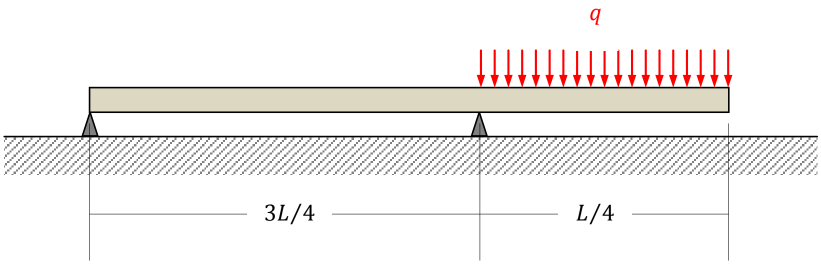
MECÂNICA DOS SÓLIDOS I

P2 – 02/06/2014

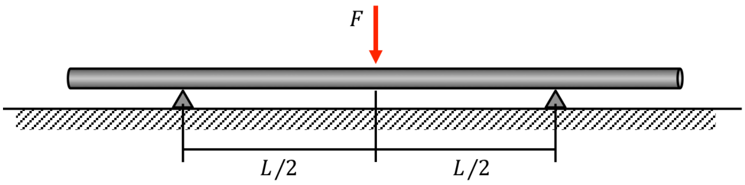
Problema 1 (2,5 pontos). A figura mostra uma viga de seção circular fabricada em um material cujo limite de escoamento é S_Y. Qual deve ser o diâmetro mínimo da viga para que ela se mantenha no regime elástico quando sujeita ao carregamento distribuído q?



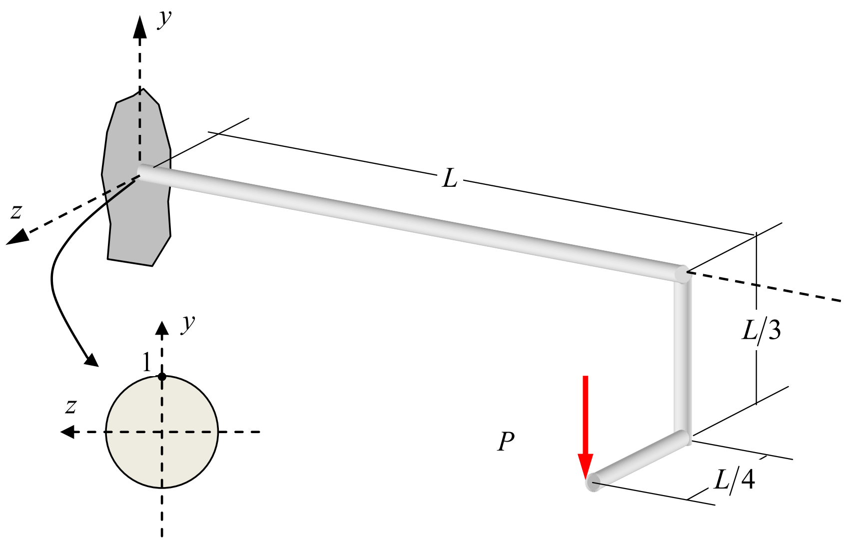
Problema 2 (2,5 pontos). Um tubo de diâmetro externo $D = 6.35\ \mathrm{mm}$ e espessura $t = 0{,}5\ \mathrm{mm}$, vedado em suas duas extremidades, está submetido a uma pressão interna de $6{,}9\ \mathrm{MPa}$ $(1.000\ \mathrm{psi})$. O Seu limite de escoamento é $S_Y = 340\ \mathrm{MPa}$. Considerando o critério de Tresca responda:

a) (1,0 ponto) Até quanto pode-se aumentar a pressão no tubo de forma que o fator de segurança contra o escoamento permaneça acima de $4{,}0$?

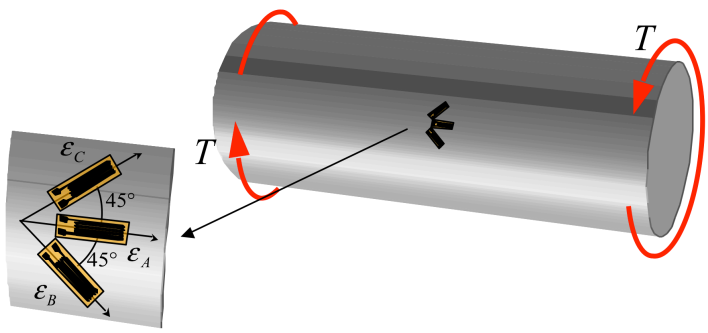
b) (1,5 ponto) Mantendo-se a pressão interna em $6{,}9\ \mathrm{MPa}$, verifique se o tubo, simplesmente apoiado em um vão livre $L = 250\ \mathrm{mm}$, suportaria uma força concentrada transversal $F = 10\ \mathrm{N}$ ainda mantendo um fator de segurança contra o escoamento acima de $4{,}0$ (ver figura abaixo).



Problema 3 (2,5 pontos). A barra mostrada na figura tem seção circular com diâmetro D. Ela é carregada por uma força vertical (direção negativa de y) conforme mostra a figura. Determine o estado de tensão no Ponto 1 da seção do engastamento.



Problema 4 (2,5 pontos). Um vaso de pressão com diâmetro externo $D = 305\ \mathrm{mm}$ e espessura $t = 3{,}175\ \mathrm{mm}$ é simultaneamente submetido a uma pressão interna P e a um torque T. O vaso é instrumentado com uma roseta extensométrica a 45° com a direção A alinhada com o seu eixo. As medidas dos extensômetros são $\epsilon_A = 48\times10^{-6}$, $\epsilon_B = -98\times10^{-6}$ e $\epsilon_C = 350\times10^{-6}$. O material do eixo tem módulo de elasticidade $E = 200\ \mathrm{GPa}$ e coeficiente de Poisson $\nu = 0{,}3$. A, partir das medidas de deformação, determine os valores da pressão interna e do torque aplicado.



Estado Plano de Tensões

$$\sigma_{av} = \frac{\sigma_{xx} + \sigma_{yy}}{2}$$

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

$$\sigma_I = \sigma_{av} + R$$

$$\sigma_{II} = \sigma_{av} - R$$

Tensão Cisalhante Máxima

$$\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$$

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

Tensão de von Mises

$$\sigma_{\mathrm{VM}} = \sqrt{\frac{1}{2}\left((\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2\right)}$$

Critério de Tresca: $\tau_{\max} < S_y/2$

Critério de von Mises: $\sigma_{VM} < S_y$

Torção de Barras Circulares

$$\sigma_{x\theta}(x,r) = r\,\frac{T(x)}{J}, \qquad \Delta\phi = \frac{TL}{GJ}$$

Tensão de Flexão

$$\sigma_{xx}(x,y) = -y\,\frac{M(x)}{I}$$

Momento Polar de Inércia

Seção Circular

$$J = \frac{\pi D^4}{32}$$

Seção Tubular $(D>>t)$

$$J = \frac{\pi D^3 t}{4}$$

Momento de Inércia

Seção Circular

$$I = \frac{\pi D^4}{64}$$

Seção Retangular

$$I = \frac{b h^3}{12}$$

Seção Tubular $(D>>t)$

$$I = \frac{\pi D^3 t}{8}$$

Vaso de pressão cilíndrico (paredes finas): $\sigma_{\theta\theta} = PD/2t \qquad \sigma_{xx} = PD/4t$

Análise de Deformações

$$\varepsilon(\theta) = \frac{\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy}}{2} + \frac{\varepsilon_{xx} - \varepsilon_{yy}}{2}\cos(2\theta) + \varepsilon_{xy}\sin(2\theta), \quad \varepsilon_{xy} = \frac{1}{2}\gamma_{xy}$$

Relação Deformação-Tensão-Temperatura

$$\varepsilon_{xx} = \frac{\sigma_{xx}}{E} - \nu\frac{\sigma_{yy}}{E} - \nu\frac{\sigma_{zz}}{E} + \alpha\Delta T \qquad \varepsilon_{xy} = \frac{1}{2}\gamma_{xy} = \frac{\sigma_{xy}}{2G}$$

$$\varepsilon_{yy} = -\nu\frac{\sigma_{xx}}{E} + \frac{\sigma_{yy}}{E} - \nu\frac{\sigma_{zz}}{E} + \alpha\Delta T \qquad \varepsilon_{xz} = \frac{1}{2}\gamma_{xz} = \frac{\sigma_{xz}}{2G} \qquad G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

$$\varepsilon_{zz} = -\nu\frac{\sigma_{xx}}{E} - \nu\frac{\sigma_{yy}}{E} + \frac{\sigma_{zz}}{E} + \alpha\Delta T \qquad \varepsilon_{yz} = \frac{1}{2}\gamma_{yz} = \frac{\sigma_{yz}}{2G}$$

Em tensão plana ($\Delta T = 0$)

$$\sigma_{xx} = \frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_{xx} + \nu\varepsilon_{yy}) \qquad \sigma_{yy} = \frac{E}{1-\nu^2}(\nu\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy}) \qquad \varepsilon_{zz} = -\frac{\nu}{1-\nu}(\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy})$$