

SÓLIDOS

1 - Tensão e Deformação

Corpo elástico – é aquele que volta a sua forma original quando as forças deformantes são

removidas (ou deixam de atuar sobre o corpo). Os corpos em geral são elásticos se as forças

envolvidas estiverem abaixo de um certo máximo, denominado de limite elástico.

Definição de Tensão de tração (T)

Tensão = Força (F) / área da seção reta (A) (ver Figura 1).

Unidade de tensão = Newton (N) / Área (m²).

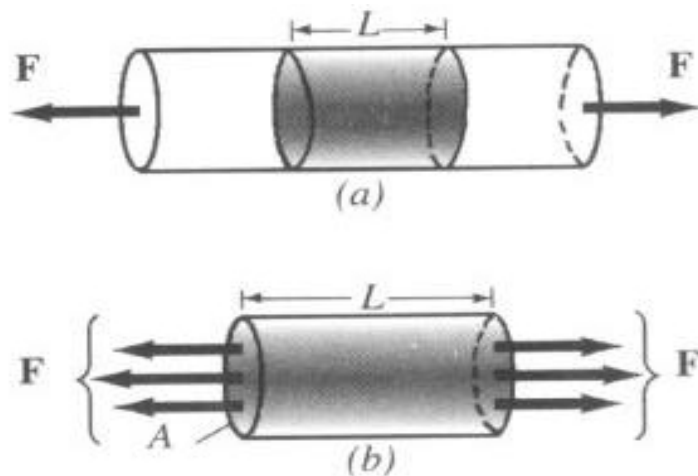


Fig. 1

Fig. 1 – (a) Barra sólida de seção reta A sujeita a uma força F. (b) Distribuição das forças sobre um elemento afastado das extremidades.

Um corpo tende a aumentar (tração) ou diminuir (compressão) seu comprimento quando está submetido a uma força. Seja ΔL a variação de seu comprimento, então:

Núcleo de Educação Distância

$$\text{Deformação } (D) = \Delta L/L \text{ (Parâmetro adimensional)} \quad (2)$$

$$\text{Módulo de Young } (Y) = T/D = (F/A)/\Delta L/L \quad (3)$$

O módulo de Young é uma característica de cada material. Ele representa a constante de proporcionalidade entre a tensão e a deformação de um corpo. Quando a relação entre a tensão e a deformação deixa de ser linear, esta constante não faz mais sentido, o corpo encontra-se numa situação em que ele já pode ter chegado ao limite elástico devido à tensão e pode até mesmo partir (ponto de ruptura). (ver Figura 2)

O Y do aço, e.g., é igual a 200 GN/m² (Tabela 1).

Normalmente Y tensão = Y compressão, porém, no concreto a resistência a tração é 8,5 vezes maior que a resistência a compressão.

TABELA 1 – Módulo de Young (Y) e Resistência à Tração e à Compressão*

Material	Y (GN/m ²)	Resistência à Tração (MN/m ²)	Resistência à Compressão (MN/m ²)
Alumínio	70	90	
Aço	200	520	520
Bronze	90	370	
Chumbo	16	12	
Cobre	110	230	
Ferro (forjado)	190	390	
Osso			
Tração	16	200	
Compressão	9		270
Concreto	23	2	17

Núcleo de Educação Distância

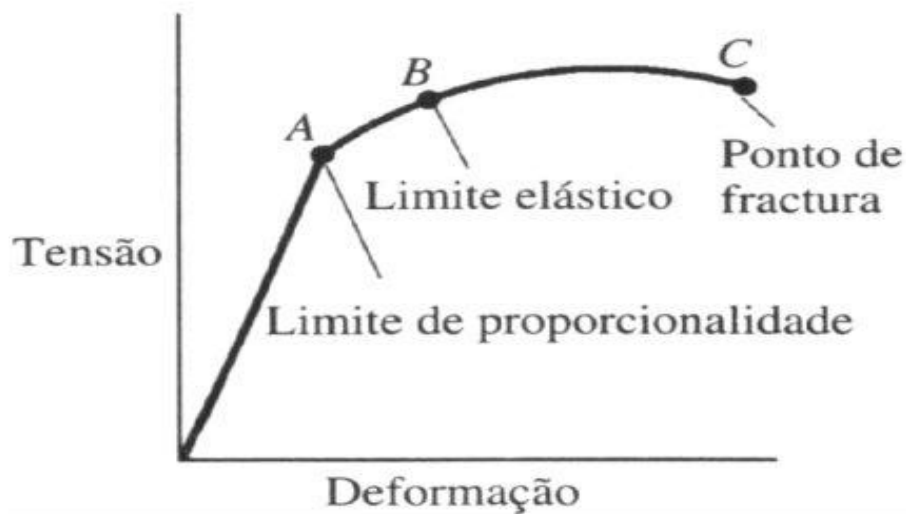


Fig.2

Fig. 2 – Gráfico de tensão x Deformação. Se a tensão ultrapassar o ponto B, a barra não retornará ao seu comprimento original se a força sobre ela for removida.

Veja um applet sobre o módulo de Young no seguinte site:

http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/solido/din_rotacion/viga/viga.htm

A Tensão de Cisalhamento é definida da seguinte maneira:

$$T_s = F_s/A \quad (4)$$

Onde F_s é a força exercida sobre uma superfície de área A , como mostra a Figura 3.

Deformação de Cisalhamento (D_s) = $\Delta X/L$

$$D_s = \Delta X/L = \text{tg } \Theta$$

Os parâmetros estão representados na Figura 3.

Núcleo de Educação

Distância

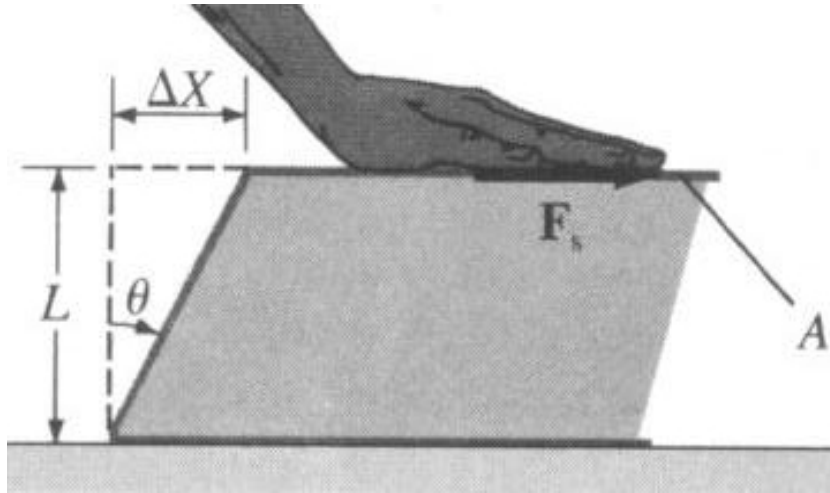


Fig. 3 – Aplicação da força horizontal F_s sobre o livro provoca um cisalhamento.

Módulo de Cisalhamento (M_s) = tensão de cisalhamento / deformação de cisalhamento.

$$M_s = (F_s/A) / \text{tg } \theta = T_s / D_s.$$

Lei de Hooke: Para tensões pequenas, D_s é uma função linear de T_s .

O módulo de cisalhamento também é conhecido como módulo de torção.

Exercício resolvido:

Um corpo de 500 kg é pendurado num cabo de aço com 3 m de comprimento e área da seção reta $0,15 \text{ cm}^2$. De quanto o cabo se alonga?

O alongamento do cabo se calcula pelo módulo de Young utilizando a equação (3):

$$Y = \frac{F/A}{\Delta L/L} \Rightarrow \Delta L = L \frac{F/A}{Y}$$

A força que atua sobre o cabo é o peso da carga de 500 kg:

$$F = mg = 500 \times 9,81 = 4,9 \times 10^3 \text{ N}$$

Convertendo a área em m^2 obtemos:

$$A = 0,15 \text{ cm}^2 = 1,5 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

Consultando a tabela 1 obtemos o módulo de Young para o aço:

Núcleo de Educação Distância

$$Y = 200 \text{ GN /m}^2 = 2 \times 10^{11} \text{ N /m}^2$$

Substituindo os valores na primeira equação obtemos:

$$\Delta L = 0,49 \text{ cm}$$



Núcleo de Educação Distância

Referências

MEDEIROS, Amauri Fragoso de. Disponível em: <http://aerolume.df.ufcg.edu.br/~afragoso/Solidos-2003-1.pdf>. Acesso em 02/08/2007.