

ESTÁTICA DOS SÓLIDOS

Postulados:

(Nóbrega, 1980)

1. Se nenhuma força for aplicada a um sólido em equilíbrio, ele permanece em equilíbrio.
2. Aplicando uma única força a um sólido isolado em equilíbrio, ele não permanece em equilíbrio.
3. Aplicando a um sólido isolado em equilíbrio duas únicas forças não diretamente opostas, o sólido não permanece em equilíbrio.

Equilíbrio dos Corpos Rígidos:

(Beer e Johnston, 1995 e Kaminski, 2000)

“Um corpo (sólido) está em equilíbrio se o sistema de forças atuante pode ser reduzido a um sistema equivalente a zero”.

Condição Necessária:

$$\vec{R} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$$

Ausência de movimento de translação

$$\vec{M}_O = \sum_{i=1}^n (P_i - O) \wedge \vec{F}_i$$

Ausência de movimento de rotação

$$\vec{R} = \vec{0} \quad e \quad \vec{M}_O = \vec{0}$$

Condições Suficientes:

(Nóbrega, 1980)

Se a resultante do sistema for diferente de zero e o momento polar for igual a zero, este sistema equivale a uma só força, e pelo segundo postulado, o sólido não permanece em equilíbrio.

Se a resultante do sistema for igual a zero e momento polar for diferente de zero, este sistema equivale a um binário, e pelo terceiro postulado, o sólido não pode permanecer em equilíbrio.

Se a resultante do sistema for diferente de zero e não existirem pontos O tais que o momento polar seja zero, o sistema equivale a duas forças reversas e o sólido não pode estar em equilíbrio.

Para o Sistema Cartesiano:

$$\vec{R} = \sum R_x \vec{i} + \sum R_y \vec{j} + \sum R_z \vec{k} = \vec{0}$$

$$\vec{M}_O = \sum M_x \vec{i} + \sum M_y \vec{j} + \sum M_z \vec{k} = \vec{0}$$

Onde; M_x , M_y e M_z são os momentos axiais dos respectivos eixos.

As equações acima são denominadas equações fundamentais da estática

Corolários do Teorema Fundamental:

(Nóbrega, 1980)

Primeiro:

“Se o sólido está em equilíbrio, o momento das forças aplicadas é zero relativamente a qualquer polo”.

Segundo.

“Se um sólido está em equilíbrio sujeito somente a duas forças, elas serão diretamente opostas”.

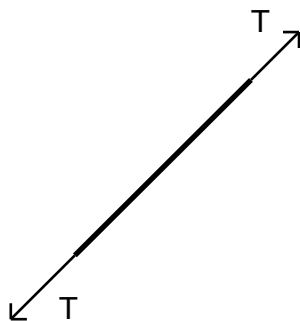
Terceiro:

“Se um sólido está em equilíbrio sujeito a três forças, estas terão linhas de ação concorrentes num ponto ou serão paralelas”.

ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO DE FORÇA

(Nóbrega, 1980)

Fio:

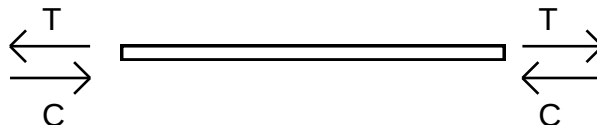


Só suporta tração. Pelo segundo postulado, sabe-se o sentido da força atuante no ponto atado às suas extremidades.

O fio ideal não possui peso e é flexível.

O fio dotado de peso é chamado de cabo, não sendo estudado neste trabalho.

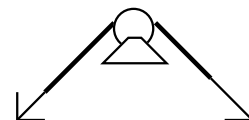
Barra sem peso:



Suporta tração ou compressão.

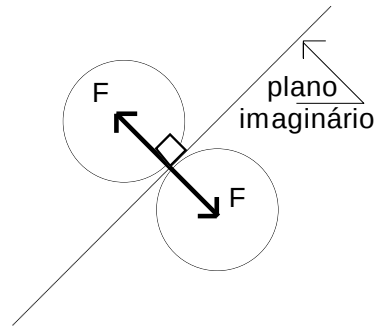
Polia:

Tem por finalidade mudar a direção de atuação da força.



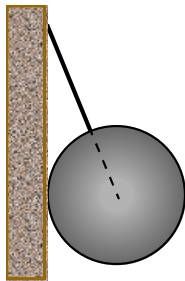
Ponto de Contato:

No caso de inexistência de atrito, as forças que agem nas superfícies (lisas) de contato de dois sólidos, em relação a um plano imaginário, são perpendiculares às mesmas.



A estática do ponto material é caso particular da Estática do Sólido.

Exemplo 6:



Uma esfera homogênea de 10 N de peso, é sustentada por um fio. Calcular a tração no fio e a reação aplicada pela parede sobre a esfera, sabendo que o ângulo formado pelo fio e a parede vertical é igual a $\pi/3$.

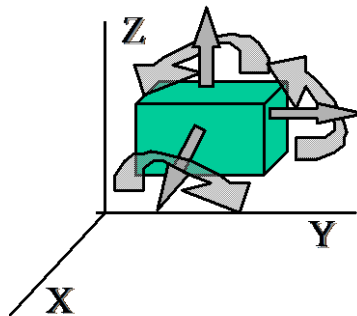
VÍNCULOS

Graus de Liberdade:

(Kaminski, 2000)(Beer e Johnston, 1995)

São o número de parâmetros mínimos necessários para definir completamente a posição de um sistema.

Um sistema composto por um corpo rígido no espaço tem seis graus de liberdade, sendo três de translação e três de rotação.



“Vínculos são dispositivos colocados em um corpo rígido, cuja função é limitar ou impedir o movimento (translação ou rotação) desse sólido em determinadas direções, ou seja, são restrições aos graus de liberdade”.

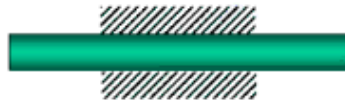
TIPOS DE VÍNCULOS

ANEL

Exemplo prático deste vínculo é o mancal.

Fornece uma força qualquer num plano perpendicular a uma direção. Escalarmente introduz 02 incógnitas.

Este vínculo será representado por

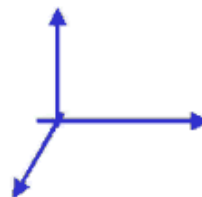


ARTICULAÇÃO

Exemplo prático deste vínculo é a junta esférica.

É capaz de fornecer uma força numa direção qualquer do espaço, aplicada num determinado ponto. Escalarmente introduz 03 incógnitas

Este vínculo será representado por um círculo



APOIO SIMPLES

Exemplo prático deste vínculo são roletes e cursores em guias.

Fornece uma força numa determinada direção, nos dois sentidos. Escalarmente introduz 01 incógnita.

Este vínculo será representado por



ENGASTAMENTO

Exemplo prático deste vínculo é a Solda.

Fornece uma força e um binário. Escalarmente introduz 06 incógnitas.

Este vínculo será representado por

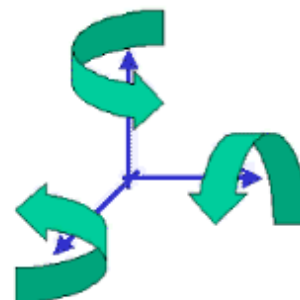


Diagrama do Corpo Livre:

(Kaminski, 2000)

Para solução de problemas de estática, a primeira etapa, e também uma das principais, é a construção do *Diagrama do Corpo Livre*.

O diagrama consiste em uma representação esquemática mostrando os esforços que agem no Corpo Rígido.

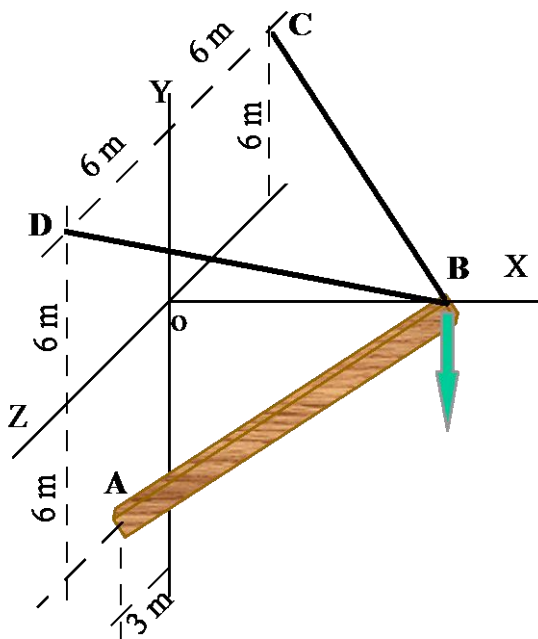
Para construir tal diagrama deve-se seguir alguns passos:

1. Isolar o sistema composto por um ou mais sólidos adequados ao estudo em questão.
2. Esquematizar o contorno do corpo com as suas dimensões.
3. Aplicar todas as *forças de ação*, ou seja, todas as *forças e momentos* aplicados sobre o sólido devem ser anotados com seus respectivos *escalares, direções e pontos de aplicação* no Diagrama de Corpo Livre.
4. No lugar dos *Vínculos* anotar os esforços (*reações de apoio*) correspondentes, tais como, *direção, sentido e ponto de aplicação*. Em muitos casos não há como prever o sentido da reação de apoio. Assim adota-se (hipótese para o cálculo das forças vinculares) um sentido qualquer. Ao se obter um *escalar com índice negativo*, deve-se entendê-lo como *sentido invertido* (contrário) ao sentido de força correto.

Exemplo 7:

A figura mostra o pau de carga AB, de comprimento igual a 9 m e peso desprezível, quando comparado com a carga P de 96 kN, aplicada no ponto B. Determinar:

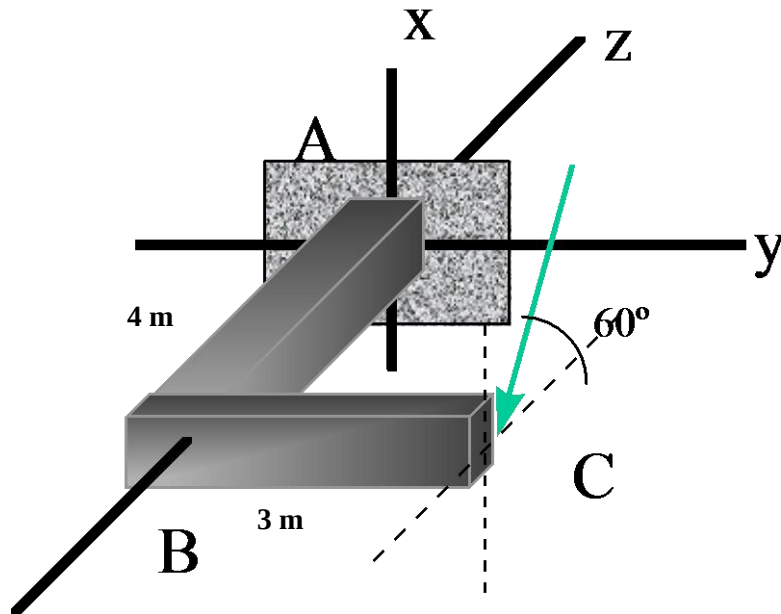
- a) Intensidade da Tração no fio BC.
- b) Intensidade da tração no fio BD.
- c) Intensidade da força aplicada no pau de carga.



Exercício 7:

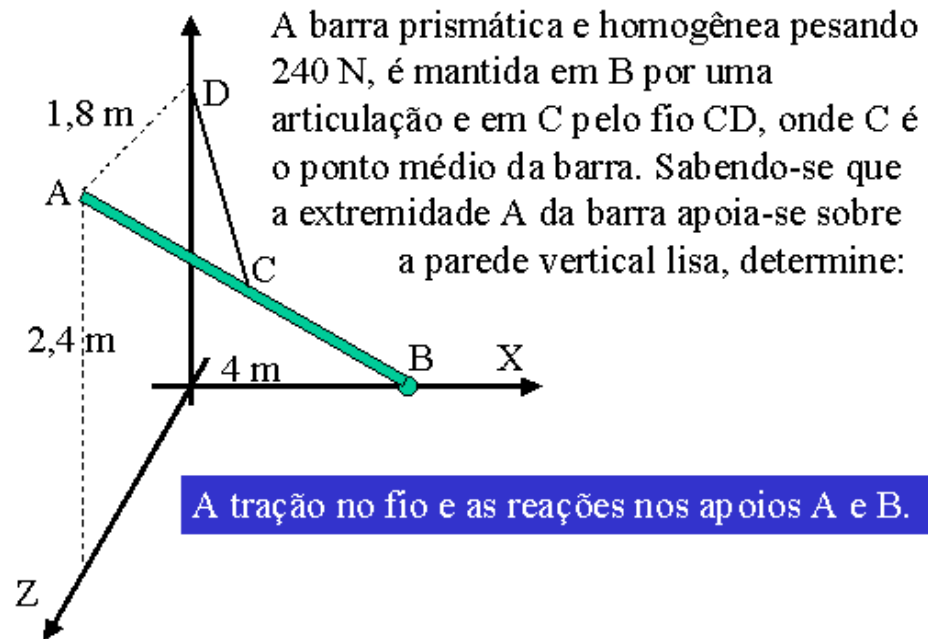
(P3 - 1º semestre de 1999 - Prof. Damin)

Uma força de 100 N é aplicada no suporte ABC, como ilustrado abaixo. Determine as reações vinculares no engastamento em A.



Exemplo 8:

Exercício 3

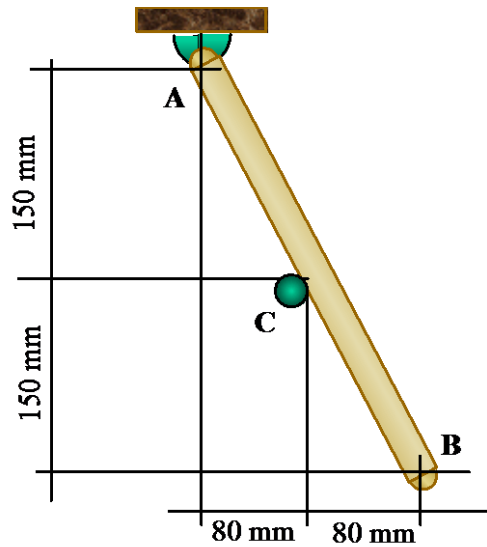


Fonte: Livro de Estática Prof. J.C. Nóbrega

Exercício 8:

(Beer e Johnston, 1995)

A barra AB está articulada em A e apoia-se, sem atrito, no ponto de contato em C. Determine as forças externas em A e C quando uma força vertical, com o sentido para baixo, de 170 N é aplicada em B.



Exercício 9:

(TP3 do 2º semestre de 1999)

A estrutura tubular soldada está apoiada no plano XAY através de uma rótula em A e suportada pelo anel, livremente, em B . Sob a ação da carga de 2 kN , a rotação em torno de uma linha desde A até B é evitada pelo cabo CD , e a estrutura é estável na posição mostrada. O peso da estrutura é desprezível se comparada com a força aplicada, determine:

- A tração no cabo.
- As reações de apoio no anel.
- As reações de apoio na articulação.

