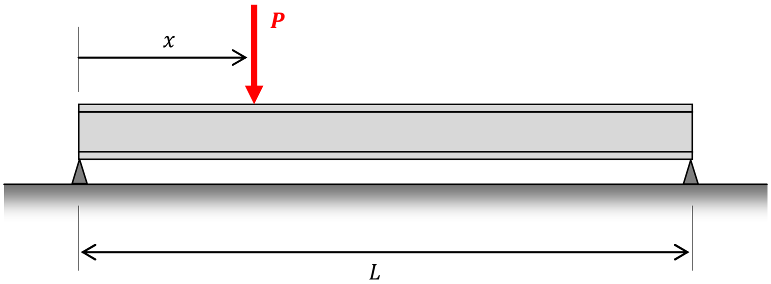
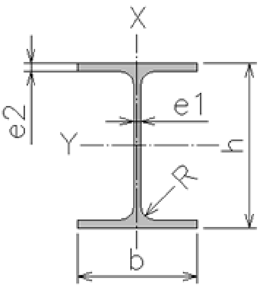
Problema 1 (2,5 pontos). Um vaso de pressão cilíndrico, com diâmetro externo de 80 mm e espessura de 3,5 mm, opera a uma pressão máxima de $6{,}9$ MPa (1000 psi). O material é um aço carbono com limite de escoamento $S_y = 340$ MPa. O vaso pode também ser submetido a um momento torsor uniforme T. Determine o máximo valor admissível para o torque utilizando um coeficiente de segurança de $n_S = 4{,}0$ e o critério de Tresca.

Problema 2 (2,5 pontos). No ponto mais carregado de uma estrutura sob estado de tensão plana são efetuadas medidas de deformação com uma roseta extensométrica a $45°$. As deformações medidas são $\varepsilon(0°) = 776$ μm/m, $\varepsilon(45°) = 420$ μm/m e $\varepsilon(90°) = -500$ μm/m. O material da placa é linear e elástico com módulo de elasticidade $E = 200$ GPa, coeficiente de Poisson $\nu = 0{,}3$ e limite de escoamento $S_Y = 380$ MPa. Considerando que o ponto onde a medida foi realizada é aquele onde as tensões são máximas e utilizando tanto o critério de von Mises quanto o de Tresca, verifique se o carregamento sobre a estrutura pode ser aumentado. Caso a resposta seja positiva, determine também de quanto poderia ser este aumento.

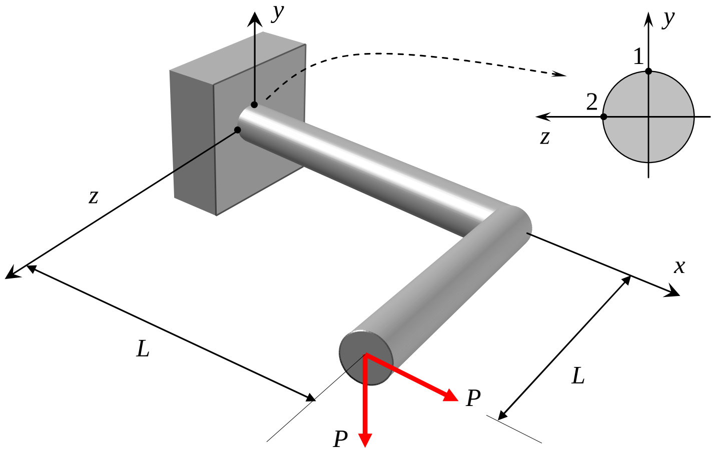
Problema 3 (2,5 pontos). Uma viga simplesmente apoiada de comprimento $L = 6$ m deve suportar uma carga concentrada máxima $P = 40$ kN, que pode ser aplicada em qualquer ponto ao longo do seu comprimento ($0 < x < L$). A viga metálica, de perfil IPE, deve ser fabricada de um aço carbono com tensão limite de escoamento $S_Y = 320$ MPa. Escolha entre os perfis IPE disponíveis na tabela abaixo aquele com menor peso que é capaz de resitir ao carregamento aplicado. Considere um coeficiente de segurança $n_s = 1{,}25$.





Tipo	h mm	b mm	$e1$ mm	$e2$ mm	R mm	Área cm²	Peso kg/m	I cm⁴	$W = I/(h/2)$ cm³
IPE 160	160,0	82,0	5,0	7,4	9,0	20,1	15,8	869,0	109,0
IPE 180	180,0	91,0	5,3	8,0	9,0	23,9	18,8	1320,0	146,0
IPE 200	200,0	100,0	5,6	8,5	12,0	28,5	22,4	1940,0	194,0
IPE 220	220,0	110,0	5,9	9,2	12,0	33,4	26,2	2770,0	252,0
IPE 240	240,0	120,0	6,2	9,8	15,0	39,1	30,7	3890,0	324,0
IPE 270	270,0	135,0	6,6	10,2	15,0	45,9	36,1	5790,0	429,0
IPE 300	300,0	150,0	7,1	10,7	15,0	53,8	42,2	8360,0	557,0

Problema 4 (2,5 pontos). Uma barra em L, de seção circular com diâmetro *D*, é carregada conforme mostra a figura. Determine o estado de tensão nos pontos 1 e 2 da seção do engastamento.



Estado Plano de Tensões

$$\boldsymbol{\sigma}_{av} = \frac{\boldsymbol{\sigma}_{xx} + \boldsymbol{\sigma}_{yy}}{2}$$

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

$$\boldsymbol{\sigma}_{I} = \boldsymbol{\sigma}_{av} + R$$

$$\boldsymbol{\sigma}_{II} = \boldsymbol{\sigma}_{av} - R$$

Tensão Cisalhante Máxima

$$\boldsymbol{\sigma}_1 > \boldsymbol{\sigma}_2 > \boldsymbol{\sigma}_3$$

$$\boldsymbol{\tau}_{\max} = \frac{\boldsymbol{\sigma}_1 - \boldsymbol{\sigma}_3}{2}$$

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	Seção Tubular ($D>>t$)
$J = \dfrac{\pi D^4}{32}$	$J = \dfrac{\pi D^3 t}{4}$

Momento de Inércia

Seção Circular	Seção Retangular	Seção Tubular ($D>>t$)
$I = \dfrac{\pi D^4}{64}$	$I = \dfrac{b h^3}{12}$	$I = \dfrac{\pi D^3 t}{8}$

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

Análise de Deformações

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

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 ($\Delta T = 0$)

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