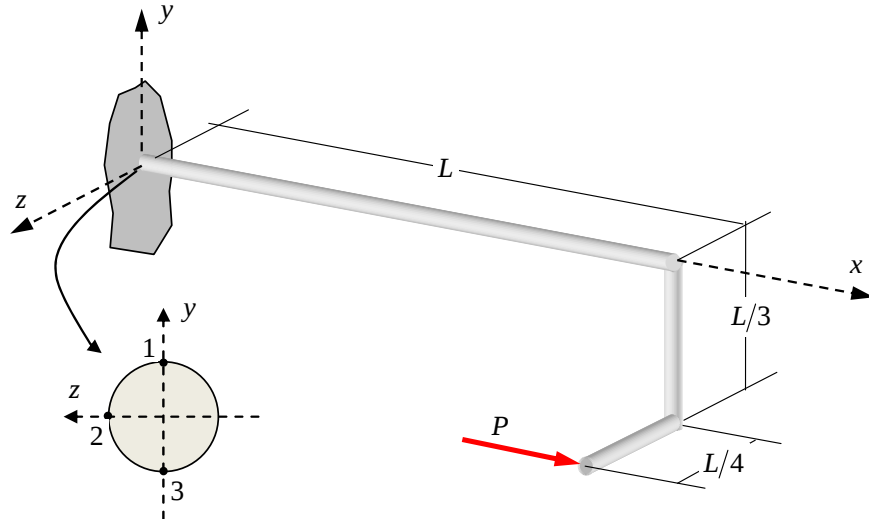
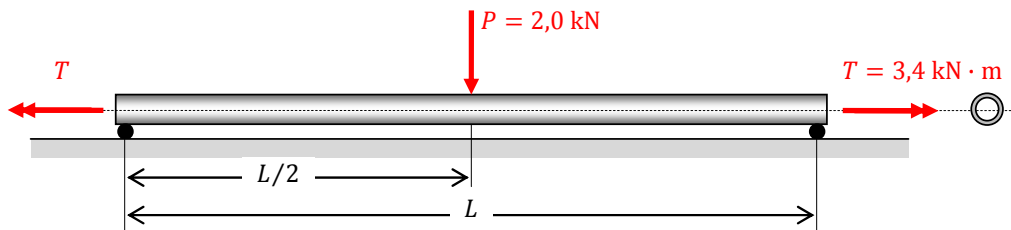


Problema 1. A barra mostrada na figura abaixo, de seção circular com diâmetro D , engastada em uma de suas extremidades, é carregada conforme mostra a figura (força P na direção positiva do eixo x). Determine o estado de tensão nos pontos 1 e 2 da seção do engastamento (3,5 pontos).

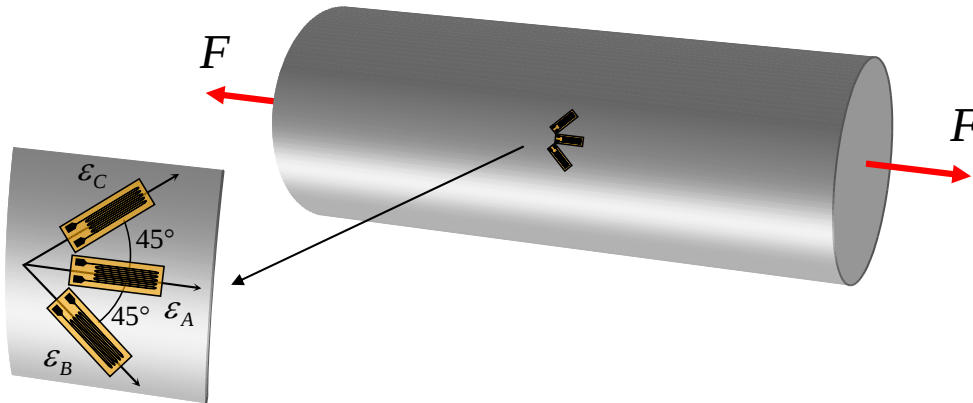


Problema 2. Conforme mostra a figura abaixo, uma barra bi-apoiada de comprimento $L = 6$ m, com seção tubular de diâmetro nominal de 3 polegadas, é carregada por uma força transversal P de 2 kN e um momento torsor T de 3,4 kN·m. O material a ser utilizado para a barra é um aço ASTM-381 classe Y-48 com limite de resistência ao escoamento, S_y , de 331 MPa. A tabela apresenta as dimensões padronizadas para tubos mecânicos com diâmetro nominal de 3 polegadas. Deseja-se utilizar o tubo com o menor peso possível. Além disso, o projeto exige que o tubo permaneça no regime elástico. Utilize o critério de Tresca com um coeficiente de segurança 2,0 para determinar qual dos tubos listados na tabela deverá ser empregado no projeto (3,5 pontos).



Diâmetro Nominal	Diâmetro Externo	Espessura da parede	Área da Seção Transversal	Momento de Inércia	Momento Polar de Inércia	Massa por Unidade Compr.
	D	t	A	I	J	P
	(mm)	(mm)	(cm) ²	(cm) ⁴	(cm) ⁴	(kg/m)
3"	88.9	4.4	11.6	104	208	9.11
		4.8	12.6	112	224	9.92
		5.5	14.4	126	251	11.3
		6.4	16.5	141	282	12.9
		7.1	18.3	154	309	14.4
		7.6	19.5	162	324	15.3
		11.1	27.2	210	420	21.3
		15.2	35.3	249	499	27.7

Problema 3. Um vaso de pressão cilíndrico, com diâmetro externo de 100 mm e 5 mm de espessura, é simultaneamente submetido a um carregamento combinado de pressão interna, P , e carga axial, F . Conforme mostra a figura, o vaso é instrumentado com uma roseta extensométrica a 45° , medindo as deformações $\varepsilon_A = 450 \mu\text{m/m}$ (na direção axial) e $\varepsilon_B = \varepsilon_C = 300 \mu\text{m/m}$ (a $\pm 45^\circ$). O módulo de elasticidade do vaso e seu coeficiente de Poisson são, respectivamente, 200 GPa e 0,3. O limite de escoamento do material do vaso é 200 MPa. Utilizando o critério de Tresca, verifique se, mantendo-se a pressão interna inalterada, pode-se dobrar o valor da carga axial F sem que ocorram deformações plásticas. (3,0 pontos).



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 $\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{1}{2}((\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2)}$
Critério de Tresca: $\tau_{\max} < S_y/2$	Critério de von Mises: $\sigma_{VM} < S_y$

Torção de Barras Circulares $\sigma_{x\theta}(x, r) = r \frac{T(x)}{J}, \quad \Delta\phi = \frac{TL}{GJ}$	Tensão de Flexão $\sigma_{xx}(x, y) = -y \frac{M(x)}{I}$										
Momento Polar de Inércia <table><tr><td>Seção Circular</td><td>Seção Tubular ($D \gg t$)</td></tr><tr><td>$J = \frac{\pi D^4}{32}$</td><td>$J = \frac{\pi D^3 t}{4}$</td></tr></table>	Seção Circular	Seção Tubular ($D \gg t$)	$J = \frac{\pi D^4}{32}$	$J = \frac{\pi D^3 t}{4}$	Momento de Inércia <table><tr><td>Seção Circular</td><td>Seção Retangular</td><td>Seção Tubular ($D \gg t$)</td></tr><tr><td>$I = \frac{\pi D^4}{64}$</td><td>$I = \frac{bh^3}{12}$</td><td>$I = \frac{\pi D^3 t}{8}$</td></tr></table>	Seção Circular	Seção Retangular	Seção Tubular ($D \gg t$)	$I = \frac{\pi D^4}{64}$	$I = \frac{bh^3}{12}$	$I = \frac{\pi D^3 t}{8}$
Seção Circular	Seção Tubular ($D \gg t$)										
$J = \frac{\pi D^4}{32}$	$J = \frac{\pi D^3 t}{4}$										
Seção Circular	Seção Retangular	Seção Tubular ($D \gg t$)									
$I = \frac{\pi D^4}{64}$	$I = \frac{bh^3}{12}$	$I = \frac{\pi D^3 t}{8}$									

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

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

$$\begin{aligned} \varepsilon_{xx} &= \frac{\sigma_{xx}}{E} - \nu \frac{\sigma_{yy}}{E} - \nu \frac{\sigma_{zz}}{E} + \alpha \Delta T & \varepsilon_{xy} &= \frac{1}{2} \gamma_{xy} = \frac{\sigma_{xy}}{2G} \\ \varepsilon_{yy} &= -\nu \frac{\sigma_{xx}}{E} + \frac{\sigma_{yy}}{E} - \nu \frac{\sigma_{zz}}{E} + \alpha \Delta T & \varepsilon_{xz} &= \frac{1}{2} \gamma_{xz} = \frac{\sigma_{xz}}{2G} \\ \varepsilon_{zz} &= -\nu \frac{\sigma_{xx}}{E} - \nu \frac{\sigma_{yy}}{E} + \frac{\sigma_{zz}}{E} + \alpha \Delta T & \varepsilon_{yz} &= \frac{1}{2} \gamma_{yz} = \frac{\sigma_{yz}}{2G} \end{aligned} \quad G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

Em tensão plana ($\Delta T = 0$)

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