



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

Primeira lista de exercícios de termodinâmica de materiais – 11/08/25

Nome:

Nº USP:

- 1- De acordo com o gráfico de entalpia x temperatura do Fe puro na pressão de 1 atm na faixa de 25°C à 2000°C, responda:
 - (a) Quantas transformações de fases ocorrem?
 - (b) Quais são as temperaturas dessas transformações de fase?
 - (c) Qual o valor de ΔH de cada transformação de fase, no aquecimento?

- 2- Em relação ao Ti puro na pressão de 1 atm, responda:
 - (a) Qual é a estrutura estável do Ti à 25°C?
 - (b) Quantas transformações de fases tem esse elemento na faixa de 25°C à 2000°C?
Quais são as temperaturas e ΔH das transformações no aquecimento?

- 3- Considere uma placa de Ni puro com dimensões de 100mm x 100 mm x 1000 mm, na pressão de 1 atm e temperatura inicial de 25°C. Calcule a quantidade de calor (Q) necessária para aquecer esta placa até a temperatura de 1500°C sob pressão constante. A massa específica do níquel é 8.9 g/cm³).

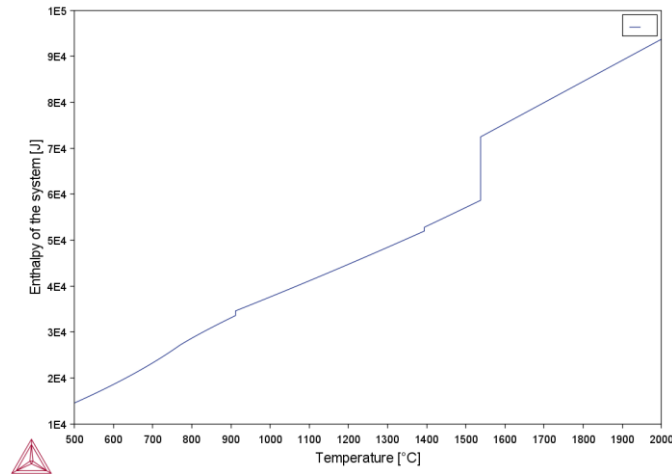


UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

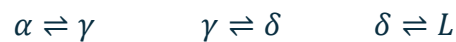
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

RESPOSTAS DA LISTA 1:

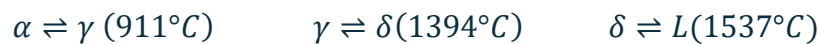
1- Gráfico de entalpia do Fe puro a 1 atm:



(a) São três transformações de fases:



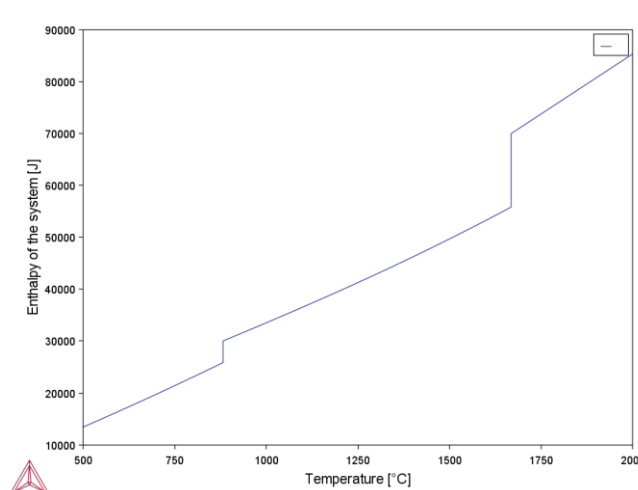
(b) As temperaturas das transformações são:



(c) O ΔH vale:



2- Traçando o gráfico de entalpia versus temperatura, tem-se:



(a) Na temperatura de 25°C, o titânio possui estrutura **hexagonal compacta**.



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola de Engenharia de Lorena – EEL

(b) O titânio tem duas transformações:



3- Para esse exercício, tem-se:

$$\text{Volume da placa} \rightarrow 100 \times 100 \times 1000 = 1 \times 10^4 \text{ cm}^3$$

$$\text{Massa da placa} \rightarrow 1 \times 10^4 \text{ cm}^3 \times 8.9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 89000 \text{ g} = 89 \text{ kg}$$

A massa do sistema será de 89 kg, aplicando essa massa no software, tem-se que a entalpia do sistema à 25°C e 1 atm é -8.338 J, enquanto para a temperatura de 1500°C é 1.014×10^8 J.

Para um processo a pressão constante, sabe-se que:

$$Q_p = \Delta H$$

Assim, tem-se:

$$H_i(25^{\circ}C) = -8.338 J$$

$$H_f(1500) = 1.014 \times 10^8 J$$

$$Q_p = H_f - H_i \rightarrow 1.014 \times 10^8 J - (-8.338 J)$$

$$Q_p = 1.014 \times 10^8 J$$



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

Segunda lista de exercícios de termodinâmica de materiais – 13/08/25

Nome:

Nº USP:

- 1- De quanto aumenta o C_p do $O_{2(g)}$ quando a temperatura deste gás é alterada de 25°C para 2000°C na pressão de 1 atm?
- 2- A partir do gráfico de entalpia *versus* temperatura para o molibdênio (Mo) puro na pressão de 1 atm, determine o C_p à 1400°C .
- 3- Um bloco de alumínio com massa de 500 g é aquecido de 25°C até 100°C sob pressão constante. Calcule o calor (Q) necessário para realizar esse aquecimento. De quanto varia o C_p do alumínio para essa alteração de temperatura?



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola de Engenharia de Lorena – EEL

RESPOSTA DA LISTA 2:

- 1- Para calcular a variação de C_p escolha como componente principal o O_2 . Feito isso, calcule um single point para temperatura de 25°C , pressão de 1 atm e tamanho do sistema de 1 mol e depois para a temperatura de 2000°C .

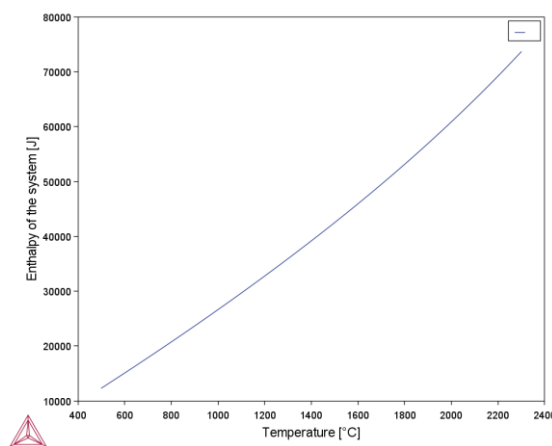
$$C_{p,25^\circ\text{C}} = 29.37 \frac{\text{J}}{\text{molK}}$$

$$C_{p,2000^\circ\text{C}} = 38.41 \frac{\text{J}}{\text{molK}}$$

A razão da variação de C_p é de 1.31.

Uma observação a ser feita é referente ao componente principal escolhido. Se o seu componente for O, se colocar um mol, isso representa $\frac{1}{2}$ mol de O_2 . Se colocar 2 mols de O, o sistema entende 1 mol de O_2 para entalpia, mas não entende para o C_p .

- 2- Para esse exercício, plote o gráfico de entalpia versus temperatura de 500°C a 2300°C para 1 mol de Mo.



Feito isso, vale lembrar que:

$$C_p = \left[\frac{\delta Q_p}{dT} \right] = \left[\frac{dH}{dT} \right]$$



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO Escola de Engenharia de Lorena – EEL

Com isso, encontre os pontos referentes as temperaturas de 1350°C e 1450°C (porque 1400°C está entre eles), e veja a entalpia correspondente a cada um desses pontos. Assim, tem-se:

$$C_p = \frac{(40827 J - 37538 J)}{(1723 K - 1623 K)} \rightarrow C_p = 32.89 \frac{J}{molK}$$

Para confirmar o valor, você pode calcular um *single point* para a temperatura de 1400°C, em pressão de 1 atm, quantidade de 1 mol de Mo, e escolher o *heat capacity*. Prestem atenção nas unidades que são dadas pelo software.

3- Para esse exercício, tem-se:

Massa do bloco de alumínio → 500 g

Aplicando essa massa no software, tem-se que a entalpia do sistema à 25°C e 1 atm é -0.03601 J, enquanto para a temperatura de 100°C é 34601.052 J.

Para um processo a pressão constante, sabe-se que:

$$Q_p = \Delta H$$

Assim, tem-se:

$$H_i(25^\circ C) = -0.03601 J$$

$$H_f(100) = 34601.052 J$$

$$Q_p = H_f - H_i \rightarrow 34601.052 J - (-0.03601 J)$$

$$Q_p = 34601.088 J$$

Calculando a variação de C_p do alumínio, tem-se que:

$$C_p \text{ a } 25^\circ C = 24.29 J/mol.K$$

$$C_p \text{ a } 100^\circ C = 25.44 J/mol.K$$

Então a razão de aquecimento é de 1.04.