UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
Departamento de Ciências Naturais - DCNAT
Programa de Pós-graduação em Física e Química de Materiais

Gabarito da prova do processo de seleção para o programa de pós-graduação em física e química de materiais da FQMat da Universidade Federal de São João del-Rei

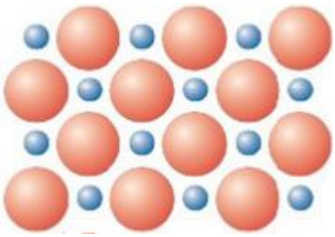
EDITAL Nº 002, 07 de junho de 2023

PROVA ESCRITA DA ÁREA de ENGENHARIA

1) Relacionado a defeitos em materiais:

a) (10 pontos) Materiais metálicos apresentam em geral uma estrutura cristalina. Nesta estrutura ordenada podem surgir alguns defeitos pontuais, que estão relacionados a posição de um átomo, podendo ser inclusive a ausência dele. Dê exemplos de três tipos de defeitos pontuais, explicando o que ocorre em cada caso e fazendo um desenho em cada caso para exemplificar.

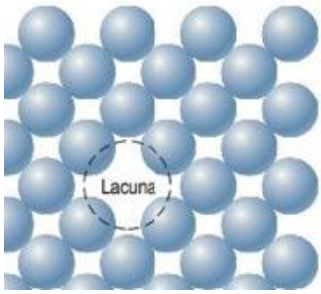
b) (10 pontos) Considere que no esquema abaixo temos um óxido AO, onde A é um elemento metálico. Sabendo que a valência do oxigênio é (-2) diga qual a valência do cátion metálico. Além disso, qual o tipo de defeito apareceria no material caso houvesse solução sólida substitucional do cátion por cátions Al^{+3}, considerando o equilíbrio de cargas.



Resolução:

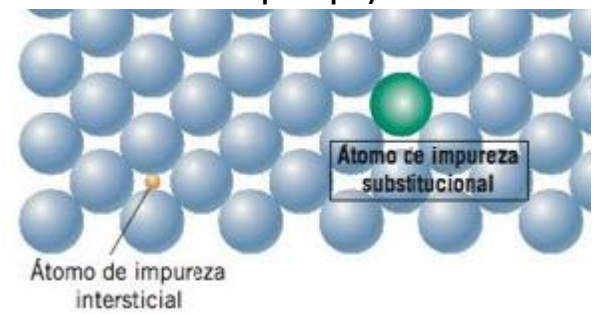
a) Defeitos pontuais:

- lacuna: ausência de um átomo na rede cristalina, sítio vago

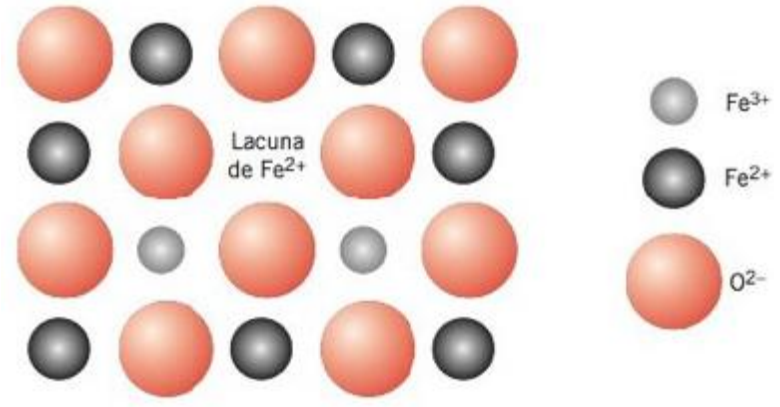


- solução sólida substitucional: átomo de outro elemento ocupando um sítio da rede cristalina, ou seja, substituindo o elemento principal.

- solução sólida intersticial: átomo de outro elemento, ocupando interstício (região entre os átomos do elemento principal)



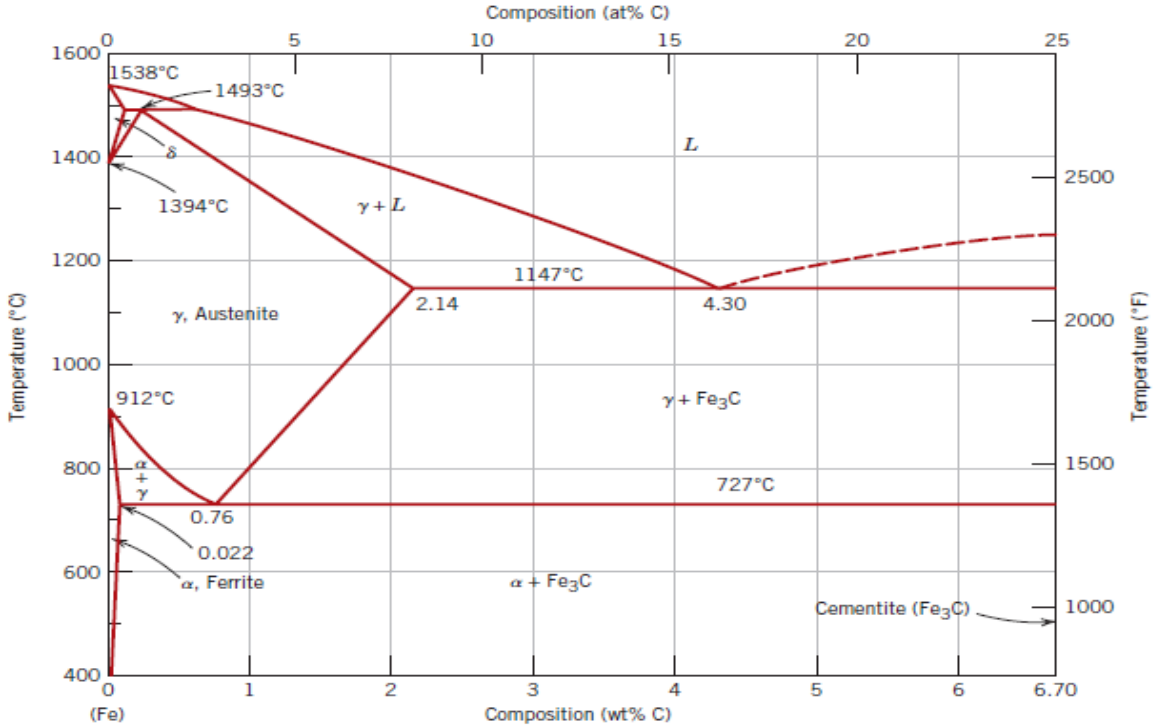
b) A valência do cátion é +2. Adicionando Al^{+3}, para cada dois átomos de alumínio no sistema (carga +6), teriam que ser removidos 3 cátions A^{+2}, resultando em vacância catiônica, como no exemplo.



2) Considere o diagrama de fases Fe-C, e, para uma liga com 1,2% de carbono em peso, responda:

a) (8 pontos) Na temperatura de 1400 °C, quais as fases presentes e qual a composição química das mesmas?

b) (12 pontos) Logo abaixo de 727 °C, determine as quantidades de fase ferrita, perlita, cementita e fase pró-eutetóide.



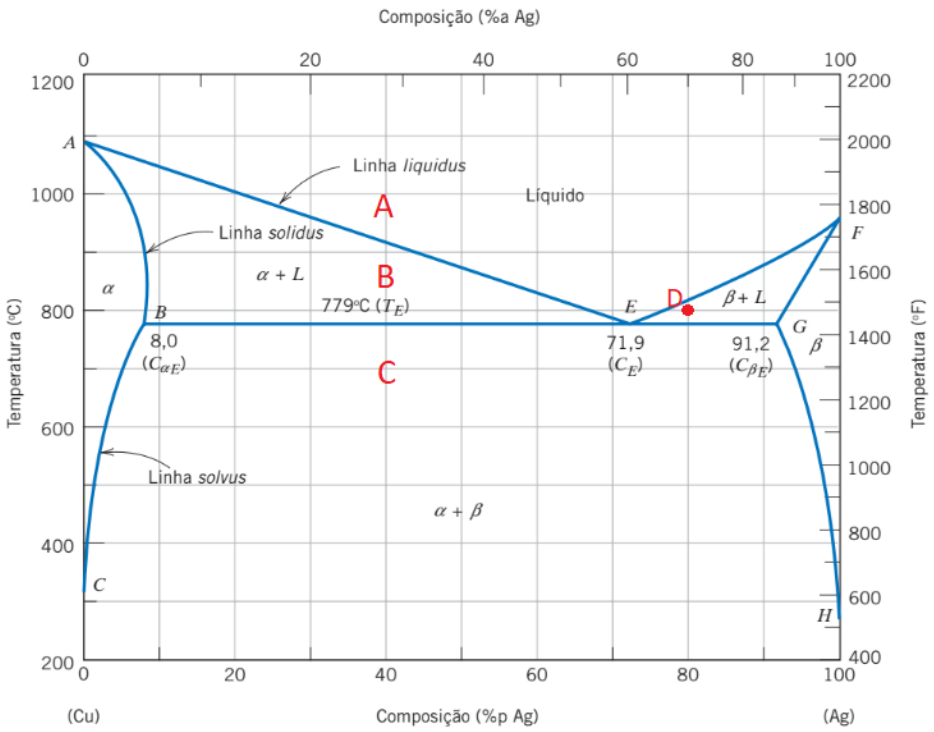
Resolução:

a) À 1400 °C, uma liga com 1,2% de carbono possui as fases γ e L, com as seguintes composições: γ {0,7% C; 99,3% Fe} e L{1,7% C; 98,3% Fe}.

b) $\%ferrita = \left(\frac{6,7-1,2}{6,7-0,022}\right) \times 100 = 82,36\%$ $\quad \%cementita = \left(\frac{1,2-0,022}{6,7-0,022}\right) \times 100 = 17,64\%$

$\%perlita = \left(\frac{6,7-1,2}{6,7-0,76}\right) \times 100 = 92,59\%$ $\quad \%fase\ pró eutetóide = \left(\frac{1,2-0,76}{6,7-0,76}\right) \times 100 = 7,41\%$

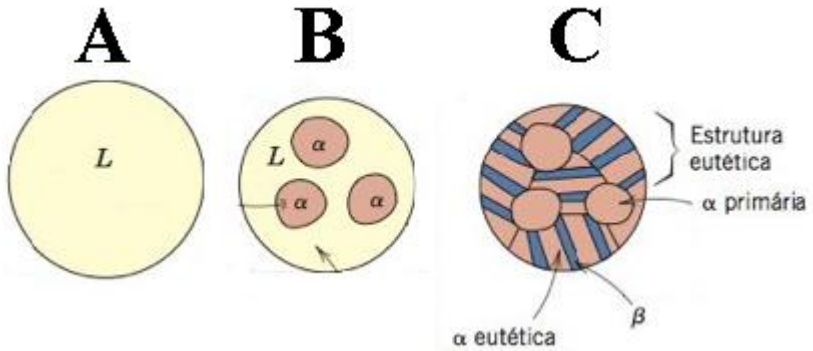
3) Considere o diagrama binário Cu-Ag a seguir:



a) (7,5 pontos) Represente esquematicamente as microestruturas e indique as fases presentes nos pontos A, B e C.
b) (5 pontos) Qual a temperatura e a composição do ponto eutético?
c) (7,5 pontos) Indique as frações das fases no ponto D.

Resolução:

a) A – somente líquido, B – Líquido + alpha, C – alpha + beta



b) Temperatura T = 779 °C e composição {71,9% Ag e 28,1% Cu}

c) $\%\boldsymbol{beta} = \left(\frac{80-77}{93-77}\right) \times 100 = 18,75\%$

$\%\boldsymbol{líquido} = \left(\frac{93-80}{93-77}\right) \times 100 = 81,25\%$

4) Uma liga de latão apresenta módulo de elasticidade de 103 GPa. Diante disso responda:

a) (5 pontos) Considerando que a tensão na qual a deformação plástica tem seu início é igual a 400 MPa, qual a carga máxima que pode ser aplicada em um corpo de prova com 6,91 mm de diâmetro, sem que ocorra deformação plástica?

b) (7,5 pontos) Calcule o comprimento máximo atingido por este corpo de prova sem que ocorra deformação plástica, considerando que ele possui um comprimento inicial igual a 0,8 cm.

c) (7,5 pontos) No ponto imediatamente anterior a deformação plástica (ponto onde ocorre o comprimento máximo), calcule a tensão verdadeira sofrida pelo material. (Sugestão: utilize o princípio da conservação do volume).

Resolução:

E = 103 GPa

a) limite de escoamento σe = 400 MPa, diâmetro = 6,91 mm

$$\text{área inicial} = \frac{\pi \times d^4}{4} = 37,5\ mm^2$$

$$F = \sigma \times A = 400 \times 10^6 \times 37,5 \times 10^{-6} = 15000\ N = 15\ kN$$

b) $l_0 = 0,8\ cm = 8\ mm$

Pela lei de Hooke → $\sigma = E\varepsilon$ **logo,** $\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{400 \times 10^6}{103 \times 10^9} = 0,003883$

$$\Delta l = \varepsilon \times l_0 = 8 \times 0,003883 = 0,031\ mm$$

$$l_{máximo} = l_0 + \Delta l = 8,031\ mm$$

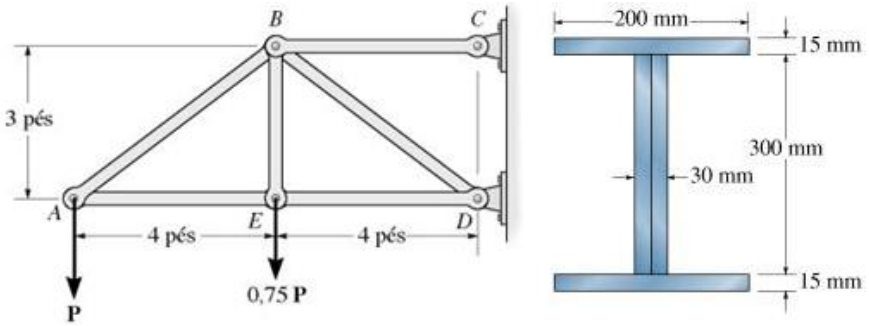
c) Pela conservação de volume, temos que volume inicial é igual ao volume logo antes da deformação plástica, quando a tensão é virtualmente 400 MPa.

$A_0 \times l_0 = A_{400\ MPa} \times l_{400\ MPa}$**, logo, a área real ao se aplicar 400 MPa é:**

$$A_{400\ MPa} = \frac{A_0 \times l_0}{l_{400\ MPa}} = \frac{37,5 \times 8}{8,031} = 37,35\ mm^2$$

Portanto, tensão verdadeira $\sigma_V = \frac{F}{A_{400\ MPa}} = \frac{15000}{37,35} = 401,55\ MPa$

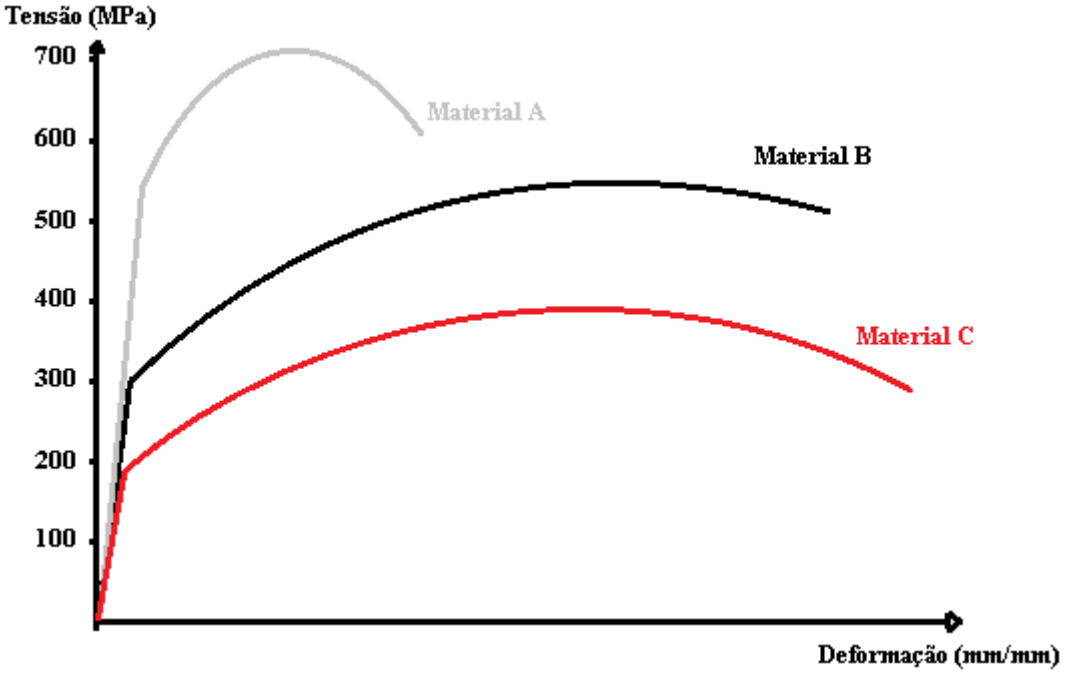
5) Treliças, como na figura abaixo (à esquerda) são importantes para sustentação de cargas, usadas em estruturas de construção civil, como galpões e pontes. Do lado direito temos um perfil em I, que muitas vezes é a seção transversal dessas vigas. Supondo que a viga entre os pontos A e B tenha este perfil I e que esteja submetida a uma força de tração de 5200 kN, determine:



a) (6 pontos) Sabendo que tensão é a relação entre força e área, qual é a tensão que a viga AB está submetida, na unidade de Pascal (N/m²) ou MPa?

b) (6 pontos) Considerando que a estrutura não pode sofrer deformação plástica, determine o(s) material(is) que serviria(m) para fazer a viga, baseado no gráfico abaixo (ensaio de tração) e explique o porquê (não considerar fator de segurança).

c) (8 pontos) Considerando os materiais representados no gráfico de ensaio de tração, determine qual é mais dúctil, qual é mais tenaz e qual é mais resiliente e explique o porquê.



Resolução:

a) $\sigma = \frac{F}{A} = \frac{5200\times10^3}{(200\times15\times2+300\times30)\times10^{-6}} = 346,67\times10^6\ Pa\ = 346,67\ MPa$

b) Apenas o material A, pois o limite de escoamento dos materiais B e C são inferiores ao valor calculado no item "a)".

c) O material C é o mais dúctil, pois possui a maior deformação até a fratura, o material B é o mais tenaz pois possui a a maior área abaixo da curva e o material A é o mais resiliente pois possui a maior área abaixo da curva dentro do regime elástico.