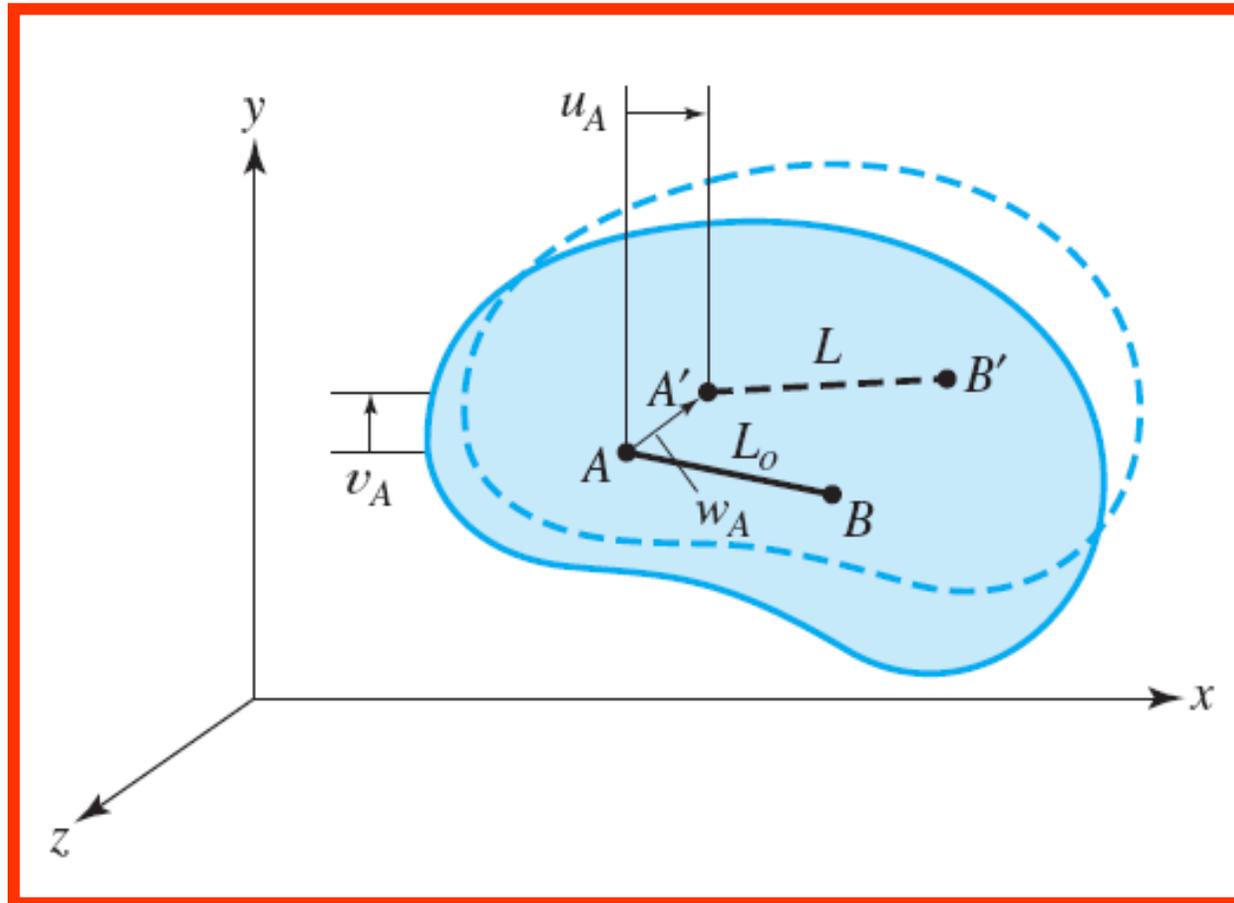


Deformação e Propriedades Mecânicas do Material

Capítulo 3

- Deformação (ε) e Distorção (γ)
 - Mudança na posição relativa de dois pontos no corpo
 - Deformação axial, ε (alongação (+) ou contração(-))
 - Deformação na flexão, ε (pode ser zero, positiva ou negativa)
 - Deformação na Torção, γ (pode positiva ou negativa)
 - Combinação dos casos acima

Deslocamentos e deformações em um corpo



Deformação Específica Normal

Deformação Específica na direção axial é chamada Deformação Específica Normal

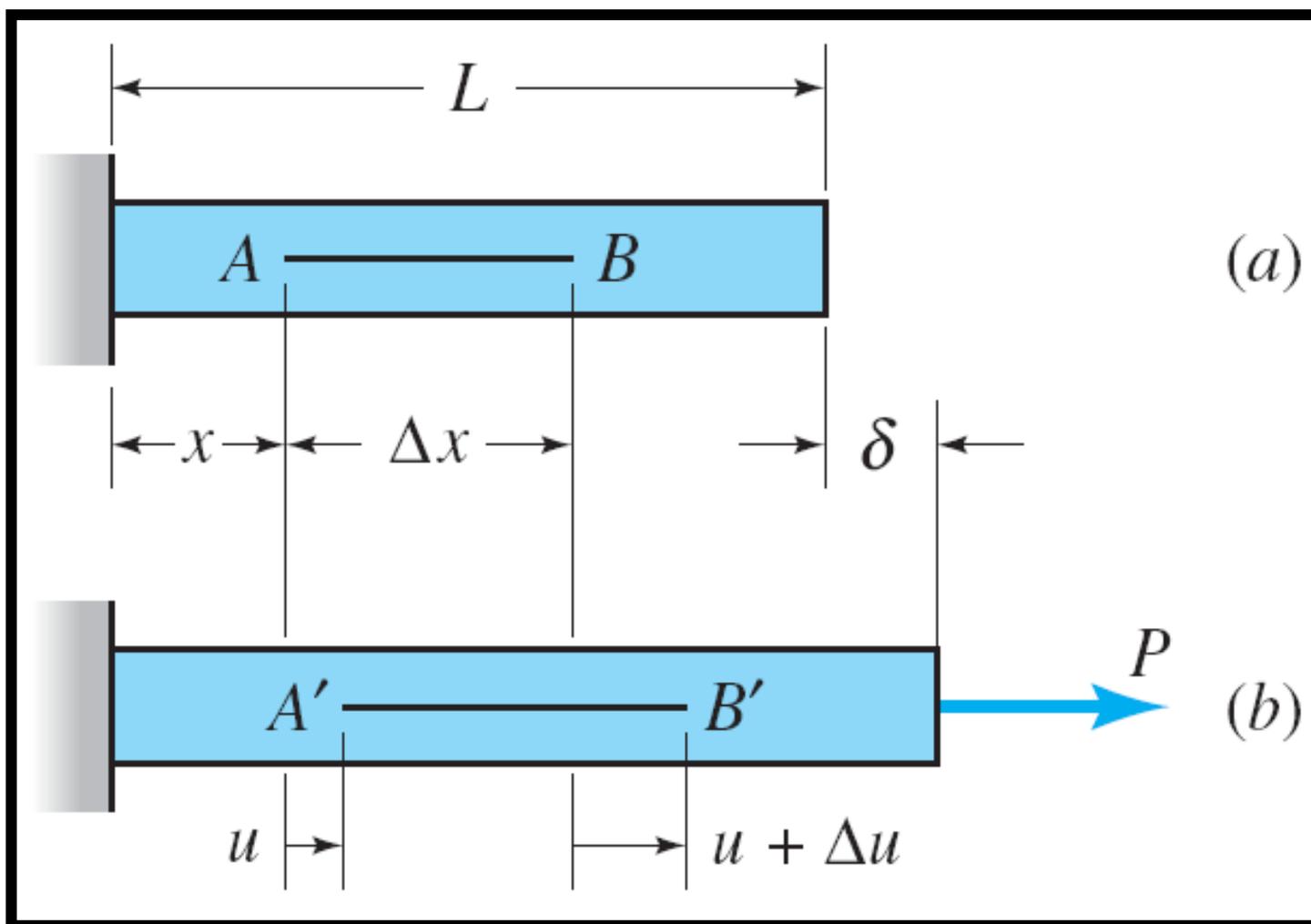
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Deformação Específica Normal é positiva quando existe alongamento, caso contrário é negativa

Deformação Percentual

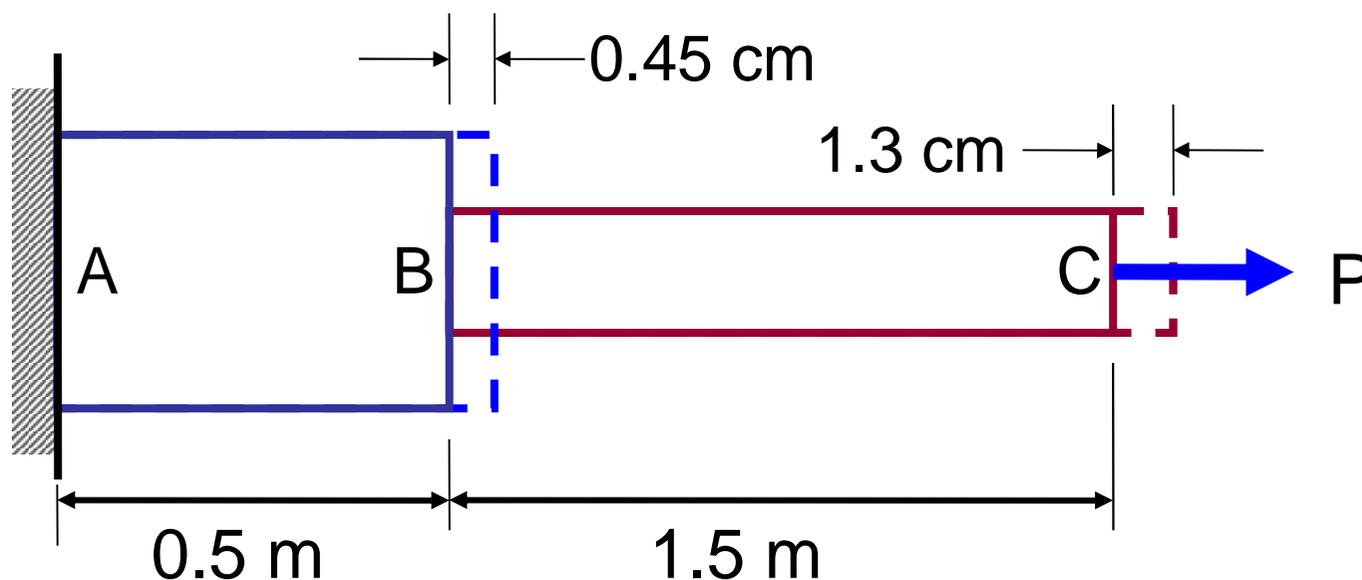
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad \times 100 \quad [\%]$$

Deformação de uma barra prismática: (a) barra original; (b) barra carregada



Exemplo 1

Uma barra escalonada circular como mostrada está sujeita a uma carga P que produz deformação axial em cada porção da barra como mostrado. Calcule a deformação nas porções AB e BC e a deformação total na barra.



Solução (Exemplo 1)

$$\varepsilon_{AB} = 0.0045 \text{ m} / 0.5 \text{ m} = 0.009$$

$$\varepsilon_{BC} = 0.013 \text{ m} / 1.5 \text{ m} = 0.0087$$

Usando o princípio da superposição:

$$\text{Deformação total, } \varepsilon_{AC} = \varepsilon_{AB} + \varepsilon_{BC}$$

$$= 0.009 + 0.0087$$

$$= 0.0177$$

Deformação no Cisalhamento (Distorção)

- Deformação no Cisalhamento é positiva se o ângulo entre as linhas de referência decresce (Figura 3.3)

$$\square \gamma_{nt} = 0.5\pi - \theta'$$

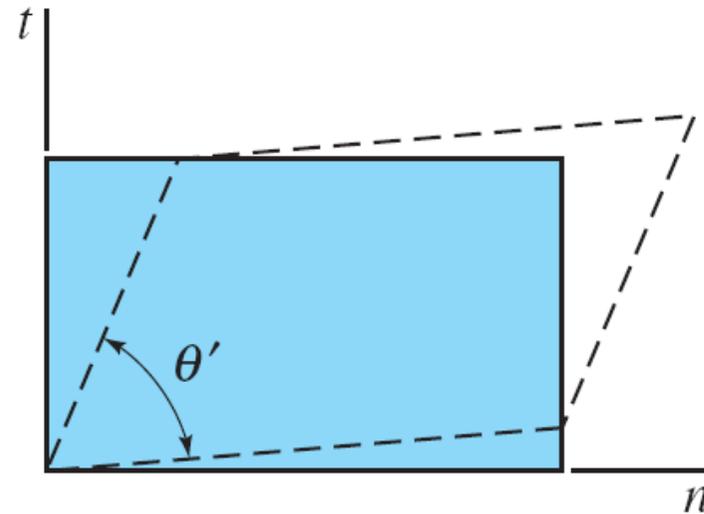


FIGURE 3.3 Distortion of a rectangular plate.

Exemplo de deformação específica em uma placa

- Dado: Uma placa triangular fina ABC é uniformemente deformada resultando na forma ABC' , como mostrado pela linha pontilhada. (Figure 3.6)
- Ache:
 - (a) A deformação normal ao longo da linha de centro OC .
 - (b) A deformação normal ao longo da lateral AC .
 - (c) A distorção entre os cantos AC e BC .

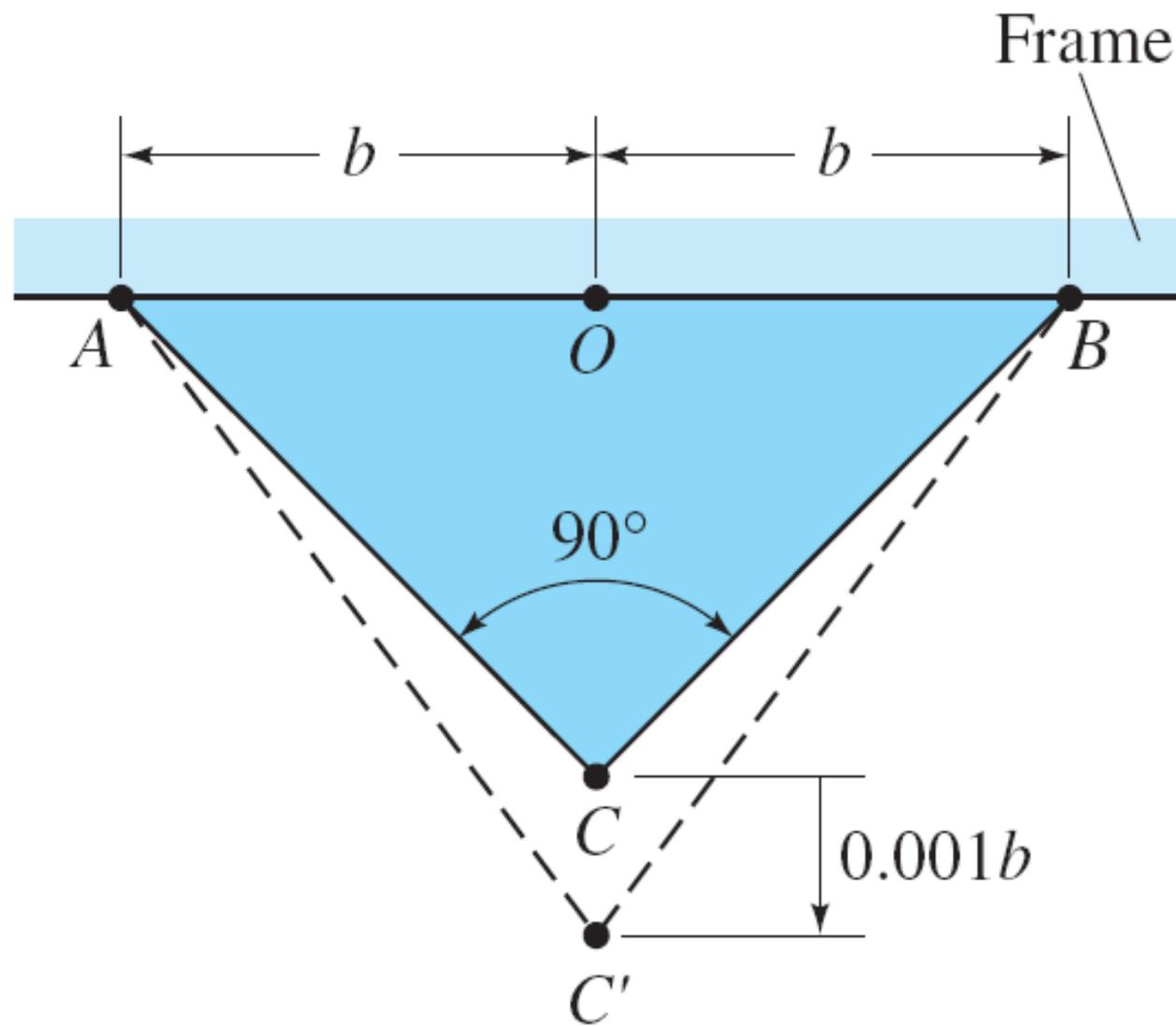


FIGURE 3.6 Deformation of a triangular plate.

Propriedades Mecânicas

Propriedades Mecânicas de um material na carregado em tração e compressão são determinadas por Normas Padronizadas, exemplo ASTM

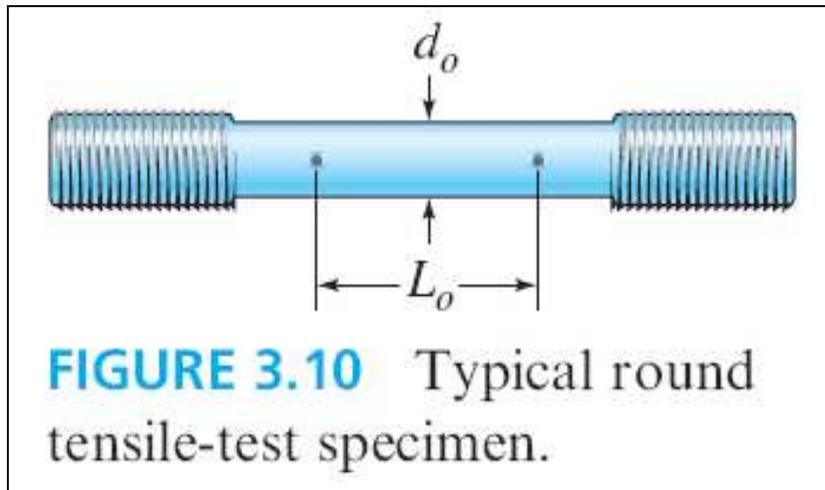
Material Ductil versus Frágil

- ***Materiais Ducteis*** podem apresentar largas deformações anelásticas antes da fratura. Por exemplo, aço estrutural e muitas outras ligas metálicas, e nylon, são caracterizadas por sua habilidade de deformarem na temperatura ambiente.
- *Alongamento percentual é mais que 5.*

Material Ductíl versus Frágil

- ***Materiais Frágeis*** (por exemplo, ferro fundido ou concreto) exhibe pouca deformação antes da ruptura e, como resultado, falha subitamente sem qualquer aviso aparente.
- Alongamento Percentual é menor que 5.

Ensaio de Tração



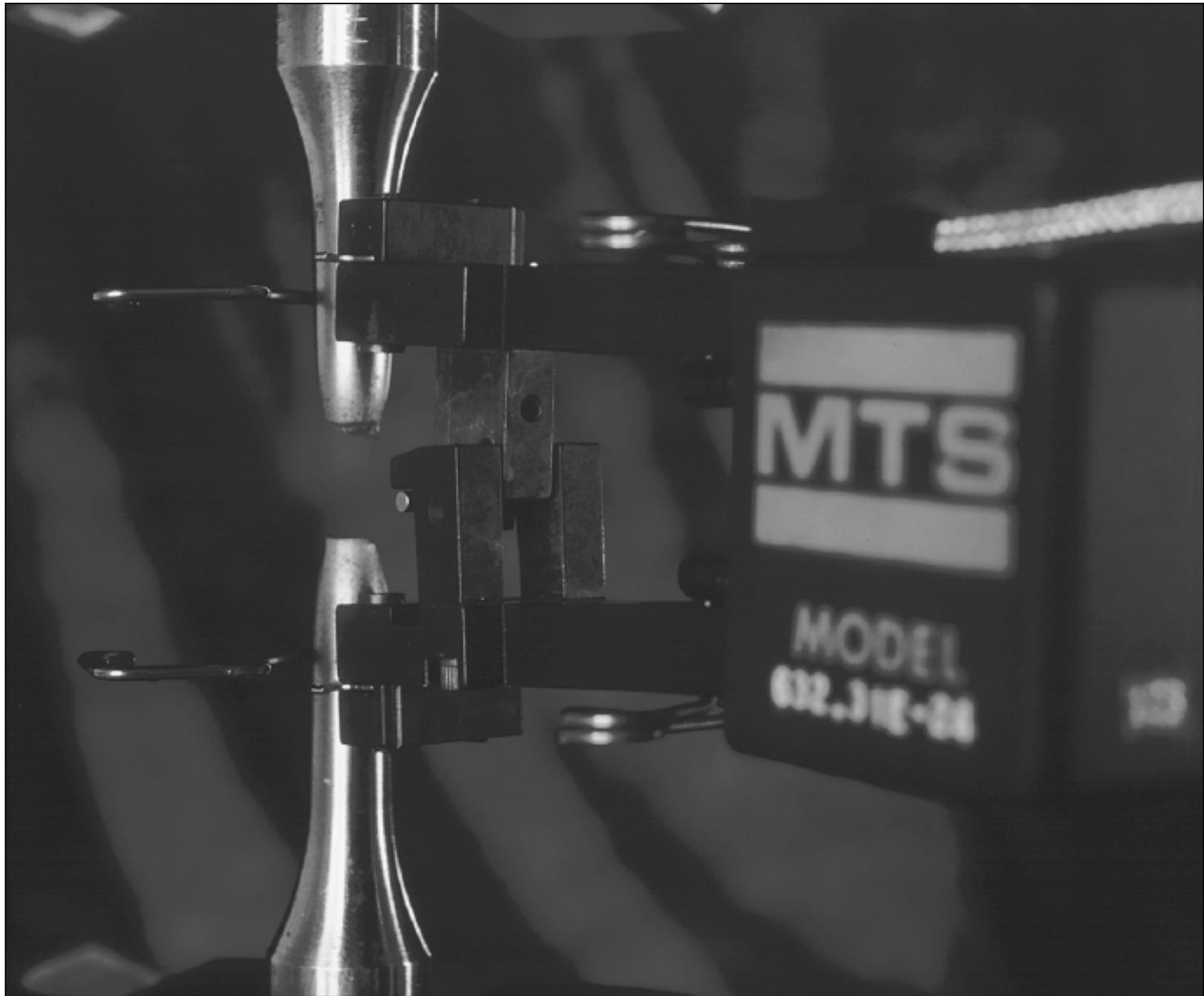
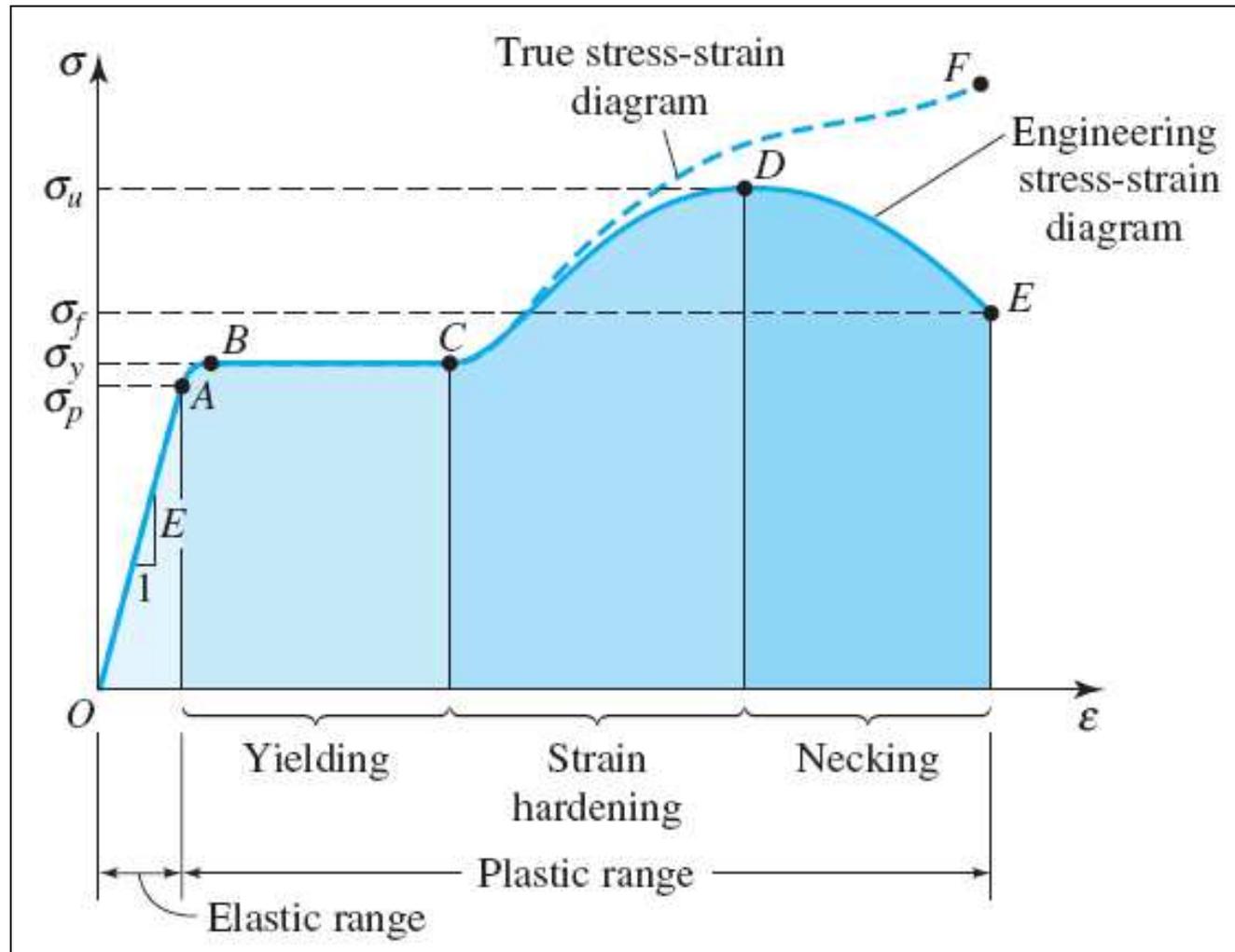


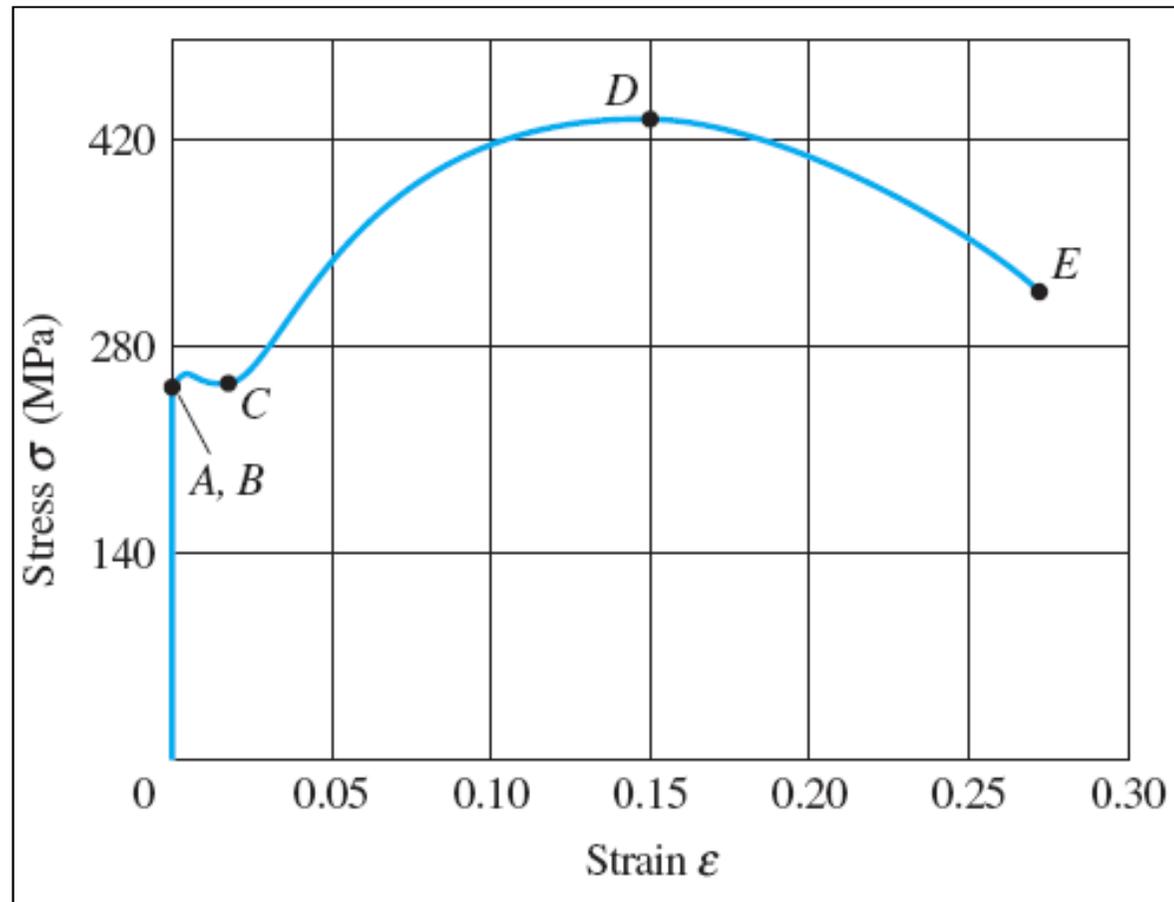
Diagrama tensão-deformação convencional

Material Ductíl



Típico Diagrama tensão-deformação

Aço estrutural



Mudanças Geométricas do CDP

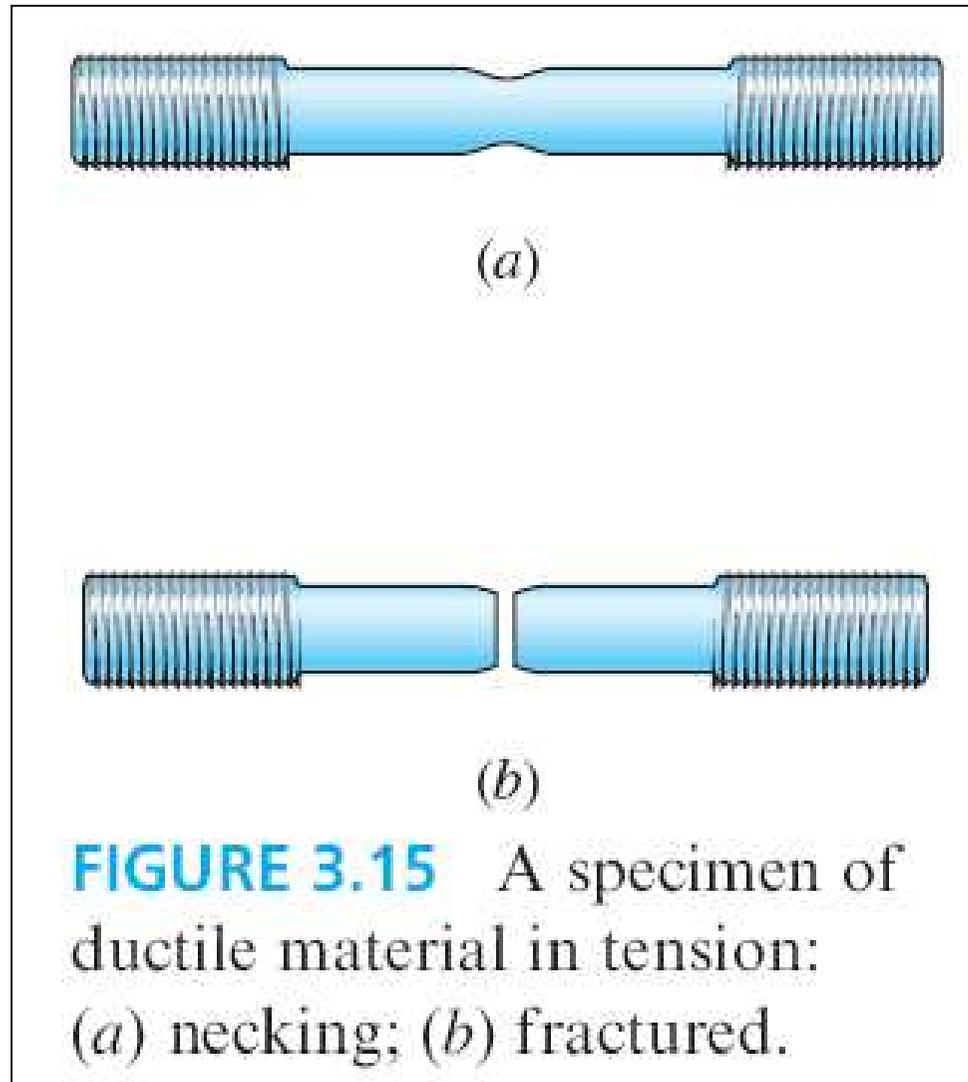


Diagrama tensão-deformação convencional

$$\text{percent elongation} = \frac{L_f - L_o}{L_o} (100)$$

$$\text{percent reduction in area} = \frac{A_o - A_f}{A_o} (100)$$

Tensão de escoamento – Método Offset

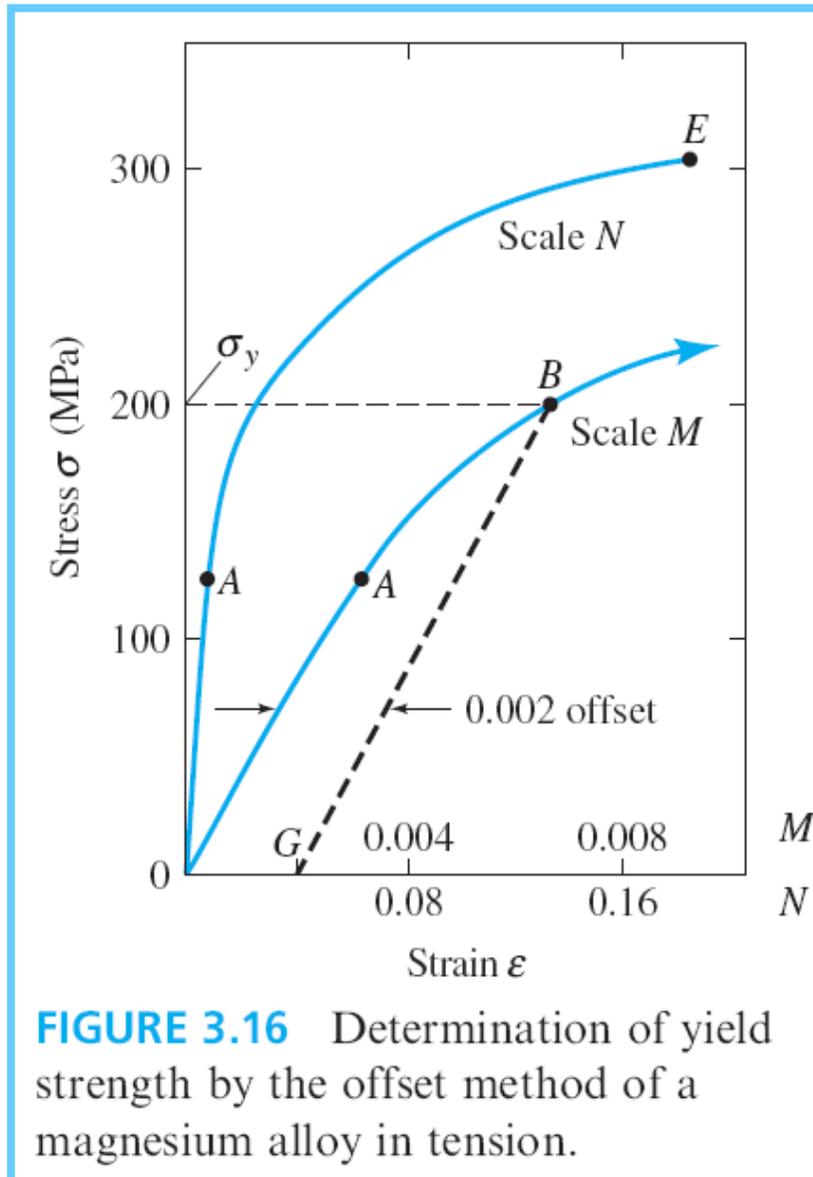
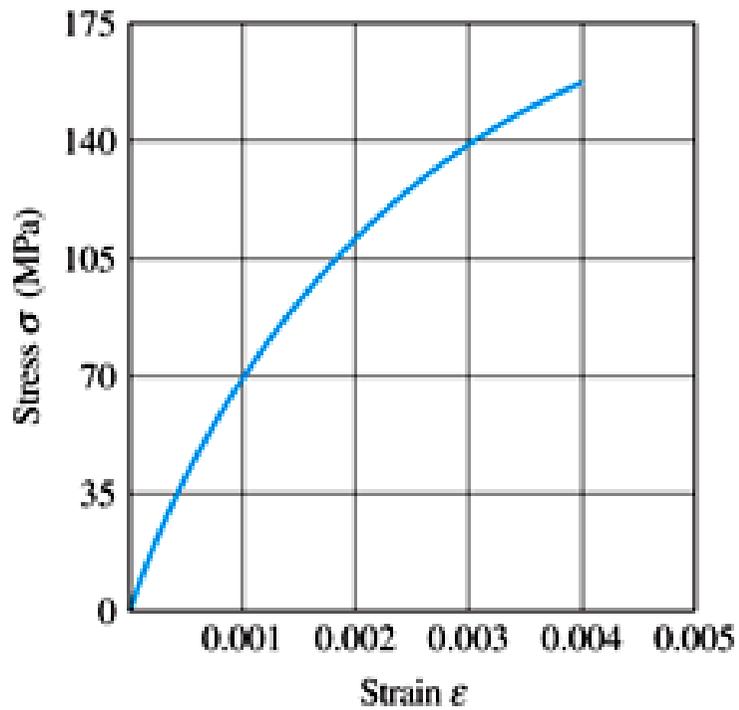
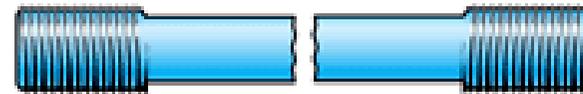


Diagrama tensão-deformação

Material Frágil (Não exibe empescoçamento)



(a)



(b)

MATERIAIS EM CISALHAMENTO

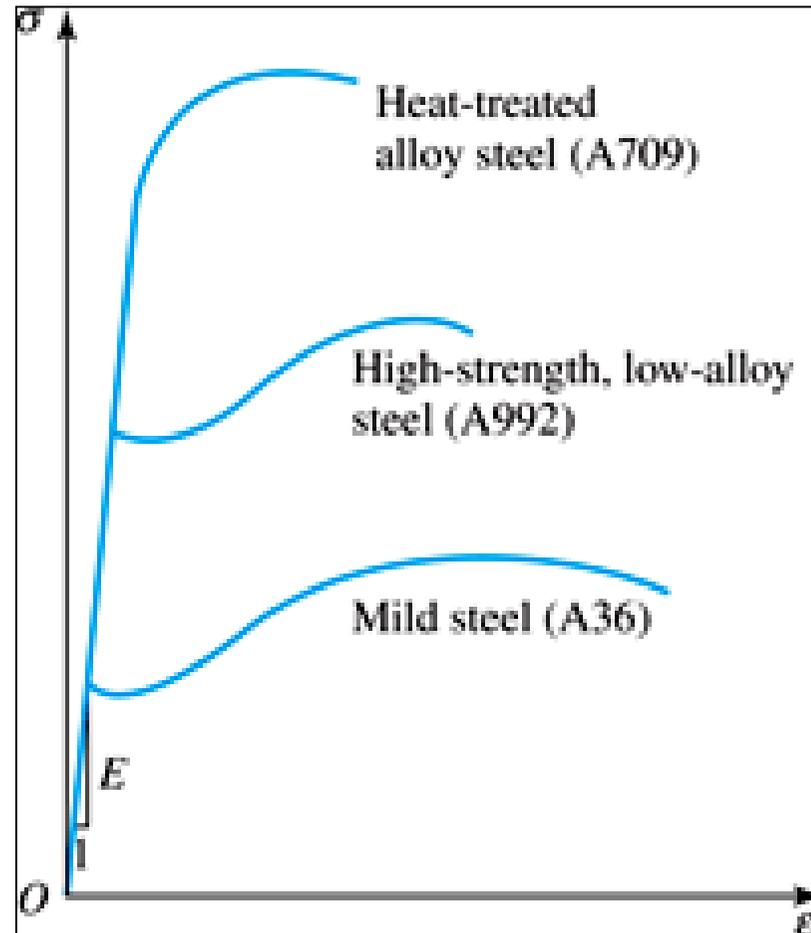
As propriedades do material podem também ser determinadas por um teste de cisalhamento direto ou teste de torção (a ser discutido posteriormente).

Diagramas tensão de cisalhamento-distorção podem ser obtidos dos resultados de Torque versus angulo de torção.

Lei de HOOKE

$$\sigma = E\varepsilon$$

$$\tau = G\gamma$$



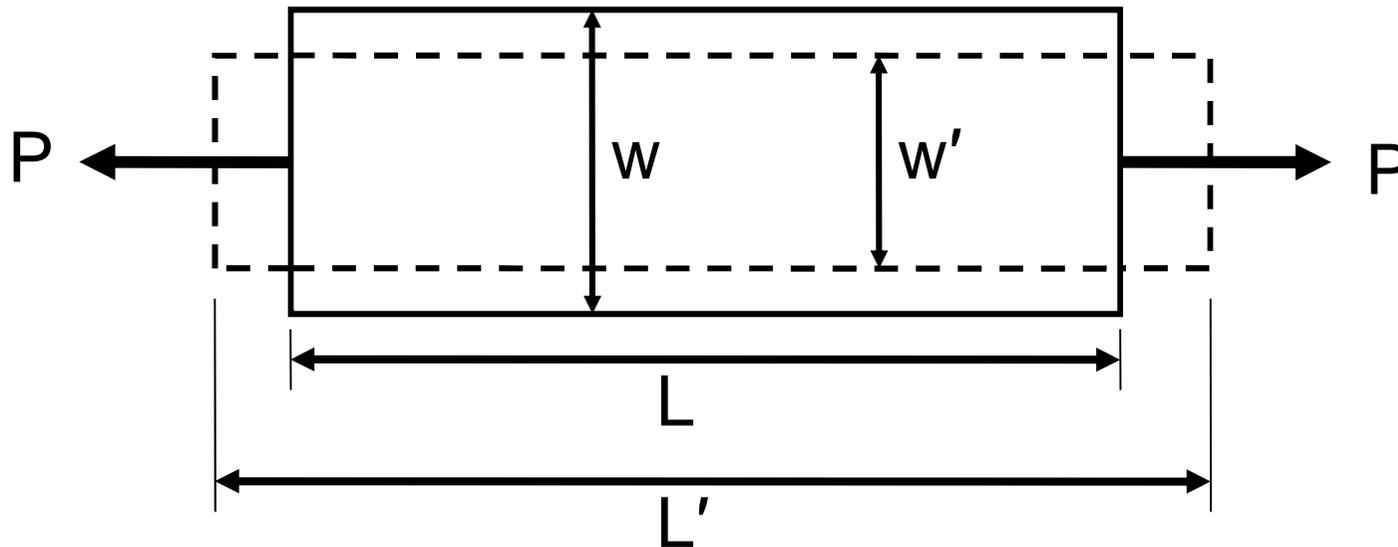
Relação entre G e E

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)}$$

Coeficiente de POISSON

$$\nu = - [\text{Deformação lateral, } \varepsilon_w / \text{Deformação axial, } \varepsilon_x]$$

Esta expressão é válida para carregamento uniaxial



$$\nu = - \frac{\text{lateral strain}}{\text{axial strain}}$$

Valores típicos de ν para o aço situa-se entre 0.25 a 0.3, enquanto que, para o alumínio ese valor é da ordem de 0.33

Máximo valor de ν para material elastico linear é 0.5

Tensões admissíveis (σ_{adm} , τ_{adm})

Materiais Ducteis

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_e}{CS}$$

$$\tau_{adm} = \frac{\tau_e}{CS}$$

CS = Coeficiente de Segurança ou Fator de Segurança

$$CS \geq 1$$

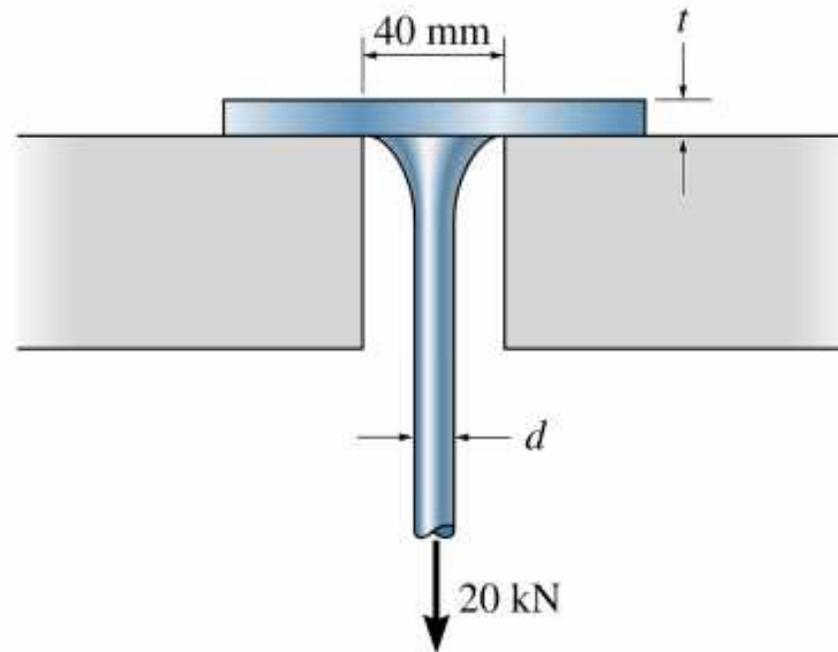
Materiais Frágeis

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_u}{CS}$$

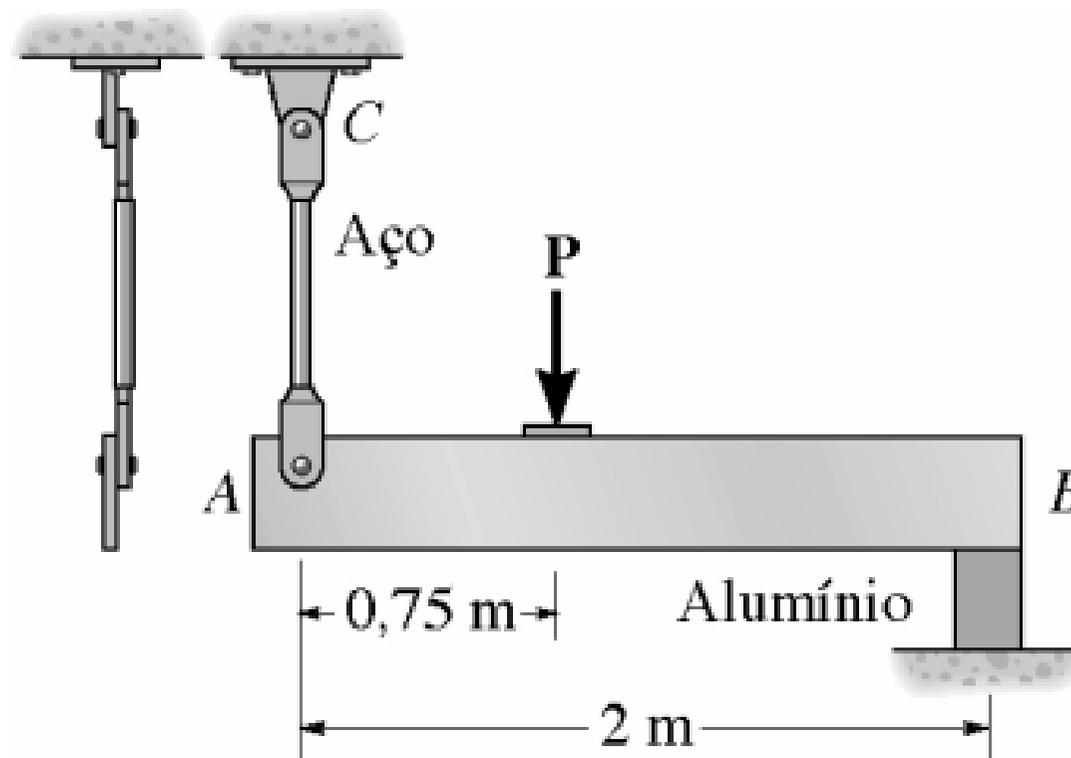
$$\tau_{adm} = \frac{\tau_u}{CS}$$

Problemas exemplos – Tensões admissíveis

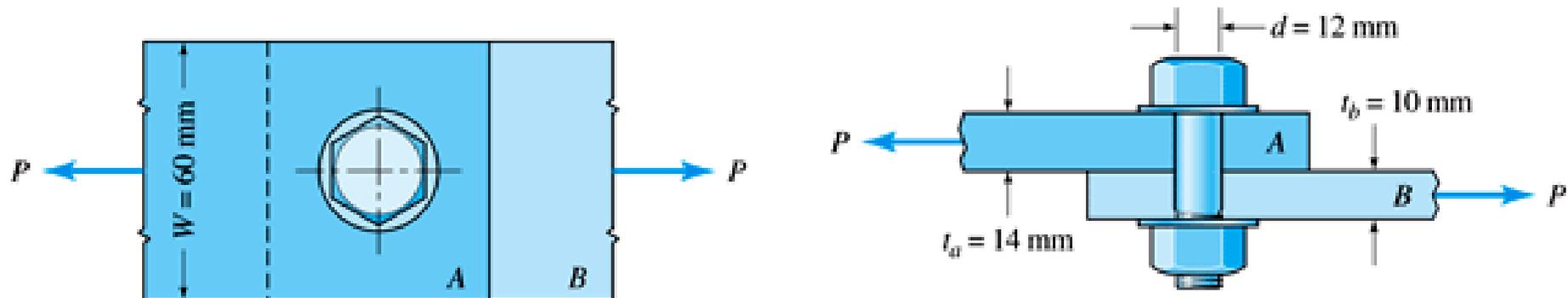
1) O tirante está apoiado em sua extremidade por um disco circular fixo como mostrado na figura. Se a haste passa por um furo de 40 mm de diâmetro, determinar o diâmetro mínimo requerido da haste e a espessura mínima do disco necessários para suportar uma carga de 20 kN. A tensão normal admissível da haste é $\sigma_{adm} = 60$ MPa, e a tensão de cisalhamento admissível do disco é $\tau_{adm} = 35$ MPa.



2) A barra rígida mostrada na figura é suportada por uma haste de aço AC que tem diâmetro de 20 mm e um bloco de alumínio que tem área da seção transversal de 1800 mm². Os pinos de 18 mm de diâmetro em A e C estão submetidos a um cisalhamento simples. Se a tensão de ruptura do aço e do alumínio forem $(\sigma_{aço})_{rup} = 680$ MPa e $(\sigma_{al})_{rup} = 70$ MPa, respectivamente, e a tensão de cisalhamento de ruptura de cada pino for $\tau_{rup} = 900$ MPa, determinar a maior carga P que pode ser aplicada à barra. Aplicar F.S = 2.



3) Duas placas **A** e **B** são unidas por meio de um parafuso, e o conjunto suporta uma carga axial **P**. Determine o valor admissível para **P** dado que as tensões admissíveis em cisalhamento, esmagamento e tração são, respectivamente, $\tau_{adm} = 106,7 \text{ MPa}$; $\sigma_{esm (adm)} = 260 \text{ MPa}$ e $\sigma_t = 140 \text{ MPa}$.



4) O conjunto de quatro elementos, na treliça planar unida por pinos conforme figura abaixo, suporta uma única carga **P** direcionada para baixo no ponto **C**. Todos os elementos tem a mesma área de seção transversal, $A = 0,80 \text{ in}^2$, e mesmo comprimento L . A tensão admissível em tração é $\sigma_t = 20 \text{ ksi}$ e a tensão admissível em compressão é $\sigma_c = 12 \text{ ksi}$. Determine o valor admissível para **P**.

