



CANDIDATO: _____ NOTA: _____

PROVA DE SELEÇÃO DOUTORADO PPGEM UFES - 2019/01

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Ciência e Engenharia dos Materiais

LINHAS: Materiais avançados e Tribologia

Preencha a tabela de respostas abaixo com a letra correspondente à resposta correta de cada questão. São 6 questões com o mesmo peso, totalizando **10 pontos**.

FOLHA DE RESPOSTAS

Questão	Resposta
1	
2	
3	
4	
5	
6	

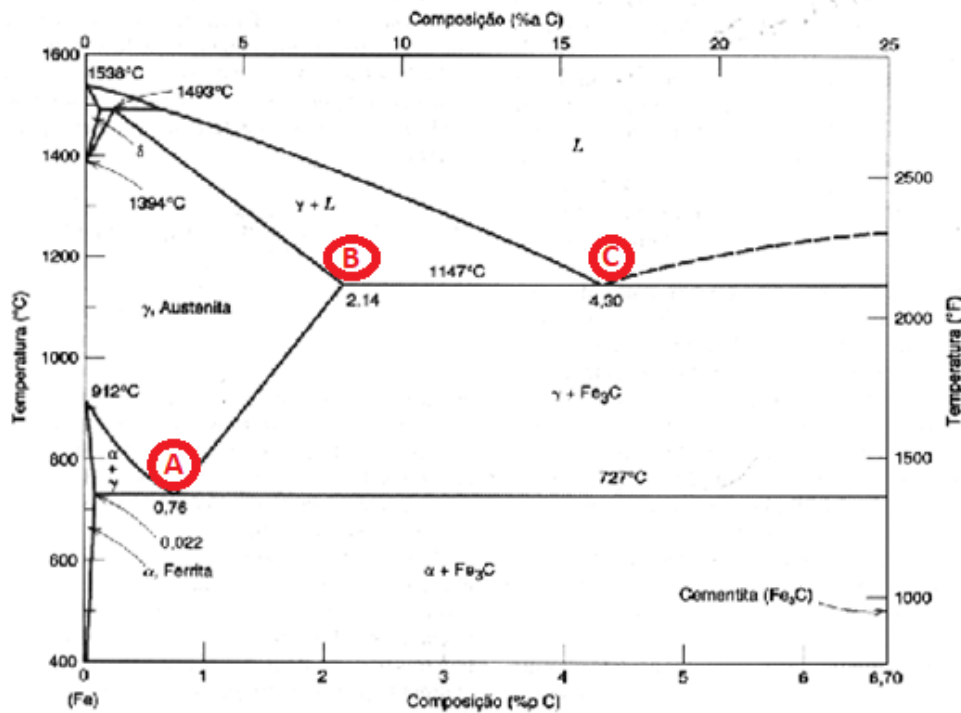
=====

Para levar para casa (gabarito):

1	2	3	4	5	6

Ciências dos Materiais

1. Para o diagrama de equilíbrio apresentado na Figura abaixo, pode-se afirmar que:



I- Nesse sistema, ocorrem três transformações de fase de equilíbrio de três fases, uma eutóide (Ponto A), peritética (Ponto B) e eutética (Ponto C).

II- A fase perlita é uma mistura de ferrita e cementita, formada pela transformação da austenita na composição eutóide.

III- Para se obter o máximo de dureza na têmpera de um aço carbono ABNT 1045, o material deverá ser previamente aquecido a 650°C.

IV- As transformações eutética e eutóide são do tipo incongruentes, isto é, durante as transformações ocorrem alterações composicionais.

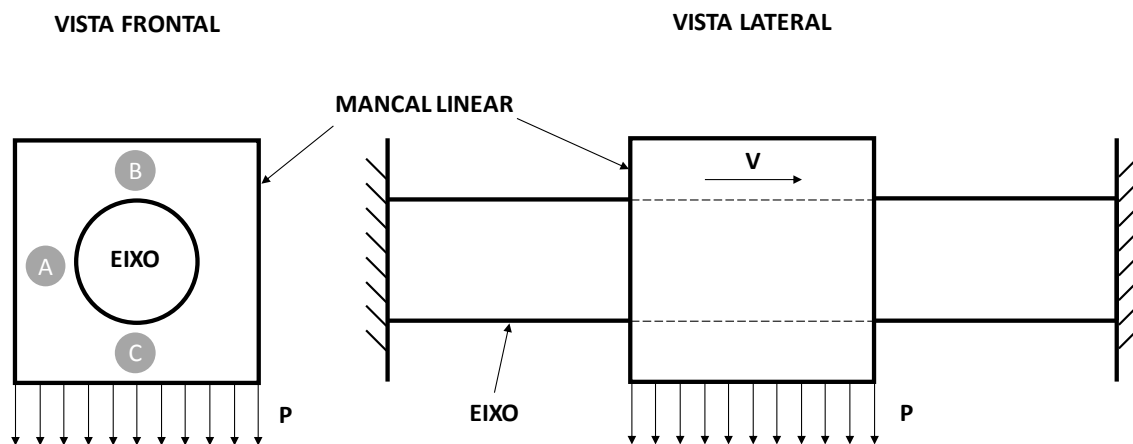
V- O diagrama de equilíbrio apresentado é, na verdade, metaestável, já que a cementita não é o composto de menor energia livre de Gibbs.

Quais das afirmações acima são falsas:

- a) I, II, III
- b) I, III, IV
- c) II, IV, V
- d) II, III, V
- e) I, IV, V

2. Cerâmicos de engenharia são materiais candidatos para aplicações em ambientes com alta temperatura ou extremamente corrosivos. Devido a sua elevada dureza, sob condições operacionais adequadas, podem apresentar boa resistência ao desgaste por deslizamento.

Em uma planta industrial para processamento de produtos químicos, um engenheiro depara-se com o problema de seleção de material para um mancal linear de deslizamento e, devido a corrosividade do ambiente e necessidade de extensa vida útil em desgaste deste componente mecânico, decide-se pela utilização de material cerâmico. Este mancal será acoplado a um eixo bi engastado e submetido a um carregamento uniforme P , conforme mostra o desenho abaixo. Levando ainda em consideração o custo da peça, chegou-se enfim aos cerâmicos mostrados na Tabela a seguir.

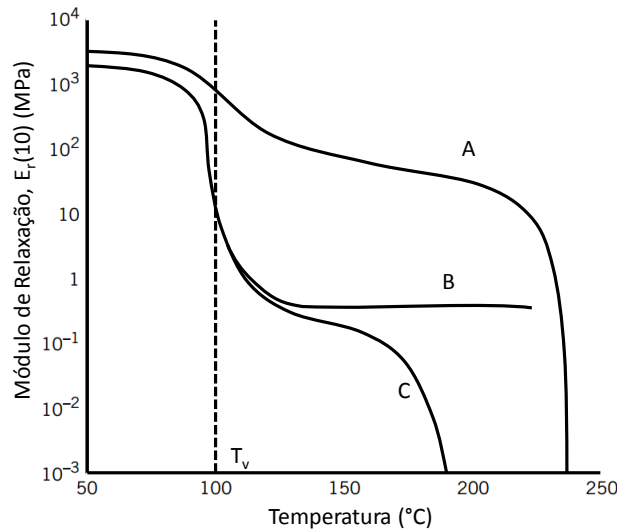


Propriedade ou parâmetro	Material			
	Al ₂ O ₃	SiC	Si ₃ N ₄	ZrO ₂
Densidade, ρ (g/cm ³)	3.9	3.1	3.2	5.7
Porosidade, ϕ (%)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tamanho máximo de defeitos, L (μ m)	5	5	5	5
Módulo de elasticidade, E (GPa)	370	410	310	200
Resistência à compressão, σ_c (MPa)	2700	3500	2500	1750
Resistência à tração, σ_t (MPa)	260	300	630	480
Tenacidade à fratura, K_{IC} (MPa.m ^{1/2})	5	4	6	11

Levando em conta apenas as informações fornecidas, pergunta-se: Qual dos cerâmicos apresentados na tabela deverá ser selecionado para que se tenha maior fator de segurança quanto a uma falha estrutural catastrófica deste mancal devido ao carregamento P aplicado? Em qual das regiões (A, B ou C) apresentadas na figura é mais provável que ocorra uma falha estrutural catastrófica deste componente mecânico devido ao carregamento P aplicado?

- (a) Al₂O₃, região C
- (b) SiC, região B
- (c) Si₃N₄, região A
- (d) Si₃N₄, região B
- (e) ZrO₂, Região A

3. O gráfico, representado na figura abaixo, exibe o comportamento do logaritmo do módulo de relaxação (E_r) (MPa) em função da temperatura ($^{\circ}\text{C}$) para três configurações moleculares diferentes de poliestireno (PS). Com base nas informações apresentadas, é correto afirmar que as curvas A, B e C representam um comportamento:



- A = elastomérico (poucas ligações cruzadas); B = alta cristalinidade; C = amorfo.
- A = elastomérico (poucas ligações cruzadas); B = amorfo; C = alta cristalinidade.
- A = alta cristalinidade; B = amorfo; C = elastomérico (poucas ligações cruzadas).
- A = alta cristalinidade; B = elastomérico (poucas ligações cruzadas); C = amorfo.
- A = amorfo; B = elastomérico (poucas ligações cruzadas); C = alta cristalinidade.

4. Compare as tensão e deformação nominais (de engenharia) com as tensão e deformação reais de um aço de baixo carbono que apresenta as seguintes características num ensaio de tração:

- Carga aplicada ao corpo de prova = 75.620 N
- Diâmetro inicial do corpo de prova = 12,7 mm
- Diâmetro do corpo de prova sob a carga de 75.620 N = 12,0 mm

Obs: se precisar, empregue as seguintes relações:

$\log 0,89 = -0,05$; $\ln 0,89 = -0,113$; $\log 1,12 = 0,049$; $\ln 1,12 = 0,113$; $\log 1,36 = 0,134$; $\ln 1,36 = 0,307$; $\log 13,6 = 1,13$; $\ln 13,6 = 2,61$

Os valores encontrados para a tensão nominal, deformação nominal, tensão real e deformação real são, respectivamente:

- 596,8 MPa; 0,107; 668,6 MPa e 0,134
- 596,8 MPa; 0,12; 668,6 MPa e 0,049
- 668,6 MPa; 0,107; 596,8 MPa e 1,13
- 668,6 MPa; 0,307; 668,6 MPa e 1,13
- 596,8 MPa; 0,12; 668,6 MPa e 0,113

5. A aplicação dos semicondutores na indústria eletrônica aumentou exponencialmente nas duas últimas décadas. A capacidade que a indústria de semicondutores adquiriu, de implementar circuitos elétricos extremamente complexos numa única pastilha (chip) de silício, menor que 1 cm^2 e espessura inferior à $0,2 \text{ mm}$, revolucionou o design e a produção de inúmeros produtos. Computadores clássicos e de alto desempenho não existiriam sem os microprocessadores, e, estes, beneficiaram-se da progressiva miniaturização da tecnologia de semicondutores.

Sobre esta importante classe de materiais, têm-se:

I- Os semicondutores são materiais cujas as condutividades elétricas se situam entre as dos metais e as dos isolantes. Os semicondutores intrínsecos são semicondutores puros, cuja condutividade elétrica é determinada pelas suas propriedades elétricas próprias. Os elementos puros silício (Si) e germânio (Ge) perfazem materiais semicondutores intrínsecos.

II- Os elementos Si e Ge têm estrutura cúbica do diamante com ligações covalentes fortemente direcionais. Seus átomos estão ligados tetraedricamente na rede cristalina por pares de elétrons em orbitais ligantes híbridos sp^3 . Nesta estrutura, cada átomo de Si ou Ge contribui com quatro elétrons de valência.

III- Os elétrons de valência ligantes (elétrons ligantes) não podem mover-se através da rede cristalina e, portanto, não podem conduzir eletricidade a menos que seja fornecida energia suficiente para fazê-lo. Se fornecida uma quantidade crítica de energia, o elétron de valência transforma-se num elétron livre de condução, ao mesmo tempo que se origina um "buraco" positivamente carregado na rede cristalina. Na condução elétrica num semicondutor como o Si ou o Ge puros, somente os elétrons atuam como transportadores de carga movendo-se num campo elétrico aplicado.

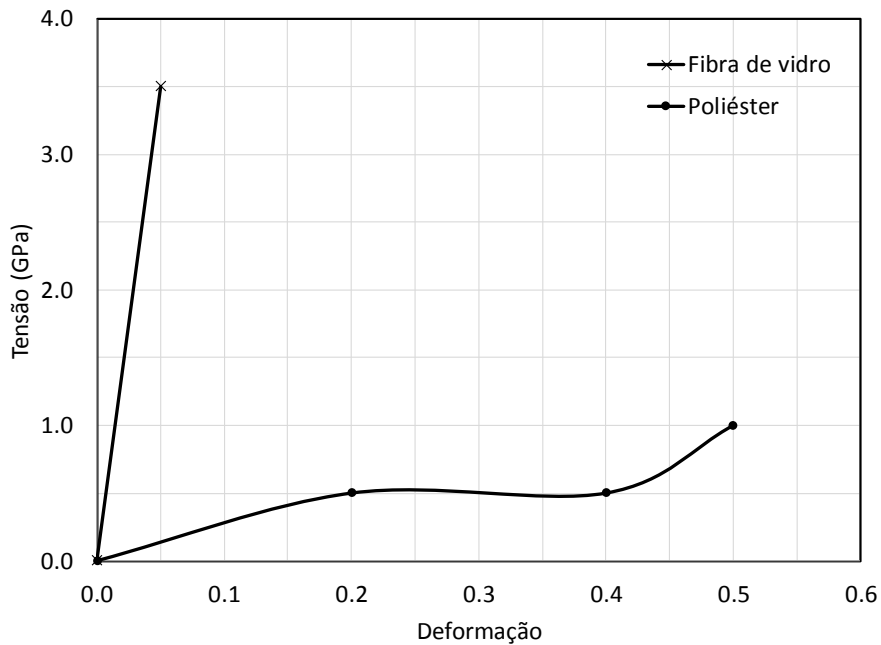
IV- A 0 K (zero Kelvin), a banda de valência dos semicondutores intrínsecos, como o Si e o Ge, está completamente cheia; ao passo que a banda de condução está completamente vazia. Acima de 0 K , alguns elétrons de valência são termicamente ativados e excitados através do hiato (gap) de energia até à banda de condução, originando pares elétron-buraco. Por isso, e em contraste com os metais cujas condutividades decrescem quando a temperatura aumenta, as condutividades dos semicondutores aumentam com o aumento da temperatura, no intervalo de temperaturas em que este mecanismo predomina.

São verdadeiras:

- a) I, II e IV
- b) I e IV
- c) I e III
- d) I, II e III
- e) Todas são verdadeiras

6. Pás de turbinas eólicas para geração de energia elétrica são componentes que exigem uma combinação de características que dificilmente são encontradas em materiais tradicionais puramente metálicos, poliméricos ou cerâmicos. São algumas delas: baixa densidade, alta resistência mecânica, ao desgaste erosivo e à corrosão, rigidez adequada, conformabilidade e custo. Materiais compósitos, como os polímeros reforçados com fibra de vidro (PRFV), são geralmente empregados em pás de turbinas eólicas.

Para qualificação ao serviço de um PRFV, composto de uma matriz de poliéster reforçada por 40% em volume de fibras de vidro contínuas e alinhadas, um corpo de prova laminado deverá ser submetido a um ensaio de tração cujo carregamento será longitudinal ao sentido das fibras. As curvas de tensão-deformação para cada constituinte do compósito estão apresentadas na Figura abaixo. Considerando estado de isodeformação (mesma deformação na matriz e na fibra), qual o valor do módulo de elasticidade esperado para o compósito neste ensaio de tração?



- (a) 29,2 GPa.
- (b) 29,5 GPa.
- (c) 36,3 GPa.
- (d) 42,8 GPa.
- (e) 43,0 GPa.