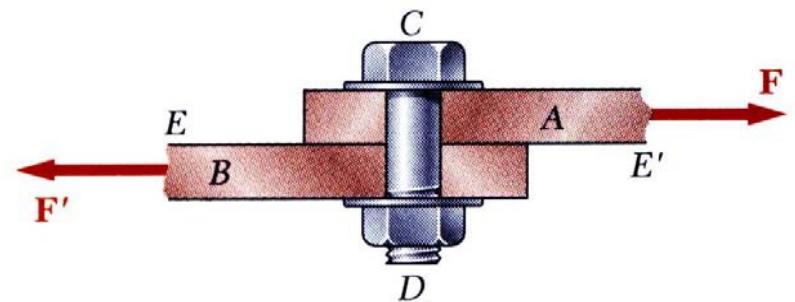
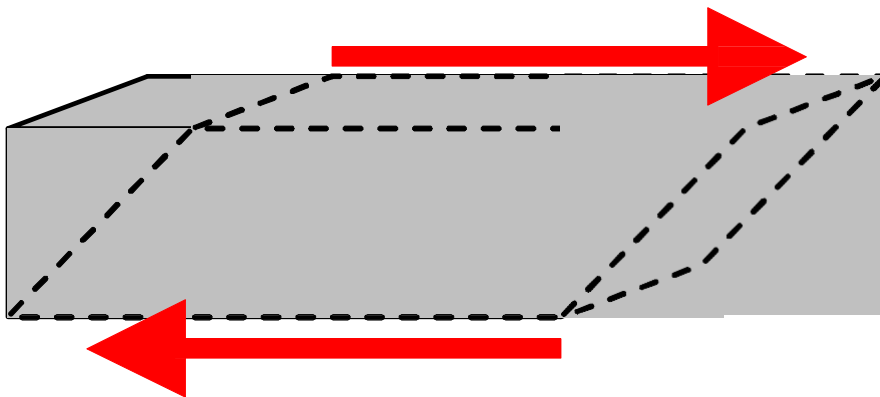


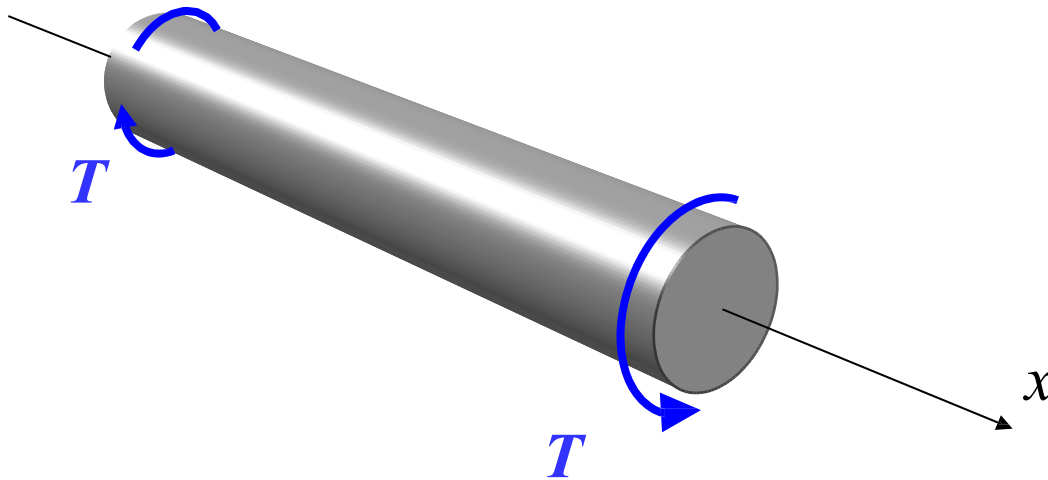
Distribuição de Tensões

Cisalhamento



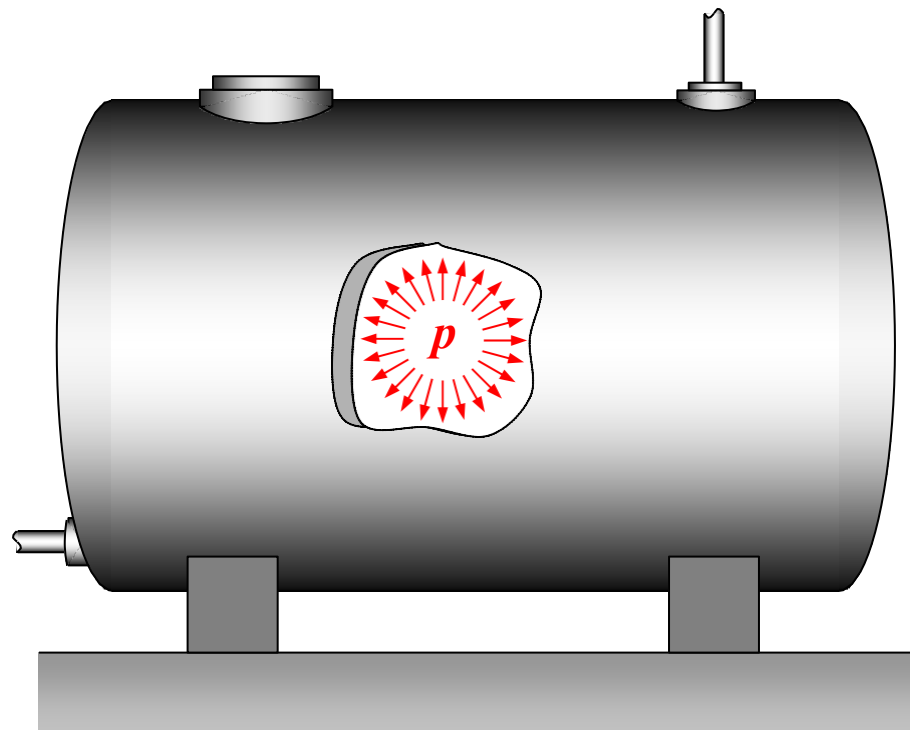
Distribuição de Tensões

Eixos sujeitos a carregamentos de torção

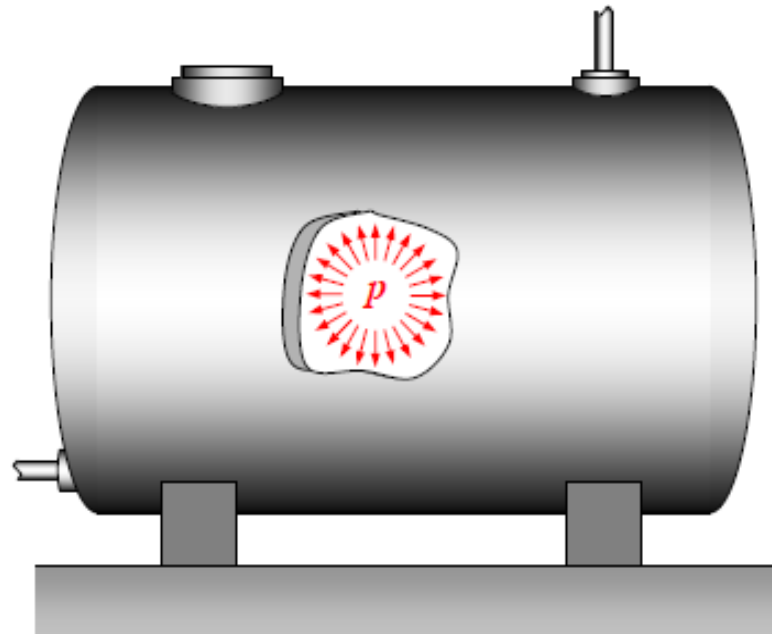


Distribuição de Tensões

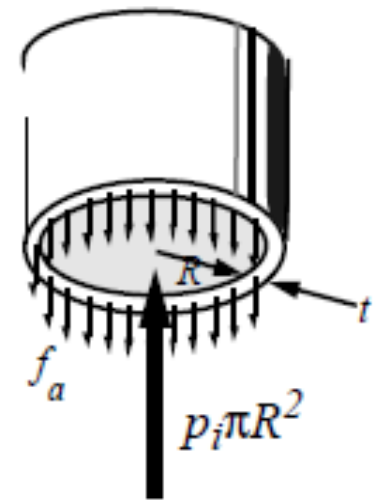
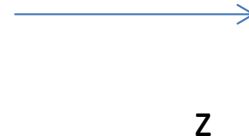
Vasos de pressão



Tensões Planas : Vasos de Pressão de Parede Fina



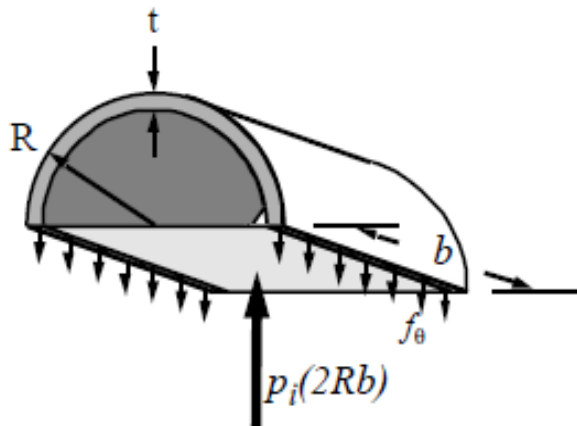
Sistema de Coordenadas Cilíndricas



$$2\pi R \cdot f_a = p_i \cdot \pi R^2$$

$$f_a = p_i \cdot (R/2)$$

$$\sigma_a = p_i \cdot (R/2t)$$



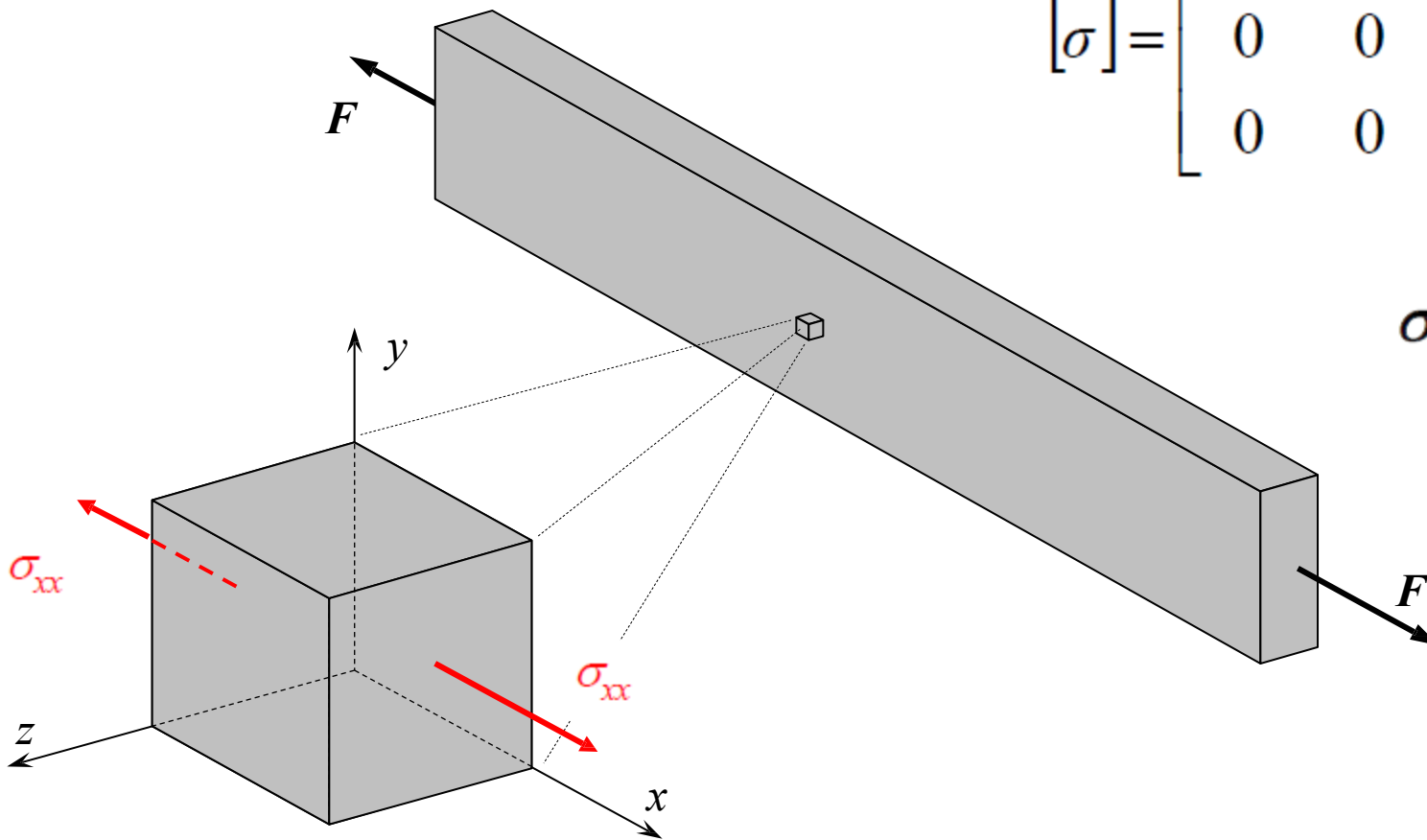
$$p_i \cdot (2Rb) = 2bf_\theta$$

$$\sigma_\theta = p_i \cdot (R/t)$$

Barras Carregadas Axialmente

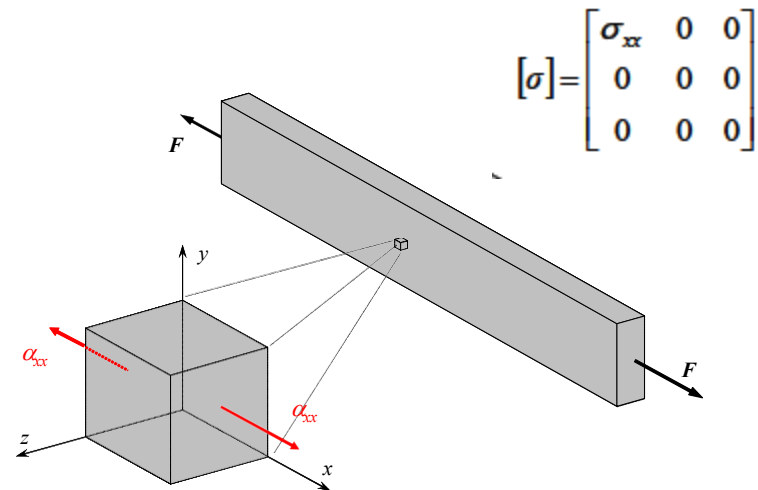
$$[\sigma] = \begin{bmatrix} \sigma_{xx} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{xx} = \frac{F}{A}$$



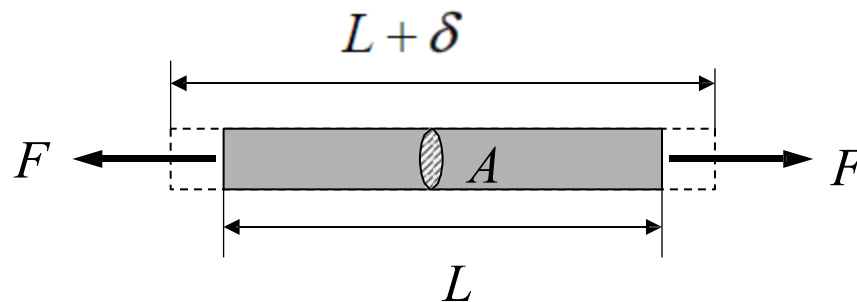
Barras Carregadas Axialmente: detalhando...

- Tensões homogêneas :
uniformemente distribuídos
ao longo do corpo
- Pequenas deformações
- Material linear elástico

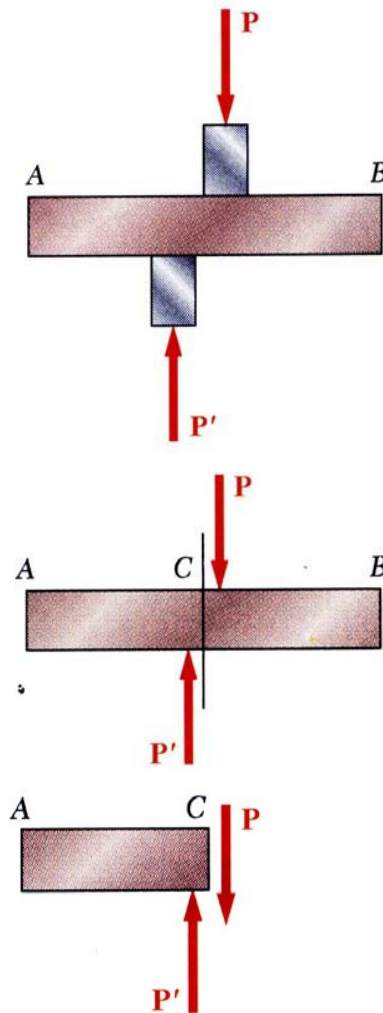


Como mensurar deformações (variação de comprimento da barra)?

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L}$$



Cisalhamento



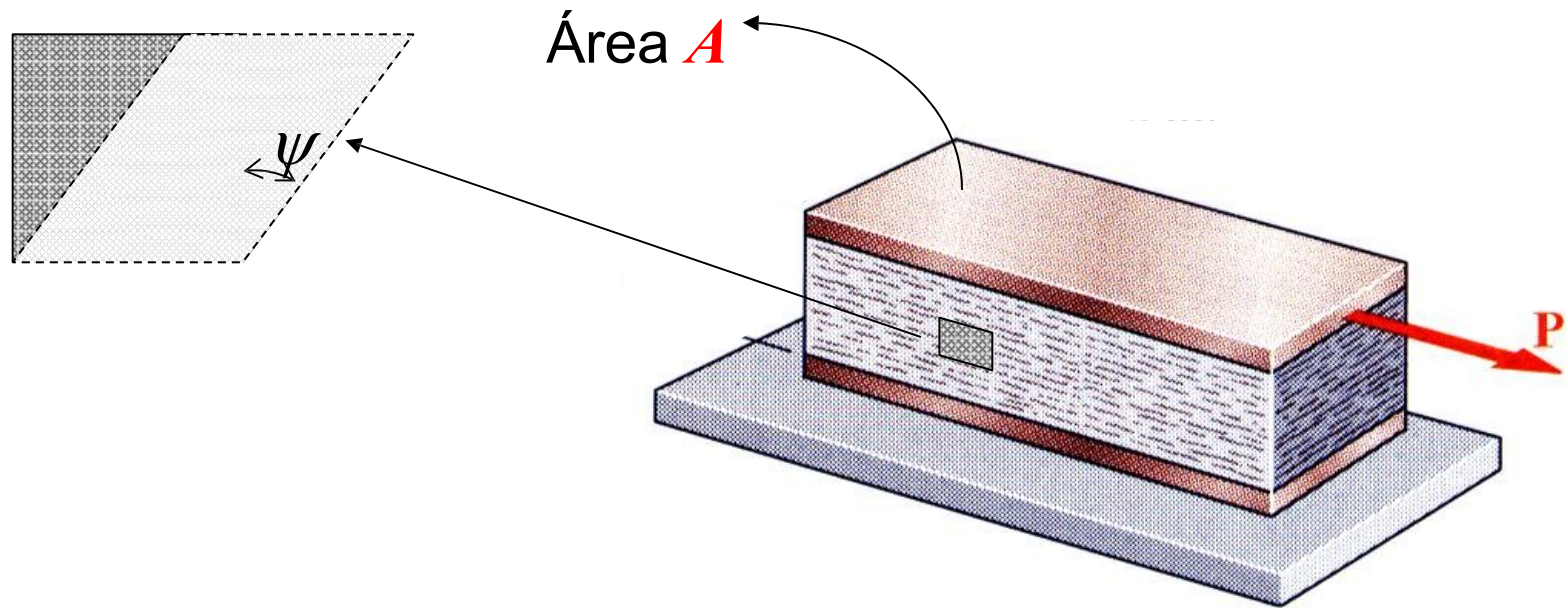
- Forças P e P' são aplicadas transversalmente ao componente AB
- Esforços internos atuando no plano da seção C são chamados *forças de cisalhamento*
- *Vetores tração* atuando ao longo do plano C têm apenas componentes cisalhantes (tangenciais)
- A tensão cisalhante deve variar ao longo da seção. Seu valor é nulo nas superfícies superior e inferior e o valor máximo ocorre no centro da seção.
- A tensão cisalhante média ao longo da seção é

$$\tau_{\text{média}} = P/A$$

onde A é a área da seção transversal C

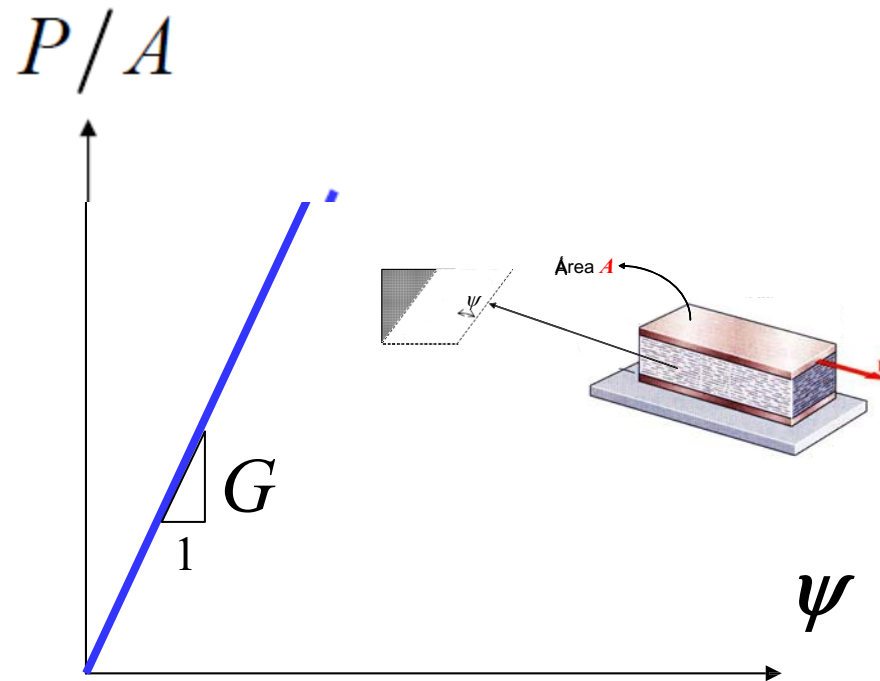
Cisalhamento

Tensão e Deformação Cisalhante



Cisalhamento

Tensão e Deformação Cisalhante



$$\tau = P / A$$

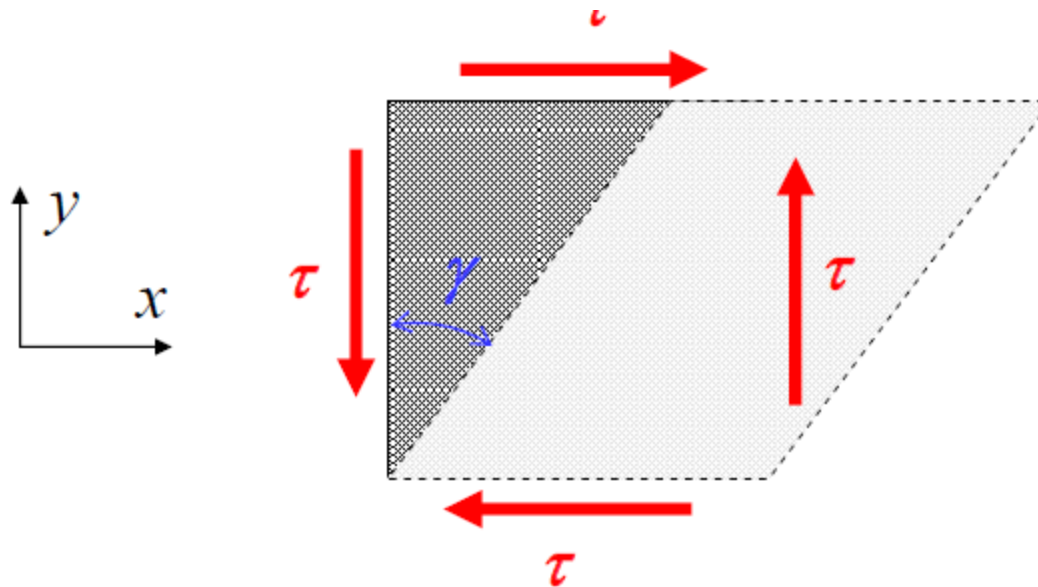
$$\tau = G \gamma$$

G é o Módulo de Cisalhamento

Cisalhamento

Tensão e Deformação Cisalhante

- Pequenas deformações
- Resposta linear elástica $\tau = G \gamma$

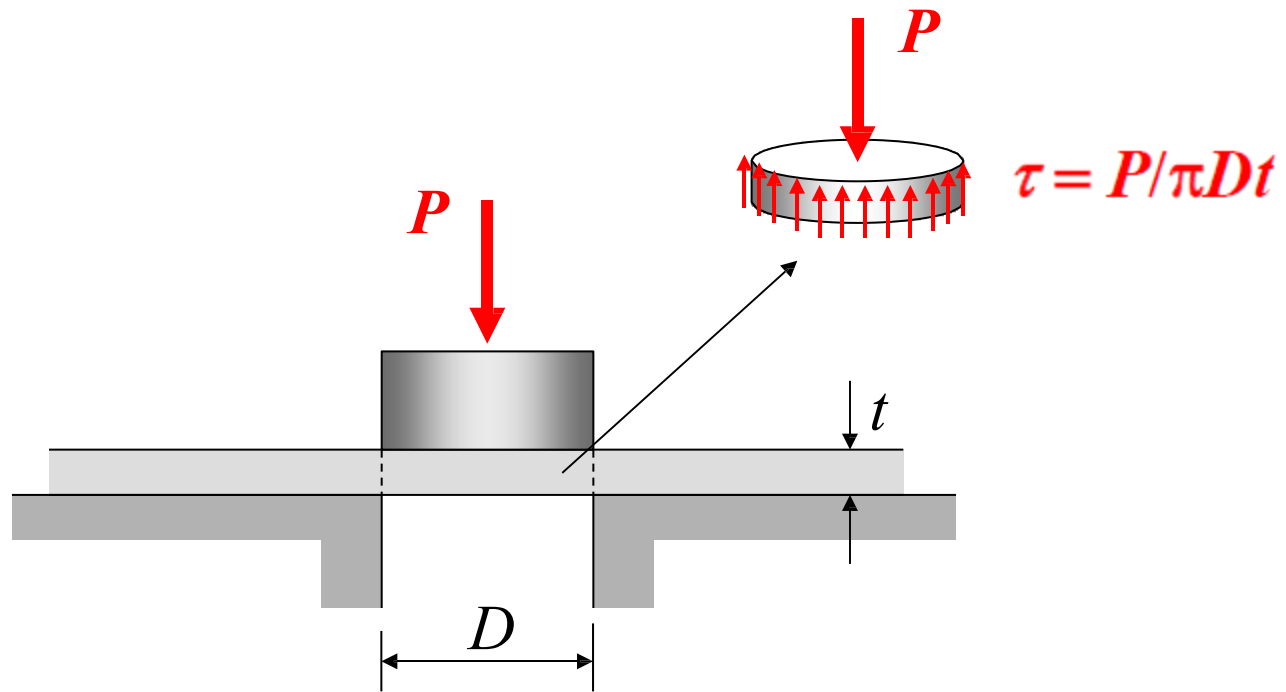


$$\tau = \sigma_{xy}$$

Cisalhamento

Exemplos

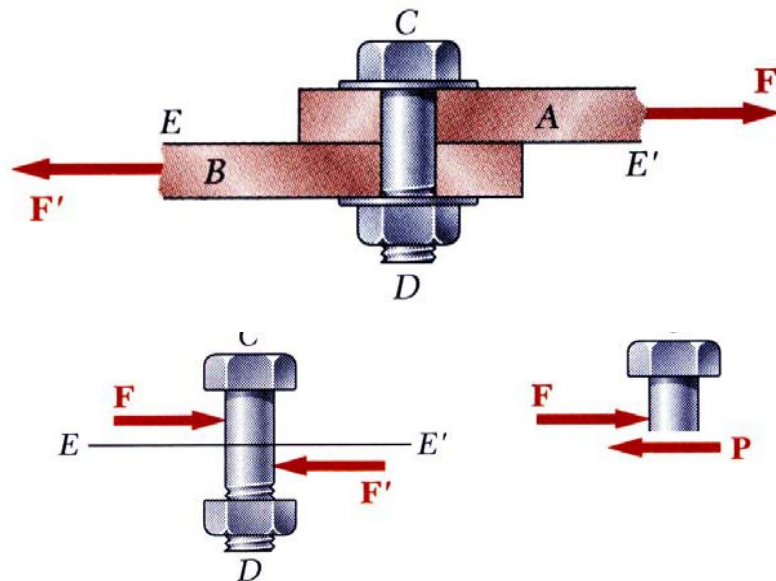
Punção



Cisalhamento (mecanismos de falha)

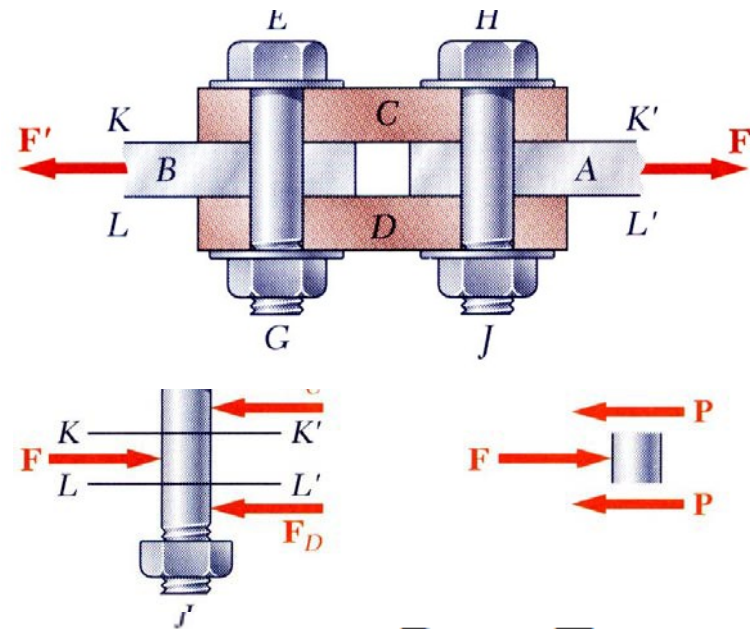
Conexões parafusadas

Cisalhamento Simples



$$\tau_{\text{med}} = \frac{P}{A} = \frac{F}{A}$$

Cisalhamento Duplo

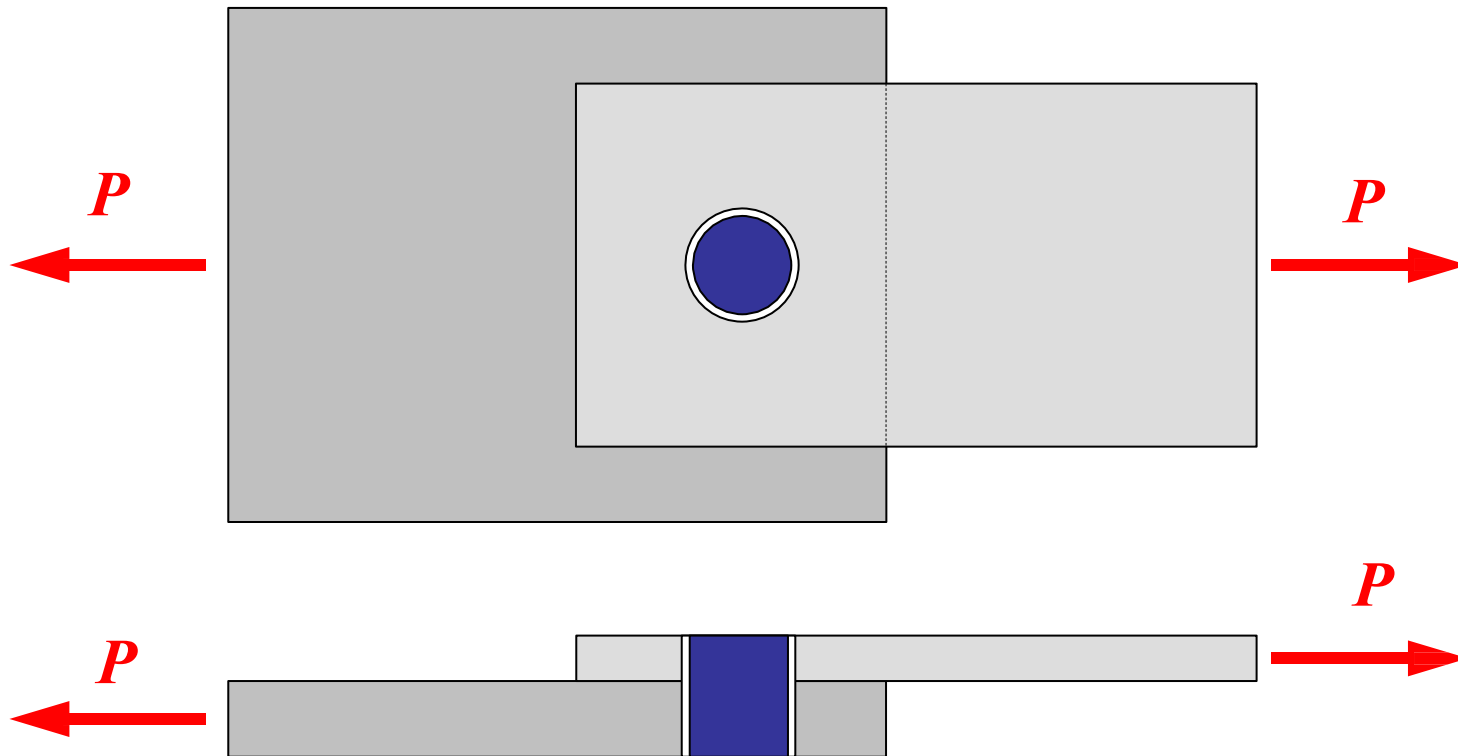


$$\tau_{\text{med}} = \frac{P}{A} = \frac{F}{2A}$$

Cisalhamento : falhas (curso de Mecânica dos Sólidos – Prof. Arthur

Braga – PUC-Rio)

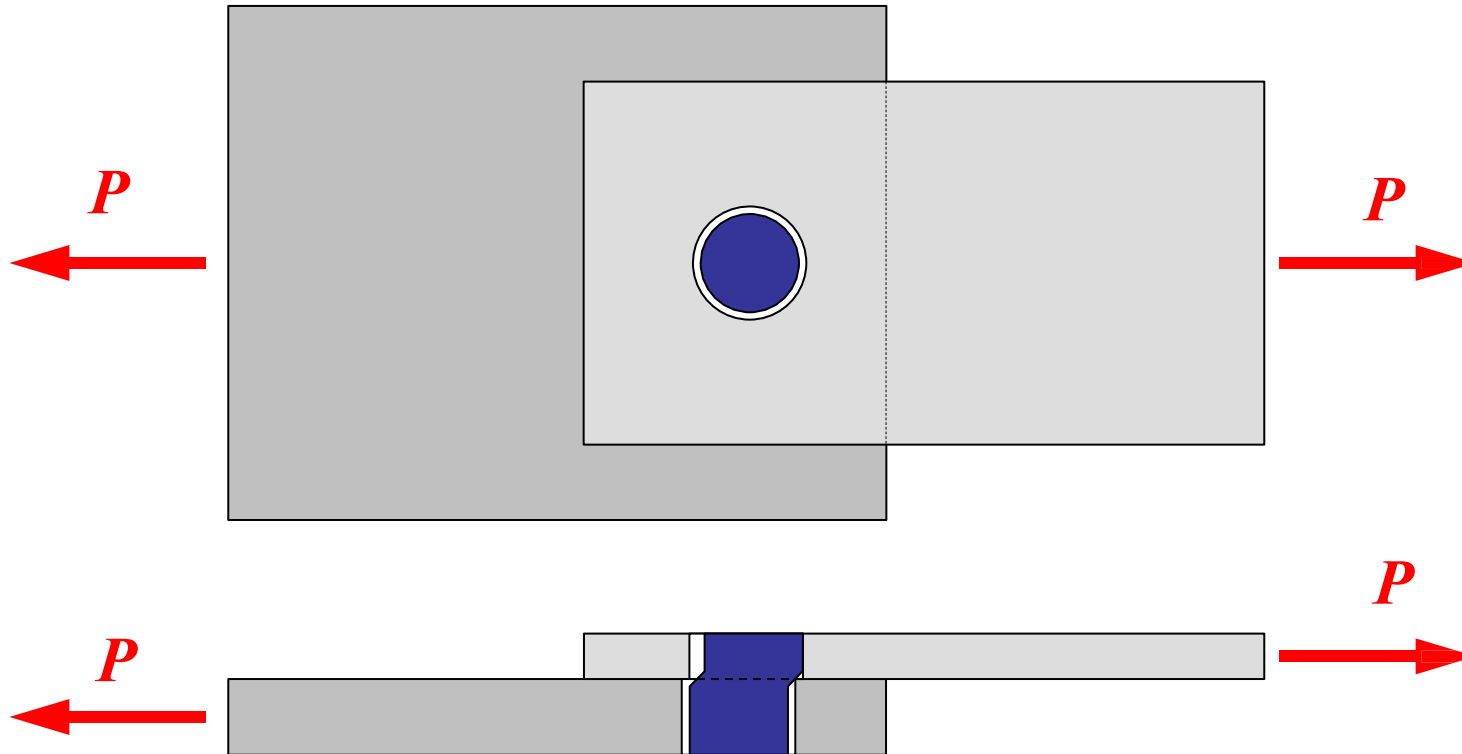
Cisalhamento Simples



Cisalhamento

Exemplos

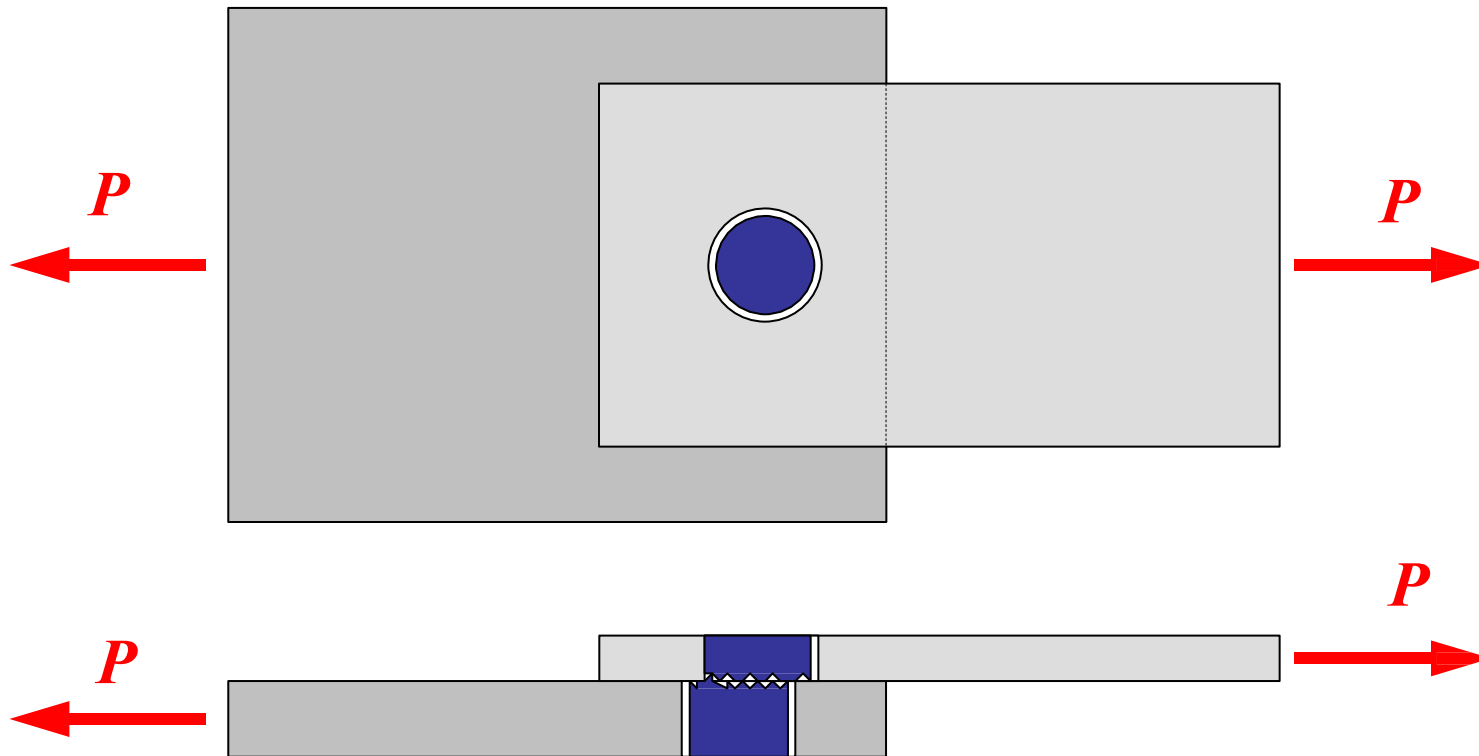
Cisalhamento Simples



Cisalhamento

Exemplos

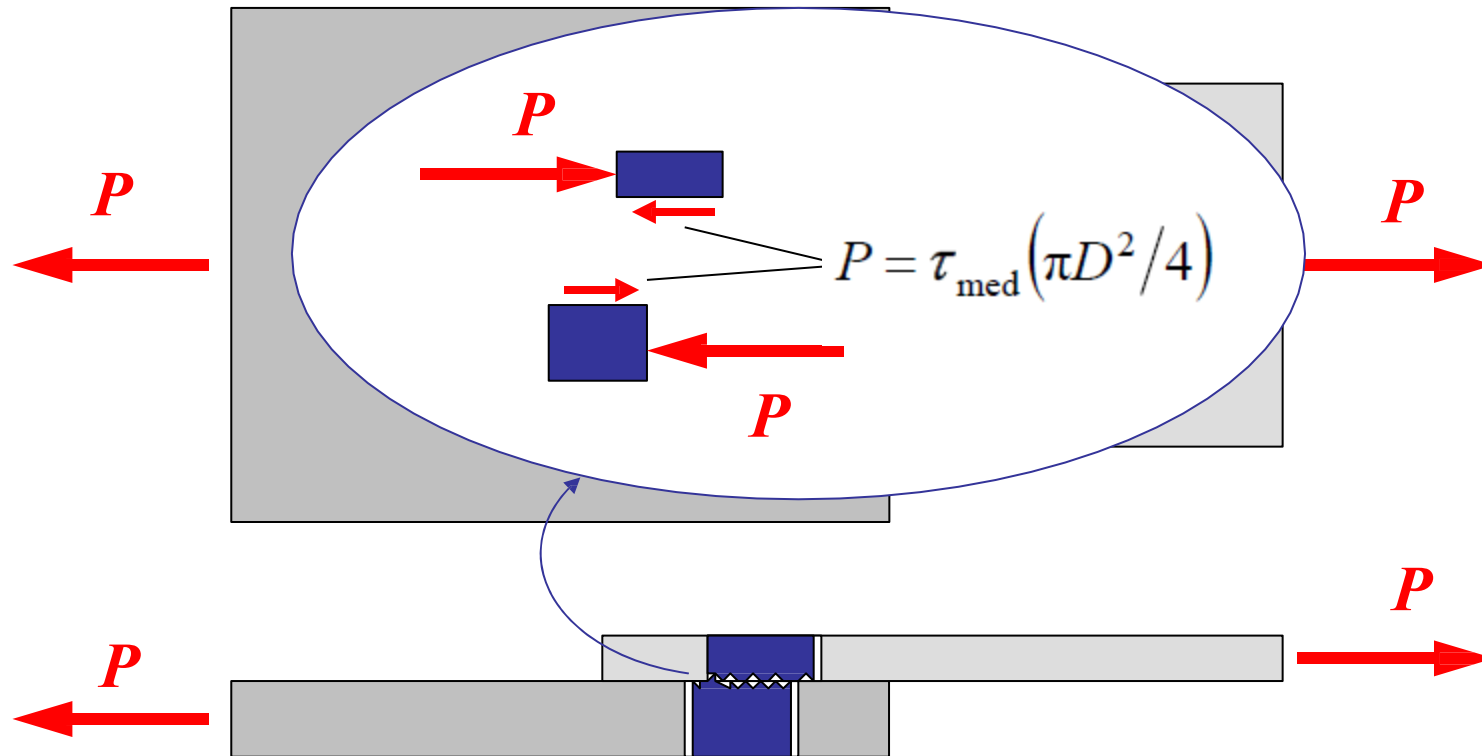
Cisalhamento Simples (*ruptura por cisalhamento*)



Cisalhamento

Exemplos

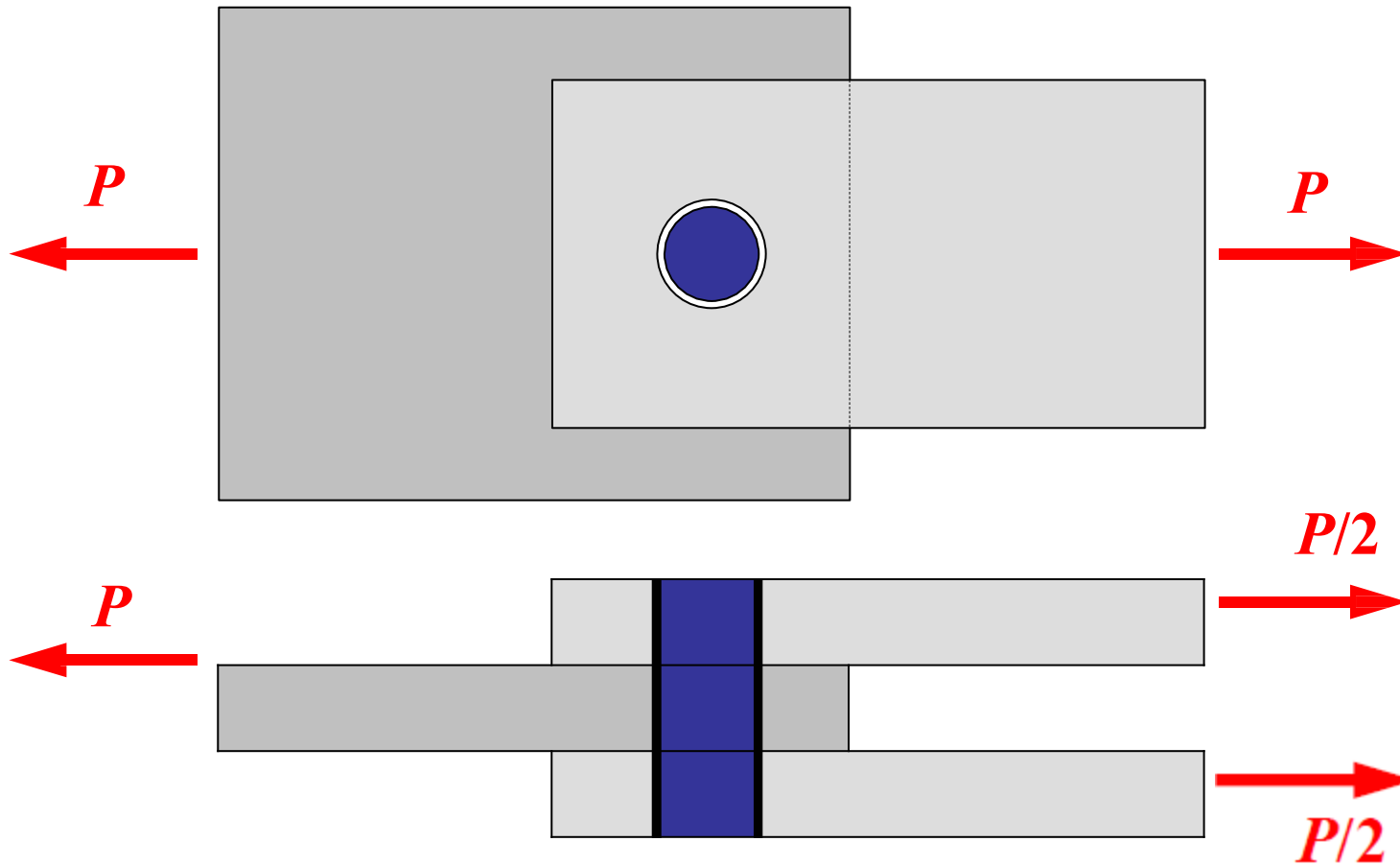
Cisalhamento Simples (*ruptura por cisalhamento*)



Cisalhamento

Exemplos

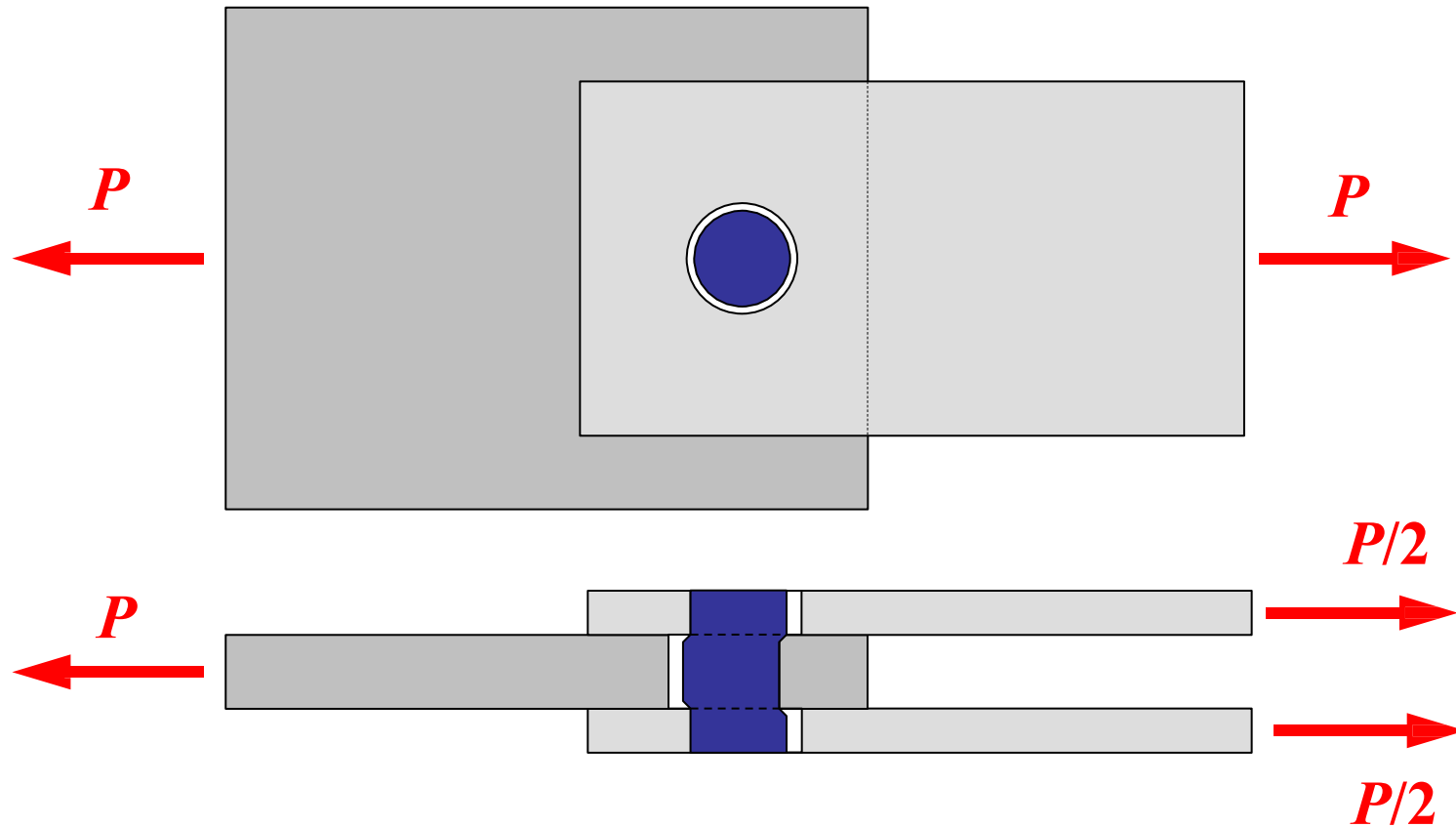
Cisalhamento Duplo



Cisalhamento

Exemplos

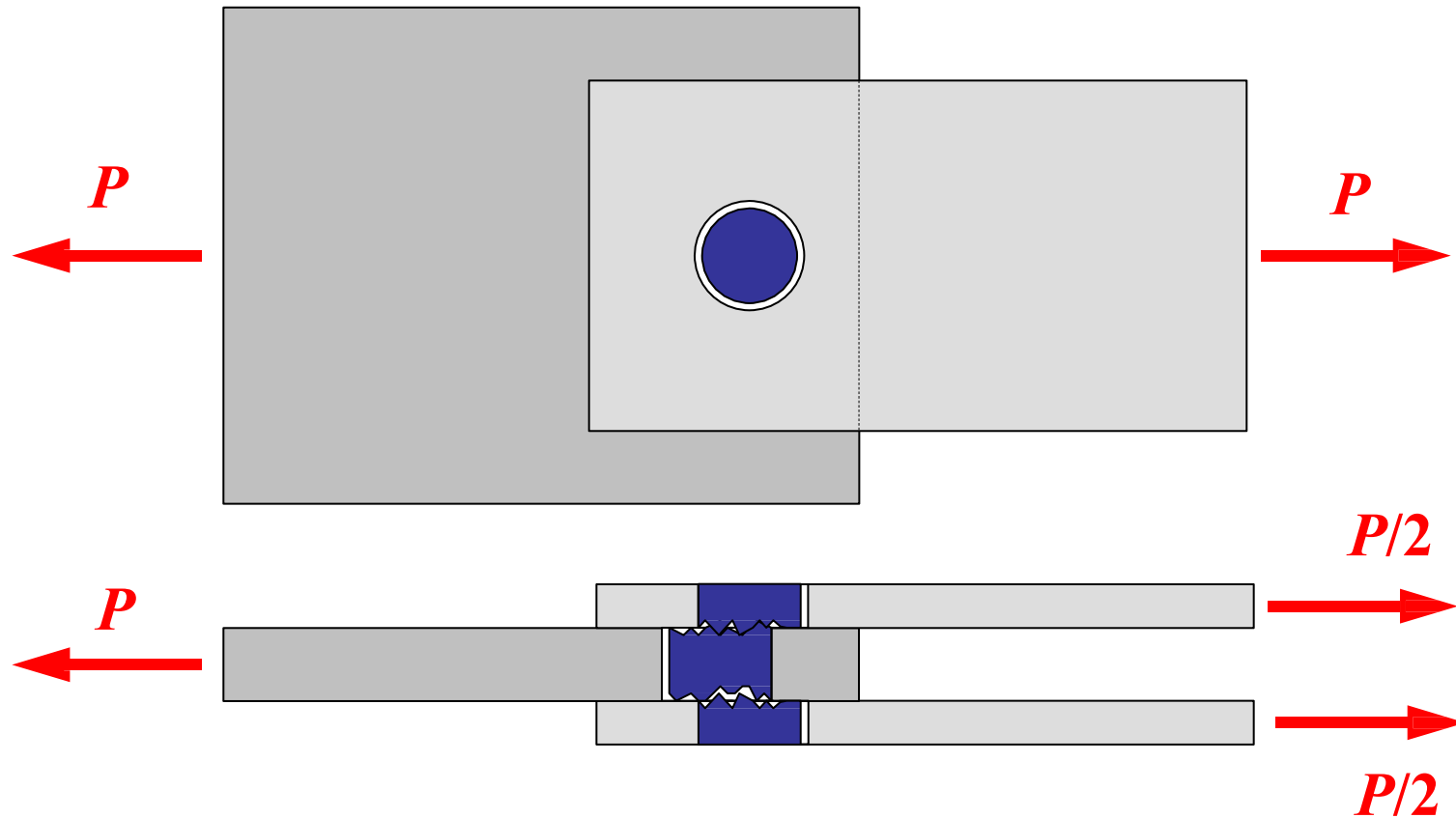
Cisalhamento Duplo



Cisalhamento

Exemplos

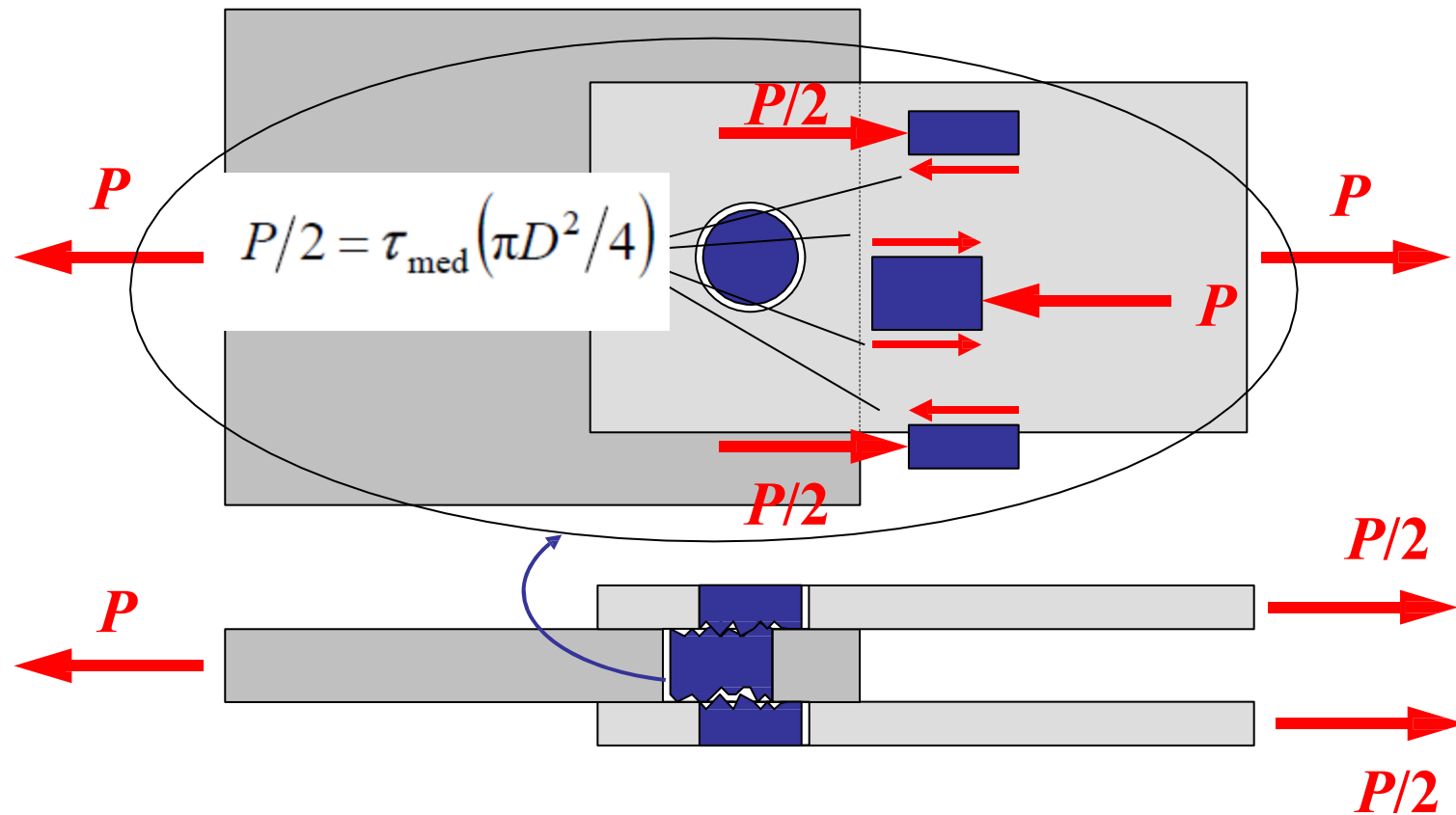
Cisalhamento Duplo (*ruptura por cisalhamento*)



Cisalhamento

Exemplos

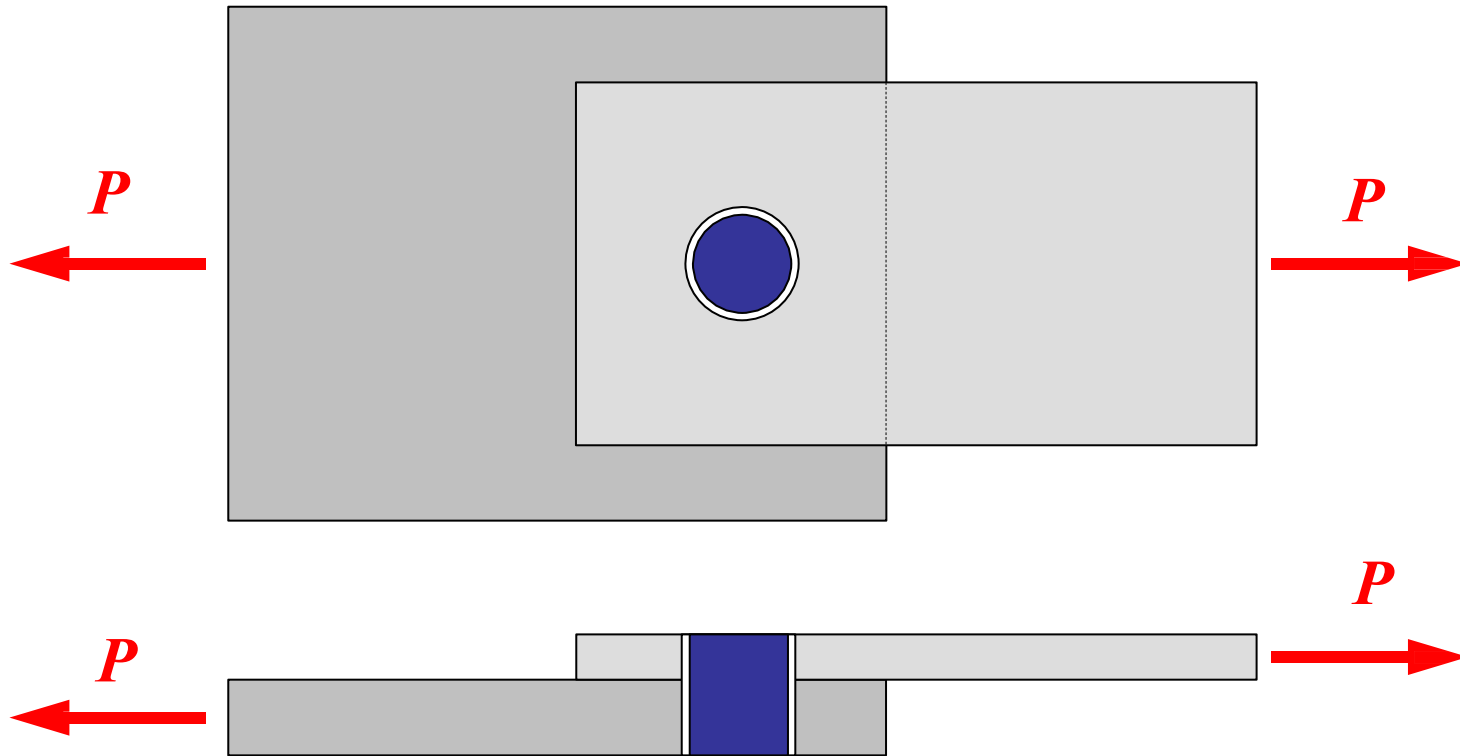
Cisalhamento Duplo (*ruptura por cisalhamento*)



Cisalhamento

Exemplos

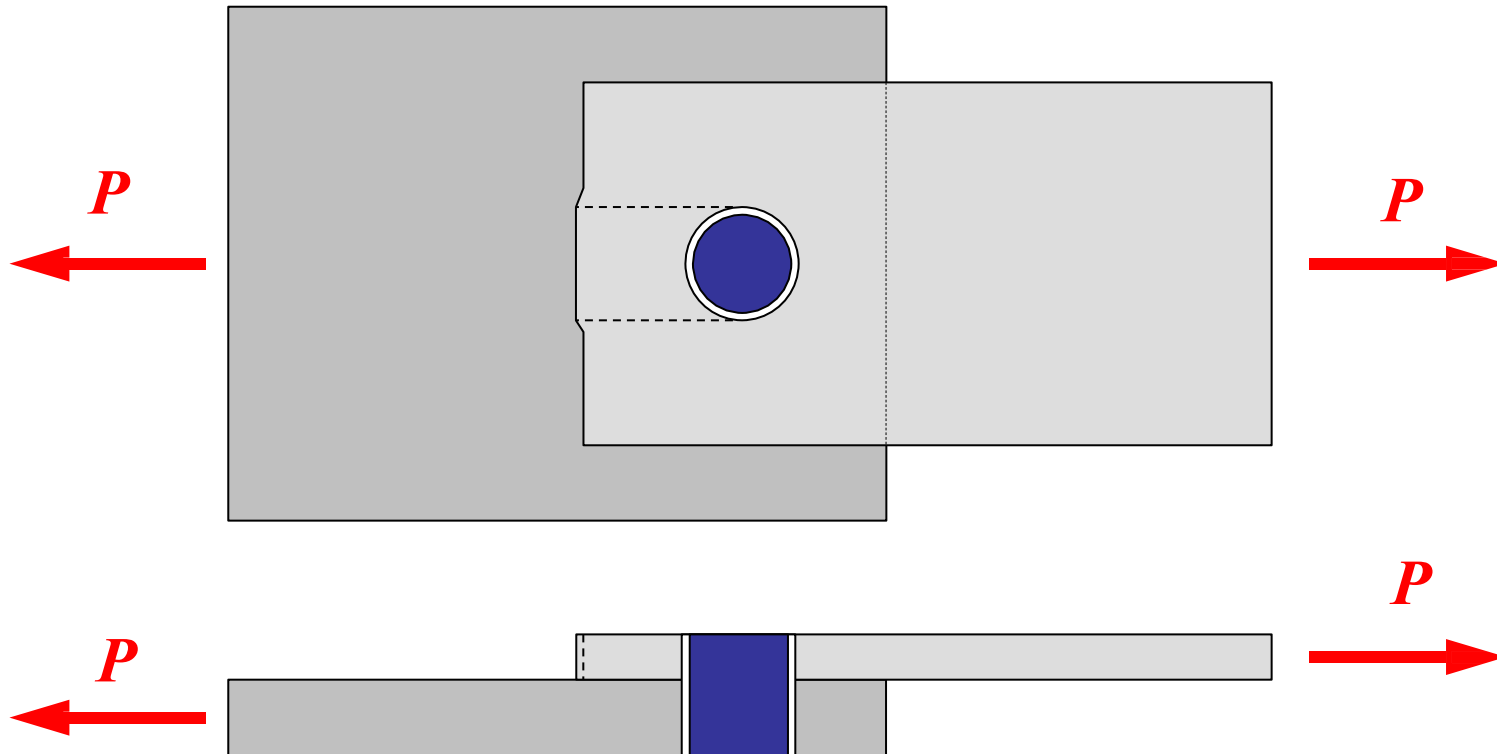
Conexão Parafusada – Rasgamento (*shear out*)



Cisalhamento

Exemplos

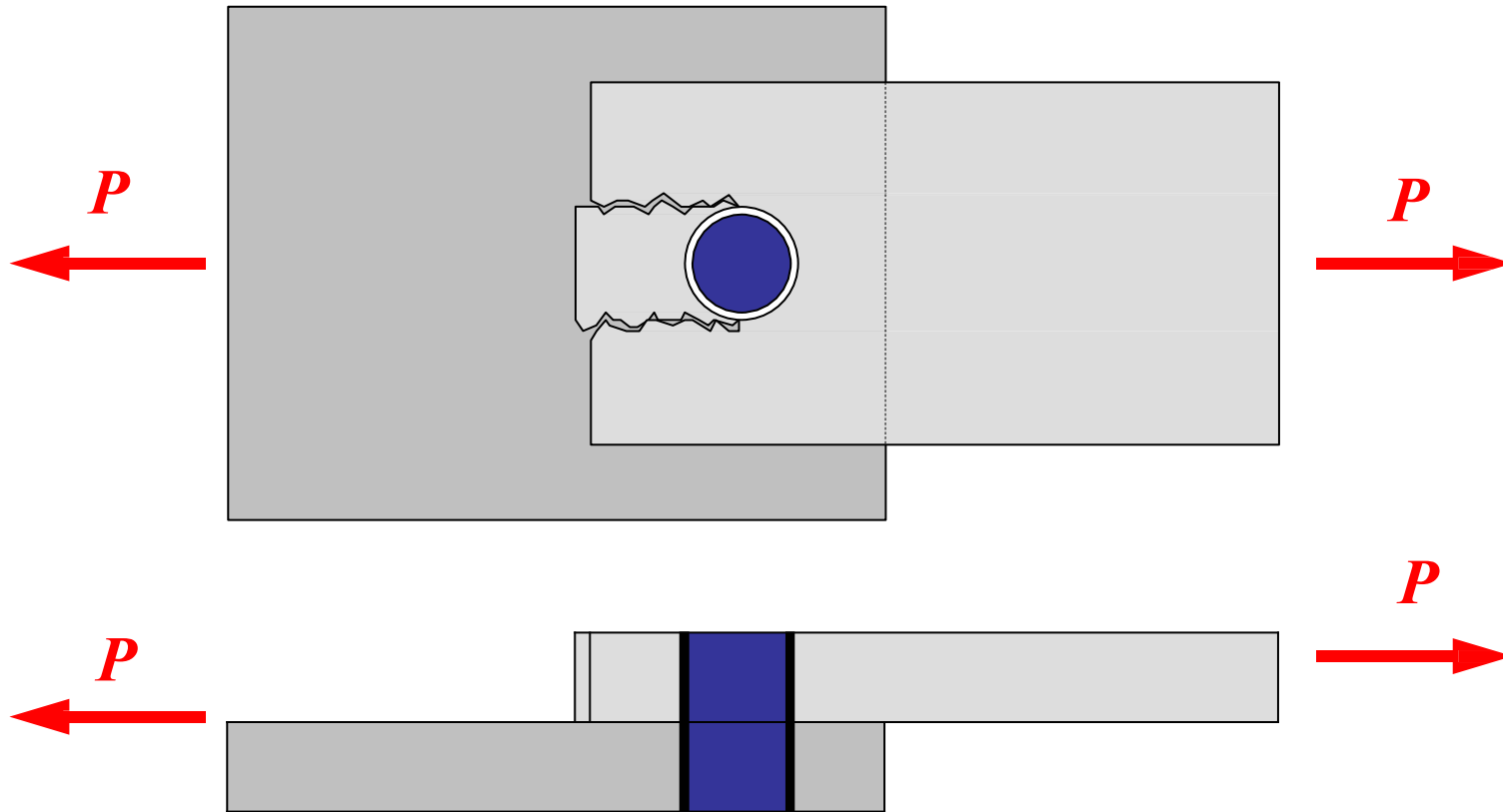
Conexão Parafusada – Rasgamento (*shear out*)



Cisalhamento

Exemplos

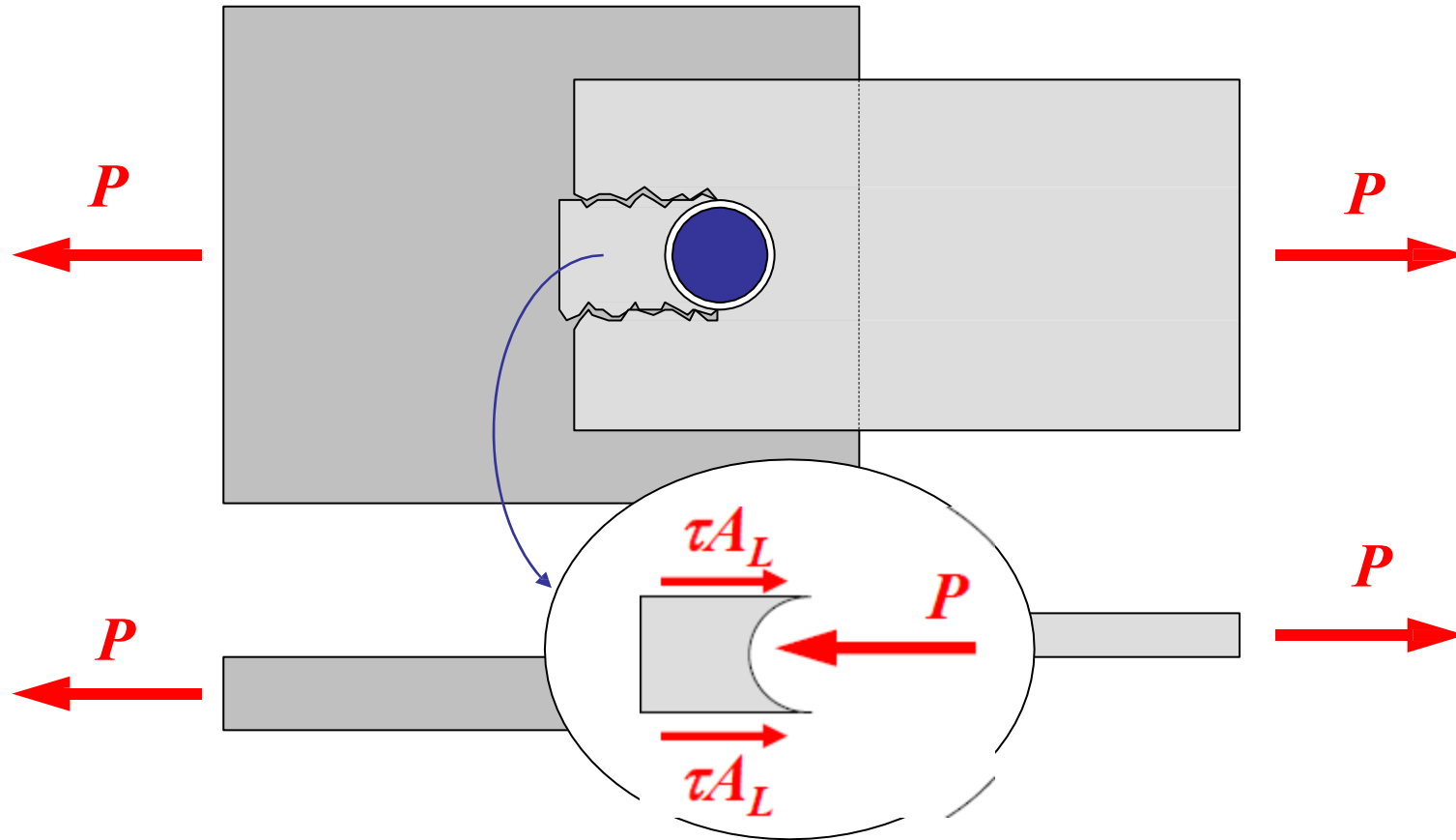
Conexão Parafusada – Rasgamento (*shear out*)



Cisalhamento

Exemplos

Conexão Parafusada – Rasgamento (*shear out*)



Cisalhamento

Exemplos

Conexão Parafusada – Rasgamento (*shear out*)



Cisalhamento

Exemplos

Conexão Parafusada – Rasgamento (*shear out*)



Relações Constitutivas – Elasticidade Linear:

Tensão X Deformação

$$\epsilon_{xx} = \frac{1}{E} [\sigma_{xx} - \nu (\sigma_{yy} + \sigma_{zz})] + \alpha \Delta T$$

$$\epsilon_{yy} = \frac{1}{E} [\sigma_{yy} - \nu (\sigma_{xx} + \sigma_{zz})] + \alpha \Delta T$$

$$\epsilon_{zz} = \frac{1}{E} [\sigma_{zz} - \nu (\sigma_{yy} + \sigma_{xx})] + \alpha \Delta T$$

$$\epsilon_{xy} = \frac{\sigma_{xy}}{2G} \quad \epsilon_{xz} = \frac{\sigma_{xz}}{2G} \quad \epsilon_{zy} = \frac{\sigma_{zy}}{2G}$$



Mecânica dos Sólidos – Elasticidade Linear

Equilíbrio

Compatibilidade Geométrica – Geometria da Deformação

$$\epsilon_{xx} = \frac{\partial u_x}{\partial x}$$

$$\epsilon_{yy} = \frac{\partial u_y}{\partial y}$$

$$\epsilon_{zz} = \frac{\partial u_z}{\partial z}$$

$$\gamma_{xy} = \left(\frac{\partial u_x}{\partial y} + \frac{\partial u_y}{\partial x} \right)$$

$$\gamma_{xz} = \left(\frac{\partial u_x}{\partial z} + \frac{\partial u_z}{\partial x} \right)$$

$$\gamma_{yz} = \left(\frac{\partial u_y}{\partial z} + \frac{\partial u_z}{\partial y} \right)$$

Comportamento Constitutivo

$$\epsilon_{yy} = \frac{1}{E} [\sigma_{yy} - \nu(\sigma_{xx} + \sigma_{zz})] + \alpha \Delta T$$

$$\epsilon_{xx} = \frac{1}{E} [\sigma_{xx} - \nu(\sigma_{yy} + \sigma_{zz})] + \alpha \Delta T$$

$$\epsilon_{zz} = \frac{1}{E} [\sigma_{zz} - \nu(\sigma_{yy} + \sigma_{xx})] + \alpha \Delta T$$

$$\epsilon_{xy} = \frac{\sigma_{xy}}{2G} \quad \epsilon_{xz} = \frac{\sigma_{xz}}{2G} \quad \epsilon_{zy} = \frac{\sigma_{zy}}{2G}$$