PROBLEMAS RESUELTOS ESTATICA

CAPITULO 3 EQUILIBRIO
Tercera y quinta edicion
j. l. meriam – l.g. kraige

3.1 INTRODUCCION

SECCION A EQUILIBRIO EN DOS DIMENSIONES
3.2 AISLAMIENTO DE UN SISTEMA MECANICO
3.3 CONDICIONES DE EQUILIBRIO

SECCION B EQUILIBRIO EN TRES DIMENSIONES
3.4 CONDICIONES DE EQUILIBRIO

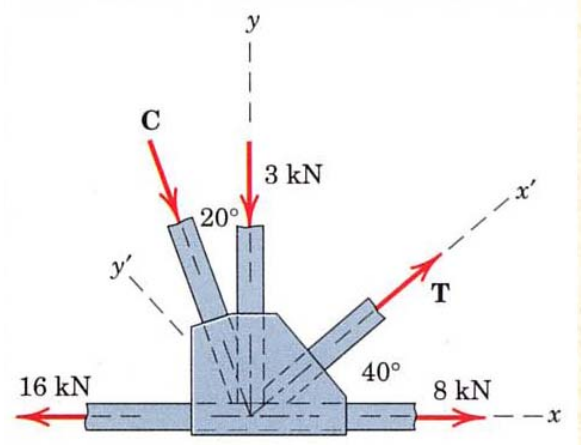
Erving Quintero Gil
Ing. Electromecánico
Bucaramanga – Colombia
2011

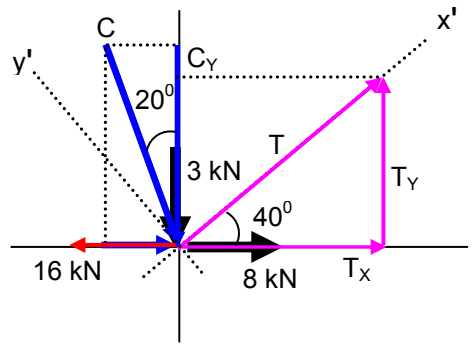
Para cualquier inquietud o consulta escribir a:

quintere@hotmail.com
quintere@gmail.com
quintere2006@yahoo.com

EJEMPLO Problema 3.1 meriam

Determinar los módulos de las fuerzas C y T que actúan sobre los miembros que concurren en el nudo de armadura de puente junto con las otras tres fuerzas representadas





El esquema adjunto constituye el diagrama de sólido libre del nudo en cuestión y muestra las cinco fuerzas que se encuentran en equilibrio.

SOLUCION 1

Algebraica escalar. Para los ejes x-y dados tenemos:

$$\text{sen } 40 = \frac{T_Y}{T}$$

T_Y = T sen 40

$$\cos 40 = \frac{T_X}{T}$$

T_X = T cos 40

$$\text{sen } 20 = \frac{C_X}{C}$$

C_X = C sen 20

$$\cos 20 = \frac{C_Y}{C}$$

C_Y = C cos 20

$\Sigma F_X = 0$

$8 + T_X + C_X - 16 = 0$

8 + T cos 40 + C sen 20 – 16 = 0

T cos 40 + C sen 20 = 16 – 8

T cos 40 + C sen 20 = 8

0,766 T + 0,342 C = 8 (Ecuacion 1)

$\Sigma F_Y = 0$

$T_Y - 3 - C_Y = 0$

T sen 40 – 3 - C cos 20 = 0

0,6427 T – 3 – 0,9396 C = 0

0,6427 T – 0,9396 C = 3 (Ecuacion 2)

Resolviendo la ecuac 1 y 2

[0,766 T + 0,342 C = 8] (0,9396)

[0,6427 T – 0,9396 C = 3] (0,342)

0,7197 T + 0,3213 C = 7,516

0,2198 T – 0,3213 C = 1,026

0,7197 T + 0,2198 T = 7,516 + 1,026

0,9395 T = 8,542

$$T = \frac{8,542}{0,9395} = 9,09 \text{ kN}$$

T = 9,09 kN

0,766 T + 0,342 C = 8 (Ecuacion 1)

0,766 (9,09) + 0,342 C = 8

6,9645 + 0,342 C = 8

0,342 C = 8 – 6,9645

0,342 C = 1,0354

$$C = \frac{1,0354}{0,342} = 3,027 \text{ kN}$$

SOLUCION 2

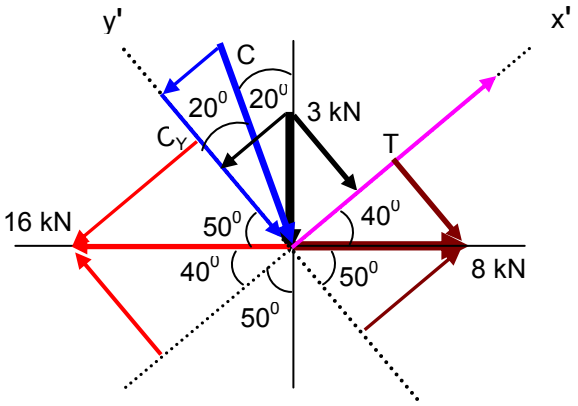
Algebraica escalar. Para evitar la aparición de un sistema de ecuaciones podemos emplear los ejes x' - y' sumando primero en dirección y' y eliminando asi la intervención de T. O sea:

$$\cos 20 = \frac{C_Y}{C}$$

C_Y = C cos 20

$$\text{sen } 20 = \frac{C_X}{C}$$

C_X = C sen 20



$\Sigma F'_Y = 0$

- C_Y – 3 sen 50 + 16 sen 40 – 8 sen 40 = 0

- C cos 20 – 3 sen 50 + 16 sen 40 – 8 sen 40 = 0

– 3 sen 50 + 16 sen 40 – 8 sen 40 = C cos 20

– 3 (0,766) + 16 (0,6427) – 8 (0,6427) = C cos 20

– 2,2981 + 10,284 – 5,1423 = C cos 20

2,8436 = C cos 20

$$C = \frac{2,8436}{\cos 20} = \frac{2,8436}{0,9396} = 3,026 \text{ kN}$$

C = 3,026 kN

$\Sigma F'_X = 0$

T + 8 sen 50 – 16 sen 50 - C_X – 3 sen 40 = 0

T + 8 sen 50 – 16 sen 50 - C sen 20 – 3 sen 40 = 0

T + 8 sen 50 – 16 sen 50 – (3,026) sen 20 – 3 sen 40 = 0

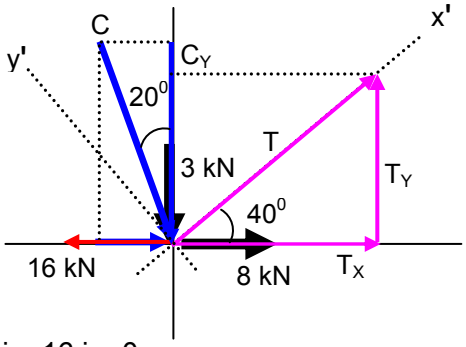
T + 8 (0,766) – 16 (0,766) – (3,026) (0,342) – 3 (0,6427) = 0

T + 6,1283 – 12,256 – 1,0348 – 1,9283 = 0

T = 9,09 kN

SOLUCION 3

Algebraica vectorial. Siendo i y j los vectores unitarios de los ejes x y y, al igualar a cero la suma de las fuerzas para imponer la condición de equilibrio se obtiene.



$\Sigma F = 0$

8 i + (T cos 40) i +(T sen 40) j – 3j + (C sen 20) i – (C cos 20) j – 16 i = 0

igualando a cero los coeficientes de i y j resulta

8 + T cos 40 + C sen 20 – 16 = 0 (**Ecuación 1)**

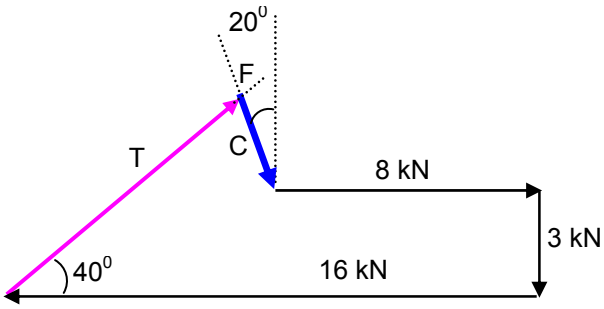
T sen 40 – 3 – C cos 20 = 0 (**Ecuación 2)**

Que son, por supuesto, las mismas ecuaciones resueltas antes.

SOLUCION 4

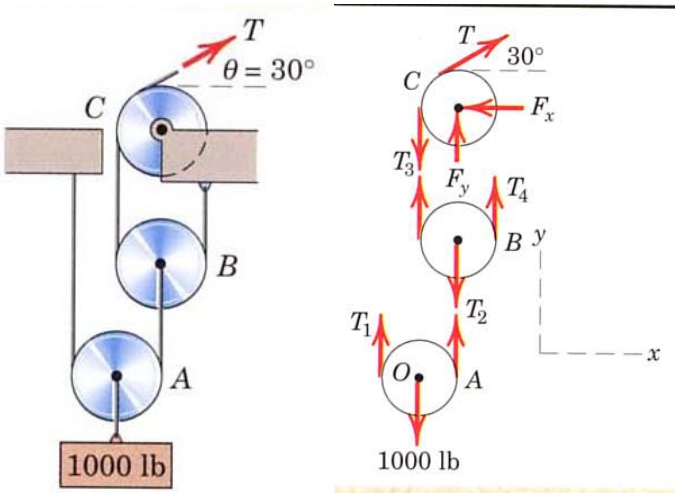
Grafica. Se acompaña la representación del polígono de fuerzas que representa la igualación a cero de la suma vectorial de las cinco fuerzas. Se que representa la igualación a cero de la suma vectorial de las cinco fuerzas. Se ve enseguida que las expresiones (1) y (2) son las proyecciones de los vectores en las direcciones x y y. Análogamente, al proyectar en las direcciones x' y y' se obtienen las ecuaciones de la solución II.

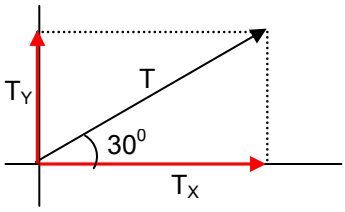
La solución grafica se obtiene fácilmente. Los vectores conocidos se trazan, a la escala adoptada, uno a continuación de otro y luego se cierra el polígono con rectas paralelas a las direcciones de T y C. Con el punto F de intersección se llega a la solución y ello nos permite medir directamente sobre el dibujo los módulos de T y C con la precisión que hayamos incorporado a la construcción grafica.



EJEMPLO Problema 3.2 meriam

Calcular la tensión T en el cable que soporta la masa de 500 kg a través de dispositivo de poleas representada. Cada polea puede rotar libremente y la masa de todas las piezas es despreciable comparada con la de la carga. Hallar la intensidad de la fuerza total que actúa sobre el cojinete de la polea.





Se representa el diagrama de sólido libre de cada polea con relación a las otras. Empezamos por el de la polea A, que incluye una única fuerza conocida. Designando por r el radio no especificado de la polea, el equilibrio de los momentos respecto a su centro O y el equilibrio de las fuerzas en dirección vertical requiere que

$\Sigma M_O = 0$

$T_1 r - T_2 r = 0$

$T_1 \cancel{r} = T_2 \cancel{r}$

$\mathbf{T_1 = T_2}$

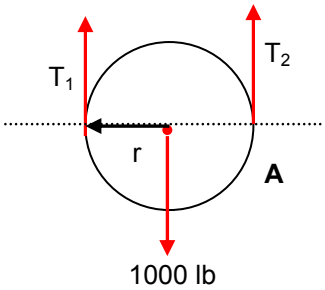
$\Sigma F_Y = 0$

$T_1 + T_2 - 1000 = 0$

$T_1 + T_1 - 1000 = 0$

$2 T_1 - 1000 = 0$
$2 T_1 = 1000$

$\mathbf{T_1 = 500\ lb = T_2}$



Con el ejemplo de esta polea A, el equilibrio de las fuerzas actuantes en la polea B podemos escribirlo, por inspección asi.

$\Sigma M = 0$

$+ \quad T_3 r - T_4 r = 0$

$T_3 \cancel{r} = T_4 \cancel{r}$

$\mathbf{T_3 = T_4}$

$\Sigma F_Y = 0$

$\mathbf{T_3 + T_4 - T_2 = 0}$

$\mathbf{T_3} + T_3 - \mathbf{T_2} = 0$

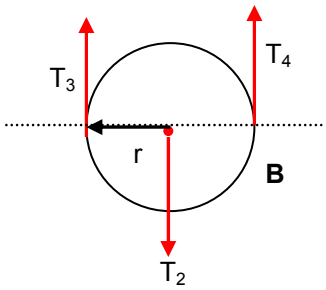
$2\,\mathbf{T_3} - \mathbf{T_2} = 0$

$2\,\mathbf{T_3} = \mathbf{T_2}$

$$T_3 = \frac{T_2}{2}$$

$$T_3 = T_4 = \frac{T_2}{2} \quad \text{pero } \mathbf{T_2 = 500\ lb}$$

$$T_3 = T_4 = \frac{500}{2} = 250\,\text{lb}$$



Para la polea C, el ángulo Θ = 30^0 no afecta en modo alguno al momento de T respecto al centro de la polea, por lo que el equilibrio de los momentos requiere

$T = T_3$ pero T_3 = 250 lb

$T = T_3 =$ 250 lb.

El equilibrio de la polea en las direcciones x y y requiere

$$\text{sen } 30 = \frac{T_Y}{T}$$

T_Y = T sen 30

$$\cos 30 = \frac{T_X}{T}$$

T_X = T cos 30

Pero:
T_Y = T sen 30
T = 250 lb.

$T_3 =$ 250 lb.

$\Sigma F_Y = 0$

$F_Y + T_Y - T_3 = 0$

F_Y + T sen 30 – 250 = 0

F_Y + 250 sen 30 – 250 = 0

F_Y = 250 - 250 sen 30

F_Y = 250 - 250 (0,5)

F_Y = 250 - 125

F_Y = 125 lb.

$\Sigma F_X = 0$
$T_X - F_X = 0$

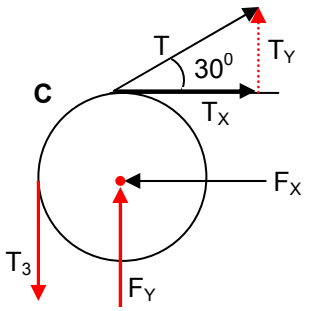
pero T = 250 lb

T cos 30 – F_X = 0

250 (cos 30) – F_X = 0
F_X = 250 (cos 30)

F_X = 250 (0,866)

F_X = 216,5 lb.



$$F = \sqrt{(F_X)^2 + (F_Y)^2}$$
$$F = \sqrt{(216{,}5)^2 + (125)^2}$$
$$F = \sqrt{46872{,}25 + 15625}$$
$$F = \sqrt{62497{,}25}$$
F = 250 lb.

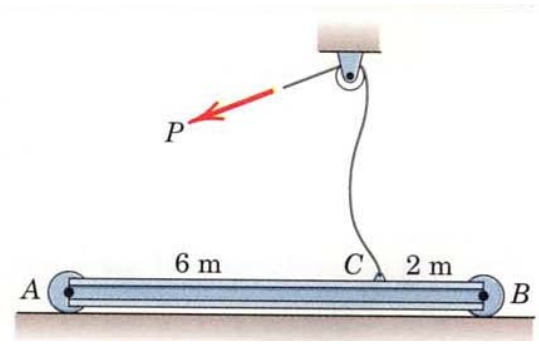
EJEMPLO Problema 3.3 meriam
Inicialmente la viga uniforme en doble T de 100 kg descansa sobre la superficie horizontal mediante los rodillos A y B. Utilizando el cable sujeto en C se desea elevar el extremo B hasta una altura de 3 metros por encima del extremo A. Hallar la tracción P a ejercer, la reacción en A y el ángulo Θ que forma la viga con la horizontal en la posición final.

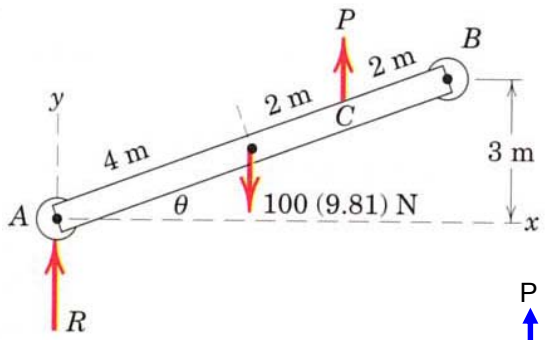
Solución: Al construir el diagrama de sólido libre tenemos en cuenta que la reacción sobre el rodillo A y el peso son fuerzas verticales. Por consiguiente, habida cuenta de la ausencia de fuerzas horizontales, P será también vertical. Según vimos en el problema tipo 3.2, la tensión P en el cable es igual a la fuerza aplicada a la viga en C.

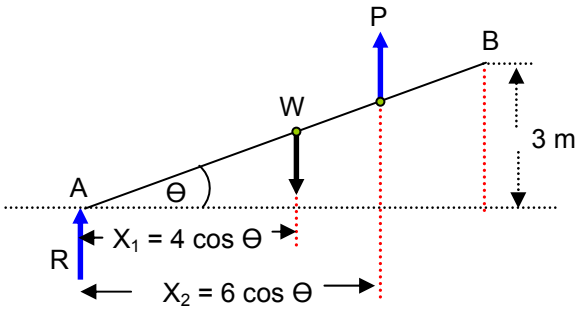
$$\text{sen } \theta = \frac{3}{4+2+2} = \frac{3}{8} = 0{,}375$$

sen Θ = 0,375
Θ = arc sen 0,375

Θ = 22,02^0







$$\cos\ \theta = \frac{X_1}{4}$$

X_1 = 4 cos Θ
X_1 = 4 cos 22,02
X_1 = 4 (0,927)

X_1 = 3,7082 m

$$\cos\ \theta = \frac{X_2}{4+2}$$

X_2 = 6 cos Θ
X_2 = 6 cos 22,02
X_2 = 6 (0,927)

X_2 = 5,5623 m

W es el peso de la viga = 100 kg x 9,81 m/seg^2
W = 981 Newton

Σ M_A = 0

+ - W (X_1) + P (X_2) = 0

- 981 (3,7082) + P (5,5623) = 0

- 3637,7442 + P (5,5623) = 0

P (5,5623) = 3637,7442

$$P = \frac{3637,7442}{5,5623}$$

P = 654 Newton

la reacción en A?

Σ F_Y = 0

R – W + P = 0
R – 981 + 654 = 0

R – 327 = 0

R = 327 Newton

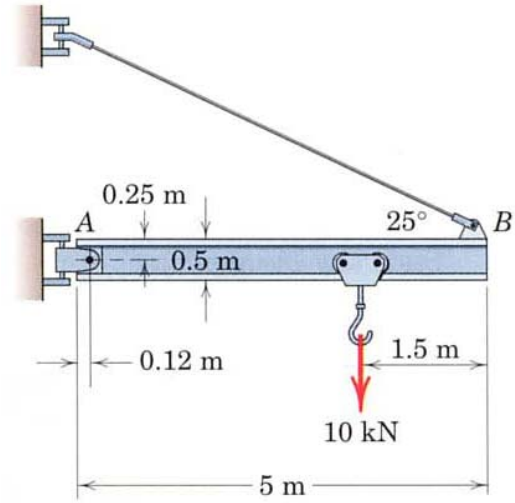
EJEMPLO Problema 3.4 meriam

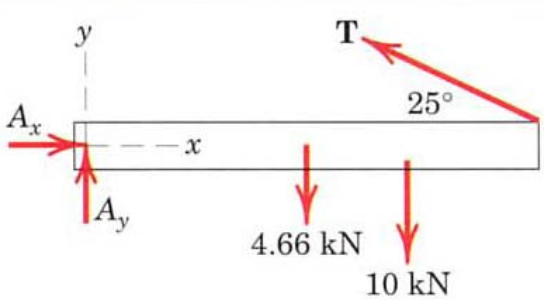
En la grúa de la figura, determinar la tensión T en el cable de soporte y el modulo de la fuerza en el pasador A. La viga AB es una viga en doble T estándar de 0,5 m y 95 kg por metro de longitud.

Solución algebraica

Evidentemente, el sistema es simétrico respecto al plano vertical x-y que pasa por el centro de la viga, por lo que el problema puede analizarse como de equilibrio de un sistema de fuerzas coplanarias. El diagrama de sólido libre de la viga es el representado en la figura con la reacción del pasador en A descompuesta en sus dos componentes rectangulares.

El peso de la viga esta aplicado en el centro. Se observara que hay tres incógnitas A_X , A_Y, T, las cuales pueden determinarsen con las tres ecuaciones de equilibrio. Empezaremos tomando momentos respecto A, con lo que eliminamos de la ecuación dos de las tres incógnitas. Al escribir esta ecuación, es mas sencillo considerar los momentos de las componentes x e y de T que calcular la distancia de T a A. Entonces, tomando como positivo el sentido antihorario, podemos escribir:

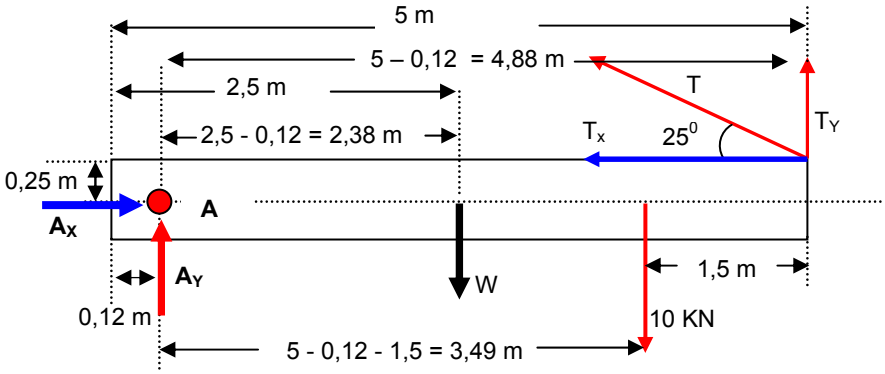




L = longitud de la viga = 5 metros
W es el peso de la viga = 95 kg por cada metro de longitud x 9,81 m/seg^2

W = 95 (5) 9,81 Newton
W = 4659,75 Newton
W = 4,65975 kNewton

W = 4,66 kNewton



$$\cos\ 25 = \frac{T_X}{T}$$

T_X = T cos 25

$$\text{sen}\ 25 = \frac{T_Y}{T}$$

T_Y = T sen 25

$\Sigma M_A = 0$

T_Y (5 – 0,12) + T_X (0,25) – 10 (5 – 0,12 – 1,5) – W (2,5 – 0,12) = 0

T sen 25 (4,88) + T cos 25 (0,25) – 10 (3,49) – 4,66 (2,38) = 0

4,88 T sen 25 + 0,25 T cos 25 – 34,9 – 11,09 = 0

4,88 T sen 25 + 0,25 T cos 25 = 34,9 + 11,09

4,88 T sen 25 + 0,25 T cos 25 = 45,99

4,88 T (0,4226) + 0,25 T (0,906) = 45,99

2,06 T + 0,226 T = 45,99

2,286 T = 45,9

$$T = \frac{45,9}{2,286} = 20,07 \text{ kN}$$

$\Sigma F_Y = 0$

$T_Y - 10 - W + A_Y = 0$

(20,07) sen 25 – 10 – 4,66 + A_Y = 0

(20,07) (0,422) – 10 – 4,66 + A_Y = 0

8,48 – 10 – 4,66 + A_Y = 0

A_Y = - 8,48 + 10 + 4,66

A_Y = 6,18 Kn

$\Sigma F_X = 0$

$A_X - T_X = 0$

A_X – T cos 25 = 0

A_X – (20,07) cos 25 = 0

A_X – (20,07) (0,906) = 0

A_X – 18,18 = 0

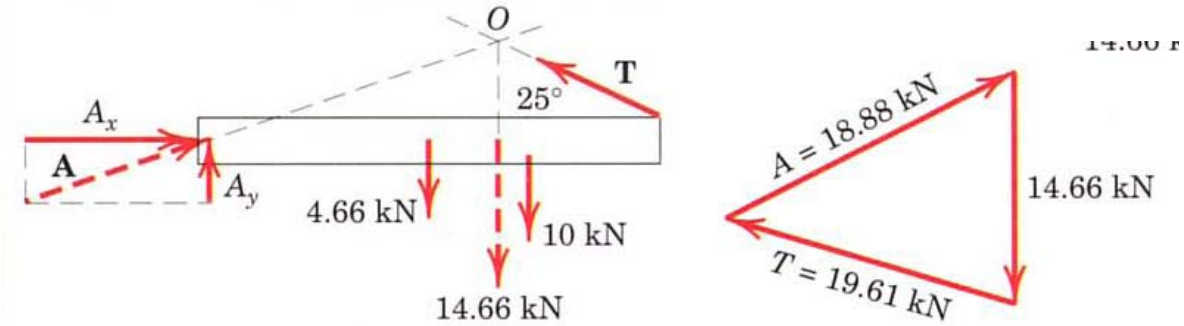
A_X = 18.18 kN

$$A = \sqrt{(A_X)^2 + (A_Y)^2}$$
$$A = \sqrt{(18,18)^2 + (6,18)^2}$$
$$A = \sqrt{330,51 + 38,19}$$
$$A = \sqrt{386,7}$$

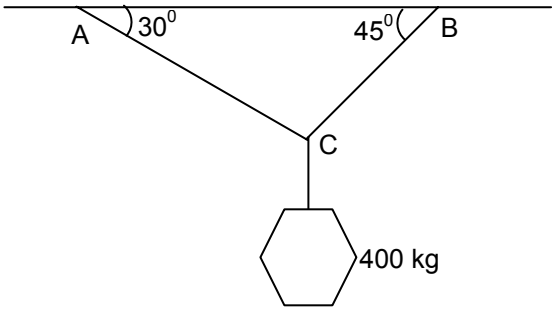
A = 19,2 kN.

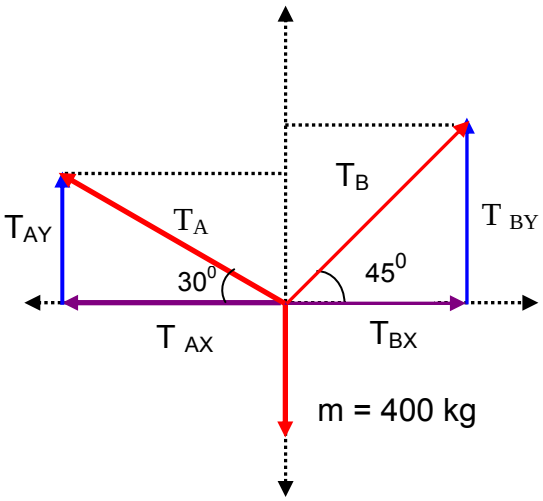
SOLUCION GRAFICA

Para la solución grafica se utiliza el principio de que tres fuerzas en equilibrio deben ser concurrentes, componiendo así las dos fuerzas verticales conocidas de 4,66 y 10 kn en una sola fuerza de 14,66 kn, situada tal como se muestra en el diagrama de sólido libre modificado de la figura inferior. La posición de esta carga puede determinarse grafica o algebraicamente. La intersección de la fuerza de 14,66 con la recta soporte de la tensión T desconocida define el punto de concurso O por el que debe pasar la recta soporte de la reacción A del pasador. Los módulos desconocidos de T y A pueden determinarsen ahora construyendo el polígono cerrado de fuerzas en equilibrio. Una vez dibujada a escala la carga vertical conocida, tal como se muestra en la figura inferior, por el extremo del vector representativo de la fuerza de 14,7 kn se traza una recta paralela a T. Análoga mente, por el origen de la fuerza de 14,7 kn se traza una recta paralela a A, cuya dirección ya conocemos. La intersección de las rectas representativas de los vectores T y A determina los módulos T y A de estas para que sea nula la suma de las tres fuerzas. Esos módulos pueden medirse directamente sobre el diagrama dibujado a escala. Las componentes x y y de A pueden construirse, si se desea, sobre el polígono de fuerzas.



Problema 3.1 Estática Meriam edición tres
Hallar las tensiones en los cables CA y CB
T_{CA} = 2870 N T_{CB} = 3520 N





$$\text{sen } 30 = \frac{T_{AY}}{T_A}$$

T_{AY} = T_A sen 30

$$\cos 30 = \frac{T_{AX}}{T_A}$$

T_{AX} = T_A cos 30

$$\text{sen } 45 = \frac{T_{BY}}{T_B}$$

T_{BY} = T_B sen 45

$$\cos 45 = \frac{T_{BX}}{T_B}$$

T_{BX} = T_B cos 45

$\Sigma F_X = 0$
$T_{BX} - T_{AX} = 0$ **(ecuación 1)**
$T_{BX} = T_{AX}$

T_B . cos 45 = T_A . cos 30

$$T_B = T_A \frac{\cos 30}{\cos 45} = T_A \frac{0{,}866}{0{,}707} = T_A \; 0{,}7381$$

T_B = 0,7381 T_A (Ecuacion 1)

W = m x g = 400 kg x 9,81 m/seg^2
W = 3924 Newton

$\Sigma F_Y = 0$
$T_{AY} + T_{BY} - W = 0$
$T_{AY} + T_{BY} = W$ pero: W = 3924 Newton

$T_{AY} + T_{BY} = 3924$

T_A sen 30 + T_B sen 45 = 3924 (ecuación 2)

Reemplazando la ecuación 1 en la ecuación 2

T_B = 0,7381 T_A (Ecuación 1)

T_A sen 30 + T_B sen 45 = 3924

T_A sen 30 + (0,7381 T_A) sen 45 = 3924

T_A sen 30 + (0,7381 T_A) (0,7071) = 3924

0,5 T_A + 0,5219 T_A = 3924

1,0219 T_A = 3924

$$T_A = \frac{3924}{1{,}0219} = 3839{,}9 \text{ N}$$

Para hallar T_B se reemplaza en la ecuación 1.

$T_B = 0{,}7381\ T_A$ (Ecuación 1)

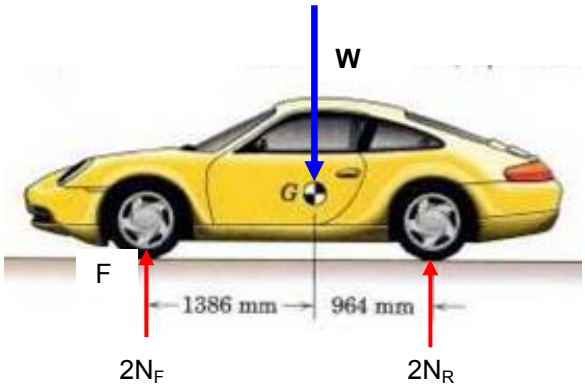
$T_B = 0{,}7381\ (3839{,}9)$

T_B = 2834,23 Newton

Problema 3.1 Estática Meriam edición cinco; Problema 3.2 Estática Meriam edición seis
The mass center G of the 1400 kg rear-engine car is located as shown in the figure. Determine the normal force under each tire when the car is in equilibrium. State any assumptions.

2 N_F son las dos fuerzas que ejercen las dos llantas delanteras
2 N_R son las dos fuerzas que ejercen las dos llantas traseras

W es el peso del carro = 1400 kg x 9,81 m/seg^2
W = 13734 Newton



$\Sigma F_Y = 0$
$2 N_F + 2 N_R - W = 0$

$2 N_F + 2 N_R = W$ (Ecuación 1)

$\Sigma M_F = 0$

$- W (1{,}386) + 2N_R (1{,}386 + 0{,}964) = 0$

$- 13734 (1{,}386) + 2N_R (2{,}35) = 0$

$- 19035{,}324 + 2N_R (2{,}35) = 0$

$2N_R (2{,}35) = 19035{,}324$

$4{,}7\ N_R = 19035{,}324$

$2 N_F + 2 N_R = W$ (Ecuación 1)

$2 N_F + 2 (4050) = 13734$

$2 N_F + 8100 = 13734$

$2 N_F = 5634$

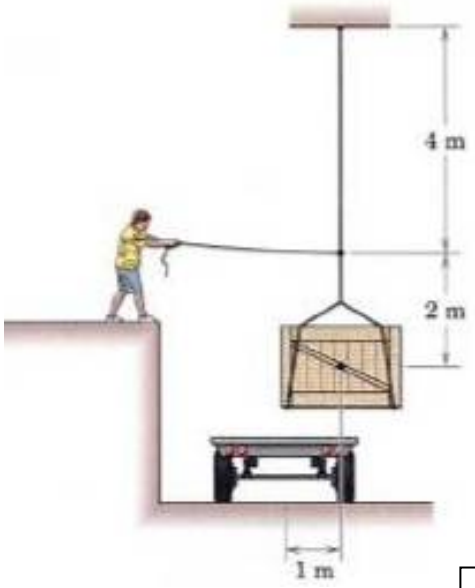
$$N_F = \frac{5634}{2} = 2817 \text{ N}$$

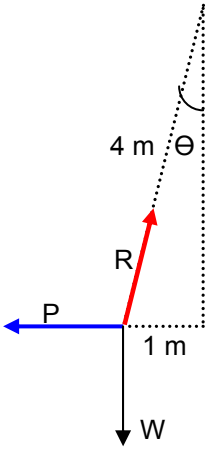
$$N_R = \frac{19035{,}324}{4{,}7} = 4050\ N$$

N_R = 4050 Newton

Problema 3.2 Estática Meriam edición tres; Problema 3.7 Estática Meriam edición cinco

Que fuerza horizontal P debe ejercer el operario sobre la cuerda para colocar el embalaje de 50 kg exactamente en la vertical del vehiculo?





W = m x g

W = 50 kg x 9,8 m/seg^2

W = 490 Newton

$$\text{sen}\ \theta = \frac{1}{4} = 0{,}25$$

Θ = arcsen 0,25

Θ = 14,47^0

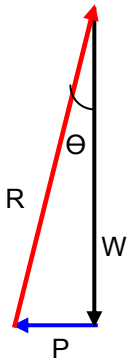
$$\text{tag}\ \theta = \frac{P}{W}$$

P = W tg Θ

P = 490 (tg 14,47)

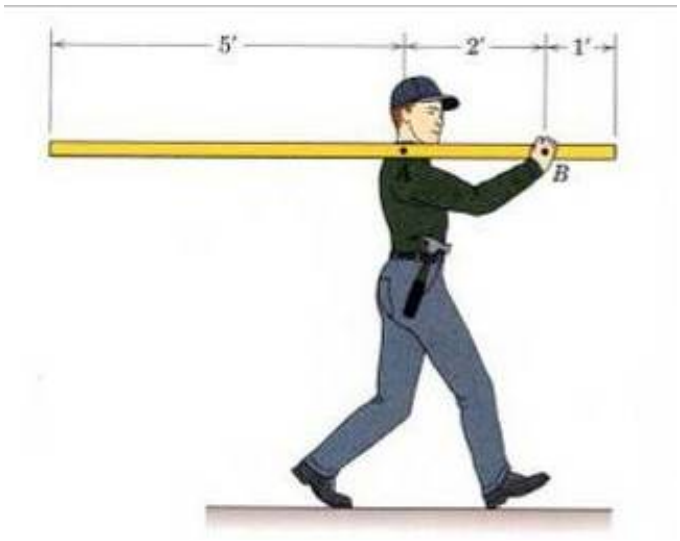
P = 490 (0,2581)

P = 126,51 Newton



Problema 3.2 Estática Meriam edición cinco; Problema 3.3 Estática Meriam edición seis

A Carpenter carries a 12 lb 2 in. by 4 in board as shown. What downward force does be feel on his shoulder at A?



$\Sigma M_B = 0$

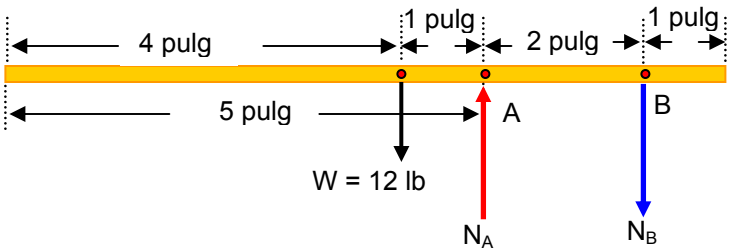
$\curvearrowright +$ $12\,(1 + 2) - N_A\,(2) = 0$

$12\,(3) - N_A\,(2) = 0$

$N_A\,(2) = 12\,(3)$

$2\,N_A = 36$

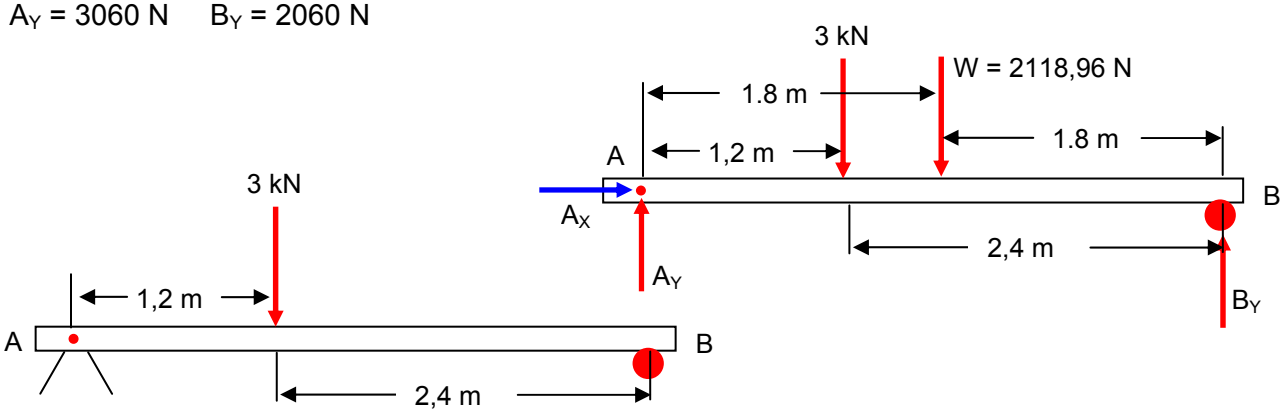
N_A = 18 lb.



Problema 3.3 Estática Meriam edición tres

La masa de la viga uniforme es de 60 kg por metro de longitud. Hallar las reacciones en los apoyos.

A_Y = 3060 N B_Y = 2060 N



La viga tiene una masa de 60 kg por cada metro de longitud. Pero la viga tiene una longitud de 3,6 metros

Masa total = 60 (2,4 + 1,2)

Masa total = 60 (3,6)

Masa total = 216 kg

W total de la viga = 216 kg x 9,81 m/seg^2

W total de la viga = 2118,96 Newton

$\Sigma M_A = 0$

$\circlearrowleft +$ $M_A = - 3000 (1,2) – w (1,8)+ B_Y (2,4 + 1,2) = 0$

$- 3000 (1,2) – 2118,96 (1,8) + B_Y (3,6) = 0$

$B_Y (3,6) = 2118,96 (1,8) + 3000 (1,2)$

$B_Y (3,6) = 2118,96 (1,8) + 3600$

$B_Y (3,6) = 3814,128 + 3600$

$B_Y (3,6) = 7414,128$

$$B_Y = \frac{7414,128}{3,6} = 2059,48 \text{ N}$$

$\Sigma M_B = 0$

$\circlearrowleft +$ $M_B = - A_Y (1,2 + 2,4) + 3000 (2,4) + W (1,8) = 0$

$- A_Y (1,2 + 2,4) + 3000 (2,4) + 2118,96 (1,8) = 0$

$3000 (2,4) + 2118,96 (1,8) = A_Y (1,2 + 2,4)$

$3000 (2,4) + 2118,96 (1,8) = A_Y (3,6)$

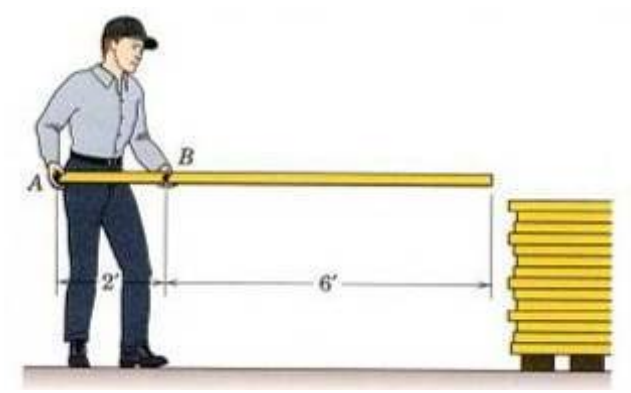
$7200 + 3814,128 = 3,6 A_Y$

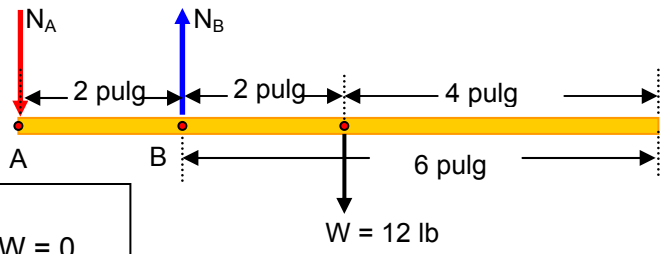
$3,6 A_Y = 11014,128$

$$A_Y = \frac{11014,128}{3,6} = 3059,48 \text{ N}$$

Problema 3.3 Estática Meriam edición cinco

A Carpenter holds a 12 lb 2 in. by 4 in board as shown. If he exerts vertical forces on the board, determine the forces at A and B?





$\Sigma M_A = 0$

$M_A = N_B (2) - 12 (2 + 2) = 0$

$M_A = N_B (2) - 12 (4) = 0$

$N_B (2) = 12 (4)$

$2 N_B = 48$

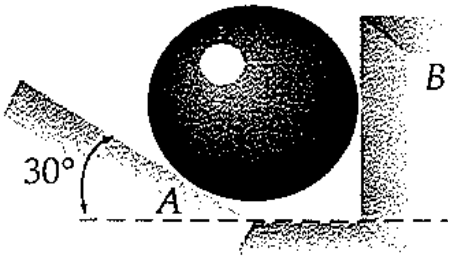
N_B = 24 lb.

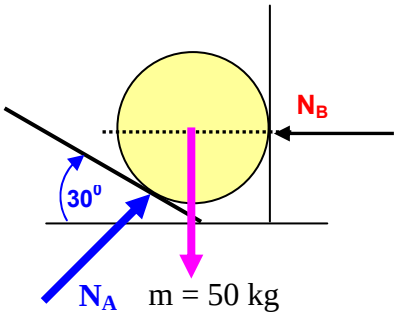
$\Sigma F_Y = 0$
$- N_A + N_B - W = 0$

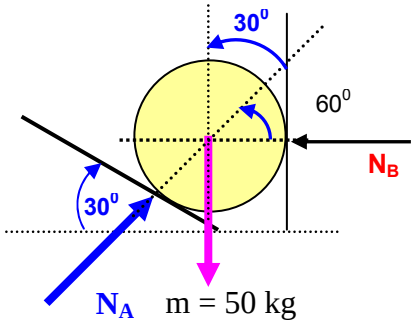
$- N_A + 24 - 12 = 0$
$- N_A + 12 = 0$

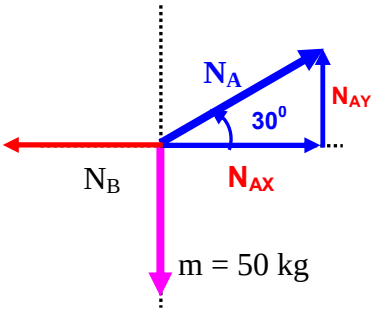
N_A = 12 lb.

Problema 3.4 Estática Meriam edición tres
La esfera homogénea y lisa de 50 kg descansa sobre el plano inclinado 30 grados y se apoya contra la pared lisa vertical B. Hallar las fuerzas de contacto en A y B.









$N_{AX} = N_A \cos 30$
$N_{AY} = N_A \text{ sen } 30$

$\Sigma F_X = 0$
$N_{AX} - N_B = 0$
$N_A \cos 30 - N_B = 0$

$N_A \cos 30 = N_B$ **Ecuación 1**

REEMPLAZANDO en la ecuación 1
$N_A \cos 30 = N_B$ **Ecuación 1**

$N_B = N_A \cos 30$

$N_B = (981) \cos 30$

N_B = 849,57 Newton

$W = m \times g = 50 \text{ kg} \times 9{,}81 \text{ m/seg}^2$
W = 490,5 Newton

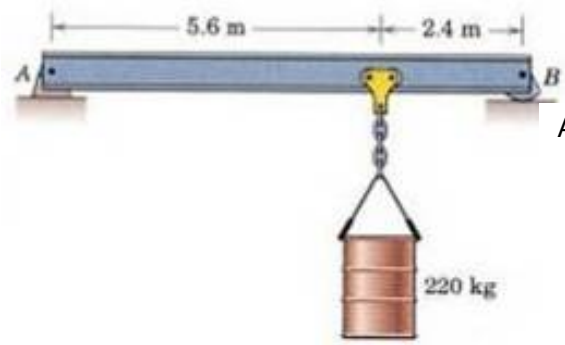
$\Sigma F_Y = 0$
$N_{AY} - W = 0$
$N_{AY} = W$
N_{AY} = 490,5 Newton

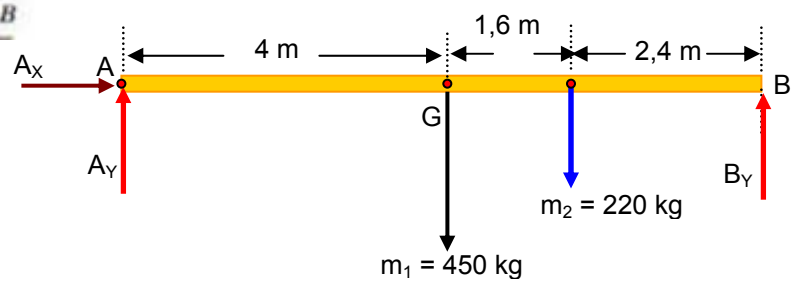
$$\text{sen } 30 = \frac{N_{AY}}{N_A}$$

$$N_A = \frac{N_{AY}}{\text{sen } 30} = \frac{490{,}5}{0{,}5} = 981 \text{ Newton}$$

N_A = 981 Newton

Problema 3.4 Estática Meriam edición cinco; Problema 3.6 Estática Meriam edición seis
The 450 kg uniform I-beam supports the load shown. Determine the reactions at the supports.





m_1 = masa de la viga
$W_1 = m_1 \times g$
$W_1 = 450 \text{ kg} \times 9{,}81 \text{ m/seg}^2$
W_1 = 4410 Newton

m_2 = masa del tambor
$W_2 = m_2 \times g$
$W_2 = 220 \text{ kg} \times 9{,}81 \text{ m/seg}^2$
W_2 **= 2156 Newton**

$\Sigma M_A = 0$

$M_A = - W_1 (4) - W_2 (4 + 1{,}6) + B_Y (4 + 1{,}6 + 2{,}4) = 0$

$M_A = - 4410 (4) - 2156 (4 + 1{,}6) + B_Y (4 + 1{,}6 + 2{,}4) = 0$

$M_A = - 4410 (4) - 2156 (5{,}6) + B_Y (8) = 0$

$- 17640 - 12073{,}6 + 8 B_Y = 0$

$\Sigma F_Y = 0$
$- A_Y - w_1 - w_2 + B_Y = 0$

$- A_Y - 4410 - 2156 + 3714{,}2 = 0$

$- A_Y - 4410 - 2156 + 3714{,}2 = 0$

$- A_Y - 2851{,}8 = 0$

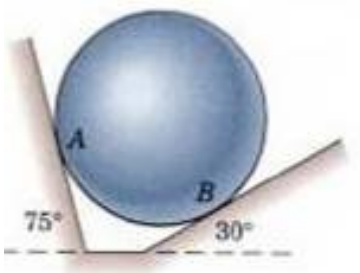
$A_Y = 2851{,}8$ Newton

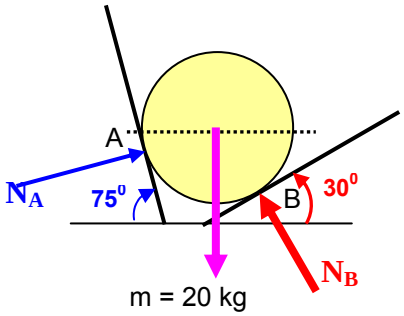
$8\ B_Y = 17640 + 12073{,}6$

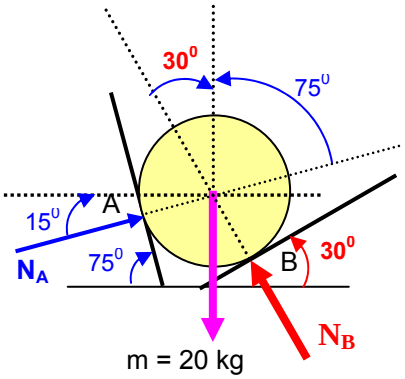
$8\ B_Y = 29713{,}6$

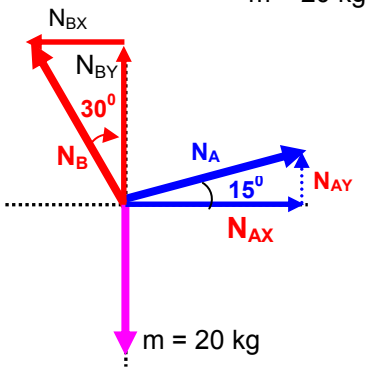
B_Y = 3714,2 Newton

Problema 3.5 Estática Meriam edición cinco; Problema 3.8 Estática Meriam edición seis
The 20 kg homogeneous smooth sphere rest on the two inclines as shown. Determine the contact forces at A and B.









$N_{AX} = N_A \cos 15$
$N_{AY} = N_A \text{ sen } 15$

$N_{BX} = N_B \text{ sen } 30$
$N_{BY} = N_B \cos 30$

$\Sigma F_X = 0$
$N_{AX} - N_{BX} = 0$

$\Sigma F_Y = 0$
$N_{AY} + N_{BY} - W = 0$

$N_{AY} + N_{BY} = W$

$N_{AY} + N_{BY} = 196{,}2$

N_A sen 15 + N_B cos 30 = 196,2 Ecuación 2

N_A cos 15 - N_B sen 30 = 0 Ecuación 1

m_1 = masa de la bola
$W_1 = m_1 \times g$
$W_1 = 20 \text{ kg} \times 9{,}81 \text{ m/seg}^2$
W_1 = 196,2 Newton

Resolver la ecuac 1 y la ecuac 2.

$N_A \cos 15 - N_B \text{ sen } 30 = 0$
$N_A \text{ sen } 15 + N_B \cos 30 = 196{,}2$

$0{,}9659\ N_A - (0{,}5)\ N_B = 0\ (0{,}866)$
$0{,}2588\ N_A + (0{,}866) N_B = 196{,}2\ (0{,}5)$

$0{,}8365\ N_A - \cancel{0{,}433\ N_B} = 0$
$0{,}1294\ N_A + \cancel{0{,}433\ N_B} = 98{,}1$

$0{,}8364\ N_A + 0{,}1294\ N_A) = 98{,}1$

$0{,}9659\ N_A = 98{,}1$

Pero:
N_A cos 15 - N_B sen 30 = 0 Ecuación 1

$(101{,}56) \cos 15 - \mathbf{N_B} \text{ sen } 30 = 0$

$(101{,}56)\ (0{,}9659) - \mathbf{N_B}\ (0{,}5) = 0$

$98{,}1 - \mathbf{N_B}\ (0{,}5) = 0$

$0{,}5\ N_B = 98{,}1$

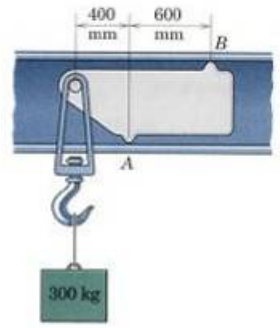
$$N_B = \frac{98{,}1}{0{,}5} = 196{,}2 \text{ Newton}$$

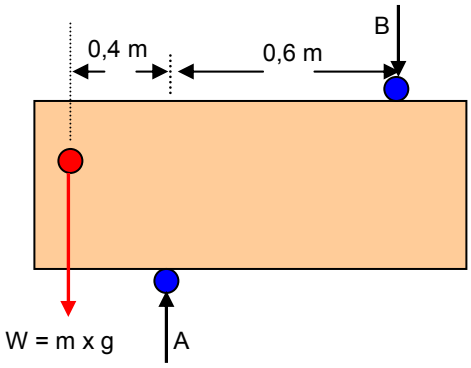
$$N_A = \frac{98,1}{0,9659} = 101,56 \text{ Newton}$$

N_A = 101,56 Newton

Problema 3.6 Estática Meriam edición tres; Problema 3.13 Estática Meriam edición cinco; Problema 3.14 Estática Meriam edición seis

Para facilitar el cambio de posición de un gancho elevador cuando no lleva carga, se utiliza un sustentador deslizante como el representado. Los resaltes A y B se encajan en las alas de una viga de cajón cuando el gancho que sale por una ranura horizontal practicada en la viga soporta una carga. Calcular las reacciones en A y B cuando el gancho sostiene una masa de 300 kg.





m = masa de la carga
W = m x g
W = 300 kg x 9,81 m/seg^2
W = 2943 Newton

$\Sigma M_A = 0$

$M_A = - W (0,4) + B (0,6) = 0$

$- 2943 (0,4) + B (0,6) = 0$

$- 1177,2 + 0,6 B = 0$

$0,6 B = 1177,2$

$$B = \frac{1177,2}{0,6} = 1962 \text{ Newton}$$

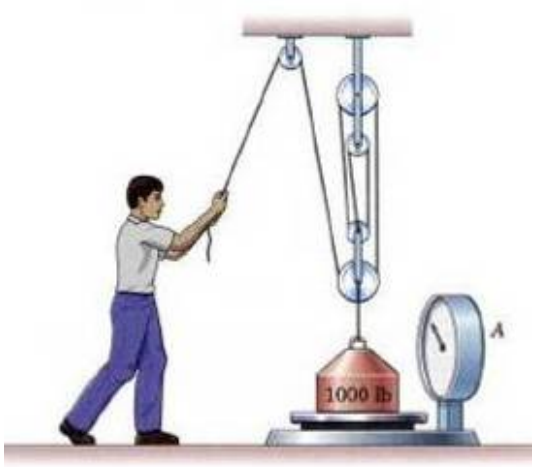
B = 1962 Newton

$\Sigma F_Y = 0$
$- W + A – B = 0$

$- 2943 + A – 1962 = 0$
$- 4905 + A = 0$
A = 4905 Newton

Problema 3.6 Estática Meriam edición cinco; Problema 3.11 Estática Meriam edición seis

With what force magnitude T must the person pull on the cable in order to cause the scale A to read 500 lb? The weights of the pulleys and cables are negligible. State any assumptions.



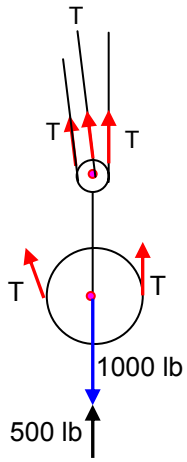
$\Sigma F_Y = 0$

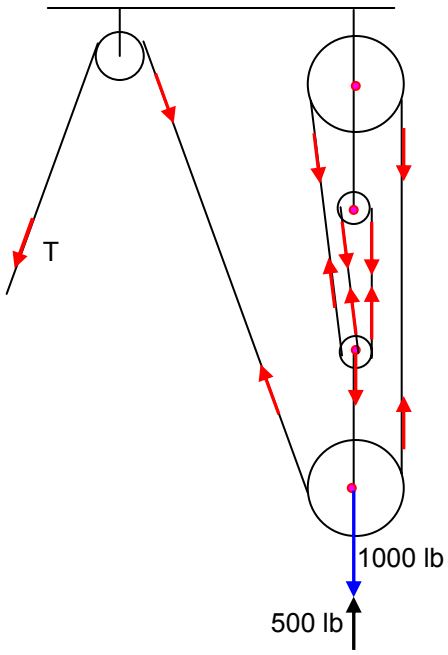
$5\,T + 500 - 1000 = 0$

$5\,T - 500 = 0$

$5\,T = 500$

$T = 100$ lb.





Problema 3.7 Estática Meriam edición tres

Hallar las reacciones en A y E si P = 500 N. Cual puede ser el valor máximo de P para que haya equilibrio estático? El peso de la estructura se considera despreciable respecto a las cargas aplicadas.

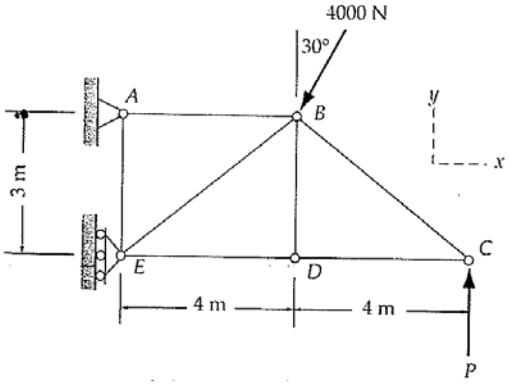
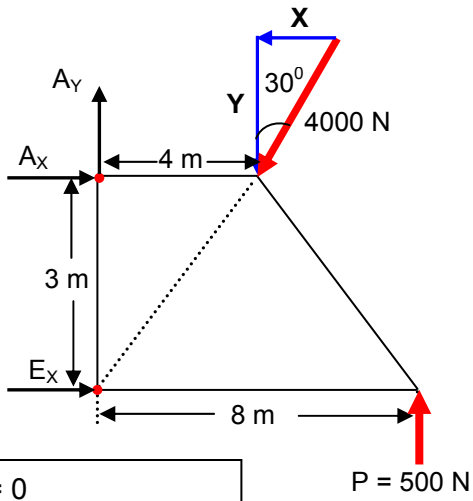


Figura problema 3.7



$$\text{sen } 30 = \frac{X}{4000}$$

X = 4000 sen 30

X = 4000 (0,5)

X = 2000 Newton

$$\cos 30 = \frac{Y}{4000}$$

Y = 4000 cos 30

Y = 4000 (0,866)

Y = 3464,1 Newton

$\Sigma F_Y = 0$

$A_Y - Y + 500 = 0$

$A_Y - 3463{,}1 + 500 = 0$

$A_Y - 2964{,}1 = 0$

A_Y = 2964,1 Newton

$\Sigma F_X = 0$

$A_X + E_X - X = 0$
$A_X + E_X - 2000 = 0$

$\Sigma M_A = 0$

$M_A = E_X (3) + 500 (8) - Y (4) = 0$

$M_A = E_X (3) + 500 (8) - 3464{,}1 (4) = 0$

$E_X (3) + 4000 - 13856.4$

$E_X (3) = - 4000 + 13856.4$

$E_X (3) = 9856{,}4$

$$E_X = \frac{9856{,}4}{3}$$

E_X = 3285,46 Newton

$A_X + E_X - 2000 = 0$

$A_X + 3285{,}46 - 2000 = 0$

$A_X = - 3285{,}46 + 2000 = 0$

A_X = - 1285,46 Newton

Cual puede ser el valor máximo de P para que haya equilibrio estático?

Si P es máximo

$E_X = 0$ $\Sigma M_A = 0$

$M_A = P (8) - Y (4) = 0$

$M_A = P (8) - 3464{,}1 (4) = 0$

$8 P - 13856.4 = 0$

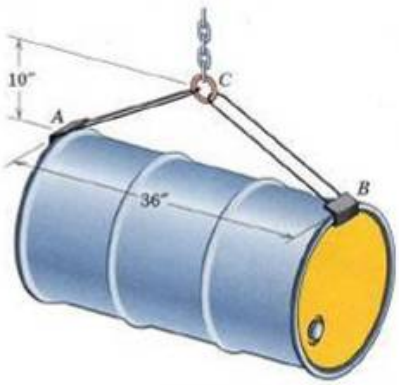
$8 P = 13856.4$

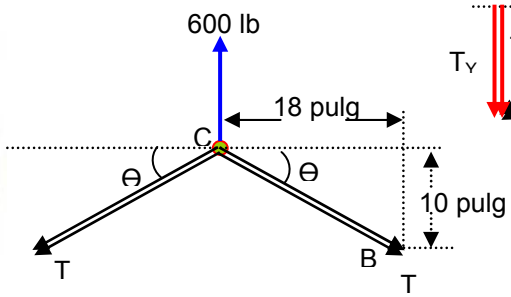
$$P = \frac{13856{,}4}{8} = 1732 \text{ Newton}$$

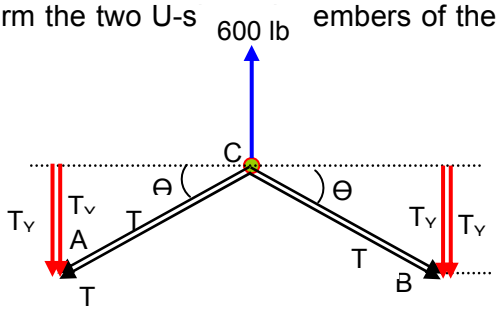
P = 1732 Newton

Problema 3.8 Estática Meriam edición cinco

The 600 lb drum is being hoisted by the lifting device which hooks over the end lips of the drum. Determine the tension T in each of the equal-length rods which form the two U-s embers of the device.







$\Sigma F_Y = 0$
$600 - T_Y - T_Y - T_Y - T_Y = 0$

$600 - 0{,}4855\ T - 0{,}4855\ T - 0{,}4855\ T - 0{,}4855\ T = 0$

$$\text{tg}\,\theta = \frac{10}{18} = 0{,}5555$$

Θ = arc tg 0,555

Θ = $29{,}05^0$

$$sen\theta = \frac{T_Y}{T}$$

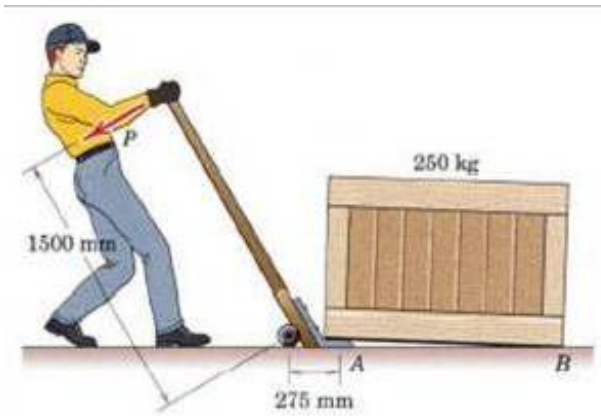
T_Y = T sen Θ

T_Y = T sen 29,05

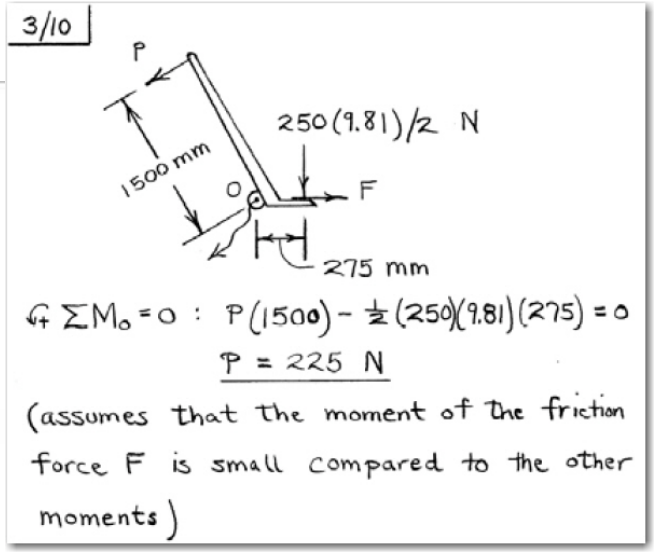
T_Y = 0,4855 T

Problema 3.10 Estática Meriam edición cinco

Determine the force magnitude P required to lift one end of the 250 kg crate with the lever dolly as shown. State any assumptions.

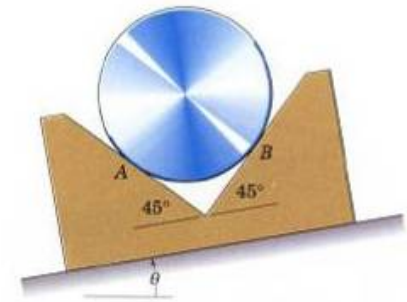


Problem 3/10

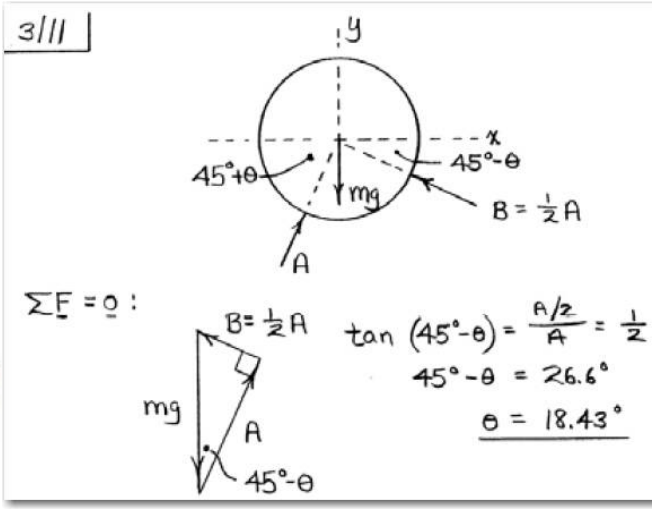


Problema 3.11 Estática Meriam edición cinco

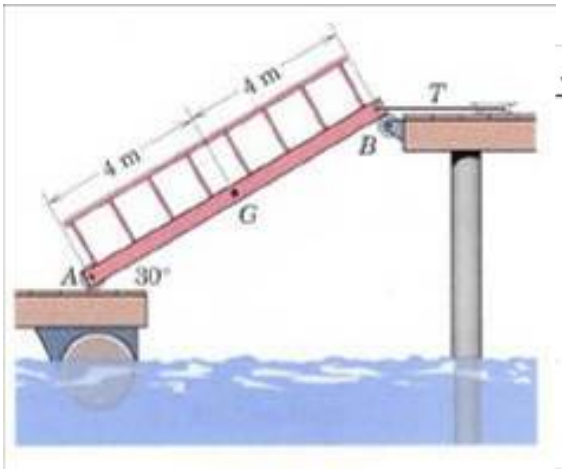
Find the angle of tilt Θ with the horizontal so that the contact force at B will be one-half that at A for the smooth cylinder.

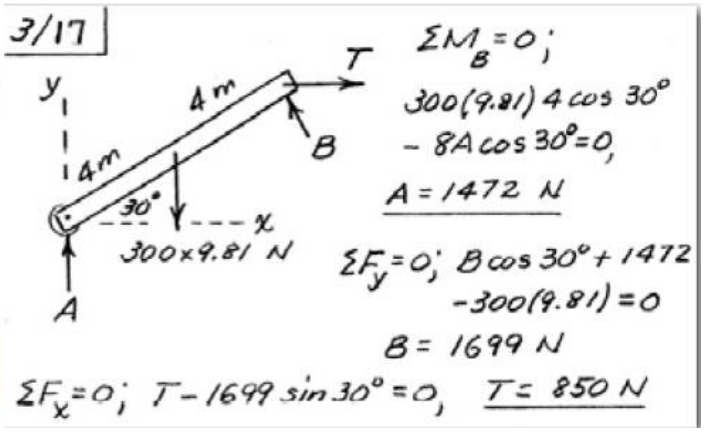


Problem 3/11

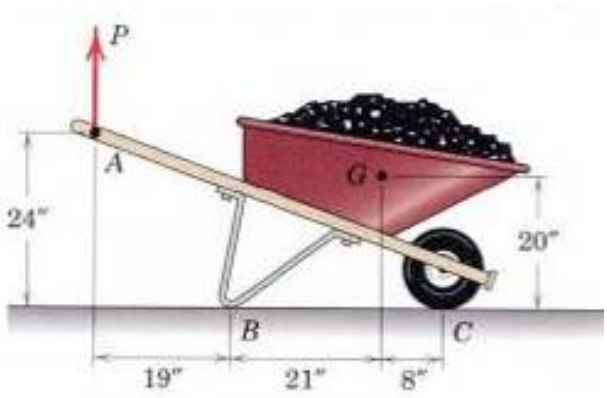


Problema 3.12 Estática Meriam edición tres; Problema 3.17 Estática Meriam edición cinco
Para que se acomode a las subidas y bajadas de la marea, la plancha entre el embarcadero y el flotador se apoya, tal como se muestra, en los dos rodillos. Si el centro de masa de la plancha de 300 kg esta en G, calcular la tracción T que sufre el cable horizontal asegurado a la cornamusa y la fuerza bajo el rodillo A.

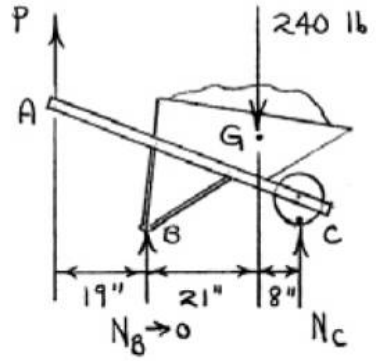




Problema 3.12 Estática Meriam edición cinco
Determine the magnitude P of the vertical force required to lift the wheelbarrow free of the ground at point B. The combined weight of the wheelbarrow and its load is 240 lb with center of gravity at G.



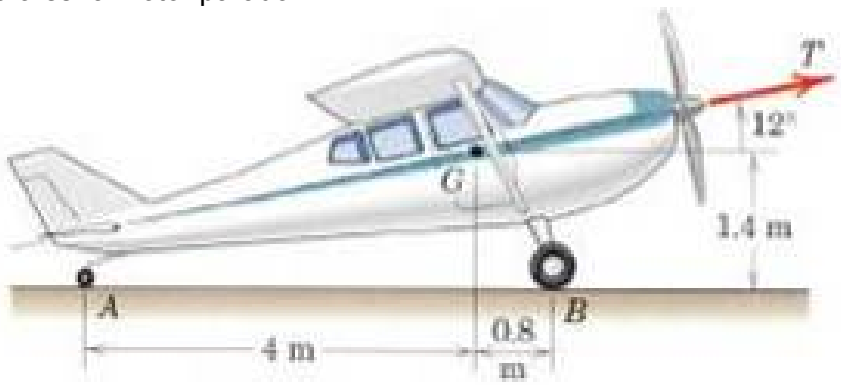
3/12



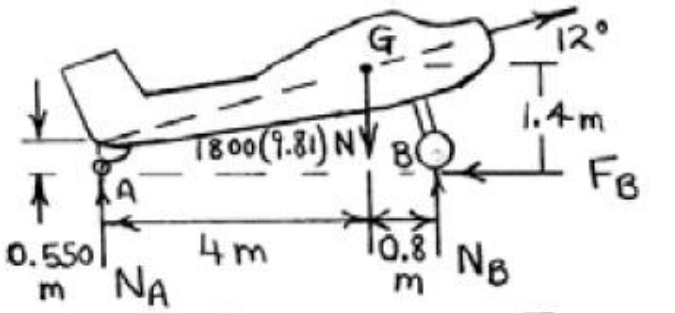
$\circlearrowleft + \sum M_C = 0: \quad P(48) - 240(8) = 0$

$P = 40 \text{ lb}$

Problema 3.13 Estática Meriam edición tres; Problema 3.37 Estática Meriam edición cinco
Durante una prueba del motor, la hélice genera un empuje T de 3000 N sobre el avión de 1800 kg. Con centro de masa G. Las ruedas principales B están trabadas y no patinan y la pequeña rueda de cola A esta sin frenar. Calcular la variación porcentual n de las fuerzas normales en A y B respecto a sus valores “a motor parado”



3/37



Engine off : $T = 0$, $F_B = 0$

$$\begin{cases} \Sigma M_A = 0: \quad 1800(9.81)4 - N_B(4.8) = 0 & N_B = 14\,720 \text{ N} \\ \Sigma F_y = 0: \quad N_A + 14\,720 - 1800(9.81) = 0, & N_A = 2940 \text{ N} \end{cases}$$

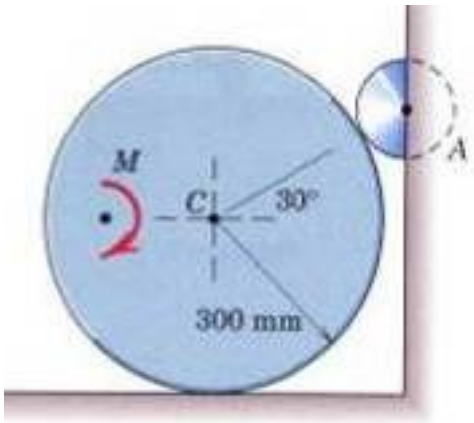
$$\Sigma M_A = 0: \quad 1800(9.81)4 - N_B'(4.8) + 3000\cos 12°\,(0.550) = 0$$

$$N_B' = 15{,}050 \text{ N}$$

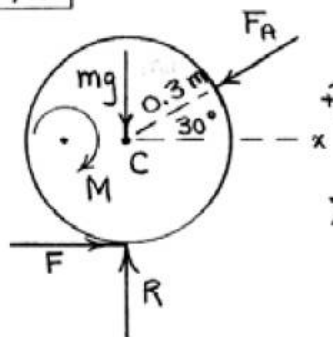
$$\Sigma F_y = 0: \quad N_A' + 15{,}050 - 1800(9.81) + 3000\sin 12° = 0, \quad N_A' = 1983 \text{N}$$

$$n_A = \frac{N_A' - N_A}{N_A}(100) = \underline{-32.6\%}, \quad n_B = \frac{N_B' - N_B}{N_B} = \underline{2.28\%}$$

Problema 3.14 Estática Meriam edición tres; Problema 3.15 Estática Meriam edición cinco
La rueda de 100 kg descansa sobre una superficie rugosa y carga contra el rodillo A cuando se aplica el par M. Si este vale 60 N.m y la rueda no patina, calcular la reacción sobre el rodillo A.



3/15



$$mg = 100(9.81) = 981 \text{ N}$$

$$M = 60 \text{ N}\cdot\text{m}$$

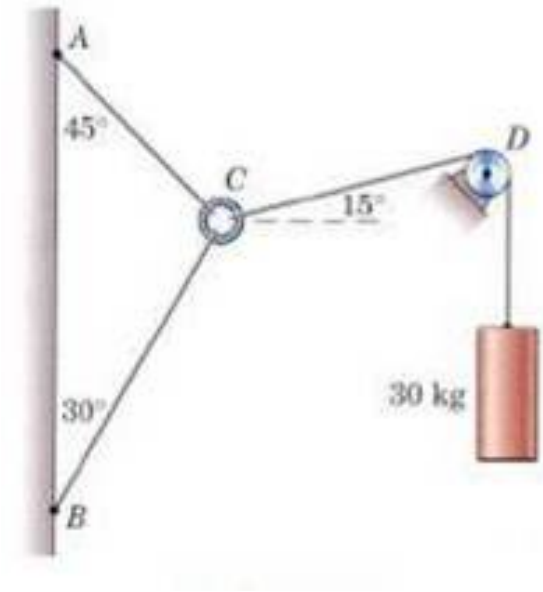
$$+\circlearrowleft \Sigma M_C = 0: \quad 60 - 0.3F = 0$$

$$F = 200 \text{ N}$$

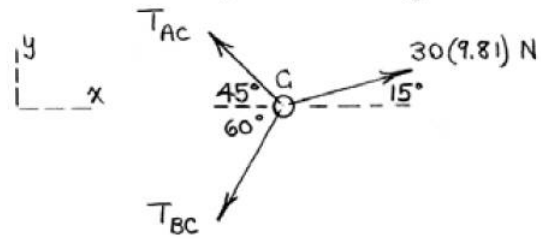
$$\Sigma F_x = 0: \quad -F_A\cos 30° + 200 = 0$$

$$\underline{F_A = 231 \text{ N}}$$

Problema 3.14 Estática Meriam edición cinco; Problema 3.15 Estática Meriam edición seis
Three cables are joined at the junction ring C. Determine the tension in cables AC and BC caused by the ewight of the 30 kg cylinder



3/14 FBD of junction ring C:



$$\begin{cases} \Sigma F_x = 0 : -T_{AC}\cos 45° - T_{BC}\cos 60° + 30(9.81)\cos 15° = 0 \\ \Sigma F_y = 0 : T_{AC}\sin 45° - T_{BC}\sin 60° + 30(9.81)\sin 15° = 0 \end{cases}$$

Solve simultaneously to obtain

$$\begin{cases} T_{AC} = 215 \text{ N} \\ T_{BC} = 264 \text{ N} \end{cases}$$

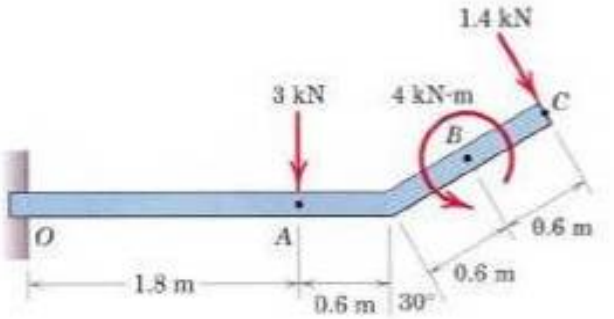
Problema 3.15 Estática Meriam edición tres; Problema 3.9 Estática Meriam edición cinco
Que fracción del peso W de un avión a reacción ha de ser el empuje neto (empuje en tobera T menos resistencia del aire R) para que se eleve a velocidad constante formando un ángulo θ con la horizontal?

3/9

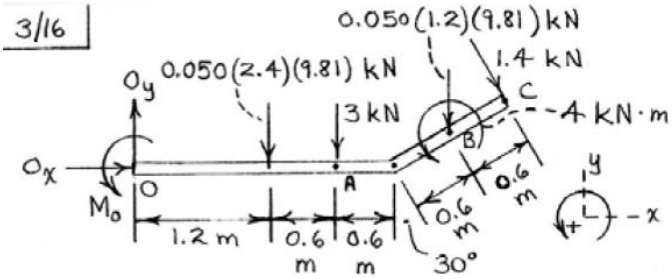
$$\Sigma F_x = 0 : \quad T - R - W\sin\theta = 0$$

$$n = \frac{T-R}{W} = \underline{\sin\theta}$$

Problema 3.16 Estática Meriam edición cinco; Problema 3.17 Estática Meriam edición seis
The uniform beam has of 50 kg per meter of length. Compute the reactions at the support O. The force loads shown lie in a vertical plane.



3/16



$\Sigma F_x = 0: \quad O_x + 1.4 \sin 30° = 0$

$\underline{O_x = -0.7 \text{ kN}}$

$\Sigma F_y = 0: \quad O_y - 0.050(2.4)(9.81) - 3 - 1.4 \cos 30°$

$- 0.050(1.2)(9.81) = 0, \quad \underline{O_y = 5.98 \text{ kN}}$

$\Sigma M_o = 0: \quad M_o - 0.050(2.4)(9.81)(1.2) - 3(1.8)$

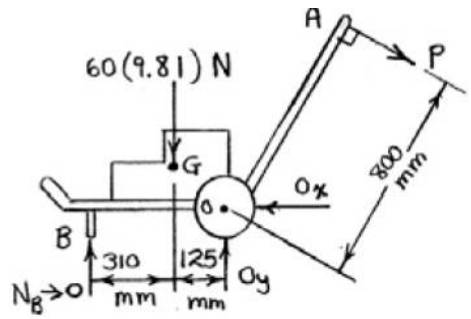
$- 0.050(1.2)(9.81)(2.4 + 0.6 \cos 30°) + 4$

$- 1.4(2.4 \cos 30° + 1.2) = 0, \quad \underline{M_o = 9.12 \text{ kN·m}}$

Problema 3.18 Estática Meriam edición cinco

Determine the magnitude P of the force which the man must exert perpendicular to the handle of the high-pressure washer in order to cause loss of contact at the front support B. Note that the operator prevents movement of the wheel with his left foot. The 60 kg machine has its mass center at point G. Treat the problem as two dimensional

3/18

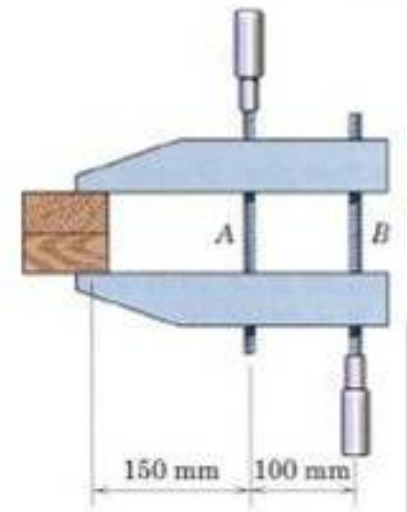


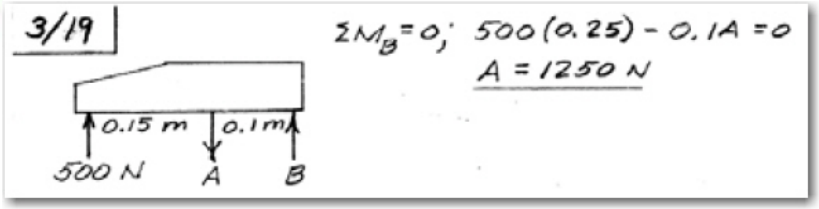
$\circlearrowleft + \Sigma M_o = 0: \quad 60(9.81)(125) - P(800) = 0$

$\underline{P = 92.0 \text{ N}}$

Problema 3.19 Estática Meriam edición cinco

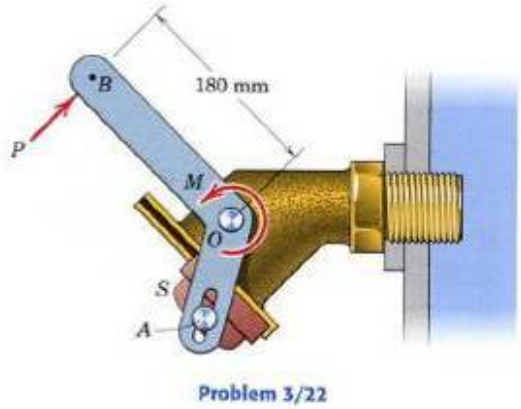
If the screw B of the wood clamp is tightened so that the two blocks are under a compression of 500 N, determine the force in screw A. (Note: The force supported by each screw may be taken in the direction of the screw.)

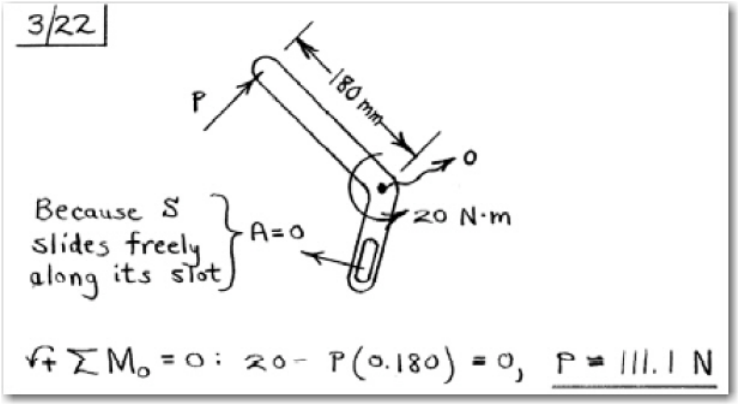




Problema 3.22 Estática Meriam edición cinco

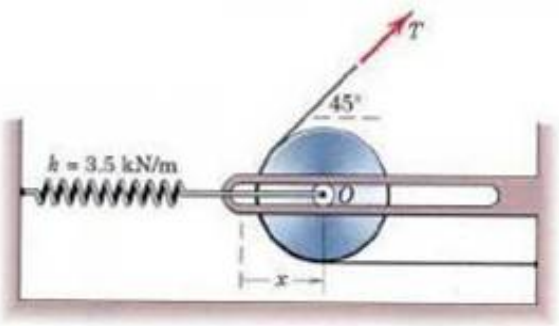
The elements of a heavy-duty fluid valve are shown in the figure. When the member OB rotates clockwise about the fixed pivot O under the action of the force P, the element S slides freely upward in its slot, releasing the flow. If an internal torsional spring exerts a moment M = 20 N.m as shown, determine the force P required to open the valve. Neglect all friction.

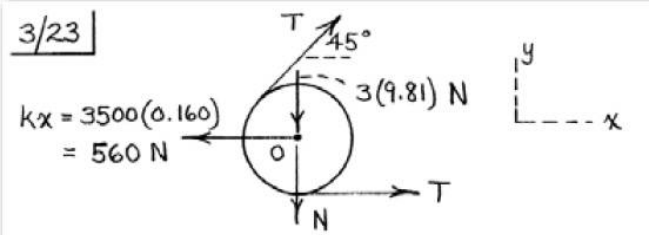




Problema 3.23 Estática Meriam edición cinco

The spring of modulus k = 3,5 Kn/m is stretched 10 mm when the disk center O is in the leftmost position x = 0. Determine the tension T required to position the disk center at x = 150 mm. At that position,what force N is exerted on the horizontal slotted guide? The mass of the disk is 3 kg.





$\Sigma F_x = 0: \; T(1 + \cos 45°) - 560 = 0$

$\underline{T = 328 \text{ N}}$

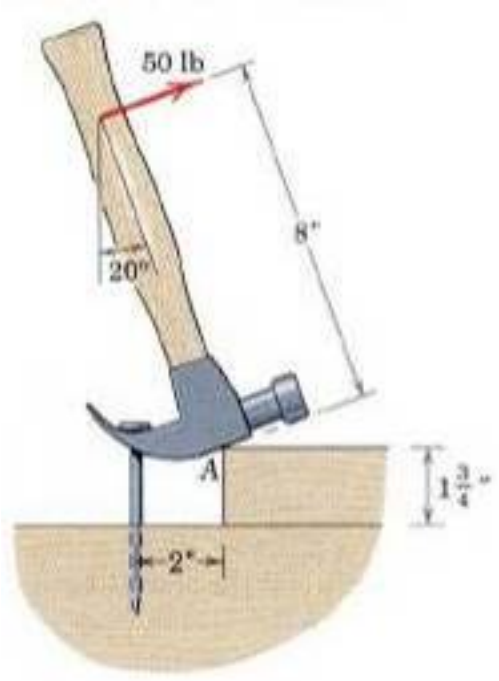
$\Sigma F_y = 0: \; 328(\sin 45°) - 3(9.81) - N = 0$

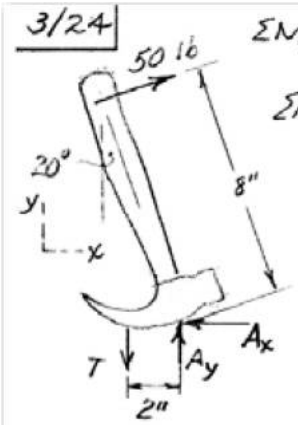
$N = 203 \text{ N} \quad (\text{down})$

The force on the guide is then

$N = 203 \text{ N} \quad \text{up}$

Problema 3.24 Estática Meriam edición cinco; Problema 3.25 Estática Meriam edición seis
En la figura se muestra de que modo un bloque colocado bajo la cabeza de un martillo de orejas puede facilitar notablemente la extracción de un clavo. Si para arrancar este hace falta tirar del mango con una fuerza de 200 N, calcular la tracción T en el clavo y la intensidad A de la fuerza ejercida por la cabeza del martillo sobre el bloque. Las superficies en contacto en A son lo bastante rugosas para evitar el deslizamiento.





$\Sigma M_A = 0; \; 50(8) - 2T = 0, \; \underline{T = 200 \text{ lb}}$

$\Sigma F_x = 0; \; 50 \cos 20° - A_x = 0$

$A_x = 46.98 \text{ lb}$

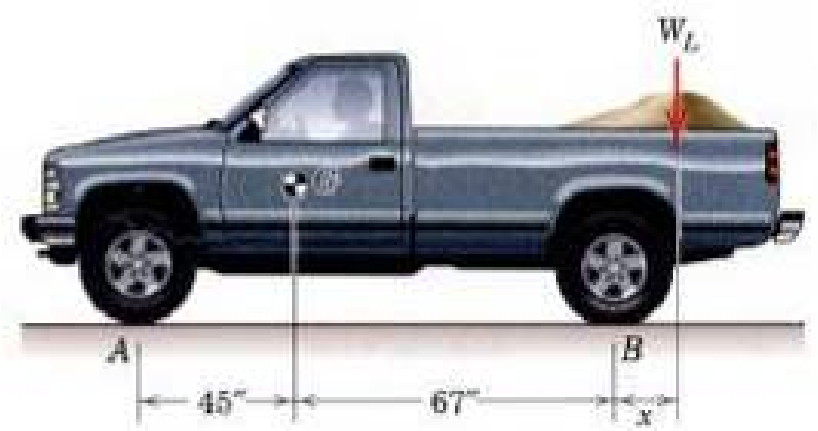
$\Sigma F_y = 0; \; A_y + 50 \sin 20° - 200 = 0$

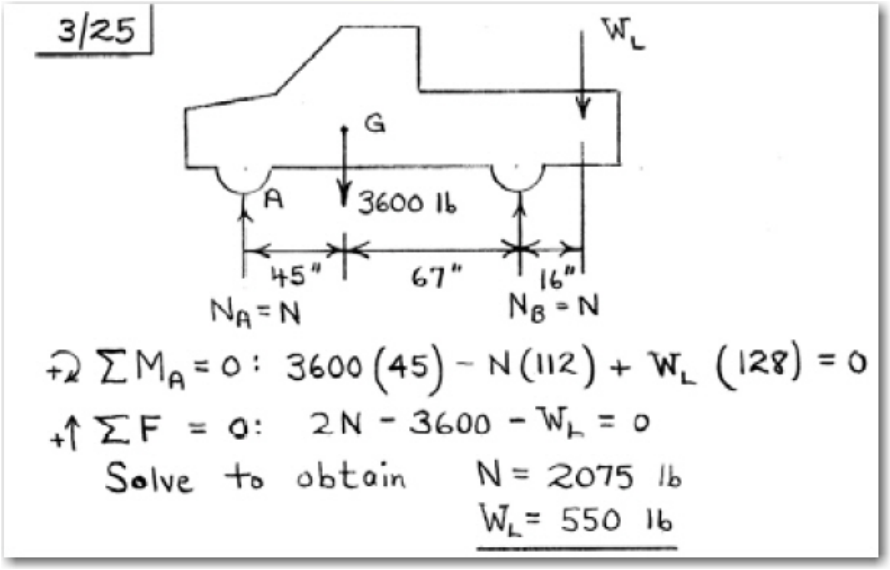
$A_y = 182.9 \text{ lb}$

$A = \sqrt{(46.98)^2 + (182.9)^2} = \underline{188.8 \text{ lb}}$

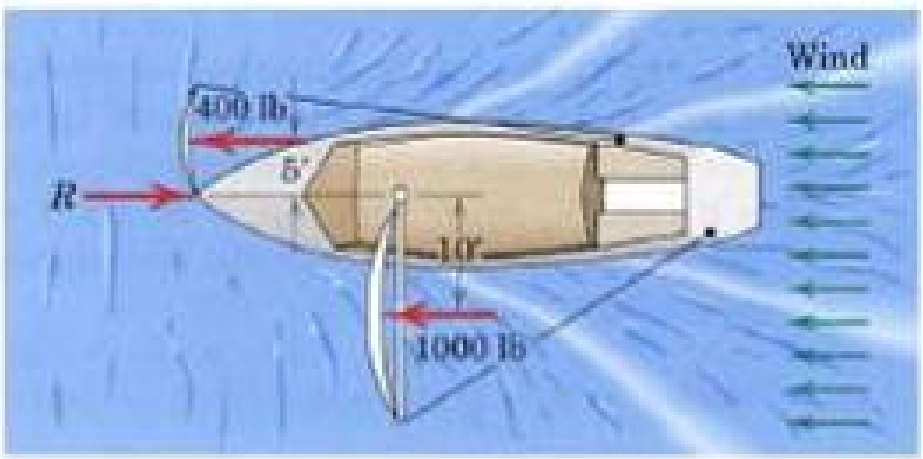
Problema 3.25 Estática Meriam edición cinco; Problema 3.26 Estática Meriam edición seis
Sin carga, la camioneta de 3600 lb tiene su centro de gravedad en la posición que se indica. Si se añade una carga cuyo centro de gravedad se encuentra a una distancia x = 16 pulg. por detrás del

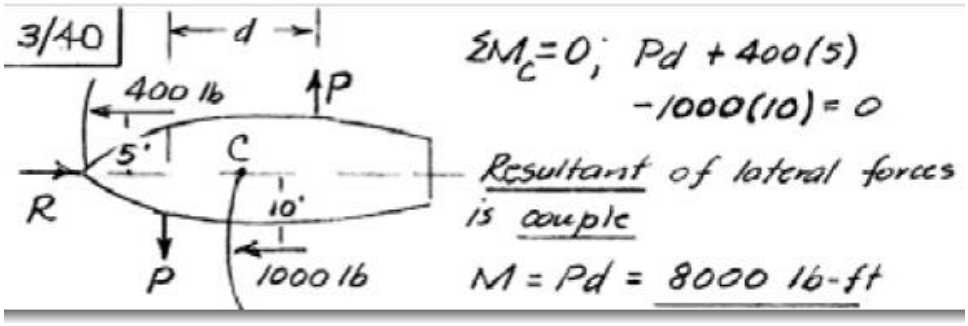
puente trasero, determinar para que peso W_L de esa carga serán iguales las fuerzas reactivas sobre todas las ruedas.



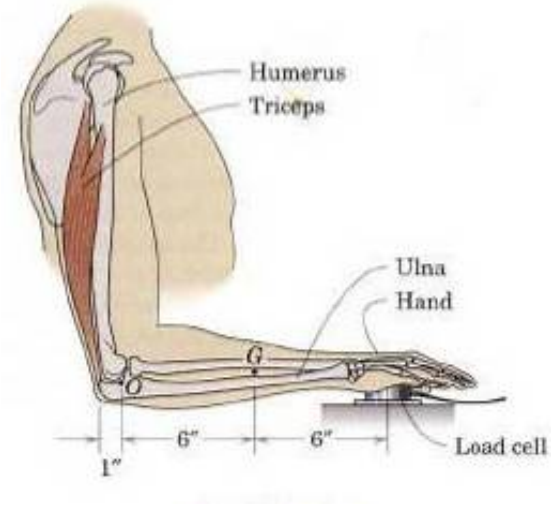


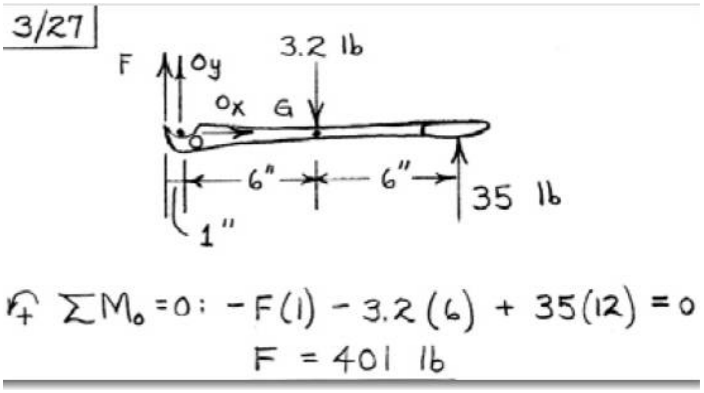
Problema 3.27 Estática Meriam edición tres; Problema 3.40 Estática Meriam edición cinco
Navegando a vela a velocidad constante con viento en popa, el velero es impulsado por una fuerza de 1000 libras fuerza contra su vela mayor y una fuerza de 400 lb contra su foque. La fuerza R representa la resistencia total debida al rozamiento fluido con el agua. Determinar la resultante de las fuerzas laterales, perpendiculares al movimiento, que el agua aplica al casco.





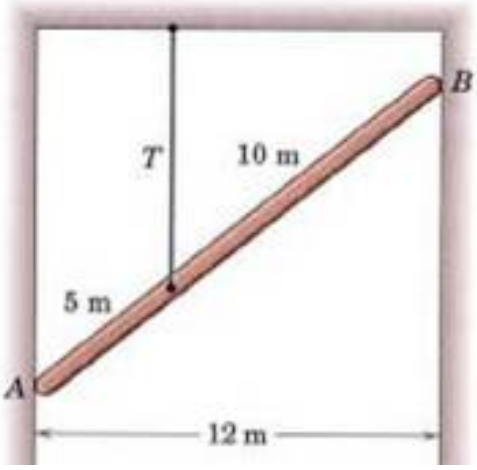
Problema 3.27 Estática Meriam edición cinco; Problema 3.32 Estática Meriam edición seis
In a procedure to evaluate the strength of the triceps muscle, a person pushes down on a load cell with the palmo f his hand as indicated in the figure. If the load-cell reading is 35 lb, determine the vertical tensile force F generated by the triceps muscle. The lower arm weghs 3,2 lb with mass center at G, State any assumptions

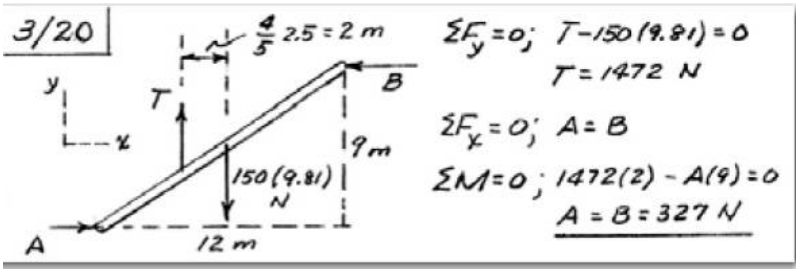




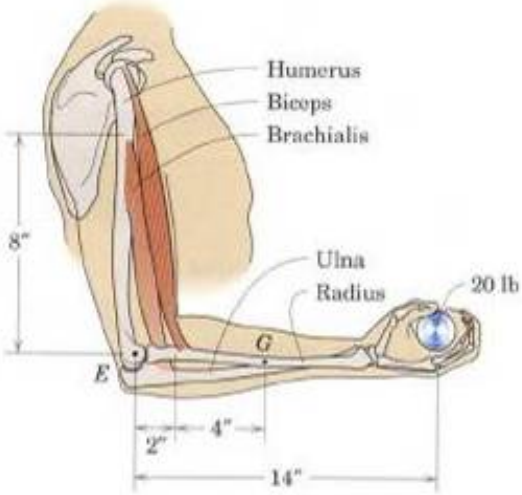
Problema 3.28 Estática Meriam edición tres; Problema 3.20 Estática Meriam edición cinco; Problema 3.19 Estática Meriam edición seis

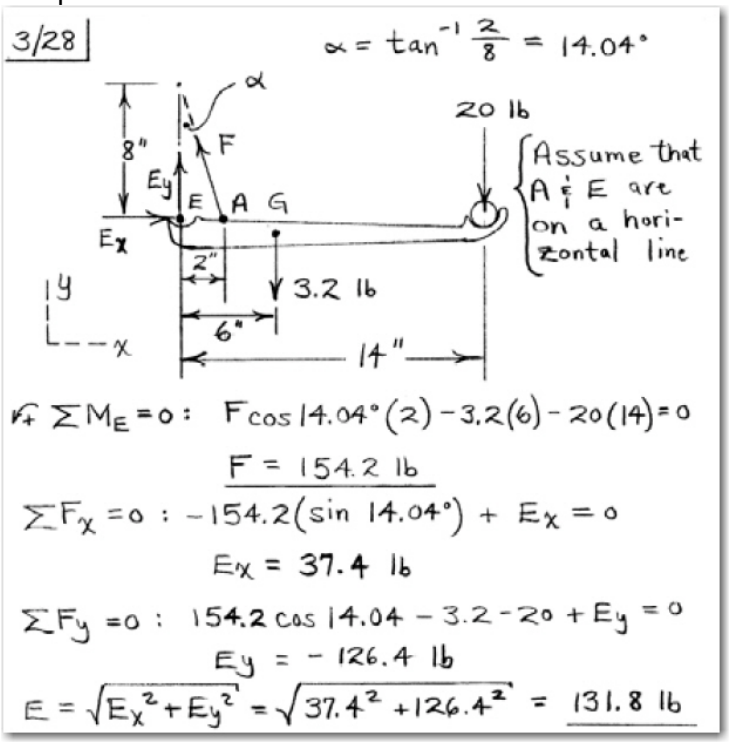
El poste uniforme de 15 metros tiene una masa de 150 kg. Y apoya sus extremos lisos contra las paredes verticales, siendo T la tensión del cable vertical que lo soporta. Calcular las reacciones en A y B.





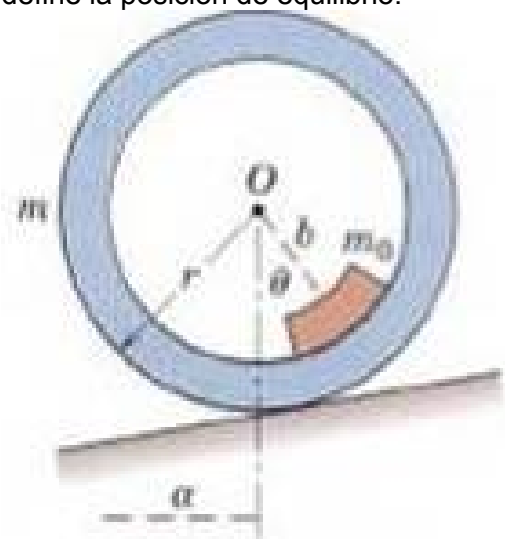
Problema 3.28 Estática Meriam edición cinco; Problema 3.33 Estática Meriam edición seis
A person is performing slow arm curls with a 20 lb weight as indicated the figure. The brachialis muscle group (consisting of the biceps and brachialis muscles) is the major factor in this exercise. Determine the magnitude F of the brachialis-muscle-group force and the magnitud E of the elbow joint reaction at point E for the forearm position shown to locate the effective points of application of the two muscle groups; these points are 8 inches. Directly above E and 2 in. directly to the right of E. Include the 3,2 lb forearm weight which acts at point G. State any assumptions.



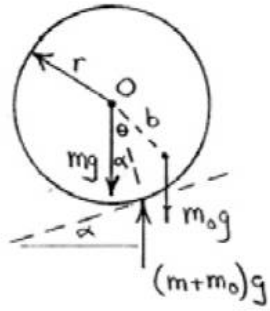


Problema 3.29 Estática Meriam edición tres; Problema 3.35 Estática Meriam edición cinco
Un aro uniforme de masa m y radio r lleva una masa mo a la distancia b del centro y se encuentra en equilibrio sobre el plano inclinado que forma un ángulo α respecto a la horizontal. Si las superficies en

contacto son lo bastante rugosas para que no haya deslizamiento, escribir la expresión del ángulo θ que define la posición de equilibrio.



3/35



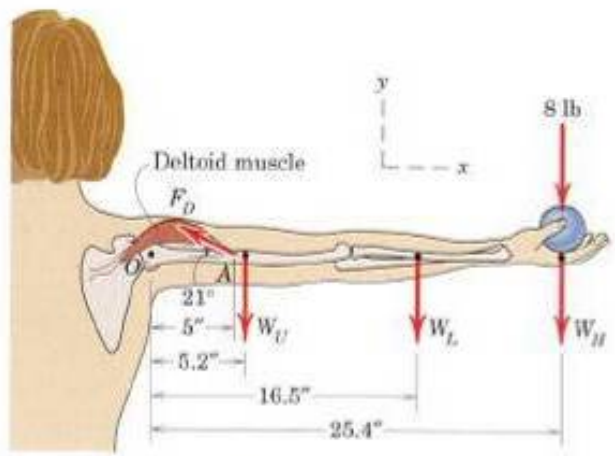
$$\circlearrowleft + \sum M_O = 0 : (m+m_0)g\, r\sin\alpha - m_0 g\, b\sin\theta = 0$$

$$\Rightarrow \theta = \sin^{-1}\left\{\frac{r}{b}\left(1+\frac{m}{m_0}\right)\sin\alpha\right\}$$

Problema 3.29 Estática Meriam edición cinco

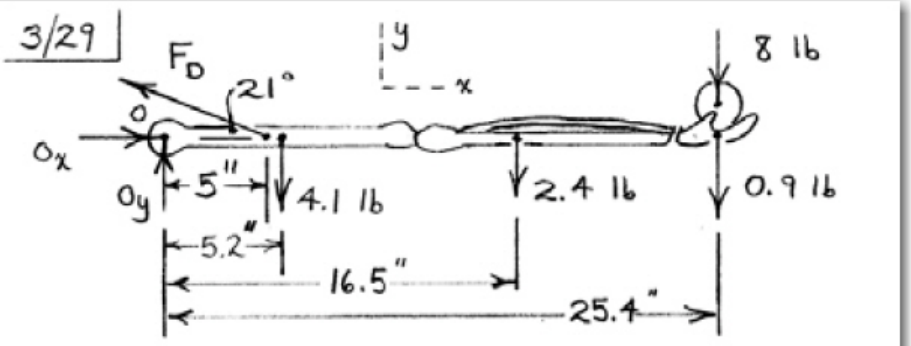
3/29 A woman is holding an 8-lb weight in her hand with the entire arm held horizontally as shown in the figure. A tensile force in the deltoid muscle prevents the arm from rotating about the shoulder joint O; this force acts at the 21° angle shown. Determine the force exerted by the deltoid muscle on the upper arm at A and the x- and y-components of the force reaction at the shoulder joint O. The weight of the upper arm is $W_U = 4.1$ lb, the weight of the lower arm is $W_L = 2.4$ lb, and the weight of the hand is $W_H = 0.9$ lb; all these weights act at the locations shown in the figure.

Ans. $F_D = 160.2$ lb, $O_x = 149.5$ lb, $O_y = -42.2$ lb



Problem 3/29

3/29



$\circlearrowleft + \sum M_o = 0: \ (F_D \sin 21°)(5) - 4.1(5.2) - 2.4(16.5) - (8+0.9)(25.4) = 0, \ \underline{F_D = 160.2 \text{ lb}}$

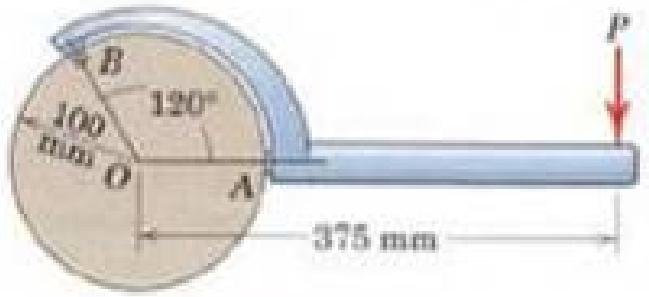
$\xrightarrow{+} \sum F_x = 0: \ O_x - 160.2 \cos 21° = 0$

$\underline{O_x = 149.5 \text{ lb}}$

$+\uparrow \sum F_y = 0: \ O_y + 160.2 \sin 21° - 4.1 - 2.4 - 8.9 = 0, \ O_y = -42.2 \text{ lb}$

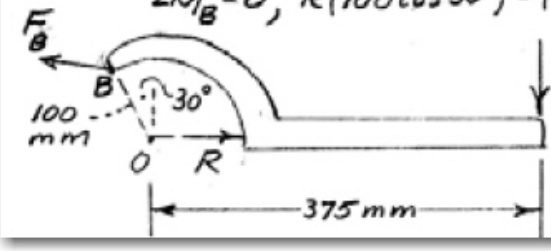
Problema 3.30 Estática Meriam edición tres; Problema 3.39 Estática Meriam edición cinco

La llave de gancho de la figura se utiliza para hacer girar collares y ejes. Si se precisa un momento de 80 N.m para hacer girar el collar de 200 mm. De diámetro alrededor de su centro O bajo la acción de la fuerza aplicada F, determinar la fuerza de contacto R sobre la superficie lisa en A. El encaje del pitón en B puede considerarse efectuado en la periferia del collar.



3/39 $M = Fd; \ 80 = P(0.375), \ P = 213 \text{ N}$

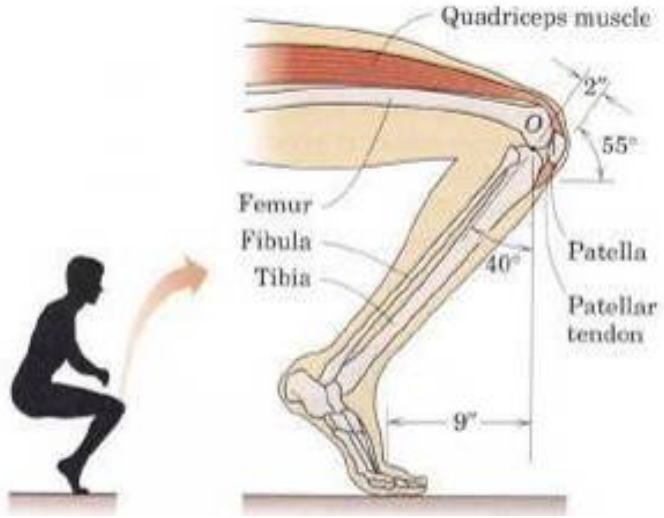
$\Sigma M_B = 0; \ R(100 \cos 30°) - (375 + 100 \sin 30°)(213) = 0$



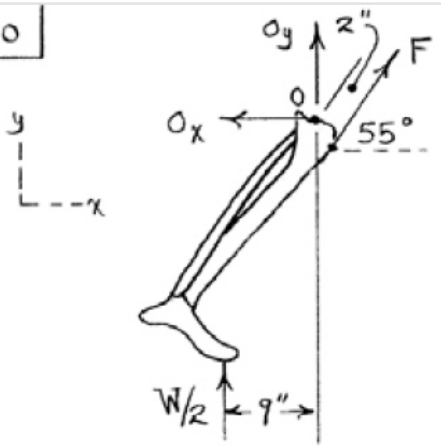
$\underline{R = 1047 \text{ N}}$

Problema 3.30 Estática Meriam edición cinco; Problema 3.35 Estática Meriam edición seis

3/30 With his weight W equally distributed on both feet, a man begins to slowly rise from a squatting position as indicated in the figure. Determine the tensile force F in the patellar tendon and the magnitude of the force reaction at point O, which is the contact area between the tibia and the femur. Note that the line of action of the patellar tendon force is along its mid-line. Neglect the weight of the lower leg.



3/30



$\circlearrowleft + \sum M_O = 0: \quad F(2) - \frac{W}{2}(9) = 0, \quad \underline{F = 2.25W}$

$\sum F_x = 0: \quad -O_x + 2.25W\cos 55° = 0, \quad O_x = 1.291W$

$\sum F_y = 0: \quad \frac{W}{2} + O_y + 2.25W\sin 55° = 0$

$O_y = -2.34W$

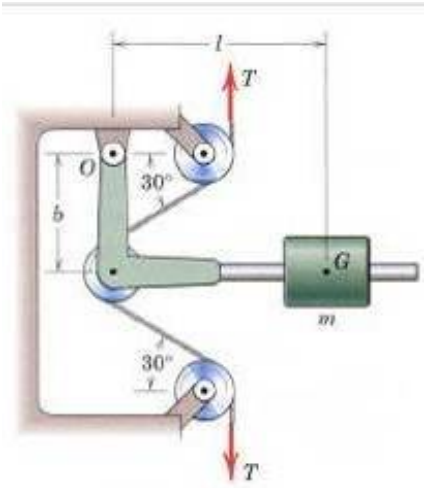
$O = \sqrt{O_x^2 + O_y^2} = \sqrt{(1.291W)^2 + (2.34W)^2}$

$= \underline{2.67W}$

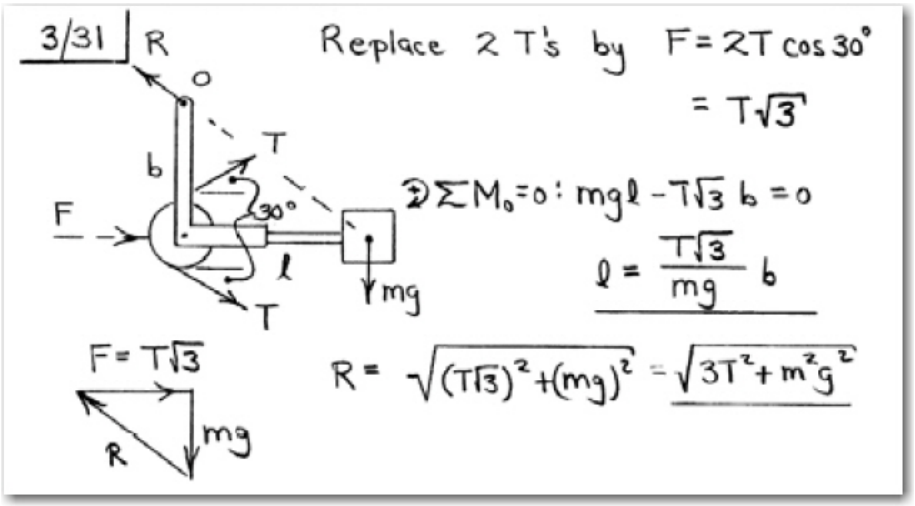
Problema 3.31 Estática Meriam edición cinco

3/31 For the design of the belt-tensioning device, determine the dimension l if the mass m maintains a specified tension T in the belt for the position shown. Neglect the mass of the arm and central pulley compared with m. Also determine the magnitude R of the force supported by the pin at O.

$$Ans.\ l = \frac{Tb\sqrt{3}}{mg},\ R = \sqrt{3T^2 + m^2g^2}$$



Problem 3/31



Replace 2 T's by $F = 2T\cos 30°$

$= T\sqrt{3}$

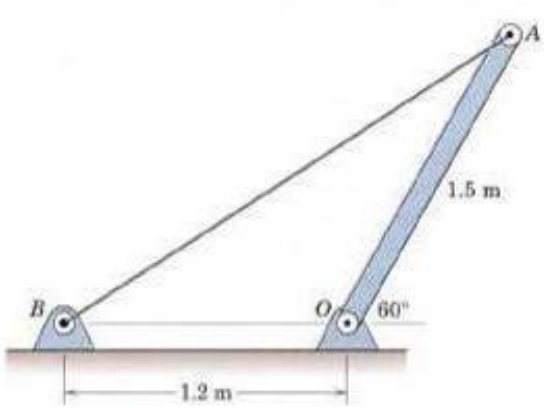
$\circlearrowleft \Sigma M_o = 0: mgl - T\sqrt{3}\,b = 0$

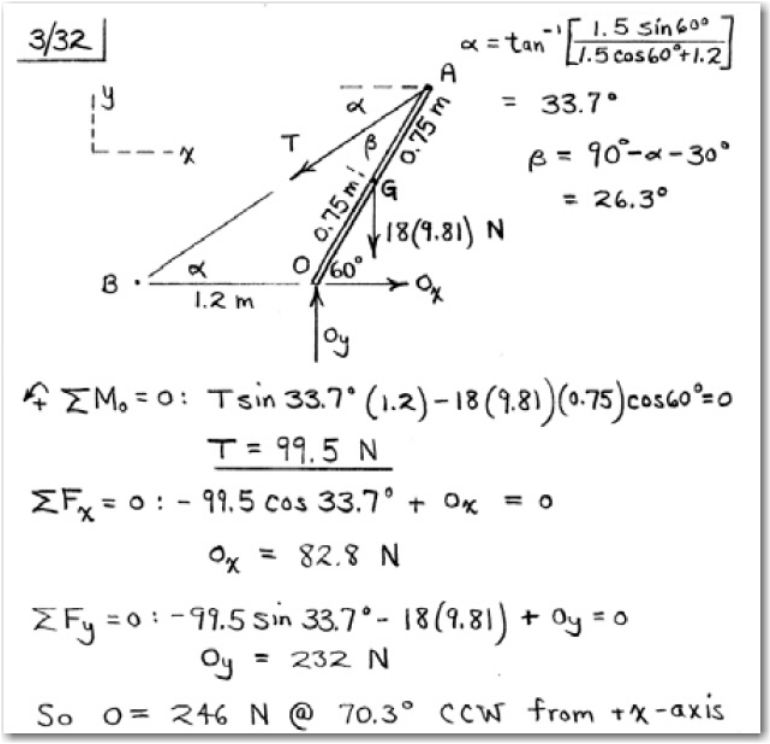
$l = \frac{T\sqrt{3}}{mg}\,b$

$R = \sqrt{(T\sqrt{3})^2 + (mg)^2} = \sqrt{3T^2 + m^2g^2}$

Problema 3.32 Estática Meriam edición cinco; Problema 3.37 Estática Meriam edición seis

The uniform 18 kg bar OA is held in the position shown by the smooth pin at O and the cable AB,. Determine the tension T in the cable and the magnitude and direction of the external pin reaction at O.

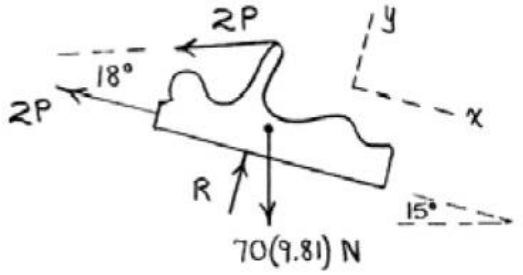




Problema 3.33 Estática Meriam edición cinco; Problema 3.39 Estática Meriam edición seis

La maquina gimnástica consiste en una camilla liviana montada sobre rodillos de modo que pueda desplazarse libremente a lo largo de la rampa. A la camilla estan atados dos cables, uno para cada mano. Si estas se mantienen juntas de modo que los cables se mantienen paralelos y si cada uno de estos permanece prácticamente en un plano vertical, determinar la fuerza P que cada mano debe ejercer sobre su cable para conservar una posición de equilibrio. La masa de la persona es de 70 kg, la inclinación de la rampa es de 15^0 y el ángulo β vale 18^0. Calcular además la fuerza R que la rampa ejerce sobre la camilla.

3/33



$\Sigma F_x = 0: \; 70(9.81)\sin 15° - 2P - 2P\cos 18° = 0$

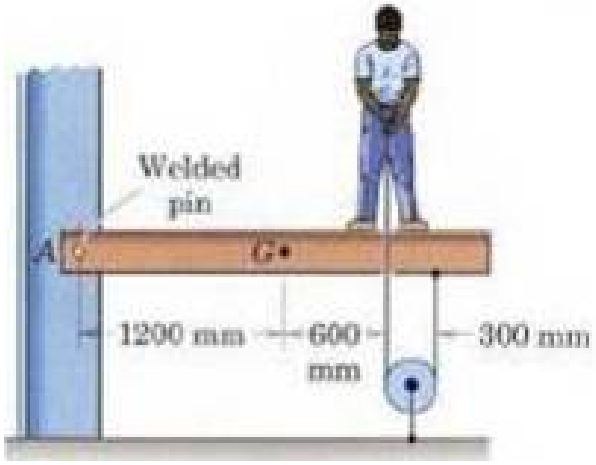
$P = 45.5 \text{ N}$

$\Sigma F_y = 0: \; R - 70(9.81)\cos 15° - 2(45.5)\sin 18° = 0$

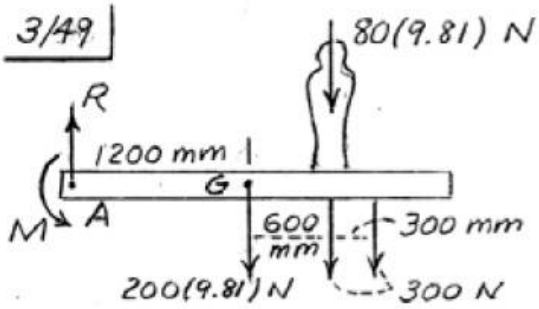
$R = 691 \text{ N}$

Problema 3.34 Estática Meriam edición tres; Problema 3.49 Estática Meriam edición cinco

El pasador A, que conecta la viga de acero de 200 kg. con centro de gravedad en G a la columna vertical, esta soldado a la viga y a la columna . Para comprobar la soldadura, el hombre de 80 kg. carga la viga ejerciendo una fuerza de 300 N contra la cuerda que, tal como se muestra , pasa por el orificio de la viga. Calcular el momento M del par que soporta el pasador.



3/49

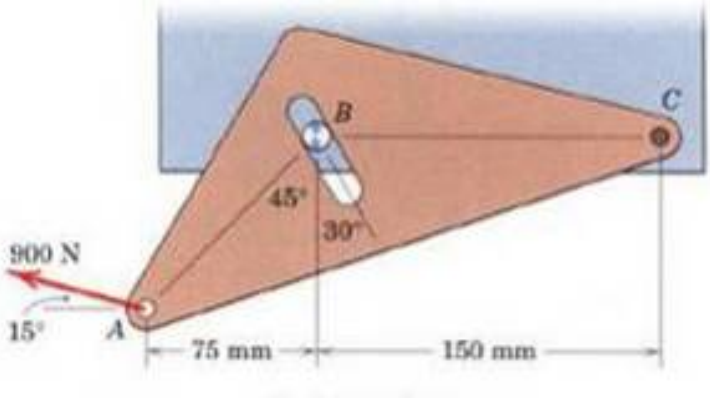


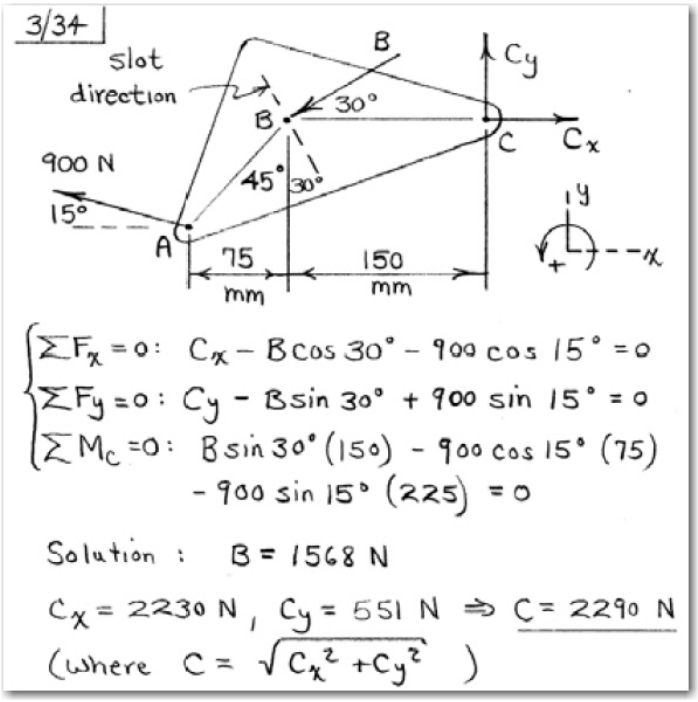
$\Sigma M_A = 0; \; 80(9.81)(1800) + 200(9.81)(1200)$

$+ 300(1800 + 2100) - M = 0$

$M = 4.94(10^6) \text{ N·mm or } M = 4.94 \text{ kN·m}$

Problema 3.34 Estática Meriam edición cinco
Calculate the magnitude of the force supported by the pin at C under the action of the 900 N load applied to the bracket. Neglect friction in the slot.





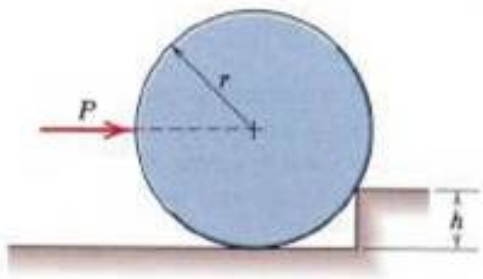
$$\begin{cases} \Sigma F_x = 0: & C_x - B\cos 30° - 900\cos 15° = 0 \\ \Sigma F_y = 0: & C_y - B\sin 30° + 900\sin 15° = 0 \\ \Sigma M_C = 0: & B\sin 30°(150) - 900\cos 15°(75) \\ & - 900\sin 15°(225) = 0 \end{cases}$$

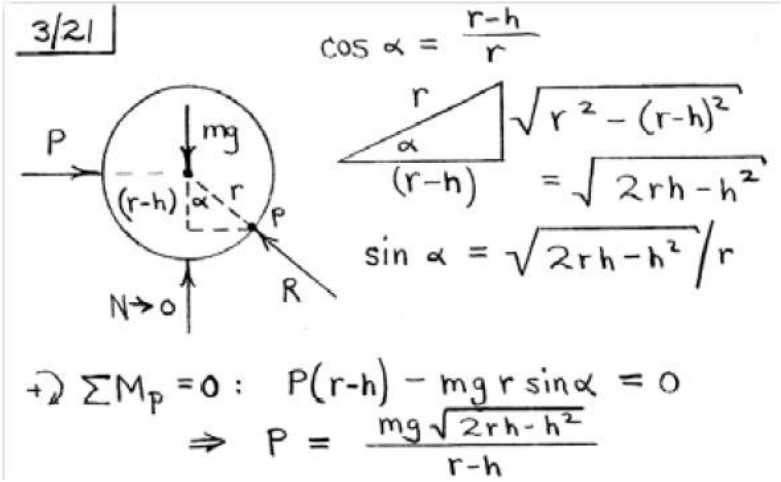
Solution : $B = 1568$ N

$C_x = 2230$ N, $C_y = 551$ N $\Rightarrow$ $\underline{C = 2290 \text{ N}}$

(where $C = \sqrt{C_x^2 + C_y^2}$)

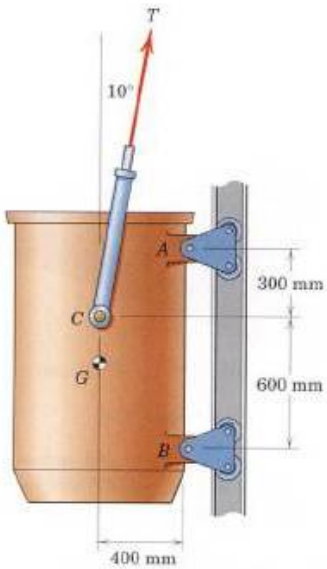
Problema 3.35 Estática Meriam edición tres; Problema 3.21 Estática Meriam edición cinco; Problema 3.22 Estática Meriam edición seis
Hallar la fuerza necesaria para iniciar la rodadura del cilindro de masa m sobre el escalón de altura h.

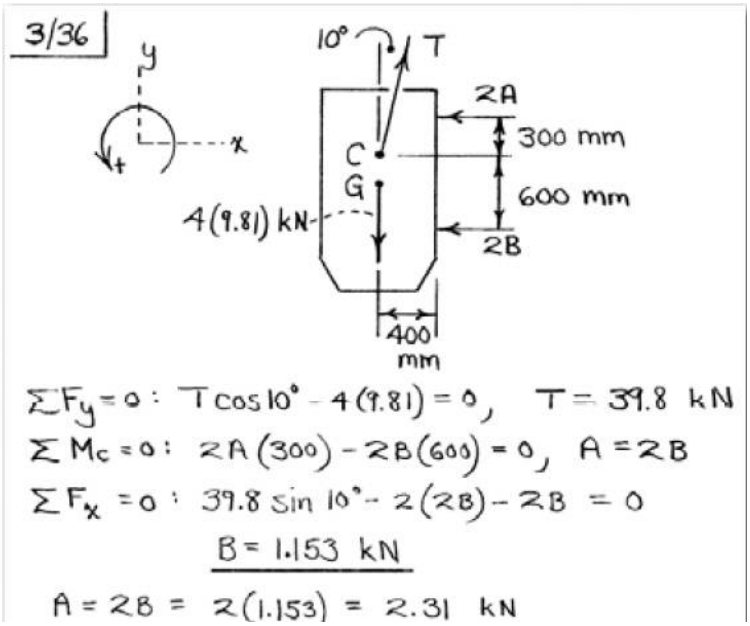




Problema 3.36 Estática Meriam edición cinco

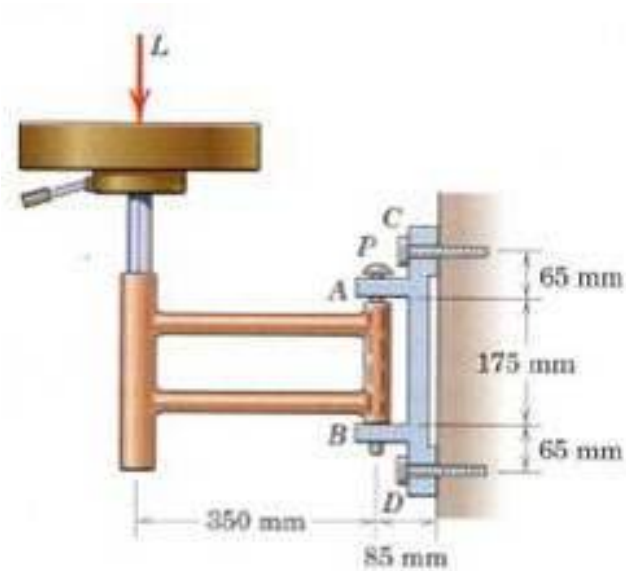
3/36 The concrete hopper and its load have a combined mass of 4 metric tons (1 metric ton equals 1000 kg) with mass center at G and is being elevated at constant velocity along its vertical guide by the cable tension T. The design calls for two sets of guide rollers at A, one on each side of the hopper, and two sets at B. Determine the force supported by each of the two pins at A and by each of the two pins at B.

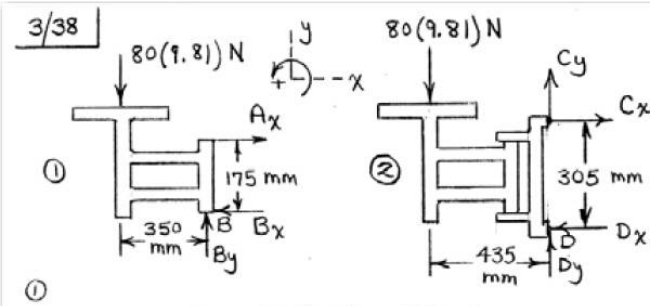




Problema 3.38 Estática Meriam edición cinco

The elements of a wall-mounted swing-away stool are shown in the figure. The hinge pin P fits loosely through the frame tube, and the frame tube has a slight clearance between the supports A and B. Determine the reactions on the frame tube at A and B associated with the weight L of an 80 kg person. Also, calculate the changes in the horizontal reactions at C and D due to the same load L. State any assumptions.





①

$\Sigma F_y = 0 : \quad B_y = 80(9.81) = \underline{785 \text{ N}}$

$\Sigma M_B = 0 : \quad -A_x(175) + 80(9.81)(350) = 0$

$\underline{A_x = B_x = 1570 \text{ N}}$

②

$\Sigma M_D = 0 : \quad -C_x(305) + 80(9.81)(435) = 0$

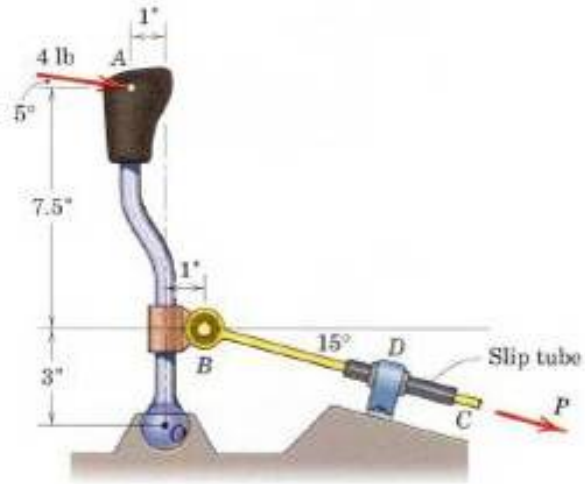
$\underline{C_x = D_x = 1119 \text{ N}}$

(All results due to L only)

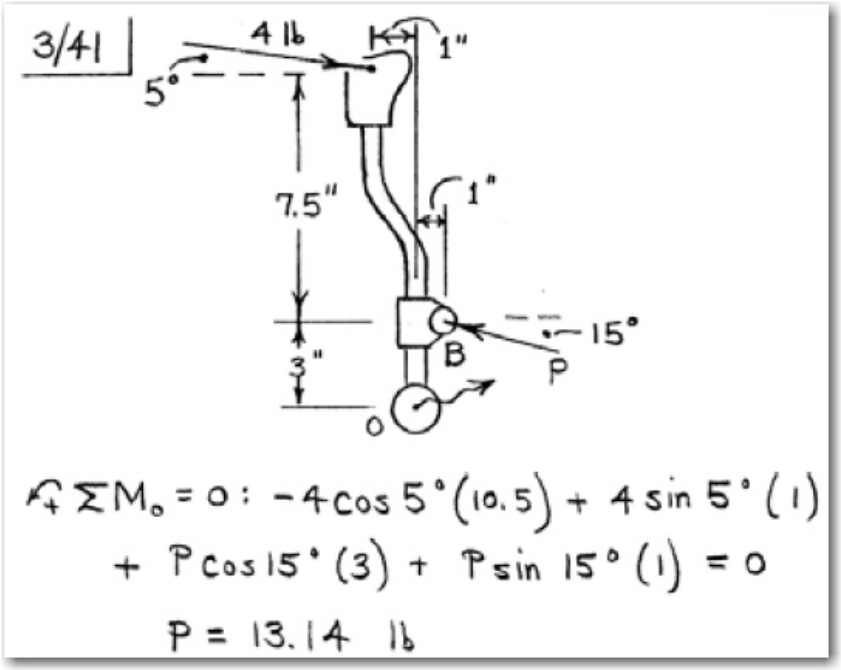
Problema 3.41 Estática Meriam edición cinco

3/41 A portion of the shifter mechanism for a manual car transmission is shown in the figure. For the 4-lb force exerted on the shift knob, determine the corresponding force P exerted by the shift link BC on the transmission (not shown). Neglect friction in the ball-and- socket joint at O, in the joint at B, and in the slip tube near support D. Note that a soft rubber bushing at D allows the slip tube to self-align with link BC.

Ans. $P = 13.14$ lb

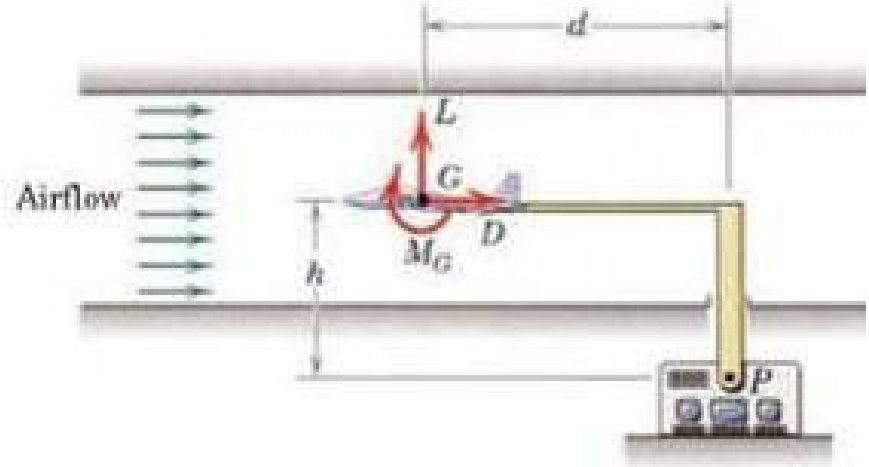


Problem 3/41

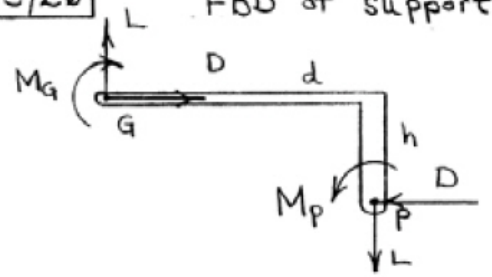


Problema 3.42 Estática Meriam edición tres; Problema 3.26 Estática Meriam edición cinco; Problema 3.28 Estática Meriam edición seis

El modelo de avión se esta ensayando en un túnel aerodinámico. El soporte esta unido a un dinamómetro para fuerzas y momentos que marca cero cuando no hay corriente de aire. En las condiciones de ensayo, la sustentación L, la resistencia D del aire y el momento de cabeceo M_G actúan como se representa. El dinamómetro registra la sustentación, la resistencia del aire y un momento M_P. Determinar M_G en función de L, D y M_P.



3/26 FBD of support & model:

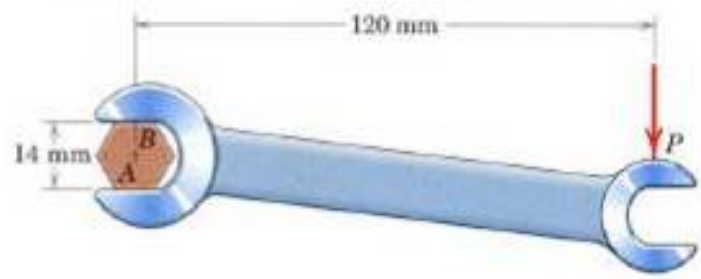


$\circlearrowleft + \sum M_P = 0: \quad M_P - M_G - Ld - Dh = 0$

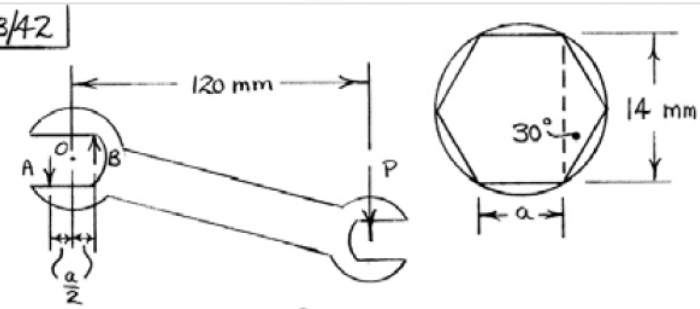
$M_G = M_P - Ld - Dh$

Problema 3.42 Estática Meriam edición cinco

3/42 A torque (moment) of 24 N·m is required to turn the bolt about its axis. Determine P and the forces between the smooth hardened jaws of the wrench and the corners A and B of the hexagonal head. Assume that the wrench fits easily on the bolt so that contact is made at corners A and B only.



3/42



$2a \cos 30° = 14, \quad \frac{a}{2} = 4.04 \text{ mm}$

$\circlearrowleft + \sum M_O = 0: \; 0.120P - 24 = 0, \quad \underline{P = 200 \text{ N}}$

(for wrench and bolt)

For wrench alone,

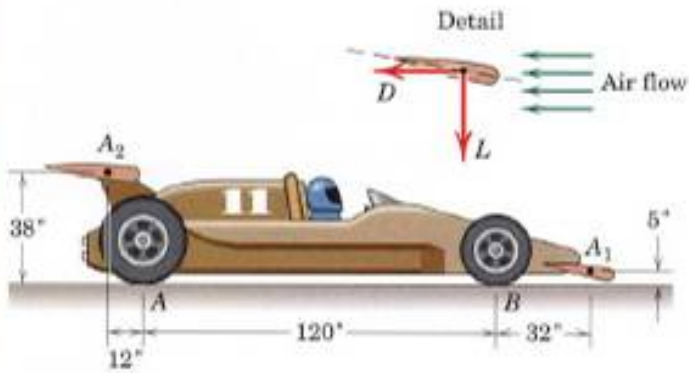
$\circlearrowleft + \sum M_A = 0: \; 200(0.120 + 0.00404) - B(2 \cdot 0.00404) = 0, \quad \underline{B = 3070 \text{ N}}$

$+\uparrow \sum F = 0: \; -A + 3070 - 200 = 0, \quad \underline{A = 2870 \text{ N}}$

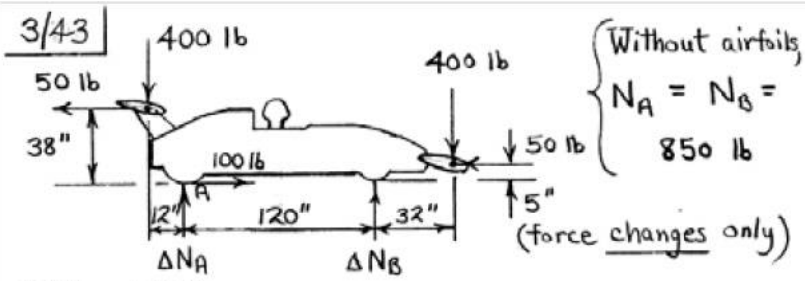
Problema 3.43 Estática Meriam edición cinco

3/43 The car complete with driver weighs 1700 lb and without the two airfoils has a 50%–50% front–rear weight distribution at a certain speed at which there is no lift on the car. It is estimated that at this speed each of the airfoils A_1 and A_2 will generate 400 lb of downward force L and 50 lb of drag force D on the car. Specify the vertical reactions N_A and N_B under the two pairs of wheels at that speed when the airfoils are added. Assume that the addition of the airfoils does not affect the drag and zero-lift conditions of the car body itself and that the engine has sufficient power for equilibrium at that speed. The weight of the airfoils may be neglected.

Ans. N_A = 1201 lb (48.0%), N_B = 1299 lb (52.0%)



3/43



Without airfoils, $N_A = N_B = 850$ lb

(force changes only)

With airfoils,

$+\uparrow \Sigma F_y = 0 : \Delta N_A + \Delta N_B - 2(400) = 0$

$\circlearrowleft + \Sigma M_A = 0 : 50(38) + 400(12) + \Delta N_B (120)$

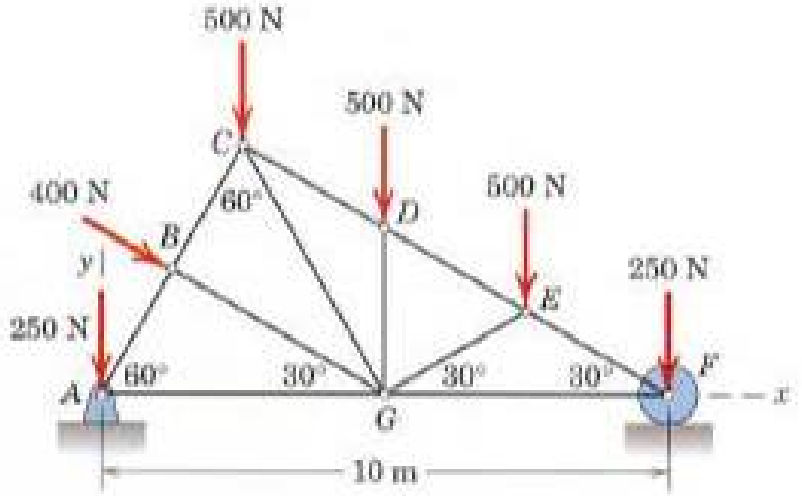
$+ 50(5) - 400(152) = 0$

$\left.\begin{array}{l} \Delta N_A = 351 \text{ lb} \\ \Delta N_B = 449 \text{ lb} \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{array}{l} N_A = 850 + 351 = 1201 \text{ lb } (48.0\%) \\ N_B = 850 + 449 = 1299 \text{ lb } (52.0\%) \end{array}$

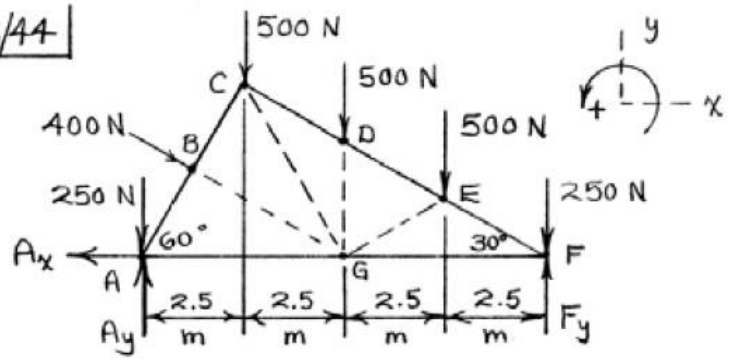
Note that a 100-lb propulsive force has been added (at A) to maintain equilibrium.

Problema 3.44 Estática Meriam edición cinco

3/44 Determine the external reactions at A and F for the roof truss loaded as shown. The vertical loads represent the effect of the supported roofing materials, while the 400-N force represents a wind load.



3/44



$\Sigma F_x = 0: \; -A_x + 400 \cos 30° = 0, \quad \underline{A_x = 346 \text{ N}}$

$\Sigma M_A = 0: \; 400\left(\frac{10}{4}\right) + 500(2.5) + 500(5)$

$+ 500(7.5) + 250(10) - 10F_y = 0$

$\underline{F_y = 1100 \text{ N}}$

$\Sigma F_y = 0: -250 - 400 \sin 30° - 500(3) - 250$

$+ 1100 + A_y = 0, \quad \underline{A_y = 1100 \text{ N}}$

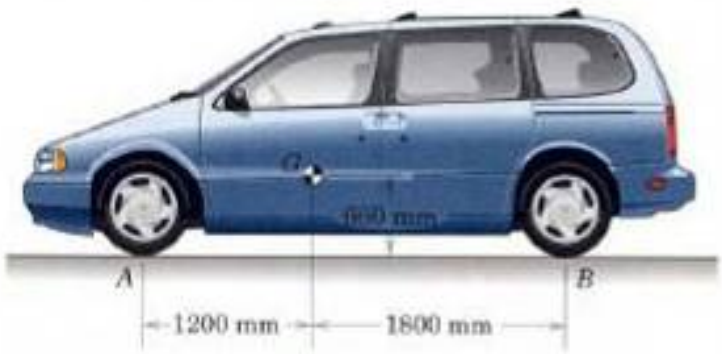
Problema 3.45 Estática Meriam edición cinco

3/45 Calculate the normal forces associated with the front and rear wheel pairs of the 1600-kg front-wheel-drive van. Then repeat the calculations when the van (*a*) climbs a 10-percent grade and (*b*) descends a 10-percent grade, both at constant speed. Compute the percent changes n_A and n_B in the normal forces compared with the nominal values. Be sure to recognize that propulsive and braking forces are present for cases (*a*) and (*b*).

Ans. $N_A = 9420$ N, $N_B = 6280$ N

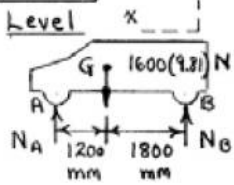
(*a*) $N_A = 9030$ N (−4.14%), $N_B = 6590$ N (+4.98%)

(*b*) $N_A = 9710$ N (+3.15%), $N_B = 5900$ N (−5.97%)



3/45

Level



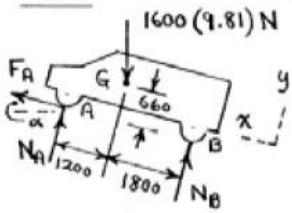
$\circlearrowright + \sum M_A = 0: \; 1600(9.81)(1.2) - N_B(3) = 0$

$N_B = 6280$ N

$\sum F_y = 0: \; N_A + N_B - 1600(9.81) = 0$

$N_A = 9420$ N

Climb



$\circlearrowright + \sum M_A = 0: \; 1600(9.81)(1.2\cos\alpha) + 1600(9.81)(0.66)\sin\alpha - 3N_B = 0$

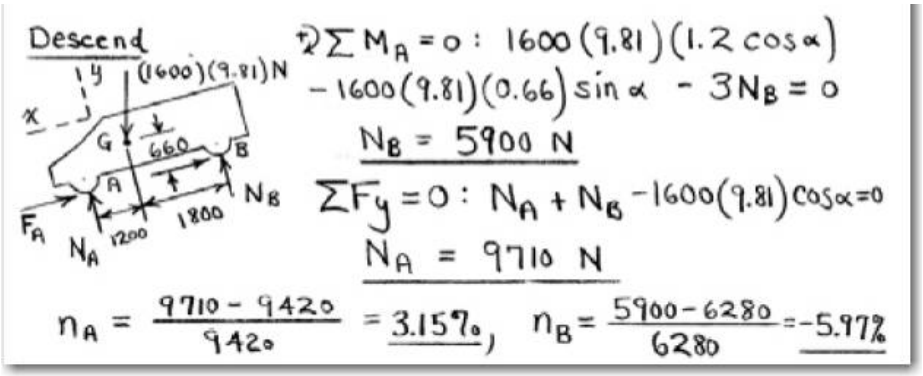
$N_B = 6590$ N

$\sum F_y = 0: \; N_A + N_B - 1600(9.81)\cos\alpha = 0$

$N_A = 9030$ N

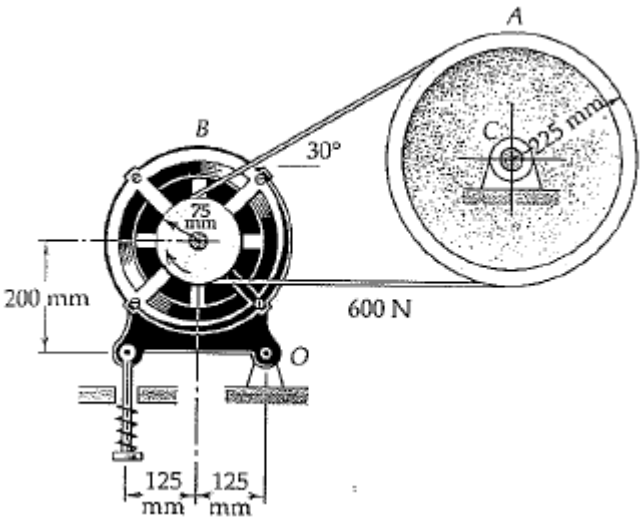
$\alpha = \tan^{-1}(0.1) = 5.71°$

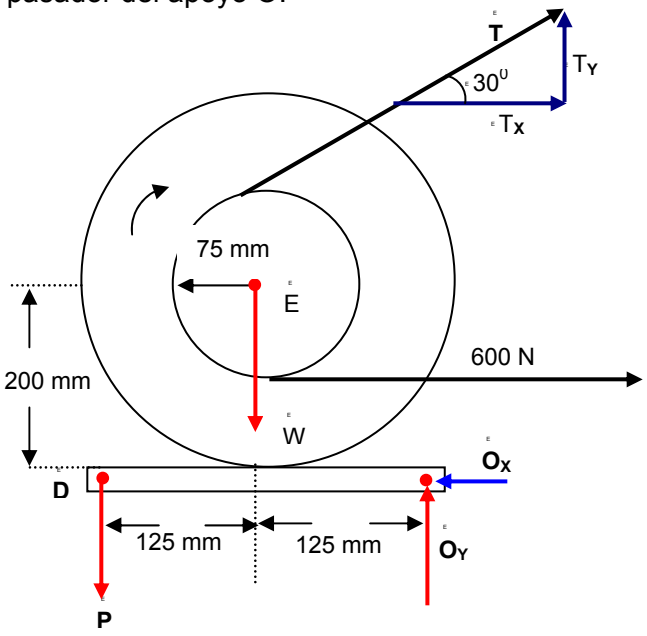
$n_A = \dfrac{9030 - 9420}{9420} = -4.147\%, \quad n_B = \dfrac{6590 - 6278}{6278} = 4.987\%$



Problema 3.46 Estática Meriam edición tres

A través del árbol C, la polea A ejerce un par constante de 100 N.m sobre la bomba. La tensión en la parte inferior de la correa es de 600 N. El motor de impulsión B tiene una masa de 100 kg y su giro es horario. Hallar la intensidad R de la fuerza que sufre el pasador del apoyo O.





M = 100 N . m

M = 100 = (600 – T) (0,225)

$$\frac{100}{0{,}225} = 600 - T$$

444,44 = 600 – T

T = 600 – 444,44

T = 155,55 Newton

$$\text{sen } 30 = \frac{T_Y}{T} = \frac{T_Y}{155{,}55}$$

155,55 sen 30 = T_Y

T_Y = 155,55 (0,5)

T_Y = 77,77 Newton

$$\cos 30 = \frac{T_X}{T} = \frac{T_X}{155{,}55}$$

155,55 cos 30 = T_X

T_X = 155,55 (0,866)

T_X = 134,71 Newton

+ $M_D = T_X\,(0{,}2) - \mathbf{T_Y}\,(0{,}125) + T\,(0{,}075)$

M_D = 134,71 (0,2) – 77,77 (0,125) + 155,55 (0,075)

M_D = 26,942 – 9,721 + 11,666 = 28,88 N . m

M_D = 28,88 N . m

m = 100 kg
W = m . g = 100 . 9,81 = 981 Newton

$\circlearrowleft +$ $M_D = 0$

$0 = 28{,}88 + W\,(0{,}125) + 600\,(0{,}2 - 0{,}075) + O_Y\,(0{,}125 + 0{,}125)$

$0 = 28{,}88 + 981\,(0{,}125) + 600\,(0{,}125) + O_Y\,(0{,}25)$

$0 = 28{,}88 + 197{,}625 - 0{,}25\,O_Y$

$0{,}25\,O_Y = 197{,}625 + 28{,}88$

$0{,}25\,O_Y = 226{,}505$

$$O_Y = \frac{226{,}505}{0{,}25} = 906\ \text{N}$$

$\Sigma F_X = 0$

$T_X + 600 - O_X = 0$

$134{,}71 + 600 - O_X = 0$

$734{,}71 - O_X = 0$

O_X = 734,71 Newton

$$R = \sqrt{(O_X)^2 + (O_Y)^2}$$

$$R = \sqrt{(734{,}71)^2 + (906)^2}$$

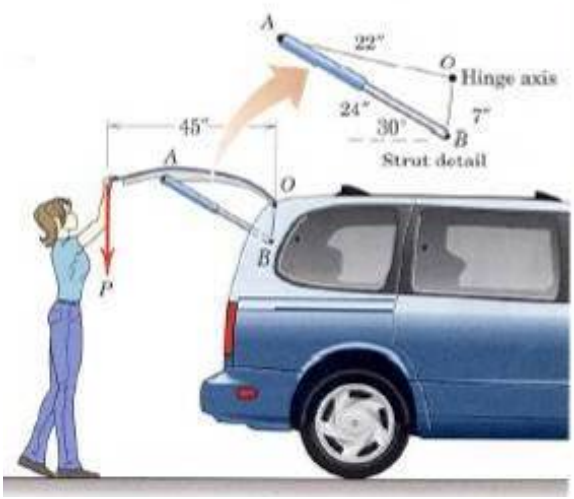
$$R = \sqrt{539798.78 + 820836}$$

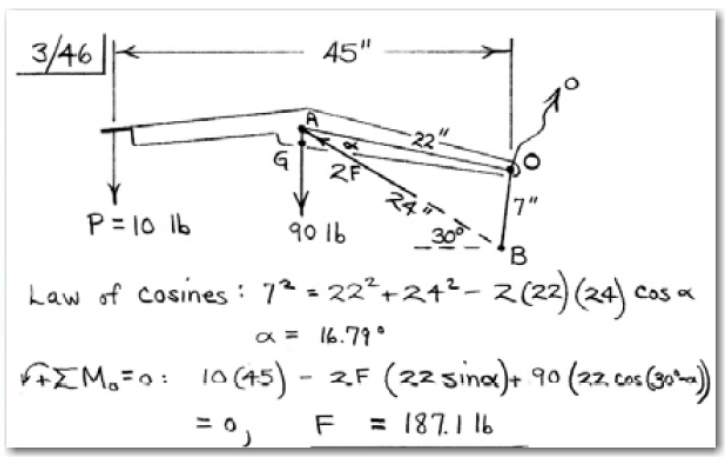
$$R = \sqrt{1360634.784}$$

R = 1166,46 N

Problema 3.46 Estática Meriam edición cinco

3/46 It is desired that a person be able to begin closing the van hatch from the open position shown with a 10-lb vertical force P. As a design exercise, determine the necessary force in each of the two hydraulic struts AB. The mass center of the 90-lb door is 1.5 in. directly below point A. Treat the problem as two-dimensional.



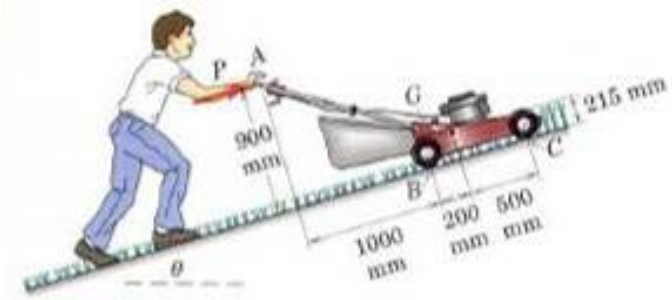


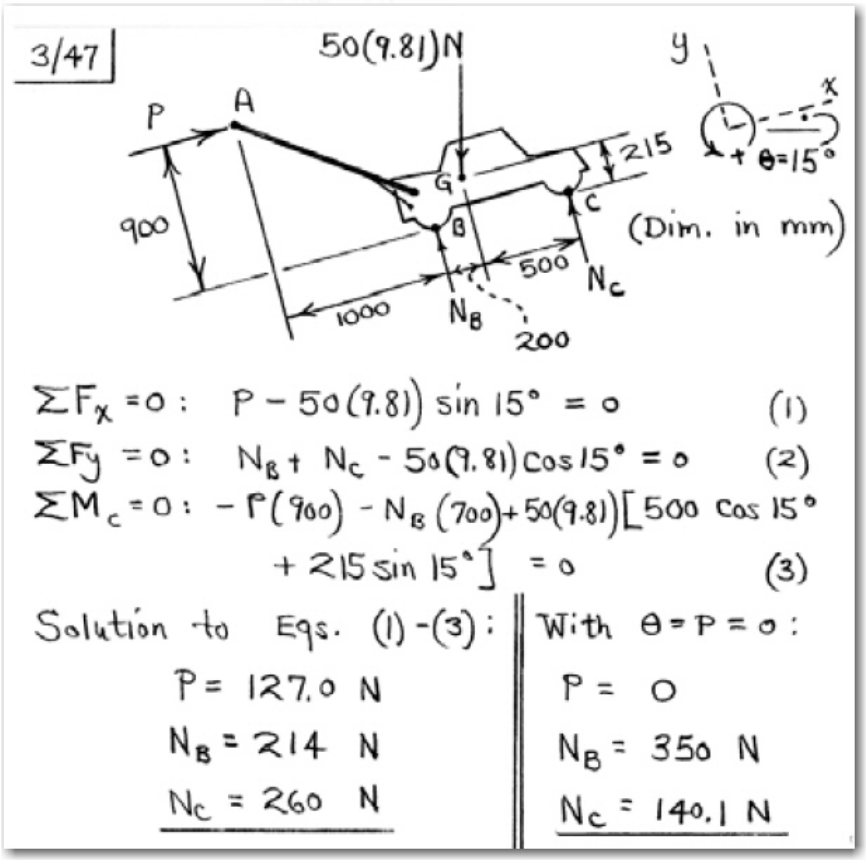
Problema 3.47 Estática Meriam edición cinco

3/47 The man pushes the lawn mower at a steady speed with a force P that is parallel to the incline. The mass of the mower with attached grass bag is 50 kg with mass center at G. If $\theta = 15°$, determine the normal forces N_B and N_C under each pair of wheels B and C. Neglect friction. Compare with the normal forces for the conditions of $\theta = 0$ and $P = 0$.

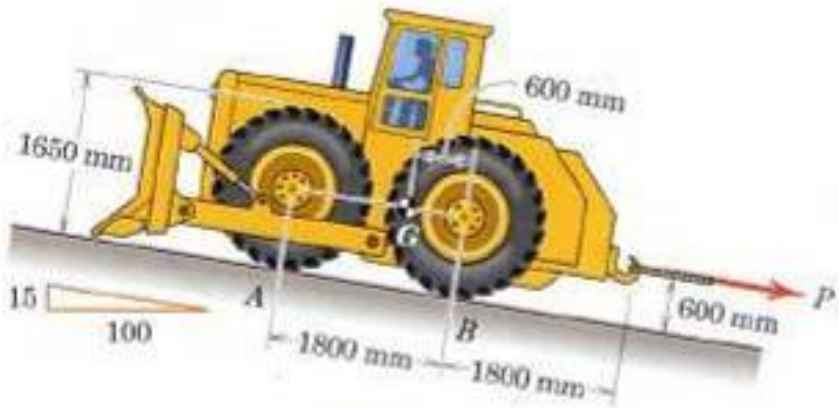
Ans. $N_B = 214$ N, $N_C = 260$ N

With $\theta = P = 0$: $N_B = 350$ N, $N_C = 140.1$ N





Problema 3.48 Estática Meriam edición tres; Problema 3.52 Estática Meriam edición cinco
El tractor con neumáticos de goma de la figura tiene una masa de 135 M, su centro de masa esta en G y se utiliza para empujar o arrastrar cargas pesadas. Determinar la carga P que puede arrastrar a una velocidad constante de 5 km/hora subiendo una pendiente del 15 %., si la fuerza motriz ejercida por el suelo en cada una de las cuatro ruedas es el 80 % de la fuerza normal bajo la rueda correspondiente. Hallar, también, la reacción normal N_B bajo el par de ruedas traseras B.

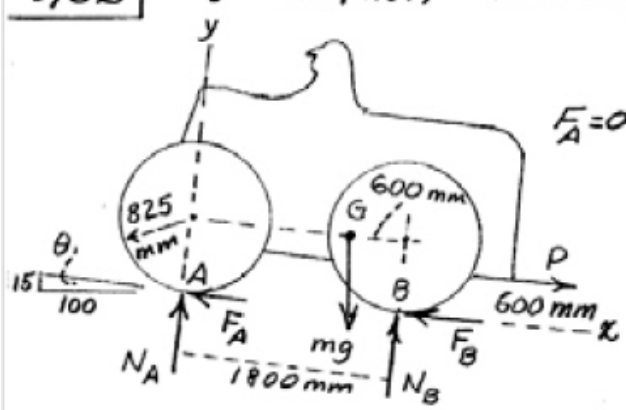


3/52 $mg = 13.5(9.81) = 132.4\ kN$; $\tan\theta = 0.15$

$\sin\theta = 0.148$

$\cos\theta = 0.989$

$F_A = 0.8N_A$, $F_B = 0.8N_B$



$\Sigma M_A = 0$; $-P(0.6) - 132.4(0.148)(0.825) - 132.4(0.989)(1.8-0.6) + 1.8N_B = 0$

$\Sigma F_x = 0$; $P + 132.4(0.148) - 0.8(N_A + N_B) = 0$

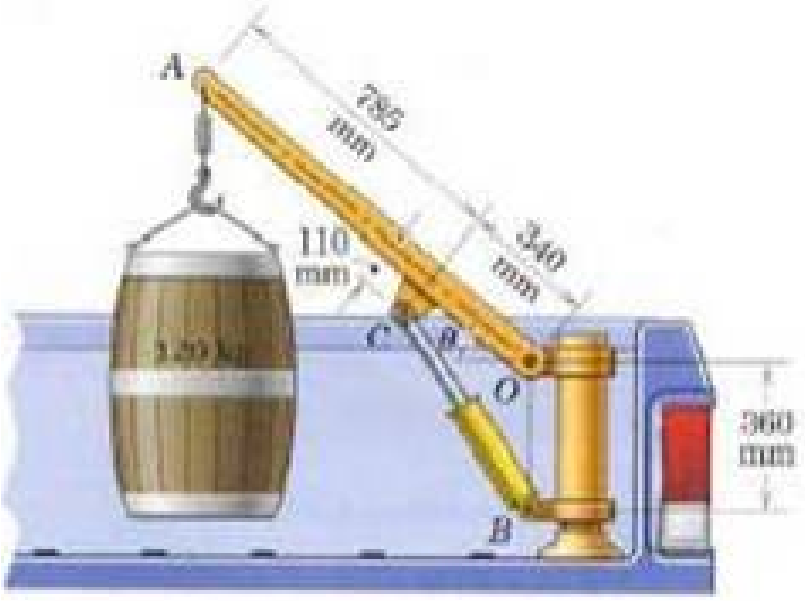
$\Sigma F_y = 0$; $N_A + N_B - 132.4(0.989) = 0$

Solve & get $N_A + N_B = 131.0\ kN$

$P = 85.1\ kN$, $N_B = 124.7\ kN$

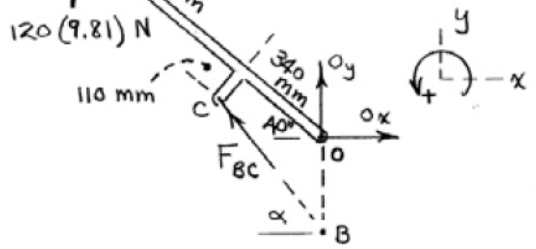
Problema 3.48 Estática Meriam edición cinco

The small crane is mounted on one side of the bed of a pickup truck. For the position $\Theta = 40^0$ determine the magnitude of the force supported by the pin at O and the oil pressure p against the 50 mm diameter piston of the hydraulic cylinder BC.



3/48

$$\alpha = \tan^{-1}\left[\frac{360 + 340\sin 40^\circ - 110\cos 40^\circ}{340\cos 40^\circ + 110\sin 40^\circ}\right] = 56.2^\circ$$



$$\Sigma M_O = 0: \; 120(9.81)(785+340)\cos 40^\circ - F_{BC}\cos\alpha\,(360) = 0, \quad F_{BC} = 5060 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = 0: \; O_x - 5060\cos\alpha = 0, \quad O_x = 2820 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0: \; O_y - 120(9.81) + 5060\sin\alpha = 0$$

$$O_y = -3030 \text{ N}$$

$$O = \sqrt{O_x^2 + O_y^2} = \underline{4140 \text{ N}}$$

$$p = \frac{F_{BC}}{\pi d^2/4} = \frac{5060}{\pi\, 50^2/4} = 2.58 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\left(2.58(10^6)\text{ Pa}\right)$$

Problema 3.50 Estática Meriam edición tres; Problema 3.50 Estática Meriam edición cinco

La abertura de carga de un avión de fuselaje de sección circular consiste en un portón semicircular uniforma AB de masa m. Determinar la compresión C que sufre en B el puntal horizontal para mantener abierto el portón en la posición representada. Hallar también la expresión de la fuerza total que soporta la bisagra A. (Consúltese en la tabla D3 del apéndice D la posición del centroide o centro de masa del portón).

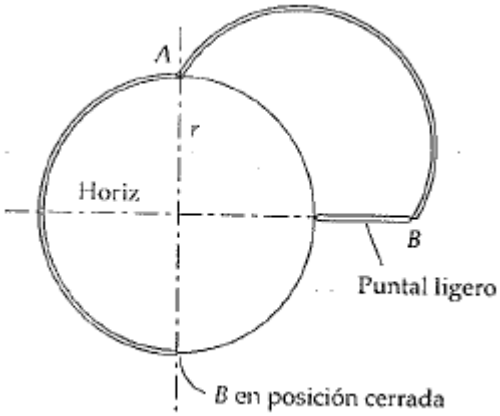
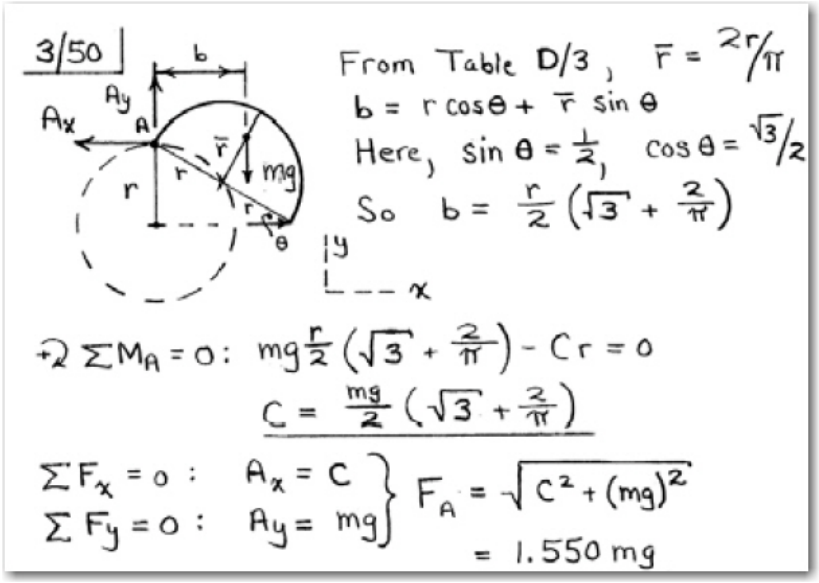


Figura problema 3.50



Problema 3.51 Estática Meriam edición tres; Problema 3.51 Estática Meriam edición cinco
La abertura de carga de un avión de fuselaje de sección circular consiste en el portón cuarto circular AB de masa m. En la bisagra A hay un trinquete que mantiene el portón abierto en la posición representada. Halla el momento que ejerce la bisagra sobre el portón.

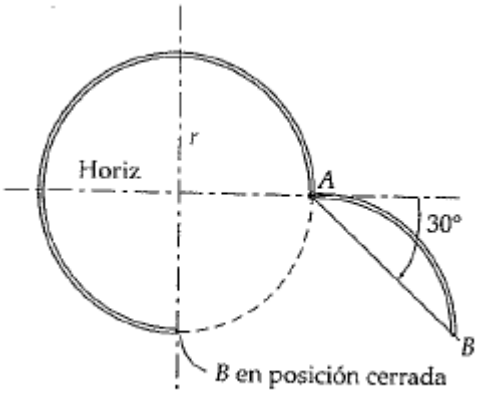
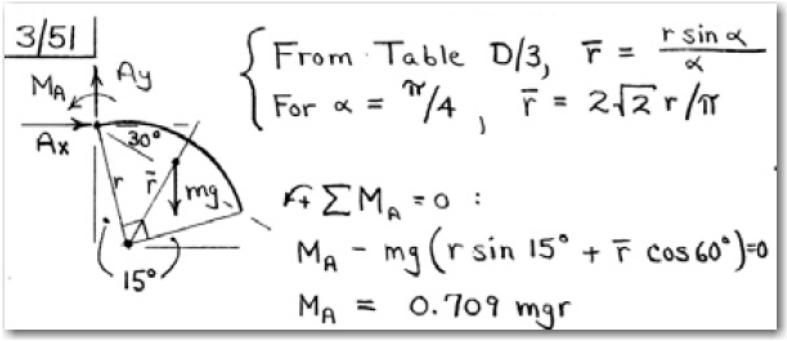
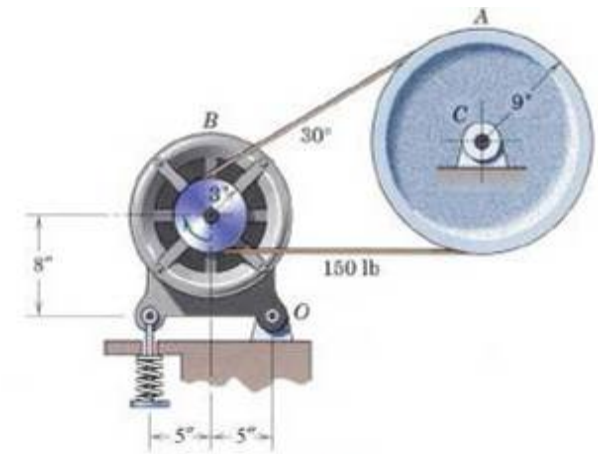


Figura problema 3.51

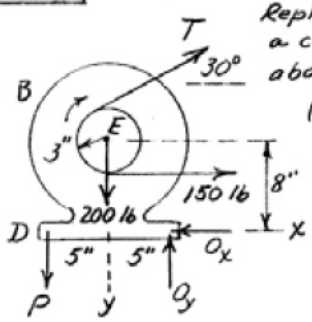


Problema 3.53 Estática Meriam edición cinco
A través del árbol C, la polea A ejerce un par constante de 900 lb-pie sobre la bomba. La tensión en la parte inferior de la correa es de 150 lb. El motor de impulsión B tiene una masa de 200 lb y su giro es horario. Hallar la intensidad R de la fuerza que sufre el pasador del apoyo O.



3/53 Torque $M = 900 = (150 - T)9$, $T = 50$ lb

Replace T by force at E and a couple, so that moment of T about D is



$$(50 \cos 30°)8 - (50 \sin 30°)5 + 50(3) = 371.4 \text{ lb-in. CW}$$

$$\Sigma M_D = 0;$$

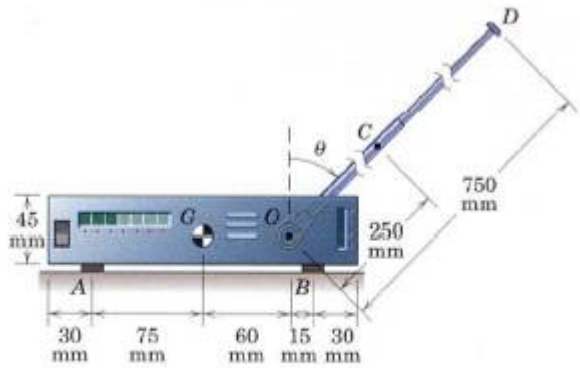
$$371.4 + 150(8-3) + 200(5) - 10 O_y = 0, \quad O_y = 212.1 \text{ lb}$$

$$\Sigma F_x = 0; \quad 150 + 50 \cos 30° - O_x = 0; \quad O_x = 193.3 \text{ lb}$$

$$R = \sqrt{O_x^2 + O_y^2} = \sqrt{(193.3)^2 + (212.1)^2} = \underline{287 \text{ lb}}$$

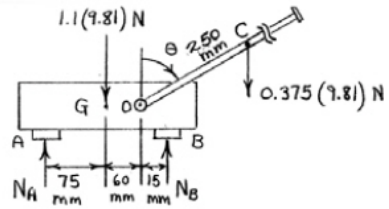
Problema 3.54 Estática Meriam edición cinco

3/54 The receiving unit for a wireless microphone system, exclusive of the antenna, has a mass of 1100 grams with mass center at G. A single 375-g half-wave antenna with mass center at C is mounted to the receiver at point O as shown. Plot the reaction forces at A and B and their sum as functions of the antenna angle θ over the range $0 \le \theta \le 90°$. Physically interpret your plot. Treat the problem as two-dimensional.



Problem 3/54

3/54

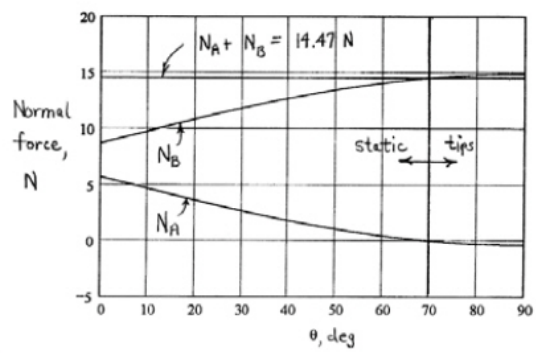


$+\uparrow \Sigma F = 0: \quad N_A + N_B - (1.1 + 0.375)(9.81) = 0 \qquad (1)$

$\circlearrowleft + \Sigma M_B = 0: \quad -N_A(150) + 1.1(9.81)(75) + (15 - 250\sin\theta)(0.375)(9.81) = 0 \qquad (2)$

$$\left.\begin{aligned} (2): \quad N_A &= 5.76 - 6.13\sin\theta \\ (1): \quad N_B &= 8.71 + 6.13\sin\theta \end{aligned}\right\} \; N_A, N_B \text{ in newtons}$$

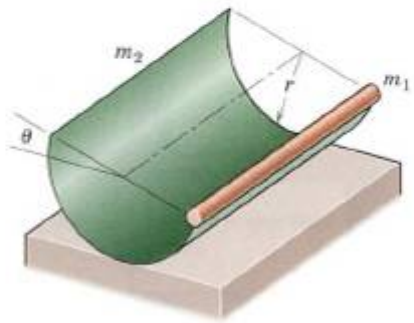
Note that N_A goes to zero at $\theta = 70.1°$, meaning that the receiver would tip if θ exceeds this value.



Problema 3.55 Estática Meriam edición cinco

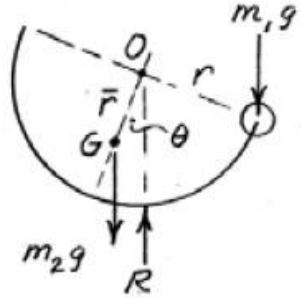
3/55 A slender rod of mass m_1 is welded to the horizontal edge of a uniform semicylindrical shell of mass m_2. Determine an expression for the angle θ with the horizontal made by the diameter of the shell through m_1. (Consult Table D/3 in Appendix D to locate the center of gravity of the semicircular section.)

Ans. $\theta = \tan^{-1} \dfrac{\pi m_1}{2m_2}$



Problem 3/55

3/55



$\Sigma M_O = 0$;

$m_1 g\, r \cos\theta - m_2 g\, \bar{r} \sin\theta = 0$

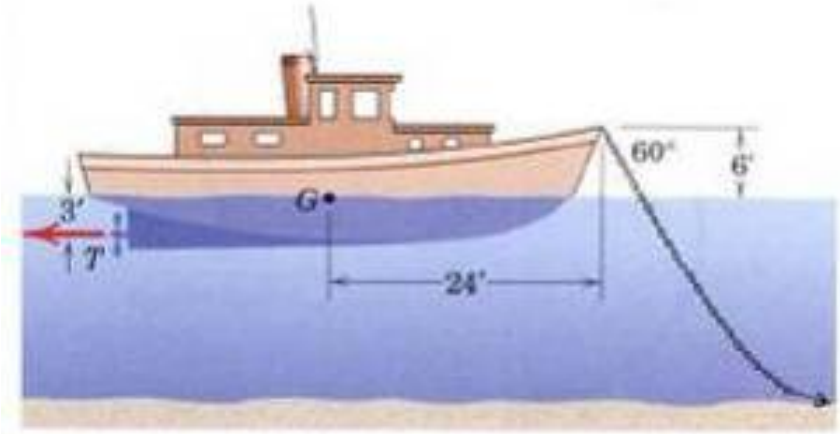
where $\bar{r} = 2r/\pi$

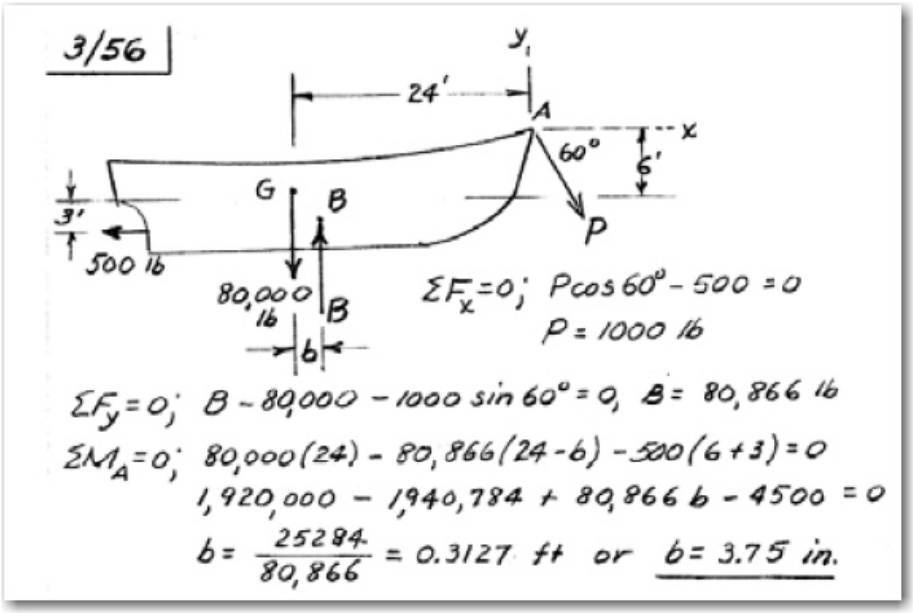
so $\tan\theta = \dfrac{m_1 r}{m_2 \bar{r}} = \dfrac{m_1 \pi}{2 m_2}$

$\theta = \tan^{-1} \dfrac{\pi m_1}{2 m_2}$

Problema 3.56 Estática Meriam edición cinco

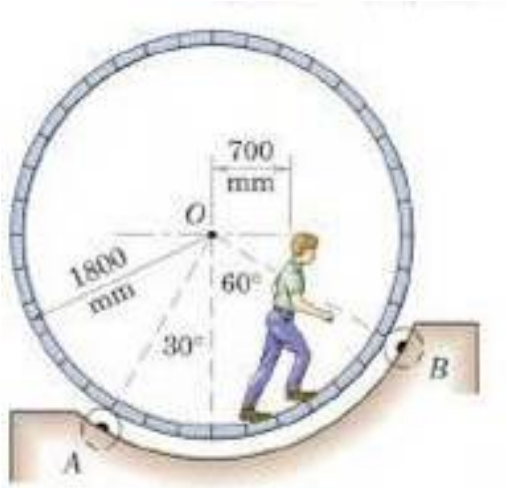
Para tender el ancla y que se clave en el fondo arenoso, el motor de la motora de 80 lb de centro de gravedad en G va atrás para generar un empuje horizontal T de 2 500 lb. Si la cadena del ancla forma un ángulo de 60^0 con la horizontal, determinar el desplazamiento b hacia proa del centro de empuje con relación a la posición que ocupa cuando la embarcación flota libre. El centro de empuje es el punto por el que pasa la resultante de las fuerzas de empuje hidrostático.



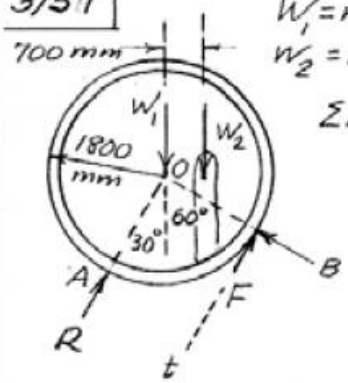


Problema 3.56 Estática Meriam edición tres; Problema 3.57 Estática Meriam edición cinco

El tambor uniforme de 400 kg esta montado sobre una línea de rodillos A y otra línea de rodillos B. Un hombre de 80 kg. se mueve lentamente a una distancia de 700 mm de la línea central vertical antes de que el tambor comience a girar. Todos los rodillos son totalmente libres para girar salvo uno de la línea B, el cual debe vencer un rozamiento considerable en su cojinete. Calcular la fuerza de rozamiento F que ejerce dicho rodillo según la tangente al tambor y hallar el valor R de la fuerza ejercida sobre el tambor por todos los rodillos A en dichas condiciones.



3/57



$W_1 = m_1 g = 400(9.81) = 3924\ N$

$W_2 = m_2 g = 80(9.81) = 785\ N$

$\Sigma M_O = 0;\ 785(0.7) - 1.8F = 0$

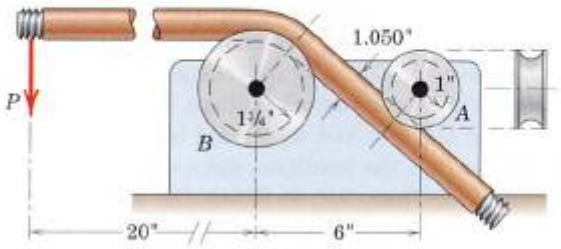
$F = 305\ N$

$\Sigma F_t = 0;\ R + 305 - (3924 + 785)\cos 30° = 0$

$R = 3770\ N$

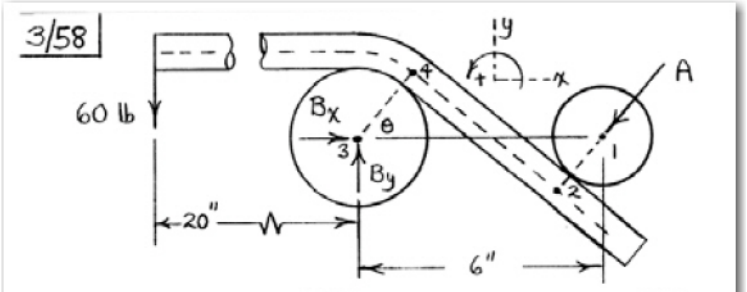
Problema 3.58 Estática Meriam edición cinco

3/58 The pipe bender consists of two grooved pulleys mounted and free to turn on a fixed frame. The pipe is bent into the shape shown by a force $P = 60$ lb. Calculate the forces supported by the bearings of the pulleys.



Problem 3/58

3/58



$\overline{1\text{-}3} = 6''$; $\overline{1\text{-}2} = 1 + \frac{1.050}{2} = 1.525''$; $\overline{3\text{-}4} = 1.75 + \frac{1.050}{2} = 2.275''$

$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{1.525 + 2.275}{6}\right) = 50.7°$

$\overline{2\text{-}4} = 6 \sin 50.7° = 4.64''$

$\Sigma M_3 = 0: \; 60(20) - 4.64A = 0, \quad \underline{A = 258 \text{ lb}}$

$\Sigma F_x = 0: \; B_x - 258 \cos 50.7° = 0, \quad B_x = 163.7 \text{ lb}$

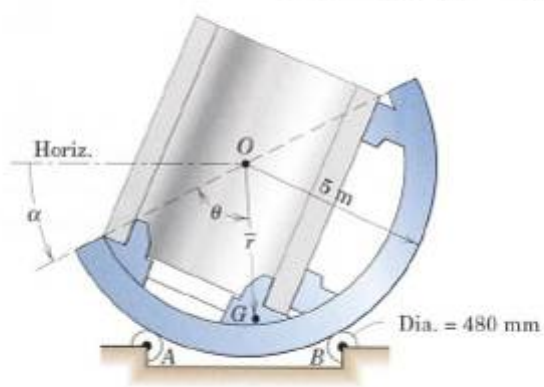
$\Sigma F_y = 0: \; B_y - 60 - 258 \sin 50.7° = 0, \quad B_y = 260 \text{ lb}$

$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2} = \sqrt{163.7^2 + 260^2} = \underline{307 \text{ lb}}$

Problema 3.59 Estática Meriam edición cinco

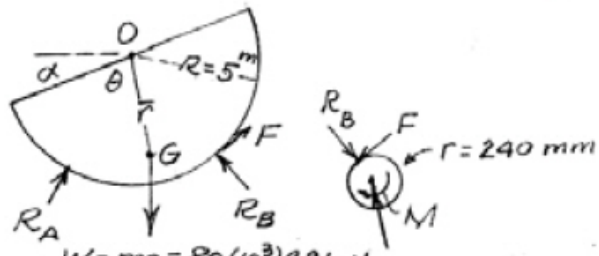
▶ **3/59** A special jig is designed to position large concrete pipe sections (shown in gray) and consists of an 80-Mg sector mounted on a line of rollers at A and a line of rollers at B. One of the rollers at B is a gear which meshes with a ring of gear teeth on the sector so as to turn the sector about its geometric center O. When $\alpha = 0$, a counterclockwise torque of 2460 N·m must be applied to the gear at B to keep the assembly from rotating. When $\alpha = 30°$, a clockwise torque of 4680 N·m is required to prevent rotation. Locate the mass center G of the jig by calculating $\bar{r}$ and θ. Note that the mass center of the pipe section is at O.

Ans. $\bar{r} = 367$ mm, $\theta = 79.8°$



Problem 3/59

3/59 For gear $Fr = M$, $F = \frac{M}{r} = \frac{M}{0.24}$



$W = mg = 80(10^3)9.81$ N

$\alpha = 0$, $\theta < 90°$, $M = 2460$ N·m

$\Sigma M_O = 0$; $\frac{2460}{r} R = mg\bar{r}\cos\theta$ - - - - - (a)

$\alpha = 30°$, $\theta + \alpha > 90°$, $M = 4680$ N·m

$\Sigma M_O = 0$; $\frac{4680}{r} R = mg\bar{r}\sin(\theta + 30° - 90°)$ - - - (b)

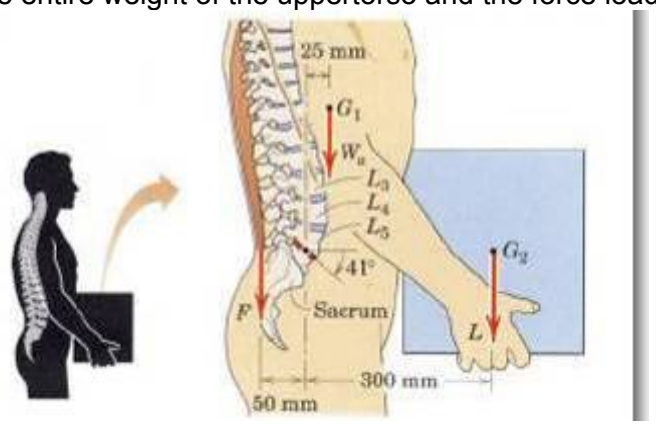
Divide (a) by (b) $\frac{2460}{4680} = \frac{\cos\theta}{\sin(\theta - 60°)}$ Solve & get $\theta = \tan^{-1} 5.54 = 79.8°$

From (a) $\bar{r} = \frac{2460(5)}{(0.24)80(10^3)(9.81)\cos 79.8°} = 0.367$ m or 367 mm

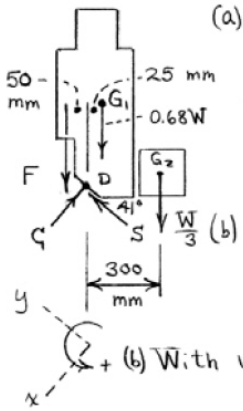
Problema 3.60 Estática Meriam edición cinco

The lumbar portion of the human spine supports the entire weight of the uppertorso and the force load

imposed on it. We consider here the disk (shaded red) between the lowest vertebra of the lumbar region (L_5) and the uppermost vertebra of the sacrum region. (*a*) For the case $L = 0$, determine the compressive force C and the shear force S supported by this disk in terms of the body weight W. The weight W_u of the upper torso (above the disk in question) is 68% of the total body weight W and acts at G_1. The vertical force F which the rectus muscles of the back exert on the upper torso acts as shown in the figure. (*b*) Repeat for the case when the person holds a weight of magnitude $L = W/3$ as shown. State any assumptions.



▶3/60 Consider a FBD of the upper torso



(a) $\Sigma M_D = 0: F(50) - 0.68W(25) = 0$

$F = 0.34W$

$\Sigma F_y = 0: S - 0.68W \sin 41° - F \sin 41° = 0, \quad \underline{S = 0.669W}$

$\Sigma F_x = 0: -C - 0.68W \cos 41° - F \cos 41° = 0, \quad \underline{C = 0.770W}$

(b) With weight $\frac{W}{3}$:

$\Sigma M_D = 0: F(50) - 0.68W(25) - \frac{W}{3}(300) = 0$

$F = 2.34W$

$\Sigma F_y = 0: S - 0.68W \sin 41° - F \sin 41° - \frac{W}{3} \sin 41° = 0$

$\underline{S = 2.20W}$

$\Sigma F_x = 0: -C + 0.68W \cos 41° + F \cos 41° + \frac{W}{3} \cos 41° = 0$

$\underline{C = 2.53W}$

SECCION B.
EQUILIBRIO EN TRES DIMENSIONES

La barra uniforme de acero de 7 metros tiene una masa de 200 kg y se apoya en A sobre el suelo a través de una articulación de rotula. El extremo esférico B descansa contra la pared vertical lisa, tal como se muestra. Calcular las fuerzas ejercidas por la pared y el suelo sobre los extremos de la barra.

Solución. Empezamos dibujando el diagrama de sólido libre de la barra, donde la fuerza de contacto que actúa sobre el punto B de la barra se representa perpendicular a la superficie de la pared. Además de representarse el peso P = mxg = 200 x 9,81 = 1962 Newton, se representa la fuerza que ejerce el suelo sobre la articulación de rotula A., mediante sus tres componentes x, y z. Estas componentes se han colocado con los sentidos correctos que parecen corresponderles por la condición de que A se mantenga en su sitio.

La altura a la que se halla B se deduce de:

$$7 = \sqrt{2^2 + 6^2 + h^2}$$

$$49 = 4 + 36 + h^2$$

$49 = 40 + h^2$

$h^2 = 49 - 40$

$h^2 = 9$
$h = 3$ m.

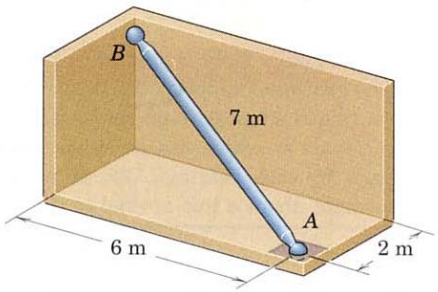
Tal como se muestra se han asignado convenientemente unos ejes coordenados a derechas.

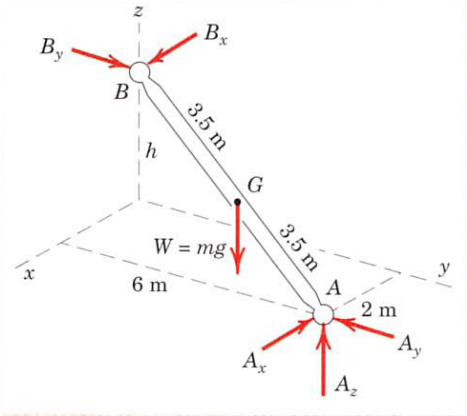
Solución vectorial
Tomaremos A como centro de momentos para que no aparezcan las fuerzas que actuan en ese punto. Los vectores de posición necesarios para calcular los momentos respecto a A son

r_{AG} = (- 1i – 3 j + 1,5 k) metros

r_{AB} = (- 2 i – 6 j + 3 k) metros

donde el centro de masa G se encuentra en el punto medio de AB.





La ecuación (vectorial) de momentos nos da

$\Sigma M_A = 0$

$r_{AB} \times (B_X + B_Y) + r_{AG} \times W = 0$

$(-2\,i - 6\,j + 3\,k) \times (B_x\,i + B_Y\,j) + (-i - 3\,j + 1{,}5\,k) \times (-1962\,k) = 0$

$$\sum M_A = \begin{vmatrix} i & j & k \\ -2 & -6 & 3 \\ B_X & B_y & 0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} i & j & k \\ -1 & -3 & 1{,}5 \\ 0 & 0 & -1962 \end{vmatrix} = 0$$

$$\sum M_A = \begin{vmatrix} i & j & k \\ -2 & -6 & 3 \\ B_X & B_y & 0 \\ i & j & k \\ -2 & -6 & 3 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} i & j & k \\ -1 & -3 & 1{,}5 \\ 0 & 0 & -1962 \\ i & j & k \\ -1 & -3 & 1{,}5 \end{vmatrix} = 0$$

$\Sigma M_A = (i)\,(-6)\,(0) + (-2)\,(B_y)\,(k) + (B_x)\,(j)\,(3) - (k)\,(-6)\,(B_x) - (3)\,(B_y)\,(i) - (0)\,(j)\,(-2) + (i)\,(-3)\,(-1962) +$

$(-1)\,(0)\,(k) + (0)\,(j)\,(1{,}5) - (k)\,(-3)\,(0) - (1{,}5)\,(0)\,(i) - (-1962)\,(j)\,(-1) = 0$

$(-2)\,(B_y)\,(k) + (B_x)\,(j)\,(3) - (k)\,(-6)\,(B_x) - (3)\,(B_y)\,(i) + (i)\,(-3)\,(-1962) - (-1962)\,(j)\,(-1) = 0$

$-2\,B_y\,k + 3\,B_x\,j + 6\,B_x\,k - 3\,B_y\,i + 5886\,i - 1962\,j = 0$

$-3\,B_y\,i + 5886\,i + 3\,B_x\,j - 1962\,j - 2\,B_y\,k + 6\,B_x\,k = 0$

Agrupando por factor comun

$-3\,B_y\,i + 5886\,i + 3\,B_x\,j - 1962\,j - 2\,B_y\,k + 6\,B_x\,k = 0$

$(5886 - 3\,B_y)\,i + (3\,B_x - 1962)\,j + (6\,B_x - 2\,B_y)\,k = 0$

Igualando a cero los coeficientes de I, j, k y luego despejando resulta;

$5886 - 3\,B_y = 0$

$5886 = 3\,B_y$

$$B_Y = \frac{5886}{3} = 1962 \text{ Newton}$$

B_y = 1962 Newton

$3\,B_x - 1962 = 0$

$3\,B_x = 1962$

$$B_X = \frac{1962}{3} = 654 \text{ Newton}$$

B_x = 654 Newton

La reacción en A se determina fácilmente mediante

$\Sigma F = 0$

$(654 - A_X)\, i + (1062 - A_y)\, j + (-1962 + A_z)\, k = 0$

Igualando a cero los coeficientes de I, j, k y luego despejando resulta;

$654 - A_X = 0$

A_X = 654 Newton

$1062 - A_y = 0$
A_y = 1062 Newton

$-1962 + A_z = 0$
A_z = 1962 Newton

Finalmente

$$A = \sqrt{(A_X)^2 + (A_y)^2 + (A_Z)^2}$$

$$A = \sqrt{(654)^2 + (1062)^2 + (1962)^2}$$

A = 2850 Newton

Solución escalar:
Si escribimos las ecuaciones escalares de los momentos respecto a ejes respectivamente paralelos a los x e y que pasen por A, resulta

$\Sigma M_{Ax} = 0$
$1962\,(3) - 3\,B_y = 0$

$\cancel{3}\,B_y = 1962\,(\cancel{3})$

B_y = 1962 Newton

$\Sigma M_{AY} = 0$
$-1962\,(1) + 3\,B_X = 0$
$3\,B_X = 1962$

B_X **= 654 Newton**

Las ecuaciones de fuerzas nos dan, sencillamente

$\Sigma F_X = 0$
$-A_X + 654 = 0$
A_X = 654 Newton

$\Sigma F_Y = 0$
$-A_Y + 1962 = 0$
A_Y = 1962 Newton

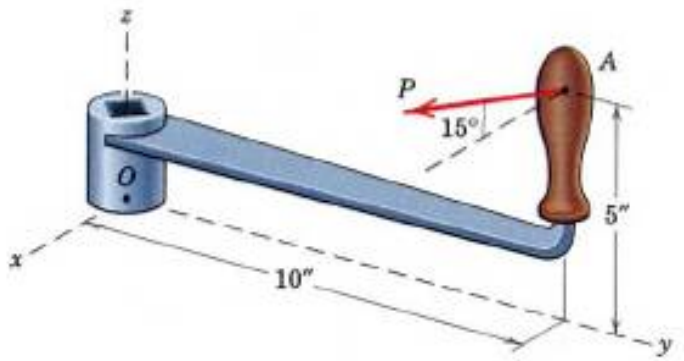
$\Sigma F_Z = 0$
$A_Z - 1962 = 0$
A_Z = 1962 Newton

Problema 3.61 Estática Meriam edición cinco

3/61 A force of magnitude $P = 40$ lb is applied to the stationary machine handle as shown. Write the force and moment reactions at O as vectors. Neglect the weight of the handle assembly.

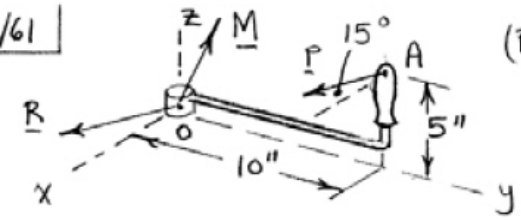
Ans. $\mathbf{R} = -38.6\mathbf{i} - 10.35\mathbf{k}$ lb

$\mathbf{M} = -103.5\mathbf{i} - 193.2\mathbf{j} + 386\mathbf{k}$ lb-in.



Problem 3/61

3/61



$(P = 40 \text{ lb})$

$\Sigma \underline{F} = \underline{0}: \quad \underline{R} + \underline{P} = \underline{0}$

$\underline{R} = -P = -40\left[\cos 15°\,\underline{i} + \sin 15°\,\underline{k}\right]$

$= -38.6\,\underline{i} - 10.35\,\underline{k} \text{ lb}$

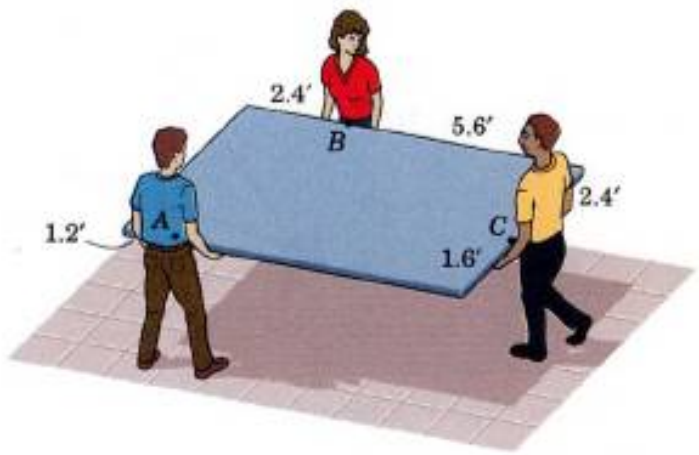
$\Sigma \underline{M} = \underline{0}: \quad \underline{M} + \underline{r} \times \underline{P} = \underline{0}$

$\underline{M} = -\underline{r} \times \underline{P} = -(10\underline{j} + 5\underline{k}) \times 40\left[\cos 15°\,\underline{i} + \sin 15°\,\underline{k}\right]$

$= -103.5\,\underline{i} - 193.2\,\underline{j} + 386\,\underline{k} \text{ lb-in.}$

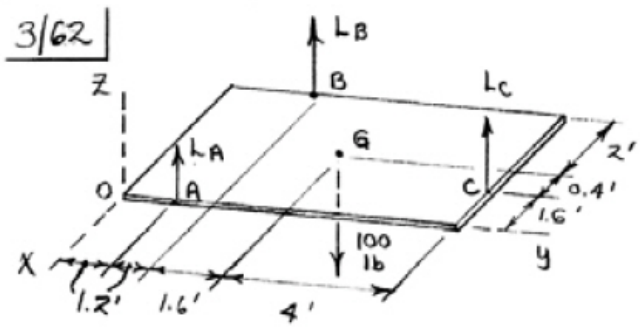
Problema 3.62 Estática Meriam edición cinco

3/62 Three workers are carrying a 4-ft by 8-ft panel in the horizontal position shown. If the homogeneous panel weighs 100 lb, estimate the lifting force exerted by each worker.



Problem 3/62

3/62



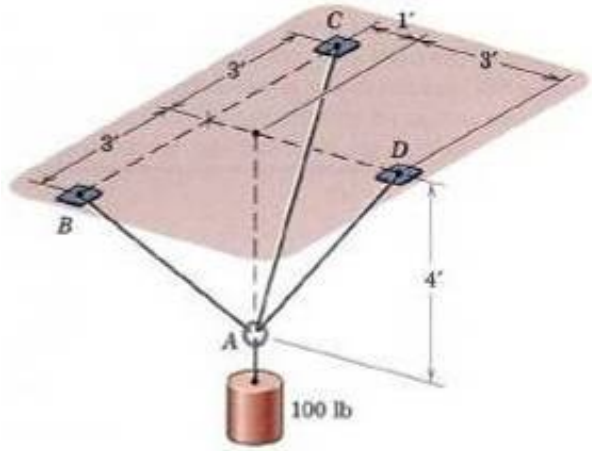
$$\Sigma F_z = 0: \quad L_A + L_B + L_C - 100 = 0$$

$$\Sigma M_{Ox} = 0: \quad L_A(1.2) + L_B(2.4) + L_C(8) - 100(4) = 0$$

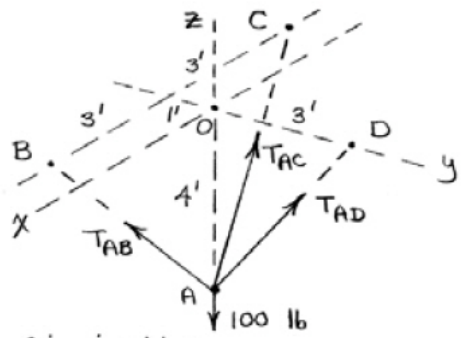
$$\Sigma M_{Oy} = 0: \quad L_B(4) + L_C(1.6) - 100(2) = 0$$

Solution: $\begin{cases} L_A = 29.1 \text{ lb} \\ L_B = 36.1 \text{ lb} \\ L_C = 34.8 \text{ lb} \end{cases}$

Problema 3.63 Estática Meriam edición cinco
Determine the tension in cables AB , AC, and AD.



3/63



$$\underline{T}_{AB} = T_{AB}\left[\frac{3\underline{i} - \underline{j} + 4\underline{k}}{\sqrt{3^2+1^2+4^2}}\right] = T_{AB}\left[0.588\underline{i} - 0.1961\underline{j} + 0.784\underline{k}\right]$$

$$\underline{T}_{AC} = T_{AC}\left[\frac{-3\underline{i} - \underline{j} + 4\underline{k}}{\sqrt{3^2+1^2+4^2}}\right] = T_{AC}\left[-0.588\underline{i} - 0.1961\underline{j} + 0.784\underline{k}\right]$$

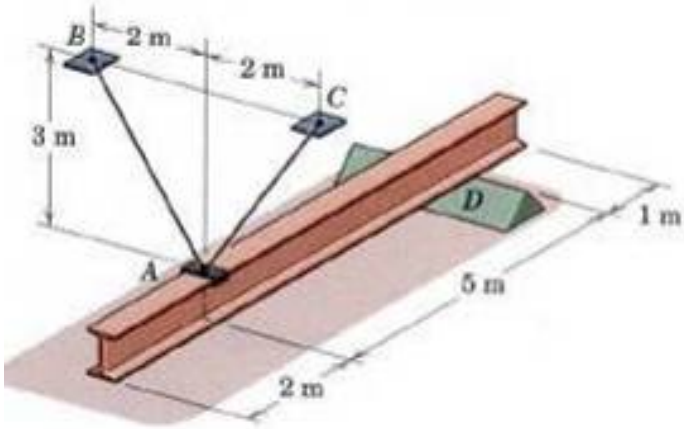
$$\underline{T}_{AD} = T_{AD}\left[\frac{3\underline{j} + 4\underline{k}}{\sqrt{3^2+4^2}}\right] = T_{AD}\left[0.6\underline{j} + 0.8\underline{k}\right]$$

$$\begin{cases} \Sigma F_x = 0: \quad 0.588T_{AB} - 0.588T_{AC} = 0 \quad (1) \\ \Sigma F_y = 0: \quad -0.1962T_{AB} - 0.1962T_{AC} + 0.6T_{AD} = 0 \quad (2) \\ \Sigma F_z = 0: \quad 0.784T_{AB} + 0.784T_{AC} + 0.8T_{AD} - 100 = 0 \quad (3) \end{cases}$$

$$\text{Solution}: \begin{cases} T_{AB} = 47.8 \text{ lb} \\ T_{AC} = 47.8 \text{ lb} \\ T_{AD} = 31.2 \text{ lb} \end{cases}$$

Problema 3.64 Estática Meriam edición cinco

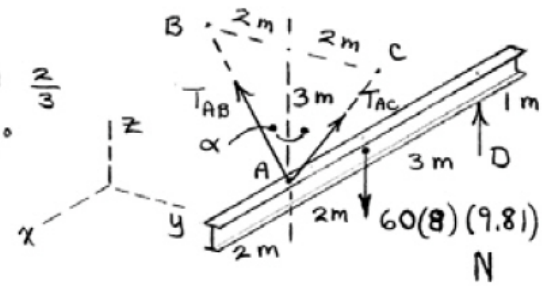
The uniform I-beam has a mass of 60 kg per meter of its length. Determine the tension in the two supporting cables and the reaction at D.



3/64

$\alpha = \tan^{-1} \frac{2}{3}$

$= 33.7°$



From $\Sigma F_y = 0$, $T_{AB} = T_{AC} = T$

$\Sigma M_{A_y} = 0: -60(8)(9.81)(2) + D(5) = 0$

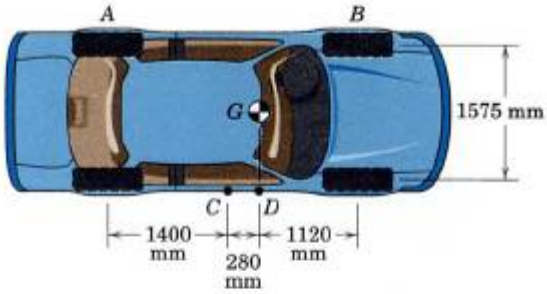
$\underline{D = 1884 \text{ N}}$

$\Sigma F_z = 0: 2T\cos\alpha + D - 60(8)(9.81) = 0$

$\underline{T = 1698 \text{ N} = T_{AB} = T_{AC}}$

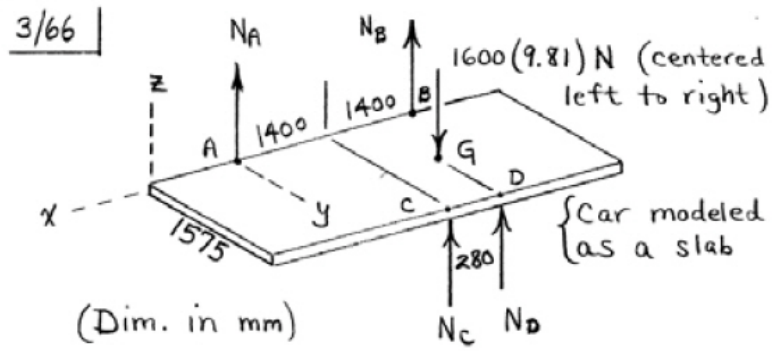
Problema 3.66 Estática Meriam edición cinco

3/66 An overhead view of a car is shown in the figure. Two different locations C and D are considered for a single jack. In each case, the entire right side of the car is lifted just off the ground. Determine the normal reaction forces at A and B and the vertical jacking force required for the case of each jacking location. Consider the 1600-kg car to be rigid. The mass center G is on the midline of the car.



Problem 3/66

3/66



Jacking at C ($N_D = 0$):

$\Sigma M_x = 0: \; -1600(9.81)\left(\frac{1575}{2}\right) + N_C(1575) = 0$

$N_C = 7850 \text{ N}$

$\Sigma M_y = 0: \; -1600(9.81)(1680) + N_B(2800) + N_C(1400) = 0$

$\Sigma F_z = 0: \; N_A + N_B + N_C - 1600(9.81) = 0$

$\Rightarrow N_A = 2350 \text{ N}, \quad N_B = 5490 \text{ N}$

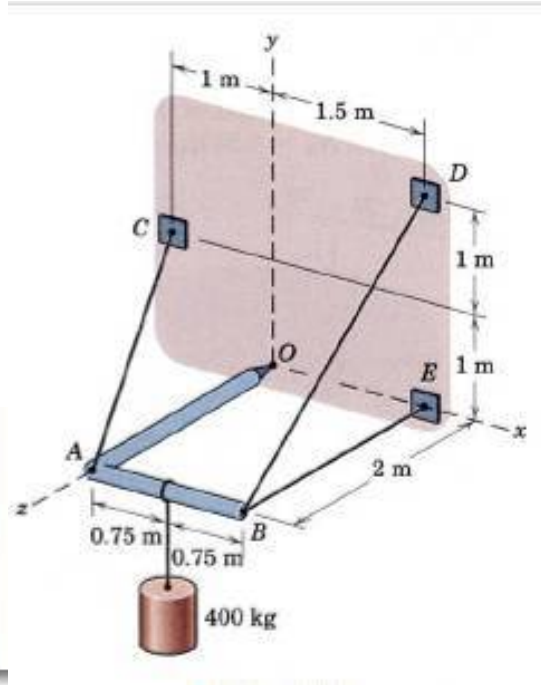
Jacking at D ($N_C = 0$): $\quad N_D = 7850 \text{ N}$ {Same as for N_C

$\Sigma M_y = 0: \; -1600(9.81)(1680) + N_B(2800) + N_D(1680) = 0$

$\Sigma F_z = 0: \; N_A + N_B + N_D - 1600(9.81) = 0$

$\Rightarrow N_A = 3140 \text{ N}, \quad N_B = 4710 \text{ N}$

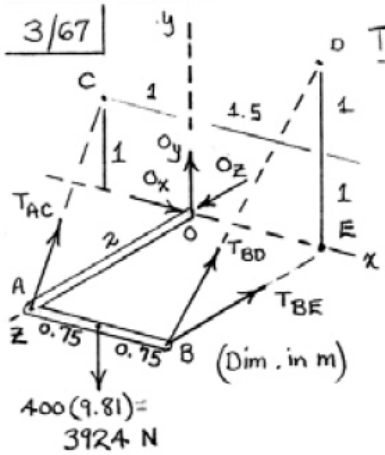
Problema 3.67 Estática Meriam edición cinco



3/67 The light right-angle boom which supports the 400-kg cylinder is supported by three cables and a ball-and-socket joint at O attached to the vertical x-y surface. Determine the reactions at O and the cable tensions.

Ans. $O_x = 1962$ N, $O_y = 0$, $O_z = 6540$ N
$T_{AC} = 4810$ N, $T_{BD} = 2770$ N, $T_{BE} = 654$ N

3/67



$$\underline{T}_{AC} = T_{AC}\left[\frac{-\underline{i} + \underline{j} - 2\underline{k}}{\sqrt{1^2 + 1^2 + 2^2}}\right]$$

$$= T_{AC}(-0.408\underline{i} + 0.408\underline{j} - 0.816\underline{k})$$

$$\underline{T}_{BD} = T_{BD}(0.707\underline{j} - 0.707\underline{k})$$

$$\underline{T}_{BE} = -T_{BE}\,\underline{k}$$

$\Sigma F_x = 0$: $\quad O_x - 0.408\,T_{AC} = 0$

$\Sigma F_y = 0$: $\quad O_y + 0.408\,T_{AC} + 0.707\,T_{BD} - 3924 = 0$

$\Sigma F_z = 0$: $\quad O_z - 0.816\,T_{AC} - 0.707\,T_{BD} - T_{BE} = 0$

$\Sigma M_{O_x} = 0$: $\quad -0.408\,T_{AC}(2) - 0.707\,T_{BD}(2) + 3924(2) = 0$

$\Sigma M_{O_y} = 0$: $\quad -0.408\,T_{AC}(2) + 0.707\,T_{BD}(1.5) + T_{BE}(1.5) = 0$

$\Sigma M_{O_z} = 0$: $\quad -3924(0.75) + 0.707\,T_{BD}(1.5) = 0$

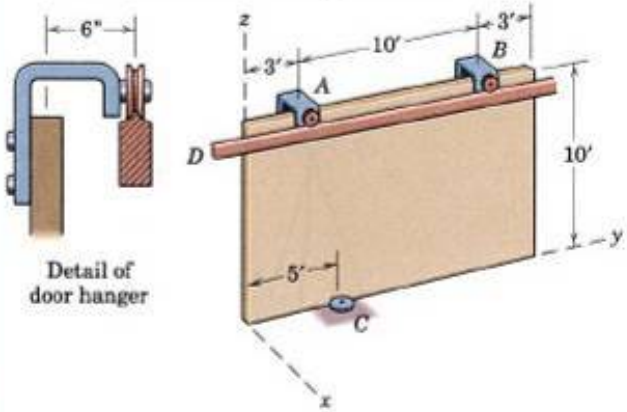
Solution: $\quad O_x = 1962$ N $\qquad T_{AC} = 4810$ N

$O_y = 0$ (Note $\Sigma M_{AB} = 0$) $\qquad T_{BD} = 2770$ N

$O_z = 6540$ N $\qquad T_{BE} = 654$ N

Problema 3.68 Estática Meriam edición cinco

3/68 The industrial door is a uniform rectangular panel weighing 1200 lb and rolls along the fixed rail D on its hanger-mounted wheels A and B. The door is maintained in a vertical plane by the floor-mounted guide roller C, which bears against the bottom edge. For the position shown compute the horizontal side thrust on each of the wheels A and B, which must be accounted for in the design of the brackets.

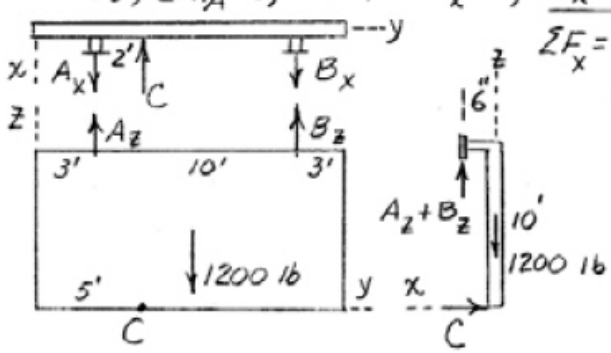


3/68 | $x\text{-}z;\ \Sigma M_{AB}=0;\ 10C-1200(6/12)=0,\ C=60\ lb$

$x\text{-}y;\ \Sigma M_A=0;\ 2(60)-10B_x=0;\ \underline{B_x=12\ lb}$

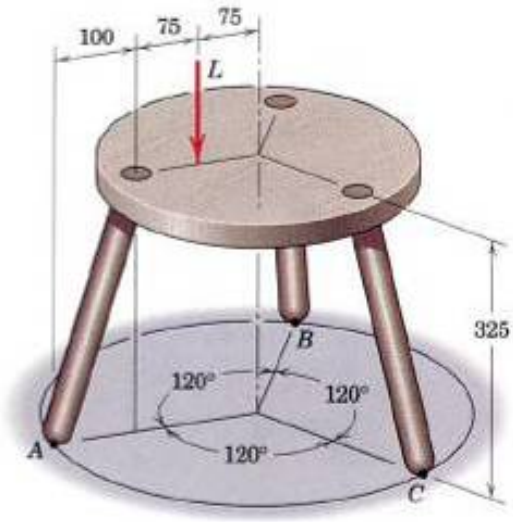
$\Sigma F_x=0;\ A_x+12-60=0$

$\underline{A_x=48\ lb}$

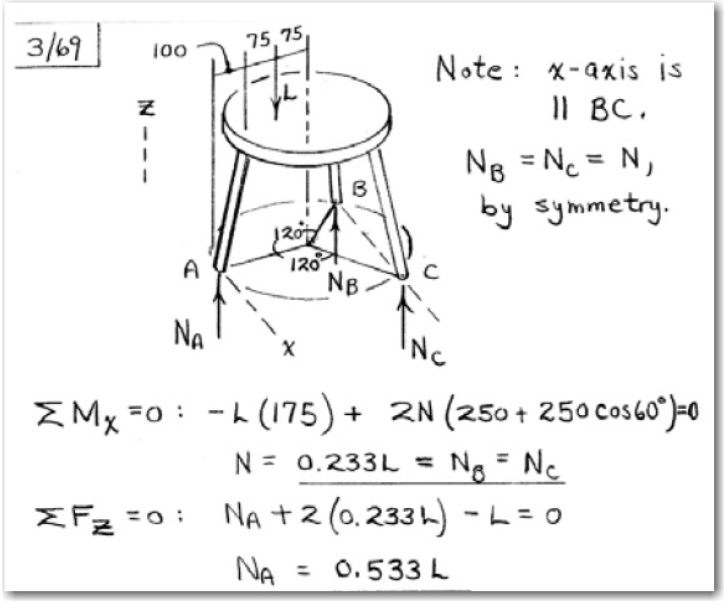


Problema 3.69 Estática Meriam edición cinco

A three-legged stool is subjected to the load L as shown. Determine the vertical force reaction under each leg. Neglect the weight of the stool.

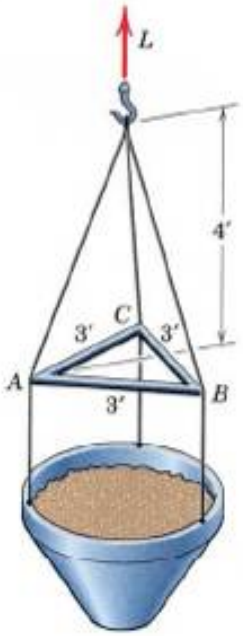


Dimensions in millimeters

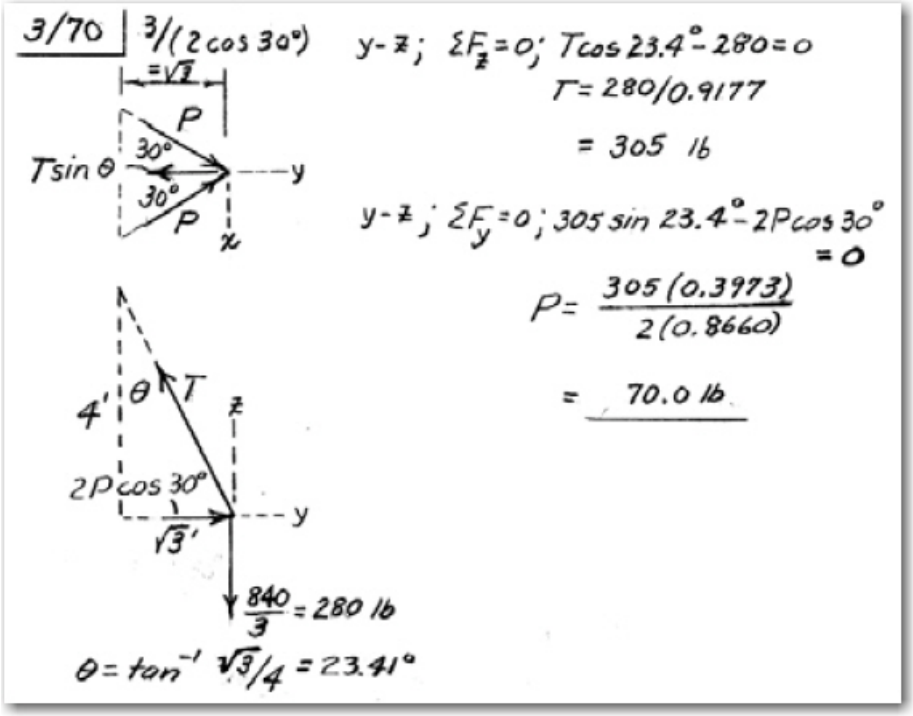


Problema 3.70 Estática Meriam edición cinco

3/70 Calculate the compression P in each leg of the equilateral spreader frame ABC, which ensures the application of equal vertical forces to the rim of the concrete hopper. The total load L is 840 lb. Note that determination of P would be a first step in the design of the frame.

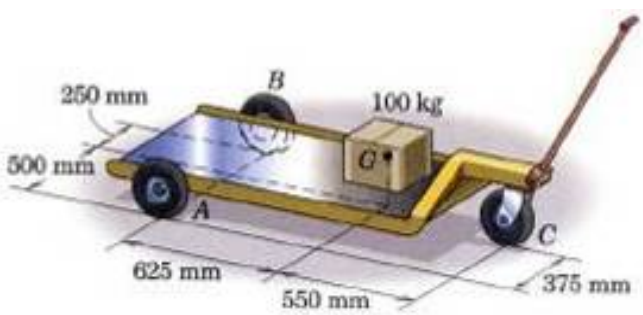


Problem 3/70

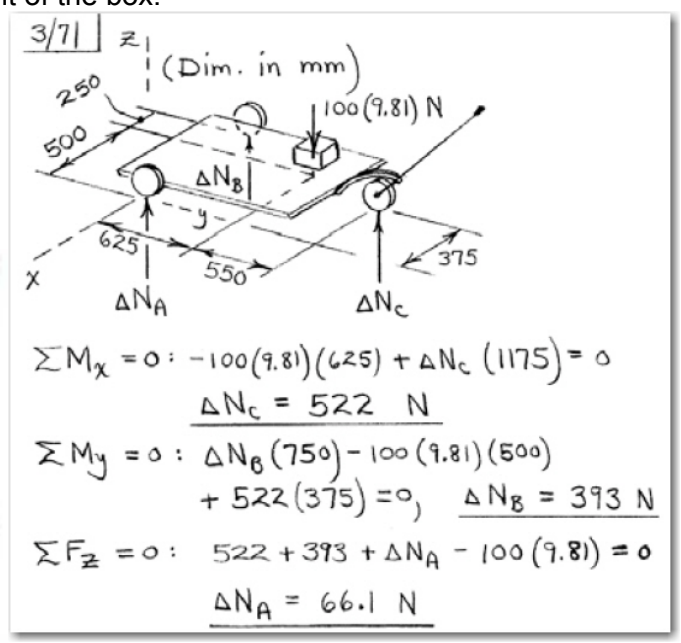


Problema 3.71 Estática Meriam edición cinco

The three-weel trucks is used to carry the 100 kg box as shown. Calculate the changes in the normal force reactions at the three wheels due to the weight of the box.

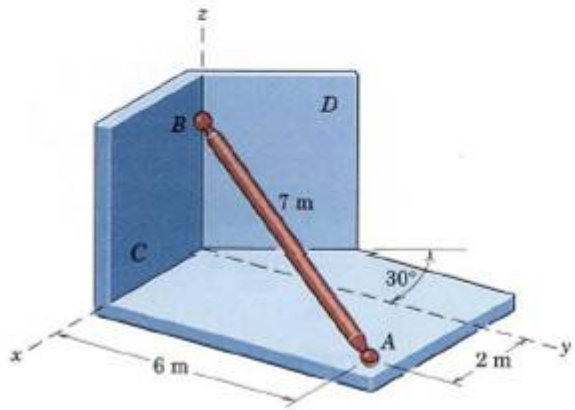


Problem 3/71



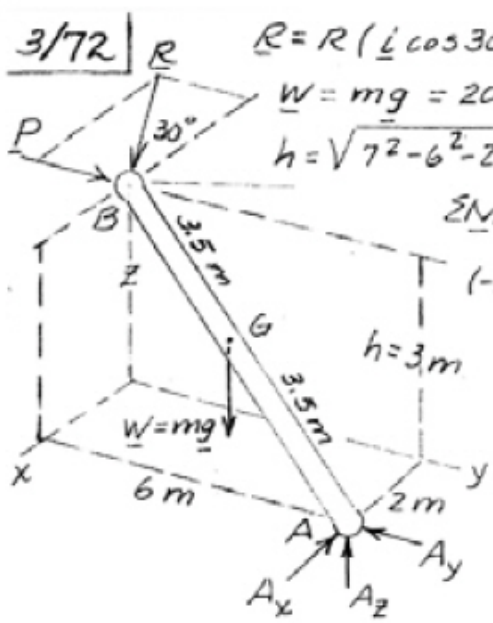
Problema 3.72 Estática Meriam edición cinco

3/72 One of the vertical walls supporting end B of the 200-kg uniform shaft of Sample Problem 3/5 is turned through a 30° angle as shown here. End A is still supported by the ball-and-socket connection in the horizontal x-y plane. Calculate the magnitudes of the forces **P** and **R** exerted on the ball end B of the shaft by the vertical walls C and D, respectively.



Problem 3/72

3/72



$\underline{R} = R(\underline{i}\cos 30° + \underline{j}\sin 30°) = \frac{R}{2}(\sqrt{3}\,\underline{i} + \underline{j})$

$\underline{W} = m\underline{g} = 200(9.81)(-\underline{k}) = -1962\,\underline{k}$ N

$h = \sqrt{7^2 - 6^2 - 2^2} = 3$ m

$\Sigma \underline{M}_A = \underline{0}$; $\underline{r}_{AG} \times \underline{W} + \underline{r}_{AD} \times (\underline{P} + \underline{R}) = \underline{0}$

$(-1\underline{i} - 3\underline{j} + 1.5\underline{k}) \times (-1962\,\underline{k})$

$+ (-2\underline{i} - 6\underline{j} + 3\underline{k}) \times (P\underline{j} + \frac{R\sqrt{3}}{2}\underline{i} + \frac{R}{2}\underline{j})$

$= \underline{0}$

Simplify & set

$(5886 - 3P - 3R/2)\,\underline{i}$

$+ (-1962 + 3\sqrt{3}R/2)\,\underline{j}$

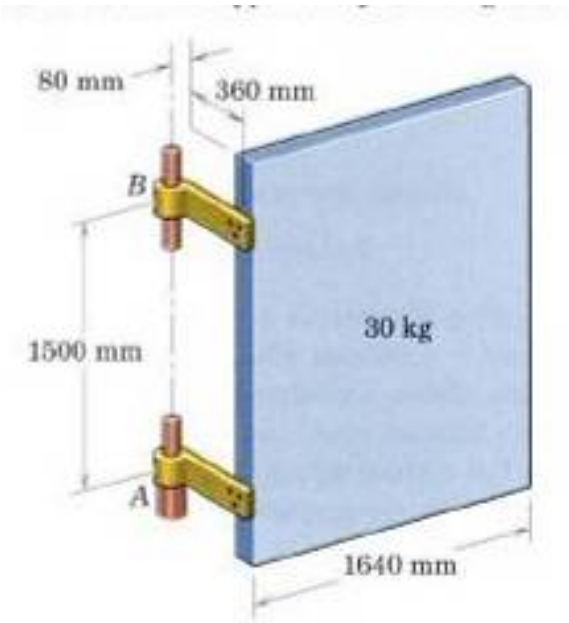
$+ (-2P + R + 3\sqrt{3}R)\,\underline{k} = 0$

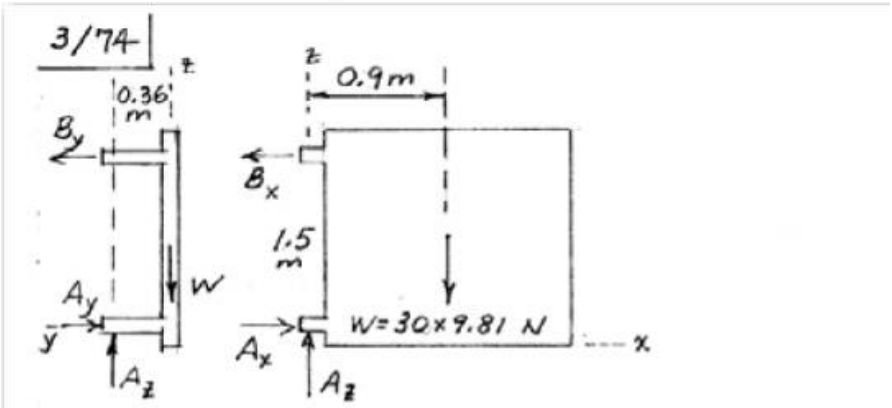
$R = \frac{2(1962)}{3\sqrt{3}} = \underline{755\ \text{N}}$

$3P = 5886 - \frac{3}{2}755$, $P = \underline{1584\ \text{N}}$

Problema 3.75 Estática Meriam edición tres; Problema 3.74 Estática Meriam edición cinco

El centro de masa de la puerta de 30 kg. se encuentra en el centro del panel. Si el peso de la puerta carga por completo sobre la bisagra inferior A, calcular el valor de la fuerza total que soporta la bisagra B.





$x-z;\ \Sigma M_A=0;\ 1.5B_x-0.9(30)(9.81)=0,\ B_x=176.6\ N$

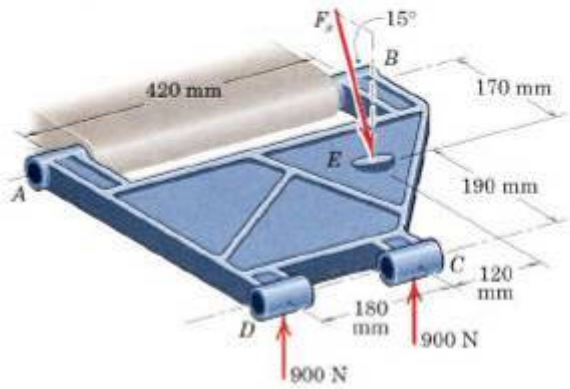
$y-z;\ \Sigma M_A=0;\ 1.5B_y-0.36(30)(9.81)=0,\ B_y=70.6\ N$

$B=\sqrt{176.6^2+70.6^2}=\underline{190.2\ N}$

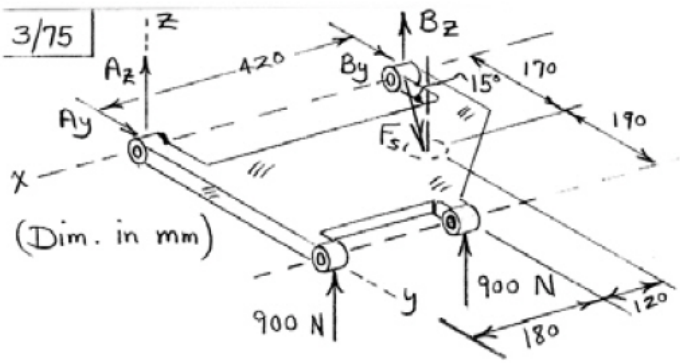
Problema 3.75 Estática Meriam edición cinco

3/75 As part of a check on its design, a lower A-arm (part of an automobile suspension) is supported by bearings at A and B and subjected to the pair of 900-N forces at C and D. The suspension spring, not shown for clarity, exerts a force F_S at E as shown, where E is in plane $ABCD$. Determine the magnitude F_S of the spring force and the magnitudes F_A and F_B of the bearing forces at A and B which are perpendicular to the hinge axis AB.

Ans. $F_S = 3950$ N, $F_A = 437$ N, $F_B = 2450$ N



3/75



$\Sigma M_x = 0: \; 2(900)(360) - F_S \cos 15°(170) = 0, \; \underline{F_S = 3950 \text{ N}}$

$\Sigma M_y = 0: \; B_z(420) + 900(180) - 3950 \cos 15°(300) = 0$

$B_z = 2340 \text{ N}$

$\Sigma M_z = 0: \; -B_y(420) - 3950 \sin 15°(300) = 0, \; B_y = -730 \text{ N}$

$\Sigma F_y = 0: \; A_y - 730 + 3950 \sin 15° = 0, \quad A_y = -292 \text{ N}$

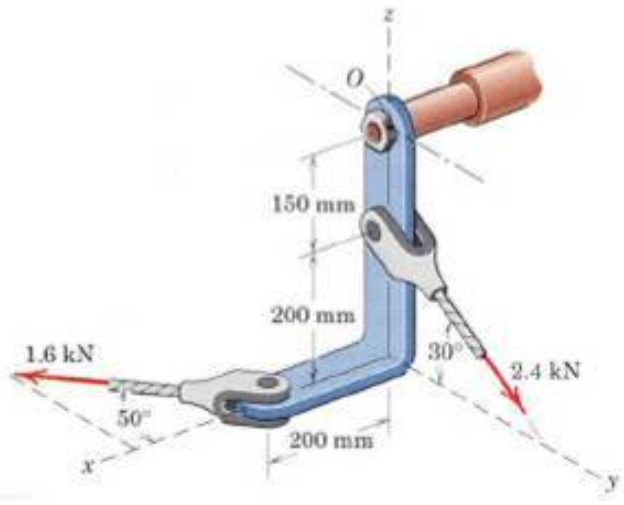
$\Sigma F_z = 0: \; A_z + 2340 - 3950 \cos 15° + 1800 = 0, \; A_z = -325 \text{ N}$

$F_A = \sqrt{A_y^2 + A_z^2} = \underline{437 \text{ N}}$

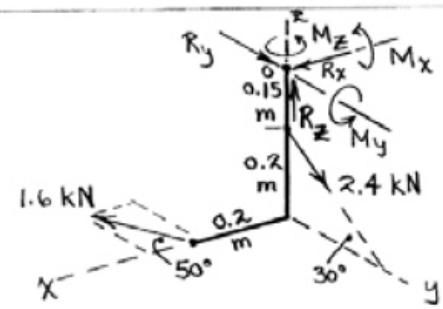
$F_B = \sqrt{B_y^2 + B_z^2} = \underline{2450 \text{ N}}$

Problema 3.76 Estática Meriam edición cinco

3/76 Determine the magnitudes of the force **R** and couple **M** exerted by the nut and bolt on the loaded bracket at O to maintain equilibrium.



3/76



$\Sigma F_x = 0: \; R_x + 1.6 \cos 50°, \qquad R_x = -1.028 \text{ kN}$

$\Sigma F_y = 0: \; R_y + 2.4 \cos 30° - 1.6 \sin 50° = 0, \qquad R_y = -0.853 \text{ kN}$

$\Sigma F_z = 0: \; R_z - 2.4 \sin 30° = 0, \qquad R_z = 1.2 \text{ kN}$

$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2} = \underline{1.796 \text{ kN}}$

$\Sigma M_{O_x} = 0: \; M_x + 2.4 \cos 30° (0.15) - 1.6 \sin 50° (0.35) = 0$

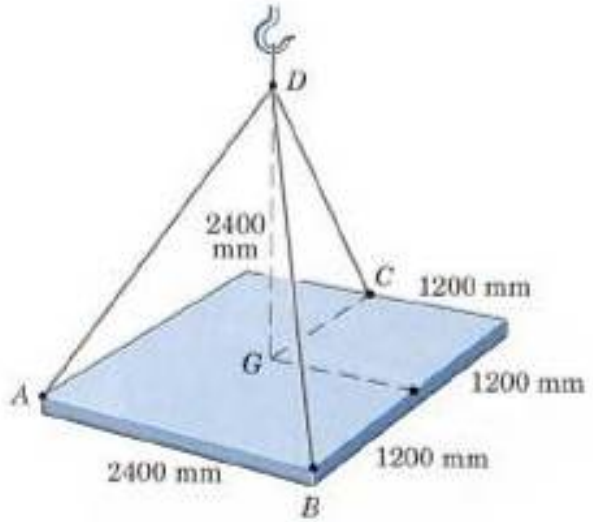
$M_x = 0.1172 \text{ kN·m}$

$\Sigma M_{O_y} = 0: \; M_y - 1.6 \cos 50° (0.35) = 0, \qquad M_y = 0.360 \text{ kN·m}$

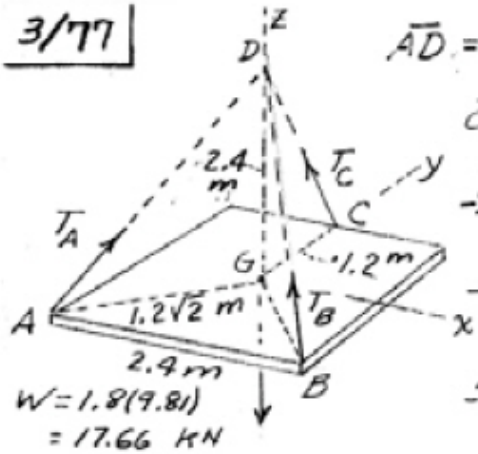
$\Sigma M_{O_z} = 0: \; M_z - 1.6 \sin 50° (0.2) = 0, \qquad M_z = 0.245 \text{ kN·m}$

$M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + M_z^2} = \underline{0.451 \text{ kN·m}}$

Problema 3.81 Estática Meriam edición tres; Problema 3.77 Estática Meriam edición cinco
La masa de la plancha de acero es de 1800 kg y su centro de masa esta en su centro G. Calcular la tensión en cada uno los tres cables con los que se iza la plancha mientras permanece horizontal.



3/77



$$\overline{AD} = \overline{BD} = \sqrt{\overline{2.4}^2 + \overline{1.2\sqrt{2}}^2} = 1.2\sqrt{6}\ m$$

$$\overline{CD} = \sqrt{\overline{1.2}^2 + \overline{2.4}^2} = 1.2\sqrt{5}\ m$$

$$\underline{T}_A = \frac{T_A}{1.2\sqrt{6}}(1.2\underline{i} + 1.2\underline{j} + 2.4\underline{k})$$

$$\underline{T}_B = \frac{T_B}{1.2\sqrt{6}}(-1.2\underline{i} + 1.2\underline{j} + 2.4\underline{k})$$

$$\underline{T}_C = \frac{T_C}{1.2\sqrt{5}}(-1.2\underline{j} + 2.4\underline{k})$$

$$\Sigma\underline{F} = \underline{0};\quad \underline{T}_A + \underline{T}_B + \underline{T}_C + \underline{W} = \underline{0}$$

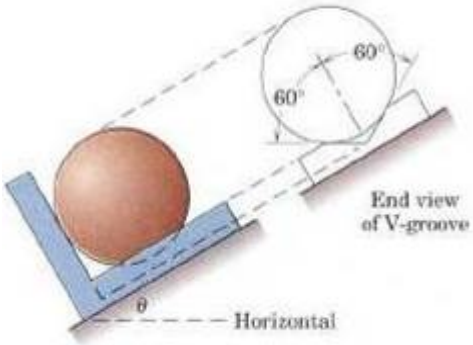
$$\underline{i}\left(\frac{T_A}{\sqrt{6}} - \frac{T_B}{\sqrt{6}}\right) + \underline{j}\left(\frac{T_A}{\sqrt{6}} + \frac{T_B}{\sqrt{6}} - \frac{T_C}{\sqrt{5}}\right) + \underline{k}\left(\frac{2T_A}{\sqrt{6}} + \frac{2T_B}{\sqrt{6}} + \frac{2T_C}{\sqrt{5}} - 17.66\right) = \underline{0}$$

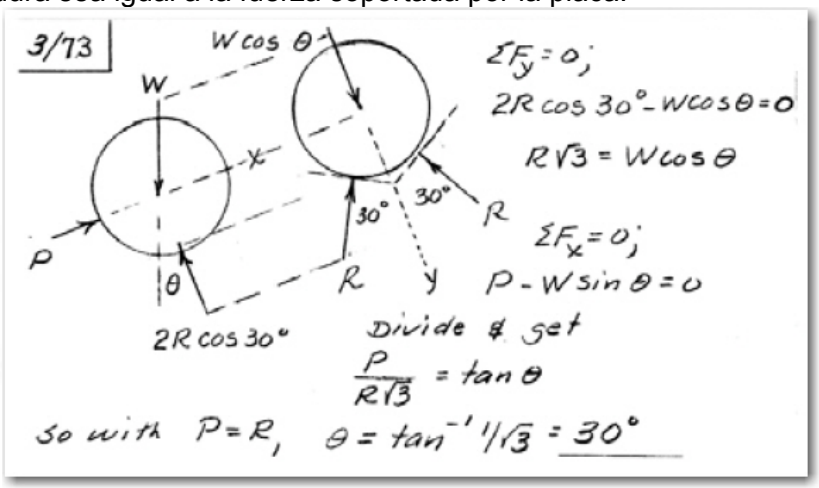
$$T_A = T_B;\quad 4T_A/\sqrt{6} + 2T_C/\sqrt{5} = 17.66;\quad 2T_A/\sqrt{6} = T_C/\sqrt{5}$$

Solve & get $\underline{T_A = T_B = 5.41\ kN}$

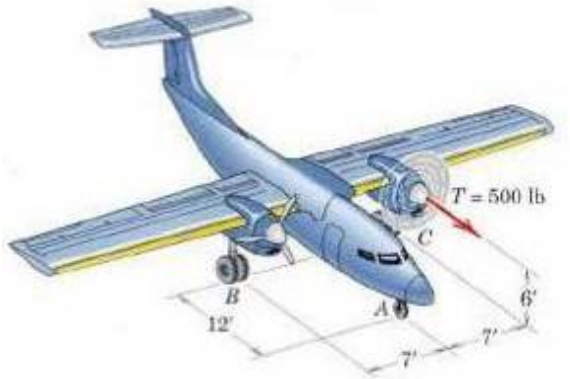
$T_C = 9.87\ kN$

Problema 3.78 Estática Meriam edición tres; Problema 3.73 Estática Meriam edición cinco
La esfera homogénea lisa descansa sobre la acanaladura de 120^0 y se apoya contra la placa normal a la dirección de la canaladura. Determinar el ángulo θ medido a partir de la horizontal para que la reacción de cada lado de la acanaladura sea igual a la fuerza soportada por la placa.

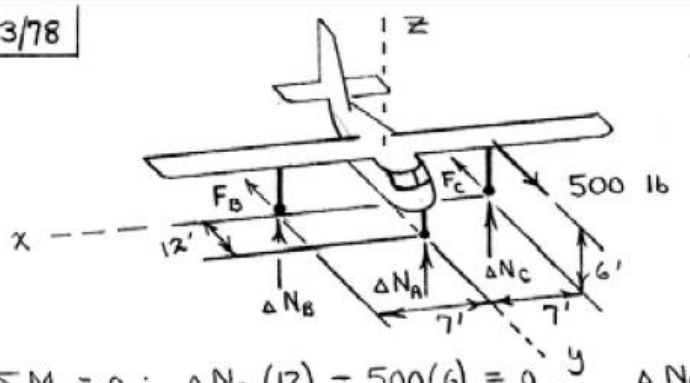




Problema 3.78 Estática Meriam edición cinco
Durante una prueba, el motor izquierdo del bimotor es acelerado hasta generar un empuje de 500 lb. Para impedir el movimiento, las ruedas principales B y C están frenadas. Determinar la variación en las fuerzas de reacción normales en A, B y C con relación a sus valores normales a motores parados.



3/78



$\Sigma M_x = 0: \quad \Delta N_A (12) - 500(6) = 0$, $\quad \underline{\Delta N_A = 250 \text{ lb}}$

$\Sigma F_z = 0: \quad \Delta N_A + \Delta N_B + \Delta N_C = 0$

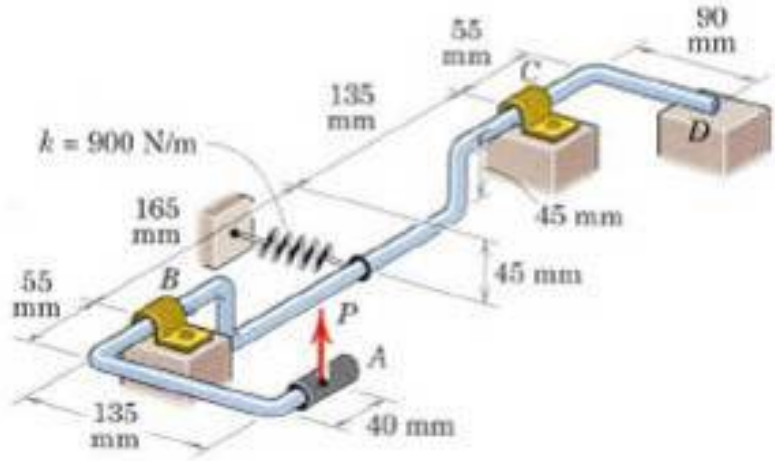
$\Sigma M_y = 0: \quad \Delta N_C (7) - \Delta N_B (7) = 0$

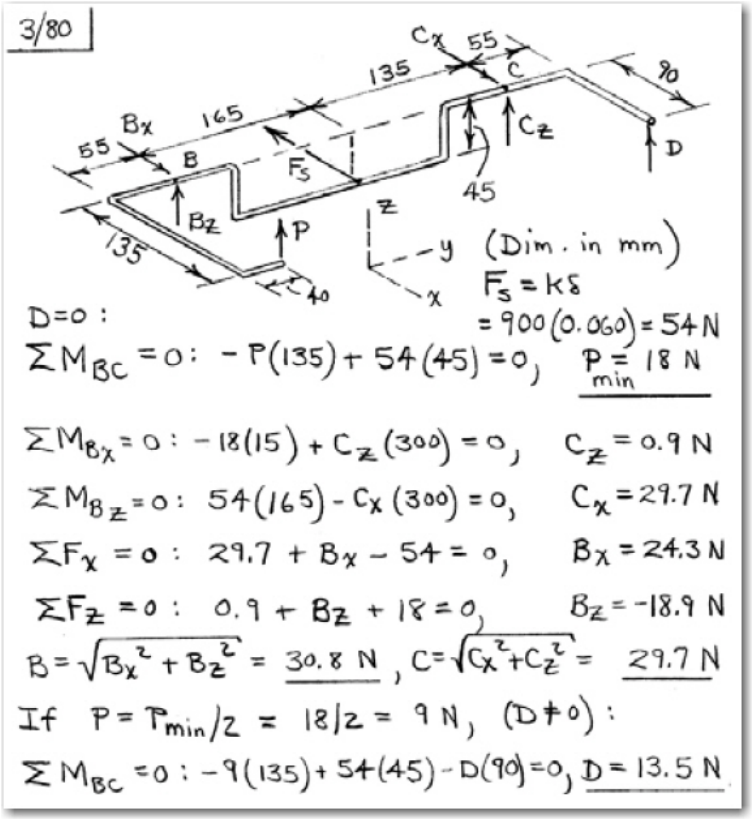
$\Delta N_B = \Delta N_C = \underline{-125 \text{ lb}}$

More information would be required to determine F_B and F_C. x-components of friction at B and C are possible.

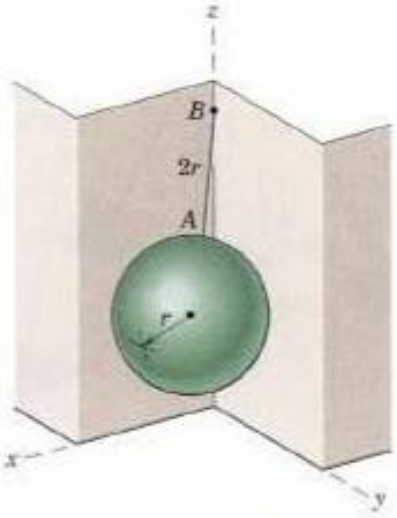
Problema 3.80 Estática Meriam edición cinco

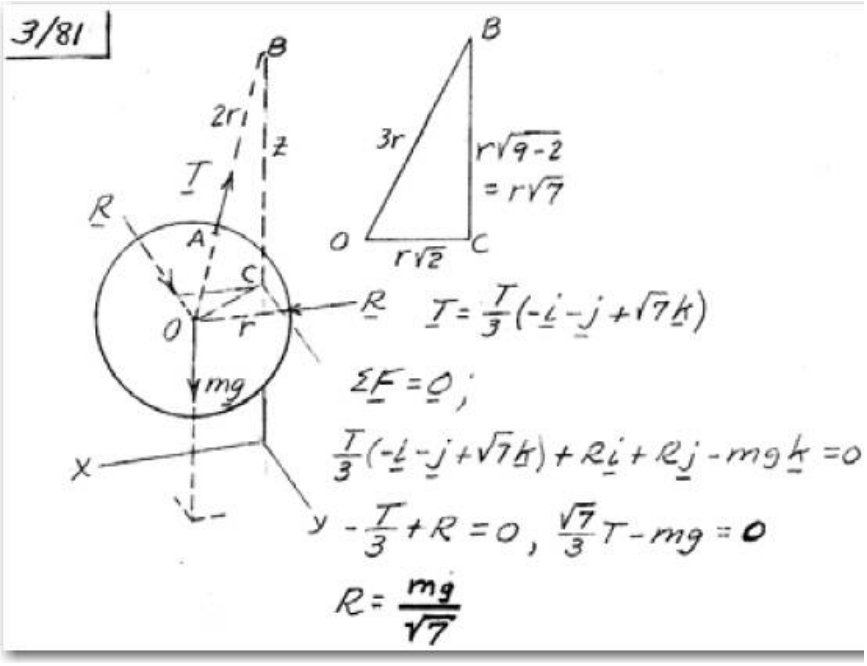
3/80 The spring of modulus $k = 900$ N/m is stretched a distance $\delta = 60$ mm when the mechanism is in the position shown. Calculate the force P_{min} required to initiate rotation about the hinge axis BC, and determine the corresponding magnitudes of the bearing forces which are perpendicular to BC. What is the normal reaction force at D if $P = P_{min}/2$?





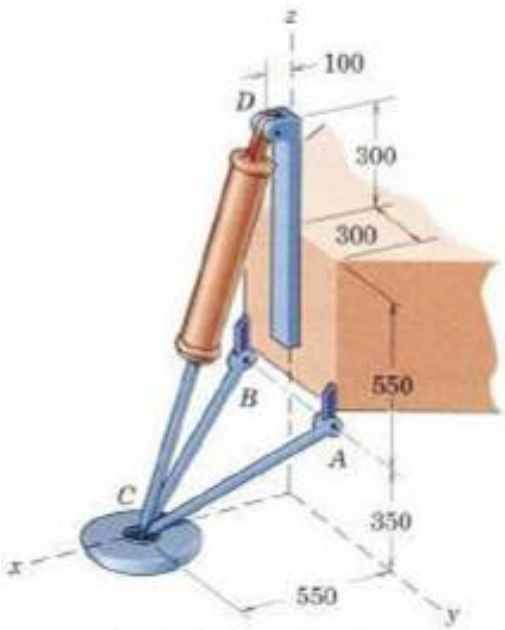
Problema 3.81 Estática Meriam edición cinco; Problema 3.79 Estática Meriam edición SEIS
Una esfera homogénea lisa de masa m y radio r cuelga mediante un alambre AB de longitud 2r, de un punto B situado en la recta de intersección de las dos paredes a 90^0 verticales. Determinar la reaccion de cada pared sobre la esfera**.**



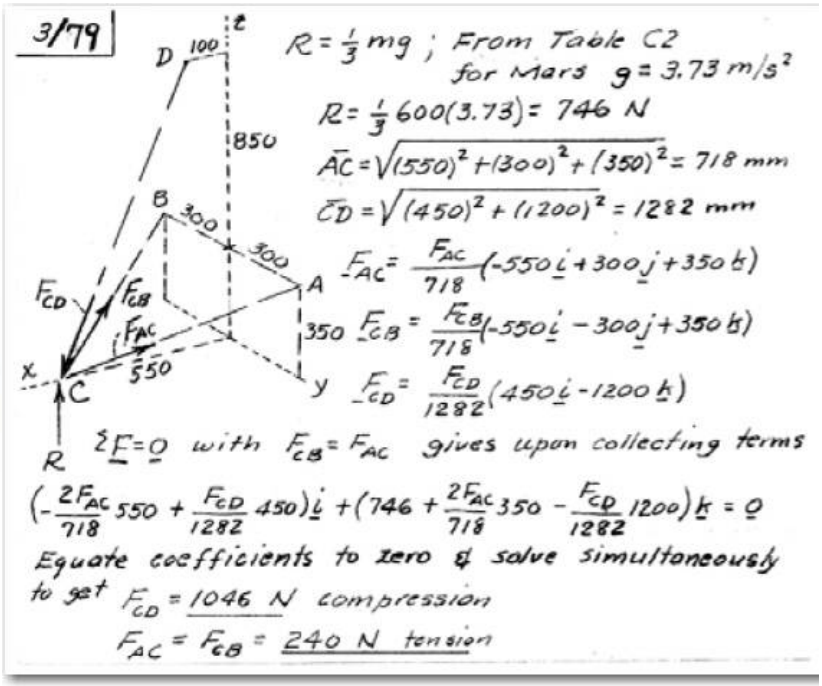


Problema 3.83 Estática Meriam edición tres; Problema 3.79 Estática Meriam edición cinco

En la figura se representan las dimensiones aproximadas de una de las tres patas de aterrizaje del modulo de descanso marciano Viking. La masa total del modulo es de 600 kg. Calcular la fuerza que soporta cada pata cuando el vehiculo descansa en Marte sobre una superficie horizontal. (Se supondrá que el peso se distribuye igualmente entre las patas consultando la tabla D/2 del apéndice D en caso necesario.



Dimensions in millimeters



$R = \frac{1}{3} mg$; From Table C2 for Mars $g = 3.73\ m/s^2$

$R = \frac{1}{3} 600(3.73) = 746\ N$

$\overline{AC} = \sqrt{(550)^2 + (300)^2 + (350)^2} = 718\ mm$

$\overline{CD} = \sqrt{(450)^2 + (1200)^2} = 1282\ mm$

$\underline{F}_{AC} = \frac{F_{AC}}{718}(-550\underline{i} + 300\underline{j} + 350\underline{k})$

$\underline{F}_{CB} = \frac{F_{CB}}{718}(-550\underline{i} - 300\underline{j} + 350\underline{k})$

$\underline{F}_{CD} = \frac{F_{CD}}{1282}(450\underline{i} - 1200\underline{k})$

$\Sigma \underline{F} = \underline{0}$ with $F_{CB} = F_{AC}$ gives upon collecting terms

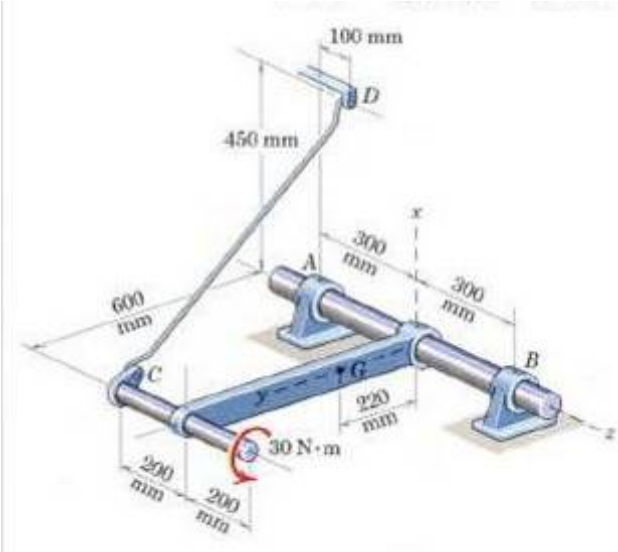
$$\left(-\frac{2F_{AC}}{718}550 + \frac{F_{CD}}{1282}450\right)\underline{i} + \left(746 + \frac{2F_{AC}}{718}350 - \frac{F_{CD}}{1282}1200\right)\underline{k} = \underline{0}$$

Equate coefficients to zero & solve simultaneously to get $F_{CD} = \underline{1046\ N}$ compression

$F_{AC} = F_{CB} = \underline{240\ N}$ tension

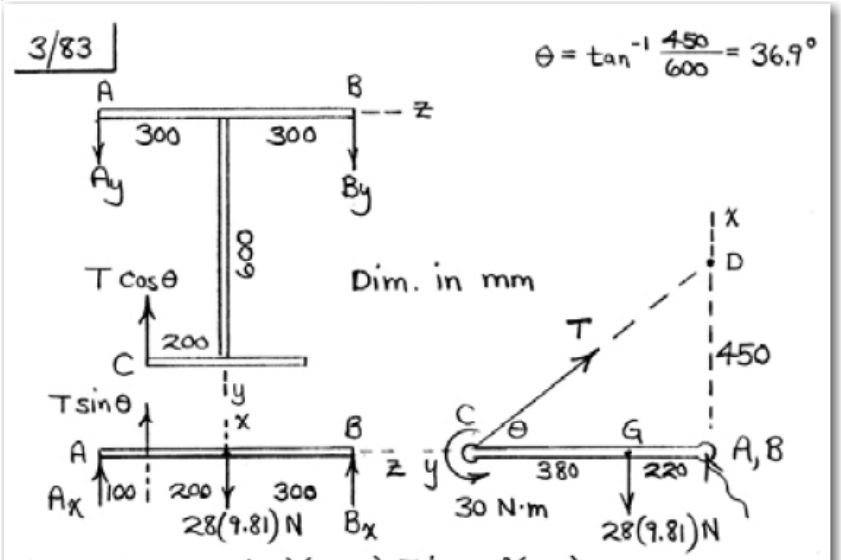
Problema 3.83 Estática Meriam edición cinco

3/83 The shaft, lever, and handle are welded together and constitute a single rigid body. Their combined mass is 28 kg with mass center at G. The assembly is mounted in bearings A and B, and rotation is prevented by link CD. Determine the forces exerted on the shaft by bearings A and B while the 30-N · m couple is applied to the handle as shown. Would these forces change if the couple were applied to the shaft AB rather than to the handle?



3/83

$\theta = \tan^{-1}\frac{450}{600} = 36.9°$



$(x\text{-}y)\ \Sigma M_z = 0: 28(9.81)(0.220) - T\sin 36.9°(0.600) + 30 = 0,\quad T = 251\text{ N}$

$(x\text{-}z)\ \Sigma M_B = 0: 28(9.81)(0.300) - 251\sin 36.9°(0.500) - 0.600A_x = 0,\quad A_x = 11.74\text{ N}$

$\Sigma F_x = 0: 11.74 + 251\sin 36.9° - 28(9.81) + B_x = 0,\quad B_x = 112.2\text{ N}$

$(y\text{-}z)\ \Sigma M_B = 0: 251\cos 36.9°(0.500) - 0.6A_y = 0,\quad A_y = 167.5\text{ N}$

$\Sigma F_y = 0: 167.5 + B_y - 251\cos 36.9° = 0,\quad B_y = 33.5\text{ N}$

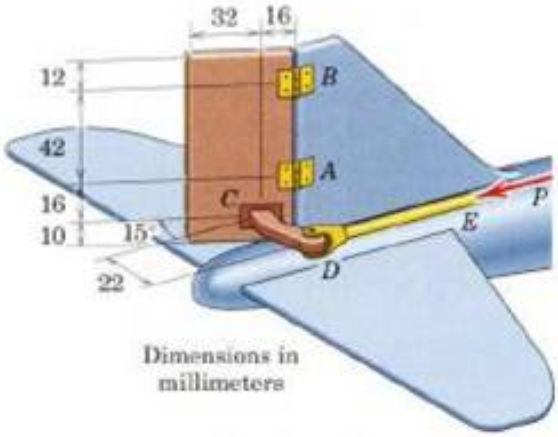
$A = \sqrt{11.74^2 + 167.5^2} = \underline{167.9\text{ N}}$

$B = \sqrt{112.2^2 + 33.5^2} = \underline{117.1\text{ N}}$

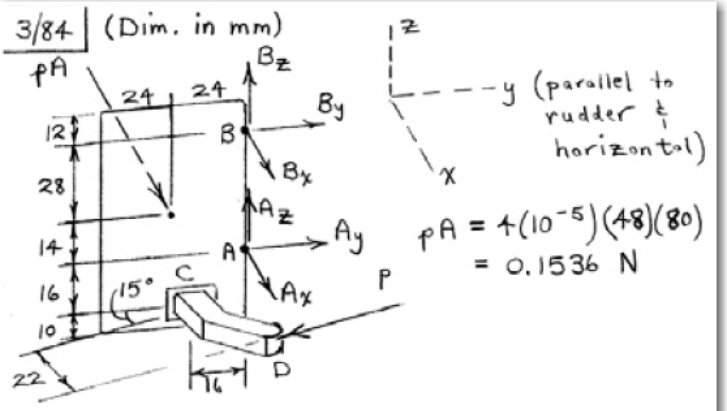
Couple may be applied at any place on rigid body with the same external effect.

Problema 3.84 Estática Meriam edición cinco

3/84 Consider the rudder assembly of a radio-controlled model airplane. For the 15° position shown in the figure, the net pressure acting on the left side of the rectangular rudder area is $p = 4(10^{-5})$ N/mm^2. Determine the required force P in the control rod DE and the horizontal components of the reactions at hinges A and B which are parallel to the rudder surface. Assume the aerodynamic pressure to be uniform.



3/84 (Dim. in mm)



$pA = 4(10^{-5})(48)(80)$
$= 0.1536$ N

$\Sigma M_{AB} = 0: -P(22 - 16\sin 15°) + 0.1536(24) = 0$

$\underline{P = 0.206 \text{ N}}$

$\Sigma M_{B_x} = 0: \; A_y(42) - 0.206\cos 15°(58) = 0$

$\underline{A_y = 0.275 \text{ N}}$

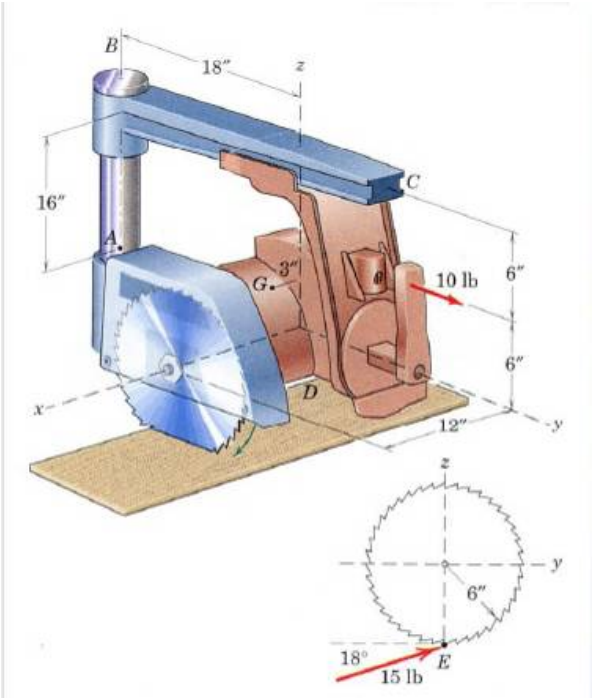
$\Sigma M_{A_x} = 0: \; -B_y(42) - 0.206\cos 15°(16) = 0$

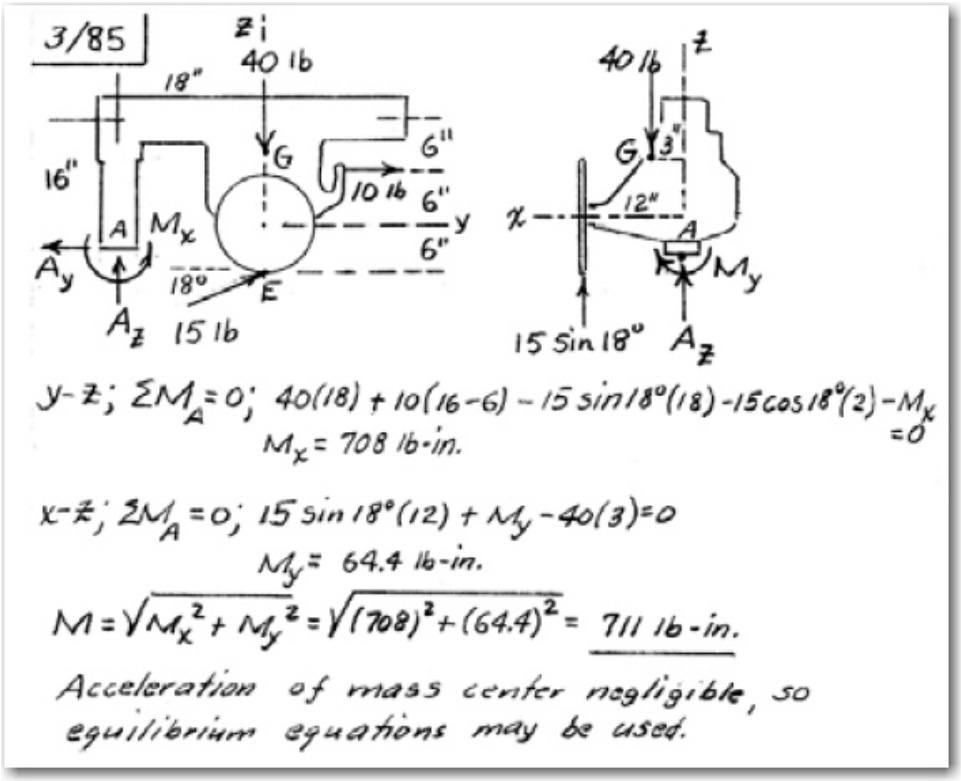
$\underline{B_y = -0.0760 \text{ N}}$

Problema 3.85 Estática Meriam edición cinco

El órgano ABCD de la sierra radial tiene una masa de 40 lb. Con centro de gravedad en G. Si, al aserrar la tabla, se aplica una fuerza horizontal de 10 lb al tirador de mando, calcular el correspondiente momento flector actuante en el punto A de la columna (momento total respecto a un eje horizontal que

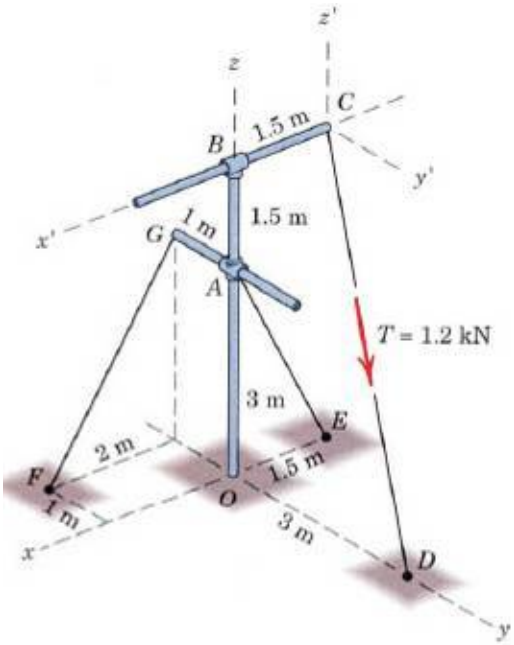
pase por A). La reacción de la madera sobre los dientes de la sierra es de 15 lb en la dirección que se indica y muy aproximadamente, su punto de aplicación puede tomarse en E. Como puede justificarse el considerar que la sierra esta en equilibrio?





Problema 3.86 Estática Meriam edición cinco

The rigid pole and cross-arms of prob. 2.95 are shown again here. Determine the tensions T_{AE} and T_{GF} in the two supporting cables resulting from the 1,2 kN tension in cable CD. Assume the absence of any resisting moments on the base of the pole at O about the x and y axes, but not about the z axis.



3/86 From Prob. 2/95,

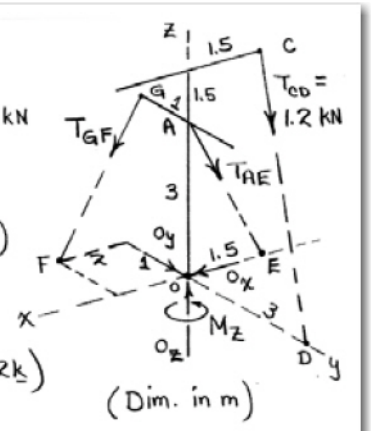
$\underline{T}_{CD} = 0.321\underline{i} + 0.641\underline{j} - 0.962\underline{k}$ kN

$\underline{T}_{AE} = T_{AE}\dfrac{-1.5\underline{i} - 3\underline{k}}{\sqrt{1.5^2 + 3^2}}$

$= T_{AE}(-0.447\underline{i} - 0.894\underline{k})$

$\underline{T}_{GF} = T_{GF}\dfrac{2\underline{i} - 3\underline{k}}{\sqrt{2^2 + 3^2}}$

$= T_{GF}(0.555\underline{i} - 0.832\underline{k})$



$\Sigma \underline{M}_O = \underline{0}$: $\underline{OC} \times \underline{T}_{CD} + \underline{OA} \times \underline{T}_{AE} + \underline{OG} \times \underline{T}_{GF} + M_z\underline{k} = \underline{0}$

$(1.5\underline{i} + 4.5\underline{k}) \times (0.321\underline{i} + 0.641\underline{j} - 0.962\underline{k}) + 3\underline{k} \times$

$T_{AE}(-0.447\underline{i} - 0.894\underline{k}) + (-\underline{j} + 3\underline{k}) \times T_{GF}(0.555\underline{i} - 0.832\underline{k})$

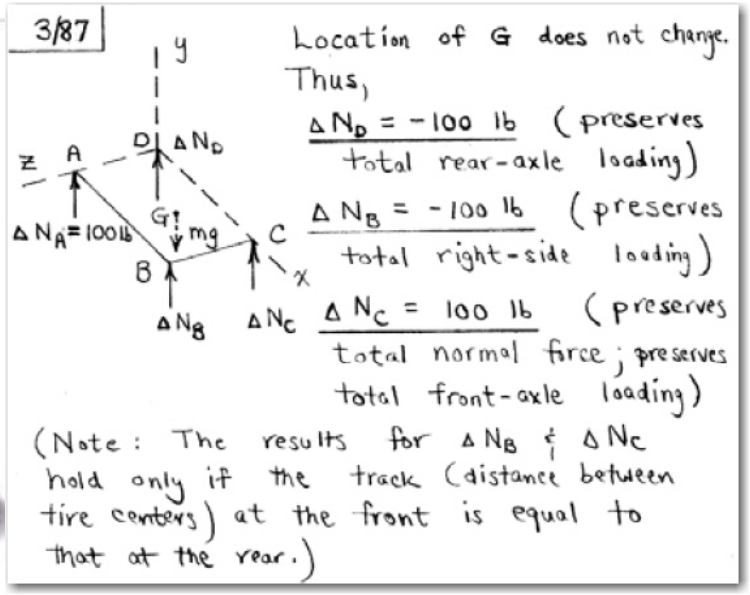
$+ M_z\underline{k} = \underline{0} \Rightarrow \begin{cases} 0.832T_{GF} - 2.89 = 0 \\ 1.664\,T_{GF} - 1.342T_{AE} = 0 \\ 0.555\,T_{GF} - 0.962 + M_z = 0 \end{cases}$

Solve to obtain $T_{GF} = 3.47$ kN, $T_{AE} = 4.30$ kN,

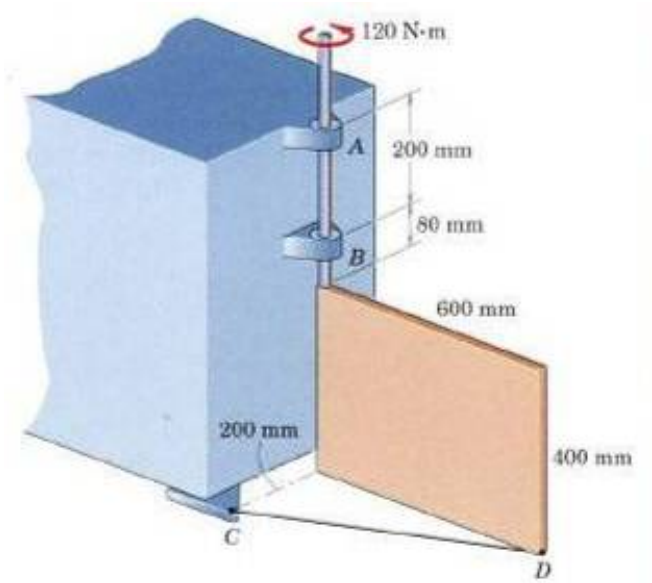
$M_z = -0.962$ kN·m

Problema 3.87 Estática Meriam edición cinco

Los extremos superiores de los resortes helicoidales del bastidor del coche deportivo pueden bajarse o subirse mediante un mecanismo de tornillo que no se representa. Ese ajuste permite variar la fuerza con que se oprime hacia abajo cada rueda, buscando la mejor preparación para la conducción. Inicialmente, los dinamómetros indican que las fuerzas normales son 800 lb, 800 lb, 1000 lb y 1000 lb en A, B, C y D, respectivamente. Si se hace bajar la parte superior del resorte posterior derecho (A) de modo que en el dinamómetro se registren 100 lb mas, hallar las correspondientes variaciones, en las fuerzas normales en B, C y D. Despréciense los pequeños cambios de actitud (ángulos de cabeceo y balanceo) debidos al ajuste. El ancho entre las ruedas delanteras y traseras es el mismo.

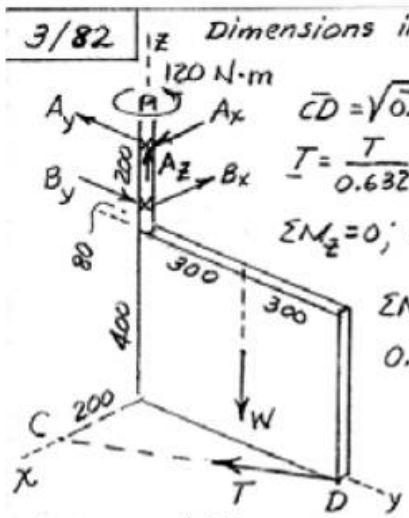


Problema 3.88 Estática Meriam edición tres; Problema 3.82 Estática Meriam edición cinco;
La placa uniforme de 15 kg. esta soldada al árbol vertical, sujeto este por los cojinetes Ay B. Calcular la intensidad de la fuerza que soporta el cojinete B durante la aplicación al árbol del par de 120 N.m . El cable CD impide el giro de la placa y del árbol y el peso del conjunto lo soporta completamente el cojinete A.



3/82 Dimensions in mm; $\underline{W} = 15(9.81)(-\underline{k})$ N

$= -147.2\underline{k}$ N



$\overline{CD} = \sqrt{0.2^2 + 0.6^2} = 0.632$ m

$\underline{T} = \frac{T}{0.632}(0.2\underline{i} - 0.6\underline{j})$

$\Sigma M_z = 0;\ 120 - \frac{0.2}{0.632}T(0.6) = 0,\ T = 632$ N

$\Sigma M_x = 0$ at A;

$0.2B_y - 147.2(0.3) - 632\frac{0.6}{0.632}(0.680) = 0$

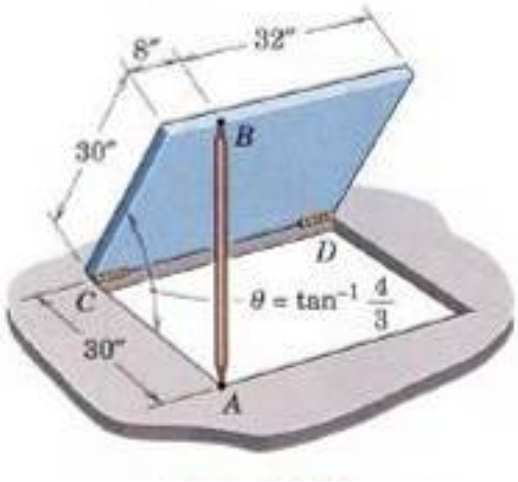
$B_y = 2260$ N

$\Sigma M_y = 0$ at A; $0.2B_x - 632\frac{0.2}{0.632}0.680 = 0,\ B_x = 680$ N

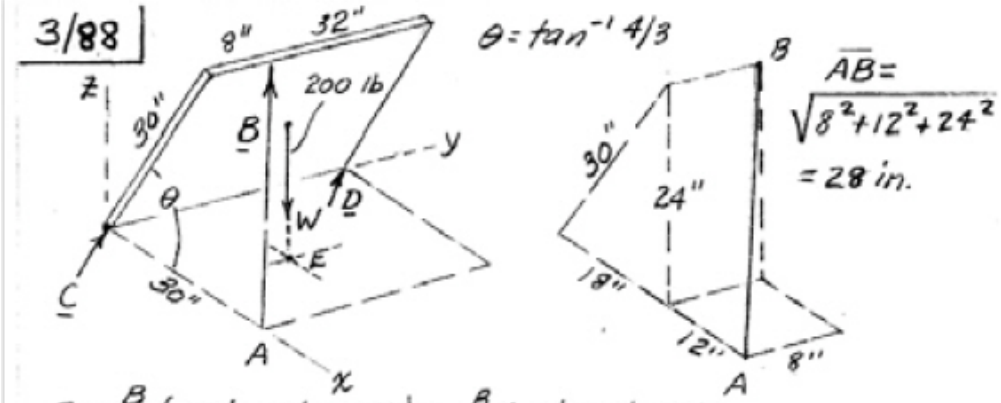
$B = \sqrt{(2260)^2 + (680)^2} = 2360$ N or $\underline{B = 2.36\ kN}$

Problema 3.88 Estática Meriam edición cinco

La puerta uniforme de la trampilla, de medidas 30 x 40 pulg, tiene una masa de 200 lb y se mantiene abierta un ángulo θ = arctg (4/3) merced al puntal sin peso AB. Calcular la compresión F_B en el puntal y la fuerza que soporta la bisagra D en dirección perpendicular a su eje. Supóngase que las bisagras actúan en los extremos mas externos del borde inferior.



3/88



$\theta = \tan^{-1} 4/3$

$\overline{AB} = \sqrt{8^2+12^2+24^2} = 28$ in.

$\underline{B} = \frac{B}{28}(-12\underline{i} + 8\underline{j} + 24\underline{k}) = \frac{B}{7}(-3\underline{i} + 2\underline{j} + 6\underline{k})$

$\underline{W} = -200\underline{k}$ lb

$\Sigma M_{CD} = 0;\ (\underline{r}_{CA} \times \underline{B} + \underline{r}_{CE} \times \underline{W}) \cdot \underline{j} = 0$; moment of $\underline{D} = 0$

$[30\underline{i} \times \frac{B}{7}(-3\underline{i} + 2\underline{j} + 6\underline{k}) + (9\underline{i} + 20\underline{j}) \times (-200\underline{k})] \cdot \underline{j} = 0$

$(-4000\underline{i} + 180(10 - 8/7)\underline{j} + 608/7\ \underline{k}) \cdot \underline{j} = 0$

$8/7 - 10 = 0$, $B = F_B = 70$ lb

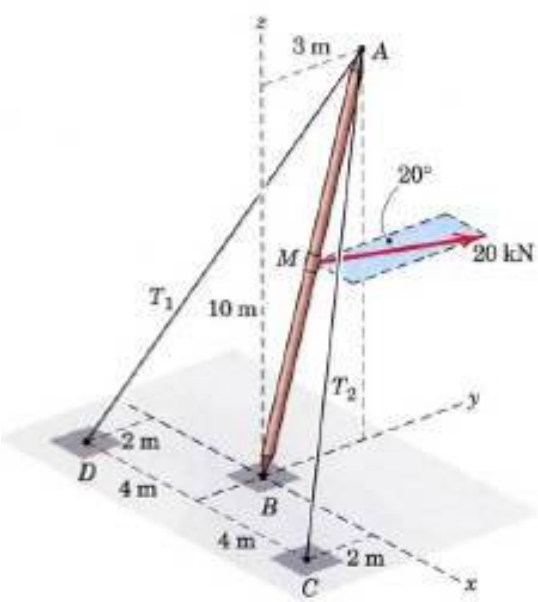
$\Sigma M_x = 0;\ 40D_z - 200(20) = 0,\ D_z = 100$ lb

$\Sigma M_z = 0;\ 30B_y - 40D_x = 0,\ D_x = \frac{3}{4}20 = 15$ lb

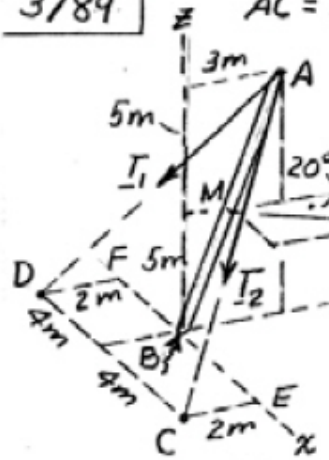
$D_{normal} = D_n = \sqrt{100^2 + 15^2} = 101.1$ lb

Problema 3.89 Estática Meriam edición cinco

The boom AB lies in the vertical y-z plane andi s supported by a ball-and-socket Joint at B and by the two cables at A. Calculate the tension in each cable resulting from the 20 kN force acting in the horizontal plane and applied at the midpoint M of the boom. Neglect the weight of the boom.



3/89



$\overline{AC} = \overline{AD} = \sqrt{4^2 + 5^2 + 10^2} = 11.87\ m$; $|\underline{P}| = 20\ kN$

$\underline{T}_1 = \frac{T_1}{11.87}(-4\underline{i} - 5\underline{j} - 10\underline{k})$; $\sin 20° = 0.3420$

$\cos 20° = 0.9397$

$\underline{T}_2 = \frac{T_2}{11.87}(4\underline{i} - 5\underline{j} - 10\underline{k})$

$\Sigma M_x = 0$; $\underline{r}_{EC} \times \underline{T}_2 \cdot \underline{i} + \underline{r}_{FD} \times \underline{T}_1 \cdot \underline{i} + \underline{r}_{BM} \times \underline{P} \cdot \underline{i} = 0$

$-2\underline{j} \times \frac{T_2}{11.87}(4\underline{i} - 5\underline{j} - 10\underline{k}) \cdot \underline{i}$

$-2\underline{j} \times \frac{T_1}{11.87}(-4\underline{i} - 5\underline{j} - 10\underline{k}) \cdot \underline{i} + (1.5\underline{j} + 5\underline{k}) \times 20(0.342\underline{i} + 0.9397\underline{j}) \cdot \underline{i} = 0$

Simplify & get $T_1 + T_2 = 55.79$ ---- (1)

$\Sigma M_z = 0$; $\underline{r}_{BA} \times (\underline{T}_1 + \underline{T}_2) \cdot \underline{k} + \underline{r}_{BM} \times \underline{P} \cdot \underline{k} = 0$

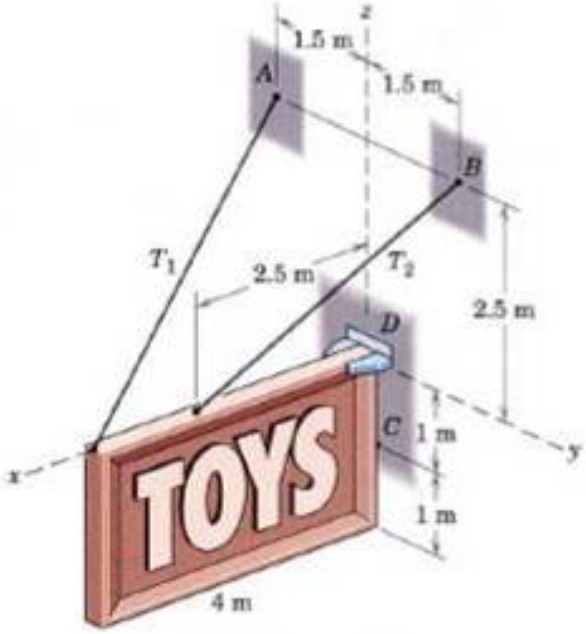
$(3\underline{j} + 10\underline{k}) \times \frac{1}{11.87}([-4T_1 + 4T_2]\underline{i} + [-5T_1 - 5T_2]\underline{j} - [10T_1 + 10T_2]\underline{k}) \cdot \underline{k}$

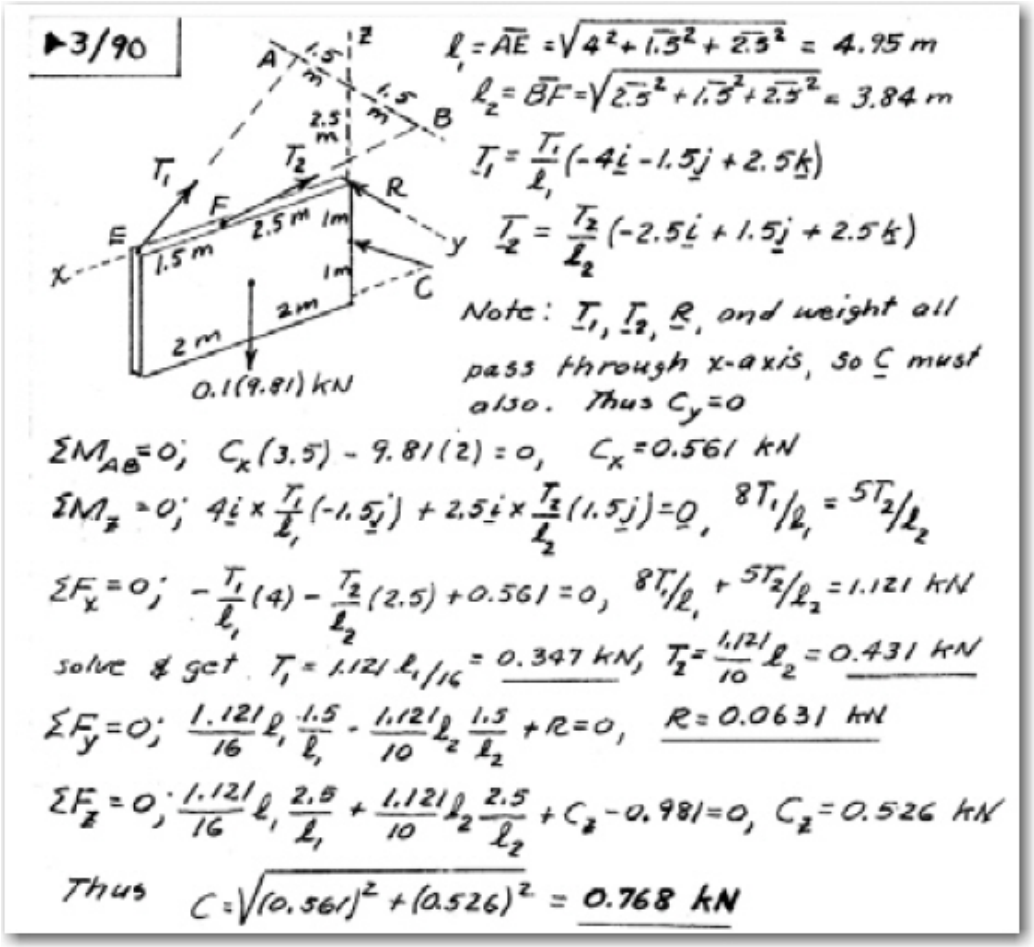
Simplify to $T_1 - T_2 = 10.14$ ---- (2) $-20(0.3420)(1.5) = 0$

Solve (1) & (2) & get $\underline{T_1 = 33.0\ kN}$, $T_2 = \underline{22.8\ kN}$

Problema 3.97 Estática Meriam edición tres; Problema 3.90 Estática Meriam edición cinco

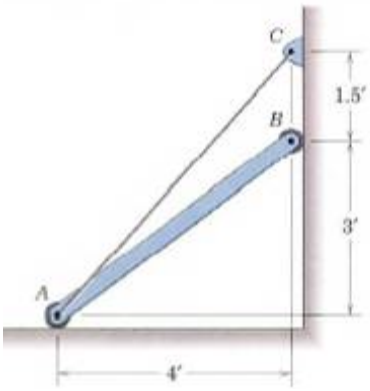
Un anuncio rectangular de bandera tiene una masa de 100 kg. con el centro de masa en el centro del rectángulo. El apoyo contra la pared en el punto C puede tratarse como rotula. En el vértice D se tiene apoyo solamente en la dirección y. Calcular las tensiones T_1 y T_2 de los cables soportantes, la fuerza total que se soporta en C y la fuerza lateral R que se soporta en D.

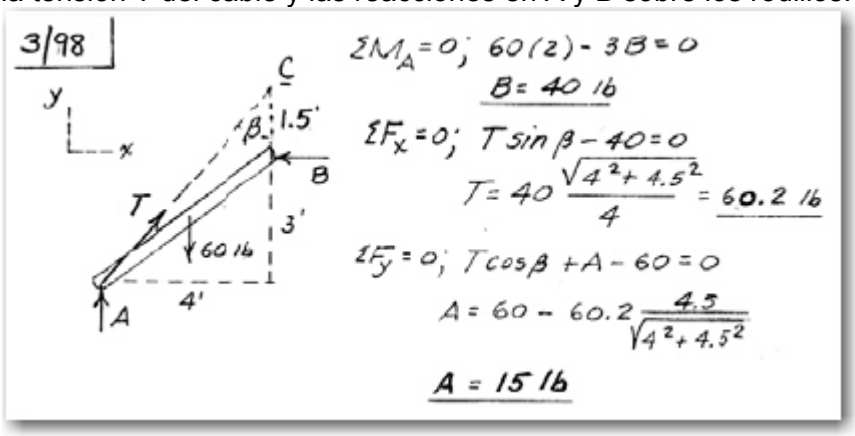




Problema 3.98 Estática Meriam edición cinco

La barra uniforme de 60 lb con rodillos en los extremos se apoya en las superficies horizontal y vertical gracias al cable AC. Calcular la tensión T del cable y las reacciones en A y B sobre los rodillos.

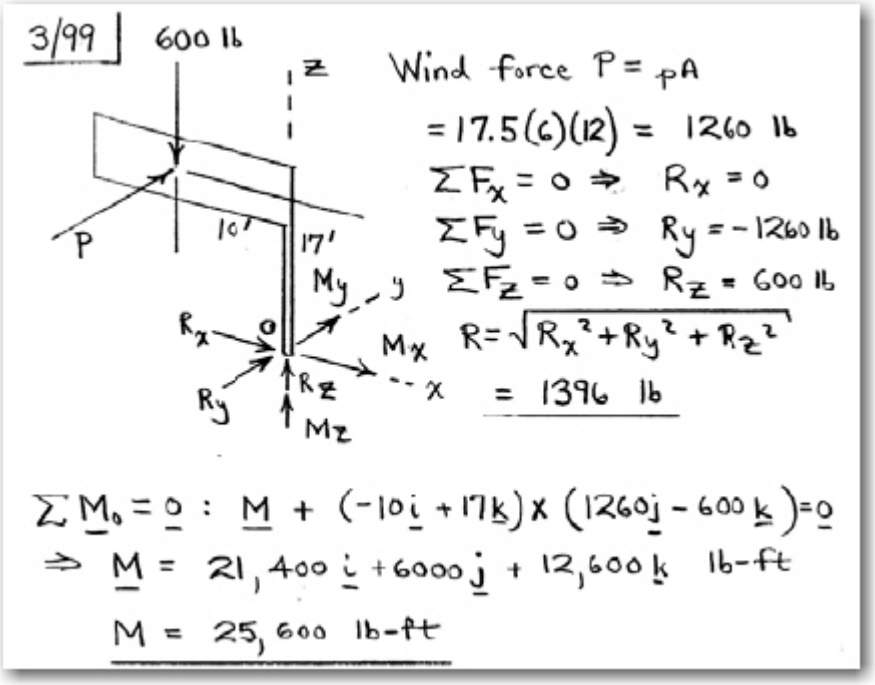




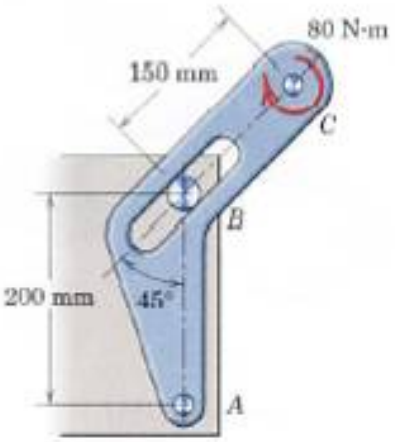
Problema 3.99 Estática Meriam edición cinco

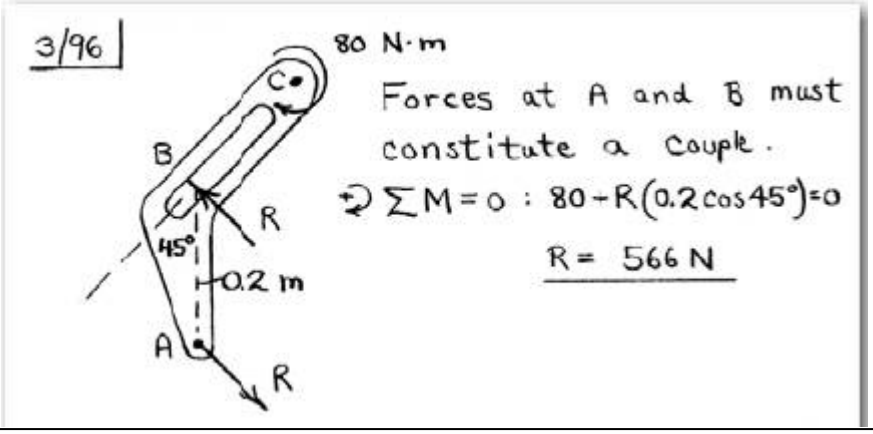
Un indicador de autopista de 12 x 6 pies esta instalado en un poste tal como se muestra. El indicador, el bastidor y el poste tienen una masa conjunta de 600 lb, con el centro de gravedad a 10 pies del eje vertical del poste. Cuando el indicador se halla sometido a un viento frontal de 75 millas/hora, entre sus

caras anterior y posterior se desarrolla una diferencia de presión de 17,5 lb/pie^2 . Hallar las intensidades de la fuerza y el momento de reacción en la base del poste.

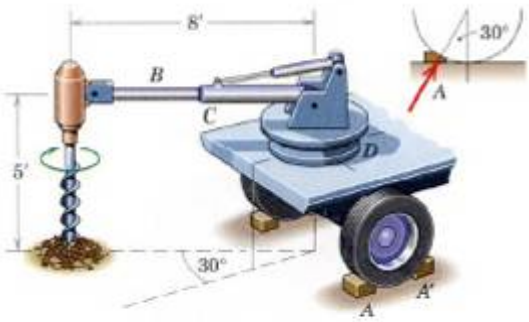


Problema 3.103 Estática Meriam edición tres; Problema 3.96 Estática Meriam edición cinco
El soporte sin peso ABC gira libremente en A pero su movimiento esta limitado por el pasador fijo B dentro de la ranura lisa. Calcular la intensidad R de la fuerza soportada por el pasador en A por la acción del par aplicado de 80 N.m

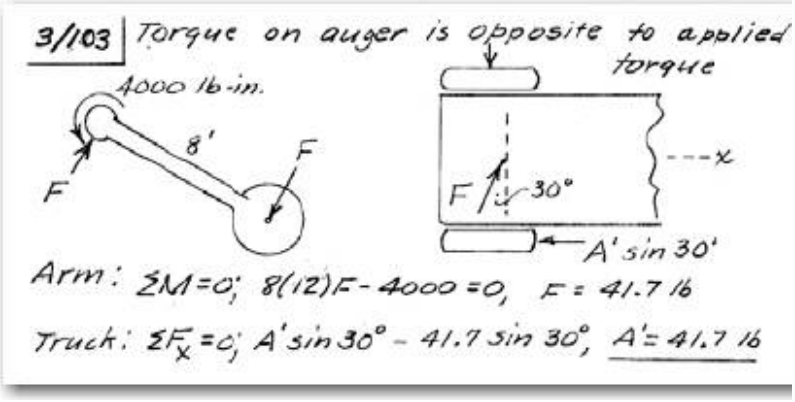




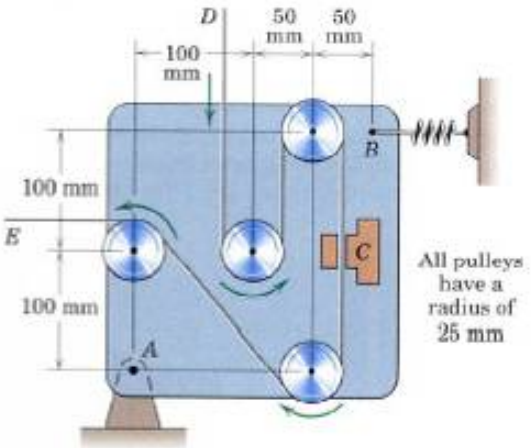
Problema 3.103 Estática Meriam edición cinco
El motor de la perforadora de hincar postes genera un par de 4000 lb-pulg a la barrena. El brazo B se desliza libremente por dentro de la guía cilíndrica C pero no puede girar alrededor del eje horizontal de C. Si el conjunto puede girar alrededor del eje vertical de la montura D, determinar la fuerza ejercida contra la rueda trasera derecha por el bloque A (o A´) que impide la rodadura del camión desfrenado. (Sugerencia: conviene observar el sistema desde arriba). A´ = 47,6 lb

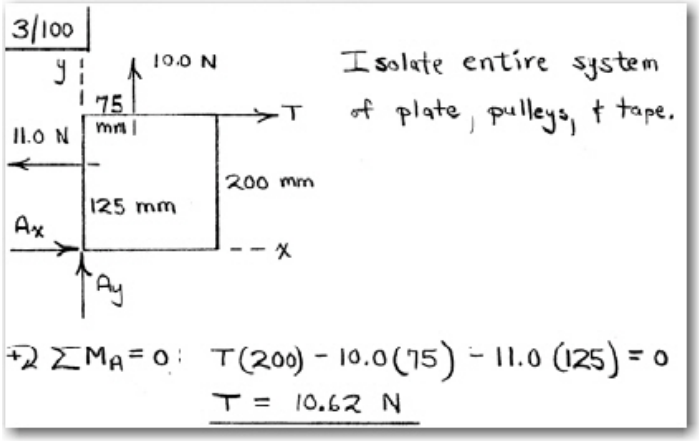


Problem 3/103



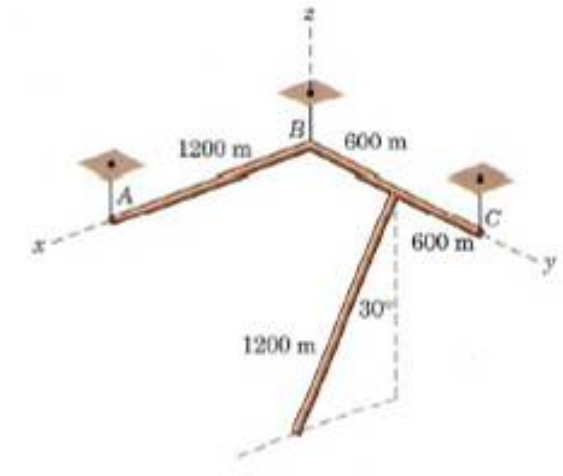
Problema 3.106 Estática Meriam edición tres; Problema 3.100 Estática Meriam edición cinco
Bajo una tensión de 10 N en D, la cinta magnética pasa a velocidad constante por las poleas de guia y el cabezal de borrado C. A consecuencia de los pequeños rozamientos en los cojinetes de las poleas, en E la cinta sufre una tensión de 11 N. Hallar la tensión T en el resorte de retención B. La placa yace en un plano horizontal y esta montada sobre un cojinete de agujas de precisión en A.

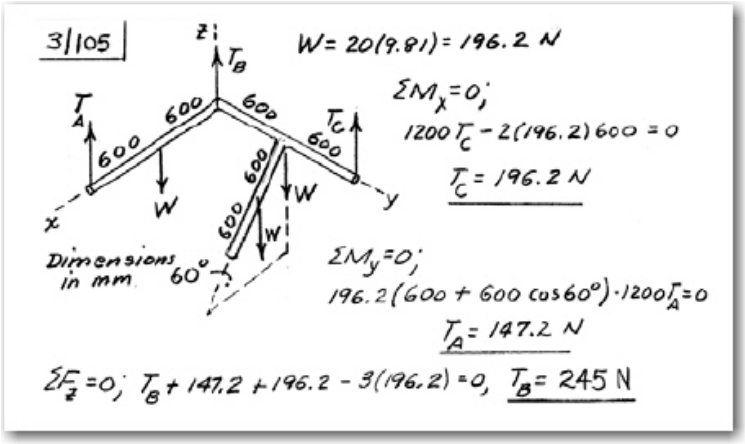




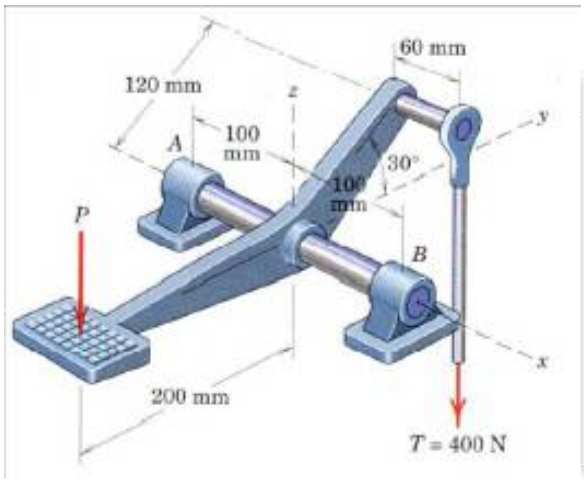
Problema 3.108 Estática Meriam edición tres
Un indicador de autopista de 4 x 2 m esta instalado en un poste tal como se muestra. El indicador, el bastidor y el poste tienen una masa conjunta de 300 kg, con el centro de gravedad a 3 m del eje vertical del poste. Cuando el indicador se halla sometido a un viento frontal de 125 km/hora, entre sus caras anterior y posterior se desarrolla una diferencia de presión de 700 pa. Hallar las intensidades de la fuerza y el momento de reacción en la base del poste.

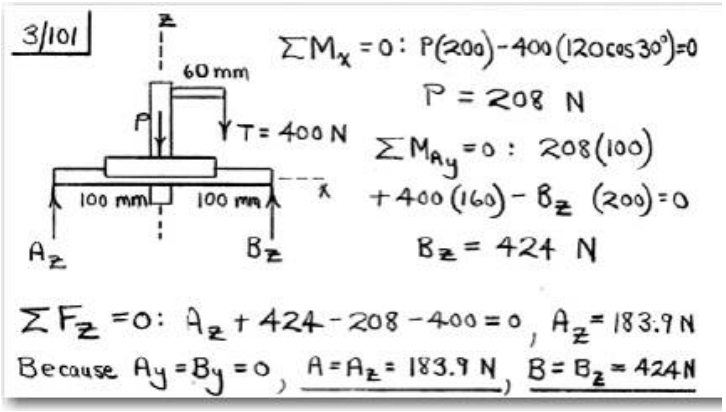
Problema 3.110 Estática Meriam edición tres; Problema 3.105 Estática Meriam edición cinco
Las tres barras uniformes de 1200 mm tiene una masa de 20 kg cada una. Se han soldado del modo que se muestra y cuelgan de los tres alambres verticales. Las barras AB y BC yacen en el plano horizontal x-y y la tercera yace en un plano paralelo al x-z. Calcular la tensión en cada alambre.



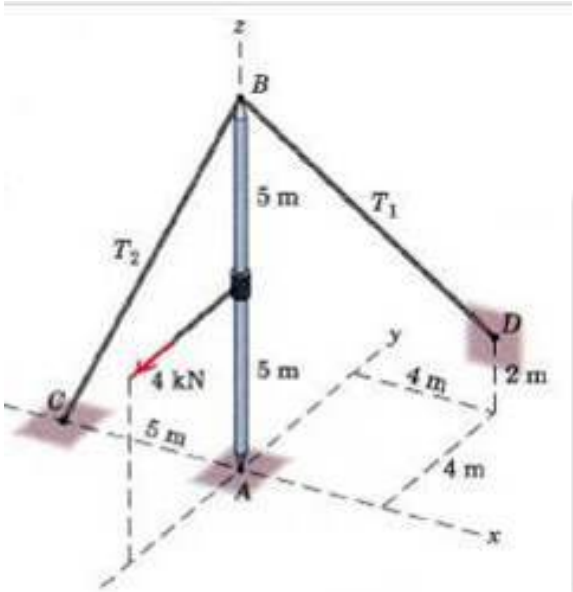


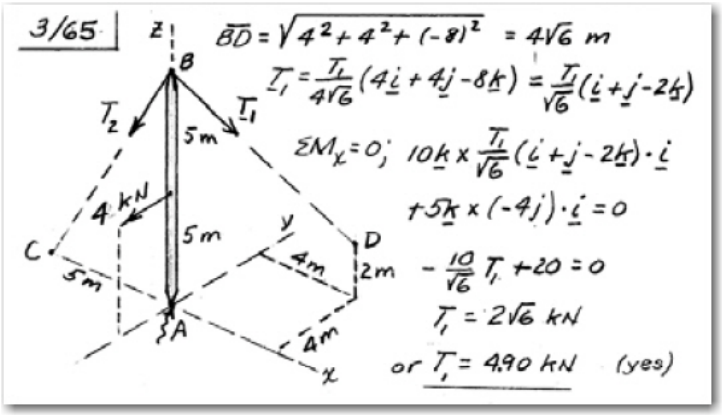
Problema 3.111 Estática Meriam edición tres; Problema 3.101 Estática Meriam edición cinco
Para producir una tracción T de 400 N en la varilla de mando vertical hay que aplicar una fuerza vertical P sobre el pedal de la leva acodada. Hallar las consiguientes reacciones en los cojinetes A y B.



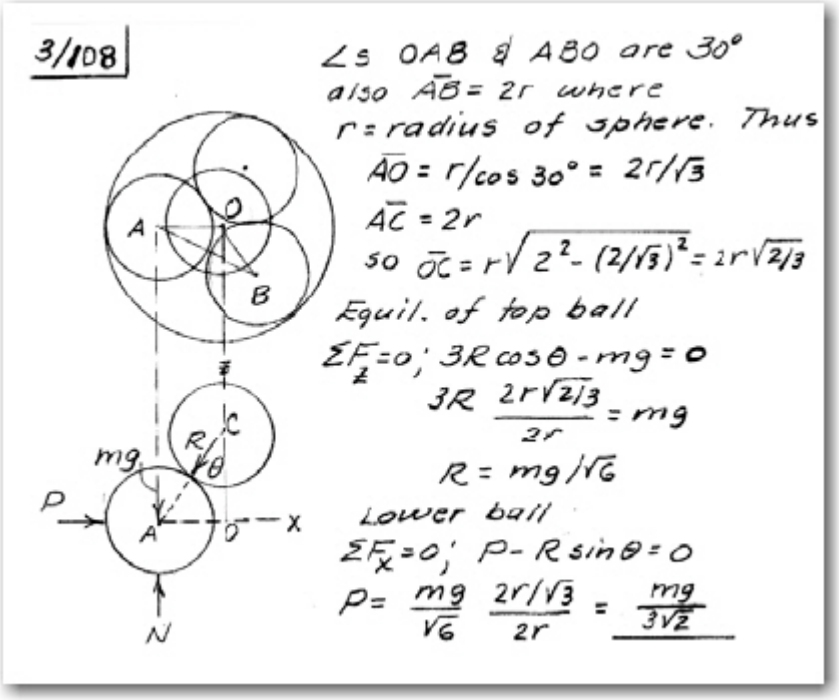


Problema 3.112 Estática Meriam edición tres; Problema 3.65 Estática Meriam edición cinco
El poste vertical sin peso resiste la carga de 4 kN y esta sujeto por los dos cables BC y BD y la rotula A. Calcular las tensiones en los cables y la intensidad de la reacción en A.

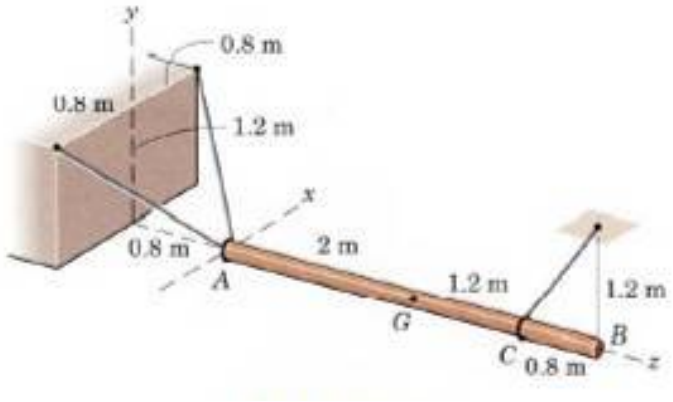


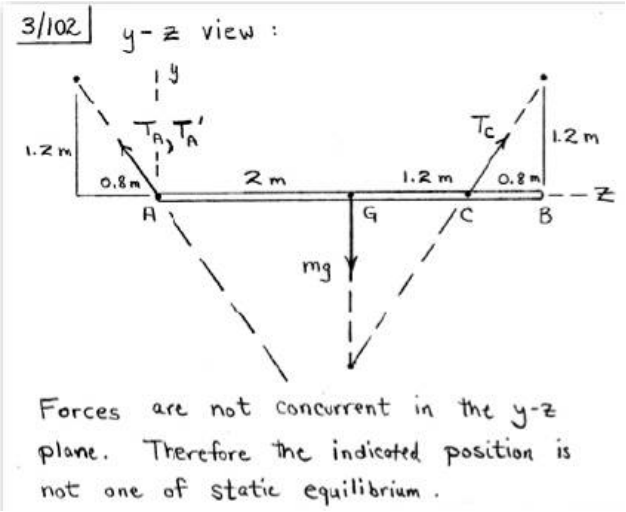


Problema 3.113 Estática Meriam edición tres; Problema 3.108 Estática Meriam edición cinco
Tres bolas de acero idénticas, de masa m cada una, se encuentran dentro del anillo cilíndrico de acero que descansa sobre una superficie horizontal y cuya altura es ligeramente superior al radio de las bolas. El diámetro del anillo es tal que cada una de ellas esta en contacto con las otras dos. Se coloca una cuarta bola, también elástica sobre las tres. Determinar la reacción P del anillo sobre cada una de las tres bolas inferiores.

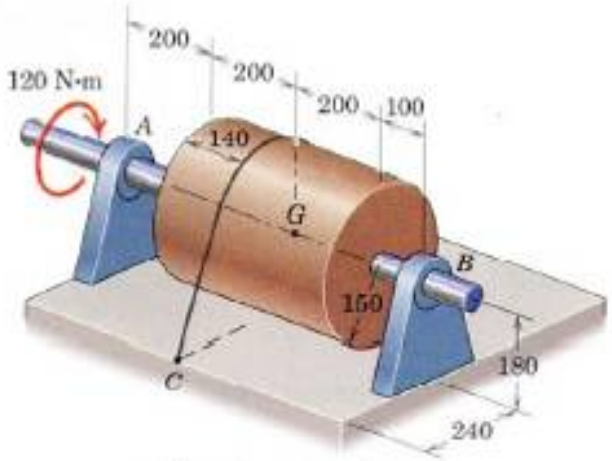


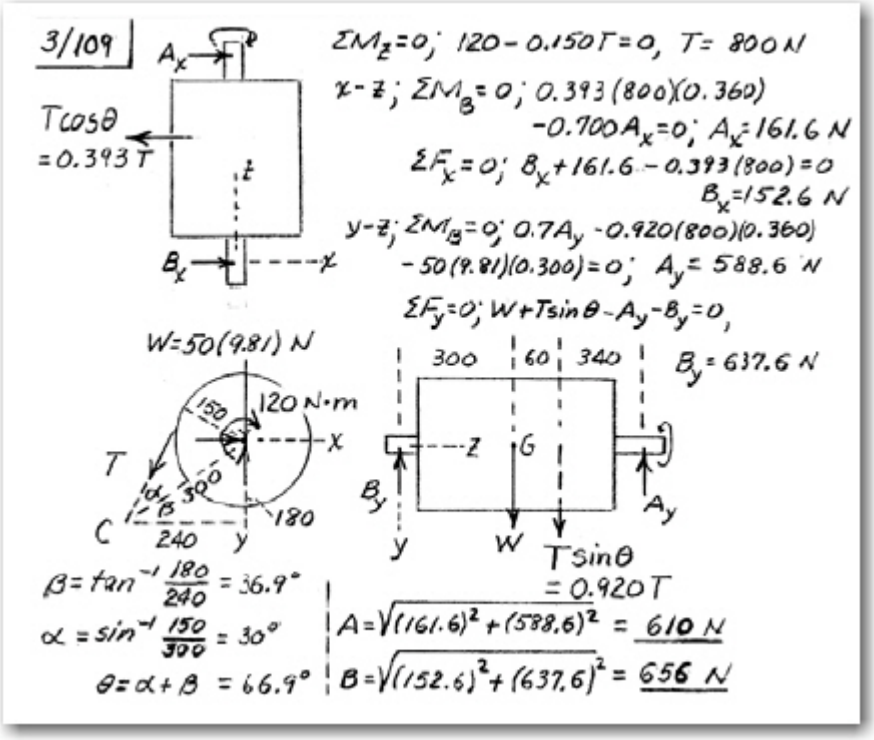
Problema 3.116 Estática Meriam edición tres; Problema 3.102 Estática Meriam edición cinco
Explicar por que la barra circular uniforme de 50 kg. No puede estar en equilibrio estático en la posición indicada.



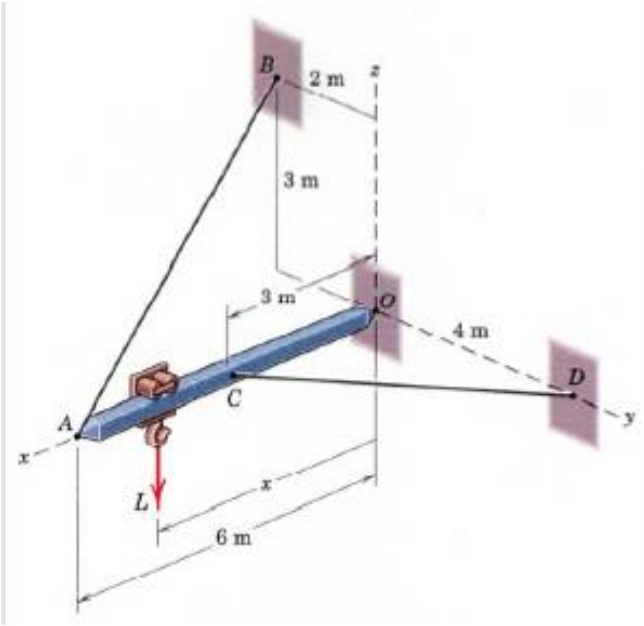


Problema 3.120 Estática Meriam edición tres; Problema 3.109 Estática Meriam edición cinco
El tambor y el árbol están soldados y su masa es de 50 kg con centro de gravedad en G. El árbol esta sometido a un par de momento 120 N.m y el tambor no puede girar a causa de la cuerda arrollada alrededor suyo y fija al mismo y al punto C. Calcular los módulos de las fuerzas que soportan los cojinetes A y B.

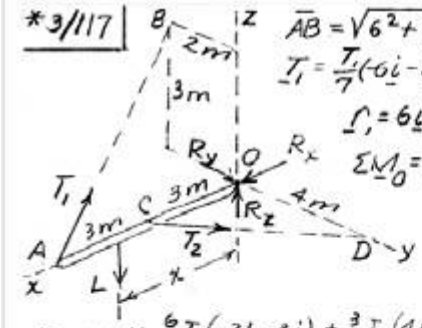




Problema 3.123 Estática Meriam edición tres; Problema 3.117 Estática Meriam edición cinco
La pluma horizontal esta sujeta por los cables AB y CD y la rotula O. Su peso puede despreciarse para determinar la influencia de la posición de la carga vertical L sobre la reacción en O. Si R representa la intensidad de la fuerza total en O, determinar por calculo la relación minima R/L y el correspondiente valor de x. Seguidamente escribir un programa de ordenador para R/L y representar gráficamente los resultados par o< x < 6 como comprobación de los cálculos.



***3/117**



$\overline{AB} = \sqrt{6^2+2^2+3^2} = 7\ m$, $\overline{CD} = \sqrt{3^2+4^2} = 5\ m$

$\underline{T}_1 = \frac{T_1}{7}(-6\underline{i} - 2\underline{j} + 3\underline{k})$, $\underline{T}_2 = \frac{T_2}{5}(-3\underline{i} + 4\underline{j})$, $\underline{L} = -L\underline{k}$

$\underline{r}_1 = 6\underline{i}$, $\underline{r}_2 = 3\underline{i}$, $\underline{r} = x\underline{i}$

$\Sigma \underline{M}_O = \underline{0}$: $\underline{r}_1 \times \underline{T}_1 + \underline{r}_2 \times \underline{T}_2 + \underline{r} \times \underline{L} = \underline{0}$

$$6\underline{i} \times \frac{T_1}{7}(-6\underline{i} - 2\underline{j} + 3\underline{k}) + 3\underline{i} \times \frac{T_2}{5}(-3\underline{i} + 4\underline{j}) + x\underline{i} \times (-L\underline{k}) = 0$$

Expand: $\frac{6}{7}T_1(-2\underline{k} - 3\underline{j}) + \frac{3}{5}T_2(4\underline{k}) + Lx\underline{j} = \underline{0}$

$-\frac{12}{7}T_1 + \frac{12}{5}T_2 = 0$, $-\frac{18}{7}T_1 + Lx = 0$, so $T_1 = \frac{7}{18}Lx$, $T_2 = \frac{5}{18}Lx$

$\Sigma F_x = 0$; $R_x - \frac{3}{5}T_2 - \frac{6}{7}T_1 = 0$, $R_x = \frac{3}{5}\frac{5}{18}Lx + \frac{6}{7}\frac{7}{18}Lx = \frac{1}{2}Lx$

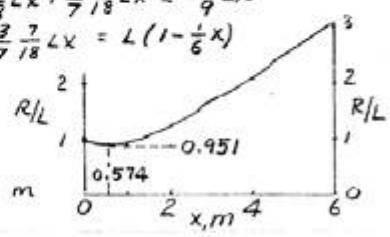
$\Sigma F_y = 0$; $R_y + \frac{4}{5}T_2 - \frac{2}{7}T_1 = 0$, $R_y = -\frac{4}{5}\frac{5}{18}Lx + \frac{2}{7}\frac{7}{18}Lx = -\frac{1}{9}Lx$

$\Sigma F_z = 0$; $R_z - L + \frac{3}{7}T_1 = 0$, $R_z = L - \frac{3}{7}\frac{7}{18}Lx = L(1 - \frac{1}{6}x)$

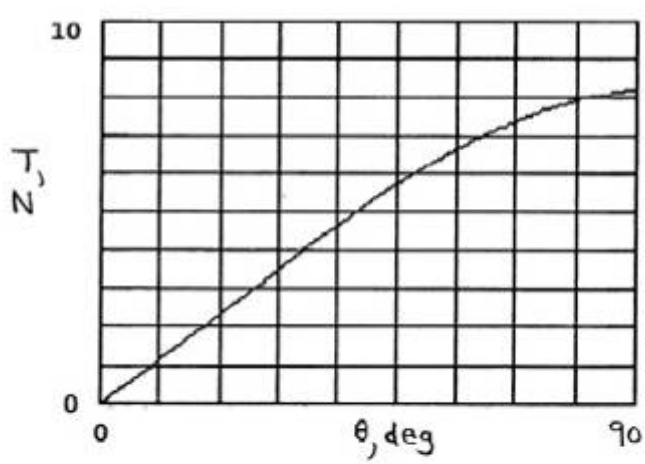
$R^2 = L^2\left(\frac{x^2}{4} + \frac{x^2}{81} + 1 - \frac{x}{3} + \frac{x^2}{36}\right)$

$R/L = \sqrt{(47x^2/162) - x/3 + 1}$

$\frac{dR^2/L^2}{dx} = \frac{47x}{81} - \frac{1}{3} = 0$ for min.; $x = 0.574\ m$



With $k = 25$ N/m, δ given by (1), α given by (2), $\overline{OA} = 0.48$ m, $m = 1.5$ kg, $g = 9.81$ m/s^2, $\overline{OG} = 0.16$ m, $\overline{OD} = 0.48$ m, and $\beta = \frac{90° + \theta}{2}$, we obtain the following plot:



When $\theta = 45°$, $\underline{T = 5.23\ N}$

When $\theta = 90°$, $\underline{T = 8.22\ N}$