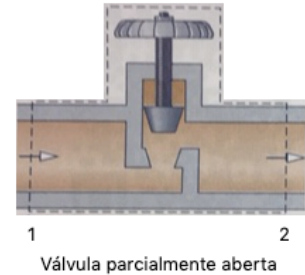


PARTE 1: Mecânica dos Fluidos, Termodinâmica e Transferência de Calor e Massa

1. Uma aplicação do processo de estrangulamento é a utilização de uma válvula em sistemas de refrigeração por compressão de vapor para a redução da pressão do refrigerante do seu valor de saída do condensador à pressão mais baixa existente no evaporador. Na modelagem deste processo, normalmente as variações das energias cinética e potencial são consideradas desprezíveis, assim como a troca de calor com a vizinhança, e o único trabalho é o de superfície. Desta forma, o processo pode ser considerado:

- a) isoentrópico
- b) isobárico
- c) isoentálpico
- d) isocórico
- e) isotérmico



2. O ciclo de Carnot é um exemplo de ciclo reversível operando entre dois reservatórios térmicos. Neste ciclo, o sistema passa por uma série de quatro processos internamente reversíveis sendo eles:

- a) 2 adiabáticos e 2 isotérmicos
- b) 2 adiabáticos e 2 isobáricos
- c) 2 isotérmicos e 2 isobáricos
- d) 2 isotérmicos, 1 adiabático e 1 isobárico
- e) 2 adiabáticos, 1 isotérmico e 1 isobárico

3. A potência gerada em uma turbina a vapor é 2000 kW. São conhecidos na entrada da turbina: $p_e = 15,0 \text{ MPa}$; $T_e = 900 \text{ }^\circ\text{C}$; $v_e = 0,03546 \text{ m}^3/\text{kg}$; $u_e = 3811,89 \text{ kJ/kg}$; $h_e = 4343,75 \text{ kJ/kg}$; e $s_e = 7,4279 \text{ kJ/kg K}$; e na saída: $p_s = 4,0 \text{ Mpa}$; $T_s = 300 \text{ }^\circ\text{C}$; $v_s = 0,05884 \text{ m}^3/\text{kg}$; $u_s = 2725,33 \text{ kJ/kg}$; $h_s = 2960,68 \text{ kJ/kg}$; e $s_s = 6,3614 \text{ kJ/kg K}$. Onde p , T , v , u , h e s são: a pressão, a temperatura, o volume específico, a energia interna, a entalpia e a entropia, respectivamente. Sabendo-se que a vazão mássica na entrada é de $1,5 \text{ kg/s}$ e que o processo ocorre em regime permanente. Desprezando-se os efeitos das variações de energia cinética e potencial, o calor dissipado durante o processo é aproximadamente:

- a) 15 kW
- b) 30 kW
- c) 45 kW
- d) 60 kW
- e) 75 kW

4. A parede de um forno é construída em tijolo refratário com 0,15 m de espessura e condutividade térmica de 1,7 W/m K. As medidas realizadas em condições de operação em regime permanente mostram que as temperaturas nas superfícies interna e externa são 1.100 °C e 850 °C. A taxa de perda de calor através de uma parede de 0,5 m por 3m é:

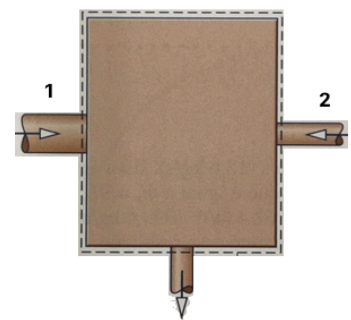
- a) 63,75 W
- b) 625 W
- c) 2750 W
- d) 4250 W
- e) 6750 W

5. Os números de Reynolds e Froude são muito comuns quando se aplica a semelhança dinâmica para o dimensionamento de um modelo reduzido para se avaliar o escoamento de um fluido. Estes números adimensionais representam, respectivamente, a relação entre:

- a) forças gravitacionais e viscosas e forças de inércia e viscosa
- b) forças de inércia e viscosa e forças de inércia e gravitacionais
- c) forças de inércia e gravitacionais e forças gravitacionais e viscosa
- d) forças de inércia e viscosa e forças gravitacionais e viscosa
- e) força de inércia e gravitacional e forças gravitacionais e viscosa

6. No reservatório de água mostrado na figura, o diâmetro da tubulação de entrada 1 é o dobro do diâmetro da tubulação de saída e o diâmetro da tubulação de entrada 2 é igual ao diâmetro da tubulação de saída. Se a velocidade média na entrada 1 (V) é igual a metade da velocidade máxima na entrada 2, e o escoamento na entrada 2 é laminar, a velocidade média na saída é:

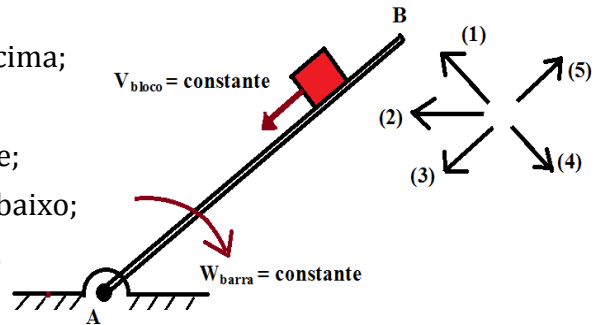
- a) V
- b) $2V$
- c) $3V$
- d) $4V$
- e) $5V$



PARTE 2: Mecânica dos Corpos Rígidos / Mecânica dos Sólidos

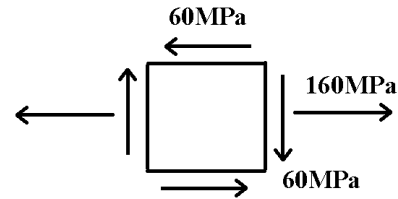
7. O bloco desliza com velocidade constante, sem atrito, ao longo da barra AB que, por sua vez, gira com velocidade angular uniforme no sentido horário. Na ausência de ação gravitacional, o vetor que melhor representa a direção e o sentido da aceleração no bloco com relação ao ponto A fixo é:

- a) direção 1, perpendicular a barra AB, para cima;
- d) direção 2, horizontal;
- c) direção 3, paralela a barra AB, descendente;
- d) direção 4, perpendicular a barra AB, para baixo;
- e) direção 5, paralela a barra AB, ascendente.



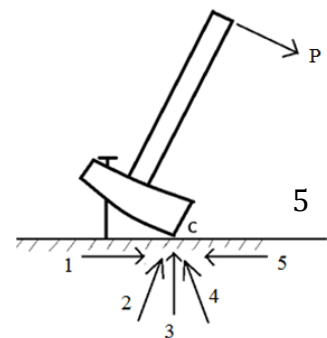
8. O paralelepípedo elementar mostrado abaixo, em equilíbrio, ilustra o estado de tensão combinado devido à flexão e torção no ponto crítico de uma árvore de transmissão de potência. As tensões normais valem 160 MPa e as cisalhantes valem 60 MPa. A maior tensão normal neste ponto, também chamada de tensão principal, tem a intensidade de:

- a) 220 MPa
- b) 160 MPa
- c) 320 MPa
- d) 170,9 MPa
- e) 180 MPa



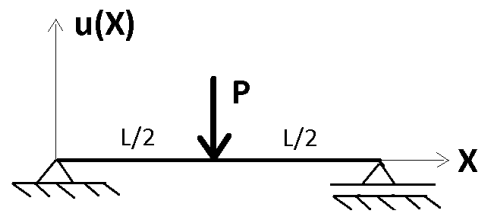
9. Seja P a força aplicada no cabo do martelo para retirar o prego do solo. A direção da força de reação do solo rugoso no ponto de contato com a cabeça ou bloco do martelo é mais bem representada geometricamente pelo vetor apresentado na opção:

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e)



10. Considere uma viga biapoada com módulo de elasticidade longitudinal E , momento de inércia de área com relação ao centróide I e comprimento L , na qual uma carga concentrada P atua no centro do vão. A expressão dos deslocamentos u da linha neutra ao longo da viga é dada por:

- a) $u(X) = FX(4X^2 - 3L^2)/(48EI)$
- b) $u(X) = FXL^2/(24EI)$
- c) $u(X) = F(X-L)(5X^2 + 2L^2 - 10LX)/(96EI)$
- d) $u(X) = FX^2(4X - 3L)/(48EI)$
- e) $u(X) = FXL^2/(48EI)$

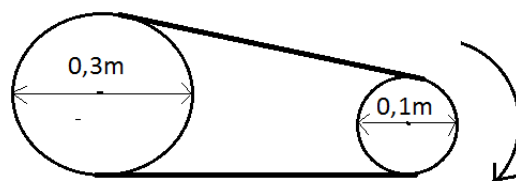


11. Considere a mesma situação mostrada no exercício anterior, referente à viga com carga concentrada P no meio do vão. Suponha que uma barra circular maciça atue como viga neste caso. Para se reduzir mais efetivamente o deslocamento $u(X)$ no ponto de aplicação da carga P , a maior sensibilidade é conseguida:

- a) reduzindo-se à metade o comprimento L do vão;
- b) dobrando o valor do módulo de elasticidade E ;
- c) diminuindo-se à metade o módulo da carga P ;
- d) escolhendo um material com coeficiente de Poisson próximo de zero;
- e) dobrando o valor do diâmetro da barra.

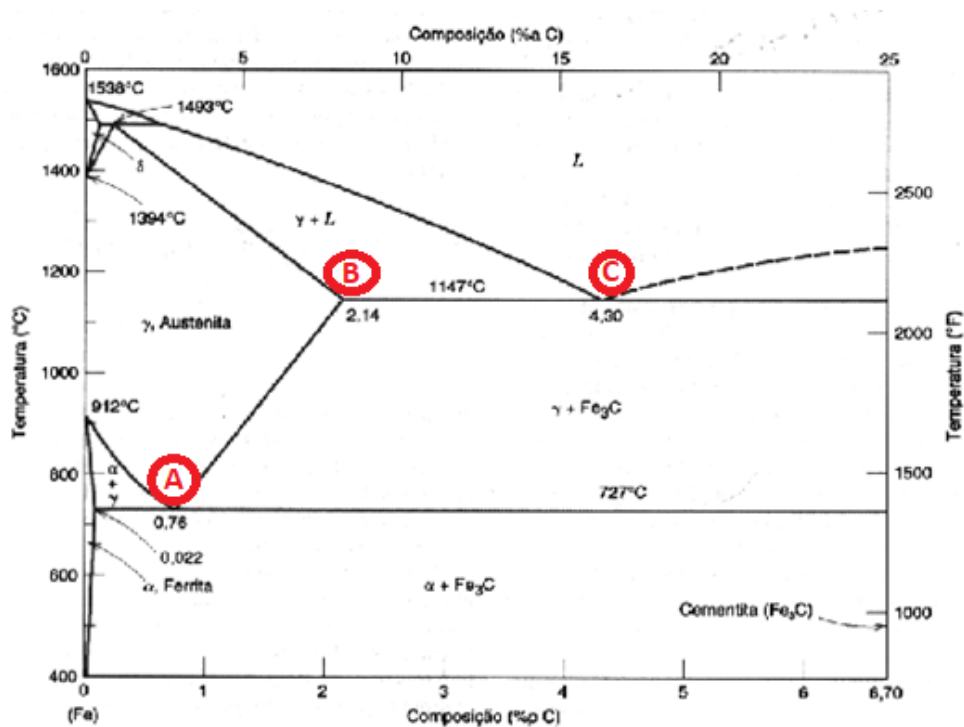
12. A figura acima à direita mostra o esquema de transmissão numa bicicleta, onde uma corrente inextensível transmite movimento dos pedais para a roda usando duas polias com massa desprezível. As dimensões dos diâmetros das polias estão em metros (m). Considere que a polia menor gira a 30 rotações por minuto. Qual o período de giro, em segundos, da polia maior?

- a) 6 segundos
- b) 3 segundos
- c) 0,34 segundos
- d) 4 segundos
- e) 12 segundos



PARTE 3: Ciências dos Materiais

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



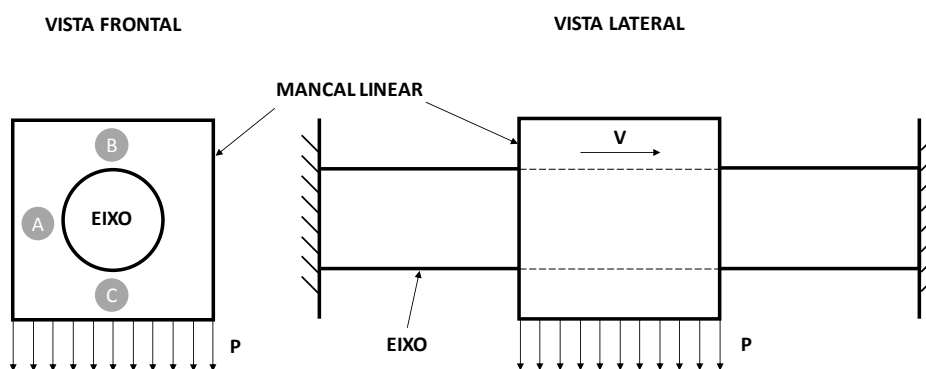
- I- Nesse sistema, ocorrem três transformações de fase de equilíbrio de três fases, uma eutetóide (Ponto A), peritética (Ponto B) e eutética (Ponto C).
- II- A fase perlita é uma mistura de ferrita e cementita, formada pela transformação da austenita na composição eutetóide.
- III- Para se obter o máximo de dureza na têmpera de um aço carbono ABNT 1045, o material deverá ser previamente aquecido a 650°C.
- IV- As transformações eutética e eutetóide 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

14. 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.

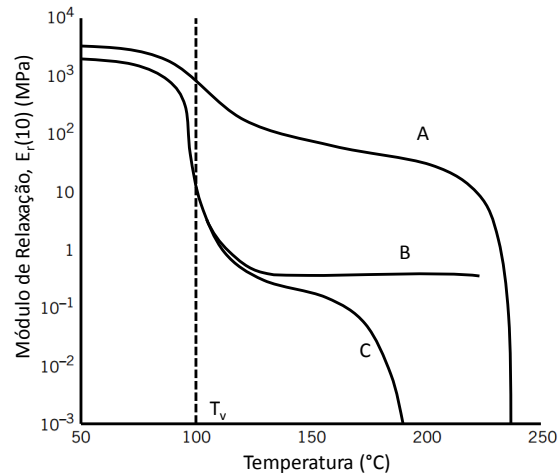


Propriedade ou parâmetro	Material			
	Al ₂ O ₃	SiC	Si ₃ N ₄	ZrO ₂
Densidade, ρ (g/cm ³)	3.9	3.1	3.2	5.7
Porosidade, ϕ (%)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tamanho máximo de defeitos, L (μ m)	5	5	5	5
Módulo de elasticidade, E (GPa)	370	410	310	200
Resistência à compressão, σ_c (MPa)	2700	3500	2500	1750
Resistência 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

15. O gráfico, representado na figura abaixo, exhibe 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.

16. 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

17. 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 cm² e espessura inferior à 0,2 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 sp³. 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.

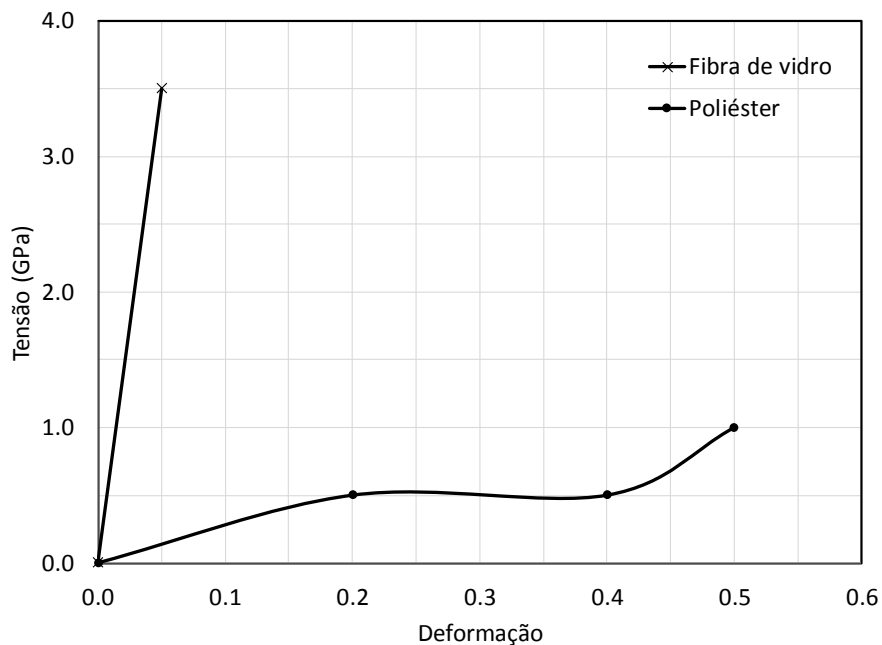
IV- A 0 K (zero Kelvin), a banda de valência dos semicondutores intrínsecos, como o Si e o Ge, está completamente cheia; ao passo que a banda de condução está completamente vazia. Acima de 0 K, alguns elétrons de valência são termicamente ativados e excitados através do hiato (gap) de energia até à banda 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

18. 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.