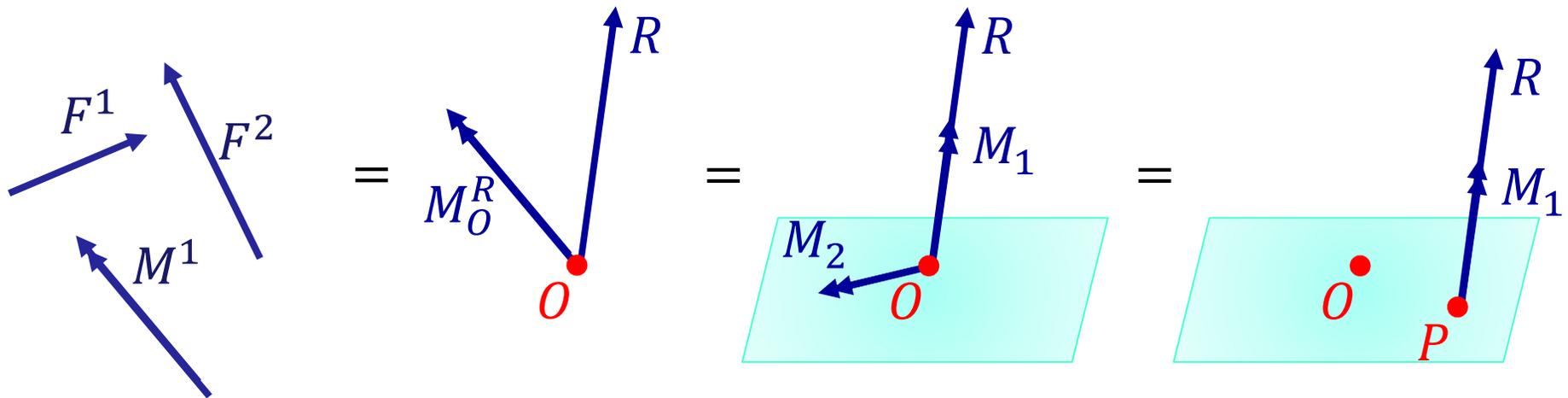




Ejercicio de Sistema de Fuerzas

Llave de torsión:

Se denomina *llave de torsión* a un sistema de fuerzas compuesto por una fuerza y un momento colineales. Un sistema de fuerzas puede reducirse a una llave, trasladando la fuerza resultante a un punto $P(x,y,z)$ de modo que se anule la componente perpendicular a la dirección de la resultante.

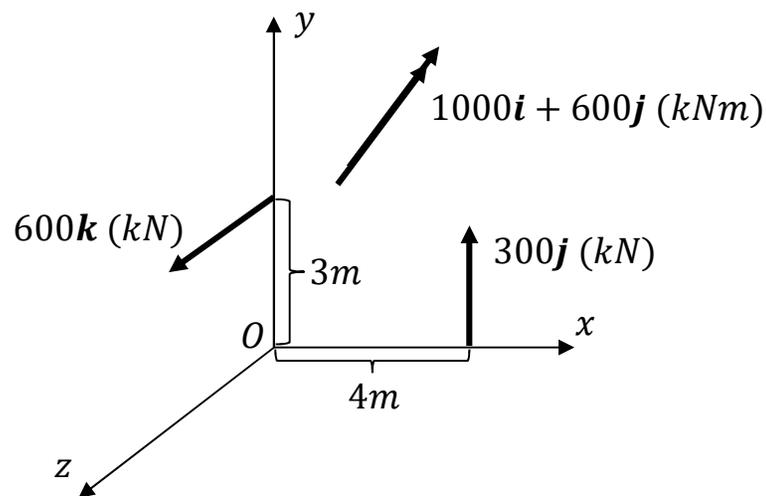




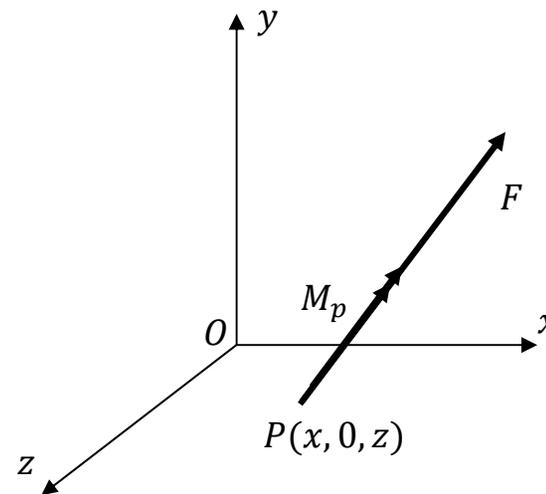
Ejercicio de Sistema de Fuerzas

Problema 4.157: El Sistema 1 consiste de dos fuerzas y una cupla. Se quiere representar este sistema mediante una *llave de torsión* (Sistema 2). Determine la fuerza F , la cupla M y las coordenadas x - z donde la línea de acción de F interseca el plano x - z .

Sistema 1



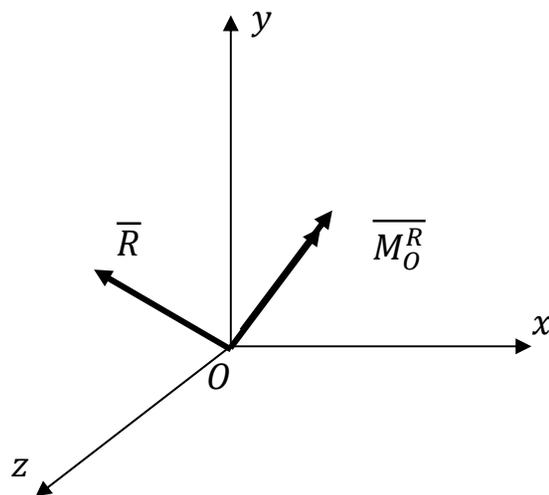
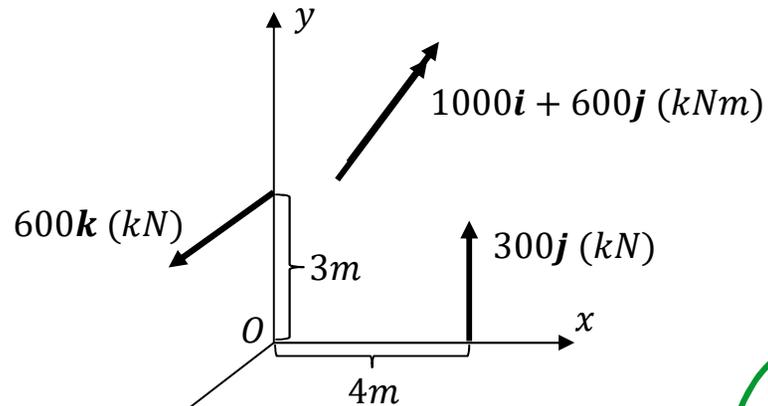
Sistema 2



Fuente: Bedford A. y Fowler W. "Estática", edición en español, Ej 4.157, Pag. 158.



Ejercicio de Sistema de Fuerzas

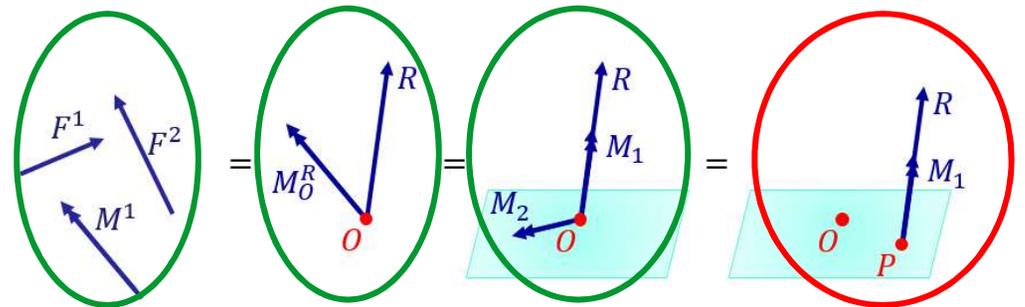


Trasladamos las fuerzas al punto O

$$\bar{R} = 300\mathbf{j} + 600\mathbf{k} \text{ (kN)}$$

$$\bar{M}_O^R = 600(3)\mathbf{i} + 300(4)\mathbf{k} + 1000\mathbf{i} + 600\mathbf{j} \text{ (kNm)}$$

$$\bar{M}_O^R = 2800\mathbf{i} + 600\mathbf{j} + 1200\mathbf{k} \text{ (kNm)}$$



Proyección de \bar{M}_O^R sobre la dirección de \bar{R}

$$\check{n}_R = \frac{\bar{R}}{|\bar{R}|} = 0.447\mathbf{j} + 0.894\mathbf{k}$$

$$\bar{M}_1 = (\bar{M}_O^R \cdot \check{n}_R) \cdot \check{n}_R = 600\mathbf{j} + 1200\mathbf{k} \text{ (kNm)}$$

$$\bar{M}_2 = \bar{M}_O^R - \bar{M}_1 = 2800\mathbf{i} \text{ (kNm)}$$



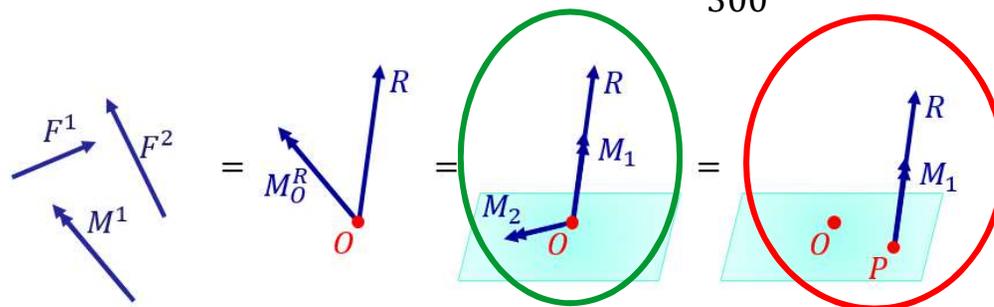
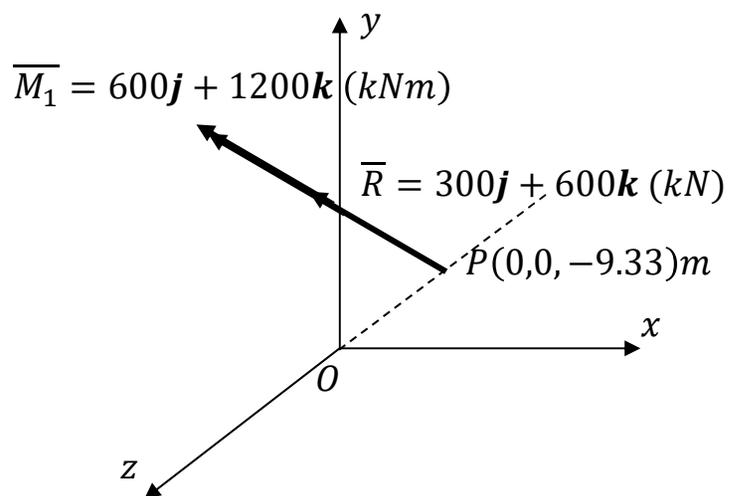
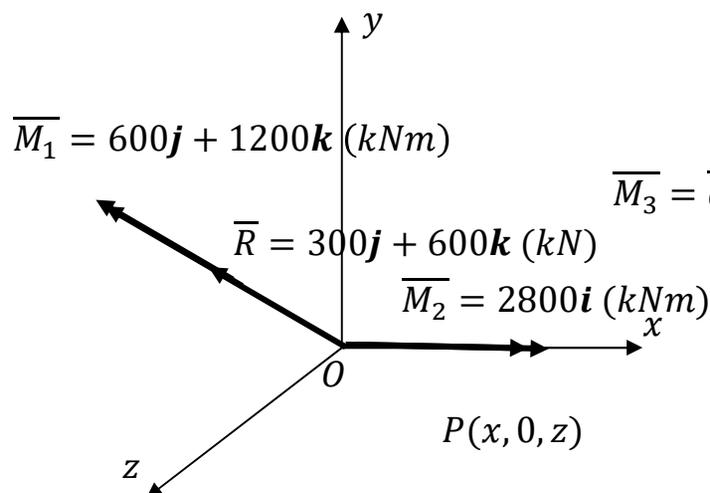
Ejercicio de Sistema de Fuerzas

Trasladar al punto P

$$\vec{d}_{PO} = \vec{O} - \vec{P} = (0,0,0) - (x, 0, z) = (-x, 0, -z)$$

$$\vec{M}_3 = \vec{d}_{PO} \times \vec{R} = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ -x & 0 & -z \\ 0 & 300 & 600 \end{vmatrix} (\text{kNm}) = 300z\mathbf{i} + 600x\mathbf{j} - 300x\mathbf{k} (\text{kNm})$$

$$\vec{M}_3 = -\vec{M}_2 = -2800\mathbf{i} (\text{kNm}) \rightarrow \begin{aligned} x &= 0 \\ z &= -\frac{2800}{300} = -9.33\text{m} \end{aligned}$$



Llave de torsión:

$$\vec{R} = 300\mathbf{j} + 600\mathbf{k} (\text{kN})$$

$$\vec{M}_1 = 600\mathbf{j} + 1200\mathbf{k} (\text{kNm})$$

Punto donde R interseca el plano x - z :

$$A(0, 0, -9.33)\text{m}$$