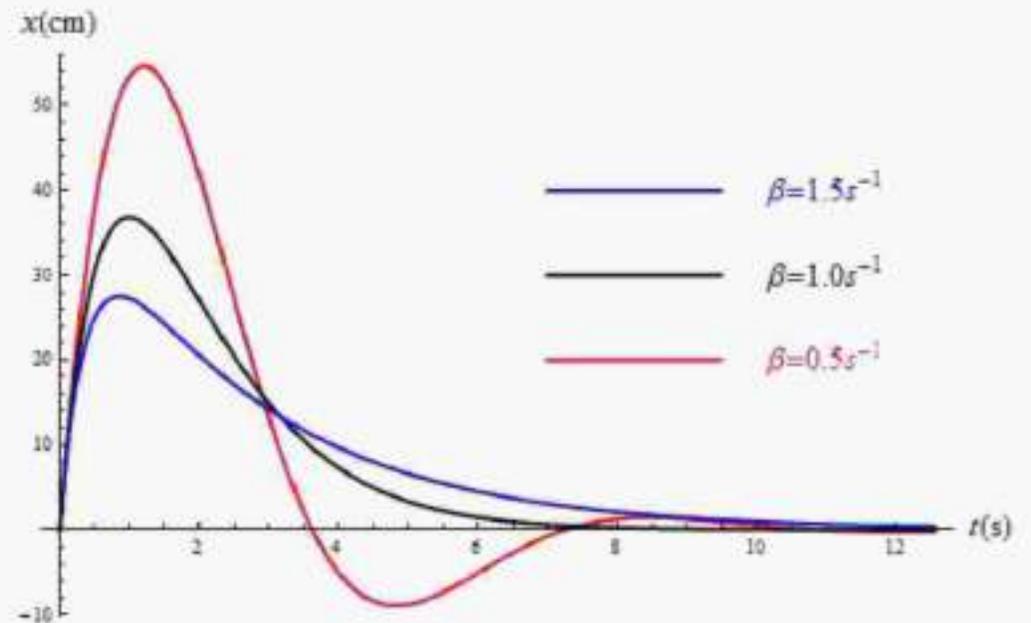


Equilibrio de un cuerpo rígido

Ing. Alex Zavala Chávez



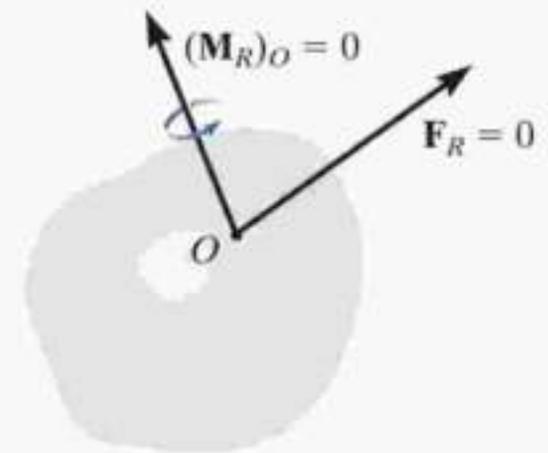
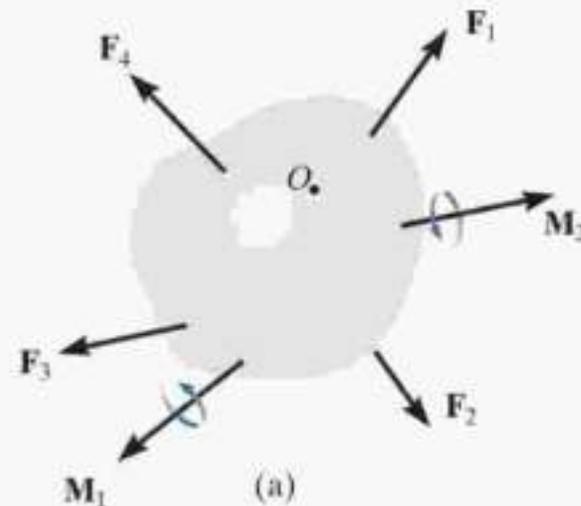
Condiciones para el equilibrio de un cuerpo rígido

Un cuerpo que está sometido a un sistema de fuerzas externas y momentos de par es el resultado de los efectos de fuerzas gravitatorias, eléctricas, magnéticas o de contacto causadas por cuerpos adyacentes.

Las fuerzas internas causadas por interacciones ocurren en pares colineales iguales pero opuestos y por consiguiente se cancelarán, lo cual es una consecuencia de la tercera ley de Newton. Si tanto la fuerza como el momento de par resultantes son iguales a cero, entonces se dice que el cuerpo está en equilibrio

$$\mathbf{F}_R = \Sigma \mathbf{F} = \mathbf{0}$$

$$(\mathbf{M}_R)_O = \Sigma \mathbf{M}_O = \mathbf{0}$$





Equilibrio de un cuerpo rígido en dos dimensiones

Equilibrio bidimensional

Siendo el caso donde el sistema de fuerzas que actúa sobre un cuerpo rígido se encuentra o puede ser proyectado sobre un solo plano y, además, cualesquier momentos de par que actúen sobre el cuerpo se dirigen de manera perpendicular a dicho plano.

Este tipo de sistema de fuerzas y momentos de par suele denominarse sistema de fuerzas coplanares o bidimensionales

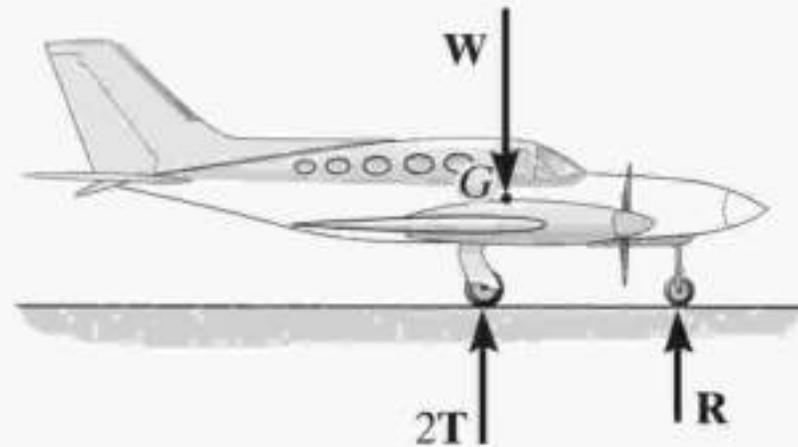


Diagrama de cuerpo libre

La aplicación exitosa de las ecuaciones de equilibrio requiere de una especificación completa de todas las fuerzas externas conocidas y desconocidas que actúan sobre un cuerpo. La mejor manera de tomar en cuenta esas fuerzas es trazar el diagrama de cuerpo libre del cuerpo, el cual lo representa aislado o “libre” de su entorno, esto es, un “cuerpo libre”. Sobre este bosquejo es necesario mostrar todas las fuerzas y los momentos de par que ejerce el entorno sobre el cuerpo, de manera que cuando se apliquen las ecuaciones de equilibrio se puedan tener en cuenta estos efectos.

- **Reacciones en los soportes**

Son los diversos tipos de reacciones que ocurren en soportes y puntos de contacto entre cuerpos sometidos a sistemas coplanares de fuerza.

Si un soporte evita la traslación de un cuerpo en una dirección dada, entonces se desarrolla una fuerza sobre el cuerpo en esa dirección. Si se evita una rotación, entonces se ejerce un momento de par sobre el cuerpo.

Diagrama de cuerpo libre

- **Peso y centro de gravedad**

Es la fuerza resultante conocido como el peso W del cuerpo, y a la posición de su punto de aplicación como al centro de gravedad. Cuando el cuerpo sea uniforme, o esté hecho de material homogéneo, el centro de gravedad se localizará en el centro geométrico o centroide del cuerpo; sin embargo, si el cuerpo no es homogéneo o tiene una forma poco común, entonces se deberá calcular la ubicación de su centro de gravedad G .

- **Modelos idealizados**

Para ello se debe considerar un modelo analítico correspondiente o modelo idealizado que dé resultados que se aproximen lo más posible a la situación real. Para ello, tiene que hacerse una selección cuidadosa de manera que el tipo de soportes, el comportamiento del material y las dimensiones del objeto queden justificados.

Diagrama de cuerpo libre

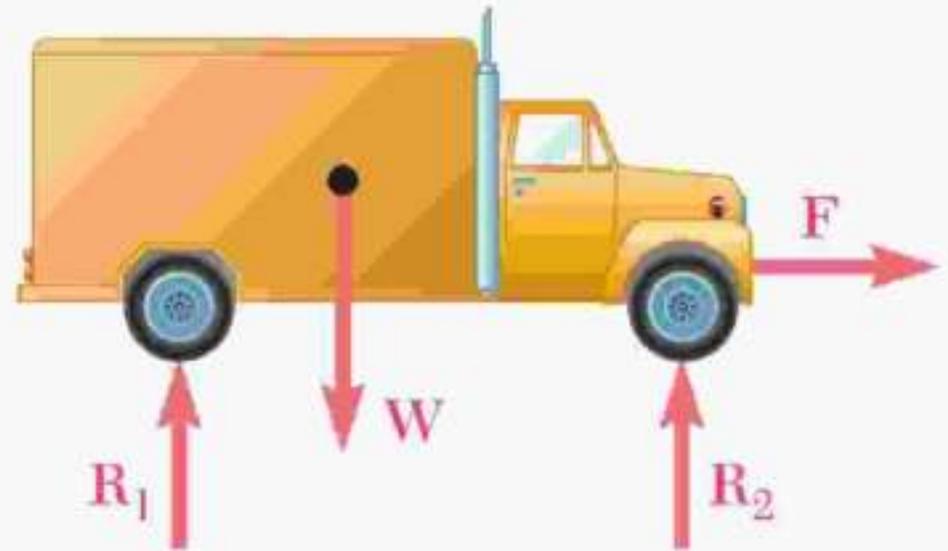


Diagrama de cuerpo libre

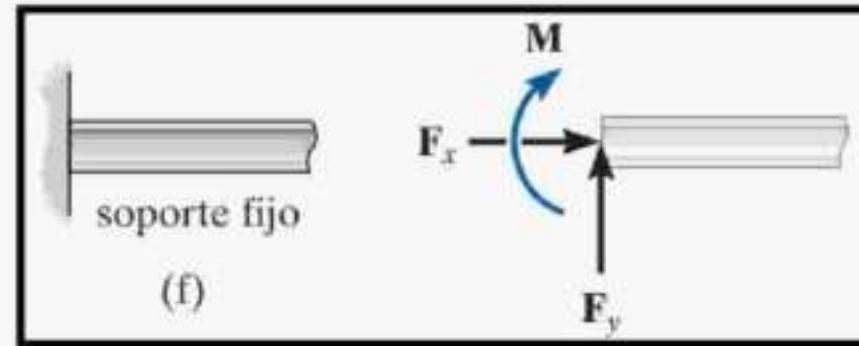
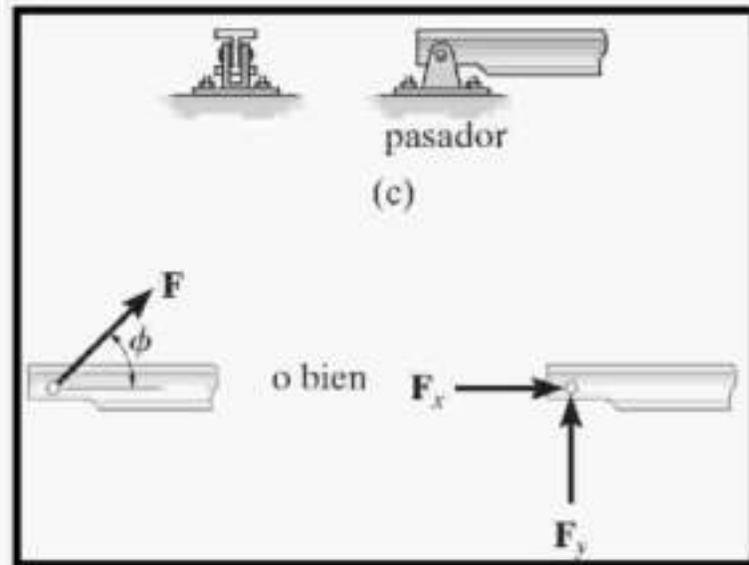
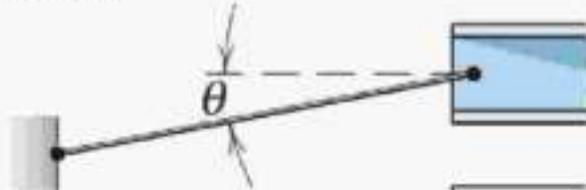


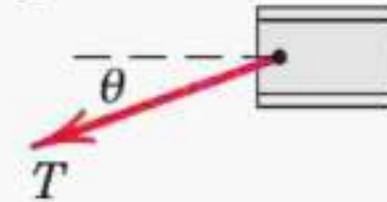
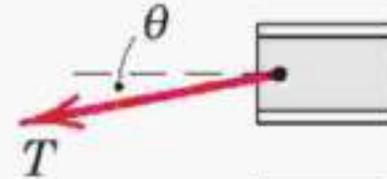
Diagrama de cuerpo libre

1. Flexible cable, belt, chain, or rope

Weight of cable negligible



Weight of cable not negligible



2. Smooth surfaces

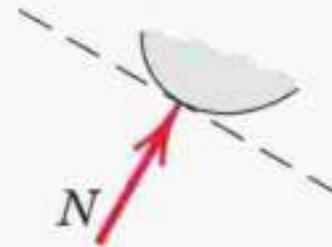
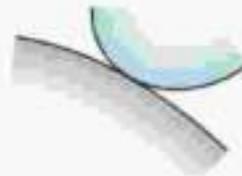
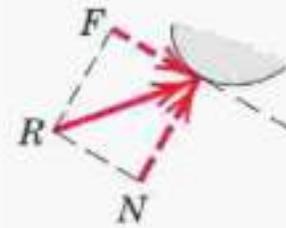
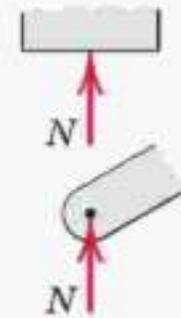
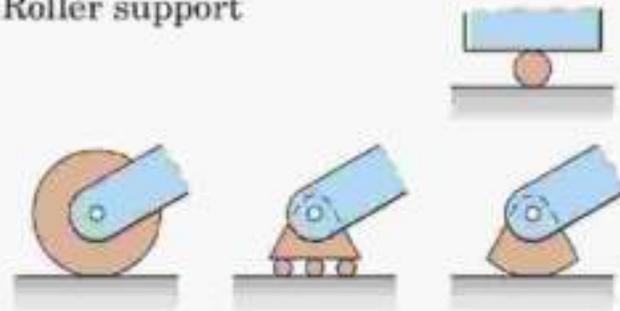


Diagrama de cuerpo libre

3. Rough surfaces



4. Roller support



5. Freely sliding guide

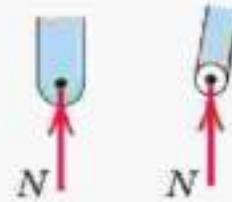
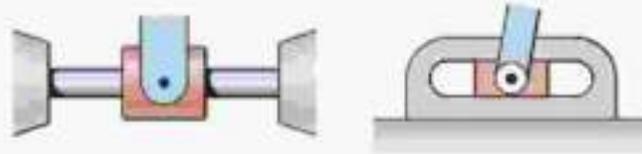
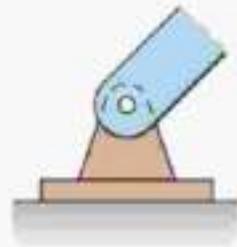
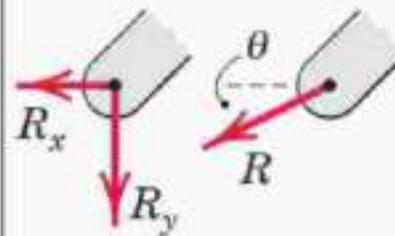


Diagrama de cuerpo libre

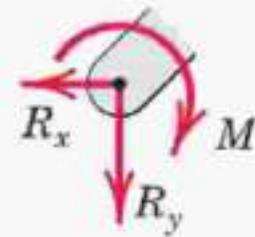
6. Pin connection



Pin free to turn



Pin not free to turn



7. Built-in or fixed support

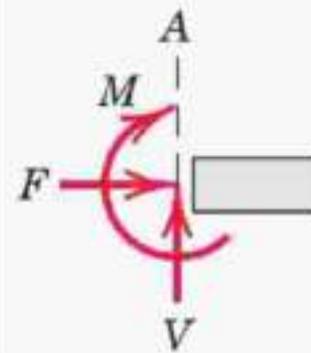
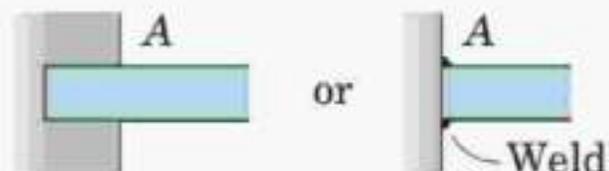
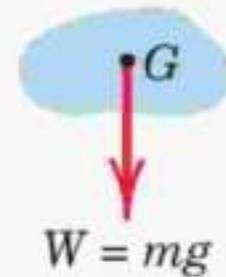
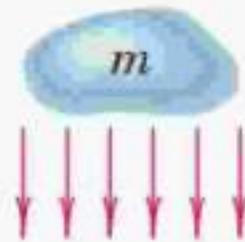


Diagrama de cuerpo libre

8. Gravitational attraction



9. Spring action

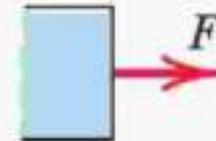
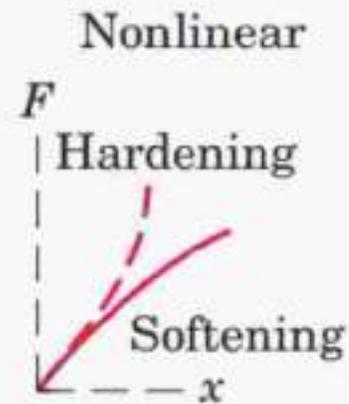
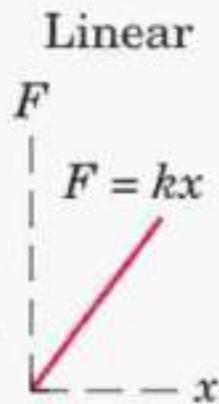
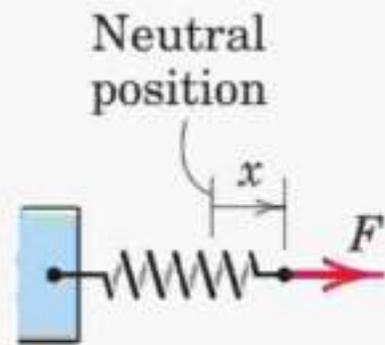
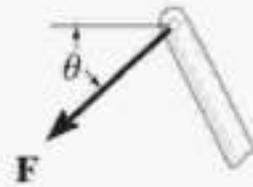
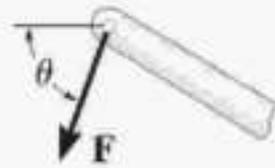
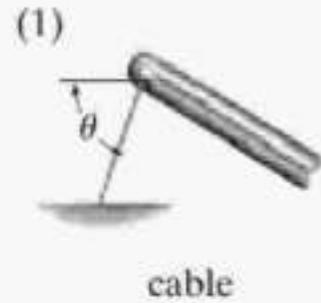


Diagrama de cuerpo libre



o bien

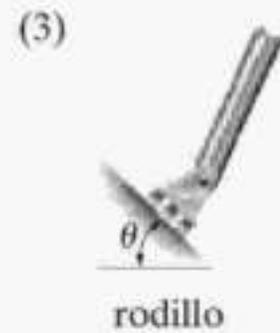
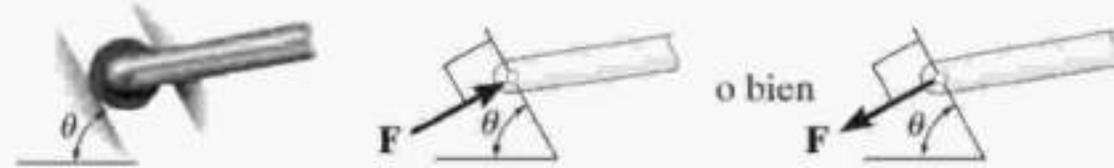


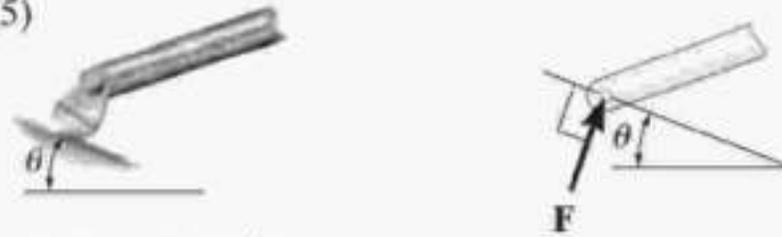
Diagrama de cuerpo libre

(4)



rodillo o pasador
confinado en una ranura lisa

(5)



soporte mecedora

(6)

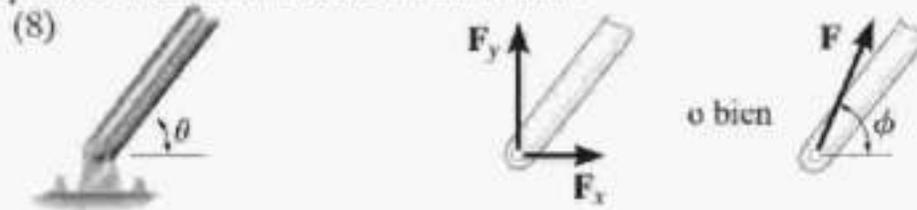


superficie de contacto lisa

Diagrama de cuerpo libre



elemento conectado mediante un pasador a un collar sobre una barra lisa



pasador liso
o articulación lisa



elemento con conexión
fija a un collar sobre
una barra lisa



Equilibrio de un cuerpo rígido en tres dimensiones

Equilibrio tridimensional

Es el equilibrio que se da en la realidad al ser el “ser humano” un “ser” tridimensional

$$\Sigma \mathbf{F} = \mathbf{0} \quad \text{or} \quad \begin{cases} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 \\ \Sigma F_z = 0 \end{cases}$$

$$\Sigma \mathbf{M} = \mathbf{0} \quad \text{or} \quad \begin{cases} \Sigma M_x = 0 \\ \Sigma M_y = 0 \\ \Sigma M_z = 0 \end{cases}$$

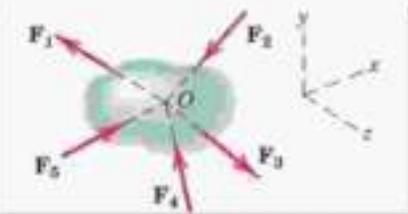
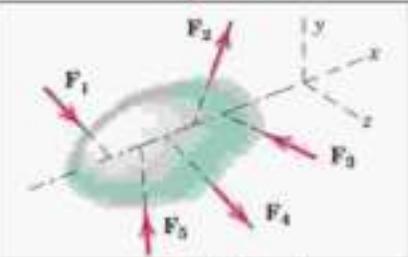
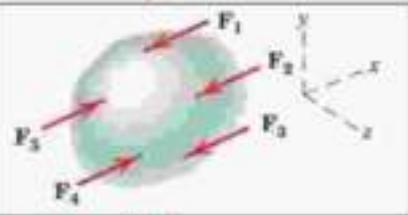
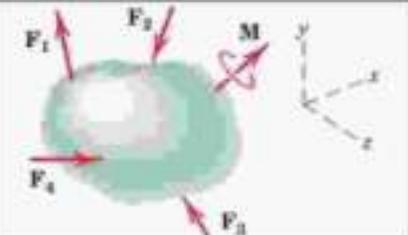
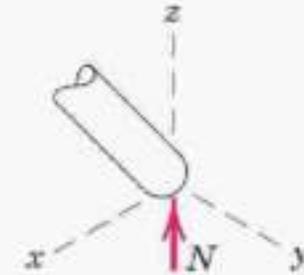
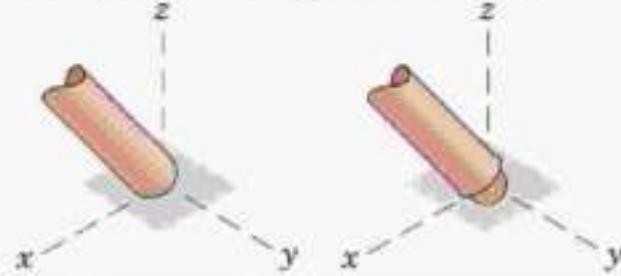
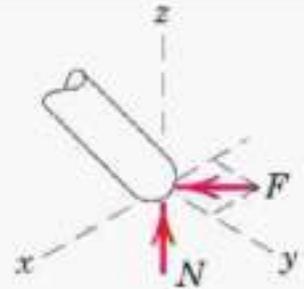
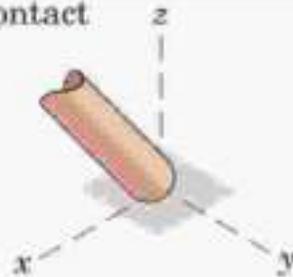
1. Concurrent at a point		$\Sigma F_x = 0$ $\Sigma F_y = 0$ $\Sigma F_z = 0$
2. Concurrent with a line		$\Sigma F_x = 0$ $\Sigma M_y = 0$ $\Sigma F_y = 0$ $\Sigma M_z = 0$ $\Sigma F_z = 0$
3. Parallel		$\Sigma F_y = 0$ $\Sigma M_x = 0$ $\Sigma M_z = 0$
4. General		$\Sigma F_x = 0$ $\Sigma M_x = 0$ $\Sigma F_y = 0$ $\Sigma M_y = 0$ $\Sigma F_z = 0$ $\Sigma M_z = 0$

Diagrama de cuerpo libre

1. Member in contact with smooth surface, or ball-supported member



2. Member in contact with rough surface



3. Roller or wheel support with lateral constraint

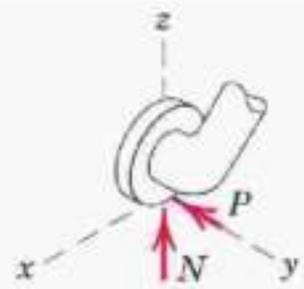
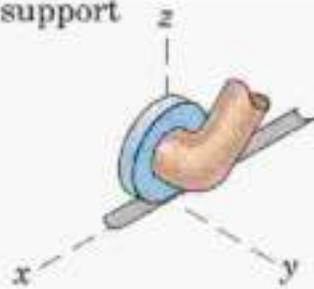
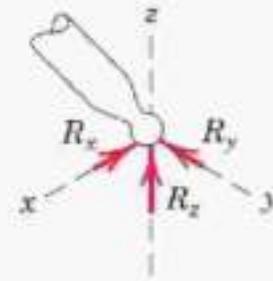
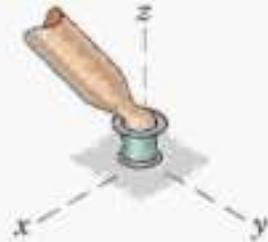
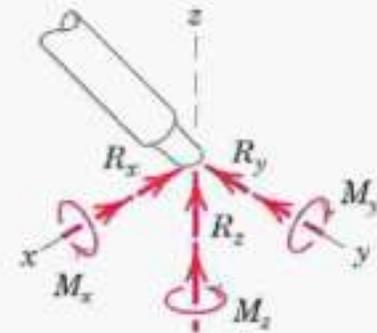
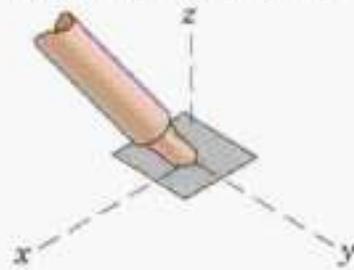


Diagrama de cuerpo libre

4. Ball-and-socket joint



5. Fixed connection (embedded or welded)



6. Thrust-bearing support

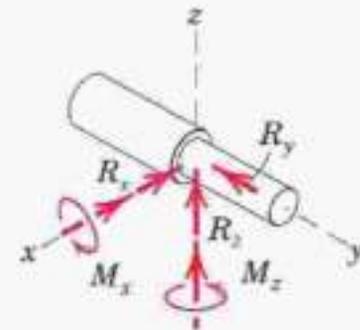
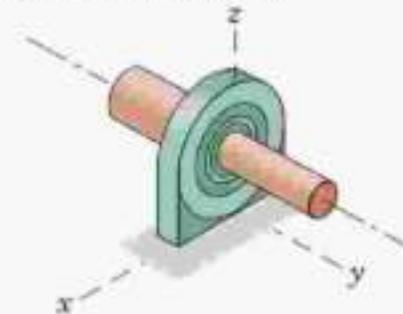


Diagrama de cuerpo libre

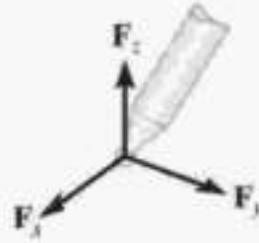


Diagrama de cuerpo libre

(4)



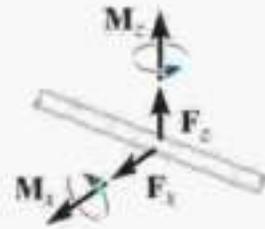
rótula esférica



(5)



chumacera simple



(6)



chumacera simple
con flecha cuadrada

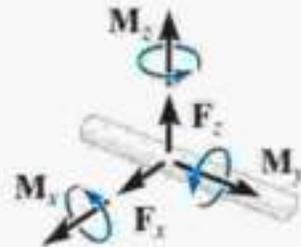
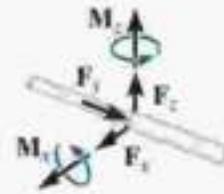


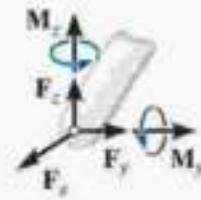
Diagrama de cuerpo libre

(7)



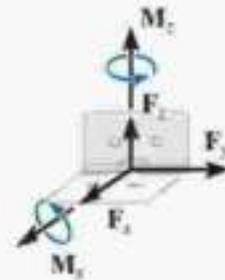
chumacera de empuje simple

(8)



pasador liso simple

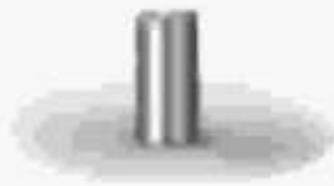
(9)



bisagra simple

Diagrama de cuerpo libre

(10)



soporte fijo

