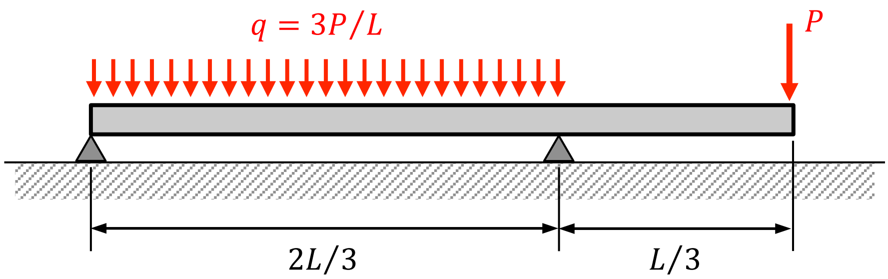
MECÂNICA DOS SÓLIDOS I

P2 – 23/06/2017

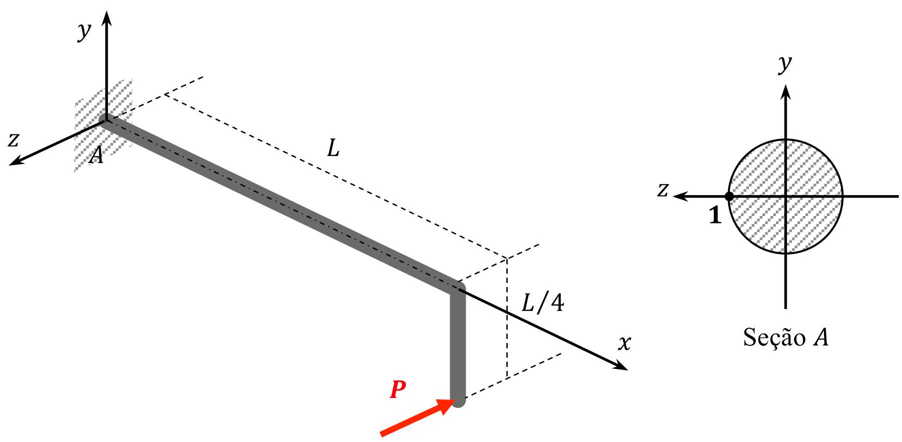
Problema 1 (3,0 pontos). Um tubo de aço com diâmetro externo de 4½” (114 mm) e espessura de 0,271” (6,88 mm) irá trabalhar submetido, simultaneamente, a um momento fletor de 12,5 kN·m, um esforço normal compressivo de 100 kN e um momento torçor de 10,0 kN·m. Determine qual deve ser o mínimo limite de escoamento do material utilizado na sua fabricação de forma que o tubo mantenha-se no regime elástico para estes carregamentos. Utilize o critério de Tresca com um coeficiente de segurança de 2,50.

Problema 2 (3,0 pontos). Antes do carregamento, uma roseta extensométrica a 45° é instalada no ponto de um componente mecânico onde espera-se ocorrer o maior nível de tensões. O componente é fabricado de uma liga de alumínio 7029-T5 cujos módulo de elasticidade, coeficiente de Poisson e limite de escoamento são, respectivamente, $E = 72{,}0\ \text{GPa}$, $\nu = 0{,}33$ e $S_Y = 380\ \text{MPa}$. Com o componente em condições de serviço, as deformações medidas pela roseta são $\epsilon(0°) = 0{,}110\%$, $\epsilon(45°) = 0{,}0925\%$ e $\epsilon(90°) = 0{,}180\%$. Determine: (a) As tensões principais, a tensão cisalhante máxima e a tensão de von Mises no ponto de medida das deformações; e (b) Os coeficientes de segurança contra o escoamento considerando os critérios de Tresca e von Mises.

Problema 3 (2,0 pontos). Considere a viga biapoiada com um trecho em balanço mostrada na figura abaixo. Ela tem seção retangular com espessura h e largura b, portanto com momento de inércia da seção transversal $I = bh^3/12$. O material da viga tem limite de escoamento S_Y. Determine o valor máximo admissível da força P para que a viga se mantenha no regime elástico.



Problema 4 (2,0 pontos). Considere a barra de seção transversal circular, com diâmetro D, mostrada na figura abaixo. Na sua extremidade atua uma força de amplitude P na direção negativa do eixo z. Determine o estado de tensão no ponto 1 da seção A, onde a barra está engastada.



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

$$J = \frac{\pi}{32}[D^4 - (D-2t)^4]$$

Momento de Inércia

Seção Circular

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

Seção Retangular

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

Seção Tubular

$$I = \frac{\pi}{64}[D^4 - (D-2t)^4]$$

Estado Plano de Tensão (plano xy)

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

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

$$\sigma_I = \sigma_m + R$$

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

Tensão Cisalhante Máxima

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

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

Tensão de von Mises

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

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

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

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 ($\Delta T = 0$)

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