



Facultad de **Ingeniería**
OBERA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

FÍSICA MECÁNICA

ESTÁTICA



LEYES DE



o
al
a

Tipos de equilibrios



Estable



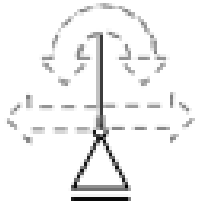
Inestable



Indiferente

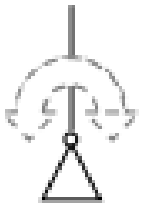
Cuanto más cercano a la superficie horizontal (más bajo) esté el centro de gravedad y más grande sea la base de apoyo, más estable será el equilibrio.

FUERZAS DE VÍNCULOS



Apoyo móvil:
quita 1 grado de libertad

Esta reacción actúa perpendicularmente a la superficie.



Apoyo fijo:
quita 2 grados de libertad

El apoyo fijo tiene dos reacciones de soporte y estas son reacciones verticales y horizontales. Permite que el miembro estructural gire

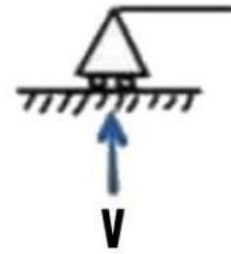


Empotramiento:
quita 3 grados de libertad

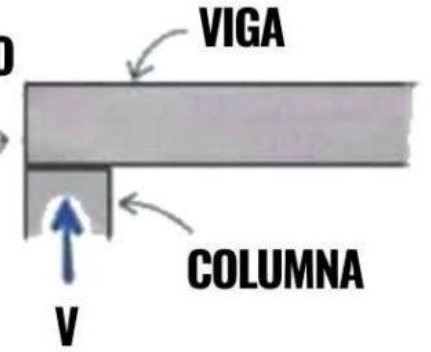
El apoyo empotrado no permite el movimiento de rotación y traslación a los miembros estructurales.

TIPOS DE SOPORTE

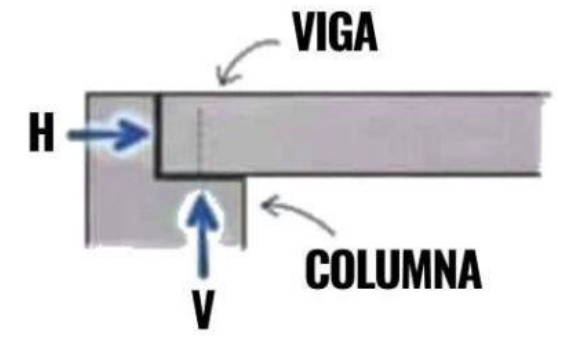
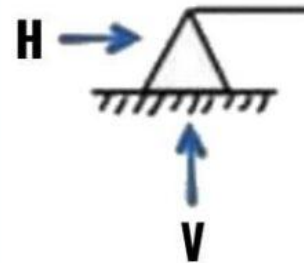
SOPORTE MÓVIL O RODILLO



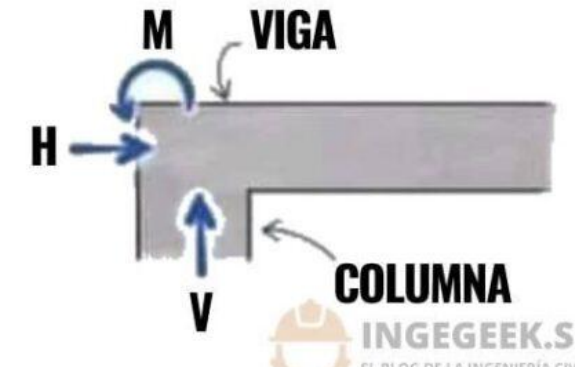
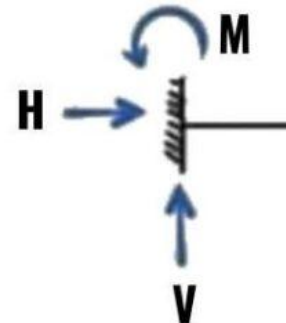
CONCRETO



SOPORTE FIJO



SOPORTE EMPOTRADO



La viga que se observa en la figura tiene un peso W ubicado en el medio de la misma sobre la que actúa una fuerza P inclinada 45° . Los apoyos se encuentran en sus extremos.

- Realizar el DCL y plantear las condiciones de equilibrio para la viga
- Determinar las reacciones en los apoyos si $W=P=130\text{ N}$

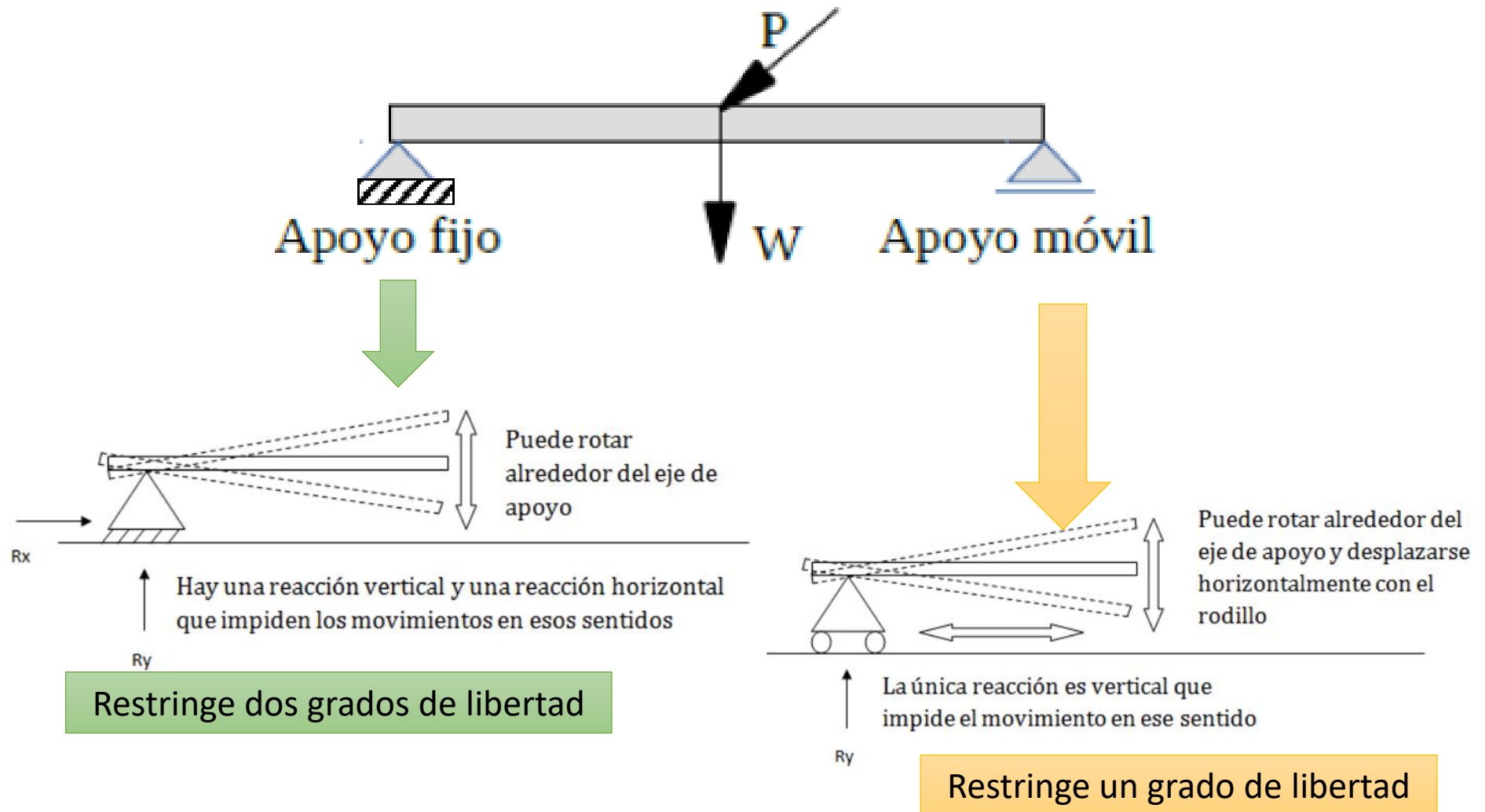
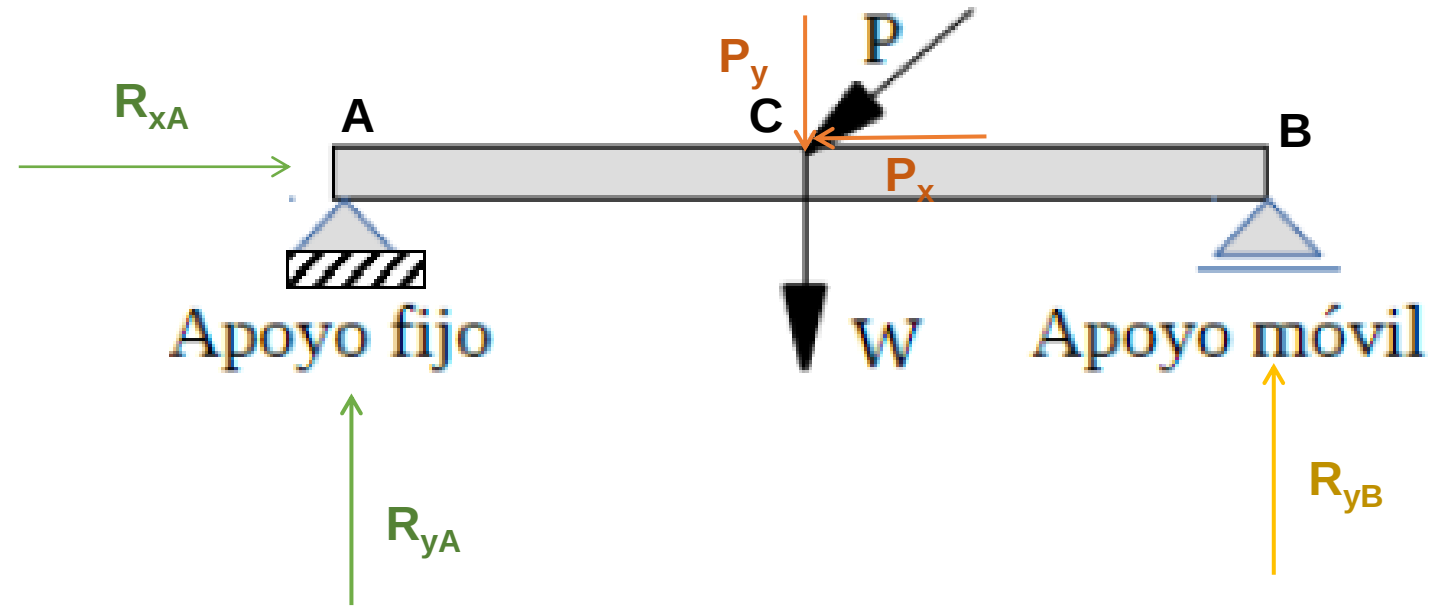


Diagrama de cuerpo libre para cuerpo rígido (DCL cr)



Segunda condición de equilibrio

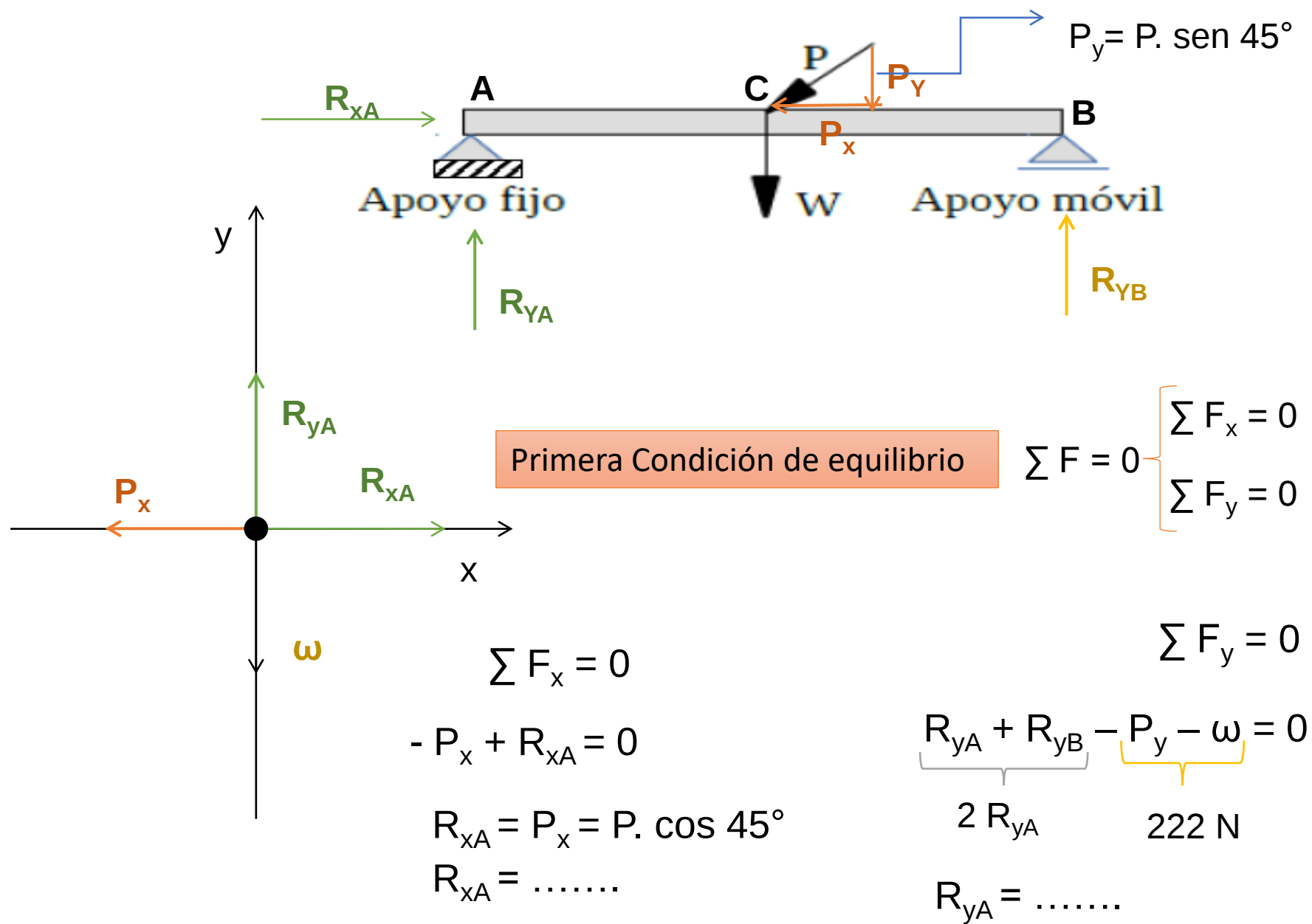
$$\sum M_C = 0$$

$$L/2 \ R_{yB} - L/2 \ R_{yA} = 0$$

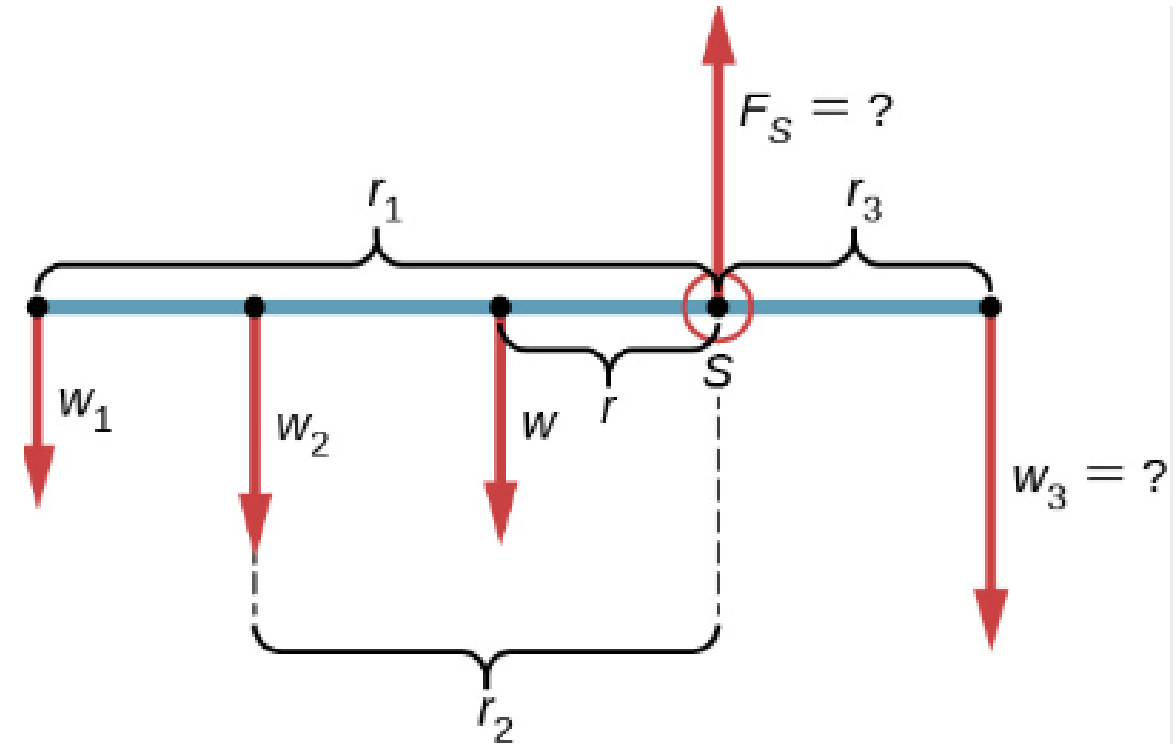
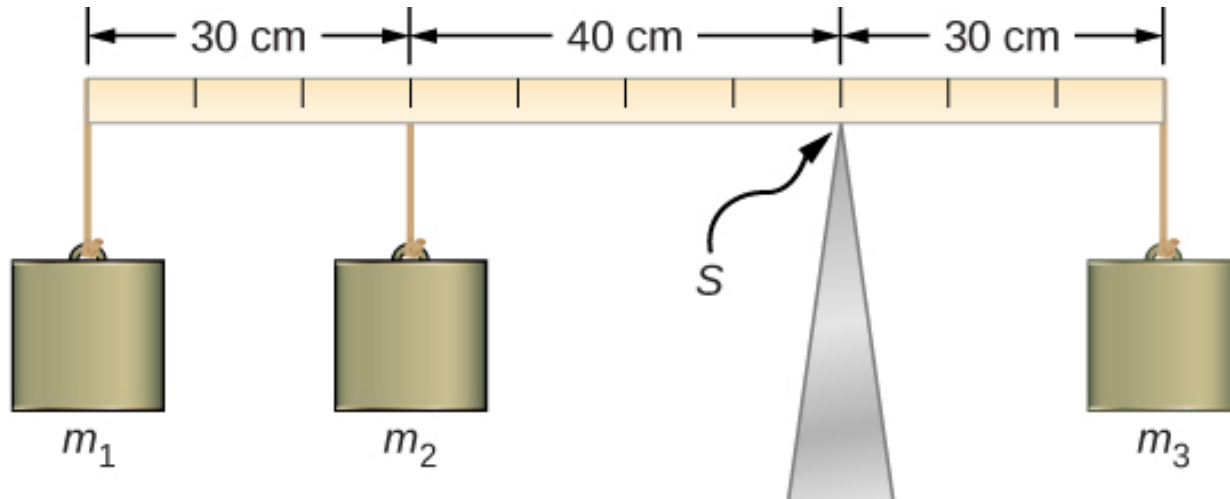
$$R_{yB} \cdot L/2 = R_{yA} \cdot L/2$$

$$R_{yB} = R_{yA}$$

Diagrama de cuerpo libre para una partícula

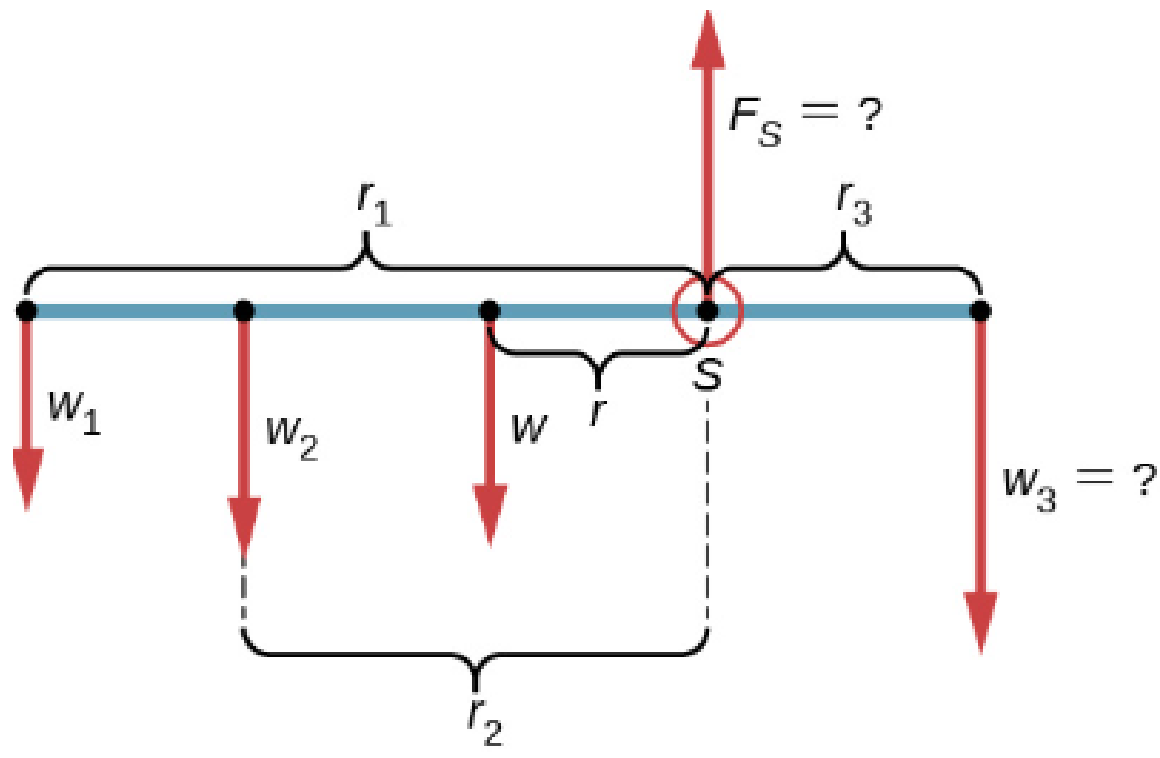


1. Tres masas están unidas a un metro plegable uniforme, como se muestra en la figura. La masa de la vara de medir es de 150,0 g y las masas a la izquierda del punto de apoyo son $m_1=50,0$ g y $m_2=75,0$ g. Encuentre la masa m_3 que equilibra el sistema cuando se fija en el extremo derecho de la vara, y la fuerza de reacción normal en el punto de apoyo cuando el sistema está equilibrado.



$$\sum \tau = 0$$

$$\begin{aligned} r_1 &= 30,0 \text{ cm} + 40,0 \text{ cm} = 70,0 \text{ cm} \\ r_2 &= 40,0 \text{ cm} \\ r &= 50,0 \text{ cm} - 30,0 \text{ cm} = 20,0 \text{ cm} \\ r_S &= 0,0 \text{ cm (porque } F_S \text{ se fija en el pivote)} \\ r_3 &= 30,0 \text{ cm.} \end{aligned}$$



$$\sum F_y = 0$$

$$F_S = (m_1 + m_2 + m + m_3)g$$

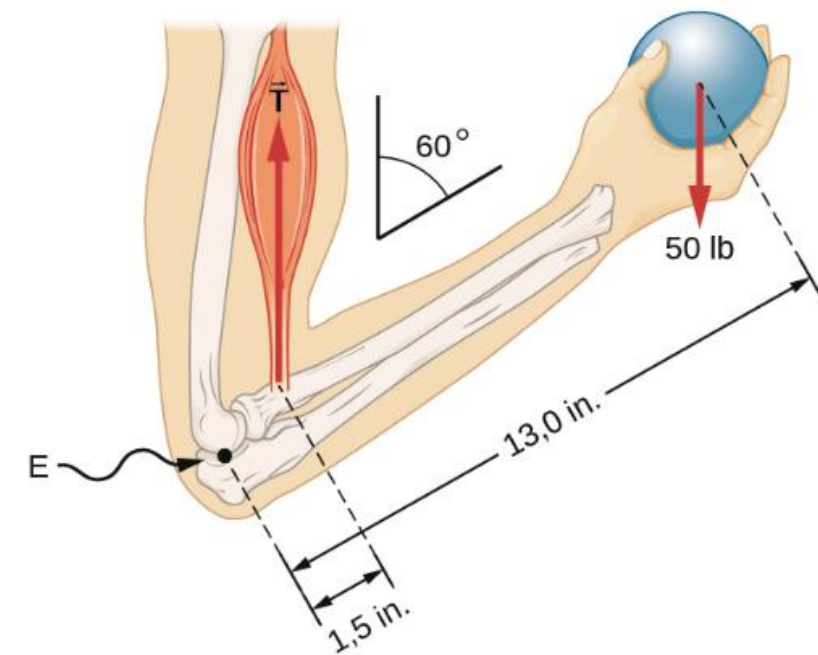
$$F_S = 0,3333 \cdot 9,8$$

$$\boxed{3,27 \text{ N}}$$

$$+r_1 m_1 g + r_2 m_2 g + r m g - r_3 m_3 g = 0$$

$$m_1 g \cdot r_1 + m_2 g \cdot r_2 + m g \cdot r = m_3 g \cdot r_3$$

2. Un levantador de pesas sostiene una pesa de 50 lb con su antebrazo, como se muestra en la figura. Su antebrazo está colocado en $\beta=60^\circ$ con respecto a su brazo. El antebrazo se apoya en una contracción del músculo bíceps, que provoca un torque alrededor del codo. Suponiendo que la tensión en el bíceps actúe a lo largo de la dirección vertical dada por la gravedad, ¿qué tensión deberá ejercer el músculo para mantener el antebrazo en la posición mostrada? ¿Cuál es la fuerza sobre la articulación del codo? Supongamos que el peso del antebrazo es despreciable. Dé sus respuestas finales en unidades del SI.

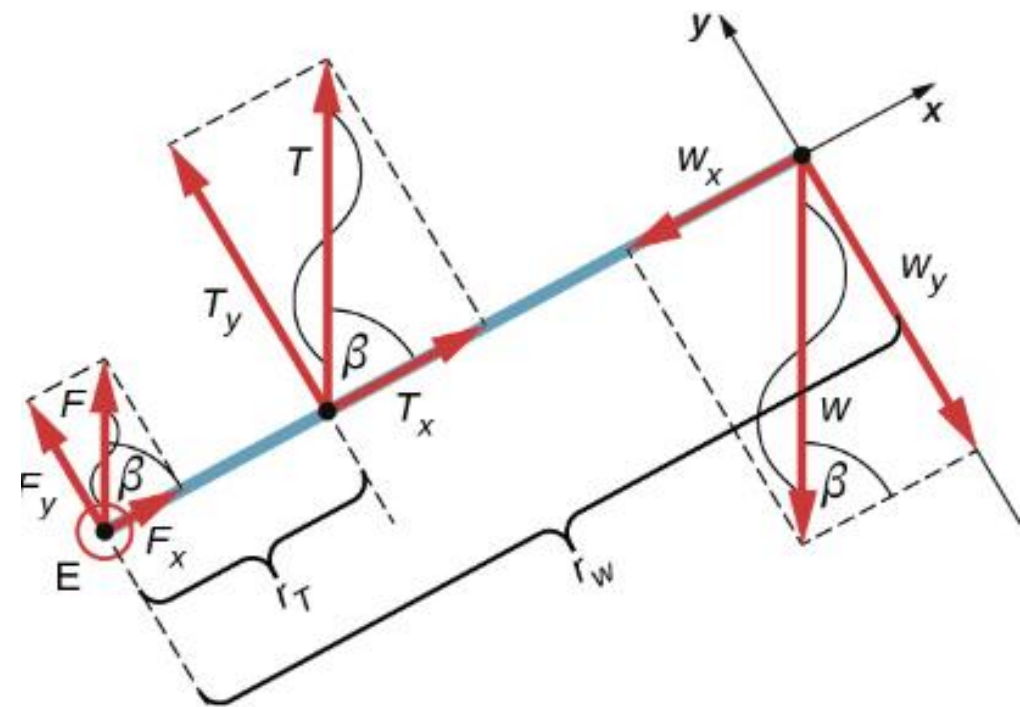


$$\sum F_x = 0, \quad \sum F_y = 0, \quad \sum M_C = 0$$

$$+F_x + T_x - w_x = 0$$

$$+F_y + T_y - w_y = 0$$

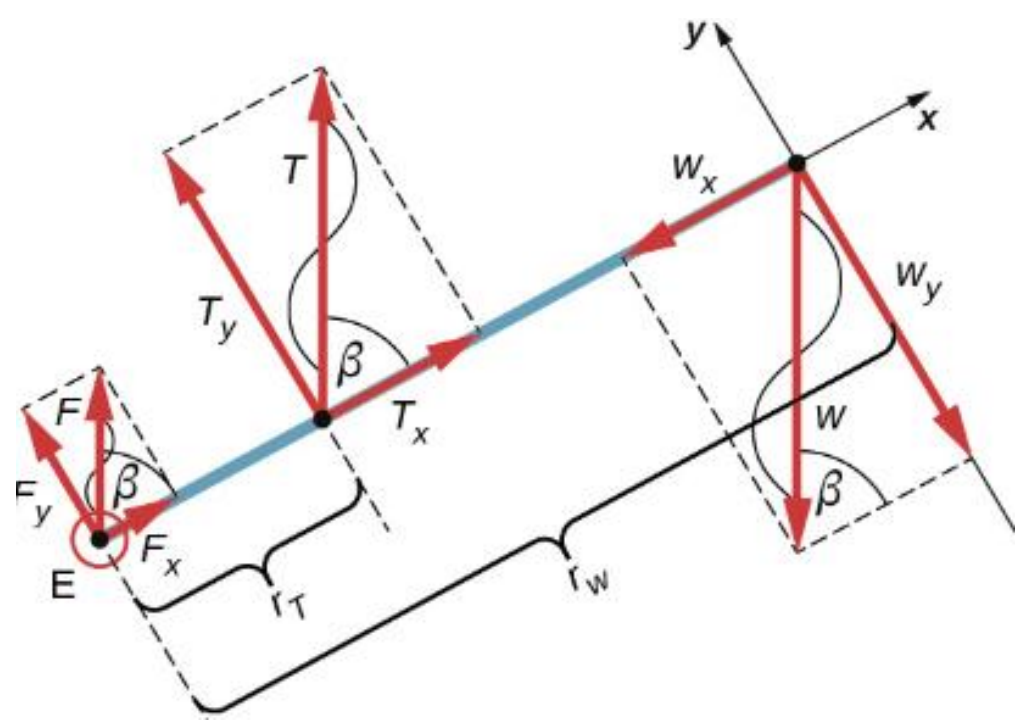
$$+r_T T_y - r_w w_y = 0$$



$$\mathbf{r}_T \mathbf{T} - \mathbf{r}_w \mathbf{w} = \mathbf{0}$$

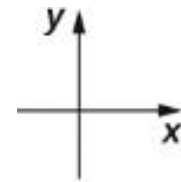
$$\mathbf{T} = \frac{\mathbf{r}_w}{\mathbf{r}_T} \mathbf{w}$$

$$\mathbf{F} = \mathbf{w} - \mathbf{T}$$



3. Una escalera uniforme tiene $L=5,0$ m de largo y pesa $400,0$ N. La escalera se apoya en una pared vertical resbaladiza, como se muestra en la figura. El ángulo de inclinación entre la escalera y el suelo rugoso es $\beta=53^\circ$. Calcule las fuerzas de reacción que actúan sobre la escalera desde el suelo y desde la pared, así como el coeficiente de fricción estática μ_s en la interfaz de la escalera con el suelo, que impide que la escalera resbale

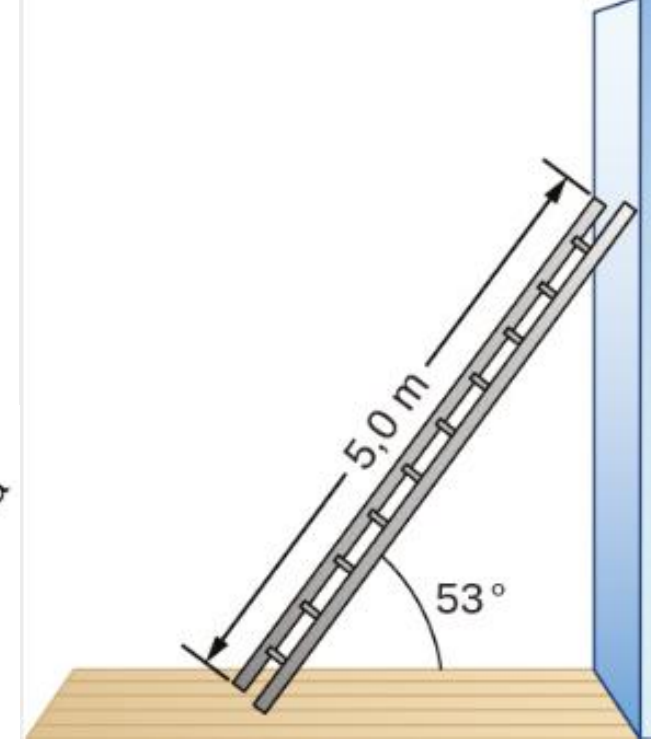
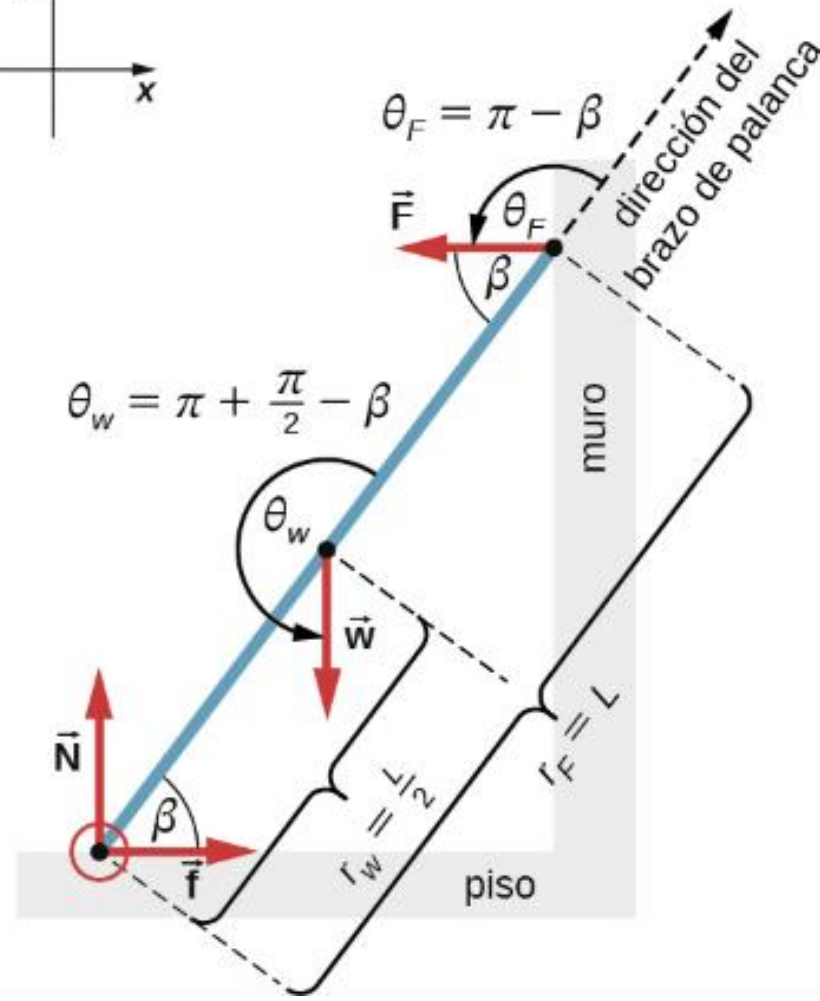
$$\sum F_x = 0, \quad \sum F_y = 0, \quad \sum M_C = 0$$



$$+f - F = 0$$

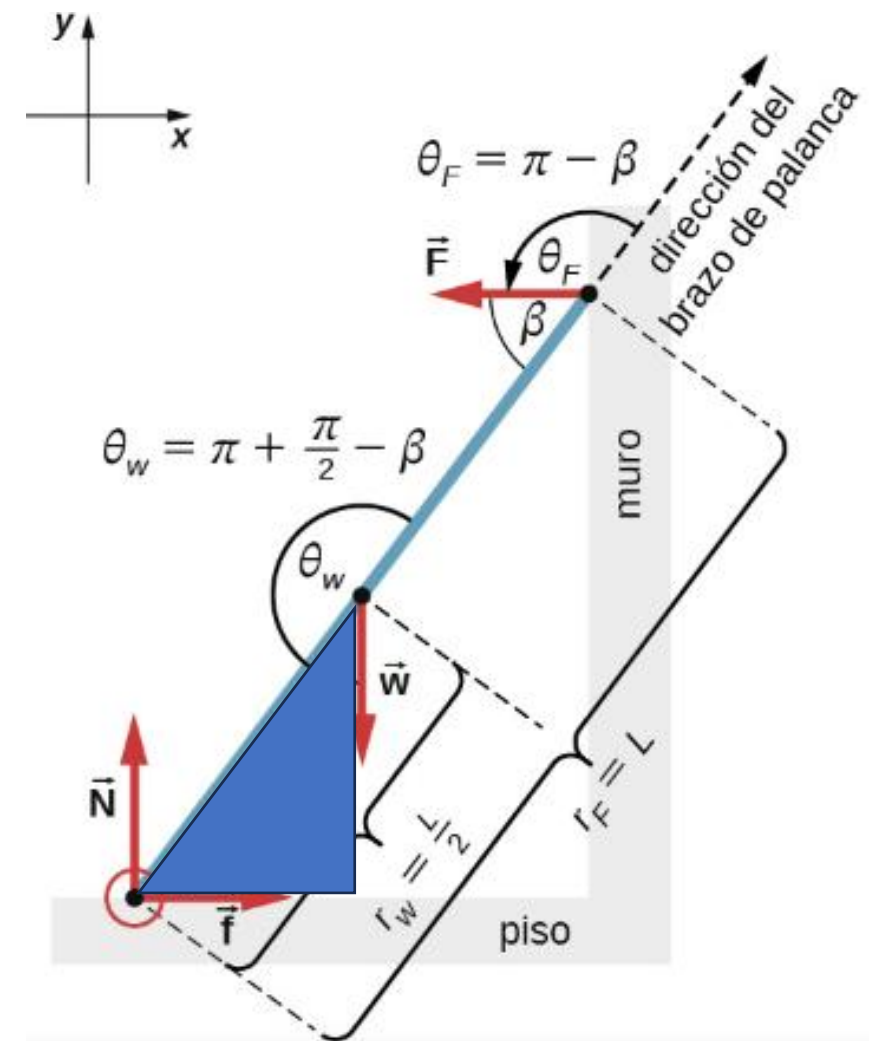
$$+N - w = 0$$

$$\tau_w + \tau_F = 0.$$

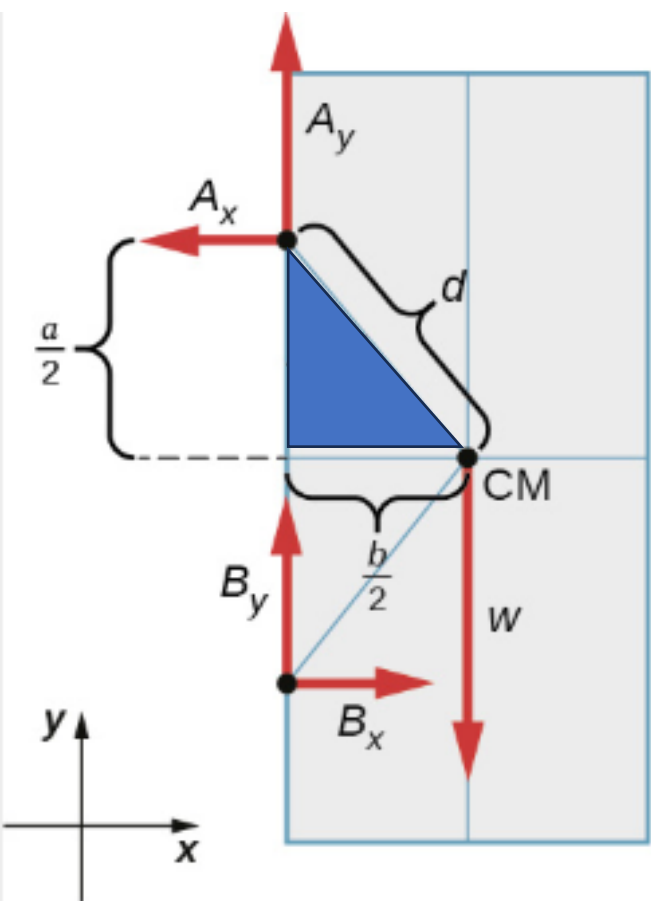


$$\tau_w + \tau_F = 0.$$

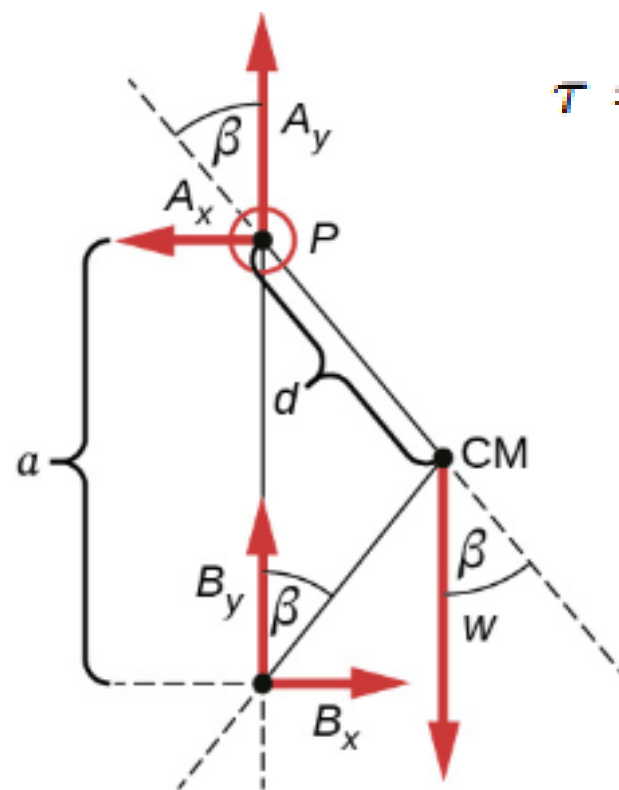
$$F_H \cdot 5 \cdot \sin(53^\circ)$$



4. Una puerta batiente que pesa $w=400,0\text{ N}$ se apoya en las bisagras A y B para que la puerta gire alrededor de un eje vertical que pasa por las bisagras. La puerta tiene una anchura de $b=1,00\text{ m}$, y la losa de la puerta tiene una densidad de masa uniforme. Las bisagras se colocan de forma simétrica en el borde de la puerta, de manera que el peso de la puerta se distribuye uniformemente entre ellas. Las bisagras están separadas por la distancia $a=2,00\text{ m}$. Calcule las fuerzas en las bisagras cuando la puerta descansa medio abierta.



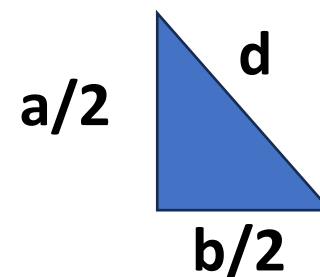
(a)



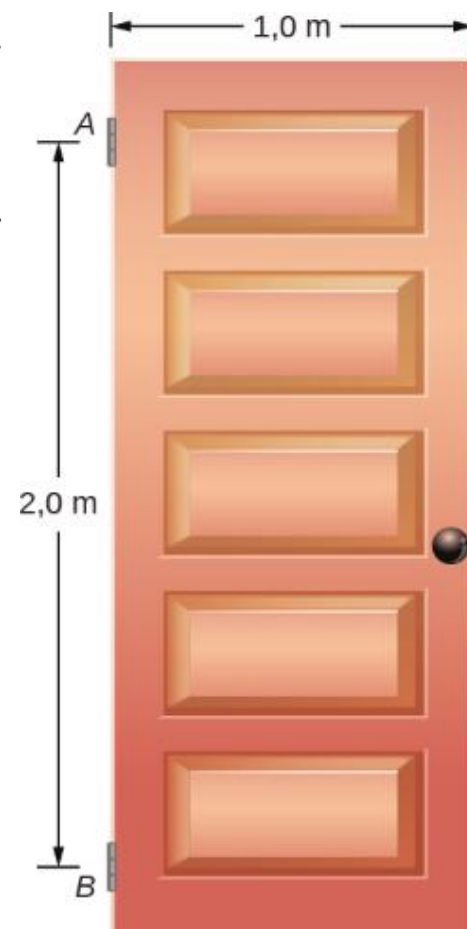
(b)

$$\tau = r \cdot F \cdot \sin(\theta)$$

d



$$\sin \beta = \frac{b/2}{d} \longrightarrow \sin \beta \cdot d = \frac{b}{2} \longrightarrow 0,5\text{ m}$$

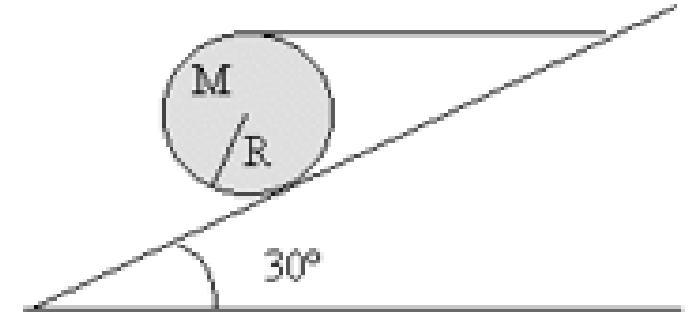
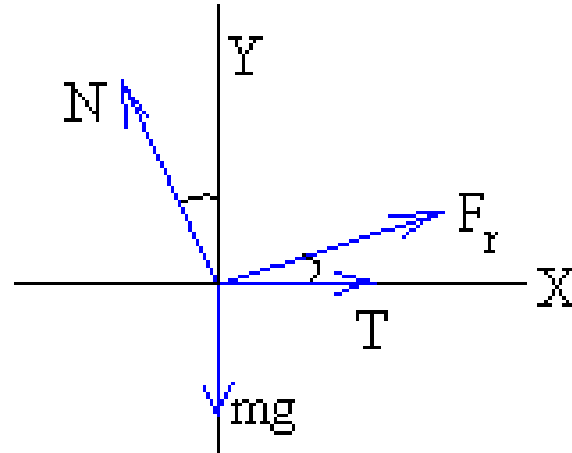
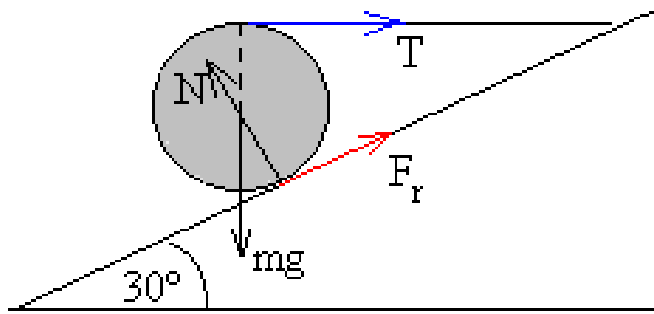


en la dirección x :

$$\tau_w + \tau_{Bx} + \tau_{By} = 0$$


5. Una esfera maciza de radio $R = 20 \text{ cm}$ y masa $M = 3 \text{ kg}$ está en reposo sobre un plano inclinado de ángulo $\theta = 30^\circ$, sostenida por una cuerda horizontal tal como muestra la figura. Calcular:

- La tensión de la cuerda.
- La fuerza normal del plano sobre el cuerpo.
- La fuerza de rozamiento que actúa sobre la esfera



$$\sum F_x = 0, \quad \sum F_y = 0, \quad \sum M_C = 0$$

$$f_r + T \cos \theta = Mg \sin \theta$$

$$N + T \sin \theta = Mg \cos \theta$$

Momentos respecto del centro de la esfera

$$T \cdot R - F_r \cdot R = 0$$

$$T \cdot R = f \cdot R \implies T = f$$

a) La tensión de la cuerda es $\boxed{7.88 \text{ N}}$.

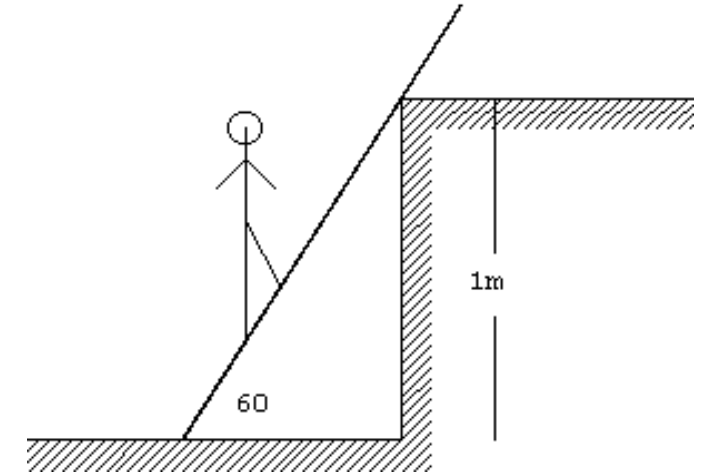
b) La fuerza normal del plano sobre el cuerpo es $\boxed{29.4 \text{ N}}$.

c) La fuerza de rozamiento que actúa sobre la esfera es $\boxed{7.88 \text{ N}}$.

6. Un hombre de 70 kg sube por una escalera de 2 m de longitud y 10 kg de peso, apoyada tal como se indica en la figura. El coeficiente de rozamiento entre el extremo inferior de la escalera y el suelo es 0.4. Calcular:

a) Hallar las reacciones en los apoyos, cuando el hombre ha ascendido $x=0.5$ m a lo largo de la escalera

b) La máxima altura x a la que puede subir el hombre por la escalera antes de que esta comience a deslizar



$$N_1 = W_e + W_h = 98 + 686 = 784 \text{ N}$$

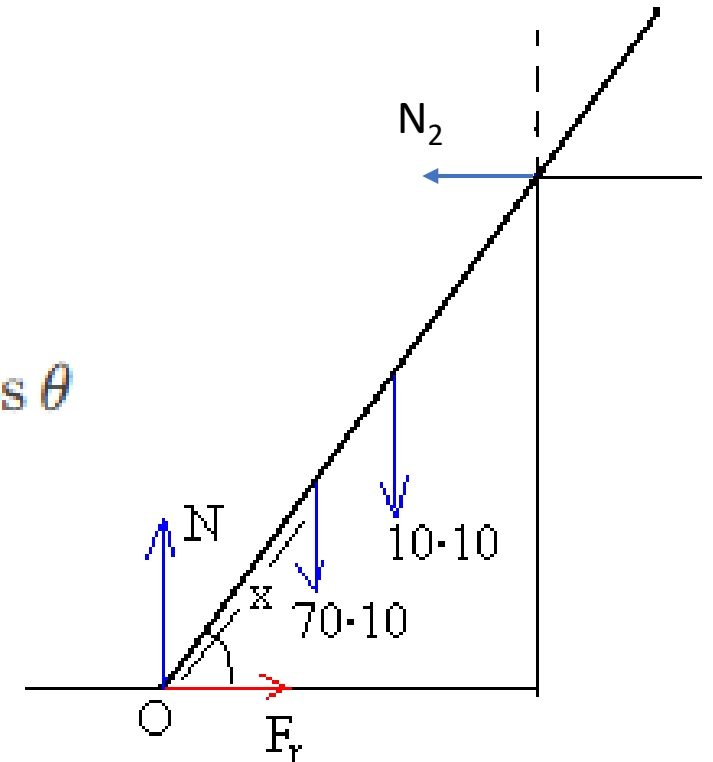
$$f = N_2$$

$$\sum \tau = 0 \implies N_2 \cdot L \sin \theta = W_e \cdot \frac{L}{2} \cos \theta + W_h \cdot x \cos \theta$$

$$N_2 \cdot 2 \cdot \sin 60^\circ = 98 \cdot 1 \cdot \cos 60^\circ + 686 \cdot 0.5 \cdot \cos 60^\circ$$

$$N_2 = \frac{220.5}{\sqrt{3}} \approx 127.3 \text{ N}$$

$$f = N_2 \approx 127.3 \text{ N}$$



Máxima altura x antes de que la escalera deslice

$$f_{\text{máx}} = \mu N_1 = 0.4 \cdot 784 = 313.6 \text{ N}$$

En este límite, $N_2 = f_{\text{máx}} = 313.6 \text{ N}$

7. Un brazo de grúa de 1200 N de peso se sostiene por el cable AB de la figura. Este brazo está sujeto al suelo mediante la articulación C, y en la parte superior se cuelga un cuerpo de 2000 N de peso.

Encontrar la tensión del cable y las componentes de reacción en la articulación.

$$\sum F_x = 0, \quad \sum F_y = 0, \quad \sum M_C = 0$$

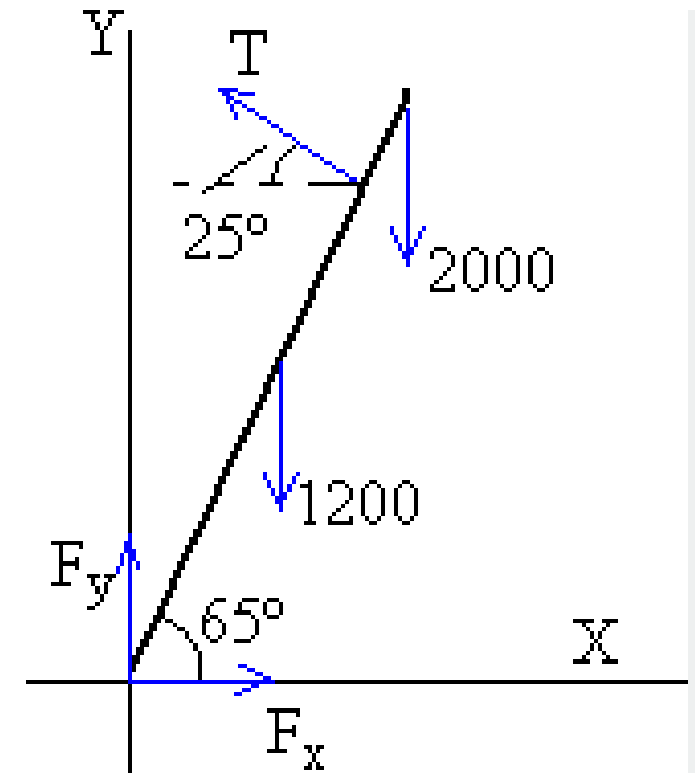
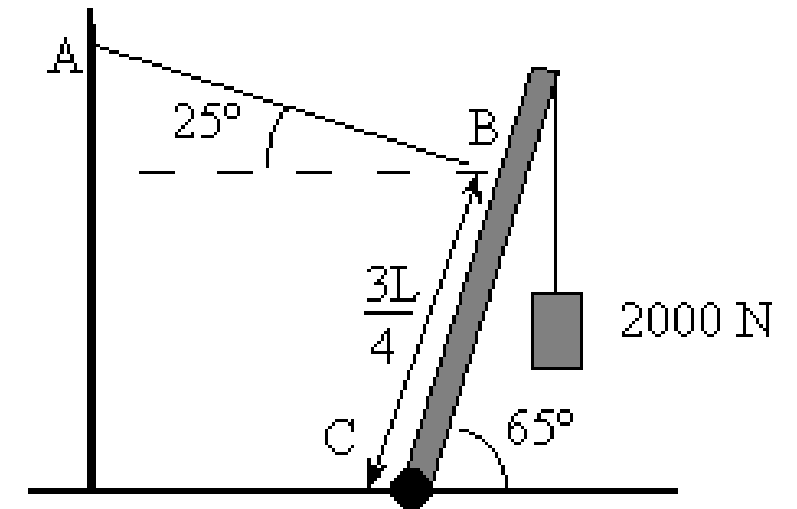
$$\sum M_C = 0 \Rightarrow T \cdot \frac{3L}{4} - 1200 \cdot \frac{L}{2} \cdot \cos(65^\circ) - 2000 \cdot L \cdot \cos(65^\circ) = 0$$

Dividimos ambos lados por L

$$T = \frac{4}{3} \cdot 1099 \approx \boxed{1465 \text{ N}}$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow C_x = T \cdot \cos(25^\circ) \quad \boxed{1328 \text{ N}}$$

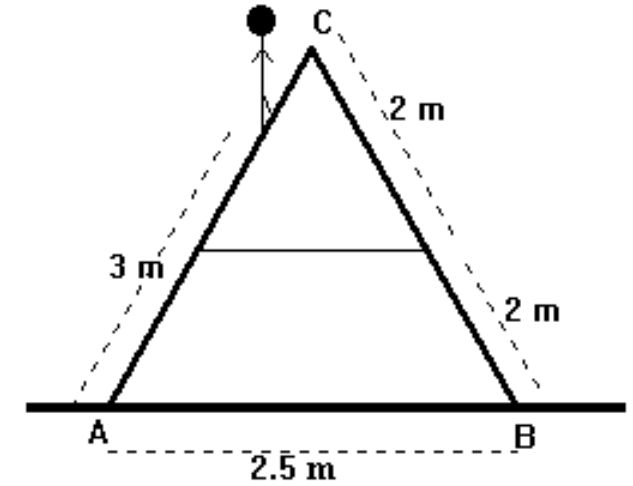
$$\sum F_y = 0 \Rightarrow C_y + T \cdot \sin(25^\circ) = 1200 + 2000 \quad \boxed{2581 \text{ N}}$$



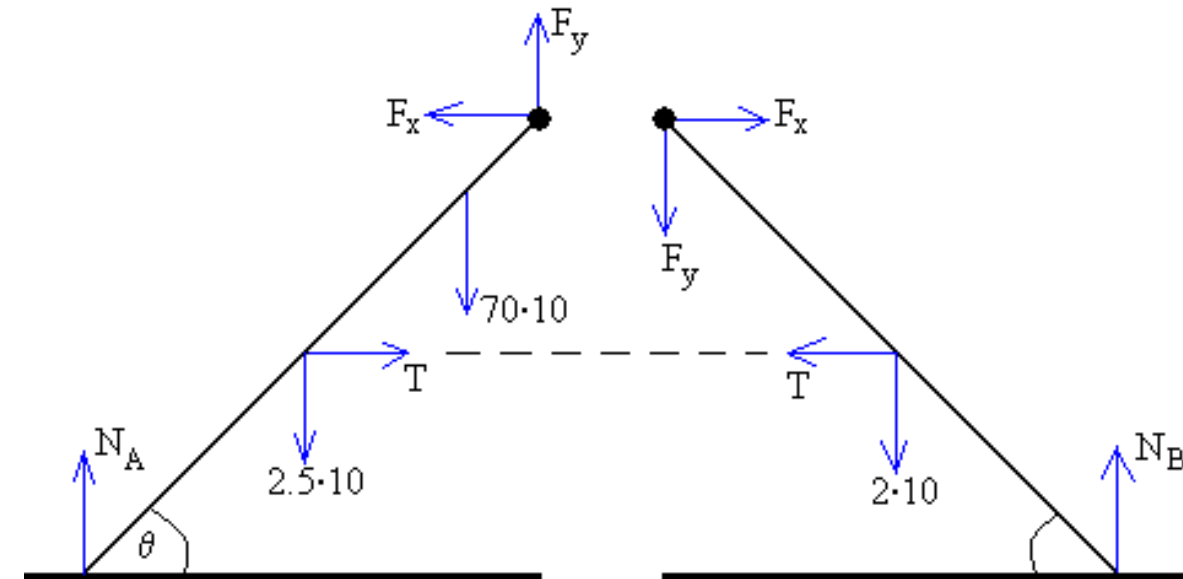
1. Una escalera de mano se arma como se muestra en la figura, un pintor de 70 kg, de masa está parado a 3 m de la base. Suponiendo que el piso no tiene fricción, determine :

- La tensión de la cuerda que conecta las mitades de la escalera
- Las reacciones en los apoyos A y B.
- Las componentes de la fuerza de reacción en la unión C que el lado izquierdo de la escalera ejerce sobre el lado derecho

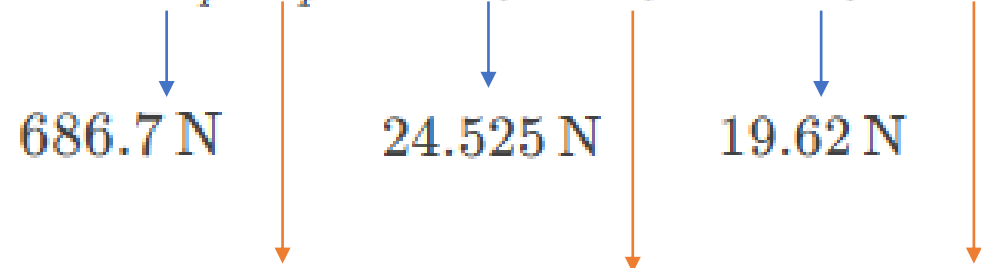
Datos, el tramo AC de la escalera pesa 2.5 kg y el tramo BC 2 Kg



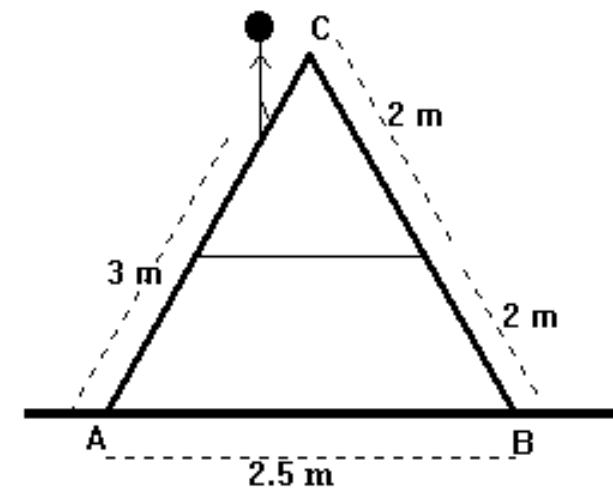
Suma de fuerzas verticales:



$$N_B \cdot 2.5 - W_P \cdot d_P - W_{AC} \cdot d_{AC} - W_{BC} \cdot d_{BC} = 0$$

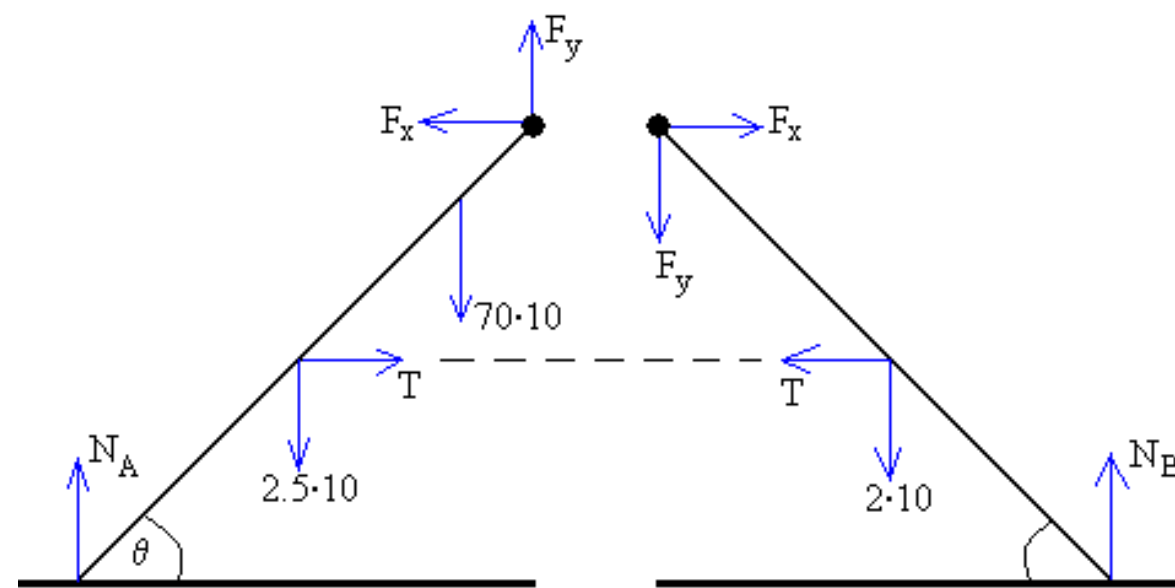


$$\begin{array}{ccc} 0.9375 \text{ m} & 0.625 \text{ m} & 1.875 \text{ m} \\ 3 \sin 18,21^\circ & 2 \sin 18,21^\circ & 1,25 + 2 \sin 18,21^\circ \end{array}$$

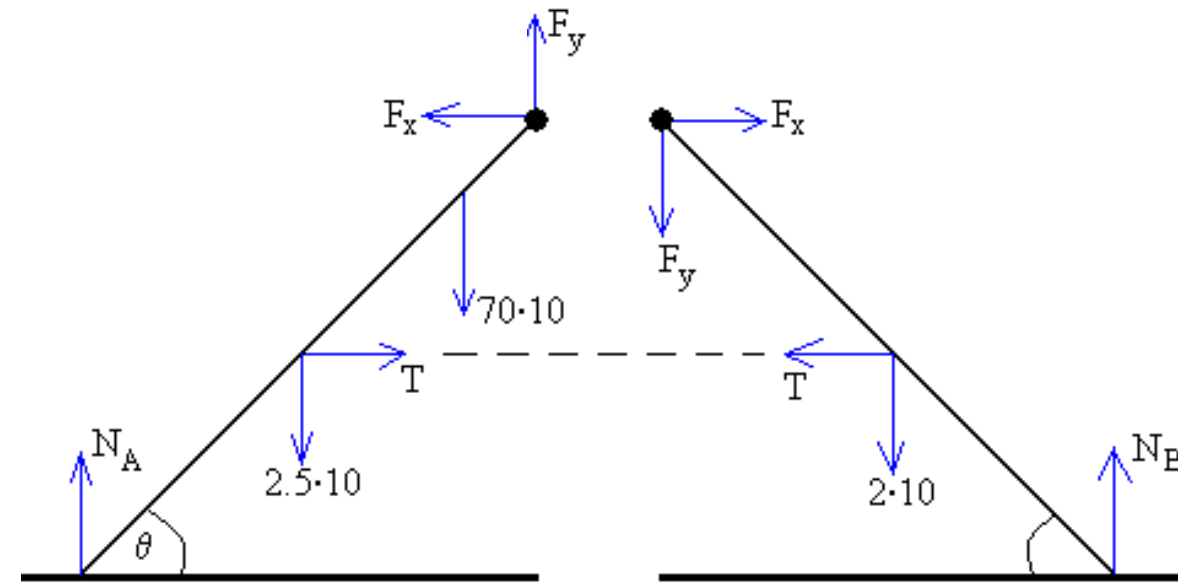
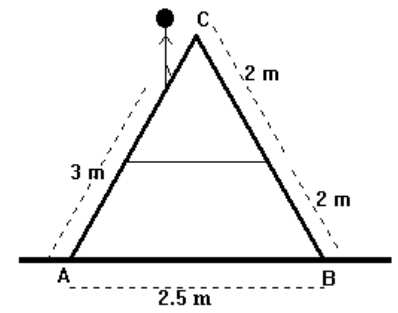


$$2.5N_B = 686.7 \times 0.9375 + 24.525 \times 0.625 + 19.62 \times 1.875$$

$$N_B = \frac{695.896875}{2.5} \approx 278.36 \text{ N}$$



Tensión en la cuerda (T)



a) Suma de fuerzas horizontales:

$$C_x = 176.7 \text{ N } (\rightarrow):$$

Es la fuerza horizontal que el lado **AC** ejerce sobre **BC** para equilibrar la tensión de la cuerda

$$C_y = -258.74 \text{ N } (\downarrow):$$

Es la fuerza vertical hacia abajo que **AC** aplica sobre **BC** para compensar la menor reacción en N_B respecto al peso de BC.

