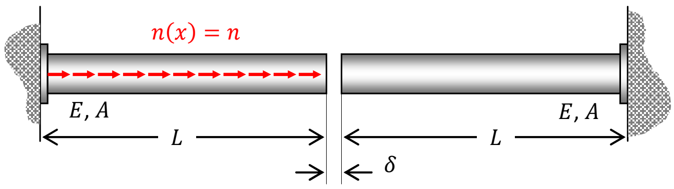
MECÂNICA DOS SÓLIDOS I

P1 – 03/05/2013

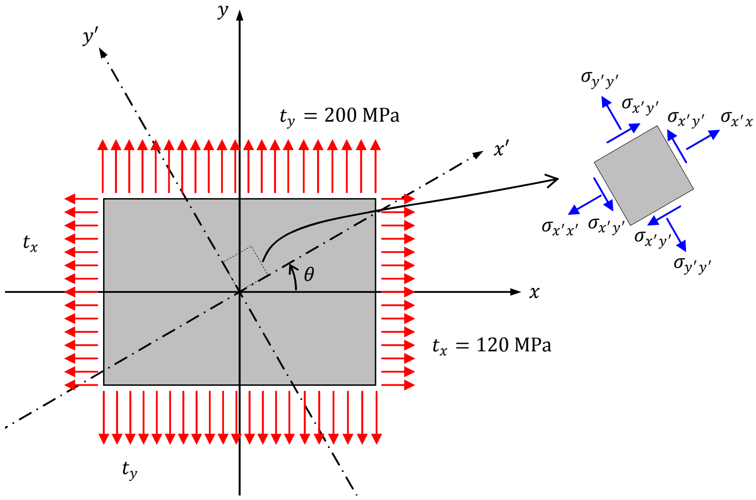


Problema 1 (2,5 pontos). Considere as duas barras idênticas mostradas na figura ao lado, ambas com comprimento L, área da seção transversal A e módulo de elasticidade E. Quando descarregadas, permanece entre as suas extremidades uma distância δ muito menor que seus comprimentos. A barra da esquerda é então carregada por uma força axial por unidade de comprimento, uniformemente distribuída e representada por n. Determine: (a) n_c, o menor valor de n que leva as duas barras a entrarem em contato; e (b) A força axial de contato entre as duas barras quando $n = 2n_c$.

Problema 2 (2,5 pontos). A figura ao lado mostra uma placa retangular carregada uniformemente no seu plano pelas forças por unidade de área t_x e t_y que atuam ao longo de suas arestas. Determine:

(a) As componentes do tensor de tensões no sistema de coordenadas $x'y'z$, obtido a partir de uma rotação dos eixos xy de um ângulo $\theta = 30°$ em torno da direção z; e

(b) O valor da máxima tensão cisalhante na placa.



Problema 3 (2,5 pontos). Determine as tensões principais e a máxima tensão cisalhante para o estado de tensão dado pelo tensor de tensões:

$$[\sigma] = \begin{bmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{xy} & \sigma_{yy} & \sigma_{yz} \\ \sigma_{xz} & \sigma_{yz} & \sigma_{zz} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 60 & -30 & 0 \\ -30 & 200 & 0 \\ 0 & 0 & -50 \end{bmatrix} \text{ MPa}$$

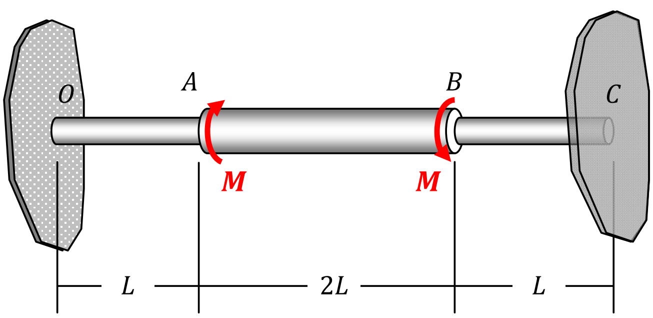
Problema 4 (2,5 pontos). O eixo segmentado mostrado na figura é fabricado de um mesmo material, com módulo de cisalhamento G, módulo de elasticidade E e coeficiente de dilatação térmica α. O diâmetro dos segmentos OA e BC é D, e do segmento AB é $2D$. O eixo é fixado nas extremidades O e C.

Inicialmente o eixo é carregado pelos torques M atuando em sentidos opostos nas seções A e B.

(a) Determine a máxima rotação de torção e a posição da seção do eixo onde ela ocorre.

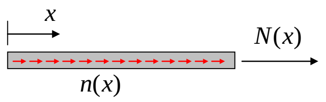
(b) Determine as maiores tensões cisalhantes causadas pela torção em cada um dos segmentos do eixo.

(c) Ainda com o carregamento de torção aplicado, o eixo sofre uma variação uniforme de temperatura, ΔT. Determine as tensões normais produzidas por esse aquecimento nos três segmentos de eixo.



Equações

1) Carregamento axial



$$\frac{dN}{dx} + n(x) = 0, \quad \epsilon = \frac{du}{dx} = \frac{N}{EA} + \alpha \Delta T$$

2) Carregamento de Torção

$$\frac{\Delta\phi}{L} = \frac{T}{GJ}$$

Cilindro: $J = \pi D^4/32$

$$\tau(r) = r\frac{T}{J}$$

Tubo: $J = \pi(D_e^4 - D_i^4)/32$

3) Estado plano de tensão

$$\sigma_{\mathrm{m}} = \frac{\sigma_{xx} + \sigma_{yy}}{2} \qquad R = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{xx} - \sigma_{yy}}{2}\right)^2 + \sigma_{xy}^2}$$

$$\sigma_I = \sigma_{\mathrm{m}} + R \qquad \sigma_{II} = \sigma_{\mathrm{m}} - R$$

Tensão Cisalhante Máxima

$$\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3 \qquad \tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$$

$$\sigma(\theta) = \frac{\sigma_{xx} + \sigma_{yy}}{2} + \frac{\sigma_{xx} - \sigma_{yy}}{2}\cos 2\theta + \sigma_{xy}\sin 2\theta$$

$$\tau(\theta) = -\frac{\sigma_{xx} - \sigma_{yy}}{2}\sin 2\theta + \sigma_{xy}\cos 2\theta$$