

UFJF - Professores Elson Toledo e Alexandre Cury
MAC003 - Resistência dos Materiais II
LISTA DE EXERCÍCIOS 03

1. Em um ponto crítico de uma peça de aço de uma máquina, as componentes de tensão encontradas foram $\sigma_{xx} = 100$ MPa, $\sigma_{yy} = -50$ MPa e $\tau_{xy} = 30$ MPa. Assumindo que o ponto esteja em estado plano de tensões, e que a tensão de escoamento do material seja 160 MPa, determine se a peça falha segundo os critérios:

- a) da máxima tensão de cisalhamento (Tresca).
b) da máxima energia de deformação (von Mises).

Respostas: a) Falha. b) Não falha.

2. Para uma força P medida em kN, as componentes de tensão em um ponto de uma estrutura são $\sigma_{xx} = 10P$ MPa, $\sigma_{yy} = -20P$ MPa e $\tau_{xy} = 5P$ MPa (estado plano de tensões). O material possui tensão de escoamento igual a 160 MPa. Determine o valor máximo da força P de modo que não haja falha segundo os critérios:

- a) da máxima tensão de cisalhamento (Tresca).
b) da máxima energia de deformação (von Mises).

Respostas: a) $P = 5$ kN. b) $P = 5.75$ kN.

3. Considerando-se o estado de tensões num ponto de uma estrutura mostrado na Figura 1, pede-se calcular o máximo valor da carga P de modo que não haja falha segundo os critérios:

- a) da máxima tensão de cisalhamento (Tresca).
b) da máxima energia de deformação (von Mises).

Determine também a máxima tensão de tração neste ponto para cada um dos critérios acima mencionados. Considere $\sigma_e = 80$ MPa.

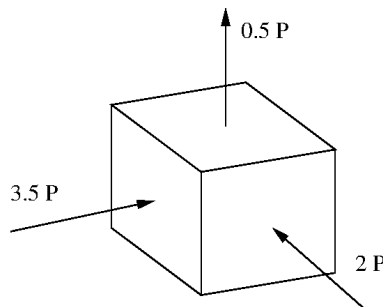


Figura 1

Respostas:

- a) Tresca: $P = 20$ kN, $\sigma_1 = 10$ MPa.
b) von Mises: $P = 22.86$ kN, $\sigma_1 = 11.42$ MPa.

4. Verifique, pelos critérios da máxima tensão normal e da máxima tensão tangencial, se o estado de tensões representado na Figura 2 é estável. Considere $\sigma_e = 180$ MPa.

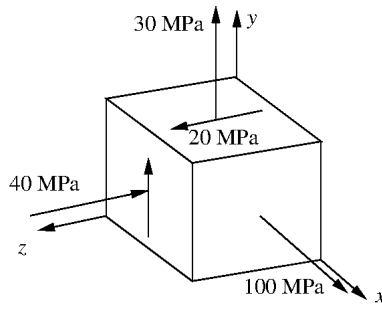


Figura 2

Respostas: Máxima tensão normal: $\sigma_1 = 100 < 180$ MPa; Tresca: $\sigma_t = 145 < 180$ MPa;

5. Em uma superfície de aço ($E = 210$ GPa, $\nu = 0.28$, $\bar{\sigma} = 210$ MPa) as deformações medidas pela roseta de *strains-gages* mostrada na Figura 3 foram $\varepsilon_a = -800 \times 10^{-6}$, $\varepsilon_b = -300 \times 10^{-6}$, $\varepsilon_c = -700 \times 10^{-6}$. Adotando o critério de von Mises, determine se o material falha.

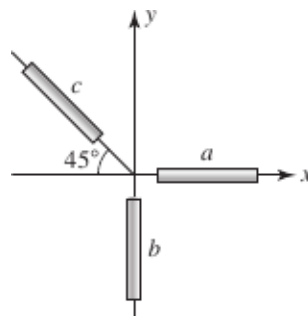


Figura 3

Resposta: $\sigma_{vonMises} = 180.55$ MPa (não falha).

6. Verifique, pelo critério de von Mises, a estabilidade dos pontos A e B indicados no engaste da estrutura mostrada na Figura 4. Considere $\sigma_e = 150$ MPa.

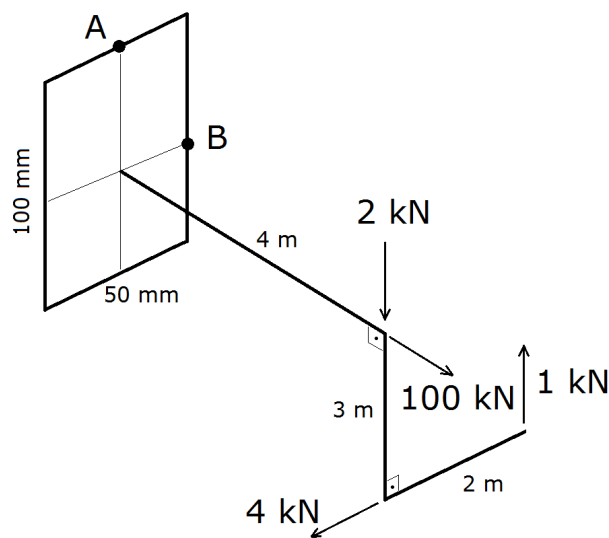


Figura 4

Respostas:

- Ponto A: $|\sigma_A| = 68$ MPa, $|\tau_A| = 128.07$ MPa, $\sigma_{vonMises} = 232$ MPa (falha).
- Ponto B: $|\sigma_B| = 404$ MPa, $|\tau_B| = 162.90$ MPa, $\sigma_{vonMises} = 493$ MPa (falha).

7. Determine o máximo valor da carga P para que a tensão de von Mises no ponto A, indicado na Figura 5, não ultrapasse 200 MPa.

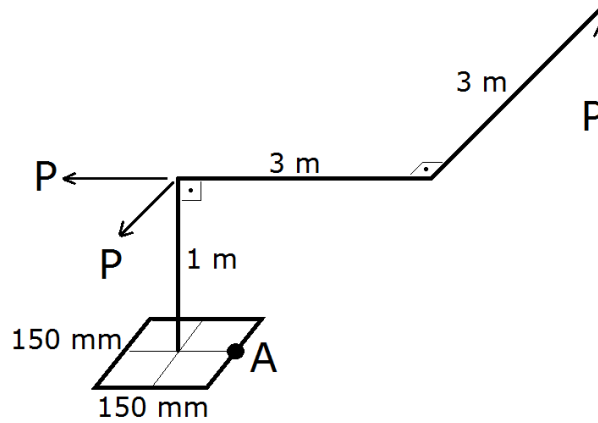


Figura 5

Respostas: $P \leq 27.95 \text{ kN}$, $|\sigma_A| = 7.15 \times 10^{-3}|P| \text{ [MPa]}$, $|\tau_A| = 6.67 \times 10^{-5}|P| \text{ [MPa]}$.

8. Verifique, pelo critério de Tresca, se o ponto A indicado na Figura 6 não ultrapassa 150 MPa .

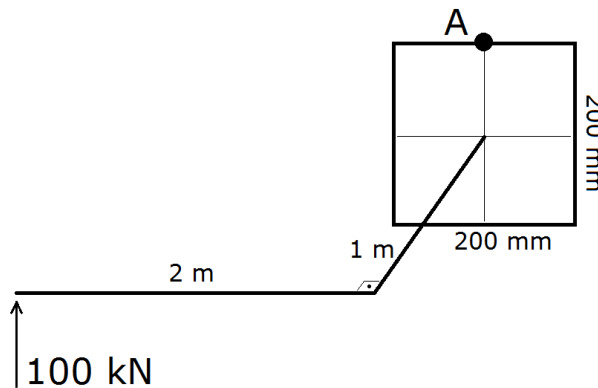


Figura 6

Respostas: $|\sigma_A| = 75 \text{ MPa}$, $|\tau_A| = 120.2 \text{ MPa}$, $\sigma_{Tresca} = 251.8 \text{ MPa}$ (falha).

9. Verifique, pelo critério de von Mises, a estabilidade dos pontos A e B indicados no engaste da estrutura mostrada na Figura 7. Considere $\sigma_e = 80 \text{ MPa}$.

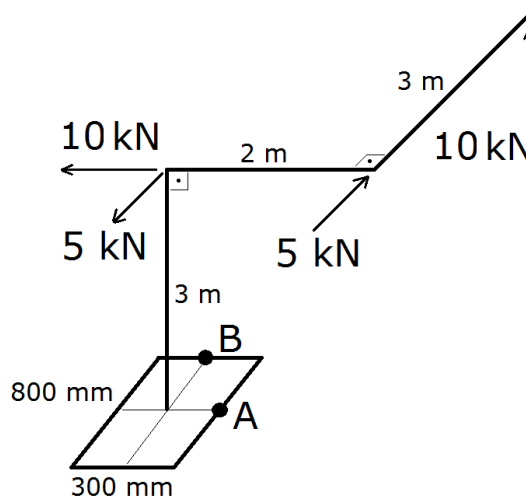


Figura 7

Respostas:

- Ponto A: $|\sigma_A| = 4.21 \text{ MPa}$, $|\tau_A| = 0.532 \text{ MPa}$, $\sigma_{vonMises} = 4.31 \text{ MPa}$ (não falha).
- Ponto B: $|\sigma_B| = 0.979 \text{ MPa}$, $|\tau_B| = 0.468 \text{ MPa}$, $\sigma_{vonMises} = 1.27 \text{ MPa}$ (não falha).

10. Uma barra, de seção circular cheia com diâmetro de 30 mm, está submetida à compressão. Para reduzir o peso da barra em 25%, a seção cheia foi substituída por uma seção vazada como mostrado na Figura 8. Considerando $E = 105 \text{ MPa}$, determine a redução percentual da carga crítica.

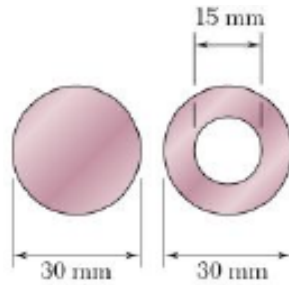


Figura 8

Resposta: 6.25%.

11. A treliça plana ABC abaixo suporta um carregamento vertical em B . Cada barra é feita de aço ($E = 210 \text{ GPa}$) com diâmetro externo de 100 mm e espessura de 6 mm. Determine o valor máximo de W de modo que as barras não flambem.

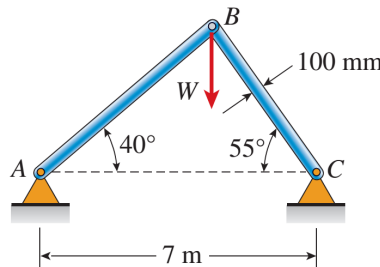


Figura 9

Resposta: 213 kN

12. Uma coluna tubular de alumínio ($E = 70 \text{ GPa}$), com comprimento $L = 3 \text{ m}$, tem diâmetros interno e externo $d_1 = 130 \text{ mm}$ e $d_2 = 150 \text{ mm}$, respectivamente (veja Fig. 10). A coluna está apoiada nas extremidades e pode flambear em qualquer direção. Calcule o carregamento crítico para as seguintes condições de apoio: a) rótula-rótula, b) livre-engaste, c) engaste-rótula, d) engaste-engaste.

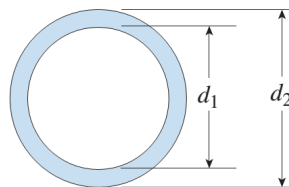


Figura 10

Resposta: a) 831 kN, b) 208 kN, c) 1700 kN, d) 3330 kN.

13. Uma carga $P = 20 \text{ kN}$ atua sobre o quadro mostrado na figura abaixo. Avalie a possibilidade de flambagem da barra de aço AB considerando $E = 200 \text{ GPa}$ e que, em relação ao eixo $x-x$, a condição de apoio é rótula-rótula e, em relação ao eixo $y-y$, engaste-engaste.

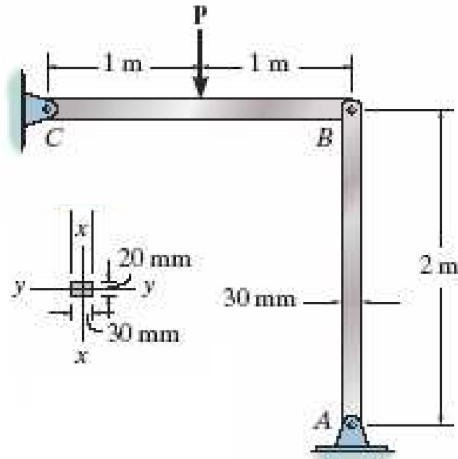


Figura 11

Resposta: $P_{cr} = 22.21 \text{ kN}$, logo a barra AB não irá flambar.

14. A coluna de aço ($E = 210 \text{ GPa}$) abaixo tem comprimento de 2 m. Assumindo a condição bi-rotulada, calcule a deflexão máxima e o momento fletor máximo.

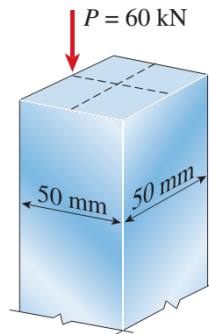


Figura 13

Respostas: $\delta = 8.87 \text{ mm}$ e $M = 2.03 \text{ kNm}$.

15. O cano de aço ($E = 210 \text{ GPa}$) possui seção circular vazada ($d_1 = 60 \text{ mm}$ e $d_2 = 68 \text{ mm}$) e 2,1 m de comprimento. Assumindo a condição bi-rotulada e considerando $P = 10 \text{ kN}$ e $e = 30 \text{ mm}$, pede-se:

- determinar a máxima tensão de compressão na barra;
- se a tensão admissível no aço for de 50 MPa, qual será o valor máximo do comprimento L da barra?

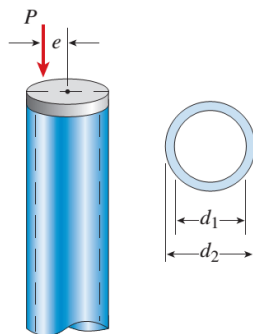


Figura 14

Respostas: $\sigma_{max} = 38.8 \text{ MPa}$ e $L_{max} = 5.03 \text{ m}$.

16. Uma coluna de aço ($E = 210 \text{ GPa}$), cujo perfil é mostrado na Fig. 15, está apoiada por pinos (birrotulada) nas extremidades e tem comprimento de 7,5 m. A coluna suporta um carregamento aplicado no centroide $P_1 = 1750 \text{ kN}$ e um carregamento aplicado excêntrica $P_2 = 250 \text{ kN}$.

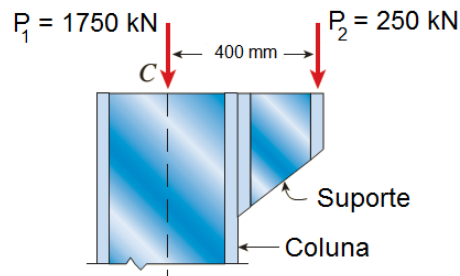


Figura 15

A flexão ocorre sobre o eixo 1-1 da seção transversal e o carregamento excêntrico age no eixo 2-2 a uma distância de 400 mm do centroide da seção (Fig. 16).

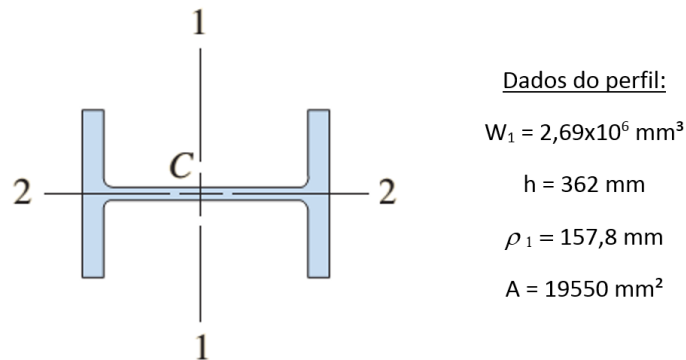


Figura 16

Pede-se calcular a máxima tensão normal de compressão, utilizando:

- a) a teoria da flexão composta;
- b) a equação da secante.

Respostas: a) 139.48 MPa, b) 145.26 MPa.