Aulas 04

tensão e deformação

carregamento axial

ZEB 0566

Resistência dos Materiais

FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
FZEA USP

Prof. João Adriano Rossignolo

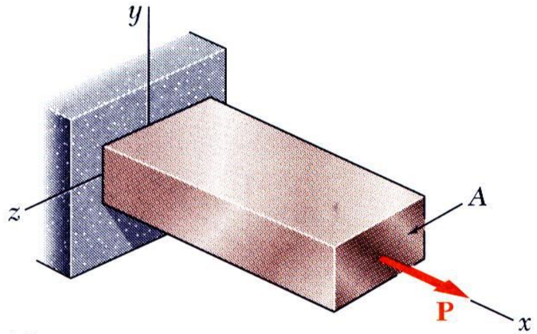
Prof. Holmer Savastano Júnior

tensão e deformação

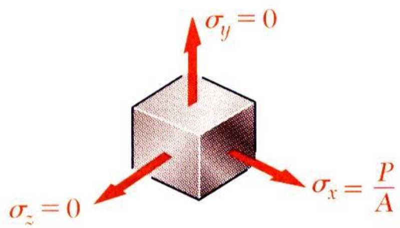
carregamento axial:

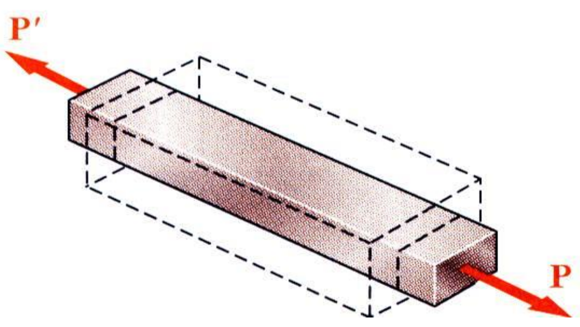
coeficiente de Poisson

Coeficiente de Poisson



(a)





- Para uma barra sujeita a carregamento axial:

$$\varepsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} \qquad \sigma_y = \sigma_z = 0$$

- O alongamento na direcção x é acompanhado da contração nas outras direções.
- Assumindo o material como isotrópico tem-se:

$$\varepsilon_y = \varepsilon_z \neq 0$$

- O coeficiente de Poisson é definido por:

$$\nu = \left| \frac{Extensão\ Transversal}{Extensão\ Longitudinal} \right| = -\frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_x} = -\frac{\varepsilon_z}{\varepsilon_x}$$

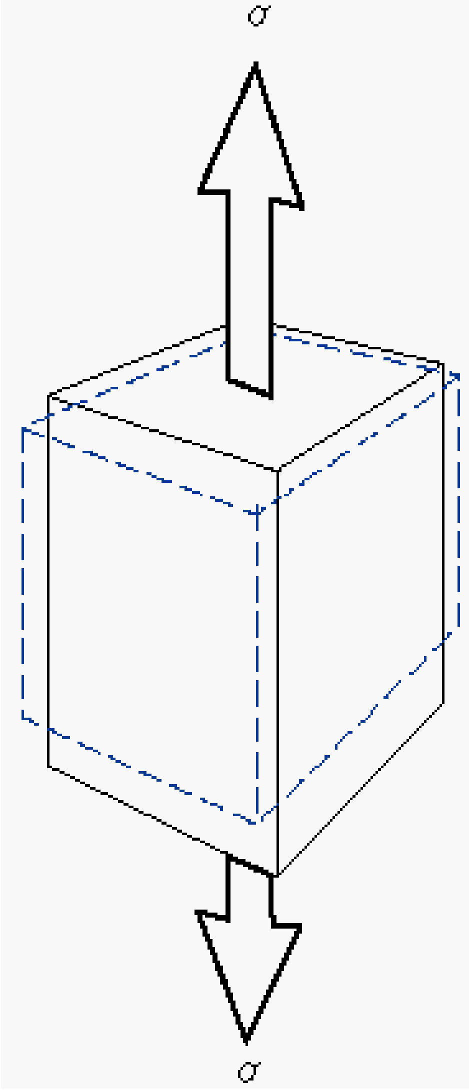
Coeficiente de Poisson

Material homogêneo: propriedades mecânicas independentes do ponto.

Material isotrópico: propriedades mecânicas independentes da direção

Deformação específica transversal: $\varepsilon z = \varepsilon y$

Os valores de $\boldsymbol{\nu}$ para diversos metais estão entre 0.25 e 0.35



Coeficiente de Poisson:

$$\nu = -\frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_x} = -\frac{\varepsilon_z}{\varepsilon_x}$$

$$\varepsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} \qquad \varepsilon_y = \varepsilon_z = \frac{\nu\sigma_x}{E}$$

EXEMPLO 2.7

Observa-se que uma barra de 500 mm de comprimento e 16 mm de diâmetro, feita de um material homogêneo e isotrópico, aumenta no tamanho em 300 μm, e diminui no diâmetro em 2,4 μm quando submetida a uma força axial de 12 kN. Determine o módulo de elasticidade e o coeficiente de Poisson do material.

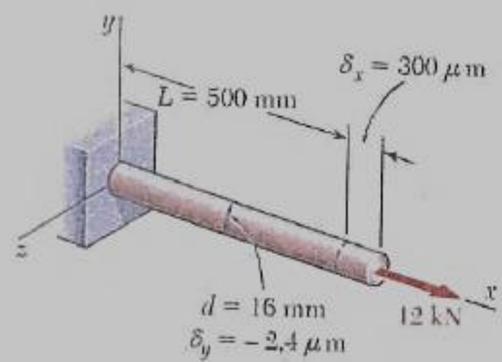


Fig. 2.41

A área da seção transversal da barra é

$$A = \pi r^2 = \pi(8 \times 10^{-3}\,\text{m})^2 = 201 \times 10^{-6}\,\text{m}^2$$

Escolhendo o eixo x ao longo do eixo da barra (Fig. 2.41), escrevemos

$$\sigma_x = \frac{P}{A} = \frac{12 \times 10^3\,\text{N}}{201 \times 10^{-6}\,\text{m}^2} = 59,7\ \text{MPa}$$

$$\epsilon_x = \frac{\delta_x}{L} = \frac{300\ \mu\text{m}}{500\ \text{mm}} = 600 \times 10^{-6}$$

$$\epsilon_y = \frac{\delta_y}{d} = \frac{-2,4\ \mu\text{m}}{16\ \text{mm}} = -150 \times 10^{-6}$$

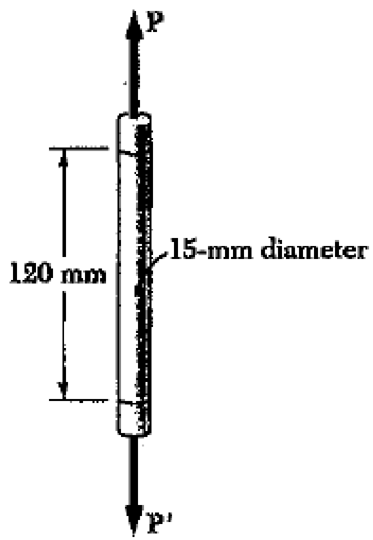
Da lei de Hooke, $\sigma_x = E\epsilon_x$, obtemos

$$E = \frac{\sigma_x}{\epsilon_x} = \frac{59,7\ \text{MPa}}{600 \times 10^{-6}} = 99,5\ \text{GPa}$$

e, da Equação (2.26),

$$\nu = -\frac{\epsilon_y}{\epsilon_x} = -\frac{-150 \times 10^{-6}}{600 \times 10^{-6}} = 0,25$$

PROBLEM 2.64



2.64 A standard tension test is used to determine the properties of an experimental plastic. The test specimen is a 15-mm-diameter rod and it is subjected to a 3.5 kN tensile force. Knowing that an elongation of 11 mm and a decrease in diameter of 0.62 mm are observed in a 120-mm gage length, determine the modulus of elasticity, the modulus of rigidity, and Poisson's ratio of the material.

SOLUTION

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4}(15)^2 = 176.715 \text{ mm}^2 = 176.715 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$P = 3.5 \times 10^3 \text{ N}$$

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{3.5 \times 10^3}{176.715 \times 10^{-6}} = 19.806 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$\varepsilon_x = \frac{\delta_x}{L} = \frac{11}{120} = 91.667 \times 10^{-3}$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_x} = \frac{19.806 \times 10^6}{91.667 \times 10^{-3}} = 216 \times 10^6 \text{ Pa} = 216 \text{ MPa}$$

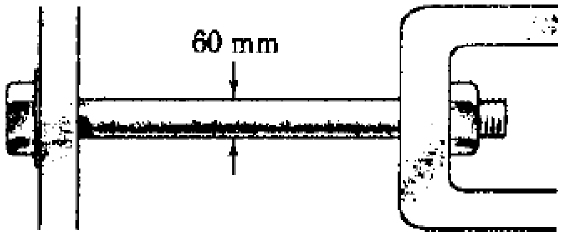
$$\delta_y = -0.62 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_y = \frac{\delta_y}{d} = -\frac{0.62}{15} = -41.333 \times 10^{-3}$$

$$\nu = -\frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_x} = \frac{41.333 \times 10^{-3}}{91.667 \times 10^{-3}} = 0.4509 \quad \blacktriangleleft$$

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} = \frac{216 \times 10^6}{2(1+0.4509)} = 74.5 \times 10^6 \text{ Pa} = 74.5 \text{ MPa} \quad \blacktriangleleft$$

PROBLEM 2.66



2.66 The change in diameter of a large steel bolt is carefully measured as the nut is tightened. Knowing that $E = 200$ GPa and $\nu = 0.29$, determine the internal force in the bolt, if the diameter is observed to decrease by 13 μm.

SOLUTION

$$\delta_y = -13 \times 10^{-6} \text{ m} \qquad d = 60 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\varepsilon_y = \frac{\delta_y}{d} = -\frac{13 \times 10^{-6}}{60 \times 10^{-3}} = -216.67 \times 10^{-6}$$

$$\nu = -\frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_x} \quad \therefore \quad \varepsilon_x = -\frac{\varepsilon_y}{\nu} = \frac{216.67 \times 10^{-6}}{0.29} = 747.13 \times 10^{-6}$$

$$\sigma_x = E\varepsilon_x = (200 \times 10^9)(747.13 \times 10^{-6}) = 149.43 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4}(60)^2 = 2.827 \times 10^3 \text{ mm}^2 = 2.827 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$F = \sigma_x A = (149.43 \times 10^6)(2.827 \times 10^{-3}) = 422 \times 10^3 \text{ N}$$

$$= 422 \text{ kN}$$