



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

ESTÁTICA Y RESISTENCIA DE MATERIALES

Docentes:

Dr. Ing. Gustavo Gioacchini

Dr. Pablo Martin

MECÁNICA

Es la parte de la física que estudia las condiciones de reposo o movimiento de los cuerpos bajo la acción de las fuerzas.

«El comportamiento de los cuerpos los clasifica en rígidos, deformables y fluídos»

La MECÁNICA se divide en:

ESTÁTICA Y DINÁMICA.

«La ESTÁTICA estudia las condiciones a cumplir por las fuerzas para mantenerlo en reposo o equilibrio»

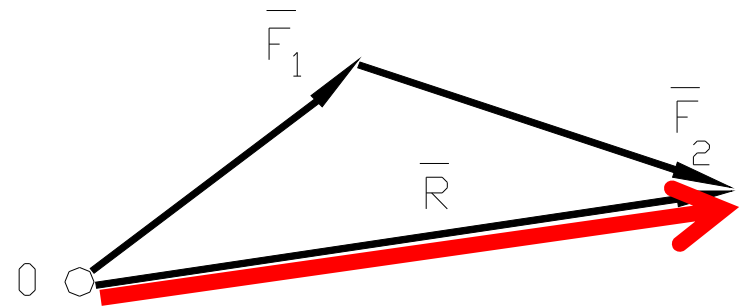
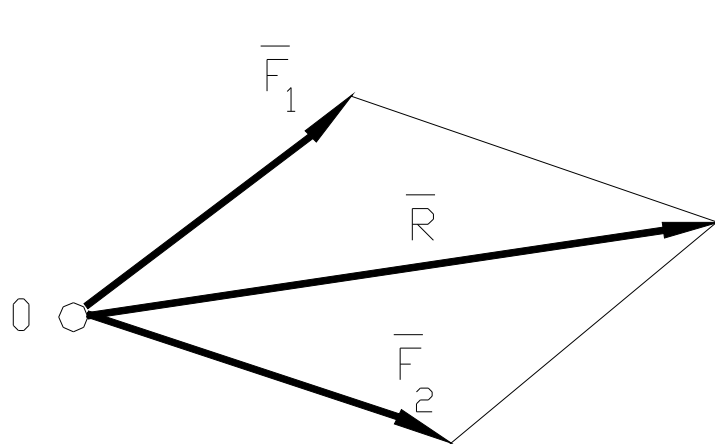
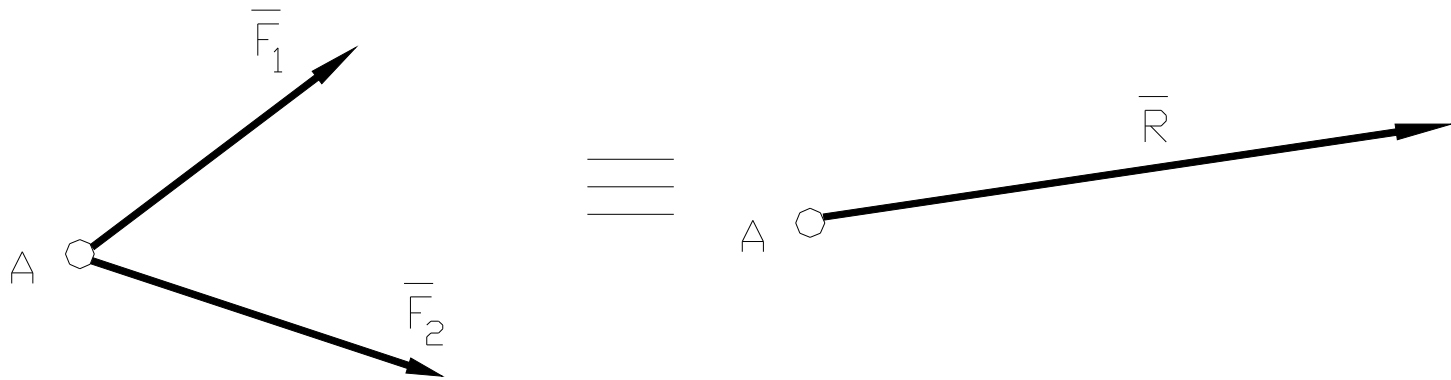
«La DINÁMICA estudia las relaciones de dependencia entre el movimiento de los cuerpos y las fuerzas que lo originan»

1º Principio de la Estática

LEY DEL PARALELOGRAMO DE LAS FUERZAS.

«Dos fuerzas que actúan simultáneamente sobre un punto material pueden ser reemplazadas por una sola, llamada resultante, dada por la diagonal del paralelogramo que tiene lados paralelos e iguales a las fuerzas dadas»

LEY DEL PARALELOGRAMO DE LAS FUERZAS.

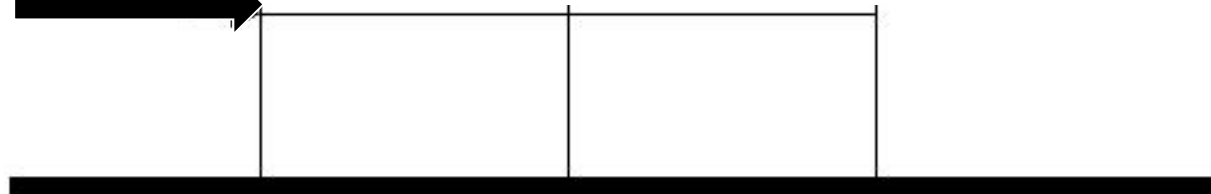


2º Principio de la Estática.

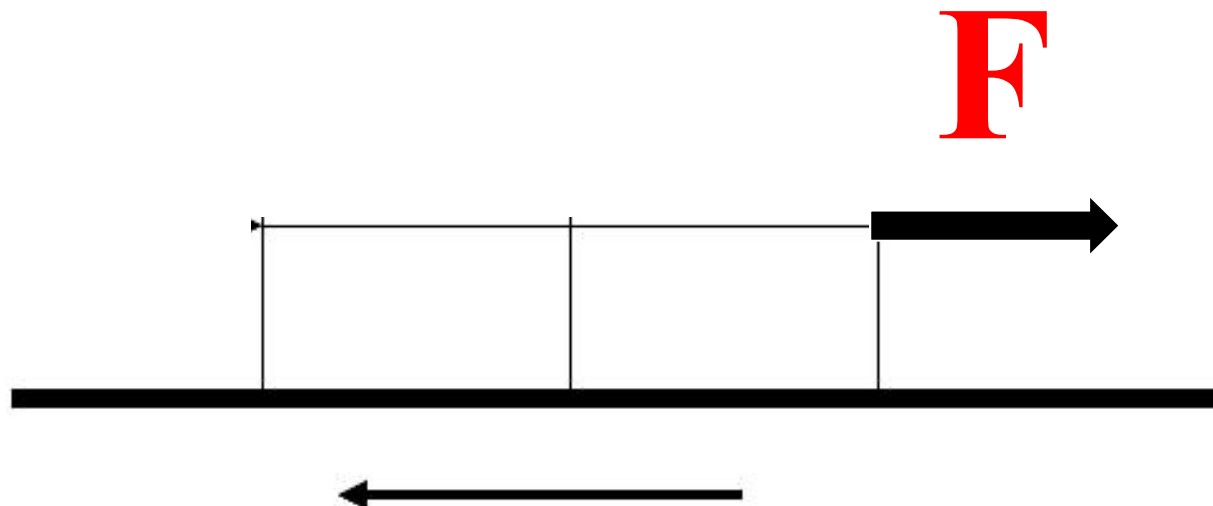
PRINCIPIO DE TRANSMISIBILIDAD DE UNA FUERZA.

«Una fuerza que actúa sobre un cuerpo rígido no altera su efecto si se desplaza su punto de aplicación a lo largo de su recta de acción»

F



$$V = C \cdot W$$



$$V = C \cdot W$$

3º Principio de la Estática.

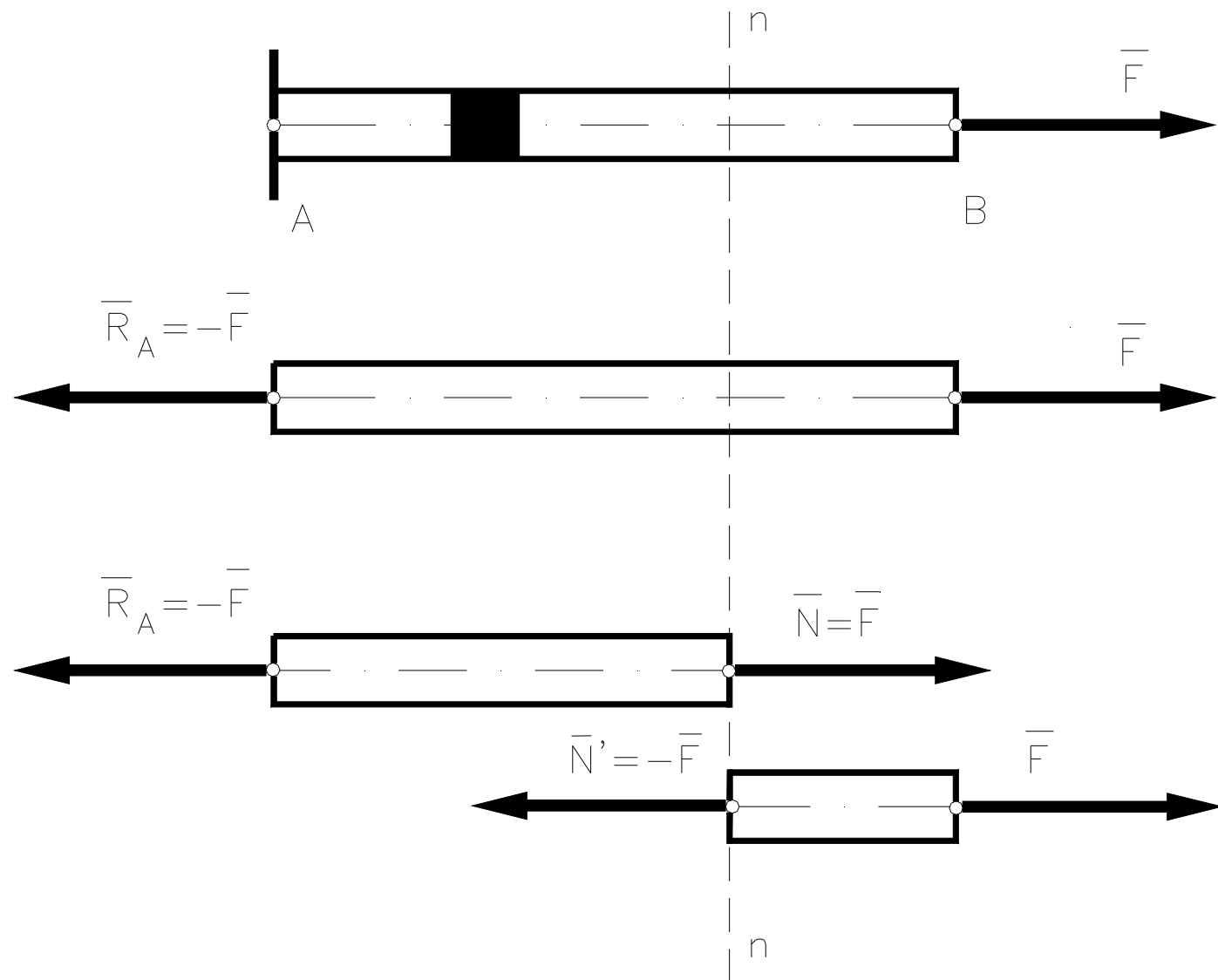
PRINCIPIO DE EQUILIBRIO ESTÁTICO

«Cuando la resultante de un conjunto de fuerzas actuantes sobre un punto material es nula, éste permanece en reposo -*si originalmente estaba en reposo*- o continúa con movimiento rectilíneo uniforme -*si originalmente estaba en movimiento*-.»

4º Principio de la Estática.

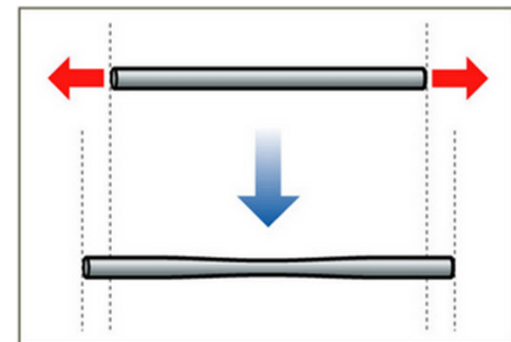
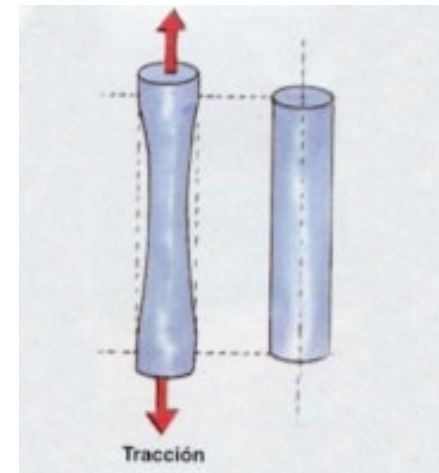
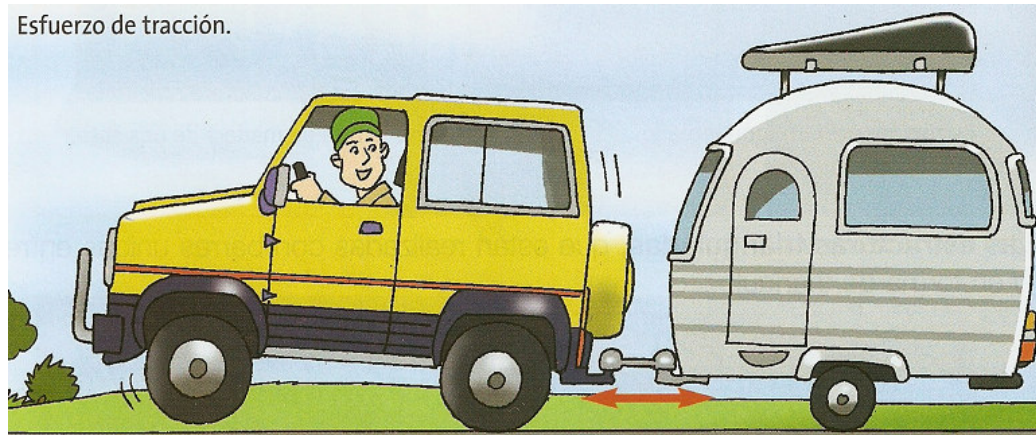
PRINCIPIO DE ACCIÓN Y REACCIÓN.

«Toda fuerza, o acción de un cuerpo sobre otro, origina otra fuerza o reacción del segundo sobre el primero opuesta y de la misma magnitud.



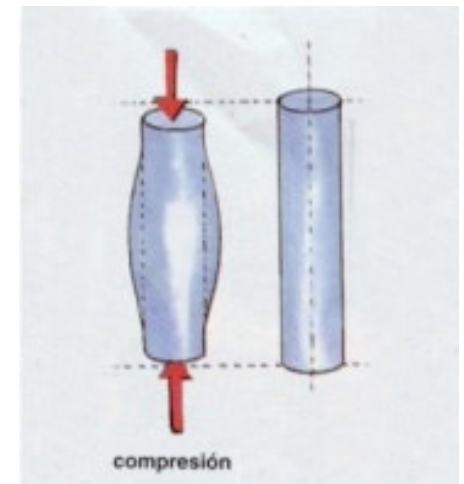
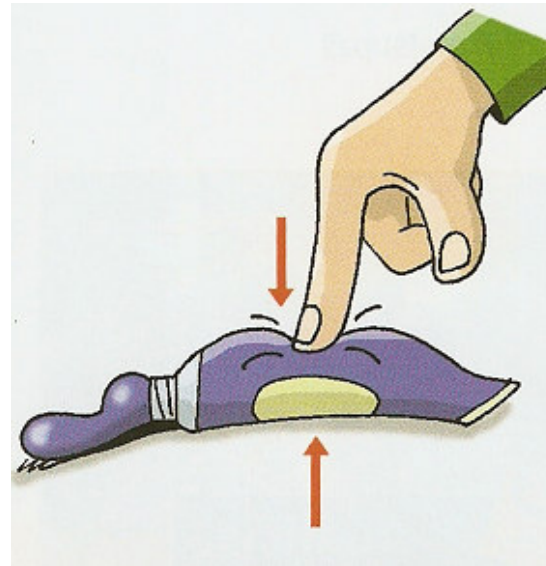
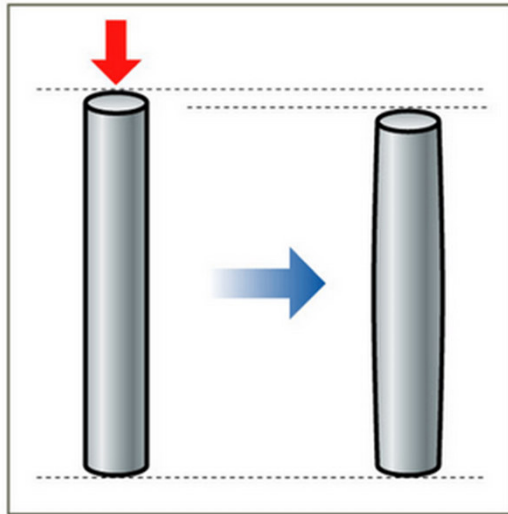
Fuerzas Internas

- **TRACCIÓN:** es el esfuerzo a que esta sometido un elemento de una estructura cuando las cargas que actúan sobre él tienden a **ESTIRARLO**.



Compresión

- Un cuerpo está sometido a un esfuerzo de compresión, cuando sobre él actúan dos fuerzas con direcciones opuestas, de manera que lo aplastan.



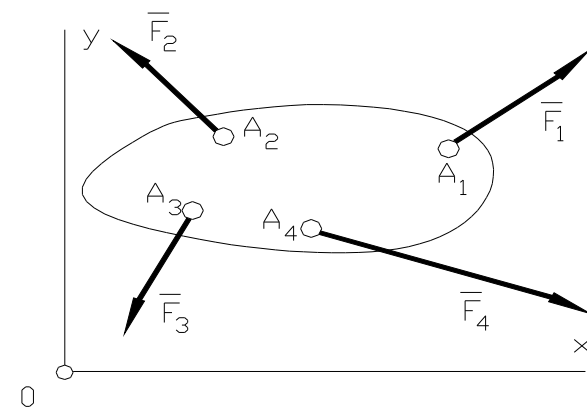
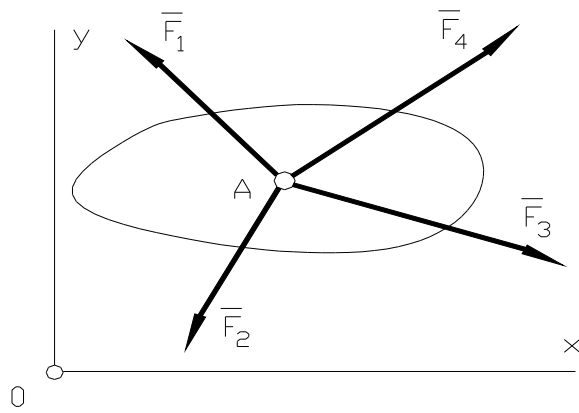
ESTUDIAMOS:

SISTEMAS DE FUERZAS PLANOS

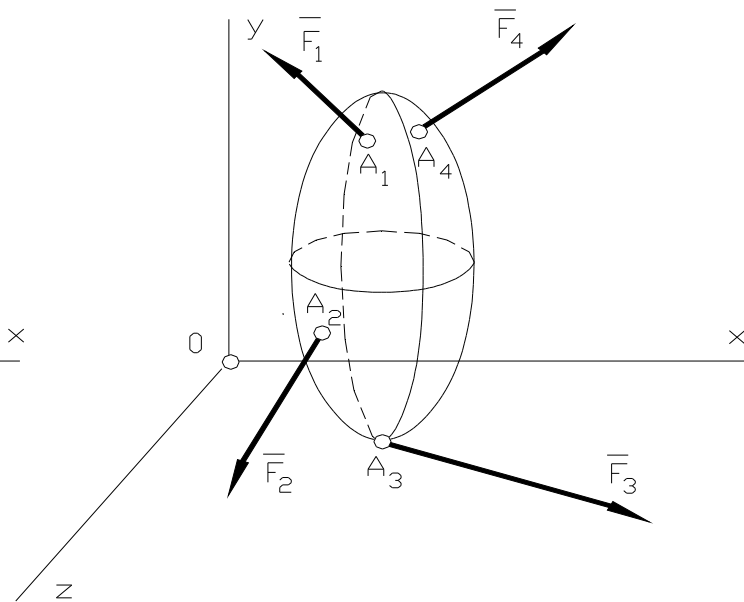
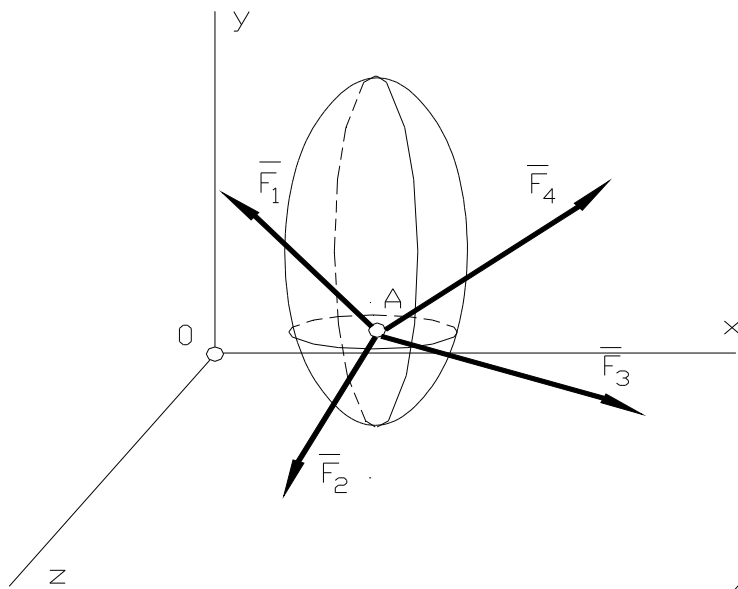
- A) CONCURRENTES**
- B) NO CONCURRENTES**

SISTEMAS DE FUERZAS ESPACIALES

- A) CONCURRENTES**
- B) NO CONCURRENTES**



Sistemas planos de Fuerzas



Sistemas espaciales de Fuerzas

**Condiciones necesarias y suficientes de
equilibrio en sistemas planos y en
sistemas espaciales.**

Equilibrio en sistemas planos concurrentes

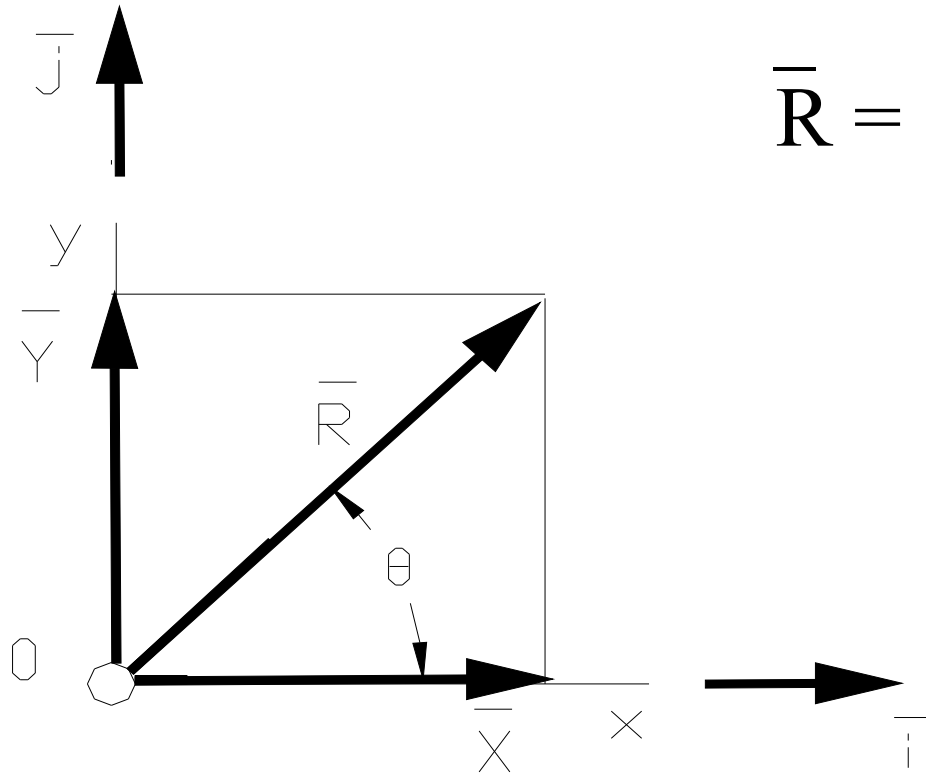
Las condiciones necesarias y suficientes para el equilibrio de un sistema plano de fuerzas concurrentes, son que sean nulas:

- 1. dos ecuaciones de proyección sobre 2 ejes no coincidentes ni paralelos.**
2. una ecuación de proyección sobre un eje y una ecuación de momentos respecto de un punto cualquiera.

Condición: el eje de proyección no debe ser normal a la recta determinada por el centro de momento y el punto de concurrencia de las fuerzas.

- 3. dos ecuaciones de momentos respecto a dos puntos no alineados con el punto de concurrencia.**

Equilibrio en sistemas planos concurrentes



$$\vec{R} = \vec{X} + \vec{Y} = X \vec{i} + Y \vec{j}$$

$$X = R \cos \theta$$

$$Y = R \sin \theta$$

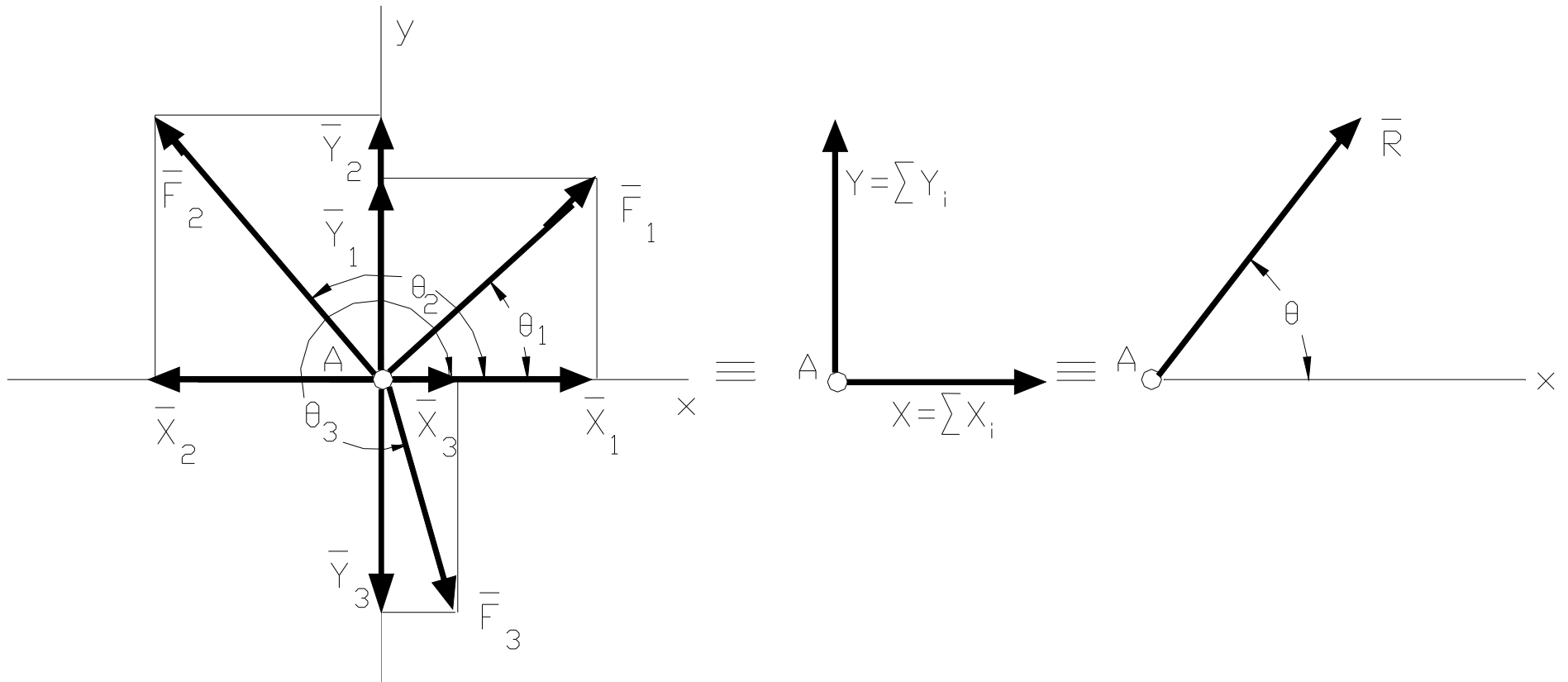
$$R = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$\cos \theta = \frac{X}{R}$$

$$\sin \theta = \frac{Y}{R}$$

$$\tan \theta = \frac{Y}{X}$$

Equilibrio en sistemas planos concurrentes



Equilibrio en sistemas planos concurrentes

$$X = \sum X_i$$
$$Y = \sum Y_i$$

**PARA QUE LAS FUERZAS ESTEN EN
EQUILIBRIO, SU RESULTANTE DEBE SER
NULA**

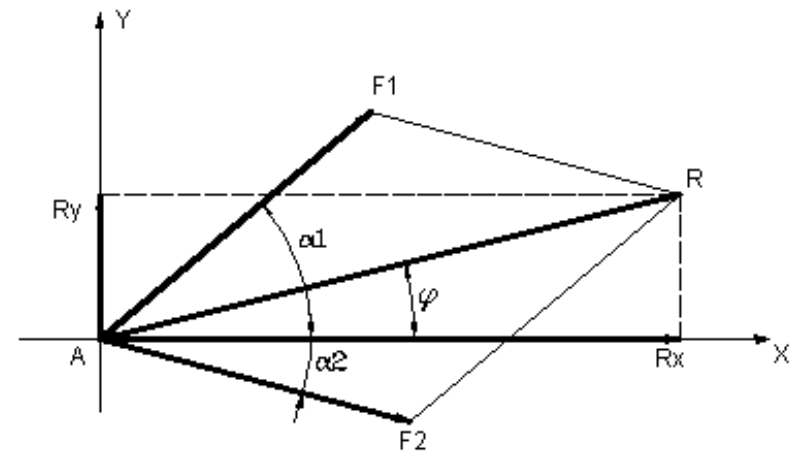
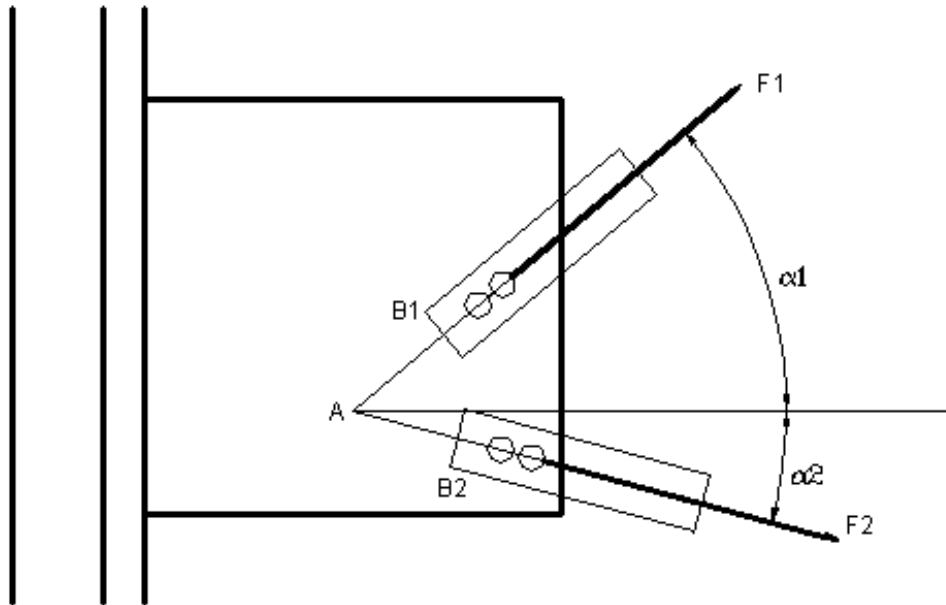
$$\begin{aligned} X &= \sum X_i = 0 \\ Y &= \sum Y_i = 0 \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{c} \text{ } \\ \text{ } \end{array} \right\} 2 \text{ Ec. Escalares}$$

EJERCICIO:

Dos elementos estructurales B1 y B2 están remachados al soporte A. Conocidos los esfuerzos en B1 y B2, determinar analíticamente la magnitud y dirección de la fuerza resultante que actúa sobre el soporte.

$$F1 = 3450 \text{ N} \quad \alpha1 = 40^\circ$$

$$F2 = 2765 \text{ N} \quad \alpha2 = 15^\circ$$

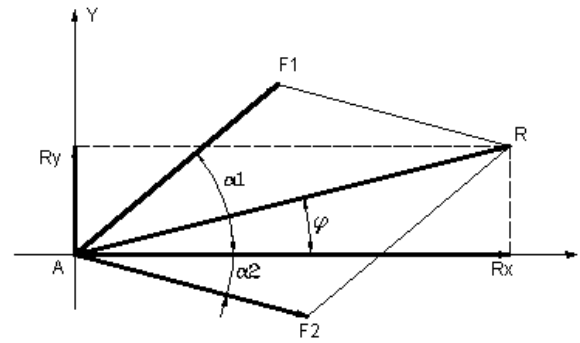
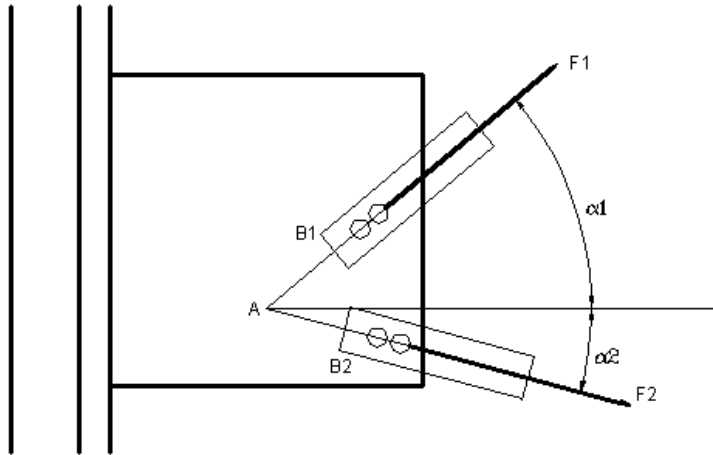


$$R^2 = R_x^2 + R_y^2;$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{R_y}{R_x}$$

$$F_1 = 3450 \text{ N} \quad \alpha_1 = 40^\circ$$

$$F_2 = 2765 \text{ N} \quad \alpha_2 = 15^\circ$$



$$R_x = F_1 * \cos \alpha_1 + F_2 * \cos \alpha_2 = 3450 \text{ N} * \cos 40 + 2785 \text{ N} * \cos 15 = 5333 \text{ N}$$

$$R_y = F_1 * \sin \alpha_1 - F_2 * \sin \alpha_2 = 3450 \text{ N} * \sin 40 - 2785 \text{ N} * \sin 15 = 1496.8 \text{ N}$$

$$R = \sqrt{(5333.0 \text{ N})^2 + (1496.8)^2} = 5539.0 \text{ N}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{1496.8 \text{ N}}{5333.0 \text{ N}} = 0.281 \gg \varphi = 15.68^\circ$$

Equilibrio en sistemas planos no concurrentes

Las condiciones necesarias y suficientes para el equilibrio de un sistema plano de fuerzas no concurrentes, son que sean nulas:

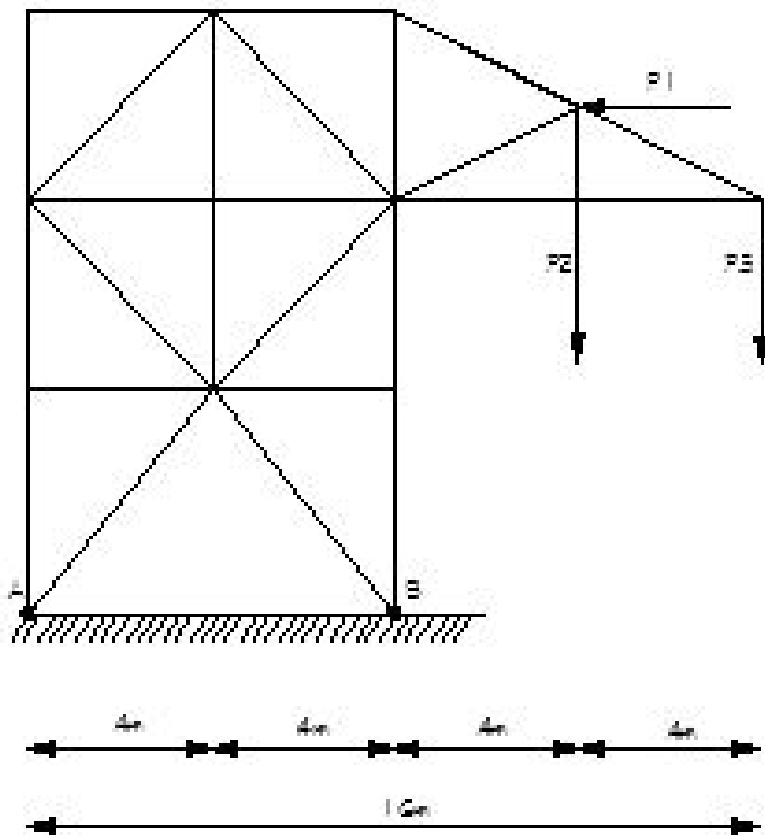
1. dos ecuaciones de proyección sobre 2 ejes no coincidentes ni paralelos y una ecuación de momentos respecto de un punto cualquiera.

2. una ecuación de proyección sobre un eje y dos ecuaciones de momentos respecto de dos puntos cualesquiera.

Condición: el eje de proyección no debe ser normal a la recta determinada por los centros de momentos.

3. tres ecuaciones de momentos respecto a tres puntos no alineados.

Equilibrio en sistemas planos no concurrentes

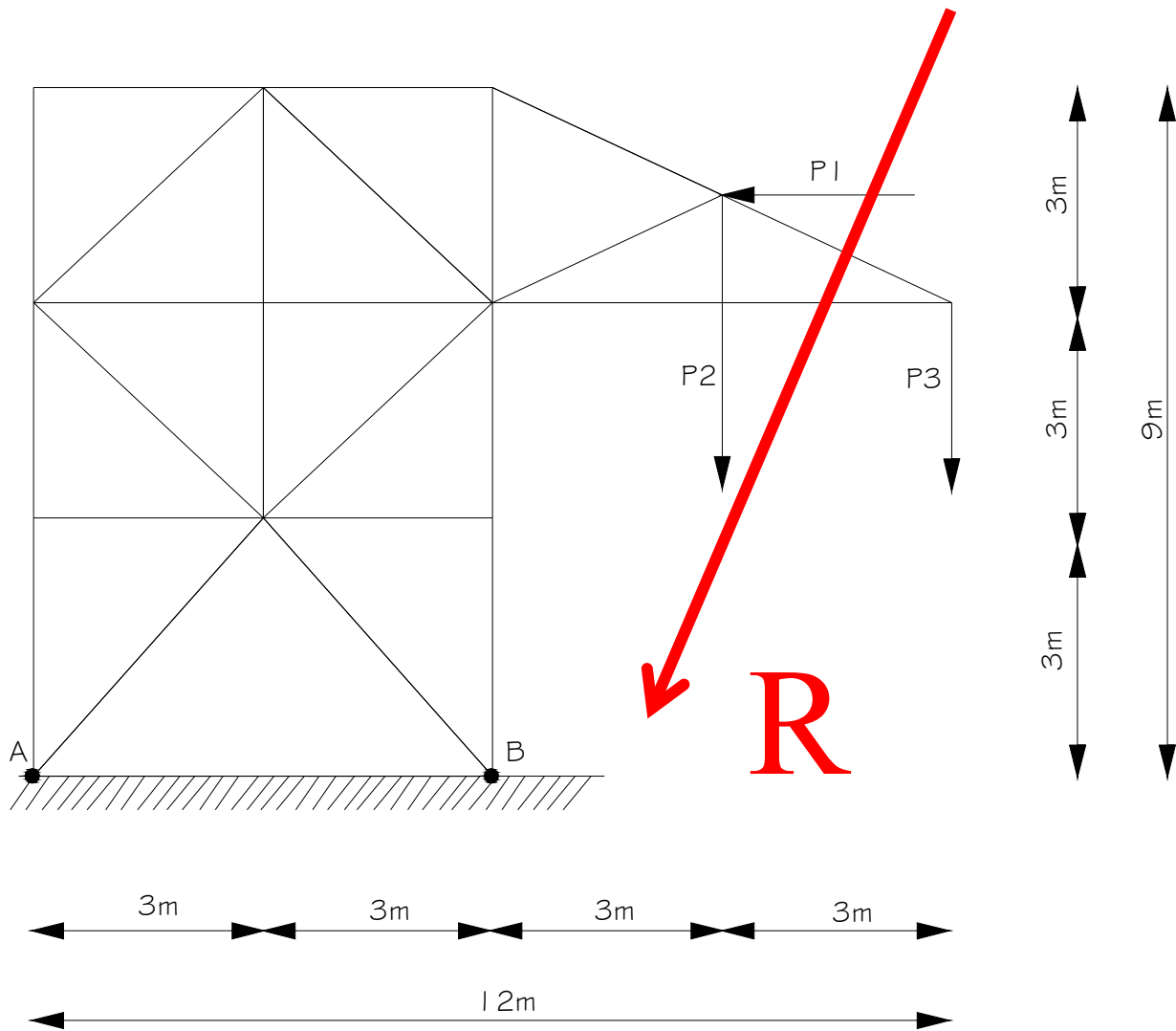


$$X = \sum X_i$$

$$Y = \sum Y_i$$

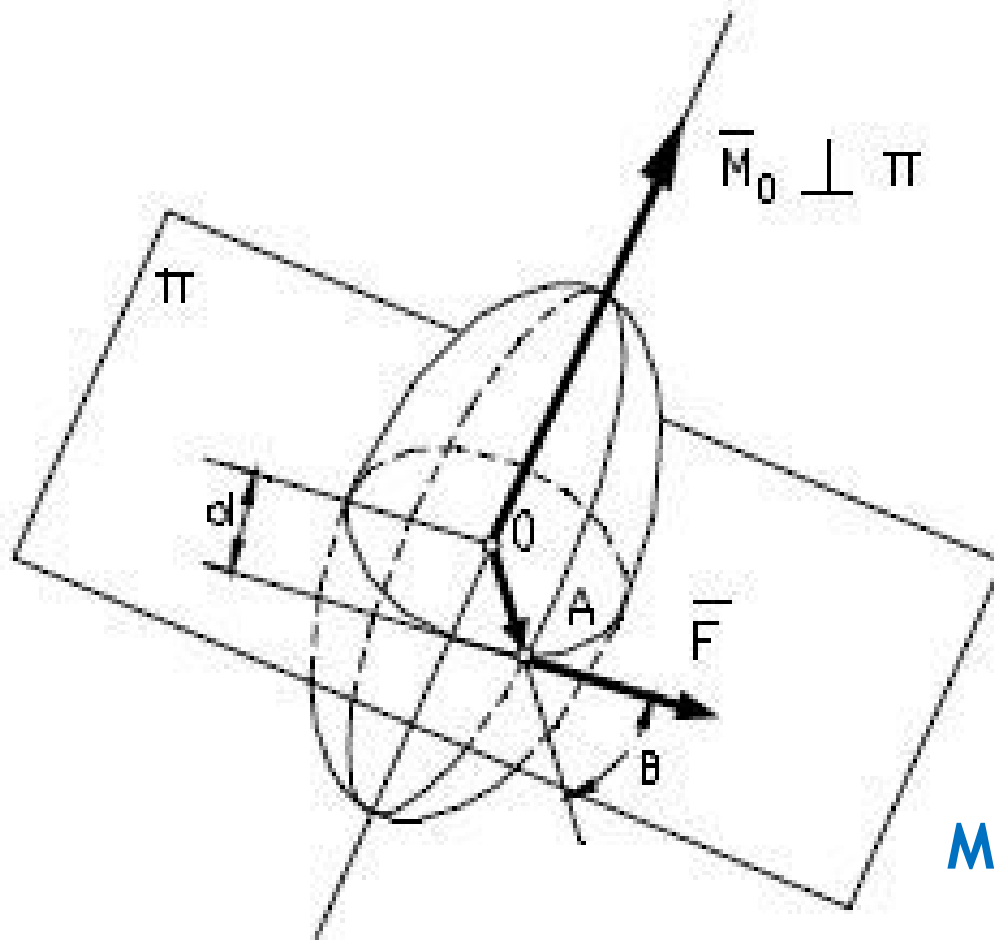
$$MR_o = \sum F_i \cdot d_i$$

3 Ec



Equilibrio en sistemas espaciales

MOMENTO DE UNA FUERZA RESPECTO DE UN PUNTO



$$\vec{M}_0 = \vec{OA} \wedge \vec{F}$$

$$\vec{F} = X \vec{i} + Y \vec{j}$$
$$\vec{OA} = x \vec{i} + y \vec{j}$$

$$M_o = OA \cdot F \cdot \cos \theta = F \cdot d$$

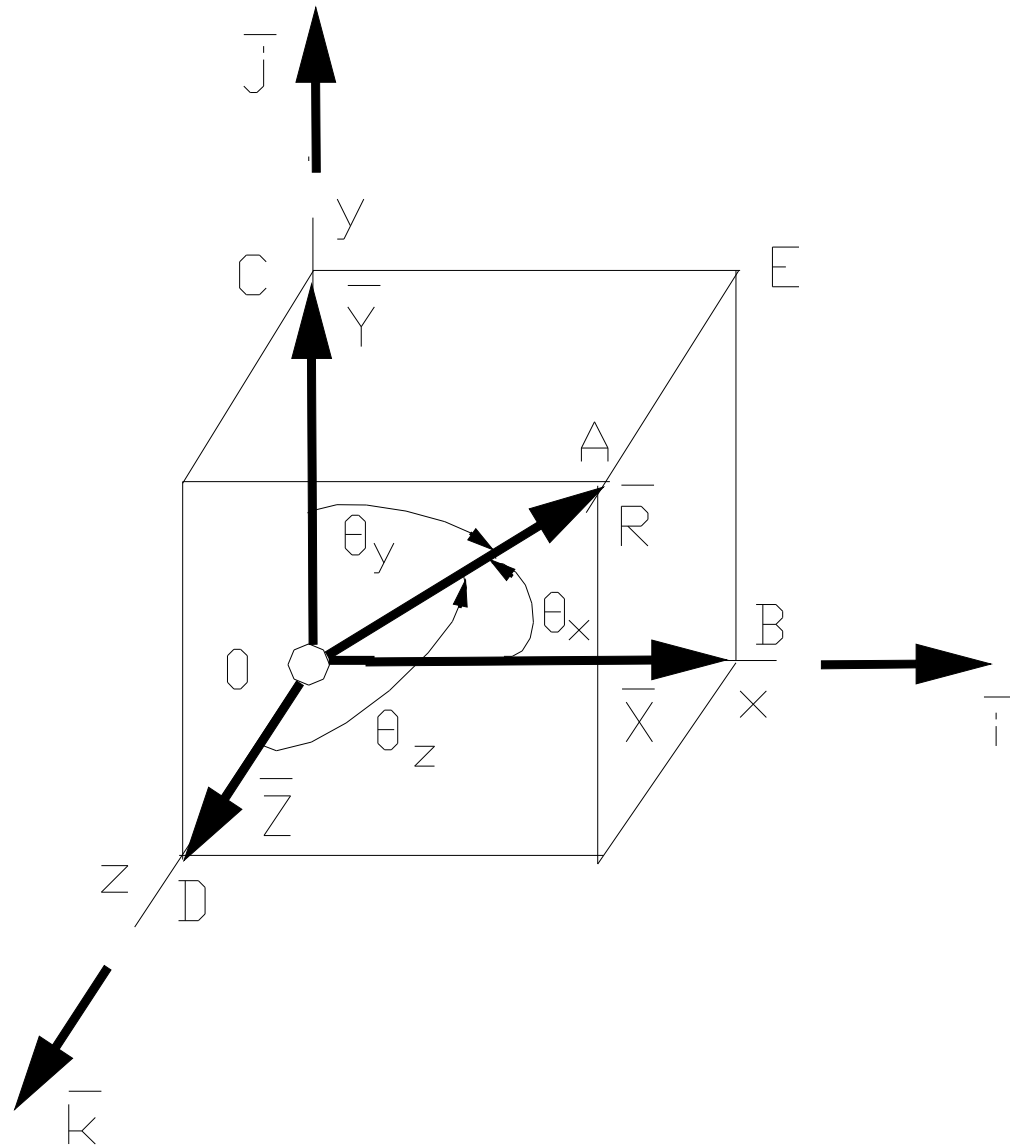
$$d = OA \cdot \cos \theta$$

Equilibrio en sistemas espaciales concurrentes

Las condiciones necesarias y suficientes para el equilibrio de un sistema de fuerzas concurrentes en el espacio, son que sean nulas:

- 1. tres ecuaciones de proyección sobre 3 ejes no coincidentes ni paralelos.**
2. dos ecuaciones de proyección sobre dos ejes y una ecuación de momentos respecto de un tercer eje,
- 3. una ecuación de proyección sobre un eje y dos ecuaciones de momentos respecto de otros dos ejes,**
4. tres ecuaciones de momentos respecto de tres ejes.

Equilibrio en sistemas espaciales concurrentes



$$\vec{R} = \vec{X} + \vec{Y} + \vec{Z}$$

Equilibrio en sistemas espaciales de fuerzas concurrentes

$$\bar{R} = X \bar{i} + Y \bar{j} + Z \bar{k}$$

en donde:

$$X = R \cos \theta_x$$

$$Y = R \cos \theta_y$$

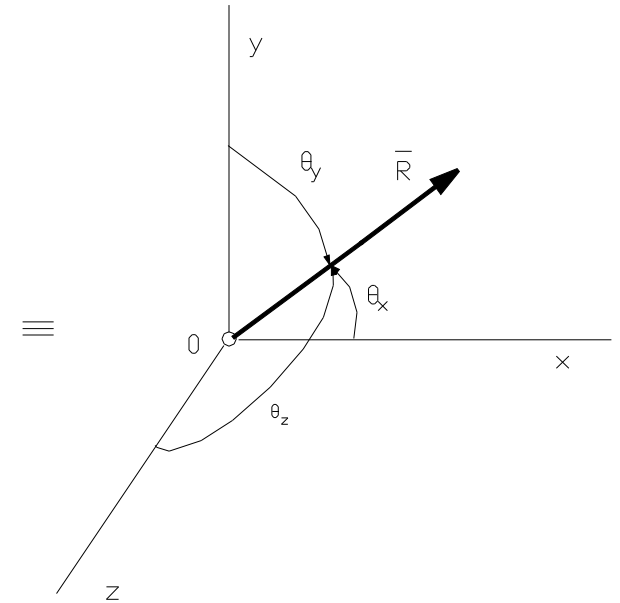
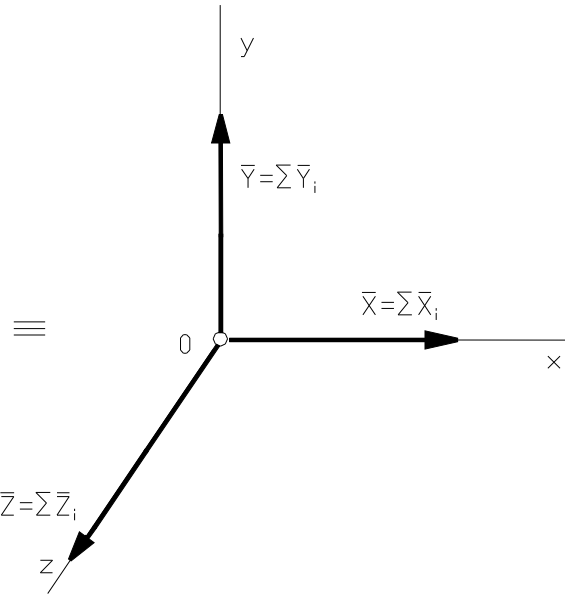
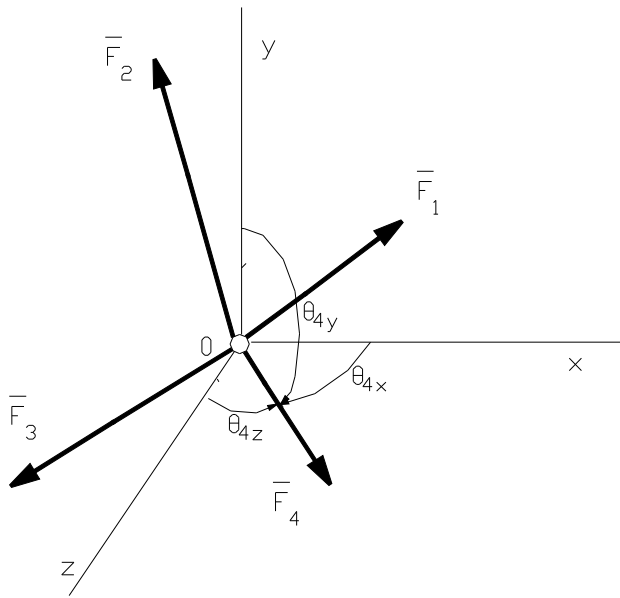
$$Z = R \cos \theta_z$$

$$R = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$$

$$\cos \theta_x = \frac{X}{R} \quad \cos \theta_y = \frac{Y}{R} \quad \cos \theta_z = \frac{Z}{R}$$

Equilibrio en sistemas espaciales concurrentes

$$\bar{\mathbf{R}} = \bar{\mathbf{X}} + \bar{\mathbf{Y}} + \bar{\mathbf{Z}}$$



Equilibrio en sistemas espaciales concurrentes

$$\bar{\mathbf{R}} = \bar{\mathbf{X}} + \bar{\mathbf{Y}} + \bar{\mathbf{Z}}$$

**PARA QUE LAS FUERZAS ESTEN EN
EQUILIBRIO, SU RESULTANTE DEBE SER
NULA**

$$\bar{\mathbf{R}} = \sum \bar{\mathbf{F}}_i = \mathbf{0} \quad \left. \vphantom{\sum} \right\} 1 \text{ Ec. Vectorial}$$

$$3 \text{ Ec. Escalares} \quad \left\{ \begin{array}{l} \mathbf{X} = \sum \mathbf{X}_i = 0 \\ \mathbf{Y} = \sum \mathbf{Y}_i = 0 \\ \mathbf{Z} = \sum \mathbf{Z}_i = 0 \end{array} \right.$$

Equilibrio en sistemas espaciales de fuerzas no concurrentes

Las condiciones necesarias y suficientes para el equilibrio de un sistema de fuerzas no concurrentes en el espacio, son que sean nulas:

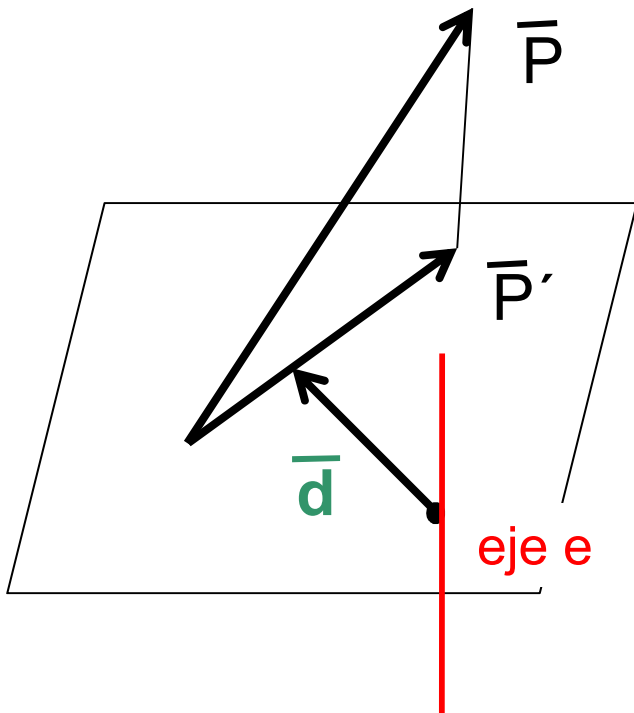
1. tres ecuaciones de proyección sobre 3 ejes no coincidentes ni paralelos y tres ecuaciones de momento respecto a los mismos ejes,
2. dos ecuaciones de proyección sobre dos ejes y cuatro ecuaciones de momentos respecto de cuatro ejes,
3. una ecuación de proyección sobre un eje y cinco ecuaciones de momentos respecto de cinco ejes,
4. seis ecuaciones de momentos respecto de seis ejes, de los cuales tres pueden ser concurrentes a un punto.

Los 6 ejes no pueden ser cortados por un mismo eje

Momento de una fuerza respecto de un eje

$$\bar{M}_e = \bar{d} \times \bar{P}'$$

Momento de la fuerza P respecto del eje e : es el momento de la proyección de P sobre un plano normal al eje, con respecto al punto en que el eje corta al plano de proyección.



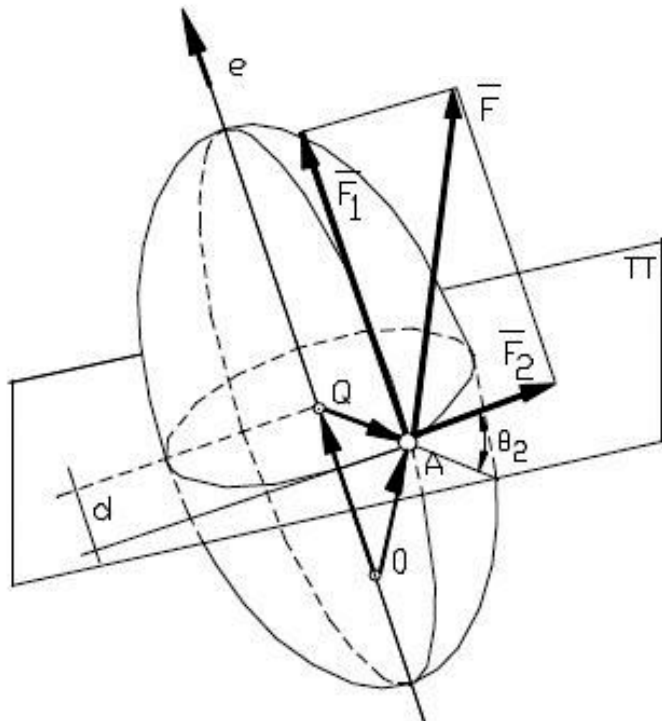
Momento de una fuerza respecto de un eje es igual a la proyección sobre dicho eje, del momento de la misma fuerza respecto de un punto cualquiera del eje.

Equilibrio en sistemas espaciales de fuerzas no concurrentes

MOMENTO DE UNA FUERZA RESPECTO DE UN EJE

$$\overline{M}_0 = \overline{OA} \wedge \overline{F}$$

$$\overline{M}_0 = \overline{OA} \wedge \overline{F} = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ x & y & z \\ X & Y & Z \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} y & z \\ Y & Z \end{vmatrix} \bar{i} + \begin{vmatrix} z & x \\ Z & X \end{vmatrix} \bar{j} + \begin{vmatrix} x & y \\ X & Y \end{vmatrix} \bar{k}$$



$$\overline{M}_0 = M_x \bar{i} + M_y \bar{j} + M_z \bar{k}$$

$$M_x = y Z - z Y$$

$$M_y = z X - x Z$$

$$M_z = x Y - y X$$

Equilibrio en sistemas espaciales de fuerzas no concurrentes

$$\begin{aligned}\bar{\mathbf{R}} &= \sum \bar{\mathbf{F}}_i = \mathbf{0} \\ \bar{\mathbf{M}}_{\mathbf{R}\mathbf{0}} &= \sum \bar{\mathbf{M}}\mathbf{F}\mathbf{0} = \mathbf{0}\end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned}\bar{\mathbf{R}} &= \sum \bar{\mathbf{F}}_i = \mathbf{0} \\ \bar{\mathbf{M}}_{\mathbf{R}\mathbf{0}} &= \sum \bar{\mathbf{M}}\mathbf{F}\mathbf{0} = \mathbf{0}\end{aligned}} \right\} \quad 2 \text{ Ec. Vectoriales}$$

$$6 \text{ Ec. Escalares} \quad \left\{ \begin{aligned}\sum X_i &= 0 \\ \sum Y_i &= 0 \\ \sum Z_i &= 0 \\ \sum M_{x_i} &= 0 \\ \sum M_{y_i} &= 0 \\ \sum M_{z_i} &= 0\end{aligned}\right.$$

BIBLIOGRAFÍA PRINCIPAL:

- **MECANICA VECTORIAL PARA INGENIEROS: ESTATICA** (Tomo I) – Ferdinand P. Beer y E. Russell Johnston, Jr. – Editorial Mc GRAW – HILL LATINOAMERICANA S. A. – 5º Edición 2010
- **MECANICA PARA INGENIERÍA: ESTATICA** – Anthony Bedford – Wallace Fowler – Editorial Pearson Educación - México – 5º Edición - 2008

BIBLIOGRAFÍA SECUNDARIA:

- **ESTATICA APLICADA** de Raúl S. LLANO – Centro de Publicaciones F.I. - UNC -1984
- **ESTABILIDAD (Primer Curso)** – Enrique D. Fliess – EDITORIAL KAPELUZ – Buenos Aires – Argentina - 1965
- Programa computacional SAP 2000 – Versión Estudiantil

Profesor, cuando
voy a usar esto
en mi vida???



