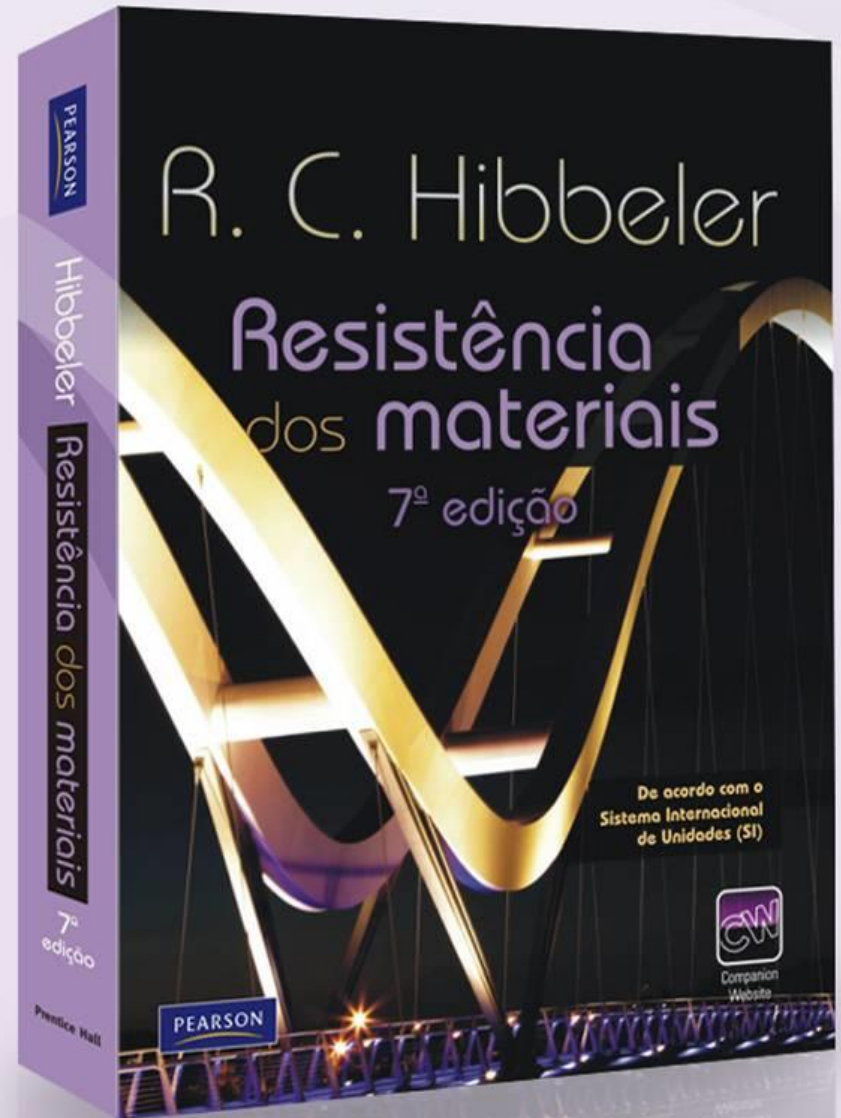


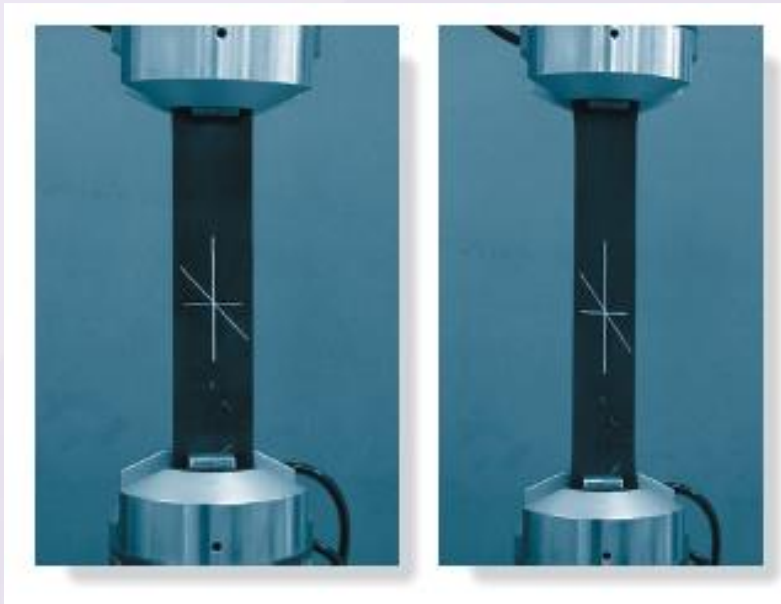
Capítulo 2

Deformação



Deformação

- Sempre que uma força é aplicada a um corpo, esta tende a mudar a forma e o tamanho dele.
- Essas mudanças são denominadas **deformações**.



Note as posições antes e depois de três segmentos de reta, onde o material está submetido à tensão.

Deformação normal

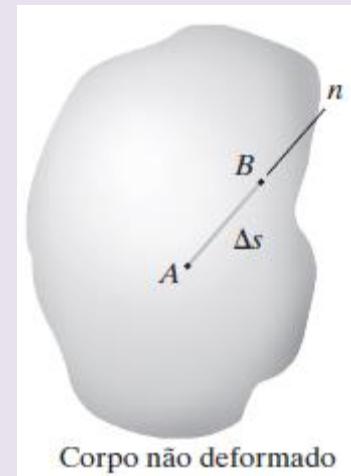
- O alongamento ou contração de um segmento de reta por unidade de comprimento é chamando denominado **deformação normal**.
- A deformação normal média é definida como

$$\varepsilon_{\text{méd}} = \frac{\Delta s' - \Delta s}{\Delta s}$$

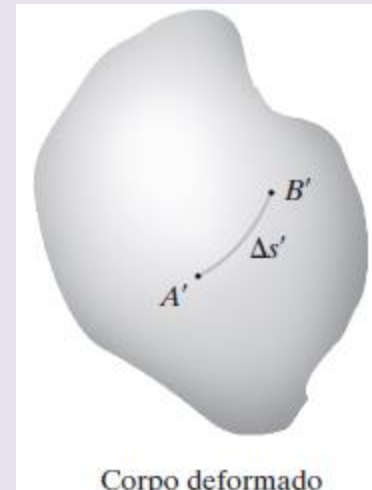
- Se a deformação normal for conhecida, então o comprimento final é

$$\Delta s' \approx (1 + \varepsilon)\Delta s$$

$+\varepsilon \rightarrow$ reta se alonga
 $-\varepsilon \rightarrow$ reta se contrai



Corpo não deformado



Corpo deformado

Unidades

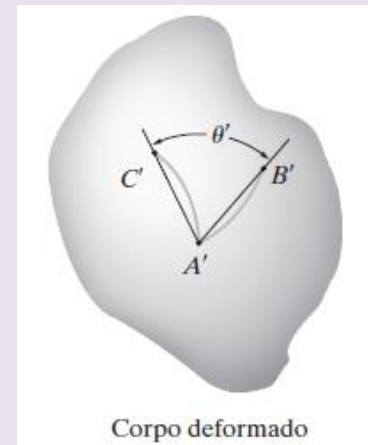
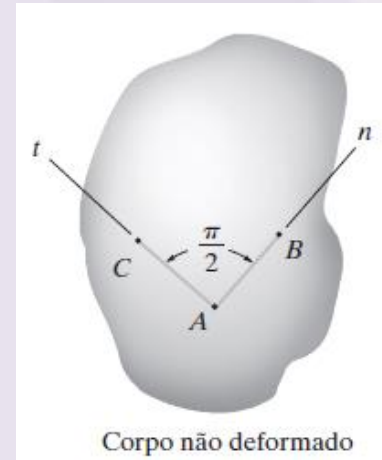
- A deformação normal é uma *quantidade adimensional*, visto que é uma razão entre dois comprimentos.

Deformação por cisalhamento

- A mudança que ocorre no ângulo entre dois segmentos de reta que eram *perpendiculares* um ao outro é denominada **deformação por cisalhamento**.

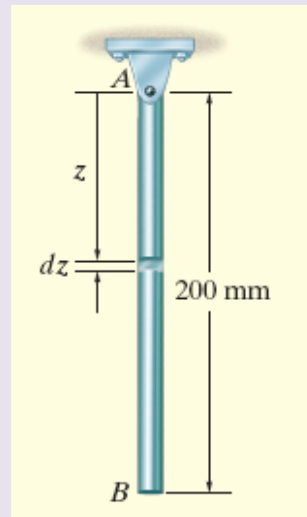
$$\gamma_{nt} = \frac{\pi}{2} - \lim_{\substack{B \rightarrow A \text{ ao longo de } n \\ C \rightarrow A \text{ ao longo de } t}} \theta'$$

- $\theta < 90^\circ \rightarrow$ Deformação por cisalhamento positiva
 $\theta > 90^\circ \rightarrow$ Deformação por cisalhamento negativa



Exemplo 2.1

A haste delgada cria uma deformação normal na haste de $\varepsilon_z = 40(10^{-3})z^{1/2}$, onde z é dado em metros. Determine (a) o deslocamento da extremidade B devido ao aumento de temperatura e (b) a deformação normal média na haste.



Solução:

Parte (a)

Visto que a deformação normal é dada em cada ponto ao longo da haste, terá um comprimento deformado de:

$$dz' = [1 + 40(10^{-3})z^{1/2}] dz$$

A soma total desses segmentos ao longo do eixo dá como resultado o *comprimento deformado* da haste, isto é:

$$z' = \int_0^{0,2} [1 + 40(10^{-3})z^{1/2}] dz = 0,20239\text{m}$$

Portanto, o deslocamento da extremidade da haste é:

$$\Delta_B = 0,20239 - 0,2 = 0,00239\text{m} = 2,39\text{mm} \downarrow \text{(Resposta)}$$

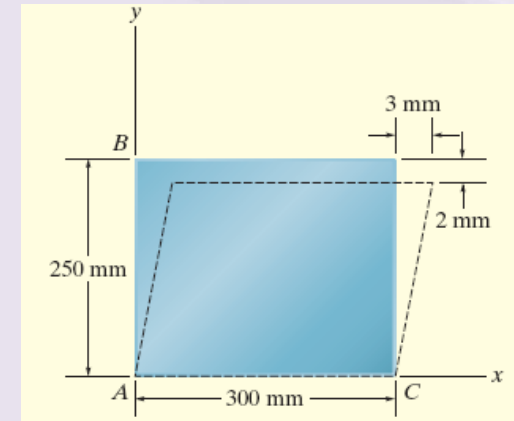
Parte (b)

Considerando que a haste tem um comprimento original de 200 mm e há uma mudança no comprimento de 2,39 mm,

$$\varepsilon_{\text{méd}} = \frac{\Delta s' - \Delta s}{\Delta s} = \frac{2,39}{200} = 0,0119 \text{ mm/mm (Resposta)}$$

Exemplo 2.3

Uma chapa é deformada até a forma representada pelas linhas tracejadas mostradas na figura ao lado. Se, nessa forma deformada, as retas horizontais na chapa permanecerem horizontais e seus comprimentos não mudarem, determine (a) a deformação normal ao longo do lado AB e (b) a deformação por cisalhamento média da chapa em relação aos eixos x e y .



Solução:

Parte (a)

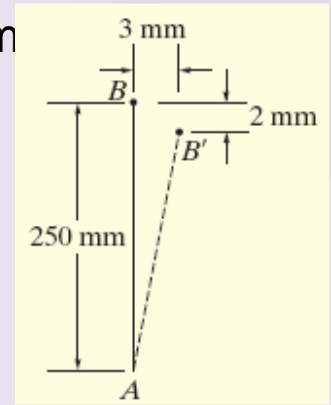
A reta AB , coincidente com o eixo y , torna-se a reta AB' após a deformação.

Logo, o comprimento da reta é:

$$AB' = \sqrt{(250 - 2)^2 + 3^2} = 248,018 \text{ mm}$$

Portanto, a deformação normal média para AB é:

$$(\varepsilon_{AB})_{\text{méd}} = \frac{AB' - AB}{AB} = \frac{248,018 - 250}{250} = -7,93(10^{-3}) \text{ mm/mm (Resposta)}$$

O sinal negativo indica que a deformação causa uma contração de AB .

Parte (b)

Como observado, o ângulo BAC entre os lados da chapa, em relação aos eixos x, y , que antes era 90° , muda para θ' devido ao deslocamento de B para B' .

Visto que $\gamma_{xy} = \frac{\pi}{2} - \theta'$, então γ_{xy} é o ângulo mostrado na figura. Assim,

$$\gamma_{xy} = \text{tg}^{-1}\left(\frac{3}{250-2}\right) = 0,0121\text{rad (Resposta)}$$

