



# **PMT 3205**

## **Físico-Química para Metalurgia e Materiais I**

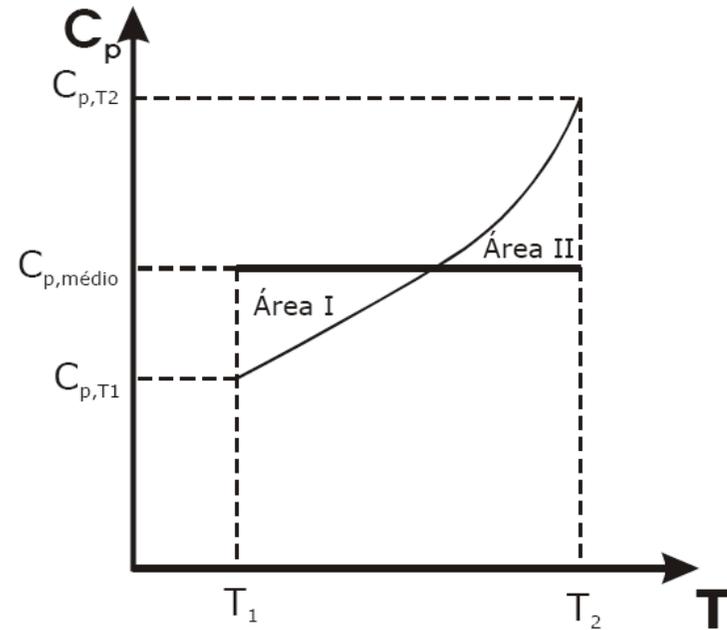
## Capacidade térmica média: $\bar{c}_p$

- Constante e independente da temperatura: facilita a estrutura de cálculos;

$$\Delta H = \int_{T_1}^{T_2} c_p \cdot dT = \bar{c}_p \cdot \Delta T = \bar{c}_p \cdot (T_2 - T_1)$$

$$\bar{c}_p = \frac{\Delta H}{\Delta T} = \frac{\int_{T_1}^{T_2} c_p \cdot dT}{(T_2 - T_1)}$$

Obs: as áreas I e II devem ser próximas



9. Estudando-se a variação de  $c_p$  para o ouro sólido, chegou-se à conclusão que, entre 298 e 1336 K é válida a relação:

$$c_p = 5,66 + 1,24 \cdot 10^{-3} T \text{ (cal/mol.K)}$$

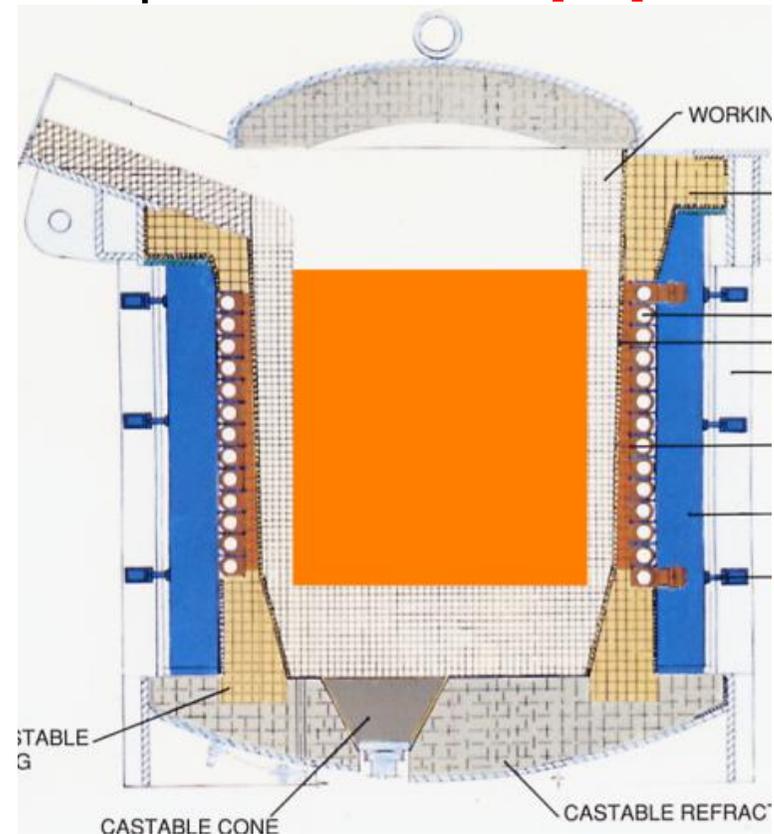
Calcular a capacidade calorífica média do ouro, entre 298 e 1000 K;

$$\Delta H_{aq,298-1000} = \int_{298}^{1000} (5,66 + 1,24 \cdot 10^{-3} T) \cdot dT = 4.538,26 \frac{\text{cal}}{\text{mol}}$$

$$\overline{c_p} = \frac{4.538,26}{1000 - 298} = 6,46 \frac{\text{cal}}{\text{mol.K}}$$

10. Um forno de indução contém 1000 kg de Ni puro líquido a 1590°C. A potência líquida transferida pelo forno ao metal é 100 kW. Quantos segundos de aquecimento são necessários para aumentar a temperatura do Ni líquido para 1600°C ? [73]

- $c_p$  do Ni líquido: 9,2 cal/mol.K
- 1 kWh = 860,42 kcal
- Massa atômica do Ni : 58,7 g/mol



11. Em uma panela contendo 1 t de aço são injetados 1000 NI/min de argônio durante 40 min. Admitindo que a temperatura do aço inicial é 1600°C e que o argônio sai da panela a 1000°C, calcule a temperatura do aço após tratamento. Despreze as perdas térmicas. [74]

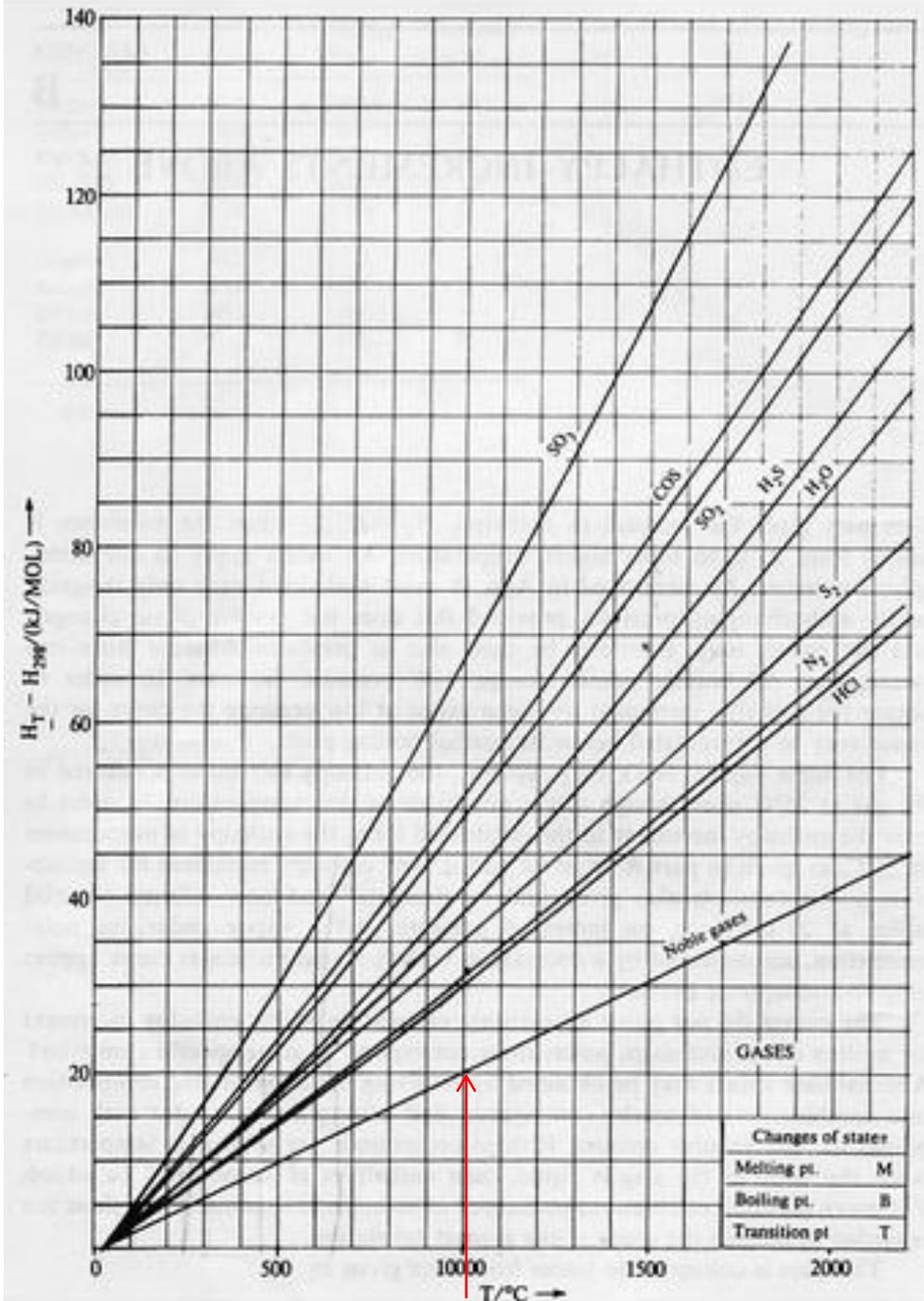
$$V_{Ar} = 1000 \times 40 = 40000 \text{ NI}$$

$$\Delta H_{aq,Ar} = 20 \times 40000 / 22,4 = 35714,29 \text{ kJ}$$

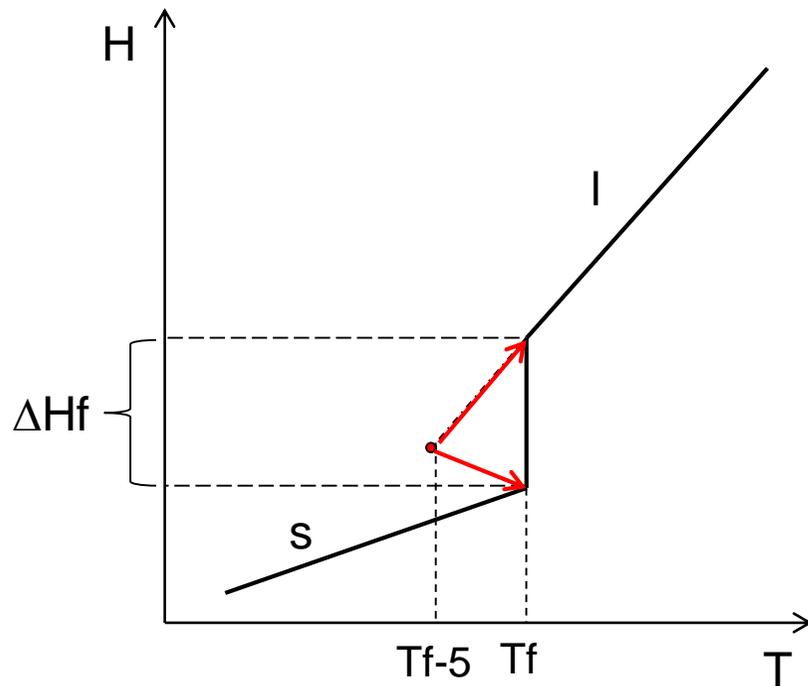


$$\Delta H_{resf,aço} + \Delta H_{aq,Ar} = 0 = \frac{1 \times 10^6}{56} \int_{1873}^T c_{P_{liquido}} \cdot dT + 35714,29 \times 10^3$$

$$T = 1830 \text{ K} = 1557^\circ \text{C}$$



12. Um banho de Cu líquido é superesfriado a 5°C abaixo do seu ponto de fusão. A nucleação de cobre sólido e o restante da solidificação ocorrem sob condições adiabáticas. Qual é a % do banho que se solidifica? [76]

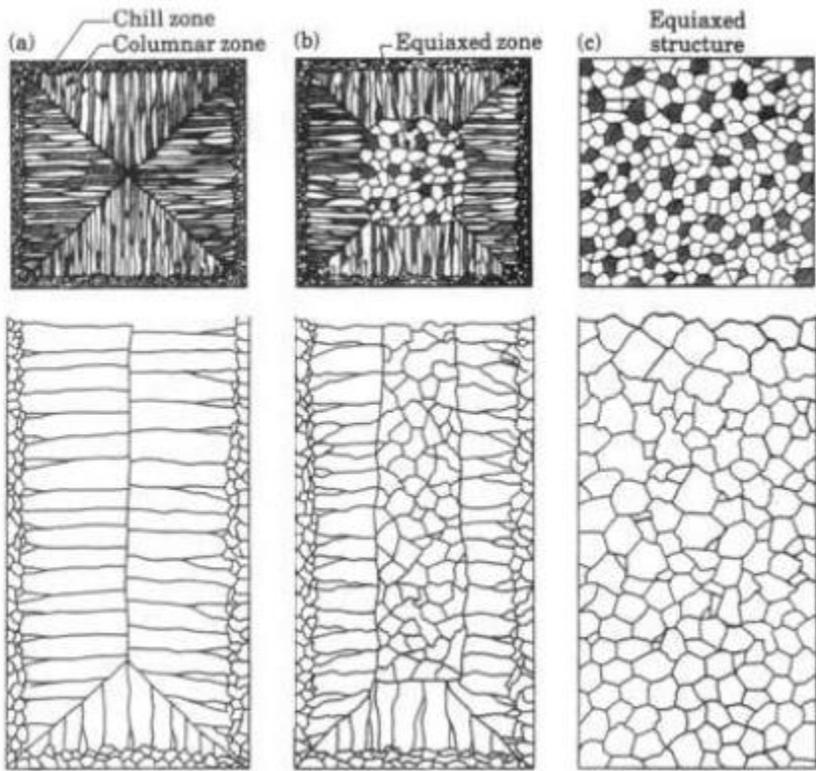


- Líquido metaestável (100 moles)
- Voltar para condição de equilíbrio
  - A temperatura deve aumentar
  - Parte do material solidifica (reação exotérmica) – x moles

$$\Delta H_{liq} = (100 - x) \cdot \int_{Tf-5}^{Tf} c_{P,liq} \cdot dT$$

$$\Delta H_{sol} = x \cdot \left( \int_{Tf-5}^{Tf} c_{P,liq} \cdot dT - \Delta H_f \right)$$

$$\Delta H_{sol} + \Delta H_{liq} = 0 \quad \boxed{x = 1,202}$$



Etched Aluminium Ingot



13. Em um reator utiliza-se nitrogênio ( $N_2$ ) para fazer o aquecimento de um minério de Fe contendo 5% de  $SiO_2$ . O minério entra no reator a  $25^\circ C$  e sai a  $627^\circ C$ . O  $N_2$  entra a  $827^\circ C$  e sai a  $127^\circ C$ . Considerando que são consumidos  $700 \text{ Nm}^3$  de  $N_2$  por tonelada de minério, determinar as perdas térmicas. [18]
14. Em um calorímetro ideal contendo 1 l de água a  $25^\circ C$  é colocada uma amostra de 100 g de uma liga de Cu a  $500^\circ C$ ,  $600^\circ C$  e  $700^\circ C$ . As temperaturas finais foram, respectivamente,  $29,62^\circ C$ ,  $30,65^\circ C$  e  $31,7^\circ C$ . Determinar o  $c_p$  da liga. [75]
15. Determinar a quantidade de sucata de aço a  $25^\circ C$  que deve ser adicionada a uma panela de aço líquido contendo 150 t a  $1620^\circ C$  para abaixar a temperatura para  $1600^\circ C$ . [77]