



**CONCURSO DE ADMISSÃO  
AO  
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS  
ENGENHARIA METALÚRGICA/MATERIAIS**



**CADERNO DE QUESTÕES**

**2022/2023**

**1ª QUESTÃO**

**Valor: 1,0**

Considere um tubo metálico enterrado em solo úmido, paralelamente à linha férrea eletrificada do metrô.

- a) Explique o processo de corrosão por corrente de fuga a que o tubo está sujeito.
- b) Apresente uma solução para evitar essa corrosão.

**2ª QUESTÃO**

**Valor: 1,0**

Uma etapa de um processo industrial envolve a secagem de carbonato de prata úmido em ar corrente a 110°C. Calcule a mínima pressão de CO<sub>2</sub> que deve estar presente no ar corrente para evitar a decomposição do carbonato de prata.

**Dados:**

- $\text{Ag}_2\text{CO}_{3(s)} \rightarrow \text{Ag}_2\text{O}_{(s)} + \text{CO}_{2(s)}$  ;  $\Delta G^\circ(383 \text{ K}) = 14,69 \text{ kJ/mol}$
- $e^{-4,61} = 0,0099$  ;
- $R = 8,314 \text{ J/mol.K}$  .

**3ª QUESTÃO**

**Valor: 1,0**

Amostras equivalentes de polietileno de baixa densidade (PEBD), com 10,0 g de massa, foram submetidas às seguintes condições de processamento:

- Condição A: amostra envolvida em uma tela de aço de 500 Mesh e posteriormente lavada com xileno durante 24 horas. Após esse processo, o polímero seco remanescente no interior da tela tinha uma massa de 2,0 g.
- Condição B: amostra exposta a radiação ultravioleta por um período prolongado e então submetida ao mesmo processo de lavagem da condição A. Nessas condições, a massa remanescente no interior da tela foi 5,0 g.

Frente ao exposto:

- a) Por que as massas das amostras são reduzidas pelo processo de lavagem?
- b) Por que as massas não são totalmente dissolvidas após cada lavagem?
- c) Qual a causa provável da diferença das massas remanescentes entre as condições A e B?
- d) Como o comportamento mecânico em tração seria afetado com o processo de exposição a radiação? Responda esboçando as curvas tensão-deformação para o material nas condições A e B.

**4ª QUESTÃO****Valor: 1,0**

As figuras A e B são micrografias obtidas da mesma região de uma amostra cerâmica sinterizada composta basicamente por alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), aditivada com nióbia ( $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ) e fluoreto de lítio (LiF). A figura A foi obtida por um detector de elétrons secundários (SE), enquanto a figura B foi obtida por um detector de elétrons retroespalhados (BSE).

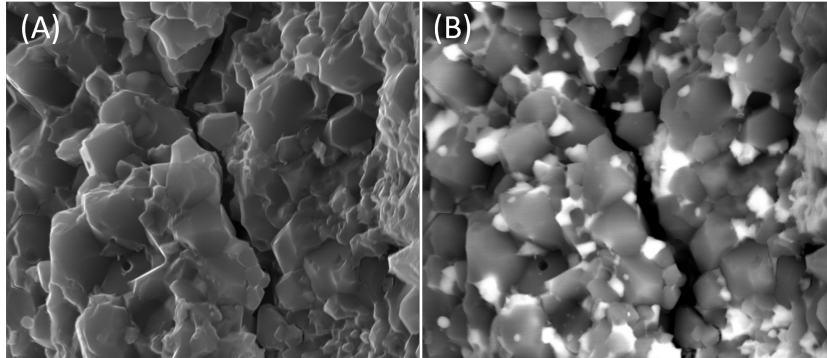


Figura: (A) Micrografia SE. (B) Micrografia BSE. (Fonte: Jesus, P.R.R., Processamento e Caracterização de um Material Cerâmico à Base de Alumina com Gradiente Funcional para Aplicação Balística, Tese de Doutorado, IME, 2021.)

Com base no exposto, descreva:

- os três estágios de sinterização de corpos cerâmicos;
- a principal informação que pode ser coletada de cada uma dessas micrografias.

**5ª QUESTÃO****Valor: 1,0**

Um componente da asa de um avião é fabricado com aço inoxidável cuja tenacidade à fratura em deformação plana é  $54 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ . Foi determinado que a fratura ocorre a uma tensão de 600 MPa se o comprimento crítico de uma trinca interna for  $2a = 2,4 \text{ mm}$ . Considerando  $\pi \approx 3$ , calcule o nível de tensão no qual a fratura ocorrerá para um comprimento crítico de trinca interna  $2a = 5,4 \text{ mm}$ .

**6ª QUESTÃO****Valor: 1,0**

Em um laboratório, são preparados compósitos de polipropileno (PP) com 20% em volume de fibras de vidro descontínuas, de forma que as fibras se encontram alinhadas. Sabendo que a fibra utilizada é cinquenta vezes mais rígida que o PP, calcule a alteração percentual do módulo de elasticidade do compósito ( $E_{CP}$ ), com relação ao da matriz pura, na direção:

- paralela ao reforço ( $E_{CP\parallel}$ );
- perpendicular ao reforço ( $E_{CP\perp}$ ).

**7ª QUESTÃO****Valor: 1,0**

Nos ensaios não destrutivos, a radiografia industrial é usada para detectar variações de espessura ou densidade em materiais. Duas grandezas são geralmente usadas para descrever o feixe de raios X: o poder de penetração e a intensidade. Defina essas grandezas e explique sua relação com a tensão e a corrente aplicadas ao tubo de raios X.

A extrusão é um processo mecânico de fabricação de componentes no qual o material é forçado através de uma matriz a fim de adquirir a forma projetada para a peça. Na figura, apresenta-se a constante de extrusão para alguns metais em função da temperatura. Considere a extrusão a quente em 1500°F de dois tarugos de mesma área inicial ( $A_0$ ), porém confeccionados com diferentes materiais (aço e cobre).

**Dados:**

- Equação que relaciona a força ( $F$ ) com a área inicial ( $A_0$ ), área final ( $A_f$ ) e a constante de extrusão ( $k$ ):  $F = A_0 \cdot k \cdot \ln(A_0/A_f)$

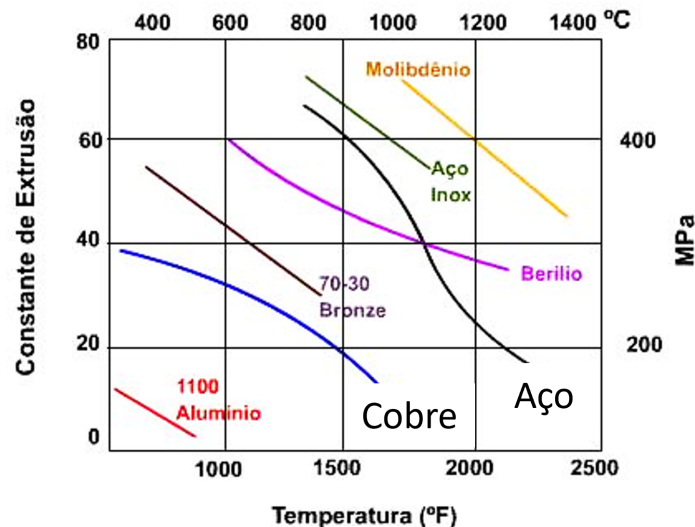


Figura: Constante de extrusão para metais em várias temperaturas. (Fonte: Adaptada de Marcondes, P., Extrusão, DEMEC, UFPR.)

Frente ao exposto, pede-se:

- citar duas vantagens e duas desvantagens da extrusão a quente em relação à extrusão a frio;
- citar três possíveis defeitos que podem ocorrer nos produtos extrudados;
- comparar a redução de área de cada tarugo, justificando a sua resposta.

**9ª QUESTÃO****Valor: 1,0**

Amostras de cobre e níquel puros e de uma liga metálica cobre-níquel ( $\text{Cu}_{1-x}\text{Ni}_x$ ) foram analisadas pela técnica de difração de raios X (DRX), a partir da qual foram determinadas as distâncias interplanares  $d_{111}$ , mostradas na tabela.

Metal/Liga	$d_{111}$ (nm)
Cu	0,209
$\text{Cu}_{1-x}\text{Ni}_x$	0,206
Ni	0,203

**Dados:**

- massa molar do Ni = 58,69 g/mol
- massa molar do Cu = 63,55 g/mol

Frente ao exposto:

a) determine o limite de resistência à tração (LRT) da liga, considerando os seguintes aspectos:

- o LRT da liga varia linearmente com a porcentagem em peso de níquel (%p Ni), na faixa de 0 a 60%p Ni, sendo  $\text{LRT}(\text{Cu}) = 210 \text{ MPa}$  e  $\text{LRT}(60\% \text{p Ni}) = 450 \text{ MPa}$ ;
- a solubilidade é completa (0 a 100%p Ni) e o parâmetro de rede varia linearmente com a porcentagem atômica.

b) desenhe um diagrama de fases esquemático Cu - Ni, considerando os pontos de fusão do cobre e do níquel como  $T_{\text{pf}}(\text{Cu}) = 1085^\circ\text{C}$  e  $T_{\text{pf}}(\text{Ni}) = 1455^\circ\text{C}$ , para a faixa de temperaturas de 1000 a 1500°C e composição de 0 a 100%p Ni, indicando os campos de fases sólida, líquida e sólida+líquida e as linhas *liquidus* e *solidus*.

**10ª QUESTÃO****Valor: 1,0**

Amostras do aço com composição química Fe - 0,30 V - 1,0 Mn - 0,001 P - 0,007 S - 0,08 Si - 0,10 Nb - 0,10 Ti - 0,40 C - 0,09 N (porcentagem em peso) foram divididas em dois grupos e submetidas a austenitização durante 2 horas nas temperaturas:

- Grupo 1: 1000°C;
- Grupo 2: 1200°C.

Após as austenitizações, as amostras de cada um dos grupos foram submetidas a diferentes taxas de resfriamento contínuo:

- Subgrupo A: resfriadas a uma taxa que permita somente transformações difusionais da austenita;
- Subgrupo B: resfriadas a uma taxa que permita transformações difusionais e não difusionais da austenita, sem a formação de ferrita.

Para os diferentes subgrupos A e B:

a) Traçar em um único diagrama temperatura-tempo-transformação (TTT) as curvas de resfriamento, a partir de 1000°C, indicando no diagrama as possíveis fases do aço.

b) Com base nos mecanismos de endurecimento dos metais, analisar a influência da temperatura de austenitização (1000°C e 1200°C), composição química e microestrutura:

- na resistência à tração; e
- na tenacidade à fratura das amostras.