

// Introdução

- Um corpo rígido em equilíbrio estático não possui movimento de translação nem de rotação.
- A condição necessária e suficiente para que um corpo esteja em equilíbrio estático é que a força resultante e o momento resultante sejam nulos.

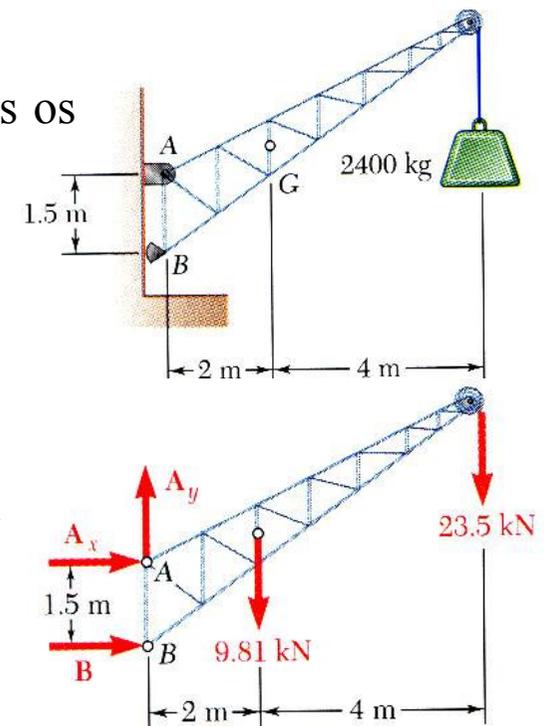
$$\sum \vec{F} = 0 \quad \sum \vec{M}_O = \sum (\vec{r} \times \vec{F}) = 0 \quad \Rightarrow \quad \begin{array}{lll} \sum F_x = 0 & \sum F_y = 0 & \sum F_z = 0 \\ \sum M_x = 0 & \sum M_y = 0 & \sum M_z = 0 \end{array}$$

// Diagrama de corpo livre

- Para se proceder ao traçado do diagrama de corpo livre, devem ser tomados os seguintes passos:

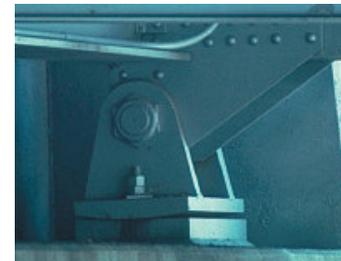
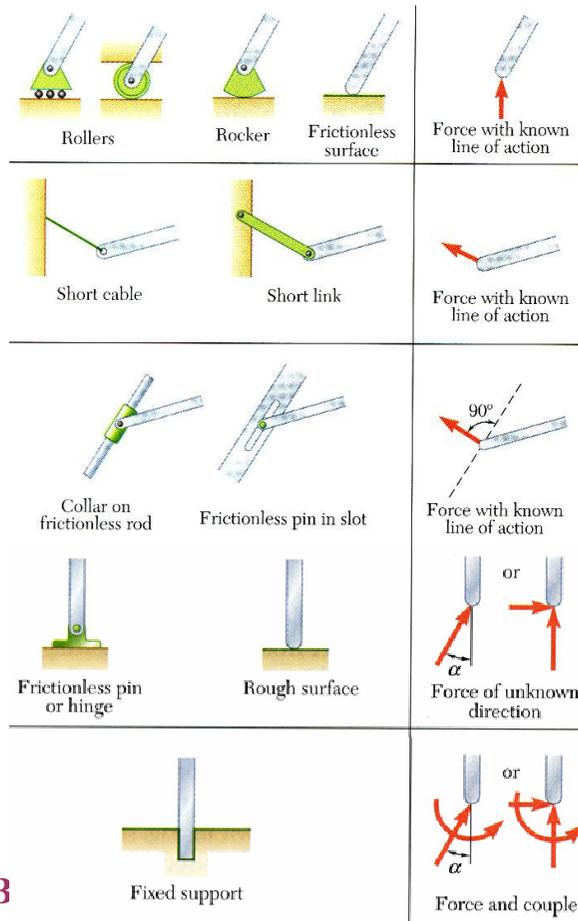
- Separar o corpo rígido em análise de todos os outros
- Identificar as forças exteriores no corpo rígido
- Representar a intensidade, direcção e sentidos das forças exteriores.

Nota: as forças exteriores a representar são as de reacção dos corpos em contacto com o de análise.



// Equilíbrio 2D

- Considerando o equilíbrio de estruturas bidimensionais, as forças que actuam na estrutura estão contidas no plano da mesma.
- As reacções exercidas sobre a estrutura também estão contidas no mesmo plano e podem ser divididas em 3 grupos, correspondentes a três tipos de apoios, consoante o n.º de incógnitas que representam.



Apoio duplo

Considerando o equilíbrio em 2D as condições de equilíbrio são:

$$\sum F_x = 0 \quad \sum F_y = 0 \quad \sum M_{Pz} = 0$$

// Exemplo

A estrutura da figura suporta parte de um telhado de um parque de exposições. Sabendo que a tracção no cabo é de 150 kN, determine a reacção no extremo fixo E.

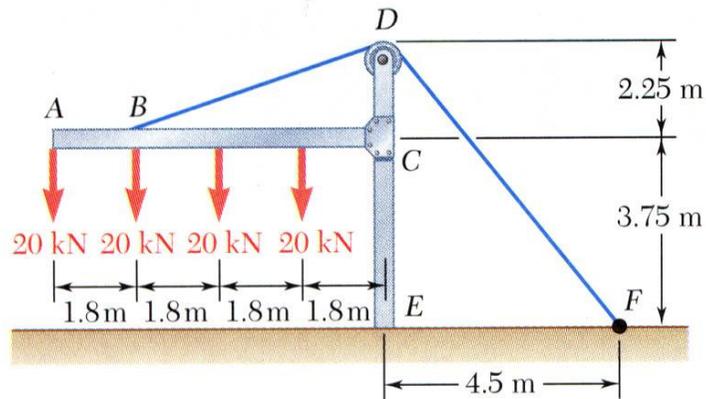
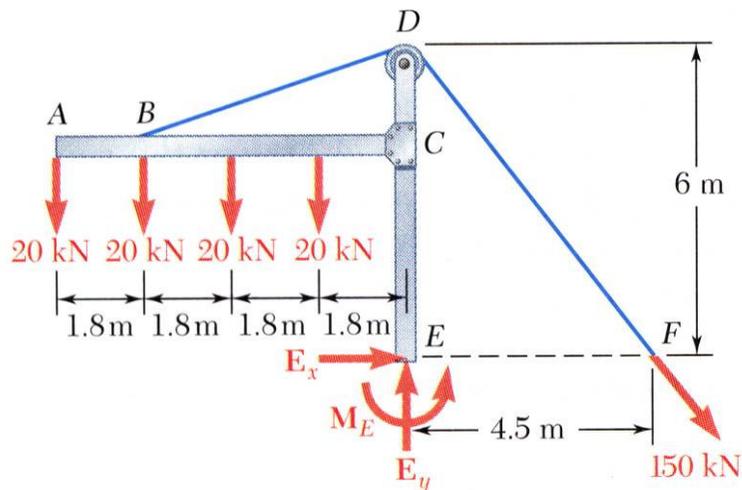


Diagrama de corpo Livre



- Resolvendo as três equações de equilíbrio.

$$\sum F_x = 0: E_x + \frac{4.5}{7.5}(150) = 0$$

$$E_x = -90.0 \text{ kN}$$

$$\sum F_y = 0: E_y - 4(20) - \frac{6}{7.5}(150) = 0$$

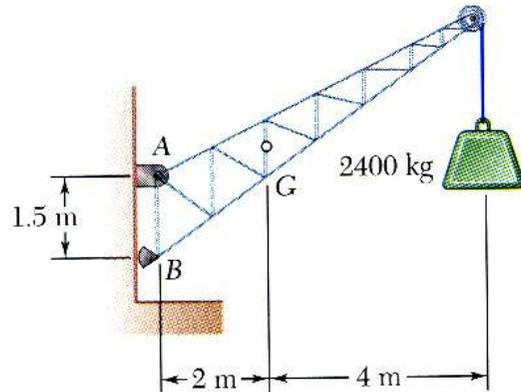
$$E_y = +200 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \sum M_E = 0: & +20(7.2) + 20(5.4) + 20(3.6) + 20(1.8) \\ & - \frac{6}{7.5}(150)4.5 + M_E = 0 \end{aligned}$$

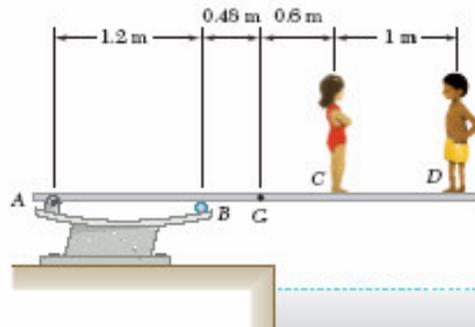
$$M_E = 180.0 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

// Exercícios

4.1- Uma grua fixa tem massa igual a 1000 Kg e é utilizada para levantar uma caixa de 2400 Kg. O centro de massa da grua está no ponto G. Determine as reacções.

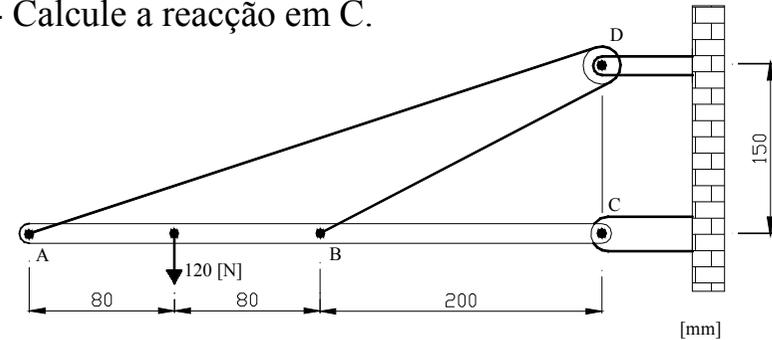


4.2- Duas crianças encontram-se paradas numa prancha de 65Kg. Sabendo que as massas das crianças C e D são de 29 e 40 Kg, determine a reacção em A e B.



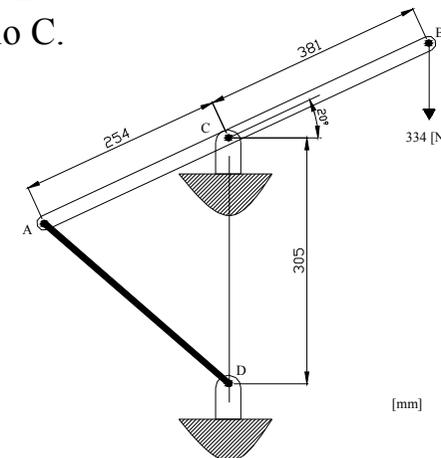
4.3- Considere a barra AC da figura, com uma ligação articulada em C e suportada por um cabo ADB. Desprezando o atrito e o raio da roldana:

- Represente o diagrama de corpo livre da barra.
- Calcule a força de tracção existente no cabo.
- Calcule a reacção em C.



4.4- Uma alavanca AB tem um apoio fixo em C e liga-se em A a um cabo. Sabendo que a alavanca está sujeita à acção de uma força vertical de 334 N aplicada em B, determine:

- A força de tracção no cabo.
- A reacção no apoio C.

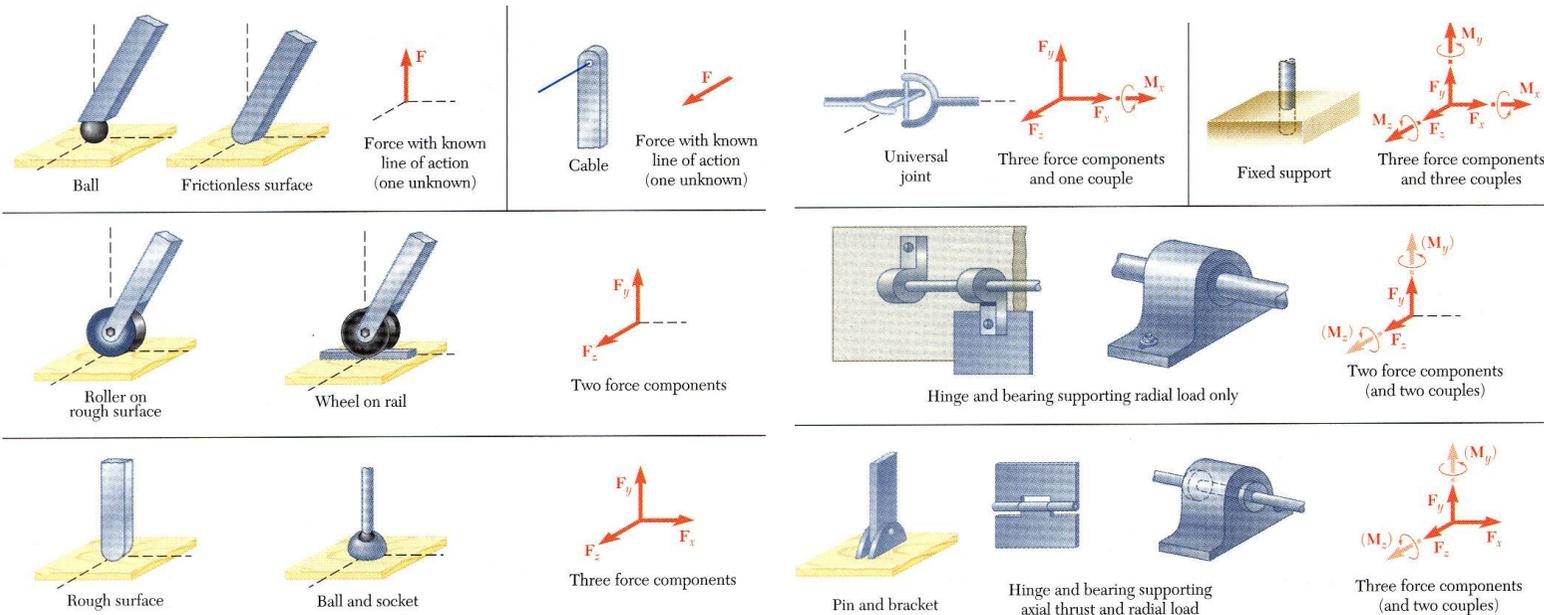


// Equilíbrio 3D

- No caso tridimensional são necessárias seis equações escalares para exprimir as condições de equilíbrio.

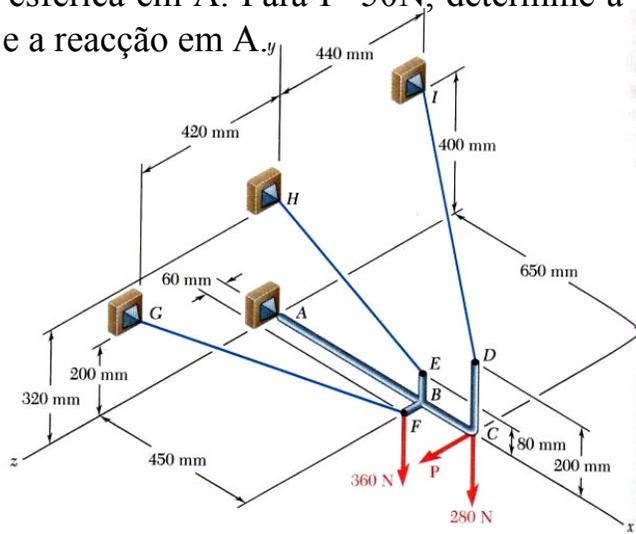
$$\sum F_x = 0 \quad \sum F_y = 0 \quad \sum F_z = 0$$

$$\sum M_x = 0 \quad \sum M_y = 0 \quad \sum M_z = 0$$



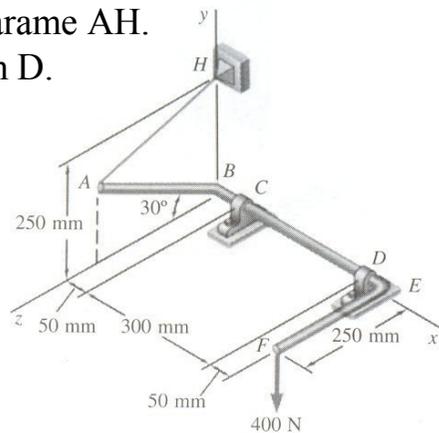
// Exercícios

4.5- A estrutura mostrada é suportada por três cabos e uma junta esférica em A. Para $P=50N$, determine a tensão em cada cabo e a reacção em A.

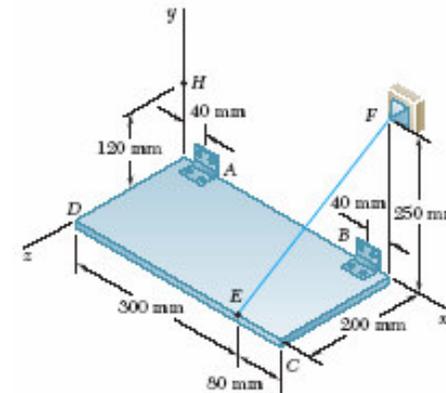


4.6- A barra ABEF apoia-se em duas chumaceiras nos pontos C e D e num arame AH. Sabendo que o troço AB da barra tem 250 [mm] de comprimento e que a chumaceira D não exerce reacção na direcção axial, determine:

- a) A força de tracção no arame AH.
- b) As reacções em C e em D.



4.7- A placa rectangular mostrada tem de massa 15Kg. Assumindo que a dobradiça B não exerce uma reacção axial, determine a tensão no cabo e as reacções em A e B.



4.8- O mecanismo representado na figura está soldado a um cursor A que se desloca num pino vertical. O pino pode exercer binários segundo os eixos x e z mas não impede o movimento do cursor na direcção ou em torno do eixo z. Para o carregamento representado, determine a força de tracção em cada cabo e a reacção em A.

