

## CONHECIMENTOS ESPECIALIZADOS

31) A Primeira Lei da Termodinâmica é chamada de lei da conservação de energia e retrata o balanço energético entre as energias internas inicial e final do sistema, sendo aplicada em processos nos quais a energia interna de um sistema é trocada com o meio externo nas formas de calor e trabalho. Sobre essa lei, é correto afirmar que, durante qualquer ciclo percorrido por um sistema, a integral cíclica do(a)

- a) calor é proporcional a do trabalho.
- b) calor é proporcional da energia interna.
- c) calor é proporcional à da energia cinética.
- d) energia interna é proporcional à do trabalho.

### JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

A primeira lei estabelece que, durante um ciclo percorrido por um sistema, a integral cíclica do calor é proporcional a integral cíclica do trabalho:

$$J \oint \delta Q = \oint \delta W$$

Sendo:

§  $\delta Q$ : integral cíclica do calor transferido. Representa o calor líquido transferido durante o ciclo.

§  $\delta W$ : integral cíclica do trabalho. Representa o trabalho líquido durante o ciclo.

J: é um fator de proporcionalidade que depende das unidades utilizadas no trabalho e calor. No sistema internacional de unidades (SI), a energia é medida em joule. Assim  $J = 1$  e a equação resume-se a:  $\oint \delta Q = \oint \delta W$

Fonte:

WYLLEN, Van; SONNTAG, Richard E.; BORGNAKKE, Claus. **Fundamentos de termodinâmica clássica**. Tradução da 4ª edição americana. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

32) Se um ciclo térmico satisfaz a Primeira Lei da Termodinâmica, não está assegurado que ele realmente possa ocorrer. Assim, um ciclo término só ocorrerá se tanto a primeira quanto a segunda Lei da Termodinâmica forem satisfeitas. Sobre a Segunda Lei da Termodinâmica, informe se é verdadeiro (V) ou falso (F) o que se afirma abaixo. A seguir, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta.

- ( ) Expansões não resistidas dos gases são processos irreversíveis.
  - ( ) O atrito é um fator que não influencia a reversibilidade de um sistema.
  - ( ) Dado um sistema isolado termodinamicamente, a entropia do sistema tende a diminuir até atingir um valor máximo.
  - ( ) Um processo de transferência de calor é reversível quando o calor é transferido através de um diferencial infinitesimal de temperatura.
  - ( ) Um processo reversível é definido como aquele que, tendo ocorrido, pode ser invertido e após realizada essa inversão, não se notarão vestígios no sistema e no meio.
- a) F – F – V – V – F
  - b) V – V – V – F – F
  - c) V – F – F – V – V
  - d) F – V – F – F – V

### JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

**A primeira afirmativa é verdadeira.** De acordo com a Segunda Lei da Termodinâmica, expansões não resistidas dos gases são processos irreversíveis.

**A segunda afirmativa é falsa.** O atrito é um fator que influencia a reversibilidade de um sistema.

**A terceira afirmativa é falsa.** Dado um sistema isolado termodinamicamente, a entropia do sistema tende a aumentar até atingir um valor máximo.

**A quarta afirmativa é verdadeira.** Um processo de transferência de calor é reversível quando o calor é transferido através de um diferencial infinitesimal de temperatura.

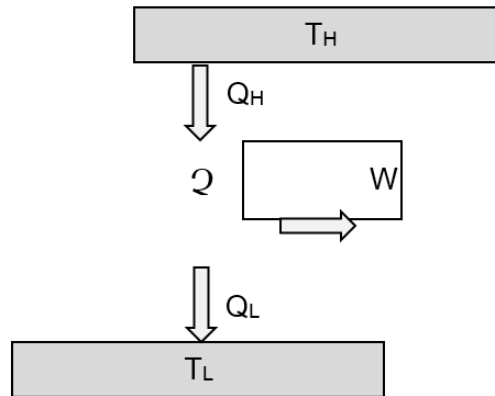
**A quinta afirmativa é verdadeira.** Um processo reversível é definido como aquele que, tendo ocorrido, pode ser invertido e após realizada essa inversão, não se notarão vestígios no sistema e no meio.

Fonte:

WYLLEN, Van; SONNTAG, Richard E.; BORGNAKKE, Claus. **Fundamentos de termodinâmica clássica**. Tradução da 4ª edição americana. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

- 33) A máquina térmica mostrada na figura abaixo opera entre dois reservatórios de temperaturas  $T_H$  e  $T_L$ , sendo  $T_H=500^\circ\text{C}$  e  $T_L=300^\circ\text{C}$  e gera trabalho  $W = 400\text{kW}$ . A taxa de transferência de calor do reservatório a alta temperatura ( $Q_H$ ) é 1 MW.

$$\frac{\text{Eficiência térmica da máquina}}{\text{Eficiência térmica da máquina de Carnot}}$$



Calcule a eficiência térmica dessa máquina e a eficiência térmica da máquina de Carnot. A seguir, informe a relação entre elas

- a) 0,50
- b) 0,40
- c) 0,75
- d) 0,80

**JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)**

Cálculo do rendimento térmico da máquina apresentada:

$$\eta_{\text{térmico}} = \frac{\dot{W}}{\dot{Q}_H} = \frac{400}{1000} = 0,40$$

Cálculo do rendimento térmico da máquina de Carnot

$$\eta_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{300}{600} = 0,50$$

Cálculo da relação entre rendimento térmico da máquina e rendimento térmico da máquina de Carnot:

$$\frac{\text{Eficiência térmica da máquina}}{\text{Eficiência térmica da máquina de Carnot}} = \frac{\eta_{\text{térmico}}}{\eta_{\text{Carnot}}} = \frac{0,40}{0,50} = 0,80$$

Fonte:

WYLLEN, Van; SONNTAG, Richard E.; BORGNACKE, Claus. **Fundamentos de termodinâmica clássica**. Tradução da 4ª edição americana. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

- 34) É importante entender os mecanismos físicos presentes nos diferentes modos da transferência de calor para utilizar as equações das taxas de transferência de calor, de forma a quantificar a energia sendo transferida por unidade de tempo. Associe as duas colunas relacionando os temas com seus respectivos conceitos.

TEMAS

- (1) Condução
- (2) Convecção
- (3) Radiação

CONCEITOS

- ( ) representa a transferência de energia devido ao movimento molecular aleatório (difusão), ou a transferência de energia através do movimento global (macroscópico) do fluido.
- ( ) é vista como a transferência de energia de partículas mais energéticas para partículas de menor energia em um meio, devido às interações entre elas.
- ( ) é a energia emitida por toda a matéria que se encontra a uma temperatura não nula.

A sequência correta dessa classificação é

- a) 1 – 2 – 3
- b) 3 – 1 – 2

c) 2 – 1 – 3

d) 2 – 3 – 1

#### JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA; (LETRA C)

- (1) Condução – É vista como a transferência de energia de partículas mais energéticas para partículas de menor energia em um meio, devido às interações entre elas.
- (2) Convecção – Representa a transferência de energia devido ao movimento molecular aleatório (difusão), ou a transferência de energia através do movimento global (macroscópico) do fluido.
- (3) Radiação – É a energia emitida por toda a matéria que se encontra a uma temperatura não nula.

Fonte:

INCROPERA, Frank et al. **Fundamentos de transferência de calor e de massa**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

**35)** No estudo do escoamento dos fluidos, o entendimento sobre a camada limite é fundamental. Considerando um escoamento laminar de um fluido sobre uma placa plana, informe se é verdadeiro (V) ou falso (F) o que se afirma abaixo e depois assinale a alternativa que apresenta a sequência correta.

- ( ) A velocidade do fluido em contato com a superfície é sempre nulo.
- ( ) O retardamento da velocidade do fluido causado pela placa plana ocorre devido à tensão de cisalhamento entre o fluido e a placa.
- ( ) A camada limite térmica e a camada limite fluidodinâmica sempre possuem o mesmo perfil, diferenciando-se apenas por suas grandezas.
- ( ) A camada limite de concentração é determinada pela manifestação da transferência de calor entre a placa e o fluido.
- ( ) Pode-se afirmar que, se um ponto não sofre influência pela tensão de cisalhamento da placa, este está situado fora da camada limite fluidodinâmica.

a) F – F – F – V – F

b) V – V – F – F – V

c) F – F – V – V – F

d) V – V – V – F – V

#### JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

**A primeira afirmativa é verdadeira.** A velocidade do fluido em contato com a superfície é sempre nulo.

**A segunda afirmativa é verdadeira.** O retardamento da velocidade do fluido causado pela placa plana ocorre devido à tensão de cisalhamento entre o fluido e a placa.

**A terceira afirmativa é falsa.** As camadas limite térmica e fluidodinâmica geralmente possuem o mesmo perfil.

**A quarta afirmativa é falsa.** A camada limite de concentração é determinada pela manifestação da transferência de massa por convecção sobre a placa.

**A quinta afirmativa é verdadeira.** Pode-se afirmar que, se um ponto não sofre influência pela tensão de cisalhamento da placa, este está situado fora da camada limite fluidodinâmica.

Fonte:

INCROPERA, Frank et al. **Fundamentos de transferência de calor e de massa**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

**36)** Uma primeira etapa, essencial no tratamento de qualquer problema de convecção, consiste em determinar se a camada limite fluidodinâmica é laminar ou turbulenta. Sobre esse assunto, marque a alternativa **incorreta**.

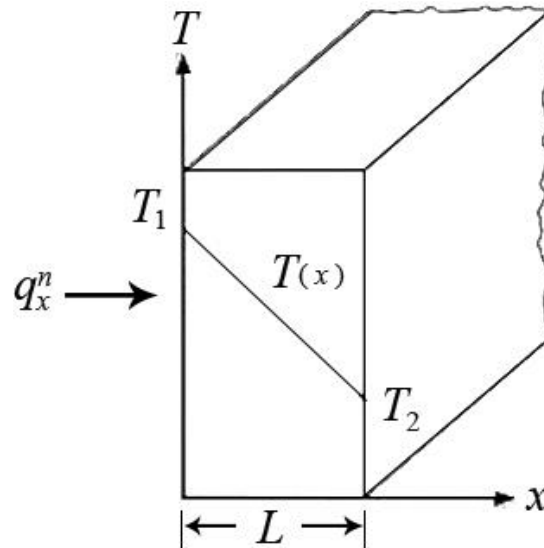
- a) Na camada limite laminar, o movimento do fluido é altamente ordenado, sendo possível identificar linhas de corrente ao longo das quais as partículas se movem.
- b) O atrito superficial e as taxas de transferência por convecção dependem fortemente das condições na camada limite.
- c) É possível observar escoamentos com regiões laminares e turbulentas, contendo uma região de transição entre elas.
- d) O movimento do fluido ao longo da camada limite turbulenta é altamente regular.

#### JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)

O movimento do fluido ao longo da camada limite turbulenta é altamente **irregular**, não regular conforme exposto na alternativa.

Fonte:

- 37) Observe e analise a figura abaixo de uma parede que possui tijolos refratários com espessura igual a  $L$  e condutividade térmica de  $k$ .



Considerando o regime estacionário, a taxa de calor perdida através de uma parede com  $C$  de comprimento por  $A$  de altura é

- a)  $q_x = Lk.(T_2 - T_1)$   
**b)  $q_x = ACk.\frac{T_2-T_1}{L}$**   
c)  $q_x = k.\frac{T_2-T_1}{L}$   
d)  $q_x = k.\frac{T_2-T_1}{ACL}$

**JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)**

Uma vez que a transferência de calor se dá por condução, o fluxo de calor é determinado pela lei de Fourier:

$$q_x'' = k.\frac{T_2 - T_1}{L}$$

O fluxo de calor representa a taxa de transferência de calor através de uma seção de área unitária. Portanto, a perda de calor através da parede é:

$$q_x = HW.q_x''$$

$$q_x = AC.q_x''$$

$$q_x = ACk.\frac{T_2 - T_1}{L}$$

Fonte:

I INCROPERA, Frank et al. **Fundamentos de transferência de calor e de massa**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

- 38) As bombas são máquinas geratrizes cuja finalidade é realizar o deslocamento de um líquido. Elas transformam o trabalho mecânico que recebem para seu funcionamento em energia, que é comunicada ao líquido sob as formas de energia de pressão e cinética. A forma como essa transformação é feita permite classificar as bombas. Sobre as classificações e princípios de funcionamento das bombas, associe as duas colunas relacionando os temas com seus respectivos conceitos.

CLASSIFICAÇÕES

- (1) Bombas de deslocamento positivo ou volumógeas
- (2) Turbobombas ou hidrodinâmicas
- (3) Bombas especiais

PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO

- ( ) as bombas dessa classe possuem um órgão rotatório dotado de pás, chamado de rotor, que exerce sobre o líquido forças que resultam da aceleração que lhe imprime. Essa aceleração não possui a mesma direção e o mesmo sentido do movimento do líquido em contato com as pás.

- ( ) são aparelhos hidráulicos que modificam o estado da energia que o fluido possui, a exemplo dos ejetores e carneiros hidráulicos.
- ( ) a característica principal desta classe de bombas é que a partícula líquida em contato com o órgão que comunica a energia tem aproximadamente a mesma trajetória que o ponto do órgão com o qual está em contato.

Assinale a sequência correta dessa classificação.

- a) 3 – 2 – 1
- b) 2 – 3 – 1
- c) 2 – 1 – 3
- d) 1 – 3 – 2

#### JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

- (1) Bombas de deslocamento positivo ou volumógeas – A característica principal desta classe de bombas é que a partícula líquida em contato com o órgão que comunica a energia tem aproximadamente a mesma trajetória que o ponto do órgão com o qual está em contato.
- (2) Turbobombas ou hidrodinâmicas – As bombas dessa classe possuem um órgão rotatório dotado de pás, chamado de rotor, que exerce sobre o líquido forças que resultam da aceleração que lhe imprime. Essa aceleração não possui a mesma direção e o mesmo sentido do movimento do líquido em contato com as pás.
- (3) Bombas especiais – São aparelhos hidráulicos que modificam o estado da energia que o fluido possui, a exemplo dos ejetores e carneiros hidráulicos.

Fonte:

MACINTYRE, Archibald J. **Bombas e Instalações de Bombeamento**. 2. ed. São Paulo: LTC, 1997.

**39)** A operação normal de bombeamento consiste em fornecer energia ao líquido para que ele execute o trabalho representado pelo deslocamento de seu peso entre duas posições, vencendo resistências em seu percurso. Para desenvolver projetos de instalações de bombeamento, o engenheiro precisa conhecer grandezas que são consideradas nesse tipo de dimensionamento. Sobre este assunto, informe se é verdadeiro (V) ou falso (F) o que se afirma abaixo. A seguir, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta.

- ( ) A altura estática de aspiração é a diferença de cotas entre o nível de centro da bomba e o da superfície livre do reservatório de captação.
  - ( ) A altura total de aspiração ou altura manométrica de aspiração é a diferença entre as alturas representativas de pressão atmosférica local e da pressão reinante na entrada da bomba.
  - ( ) A altura total de recalque é a diferença entre as alturas representativas de pressão na saída da bomba e a atmosférica.
  - ( ) A altura manométrica de elevação ou altura manométrica é a diferença entre as alturas representativas das pressões na saída e entrada da bomba.
- a) F – F – V – F
  - b) V – V – F – F
  - c) V – V – V – V
  - d) F – F – F – V

#### JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

**A primeira afirmativa é verdadeira.** A altura estática de aspiração é a diferença de cotas entre o nível de centro da bomba e o da superfície livre do reservatório de captação.

**A segunda afirmativa é verdadeira.** A altura total de aspiração ou altura manométrica de aspiração é a diferença entre as alturas representativas de pressão atmosférica local e da pressão reinante na entrada da bomba.

**A terceira afirmativa é verdadeira.** A altura total de recalque é a diferença entre as alturas representativas de pressão na saída da bomba e a atmosférica.

**A quarta afirmativa é verdadeira.** A altura manométrica de elevação ou altura manométrica é a diferença entre as alturas representativas das pressões na saída e entrada da bomba.

Fonte:

MACINTYRE, Archibald J. **Bombas e Instalações de Bombeamento**. 2. ed. São Paulo: LTC, 1997.

40) Para o desenvolvimento de projetos, o conhecimento dos conceitos de resistência dos materiais e a capacidade dos materiais de resistir a esforços aplicados a eles é fundamental. Informe se é verdadeiro (V) ou falso (F) o que se afirma abaixo sobre resistência de materiais e, a seguir, assinale a alternativa correta.

- ( ) O limite de escoamento é o limite máximo de tensão que o material suporta deformação plástica, ou seja, é o limite de tensão que o material consegue retornar às dimensões iniciais caso a carga seja retirada.
- ( ) Torque é o momento que tende a torcer o membro em torno de seu eixo longitudinal.
- ( ) A flambagem é a deflexão sofrida pelas colunas ao serem expostas a forças axiais de compressão.

- a) V – V – F
- b) F – V – V
- c) F – F – F
- d) V – V – V

**JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)**

**A primeira afirmativa é falsa.** O limite de escoamento é o limite máximo de tensão que o material suporta deformação elástica, ou seja, é o limite de tensão que o material consegue retornar às dimensões iniciais caso a carga seja retirada.

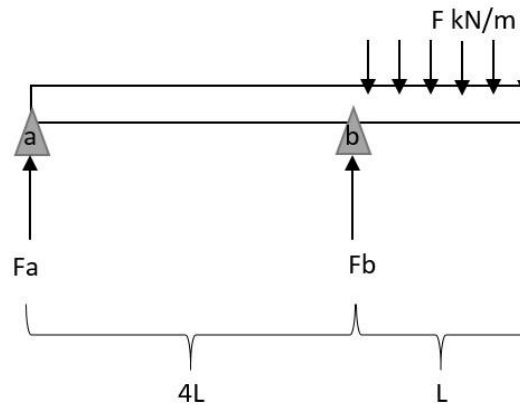
**A segunda afirmativa é verdadeira.** Torque é o momento que tende a torcer o membro em torno de seu eixo longitudinal.

**A terceira afirmativa é verdadeira.** A flambagem é a deflexão sofrida pelas colunas ao serem expostas a forças axiais de compressão.

Fonte:

BEER, Ferdinand P. et. al. **Resistência dos materiais: mecânica dos materiais**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

**Analisar a figura abaixo e responder às questões 41 e 42.**



41) Sobre as reações  $F_a$  e  $F_b$  nos apoios a e b respectivamente, na viga carregada estaticamente mostrada na figura acima, marque a alternativa correta.

- a)  $F_b = 4F_a$
- b)  $F_b = 3F_a$
- c)  $F_b = 2F_a$
- d)  $4F_b = F_a$

**JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)**

1º Passo – Cálculo das reações

$$\sum \text{forças} = 0$$

$$F_a + F_b - F \cdot L = 0$$

$$F_a + F_b = F \cdot L \quad (a)$$

2º Passo – Somatório do momento fletor em B

$$\sum \text{Momentos} = 0$$

$$-Fa \cdot 4L + F \cdot L \cdot L = 0$$

$$Fa = \frac{F \cdot L}{4} \quad (b)$$

3º Passo – Substituir (b) em (a)

$$\frac{F \cdot L}{4} + Fb = F \cdot L$$

$$Fb = \frac{4 \cdot F \cdot L}{4} - \frac{F \cdot L}{4}$$

$$Fb = \frac{3F \cdot L}{4}$$

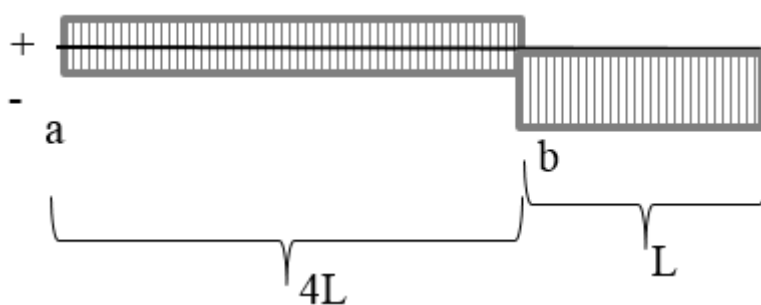
Logo,  $Fb = 3Fa$

Fonte:

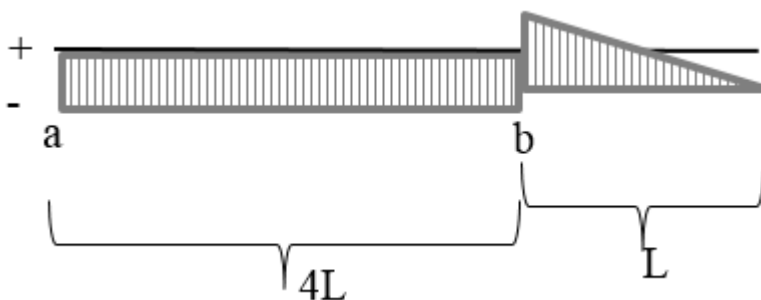
BEER, Ferdinand P. **Resistência dos Materiais: mecânica dos Materiais**. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

42) Qual das alternativas representa o diagrama de esforços cortantes?

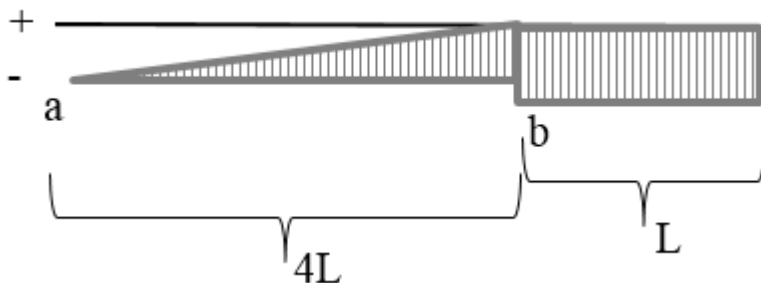
a)



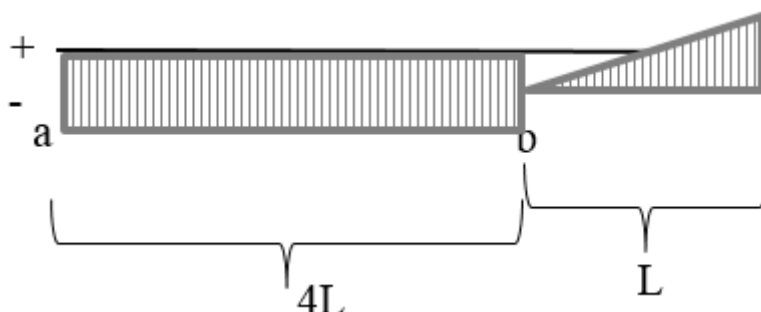
b)



c)

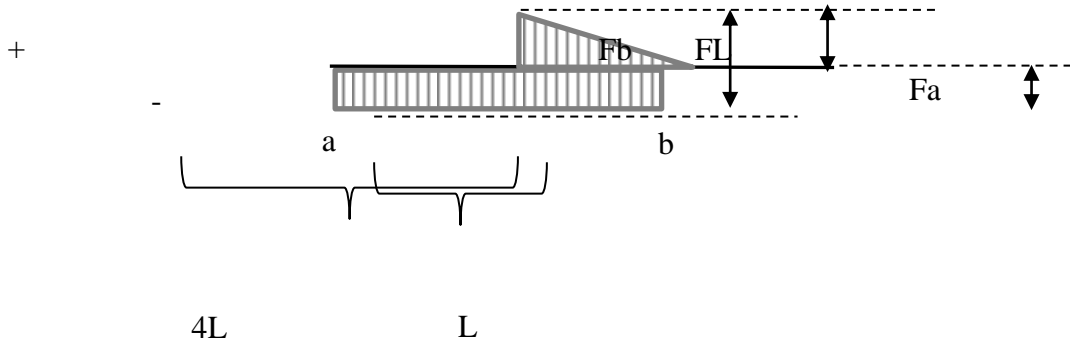


d)



**JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)**

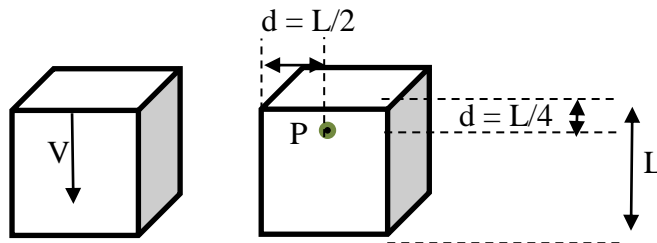
No ponto  $x = 5L$ , situado na extremidade da viga, o esforço cortante é nulo. No ponto B, o esforço cortante é máximo.



Fonte:

BEER, Ferdinand P. et. al. **Resistência dos materiais: mecânica dos materiais**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

43) Qual a viga apresentada abaixo, de seção quadrada de largura  $L$  está submetida a uma força resultante interna de  $V$ .



A tensão de cisalhamento atuante no ponto P é

- a)  $\tau_P = \frac{L^4 V}{12}$
- b)  $\tau_P = \frac{3L^3}{32}$
- c)  $\tau_P = \frac{V}{L^2}$
- d)  $\tau_P = \frac{1,125 V}{L^2}$

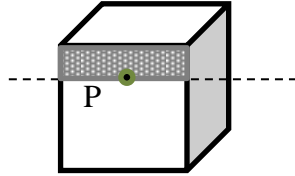
**JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)**

Momento de inércia da seção transversal ( $I$ ):

$$I = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12}L \cdot L^3 = \frac{1}{12}L^4$$

Determinação da área parcial  $A'$  (sombreada na figura abaixo):





$$Q = y_{\text{m\u00e9dio}}' \cdot A' = \left[ \frac{L}{4} + \frac{1}{2} \cdot \frac{L}{4} \right] \cdot \frac{L}{4} \cdot L$$

$$Q = \left[ \frac{2L}{8} + \frac{L}{8} \right] \frac{L^2}{4} = \frac{3L^3}{32}$$

C\u00e1lculo da tens\u00e3o de cisalhamento no ponto P, aplicando a f\u00f3rmula do cisalhamento, sendo t = comprimento da viga ao longo da linha neutra:

$$\tau_P = \frac{VQ}{It} = \frac{V \frac{3L^3}{32}}{\frac{L^4}{12} \cdot L} = \frac{3 \cdot 12 \cdot V}{32 \cdot L^2} = \frac{1,125 V}{L^2}$$

Fonte:

BEER, Ferdinand P. et. al. **Resist\u00eancia dos materiais: mec\u00e2nica dos materiais**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

- 44) A soldagem \u00e9 um processo de uni\u00e3o de materiais, em especial, de metais, muito utilizados em fabrica\u00e7\u00f5es industriais. Sobre os tipos de processos de soldagem, associe as duas colunas relacionando os temas com seus respectivos conceitos.

TEMAS

- (1) Eletrodo Revestido
- (2) MIG
- (3) TIG

CONCEITOS

- ( ) utiliza eletrodos de tungst\u00eânio em atmosfera de g\u00e1s inerte e pode ser empregado com ou sem adi\u00e7\u00e3o de material ao metal base. A solda possui grande regularidade e alta produtividade e \u00e9 indicada para ambientes limpos.
- ( ) utiliza atmosfera de g\u00e1s inerte e eletrodo consum\u00edvel continuamente renovado. O eletrodo \u00e9 constitu\u00eddo de arame fino, bobinado em carret\u00e9is e conduzido at\u00e9 o arco por meio de dispositivo el\u00e9trico composto de pequenos rolos.
- ( ) \u00e9 um processo vers\u00e1til e muito utilizado. Consiste na abertura e manuten\u00e7\u00e3o de arco el\u00e9trico entre o eletrodo e a pe\u00e7a a ser soldada, fundindo simultaneamente o eletrodo e a pe\u00e7a. O metal fundido do eletrodo \u00e9 transferido para a pe\u00e7a, formando uma po\u00e7a. A esc\u00f3ria l\u00edquida flutua em dire\u00e7\u00e3o \u00e0 superf\u00edcie da po\u00e7a, protegendo o metal de solda da atmosfera durante a solidifica\u00e7\u00e3o.

A seq\u00eancia correta dessa classifica\u00e7\u00e3o \u00e9

- a) 2 – 3 – 1
- b) 3 – 2 – 1
- c) 1 – 2 – 3
- d) 3 – 1 – 2

**JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)**

- (1) Eletrodo Revestido – \u00c9 um processo vers\u00e1til e muito utilizado. Consiste na abertura e manuten\u00e7\u00e3o de arco el\u00e9trico entre o eletrodo e a pe\u00e7a a ser soldada, fundindo simultaneamente o eletrodo e a pe\u00e7a. O metal fundido do eletrodo \u00e9 transferido para a pe\u00e7a, formando uma po\u00e7a. A esc\u00f3ria l\u00edquida flutua em dire\u00e7\u00e3o \u00e0 superf\u00edcie da po\u00e7a, protegendo o metal de solda da atmosfera durante a solidifica\u00e7\u00e3o.
- (2) MIG – Utiliza atmosfera de g\u00e1s inerte e eletrodo consum\u00edvel continuamente renovado. O eletrodo \u00e9 constitu\u00eddo de arame fino, bobinado em carret\u00e9is e conduzido at\u00e9 o arco por meio de dispositivo el\u00e9trico composto de pequenos rolos.

(3) TIG – Utiliza eletrodos de tungstênio em atmosfera de gás inerte e pode ser empregado com ou sem adição de material ao metal base. A solda possui grande regularidade e alta produtividade e é indicada para ambientes limpos.

Fontes:

WAINER, Emílio Wainer; BRAND, Sérgio Duarte; MELLO, Fábio Decourt Homem de. Soldagem: processos e metalurgia. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

CHIAVERINI, Vicente. Tecnologia mecânica: processos de fabricação e tratamento. 2. ed. São Paulo: Mcgraw-Hill do Brasil, 1986.

45) A usinagem é um processo de fabricação que confere formato à peça beneficiada, além de dimensão e acabamento de sua superfície, removendo-se o material excedente, denominado sobremetal ou cavaco. Nesse processo, a peça gira ao redor do eixo principal de rotação da máquina operatriz. Desse modo, qual é o processo que é feito através do movimento sincronizado da peça e da ferramenta de corte obtendo-se superfícies planas, cônicas ou cilíndricas, com diâmetros sucessivamente menores?

- a) Mandrilamento.
- b) Aplainamento.
- c) Brochamento.
- d) Torneamento.

**JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)**

A usinagem é um processo de fabricação que confere formato à peça beneficiada, além de dimensão e acabamento de sua superfície, removendo-se o material excedente, denominado sobremetal ou cavaco. O processo de torneamento é realizado através do movimento sincronizado da peça e da ferramenta de corte obtendo-se superfícies planas, cônicas ou cilíndricas, com diâmetros consecutivamente menores. Nesse processo, a peça gira ao redor do eixo principal de rotação da máquina operatriz.

Fonte:

CHIAVERINI, Vicente. **Tecnologia mecânica**: processos de fabricação e tratamento. 2. ed. São Paulo: Mcgraw-Hill do Brasil, 1986.

46) Sabe-se que um escoamento incompressível é descrito por  $u = Ax^2 + 3$  e  $v = Bxy - 1$ , onde  $A = 2 \text{ m}^{-1}\text{s}^{-1}$ . Sendo as coordenadas em metros, o valor de B é

- a)  $-4 \text{ m}^{-1}\text{s}^{-1}$
- b)  $-2 \text{ m}^{-1}\text{s}^{-1}$
- c)  $1 \text{ m}^{-1}\text{s}^{-1}$
- d)  $2 \text{ m}^{-1}\text{s}^{-1}$

**JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)**

De acordo com FOX, o campo de velocidade não deve violar o princípio da continuidade. Para um escoamento incompressível e bidimensional, a continuidade é descrita como:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0$$

Aplicando a equação, temos:

$$A \cdot 2 \cdot x = -B \cdot x$$

$$2A = -B$$

$$B = -2A = -4 \text{ m}^{-1}\text{s}^{-1}$$

Fonte:

FOX, Robert W.; McDONALD, Alan T.; PRITCHARD, Philip J. **Introdução à mecânica dos fluidos**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

47) Em relação às recomendações ao modo de cotar um desenho técnico mecânico, analise as afirmativas abaixo.

- I. As linhas de centro podem ser utilizadas como linha de cota.
- II. As dimensões das cotas não devem ser colocadas entre os limites da linha de cotas se este espaço for pequeno.
- III. As cotas de um desenho devem indicar a unidade de medida, apresentada em milímetros, quando essas dimensões estiverem no sistema métrico.
- IV. Deve ser evitada a repetição de cotas em outras vistas, se uma vista já conter a cota em questão.

Estão corretas apenas as afirmativas

- a) I e III.
- b) II e III.
- c) II e IV.
- d) III e IV.

#### JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

- (I) De acordo com FRENCH, as linhas de centro não devem ser usadas como linha de cota.
- (II) Quando o espaço que limita a linha de cota for pequeno devem ser utilizadas outras formas de apresentar a dimensão da cota.
- (III) As unidades de medidas das cotas, em um desenho no sistema métrico, não devem constar nestes, sendo subentendidas como milímetro por padrão.
- (IV) De acordo com a obra, recomenda-se a aplicação de cotas somente em uma vista.

Fonte:

FRENCH, Thomas E; VIERCK, Charles J. **Desenho Técnico e Tecnologia Gráfica**. 8.ed. São Paulo: Globo, 2009.

**48)** Associe as duas colunas relacionando as grandezas com as respectivas unidades de medidas em termos das unidades de base.

- |                        |                                    |
|------------------------|------------------------------------|
| (1) Pressão            | ( ) $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$    |
| (2) Energia            | ( ) $kg \cdot m^{-3}$              |
| (3) Velocidade Angular | ( ) $K$                            |
| (4) Massa Específica   | ( ) $m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$ |
| (5) Temperatura        | ( ) $s^{-1}$                       |

A sequência correta dessa classificação é

- a) 3 – 4 – 5 – 2 – 1
- b) 2 – 4 – 5 – 1 – 3
- c) 5 – 2 – 1 – 4 – 3
- d) 2 – 4 – 3 – 5 – 1

#### JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

- (1) A pressão é dada em pascal (Pa) que em termos de unidades base é  $m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$ .
- (2) A energia é dada em joule (J) que em termos de unidades de base é  $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$ , de acordo com ABERTAZZI.
- (3) A velocidade angular é dada em radiano por segundo (rad/s) que em termos de unidades base é  $s^{-1}$ .
- (4) A massa específica é dada em quilogramas por metro cúbico ( $kg/m^3$ ).
- (5) A temperatura é dada em kelvin (K).

Fonte:

ABERTAZZI JUNIOR, G.; SOUZA, André R. **Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial**. Baureri: Manole, 2008.

**49)** A complexidade das equações que governam o movimento de um fluido limita as soluções pelo método analítico, de tal forma que o entendimento do comportamento de um fluido em movimento depende demasiadamente dos resultados que se obtém em testes experimentais. Assim sendo, o agrupamento das variáveis de interesse em números adimensionais constitui numa forma de economizar o tempo e a quantidade de experimentos realizados. Com base nessas informações, analise as afirmativas em relação aos números adimensionais abaixo.

- I. O número de Reynolds é uma razão entre as forças de inércia e as forças viscosas.
- II. O número de Euler é uma razão entre as forças de inércia e as forças de gravidade.
- III. O número de Froude é uma razão entre as forças de inércia e as forças de tensão superficial.
- IV. O número de Mach é uma razão entre as forças de inércia e as forças de compressibilidade.

Estão corretas apenas as afirmativas

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

**JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (D)**

- (I) o número de Reynolds é a razão entre as forças de inércia e as forças viscosas.
- (II) o número de Euler é a razão entre as forças de pressão e as forças de inércia.
- (III) o número de Froude é a razão entre as forças de inércia e as forças de gravidade.
- (IV) o número de Mach é a razão entre as forças de inércia e as forças de compressibilidade.

Fonte:

FOX, Robert W.; McDONALD, Alan T.; PRITCHARD, Philip J. **Introdução à mecânica dos fluídos**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

**50)** Assinale a alternativa correta em relação às engrenagens cilíndricas de dentes retos.

- a) O adelgaçamento consiste na retirada de material dos dentes das engrenagens entre o círculo de base e o dedendo, com o objetivo de evitar a interferência no engrenamento. Em contrapartida, também diminui a potência que pode ser transmitida de forma segura.
- b) A interferência ocorre quando acontece o contato na região não-evolvente dos dentes, quando o topo do dente da engrenagem movida entra em contato com a face da engrenagem motora dentro do círculo de base, tendendo a “cavar” a face do perfil não-evolvente.
- c) O perfil evolvente gerado a partir do círculo primitivo nos dentes da engrenagem cilíndrica de dentes retos permite a ação conjugada das engrenagens, porém um efeito indesejável que ocorre nesses perfis é a possibilidade de interferência.
- d) O módulo de uma engrenagem é a razão entre o diâmetro primitivo e o número de dentes, em polegadas, sendo este o índice de tamanho de dente em unidades inglesas.

**JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)**

De acordo com SHIGLEY, o adelgaçamento é uma técnica que remove material do flanco da engrenagem, de tal forma que enfraquece o dente de forma considerável.

A interferência incide quando ocorre o contato do topo do dente da engrenagem movida com o **flanco** da engrenagem motora.

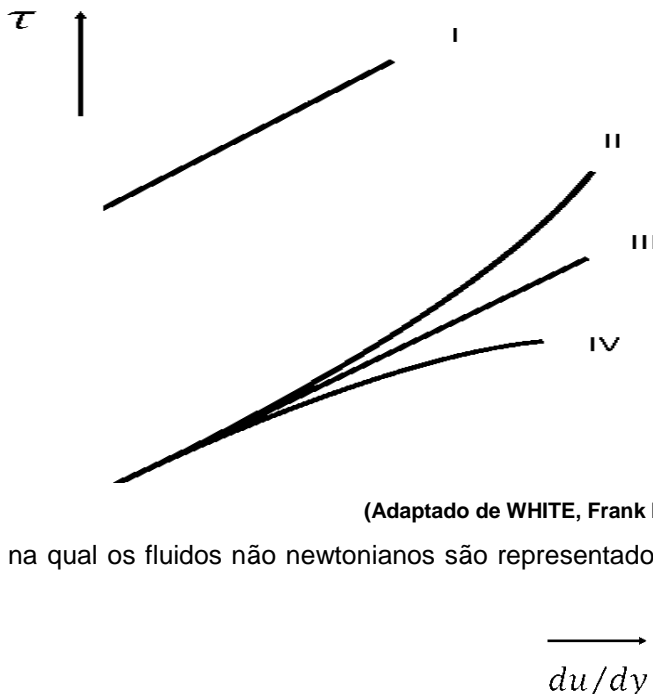
O perfil evolvente de uma engrenagem de dentes retos é gerado a partir do **círculo de base**, e não do círculo primitivo.

O módulo é a razão entre o diâmetro primitivo e o número de dentes, em **milímetros**, sendo este descrito em unidades SI.

Fonte:

SHIGLEY, J.E.; MISCHKE, C.R.; BUDYNAS, R.G. **Projeto de Engenharia Mecânica**. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

**51)** Analise o diagrama reológico abaixo.



(Adaptado de WHITE, Frank M. Fluid Mechanics. 4 ed. McGraw-Hill. 2003.)

Assinale a alternativa na qual os fluidos não newtonianos são representados corretamente no diagrama reológico acima.

- a) I – Plástico de Bingham / II – Dilatante / III – Newtoniano / IV – Pseudoplástico.  
 b) I – Dilatante / II – Plástico de Bingham / III – Newtoniano / IV – Pseudoplástico.  
 c) I – Pseudoplástico / II – Dilatante / III – Newtoniano / IV – Plástico de Bingham.  
 d) I – Dilatante / II – Newtoniano / III – Plástico de Bingham / IV – Pseudoplástico.

#### JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

De acordo com FOX, os fluidos são:

- (I) Plástico de Bingham;  
 (II) Dilatante;  
 (III) Newtoniano;  
 (IV) Pseudoplástico.

Fonte:

FOX, Robert W.; McDONALD, Alan T.; PRITCHARD, Philip J. **Introdução à mecânica dos fluidos**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

**52)** Em diversas aplicações na engenharia, frequentemente são necessárias ligas metálicas com uma alta resistência e que apresentem alguma ductilidade e tenacidade, o que representa um desafio para os engenheiros metalúrgicos e de materiais. Por exemplo, nas aplicações estruturais, é necessário que as ligas apresentem uma alta resistência para sustentar cargas diversas e que a ductilidade e tenacidade do material sejam adequadas para evitar uma ruptura abrupta, o que confere confiabilidade e segurança ao projeto. Em relação aos mecanismos de aumento de resistência, pode-se afirmar que

- a) os contornos de grão são responsáveis por restringir a movimentação das discordâncias, pois um dos fatores que restringem esse movimento são as orientações diferentes entre os grãos que faz com que esse movimento tenha que mudar de direção.  
 b) o aumento da resistência por solução sólida confere uma maior resistência aos materiais pela diminuição do tamanho de grãos na rede atômica, dificultando o movimento das discordâncias.  
 c) o encruamento confere uma multiplicação e formação de novas discordâncias no material, facilitando o movimento das mesmas pelo o aumento de densidade de discordâncias na rede atômica.  
 d) a introdução de impurezas substitucionais ou intersticiais no material introduzem uma deformação na rede atômica, que é responsável pelo aumento de ductilidade e tenacidade.

#### JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

De acordo com CALLISTER, os contornos de grãos atuam como uma barreira à movimentação das discordâncias introduzindo uma resistência à movimentação das discordâncias.

O aumento de resistência por solução sólida está relacionada a introdução de impurezas substitucionais ou intersticiais e não pela redução do tamanho de grão.

O encruamento dificulta o movimento das discordâncias pelo o aumento de densidade de discordâncias. A introdução de impurezas substitucionais ou intersticiais aumenta a resistência e dureza do material.

Fonte:

CALLISTER JUNIOR, Willian D; RETHWISCH, David G. **Uma introdução à engenharia e ciência dos materiais**. 8. ed. São Paulo: LTC, 2012.

**53)** Informe se é verdadeiro (V) ou falso (F) o que se afirma abaixo sobre as propriedades mecânicas e o comportamento dos materiais. A seguir, marque a opção com a sequência correta.

- ( ) Alguns aços apresentam regiões bem definidas da transição entre as deformações elásticas e plásticas. Esse comportamento é denominado de fenômeno do limite de escoamento.
- ( ) Um material que apresenta deformação plástica muito pequena ou nenhuma até a fratura é denominado de frágil.
- ( ) A resiliência é a capacidade que um material manifesta de absorver energia e se deformar até a iminente ruptura do material.
- ( ) Em um ensaio de tração para a maioria dos metais, após o limite de resistência a área da seção transversal diminui na região onde ocorre a deformação, porém o material se torna mais resistente.

- a) V – V – F – V
- b) F – V – V – F
- c) V – F – F – V
- d) F – F – V – F

#### **JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)**

**A primeira afirmativa é verdadeira.** O limite de escoamento é o a região que separa as deformações elásticas das deformações plásticas.

**A segunda afirmativa é verdadeira.** A definição de material frágil é aquele material que possui uma deformação plástica muito pequena ou nula.

**A terceira afirmativa é falsa.** A resiliência é definida como a capacidade de um material absorver energia quando deformado elasticamente, portanto deformar-se até o limite de escoamento.

**A quarta afirmativa é verdadeira.** A tensão verdadeira aumenta com a deformação num ensaio de tração, o que implica numa maior resistência de ruptura. Também, o metal apresenta uma constrição proveniente da deformação plástica.

Fonte:

CALLISTER JUNIOR, Willian D; RETHWISCH, David G. **Uma introdução à engenharia e ciência dos materiais**. 8. ed. São Paulo: LTC, 2012.

**54)** A têmpera é um tratamento térmico de extrema importância para aços, principalmente quando se deseja utilizar em aplicações estruturais. Esse tipo de tratamento consiste em um resfriamento muito rápido, geralmente utilizando meios líquidos, onde as peças são submergidas após o aquecimento em um forno. Posteriormente à realização da têmpera, é comumente feito um revenimento, através do aquecimento de um aço até uma temperatura definida durante um período de tempo específico. Sobre esses tratamentos térmicos, é correto afirmar que

- a) devido ao rápido resfriamento do material na têmpera, a difusão do carbono é impedida de ocorrer, formando uma microestrutura monofásica em equilíbrio denominada martensita.
- b) a têmpera é um tratamento térmico que eleva consideravelmente a resistência à tração, a dureza e a resistência ao desgaste, mantendo uma ductilidade adequada apesar de originar tensões internas em grande intensidade no material.
- c) **o revenido de alguns aços pode acarretar em uma fragilização, que reduz a tenacidade do aço. Essa fragilização pode ocorrer quando os aços contêm concentrações apreciáveis dos elementos de liga manganês, níquel ou cromo, além de conter impurezas.**
- d) A temperabilidade é uma medida de profundidade de endurecimento do material, que é uma função quase que exclusivamente do seu teor de carbono. Um dos métodos de medir a temperabilidade de um aço é o “método de *Grossmann*”, que consiste na obtenção de um perfil de dureza após o resfriamento sob condições controladas.

#### **JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)**

De acordo com CALLISTER, o fenômeno de fragilização ocorre para temperatura na faixa de 575 °C seguido por um resfriamento lento até a temperatura ambiente. Foi determinado que aços que são suscetíveis à fragilização por revenido contêm concentrações significativas dos elementos de liga manganês, níquel ou cromo com concentrações de impurezas antimônio, fósforo, arsênio e estanho relativamente baixas.

A temperabilidade é definida como a profundidade de endurecimento. A temperabilidade em um aço depende em maior intensidade do tamanho de grão austenítico e da presença de elementos de liga do que do teor de carbono do aço.

A martensita é uma fase **fora de equilíbrio**, não sendo possível identificar tal estrutura no diagrama de fase do aço.

A têmpera eleva a resistência à tração, a dureza e a resistência ao desgaste ao mesmo tempo em que diminui consideravelmente as propriedades relacionadas com a ductilidade de tal forma que o material apresenta praticamente uma total ausência de ductilidade.

Fontes:

CALLISTER JUNIOR, William D; RETHWISCH, David G. **Uma introdução à engenharia e ciência dos materiais**. 8. ed. São Paulo: LTC, 2012.

CHIAVERINI, Vicente. **Aços e Ferros Fundidos: características gerais, tratamentos térmicos, principais tipos**. 7. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2008.

CHIAVERINI, Vicente. **Tecnologia mecânica: processos de fabricação e tratamento**. 2. ed. São Paulo: Mcgraw-Hill do Brasil, 1986.

**55)** É de extrema relevância o estudo da corrosão, devido às diversas perdas econômicas causadas nas mais variadas atividades, como nas indústrias química, petrolíferas, na construção civil, entre outras. A corrosão pode ocorrer de diversas maneiras, e a identificação da forma como ocorre pode ser vital para se formular um plano de proteção contra a corrosão. Um método utilizado para proteção é a utilização de ligas inoxidáveis. Porém, a presença do íon negativo cloro pode romper localmente a camada passiva protetora que se forma na liga e iniciar um processo de corrosão localizada, formando-se pequenos orifícios que podem ser de difícil identificação. Essa forma de corrosão é chamada de corrosão

- a) por pite.
- b) uniforme.
- c) sob fadiga.
- d) intergranular.

**JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)**

A corrosão por pite é um tipo de corrosão localizada que se processa em pequenos pontos a qual pode ser causada pelo íon cloro. A corrosão uniforme se processa em toda a extensão da superfície, ocorrendo perda uniforme de espessura. A corrosão sob fadiga é um tipo que ocorre acentuadamente devido à fadiga do material, que depende do valor da frequência, das condições corrosivas e do tempo que o material sofre. A corrosão intergranular se processa entre os grãos da rede cristalina do material metálico.

Fonte:

GENTIL, Vicente. **Corrosão**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

**56)** A proteção catódica é um método utilizado para evitar a corrosão de instalações na indústria. Esse tipo de proteção vem sendo aplicado em diversos tipos de construções, como oleodutos, gasodutos, plataformas de petróleo, entre outros. Embora a proteção catódica possa ser realizada eficientemente em superfícies desprovidas de proteção por revestimento, muitos casos combinam-se os dois tipos de proteção, proporcionando dessa forma o potencial de assegurar a integridade de estruturas metálicas em meio corrosivo por um período de tempo considerável. Com relação a esses tipos de proteção, assinale a alternativa correta.

- a) O processo de cromatização é um método em que se obtém um revestimento protetor, que pode ser produzido em soluções contendo cromatos ou ácido crômico. Esse procedimento pode ser feito sobre o metal, não sendo recomendada a utilização deste sobre uma camada de óxidos. Dessa forma, deve ser realizada uma limpeza prévia da superfície para a aplicação da cromatização.
- b) A eficiência dos revestimentos depende da retirada de impurezas de uma superfície metálica. Uma maneira de realizar a limpeza correta da superfície é através de uma ação mecânica, como a utilização de lixas mecânicas, que são eficientes em desempenhar a limpeza de superfícies com carepa de laminação intacta e praticamente sem corrosão.
- c) O processo de proteção catódica por corrente impressa é um método que emprega uma corrente elétrica a partir de uma fonte eletromotriz, de tal forma que a estrutura apresente um comportamento catódico. Uma das desvantagens desse método é a impossibilidade de aplicar em eletrólitos de baixa resistividade elétrica.
- d) **É recomendável utilizar um anodo de magnésio quando se trata de proteção catódica de sacrifício aplicada aos trocadores de calor, pois o zinco, usualmente anódico em relação ao ferro, pode sofrer uma inversão de polaridade e se tornar catódico em contato com água em altas temperaturas.**

**JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)**



O anodo de zinco sofre uma inversão de polaridade com relação ao ferro em água a altas temperaturas.

A cromatização pode ser realizada tanto sobre o metal quanto sobre camadas de óxidos.

O processo de limpeza com a utilização de lixas mecânicas é ineficiente para a limpeza de grau A, que são superfícies com carepa, de laminação intacta, em toda a superfície e praticamente sem corrosão.

Os sistemas por corrente impressa podem ser usados em eletrólitos com qualquer valor de resistividade elétrica, inclusive os de muito baixa resistividade.

Fonte:

GENTIL, Vicente. **Corrosão**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

57) Quando se trata de processos que necessitam de arrefecimento, os trocadores de calor são utilizados com frequência na engenharia. Um exemplo são os sistemas de refrigeração, no qual os trocadores de calor são utilizados para o resfriamento do fluido refrigerante, além de serem utilizados para a refrigeração do ar ambiente, deixando o recinto a uma temperatura baixa. Com relação aos trocadores de calor, é correto afirmar que

- para as mesmas temperaturas de entrada e de saída, a área superficial necessária para transferir um calor determinado é menor para um trocador de calor paralelo do que um trocador de calor contracorrente.
- a efetividade de um trocador de calor é a razão entre a transferência de calor real e a máxima transferência de calor possível que ocorre no processo de transferência de calor. A transferência de calor máxima que pode ocorrer no trocador de calor se dá quando o fluido frio é aquecido até a temperatura de saída do fluido quente.
- deve ser realizada a limpeza periódica nas superfícies dos trocadores de calor para retirar as impurezas que incrustam nas paredes. Essas incrustações são responsáveis por aumentar a resistência à transferência de calor por causar, principalmente, distúrbios no escoamento, diminuindo, dessa forma, o coeficiente convectivo associado ao escoamento.
- quando se utiliza serpentinas helicoidais como trocadores de calor, a transferência de calor intensifica devido à indução de um escoamento secundário causada por forças centrífugas no fluido, tornando o coeficiente convectivo maior nesse tipo de aplicação.

#### JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)

Esse tipo de geometria é utilizado para intensificar a advecção da transferência de calor, tornando a convecção mais acentuada.

O trocador de calor contracorrente necessita de menos área para transferir um calor determinado, dado que as temperaturas de entrada e de saída são as mesmas.

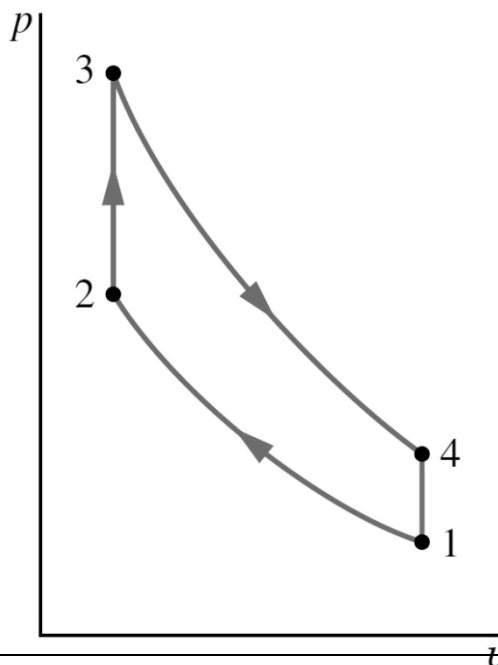
A máxima transferência de calor ocorre quando o fluido frio é aquecido até a temperatura de **entrada** do fluido quente.

O aumento de resistência térmica se dá pela baixa condutividade térmica que apresentam essas incrustações.

Fonte:

INCROPERA, Frank et al. **Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

58) Uma idealização do funcionamento dos motores de combustão interna é o ciclo Otto. Apesar de conter diversas hipóteses simplificadoras, a análise do ciclo Otto pode conter informações sobre quais parâmetros influenciam a eficiência de um motor de combustão interna. Analisando o diagrama p-v abaixo, assinale a alternativa correta quanto aos processos de um ciclo Otto.





(Adaptado de MORAN, Michael J.; SHAPIRO, Howard N. *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*. 5th ed. John Wiley & Sons, 2003.)

- a) O processo 2-3 é uma rejeição de calor do ar para uma fonte externa quando o pistão se encontra no ponto morto inferior.
- b) O processo 1-2 é uma rejeição de calor do ar para uma fonte externa quando o pistão se encontra no ponto morto inferior.
- c) O processo 1-2 é uma adição de calor de uma fonte externa para o ar enquanto o pistão se encontra no ponto morto superior.
- d) O processo 3-4 é uma expansão isentrópica do ar de tal forma que o pistão se move do ponto morto superior para o ponto morto inferior.

#### JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)

O processo 3-4 é uma expansão isentrópica do ar de tal forma que o pistão se move do ponto morto superior para o ponto morto inferior.

O processo 2-3 é uma adição de calor de uma fonte externa para o ar enquanto o pistão se encontra no ponto morto superior.

O processo 1-2 é uma compressão isentrópica do ar de tal forma que o pistão se move do ponto morto inferior para o ponto morto superior.

Fonte:

VAN WYLLEN. *Fundamentos de Termodinâmica Clássica*. 4. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

59) Um fluido com viscosidade cinemática igual a  $0,01\text{m}^2/\text{s}$  escoar em uma tubulação com diâmetro igual a  $0,2\text{m}$ . Sabe-se que o escoamento tem uma vazão de  $0,5\text{m}^3/\text{s}$  e está completamente desenvolvido. Após o fluido escoar por um comprimento de  $80\text{m}$ , a perda de carga em  $m$  é, aproximadamente,

- a) 1034.
- b) 10344.
- c) 2066.
- d) 20668.

#### JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

A área da tubulação:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,1415 \cdot 0,2^2}{4} = 0,0314 \text{ m}^2$$

Calcula-se a velocidade do escoamento:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,5}{0,0314} = 15,92 \text{ m/s}$$
$$Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{15,92 \cdot 0,2}{0,01} = 318,4$$

Como  $Re < 2300$ , o escoamento é laminar.

O fator de atrito pode ser calculado por:

$$f = \frac{64}{Re} = \frac{64}{318,4} = 0,20$$

Então, a perda de carga em  $m$  pode ser calculada:

$$H = f \frac{L \bar{V}^2}{D 2g} = 0,20 \cdot \frac{80}{0,2} \cdot \frac{15,92^2}{2 \cdot 9,8} = 1034 \text{ m}$$

Fonte:

FOX, Robert W.; McDONALD, Alan T.; PRITCHARD, Philip J. *Introdução à mecânica dos fluidos*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

60) Ventos de  $90\text{km/h}$  incidem sobre uma placa de sinalização de trânsito em uma rodovia interestadual. Para evitar um possível problema com a sinalização devido à ação do vento, deseja-se saber a força exercida por esse escoamento. Sabe-se que a placa pode ser considerada um disco de  $30\text{cm}$  de diâmetro e o coeficiente de arrasto para essa placa é aproximadamente 1,2. Considerando que a massa específica do ar na altitude da rodovia interestadual é  $1,1\text{kg}/\text{m}^3$ , a força que o vento exerce sobre a placa é

- a) 24,06 N
- b) 26,25 N

- c) 28,88 N  
d) 57,75 N

**JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)**

O coeficiente de arrasto é definido por:

$$C_D = \frac{F_D}{\frac{1}{2} \rho V^2 A}$$

A área projetada no escoamento é:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,1415 \cdot 0,3^2}{4} = 0,07 \text{ m}^2$$

Portanto a força exercida pelo escoamento é:

$$F_D = \frac{1}{2} C_D \rho V^2 A = \frac{1}{2} \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot \left(\frac{90}{3,6}\right)^2 \cdot 0,07 = 28,88 \text{ N}$$

Fonte:

FOX, Robert W.; McDONALD, Alan T.; PRITCHARD, Philip J. **Introdução à mecânica dos fluídos**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.