



PME-3211 - Mecânica dos Sólidos II
4ª Lista de Exercícios

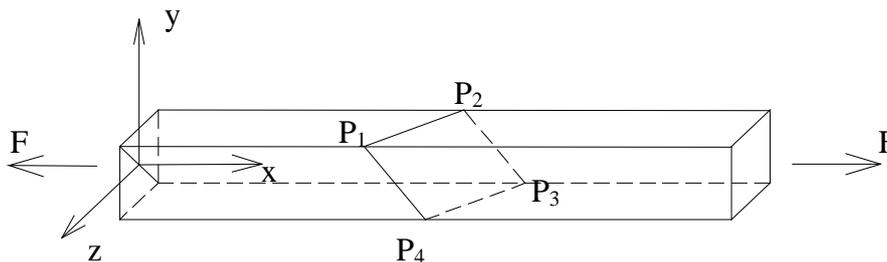
1) Determine os círculos de Mohr e o valor da máxima tensão de cisalhamento para cada um dos pontos indicados no exercício 2 da lista 2. Com relação aos valores calculados de máxima tensão cisalhante, responda:

- quais são os pontos mais solicitados (dentre os indicados) ?
- qual é o ponto menos solicitado (dentre os indicados) ?

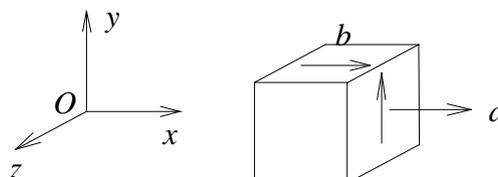
2) A barra prismática indicada na figura tem seção transversal quadrada (lado a) e comprimento $l \gg a$, sendo composta de duas partes que foram unidas com um adesivo através do plano definido pelos pontos P_1 , P_2 , P_3 e P_4 . Através de vários ensaios realizados sabe-se que o adesivo pode suportar uma tensão normal máxima de 4 MPa e uma tensão de cisalhamento máxima de 2 MPa. Sem considerar o efeito combinado entre a tensão normal e a tensão cisalhante na resistência do adesivo, determine, com base apenas nos valores admissíveis fornecidos, qual o máximo valor que a força de tração F pode ter para que o adesivo não falhe.

Dados: $a = 40$ mm, $l = 1000$ mm,

Equação do plano de colagem segundo sistema de coordenadas $Oxyz$: $2x+2y+2z = l$



3) A figura a seguir representa o estado de tensão no ponto mais solicitado de uma estrutura. Pedese: (i) qual deve ser a relação entre a tensão normal a e a tensão de cisalhamento b para que a máxima tensão de cisalhamento neste mesmo ponto não exceda um dado valor admissível (τ_{ad}); (ii) se $b = a\sqrt{2} > 0$, determine as orientações dos planos de máxima tensão cisalhante, segundo o sistema de eixos $Oxyz$ indicado na figura.

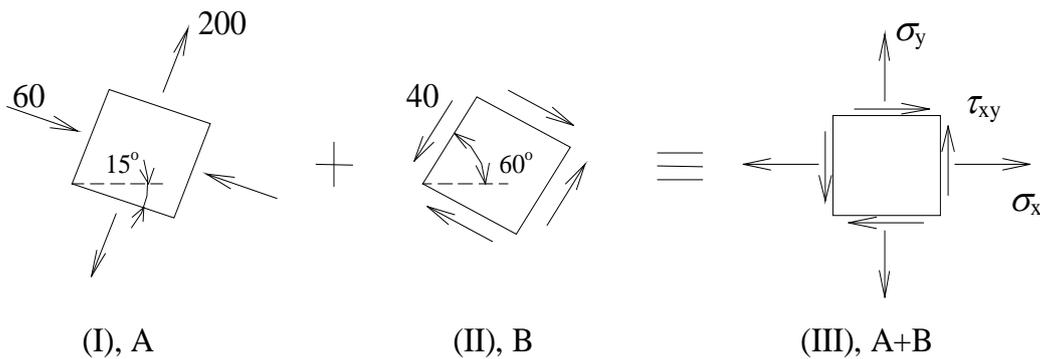


4) Os estados de tensão representados a seguir referem-se a estados de tensão em um mesmo ponto de uma estrutura submetida a dois carregamentos distintos: o estado de tensão (I) está associado a



um carregamento A, enquanto o estado de tensão (II) está associado a um carregamento B. O estado de tensão (III), para o mesmo ponto estudado, está associado à superposição dos carregamentos A e B, aplicados simultaneamente à estrutura. Determine:

- os valores das tensões σ_x , σ_y e τ_{xy} devidas à superposição dos estados (I) e (II);
- os valores das máximas tensões de cisalhamento para cada um dos estados de tensão indicados;
- com base no resultado obtido em (b), responda: vale o princípio da superposição na determinação da máxima tensão de cisalhamento? Isto é, podemos dizer que $\tau_{máx,I} + \tau_{máx,II} = \tau_{máx,III}$? Justifique!!



**Exercícios Sugeridos (Livro Texto)**

Gere, J.M. & Goodno, B.J., Mecânica dos Materiais, Cengage Learning, 2010, 858 p.

- Carregamentos Combinados: 8.5.5, 8.5.11, 8.5.18, 8.5.20

Respostas da 4ª Lista de Exercícios

$$\begin{array}{l} 1) \text{ a) Para o ponto P1: } \left\{ \begin{array}{l} \sigma_1 = 2,0 \\ \sigma_2 = 0 \quad (\text{MPa}) \Rightarrow \tau_{m\acute{a}x} = 1,0 \text{ MPa} \\ \sigma_3 = 0 \end{array} \right. \\ \\ \text{Para o ponto P2: } \left\{ \begin{array}{l} \sigma_1 = 5,71 \\ \sigma_2 = 0 \quad (\text{MPa}) \Rightarrow \tau_{m\acute{a}x} = 3,45 \text{ MPa} \\ \sigma_3 = -1,19 \end{array} \right. \\ \\ \text{Para o ponto P3: } \left\{ \begin{array}{l} \sigma_1 = 1,19 \\ \sigma_2 = 0 \quad (\text{MPa}) \Rightarrow \tau_{m\acute{a}x} = 3,45 \text{ MPa} \\ \sigma_3 = -5,71 \end{array} \right. \\ \\ \text{Para o ponto P4: } \left\{ \begin{array}{l} \sigma_1 = 14,374 \\ \sigma_2 = 0 \quad (\text{MPa}) \Rightarrow \tau_{m\acute{a}x} = 7,42 \text{ MPa} \\ \sigma_3 = -0,474 \end{array} \right. \\ \\ \text{Para o ponto P5: } \left\{ \begin{array}{l} \sigma_1 = 3,37 \\ \sigma_2 = 0 \quad (\text{MPa}) \Rightarrow \tau_{m\acute{a}x} = 3,37 \text{ MPa} \\ \sigma_3 = -3,37 \end{array} \right. \\ \\ \text{Para o ponto P6: } \left\{ \begin{array}{l} \sigma_1 = 1,85 \\ \sigma_2 = 0 \quad (\text{MPa}) \Rightarrow \tau_{m\acute{a}x} = 1,85 \text{ MPa} \\ \sigma_3 = -1,85 \end{array} \right. \end{array}$$

Verifica-se, portanto, que o ponto mais solicitado dentre os indicados é o ponto P4, de coordenadas $P4 = \left(0, \frac{d_i + 2t}{2}, 0 \right)$. É fácil mostrar que o ponto Q, de coordenadas $Q = \left(0, \frac{-(d_i + 2t)}{2}, 0 \right)$ possui a mesma tensão de cisalhamento máxima (ver exercício 3), sendo também um ponto crítico da estrutura. Já o ponto menos solicitado, dentre os indicados, será o ponto P1.

2) $F_{m\acute{a}x} = 6788 \text{ N}$ (caso a força exceda este valor, haverá falha por cisalhamento no plano).

3) a) Deve-se ter: $\sqrt{a^2 + 4b^2} \leq 2 \cdot \tau_{ad}$



b) Para $b = a\sqrt{2} > 0$, as orientações das normais aos planos de máxima tensão de cisalhamento são:

$$\vec{\eta} = \pm(0,985599 ; -0,169102 ; 0)$$

$$\vec{\xi} = \pm(0,169102 ; 0,985599 ; 0)$$

A máxima tensão de cisalhamento neste caso vale: $\tau_{m\acute{a}x} = \frac{3a}{2}$

4) a)
$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_x = -7,942 \text{ MPa} \\ \sigma_y = 147,942 \text{ MPa} \\ \tau_{xy} = 85 \text{ MPa} \end{array} \right.$$

b) as tensões de cisalhamento máximas em cada estado de tensão são:

- Para o estado I: $\tau_{m\acute{a}x} = 130 \text{ MPa}$
- Para o estado II: $\tau_{m\acute{a}x} = 40 \text{ MPa}$
- Para o estado III: $\tau_{m\acute{a}x} = 115,33 \text{ MPa}$

c) É fácil perceber que o princípio da superposição não pode ser aplicado neste caso (isto é: $\tau_{m\acute{a}x,I} + \tau_{m\acute{a}x,II} \neq \tau_{m\acute{a}x,III}$). A razão disto é que os planos de máxima tensão de cisalhamento não são os mesmos para os estados de tensão I e II (caso fossem, o princípio poderia ser aplicado).