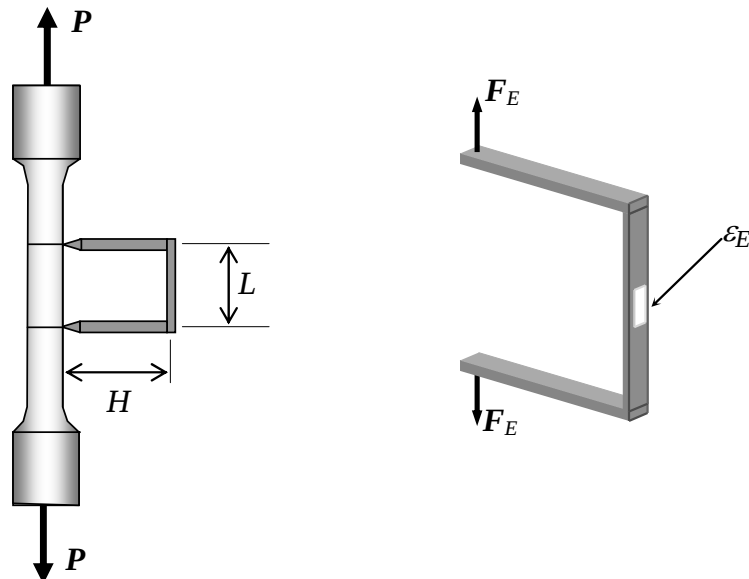


Nome:

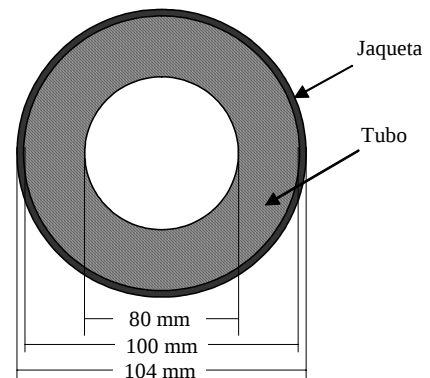
**Problema 1.** (3,0 pontos) No ensaio de tração, a deformação do corpo de prova é medida por um instrumento conhecido como *clip-gage*. A Figura abaixo mostra o desenho esquemático deste tipo de instrumento, que pode ser modelado como um conjunto de três vigas. A deformação do corpo de prova de tração, sob o qual atua a carga  $P$ , é representada por  $\varepsilon = \Delta L/L$ . A deformação causada pela flexão no *clip-gage*,  $\varepsilon_E$ , é medida por um extensômetro elétrico. A força transmitida pelo espécime ao *clip-gage* é representada por  $F_E$ . A rigidez a flexão das três vigas que compõem o *clip-gage* é  $EI$ .

Determine:

- (a) A razão entre a deformação medida pelo clip-gage e a do corpo de prova:  $\varepsilon_E/\varepsilon$ .
- (b) A razão entre a carga transferida para o *clip-gage* e a aplicada no corpo de prova:  $F_E/P$ .



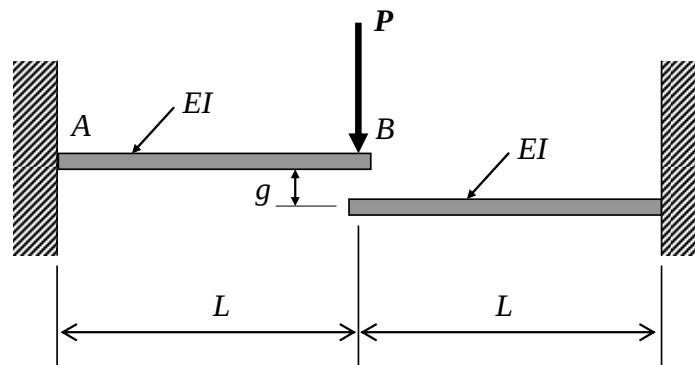
**Problema 2.** (3.0 pontos) Um tubo de aço-carbono é revestido por uma jaqueta de alumínio. Quando o tubo está despressurizado a tensão de contato entre o tubo e o revestimento é nula. Determine a tensão circunferencial no revestimento e a variação no diâmetro externo do tubo quando este é submetido a uma pressão interna de 50 MPa. Considere o revestimento como um tubo de paredes finas.



| Material | $E$ (GPa) | $\nu$ |
|----------|-----------|-------|
| Tubo     | 200       | 0.30  |
| Jaqueta  | 70        | 0.33  |

**Problema 3.** (2,0 pontos) Duas vigas idênticas são montadas como mostra a figura abaixo.

- (a) Determine o valor da força necessária para que o gap  $g$  entre as duas vigas seja fechado.  
 (b) Esboce o gráfico que mostra a variação da força aplicada em  $B$  contra o deslocamento do ponto de aplicação da carga ( $P$  vs.  $\delta_B$ ).



**Problema 4.** (2,0 pontos) Numa série de ensaios de tração chegou-se a um valor médio de 340 MPa para o limite de escoamento da liga de alumínio 2024-T4. Investigue, utilizando tanto o critério de Tresca quanto o de von Mises, se um componente mecânico fabricado a partir deste material estará operando dentro do limite elástico quando sujeito a um estado plano de tensão caracterizado pelas componentes  $\sigma_{xx} = 140$  MPa,  $\sigma_{yy} = -70$  MPa e  $\sigma_{xy} = 140$  MPa.

|                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Estado Plano de Tensões</p> $\sigma_{av} = \frac{\sigma_{xx} + \sigma_{yy}}{2}$ $R = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{xx} - \sigma_{yy}}{2}\right)^2 + \sigma_{xy}^2}$ $\sigma_I = \sigma_{av} + R$ $\sigma_{II} = \sigma_{av} - R$ | <p>Tensão Cisalhante Máxima</p> $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ $\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$ <p>Tensão de von Mises</p> $\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{1}{2}((\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2)}$ |
| <p>Critério de Tresca</p> $\tau_{\max} < S_y/2$                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Critério de von Mises</p> $\sigma_{VM} < S_y$                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                           |

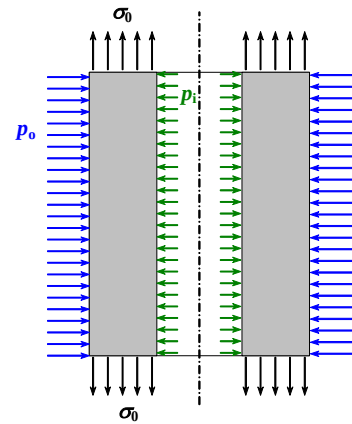
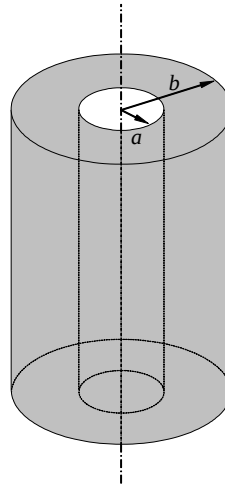
### Vasos de Pressão Cilíndricos (Parede fina)

$$\sigma_{\theta\theta} = \frac{PD}{2t} \quad \varepsilon_{\theta\theta} = \frac{\Delta D}{D} = \frac{\sigma_{\theta\theta}}{E} - \nu \frac{\sigma_{xx}}{E}$$

### Vasos de Pressão Cilíndricos (Parede Grossa)

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

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



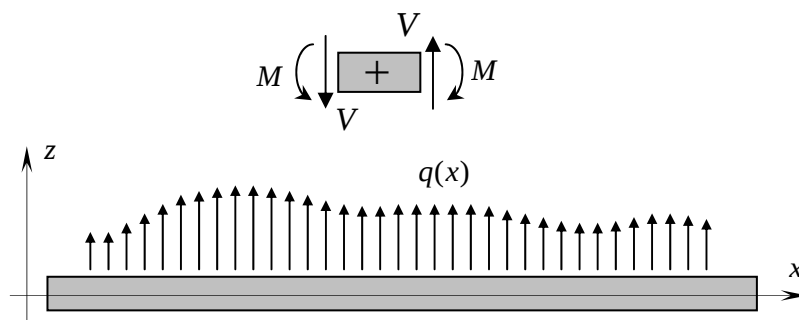
$$u_r(r) = \frac{1-\nu}{E} \frac{(p_i a^2 - p_o b^2)}{(b^2 - a^2)} r + \frac{1+\nu}{E} \frac{a^2 b^2 (p_i - p_o)}{(b^2 - a^2)} \frac{1}{r} - \nu \frac{r}{E} \sigma_0$$

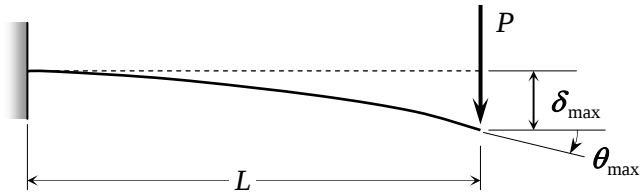
### Teoria de Vigas

$$EI \frac{d^4 w}{dx^4} = q(x)$$

$$M(x) = -EI \frac{d^2 w}{dx^2}$$

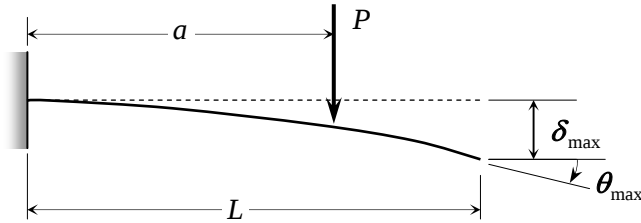
$$V(x) = -EI \frac{d^3 w}{dx^3}$$





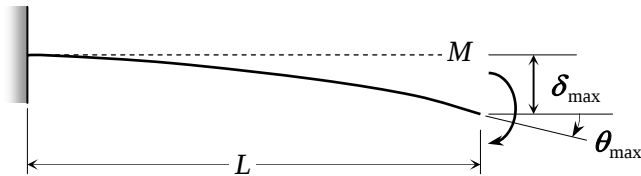
$$\delta(x) = \frac{Px^2}{6EI} (3L - x)$$

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



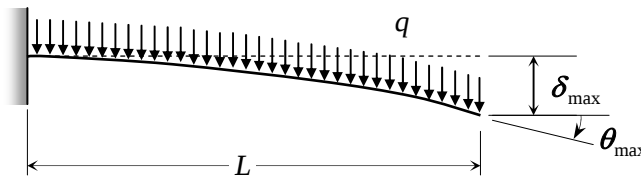
$$\delta(x) = \begin{cases} \frac{P}{6EI} (3x^2a - x^3), & x < a \\ \frac{P}{6EI} (3x^2a - x^3 + (x-a)^3), & x > a \end{cases}$$

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



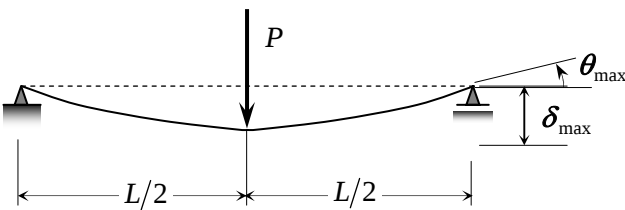
$$\delta(x) = \frac{Mx^2}{2EI}$$

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



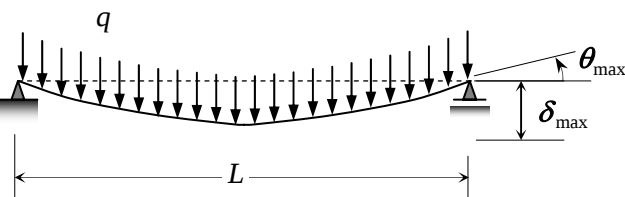
$$\delta(x) = \frac{qx^2}{24EI} (x^2 + 6L^2 - 4Lx)$$

$$\delta_{\max} = \frac{qL^4}{8EI} \quad \theta_{\max} = \frac{qL^3}{6EI}$$



$$\delta(x) = \begin{cases} \frac{P}{48EI} (3L^2x - 4x^3), & x < L/2 \\ \frac{P}{6EI} \left( 3L^2x - 4x^3 + 8\left(x - \frac{L}{2}\right)^3 \right), & x > L/2 \end{cases}$$

$$\delta_{\max} = \frac{PL^3}{48EI} \quad \theta_{\max} = \frac{PL^2}{16EI}$$



$$\delta(x) = \frac{qx^2}{24EI} (L^2 - 2Lx^2 + x^3)$$

$$\delta_{\max} = \frac{5qL^4}{384EI} \quad \theta_{\max} = \frac{qL^3}{24EI}$$