



Disciplina: LOM-3016 – Introdução a Ciência dos Materiais

Prof. Dr: Cassius O.F.T Ruchert

Aluno:

Nº USP.:

Ano/Semestre: 2021/2

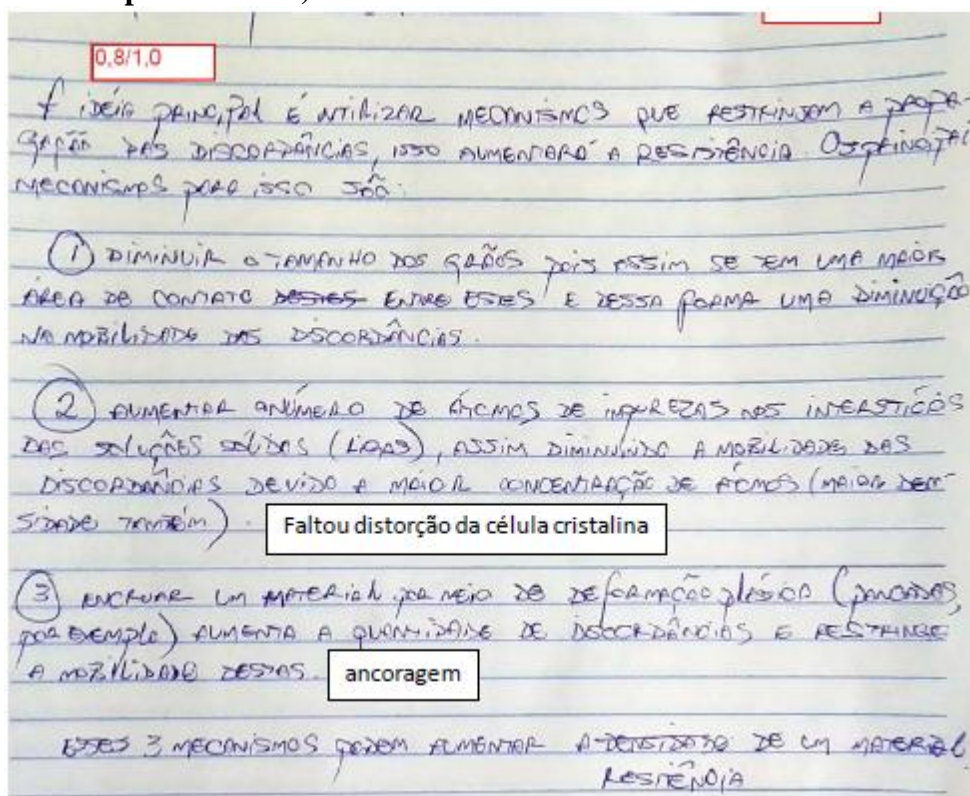
Turma: D1

Turno: Diurno

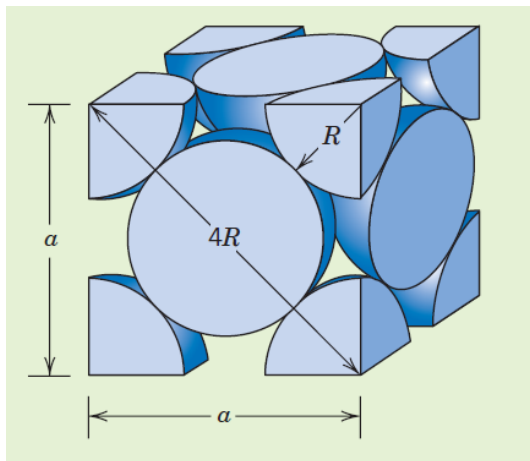
Data: 05/10/21

1º. Prova – Duração de 2 horas

- 1) (1,0) Explique objetivamente (sem enrolar) quais os principais mecanismos de endurecimento (fortalecimento) dos materiais metálicos estudados? (citar e explicar em detalhes pelo menos 1).



- 2) (2,0) O cobre possui um raio atômico de 0,128 nm, ou 1,28 Å ou $1,28 \times 10^{-8}$ cm, uma estrutura cristalina CFC, e um peso atômico de 63,5 g/mol. (a) Calcular a sua densidade teórica em g/cm^3 e comparar calculando o erro relativo à resposta com sua densidade medida experimentalmente do cobre C11000 (cobre eletrolítico tenaz) que é de $8,92 \text{ g/cm}^3$. (b) Qual o número de coordenação da estrutura cristalina do cobre puro? Faça um esboço dos átomos vizinhos para compreensão da questão.



Dados:

$$\rho = \frac{nA}{V_C N_A}$$

(Densidade teórica em g/cm³)

Sendo:

n = Número de átomos associados a cada célula unitária (calcular conforme foi explicado em aula);

A= peso atômico;

V_c = Volume da célula unitária;

N_A= Número de Avogadro (6,023x10²³ átomos/mol)

2,0/2,0

Exercício 2

$$*R = 1,28 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$$

$$*A = 63,5 \text{ g/mol}$$

$$*m = 6 \cdot \left(\frac{1}{2}\right) + 8 \cdot \left(\frac{1}{8}\right) = 4$$

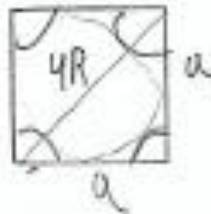
$$*V_c = ?$$

$$*N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ átomos/mol}$$

$$* \rho = ?$$

$$\rho = \frac{m \cdot A}{V_c \cdot N_A}$$

$$V_c = a^3$$



$$a^2 + a^2 = (4R)^2$$

$$a^2 = 8R^2$$

$$a = 2R\sqrt{2}$$

$$\therefore V_c = (2R\sqrt{2})^3$$

$$V_c = 8 \cdot 2\sqrt{2} \cdot R^3$$

$$V_c = 16\sqrt{2} \cdot R^3$$

$$\text{Logo, } \rho = \frac{4 \times 63,5}{16 \times (1,28 \cdot 10^{-8})^3 \times 1,4 \times 6,023 \times 10^{23}}$$

$$= \frac{254 \cdot 10^1}{282,937}$$

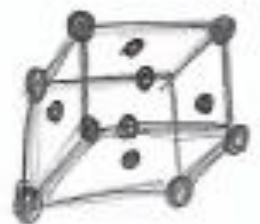
$$\rho \approx 8,97 \text{ g/cm}^3$$

~ O erro relativo da comparação ao 11000 é de $\frac{8,97 - 8,92}{8,97} = 0,005$

b)



$$m^{\pm} \text{cd} = 12$$



- 3) (1,0) Calcular o Fator de empacotamento para a estrutura cristalina CFC com auxílio de formulas de volume (conhecidas por vocês) e a figura da questão 2, sabendo-se que:

$$FEA = \frac{\text{Volume total das esferas}}{\text{Volume total das celulas unitárias}} = \frac{V_E}{V_C}$$

Exercício 1,0/1,0

$$V_E = m \cdot \frac{4\pi R^3}{3} = \frac{4 \cdot 4\pi R^3}{3} = \frac{16\pi R^3}{3}$$

* V_C (já calculado na q. 2, atôm A)

$$V_C = 16\sqrt{2} \cdot R^3$$

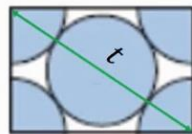
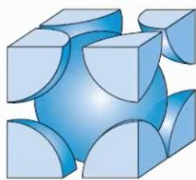
FEA = $\frac{V_E}{V_C}$

$$\text{FEA} \rightarrow \frac{\frac{16\pi R^3}{3}}{\frac{16\sqrt{2} R^3}{1}} \sim \frac{\pi}{\sqrt{2}} \sim \frac{3,14}{1,41} \sim \frac{3,14}{1,4} \sim 0,74 = \text{FEA}$$

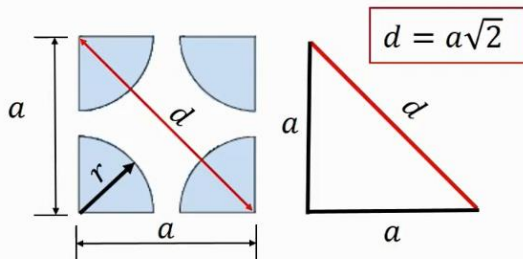
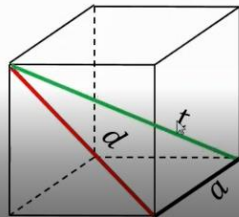
Solução p. 2
Solução p. 2
Solução p. 2
12609877

- 4) (2,0) O ferro possui um raio atômico de 0,1241 nm, ou 1,24 Å ou $1,24 \times 10^{-8}$ cm, uma estrutura cristalina CCC, e um peso atômico de 55,845 g/mol. Calcular a sua densidade teórica em g/cm³ e comparar calculando o erro relativo à resposta com sua densidade medida experimentalmente do Ferro de 7,874 g/cm³. Utilizar as equações dadas no exercício anterior e a figura abaixo e montar as equações que forem necessário a resolução. Demonstrar todos os cálculos demonstrativos da referida questão.

Célula Unitária Cúbica de Corpo Centrado (CCC)



$$t = 4r$$

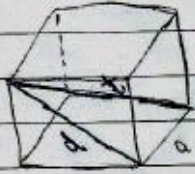


4- 2,0/2,0

$$m = \frac{1}{8} \cdot 8 = 1 \text{ átomo}$$

$$\rho_{Fe} = \frac{3\sqrt{3} \cdot m \cdot A}{64R^3 \cdot N_A} \quad \rho_{Fe} = \frac{3\sqrt{3} \cdot 2 \cdot (55,845)}{64 \cdot (124 \cdot 10^{-8})^3 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}}$$

$$\rho_{Fe} = \frac{550,3682}{73,4950} = 7,896 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Erro Relativo} = \frac{|7,896 - 7,874|}{7,896} = 2,79 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = 0,27\%$$


$$a^2 + d^2 = t^2$$

$$a^2 + (a\sqrt{2})^2 = (4R)^2$$

$$a^2 + a^2 \cdot 2 = 16R^2$$

$$3a^2 = 16R^2$$

$$a = \sqrt{\frac{16R^2}{3}}$$

$$V_c = a^3 = \frac{16R^2}{3} \cdot a = \frac{16R^2}{3} \cdot \sqrt{\frac{16R^2}{3}}$$

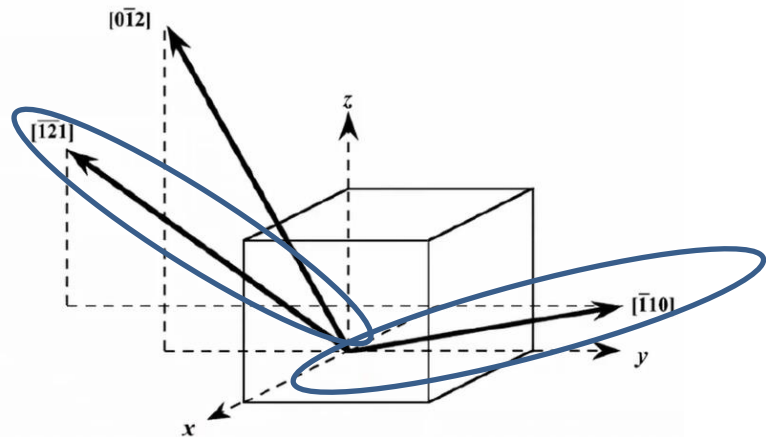
$$V_c = \frac{16R^2}{3} \cdot \left(\frac{\sqrt{16} \cdot \sqrt{R^2}}{\sqrt{3}} \right) = \frac{16R^2}{3} \cdot \frac{4 \cdot R}{\sqrt{3}} = \frac{64R^3}{3\sqrt{3}}$$

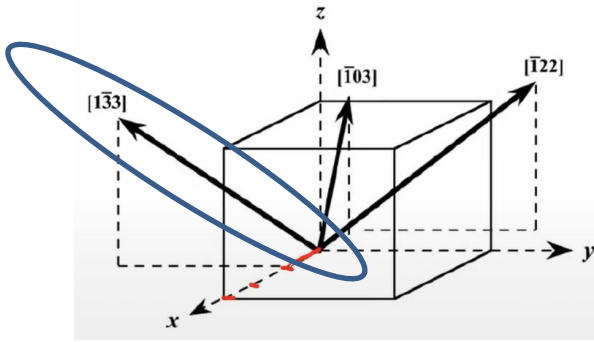
$$\rho_{Fe} = \frac{m \cdot A}{V_c \cdot N_A} = \frac{m \cdot A}{\left(\frac{64R^3}{3\sqrt{3}} \right) \cdot N_A} = \frac{3\sqrt{3} \cdot m \cdot A}{64R^3 \cdot N_A}$$

5) (1,0) Exibir uma direção $[\bar{1} 1 0]$, $[\bar{1} \bar{2} 1]$, $[\bar{1} \bar{3} 3]$, $[1 \bar{2} \bar{3}]$, dentro de uma única célula unitária cúbica simples. Selecionar corretamente para a resolução do exercício o local da coordenada (0,0,0). Caso não mencione as coordenadas X,Y,Z a questão será zerada.

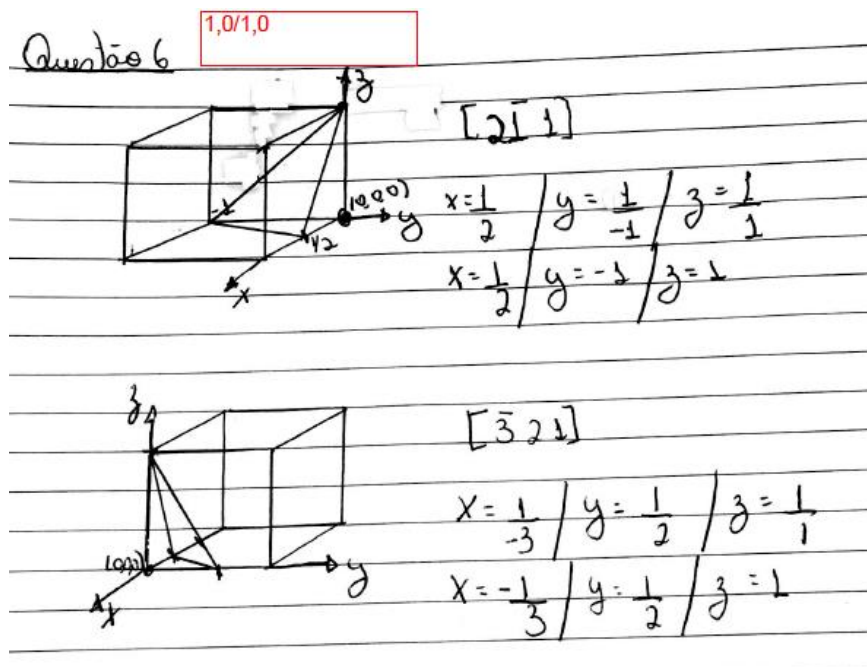
3. Dentro de uma célula unitária cúbica, esboce as seguintes direções:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| (a) $[\bar{1} 1 0]$, | (e) $[\bar{1} \bar{1} 1]$, |
| (b) $[\bar{1} \bar{2} 1]$, | (f) $[\bar{1} 2 2]$, |
| (c) $[0 \bar{1} 2]$, | (g) $[1 \bar{2} \bar{3}]$, |
| (d) $[1 \bar{3} 3]$, | (h) $[\bar{1} 0 3]$. |

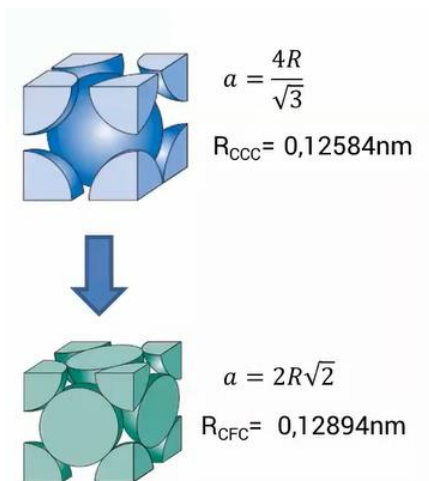




- 6) (1,0) Construir dois planos ($2\bar{1}1$), ($\bar{3}21$) localizado no interior de uma célula unitária denominada cubica simples. Mostrar o raciocínio com as letras a,b e c do tamanho da célula e coordenadas x,y e z padrões. Selecionar corretamente para a resolução do exercício o local da coordenada (0,0,0). Caso não mencione as coordenadas X,Y,Z a questão será zerada.

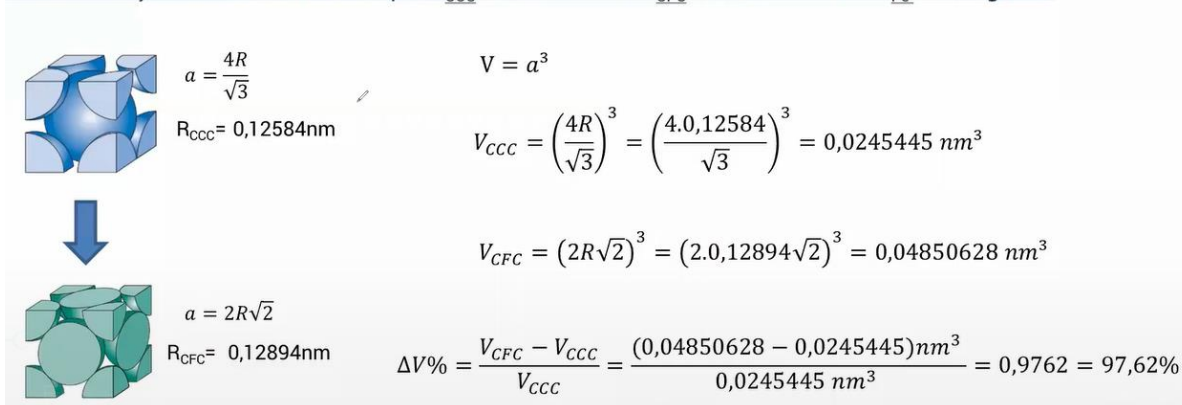


- 7) (2,0) Em aquecimento o Fe puro sofre a 912 °C uma transformação polimórfica passando de CCC (fase alfa) para CFC (fase gama), calcule o percentual de variação de volume e massa específica associada. Dado que há uma mudança no raio atômico em que $R_{ccc}=0,12584$ nm e $R_{cfc}=0,12894$ nm e o peso atômico para o cálculo da massa específica $A_{Fe}= 55,85$ g/mol, sabendo-se que o $V=a^3$.

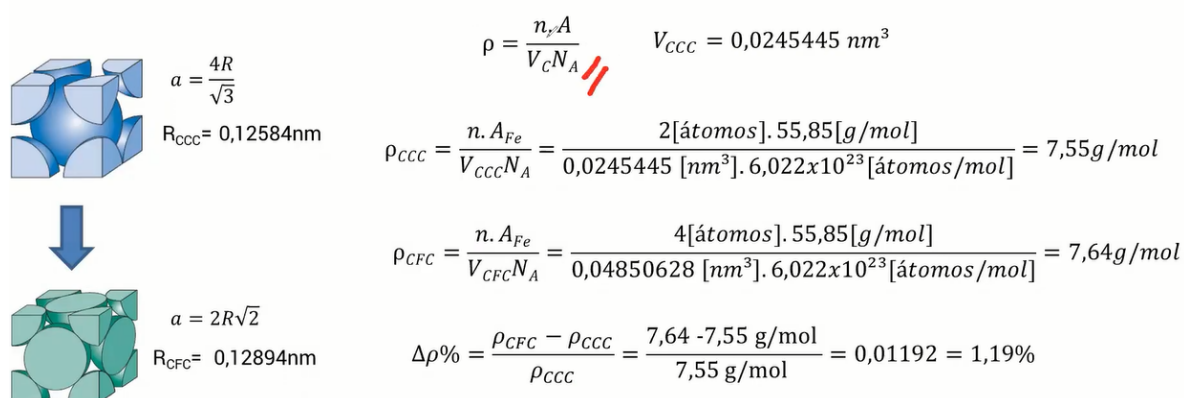


$$\rho = \frac{nA}{V_C N_A}$$

1. Em aquecimento, o Ferro puro sofre, a 912°C, uma transformação polimórfica passando de CCC (fase α) para CFC (fase γ). Calcule o percentual de variação de volume e massa específica associada. Dado que há uma mudança no raio atômico em que $R_{CCC} = 0,12584 \text{ nm}$ e $R_{CFC} = 0,12894 \text{ nm}$ e o $A_{Fe} = 55,85 \text{ g/mol}$.



Calculo da variação do percentual da densidade



Obs1. Se o aluno porventura acreditar que está faltando algum dado necessário na execução do exercício favor supor que eu analisarei durante a correção.

Obs2. A prova pode ser realizada a lápis e com letra legível, sendo que a resposta final (quando for cálculo) grafada a caneta **OBRIGATORIAMENTE**.

Obs3. Não esqueça de nomear a prova, colocar o número USP e também nas folhas de execução.

Obs4. Caso eu pegue algum aluno consultando a prova do colega (colando) não interferirei no momento, mas no final da prova, marcarei e o mesmo terá sua nota igual a zero quando divulgar os resultados.

Obs5. De preferência utilize a folha ao maço ou a de caderno pautada para as respostas salvo quando quiser mostrar algo em uma figura da prova.

Obs6. No final scanear a prova com aplicativos do tipo “camscanner” e gerar apenas um pdf, após fazer o upload no local mencionado pelo docente no dia da prova.

Obs7. Não precisa realizar as questões na ordem mas não esqueçam de enumera-las bem visível.

BOA PROVA !!!!!!!