



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



CADERNO DE QUESTÕES

2023/2024

1ª QUESTÃO

Valor: 1,0

Um material isotrópico, homogêneo e dúctil, após a realização de um ensaio de tração uniaxial, apresentou tensão de ruptura (σ_R) de 450 MPa e tensão de escoamento (σ_e) de 300 MPa. Considerando o estado de tensão de $\sigma_x = 150$ MPa, $\sigma_y = -100$ MPa e $\sigma_z = 300$ MPa, determine se o material está em um domínio elástico ou plástico.

2ª QUESTÃO

Valor: 1,0

A seleção de um material, para um determinado projeto de engenharia, deve procurar maximizar a resistência mecânica e minimizar a massa específica e o custo. Após o processo de triagem, foram selecionados como candidatos os materiais A, B e C, com as propriedades abaixo apresentadas. Tomou-se como critério a seguinte importância relativa na seleção do material com melhores condições para o projeto: peso 3 para o custo, peso 5 para a massa específica e peso 2 para resistência mecânica.

Material	Massa específica (g/cm ³)	Resistência Mecânica (MPa)	Custo/m ³ (R\$/m ³)
A	8	600	300
B	4	500	800
C	6	400	500

Qual material deve ser escolhido para o projeto considerando, os critérios anteriores? Justifique.

3ª QUESTÃO

Valor: 1,0

Ao longo dos anos, os procedimentos adotados para obter aços com maiores resistências mecânicas e tenacidades foram significativamente modificados. Um dos primeiros procedimentos adotados para melhorar as propriedades mecânicas dos aços é aumentar o percentual de carbono. Os resultados mostraram que esse procedimento reduz a tenacidade do aço. A solução foi adicionar outros elementos de liga, entre eles o manganês.

Supondo que, como engenheiro, seu Laboratório de Ensaio Mecânico recebeu dois grupos de amostras de aços. O primeiro grupo teve a adição somente de carbono. O segundo grupo teve a adição somente de manganês com percentual igual ao teor de carbono do primeiro grupo. Compare e justifique a diferença na capacidade de endurecimento do aço pelo carbono e pelo manganês.

4ª QUESTÃO**Valor: 1,0**

Os tratamentos termoquímicos dos aços têm como finalidade aumentar a dureza superficial das peças fabricadas pela modificação parcial da sua composição química. Os aços nitretados são empregados na indústria automobilística, em peças como barras de direção, virabrequins e engrenagens. Descreva sobre:

- as características operacionais do processo de nitração líquida do aço: tipo de banho, faixa de temperatura e tempo de operação;
- o efeito mais importante da difusão do nitrogênio nas propriedades do aço nitretado em banho de sal, na chamada "zona de difusão".

5ª QUESTÃO**Valor: 1,0**

A maioria dos componentes mecânicos estão submetidos a carregamentos cíclicos e sujeitos a falha por fadiga. Diversas pesquisas foram realizadas para identificar o percentual de falhas mecânicas que são ocasionadas por este fenômeno. Pode-se dizer que esse número corresponde de 50% a 90% de todas as falhas mecânicas. A definição de fadiga segundo a norma ASTM é a seguinte: "Processo progressivo e localizado de modificações estruturais permanentes ocorridas em um material submetido a condições que produzam tensões e deformações cíclicas que pode culminar em trincas ou fratura após um certo número de ciclos."

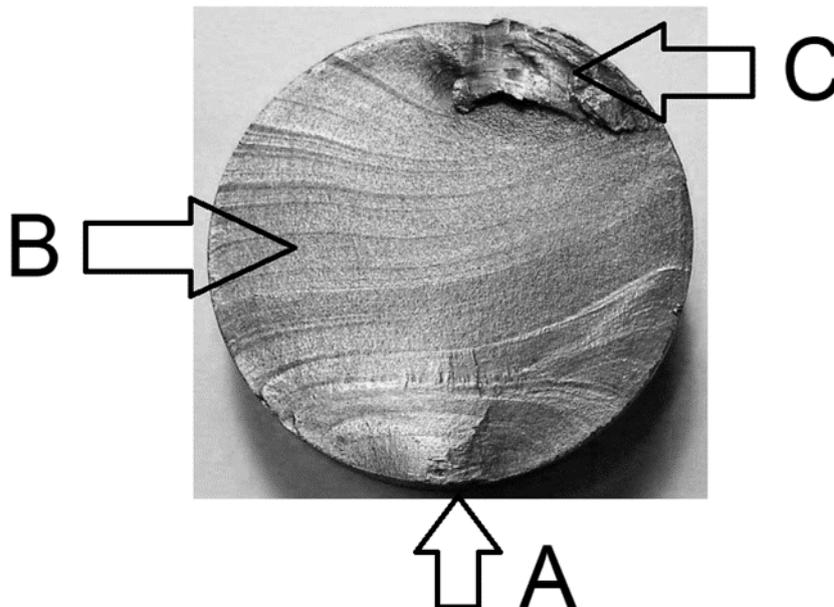


Figura: Fratura por fadiga; aço do tipo ABNT/AISI 8640 utilizado em eixo-pinhão redutor de carregadores de bancada de uma empresa mineradora. Fonte: GEsFraM/UFOP.

Sobre a falha por fadiga:

- Explique o significado das regiões A, B e C marcadas na imagem da fratura, destacando tensões, deformações e conceitos de mecânica da fratura atuantes no processo.
- Cite e explique 4 (quatro) fatores que podem influenciar o limite de fadiga.
- Explique a diferença entre marcas de praia e estrias de fadiga.

Um dos diagramas de fases mais utilizado é do sistema Fe - Fe₃C. Na Figura é mostrada a região que representa os aços e os ferros fundidos.

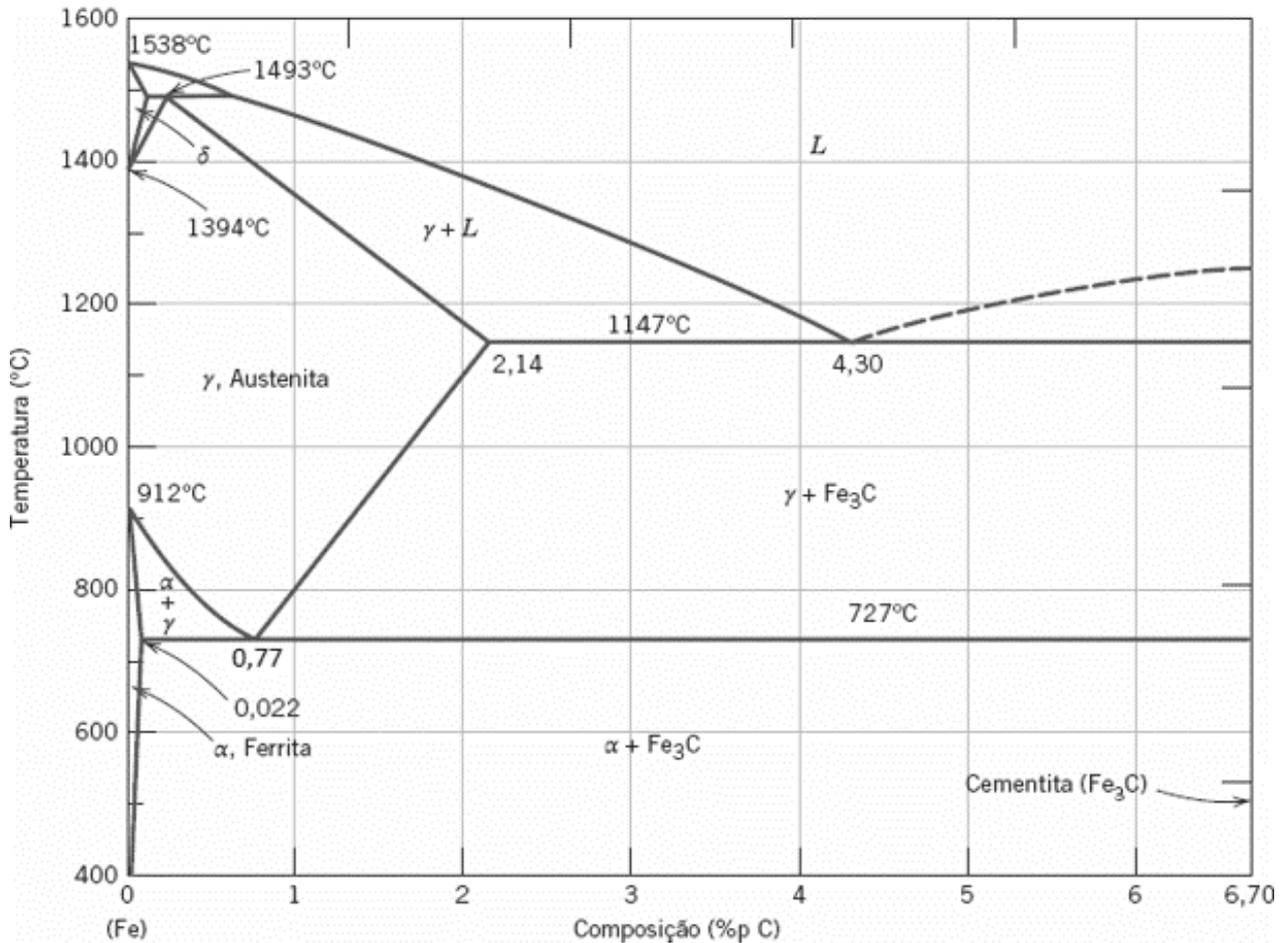


Figura: Diagrama de fases ferro-carbeto de ferro.[Adaptada de Binary Alloy Phase Diagrams, 2ª edição, Vol. 1, T. B. Massalski (Editor-chefe), 1990. Reimpressa com permissão de ASM International, Materials Park, OH.](apud Callister, 2018).

Com base na região do diagrama apresentado e nos seus conhecimentos de metalurgia física:

- Cite os percentuais em peso (%p) de carbono dos aços e dos ferros fundidos.
- Caso identifique uma reação do tipo eutética, cite a temperatura e as fases envolvidas.
- Caso identifique uma reação do tipo eutetoide, cite a temperatura e as fases envolvidas.
- Cite os microconstituintes, a composição e a quantidade relativa de cada fase para uma liga ferro-carbono com composição de 1,5%p de C a 726 °C.
- Sabendo que a cementita é uma fase metaestável e pode se dissociar ou decompor, cite as fases resultantes desse processo.

7ª QUESTÃO**Valor: 1,0**

Atuando como Chefe da Seção de Fundição de uma empresa, você recebeu a incumbência de entregar uma peça confeccionada via processo de fundição em molde de areia. Concluídas todas as etapas, verificou-se durante inspeção que havia inclusões de areia na peça acabada, sugerindo uma turbulência excessiva na alimentação do molde, o que causou erosão em suas paredes e consequente contaminação do material fundido. Considerando estas informações:

- Explique uma possível causa dessa turbulência excessiva e cite uma solução para o problema, supondo que a areia de enchimento foi satisfatoriamente compactada.
- Além das inclusões de areia, foi observada a presença de óxidos na peça, interferindo diretamente em suas propriedades mecânicas. Cite e explique 2 (dois) fatores que podem ter contribuído para a presença destes defeitos, tendo como referência o sistema de canais.
- Em relação ao item anterior, cite, para cada fator, uma solução adequada para minimizar a presença de escória na peça fundida.

8ª QUESTÃO**Valor: 1,0**

O polietileno de ultra alto peso molecular (PEUAPM) é considerado um material polimérico avançado, podendo ser utilizado em aplicações que demandem resistência ao desgaste e abrasão, alta resistência ao impacto e baixo coeficiente de atrito. Além disso, a fibra de PEUAPM pode ser utilizada como reforço em materiais compósitos devido à sua alta rigidez e resistência à tração. A Tabela mostra propriedades gerais de um PEUAPM na forma de chapa (25 mm de espessura) e na forma de fibras (diâmetros na ordem de 27 a 38 μm).

Propriedade	Chapa de PEUAPM	Fibra de PEUAPM
Massa específica (ρ)	0,94 g/cm ³	0,97 g/cm ³
Módulo de elasticidade (E)	0,69 GPa	119 – 175 GPa
Limite de Resistência a Tração (LRT)	38,6 – 48,3 MPa	2700 – 3000 MPa
Alongamento percentual até a fratura (ϵ_F)	350 – 525%	2,7 – 3,5%
Grau de cristalinidade (χ_c)	50 – 55%	90 – 95%
Temperatura de Transição Vítrea (T_g)	– 160 °C	Não informado.
Temperatura de Fusão (T_m)	137 °C	Não informado.

Frente ao exposto:

- Explique os motivos da diferença das propriedades ρ , E, LRT, ϵ_F e χ_c , listadas na tabela, quando comparadas as duas formas de PEUAPM.
- Explique por que a chapa de PEUAPM pode ser utilizada como material estrutural em temperatura ambiente (25 °C), apesar de estar cerca de 180 °C acima de sua T_g .
- Explique por que, mesmo se aquecido acima da T_m , o PEUAPM praticamente não flui.

9ª QUESTÃO**Valor: 1,0**

Nos processos de soldagem por fusão, quando se adota os mesmos parâmetros, a profundidade de penetração nos aços de baixo carbono é maior do que nas ligas de alumínio. Justifique.

A redução eletrolítica de íons em sais fundidos utilizado para a produção de alumínio metálico a partir da alumina é conhecido como processo Hall-Héroult. Nesse processo, é adicionada à alumina (Al_2O_3) uma carga de fluoretos, sendo o principal representante a criolita (Na_3AlF_6). Na Figura A é mostrado um esquema da célula de eletrólise representativa do processo de redução da alumina para alumínio metálico, com a presença de anodo de carbono. Na Figura B é mostrado um diagrama de fases criolita-alumina.

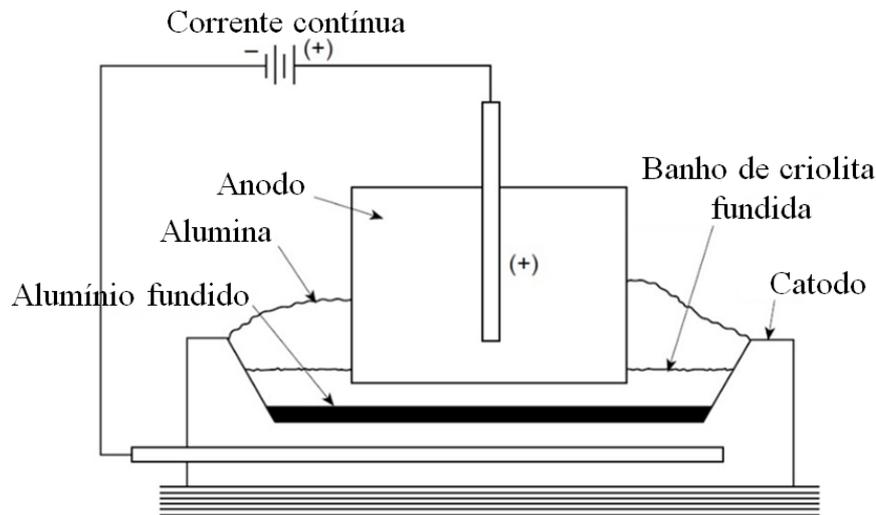


Figura A: Esquema de célula eletrolítica representativa do processo de redução para produção de alumínio. Fonte: Primary Aluminum Industry: Technical Support Document for Proposed MACT Standards (1996).

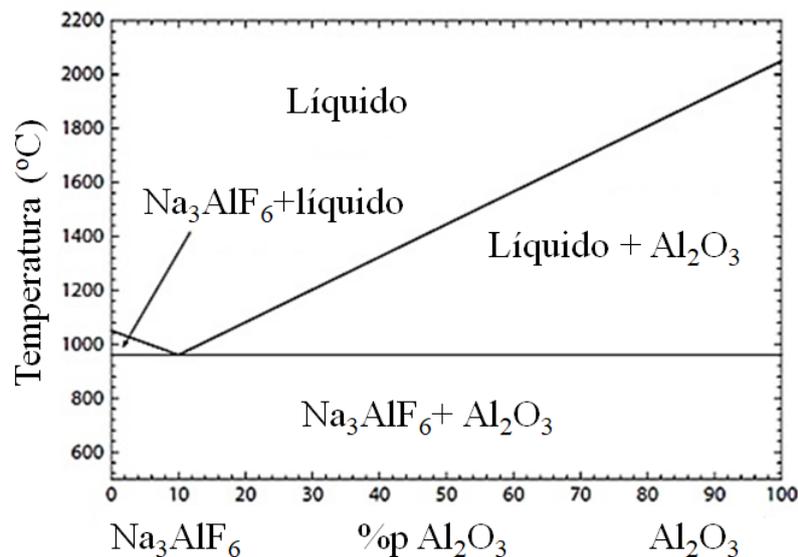


Figura B: Diagrama de fases $\text{Na}_3\text{AlF}_6 - \text{Al}_2\text{O}_3$. Fonte: READEY, D. W. Kinetics in Materials Science and Engineering. CRC Press, 2017.

10ª QUESTÃO (CONTINUAÇÃO)

Dados:

- $2/3Al_2O_3 = 4/3Al + O_2$; $\Delta G_1(1000^\circ C) = 848,54kJ/mol$
- $CO_2 = C + O_2$; $\Delta G_2(1000^\circ C) = 397,1kJ/mol$
- Relação entre a diferença de potencial (ΔV) e energia livre de Gibbs (ΔG): $\Delta V = -\Delta G/nF$
- Massa molar do alumínio (MM_{Al}) = 27 g/mol
- Constante de Faraday (F) = 96500 C/mol

- a) Calcule os consumos mínimos de energia em kWh por kg de Al em uma célula de eletrólise de alumina, considerando duas possibilidades: (i) anodo de carbono; (ii) anodo inerte.
- b) Com base na célula eletrolítica da Figura A e no diagrama de fases da Figura B, explique a função da criolita.