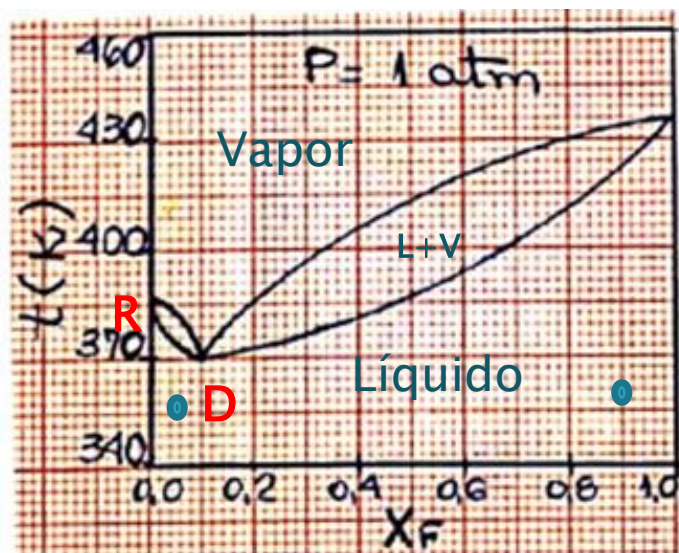


ATIVIDADE 2 – ELV EM SISTEMAS ABERTOS

1- Um diagrama de fases entre a água e o furfural revela uma mistura azeotrópica com 90,8% em moles de água a temperatura de 370,9K. Sabendo-se que o ponto de ebulição normal da água é 373K e o do furfural é 435K, deseja-se saber:

- Que substância será obtida como resíduo e como destilado em uma destilação contínua a partir de uma mistura consistindo de 10% molar de água?
- Idem para uma mistura contendo 95% molar de água.



a) $X_{\text{água}} = 10\% \text{ mol} = 0,1$
 $X_{\text{furfural}} = 100 - 10 = 90\% \text{ mol} = 0,9$

R No diagrama $T \times X_{\text{furfural}}$ a concentração da mistura tem-se: $X_{\text{furfural}} = 0,9$ (lado direito da mistura azeotrópica) **Comparar qual tem a menor Tebulição, só entre os dois: o azeótropo e o furfural**

Destilado é +volátil: $y_{\text{água}} = 90,8\% \text{ mol}$ e $y_F = 9,2\% \text{ mol}$ (mistura azeotrópica)

Resíduo é o - volátil: $x_{\text{água}} = 0,0\% \text{ mol}$ e $x_F = 100,0\% \text{ mol}$ (furfural puro)

b) $X_{\text{água}} = 95\% \text{ mol} = 0,95$; **$X_{\text{furfural}} = 0,05$**

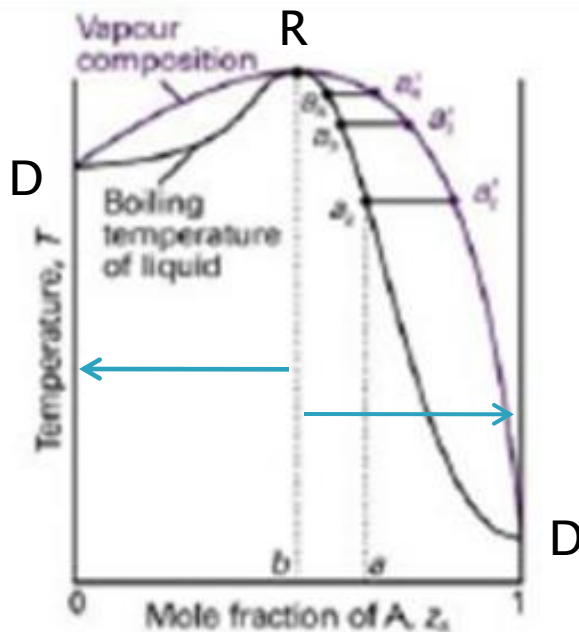
Destilado é +volátil: $y_{\text{água}} = 90,8\% \text{ mol}$ e $y_F = 9,2\% \text{ mol}$ (mistura azeotrópica)

Resíduo é o - volátil: $x_{\text{água}} = 100,0\% \text{ mol}$ (água pura) e $x_F = 0,0\% \text{ mol}$

Azeótropo sobrar  como resíduo

Componentes puros aparecerão no destilado (depende da conc. mistura)

O vapor que sai no alto da coluna de destilação é chamado de DESTÍLADO



Entre A e B puros e a composição b, qual é a menos volátil? É o azeótropo.

Azeótropo máximo

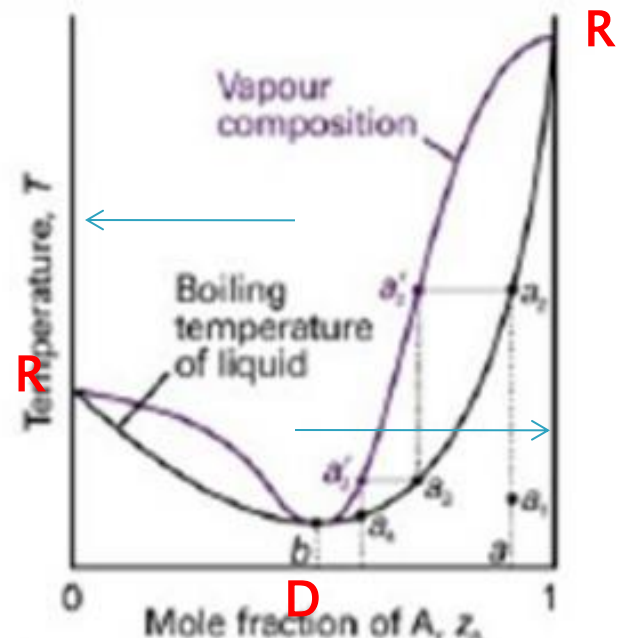
b = o vapor terá a mesma composição que o líquido, cuja a $T = \text{cte}$

D = destilado (é o que sai no alto da torre = +volátil)

R = resíduo (é o que sobra na torre = - volátil_

Azeótropo aparecerá no destilado

Componentes puros sobrarão no
resíduo (depende da conc. mistura)

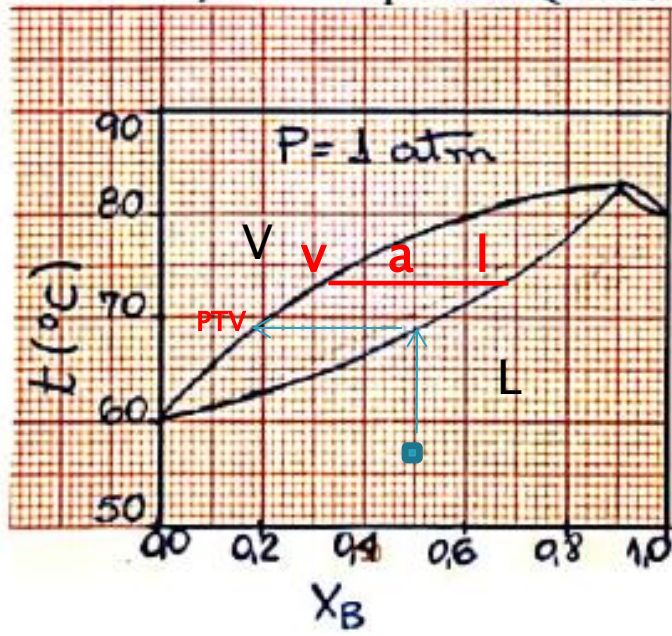


2- O diagrama de ponto de ebulição para dois líquidos miscíveis A e B é representado na figura a seguir:

- a) Ao ferver uma solução com 50% molar em um recipiente aberto, qual será a composição do primeiro traço de vapor e da última gota de líquido?
- b) Se a solução é introduzida em um sistema fechado a 1 atm de pressão constante, qual será a composição do líquido quando metade da solução for evaporada? Qual será esta temperatura?

a) $X_B=0,5$ (sistema aberto)
 PTV: $y_B=0,19$ e $y_A=0,81$ a 69°C
 UGL (Resíduo é o que possui maior
 Tebulição do lado esquerdo do
 azeótropo): $x_B=0,9$ e $x_A=0,1$

b) Sistema fechado
 $n_l = n_v$
 Não tem comportamento
 de solução ideal, como
 resolver?
 Vamos procurar no
 gráfico a posição $al=av$
 $x_B = ?$ $x_A = ?$
 $T = ?$



PTV (1° traço de vapor) é igual tanto no sistema fechado como no aberto!

b) 50% evaporou a
 alavanca será
 $al = av$ (procurar ~8mm)
 $(x_B - 0,5) = (0,5 - y_B)$
 $x_B = 0,66$ (curva líquido)
 e $x_A = 1 - 0,66 = 0,34$

$y_B = 0,30$ (curva vapor)
 e $y_A = 1 - 0,30 = 0,70$

$T = 73^{\circ}\text{C}$

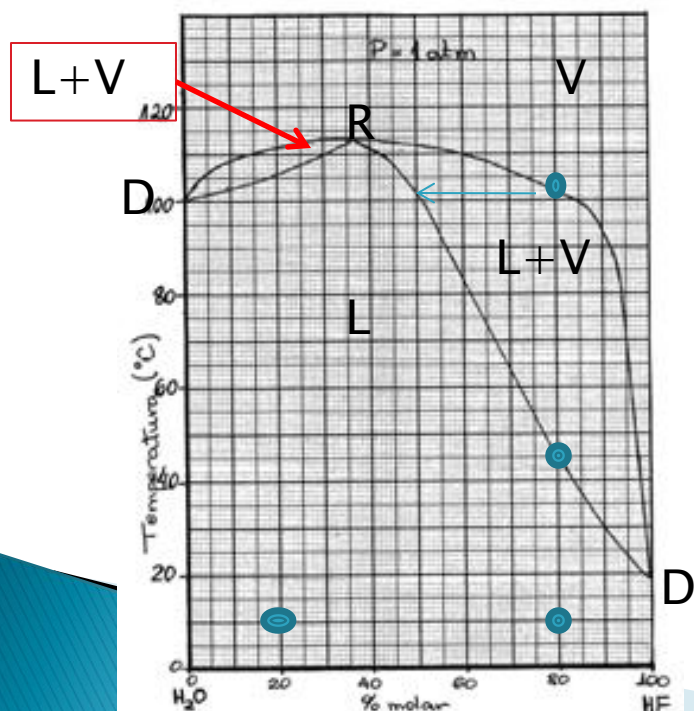
Soluções não ideais não seguem a Lei de Raoult
 (não pode usar as equações da reta nem da curva)

3- A partir do diagrama de equilíbrio liquido-vapor (ELV) da água e ácido fluorídrico, responda:

- a) Considerando o sistema fechado quais as composições do primeiro traço de vapor (PTV) e da última gota de líquido (UGL) para uma solução de 20% de água.

Considerando o sistema aberto responda as perguntas:

- b) Quais as composições do primeiro traço de vapor (PTV) e da última gota de líquido (UGL) para uma solução de 20% de água?
- c) Sendo aquecida uma solução de 80% de água contendo inicialmente 10 mol, determine a temperatura de ebulição do PTV e as composições do resíduo e do destilado



a) Recipiente fechado: $X_{HF} = 80\% \text{ mol}$

PTV: $y_{HF} = 97\% \text{ mol}$ $y_{H_2O} = 3\% \text{ mol}$

UGL: $x_{HF} = 50\% \text{ mol}$ $x_{H_2O} = 50\% \text{ mol}$

b) Recipiente aberto: $X_{HF} = 80\% \text{ mol}$

PTV: $y_{HF} = 97\% \text{ mol}$ $y_{H_2O} = 3\% \text{ mol}$

UGL = Resíduo = composição da mistura azeotrópica

$x_{HF} = 37\% \text{ mol}$ e $x_{H_2O} = 63\% \text{ mol}$

Destilado = $y_{HF} = 100,0\% \text{ mol}$ $y_{H_2O} = 0,0\%$

c) Recipiente aberto:

$X_{\text{água}} = 80\% \text{ mol}$ logo $X_{HF} = 100 - 80 = 20\% \text{ mol}$

$T(\text{PTV}) = 106^\circ\text{C}$

Resíduo: azeótropo $x_{HF} = 37\% \text{ mol}$ e $x_{\text{água}} = 63\% \text{ mol}$

Destilado (vapor): $y_{HF} = 0\% \text{ mol}$ $y_{\text{água}} = 100\% \text{ mol}$

- ▶ d) Sendo aquecida uma solução com 20% ml de água até ponto de ebulição aumentar 20°C, determine o número de mols de HF na fase vapor e na fase líquida. Considere inicialmente 10 mol de solução inicial.

Solução 20% ml água => 80% mol HF → diagrama ELV a $T_{eb, inicial} = 45^\circ\text{C}$ com vapor com concentração igual a $y_{HF, inicial} = 97\%$

Com a retirada de vapor até 20°C acima tem-se $T_{eb, final} = 65^\circ\text{C}$ e $y_{HF, final} = 95\%$

Considerando que todo o vapor recolhido neste processo foi colocado num recipiente pode-se atribuir uma concentração média: $y_{médio} = (97 + 95)/2 = 96\%$ mol

Regra da alavanca a 65°C:



Sendo $n_l \cdot a_l = n_v \cdot a_v$ e sabendo que $n_l + n_v = 10$ mol

Onde $n_l = n^\circ$ mol de líquido e $n_v = n^\circ$ mol de vapor

Posso calcular o n_l : $n_l \cdot (80 - 69) = (10 - n_l) \cdot (96 - 80) \Rightarrow n_l = 160/27 = 5,93$ mol

E o n_v da fase vapor: $n_v = 10 - n_l = 4,07$ mol

Cálculo do n° mol de HF em cada fase (Observe que a soma tem que dar 8mol porque a solução tem 80% de HF)

Fase líquida: $(n_{HF})_{líq} = x_{HF} \cdot n_l = 0,69 \cdot 5,93 \Rightarrow (n_{HF})_{líq} = 4,09$ mol

Fase vapor: $(n_{HF})_{vap} = y_{médio\ HF} \cdot n_v = 0,96 \cdot 4,07 \Rightarrow (n_{HF})_{vap} = 3,91$ mol de HF