

Mecânica dos Sólidos

Prof. Sergio Schneider

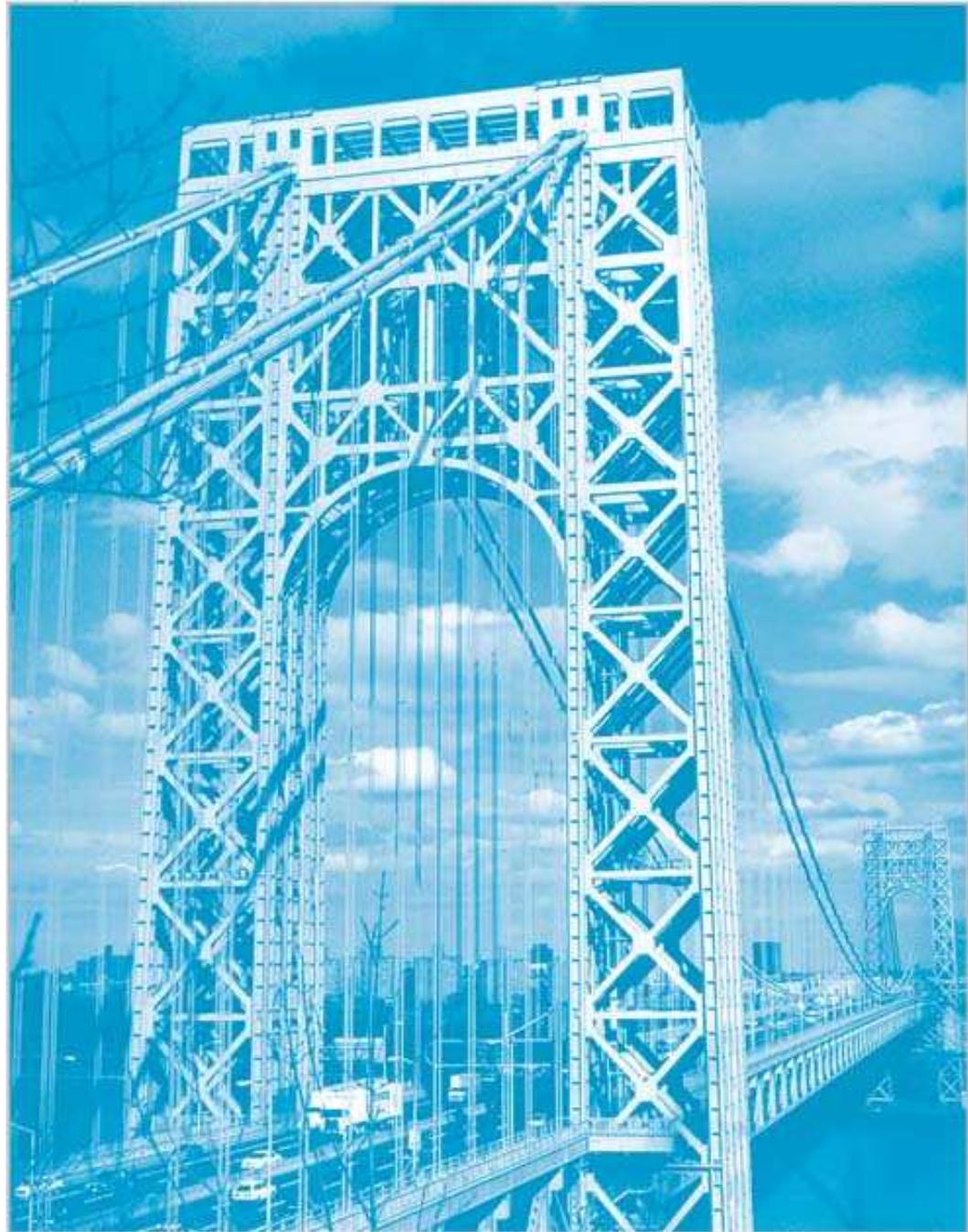
REFERÊNCIAS

- A.C. UGURAL. Mecânica dos Materiais. Rio de Janeiro LTC, 2009, 638p.
- J.M. GERE. Mecânica dos Materiais. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003, 698p.
- F.P. BEER, E.R. JOHNSTON, J.T. DeWOLF. Resistência dos Materiais. São Paulo: McGraw Hill. 4ª Ed., 2006, 758p.
- R.R. CRAIG, Jr. Mecânica dos Materiais. Rio de Janeiro LTC. 2ª Ed., 2003, 552p.
- R.C. HIBBELER. Resistência dos Materiais. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 5ª Ed., 2006, 670p.
- A.R. RAGAB, S.E. BAYOUMI. Engineering Solid Mechanics, Fundamentals and Applications. New York: CRC Press, 1999, 921p.
- T.A. PHILPOT, Mecânica dos Materiais: Um Sistema Integrado de Ensino. Rio de Janeiro LTC, segunda edição, 2013, 709p..
- A. HIGDON, E.H. OHLSEN, W.B. STILES, J.A. WEESE, W.F. RILEY. Mecânica dos Materiais. Rio de Janeiro: Guanabara Dois. 3ª Ed., 1981, 549p.

INTRODUÇÃO

Capítulo 1

Exemplos Práticos



Mecânica dos Materiais

- Um curso de estática trata do comportamento externo do corpo, ao passo que um curso de Mecânica dos Materiais trata do comportamento interno de corpos sólidos variavelmente carregado tais como: eixos, barras, vigas, placas, cascas, colunas, estruturas e máquinas que são construídas desses.
- Análises de Tensão e deformação, e as propriedades mecânicas são os principais aspectos do curso de Mecânica dos Sólidos.

Mecânica dos Materiais

- Trata-se de um tópico da engenharia que recebe os nomes de Mecânica dos Sólidos, Mecânica dos Corpos Deformáveis e Resistência dos Materiais.
- Este curso trata da relação entre o carregamento externo (forças e momentos) e forças interna e deformações ou deslocamentos induzidos no corpo.
- Tensões e deformações são quantidades fundamentais nessa abordagem.

Cronologia Histórica

- Leonardo da Vinci (1452 – 1519) e Galileo Galilei (1564–1642) investigaram o comportamento de barras sob carga.
- Robert Hooke (1615–1703) foi o primeiro a mostrar que um corpo é deformado se uma força atua nele.
- Sir Isaac Newton (1642–1727) desenvolveu o conceito da mecânica Newtoniana.
- Leonard Euler (1707–1783) apresentou a teoria matemática de colunas em 1744.
- Thomas Young (1773–1829) estabeleceu o coeficiente de elasticidade chamado módulo de Young (módulo de elasticidade).

Cronologia Histórica

- Coulomb, Poisson, Navier, St.Venant, Cauchy, e muitos outros cientistas e engenheiros foram responsáveis pelo desenvolvimento na Mecânica dos Materiais durante o século XIX.
- Nos anos subsequentes, Stephan P. Timoshenko (1878–1972) fez muitas contribuições originais no campo da Mecânica Aplicada, e escreveu muitos livros textos nessa área.

Princípios Básicos de Análises

1. Condições de Equilíbrio

- As equações de equilíbrio de forças da estática devem ser satisfeitas ao longo do membro estrutural.

2. Comportamento do Material

- A relação tensão-deformação ou força-deslocamento deve corresponder ao comportamento do material na qual o membro é feito.

3. Geometria da Deformação

- As condições de compatibilidade devem ser satisfeitas: isto é, cada porção do membro deformado deve estar adequado as porções adjacentes.

Condições de contorno são usadas nos métodos de análise..

CONDIÇÕES DE EQUILÍBRIO

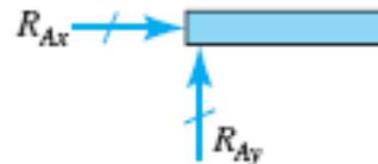
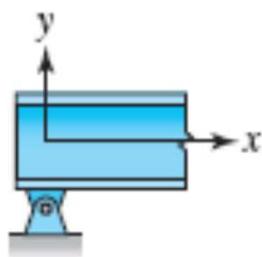
- Quando um sistema de forças atuam num corpo tem resultante zero, o corpo é dito estar em equilíbrio de forças.
- As equações de equilíbrio da estática requerem:
- $\sum F_x = 0$; $\sum F_y = 0$, and $\sum F_z = 0$
- $\sum M_x = 0$; $\sum M_y = 0$, and $\sum M_z = 0$
- Em outras palavras, para um corpo estar em equilíbrio estático, a soma das forças que atuam no corpo em qualquer direção é zero e a soma de todos os momentos em torno de qualquer eixo também é zero.

Reações nos suportes e aplicações de equilíbrio no plano

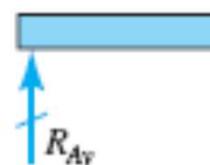
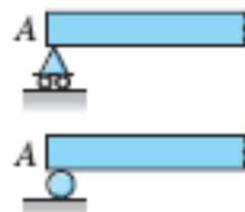
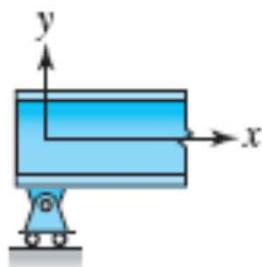
Type of Support or Connection

Reaction*

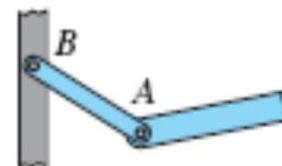
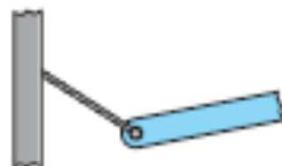
1. Hinge or pin



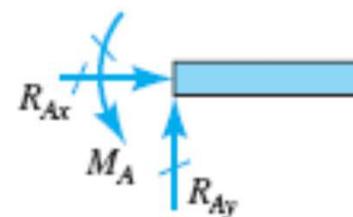
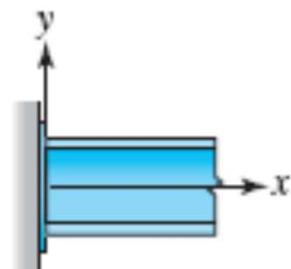
2. Roller



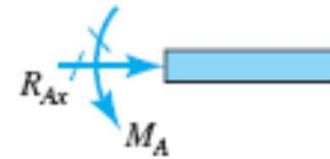
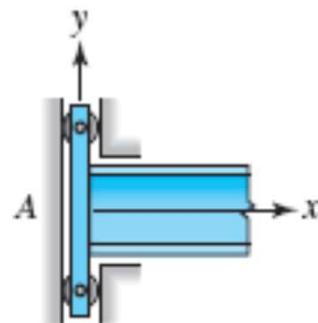
3. Cable or link



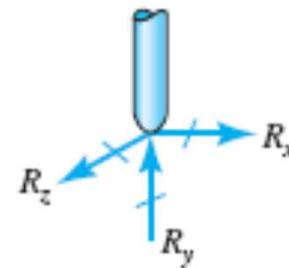
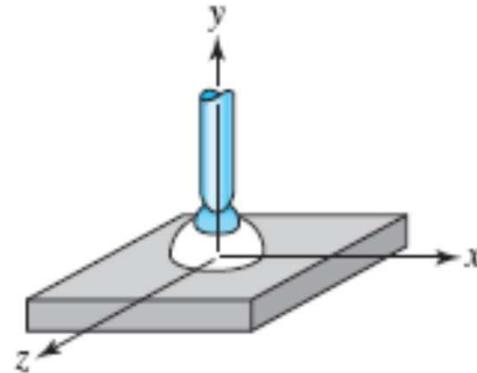
4. Fixed or clamped



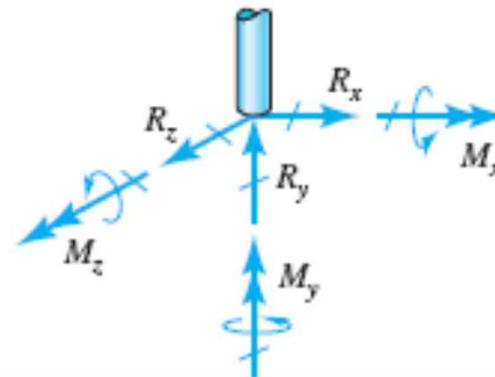
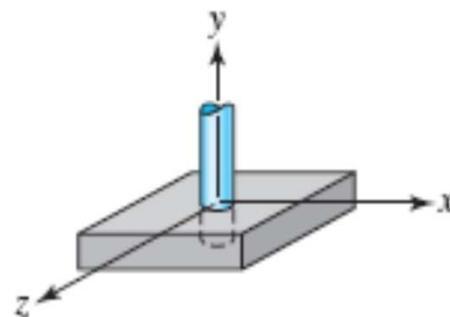
5. Guided



6. Ball and socket (nonplanar)



7. Fixed (nonplanar)



*Usually the reaction will be identified in this text with a *slash* drawn through its vector as shown.

Diagramas de Corpo Livre

1. Selecione o corpo livre a ser utilizado.
2. Destaque este corpo de seus apoios e separe-o de quaisquer outros corpos. (se forças internas resultantes são achadas, use o método das seções).
3. Mostre no esquema todas as forças externas atuantes no corpo. A localização, a magnitude, a direção de cada força devem ser orientadas no desenho.
4. Dê nomes aos pontos significativos e indique dimensões. Entretanto, qualquer outro detalhe deve ser omitido.

RESULTANTES DE FORÇAS INTERNAS

1. Isole o corpo. Esquematize o corpo isolado e mostre todas as forças externas atuando nele: desenhe o diagrama de corpo livre.
2. Aplique as equações de equilíbrio para o diagrama para determinar a força externa desconhecida.
3. Corte o corpo numa seção de interesse por um plano imaginário, isolando um dos segmentos e repita o segundo passo para aquele segmento. Se o corpo todo está em equilíbrio, qualquer parte deve estar em equilíbrio.

Sumário:

Cargas externas ou forças são balanceadas por cargas internas ou forças.

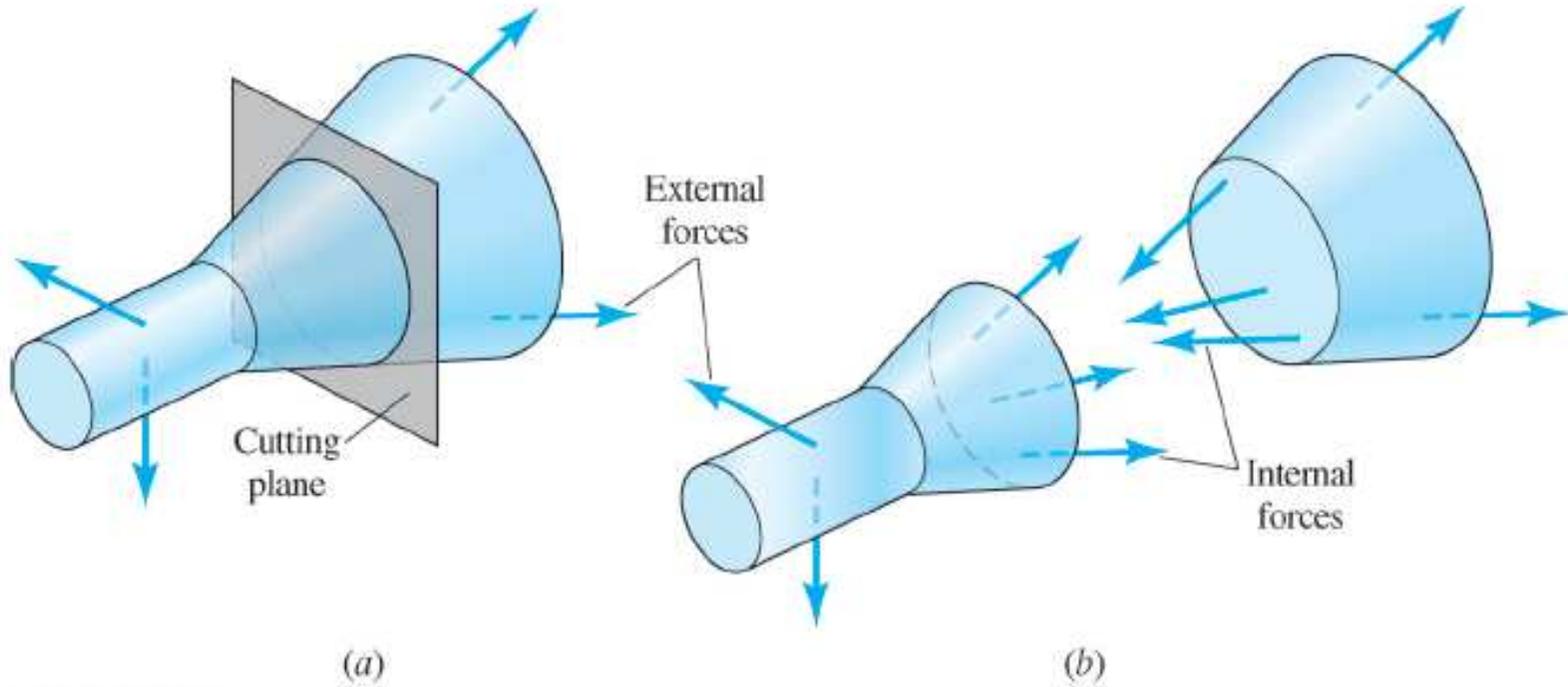
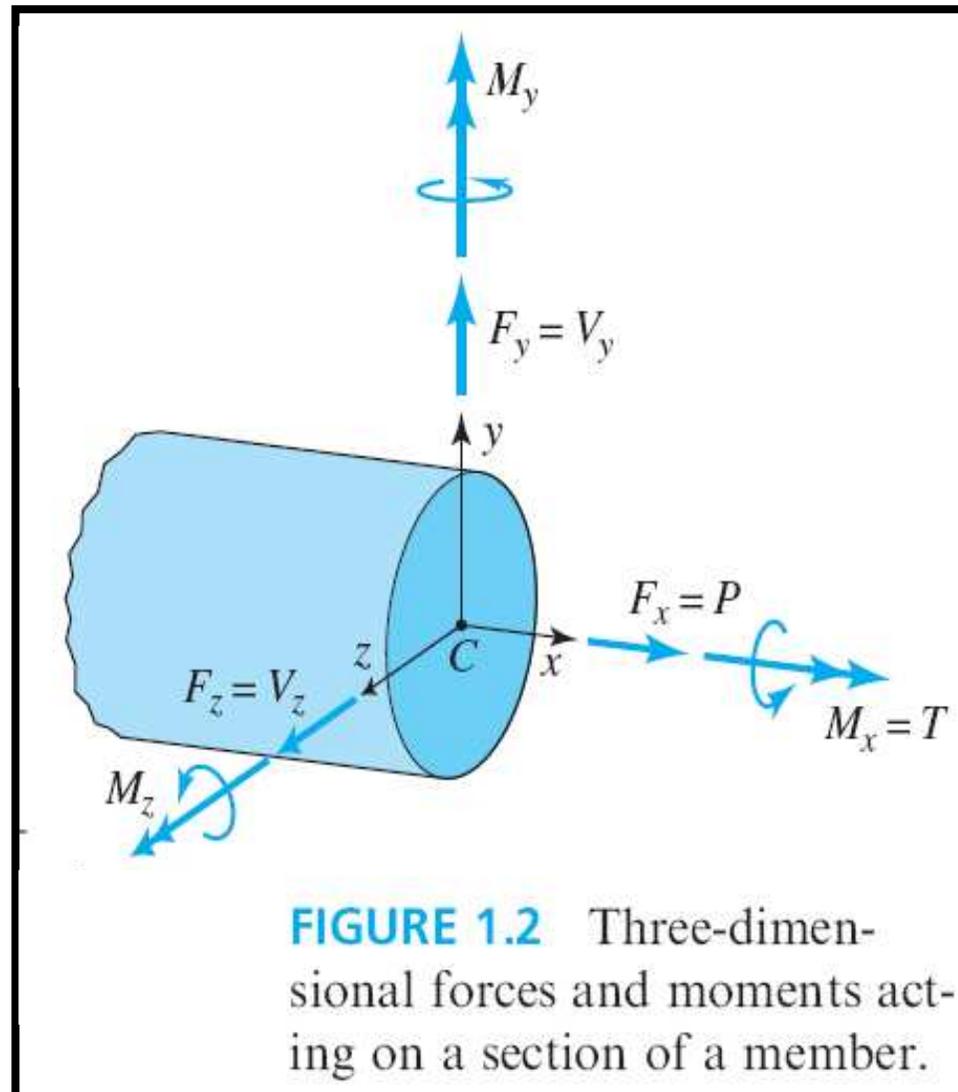


FIGURE 1.1 Method of sections: (a) body acted on by external forces; (b) internal forces acting on a plane.

Componentes de forças internas



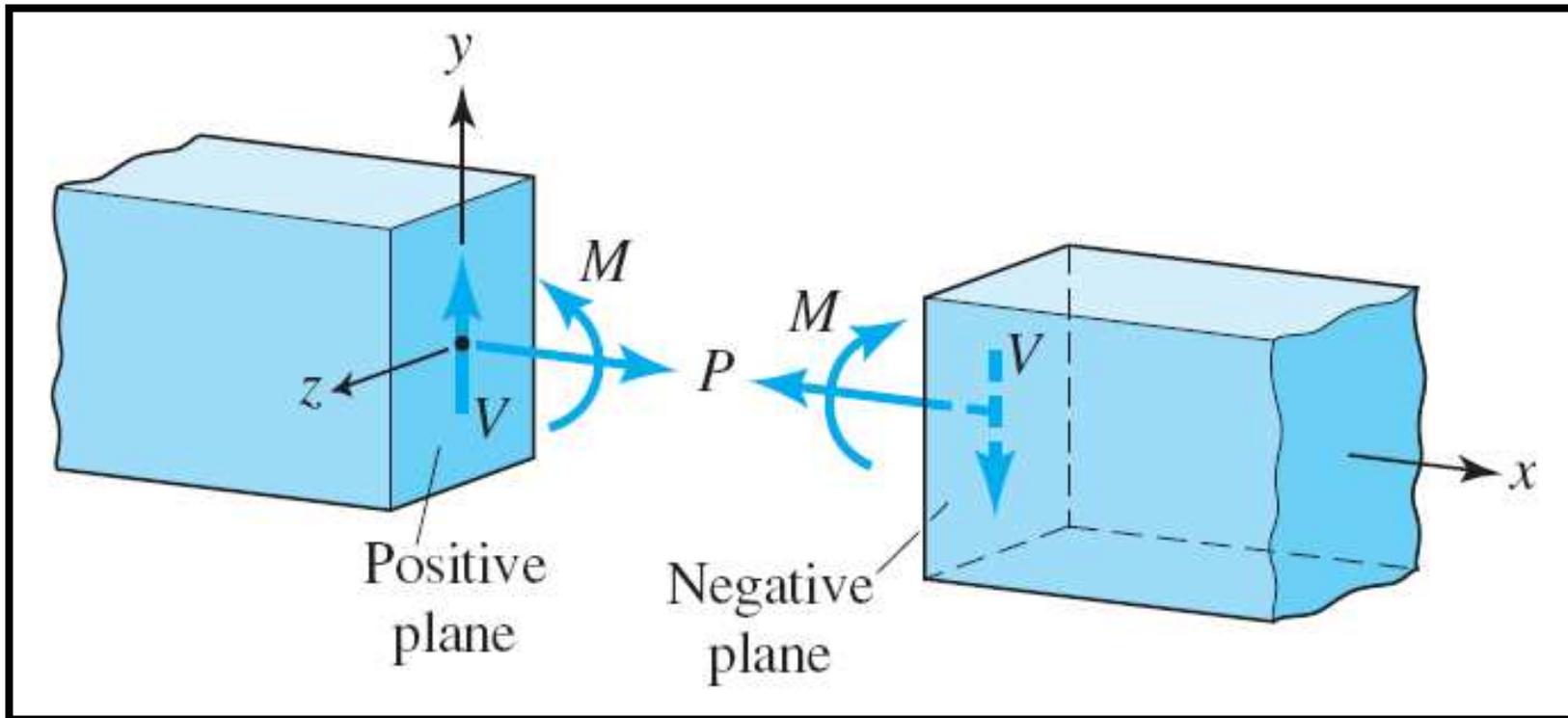


FIGURE 1.3 Force and moment components in two dimensions.

Unidades

TABLE 1.2 Basic Units

Quantity	SI Unit	
	Name	Symbol
Length	meter	m
Force*	newton	N*
Time	second	s
Mass	kilogram	kg
Temperature	degree Celsius	°C

*Derived unit (kg m/s^2).

Unidades

Quantity	U.S. Unit	
	Name	Symbol
Length	foot	ft
Force*	pound force	lb
Time	second	s
Mass	slug	lb·s ² /ft
Temperature	degree Fahrenheit	°F

Aplicação para Estruturas Simples

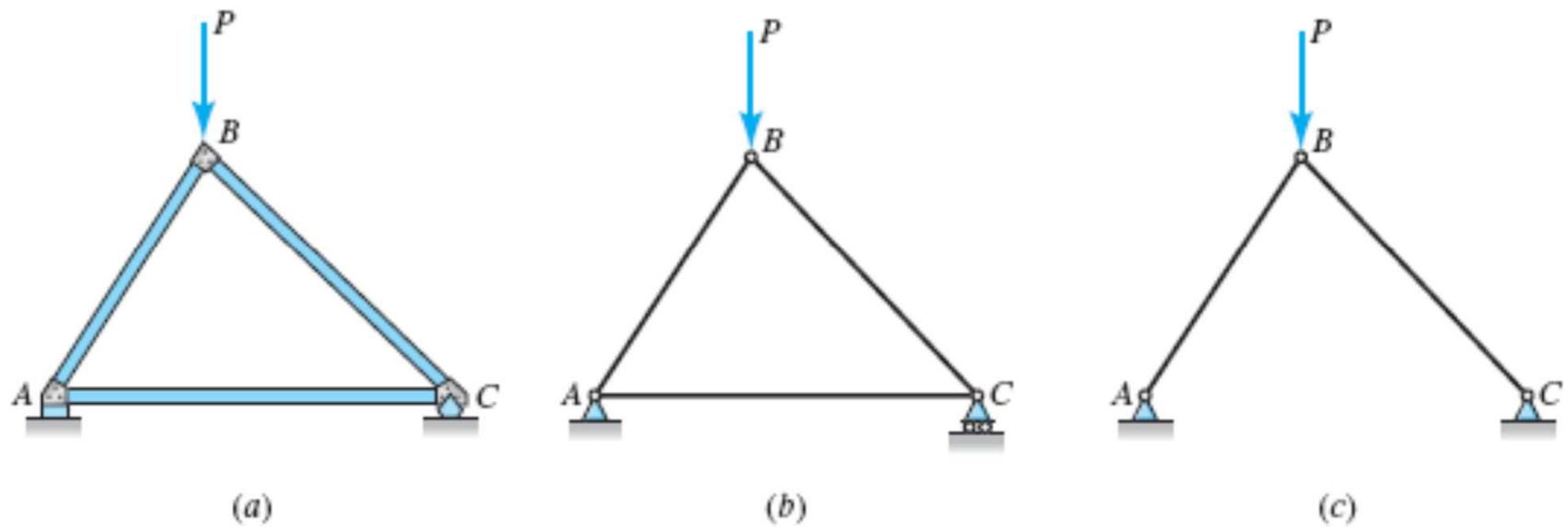


FIGURE 1.4 Basic truss with a load at joint B : (a) triangular and (b) its idealized model; (c) two-bar.

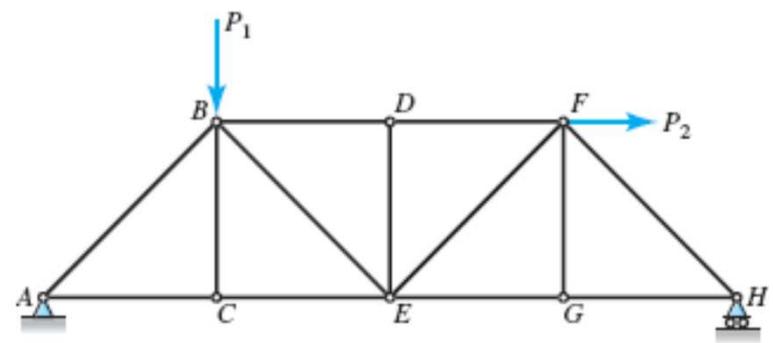
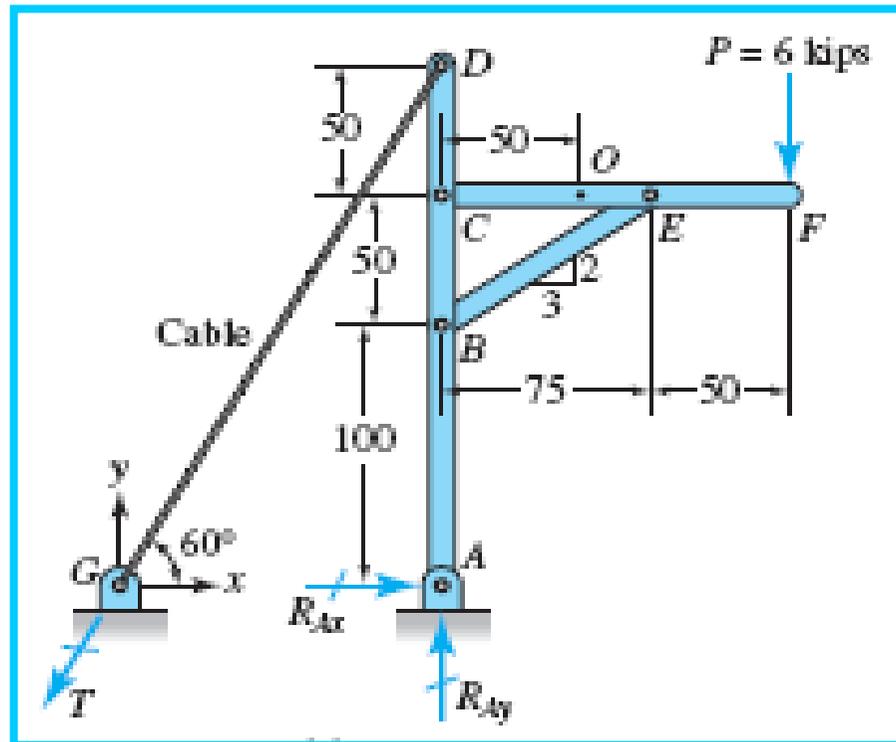


FIGURE 1.5 Plane truss subjected to loads at joints B and F .

Uma estrutura constituída por duas vigas **ABCD** e **CEF**, e uma barra **BE**, conectadas por pinos, suporta uma carga vertical **P = 6 kips** no ponto **F**, ela é suportada por um pino em **A** e um cabo **DG**. As dimensões estão em polegada. Determine:

- As componentes de forças atuantes nos nós (juntas) **B**, **C** e **E**;
- As resultantes das força interna e do momento atuantes na seção transversal no ponto **O**.



SOLUTION: See Fig. 1.6 and Table 1.1.

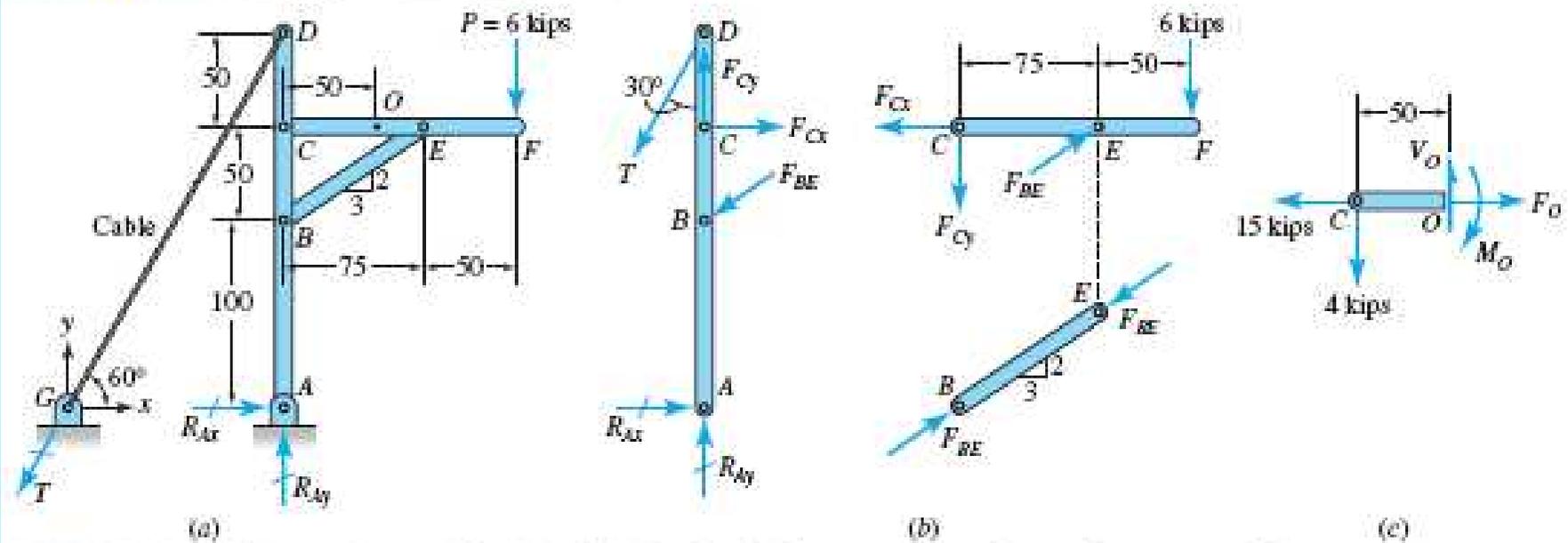
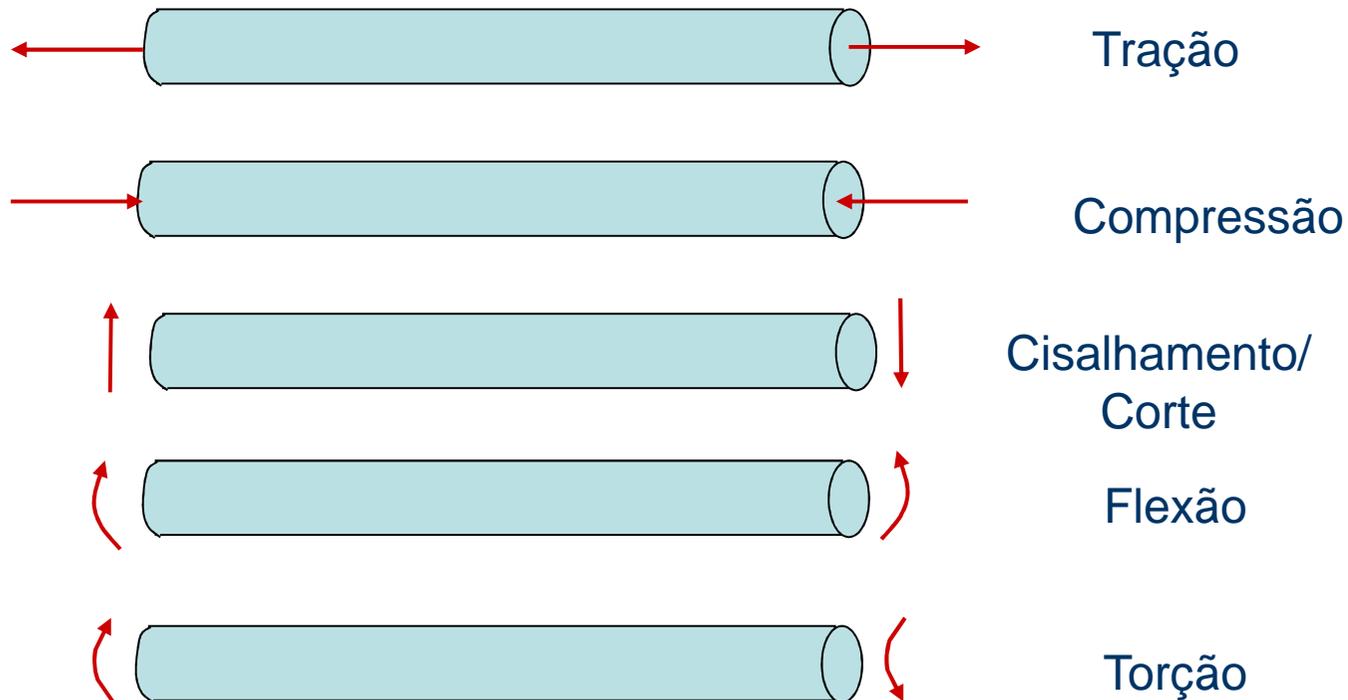


FIGURE 1.6 (a) Structural assembly; (b and c) free-body diagrams of members and part CO of beam CEF.

Esforços Internos

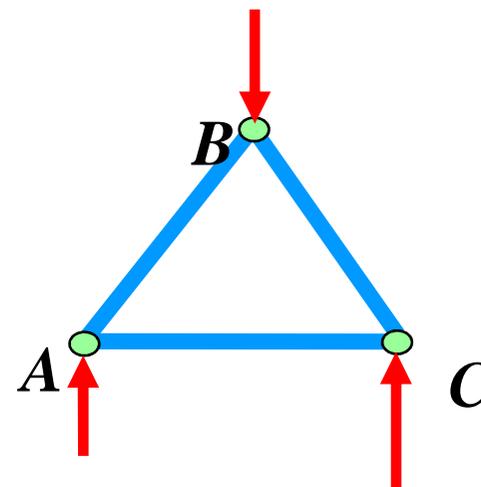
As solicitações aplicáveis a um corpo podem ser classificadas em solicitações simples ou compostas. Nas primeiras incluem-se os esforços do tipo *tração*, *compressão*, *corte*, *torção* e *flexão* que produzem esforços unidimensionais. A área das solicitações compostas é formada por combinação de esforços simples e conduzem a estados de tensão duplos ou triplos.



Análise de Estruturas - Treliças



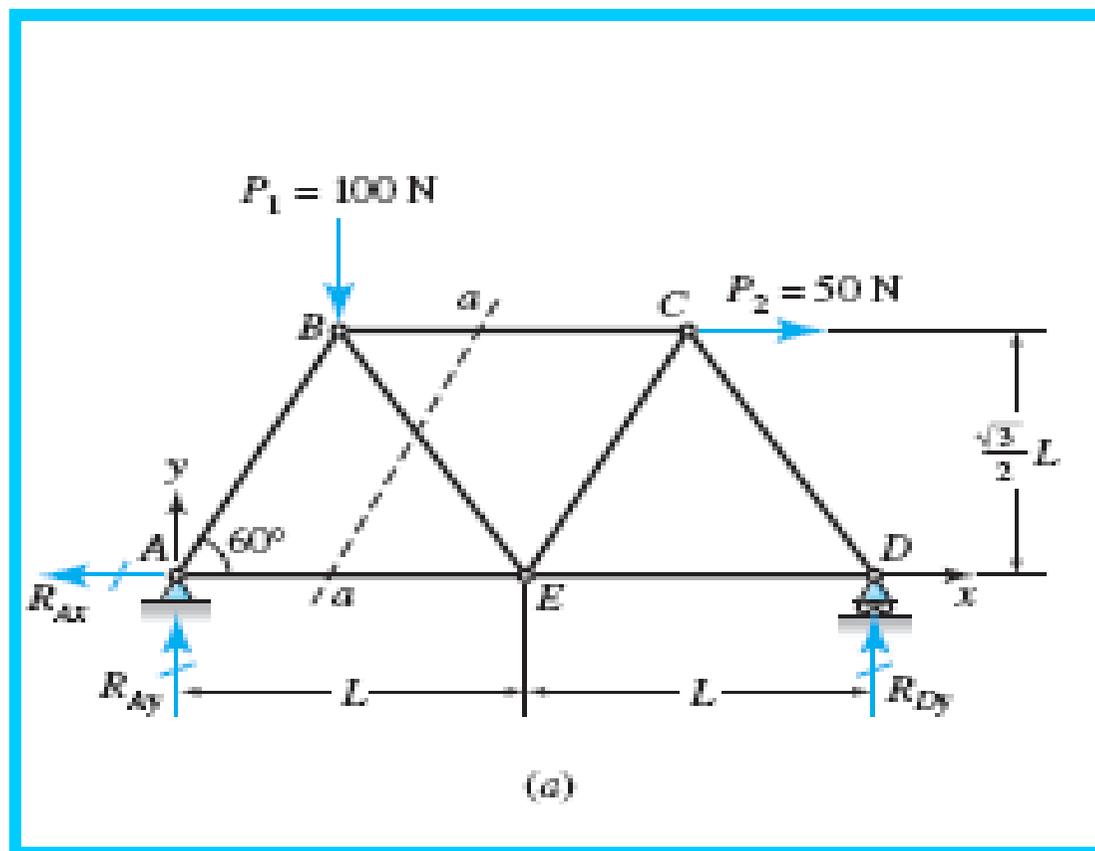
- Uma treliça é uma estrutura composta por elementos retos unidos em nós, localizados nas extremidades de cada elemento.
- Os elementos são delgados e incapazes de suportar cargas transversais.
- Todas as cargas devem ser aplicadas nas junções.
- Uma treliça deve ser assumida como uma estrutura composta por nós e elementos sujeitos a duas forças.
- Uma treliça *rígida* não deve sofrer grandes deformações ou entrar em colapso sob ação de pequenas cargas.
- Uma treliça triangular composta por três elementos e três nós pode ser considerada uma treliça *rígida*.

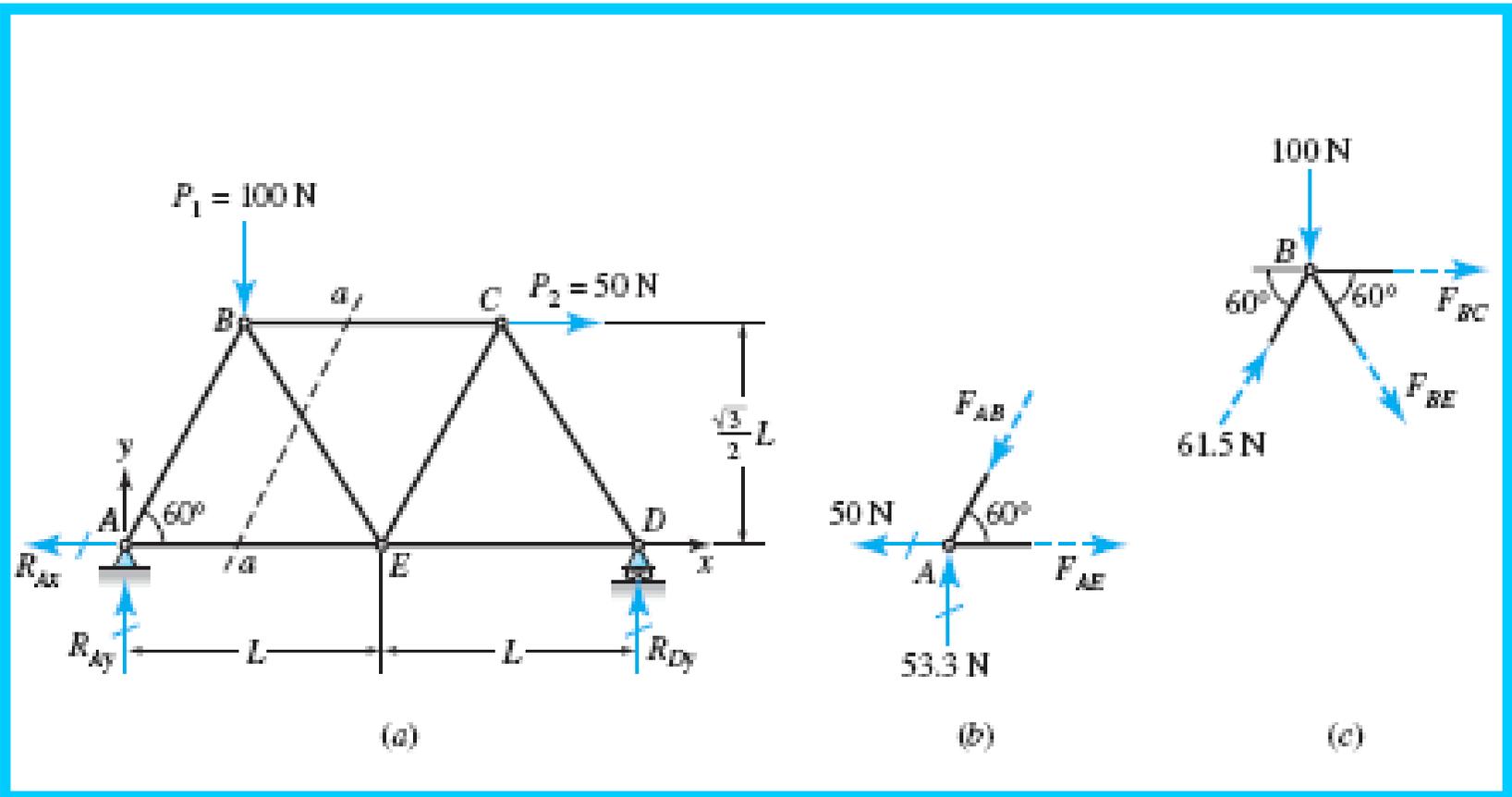


Forças Atuantes nos Elementos de uma Treliça

A treliça mostrada abaixo é construída a partir de sete barras, cada uma comprimento L . As cargas $P_1 = 100\text{ N}$ e $P_2 = 50\text{ N}$ atuam nas juntas B e C , respectivamente. Determine:

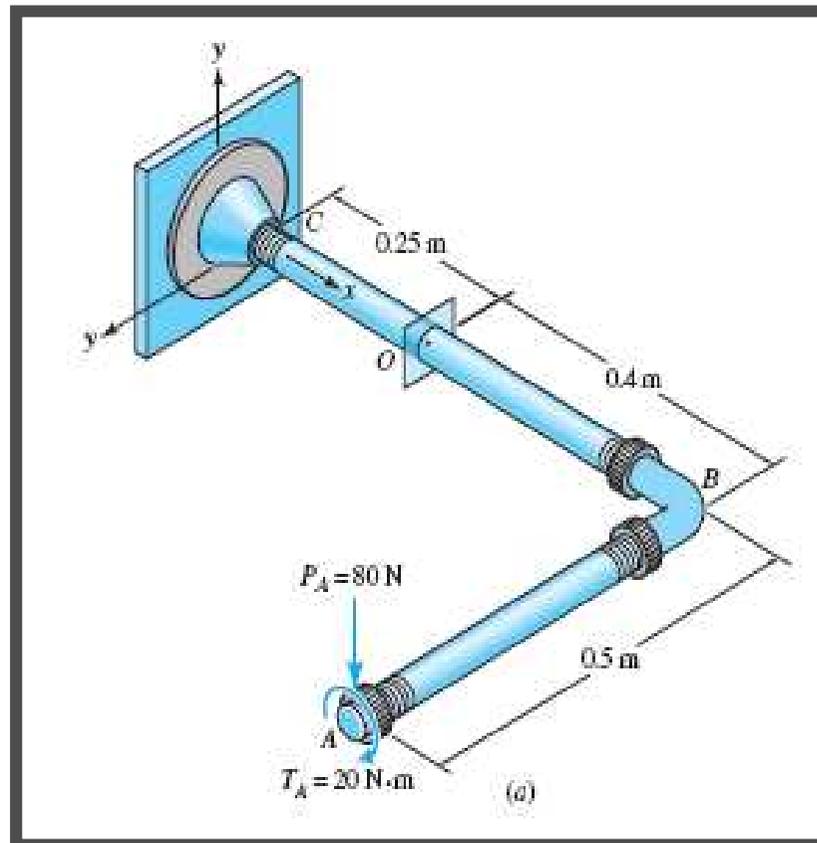
a) As forças axiais F_{AB} , F_{AE} , F_{BE} , F_{BC}





Resultante das forças internas na seção de uma estrutura tubular

Uma estrutura tubular tridimensional em L, consiste em dois tubos perpendiculares AB e BC conectados por um joelho em B, é aparafusada a um suporte rígido em C. A estrutura suporta uma carga vertical $P_A = 80 \text{ N}$ e um torque $T_A = 20 \text{ N}\cdot\text{m}$ em A, bem como seu próprio peso. Os tubos são de aço e possuem um diâmetro nominal de 50 mm. Determine a força axial, as forças de cisalhamento e os momentos atuantes na seção transversal em O. Dado: a massa do tubo de 50 mm é de 2,45 kg/m.



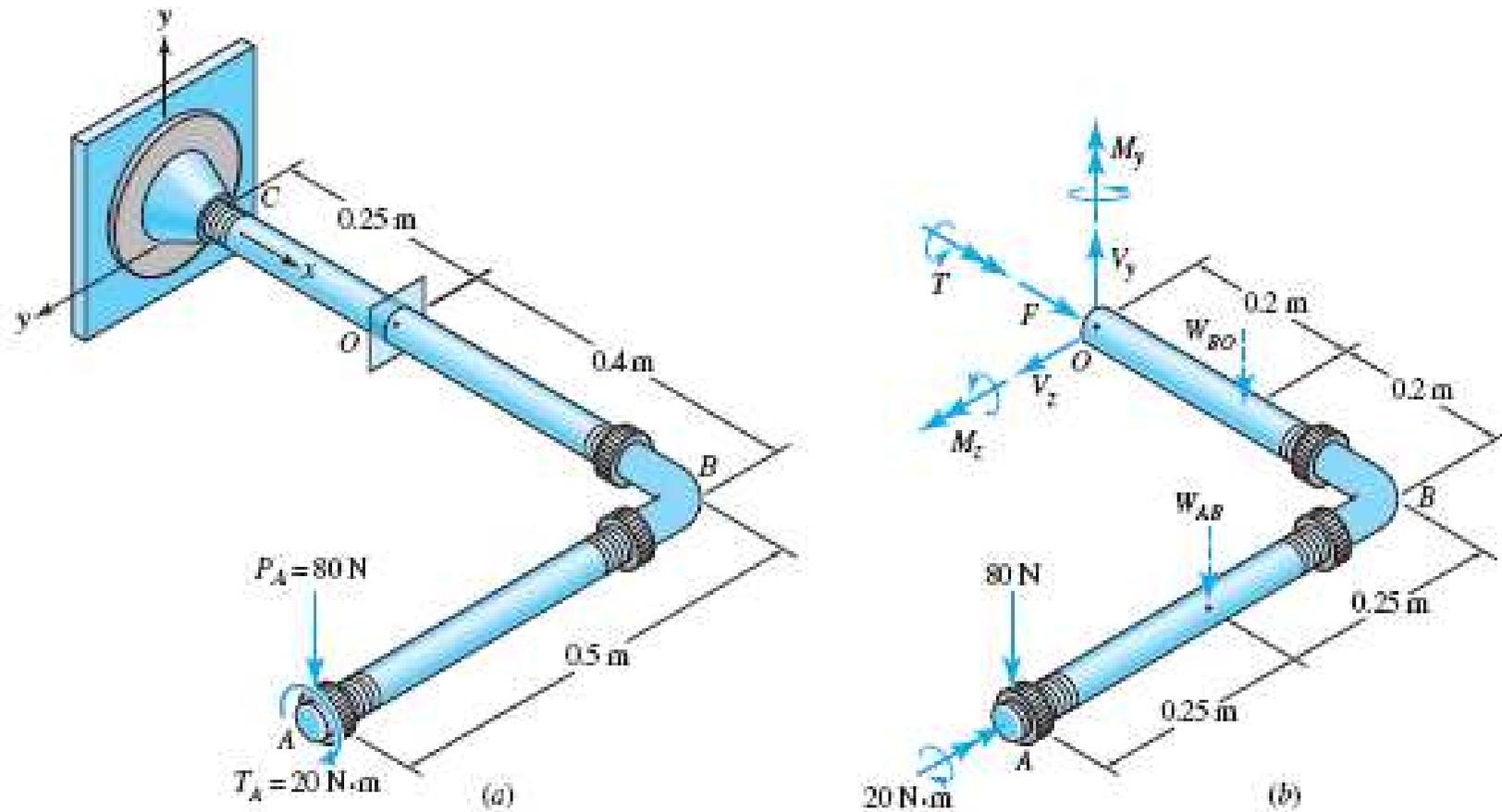


FIGURE 1.9 (a) Pipe assembly; (b) free-body diagram of part *ABO*.