



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
Escuela de Arquitectura



Física I Equilibrio de una partícula Tema3

Objetivos

- Presentar el concepto de diagrama de cuerpo libre para una partícula.
- Resolver problemas de equilibrio de una partícula

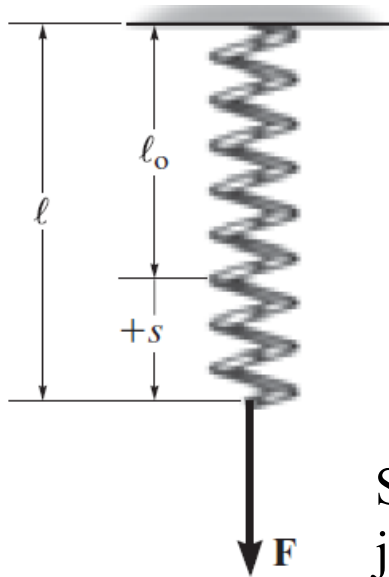
Diagrama de cuerpo libre

Para aplicar la ecuación de equilibrio debemos tomar en cuenta *todas* las fuerzas conocidas y desconocidas ($\sum \vec{F}$) que actúan *sobre* la partícula.

Un dibujo que muestra la partícula junto con *todas* las fuerzas que actúan sobre ella se denomina *diagrama de cuerpo libre (DCL)*.

Antes de presentar un procedimiento formal de cómo trazar un diagrama de cuerpo libre, primero consideraremos dos tipos de conexiones que se encuentran con frecuencia en problemas de equilibrio de partículas.

Resortes.—Si un *resorte elástico lineal* de longitud no deformada l_0 se usa como soporte de una partícula, su longitud cambiará en proporción directa a la fuerza \mathbf{F} que actúe sobre él. Una característica que define la “elasticidad” de un resorte es la *constante elástica k , o constante del resorte*



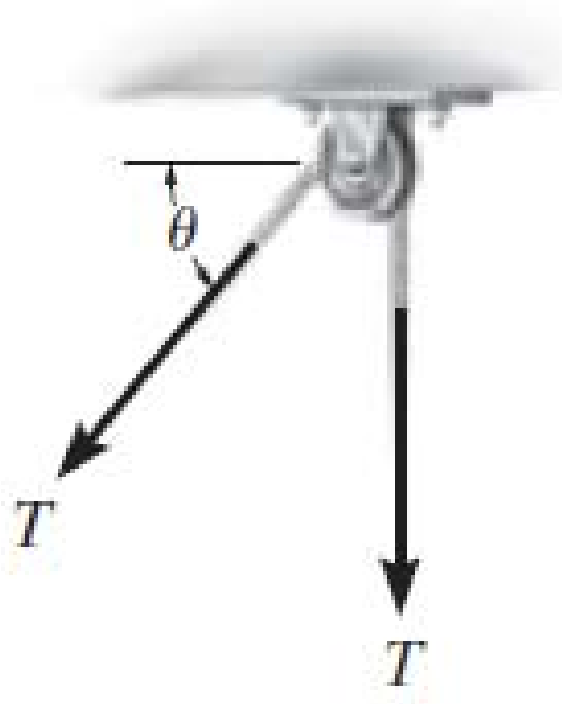
La magnitud de la fuerza ejercida en un resorte elástico lineal que tiene una rigidez k y está deformado (estirado o comprimido) una distancia $s = l - l_0$, medida desde su posición *sin carga*, es:

$$F = ks$$

Si s es positiva, lo que causa un alargamiento, entonces \mathbf{F} debe jalar el resorte; mientras que si s es negativa, lo que causa un acortamiento, entonces \mathbf{F} debe empujar el resorte

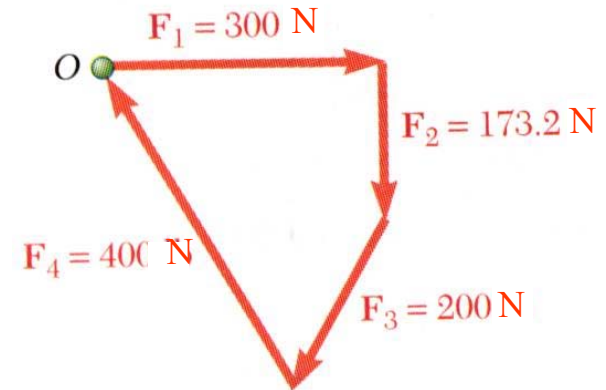
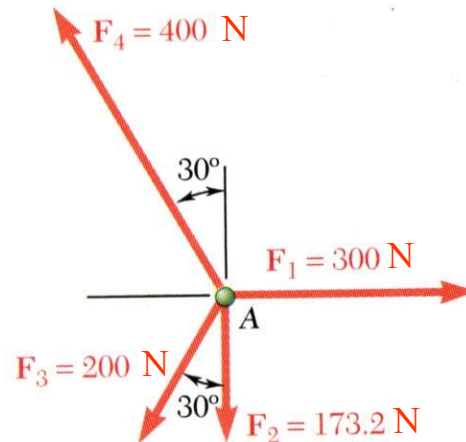
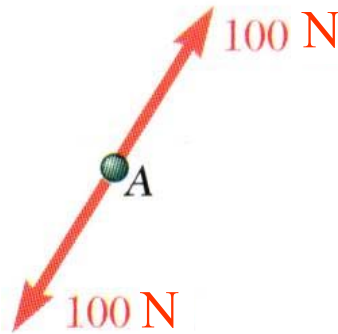
Cables y poleas. A menos que se establezca lo contrario, supondremos que todos los cables (o cuerdas) tienen un peso insignificante y que no se pueden deformar. Además, un cable puede soportar *sólo* una tensión o fuerza de “jalón” que actúa en la dirección del cable.

En un *cable continuo* que pasa sobre una polea *sin fricción*, debe tener una *magnitud constante* para mantener al cable en equilibrio. Por consiguiente, para cualquier ángulo θ , como el que se muestra en la figura el cable se somete a una misma *tensión T* en toda su longitud



Condiciones de equilibrio para una partícula

- Cuando la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre una partícula es cero, la partícula está en *equilibrio*.
- *Primera ley de Newton*: Si la resultante de todas las fuerzas es cero la partícula o bien permanece en reposo o se mueve con velocidad constante en una línea recta

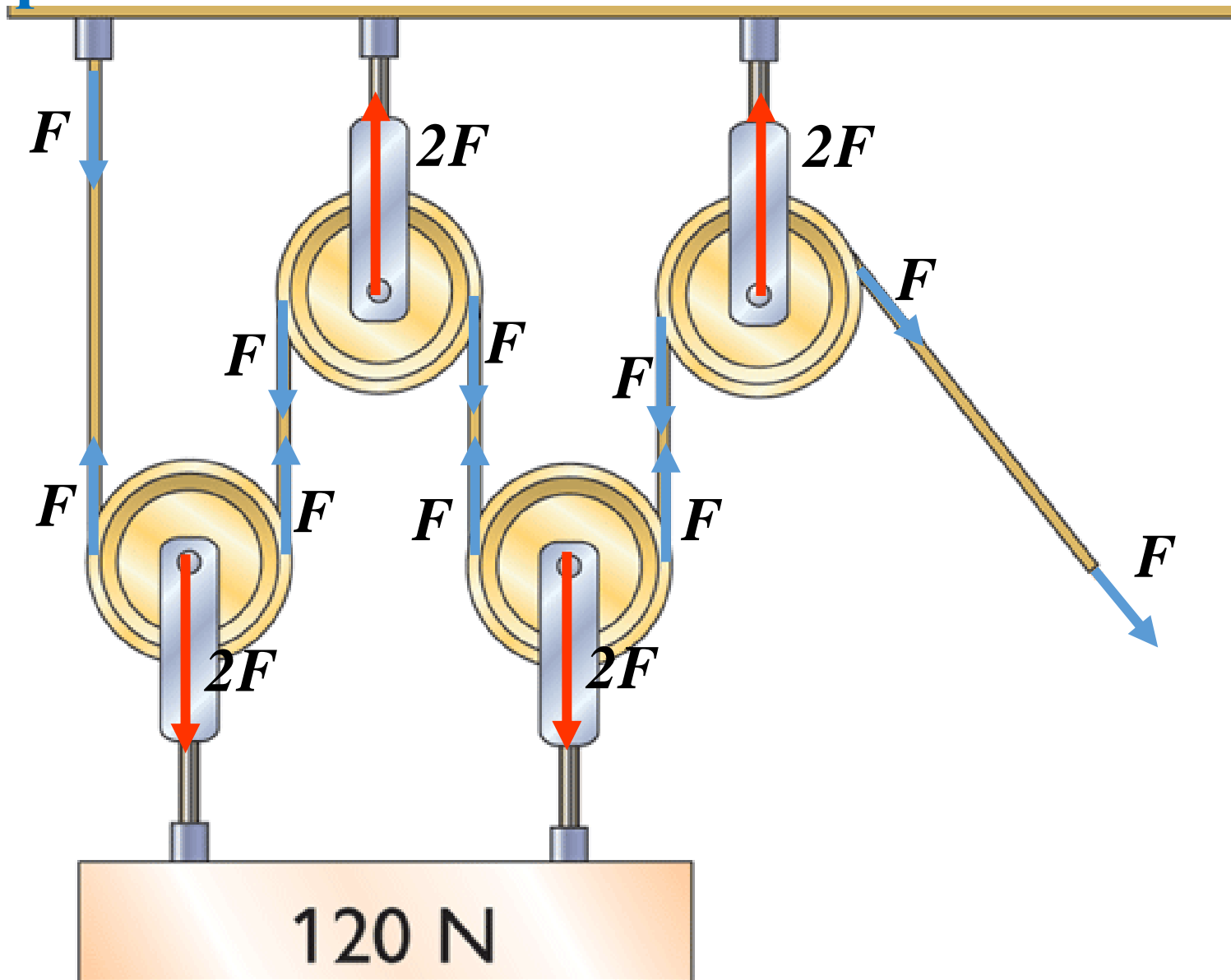


- Si actúan dos fuerzas:
 - Igual módulo
 - Igual dirección
 - Sentido opuesto
- Cuando actúen tres o más fuerzas, se tiene que cumplir que el polígono que se construye dibujando cada fuerza a continuación de la anterior, sea un polígono cerrado.

$$\vec{R} = \sum \vec{F} = 0$$

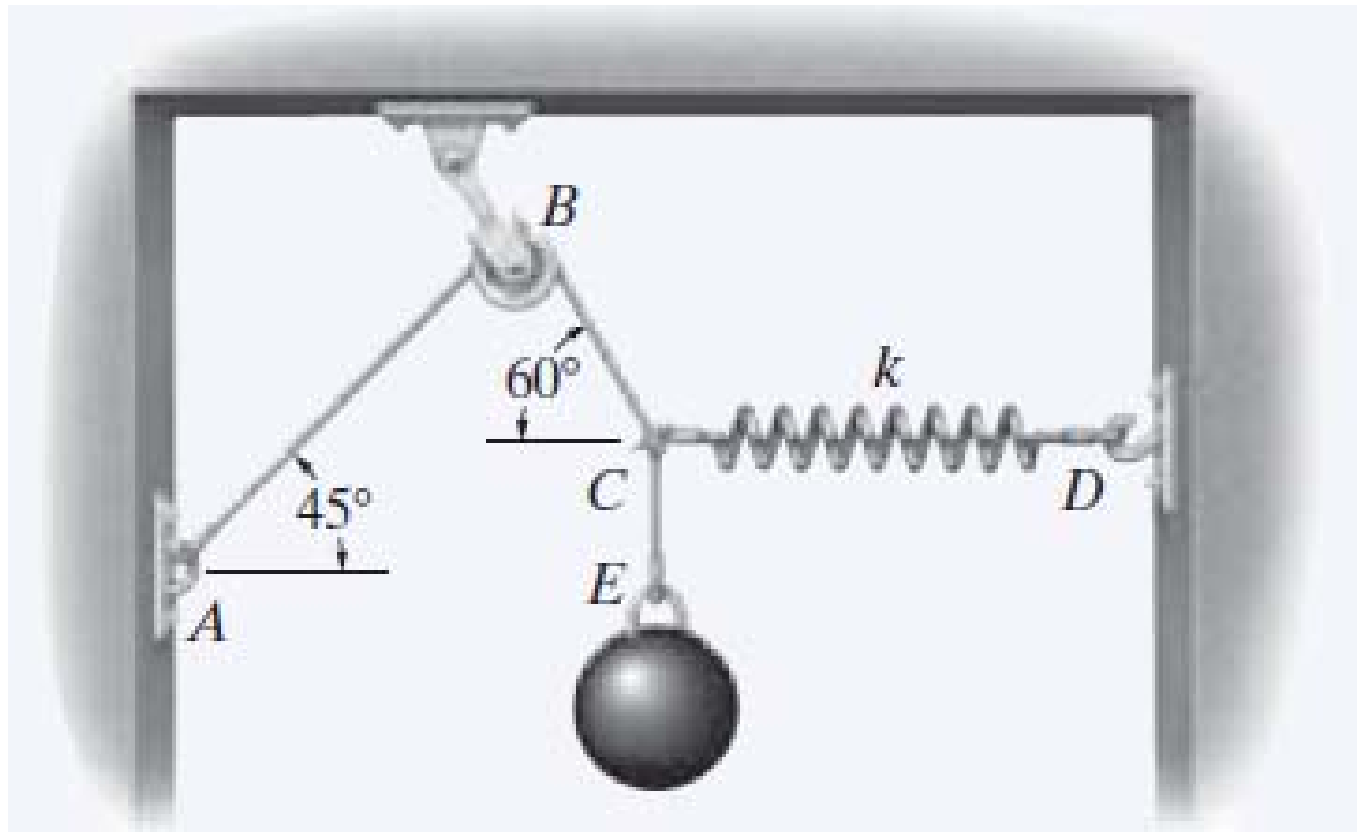
$$\sum F_x = 0 \quad \sum F_y = 0$$

Ejemplo 3.1

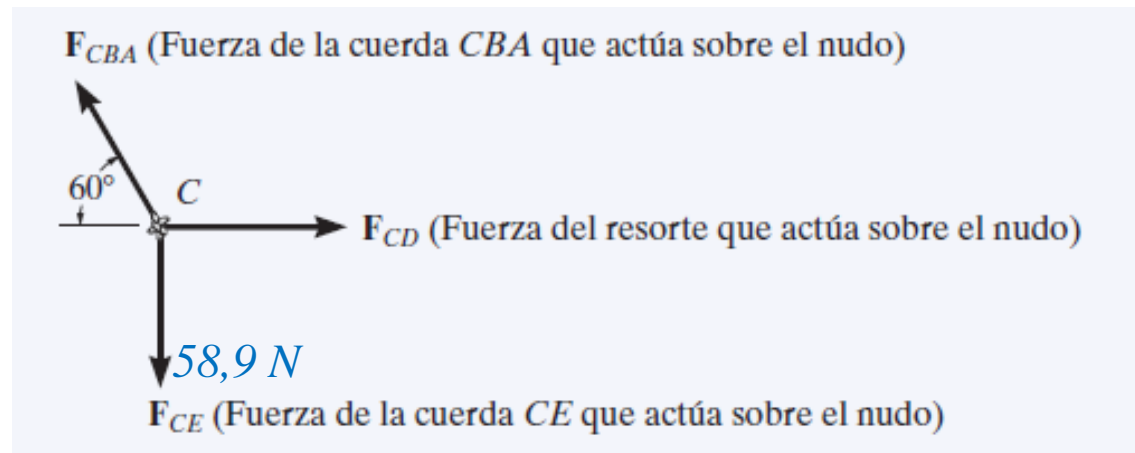
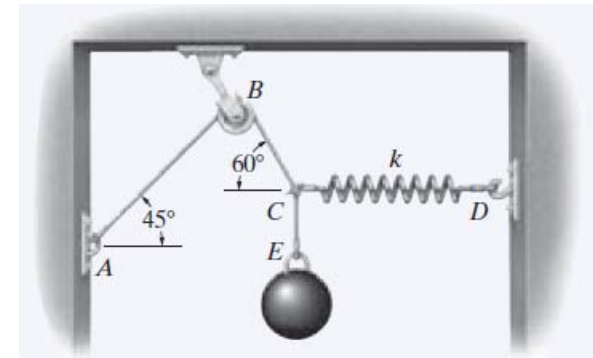
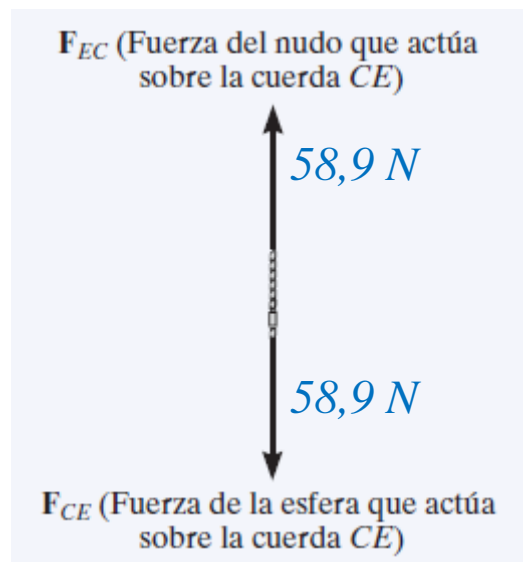
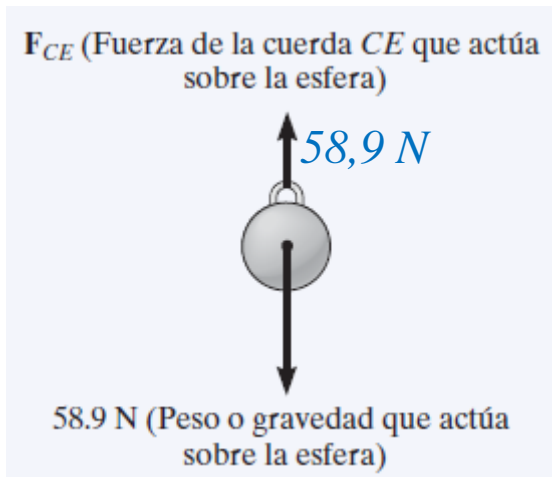


Ejemplo 3.2

La esfera que aparece en la figura tiene una masa de 6 kg y está soportada como se muestra. Trace un diagrama de cuerpo libre de la esfera, de la cuerda CE , y del nudo en C . Si $k=400 \text{ N/m}$, calcule la deformación del resorte.



Ejemplo 3.2



$$-F_{CBA} \cos 60 + F_{CD} = 0$$

$$F_{CBA} \sin 60 - 58,9 = 0$$

$$F_{CBA} = 68,0 \text{ N}$$

$$F_{CD} = 34,0 \text{ N}$$

$$\text{Deformación del resorte} = \frac{34}{400} = 0,085 \text{ m}$$

Diagrama del cuerpo libre. Ejemplo 3.3

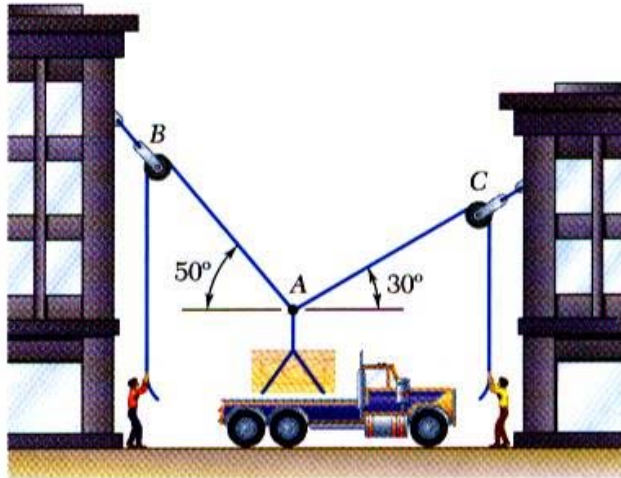


Diagrama en el espacio: Un esquema que muestre las condiciones físicas del Problema

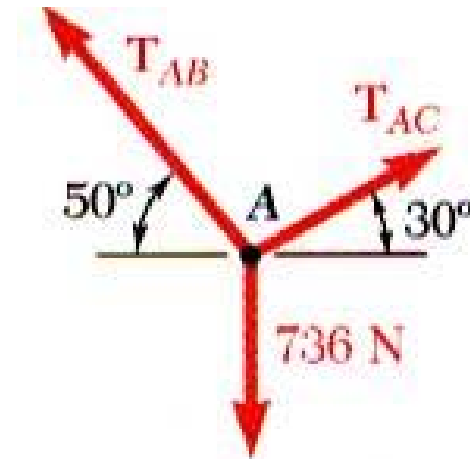
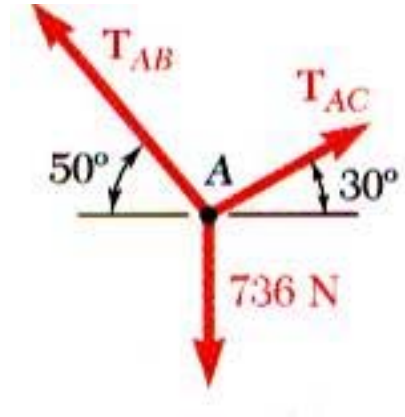


Diagrama de cuerpo libre: un esquema que muestre sólo las fuerzas sobre la partícula seleccionada

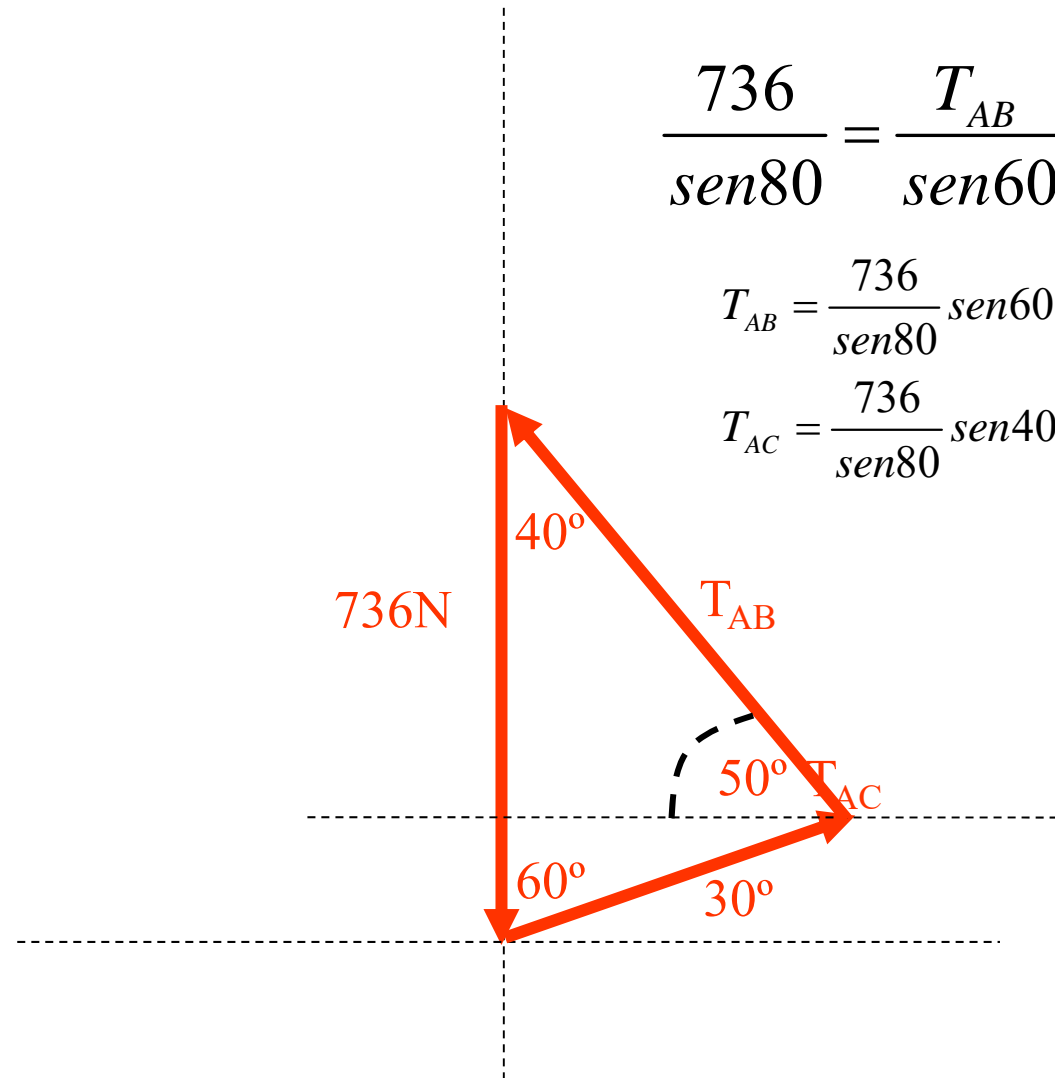
Diagrama del cuerpo libre



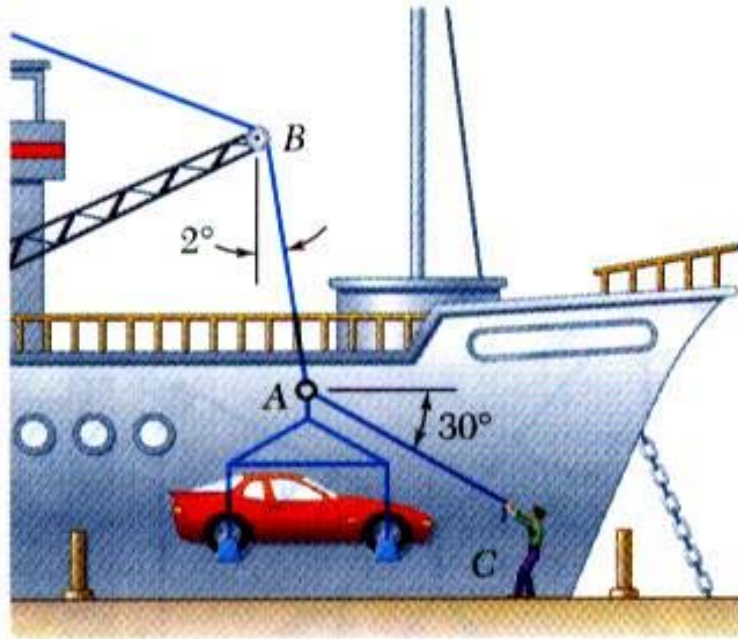
$$\frac{736}{\text{sen}80} = \frac{T_{AB}}{\text{sen}60} = \frac{T_{AC}}{\text{sen}40}$$

$$T_{AB} = \frac{736}{\text{sen}80} \text{sen}60 = 647,23\text{N}$$

$$T_{AC} = \frac{736}{\text{sen}80} \text{sen}40 = 480,39\text{N}$$

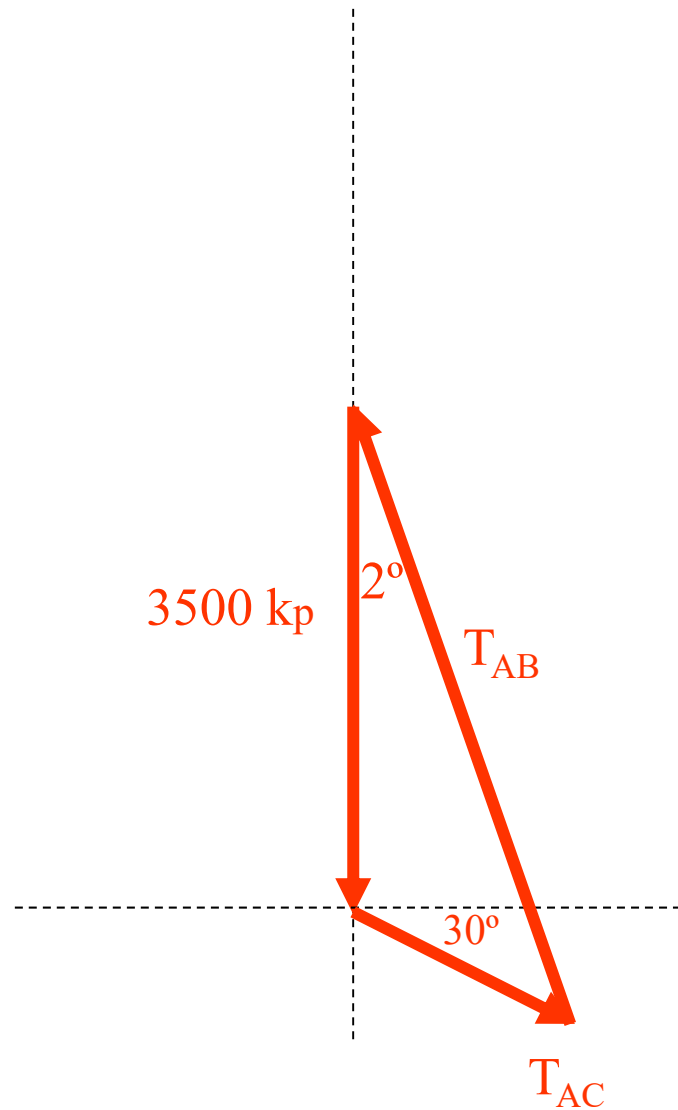
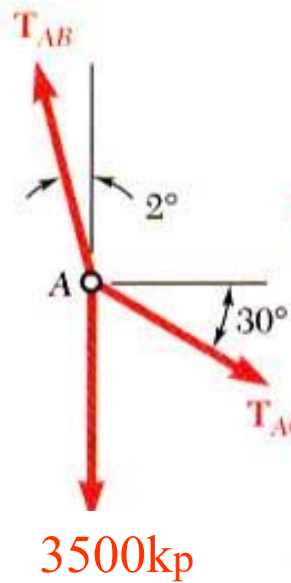
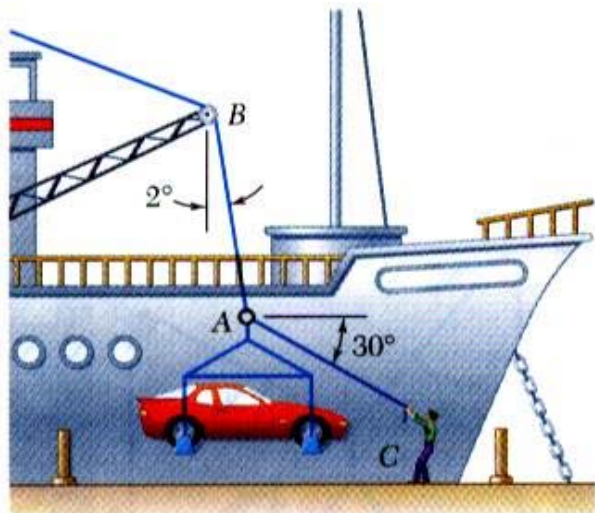


Ejemplo 3.4

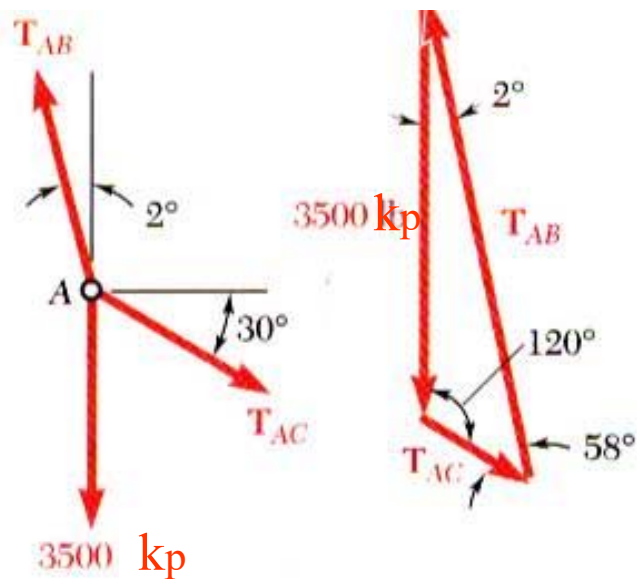
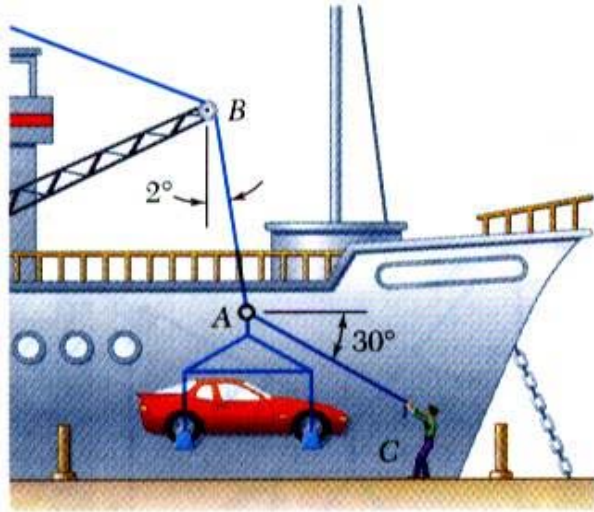


En una operación de descarga de buques, un automóvil de 3500 kp con el apoyo de un cable. Una soga se ata al cable y se tira de tal forma que el automóvil esté en equilibrio en la posición de la figura. ¿Cuál es la tensión de la cuerda?

Ejemplo 3.4



Ejemplo 3.4



SOLUTION 1:

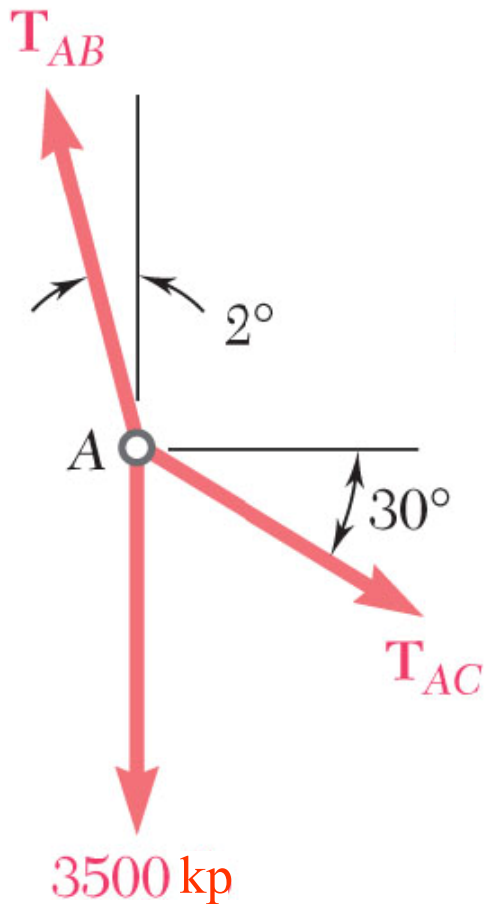
- Construir el diagrama de cuerpo libre en el punto A
- Aplicar las condiciones de equilibrio .
- Resolver para encontrar las tensiones desconocidas.

$$\frac{T_{AB}}{\sin 120^\circ} = \frac{T_{AC}}{\sin 2^\circ} = \frac{3500 \text{ kp}}{\sin 58^\circ}$$

$$T_{AB} = 3570 \text{ kp}$$

$$T_{AC} = 144 \text{ kp}$$

Ejemplo 3.4



SOLUCIÓN 2:

- Construir el diagrama de cuerpo libre en el punto A
- Hallar las componentes de todas las fuerzas .
- Resolver para encontrar las tensiones desconocidas.

$$\vec{T}_{AC} = T_{AC} \cos 30^\circ \vec{i} - T_{AC} \sin 30^\circ \vec{j}$$

$$\vec{T}_{AB} = -T_{AB} \sin 2^\circ \vec{i} + T_{AB} \cos 2^\circ \vec{j}$$

$$\vec{P}_{eso} = 0\vec{i} - 3500\vec{j}$$

$$-T_{AB} \sin 2^\circ + T_{AC} \cos 30^\circ = 0$$

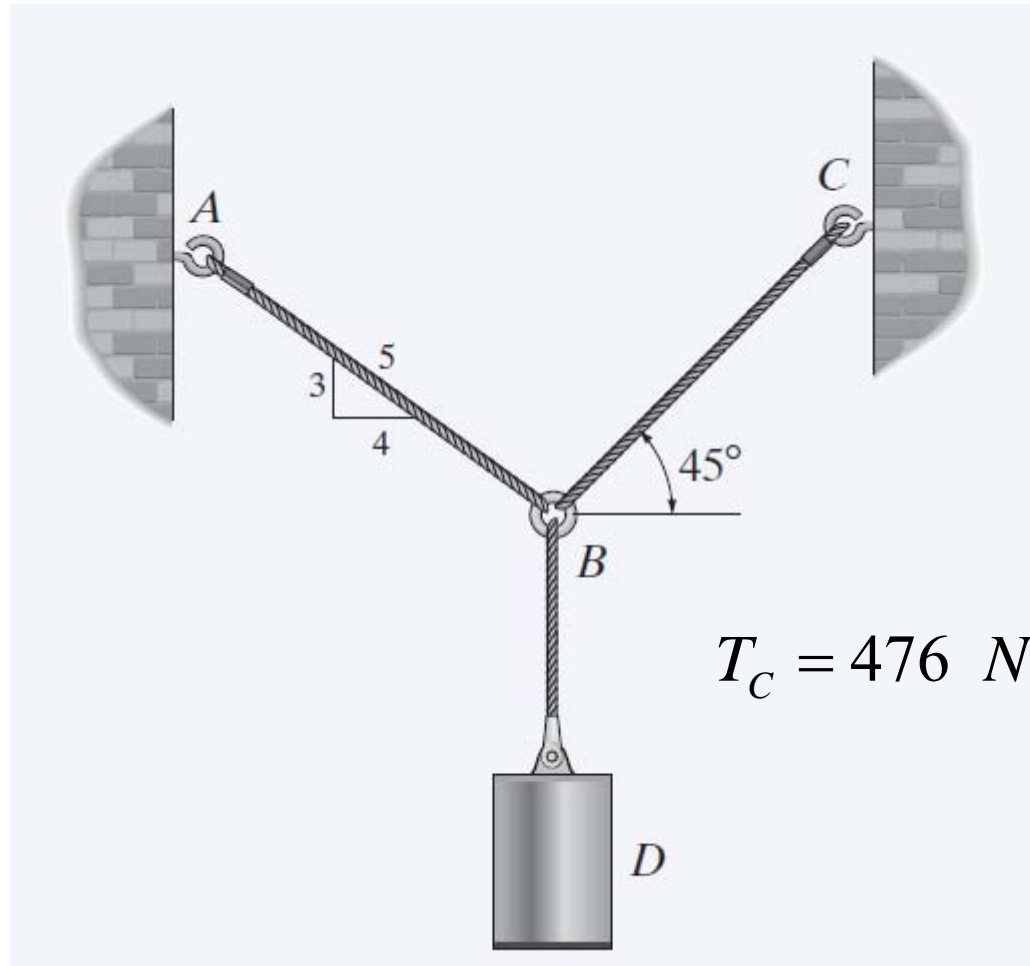
$$T_{AB} \cos 2^\circ - T_{AC} \sin 30^\circ - 3500 = 0$$

$$T_{AB} = 3570 \text{ kp}$$

$$T_{AC} = 144 \text{ kp}$$

Ejercicio propuesto 1

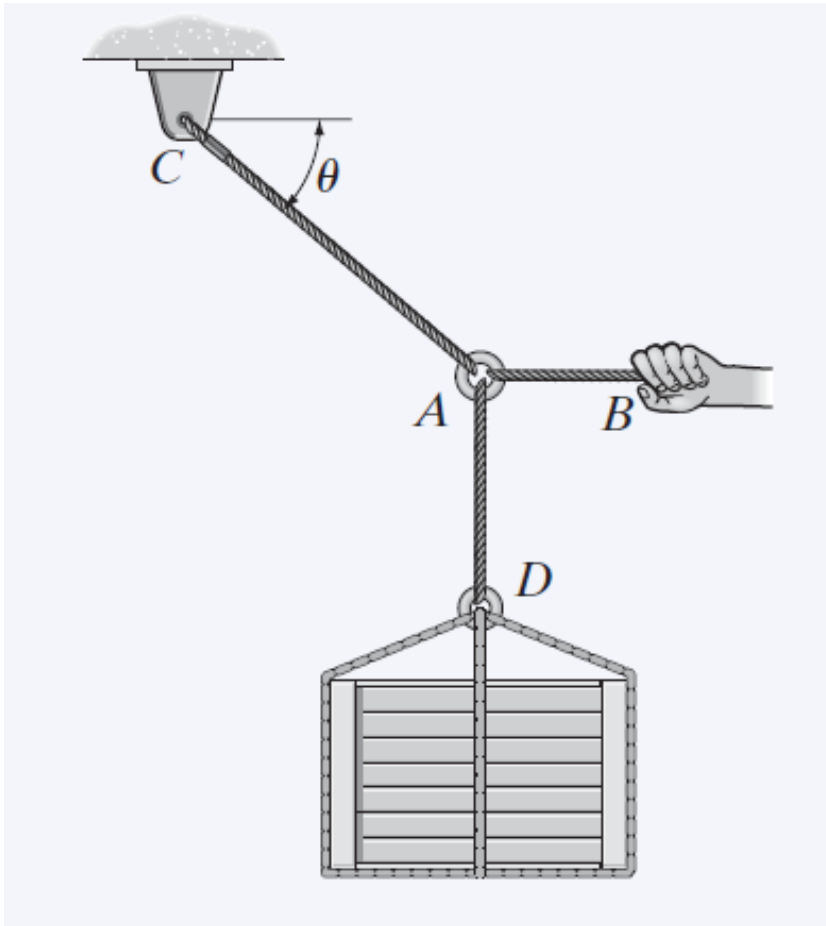
Determine la tensión necesaria en los cables BA y BC para sostener el cilindro de 60 kg que se muestra la figura.



$$T_C = 476 \text{ N} ; T_D = 420 \text{ N}$$

Ejercicio propuesto 2

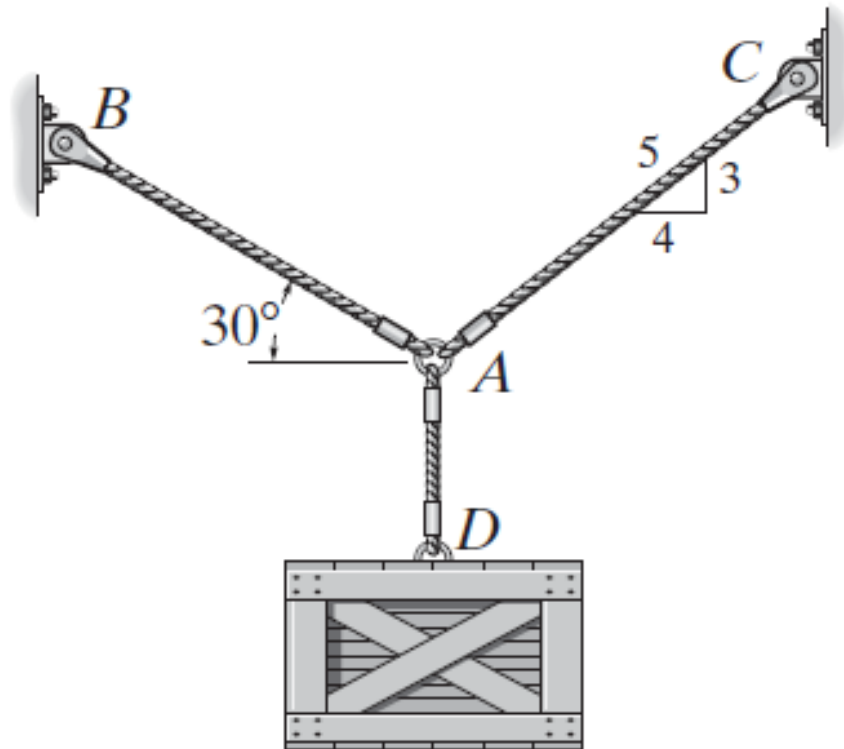
La caja de 200 kg que se muestra en la figura está suspendida por las cuerdas AB y AC . Cada cuerda puede soportar una fuerza máxima de 10 kN antes de que se rompa. Si AB siempre permanece horizontal, determine el ángulo mínimo θ al que se puede suspender la caja antes de que una de las cuerdas se rompa.



$$\theta = 11,3^\circ \quad ; \quad F_B = 9,81\text{ kN}$$

Ejercicio propuesto 3

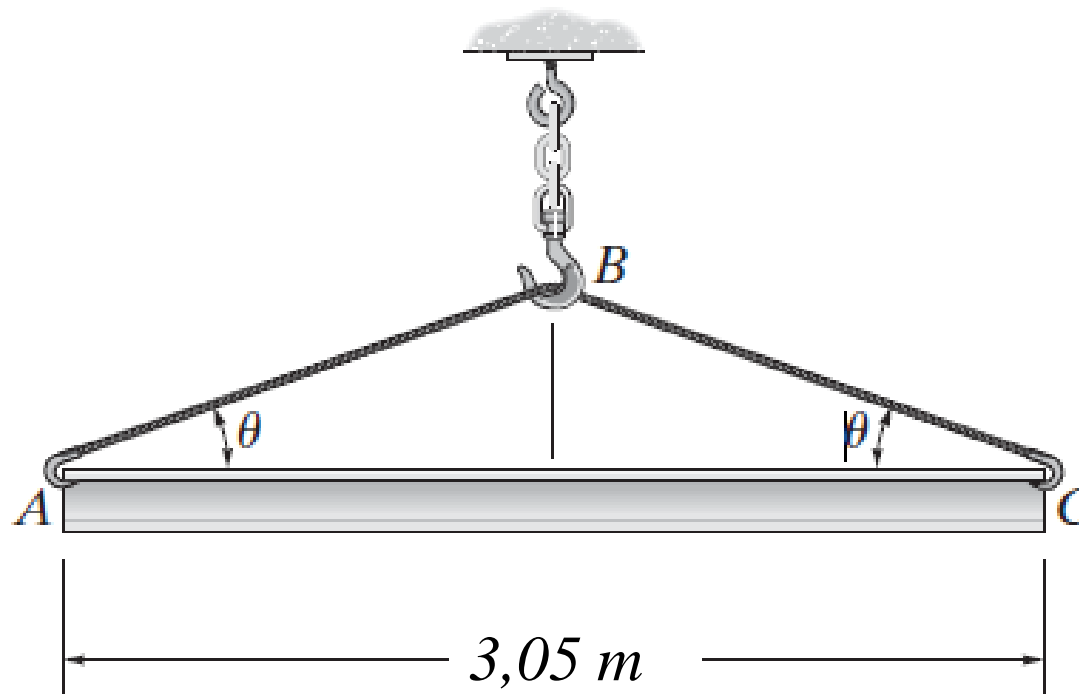
La caja tiene una masa de 250 kg. Determine la fuerza en cada cable de soporte.



$$F_{AB} = 217 \text{ kp} \ ; \ F_{AC} = 235 \text{ kp}$$

Ejercicio propuesto 4

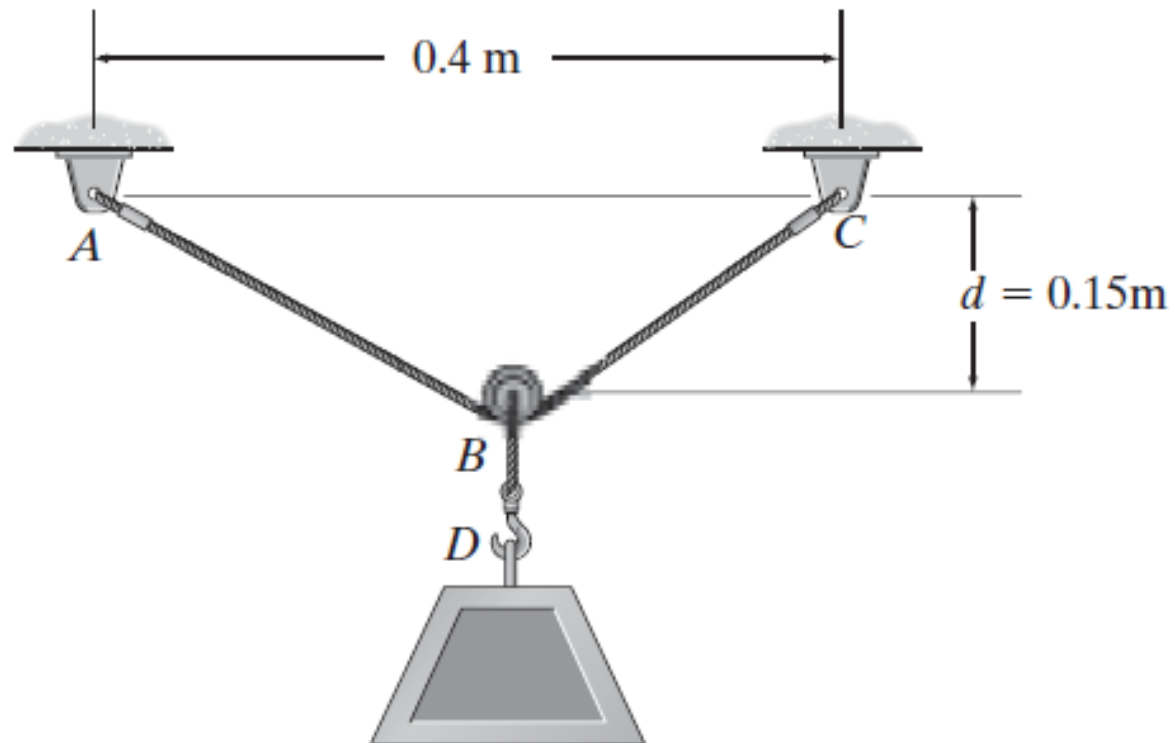
La viga tiene un peso de $317,5 \text{ kp}$. Determine el cable ABC más corto que puede usarse para levantarla, si la fuerza máxima que puede soportar el cable es de $680,4 \text{ kp}$.



$$\theta = 13,5^\circ \ ; \ L_{ABC} = 3,14 \text{ m}$$

Ejercicio propuesto 5

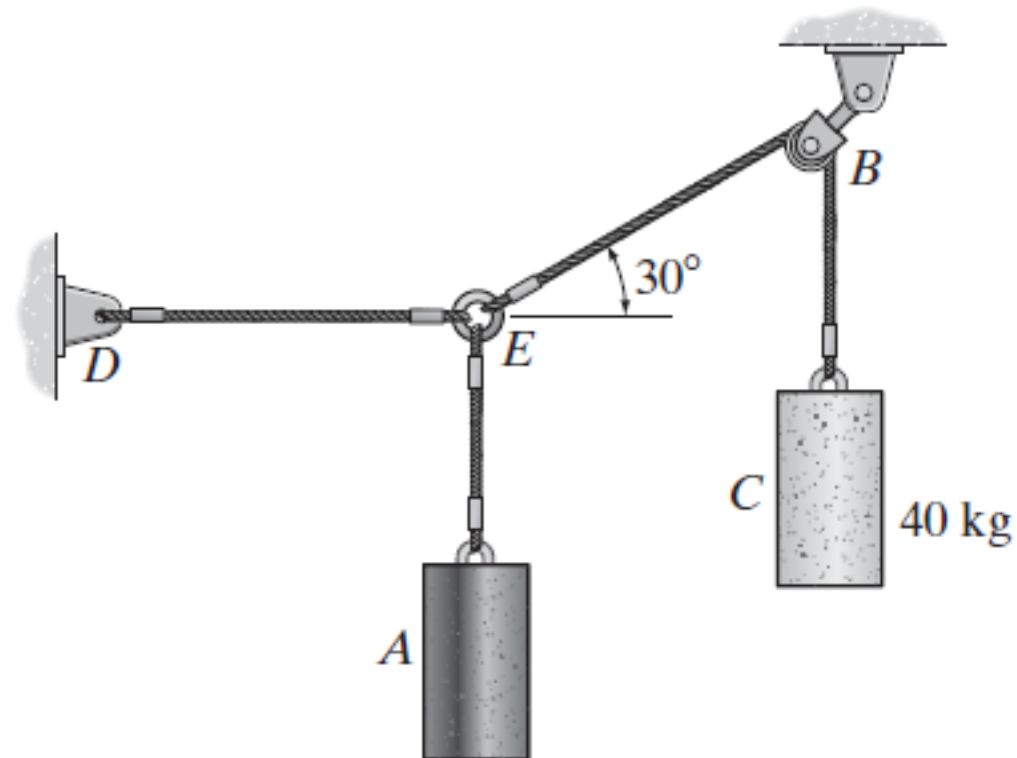
Si el bloque de 5 kg se suspende de la polea B y la flecha de la cuerda es $d = 0,15$ m, determine la fuerza en la cuerda ABC . No tome en cuenta el tamaño de la polea.



$$T = 40,9 \text{ N}$$

Ejercicio propuesto 6

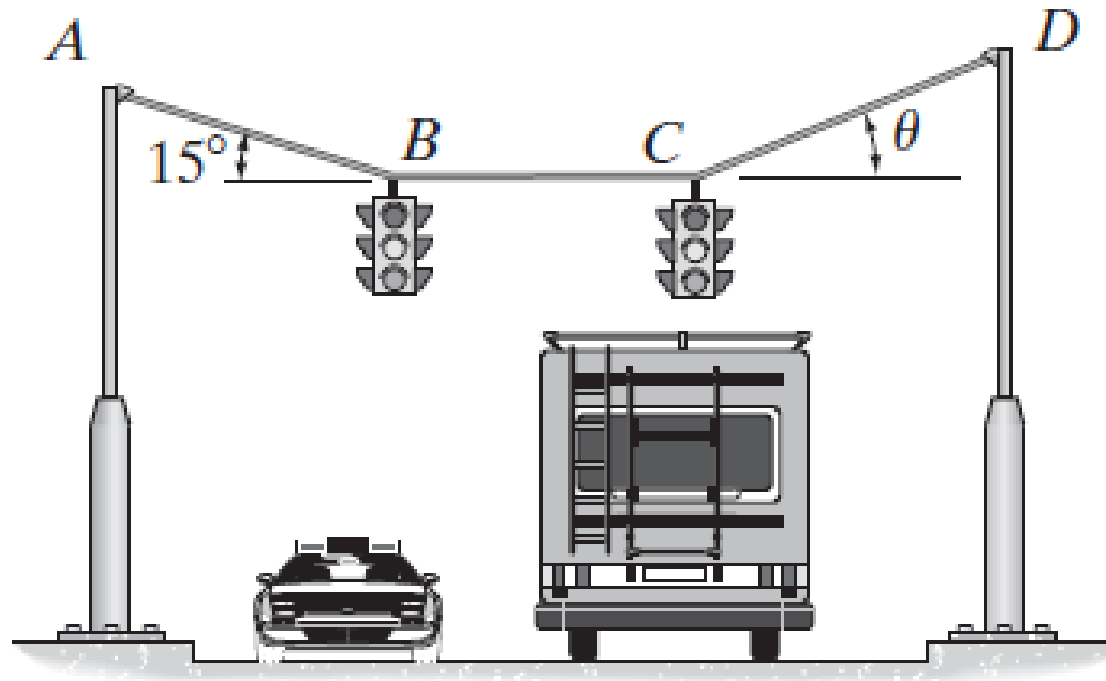
Si la masa del cilindro C es de 40 kg, determine la masa del cilindro A con el fin de sostener el ensamble en la posición mostrada.



$$m_A = 20 \text{ kg}$$

Ejercicio propuesto 7

Determine la tensión necesaria en los cables AB , BC y CD para sostener los semáforos de 10 kg y 15 kg en B y C , respectivamente. Además, determine el ángulo θ .



$$T_{AB} = 379 \text{ N} ; T_{BC} = 366 \text{ N} ; T_{CD} = 395 \text{ N} ; \theta = 21,9^\circ$$