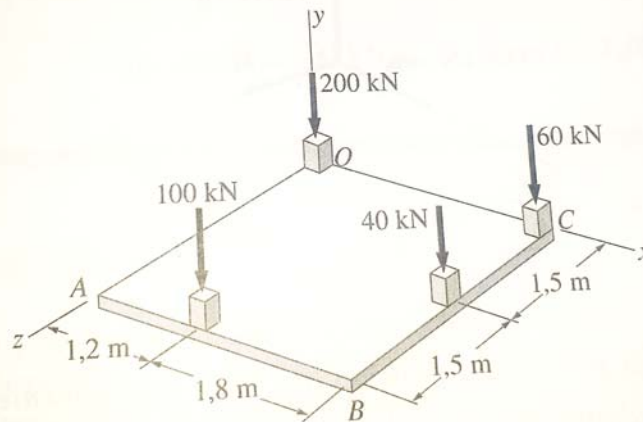


### Problema Resolvido 3.11

Uma laje quadrada suporta as quatro colunas indicadas. Determine o módulo, a direção e o sentido da resultante das quatro cargas.



$$\lambda_F := \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Vetor diretor das forças

$$r_1 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{m}$$

Módulos das forças

$$f_1 := 200 \cdot \text{kN}$$

Vetores força

$$F_1 := \lambda_F \cdot f_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ -200 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ kN}$$

Momentos na origem

$$M_1 := r_1 \times F_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$r_2 := \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{m}$$

$$f_2 := 60 \cdot \text{kN}$$

$$F_2 := \lambda_F \cdot f_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ -60 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ kN}$$

$$M_2 := r_2 \times F_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -180 \end{pmatrix} \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$r_3 := \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \\ 1.5 \end{pmatrix} \cdot \text{m}$$

$$f_3 := 40 \cdot \text{kN}$$

$$F_3 := \lambda_F \cdot f_3 = \begin{pmatrix} 0 \\ -40 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ kN}$$

$$M_3 := r_3 \times F_3 = \begin{pmatrix} 60 \\ 0 \\ -120 \end{pmatrix} \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$r_4 := \begin{pmatrix} 1.2 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix} \cdot \text{m}$$

$$f_4 := 100 \cdot \text{kN}$$

$$F_4 := \lambda_F \cdot f_4 = \begin{pmatrix} 0 \\ -100 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ kN}$$

$$M_4 := r_4 \times F_4 = \begin{pmatrix} 300 \\ 0 \\ -120 \end{pmatrix} \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$R_E := F_1 + F_2 + F_3 + F_4 = \begin{pmatrix} 0 \\ -400 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

Força das colunas na laje

$$MR_O := M1 + M2 + M3 + M4 = \begin{pmatrix} 360 \\ 0 \\ -420 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad \text{Resultante dos momentos na origem}$$

$$\begin{pmatrix} x \\ 0 \\ z \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0 \\ -400 \cdot \text{kN} \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 360 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \\ 0 \\ -420 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \end{pmatrix} \quad \text{Equação pra resolver a posição do vetor resultante sem momento}$$

$$\begin{pmatrix} 400 \cdot \text{kN} \cdot z \\ 0 \\ -400 \cdot \text{kN} \cdot x \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 360 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \\ 0 \\ -420 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \end{pmatrix} \quad \text{Expandindo o produto vetorial}$$

$$x := \frac{-420 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}}{-400 \cdot \text{kN}} = 1.05 \text{ m} \quad \text{Cota x do ponto de equilíbrio da lage}$$

$$z := \frac{360 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}}{400 \cdot \text{kN}} = 0.9 \text{ m} \quad \text{Cota z do ponto de equilíbrio da lage}$$