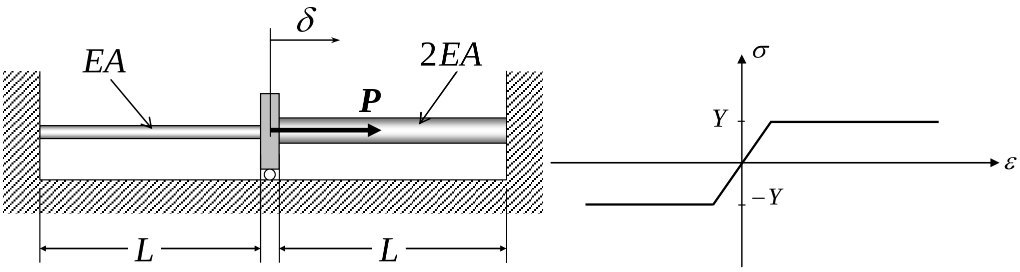
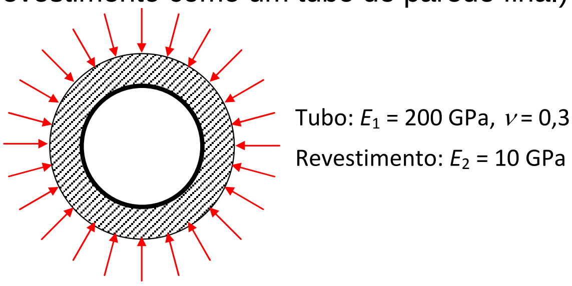
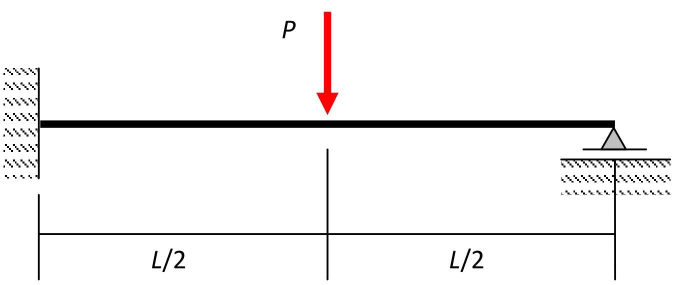
Problema 1. (3,5 pontos) Considere o conjunto formado por duas barras mostrado na figura abaixo. As barras de comprimentos idênticos são fabricadas do mesmo material, que pode ser considerado elástico/perfeitamente-plástico (ver o diagrama tensão *vs*. deformação esquematicamente apresentado). A área da seção transversal da barra da direita é o dobro da outra. O conjunto é submetido a um ciclo de carregamento e descarregamento de tal forma que o deslocamento máximo atingido chegue a um valor $\delta_{\max} = 3YL/E$. Determine o deslocamento residual do conjunto, δ_R, após a remoção da carga *P*. Verifique também se o conjunto permanece com alguma tensão residual quando o carregamento é removido.



Problema 2. (3,5 pontos) Considere um tubo de aço, com raios externo de 50 mm e interno de 30 mm, internamente revestido por uma camada de material termoplástico com espessura de 2 mm. O módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson do aço são respectivamente 200 GPa e 0,3. O módulo de elasticidade do revestimento interno é de 10 GPa. O tubo, que contém um gás corrosivo à pressão atmosférica, é submetido a uma pressão externa de 20 MPa. A tensão de compressão produzida no revestimento interno não pode ultrapassar -70 MPa. Determine a tensão no revestimento e verifique se a pressão externa pode ser aumentada. Caso possível, de quanto poderia ser este aumento? (Considere o revestimento como um tubo de parede fina.)



Problema 3. (3,0 pontos) Considere a viga mostrada na figura abaixo. Engastada em uma de suas extremidades e simplesmente apoiada na outra. A viga é submetida a um carregamento concentrado *P*. A viga tem comprimento *L* e seção rectangular de espessura *h* e largura *b*. Seu modulo de elasticidade é *E* e seu limite de escoamento S_y. Determine o valor da carga P_y que produz o início do escoamento na viga e a carga limite, P_L, que leva a viga ao colapso plástico.

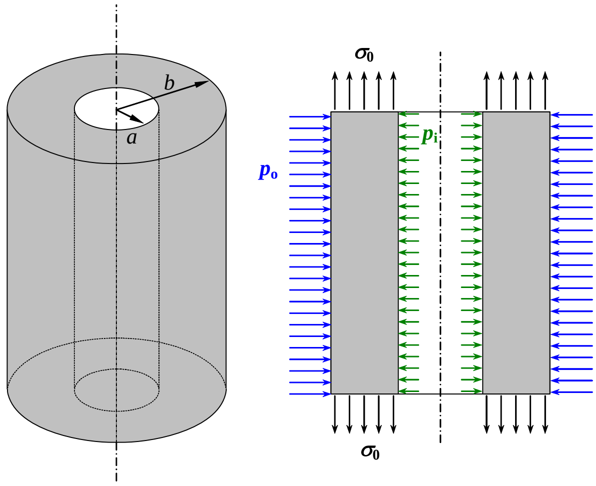


Tubo de parede grossa ($\sigma_0 = 0$)

$$\sigma_{rr}(r) = -\frac{\left(\frac{a^2}{r^2} - \frac{a^2}{b^2}\right)}{\left(1 - \frac{a^2}{b^2}\right)} p_i + \frac{\left(\frac{a^2}{b^2} - \frac{a^2}{r^2}\right)}{\left(1 - \frac{a^2}{b^2}\right)} p_o$$

$$\sigma_{\theta\theta}(r) = \frac{\left(\frac{a^2}{r^2} + \frac{a^2}{b^2}\right)}{\left(1 - \frac{a^2}{b^2}\right)} p_i - \frac{\left(1 + \frac{a^2}{r^2}\right)}{\left(1 - \frac{a^2}{b^2}\right)} p_o$$

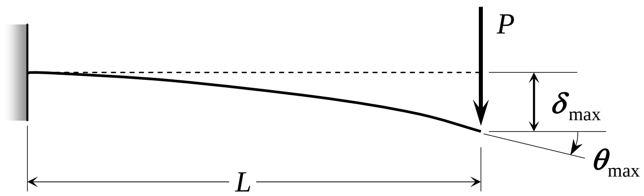
$$u_r(r) = \frac{1-\nu}{E} \frac{\left(p_i \frac{a^2}{b^2} - p_o\right)}{\left(1 - \frac{a^2}{b^2}\right)} r + \frac{1+\nu}{E} \frac{\left(p_i - p_o\right)}{\left(1 - \frac{a^2}{b^2}\right)} \frac{a^2}{r}$$



Tubo de parede fina ($\sigma_{xx} = 0$)

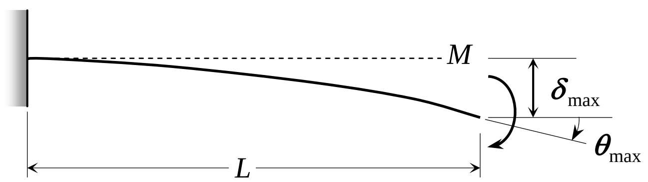
$$\sigma_{\theta\theta} = \frac{PD}{2t} \qquad \varepsilon_{\theta\theta} = \frac{\Delta D}{D} = \frac{\sigma_{\theta\theta}}{E}$$

Tensão de Flexão	Momento de Inérica para seção		
	Circular	Retangular	Tubular (D>>t)
$\sigma_{xx}(x,y) = -y\frac{M(x)}{I}$	$I = \frac{\pi D^4}{64}$	$I = \frac{b h^3}{12}$	$I = \frac{\pi D^3 t}{8}$



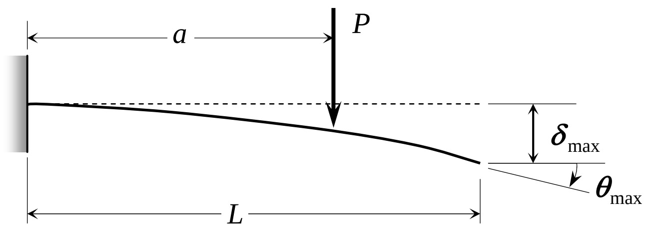
$$\delta(x) = \frac{Px^2}{6EI}(3L - x)$$

$$\delta_{\max} = \frac{PL^3}{3EI} \qquad \theta_{\max} = \frac{PL^2}{2EI}$$



$$\delta(x) = \frac{Mx^2}{2EI}$$

$$\delta_{\max} = \frac{ML^2}{2EI} \qquad \theta_{\max} = \frac{ML}{EI}$$



$$\delta(x) = \begin{cases} \frac{P}{6EI}\left(3x^2 a - x^3\right), & x < a \\ \frac{P}{6EI}\left(3x^2 a - x^3 + (x-a)^3\right), & x > a \end{cases}$$

$$\delta_{\max} = \frac{Pa^2(3L - a)}{6EI} \qquad \theta_{\max} = \frac{Pa^2}{2EI}$$