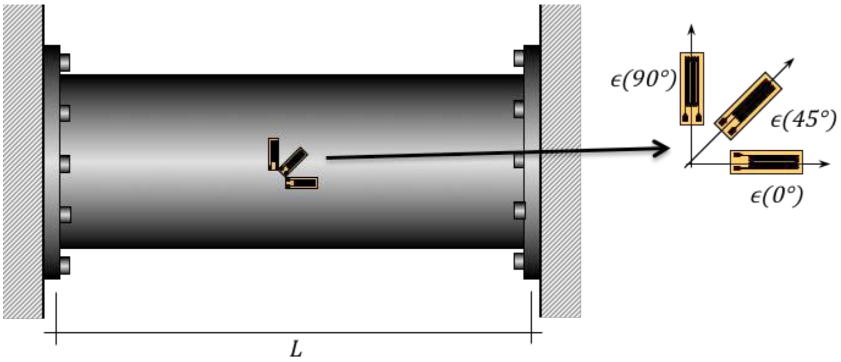
MECÂNICA DOS SÓLIDOS I

P2 – 20/06/2016

Problema 1 (3,5 pontos). Um vaso de pressão cilíndrico de comprimento $L = 1.000\ \mathrm{mm}$, diâmetro $D = 100\ \mathrm{mm}$ e espessura $t = 10\ \mathrm{mm}$ tem suas extremidades fixadas entre duas paredes rígidas (ver figura abaixo). Seu material tem módulo de elasticidade $E = 200\ \mathrm{GPa}$ e coeficiente de Poisson $\nu = 0{,}3$. Antes da montagem e do vaso ser pressurizado ele é instrumentado com uma roseta extensométrica a $45°$, com um dos extensômetros paralelo à sua direção axial. Devido a uma pequena diferença entre o comprimento do vaso e a distância entre as paredes, assim como um desalinhamento angular na posição dos flanges, é necessário aplicar-se uma força axial N e um torque T no mesmo para que ele seja montado, dando origem a tensões normais e cisalhantes produzidas pela tração e torção. Após a montagem, o vaso é pressurizado a uma pressão P. Neste momento, os extensômetros registram: $\epsilon(0°) = 102\times10^{-6}$, $\epsilon(45°) = 320\times10^{-6}$ e $\epsilon(90°) = 424\times10^{-6}$.



A partir da leitura dos extensômetros, determine:

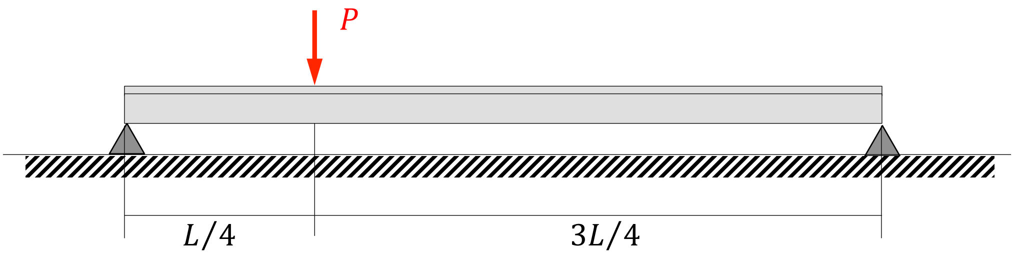
a) As deformações ϵ_{xx}, $\epsilon_{\theta\theta}$ e $\epsilon_{x\theta}$ (1,0 ponto).

b) As tensões σ_{xx}, $\sigma_{\theta\theta}$ e $\sigma_{x\theta}$ (1,0 ponto).

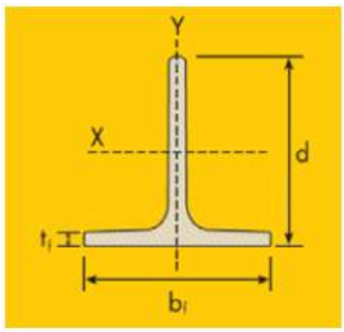
c) Os valores da pressão interna P, torque T, e esforço normal N (1,0 ponto).

d) A diferença entre o comprimento inicial do vaso e a distância entre as paredes (0,5 ponto).

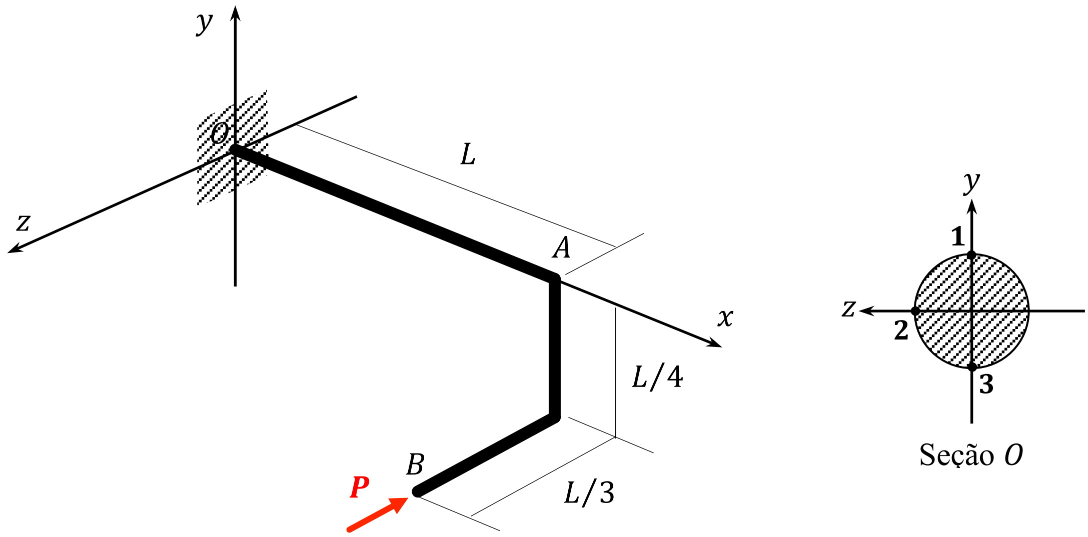
Problema 2 (3,5 pontos). Uma barra de aço ASTM A36 com perfil T deve ser utilizada na montagem de uma viga biapoiada carregada por uma força concentrada P conforme esquematicamente mostrado na figura abaixo. A viga tem comprimento $L = 4\ \mathrm{m}$ e o máximo valor da força P é $160\ \mathrm{N}$. O limite de escoamento do aço A36 é 250 MPa e deseja-se utilizar um coeficiente de segurança de 2,5 no projeto. Determine a bitola do perfil a ser utilizado (o peso da viga é relevante e deve ser considerado no projeto).



Bitola	Mesa	Espessura	Peso	Área	Eixo X			
	$d=b_f$	$t_f=t_w$	Nominal		I	W	r	x
	mm	mm	kg/m	cm²	cm⁴	cm³	cm	cm
3/4" serr.	19,05	2,50	0,69					
5/8 x 1/8"	15,88	3,18	0,71	0,90	0,20	0,19	0,47	0,51
3/4 x 1/8"	19,05	3,18	0,86	1,13	0,36	0,27	0,57	0,59
7/8 x 1/8"	22,22	3,18	0,99	1,34	0,59	0,38	0,67	0,67
1 x 1/8"	25,40	3,18	1,18	1,54	0,90	0,50	0,77	0,75
1.1/4 x 1/8"	31,75	3,18	1,50	1,92	1,84	0,81	0,98	0,91
1.1/2 x 1/8"	38,10	3,18	1,82	2,32	3,24	1,18	1,18	1,07
1.1/4 x 3/16"	31,75	4,76	2,16	2,79	2,56	1,16	0,96	0,97
1.1/2 x 3/16"	38,10	4,76	2,65	3,40	4,56	1,70	1,16	1,13
2 x 3/16"	50,80	4,76	3,62	4,61	11,33	3,12	1,57	1,45
2 x 1/4"	50,80	6,35	4,74	6,05	14,47	4,04	1,55	1,50



Problema 3 (3,0 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 os estados de tensão nos pontos 1, 2 e 3 da seção O, onde a barra está engastada (despreze a contribuição do esforço cortante).



Torção de Barras Circulares	Tensão de Flexão
$\sigma_{x\theta}(x,r) = r\dfrac{T(x)}{J}, \quad \Delta\phi = \dfrac{TL}{GJ}$	$\sigma_{xx}(x,y) = -y\dfrac{M(x)}{I}$

Momento Polar de Inércia		Momento de Inércia		
Seção Circular	Seção Tubular	Seção Circular	Seção Retangular	Seção Tubular
$J = \dfrac{\pi D^4}{32}$	$J = \dfrac{\pi}{32}[D^4 - (D-2t)^4]$	$I = \dfrac{\pi D^4}{64}$	$I = \dfrac{b h^3}{12}$	$I = \dfrac{\pi}{64}[D^4 - (D-2t)^4]$

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

Vaso de pressão cilíndrico (paredes finas) **com as extremidades fixas**: $\sigma_{\theta\theta} = PD/2t,\ \epsilon_{xx} = 0 \ \Rightarrow \sigma_{xx} = \nu\sigma_{\theta\theta} = \nu PD/2t$

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 ($\Delta T = 0$)

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