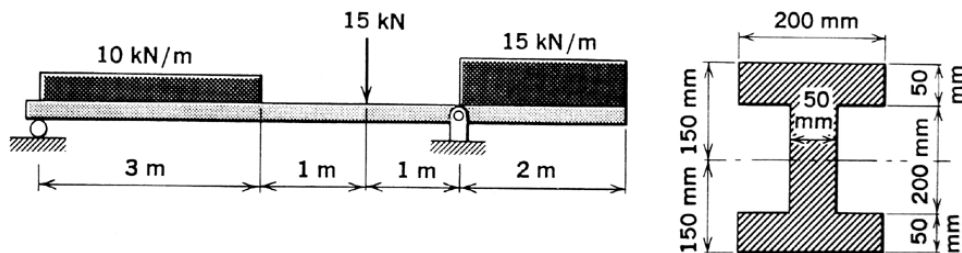




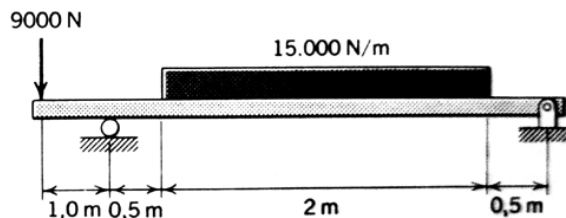
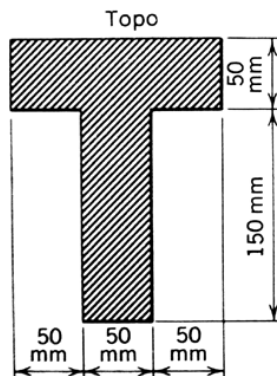
5ª LISTA DE EXERCÍCIOS

PROBLEMAS ENVOLVENDO FLEXÃO

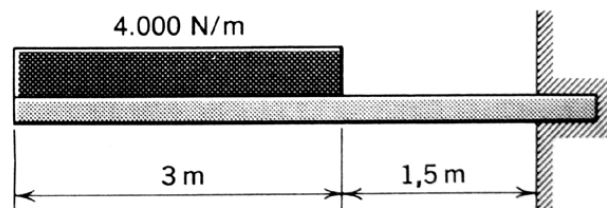
1) A viga carregada como mostrado tem a seção transversal da figura. Determine a tensão longitudinal: (a) num ponto a 4,5 m a contar da extremidade esquerda e 125 mm acima da superfície neutra; (b) num ponto 75 mm abaixo da superfície neutra numa seção a 1,2 m do extremo direito



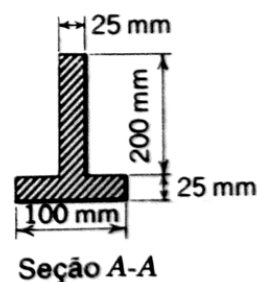
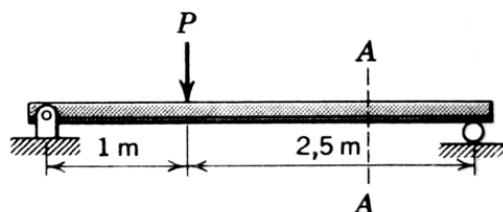
2) (a) Determine a tensão longitudinal em um ponto 100 mm abaixo da superfície neutra numa seção a 1,3 m do extremo direito da viga carregada da figura; (b) determine a máxima tensão longitudinal numa seção a 1 m do extremo esquerdo.



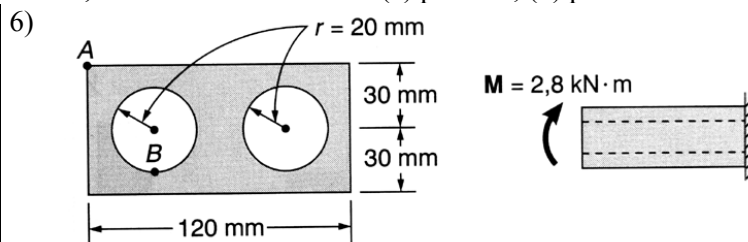
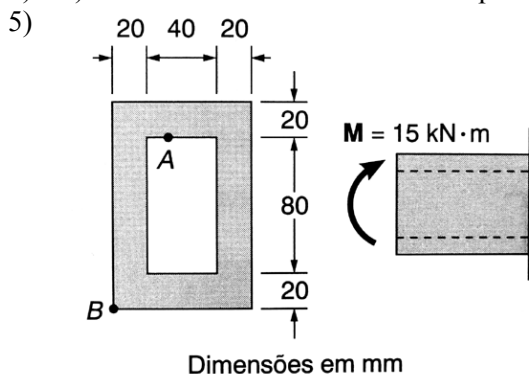
3) Uma barra de aço de 200 mm de diâmetro é carregada e apoiada como mostrado na figura. Determine a máxima tensão longitudinal numa seção a 1,5 m a partir da parede.



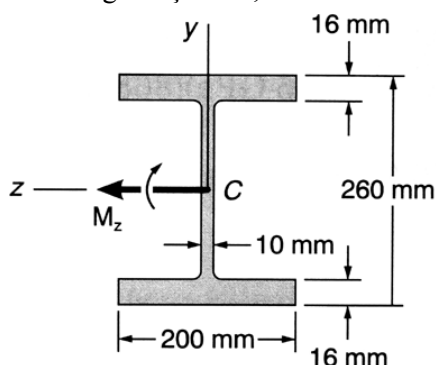
4) Para a viga mostrada, as tensões longitudinais admissíveis na seção sob a carga são de 42 MPa T e 70 MPa C. Determine a máxima carga admissível P .



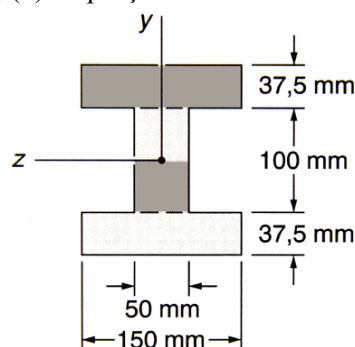
5) e 6) Se o momento mostrado atua no plano vertical, determinar a tensão no: (a) ponto A; (b) ponto B.



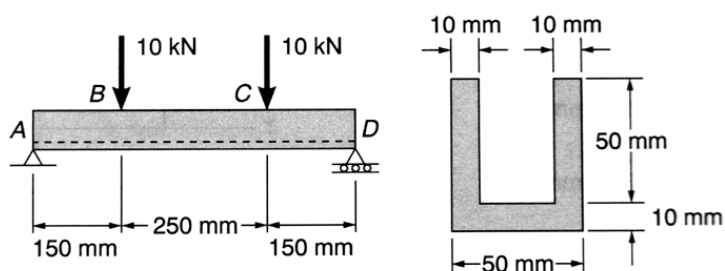
7) A viga mostrada é feita de aço com tensão de escoamento igual a 250 MPa. Determinar o maior momento que pode ser aplicado à viga quando ela encurva em torno do eixo z, considerando um coeficiente de segurança de 2,5.



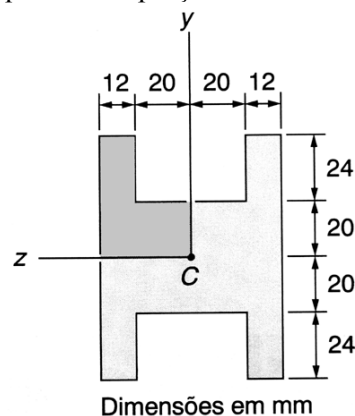
8) Sabendo-se que uma viga de seção transversal, como mostrado, é encurvada em torno de um eixo horizontal e está submetida a um momento fletor de 5,7 kN.m, determinar a intensidade total da força atuando: (a) na aba superior; (b) na porção sombreada da alma.



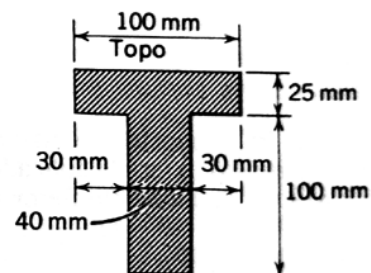
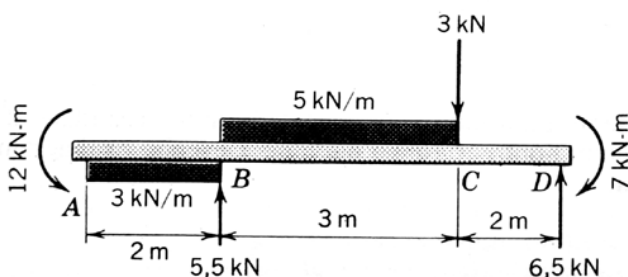
9) Duas forças verticais são aplicadas a uma viga de seção transversal mostrada. Determinar as máximas tensões de tração e compressão numa seção transversal na porção BC da viga.



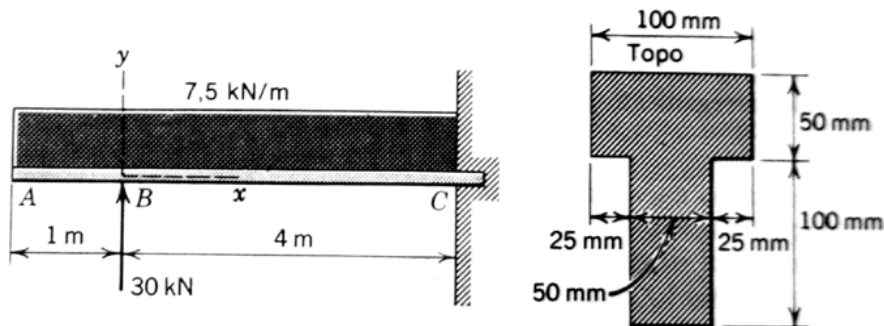
10) Sabendo-se que uma viga de seção transversal mostrada é encurvada sobre um eixo horizontal, e que está submetida a um momento fletor de 4 kN.m, determinar a intensidade total da força que atua na porção sombreada da viga.



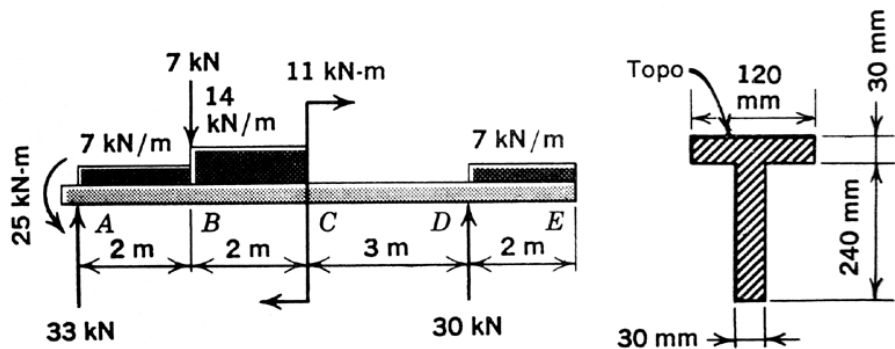
11) Para a viga com seção transversal mostrada, determine a tensão longitudinal máxima entre as seções A e C, e localize onde ela ocorre.



12) e 13) Para a viga com seção transversal mostrada, determine: (a) a tensão trativa máxima longitudinal na viga e onde ela ocorre; (b) a tensão compressiva máxima na viga e onde ela ocorre.



13)

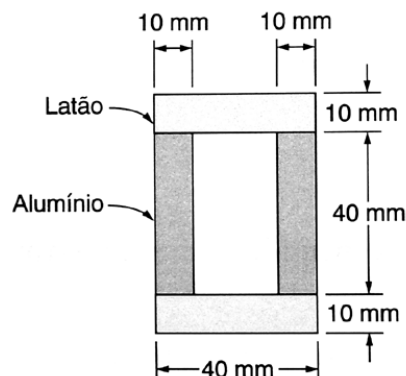


PROBLEMAS ENVOLVENDO FLEXÃO DE SEÇÃO HETEROGÊNEA

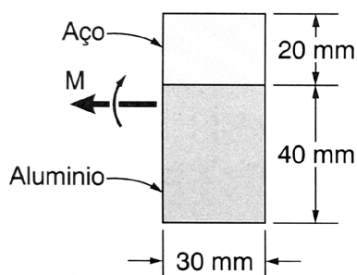
14) Duas barras de latão são unidas firmemente a duas barras de alumínio, formando a seção composta mostrada. Determinar o maior momento fletor permissível, quando a viga é encurvada em torno de um eixo horizontal.

Dados:

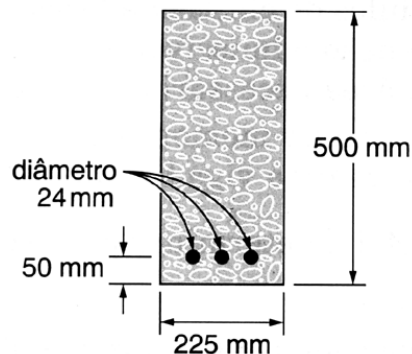
	Alumínio	Latão
Módulo de elasticidade	70 GPa	105 GPa
Tensão admissível	100 MPa	160 MPa



15) Uma barra de aço e uma de alumínio são unidas firmemente, para formar a viga composta mostrada. O módulo de elasticidade para o alumínio é de 70 GPa e para o aço é de 200 GPa. Sabendo-se que a viga é curvada em torno de um eixo horizontal por um momento $M = 1500 \text{ N.m}$, determinar a máxima tensão no: (a) alumínio; (b) aço.

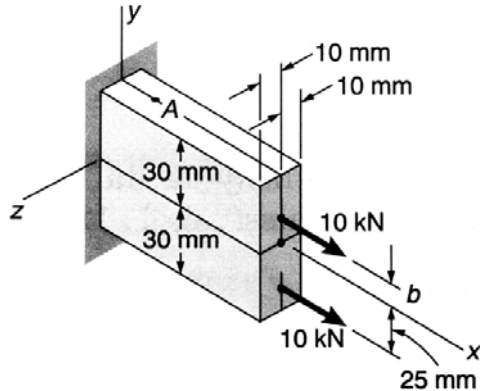


16) Uma viga de concreto é reforçada por três barras de aço, colocadas como indicado. Os módulos de elasticidade são de 20 GPa para o concreto e de 200 GPa para o aço. Usando uma tensão admissível de 10 MPa para o concreto e de 150 MPa para o aço, determinar o maior momento fletor que pode ser aplicado à viga.

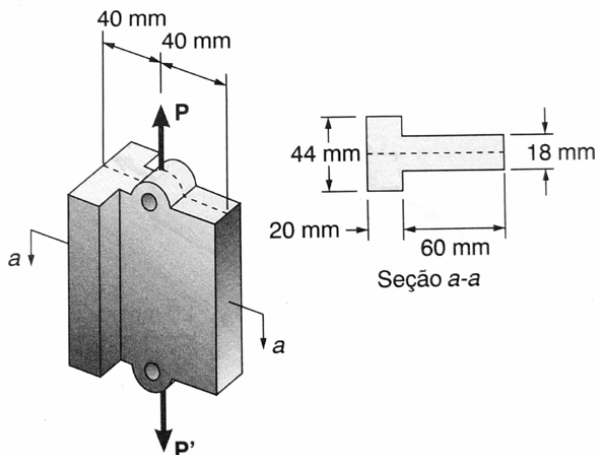


PROBLEMAS ENVOLVENDO CARGA EXCÊNTRICA

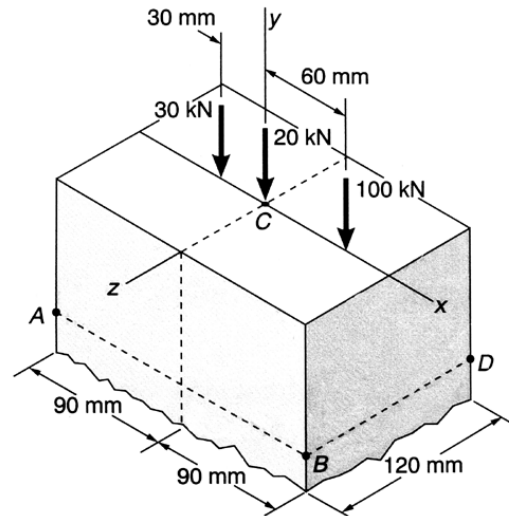
17) Duas forças de 10 kN são aplicadas a uma barra de seção retangular de 20 mm x 60 mm, como mostrado. Determinar a tensão no ponto *A*, quando: (a) $b = 0$; (b) $b = 15$ mm; (c) $b = 25$ mm.



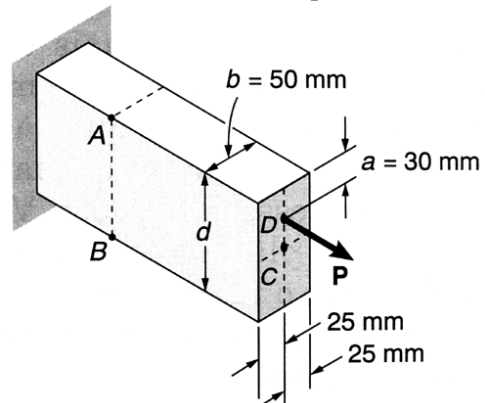
19) Sabendo-se que a tensão admissível é 90 MPa, determinar a maior força *P* que pode ser aplicada ao elemento de máquina mostrado.



18) Uma pequena coluna de 120 mm x 180 mm suporta três cargas axiais mostradas. Sabendo-se que a seção *ABD* é suficientemente afastada das cargas, para que permaneça plana, determinar a tensão no: (a) canto *A*; (b) canto *B*.



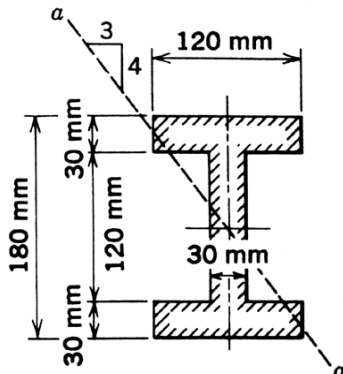
20) A força axial excêntrica *P* atua no ponto *D*, que está localizado a 30 mm abaixo da borda superior da barra de aço mostrada. Para $P = 90$ kN, determinar: (a) a largura *d* da barra para que a tensão no ponto *A* seja máxima; (b) o correspondente valor da tensão no ponto *A*.



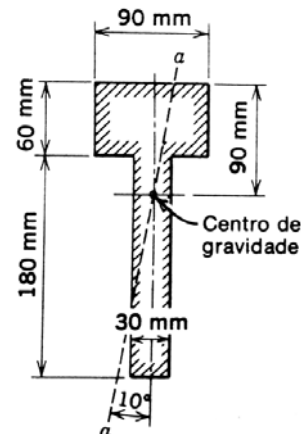
PROBLEMAS ENVOLVENDO FLEXÃO ASSIMÉTRICA

21) e 22) A viga com uma seção transversal mostrada está submetida a um momento fletor *M* aplicado no plano *a – a*. Determine: (a) a intensidade da máxima tensão de flexão; (b) a orientação do eixo neutro, mostre o resultado num esboço.

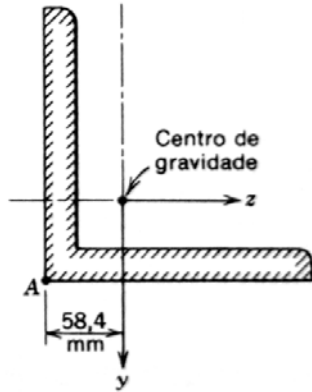
21) $M = 1.200$ N.m



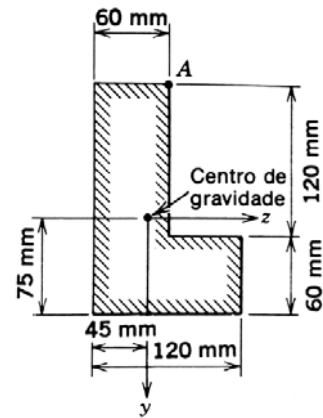
22) $M = 20$ kN.m



23) Uma cantoneira de 200 x 200 x 24 mm é usada numa viga que suporta um momento fletor de + 10.000 N.m aplicado no plano yx . Os momentos de inércia obtidos em um manual de aço estrutural são $I_z = I_y = 33,3 \times 10^6 \text{ mm}^4$, e $I_{yz} = + 19,5 \times 10^6 \text{ mm}^4$. Determine: (a) a tensão de flexão no ponto A; (b) a máxima tensão de flexão e sua localização na seção transversal; (c) a orientação do eixo neutro, mostre a localização num esboço.

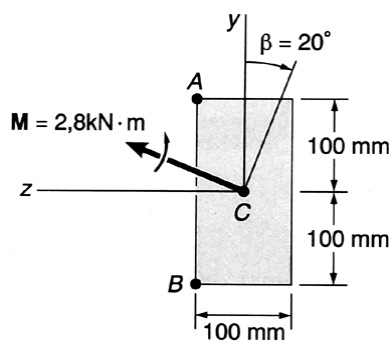


24) Uma viga com uma seção cantoneira está carregada com um momento fletor de + 20 kN.m aplicado num plano yx . Determine: (a) a tensão de flexão no ponto A; (b) a orientação do eixo neutro, mostre a localização num esboço.

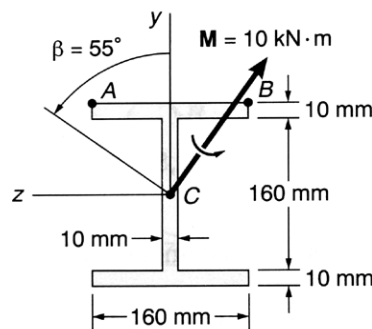


25), 26) e 27) O momento M é aplicado a uma viga de seção transversal mostrada, em um plano formando um ângulo β com a vertical. Determinar: (a) a tensão no ponto A; (b) o ângulo que a linha neutra forma com o plano horizontal.

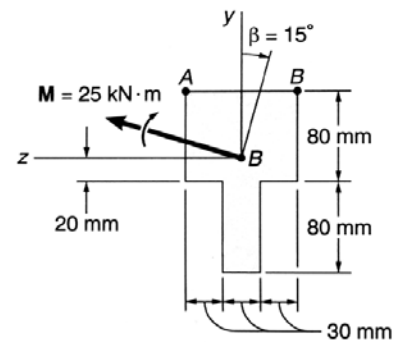
25)



26)

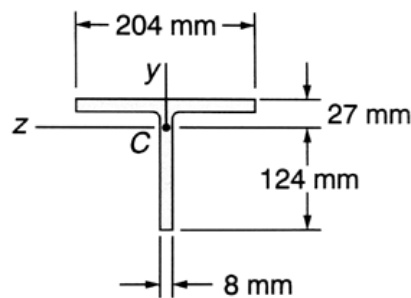
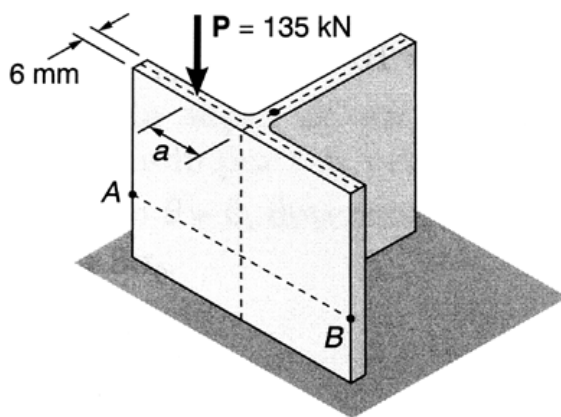


27)



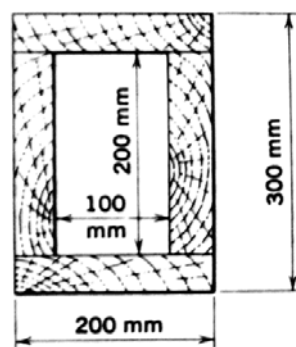
28) Uma carga axial P é aplicada como mostrado a curto perfil estrutural em forma de T. Determinar: (a) a maior distância a para que a tensão máxima de compressão não exceda a 120 MPa; (b) o ponto correspondente onde a linha neutra intercepta a linha AB .

Dados: $A = 4450 \text{ mm}^2$, $I_y = 9,16 \times 10^6 \text{ mm}^4$, $I_z = 6,00 \times 10^6 \text{ mm}^4$

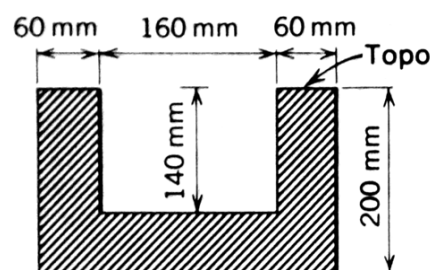


PROBLEMAS ENVOLVENDO CISALHAMENTO NA FLEXÃO

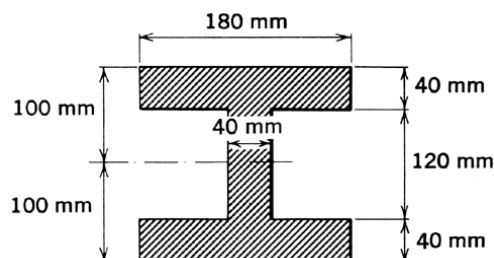
29) O cortante vertical em certa seção de uma viga cuja forma é mostrada na figura é 18 kN. Determinar: (a) a tensão tangencial horizontal máxima, e indique onde ela ocorre dentro da seção transversal; (b) a tensão tangencial vertical 80 mm abaixo do topo.



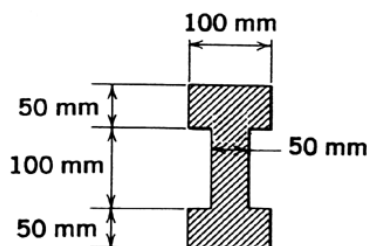
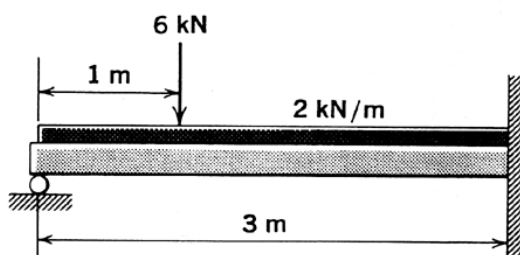
30) Uma viga com 6 m de comprimento está simplesmente apoiada em suas extremidades e tem uma seção transversal como mostrado. A viga suporta uma carga uniformemente distribuída de 5 kN/m em todo o seu comprimento. Determine: (a) a tensão transversal vertical em um ponto 0,5 m a partir do extremo direito e 100 mm abaixo da superfície do topo da viga; (b) as tensões tangenciais máximas horizontal e vertical, e mostre onde cada uma ocorre.



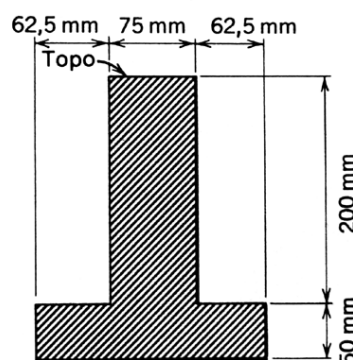
31) Uma viga com 4 m de comprimento tem a seção transversal mostrada na figura. Ela é simplesmente apoiada nos extremos e suporta uma carga uniformemente distribuída de 4 kN/m sobre todo seu comprimento. Em um ponto a 500 mm da extremidade esquerda e 40 mm abaixo da superfície neutra, determine: (a) a tensão longitudinal (b) a tensão tangencial horizontal; (c) a tensão tangencial vertical.



32) Para a viga mostrada, a reação esquerda é de 5,36 kN para cima. Determine: (a) a tensão longitudinal máxima da viga; (b) a tensão tangencial horizontal máxima.

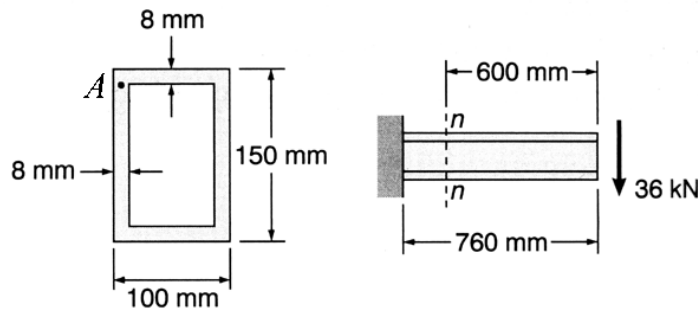


33) Uma viga T com 5 m de comprimento é simplesmente apoiada em suas extremidades e tem a seção transversal mostrada na figura. É especificado que a tensão longitudinal de tração não pode exceder 12 MPa e que a tensão tangencial horizontal não ultrapasse 0,7 MPa. Determine a carga concentrada para baixo máxima que pode ser aplicada a 3 m da extremidade direita.

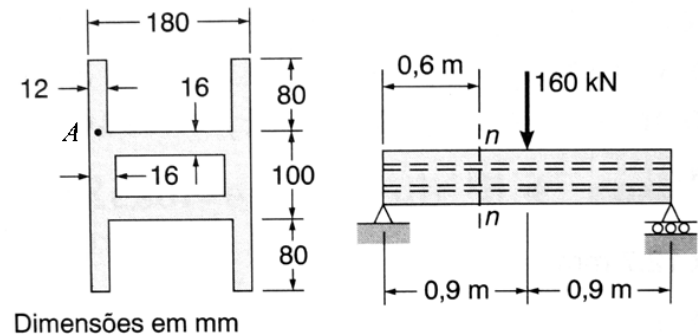


34) e 35) Para a viga com carregamento indicado, considerar a seção $n-n$ e determinar: (a) a maior tensão normal, e indicar onde ela ocorre; (b) a tensão de cisalhamento no ponto A ; (c) a maior tensão de cisalhamento e indicar onde ela ocorre

34)

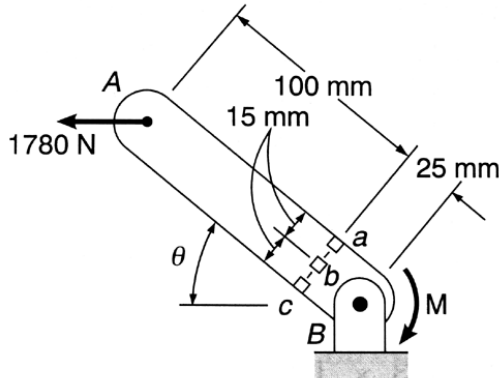


35)

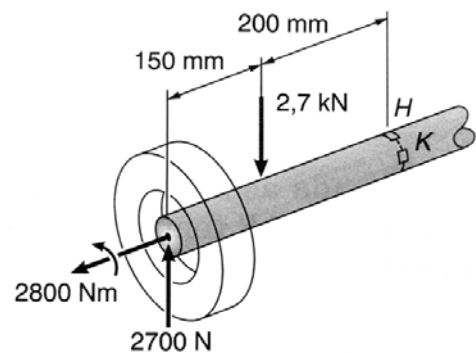


PROBLEMAS ENVOLVENDO COMBINAÇÃO DE CARREGAMENTO

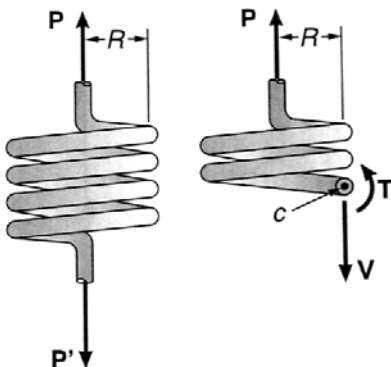
36) a alavanca AB tem uma seção transversal retangular de 10 x 30 mm. Sabendo-se que $\theta = 40^\circ$, determinar as tensões normal e de cisalhamento nos três pontos indicados (a , b e c).



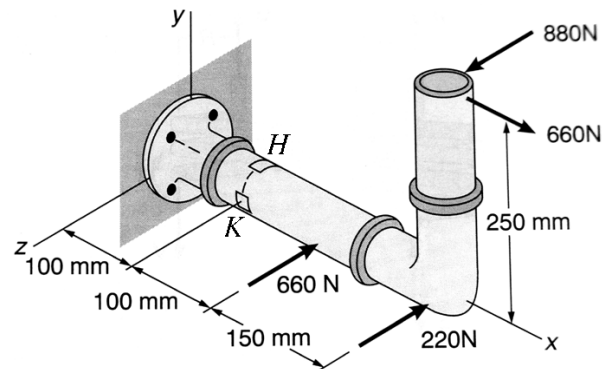
37) O eixo mecânico de um automóvel é feito para suportar as forças e o torque mostrado. Sabendo-se que o diâmetro do eixo é de 30 mm, determinar as tensões normal e de cisalhamento no: (a) ponto H ; (b) ponto K .



38) Uma mola é feita de um arame circular de raio c , formando uma hélice de raio R . Determinar a máxima tensão de cisalhamento produzida pelas forças P e P' , iguais e opostas. (Sugestão: determinar inicialmente a força cortante V e o torçor T numa seção transversal.)

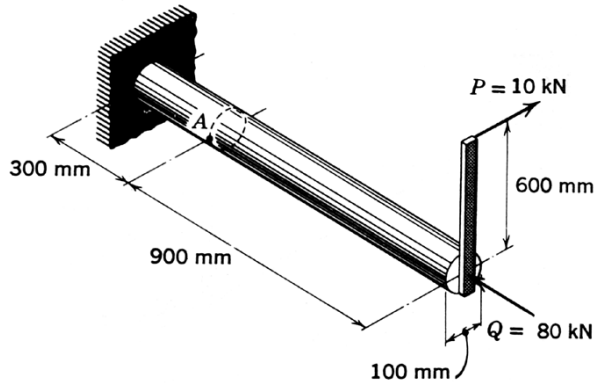


39) Várias forças são aplicadas ao tubo mostrado. Sabendo-se que o tubo tem diâmetro, interno e externo, de 40 mm e 48 mm, respectivamente, determinar as tensões normal e de cisalhamento no: (a) ponto H ; (b) ponto K .

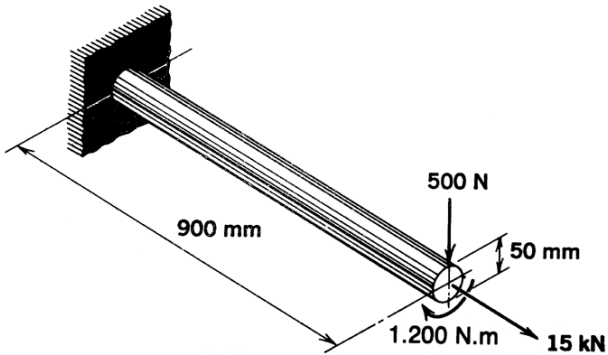


40) e 41) Os eixos maciços são carregados como mostrado nas figuras. Determine, e mostre num esboço, as tensões principais e a tensão tangencial máxima no ponto A da superfície do eixo.

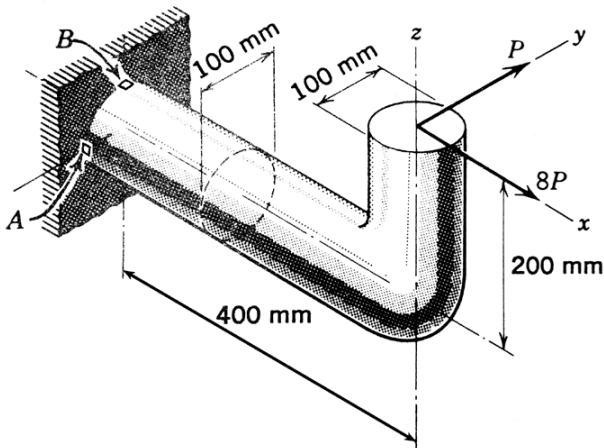
40)



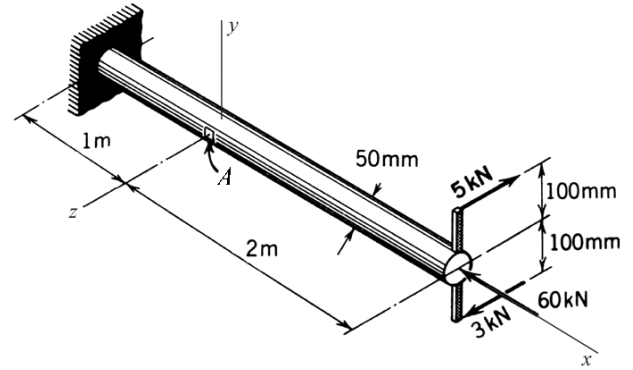
42) Uma barra de aço de 50 mm de diâmetro está carregada como mostrado na figura. Determine, e mostre num esboço, a tensão principal máxima no topo da superfície adjacente ao apoio.



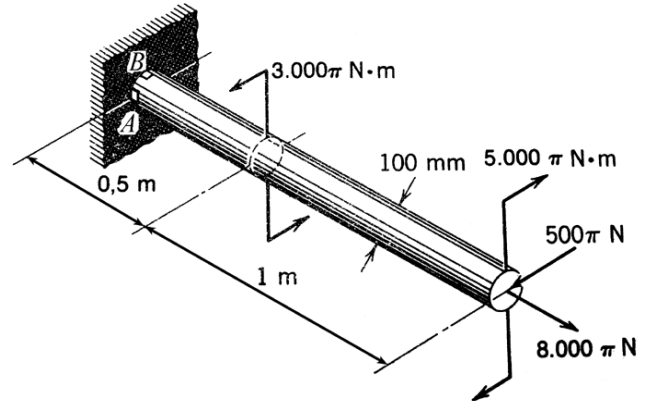
44) Sabendo-se que nos pontos A e B , sobre o eixo da figura, as tensões normal e tangencial são limitadas a 90 MPa T e 60 MPa, respectivamente. Determine o valor máximo permissível de P .



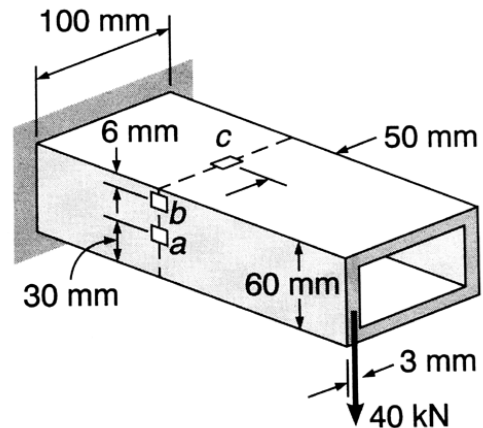
41)



43) O eixo circular maciço de aço está submetido aos torques e cargas indicados. Determine, e mostre num esboço, as tensões principais e a tensão tangencial máxima nos pontos: (a) A ; (b) B .



45) Sabendo-se que o tubo estrutural mostrado tem uma espessura da parede uniforme de 6 mm, determinar a tensão de cisalhamento em cada um dos três pontos indicados (a , b e c).



RESPOSTAS AOS PROBLEMAS DA 5ª LISTA DE EXERCÍCIOS

- 1) a) 5,89 MPa T b) 2,31 MPa C
- 2) a) 20,3 MPa T b) 21,2 MPa C
- 3) 22,9 MPa T ou C
- 4) 25,5 kN
- 5) a) 61,1 MPa C b) 91,7 MPa T
- 6) $\sigma_a = 44,1$ MPa C $\sigma_b = 29,3$ MPa T
- 7) 80,9 kN.m
- 8) a) 37,6 kN b) 6,07 kN
- 9) 73,2 MPa T 102,4 MPa C
- 10) 39,6 kN
- 11) 93,8 MPa C, na parte inferior de A.
- 12) a) 136,2 MPa T b) 97,3 MPa C
- 13) a) 71,4 MPa T b) 52,5 MPa C
- 14) 3,08 kN.m
- 15) a) 66,2 MPa T b) 112,4 MPa C
- 16) 79,1 kN.m
- 17) a) 4,17 MPa C b) 8,33 MPa T c) 16,67 MPa T
- 18) a) 926 kPa T b) 14,81 MPa C
- 19) 106,1 kN
- 20) a) 90 mm b) 40 MPa T
- 21) a) 6,75 MPa b) 75,3° a partir do eixo z ↻
- 22) a) 70,8 MPa b) 67,4° a partir do eixo z ↻
- 23) a) 42,3 MPa T b) 55,8 MPa C
c) 75,4 a partir do eixo z ↻
- 24) a) 69,4 MPa T b) 34,7° a partir do eixo z ↻
- 25)
- 26) a) 115,2 MPa T b) 76,4 MPa C c) 79,8° ↻
- 27) a) 29,3 MPa C b) 144 MPa C c) 41,5° ↻
- 28) a) 49,95 mm
- 29) a) 822 kPa no eixo neutro b) 707 kPa
- 30) a) 751 kPa
b) 927 kPa na superfície neutra dos apoios
- 31) a) 1,402 MPa T b) 0,925 MPa c) 0,925 MPa
- 32) a) 7,87 MPa T e C b) 0,930 MPa
- 33) 14,58
- 34) a) 143,6 MPa no topo ou na base da seção
b) 11,3 MPa c) 18,5 MPa num ponto sobre a L.N.
- 35) a) 140,9 MPa b) 13,01 MPa c) 17,63 MPa
- 36) $\sigma_a = 80,85$ MPa T $\tau_a = 0$ $\sigma_b = 4,55$ MPa T
 $\tau_b = 5,70$ MPa $\sigma_c = 71,8$ MPa C $\tau_c = 0$
- 37) H: $\sigma_x = 151$ MPa C $\sigma_z = 0$ $\tau_{xz} = 527$ MPa
K: $\sigma_x = \sigma_y = 0$ $\tau_{xy} = 527$ MPa
- 38)
- 39) H: $\sigma_x = 30,5$ MPa T $\sigma_z = 0$ $\tau_{xz} = 19,56$ MPa
K: $\sigma_x = 16,4$ MPa C $\sigma_y = 0$ $\tau_{xy} = 19,56$ MPa
- 40) $\sigma_1 = 91,7$ MPa T $\sigma_2 = 10,19$ MPa C $\sigma_3 = 0$
 $\tau_{\max} = 50,9$ MPa $\theta_p = 18,43^\circ$ ↻
- 41) $\sigma_1 = 299$ MPa T $\sigma_2 = 3,55$ MPa C $\sigma_3 = 0$
 $\tau_{\max} = 151,2$ MPa $\theta_p = 6,22^\circ$ ↻
- 42) $\sigma_1 = 75,8$ MPa T $\sigma_2 = 31,5$ MPa C $\sigma_3 = 0$
 $\tau_{\max} = 53,7$ MPa $\theta_p = 32,8^\circ$ ↻
- 43) a) $\sigma_1 = 23,2$ MPa T $\sigma_2 = 44,0$ MPa C $\sigma_3 = 0$
 $\tau_{\max} = 33,6$ MPa $\theta_p = 36,0^\circ$ ↻
b) $\sigma_1 = 33,1$ MPa T $\sigma_2 = 29,9$ MPa C $\sigma_3 = 0$
 $\tau_{\max} = 31,5$ MPa $\theta_p = 43,5^\circ$ ↻
- 44) 5199 N
- 45) $\tau_a = 97,1$ MPa $\tau_b = 85,5$ MPa $\tau_c = 30,9$ MPa