



Mecânica I – PME3100

Aulas 3 e 4

Capítulo 4 – Estática dos Sistemas: Estática dos Sólidos



<u>Capítulo 4</u> 4.1 Introdução	4.2 Postulados ...	4.3 Condições ...	4.4 Vínculos 4.4.1 Vínculos ... 4.4.2 Principais ...	4.5 Introdução ... 4.5.1 Sistemas planos 4.5.2 Sistemas Isostáticos ... 4.5.3 Casos importantes ... 4.5.4 Treliças 4.5.5 Sistemas ...
-------------------------------------	--------------------	-------------------	--	--

4.1 Introdução

Estática: parte da Mecânica que estuda o equilíbrio dos corpos materiais (rígidos).

Nomenclatura desta disciplina: **corpos rígidos = sólidos**

Ponto material: corpo cujas dimensões são desprezíveis em face às observações feitas sobre ele.



<u>Capítulo 4</u>				
4.1 Introdução	4.2 Postulados ...	4.3 Condições ...	4.4 Vínculos 4.4.1 Vínculos ... 4.4.2 Principais ...	4.5 Introdução ... 4.5.1 Sistemas planos 4.5.2 Sistemas Isostáticos ... 4.5.3 Casos importantes ... 4.5.4 Treliças 4.5.5 Sistemas ...

4.2 Postulados da Estática – Forças externas e internas

Postulado 1: ponto material em equilíbrio $\Rightarrow$ resultante das forças que atua nele é nula.

Postulado 2: Princípio da Ação e Reação $\Rightarrow$ Forças diretamente opostas atuando em corpos distintos.

Forças externas e internas:

- externas $\Rightarrow$ provêm de corpos não pertencentes ao sistema
- internas $\Rightarrow$ entre corpos do sistema ou entre partes de um mesmo corpo

**Capítulo 4**

4.1 Introdução

4.2 Postulados ...

4.3 Condições ...

4.4 Vínculos

4.4.1 Vínculos ...

4.4.2 Principais ...

4.5 Introdução ...

4.5.1 Sistemas planos

4.5.2 Sistemas Isostáticos ...

4.5.3 Casos importantes ...

4.5.4 Treliças

4.5.5 Sistemas ...

4.3 Condições necessárias ao equilíbrio

corpo rígido é considerado um conjunto de pontos materiais

Seja M um sistema material em equilíbrio $\Rightarrow$ todos os seus pontos estão em equilíbrio

Teorema: Se um sistema material M está em equilíbrio, o sistema de forças externas a M é equivalente a zero (1º caso de redução de sistemas de forças)

$$\bar{R} = \bar{0}$$

$$\bar{M}_O = \bar{0}$$



<u>Capítulo 4</u>				
4.1 Introdução	4.2 Postulados ...	4.3 Condições ...	4.4 Vínculos	4.5 Introdução ...
			4.4.1 Vínculos ...	4.5.1 Sistemas planos
			4.4.2 Principais ...	4.5.2 Sistemas Isostáticos ...
				4.5.3 Casos importantes ...
				4.5.4 Treliças
				4.5.5 Sistemas ...

4.4 Vínculos

Vincular $\Rightarrow$ limitar o deslocamento ou retirar um grau de liberdade (GDL).

Os vínculos exercem forças externas ao limitar os deslocamentos dos corpos. Essas forças de contato são chamadas reações vinculares, forças reativas ou simplesmente **reações**.

**Capítulo 4****4.1 Introdução****4.2 Postulados ...****4.3 Condições ...****4.4 Vínculos****4.4.1 Vínculos ...****4.4.2 Principais ...****4.5 Introdução ...****4.5.1 Sistemas planos****4.5.2 Sistemas Isostáticos ...****4.5.3 Casos importantes ...****4.5.4 Treliças****4.5.5 Sistemas ...****4.4.1 Vínculos sem e com atrito**

$$\bar{R} = N\bar{n} + T\bar{t}$$

Fonte: França, L. N. F. e Matsumura, A. Z. 2011, *Mecânica Geral*,
3ª edição, Editora Edgard Blücher Ltda.

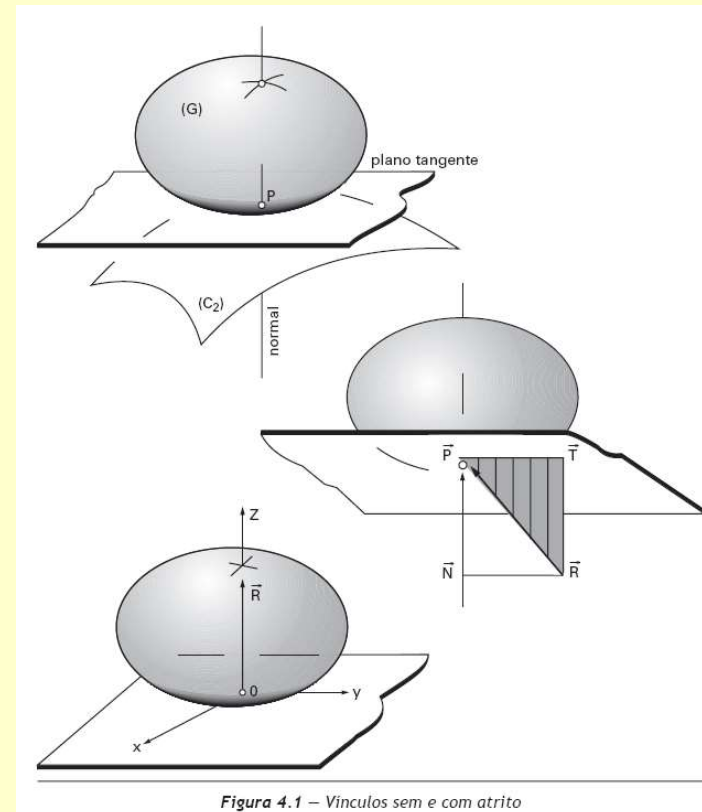


Figura 4.1 – Vínculos sem e com atrito

**Capítulo 4****4.1 Introdução****4.2 Postulados ...****4.3 Condições ...****4.4 Vínculos****4.4.1 Vínculos ...****4.4.2 Principais ...****4.5 Introdução ...**

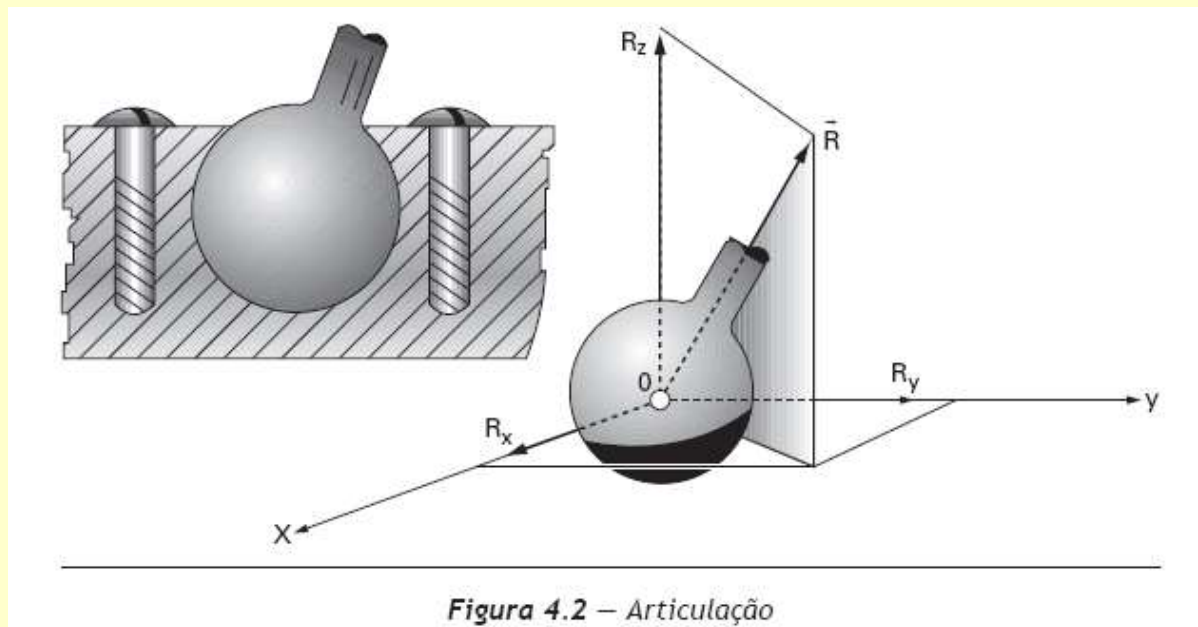
4.5.1 Sistemas planos

4.5.2 Sistemas Isostáticos ...

4.5.3 Casos importantes ...

4.5.4 Treliças

4.5.5 Sistemas ...

4.4.2 Principais tipos de vínculos, sem atrito, de um sólido**Articulação****Figura 4.2 – Articulação**

**Capítulo 4****4.1 Introdução****4.2 Postulados ...****4.3 Condições ...****4.4 Vínculos****4.4.1 Vínculos ...****4.4.2 Principais ...****4.5 Introdução ...****4.5.1 Sistemas planos****4.5.2 Sistemas Isostáticos ...****4.5.3 Casos importantes ...****4.5.4 Treliças****4.5.5 Sistemas ...**

Articulação

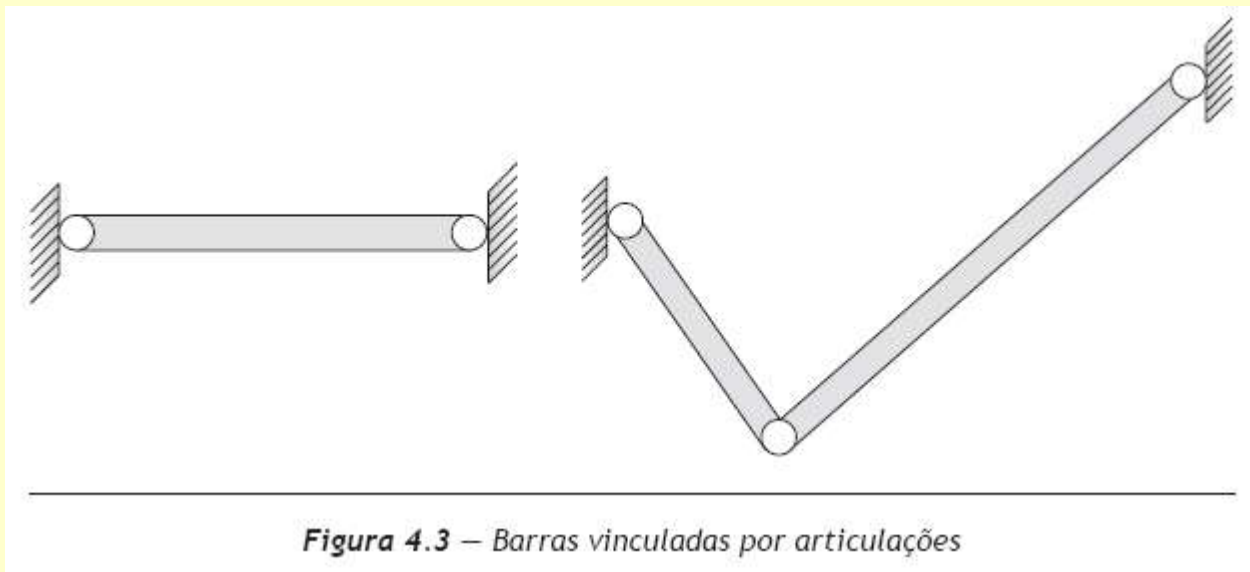


Figura 4.3 – Barras vinculadas por articulações



Capítulo 4

4.1 Introdução

4.2 Postulados ...

4.3 Condições ...

4.4 Vínculos

4.4.1 Vínculos ...

4.4.2 Principais ...

4.5 Introdução ...

4.5.1 Sistemas planos

4.5.2 Sistemas Isostáticos ...

4.5.3 Casos importantes ...

4.5.4 Treliças

4.5.5 Sistemas ...

Anel

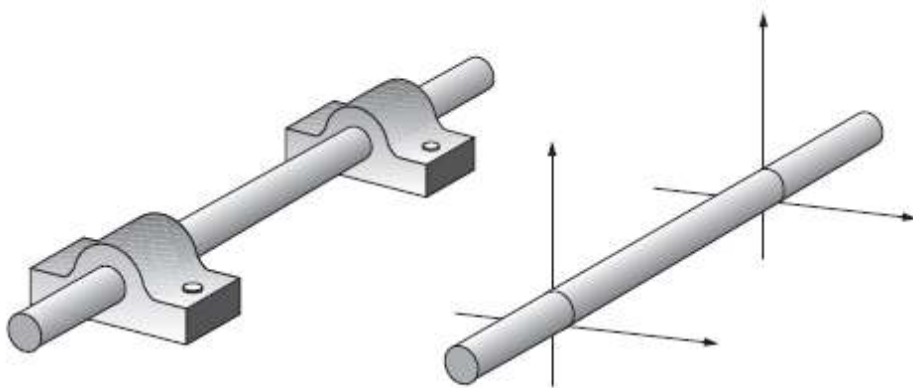


Figura 4.4 – Barras vinculadas por anéis

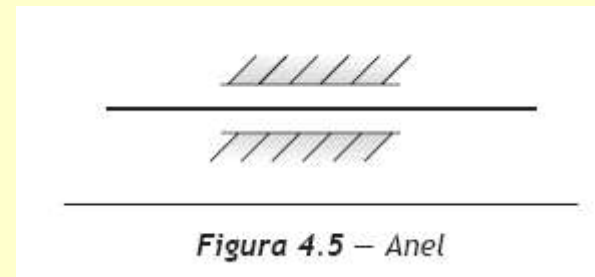


Figura 4.5 – Anel

**Capítulo 4**

4.1 Introdução

4.2 Postulados ...

4.3 Condições ...

4.4 Vínculos

4.4.1 Vínculos ...

4.4.2 Principais ...

4.5 Introdução ...

4.5.1 Sistemas planos

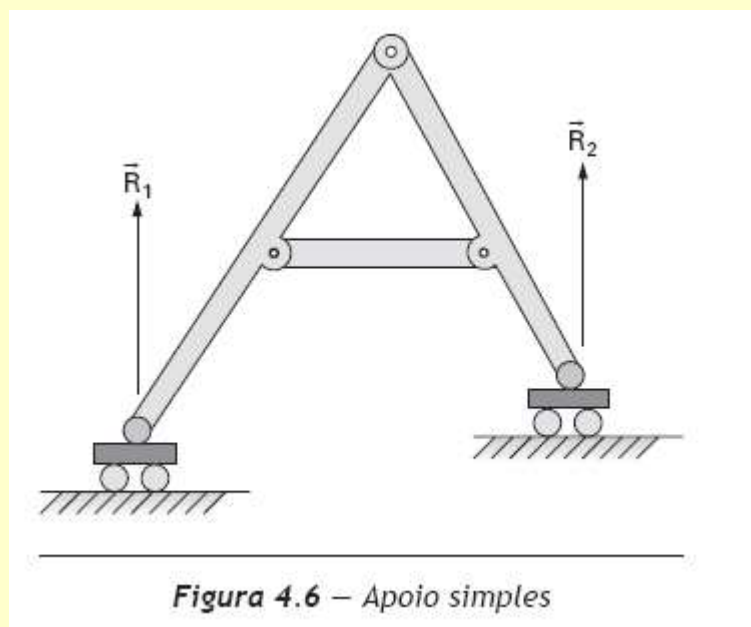
4.5.2 Sistemas Isostáticos ...

4.5.3 Casos importantes ...

4.5.4 Treliças

4.5.5 Sistemas ...

Apoio simples





Capítulo 4

4.1 Introdução

4.2 Postulados ...

4.3 Condições ...

4.4 Vínculos

4.4.1 Vínculos ...

4.4.2 Principais ...

4.5 Introdução ...

4.5.1 Sistemas planos

4.5.2 Sistemas Isostáticos ...

4.5.3 Casos importantes ...

4.5.4 Treliças

4.5.5 Sistemas ...

Engastamento

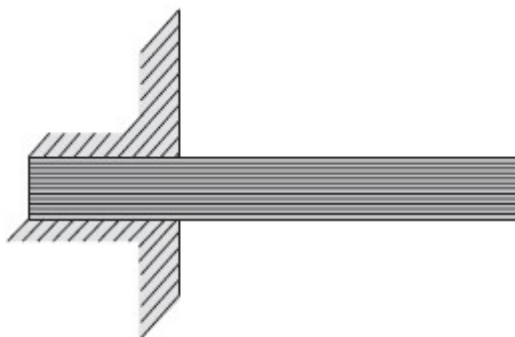


Figura 4.7 – Engastamento

**Capítulo 4**

4.1 Introdução

4.2 Postulados ...

4.3 Condições ...

4.4 Vínculos

4.4.1 Vínculos ...

4.4.2 Principais ...

4.5 Introdução ...

4.5.1 Sistemas planos

4.5.2 Sistemas Isostáticos ...

4.5.3 Casos importantes ...

4.5.4 Treliças

4.5.5 Sistemas ...

4.5 Introdução aos problemas da Estática

$$\bar{R} = \bar{0}$$

$$\bar{M}_O = \bar{0}$$

4.5.1 Sistemas planosPlano $O \bar{i} \bar{j}$



Capítulo 4

4.1 Introdução

4.2 Postulados ...

4.3 Condições ...

4.4 Vínculos

4.4.1 Vínculos ...

4.4.2 Principais ...

4.5 Introdução ...

4.5.1 Sistemas planos

4.5.2 Sistemas Isostáticos ...

4.5.3 Casos importantes ...

4.5.4 Treliças

4.5.5 Sistemas ...

4.5.2 Sistemas isostáticos, hiperestáticos e hipoestáticos

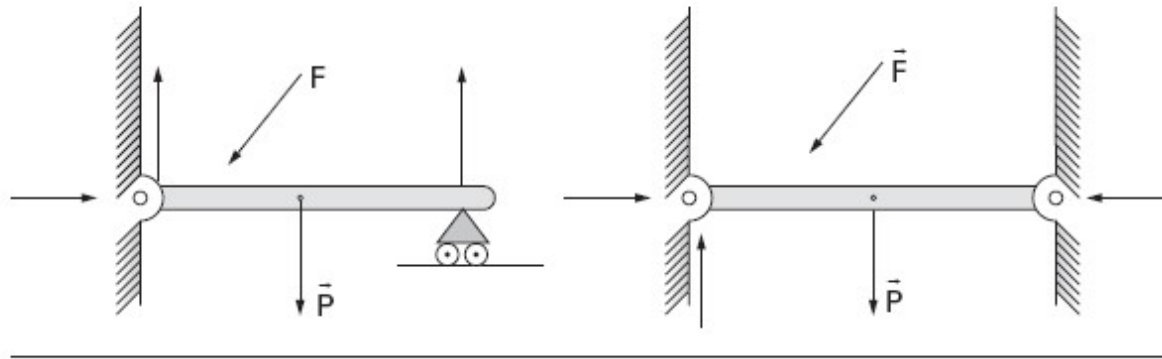


Figura 4.9 – Sistemas isostático e hiperestático

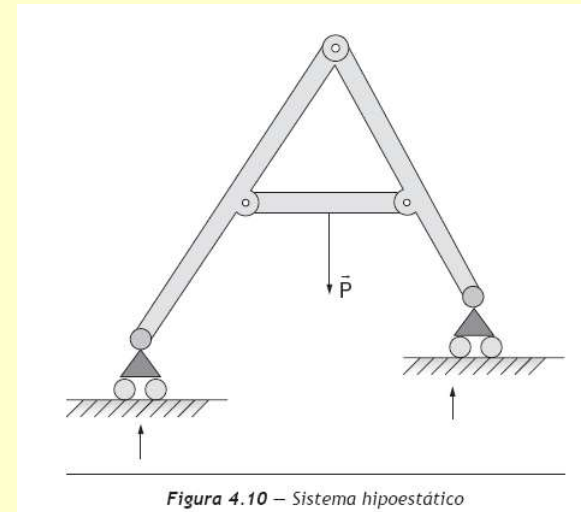


Figura 4.10 – Sistema hipoestático



<u>Capítulo 4</u> 4.1 Introdução	4.2 Postulados ...	4.3 Condições ...	4.4 Vínculos 4.4.1 Vínculos ... 4.4.2 Principais ...	4.5 Introdução ... 4.5.1 Sistemas planos 4.5.2 Sistemas Isostáticos ... 4.5.3 Casos importantes ... 4.5.4 Treliças 4.5.5 Sistemas ...
-------------------------------------	--------------------	-------------------	--	--

4.5.3 Casos importantes de sistemas em equilíbrio

Sistema em equilíbrio, sujeito apenas a duas forças externas:

- as duas forças são diretamente opostas.

Sistema em equilíbrio, sujeito apenas a três forças externas :

- as três forças são coplanares,
- sendo coplanares, as três forças tem, necessariamente linhas de ação paralelas ou concorrentes.

**Capítulo 4**

4.1 Introdução

4.2 Postulados ...

4.3 Condições ...

4.4 Vínculos

4.4.1 Vínculos ...

4.4.2 Principais ...

4.5 Introdução ...

4.5.1 Sistemas planos

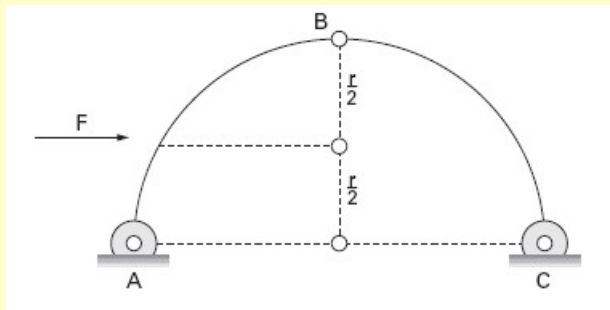
4.5.2 Sistemas Isostáticos ...

4.5.3 Casos importantes ...

4.5.4 Treliças

4.5.5 Sistemas ...

Exemplos 4.1 e 4.2

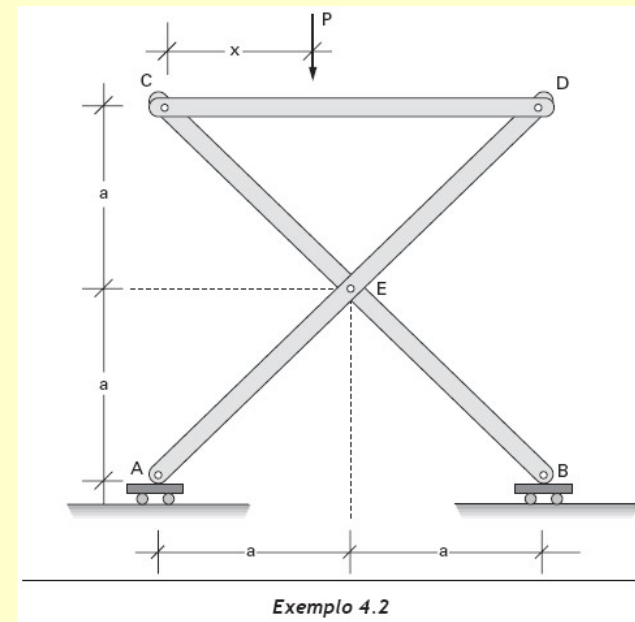


Resposta do Ex. 4.1:

$$R_{Ax} = -3F/4 \quad R_{Ay} = -F/4$$

$$R_{Bx} = -F/4 \quad R_{By} = F/4$$

$$R_{Cx} = -F/4 \quad R_{Cy} = F/4$$





Capítulo 4

4.1 Introdução

4.2 Postulados ...

4.3 Condições ...

4.4 Vínculos

4.4.1 Vínculos ...

4.4.2 Principais ...

4.5 Introdução ...

4.5.1 Sistemas planos

4.5.2 Sistemas Isostáticos ...

4.5.3 Casos importantes ...

4.5.4 Treliças

4.5.5 Sistemas ...

4.5.4 Treliças

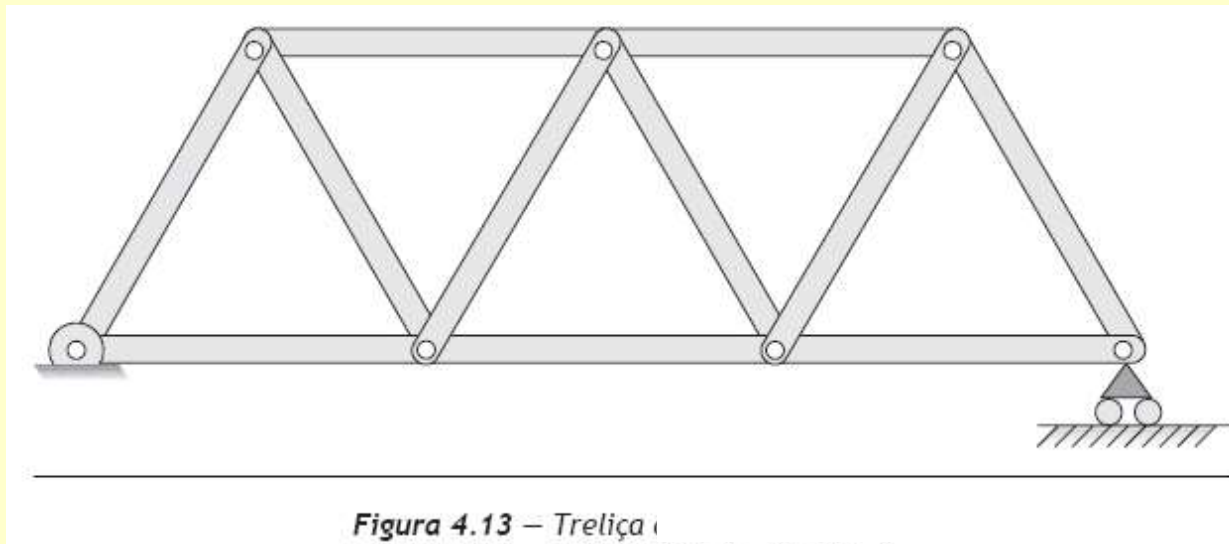


Figura 4.13 – Treliça



Capítulo 4

4.1 Introdução

4.2 Postulados ...

4.3 Condições ...

4.4 Vínculos

4.4.1 Vínculos ...

4.4.2 Principais ...

4.5 Introdução ...

4.5.1 Sistemas planos

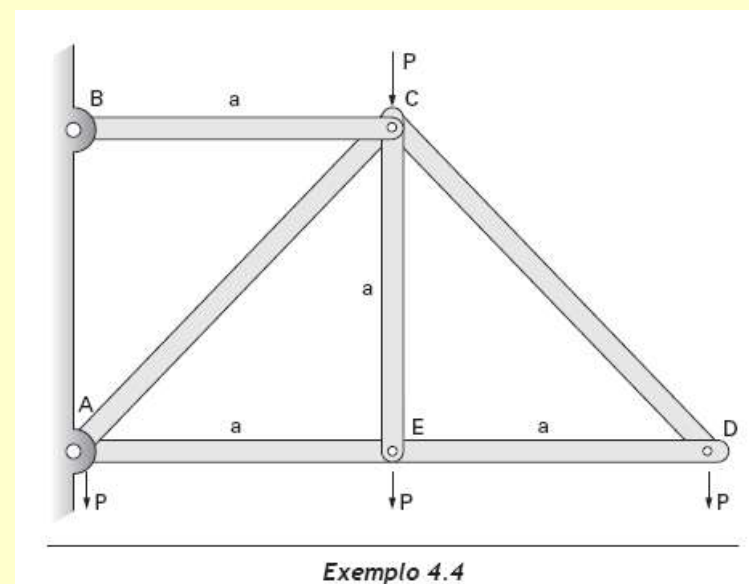
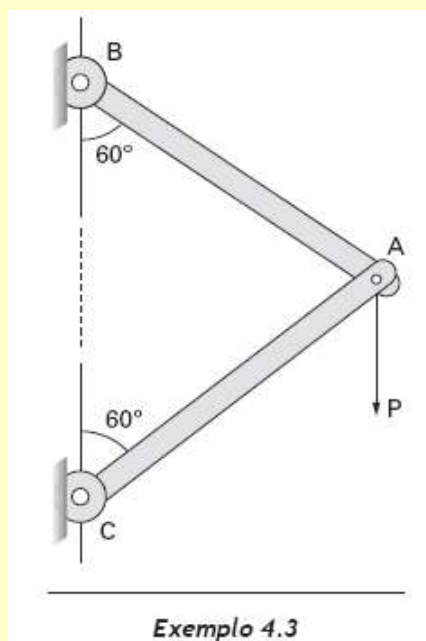
4.5.2 Sistemas Isostáticos ...

4.5.3 Casos importantes ...

4.5.4 Treliças

4.5.5 Sistemas ...

Exemplos 4.3 e 4.4



**Capítulo 4**

4.1 Introdução

4.2 Postulados ...

4.3 Condições ...

4.4 Vínculos

4.4.1 Vínculos ...

4.4.2 Principais ...

4.5 Introdução ...

4.5.1 Sistemas planos

4.5.2 Sistemas Isostáticos ...

4.5.3 Casos importantes ...

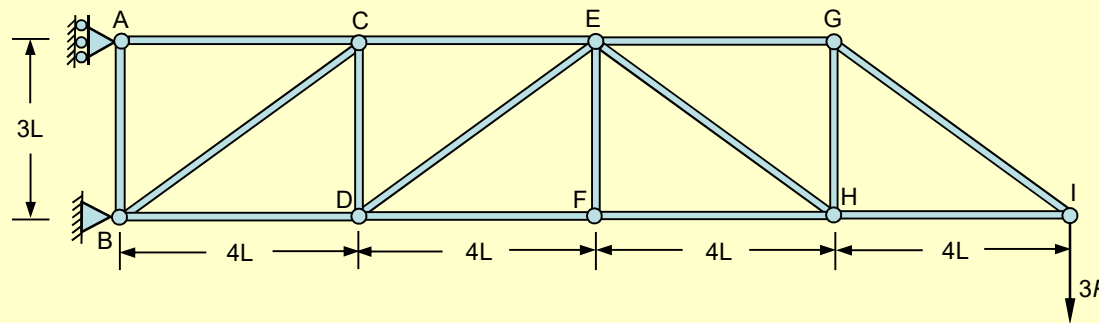
4.5.4 Treliças

4.5.5 Sistemas ...

P1 – 2013

Questão 3 (3,0 pontos): A treliça da figura está vinculada em A por um apoio simples e em B por uma articulação. Detrmine:

- as reações vinculares em A e B;
- as forças nas barras DE e DF, indicando se são de tração ou compressão.



Resposta:

$$X_A = -16P$$

$$X_B = 16P$$

$$Y_B = 3P$$

$$F_{DE} = 5P \text{ (compressão)}$$

$$F_{DF} = 8P \text{ (compressão)}$$

**Capítulo 4**

4.1 Introdução

4.2 Postulados ...

4.3 Condições ...

4.4 Vínculos

4.4.1 Vínculos ...

4.4.2 Principais ...

4.5 Introdução ...

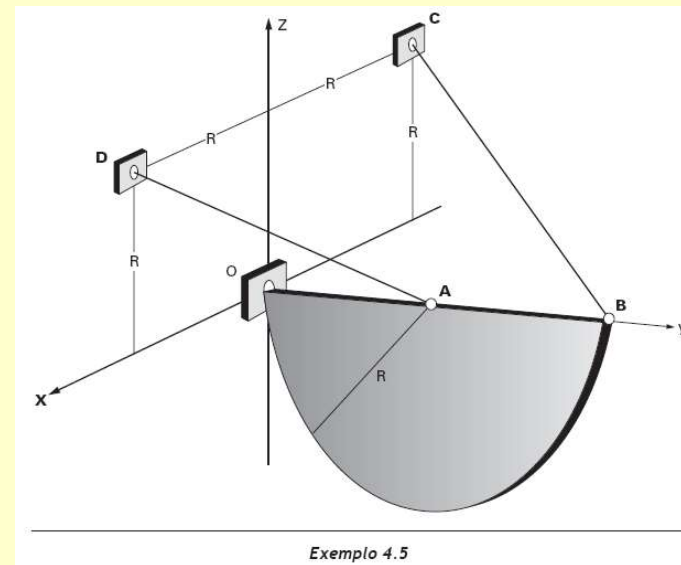
4.5.1 Sistemas planos

4.5.2 Sistemas Isostáticos ...

4.5.3 Casos importantes ...

4.5.4 Treliças

4.5.5 Sistemas ...

4.5.5 Sistemas contendo fios de peso desprezívelForças nas extremidades de **tração****Exemplo 4.5**

**Capítulo 4**

4.1 Introdução

4.2 Postulados ...

4.3 Condições ...

4.4 Vínculos

4.4.1 Vínculos ...

4.4.2 Principais ...

4.5 Introdução ...

4.5.1 Sistemas planos

4.5.2 Sistemas Isostáticos ...

4.5.3 Casos importantes ...

4.5.4 Treliças

4.5.5 Sistemas ...

P1 – 2013

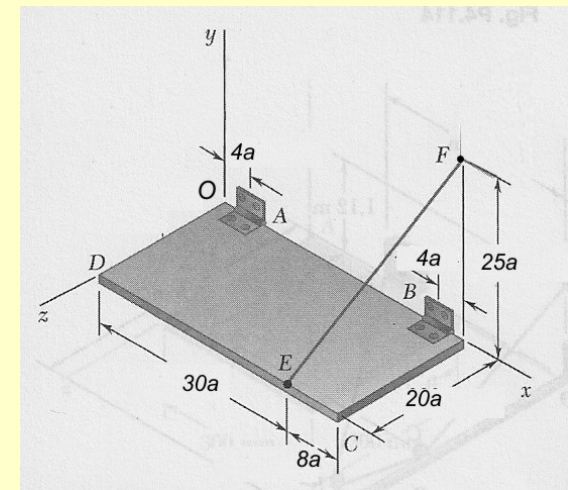
Questão 4 (3,0 pontos): A placa retangular mostrada na figura tem uma massa M , e é mantida na posição mostrada pelas dobradiças A e B e pelo cabo EF . Considerando que a dobradiça em A pode ser tratada como uma articulação, e a dobradiça em B como um anel de eixo x , determine:

- (a) a tração no cabo EF ;
- (b) a componente na direção de z da reação em A .

Resposta:

$$F_{EF} = (33/50) mg$$

$$Z_A = -(4/75) mg$$





PERGUNTAS?

