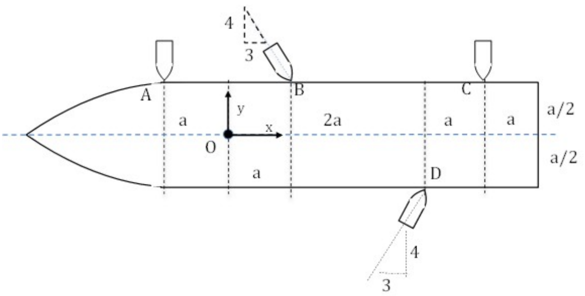
<u>Questão 1 (2,0 pontos):</u> Quatro rebocadores são usados para posicionar um petroleiro no cais de atracação. Cada rebocador exerce uma força F nas direções e sentidos ilustrados na figura. Determine:



a) a resultante $\vec{R}$ e momento total $\vec{M}_O$ com relação a O, dessas quatro forças;
b) supondo que se utilize um único rebocador, mais potente, determine a força $\vec{Q}$, e seu ponto de aplicação no casco do lado ABC (lado direito), que deverá ser aplicada por ele para produzir o mesmo efeito.

Resolução:

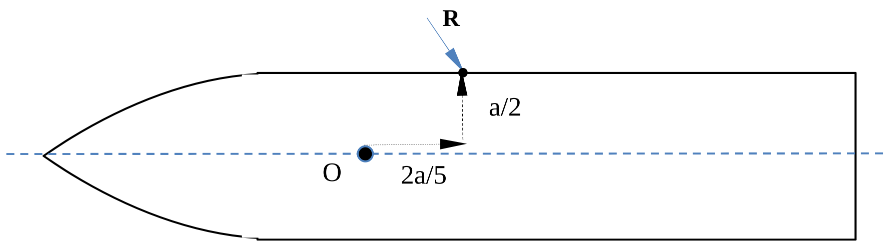
a) $\mathbf{R} = (3F/5 + 3F/5)\,\mathbf{i} + (-F - 4F/5 + 4F/5 - F)\,\mathbf{j} = 6F/5\,\mathbf{i} - 2F\,\mathbf{j}$

$\mathbf{M}o = (Fa - a4F/5 - (a/2)(3F/5) + 3a\,4F/5 + (a/2)(3F/5) - 4aF)\,\mathbf{k} = -7/5Fa\,\mathbf{k}$ (1,0)

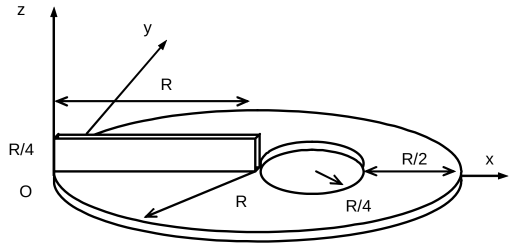
b) A força exercida por um único rebocador no casco do lado direito, é a Resultante aplicada numa distância “d” , de do ponto O, tal que o momento será **M**o:

$\mathbf{M}o = -7/5Fa\,\mathbf{k} = (P\text{-}O) \wedge \mathbf{R} = (d\,\mathbf{i} + a/2\,\mathbf{j}) \wedge (6F/5\,\mathbf{i} - 2F\,\mathbf{j})$

$-7/5Fa = -2Fd - (a/2)(6F/5) \Rightarrow \boxed{d = 2a/5}$ (1,0)



<u>Questão 2 (2,0 pontos):</u> Determine o baricentro do sistema apresentado na figura, composto por uma chapa circular de raio R que possui um furo de raio R/4 na posição apresentada na figura. O sistema possui ainda uma nervura vertical soldada de comprimento R e altura R/4. Considere o sistema de coordenadas Oxyz. As chapas têm espessura desprezível e são feitas de material homogêneo com densidade de área ρ.



Resolução:

O sistema é composto por três partes: um circulo de raio R, um furo de raio R/4 e uma nervura de comprimento R e altura R/4. Portanto as coordenadas do baricentro nos eixos x, y e z em relação à origem O são:

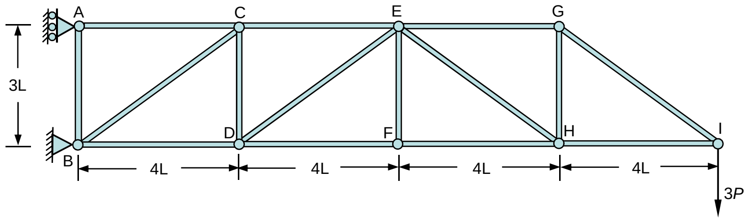
$$x_G = \frac{(\pi R^2 \cdot R) + (R^2/4 \cdot R/2) - (\pi R^2/16 \cdot 5R/4)}{(\pi R^2) + (R^2/4) - (\pi R^2/16)} = \frac{R(59\pi + 8)}{4(15\pi + 4)} \qquad (0,5)$$

$$y_G = 0 \;\; \text{(simetria)} \qquad (0,5)$$

$$z_G = \frac{(\pi R^2 \cdot 0) + (R^2/4 \cdot R/8) - (\pi R^2/16 \cdot 0)}{(\pi R^2) + (R^2/4) - (\pi R^2/16)} = \frac{R}{2(15\pi + 4)} \qquad (0,5)$$

$$(G - O) = \left(\frac{R(59\pi + 8)}{4(15\pi + 4)}, 0, \frac{R}{2(15\pi + 4)} \right) \qquad (0,5)$$

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



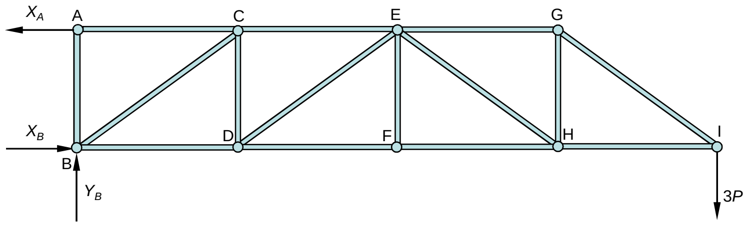
Determine:

a) as reações vinculares em A e B;

b) as forças nas barras DE e DF, indicando se são de tração ou compressão.

Resolução:

a) DCL do conjunto:

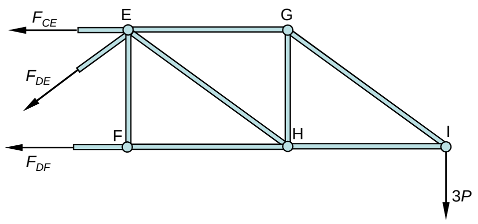


Equações de equilíbrio:

$$\begin{cases} R_x = 0 \Rightarrow -X_A + X_B = 0 \\ R_y = 0 \Rightarrow Y_B - 3P = 0 \\ M_{Bz} = 0 \Rightarrow X_A\, 3L - 3P\, 16L = 0 \end{cases}$$

Então: $\boxed{X_A = 16P}$, $\boxed{X_B = 16P}$ e $\boxed{Y_B = 3P}$ (1,5)

b) Cortando a treliça pelas barras CE, DE e DF, tem-se o DCL:

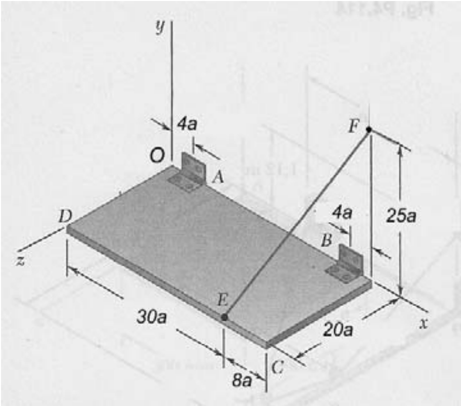


Equações de equilíbrio do trecho cortado:

$$\begin{cases} R_y = 0 \Rightarrow -F_{DE}\dfrac{3}{5} - 3P = 0 \\ M_{Ez} = 0 \Rightarrow -F_{DF}\, 3L - 3P\, 8L = 0 \end{cases}$$

Então: $\boxed{F_{DE} = -5P}$ (compressão) e $\boxed{F_{DF} = -8P}$ (compressão) (1,5)

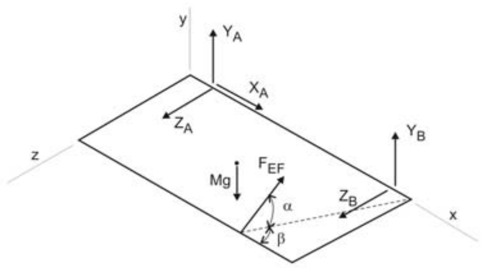
Questão 4 (3,0 pontos): A placa retangular mostrada na figura tem uma massa *M*, e é mantida na posição mostrada pelas dobradiças A e B e pelo cabo EF. Considerando que a dobradiça em A pode ser tratada como uma articulação, e a dobradiça em B como um anel de eixo *x*, determine:



(a) a tração no cabo EF;

(b) a componente na direção de z da reação em A.

Resolução:



(1,0)

Temos:

$$\vec{F}_{EF} = F_{EF}\frac{1}{\sqrt{8^2+25^2+20^2}}(8;\ 25;-20) = F_{EF}\frac{1}{33}(8;\ 25;-20)$$

a) $\sum M_x = 0:\ => \ Mg.10a = \frac{25}{33}F_{EF}.20a\ =>$ $\boxed{\boldsymbol{F_{EF} = \frac{33}{50}Mg}}$ (1,0)

b) $\sum F_z = 0:\ => \ Z_A + Z_B = \frac{20}{33}F_{EF} = \frac{20}{33}\frac{33}{50}Mg = \frac{2}{5}Mg$ (1)

$$\sum M_y = 0:\ => \frac{20}{33}F_{EF}.30a + \frac{8}{33}F_{EF}.20a = Z_A.4a + Z_B.34a$$

$=> \ 2.Z_A + 17.Z_B = \frac{38}{5}Mg$ (2)

Substituindo Z_B de (1) em (2), obtemos:

$\boxed{\boldsymbol{Z_A = -\frac{4}{75}Mg}}$ **(sentido oposto ao desenhado)** (1,0)