

TECNOLOGIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS

AULA 05: MASSA ESPECÍFICA, ALOTROPIA/POLIMORFISMO

Prof.: Gabriel Henrique Arruda Tavares de Lima

Uberlândia - MG

MASSA ESPECÍFICA

- Um conhecimento da estrutura cristalina de um sólido metálico permite o cálculo da sua massa específica teórica (ρ) por meio da relação:

$$\rho = \frac{n A}{V_C N_A}$$

Em que:

- N = *número de átomos associados a cada célula unitária*;
- A = *peso atômico*;
- V_C = *volume da célula unitária*;
- N_A = *número de Avogrado* ($6,022 \times 10^{23}$ átomos/mol)

MASSA ESPECÍFICA

EXEMPLO 01: Cálculo da massa específica do Cobre.

- O cobre possui um raio atômico de $0,128 \text{ nm}$, uma estrutura cristalina CFC e um peso atômico de $63,5 \text{ g/mol}$. Calcule a massa específica teórica e compare a resposta com a massa específica medida experimentalmente ($\rho_{exp} = 8,94 \text{ g/mol}$). $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ (átomos/mol)}$

Resposta: $\rho = 8,89 \text{ g/cm}^3$

MASSA ESPECÍFICA

EXEMPLO 02:

O peso atômico, a massa específica e o raio atômico para três ligas hipotéticas estão listados na tabela a seguir. Para cada uma delas, determine se a estrutura cristalina é CFC, CCC ou cubica simples e, então, justifique sua determinação.

<i>Liga</i>	<i>Peso Atômico (g/mol)</i>	<i>Massa Específica (g/cm³)</i>	<i>Raio Atômico (nm)</i>
A	43,1	6,40	0,122
B	184,4	12,30	0,146
C	91,6	9,60	0,137

Resposta: LIGA A → CCC;
LIGA B → CFC;
LIGA C → CCC

MASSA ESPECÍFICA

EXEMPLO 03:

Calcule o raio de um átomo de Paládio (Pd), dado que o Pd possui uma estrutura cristalina CFC, uma massa específica de $12,0 \text{ g/cm}^3$ e um peso atômico de $106,4 \text{ g/mol}$.

Resposta: $R = 0,137 \text{ nm}$ ($1,3755 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$).

MASSA ESPECÍFICA

EXEMPLO 04:

O titânio (Ti) possui uma estrutura cristalina HC e uma massa específica de 4,51 g/cm³.

(a) Qual é o volume da sua célula unitária em metros cúbicos?

(b) Se a razão c/a é de 1,58, calcule os valores de c e de a .

Resposta:

a) $V = 1,0575 \cdot 10^{-22} \text{ m}^3$;

b) $a = 2,953 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ ou 0,2953 nm;

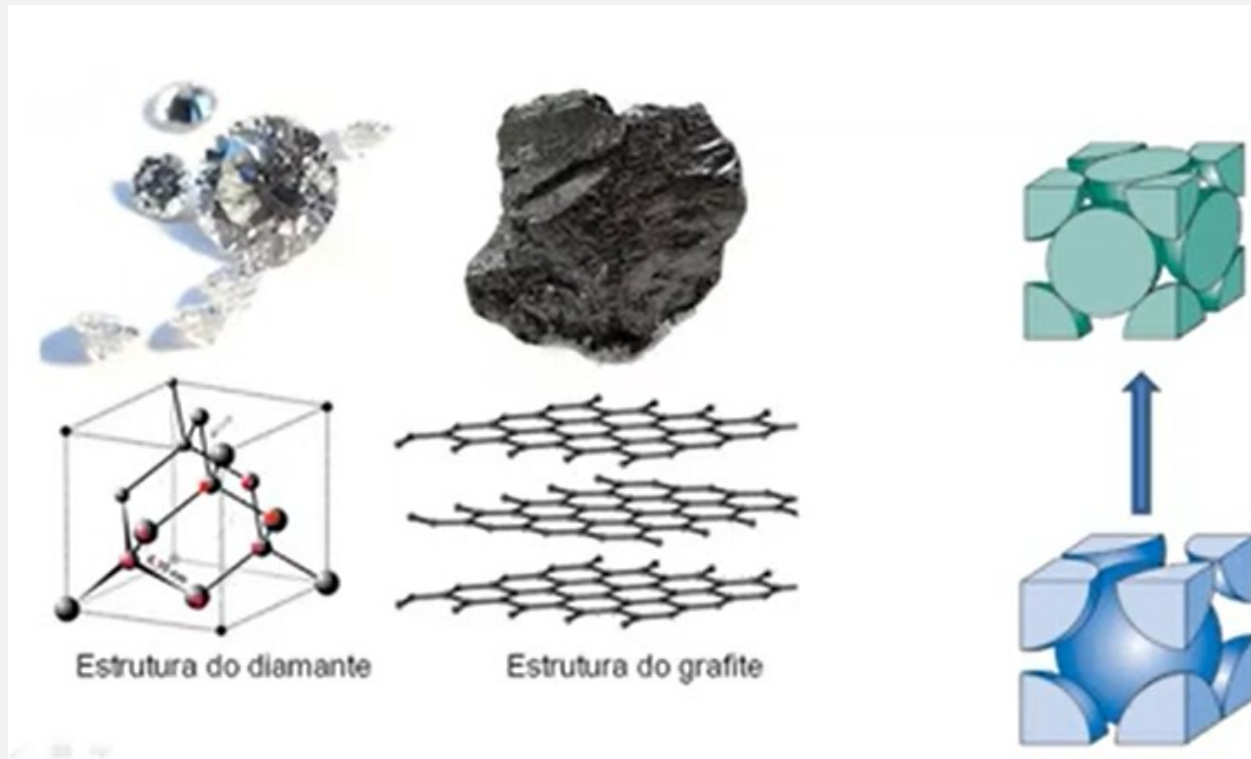
$c = 4,666 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ ou 0,4666 nm;

ALOTROPIA / POLIMORFISMO

- **POLIMORFISMO** → fenômeno observado em alguns metais e ametais, em que apresentam mais de uma estrutura cristalina.
- Quando encontrada em sólidos elementares, essa condição é frequentemente denominada **ALOTROPIA**.
- A estrutura cristalina que prevalece depende tanto da temperatura quanto da pressão externa.

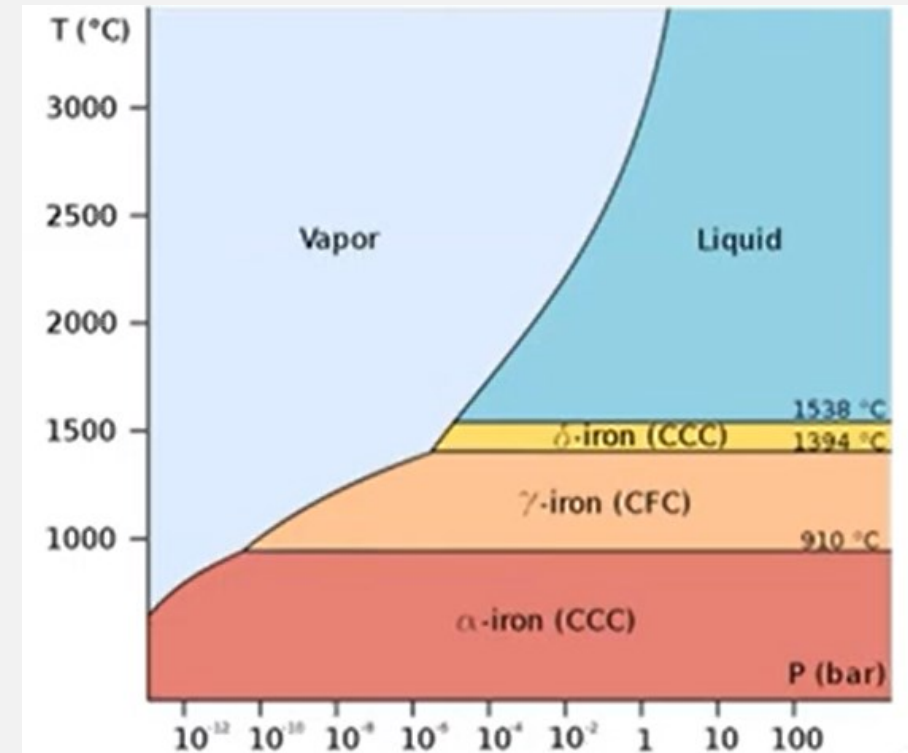
ALOTROPIA / POLIMORFISMO

- Um exemplo familiar é encontrado no **carbono**: a grafita é o polimorfo estável sob as condições ambientes, enquanto o diamante é formado sob pressões extremamente elevadas.



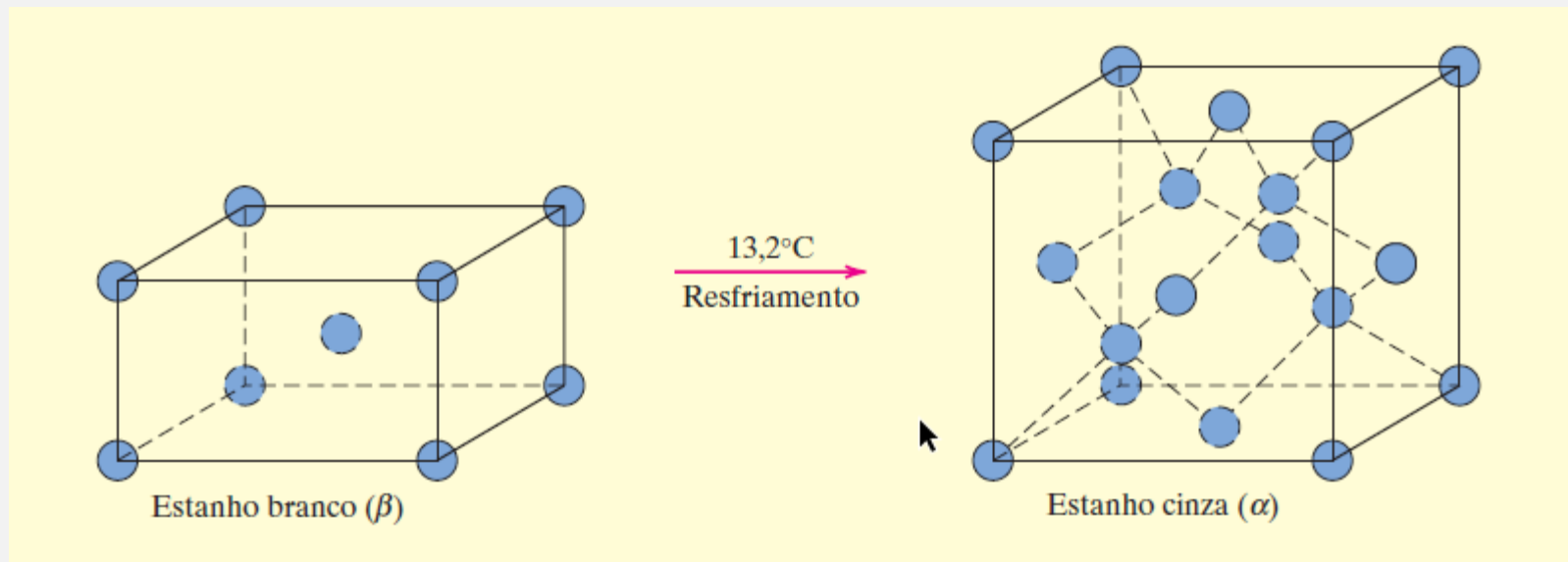
ALOTROPIA / POLIMORFISMO

- O **ferro puro** possui uma estrutura cristalina CCC à temperatura ambiente, que muda para CFC a 912°C (1674°F).
- Na maioria das vezes, uma **transformação polimórfica** é acompanhada de uma mudança na massa específica e em outras propriedades físicas.



ALOTROPIA / POLIMORFISMO

- Outro metal comum que apresenta uma mudança alotrópica é o **estanho**.
- O estanho branco (ou β), possui uma estrutura cristalina tetragonal de corpo centrado à temperatura ambiente, transforma-se a $13,2^{\circ}\text{C}$ ($55,8^{\circ}\text{F}$) no estanho cinza (ou α), que possui uma estrutura cristalina semelhante à do diamante (isto é, a estrutura cristalina cúbica do diamante);



ALOTROPIA / POLIMORFISMO

TRANSFORMAÇÃO POLIMÓRFICA DO ESTANHO

