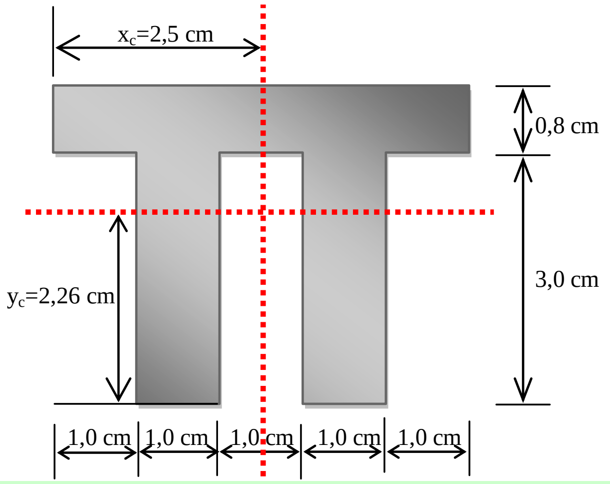
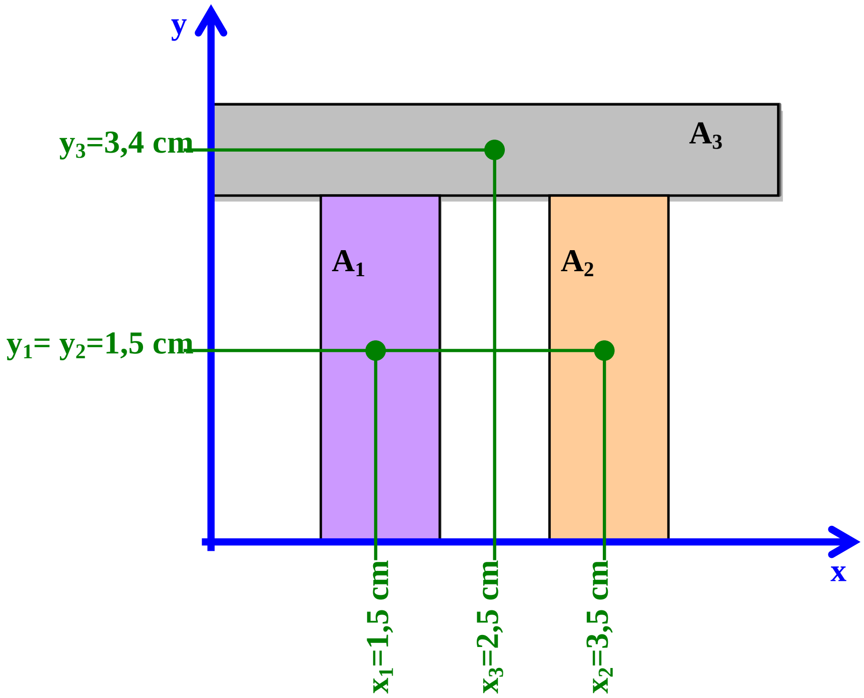
**1-** Encontre o centróide da figura hachurada ao lado (chamada seção π) e mostre o centróide na própria figura.




**Solução:**

Adotando o canto inferior esquerdo da figura como origem dos eixos x e y, temos:




$$A_1 = 1{,}0 \times 3{,}0 = 3{,}0\ \text{cm}^2$$

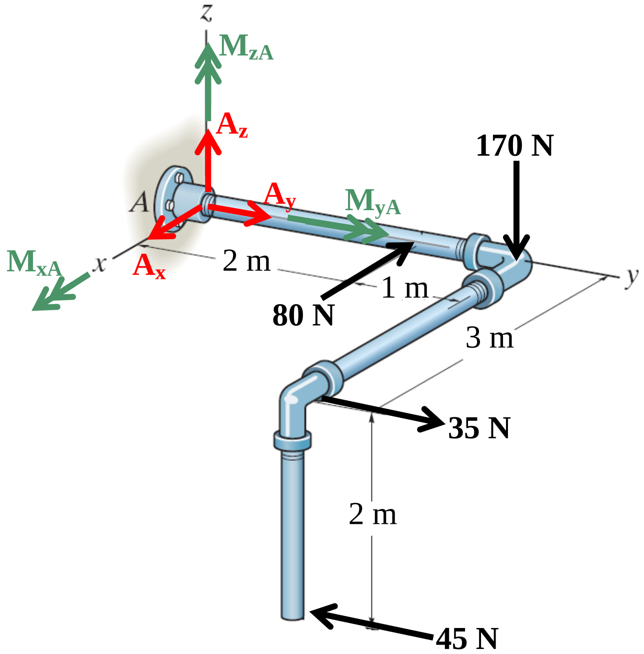
$$A_2 = 1{,}0 \times 3{,}0 = 3{,}0\ \text{cm}^2$$

$$A_3 = 5 \times 0{,}8 = 4{,}0\ \text{cm}^2$$

$$x_c = \frac{A_1x_1 + A_2x_2 + A_3x_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{3{,}0 \times 1{,}5 + 3{,}0 \times 3{,}5 + 4{,}0 \times 2{,}5}{3{,}0 + 3{,}0 + 4{,}0} = 2{,}5\ \text{cm}$$

$$y_c = \frac{A_1y_1 + A_2y_2 + A_3y_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{3{,}0 \times 1{,}5 + 3{,}0 \times 1{,}5 + 4{,}0 \times 3{,}4}{3{,}0 + 3{,}0 + 4{,}0} = 2{,}26\ \text{cm}$$

**2-** Determine as componentes **x, y, z** das reações de apoio na parede **A**. A força de **170 N** é paralela ao eixo z, a força de **80 N** é paralela ao eixo x e as forças de **35 N** e **45 N** são paralelas ao eixo y:




**Solução:**

$\sum F_x = 0 \Rightarrow A_x - 80 = 0 \therefore \mathbf{A_x = 80\ N}$

$\sum F_y = 0 \Rightarrow A_y + 35 - 45 = 0 \therefore \mathbf{A_y = 10\ N}$

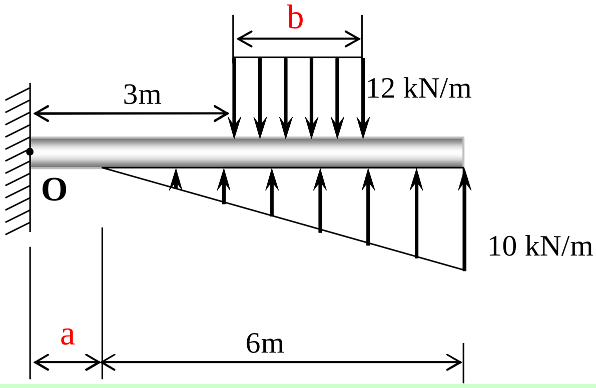
$\sum F_z = 0 \Rightarrow A_z - 170 = 0 \therefore \mathbf{A_z = 170\ N}$

$\sum M_x = 0 \Rightarrow M_{xA} - 45 \times 2 - 170 \times 3 = 0 \therefore \mathbf{M_{xA} = 600\ Nm}$

$\sum M_y = 0 \Rightarrow M_{yA} + 0 = 0 \therefore \mathbf{M_{yA} = 0\ Nm}$

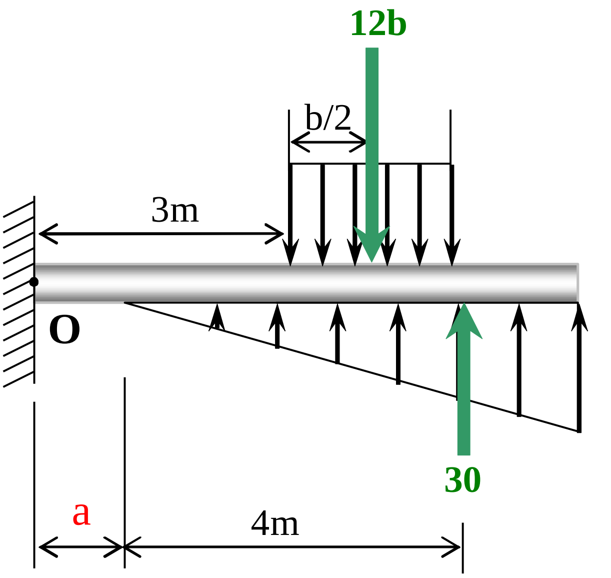
$\sum M_z = 0 \Rightarrow M_{zA} + 80 \times 2 + 35 \times 3 - 45 \times 3 = 0 \therefore \mathbf{M_{zA} = -130\ Nm}$

**3-** Determine o comprimento ***b*** da carga uniforme triangular e sua posição ***a*** sobre a viga de modo que tanto a resultante das forças quanto a resultante dos momentos (em relação ao ponto O) sejam nulas.




**Solução:**

Duas equações de equilíbrio devem ser satisfeitas: o somatório de forças verticais e o somatório de momentos devem ser nulos.



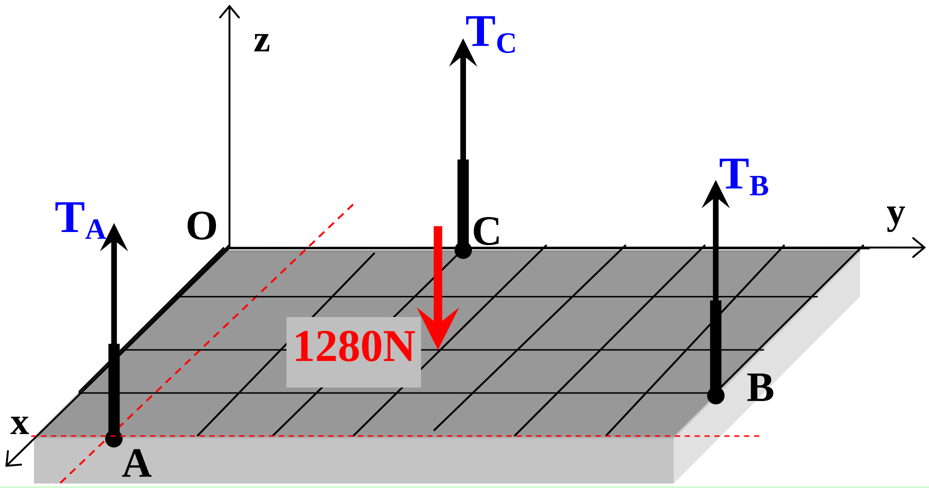

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow \frac{6\times 10}{2} = 12b \Rightarrow 30 = 12b \quad \therefore \quad b = 2{,}5\ \text{m}$$

$$\sum M_O = 0 \Rightarrow 30\times(a+4) - 12b\times\left(3+\frac{b}{2}\right) = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 30\times(a+4) = 30\times 4{,}25 \quad \therefore \quad a = 0{,}25\ \text{m}$$

**Resposta**: O comprimento b é igual a 2,5 m e a posição a é igual a 0,25 m.

**4-** A lâmina uniforme de concreto tem peso de **1280 N**. Determine a força em cada um dos três cabos de sustentação paralelos quando a lâmina é mantida no plano horizontal xy, como mostrado na figura abaixo. Cada quadrado do quadrilátero no plano xy tem 10 cm × 10 cm.




**Solução:**

Equações de equilíbrio:

$$\sum M_{xA} = 0 \Rightarrow T_C \times 20 + T_B \times 70 - 1280 \times 30 = 0 \qquad (1)$$

$$\sum M_{yA} = 0 \Rightarrow T_C \times 40 + T_B \times 10 - 1280 \times 20 = 0 \qquad (2)$$

$$\sum F_z = 0 \Rightarrow T_A + T_B + T_C - 1280 = 0 \qquad (3)$$

Isolando $T_C$ na equação (1) temos:

$$T_C = \frac{(-T_B \times 70 + 1280 \times 30)}{20}$$

Agora, usando a equação (2):

$$\frac{(-T_B \times 70 + 1280 \times 30)}{20} \times 40 + T_B \times 10 - 1280 \times 20 = 0$$

$$\Rightarrow \frac{(-T_B \times 70 + 38400)}{20} \times 40 + T_B \times 10 = 25600$$

$$\Rightarrow T_B\left(-\frac{70 \times 40}{20} + 10\right) = 25600 - \frac{38400 \times 40}{20}$$

$$\Rightarrow T_B(-140 + 10) = 25600 - 76800$$

$$\Rightarrow T_B(-130) = -51200$$

$$\Rightarrow T_B = \frac{5120}{13} \therefore T_B = 393{,}8 \text{ N}$$

Na equação (1):

$$T_C = \frac{(-\frac{5120}{13} \times 70 + 1280 \times 30)}{20} \Rightarrow T_C = \frac{7040}{13} \therefore T_C = 541{,}5 \text{ N}$$

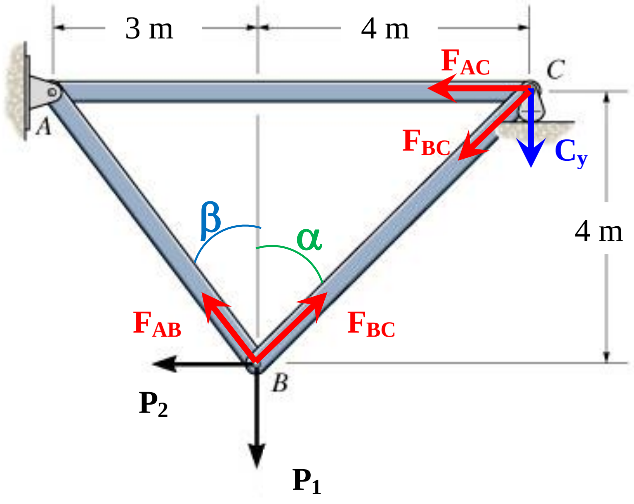
E da equação (3):

$$T_A = -T_B - T_C + 1280 \Rightarrow T_A = -\frac{5120}{13} - \frac{7040}{13} + 1280 \therefore \Rightarrow T_A = \frac{4480}{13} \therefore T_A = 344{,}6 \text{ N}$$

Resumindo:

$T_A = 344{,}6$ N
$T_B = 393{,}8$ N
$T_C = 541{,}5$ N

**5-** Calcule os esforços das barras ***AB***, ***BC*** e ***AC*** da treliça isostática abaixo. Considere $\mathbf{P_1}$=8 kN e $\mathbf{P_2}$=4 kN:




**Solução:**

$\text{sen}(\beta) = 0{,}6$

$\cos(\beta) = 0{,}8$

$\text{sen}(\alpha) = \frac{\sqrt{2}}{2}$

$\cos(\alpha) = \frac{\sqrt{2}}{2}$

Nó B

Equações de equilíbrio:

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow -F_{AB} \times \text{sen}(\beta) + F_{BC} \times \text{sen}(\alpha) - P_2 = 0 \qquad (1)$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow F_{AB} \times \cos(\beta) + F_{BC} \times \cos(\alpha) - P_1 = 0 \qquad (2)$$

Nó C

Basta apenas uma equação de equilíbrio:

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow -F_{AC} - F_{BC} \times \text{sen}(\alpha) = 0 \qquad (3)$$

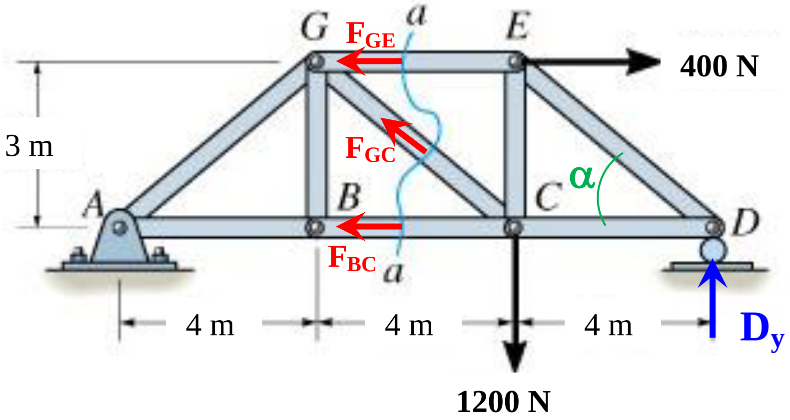
Resumindo:

$F_{AB} = 2{,}857\ \text{kN}$

$F_{BC} = 8{,}081\ \text{kN}$

$F_{AC} = -5{,}714\ \text{kN}$

**6-** Calcule as reações de apoio e os esforços das barras ***GE***, ***GC*** e ***BC*** da treliça isostática abaixo:




**Solução:**

$\text{sen}(\alpha) = 0{,}6$

Reação de apoio em D:

$\sum M_{zA} = 0 \Rightarrow D_y \times 12 - 1200 \times 8 - 400 \times 3 = 0$

$\therefore D_y = 900\ \text{N}$

Tomando à direita da seção a-a:

$\sum M_{zC} = 0 \Rightarrow F_{GE} \times 3 - 400 \times 3 + D_y \times 4 = 0 \Rightarrow F_{GE} = -800\ \text{N}$

$\sum M_{zG} = 0 \Rightarrow -F_{BC} \times 3 - 1200 \times 4 + D_y \times 8 = 0 \Rightarrow F_{BC} = 800\ \text{N}$

$\sum F_y = 0 \Rightarrow -F_{GC} \times \text{sen}(\alpha) - 1200 + D_y = 0 \Rightarrow F_{GC} = 500\ \text{N}$

Resumindo:

$F_{GE} = -800\ \text{N}$

$F_{BC} = 800\ \text{N}$

$F_{GC} = 500\ \text{N}$