P1 de CTM – 2012.1

Nome: **Matrícula:**

Assinatura: **Turma:**

1) (1,5) Uma liga de cobre tem limite de escoamento igual a 300 MPa e módulo de elasticidade de 100 GPa.

   a. (0,5) Qual é a máxima carga (em N) que pode ser aplicada a uma amostra desse material que tenha uma seção transversal de 300 mm^2 sem haver deformação plástica? Explique seu raciocínio.

   A tensão limite de escoamento é justamente o valor no qual o material passa do regime elástico para o regime plástico. Assim, basta calcular o valor da força no limite de escoamento.

   $F = \sigma_y \times A = 300 \times 10^6\ N/m^2 \times 300\ mm^2 \times 10^{-6}\ m^2/mm^2 = 9 \times 10^{10} \times 10^{-6} = 9 \times 10^4\ N$

   b. (1,0) Se o comprimento original da amostra vale 100 mm, qual é o comprimento máximo (em mm) que a amostra pode ter sem haver deformação plástica? Explique seu raciocínio.

   Para calcular o comprimento elástico máximo devemos calcular a deformação no limite de escoamento, usando o valor do módulo de Young.

   $\varepsilon = \sigma_y/E = 300\ MPa/100\ GPa = 3 \times 10^{-3}$

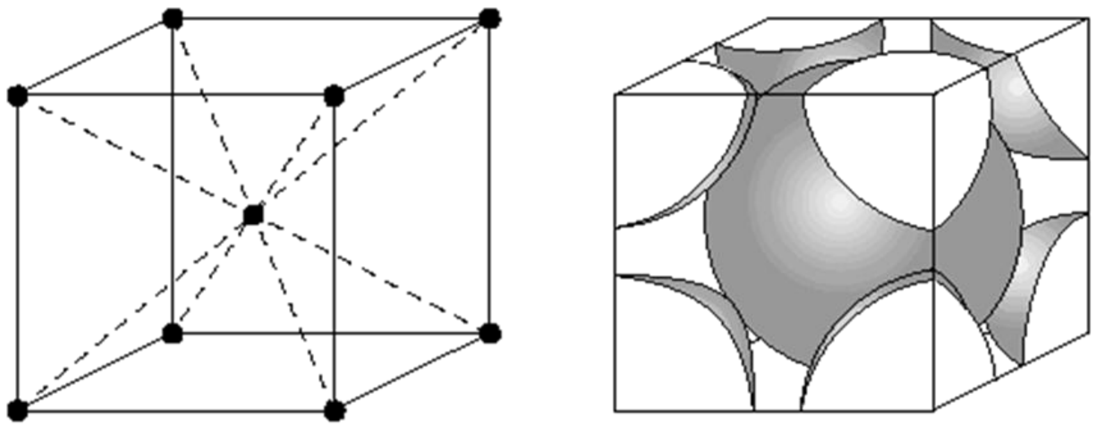
   Assim

   $L_{máx} = L_0(1+ \varepsilon) = 100(1,003) = 100,3\ mm$

2) (2,0)

a. (0,5) Faça uma representação esquemática da célula unitária de uma rede cristalina CCC;
b. (0,5) Calcule a densidade atômica planar de um plano da face dessa célula unitária;
c. (0,5) Calcule a densidade atômica planar de um plano vertical que divide diagonalmente a célula unitária.
d. (0,5) Calcule a densidade atômica linear de uma aresta da célula unitária.

OBS: Nos itens b, c e d, caso necessário, você pode deixar o cálculo final apenas indicado.

a) 

b) Em um plano da face os átomos dos vértices contribuem com ¼ de sua área. Assim,

DAP = $(4 \times \frac{1}{4} \times \pi R^2)/a^2$,

mas nesta rede $4R = a\sqrt{3}$ ou $a = 4R/\sqrt{3}$ e $a^2 = 16R^2/3$. Assim

DAP = $\pi R^2/(16R^2/3) = 3\pi/16 = 0{,}59$

c) Neste caso o plano em questão é um retângulo com área $A = a \times a\sqrt{2} = a^2\sqrt{2}$. Neste plano, além dos átomos dos vértices, temos o átomo central completo. Assim

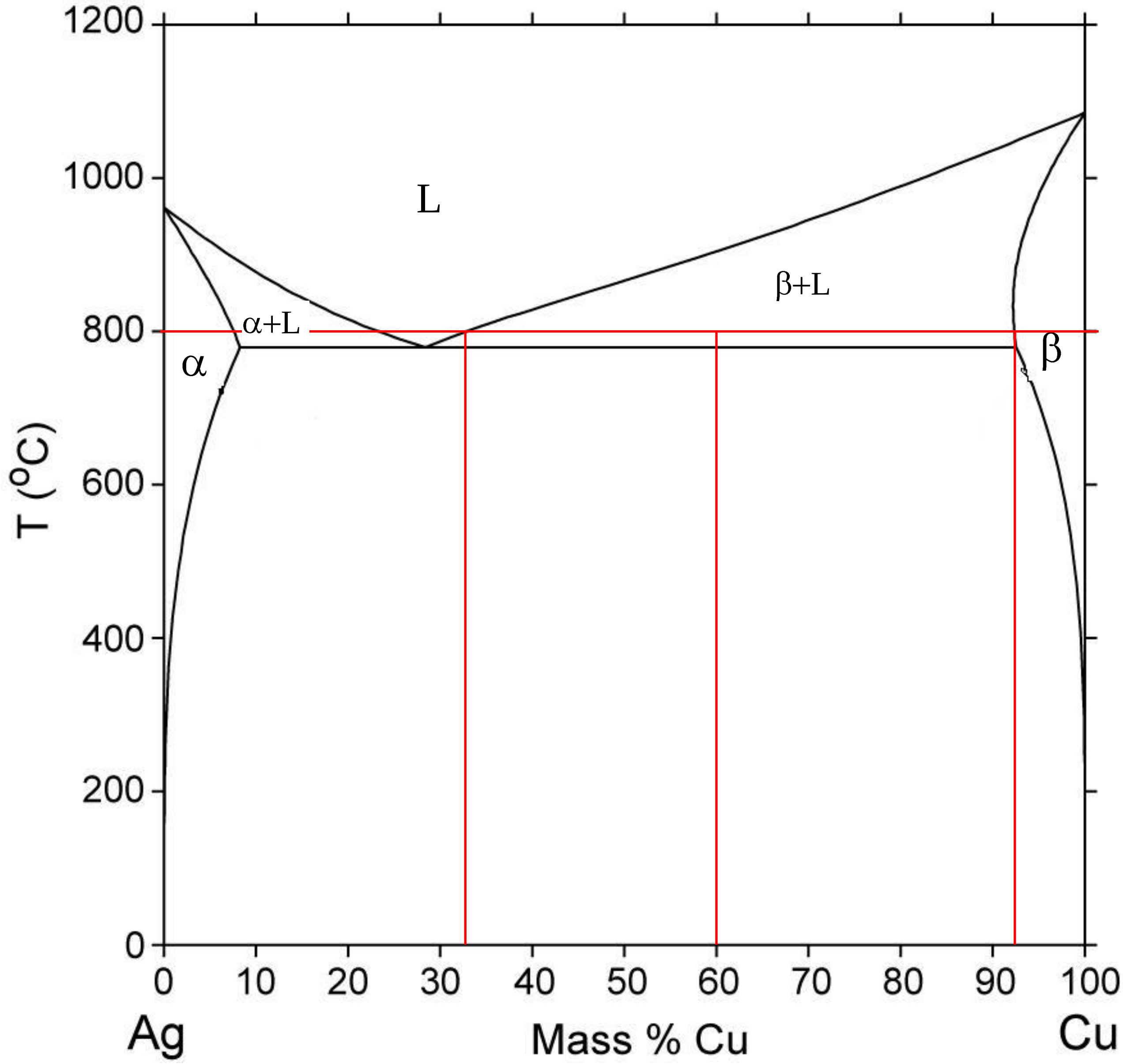
DAP = $(1 + 4 \times \frac{1}{4}) \times \pi R^2)/a^2\sqrt{2}$, e substituindo $a^2 = 16R^2/3$ temos

DAP = $2\pi R^2/(16\sqrt{2}R^2/3) = 6\pi/(16\sqrt{2}) = 3\pi/(8\sqrt{2}) = 0{,}83$

d) Em uma aresta temos o equivalente a 2 raios atômicos. Assim

DAL = $2R/a = 2R/(4R/\sqrt{3}) = (\sqrt{3})/2 = 0{,}87$

3) (3,0) Considere a liga 40%Ag – 60%Cu e o diagrama de fases abaixo, no qual os campos monofásicos já estão identificados.



Esta liga foi aquecida a 800 °C.

a. (0,5) Quais são as fases presentes nesta temperatura?
b. (0,5) Qual é a composição das fases nesta temperatura?
c. (0,5) Qual é porcentagem de cada fase nesta temperatura? *OBS: Monte a expressão e, se necessário, deixe indicado o resultado.*
d. (0,5) Esboce a microestrutura da liga após resfriamento até a temperatura ambiente, nomeando as fases presentes.
e. (0,5) Existe alguma fase pró-eutética na temperatura ambiente? Explique.

f. (0,5) Qual seria a melhor liga deste sistema para ser usada em fundição? Explique.

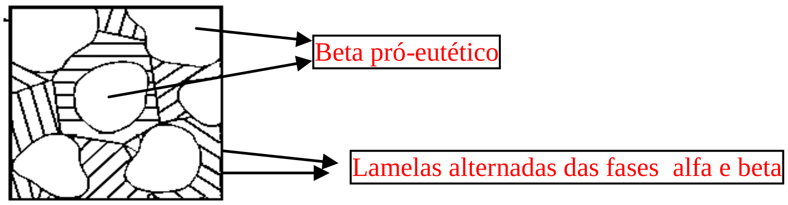
a. Identificando o ponto dado no enunciado percebe-se que ele se situa no campo bifásico em que coexistem as fases Líquida e Beta.

b. As composições aproximadas podem ser obtidas pelo cruzamento da isoterma de 800 ^{o}C com as linhas de fronteira da fase líquida e da fase Beta, conforme indicado no gráfico. Assim C_L = 32 wt% Cu–68 wt% Ag e C_β = 92 wt% Cu–8 wt% Ag

c. Usando a regra da alavanca

W_L = (92-60)/(92-32) = 32/60 = 0,53 e W_β = 1- W_L = 0,47

d.



e. Sim. A fase beta pró-eutética formada acima da temperatura eutética.

f. A liga de composição eutética, 28 wt% Cu – 72 wt% Ag, que tem ponto de fusão mais baixo do que os elementos puros e que qualquer outra composição.

4) (0,5) Nomeie e classifique os defeitos presentes em uma rede cristalina em função da sua “dimensionalidade”.

Dimensão zero: Defeitos pontuais (vacâncias, solutos substitucionais e intersticiais)

Dimensão um: Defeitos lineares (discordâncias em linha ou em hélice)

Dimensão dois: Defeitos planares (fronteiras de grão, falhas de empilhamento, maclas)

Dimensão três: Defeitos volumétricos (vazios, trincas, inclusões)

5) (1,5) Seja uma placa de ferro. Um lado está exposto a uma atmosfera rica em carbono e o outro lado a uma atmosfera pobre em carbono. A uma profundidade de 3 mm, a partir da superfície da placa, a concentração de carbono é igual a 1,0 kg/m^3 e a uma profundidade de 7 mm a concentração de carbono é igual a 0,4 kg/m^3. Considerando que a difusividade do carbono no ferro é igual a 3 x 10^{-11} m^2/s na temperatura de trabalho (700 ^oC), calcule o fluxo de carbono. *OBS: Você deve obter o resultado final, realizando as contas necessárias.*

Neste caso temos uma situação estacionária e pode-se usar a primeira Lei de Fick. Assim:

$$J_x = -D\frac{C_b - C_a}{x_b - x_a} = -\left(3 \times 10^{-11}\, m^2/_s\right)\frac{(1{,}0 - 0{,}4)\, {}^{kg}/_{m^3}}{(3-7)10^{-3} m} = 4{,}5 \times 10^{-9}\, kg/m^2.s$$

6) (1,5)

a. (0,9) Cite 3 mecanismos de endurecimento.

Redução de tamanho de grão, endurecimento por solução sólida, encruamento.

b. (0,6) Existe um princípio comum a todos os mecanismos de endurecimento. Descreva este princípio.

O princípio comum é dificultar o movimento das discordâncias. Como as discordâncias são responsáveis pelo deslizamento de planos cristalinos que dão origem à deformação plástica de materiais, ao dificultar seu movimento dificultamos a deformação plástica e endurecemos o material.