

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.

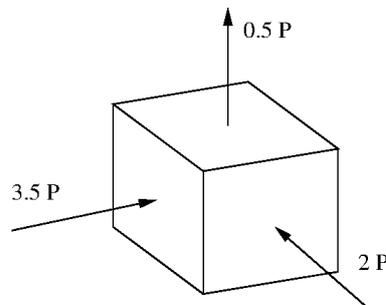


Figura 1

**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.

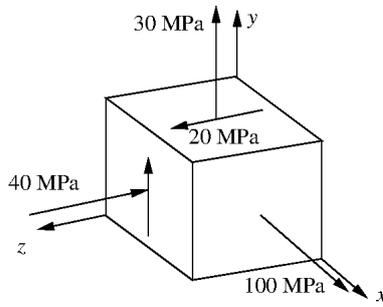


Figura 2

**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.

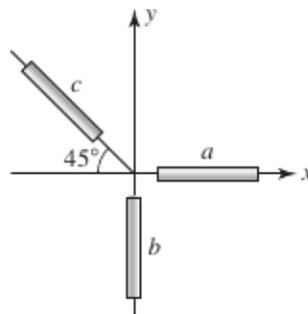


Figura 3

**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.

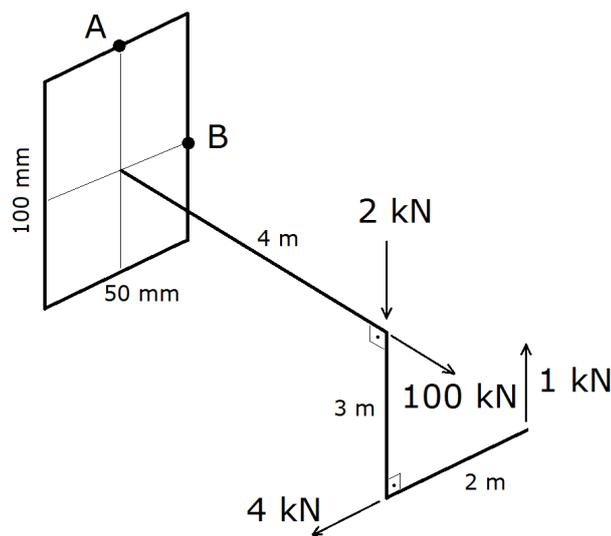


Figura 4

**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.

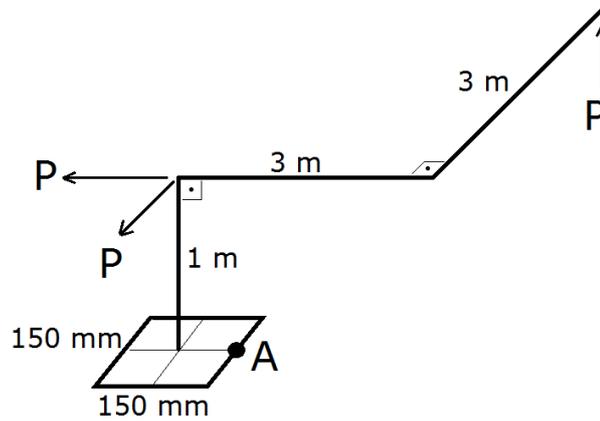


Figura 5

**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  $150 \text{ MPa}$ .

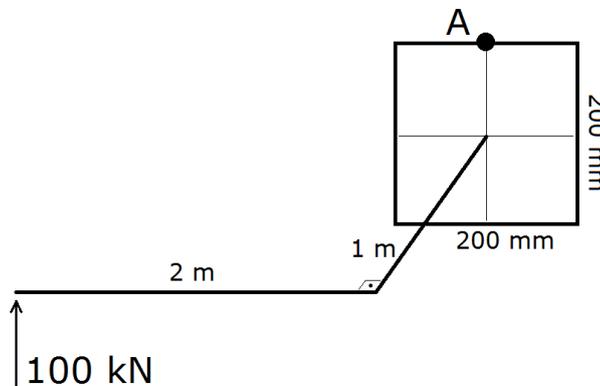


Figura 6

**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  $\sigma_e = 80 \text{ MPa}$ .

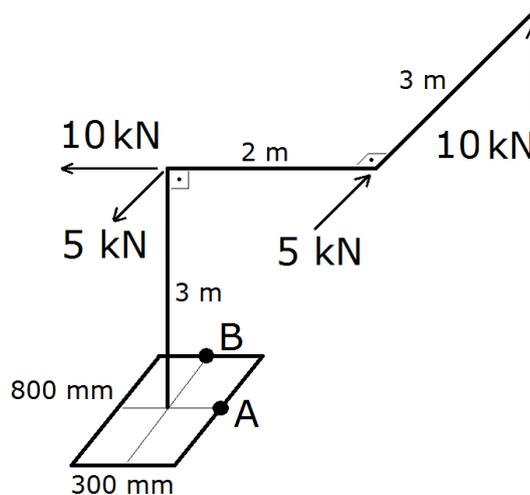


Figura 7

**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.

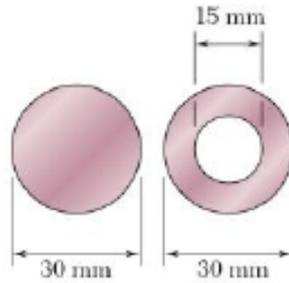


Figura 8

**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.

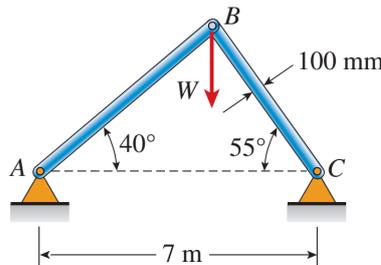


Figura 9

**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 flambar 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.

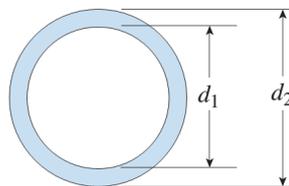


Figura 10

**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.

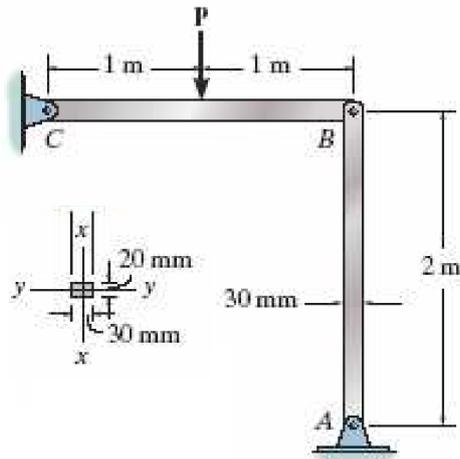


Figura 11

**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.

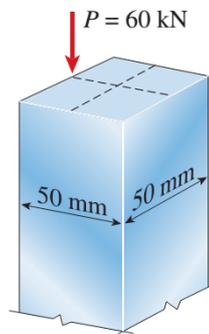


Figura 13

**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?

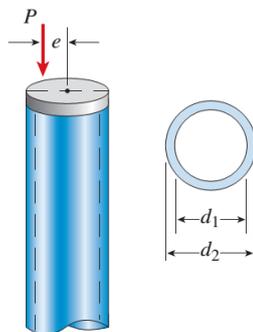


Figura 14

**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 excêntricamente  $P_2 = 250 \text{ kN}$ .

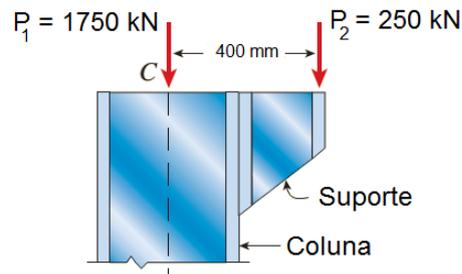


Figura 15

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).

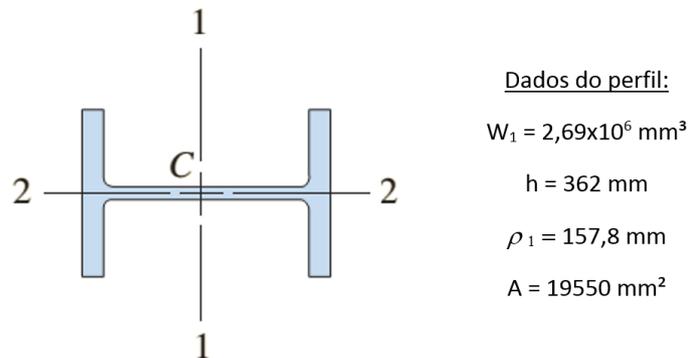


Figura 16

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.