

RESOLUÇÃO E COMENTÁRIOS

1. Determine as porcentagens atômicas e em massa dos elementos presentes nos compostos: Nb_5Si_3 ; Al_2O_3 ; Fe_3C ; TiAl_3 .

Obs.: $MM_{\text{Nb}} = 92,9 \text{ g/mol}$; $MM_{\text{Si}} = 28 \text{ g/mol}$; $MM_{\text{Al}} = 27 \text{ g/mol}$; $MM_{\text{O}} = 16 \text{ g/mol}$; $MM_{\text{C}} = 12 \text{ g/mol}$; $MM_{\text{Ti}} = 47,9 \text{ g/mol}$; $MM_{\text{Fe}} = 55,8 \text{ g/mol}$.

Exemplo: Nb_5Si_3

$$\%at. Nb = \frac{5}{(5+3)} \cdot 100 = 62,5 \%at. Nb$$

$$\%at. Si = \frac{3}{(5+3)} \cdot 100 = 37,5 \%at. Si$$

$$\%wt. X = \frac{(\%at. X) \cdot (\text{peso atômico } X)}{(\%at. X) \cdot (\text{peso atômico } X) + (\%at. Y) \cdot (\text{peso atômico } Y)} \cdot 100$$

$$\%wt. Nb = \frac{(\%at. Nb) \cdot (MM_{Nb})}{(\%at. Nb) \cdot (MM_{Nb}) + (\%at. Si) \cdot (MM_{Si})} \cdot 100 = \frac{62,5 \cdot 92,9}{62,5 \cdot 92,9 + 37,5 \cdot 28} \cdot 100 = 84,69 \%wt. Nb$$

$$\%wt. Si = \frac{(\%at. Si) \cdot (MM_{Si})}{(\%at. Nb) \cdot (MM_{Nb}) + (\%at. Si) \cdot (MM_{Si})} \cdot 100 = \frac{37,5 \cdot 28}{62,5 \cdot 92,9 + 37,5 \cdot 28} \cdot 100 = 15,31 \%wt. Si$$

2. Determine as porcentagens atômicas dos elementos das seguintes ligas, cujas composições são dadas em porcentagens em massa:

a. 74Fe-18Cr-8Ni (inox grau 304);

b. 98,85Fe-0,45C-0,70Mn (aço SAE 1045);

Obs.: $MM_{Fe} = 55,8 \text{ g/mol}$; $MM_{Cr} = 52 \text{ g/mol}$; $MM_{Ni} = 58,7 \text{ g/mol}$; $MM_{Mn} = 55 \text{ g/mol}$.

Exemplo: 74Fe-18Cr-8Ni

$$\%at. X = \frac{(\%wt. X) / (\text{peso atômico } X)}{(\%wt. X) / (\text{peso atômico } X) + (\%wt. Y) / (\text{peso atômico } Y)} \cdot 100$$

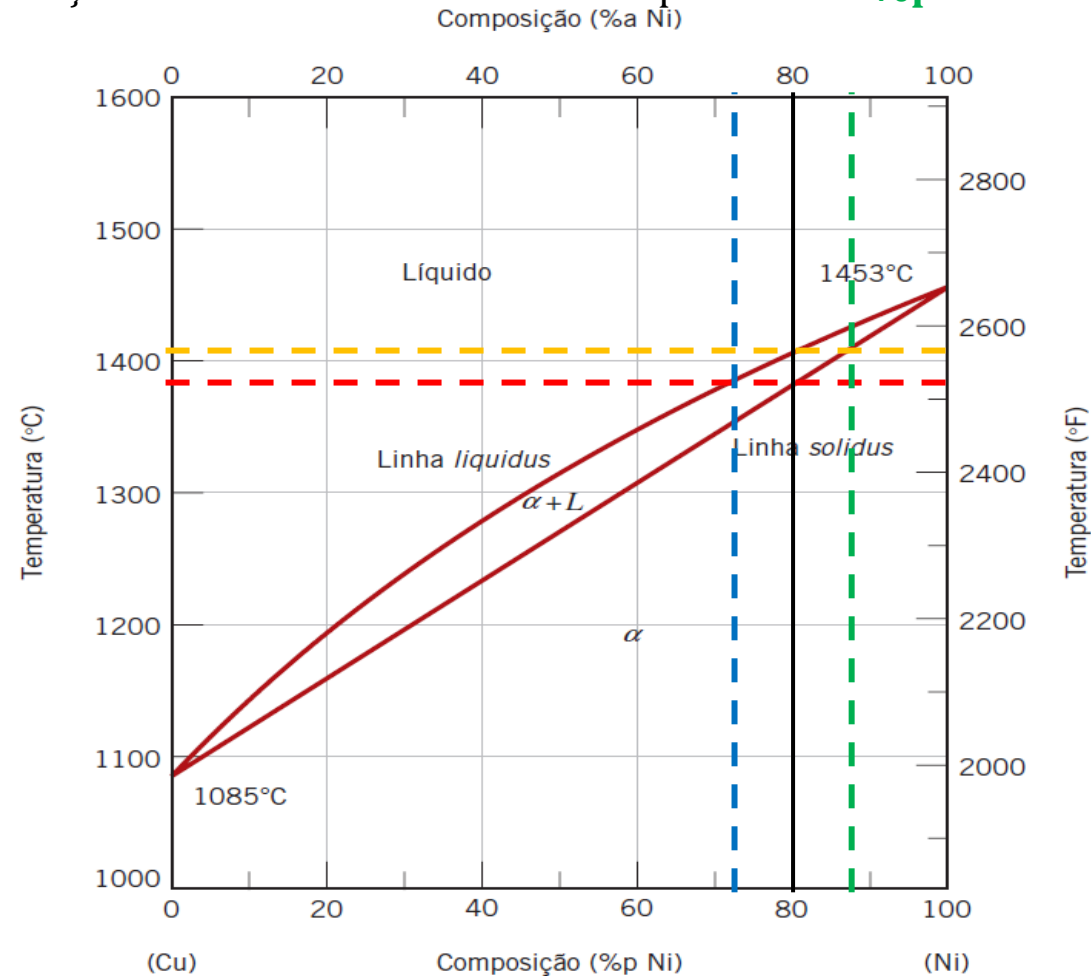
$$\%at. Fe = \frac{(\%wt. Fe) / (MM_{Fe})}{(\%wt. Fe) / (MM_{Fe}) + (\%wt. Cr) / (MM_{Cr}) + (\%wt. Ni) / (MM_{Ni})} \cdot 100 = \frac{74 / 55,8}{74 / 55,8 + 18 / 52 + 8 / 58,7} \cdot 100 = 73,33 \%at. Fe$$

$$\%at. Cr = \frac{(\%wt. Cr) / (MM_{Cr})}{(\%wt. Fe) / (MM_{Fe}) + (\%wt. Cr) / (MM_{Cr}) + (\%wt. Ni) / (MM_{Ni})} \cdot 100 = \frac{18 / 52}{74 / 55,8 + 18 / 52 + 8 / 58,7} \cdot 100 = 19,14 \%at. Cr$$

$$\%at. Ni = \frac{(\%wt. Ni) / (MM_{Ni})}{(\%wt. Fe) / (MM_{Fe}) + (\%wt. Cr) / (MM_{Cr}) + (\%wt. Ni) / (MM_{Ni})} \cdot 100 = \frac{8 / 58,7}{74 / 55,8 + 18 / 52 + 8 / 58,7} \cdot 100 = 7,53 \%at. Ni$$

3. Uma liga cobre-níquel com composição de 80%pNi-20%pCu é aquecida lentamente a partir de uma temperatura de 1300°C. Com base no diagrama:

- Em qual temperatura se forma a primeira fração da fase líquida? $\approx 1380\text{ }^\circ\text{C}$
- Qual é a composição dessa fase líquida? $\approx 73\text{ \%p Ni}$
- Em qual temperatura ocorre a fusão completa da liga? $\approx 1410\text{ }^\circ\text{C}$
- Qual é a composição da última fração de sólido antes da fusão completa? $\approx 87\text{ \%p Ni}$



4. Considere o diagrama Nb-Ta abaixo.

- a. Aplique a regra das fases para os pontos 1, 2 e 3 indicados na figura. Qual o significado do número de graus de liberdade encontrados para cada um dos pontos?
- b. Existem equilíbrios invariantes neste sistema? Explique.

$$P + F = C + 1$$

$$\text{PONTO 1: } 2 + F = 2 + 1 \quad \therefore F = 1$$

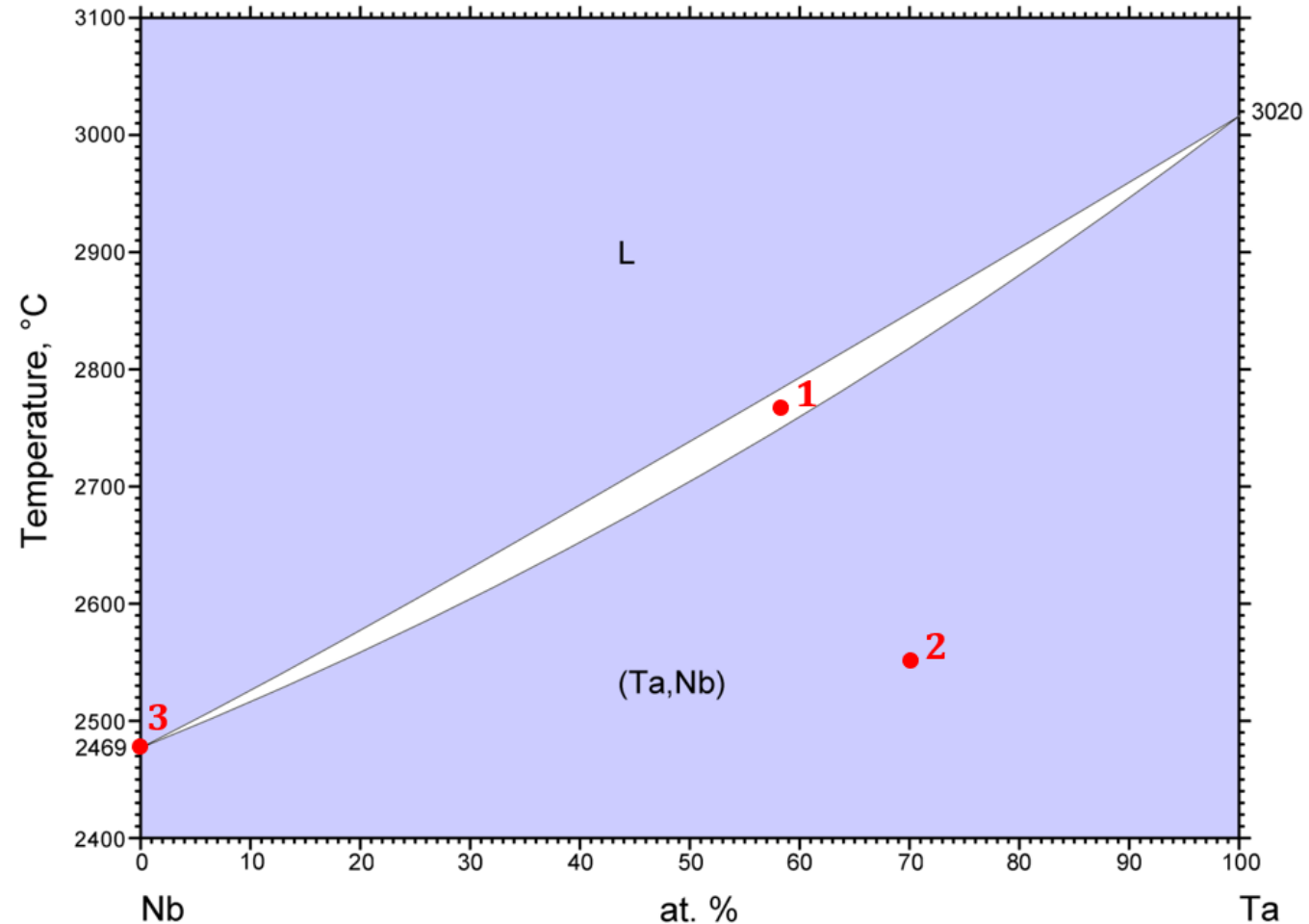
$$\text{PONTO 2: } 1 + F = 2 + 1 \quad \therefore F = 2$$

$$\text{PONTO 3: } 2 + F = 1 + 1 \quad \therefore F = 0$$

Nº graus liberdade = Nº variáveis independentes

De acordo com a regra das fases de Gibbs, não existem equilíbrios invariantes num sistema binário isomorfo.

O ponto 3, na verdade, se refere a uma situação no sistema unário do Nb, onde a fase sólida e a fase líquida coexistem na temperatura de fusão desse elemento.



5. Em um sistema ternário, três componentes estão presentes, e a temperatura também é uma variável. Qual o número máximo de fases que podem estar presentes em um sistema ternário, assumindo que a pressão seja mantida constante?

$$P + F = C + 1$$

$$P + 0 = 3 + 1 \therefore P = 4$$

Sabe-se que o número de fases é máximo quando não há graus de liberdade. Portanto, aplicando a regra das fases de Gibbs para o caso de um sistema ternário (três componentes), encontra-se o número máximo de quatro fases em equilíbrio.

6. Qual a diferença entre os estados de **equilíbrio** de fases e **metaestabilidade**?

O estado de equilíbrio de fases se refere ao estado de menor energia (estável) de um sistema em determinadas condições.

Um estado de metaestabilidade se refere a um estado de energia mais elevada, onde uma perturbação ou fornecimento de energia pode gerar transformação do sistema a partir do estado metaestável até o estado de equilíbrio.