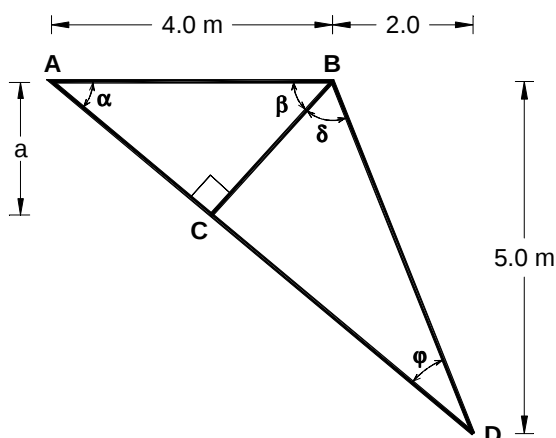
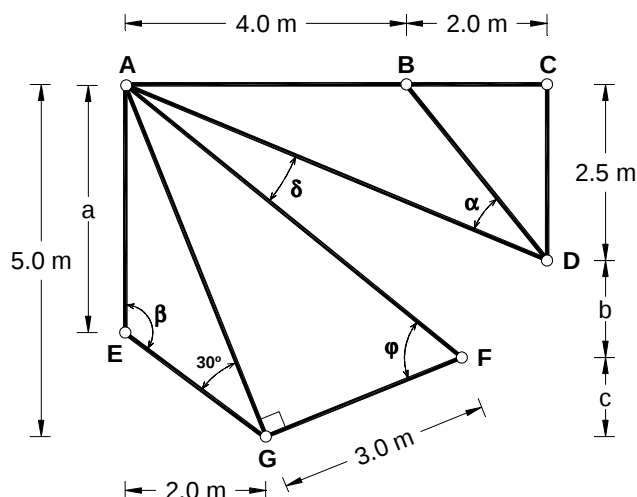


1- Determine o comprimento de todas as barras, as cotas e os ângulos representados nas figuras seguintes.

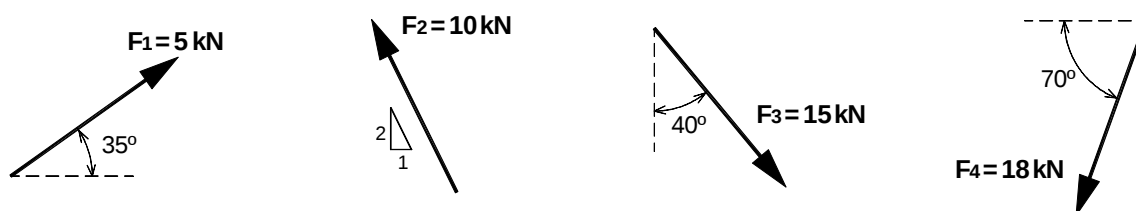
a) Figura 1



b) Figura 2

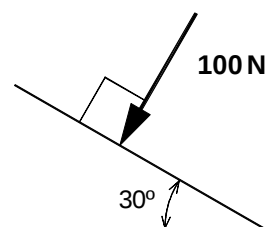


2- Considere as forças F_1 , F_2 , F_3 e F_4 representadas na figura.



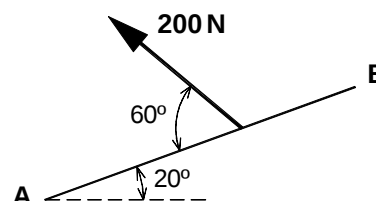
- Determine as componentes segundo os eixos coordenados x e y , de cada uma das forças.
- Considerando que todas as forças estão a actuar num ponto P , determine a força $F_a = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$, caracterizando a sua grandeza, ângulo com o eixo x e sentido.
- Considerando que todas as forças estão a actuar num ponto P , determine a força $F_b = F_1 - F_2 + F_3 - F_4$, caracterizando a sua grandeza, ângulo com o eixo y e sentido.

3- Considere a força de **100 N** representada na figura. Determine as componentes da força segundo os eixos coordenados x e y .



4- Considere a força de **200 N** representada na figura.

- Determine as componentes da força segundo os eixos coordenados x e y .
- Decomponha a força em duas componentes: uma na direcção AB e outra na perpendicular à direcção AB .



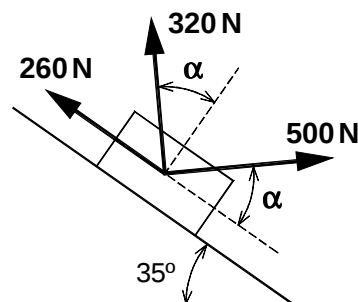
5- Considere o corpo rectangular representado na figura onde actuam três forças.

a) Considere $\alpha=25^\circ$.

- Determine a resultante das três forças caracterizando a sua grandeza, ângulo com a horizontal e sentido.
- Determine as componentes da resultante nas direcções perpendiculares aos lados maior e menor do corpo rectangular.

b) Considere $\alpha=50^\circ$.

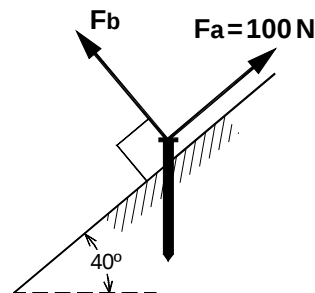
- Determine a resultante das três forças caracterizando a sua grandeza, ângulo com a horizontal e sentido.
- Determine as componentes da resultante nas direcções perpendiculares aos lados maior e menor do corpo rectangular.



6- Para que não danifique a tábua de madeira onde está cravado, o prego representado na figura deverá ser arrancado na vertical. As ferramentas existentes permitem aplicar forças paralelas e perpendiculares à superfície da madeira.

a) Se for aplicada uma força paralela à superfície da madeira de **100 N** (F_a), determine a grandeza da força perpendicular (F_b) que deverá ser aplicada simultaneamente para que o prego seja arrancado na vertical.

b) Determine a grandeza da força de arranque.



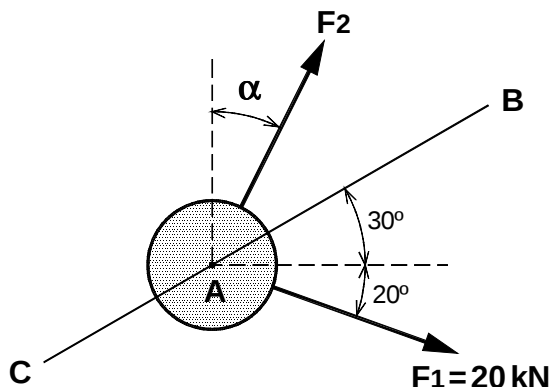
7- Considere a esfera representada na figura, sob a acção de duas forças: F_1 e F_2 .

a) Considere $\alpha=25^\circ$.

- Determine a grandeza da força F_2 , que actuando conjuntamente com F_1 , faz a esfera deslocar-se na trajectória **AB**.
- Determine a grandeza da resultante $R = F_1 + F_2$.

b) Considere a força $|F_2| = 40 \text{ kN}$.

- Determine o ângulo α da direcção da força F_2 que, actuando conjuntamente com F_1 , faz a esfera deslocar-se na trajectória **AC**.
- Determine a grandeza da resultante $R = F_1 + F_2$.



- 1- Considere o sistema de forças aplicado num ponto representado na *figura 1* e os sistemas de eixos (x,y) das *figuras 2* e *3* ($x \perp y$).
- Substitua o sistema de forças da *figura 1* por outro equivalente composto por duas forças com a direcção dos eixos (x,y) da *figura 2*.
 - Substitua o sistema de forças da *figura 1* por outro equivalente composto por duas forças com a direcção dos eixos (x,y) da *figura 3*.
 - Determine a resultante do sistema de forças representado na *figura 1*.
 - Caracterize completamente a força que actuando conjuntamente com o sistema representado na *figura 1*, conduz ao equilíbrio do ponto.
 - Determine a força F que actuando conjuntamente com o sistema representado na *figura 1*, torna o novo sistema (forças da *figura 1* + F) equivalente a uma força horizontal ($\leftarrow$) de 60 kN.
 - Considere um sistema constituído por uma força F actuando conjuntamente com as forças de 25 kN e 70 kN representadas na *figura 1*.
 - Determine a menor força F que conduz a uma resultante com a direcção do eixo y da *figura 2*.
 - Caracterize a resultante deste novo sistema de forças.

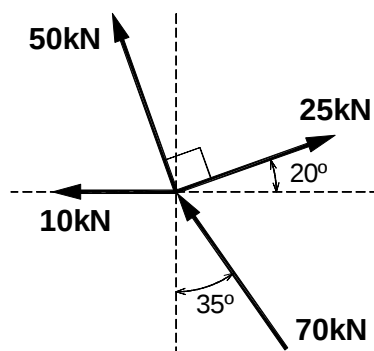


Figura 1

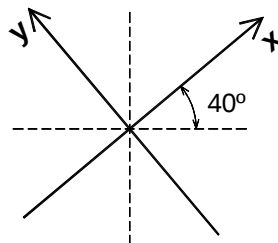


Figura 2

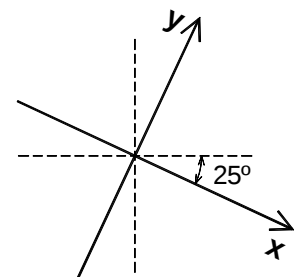
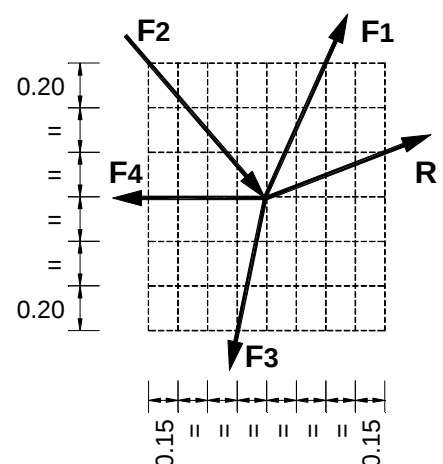


Figura 3

- 2- Considere o sistema de forças aplicado num ponto, constituído por F_1 , F_2 , F_3 e F_4 , cuja resultante é a força R .
- Considerando $R = 50$ kN, $F_3 = 25$ kN e $F_4 = 15$ kN, determine a grandeza e sentido de F_1 e F_2 .
 - Considerando $R = 30$ kN, $F_1 = 10$ kN e $F_2 = 15$ kN, determine a grandeza e sentido de F_3 e F_4 .
 - Considerando $F_1 = 30$ kN e $F_4 = 65$ kN, determine a grandeza e sentido de F_2 e F_3 para que a resultante tenha uma grandeza de 40 kN, a direcção indicada na figura e sentido contrário ao indicado na figura.
 - Considerando $F_1 = 40$ kN, $F_2 = 50$ kN, $F_3 = 20$ kN e $F_4 = 10$ kN, caracterize a força F_5 que deverá adicionar ao sistema para que o ponto esteja em equilíbrio.



1- Considere a manivela que roda em torno do ponto **C** e que se encontra caracterizada na *figura 1*.

a) *Figura 2*

- a1) Determine o momento da força em relação ao pto **C**;
- a2) Determine o momento da força em relação ao pto **D**;

b) *Figura 3*

- b1) Determine o momento da força em relação ao pto **C**;
- b2) Determine o momento da força em relação ao pto **E**;

c) *Figura 4*

- c1) Determine o momento da força em relação ao pto **D**;
- c2) Determine o momento da força em relação ao pto **C**;

d) *Figura 5*

- d1) Determine o momento da força em relação ao pto **D**;
- d2) Determine o momento da força em relação ao pto **C**;

e) *Figura 6*

- e1) Determine o momento do binário em relação ao pto **C**;
- e2) Determine o momento do binário em relação ao pto **B**;
- e3) Determine o momento do binário em relação ao pto **A**;

f) *Figura 7*

- f1) Determine o momento de todas as forças em relação ao pto **C**;
- f2) Determine o momento de todas as forças em relação ao pto **E**;
- f3) Substitua o sistema de forças por outro equivalente com ponto de aplicação em **D**;
- f4) Determine a força vertical a actuar em **A** que, actuando conjuntamente com as forças representadas na figura, conduz a um momento nulo em **C**;
- f5) Determine a força horizontal a actuar em **E** que, actuando conjuntamente com as forças representadas na figura, conduz a um momento em **A** de 20 kNm (sentido horário);

g) *Figura 8*

- g1) Reduza o sistema de forças a um sistema força+momento equivalente com ponto de aplicação em **C**;
- g2) Reduza o sistema de forças da figura a um sistema força+momento equivalente com ponto de aplicação a meio da barra **DE**;
- g3) Reduza o sistema de forças a uma resultante com ponto de aplicação sobre o tramo **BCD**.

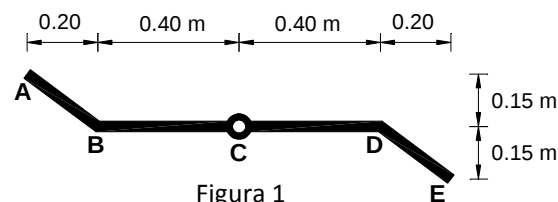


Figura 1

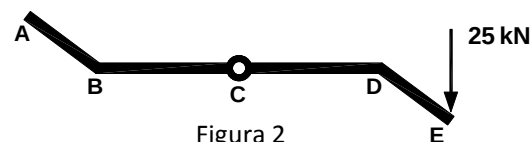


Figura 2

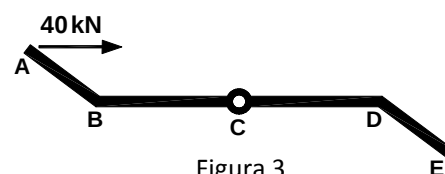


Figura 3

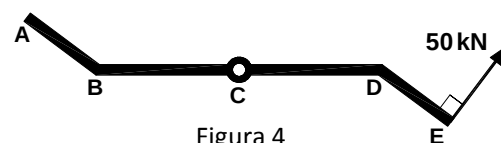


Figura 4

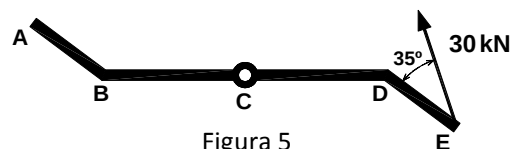


Figura 5

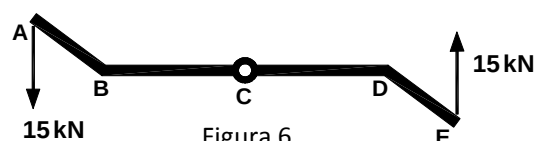


Figura 6

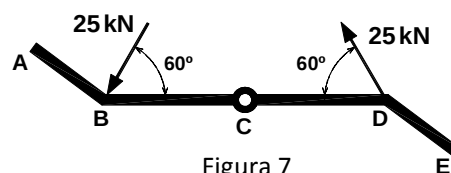


Figura 7

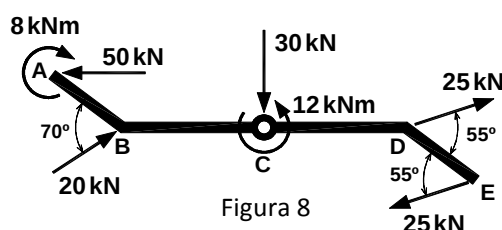
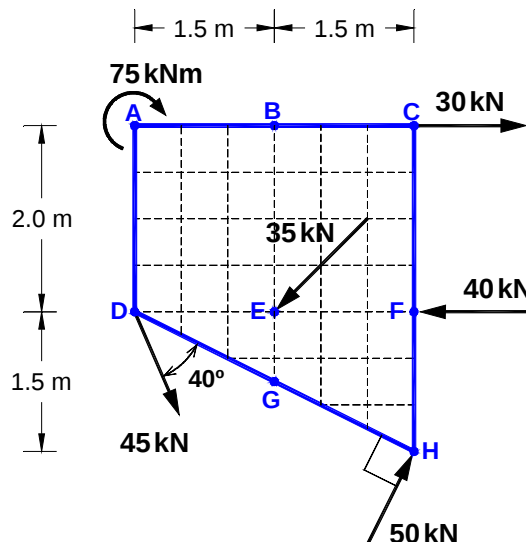


Figura 8

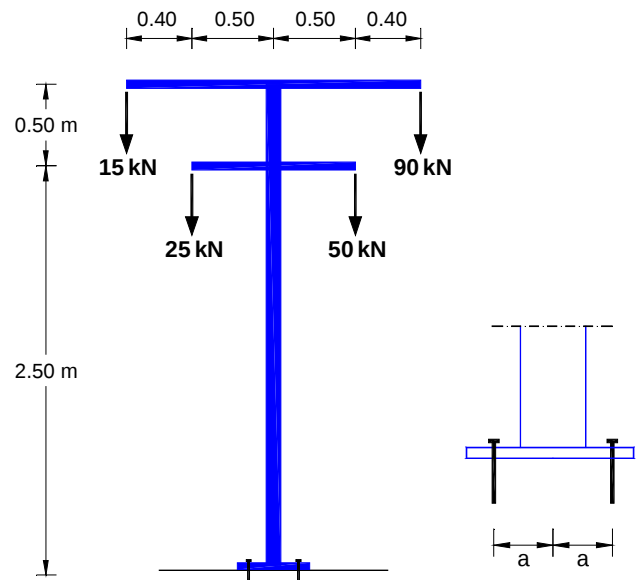
2- Considere o corpo rígido representado na figura.

- Determine a força e o momento a aplicar em **B** para que, conjuntamente com o carregamento da figura, o corpo rígido esteja em equilíbrio.
- Para que seja alcançado o equilíbrio do corpo, determine as seguintes três forças que deverão actuar conjuntamente com o carregamento da figura:
 - uma força horizontal a aplicar em **D**;
 - uma força horizontal a aplicar em **H**;
 - uma força vertical a aplicar em **G**;
- Reduza o carregamento representado a um sistema força+momento equivalente com ponto de aplicação em **A**.
- Reduza o carregamento representado a um sistema força+momento equivalente com ponto de aplicação em **G**.
- Reduza o carregamento representado a uma resultante com ponto de aplicação sobre o alinhamento **ABC**.

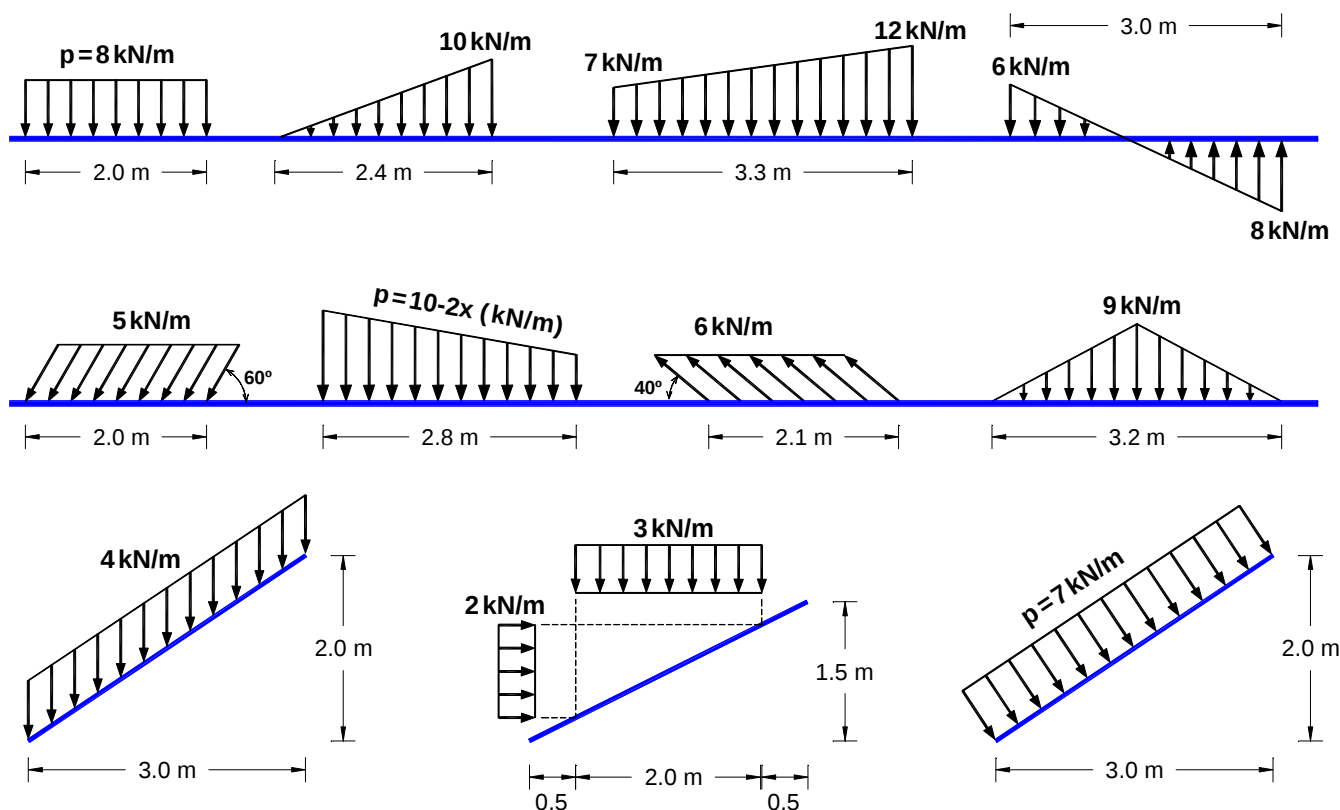


3- Considere o poste de electricidade que suporta quatro linhas que exercem sobre ele as forças representadas na figura.

- Determine a resultante na extremidade inferior do poste.
- Considere que os parafusos que fixam o poste ao solo distam 20 cm do seu eixo ($a=20\text{cm}$). Determine as forças verticais transmitidas aos parafusos.
- Determine a cota a para que a força transmitida aos parafusos não ultrapasse 220 kN.



- 1- Substitua os carregamentos da figura por forças resultantes equivalentes no cálculo do equilíbrio de corpos rígidos.



- 2- Determine as reacções nos apoios das estruturas seguintes.

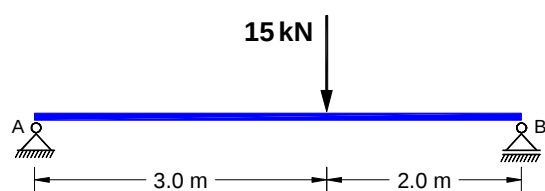


Figura 1

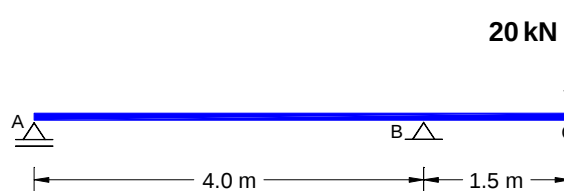


Figura 2

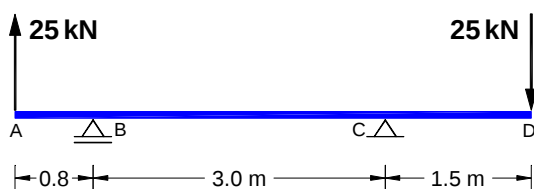


Figura 3

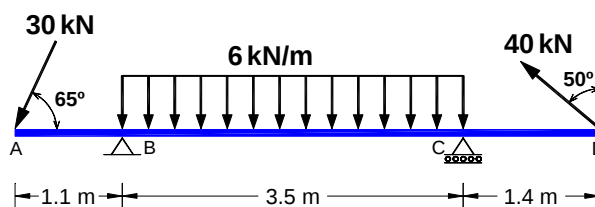


Figura 4

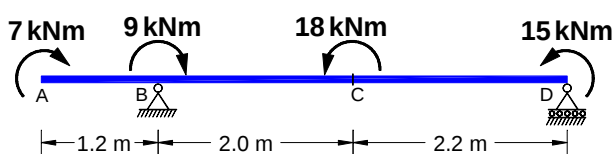


Figura 5

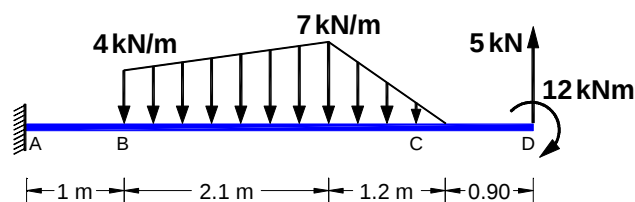


Figura 6

3- Considere as estruturas do exercício anterior.

a) *Figura 2*

Determine o ponto de aplicação da força vertical de **25 kN** ($\downarrow$), que actuando conjuntamente com a força de 20 kN representada na figura, conduz a uma reacção nula no apoio **A**.

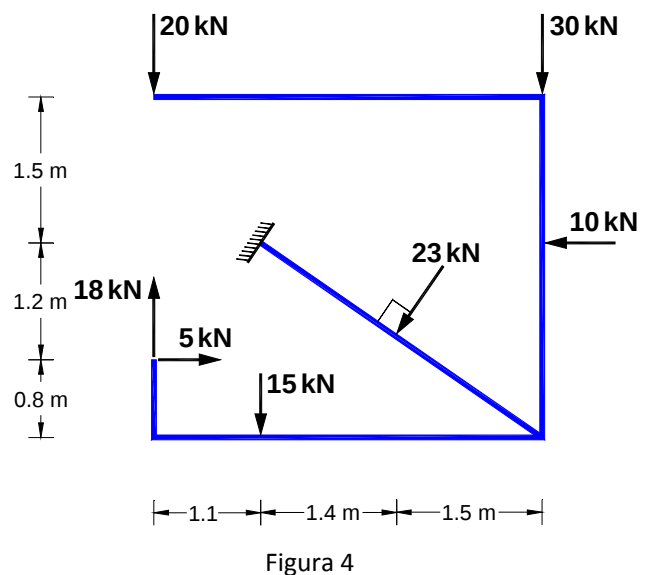
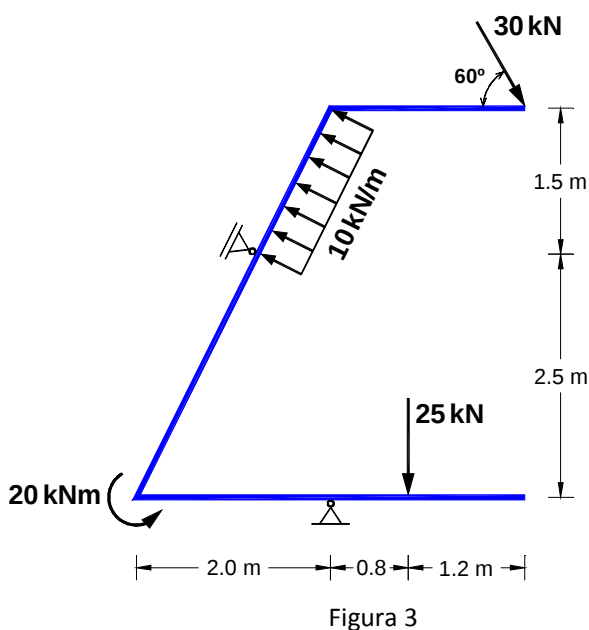
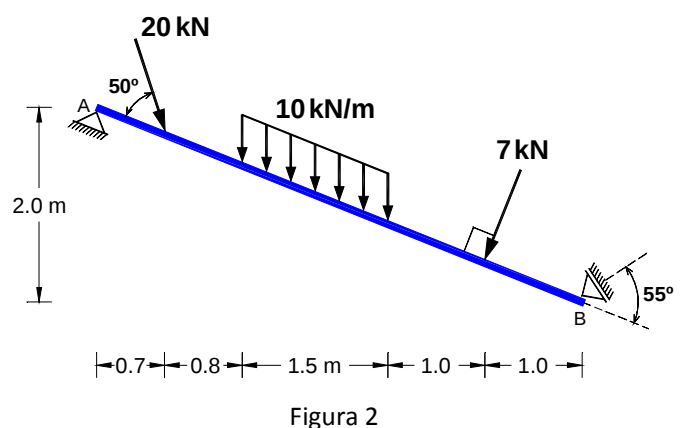
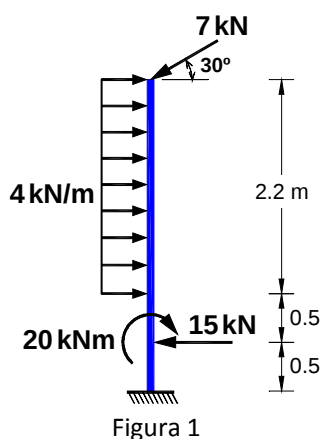
b) *Figura 4*

Determine a grandeza e sentido do momento a aplicar em **C**, que actuando conjuntamente com o restante carregamento ilustrado na figura, reduz a reacção vertical em **B** para **30 kN** ($\uparrow$).

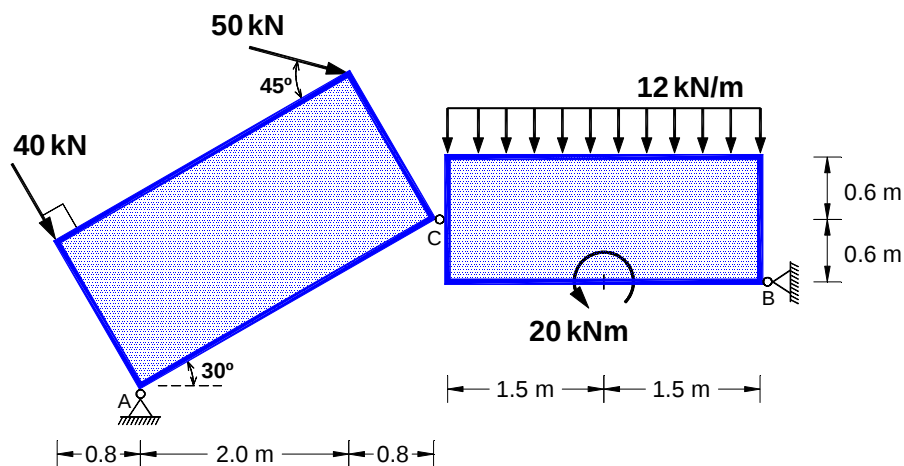
c) *Figura 5*

Determine a grandeza e sentido da carga vertical uniformemente distribuída a aplicar no tramo **AB** que actuando conjuntamente com o restante carregamento ilustrado na figura, leva a que a reacção no apoio **B** seja uma força vertical de **22 kN** ($\uparrow$).

4- Determine as reacções nos apoios das estruturas seguintes.



- 1- Considere os dois corpos rígidos rectangulares unidos por uma rótula em **C**, representados na figura. Determine as reacções e as forças de ligação na rótula **C**.



- 2- Determine as reacções nos apoios das estruturas seguintes.

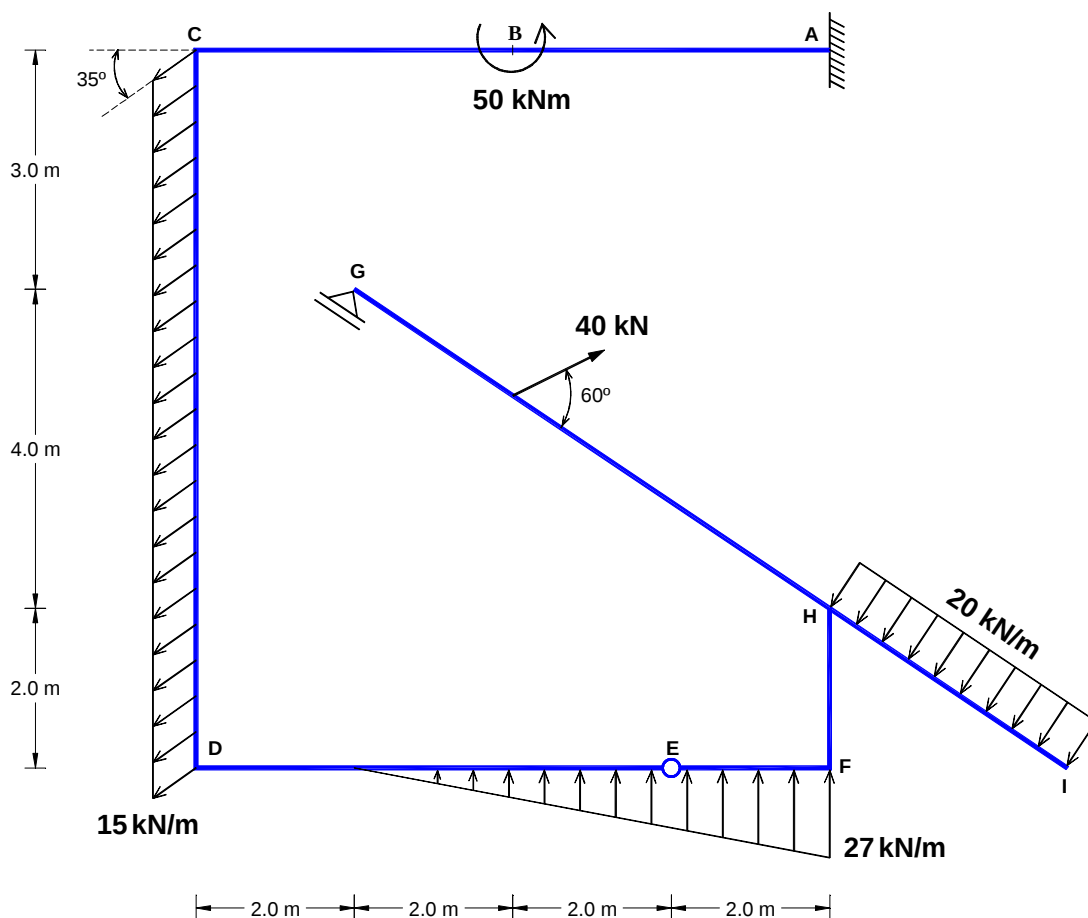


Figura 1

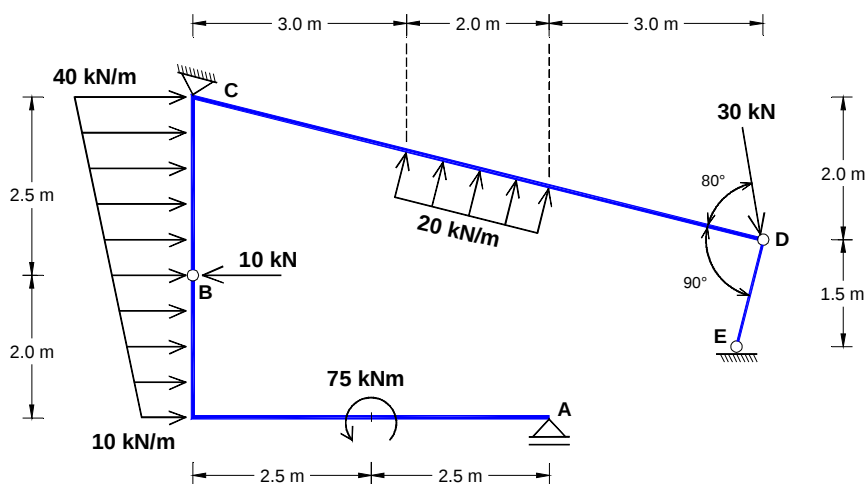


Figura 2

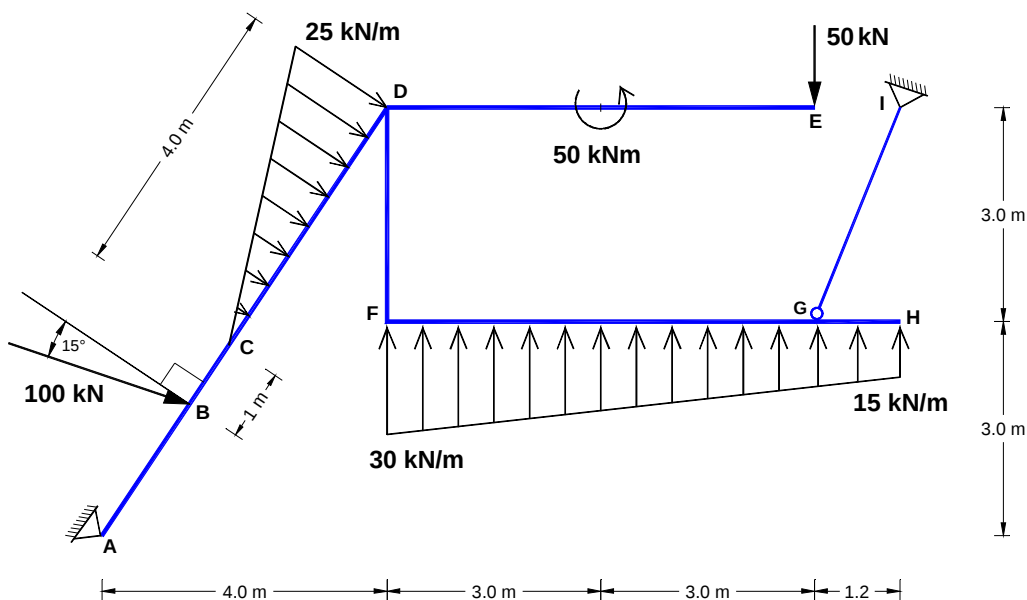


Figura 3

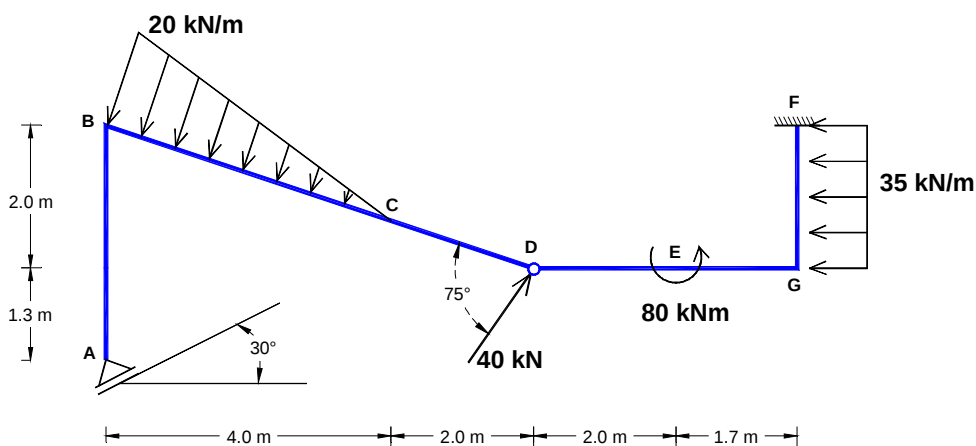


Figura 4

1- Determine as reacções nos apoios das vigas Gerber abaixo representadas.

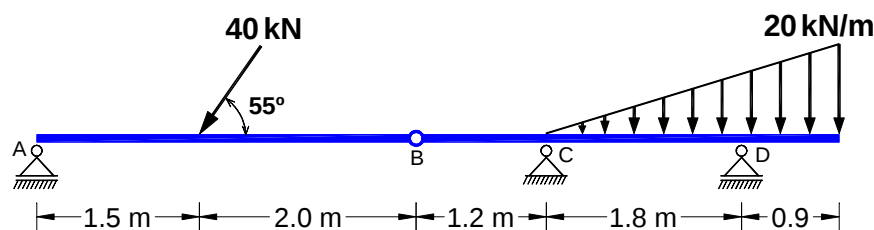


Figura 1

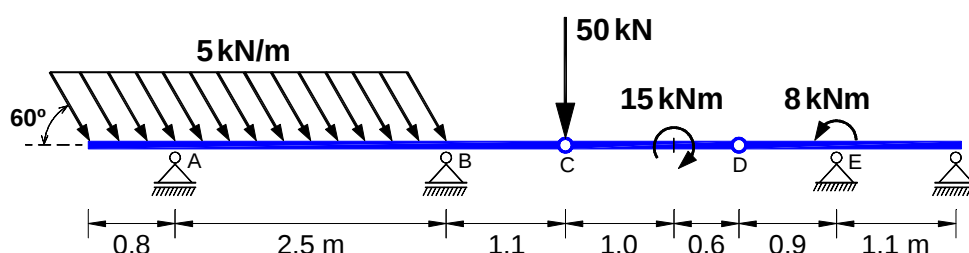


Figura 2

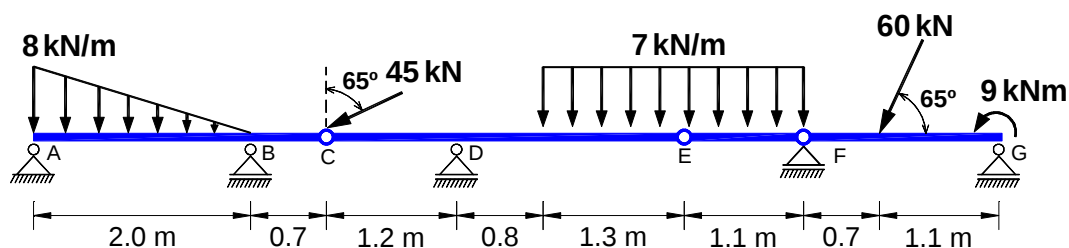


Figura 3

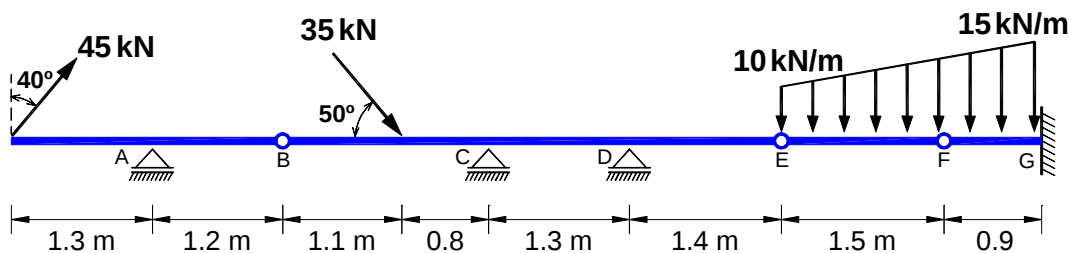


Figura 4

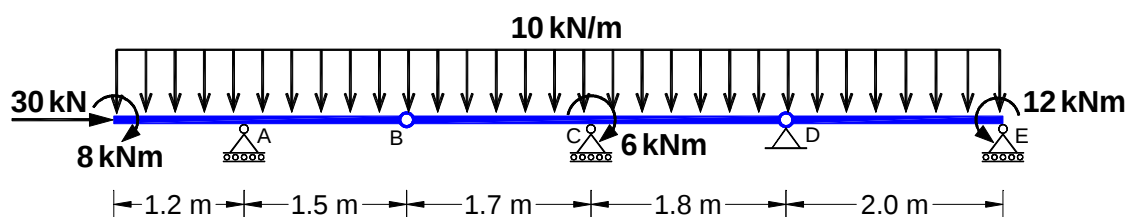


Figura 5

1- Determine as reacções nos apoios das estruturas seguintes.

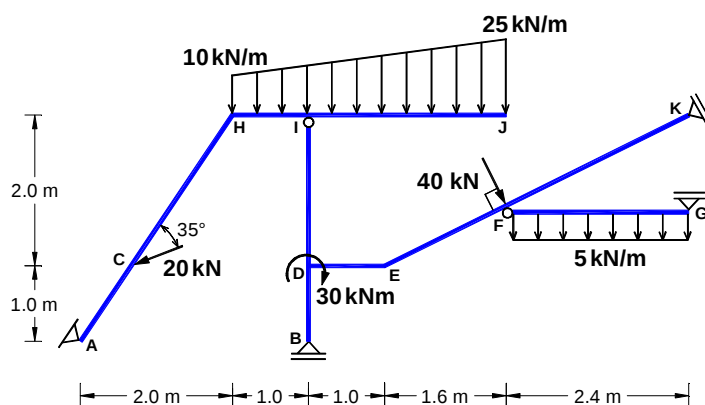


Figura 1

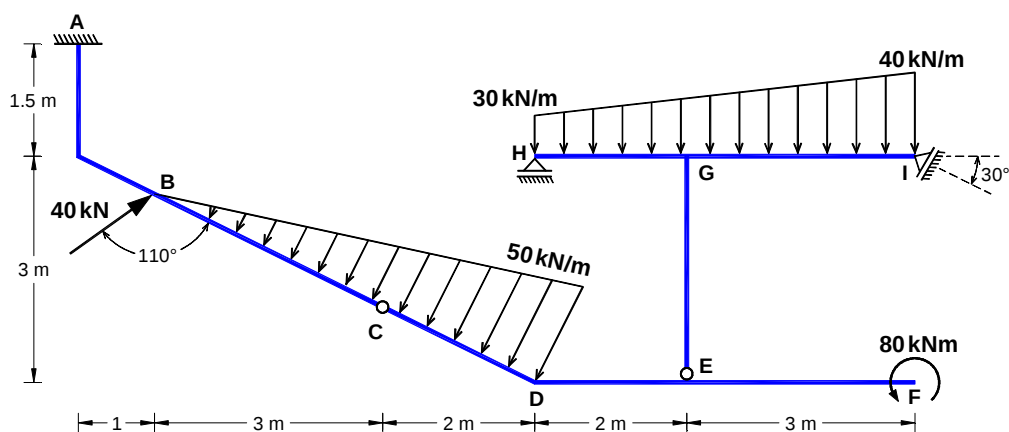


Figura 2

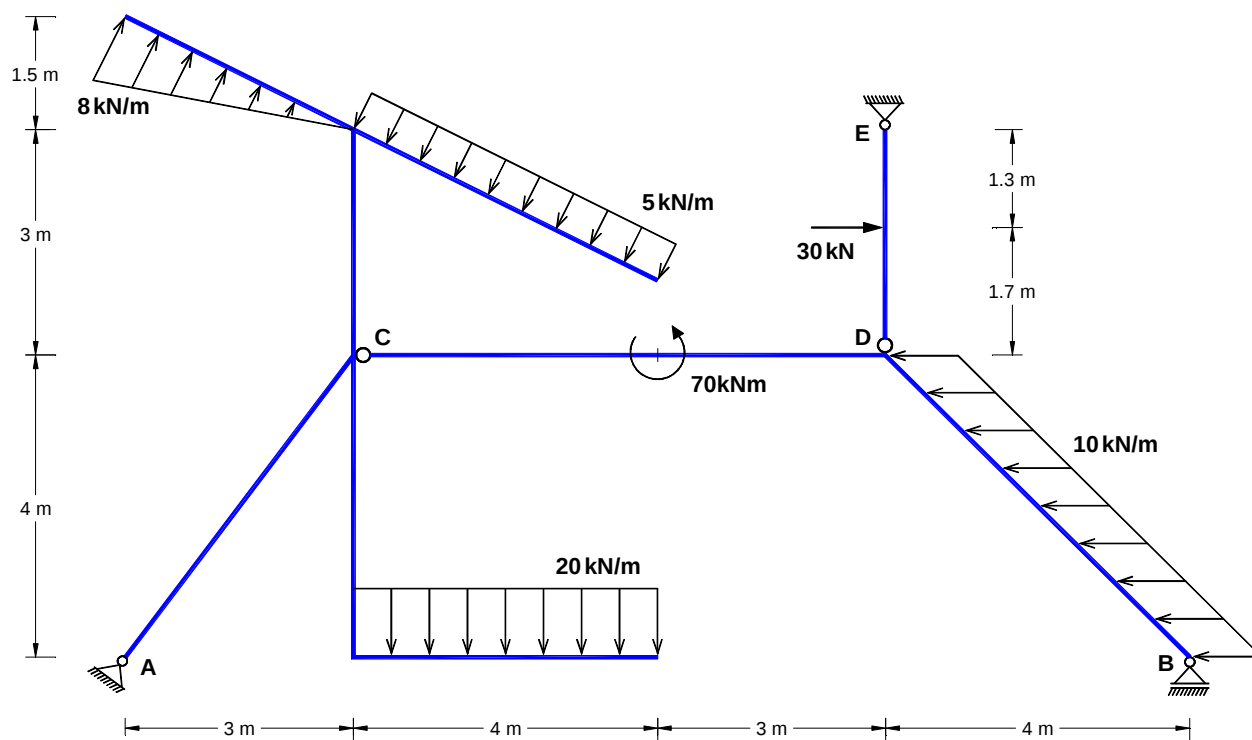


Figura 3

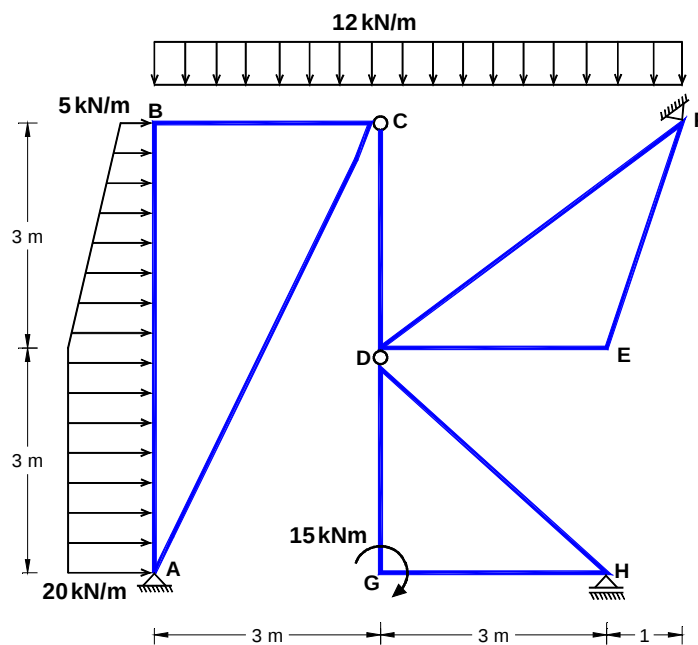


Figura 4

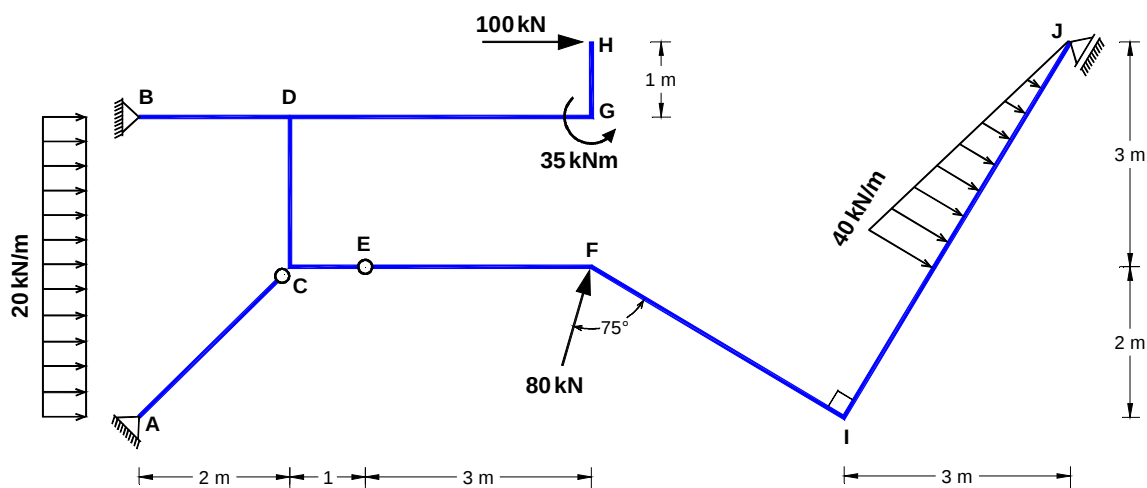


Figura 5

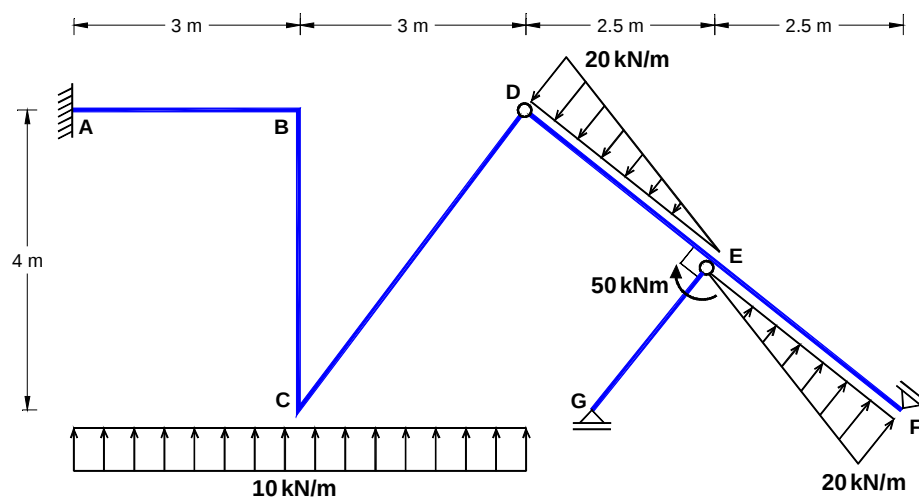


Figura 6

- 1- Determine os esforços em todas as barras pelo **Método do Equilíbrio dos Nós**.
Sempre que possível, não calcule previamente as reacções.

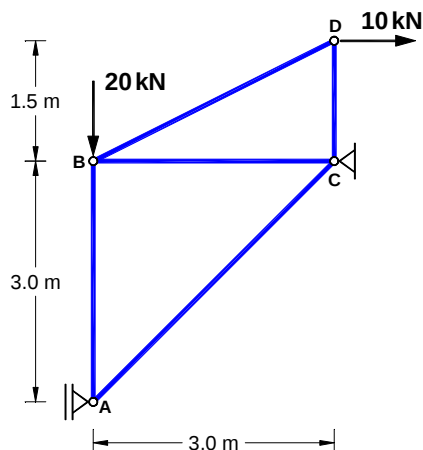


Figura 1

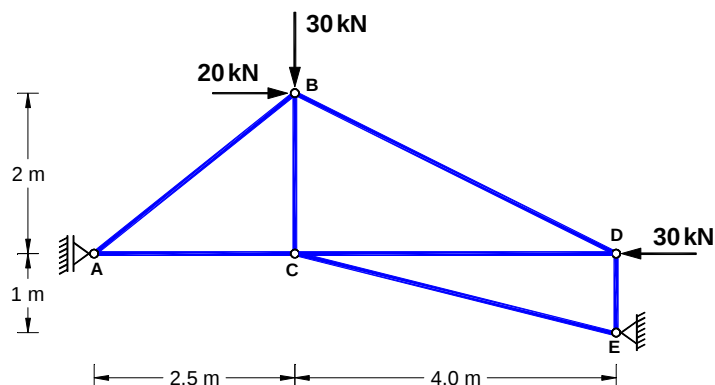


Figura 2

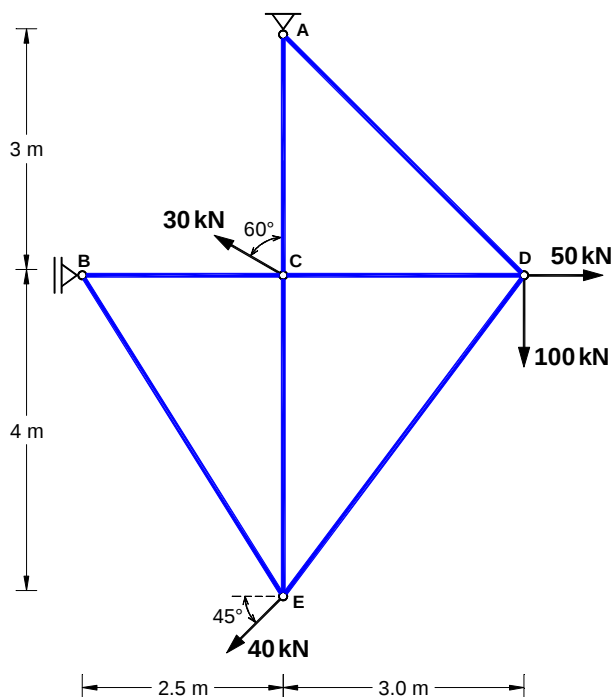


Figura 3

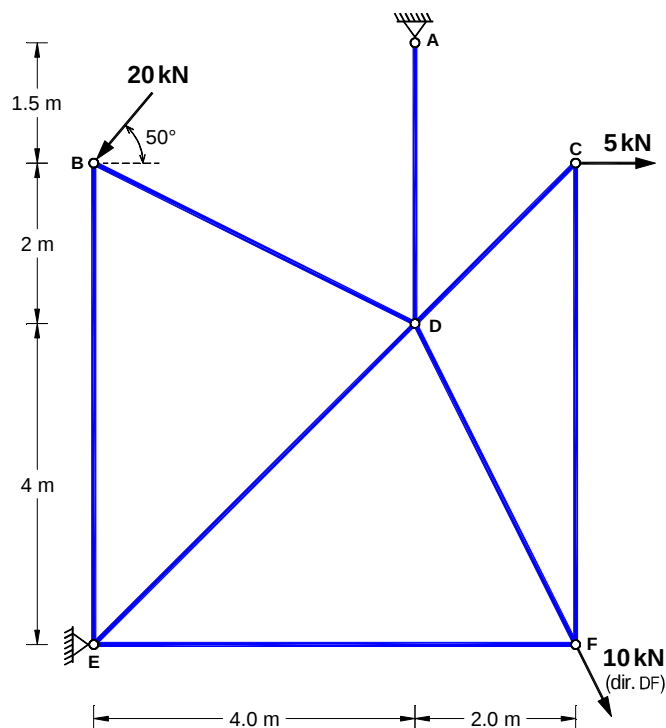


Figura 4

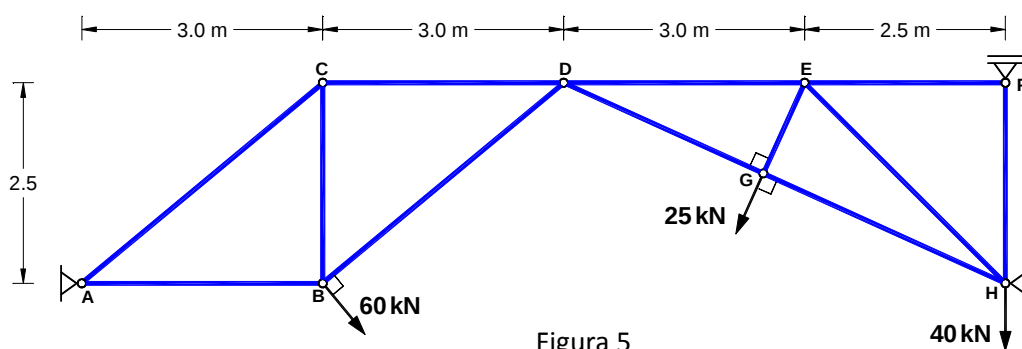


Figura 5

- 2- Considere as estruturas do exercício anterior e recorra ao **Método de Ritter** na resolução das alíneas seguintes. Sempre que possível, não calcule previamente as reacções.

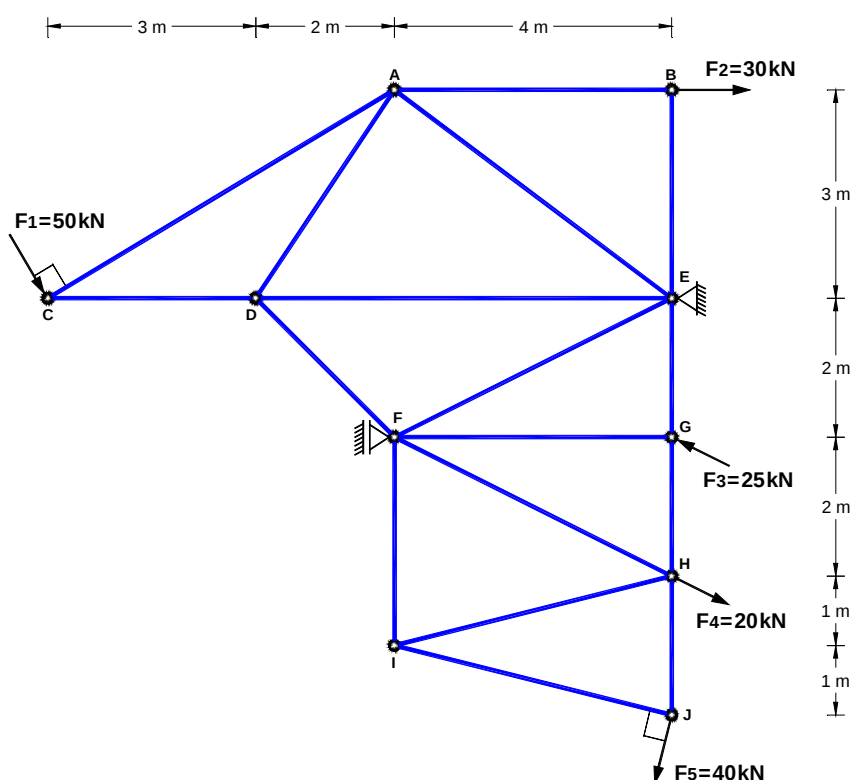
a) Figura 1 Determine os esforços nas barras <u>AB</u>, <u>BC</u>, <u>BD</u> e <u>CD</u>.	b) Figura 2 b1) Confirme que a barra <u>AB</u> está descarregada. b2) Determine os esforços nas barras <u>BC</u> e <u>CD</u>.
c) Figura 3 Determine o esforço na barra <u>CD</u>.	d) Figura 4 Determine os esforços nas barras <u>BE</u> e <u>EF</u>.
e) Figura 5 Determine o esforço na barra <u>BC</u>.	

- 3- Considere a estrutura articulada plana representada na figura. As forças F_3 e F_4 têm a mesma direcção que a barra FH.

Tenha em atenção o seguinte:

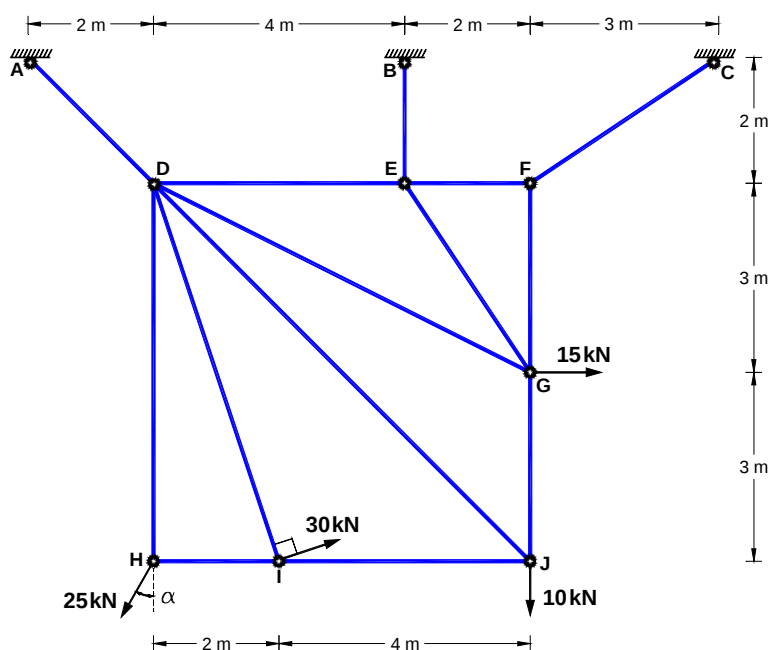
- Resolva todas as alíneas sem calcular as reacções nos apoios.
- Cada alínea é independente das demais, pelo que não devem ser utilizados resultados obtidos numa alínea para resolver outra.

- a) Recorrendo ao **Método de Equilíbrio dos Nós**, determine o esforço axial nas barras AD e AE.
- b) Utilizando o **Método de Ritter**, calcule o esforço axial na barra EG.
- c) Utilizando o **Método de Ritter**, determine que direcção e sentido a força $F_5 = 40 \text{ kN}$ deveria ter para que na barra HI actuasse um esforço de compressão de 25 kN



4- Considere a estrutura articulada plana representada na figura.

- Recorrendo ao **Método de Equilíbrio dos Nós** e considerando $\alpha=30^\circ$, determine o esforço axial nas barras DJ, DJ e IJ.
- Utilizando o **Método de Ritter** e considerando $\alpha=30^\circ$, determine o esforço axial na barra GJ.
- Utilizando o **Método de Ritter**, determine qual o ângulo α que provoca um esforço de compressão de 10 kN na barra IJ.

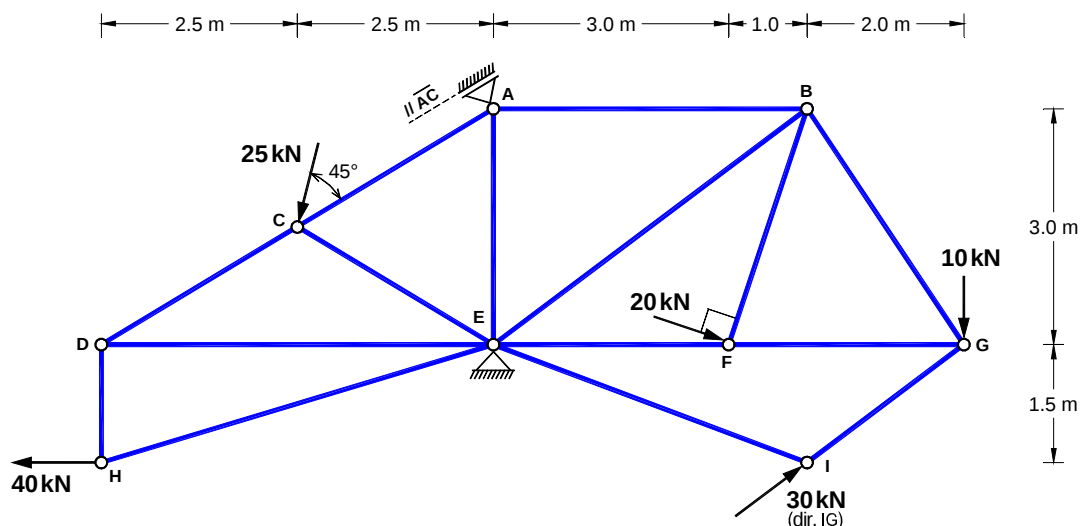


5- Considere a estrutura articulada plana representada na figura.

Tenha em atenção o seguinte:

- Resolva todas as alíneas sem calcular as reacções nos apoios.
- Cada alínea é independente das demais, pelo que não devem ser utilizados resultados obtidos numa alínea para resolver outra.

- Recorrendo ao **Método de Equilíbrio dos Nós**, determine o esforço axial nas barras BF e BG.
- Utilizando o **Método de Ritter**, determine o esforço axial na barra AC.
- Utilizando o **Método de Ritter**, determine a grandeza e sentido da força vertical a aplicar no nó D para que o esforço axial a actuar na barra CD seja um esforço de compressão de 35 kN.

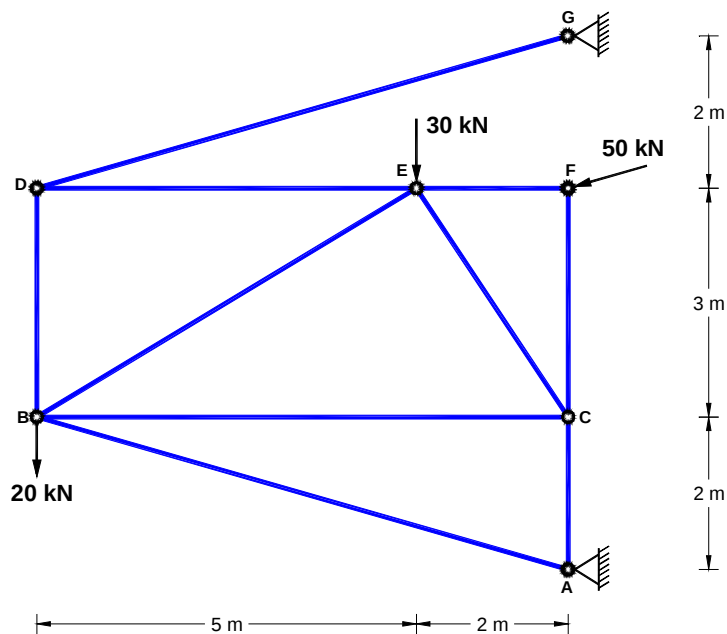


6- Considere a estrutura articulada plana representada na figura.

A força de 50 kN aplicada no nó F tem a direcção da barra DG.

a) Recorrendo ao **Método de Equilíbrio dos Nós**, determine o esforço axial nas barras BE e CE.

b) Calcule o esforço axial na barra DE pelo **Método de Ritter**.

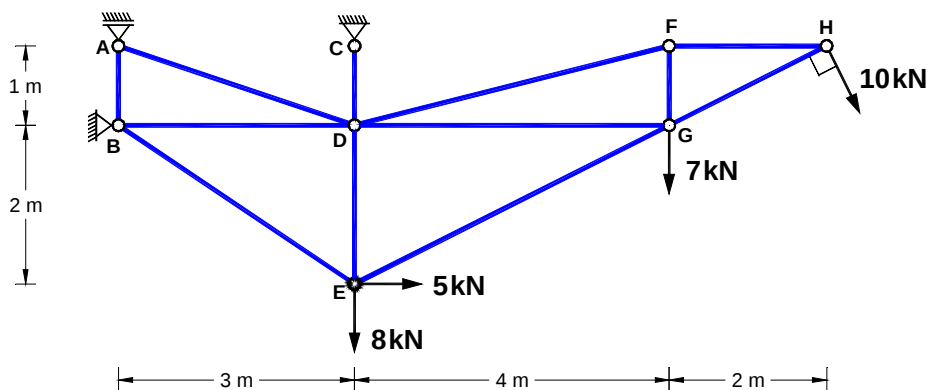


7- Considere a estrutura articulada plana representada na figura.

a) Sem calcular previamente as reacções e recorrendo ao **Método de Ritter**, determine o esforço axial na barra BE.

b) Utilizando o **Método de Ritter** determine o esforço axial na barra AD.

c) Recorrendo ao **Método de Equilíbrio dos Nós** determine o esforço axial na barra DE.



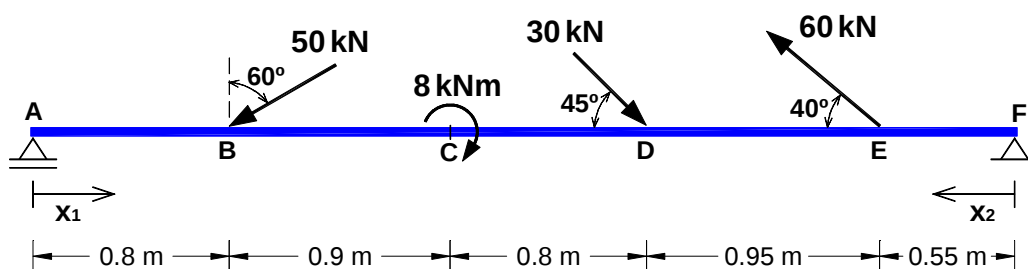
1- Considere a viga com o carregamento indicado na figura.

(Reacções: $V_A = 20,652 \text{ kN} \uparrow$ $H_F = 68,051 \text{ kN} \rightarrow$ $V_F = 13,006 \text{ kN} \downarrow$)

- Determine as expressões analíticas do esforço axial (**N**), esforço transversal (**V**) e momento flector (**M**) em função de x_1 .
- Desenhe os diagramas de esforços (**N**, **V** e **M**) caracterizando todos os pontos notáveis (máximos, mínimos e zeros dos diagramas).
- Determine as expressões analíticas do esforço axial (**N**), esforço transversal (**V**) e momento flector (**M**) em função de x_2 .
- Com as expressões determinadas na alínea anterior, confirme o traçado dos diagramas de esforços (**N**, **V** e **M**) anteriormente desenhados.
- Determine as expressões analíticas do esforço axial (**N**), esforço transversal (**V**) e momento flector (**M**) em função de um referencial local de cada tramo.

Nos tramos **AB**, **BC** e **CD** considere x da esquerda para a direita ($\rightarrow$); nos tramos **DE** e **EF** considere x da direita para a esquerda ($\leftarrow$).

Confirme o traçado dos diagramas de esforços anteriormente desenhados.



2- Considere as estruturas abaixo representadas.

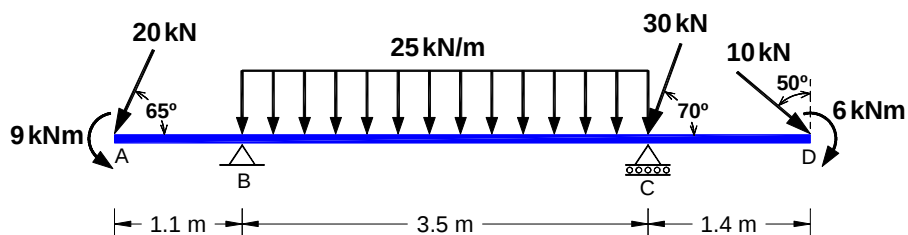
Determine as expressões analíticas dos esforços esforços (**N**, **V** e **M**) e desenhe os respectivos diagramas.

a) Reacções:

$H_B = 11,0525 \text{ kN} \rightarrow$

$V_B = 65,8589 \text{ kN} \uparrow$

$V_C = 74,3859 \text{ kN} \uparrow$

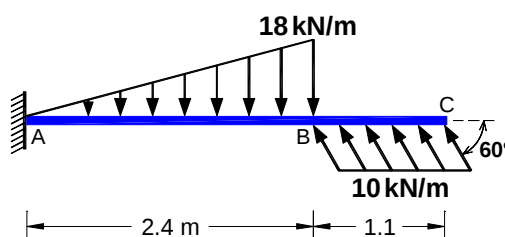


b) Reacções:

$H_A = 5,5 \text{ kN} \rightarrow$

$V_A = 12,0737 \text{ kN} \uparrow$

$M_A = 6,4575 \text{ kNm} \curvearrowright$

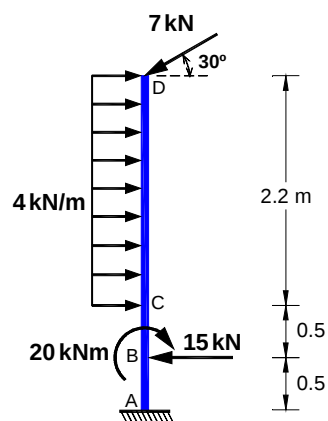


c) Reacções:

$$H_A = 12,262 \text{ kN} \rightarrow$$

$$V_A = 3,50 \text{ kN} \uparrow$$

$$M_A = 11,581 \text{ kNm} \curvearrowright$$

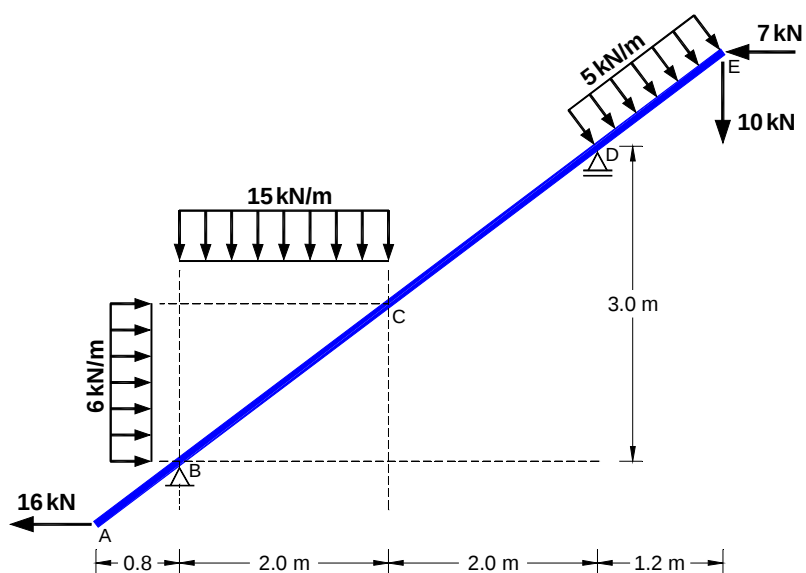


d) Reacções:

$$H_B = 9,5 \text{ kN} \rightarrow$$

$$V_B = 17,45625 \text{ kN} \uparrow$$

$$V_D = 28,54375 \text{ kN} \uparrow$$



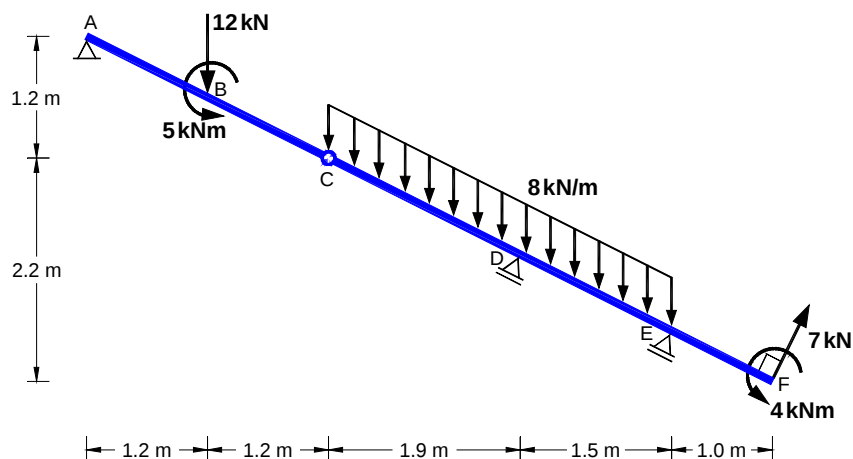
e) Reacções:

$$H_A = 13,731 \text{ kN} \leftarrow$$

$$V_A = 14,949 \text{ kN} \uparrow$$

$$R_D = 45,819 \text{ kN} \nearrow$$

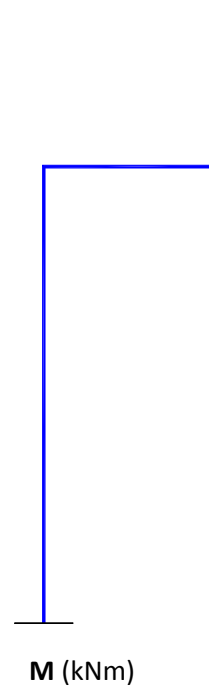
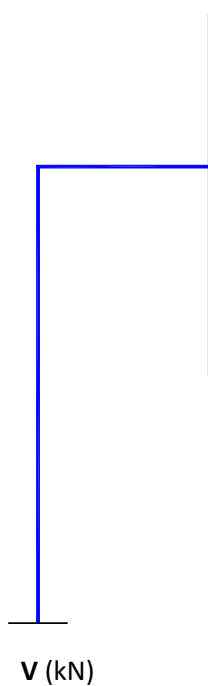
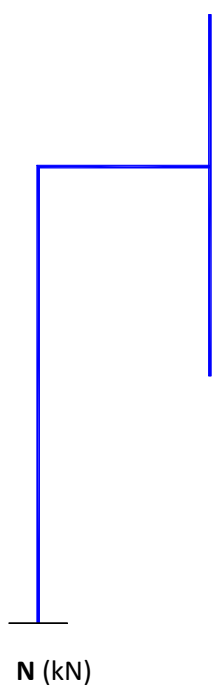
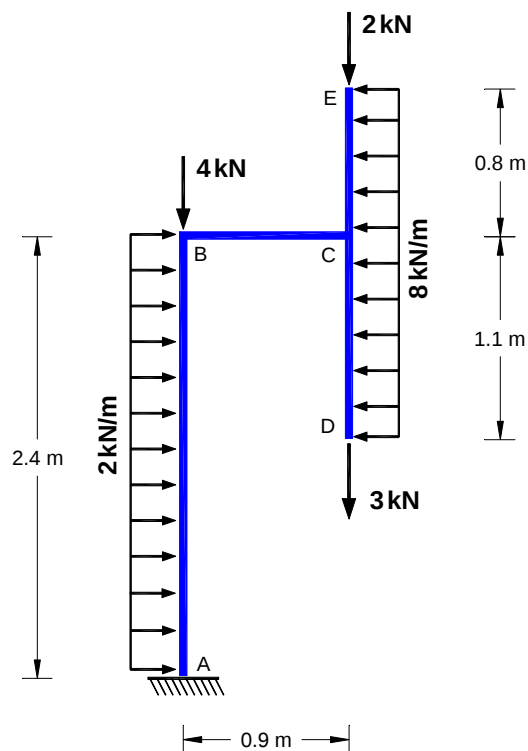
$$R_E = 22,116 \text{ kN} \swarrow$$



1- Considere a estrutura abaixo representada.

Determine as expressões analíticas dos esforços (N, V e M) e desenhe os respectivos diagramas, caracterizando todos os pontos notáveis.

Reacções: $H_A = 10,4 \text{ kN} \rightarrow$ $V_A = 9 \text{ kN} \uparrow$ $M_A = 23,94 \text{ kNm} \curvearrowright$



2- Considere a estrutura representada.

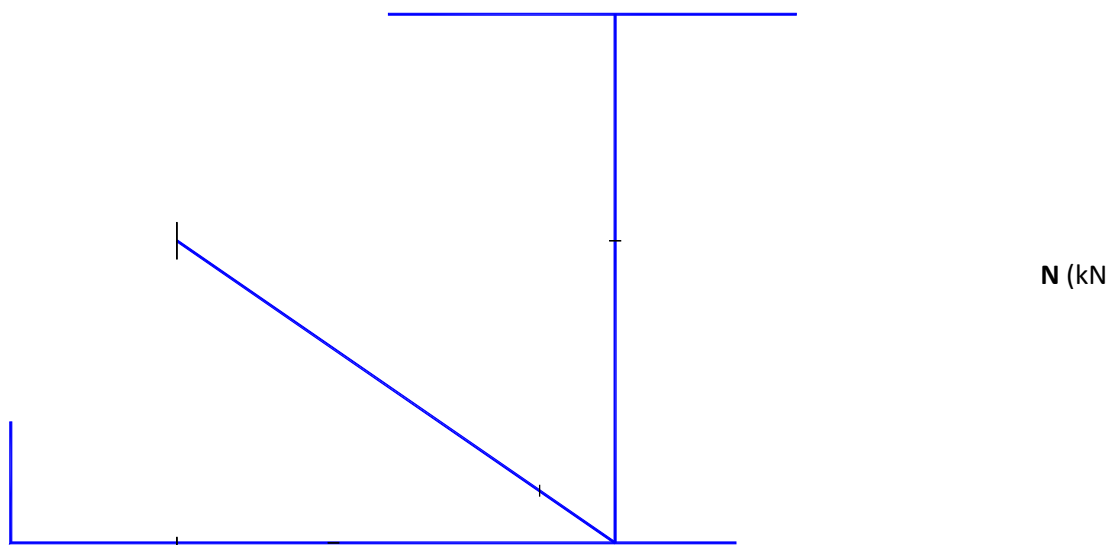
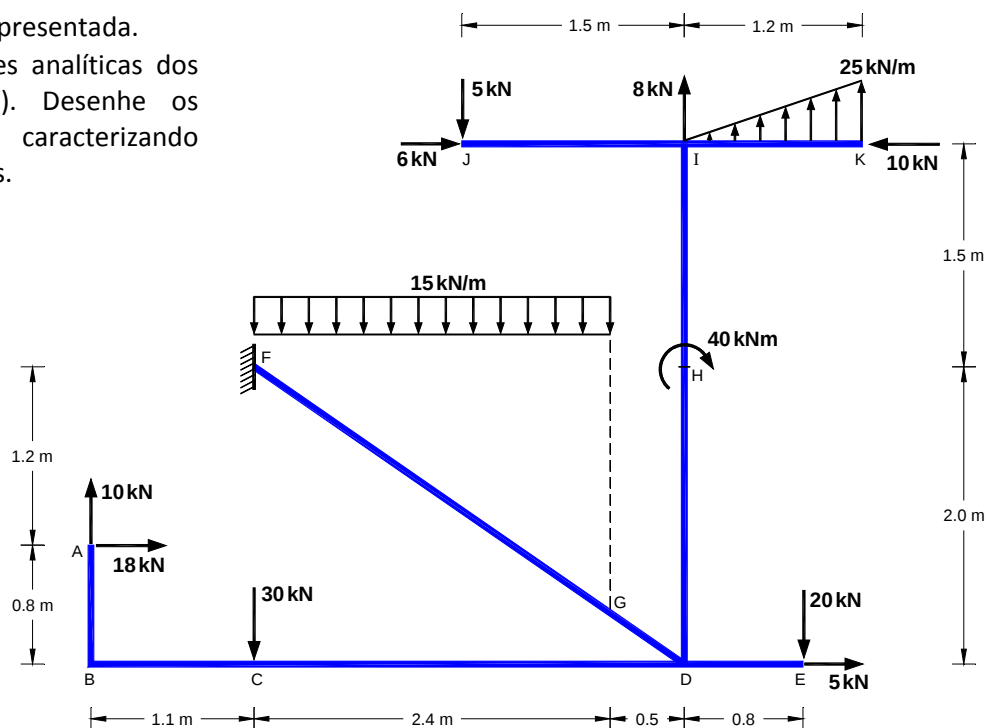
Determine as expressões analíticas dos esforços (**N**, **V** e **M**). Desenhe os respectivos diagramas, caracterizando todos os pontos notáveis.

Reacções:

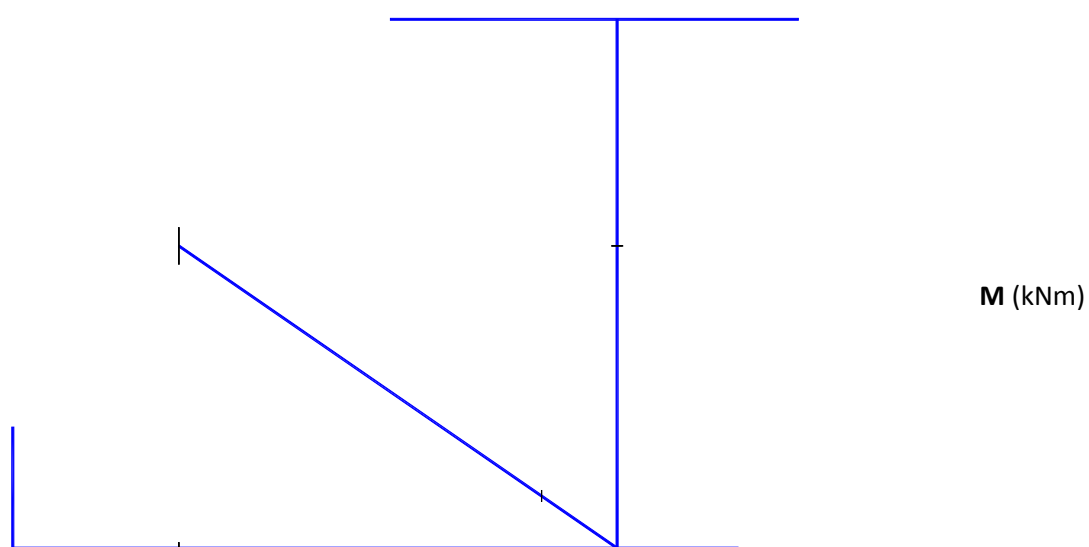
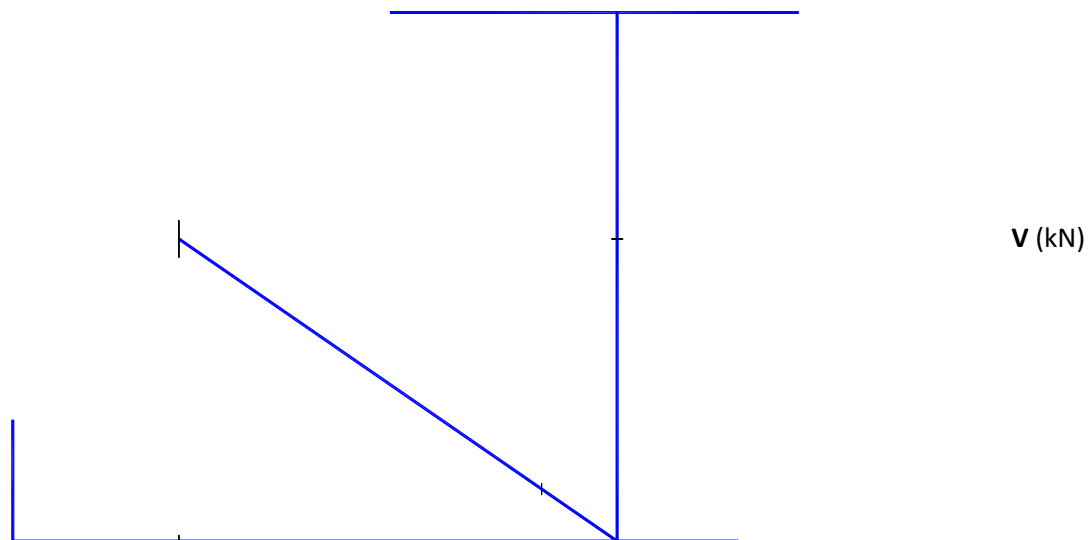
$$H_F = 19 \text{ kN} \leftarrow$$

$$V_F = 58 \text{ kN } \uparrow$$

$$M_F = 58,9 \text{ kNm} \curvearrowright$$



Esc: 1 cm $\leftrightarrow$ 0,5m



Esc: 1 cm $\leftrightarrow$ 0,5m

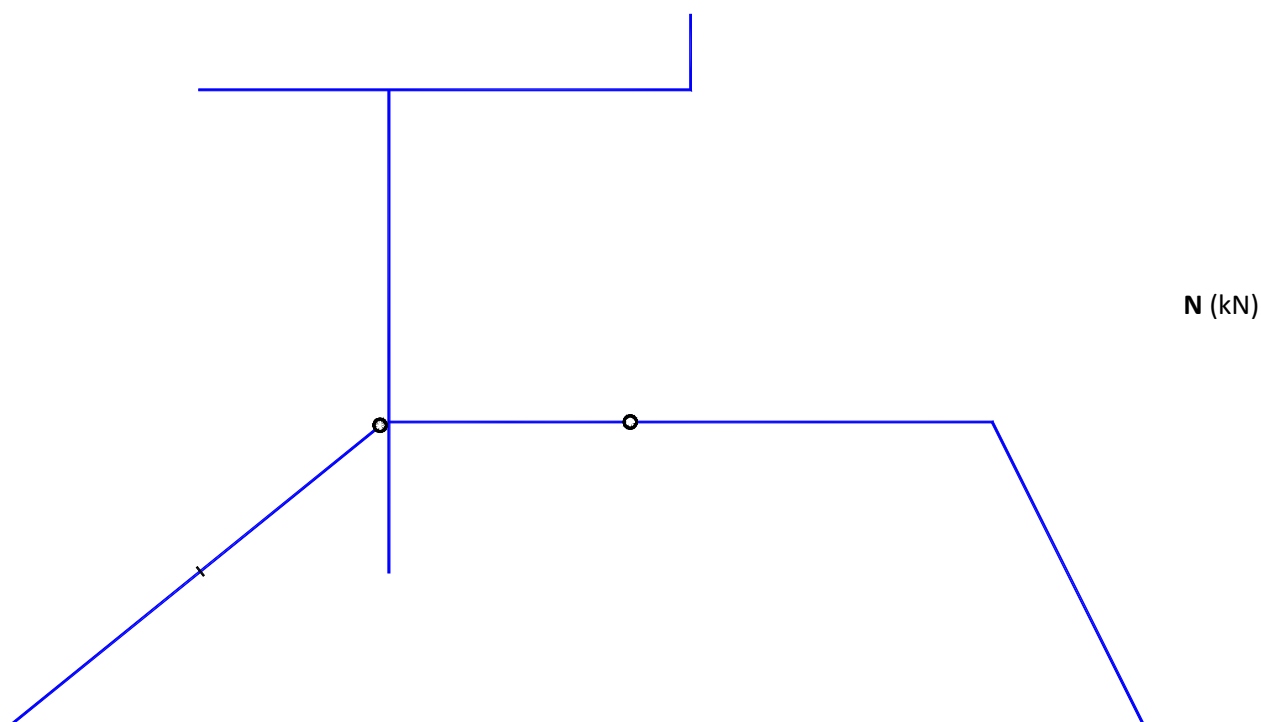
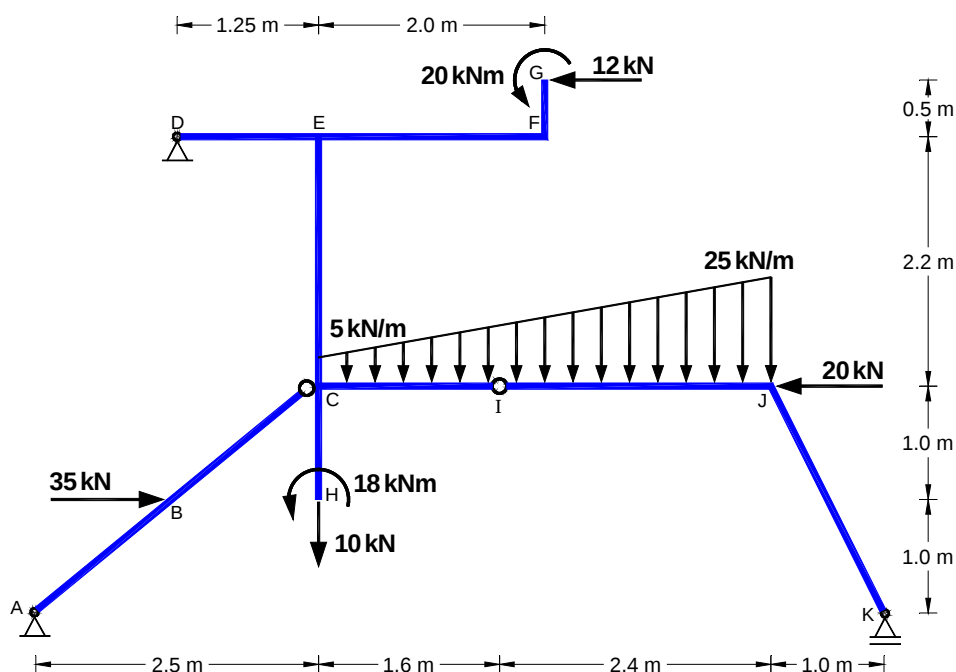
3- Determine as expressões analíticas dos esforços (N, V e M) da estrutura representada. Desenhe os respectivos diagramas, caracterizando todos os pontos notáveis.

Reacções:

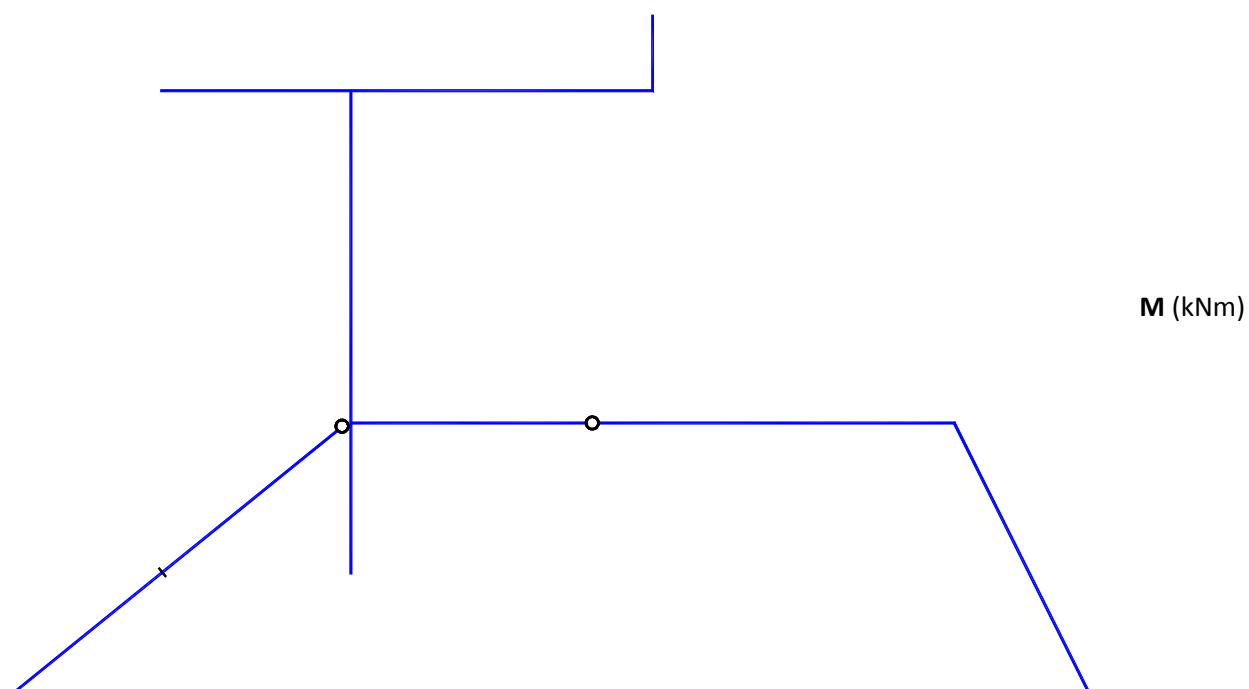
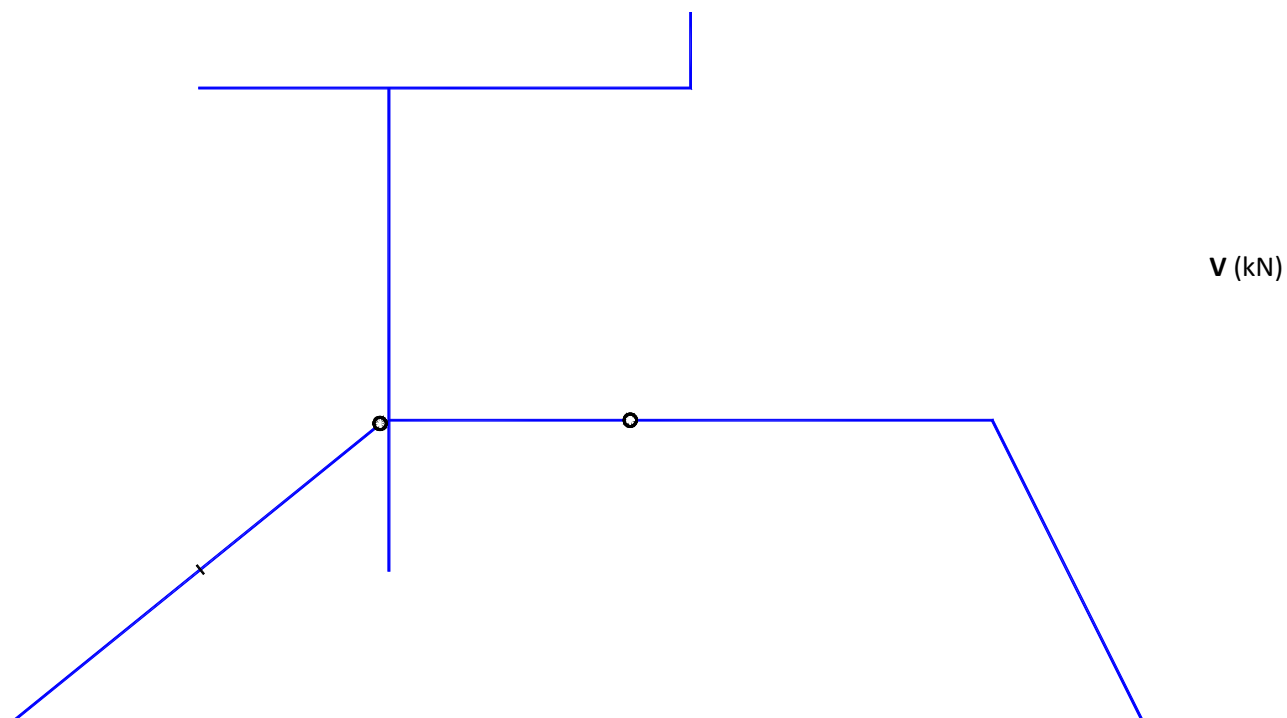
$$A \begin{cases} H_A = 8,9032 \text{ kN} \rightarrow \\ V_A = 21,1225 \text{ kN} \uparrow \end{cases}$$

$$D \begin{cases} H_D = 11,9032 \text{ kN} \leftarrow \\ V_D = 31,0892 \text{ kN} \uparrow \end{cases}$$

$$V_K = 17,7882 \text{ kN} \uparrow$$



Esc: 1 cm $\leftrightarrow$ 0,5m



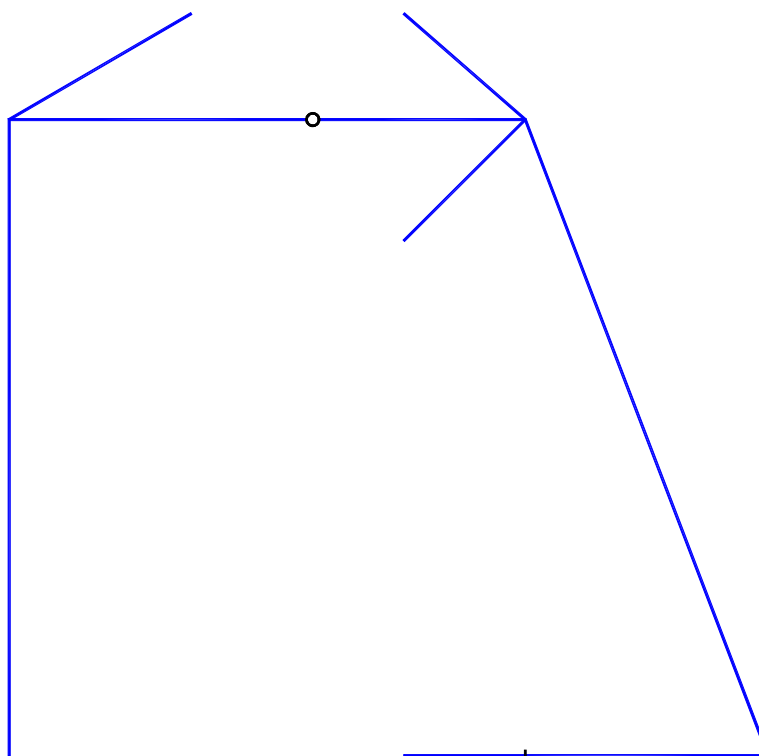
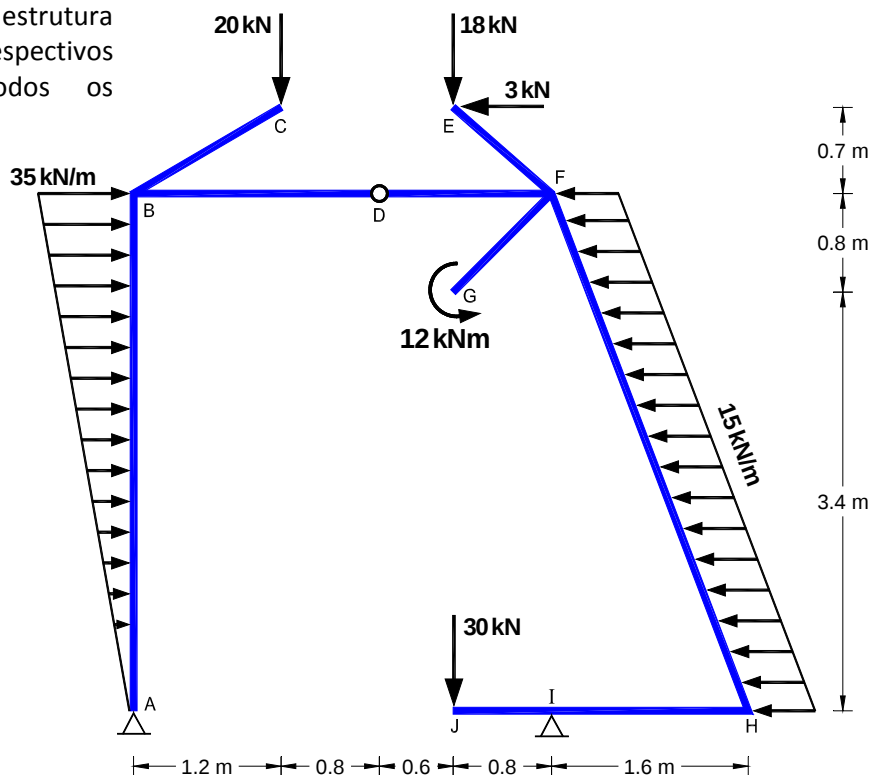
Esc: 1 cm

- 4- Determine as expressões analíticas dos esforços (**N**, **V** e **M**) da estrutura representada. Desenhe os respectivos diagramas, caracterizando todos os pontos notáveis.

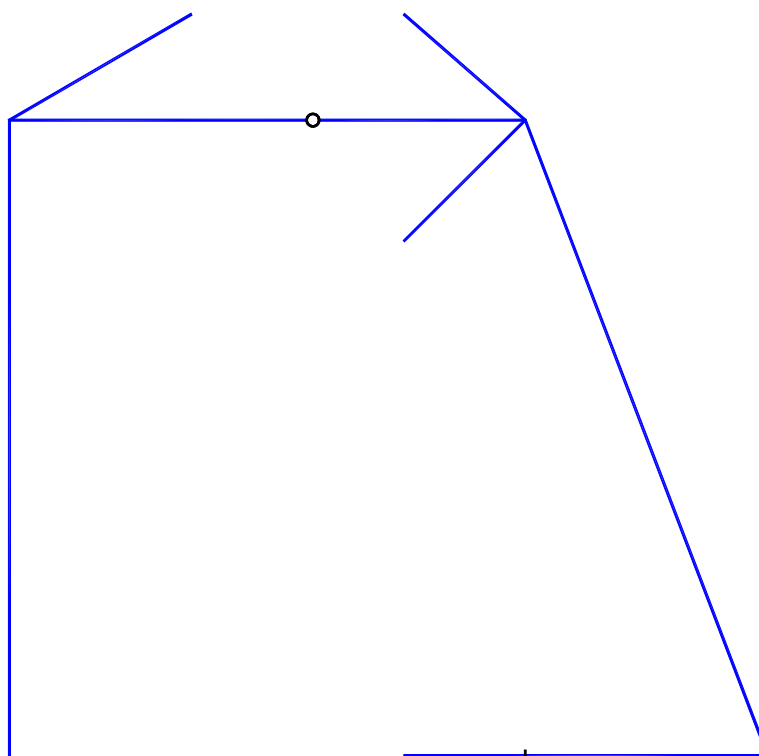
Reacções:

$$A \begin{cases} H_A = 22,0245 \text{ kN} \leftarrow \\ V_A = 13,1985 \text{ kN} \uparrow \end{cases}$$

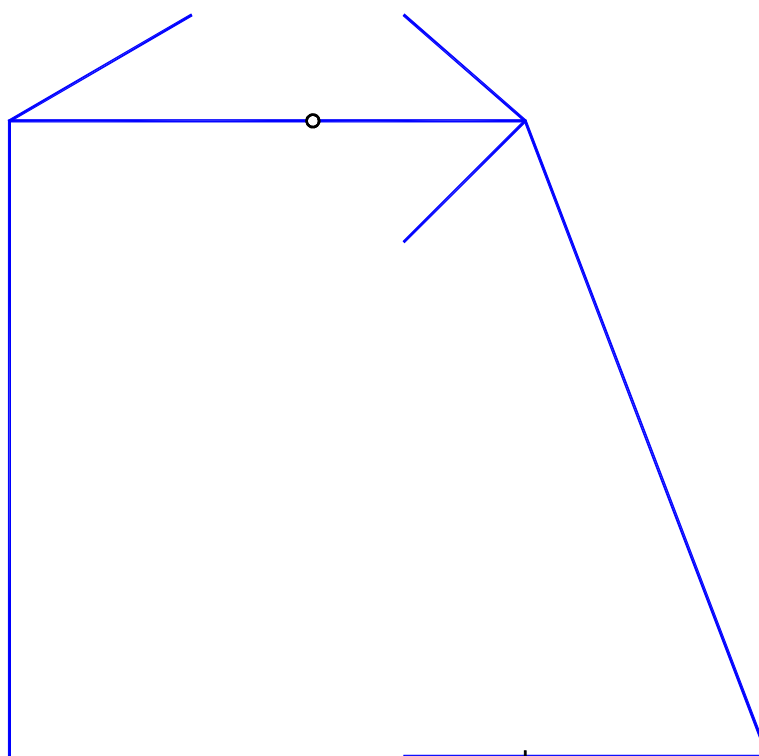
$$I \begin{cases} H_I = 18,9411 \text{ kN} \rightarrow \\ V_I = 54,8015 \text{ kN} \uparrow \end{cases}$$



N (kN)



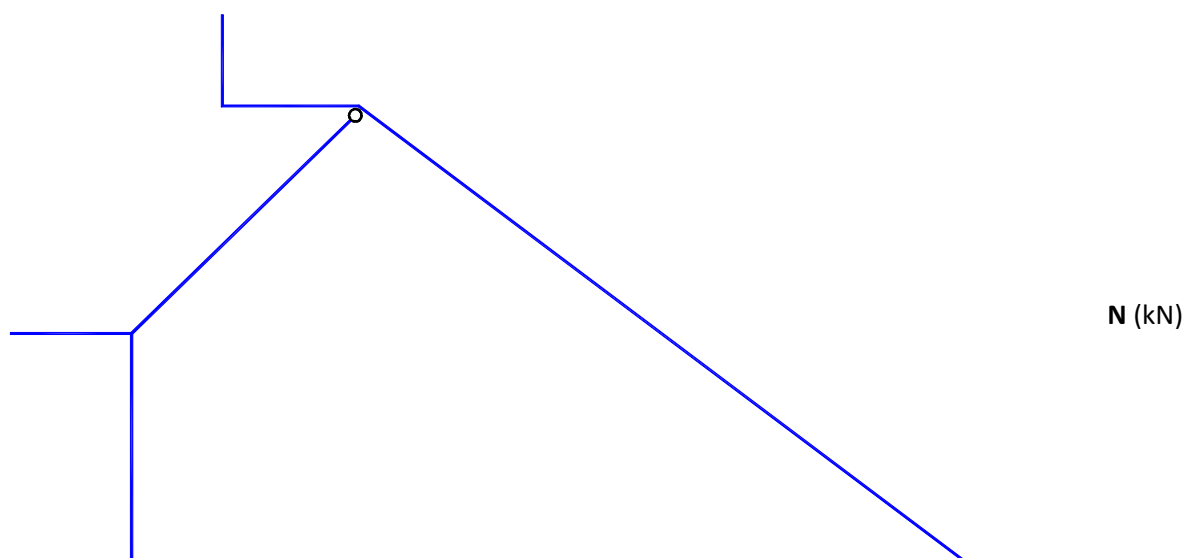
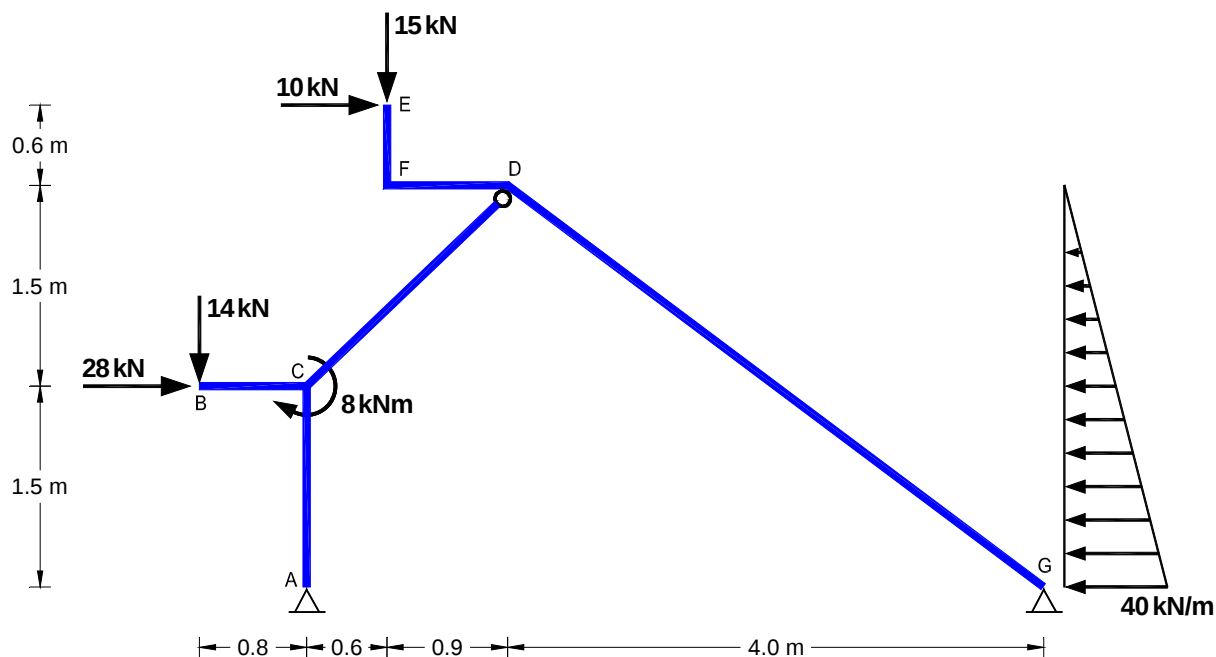
V (kN)

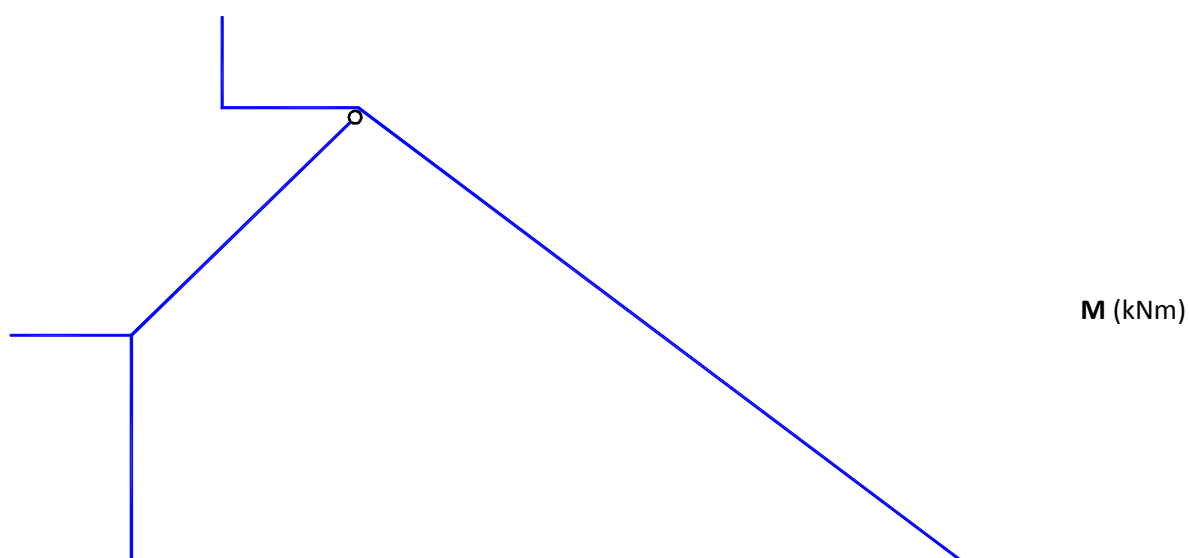
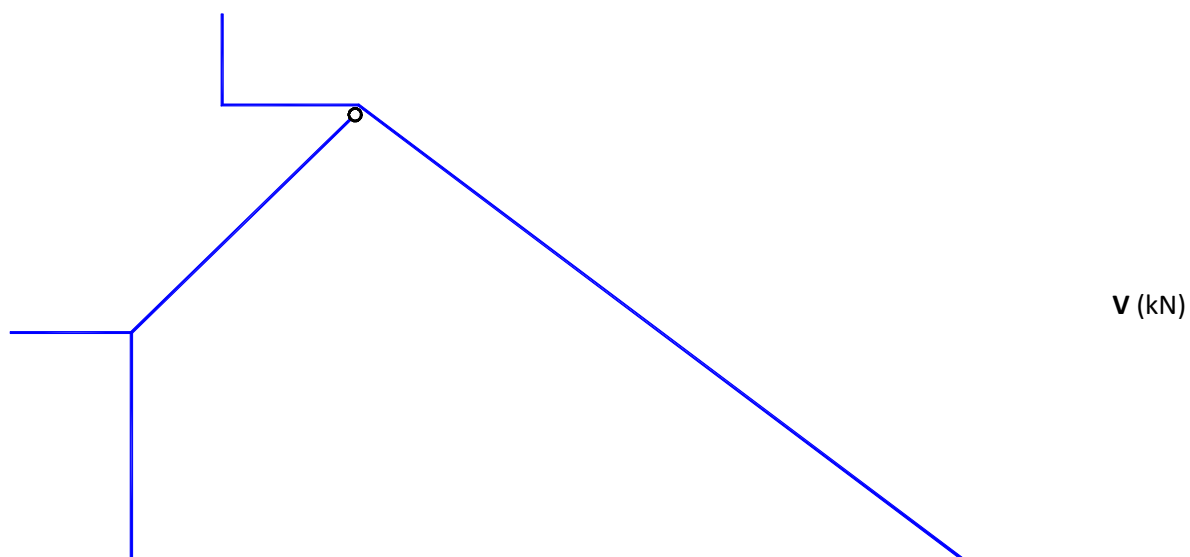


M (kNm)

5- Determine as expressões analíticas dos esforços (N, V e M) da estrutura representada. Desenhe os respectivos diagramas, caracterizando todos os pontos notáveis.

Reacções: A $\begin{cases} H_A = 9,7303 \text{ kN} \leftarrow \\ V_A = 24,6727 \text{ kN} \uparrow \end{cases}$ G $\begin{cases} H_G = 31,7303 \text{ kN} \rightarrow \\ V_G = 4,3273 \text{ kN} \uparrow \end{cases}$





- 1- Para as secções transversais representadas, calcule as coordenadas do centro de gravidade referidas ao respectivo sistema de eixos. Represente o centro de gravidade na figura.

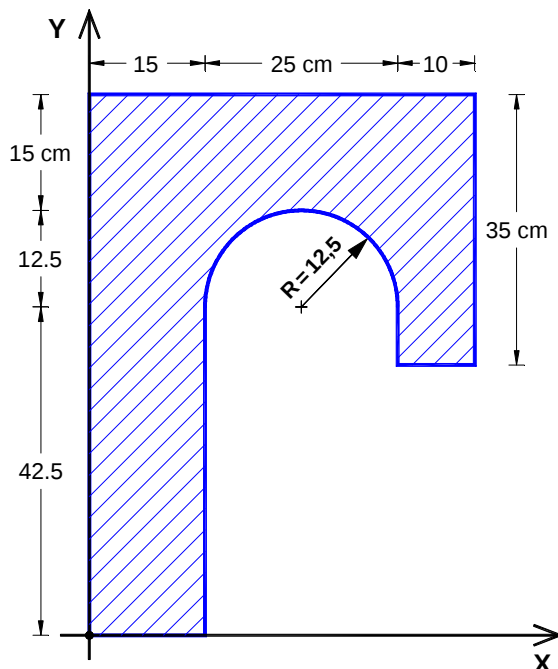


Figura 1

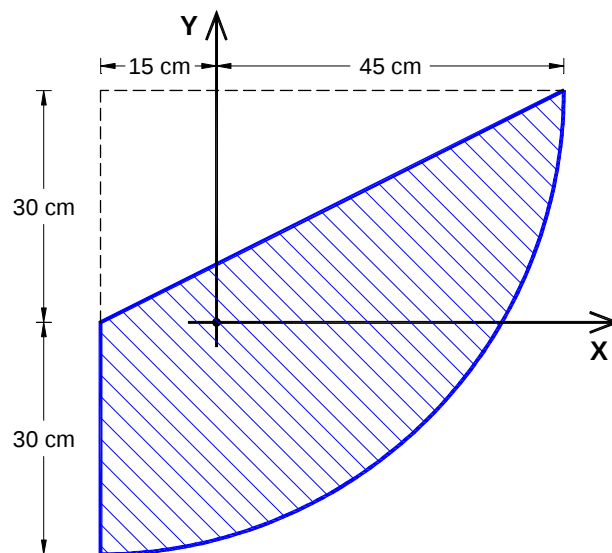


Figura 2

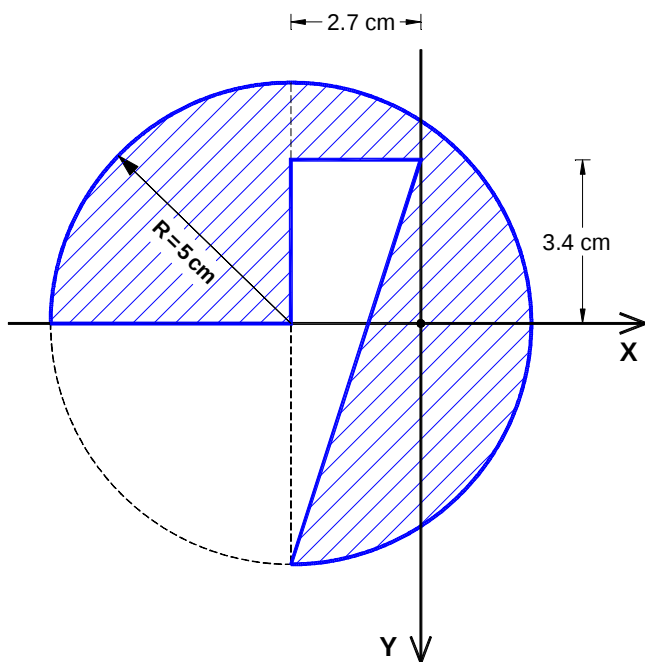


Figura 3

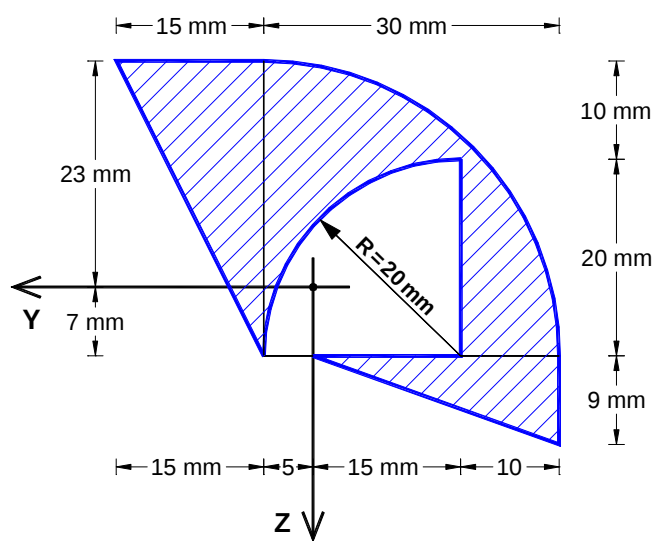


Figura 4

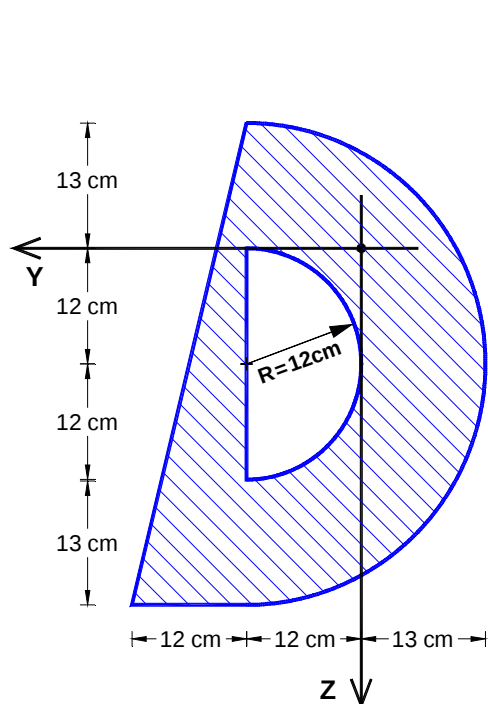


Figura 5

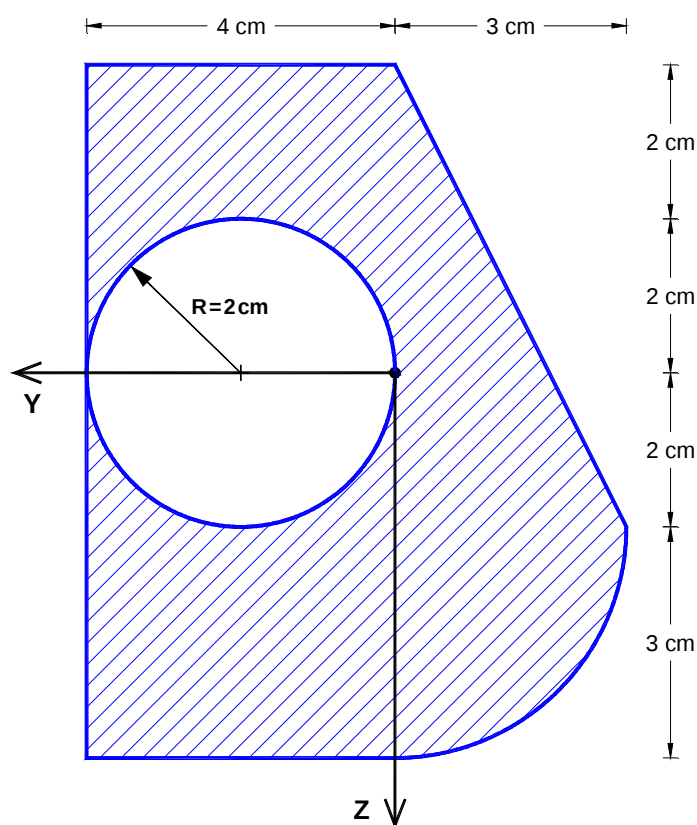


Figura 6

- 2- Considere as secções transversais constituídas por perfis metálicos. Calcule as coordenadas do centro de gravidade referidas ao respectivo sistema de eixos (na ausência de um sistema de eixos, arbitre um). Represente o centro de gravidade na figura.

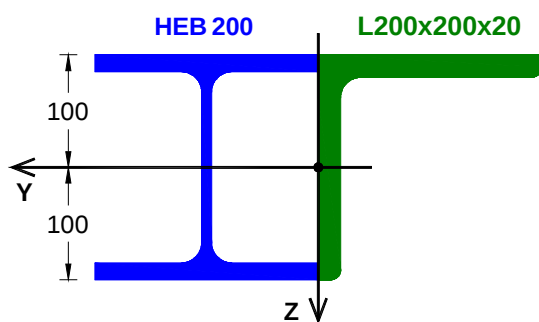


Figura 1

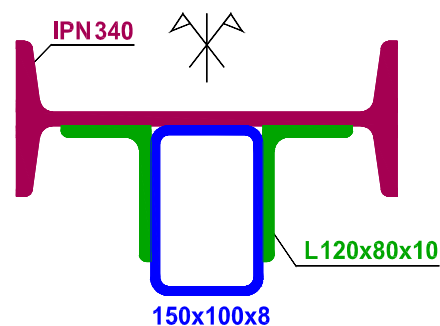


Figura 2

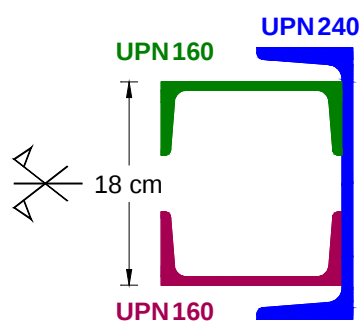


Figura 3

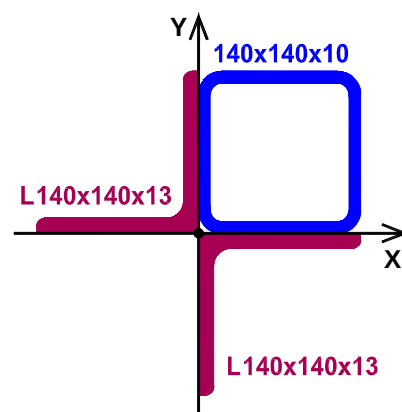


Figura 4

- 3- Considere as secções transversais representadas nas figuras. Calcule as coordenadas do centro de gravidade referidas ao respectivo sistema de eixos (na ausência de um sistema de eixos, arbitre um). Represente o centro de gravidade na figura.

PESOS VOLÚMICOS DOS MATERIAIS				
AÇO	BETÃO	MADEIRA	MÁRMORE	CORTIÇA
77 kN/m ³	25 kN/m ³	6 kN/m ³	30 kN/m ³	3 kN/m ³

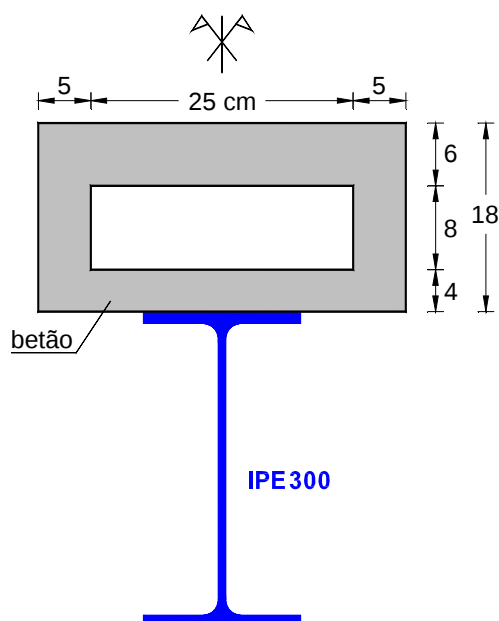


Figura 1

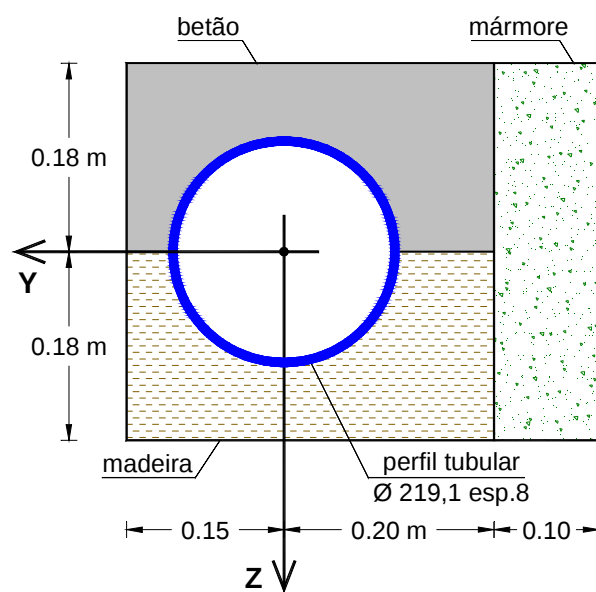


Figura 2

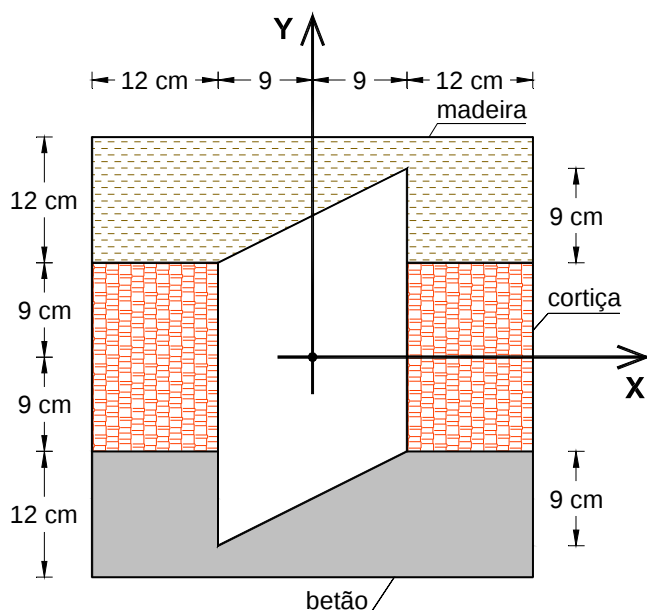


Figura 3

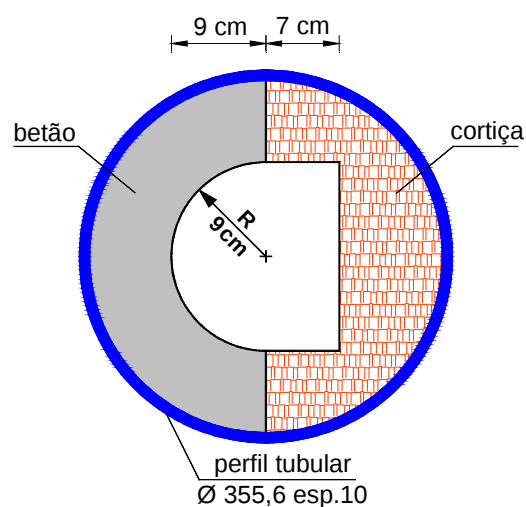


Figura 4

1- Considere as secções transversais representadas.

- Calcule os momentos de inércia em relação a cada um dos eixos representados.
- Calcule os momentos de inércia em relação a cada um dos eixos baricêntricos paralelos aos eixos representados.
- Calcule o momento de inércia em relação ao eixo perpendicular ao plano da figura e que passa pela origem do sistema de eixos representado (momento de inércia polar I_O).
- Calcule o momento de inércia em relação ao eixo perpendicular ao plano da figura e com origem no centro de gravidade (momento de inércia polar I_{CG}).
- Calcule o raio de giração em relação a cada um dos eixos representados.
- Calcule o raio de giração em relação a cada um dos eixos baricêntricos paralelos aos eixos representados.
- Calcule o produto de inércia em relação aos eixos representados.
- Calcule o produto de inércia em relação aos eixos baricêntricos paralelos aos eixos representados.
- Calcule os momentos de inércia e o produto de inércia em relação a um sistema de eixos com a mesma origem do representado mas rodado de 30° no sentido horário.
- Calcule os momentos de inércia e o produto de inércia em relação a um sistema de eixos com origem no **CG** e rodado de 25° no sentido anti-horário.

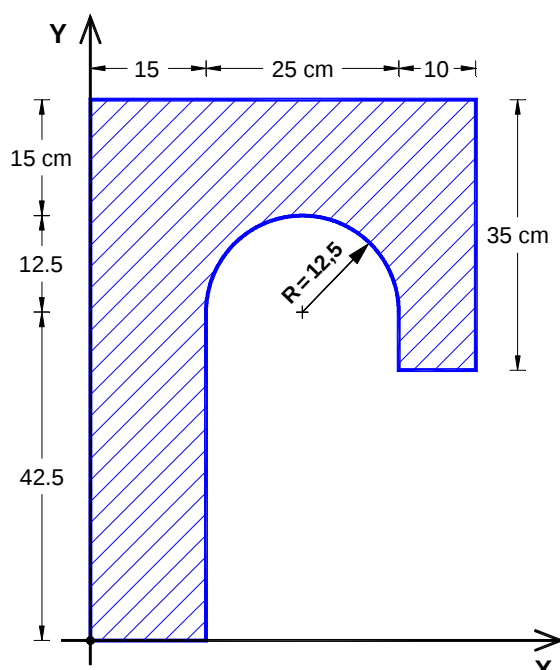


Figura 1

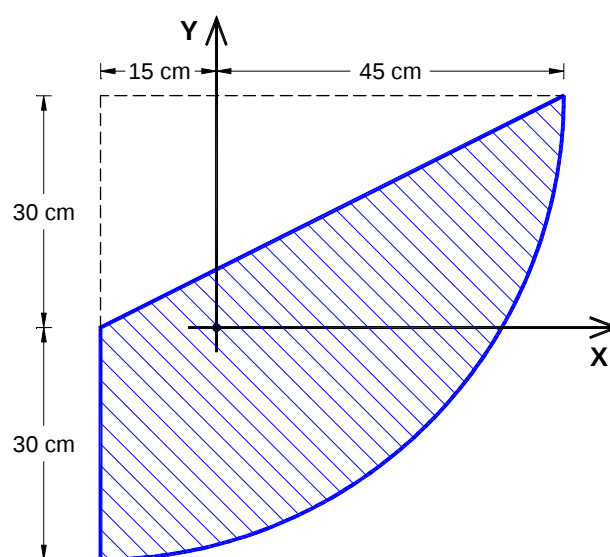


Figura 2

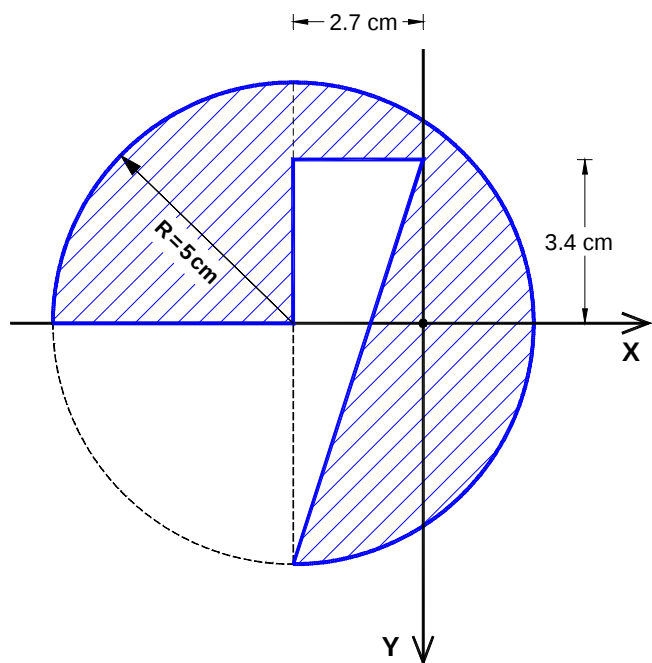


Figura 3

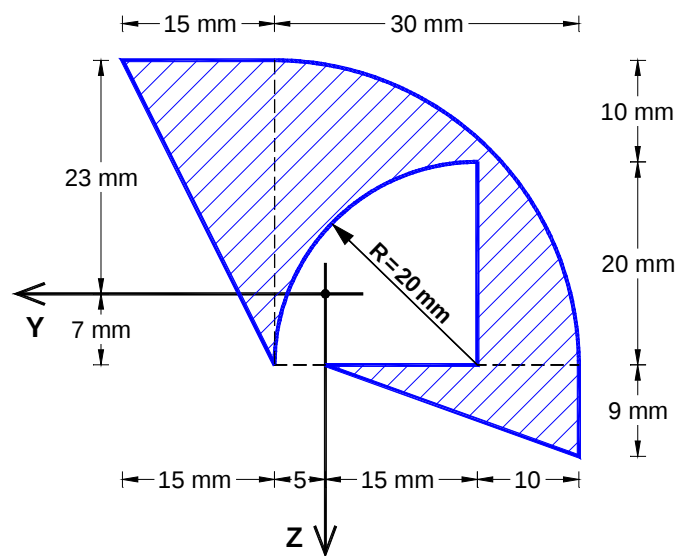


Figura 4

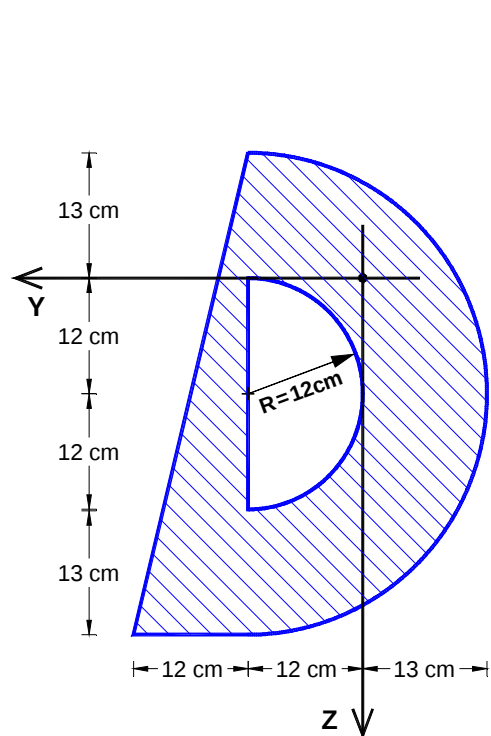


Figura 5

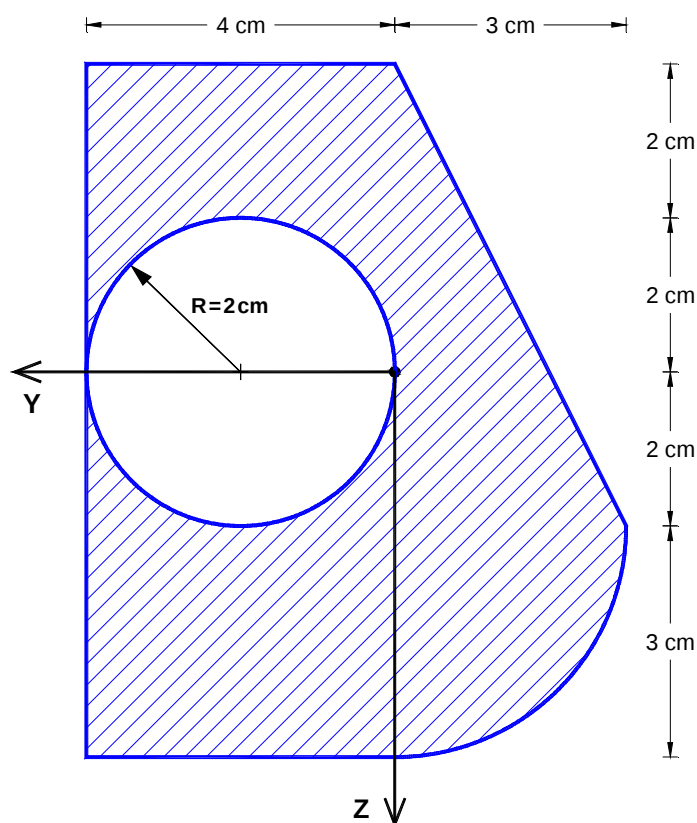


Figura 6

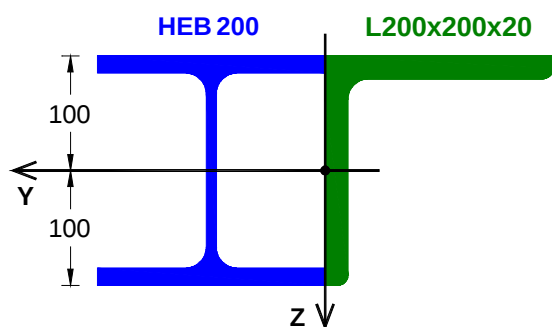


Figura 7

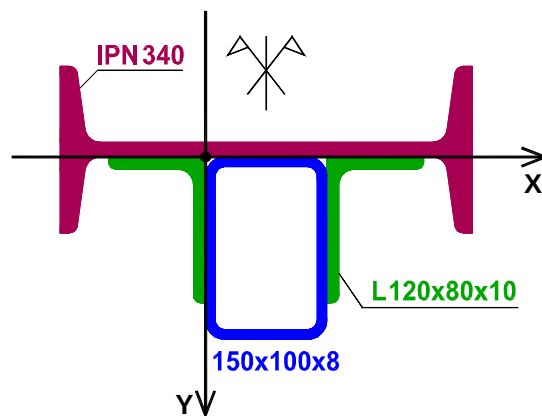


Figura 8

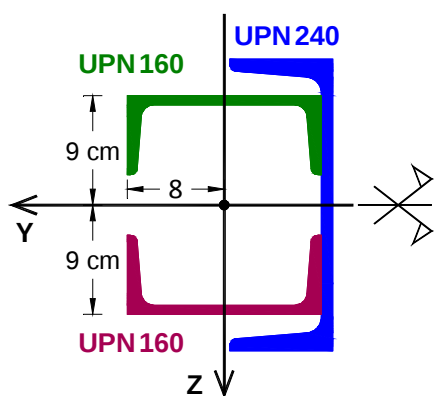


Figura 9

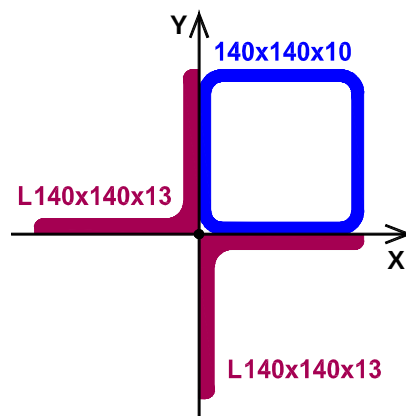
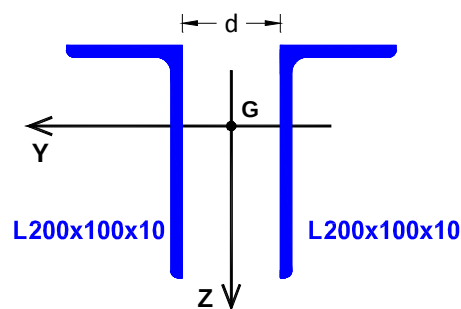


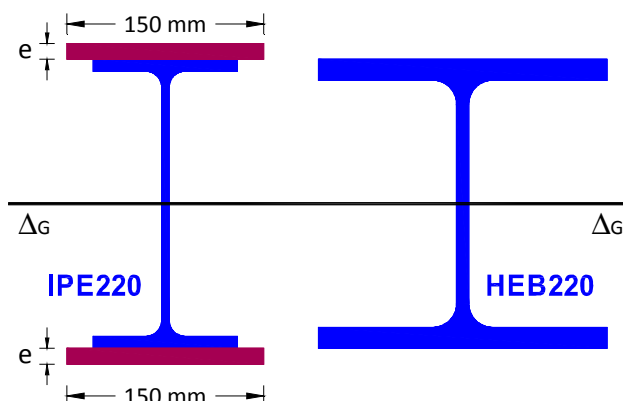
Figura 10

2- Considere a secção transversal representada, constituída por duas cantoneiras **L 200x100x10**.

- a) Determine a que distância **d** deverão ser colocadas as duas cantoneiras para que o momento de inércia da secção em relação ao eixo **Z** seja igual ao momento de inércia em relação ao eixo **Y** ($I_Y = I_Z$).



3- Determine a espessura **e** das chapas com que deverá ser reforçado o perfil **IPE 220** para que apresente o mesmo momento de inércia que o perfil **HEB 220** em relação ao eixo baricentro Δ_G .



1- Considere as secções transversais representadas.

- Calcule os Eixos Principais de Inércia (EPI) e os Momentos Principais de Inércia (MPI). Represente os Eixos Principais de Inércia na figura.
- Calcule os Eixos Principais Centrais de Inércia (EPCI) e os Momentos Principais Centrais de Inércia (MPCI). Represente os Eixos Principais Centrais de Inércia na figura.

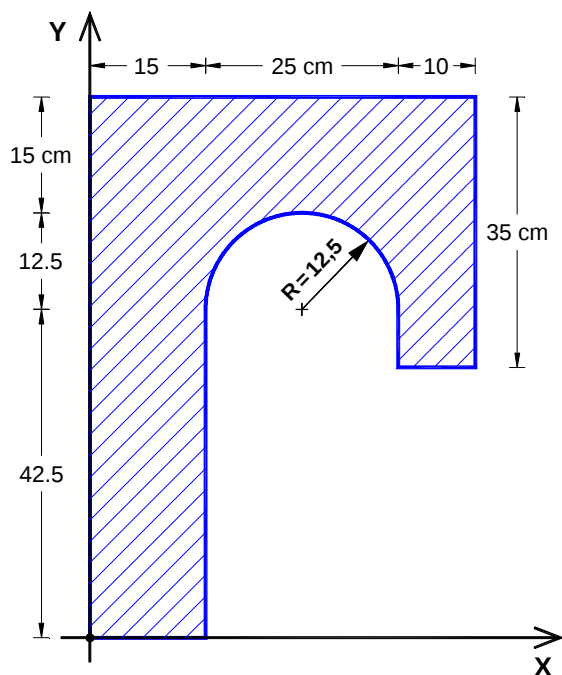


Figura 1

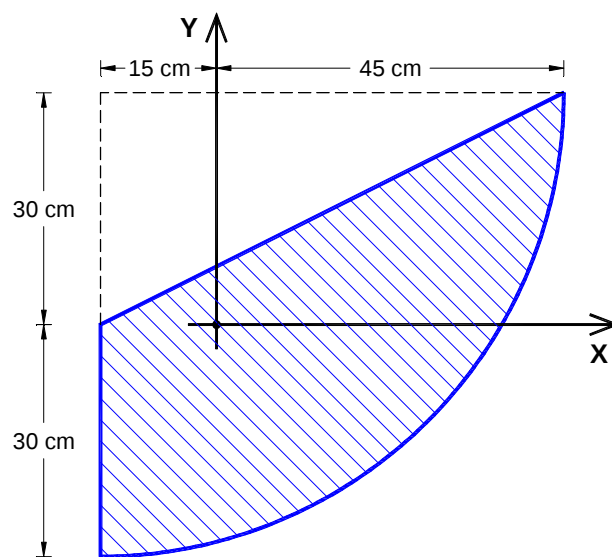


Figura 2

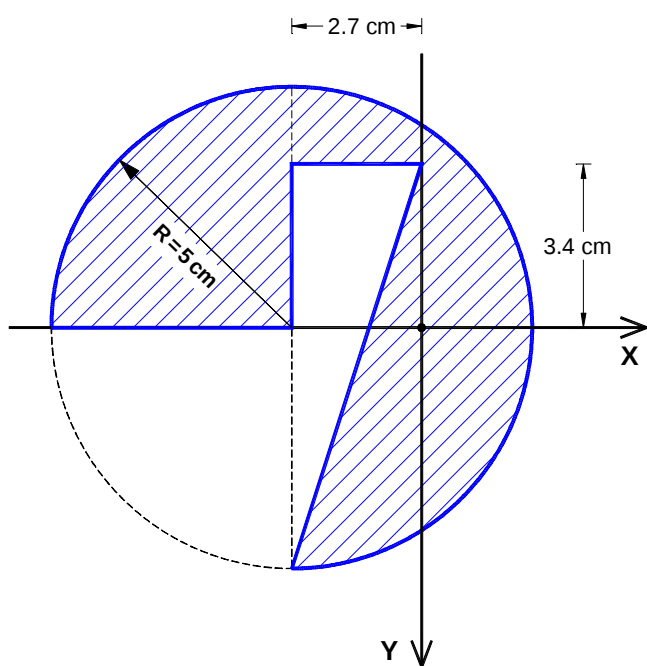


Figura 3

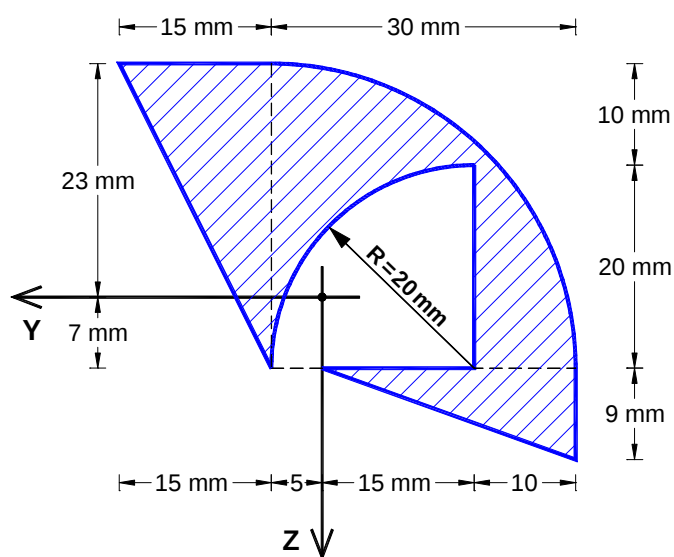


Figura 4

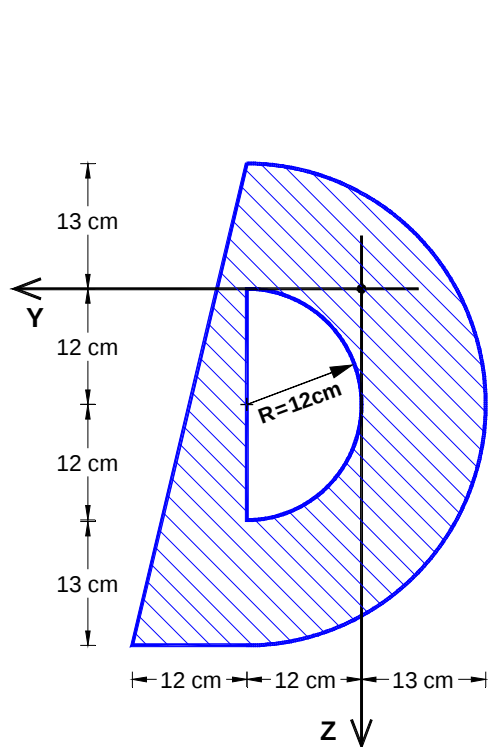


Figura 5

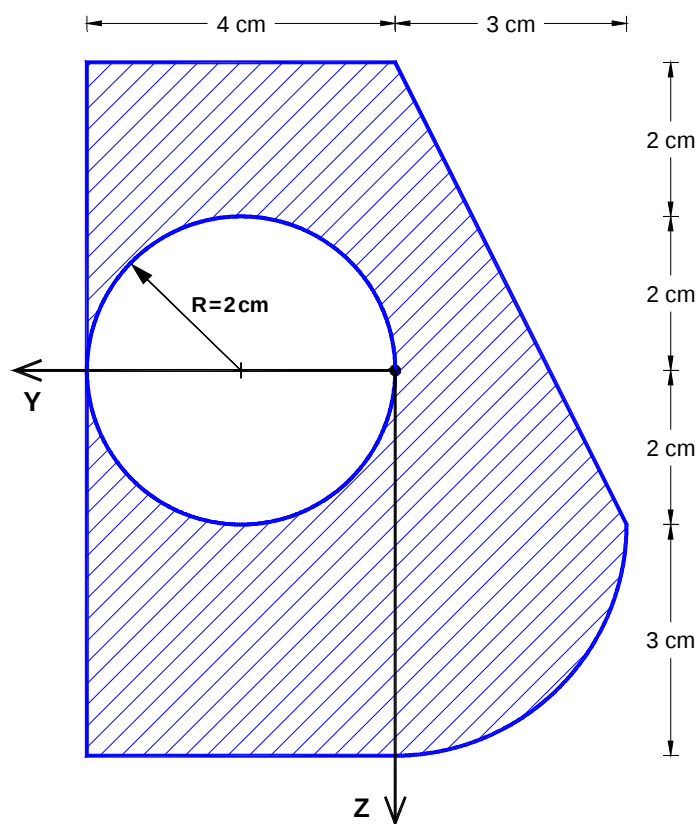
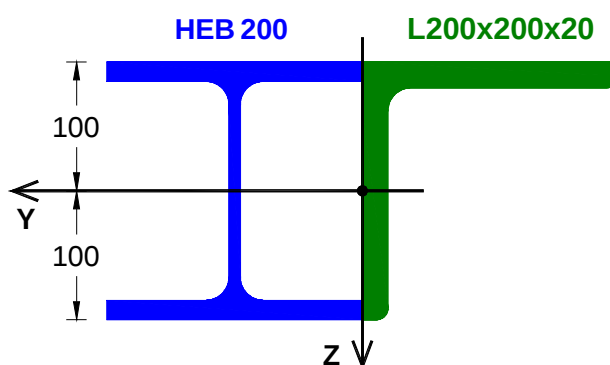


Figura 6

2- Considere a secção transversal representada, constituída por dois perfis metálicos.

- Calcule os Eixos Principais de Inércia (EPI) e os Momentos Principais de Inércia (MPI). Represente os Eixos Principais de Inércia na figura.
- Posicione na figura o eixo baricêntrico em relação ao qual o Momento de Inércia é máximo. Determine o valor desse Momento de Inércia máximo.



3- Considere as secções transversais representadas, constituídas por perfis metálicos.

- Calcule os Eixos Principais de Inércia (EPI) e os Momentos Principais de Inércia (MPI). Represente os Eixos Principais de Inércia na figura.
- Calcule os Eixos Principais Centrais de Inércia (EPCI) e os Momentos Principais Centrais de Inércia (MPCI). Represente os Eixos Principais Centrais de Inércia na figura.
- Determine o Momento de Inércia em relação ao **eixo Δ** representado na figura.

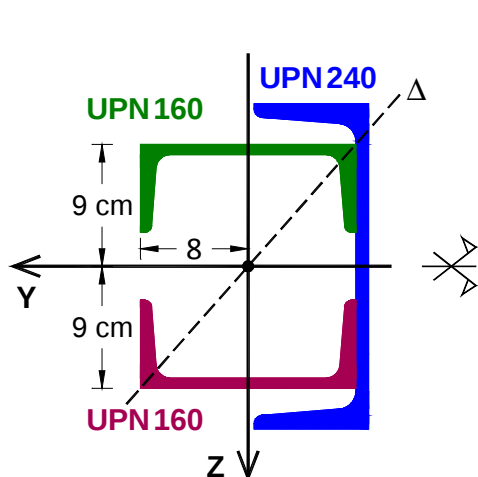


Figura 1

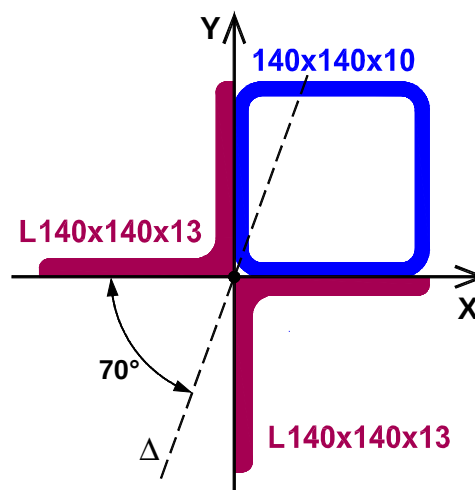


Figura 2

4- Considere a secção transversal representada, constituída por perfis metálicos.

- Calcule os Eixos Principais de Inércia (EPI) e os Momentos Principais de Inércia (MPI). Represente os Eixos Principais de Inércia na figura.
- Posicione na figura o eixo baricêntrico em relação ao qual o Momento de Inércia é mínimo. Determine o valor desse Momento de Inércia mínimo.

