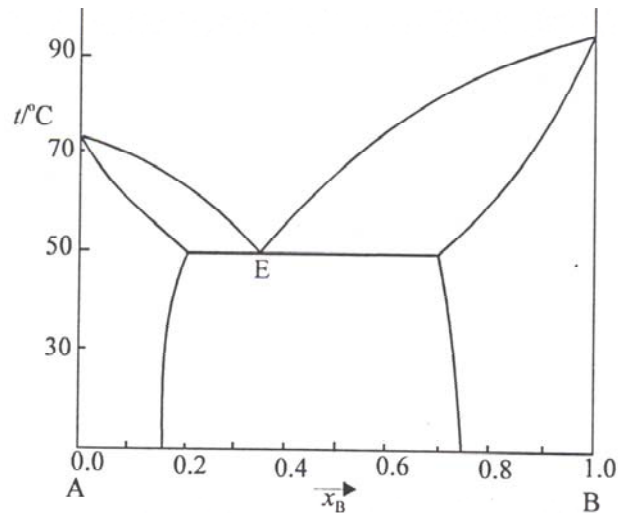


**INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR**  
**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA**

*Licenciatura em Engenharia Química*

**TERMODINÂMICA QUÍMICA II – 3ª Série de Exercícios**

1. Considere o seguinte diagrama de uma mistura binária dos líquidos A e B parcialmente miscíveis a 1 atm.



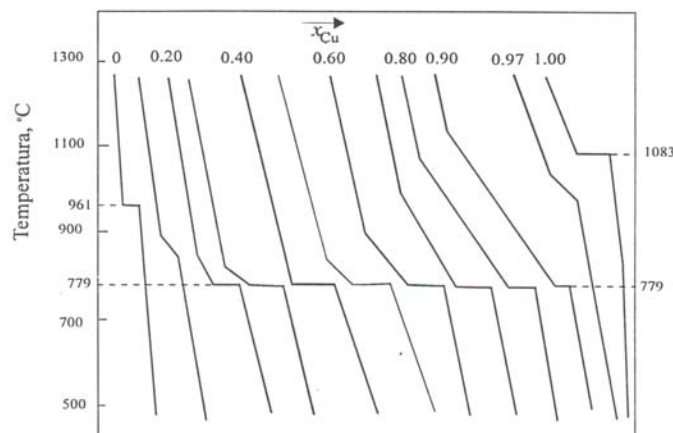
- 1.1. Identifique cada zona do diagrama e aplique a regra das fases ao ponto E.
- 1.2. Estime a solubilidade do composto A em B a 30 °C.
- 1.3. Diga quais as fases presentes, sua composição e quantidades relativas, para uma mistura equimolar e às temperaturas de i) 40 °C; ii) 50 °C; iii) 60 °C e iv) 80 °C.
- 1.4. Sabendo que a pressão de vapor do composto A puro a 95 °C é 1.8 atm., estimar a entalpia de vaporização de A.
- 1.5. A mistura de A com B apresenta à pressão de 5 atm uma temperatura crítica superior a cerca de 120 °C. Esquematizar o diagrama *T-composição* nestas condições.
2. O álcool isobutílico ( $t_{eb} = 108 \text{ °C}$  e  $M = 74.12 \text{ g.mol}^{-1}$ ) e o brometo de isobutilo ( $t_{eb} = 91 \text{ °C}$  e  $M = 137.03 \text{ g.mol}^{-1}$ ), formam a 1atm uma mistura azeotrópica que entra em ebulição a 89 °C e que contem 12% em massa de álcool.
- 2.1. Esboçar o diagrama *T-composição* deste sistema a pressão constante.
- 2.2. Qual o componente que pode ser obtido puro por destilação fraccionada de uma mistura equimolar?

- 2.3. Se 150 g de álcool reagirem para formar brometo com uma conversão de 95% e se a mistura for fraccionada, que peso de brometo de isobutilo puro se pode obter?
- 2.4. Sabendo que a 89 °C as pressões de vapor do álcool isobutílico e do brometo de isobutilo são respectivamente 0.60 atm e 0.85 atm, calcular a energia de Gibbs molar em excesso de uma mistura que contém 12% em massa de álcool.
- 2.5. Estimar a entalpia de vaporização do álcool e comparar com a regra de Trouton.
3. Considere o sistema antimónio/chumbo a 1 bar. Admita que este sistema se comporta como uma solução ideal no estado líquido e que não forma soluções sólidas.
- 3.1. Calcular a solubilidade ideal do antimónio em chumbo líquido a 500 °C.
- 3.2. Calcular a temperatura de fusão de uma solução com 10% em moles de antimónio.
- 3.3. Sabendo que a composição eutética é 87% em massa de chumbo, calcular a temperatura de equilíbrio trifásico.
- 3.4. Esboçar o diagrama de equilíbrio *sólido-líquido* do sistema a 1 bar, caracterizando as diferentes zonas do diagrama quanto às fases presentes e composições.

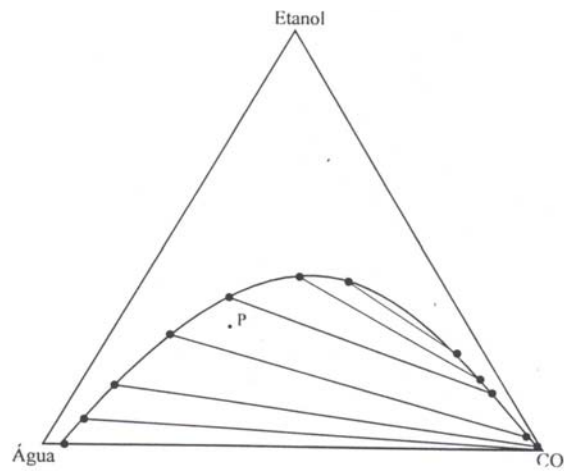
Dados:

	$\Delta H_{fus} (kcal.mol^{-1})$	$T_{fus}/^{\circ}C$
Sb	4.80	630.5
Pb	1.22	327.4

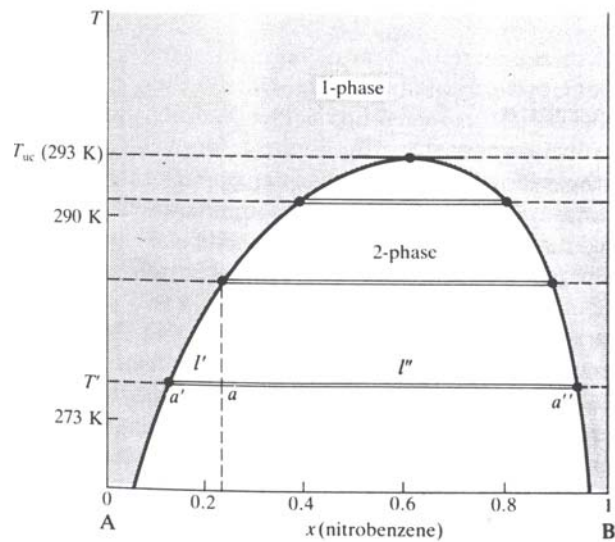
4. A figura seguinte mostra um conjunto de curvas de arrefecimento obtidas para o sistema *Ag-Cu* à pressão atmosférica, e para diferentes fracções molares de cobre indicadas na figura:



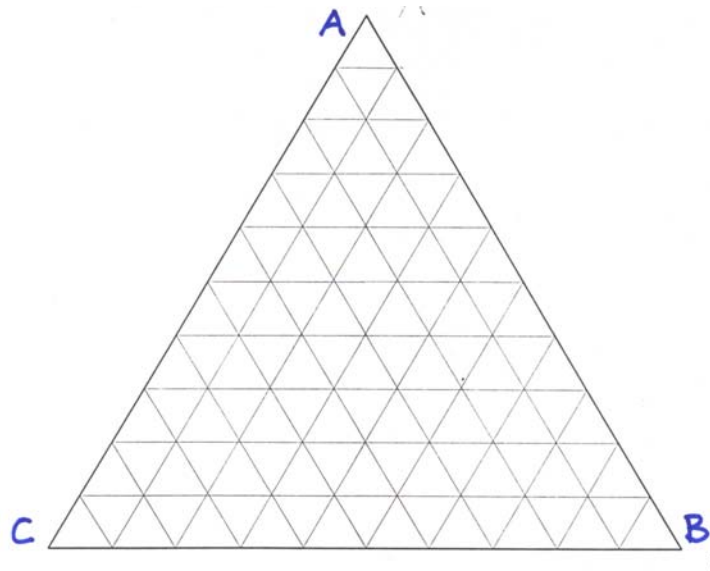
- 4.1. Sabe-se ainda que a 779 °C as solubilidades mútuas dos sólidos são  $x_{Ag} = 0.05$  e  $x_{Cu} = 0.15$  e que a 300 °C os sólidos são totalmente imiscíveis. Esboçar o diagrama de fases e identificar as zonas. Comparar com o diagrama deste sistema disponível na base de dados seguinte: [http://cyberbuzz.gatech.edu/asm\\_tms/phase\\_diagrams/](http://cyberbuzz.gatech.edu/asm_tms/phase_diagrams/)
- 4.2. Considere uma mistura de composição  $x_{Cu} = 0.8$  a 900 °C. Diga quais as fases em equilíbrio, respectivas composições e quantidades relativas.
5. A figura seguinte representa o diagrama de fases, a 308 K e 100 bar, da mistura ternária etanol/água/dióxido de carbono com algumas *tie-lines* representativas.



- 5.1. Admita que 2 moles de  $CO_2$  são adicionadas a 1 mole de  $H_2O$  e 0.33 moles de etanol. Diga qual a fase ou fases presentes, respectivas composições e quantidades relativas.
- 5.2. Quais as solubilidades relativas dos sistemas binários  $H_2O/CO_2$  e  $CO_2$ /etanol nestas condições?
- 5.3. Considere uma mistura binária equimolar de  $H_2O$  e  $CO_2$ . Diga o que se passa quando se vai adicionando etanol a esta mistura binária.
6. Considere a figura para o sistema hexano/nitrobenzeno. Uma mistura de 50 g de benzeno (0.59 mol) e 50 g de nitrobenzeno (0.41 mol) é preparada a 290 K. Quais as composições das fases e em que proporções ocorrem? Qual a temperatura para obter uma única fase?



7. Considere o seguinte diagrama triangular:

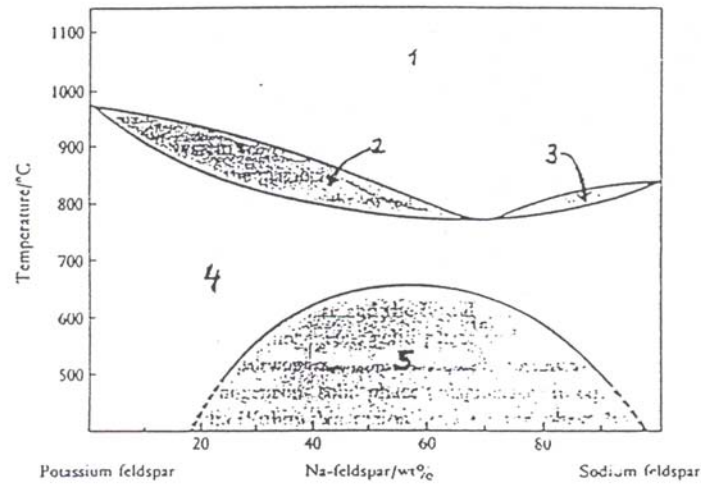


7.1. Marcar os seguintes pontos:

- a)  $x_A = 0.2$  ;  $x_B = 0.8$  e  $x_C = 0$
- b)  $x_A = 0.8$  ,  $x_B = 0.1$  e  $x_C = 0.1$
- c)  $x_A = 0.1$  ,  $x_B = 0.2$  e  $x_C = 0.7$
- d)  $x_A = 0.2$  ,  $x_B = 0.4$  e  $x_C = 0.4$
- e)  $x_A = 0.3$  ,  $x_B = 0.6$  e  $x_C = 0.1$

7.2. Comentar relativamente aos pontos c) d) e)

8. A figura seguinte representa o diagrama de fases do sistema feldspato de sódio + feldspato de potássio a 1 atm entre 500 e 1000 °C.



- 8.1. Caracterizar as várias regiões do diagrama
- 8.2. Explicar a existência da região 5.
- 8.3. Considerar uma mistura com 40% de feldspato de sódio. Descrever o que acontece quando é arrefecida de 1000 °C até 500 °C e aplicar a regra da alavanca neste ponto.