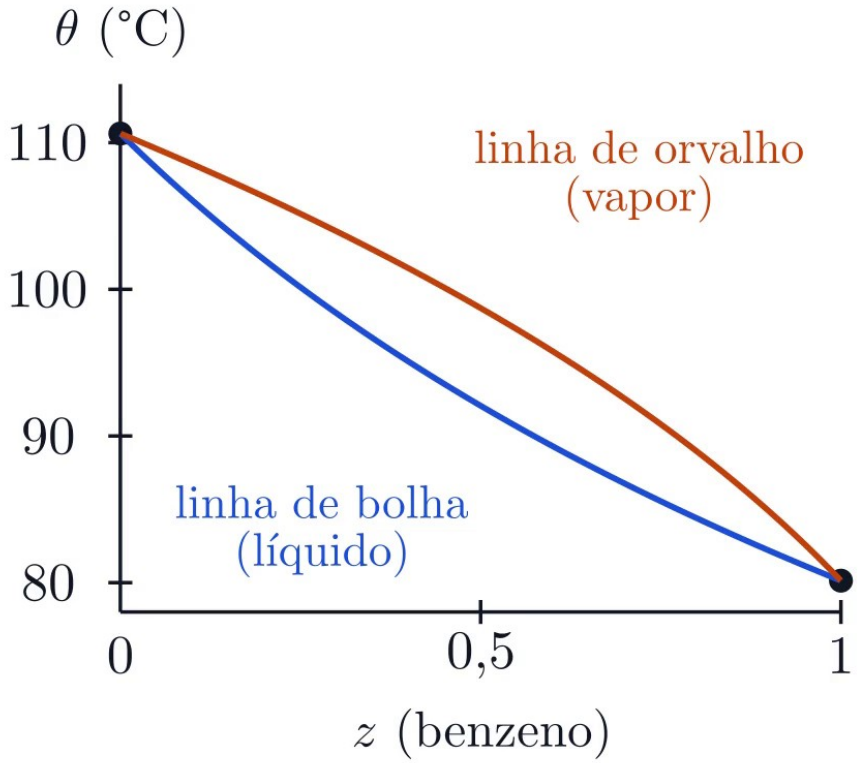
De 110,6 °C a 80,1 °C:

linha de bolha

$$x\,p^*_{\mathrm{B}}(T) + (1-x)\,p^*_{\mathrm{T}}(T) = p$$

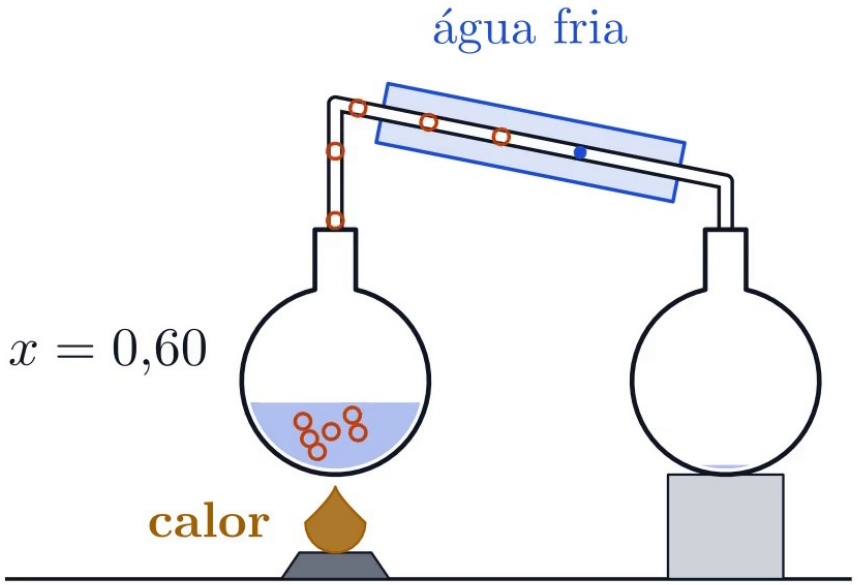
linha de orvalho

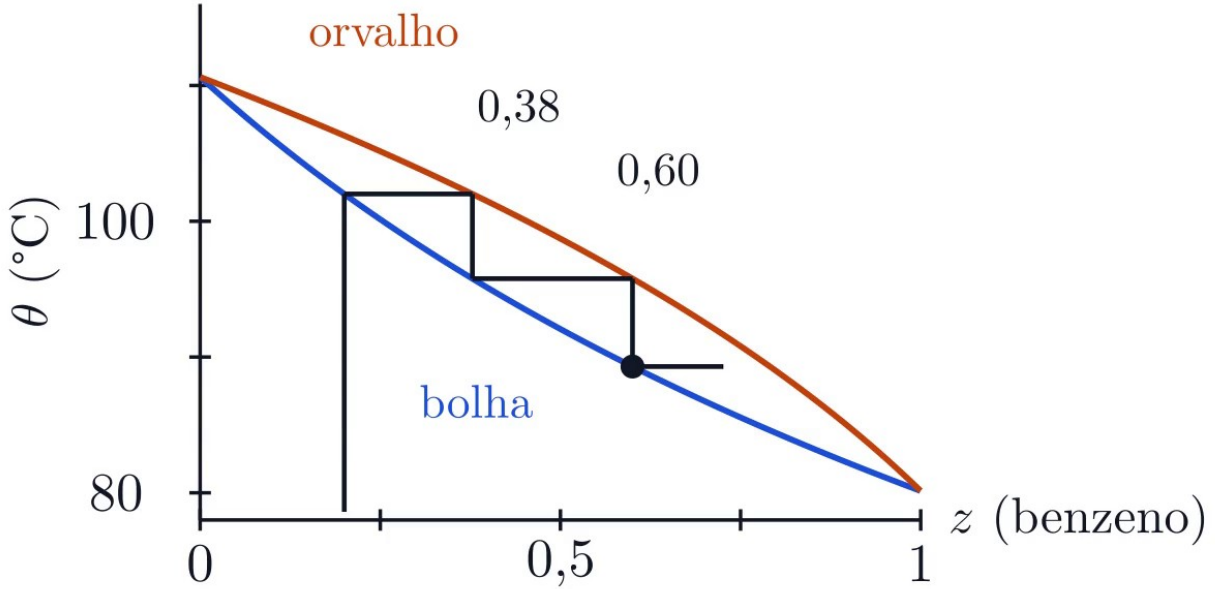
$$y = x\,p^*_{\mathrm{B}}(T)/p$$



A destilação como escada, e o azeótropo

Destilar é descer a escada do diagrama

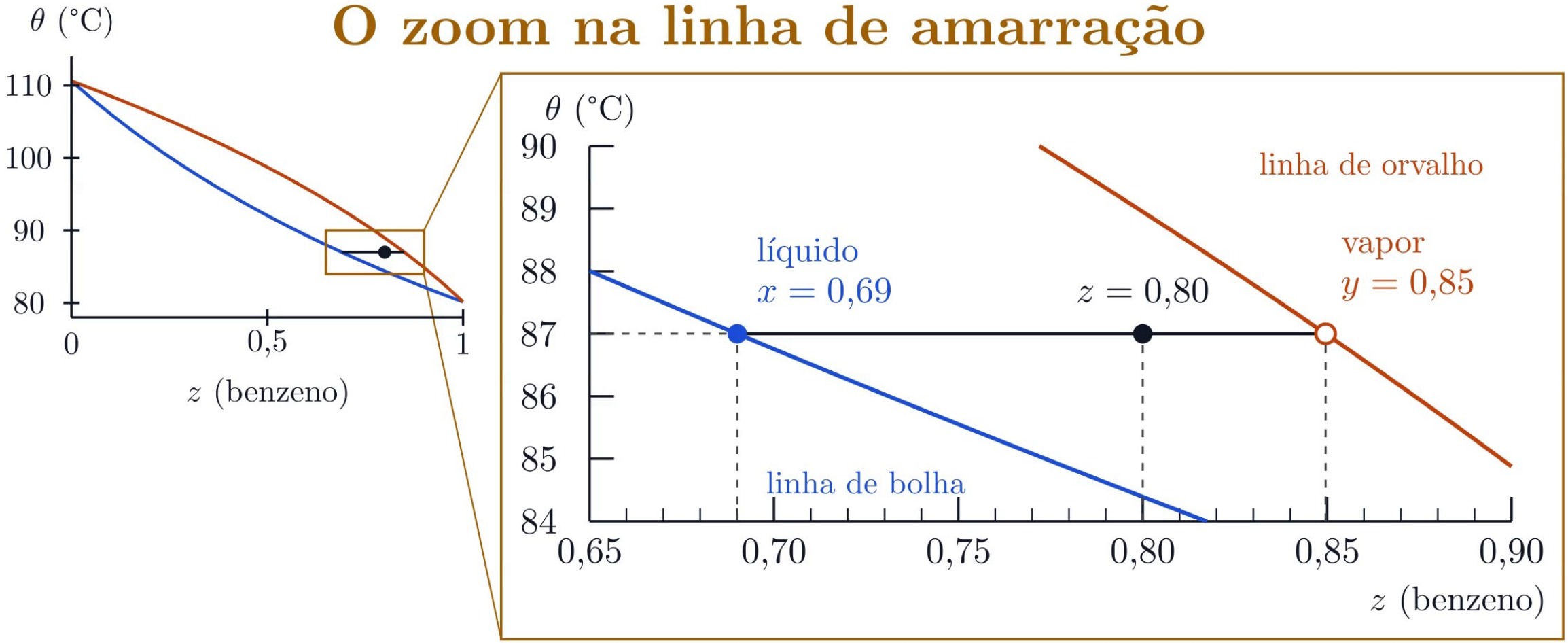




Repita.

x no balão: $0{,}20 \to 0{,}38 \to 0{,}60$

Exercício: a alavanca, passo a passo



Vocabulário da aula

Linha de bolha: onde o líquido começa a ferver; linha de orvalho: onde o vapor começa a condensar. Entre as duas, as duas fases.

Vocabulário da aula

Linha de bolha: onde o líquido começa a ferver; linha de orvalho: onde o vapor começa a condensar. Entre as duas, as duas fases.

Linha de amarração: a horizontal, de curva a curva, pela mistura; liga o líquido x ao vapor y que coexistem.

Vocabulário da aula

Linha de bolha: onde o líquido começa a ferver; linha de orvalho: onde o vapor começa a condensar. Entre as duas, as duas fases.

Linha de amarração: a horizontal, de curva a curva, pela mistura; liga o líquido x ao vapor y que coexistem.

Regra da alavanca: $n_L/n_V = (y - z)/(z - x)$ — braço maior, fase menor.

Vocabulário da aula

Linha de bolha: onde o líquido começa a ferver; linha de orvalho: onde o vapor começa a condensar. Entre as duas, as duas fases.

Linha de amarração: a horizontal, de curva a curva, pela mistura; liga o líquido x ao vapor y que coexistem.

Regra da alavanca: $n_L/n_V = (y - z)/(z - x)$ — braço maior, fase menor.

Azeótropo: composição em que líquido e vapor são iguais; a destilação para ali. Etanol + água: fração molar $x = 0{,}894$, $78{,}15\ °C$, 95,6 % em massa = 97,2 °GL (% em volume a 20 °C).

Vocabulário da aula

Linha de bolha: onde o líquido começa a ferver; linha de orvalho: onde o vapor começa a condensar. Entre as duas, as duas fases.

Linha de amarração: a horizontal, de curva a curva, pela mistura; liga o líquido x ao vapor y que coexistem.

Regra da alavanca: $n_L/n_V = (y - z)/(z - x)$ — braço maior, fase menor.

Azeótropo: composição em que líquido e vapor são iguais; a destilação para ali. Etanol + água: fração molar $x = 0{,}894$, $78{,}15\ °C$, 95,6 % em massa = 97,2 °GL (% em volume a 20 °C).

> O álcool 96° comercial (96 °GL = 93,84 % em massa) fica abaixo do azeótropo: a indústria para um pouco antes do teto da destilação.

A seguir

Lista de exercícios da Aula 11: leitura dos diagramas $T{-}x$, alavanca mol a mol e destilação. É a fonte do Teste 08.

A seguir

Lista de exercícios da Aula 11: leitura dos diagramas $T{-}x$, alavanca mol a mol e destilação. É a fonte do Teste 08.

Na próxima aula: a mesma alavanca no domo de duas fases líquidas (Aula 10), o equilíbrio sólido–líquido e o eutético — por que a solda derrete abaixo do estanho e do chumbo.

OBRIGADO

James Moraes de Almeida
james.almeida@ilum.cnpem.br

ilum.cnpem.br