

FUERZAS Y LEYES DE NEWTON

Profesor : Marco Rivero Menay
Ingeniero Ejecución Industrial UVM

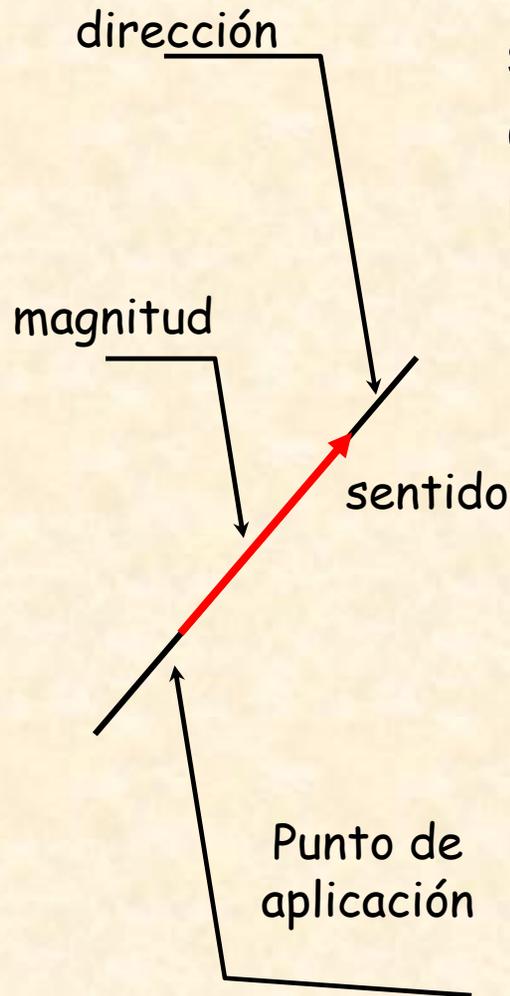
FUERZAS Y Leyes de Newton

Una fuerza es toda causa capaz de deformar un cuerpo o modificar su estado de reposo o movimiento.

Las fuerzas son magnitudes vectoriales y su unidad en el S.I. es el newton, N.

Toda fuerza tiene un **agente** específico e identificable, que puede ser animado o inanimado. Por ejemplo el agente de la fuerza de gravedad es la Tierra

CARÁCTERÍSTICAS DE UNA FUERZA



Punto de aplicación.— Es el lugar concreto sobre el cual actúa la fuerza. En él se comienza a dibujar el vector que representa la fuerza.

Magnitud o intensidad.— Indica el valor numérico de la fuerza en newtons. Se corresponde con la longitud del vector.

Dirección.— Es la recta a lo largo de la cual se aplica la fuerza. La línea sobre la que se dibuja el vector.

Sentido.— Con la misma dirección, una fuerza puede tener dos sentidos opuestos. Se indica con la punta de la flecha del vector.

CAUSAS DEL MOVIMIENTO

La **dinámica** es la rama de la física que estudia las causas de los cambios en los movimientos de los cuerpos

TIPOS DE FUERZAS

Las fuerzas se clasifican en dos grandes grupos:
fuerzas por contacto y fuerzas a distancia o de campos

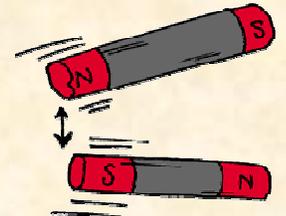
Las fuerzas por contacto son aquellas que necesitan el contacto directo con un cuerpo para manifestarse.

Ej. Golpear un balón con el pie



En las fuerzas a distancia la interacción se produce entre dos cuerpos separados por una determinada distancia.

Ej. Magnetismo



LEYES DE NEWTON

PRIMERA LEY O LEY DE INERCIA



Todo cuerpo continua en su estado de reposo o se mueve con movimiento rectilíneo uniforme si sobre él no actúa ninguna fuerza o si la resultante de todas las fuerzas (fuerza neta) que actúan sobre él es nula.

LEYES DE NEWTON

SEGUNDA LEY O PRINCIPIO FUNDAMENTAL DE LA DINÁMICA

La resultante de las fuerzas (fuerza neta) que actúan sobre un cuerpo es directamente proporcional a la aceleración que produce

$$F_{\text{resultante}} = m a$$

$$F = m a$$

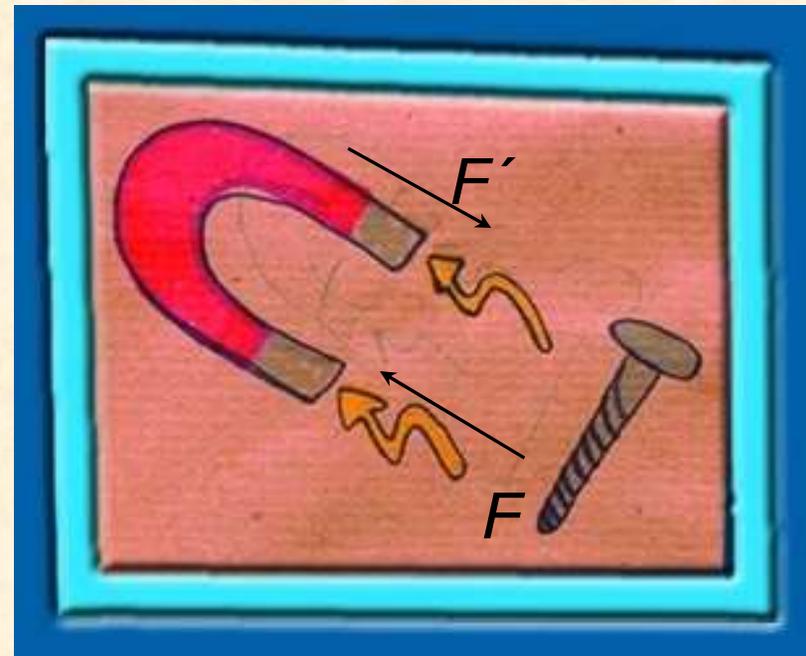
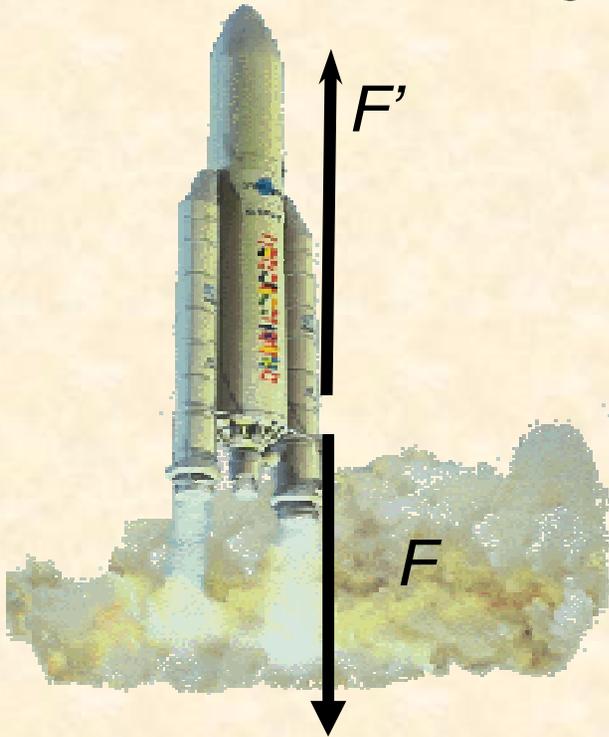
La unidad de fuerza en el Sistema Internacional es el Newton y se representa por N. Un Newton es la fuerza que hay que ejercer sobre un cuerpo de un kilogramo de masa para que adquiera una aceleración de 1 m/s^2 , o sea,

$$1\text{N} = 1\text{kg} \times 1\text{m/s}^2$$

LEYES DE NEWTON

TERCERA LEY O PRINCIPIO DE ACCIÓN Y REACCIÓN

Cuando dos cuerpos interaccionan, el primero ejerce una fuerza sobre el segundo y éste ejerce una fuerza sobre el primero; estas dos fuerzas tienen la misma dirección, la misma magnitud y sentido contrario.



CONSECUENCIAS DE LAS LEYES DE NEWTON



INERCIA.— Es una propiedad que tienen los cuerpos de oponerse a cualquier cambio en su estado de reposo o movimiento



Isaac Newton

$$1\text{N} = 1\text{kg} \times 1\text{m/s}^2$$

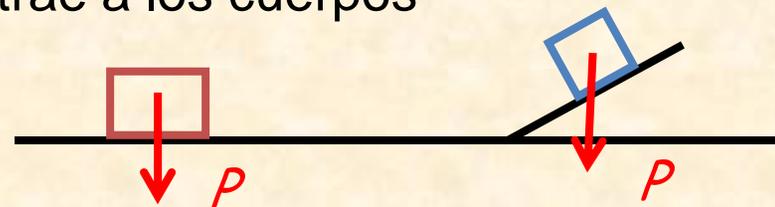
La medida cuantitativa de la inercia de un cuerpo es la **MASA INERCIAL**

NEWTON.—Es la fuerza que actuando sobre un kilogramo de masa le produce una aceleración de 1 m/s^2

PESO.—Es la fuerza con que la Tierra atrae a los cuerpos

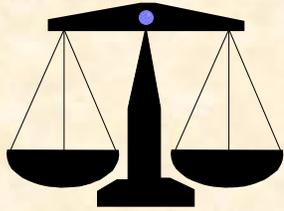
Es una magnitud vectorial cuyo módulo es:

$$|P| = m |g|$$



La dirección es vertical; el sentido, hacia abajo y el punto de aplicación se llama centro de masas o de gravedad.

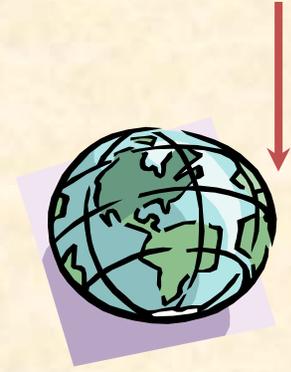
DIFERENCIAS ENTRE MASA Y PESO



MASA

- Magnitud escalar
- Se mide con una balanza (en el S.I. en kg)
- Es invariable

PESO



- Magnitud vectorial
- Se mide con el dinamómetro (en el S.I. en N por ser una fuerza)
- Es variable porque depende del lugar de universo en el que esté el cuerpo

Estado de equilibrio

Como ya explicamos, un cuerpo opone una resistencia a el cambio de su movimiento rectilíneo uniforme o a su estado de reposo, que es proporcional a la masa del propio cuerpo. Cuando un cuerpo no cambia su régimen de movimiento o reposo se dice que está en **equilibrio**.

El cambio en su velocidad (aceleración) se logra aplicando una fuerza, esta aceleración es proporcional a la fuerza resultante (suma de todas las fuerzas).

Por lo tanto esa fuerza neta ha roto su estado de equilibrio.

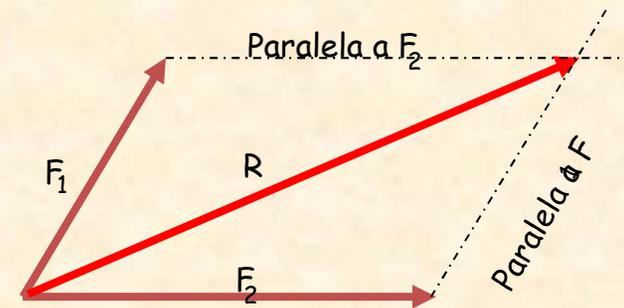
FUERZA RESULTANTE

La fuerza resultante, R , es una sola fuerza que tiene el mismo efecto que si todas las que actúan sobre el cuerpo interviniesen a la vez.

COMPOSICIÓN DE FUERZAS

• Composición de dos fuerzas. Regla del paralelogramo

1. Representa las dos fuerzas con el mismo punto de aplicación.
2. Construye un paralelogramo trazando paralelas a cada fuerza desde el extremo de la otra.
3. Une el punto de aplicación con el vértice opuesto del paralelogramo. Esa es la fuerza resultante.



MEDIDA DE LAS FUERZAS CON EL DINAMÓMETRO

El **dinamómetro** es un instrumento que sirve para medir valores de fuerzas. Básicamente es un resorte que calibramos previamente.

Diagrama de Cuerpo Libre

Cuando consideramos un cuerpo sobre el cual se aplica una fuerza, podemos representarlo a través de un diagrama vectorial que se llama diagrama de cuerpo libre.

Para esto debemos considerar al cuerpo sobre el cual se aplican las fuerzas como **sistema**, y al resto de los agentes causales de las fuerzas aplicadas su **entorno**.

sistema

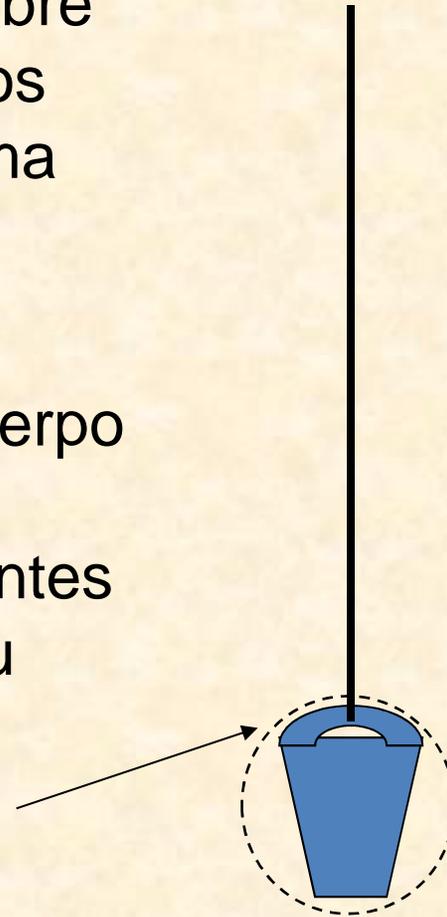


Diagrama de Cuerpo Libre

Consideremos este balde muy pesado que es elevado por medio de una soga con velocidad creciente desde un punto inicial hasta un punto final.

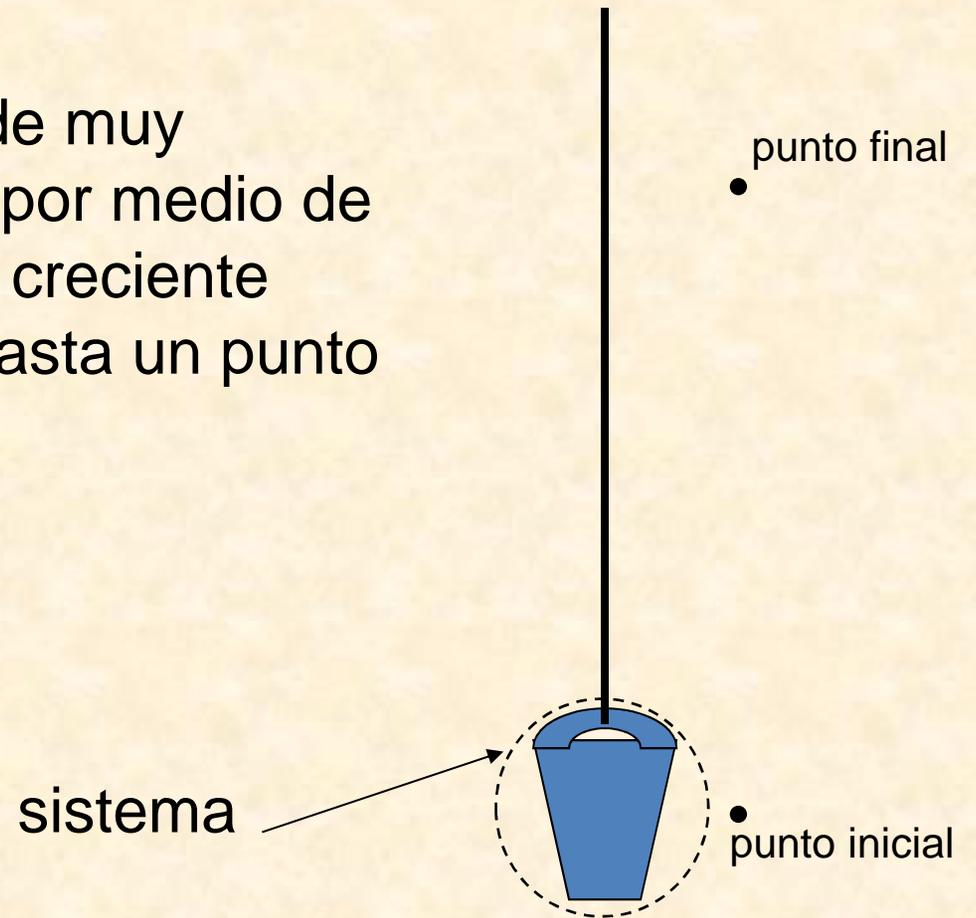


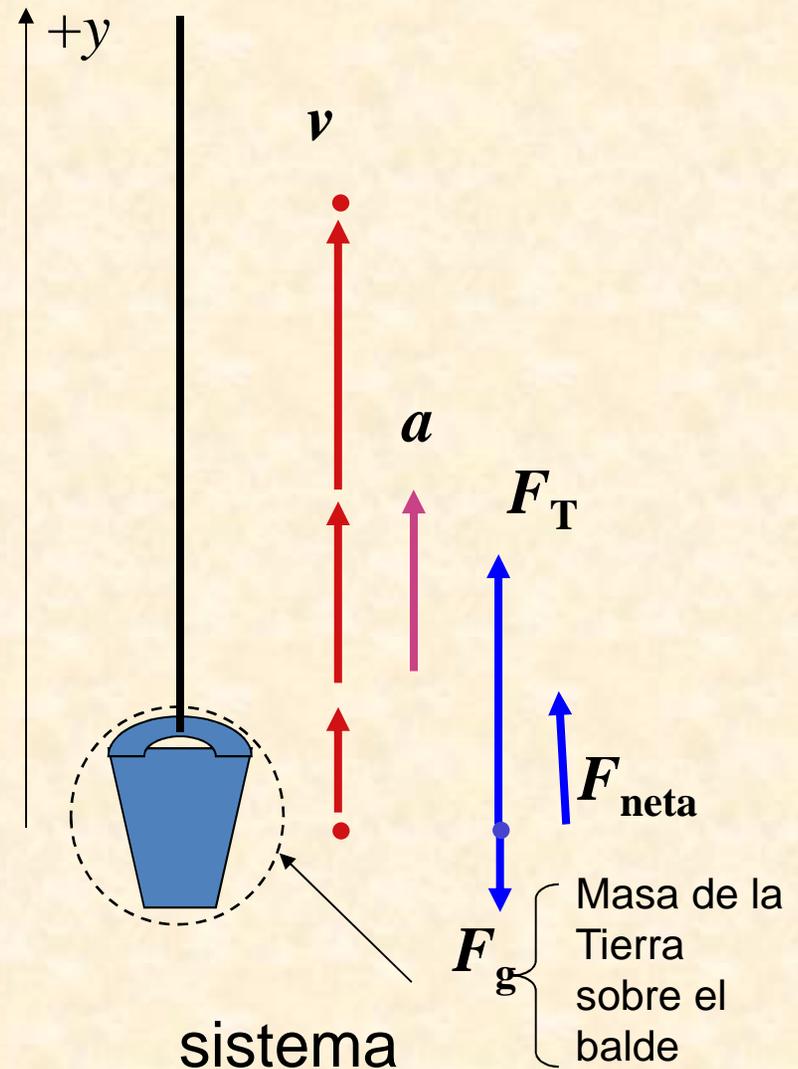
Diagrama de Cuerpo Libre

Se selecciona un eje de coordenadas para determinar la dirección de la velocidad.

Se localiza todo punto que conecta al sistema con su entorno.

Se dibuja un diagrama de movimiento incluyendo la velocidad y la aceleración.

Finalmente se reemplaza el balde por un punto y se trazan las fuerzas que ejercen la soga sobre el balde y la gravedad sobre el balde.

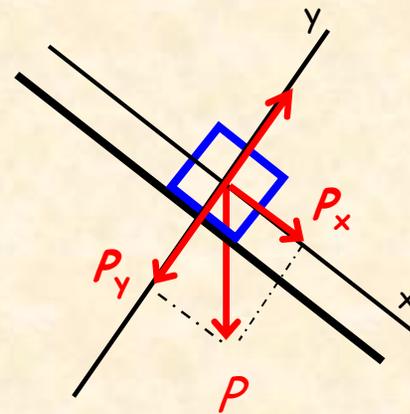
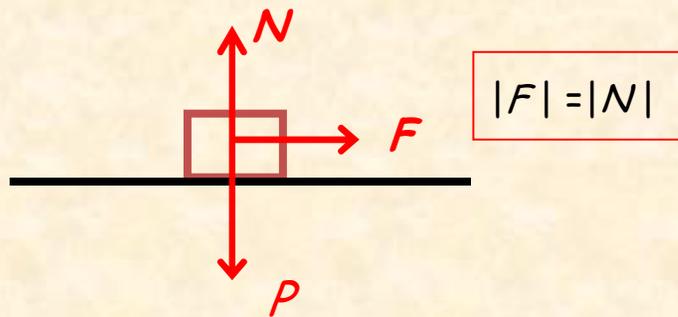


FUERZA NORMAL

Se representa por N

En el S.I. se mide en N

Es una fuerza que aparece siempre que un cuerpo está apoyado sobre una superficie; esta fuerza evita que la superficie se deforme.

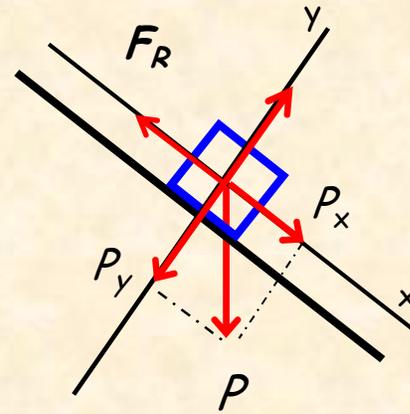
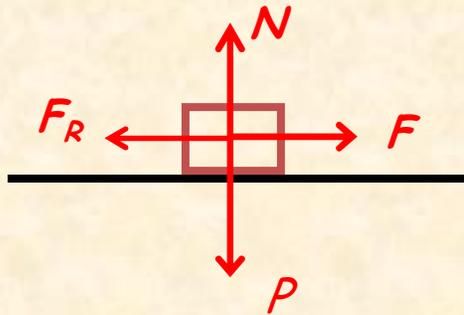


a P_x se le llama componente tangencial del peso y a P_y componente normal del peso.

Es siempre perpendicular a la superficie de apoyo.

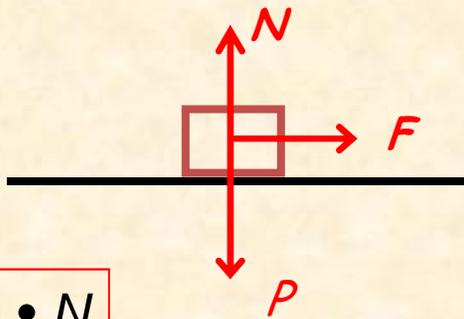
FUERZA DE ROZAMIENTO

Se representa por F_R y es una fuerza que actúa en sentido opuesto al movimiento y se produce como consecuencia de la fricción que tiene lugar entre la superficie del móvil y la superficie sobre la que este se mueve, o bien del medio (gas o líquido) que atraviesa



FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FUERZA DE ROZAMIENTO

1. La fuerza de rozamiento es independiente del área de las superficies en contacto.
2. La fuerza de rozamiento es independiente de la velocidad del movimiento y actúa siempre en sentido contrario.
3. La fuerza de rozamiento depende de la naturaleza de las superficies en contacto y del estado de pulimento de las mismas.
4. La fuerza de rozamiento es proporcional a la fuerza normal.



$$F_R = \mu \cdot N$$

$$\mu = F_R / N$$

μ (mu) se llama coeficiente de rozamiento y es característico de las superficies en contacto. No tiene unidades.

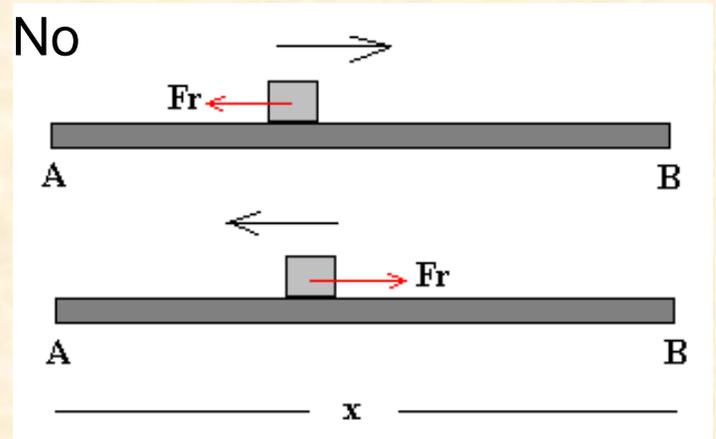
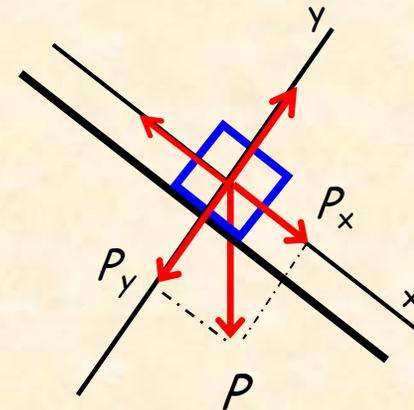
(Por eso se dice que es una magnitud adimensional)

Existen dos clases de rozamiento: el **ESTÁTICO** y el **DINÁMICO** :

- El **rozamiento estático** aparece cuando se trata de poner un cuerpo en movimiento desde el reposo.
- El **rozamiento dinámico** aparece cuando el cuerpo está en movimiento.

En el plano horizontal la fuerza de rozamiento se calcula :

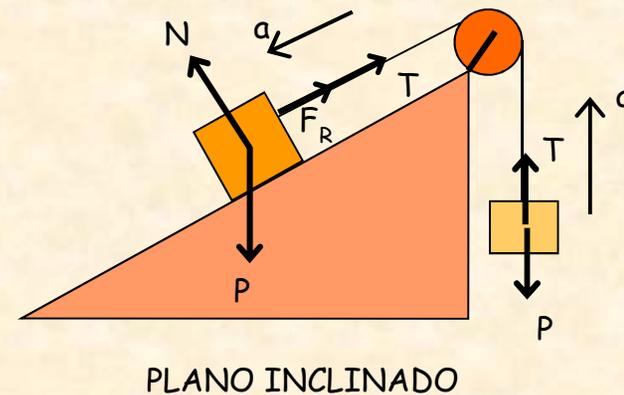
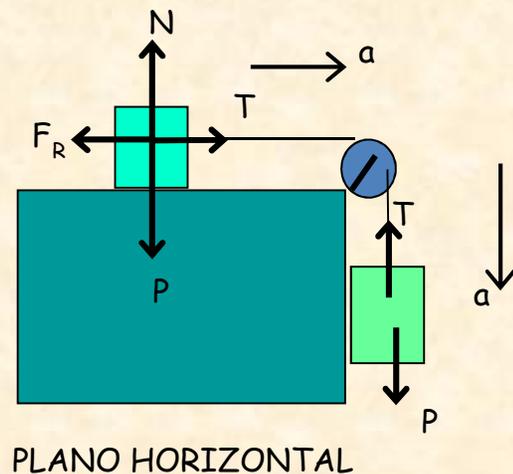
$$|F_R| = \mu \cdot |N| = \mu \cdot |P| = \mu \cdot m \cdot g \quad (\text{El rozamiento estático es siempre mayor que el dinámico})$$



LA TENSIÓN

La tensión se representa por T y es una fuerza que aparece siempre que se tira de una cuerda o de un cable.

En el S.I. se mide en N



EQUILIBRIO DE UNA PARTÍCULA

- Para que una partícula se encuentre en equilibrio estático es necesario que las fuerzas se encuentren balanceadas de tal manera que no puedan impartir traslación.
- La condición necesaria y suficiente para que una partícula se encuentre en equilibrio estático es que la resultante de fuerzas externas formen un sistema equivalente a cero

$$\vec{R} = \sum \vec{F} = \sum F_x \hat{i} + \sum F_y \hat{j} + \sum F_z \hat{k} = 0$$

- Descomponiendo cada una de las fuerzas y momentos se obtiene seis ecuaciones escalares

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum F_z = 0$$

EQUILIBRIO DE UN CUERPO RIGIDO

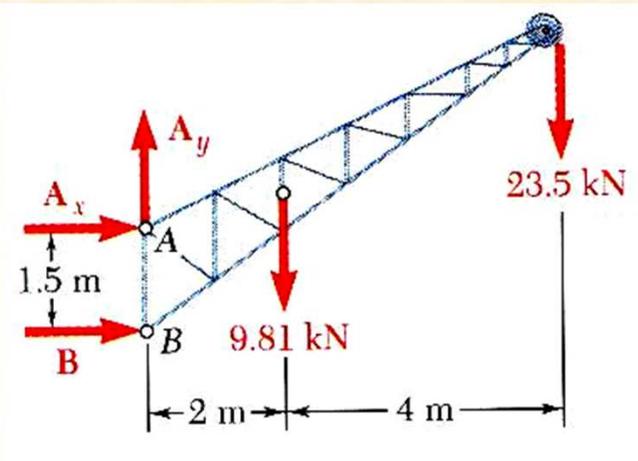
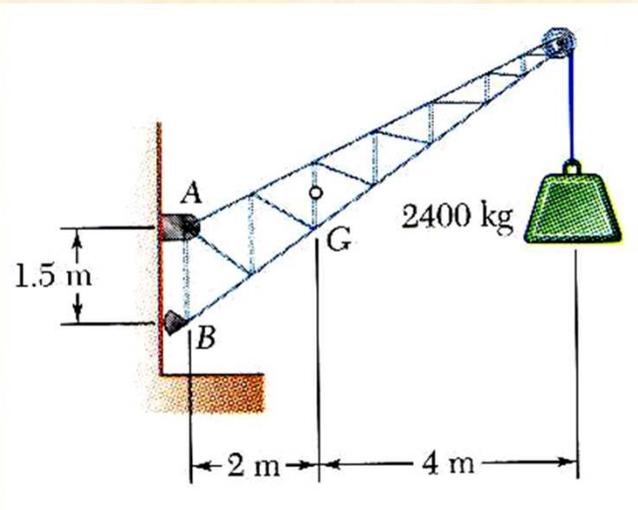
- Para que un cuerpo se encuentre en equilibrio estático es necesario que las fuerzas y momentos externos se encuentren balanceados de tal manera que no puedan impartir traslación ni rotación.
- La condición necesaria y suficiente para que un cuerpo se encuentre en equilibrio estático es que la resultante de FUERZAS y MOMENTOS de todas las fuerzas externas formen un sistema equivalente a cero

$$\sum \vec{F} = 0 \quad \sum \vec{M}_O = \sum (\vec{r} \times \vec{F}) = 0$$

- Descomponiendo cada una de las fuerzas y momentos se obtiene seis ecuaciones escalares

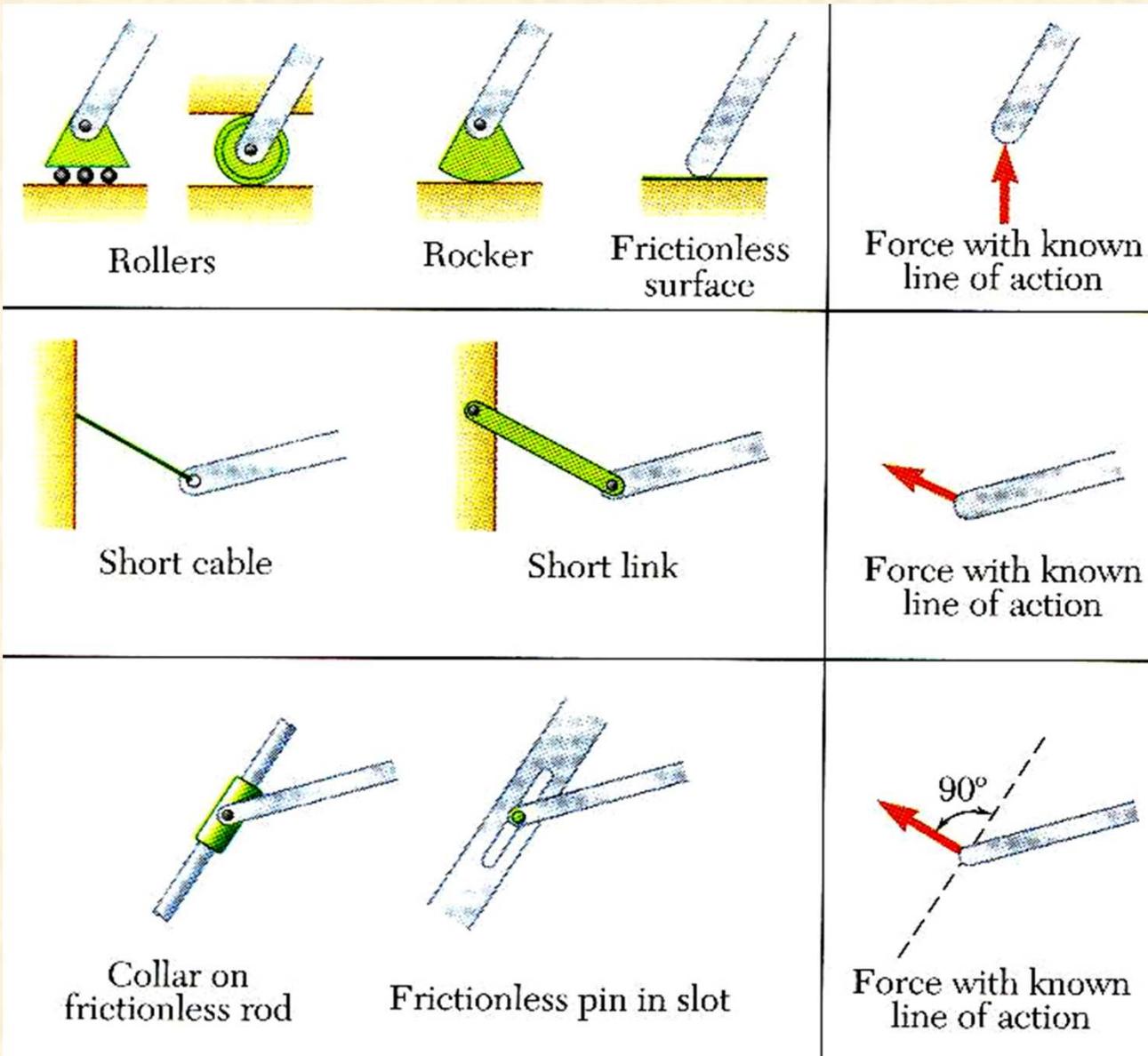
$$\begin{aligned} \sum F_x = 0 & \quad \sum F_y = 0 & \quad \sum F_z = 0 \\ \sum M_x = 0 & \quad \sum M_y = 0 & \quad \sum M_z = 0 \end{aligned}$$

DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE



1. El primer paso en el análisis de equilibrio estático de un cuerpo es identificar todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo (*Diagrama de cuerpo libre*).
2. Seleccionar el sólido separándolo de su base de apoyo y se desliga de cualquier otro cuerpo. A continuación se grafica el contorno.
3. Indicar el punto de aplicación, magnitud y dirección de las fuerzas externas, incluyendo el peso.
4. Las fuerzas externas desconocidas consisten normalmente en reacciones. Las que se ejercen en los puntos en que el sólido está apoyado o unido a otros cuerpos.
5. El DCL debe incluir también dimensiones, las que permiten calcular momentos de fuerzas

REACCIONES EN SOPORTES Y CONEXIONES



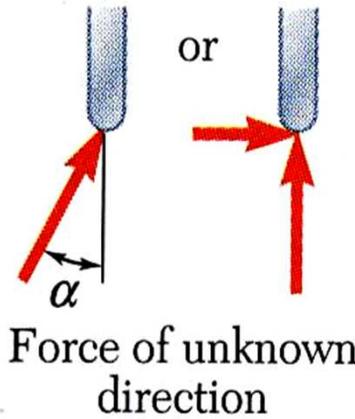
REACCIONES EN SOPORTES Y CONEXIONES



Frictionless pin
or hinge

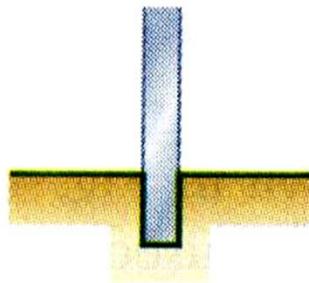


Rough surface

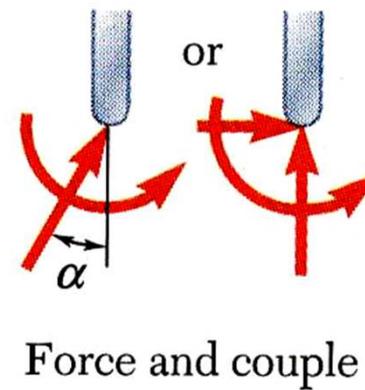


Force of unknown
direction

Reacción
equivalente a
una fuerza de
magnitud y
dirección
desconocidas



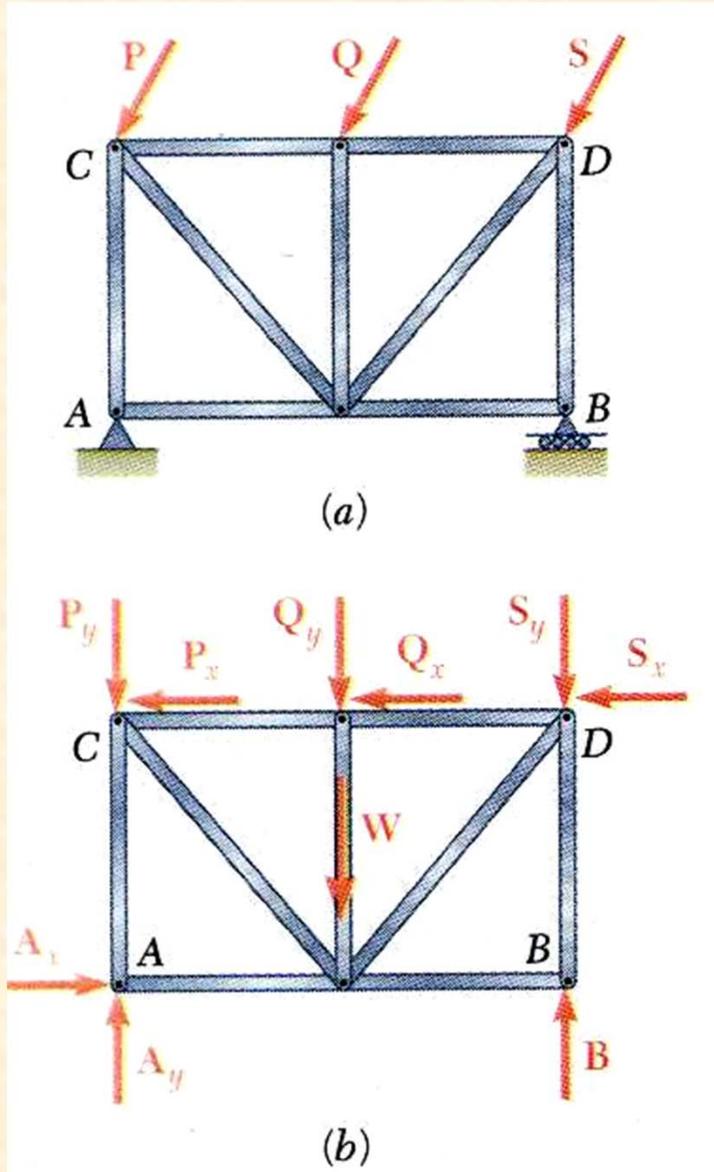
Fixed support



Force and couple

Reacción
equivalente a
una fuerza y
una cupla

EQUILIBRIO DE UN CUERPO RIGIDO EN DOS DIMENSIONES



- Para todas las fuerzas y momentos actuando sobre una estructura bidimensional

$$F_z = 0 \quad M_x = M_y = 0 \quad M_z = M_O$$

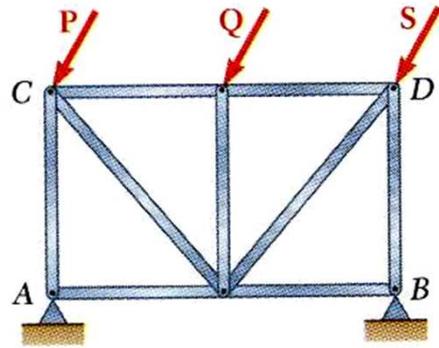
- Las seis ecuaciones de equilibrio se reducen a:

$$\sum F_x = 0 \quad \sum F_y = 0 \quad \sum M_A = 0$$

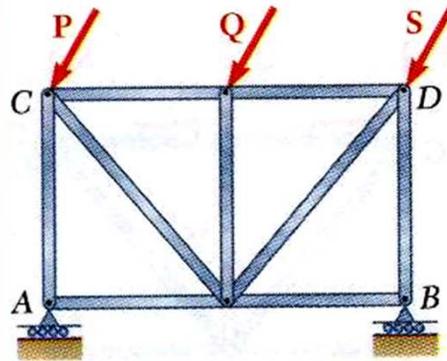
donde A es un punto en el plano de la estructura.

- Estas tres ecuaciones se resuelven para determinar las cantidades desconocidas

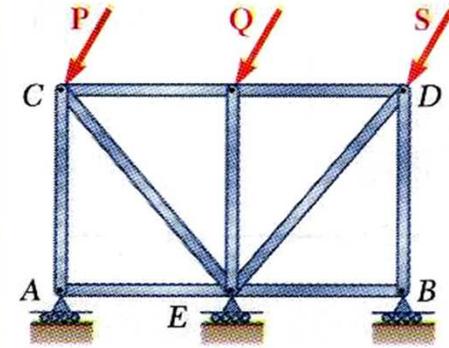
REACCIONES ESTATICAMENTE INDETERMINADAS



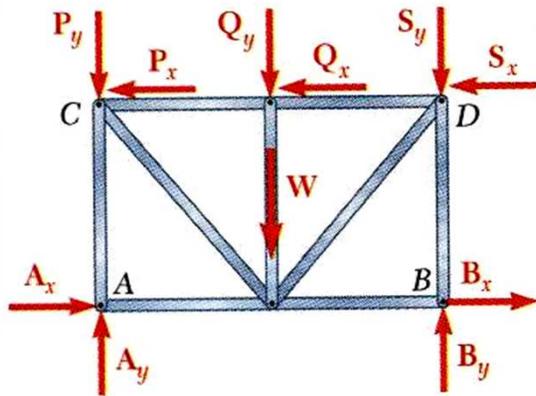
(a)



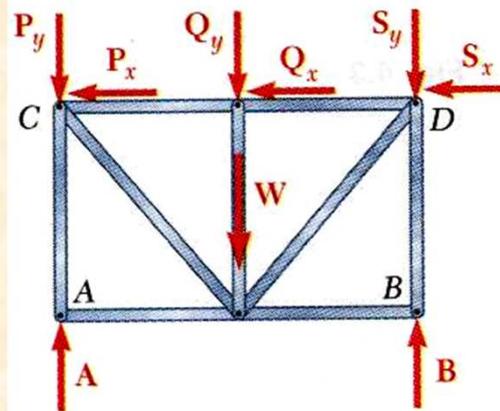
(a)



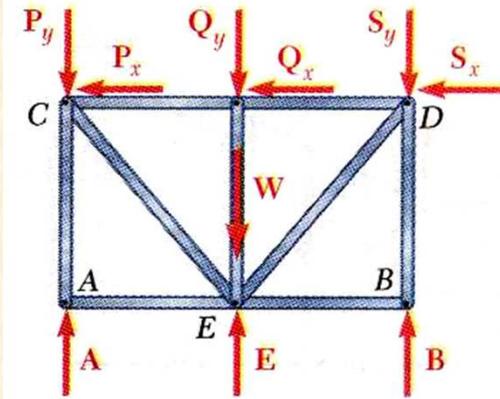
(a)



(b)



(b)



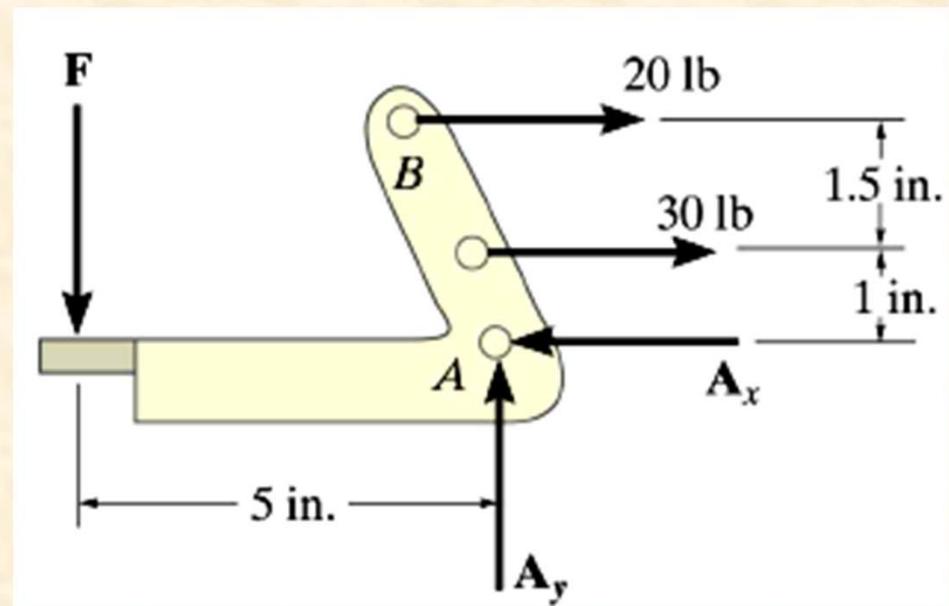
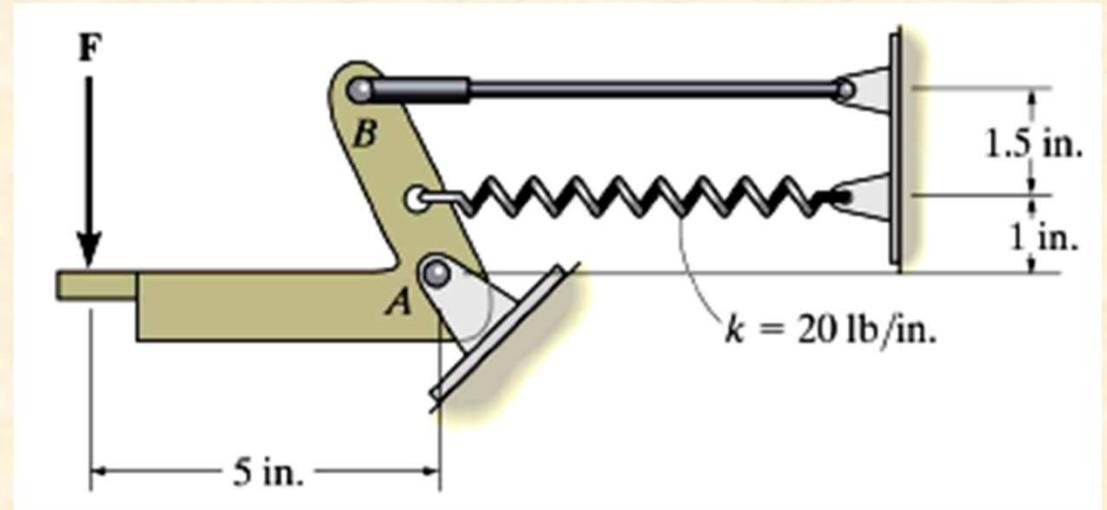
(b)

Debido a que solo se disponen de tres ecuaciones y existen más incógnitas el problema es estáticamente indeterminado

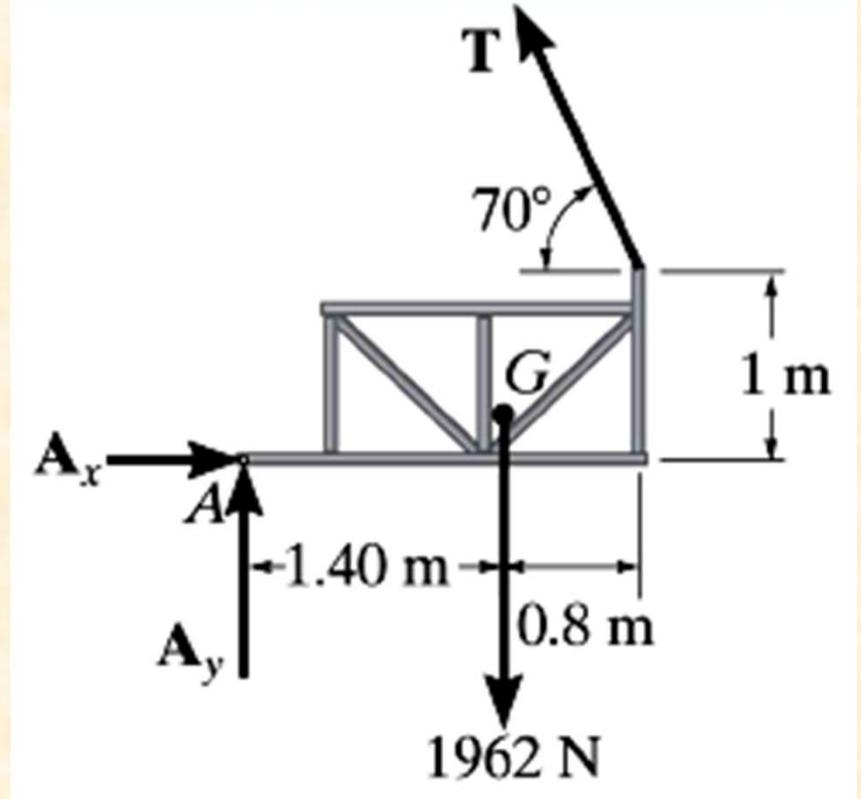
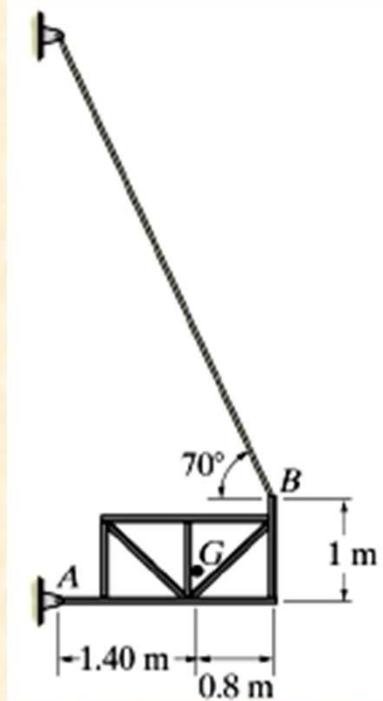
Aquí existen menos incógnitas que ecuaciones (estructura parcialmente ligada)

Igual número de reacciones desconocidas pero impropriadamente ligadas

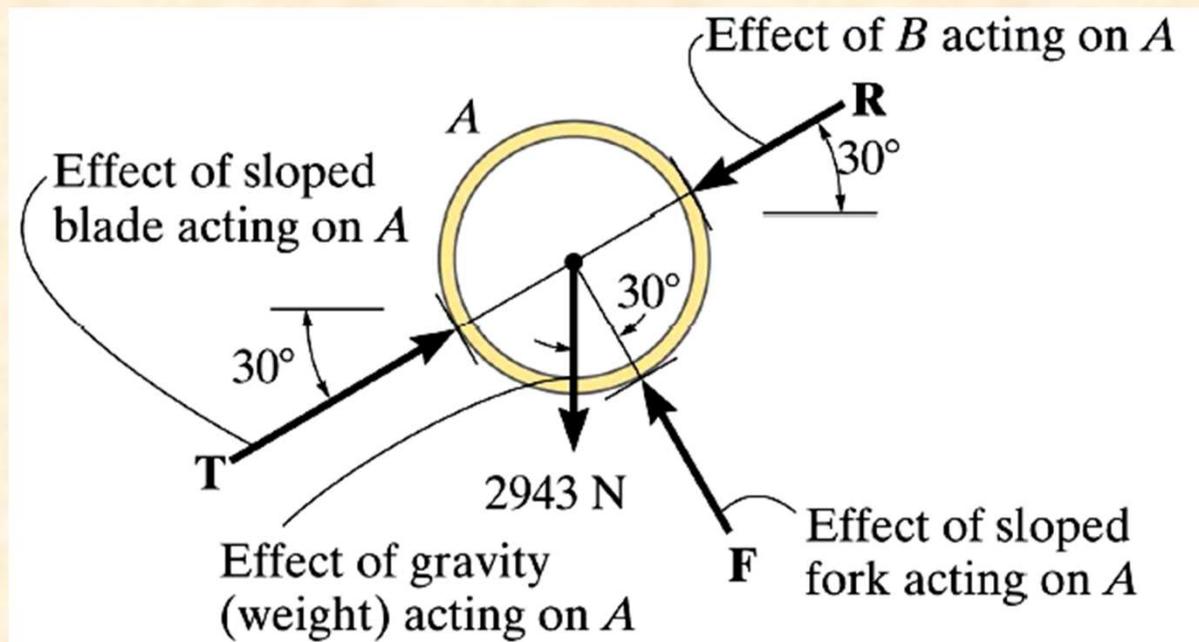
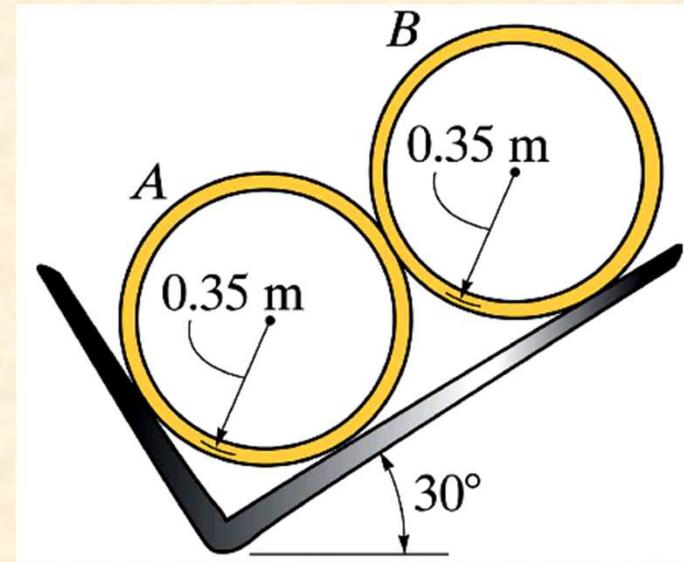
EJEMPLO DE DIAGRAMAS DE CUERPO LIBRE



EJEMPLO DE DIAGRAMAS DE CUERPO LIBRE

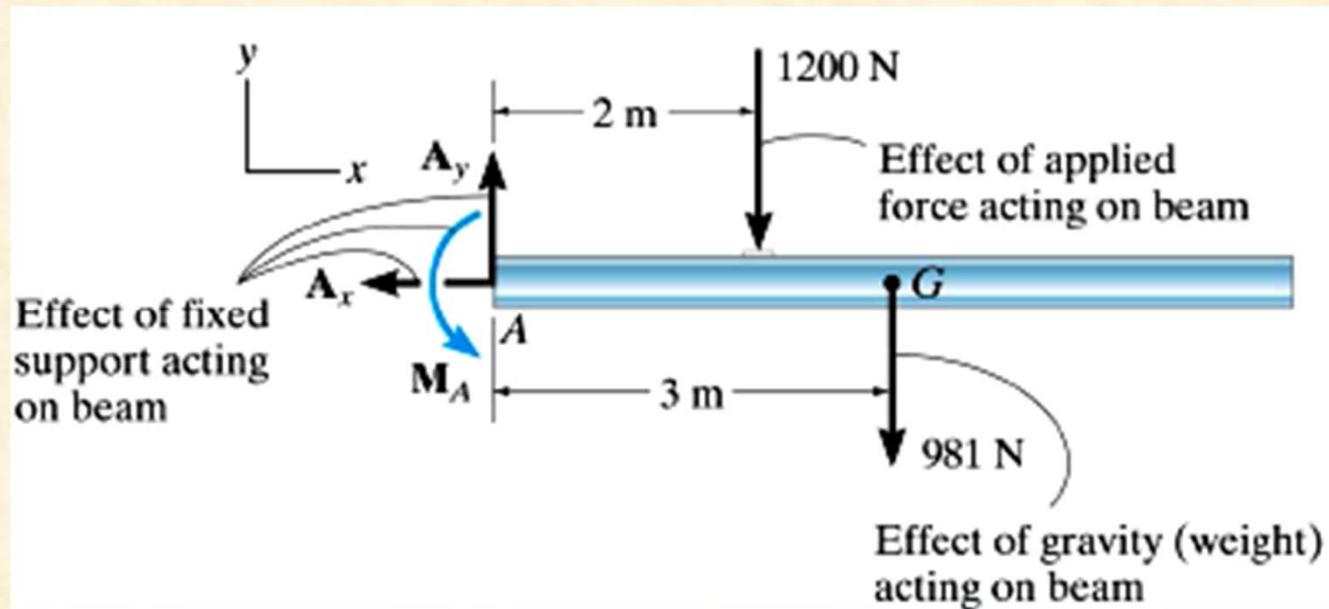
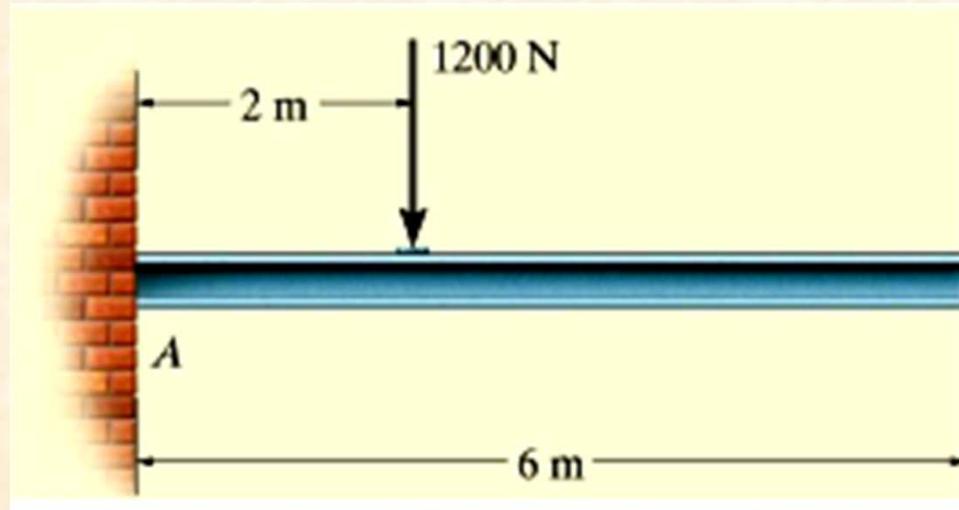


EJEMPLO DE DIAGRAMAS DE CUERPO LIBRE



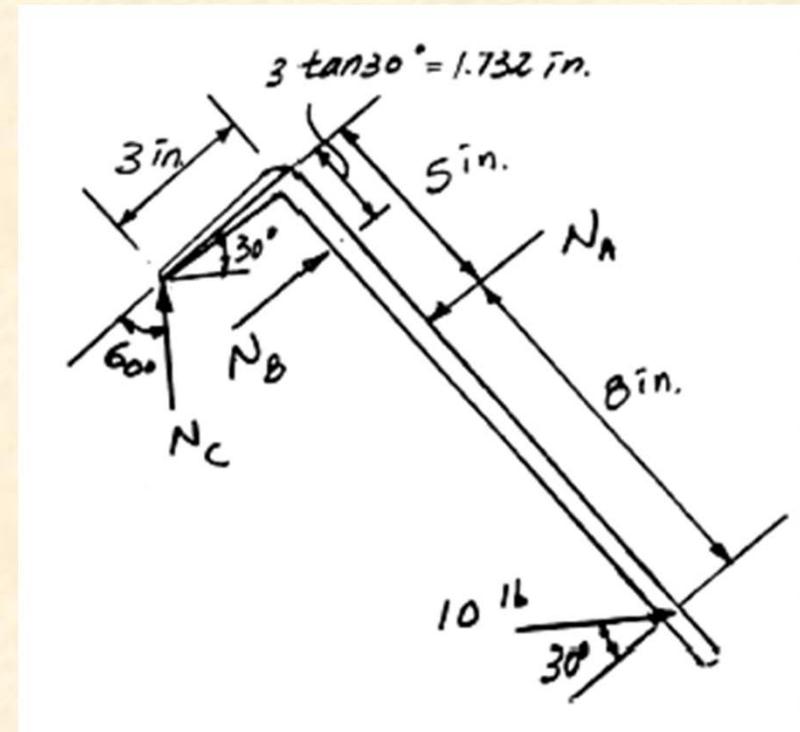
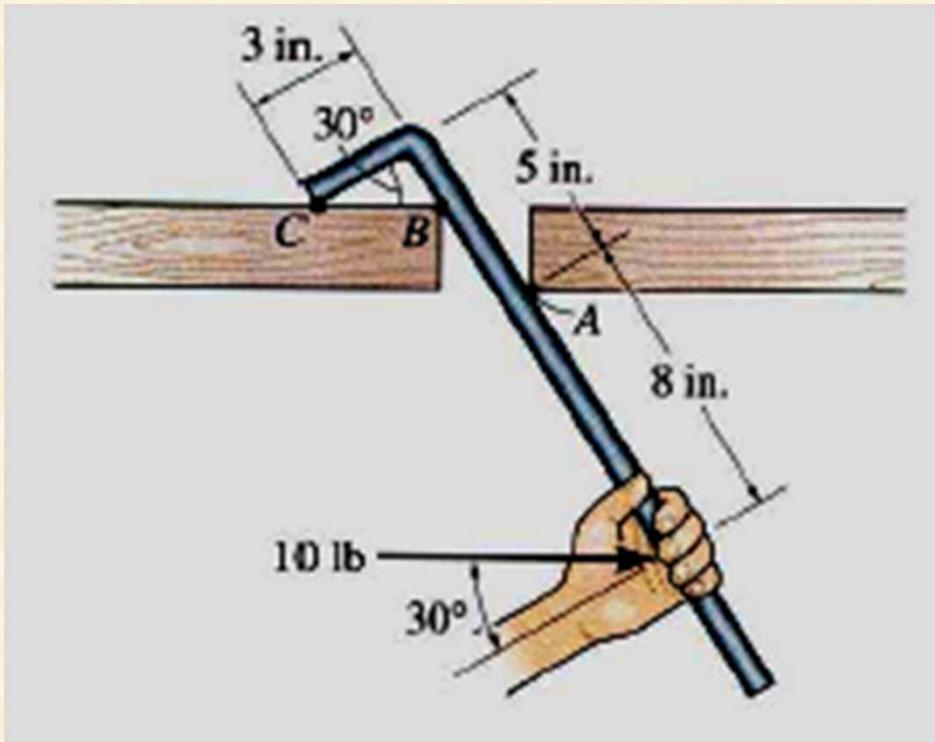
EJEMPLO DE DIAGRAMAS DE CUERPO LIBRE

- Trace el DCL de la viga



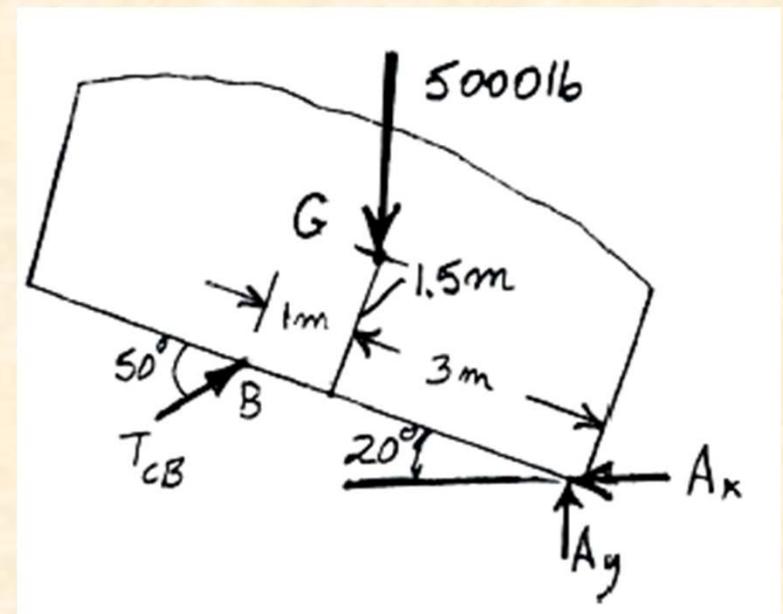
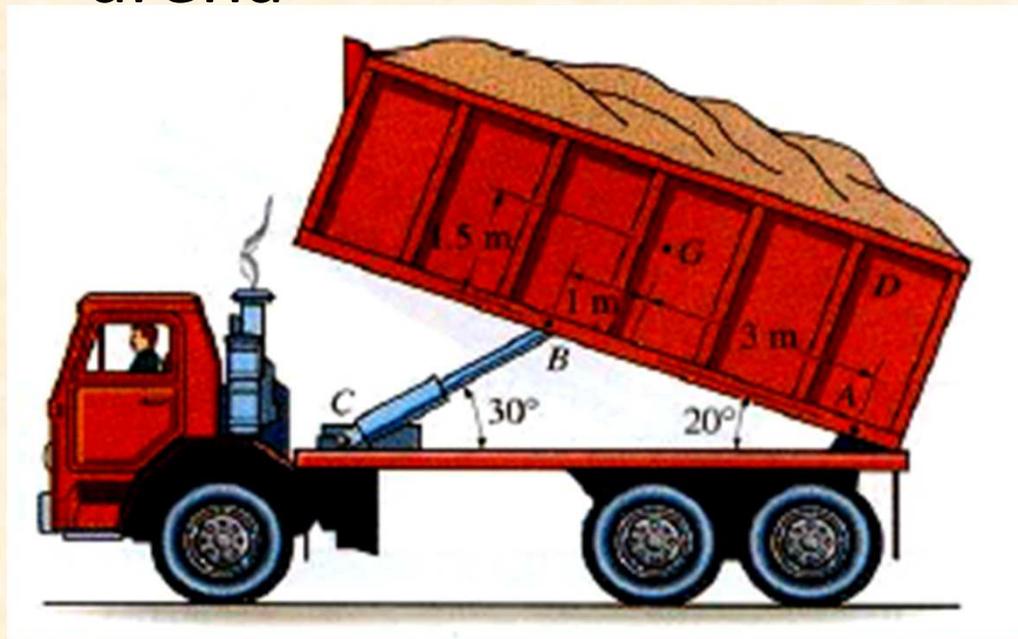
EJEMPLO DE DIAGRAMAS DE CUERPO LIBRE

- Trace el DCL de la palanca



EJEMPLO DE DIAGRAMAS DE CUERPO LIBRE

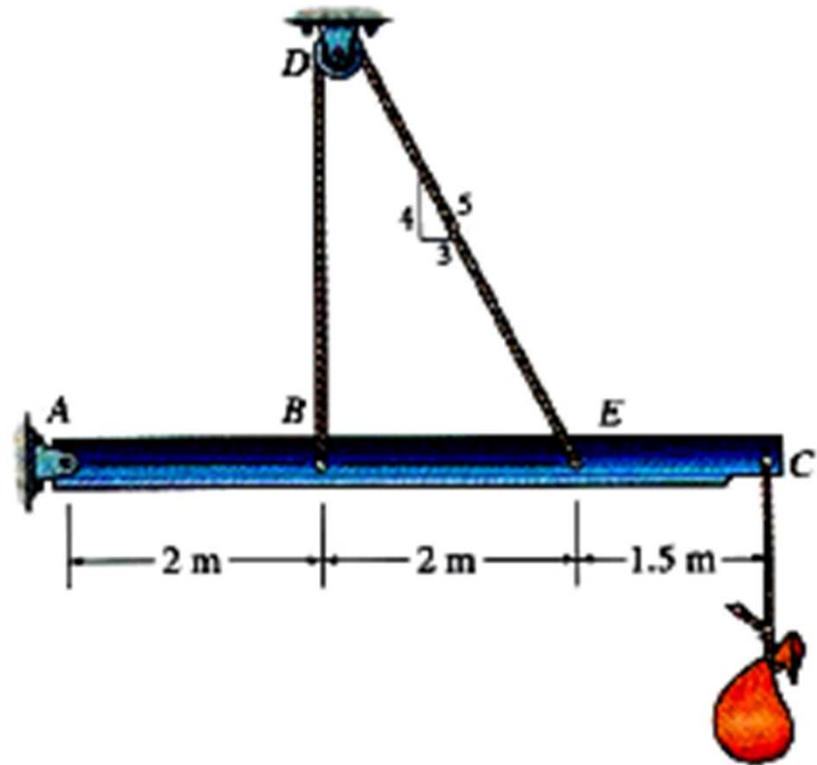
La arena más la tolva D del volquete pesan 5000lb. Si es soportado por un pin en A y un cilindro hidráulico BC. Trace el DCL de la tolva y la arena



Ejemplo

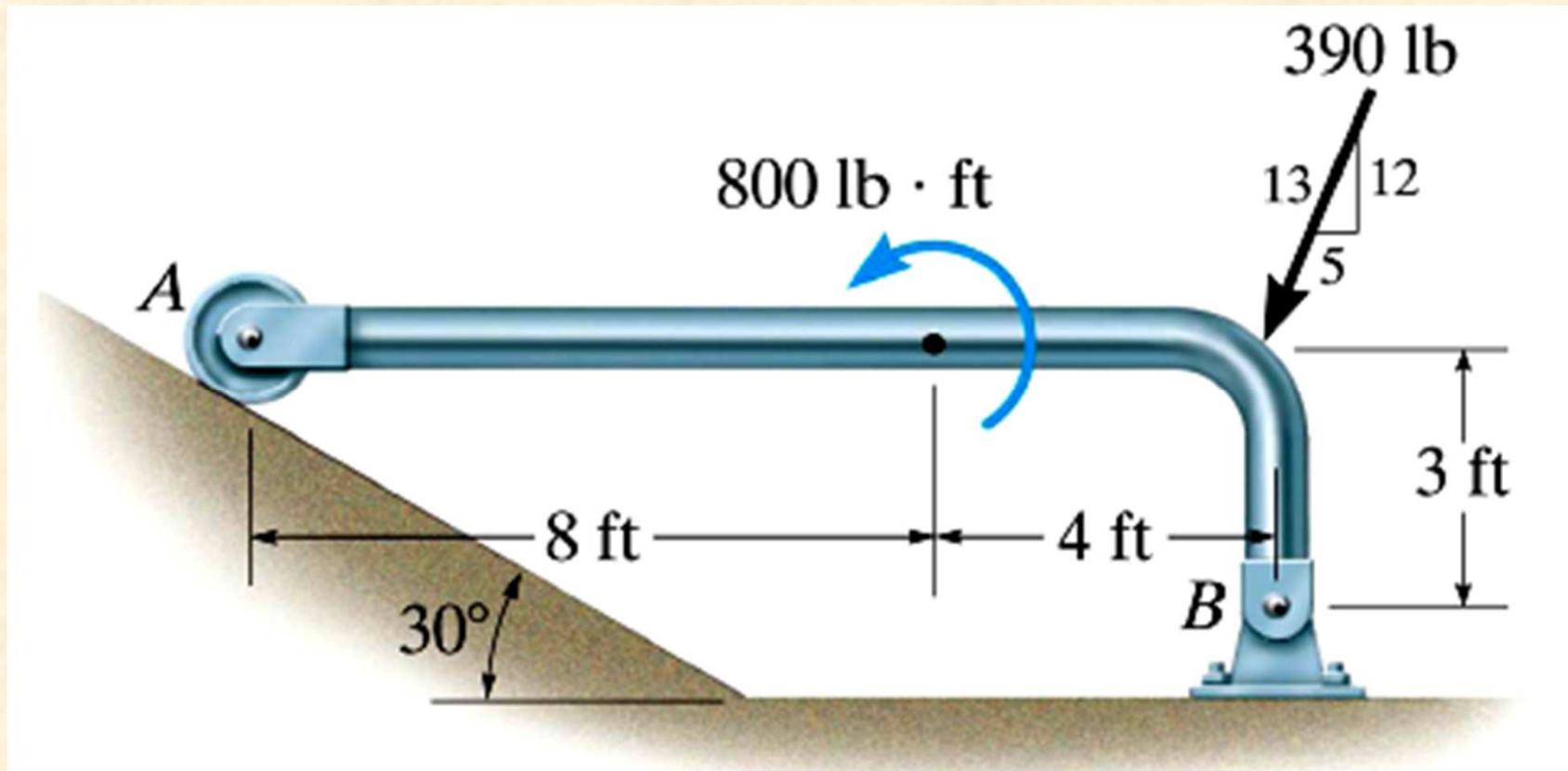
La viga y el cable (con la polea de rozamiento despreciable) soportan una carga de 80 kg en el punto C.

Trace el DL de la viga
indicando cuantas fuerzas
son desconocidas



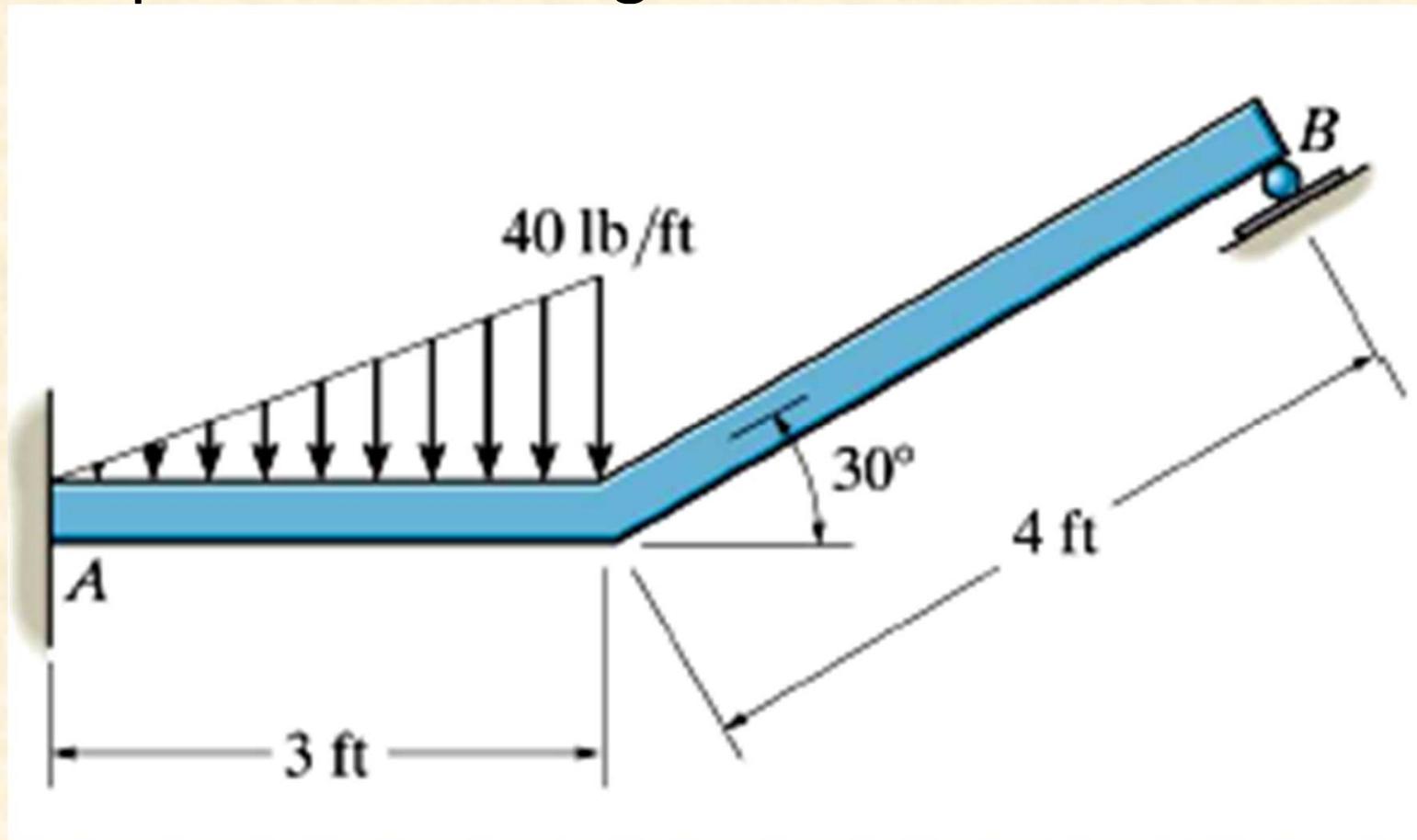
Ejemplo

Despreciando la fricción trace el diagrama de cuerpo libre de la viga

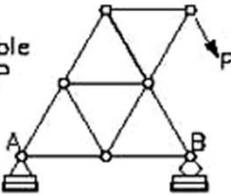
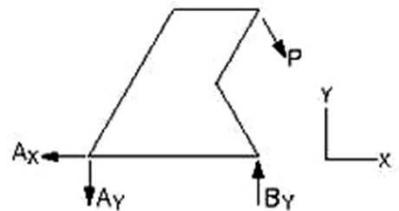
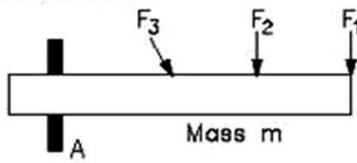
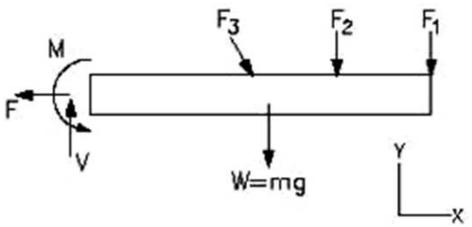
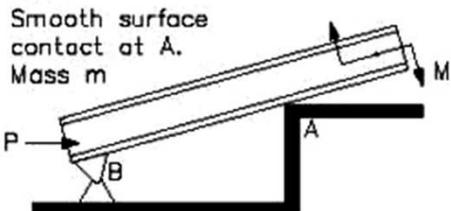
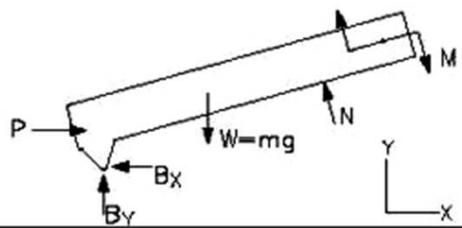


Ejemplo

Despreciando la fricción trace el diagrama de cuerpo libre de la viga



DIAGRAMAS DE CUERPO LIBRE

SAMPLE FREE-BODY DIAGRAMS	
Mechanical System	Free-Body Diagram of Isolated Body
<p>1. Plane truss</p> <p>Weight of truss assumed negligible compared with P</p> 	
<p>2. Cantilever beam</p> 	
<p>3. Beam</p> <p>Smooth surface contact at A.</p> <p>Mass m</p> 	
<p>4. Rigid system of interconnected bodies analyzed as a single unit</p> <p>Weight of mechanical neglected</p> 