

Física General

Unidad 1 Estática

26-agosto-25

1.1 Conceptos básicos y definiciones

¿Qué es la física? Significa naturaleza. El estudio de la naturaleza es muy amplio ya que puede incluir la materia, la energía, el espacio, sus interacciones y cambios a nivel micro. Es la ciencia que estudia las leyes que rigen la materia, energía, espacio y como se relacionan entre ellos.

Mecánica clásica; es la ciencia que predice y describe las condiciones de movimiento o reposo de los cuerpos bajo la acción de fuerzas Beer & Johnson

Estática es un vocablo de origen griego de "statikos" que significa estacionado o quieto o en equilibrio. Algo decimos que está estático, cuando se halla inmóvil, carente de movimiento. Lo opuesto es la dinámica, que implica movimiento. Idealización. Los modelos o idealizaciones, se usan en mecánica para simplificar la aplicación de la teoría.

- Cuerpo rígido. Es aquel cuerpo que al aplicársele una fuerza no se deforma o su deformación es despreciable con respecto a sus dimensiones.

- Partícula. Cuerpo que tiene masa, pero un tamaño que puede ser ignorado.

Sistema internacional de medidas (S.I.) Sistema de unidades y símbolos válido internacionalmente en el medio científico para representar las magnitudes físicas. Espacio o distancia. Nos da la noción de posición de un punto con respecto a otro. La unidad en S.I. es el metro que se representa m (minúscula).

Tiempos. Nos indica el momento y duración de un suceso.

Masa. Es la propiedad de la materia por medio de la cual es posible comparar la acción de un cuerpo con la de otro.

Fuerza. Representa la acción de un cuerpo sobre otro y puede ejercerse por contacto o distancia.

Vector Herramienta matemática que sirve para representar un dato o variable física que tiene magnitud, dirección y sentido. Su representación puede ser gráfica o geométrica.

Diagrama de cuerpo libre Representación de un cuerpo como una partícula a la cual se le aplican las fuerzas (dibujo de vectores), esta representación se da en el marco de un bosquejo de plano cartesiano, donde se denotan los ejes coordenados sin medidas, pero indicando los ángulos.

Electricidad Es una propiedad fundamental de la materia que se manifiesta como una forma de energía, ya sea en reposo o en movimiento.

Capacitor Un condensador eléctrico es un dispositivo electrónico pasivo, formado por un par de superficies conductoras en situación de influencia total, capaz de almacenar carga.

Ley de Ohm establece que la corriente (I) que fluye por un circuito es directamente proporcional al voltaje (V) y directamente proporcional a la resistencia (R), expresada como $V = I \times R$.

1.2 Fuerzas coplanares

Son aquellas fuerzas que actúan en el mismo plano, es un conjunto de fuerzas que se encuentran en el mismo plano y que tiene el mismo punto de aplicación (fuerzas concurrentes).

Cualquier conjunto de fuerzas coplanares concurrentes pueden reemplazarse por una sola fuerza cuyo efecto es el mismo que el de las fuerzas dadas y que se denomina su resultante.

El resultante es la fuerza de un sistema de vector que produce por sí mismo, igual efecto que los demás vectores del sistema, por lo que el vector

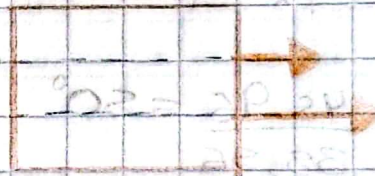
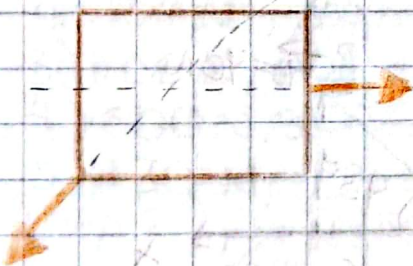
25-06-2020 15

resultante es aquel capaz de sustituir un sistema de vectores. La fuerza resultante es la fuerza individual que produce el mismo efecto tanto en la magnitud como en la dirección que dos o más fuerzas concurrentes.

La diferencia entre las fuerzas coplanares y las fuerzas no coplanares es que las fuerzas coplanares actúan en un mismo plano, en cambio, las fuerzas no coplanares actúan en diferentes planos.

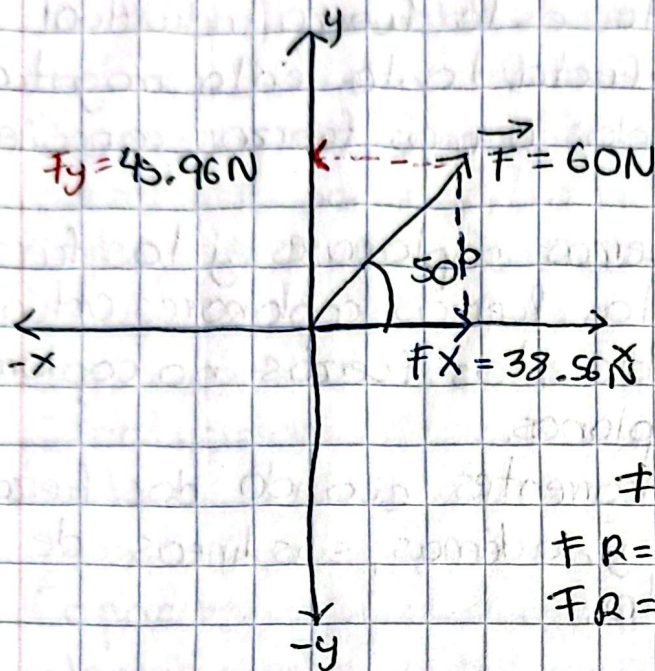
"Fuerzas coplanares y concurrentes cuando dos fuerzas actúan en un mismo plano y, además, sus líneas de acción se cortan en un punto."

Fuerzas concurrentes



27 agosto - 25

Sumatoria de fuerza = 0



$$C_x = F \cos \theta$$

$$C_x = 60N \cos 50 = 38.56N$$

$$C_y = F \sin \theta$$

$$C_y = 60N \sin 50 = 45.96N$$

$$F_R = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2}$$

$$F_R = \sqrt{(38.56)^2 + (45.96)^2}$$

$$F_R = 60N$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{F_y}{F_x}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{45.96}{38.56} = 50^\circ$$

$$C_x = F \cos \theta$$

$$C_y = F \sin \theta$$

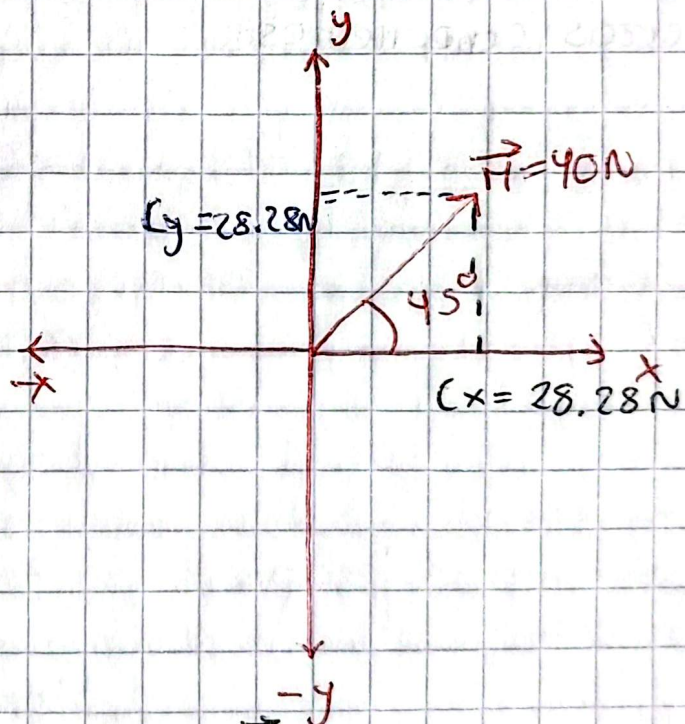
$$F_R = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{\sum F_y}{\sum F_x}$$

$$F_R = \sqrt{(28.28)^2 + (28.28)^2}$$

$$F_R = 40N$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{28.28}{28.28} = 45^\circ$$

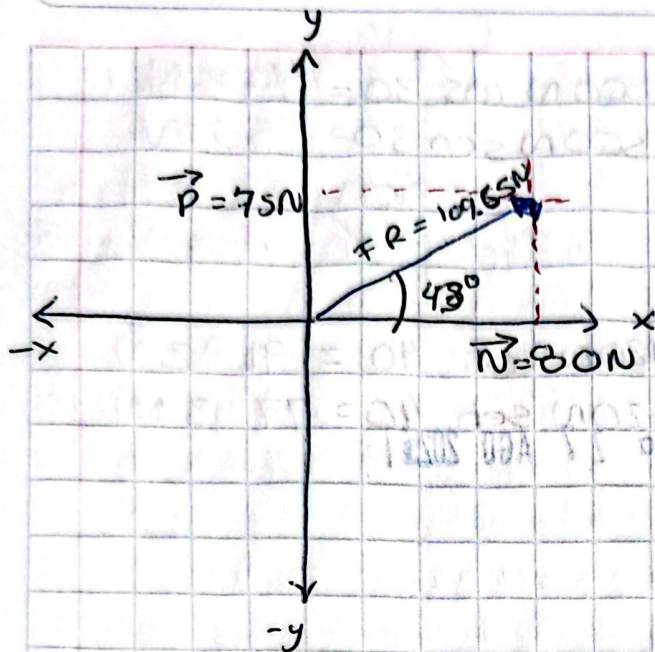


$$C_x = F \cos \theta$$

$$C_x = 40N \cos 45 = 28.28N$$

$$C_y = F \sin \theta$$

$$C_y = 40N \sin 45 = 28.28N$$



$$F_R = \sqrt{(80)^2 + (75)^2}$$

$$F_R = \sqrt{6400 + 5625}$$

$$F_R = \sqrt{12025}$$

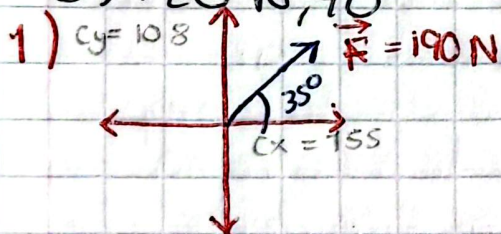
$$F_R = 109.65 \text{ N}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{75}{80}$$

$$\theta = 43^\circ$$

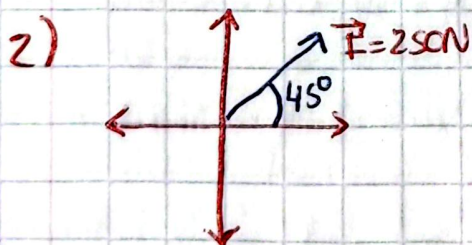
Encontrar las componentes en x y y

- 1) 190 N, 35°
- 2) 250 N, 45°
- 3) 400 N, 60°
- 4) 500 N, 30°
- 5) 120 N, 40°



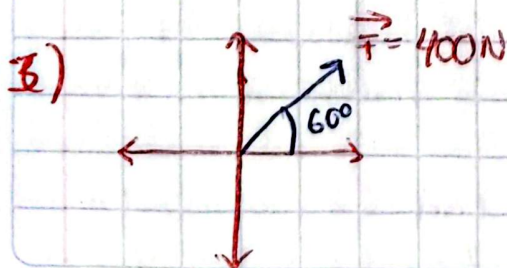
$$C_x = 190 \text{ N} \cos 35 = 155 \text{ N}$$

$$C_y = 190 \text{ N} \sin 35 = 108 \text{ N}$$



$$C_x = 250 \text{ N} \cos 45 = 176 \text{ N}$$

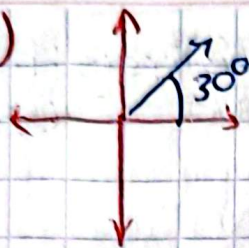
$$C_y = 250 \text{ N} \sin 45 = 176 \text{ N}$$



$$C_x = 400 \text{ N} \cos 60 = 200 \text{ N}$$

$$C_y = 400 \text{ N} \sin 60 = 346 \text{ N}$$

4)

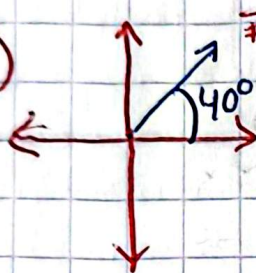


$\vec{F} = 500\text{ N}$

$$C_x = 500\text{ N} \cos 30 = 433\text{ N}$$

$$C_y = 500\text{ N} \sin 30 = 250\text{ N}$$

5)

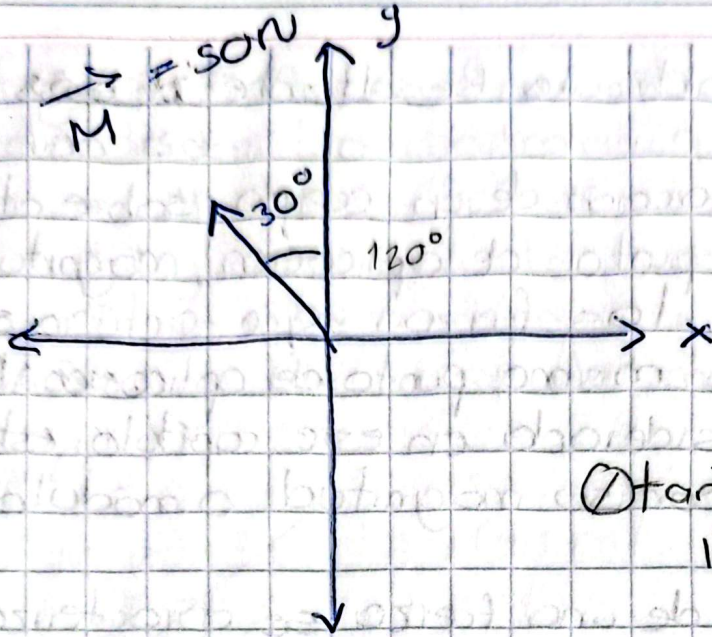


$\vec{F} = 120\text{ N}$

$$C_x = 120\text{ N} \cos 40 = 91.92\text{ N}$$

$$C_y = 120\text{ N} \sin 40 = 77.13\text{ N}$$

REVISADO 27 AGO 2025



$$C_x = 50N \cos^{-1} 30 = 42.5N$$

$$C_y = 50N \sin^{-1} 30 = 43.30N$$

$$\textcircled{1} \tan^{-1} \frac{43.30}{42.5} = 60^\circ$$

$$180 - 60 = 120^\circ$$

2.2 Fuerza sobre una partícula. Resultante de dos fuerzas

Una fuerza representa la acción de un cuerpo sobre otro y se caracteriza por su punto de aplicación, magnitud o módulo y dirección. Pero las fuerzas que actúan sobre una partícula tienen el mismo punto de aplicación. Por tanto, cada fuerza considerado en este capítulo estará completamente definida por su magnitud o módulo y dirección.

La magnitud o módulo de una fuerza se caracteriza por cierto número de unidades, las unidades del SI usadas por los ingenieros para medir la magnitud de una fuerza son el newton (N) y su múltiplo el kilonewton (kN), igual a 1000 lb. La dirección de una fuerza se define por la línea de acción y el sentido de la fuerza. La línea de acción es la línea recta infinita a lo largo de la cual actúa la fuerza; se caracteriza por el ángulo que forma con algún eje fijo. (fig 2.1)

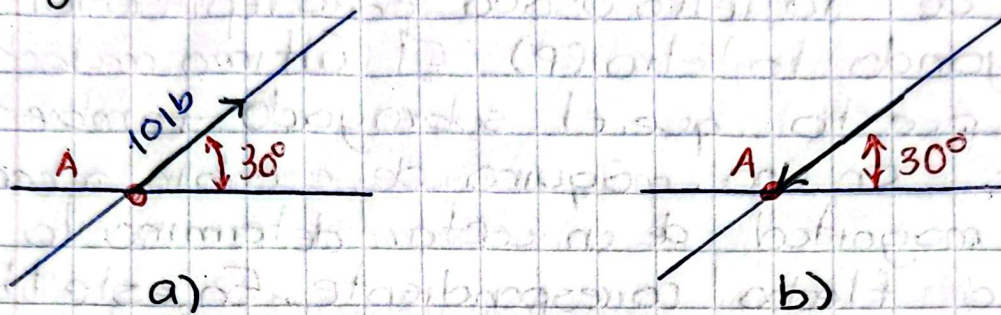
La fuerza en sí se representa por un segmento de esa línea; mediante el uso de una escala apropiada, puede escogerse la longitud de este segmento para representar la magnitud de la fuerza. Finalmente, el sentido de la fuerza es importante indicar su misma magnitud y la misma línea de acción pero diferente sentido, tendrían efectos opuestos sobre una partícula.

La evidencia experimental muestra que dos fuerzas P y Q que actúan sobre una partícula A (fig 2.2) pueden sustituirse por una sola fuerza R que produce el mismo efecto sobre la partícula (fig. 2.2c)

A esta fuerza se le llama resultante de las fuerzas P y Q y puede obtenerse, como se muestra en la

Figura 2.2b, construyendo un paralelogramo con P y Q como lados. La diagonal que pasa por A representa la resultante. Esto se conoce como la ley del paralelogramo para la adición de dos fuerzas, y se basa en la evidencia experimental, no puede probarse ni derivarse de manera matemática.

Fig. 2.1



2.3 Vectores

En apariencia las fuerzas no obedecen las reglas de la adición definidas en la aritmética o en el álgebra ordinaria. Por ejemplo, dos fuerzas que actúan formando un ángulo recto; una de 4 lb y otra de 3 lb, suman una fuerza de 5 lb y no una de 7 lb. Las fuerzas no son las únicas cantidades que siguen la ley del paralelogramo para la adición. Como se verá más adelante, los desplazamientos, velocidades, aceleraciones y cantidades de movimiento son otros ejemplos de cantidades físicas que poseen magnitud y dirección y que se suman siguiendo la ley del paralelogramo. Estas cantidades pueden representarse matemáticamente por vectores, mientras que aquellas cantidades físicas que no tienen dirección, como volumen, masa o energía, se representan por números ordinarios o escalares.

Los vectores se definen como expresiones matemáticas

que poseen magnitud, dirección y sentido, los cuales se suman de acuerdo con la ley del paralelogramo. Las vectores se representan por flechas en las ilustraciones y se distinguen de las cantidades escalares en este texto mediante el uso de negritas ($\mathbf{P}$). En la escritura a mano, un vector puede caracterizarse dibujando una pequeña flecha arriba de la letra usada para representarlo ($\vec{P}$) o subrayando la letra ($\underline{P}$). El último método es preferible, puesto que el subrayado también puede usarse en una máquina de escribir o computadora. La magnitud de un vector determina la longitud de la flecha correspondiente. En este libro se usarán letras cursivas para representar la magnitud de un vector. Así la magnitud del vector $\mathbf{P}$ se representa como P . Un vector con el que se representa una fuerza que actúa sobre una partícula tiene un punto de aplicación bien definido, a saber, la partícula misma. A tal vector se le llama vector fijo o ligado y no puede cambiarse su posición sin modificar las condiciones del problema. Sin embargo, otras cantidades su posición sin modificar las condiciones del problema. Sin embargo, otras cantidades físicas, como las pares (véase cap 3), se pueden representar por vectores que pueden moverse libremente en el espacio; a estos vectores se les conoce como libres. Existen otras cantidades físicas, como las fuerzas sobre un cuerpo rígido (véase cap 3), que están representadas por vectores que pueden moverse o resbalar a lo largo de su línea de acción; a éstos se les conoce como vectores deslizantes.

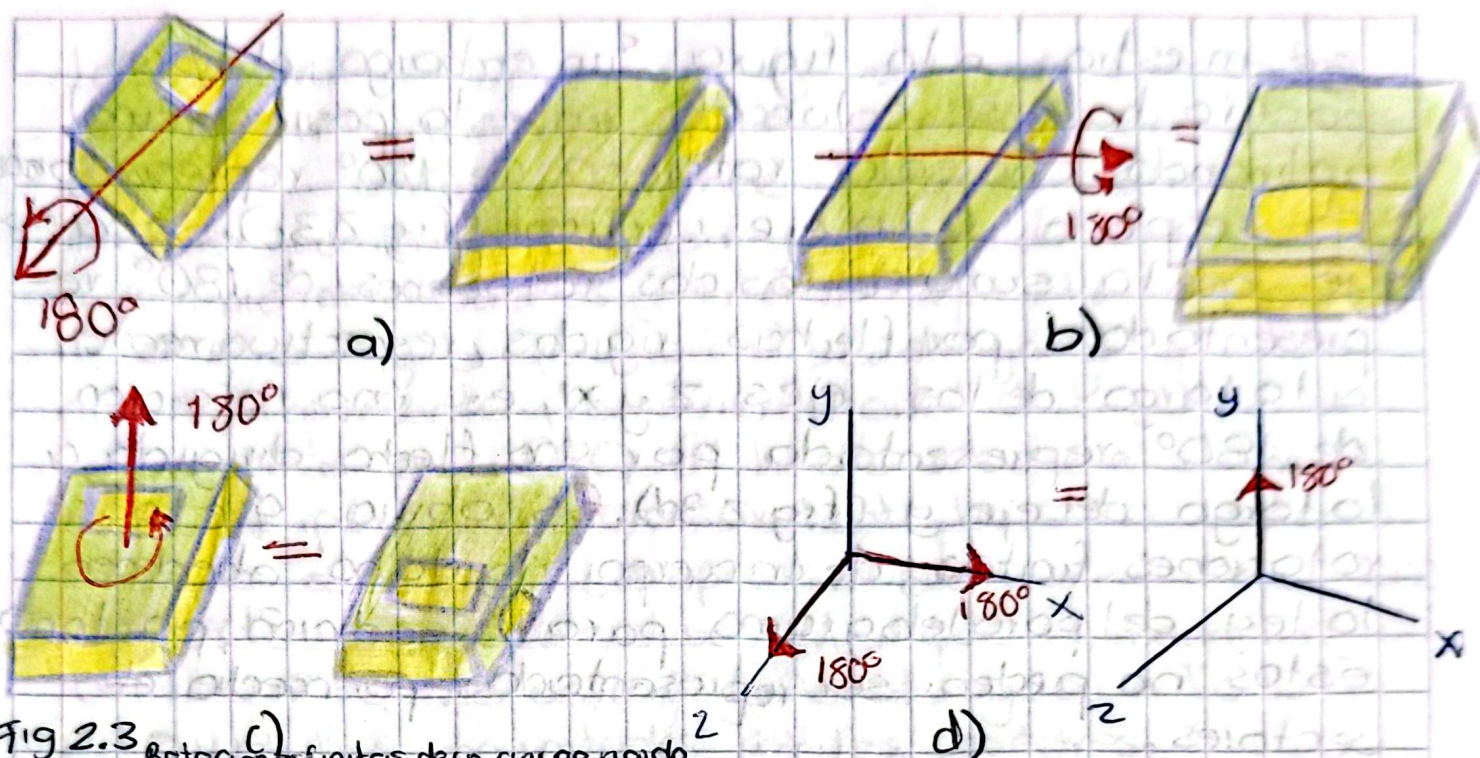
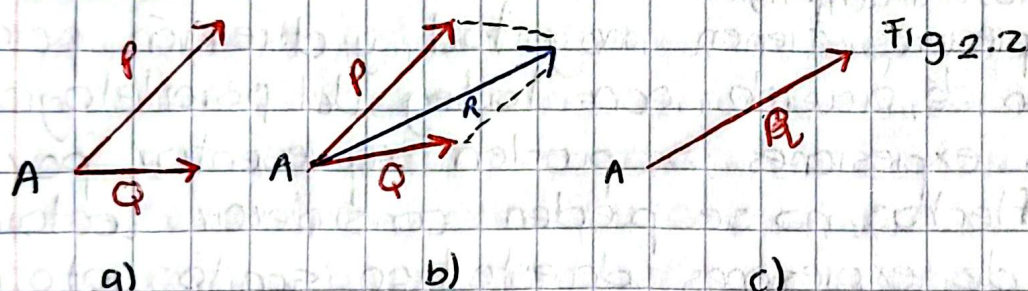


Fig 2.3 Rotaciones finitas de un cuerpo rígido

Algunas expresiones tienen magnitud y dirección pero no se suman de acuerdo con la ley del paralelogramo. Aunque tales expresiones se pueden representar por medio de flechas, no se pueden considerar vectores. Un grupo de expresiones de este tipo son las rotaciones finitas de un cuerpo rígido. Coloque un libro cerrado enfrente de usted sobre una mesa de manera que se encuentre en la forma habitual, con la portada hacia arriba y el lomo hacia la izquierda. Ahora rote el libro 180° con respecto a un eje paralelo al lomo (fig 2.3a); esta rotación puede ser representada por una flecha orientada, como se muestra en la figura, cuya longitud es igual a 180 unidades. Tomando el libro tal y como se encuentra en su nueva posición, rótelo ahora 180° alrededor de un eje horizontal perpendicular al lomo (fig 2.3b) esta segunda posición puede ser representada por medio de una flecha cuya longitud es igual a 180 unidades orientada como

se muestra en la figura. Sin embargo, el libro podría haberse colocado en esta posición final aplicando una sola rotación de 180° representada con respecto a un eje vertical (fig 2.3c). Se concluye que la suma de las dos rotaciones de 180° representadas por flechas rígidas, respectivamente, a lo largo de los ejes z y x , es una rotación de 180° representada por una flecha dirigida a lo largo del eje y (fig 2.3d). Es obvio que las rotaciones finitas de un cuerpo rígido no obedecen la ley del paralelogramo para la adición; por tanto éstas no pueden ser representados por medio de vectores.



Dos vectores de la misma magnitud, dirección y sentido se dice que son iguales, tengan o no el mismo punto de aplicación (fig 2.4); los vectores iguales pueden representarse por la misma letra.

El vector negativo de un vector P se define como aquel que tiene la misma magnitud que P y una dirección opuesta a la de P (fig 2.5); el negativo del vector P se representa por $-P$. Los vectores P y $-P$ se les llama vectores iguales y opuestos. Se tiene

$$P + (-P) = 0$$

2.4 Adición o suma de vectores

En la sección anterior se vio que, por definición,

los vectores se suman de acuerdo con la ley del paralelogramo. Así, la suma de dos vectores P y Q se obtiene uniendo los dos vectores al mismo punto A y construyendo un paralelogramo que uniendo los dos vectores que tengan por los lados a P y a Q (fig 2.6). La diagonal que pasa por A representa la suma vectorial de P y Q , y se representa por $P+Q$. El hecho de que el signo $+$ se use para representar tanto la suma vectorial como la escalares siempre se distinguen con cuidado.

De esta manera, se debe notar que la magnitud del vector $P+Q$ no es, en general, igual a la suma $P+Q$ de las magnitudes de los vectores P y Q .

Puesto que el paralelogramo construido con los vectores P y Q no depende del orden en que P y Q se seleccionen, se concluye que la adición de dos vectores es conmutativa, y se escribe.

$$P+Q=Q+P$$

A partir de la ley del paralelogramo se puede obtener otro método para determinar la suma de dos vectores. Este método, llamado regla del triángulo, se obtiene como sigue: considérese la fig 2.6, donde la suma de los vectores P y Q ha sido determinada por la ley del paralelogramo. Puesto que el lado del paralelogramo opuesto a Q es igual a Q en magnitud y dirección, se podría dibujar sólo la mitad del paralelogramo (fig 2.7a).

De esta manera, la suma de los dos vectores puede encontrarse colocando P y Q de punta a cola y uniendo la cola de P con la punta de Q . En la fig 2.7b se considera la otra mitad del paralelogramo y se obtiene el mismo resultado.

Esto confirma el hecho de que la suma vectorial es conmutativa. La resta de un vector se define como la adición del vector negativo correspondiente. Así, el vector $P-Q$ que representa la diferencia de los vectores P y Q se obtiene agregándole a P el vector negativo $-Q$ (fig 2.8). Se escribe $P-Q = P+(-Q)$ (2.2)

Aquí se debe observar otra vez que, aunque se usa el mismo signo para representar tanto la sustracción vectorial como la escalar, se evitarán confusiones si se tiene cuidado en distinguir entre cantidades vectoriales y escalares.

Ahora se considerará la suma de tres o más vectores. La suma de tres vectores P , Q , y S se obtendrá, por definición, sumando primero los vectores P y Q y agregando el vector S al vector $P+Q$. De esta manera $P+Q+S = (P+Q)+S$ (2.3)

En forma semejante la suma de cuatro vectores se obtiene agregando el cuarto vector a la suma de los tres primeros. Por consiguiente, la suma de cualquier número de vectores se puede obtener al aplicar en forma repetida la ley del paralelogramo a pares sucesivos de vectores, hasta que todas los vectores sean sustituidos por uno solo.

Si los vectores dados son coplanarios, es decir, si están contenidos en el mismo plano, su suma puede obtenerse fácilmente en forma gráfica. En ese caso, se requiere la aplicación repetida de la regla del triángulo en vez de la ley del paralelogramo.

En la figura 2.9 la suma de los tres vectores P , Q y S se obtuvo de esta forma: la regla del triángulo se aplicó primero para obtener la suma

$P+Q$ de los vectores P y Q ; y volvió a aplicarse para obtener la suma de los vectores $P+Q$ y S . Sin embargo, la determinación del vector $P+Q$ pudo haberse omitido, obteniéndose directamente la suma de los tres vectores, como se muestra en la figura 2.10, acomodando los vectores en la forma de cola a punta y conectando la cola del primer vector con la punta del último. Ésta se conoce como la regla del polígono para la adición de vectores. Se observa que el resultado obtenido permanecerá sin cambio si, como se muestra en la fig 2.11, los vectores Q y S se hubieran reemplazado por la suma de $Q+S$. Entonces al escribir $P+Q+S=(P+Q)+S=P+(Q+S)$ (2.4) esta ecuación expresa el hecho de que la adición de vectores es asociativa. Es importante recordar que ya se demostró que la suma vectorial de dos vectores es también conmutativa, por lo que se escribe

$$\begin{aligned}
 P+Q+S &= (P+Q)+S = S+(P+Q) \\
 &= S+(Q+P) = S+Q+P \quad (2.5)
 \end{aligned}$$

Esta expresión, junto con otras que pudieron obtenerse en la misma forma, muestra que el orden en que se sumen varios vectores no importa (fig 2.12).

Producto de un escalar y un vector Como es conveniente representar la suma $P+P$ como $2P$, a la suma $P+P+P$ como $3P$ y en general a la suma de n vectores P iguales como el producto nP , se definirá el producto nP de un entero positivo n y un vector P como un vector que tiene la misma dirección que P y magnitud nP (léase n veces P). Al ampliar esta definición para incluir a todos los escalares

res y si recordamos la definición de un vector negativo dado en la sección 2.3, se define el producto kP de un escalar k y un vector P como un vector que tiene la misma dirección y sentido que P (si k es positivo), o la misma dirección pero sentido opuesto al de P (si k es negativo) y una magnitud igual al producto de P y el valor absoluto de k (Fig 2.13).

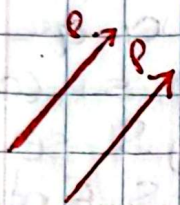


Fig 2.4

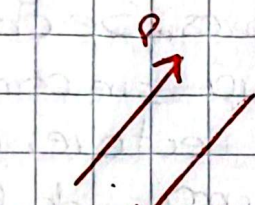


Fig 2.5

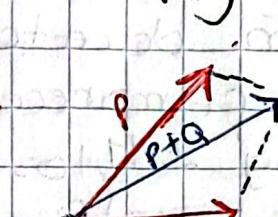


Fig 2.6

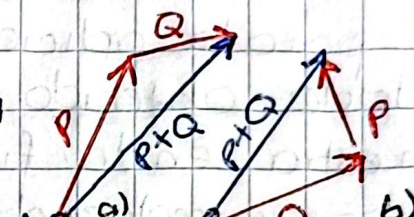


Fig 2.7

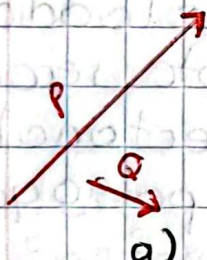
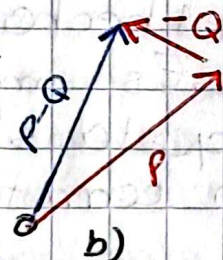


Fig 2.8



b)

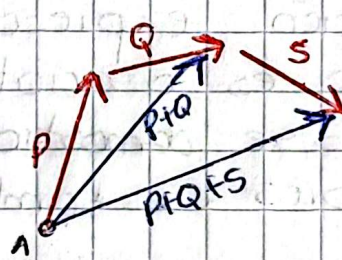


Fig 2.9

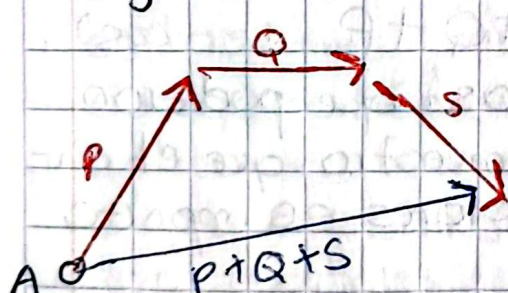


Fig 2.10

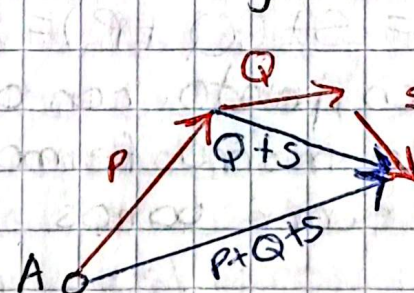


Fig 2.11

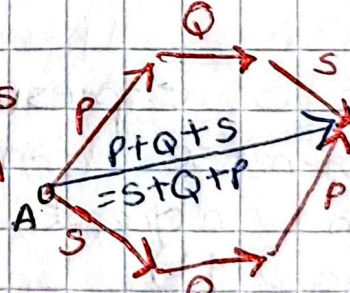


Fig 2.12

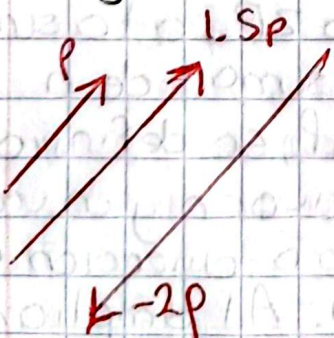
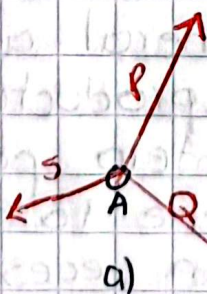
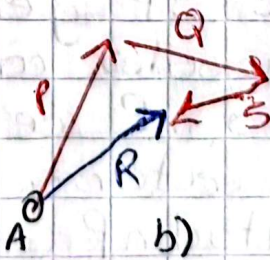


Fig 2.13



a)



b)

Fig 2.14

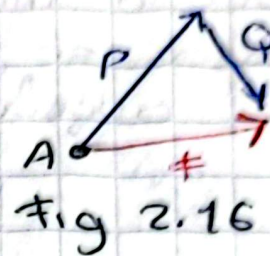
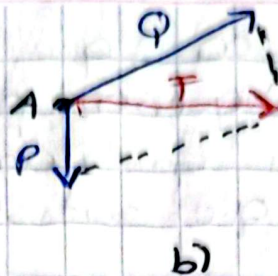
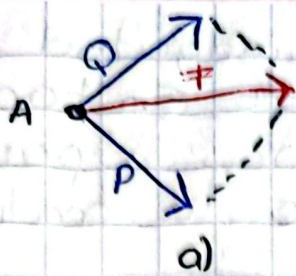


Fig 2.15

b)

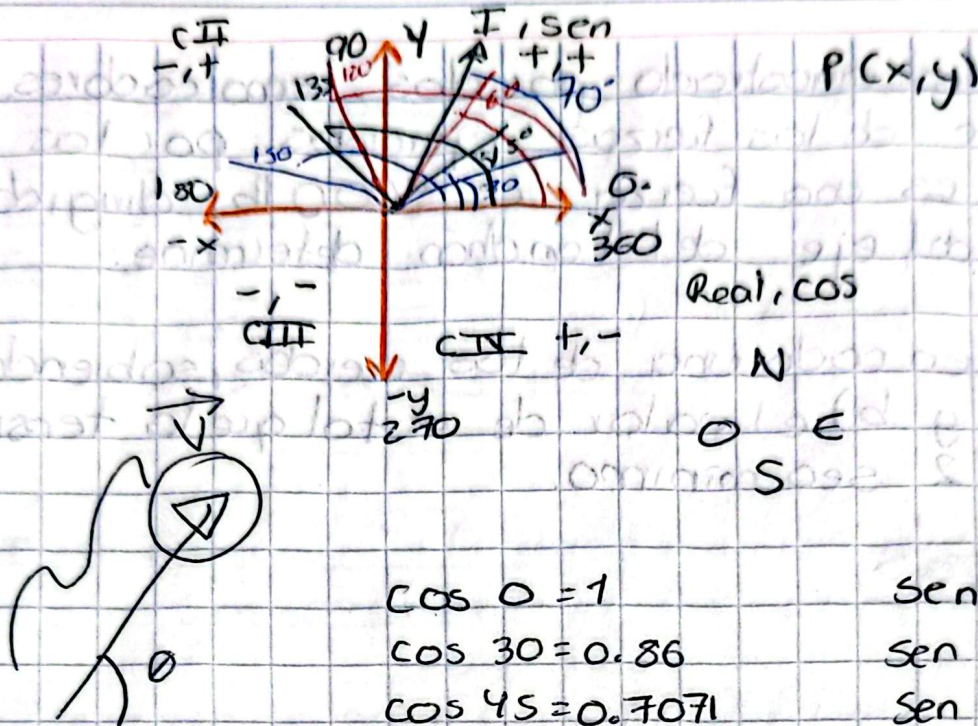
Fig 2.16

Fig 2.17

1. Uno de los dos componentes, P se conoce. La segunda componente, Q , se obtiene aplicando la regla del triángulo y uniendo la punta de P a la punta de F (fig 2.16); la magnitud, la dirección y el sentido de Q se determinan gráficamente o por trigonometría. Una vez que Q se ha determinado, ambas componentes P y Q deben aplicarse en A .
2. Se conoce la línea de acción de cada uno de los componentes. La magnitud y el sentido de los componentes se obtienen al aplicar la ley del paralelogramo y trazando líneas, por la punta de F , paralelas a las líneas de acción dadas (fig 2.17). De esta forma se obtienen dos componentes bien definidos P y Q que pueden determinarse gráficamente o por trigonometría aplicando la ley de los senos. Pueden encontrarse muchos otros casos; por ejemplo, cuando la dirección de uno de los componentes

Se conoce y se busca que la magnitud de la otra sea la más pequeña posible. En todas las casos se traza un triángulo o un paralelogramo adecuado que satisfaga las condiciones.





$$\cos 0 = 1$$

$$\cos 30 = 0.86$$

$$\cos 45 = 0.7071$$

$$\cos 60 = 0.5$$

$$\cos 90 = 0$$

$$\cos 180 = -1$$

$$\cos 270 = 0$$

$$\cos 360 = 1$$

$$\sin 0 = 0$$

$$\sin 30 = 0.5$$

$$\sin 45 = 0.7071$$

$$\sin 60 = 0.86$$

$$\sin 90 = 1$$

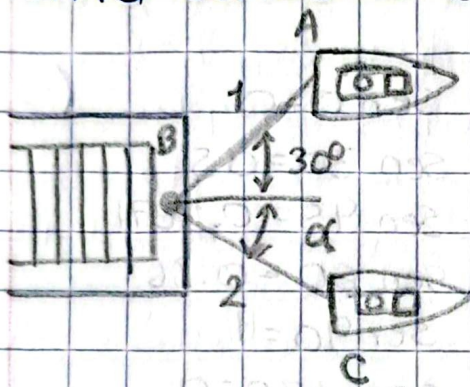
$$\sin 180 = 0$$

$$\sin 270 = -1$$

$$\sin 360 = 0$$

Un lanchón es arrastrado por dos remolcadores. Si la resultante de las fuerzas ejercidas por los remolcadores es una fuerza de 5000 lb dirigida a lo largo del eje del lanchón determine:

- a) la tensión en cada una de las cuerdas, sabiendo que $\alpha = 45^\circ$ y b) el valor de α tal que la tensión en la cuerda 2 sea mínimo.



$$F = R = 5000$$

a)

T_1 = tensión en la cuerda 1

T_2 = tensión en la cuerda 2

Eje y

$$T_1 \sin 30^\circ - T_2 \sin \alpha = 0$$

$$T_1 \sin 30^\circ = T_2 \sin \alpha$$

Eje horizontal

$$T_1 \cos 30^\circ + T_2 \cos \alpha = 5000$$

$$\textcircled{T_1} \quad T_1 = \frac{T_2 \sin \alpha}{\sin 30^\circ}$$

$$T_1 = \frac{T_2 \sin 45^\circ}{0.5} = 2T_2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} T_2$$

$$\textcircled{T_2} \quad (\sqrt{2} T_2)(\cos 30^\circ) + T_2 \cos 45^\circ = 5000$$

$$T_2 (\sqrt{2} \cos 30^\circ + \cos 45^\circ) = 5000$$

$$\cos 30^\circ = 0.866, \cos 45^\circ = 0.707$$

$$\sqrt{2} \cos 30^\circ = 1.414 \times 0.866 = 1.225$$

$$1.225 + 0.707 = 1.932$$

$$T_2 = \frac{5000}{1.932} \approx 2588 \text{ lb}$$

$$T_1 = \sqrt{2} \cdot 2588 \approx 3660 \text{ lb}$$

b)

$$T_1 = \frac{T_2 \sin \alpha}{\sin 30^\circ}$$

$$\frac{T_2 \sin \alpha}{\sin 30^\circ} \cos 30^\circ + T_2 \cos \alpha = 5000$$

$$T_2 \left(\frac{\sin \alpha \cos 30^\circ}{0.5} + \cos \alpha \right) = 5000$$

$$T_2 = \frac{5000}{2 \sin \alpha \cos 30^\circ + \cos \alpha}$$

REVISADO 02 SEP 2025

$$f(\alpha) = 2 \cos 30^\circ \sin \alpha + \cos \alpha$$

$$f(\alpha) = 1.732 \sin \alpha + \cos \alpha$$

$$f(\alpha) = A \sin \alpha + B \cos \alpha$$

$$f_{\max} = \sqrt{A^2 + B^2}$$

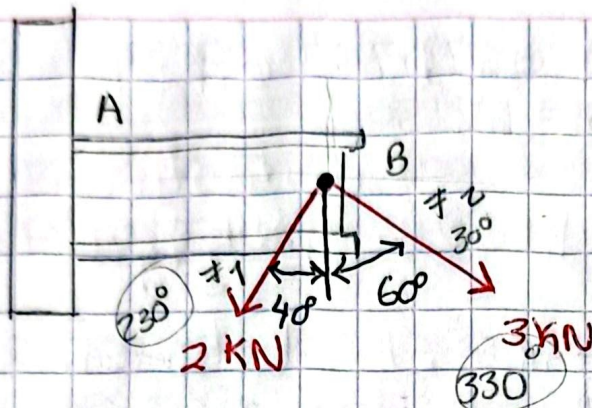
$$A = 1.732, B = 1$$

$$f_{\max} = \sqrt{1.732^2 + 1^2} = \sqrt{2.999 + 1} = \sqrt{4} = 2$$

$$\tan \alpha = \frac{A}{B} = \frac{1.732}{1} \approx 1.732$$

$$\alpha \approx 60^\circ$$

$$T_{2 \min} = \frac{5000}{f_{\max}} = \frac{5000}{2} = 2500 \text{ lb}$$



ΣF_x

$$F_{1x} = 2 \text{ kN}$$

$$= -F_1 \cdot \sin(40^\circ) = -2 \cdot \sin(40^\circ)$$

$$F_{1y} = -F_1 \cdot \cos(40^\circ) = -2 \cdot \cos(40^\circ)$$

$$\tan^{-1} \frac{F_y}{F_x}$$

$$\tan^{-1} = \frac{-3.032}{1.305}$$

$$F_1 = (-1.285, -1.532) \text{ kN}$$

$$F_{2x} = 3 \text{ kN}$$

$$= +F_2 \cdot \sin(60^\circ) = 3 \cdot \sin(60^\circ)$$

$$F_{2y} = -F_2 \cdot \cos(60^\circ) = -3 \cdot \cos(60^\circ)$$

$$\tan^{-1} = -2.32$$

$$F_2 = (2.59, -1.5) \text{ kN}$$

$$R_x = F_{1x} + F_{2x} = (-1.285 + 2.59) = 1.305$$

$$R_y = F_{1y} + F_{2y} = (-1.532 + (-1.5)) = -3.032$$

$$\vec{R} = (1.305, -3.032) \text{ kN}$$

Fuerza es:

$$|\vec{R}| = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(1.305)^2 + (-3.032)^2}$$

$$= \sqrt{1.7030 + 9.193024}$$

$$= \sqrt{10.896024} \text{ N}$$

$$= 3.301 \text{ N}$$

$$F_1 = 2 \text{ kN} \cos 230 = -1.28 \text{ kN}$$

$$+ 3 \text{ kN} \cos 330 = 2.59 \text{ kN}$$

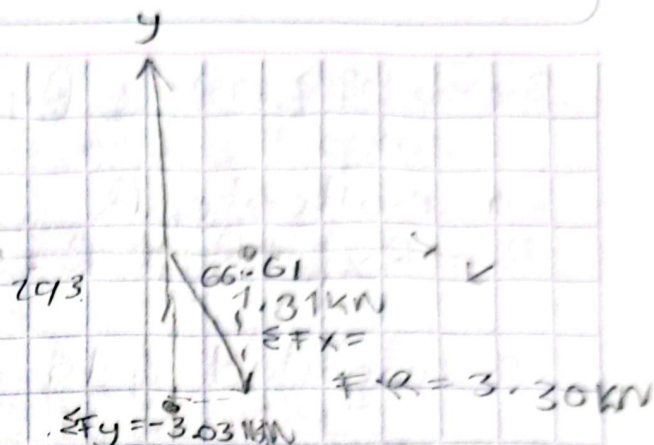
$$\Sigma F_x = 1.31 \text{ kN}$$

ΣF_y

$$F_1 = 2 \text{ kN} \sin 230 = -1.53 \text{ kN}$$

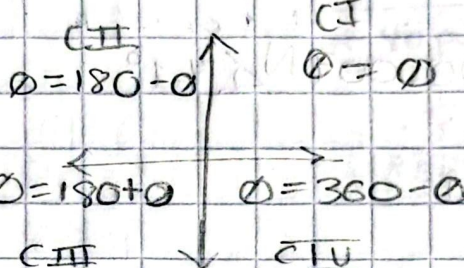
$$F_2 = 3 \text{ kN} \sin 330 = -1.5 \text{ kN}$$

$$= -3.03 \text{ kN}$$

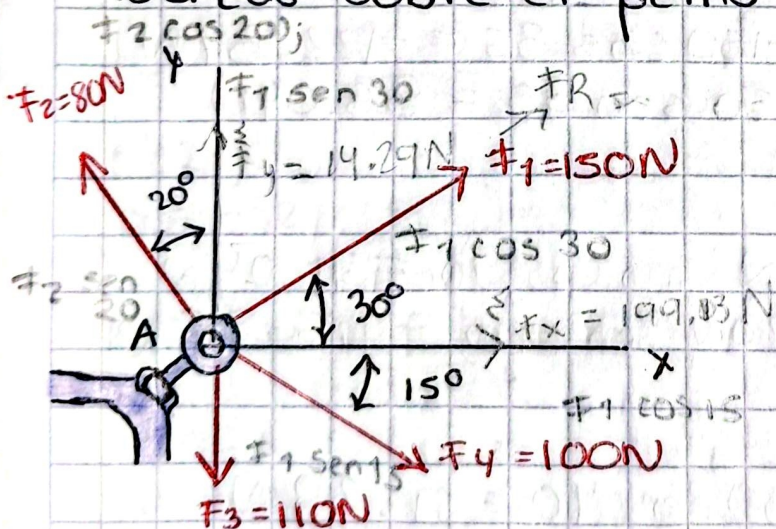


$$\theta = \tan^{-1} \frac{3.03}{1.31}$$

$$\theta = 66.61$$



Cuatro fuerzas actúan sobre un perno A, como se muestra en la fig. Determine la resultante de las fuerzas sobre el perno



Fuerza Magnitud

$$F_1 = 150$$

$$F_2 = 80$$

$$F_3 = 110$$

$$F_4 = 100$$

Componente x, N

$$F_1 = \cos 30 \times 150 = 129.90 \text{ N}$$

$$F_2 = \cos 110 \times 80 = -27.4 \text{ N}$$

$$F_3 = 110 \cos (270) = 0$$

$$F_4 = 100 \cos (15) = 96.59 \text{ N}$$

Componente y, N

$$F_1 = 150 \sin 30 = 75 \text{ N}$$

$$F_2 = 80 \sin 110 = 75.17 \text{ N}$$

$$F_3 = 110 \sin (270) = -110 \text{ N}$$

$$F_4 = 100 \sin (15) = 25.88 \text{ N}$$

$$F_R = \sqrt{199.3^2 + 14.29^2} = 199.64$$

$$R_x = 199.09 \quad R_y = 14.29$$

La resultante R

$$R = R_x i + R_y j \quad R = (199.09 N) i + (14.29 N) j$$

La magnitud y la dirección

$$\tan \alpha = \frac{R_y}{R_x} = \frac{14.29 N}{199.09 N} \quad \alpha = 4.10545^\circ$$

$$R = \frac{14.29 N}{\sin \alpha} = 200.007 N \angle 4.1^\circ$$

Determine las componentes x y y de cada una de las fuerzas que se muestran en la figura.

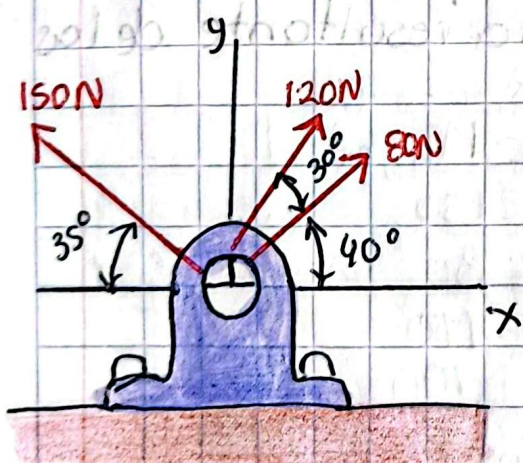


Fig 21

$$150 N$$

$$C_x = -150 \cos 35 = -122.87 N$$

$$C_y = 150 \sin 35 = 86.04 N$$

$$120 N$$

$$C_x = 120 \cos 30 = 103.92 N$$

$$C_y = 120 \sin 30 = 60 N$$

$$80 N$$

$$C_x = 80 \cos 40 = 61.28 N$$

$$C_y = 80 \sin 40 = 51.42 N$$

Determine las componentes x y y de cada una de las fuerzas que se muestran en las figuras.

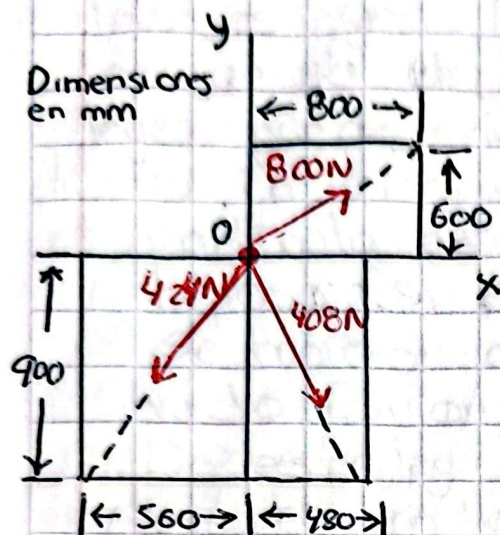


Fig 23 $\theta = \tan^{-1} \frac{600}{800}$

• 800N $\theta = 37^\circ$

$C_x = 800 \cdot \left(\frac{800}{\sqrt{800^2 + 600^2}} \right)$

$C_x = 640N$

$C_y = 800 \cdot \left(\frac{600}{\sqrt{800^2 + 600^2}} \right) = 480N$

• 424N

$C_x = -424 \cdot \left(\frac{560}{\sqrt{560^2 + 900^2}} \right) = -224N$

$C_y = -424 \cdot \left(\frac{900}{\sqrt{560^2 + 900^2}} \right) = -360N$

• 408N

$C_x = 408 \cdot \left(\frac{480}{\sqrt{480^2 + 900^2}} \right) = 192N$

$C_y = 408 \cdot \left(\frac{900}{\sqrt{480^2 + 900^2}} \right) = 360N$

$800 \cos 37^\circ = 640N$

$400 \sin 40^\circ = 255$

$424 \cos 215^\circ = -243.19N$

$424 \sin 215^\circ = -243.19N$

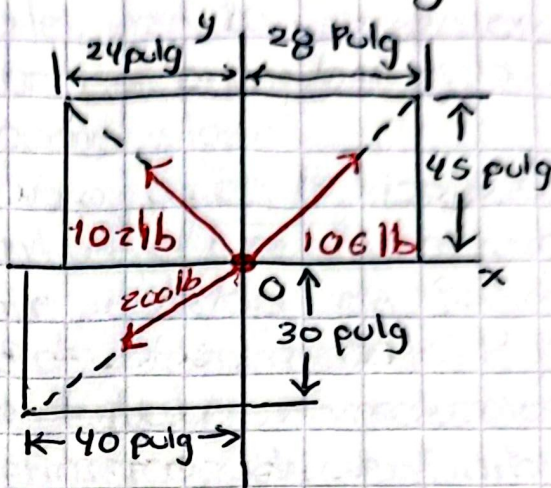


Fig 24
REVISADO 04 SEP 2025

• 102lb

$C_x = -102 \cdot \left(\frac{24}{\sqrt{24^2 + 45^2}} \right) = -48lb$

$C_y = 102 \cdot \left(\frac{45}{\sqrt{24^2 + 45^2}} \right) = 90lb$

• 106lb

$C_x = 106 \cdot \left(\frac{28}{\sqrt{28^2 + 40^2}} \right) = 56lb$

$C_y = 106 \cdot \left(\frac{40}{\sqrt{28^2 + 40^2}} \right) = 90lb$

• 200lb

$C_x = -200 \cdot \left(\frac{40}{\sqrt{40^2 + 30^2}} \right) = -160lb$

$C_y = -200 \cdot \left(\frac{30}{\sqrt{40^2 + 30^2}} \right) = -120lb$

$$\#3 \quad \theta = \tan^{-1} \frac{400}{480}$$

$$C_x = 408 \text{ N} \cos 320 = 312.54 \text{ N}$$

$$C_y = 408 \text{ N} \sin 320 = -262.25 \text{ N}$$

$$\#2 \quad \theta = \tan^{-1} \frac{400}{560}$$

$$\theta = 35^\circ$$

$$C_x = 424 \text{ N} \cos 215 = -347.32 \text{ N}$$

$$C_y = 424 \text{ N} \sin 215 = -243.19 \text{ N}$$

$$\#1 \quad \theta = \tan^{-1} \frac{600}{800}$$

$$\theta = 37^\circ$$

$$C_x = 800 \cos 37 = 638.9 \text{ N}$$

$$C_y = 800 \sin 37 = 481.45 \text{ N}$$

2.10 Primera ley del movimiento de Newton

A finales del siglo XVII sir Isaac Newton formuló tres leyes fundamentales en las que se basa la ciencia de la mecánica. La primera de estas leyes puede enunciarse como sigue:

Si la fuerza resultante que actúa sobre una partícula es cero, la partícula permanecerá en reposo (si originalmente estaba en reposo) o se moverá con velocidad constante en línea recta (si originalmente estaba en movimiento).

De esta ley y de la definición de equilibrio expuesta en la sección 2.9 se deduce que una partícula en equilibrio puede estar en reposo o moviéndose en línea recta con velocidad constante.

En la siguiente sección se considerarán varios problemas concernientes al equilibrio de una partícula.

2.11 Problemas relacionados con el equilibrio de una partícula. Diagramas de cuerpo libre.

En la práctica, un problema de ingeniería mecánica se deriva de una situación física real. Un esquema que muestra las condiciones físicas del problema se conoce como diagrama especial. Los métodos de análisis estudiados en las secciones anteriores se aplican a un sistema de fuerzas que actúa sobre una partícula. Un gran número de problemas que tratan de estructuras puede reducirse a problemas concernientes al equilibrio de una partícula. Esto se hace escogiendo una partícula significativa y dibujando un diagrama separado que muestre a ésta y a todas las fuerzas que actúan sobre ella. Dicho diagrama se conoce como diagrama

de cuerpo libre. Por ejemplo, considérese el embalaje de madera de 75 kg mostrando en el diagrama espacial de la fig 2.29a. Este descansaba entre dos edificios y ahora es levantado hacia la plataforma de un camión que lo quitará de ahí. El embalaje está soportando por un cable vertical unido en A a dos cuerdas que posan sobre poleas fijas a los edificios en B y C. Se desea determinar la tensión en cada una de las cuerdas AB y AC. Para resolver el problema debe trazarse un diagrama de cuerpo libre que muestre a la partícula en equilibrio. Puesto que se analizan las tensiones de la cuerda, el diagrama de cuerpo libre debe incluir al menos una de estas tensiones, y si es posible a ambas. El punto A parece ser un buen cuerpo libre para este problema. El diagrama de cuerpo libre del punto A se muestra en la fig 2.29b. Ésta muestra el punto A y las fuerzas ejercidas sobre A por el cable vertical y las dos cuerdas. La fuerza ejercida por el cable está dirigida hacia abajo y es igual al peso W del contenedor. De acuerdo con la ecuación (1.4), se escribe.

$$W = mg = (75 \text{ kg})(9.81 \text{ m/s}^2) = 736 \text{ N}$$

y se indica este valor en el diagrama de cuerpo libre. Las fuerzas ejercidas por las dos cuerdas no se conocen, pero como son iguales en magnitud a la tensión en la cuerda AB y en la cuerda AC, se representan con T_{AB} y T_{AC} y se dibujan hacia fuera de A en las direcciones mostradas por el diagrama espacial. No se incluyen otros detalles en el diagrama de cuerpo libre.

Puesto que el punto A está en equilibrio, las tres

fuerzas que actúan sobre él deben formar un triángulo cerrado cuando se dibujan de punta a cola. Este triángulo de fuerzas ha sido dibujado en la fig 2.29c. Los vectores T_{AB} y T_{AC} de las tensiones en las cuerdas pueden encontrarse gráficamente si el triángulo se dibuja a escala, o pueden encontrarse mediante la trigonometría. Si se escoge el último método de solución, con la ley de los senos se escribe

$$\frac{T_{AB}}{\sin 60^\circ} = \frac{T_{AC}}{\sin 40^\circ} = \frac{736 \text{ N}}{\sin 80^\circ}$$

$$T_{AB} = 647 \text{ N} \quad T_{AC} = 480 \text{ N}$$

Cuando una partícula está en equilibrio bajo tres fuerzas, el problema siempre puede resolverse dibujando un triángulo de fuerzas. Cuando una partícula está en equilibrio bajo más de tres fuerzas, el problema puede resolverse gráficamente dibujando un polígono de fuerzas. Si se desea una solución analítica, se deben resolver las ecuaciones de equilibrio dadas en la sección 2.9:

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

Estas ecuaciones pueden resolverse para no más de dos incógnitas; en forma semejante, el triángulo de fuerzas usado en el caso de equilibrio bajo tres fuerzas puede resolverse para dos incógnitas. Los tipos más comunes de problemas son aquellos donde las dos incógnitas representan 1) las dos componentes (o la magnitud y dirección) de una sola fuerza, 2) las magnitudes de las dos

fuerzas, cada una de dirección conocida. También se encuentran problemas que requieren la determinación del valor mínimo o máximo de la magnitud de una fuerza (véanse problemas 2.57 a 2.62).

a) Diagrama espacial

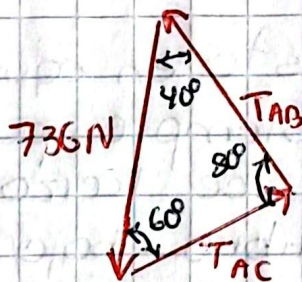
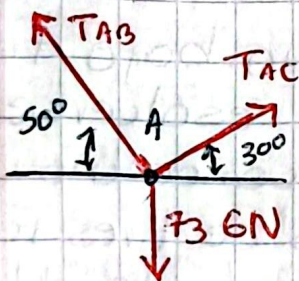
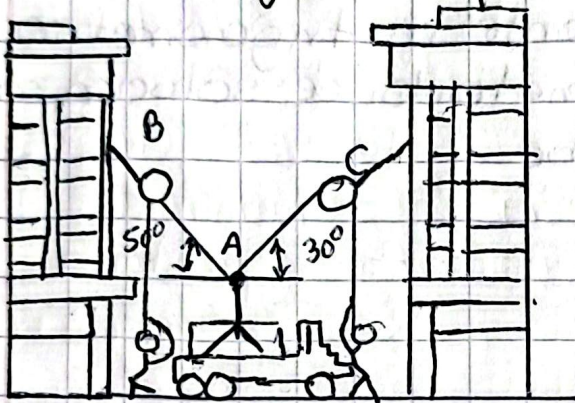
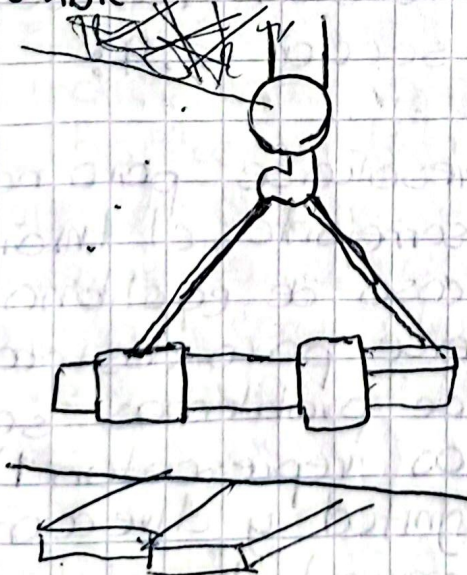


Fig 2.29

b) diagrama de cuerpo libre



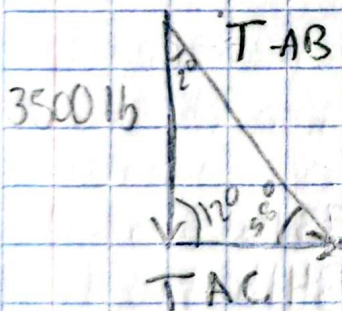
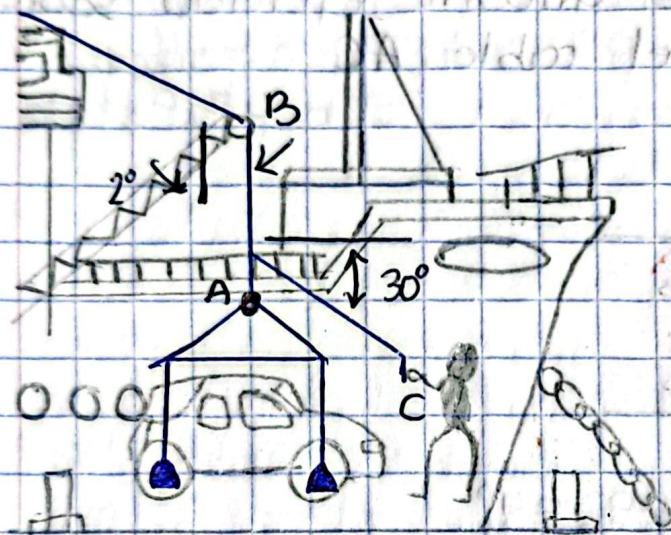
c) Triángulo de fuerzas

Fotografía 2.1 como se ilustró en un ejem. anterior, es posible determinar las tensiones en los cables que sostienen al eje que se muestra en la fotografía, considerando al gancho como una partícula y después aplicando las ecuaciones de equilibrio a las fuerzas que actúan sobre el gancho.

5/sep/25

Problema

En la operación de descarga de un barco, un automóvil de 3500 lb es soportado por un cable. Se ata una cuerda al cable en A, y se tira para centrar el automóvil sobre la posición deseada. El ángulo entre el cable y la vertical es de 2° , mientras que el ángulo entre la cuerda y la horizontal es de 30° . ¿Cuál es la tensión en la cuerda?



$$\frac{T_{AB}}{\sin 120} = \frac{T_{AC}}{\sin 2} = \frac{3500 \text{ lb}}{\sin 58}$$

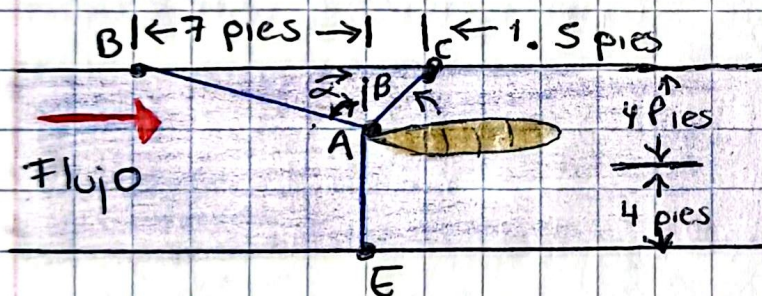
$$\frac{T_{AB}}{\sin 120} = \frac{4127.12}{\sin 2}$$

$$T_{AB} = (4127.12) \sin 120 = 3574.19 \text{ lb}$$

$$\frac{T_{AC}}{\sin 2} = \frac{4127.12}{\sin 58}$$

Problema

Como parte del diseño de un nuevo velero, se desea determinar la fuerza de arrastre que puede esperarse a cierta velocidad. Para hacerlo, se coloca un modelo del casco propuesto en un canal de prueba y se usan tres cables para mantener su proa en el eje del centro del canal. Las lecturas de los dinamómetros indican que para una velocidad dada la tensión es de 40 lb en el cable AB y de 60 lb en el cable AE. Determine la fuerza de arrastre ejercida sobre el casco y la tensión en el cable AC.



$$\tan(\alpha) = \frac{4}{7}, \alpha = \tan^{-1} = 29.74^\circ$$

$$\tan(\beta) = \frac{4}{1.5}, \beta = \tan^{-1} = 69.44^\circ$$

$$F_{xAB} = 40 \cdot \cos(\alpha) = 40 \cdot \cos(29.74) = 34.73 \text{ lb}$$

$$F_{yAB} = 40 \cdot \sin(\alpha) = 40 \cdot \sin(29.74) = 19.84 \text{ lb}$$

$$F_{xAE} = 0 \text{ lb}$$

$$F_{yAE} = -60 \text{ lb}$$

$$F_{xAc} = T_{AC} \cdot \cos(\beta) = T_{AC} \cdot \cos(69.44)$$

$$F_{yAc} = T_{AC} \cdot \sin(\beta) = T_{AC} \cdot \sin(69.44)$$

$$\sum F_x = F_{\text{anastie}} - F_{xAB} - F_{xAc} = 0$$

$$\sum F_y = F_{yAB} + F_{yAc} - F_y = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$19.84 + T_{AC} \cdot \sin(69.44) - 60 = 0$$

$$T_{AC} \cdot \sin(69.44) = 40.16$$

$$T_{AC} = \frac{40.16}{\sin(69.44)} = 42.8916$$

$$F_{\text{anastie}} = F_{xAB} + F_{xAc} = 34.73 + T_{AC} \cdot \cos(69.44)$$

$$F_{\text{anastie}} = 34.73 + 42.89 \cdot \cos(69.44) = 34.73 + 15.06$$

$$= 49.7916$$

3.6 Momento de una fuerza con respecto a un punto

Considere una fuerza $\mathbf{F}$ que actúa sobre un cuerpo rígido (fig 3.12a). Como se sabe, la fuerza $\mathbf{F}$ está representada por un vector que define la magnitud y su dirección. Sin embargo, el efecto de la fuerza sobre el cuerpo rígido también depende de su punto de aplicación A . La posición de A puede definirse de manera conveniente por medio del vector $\mathbf{r}$ que une al punto de referencia fijo O con A ; a este vector se le conoce como el vector de posición de A . El vector de posición $\mathbf{r}$ y la fuerza $\mathbf{F}$ definen el plano mostrado en la figura 3.12a.

El momento de $\mathbf{F}$ con respecto a O se define como el producto vectorial de $\mathbf{r}$ y $\mathbf{F}$:

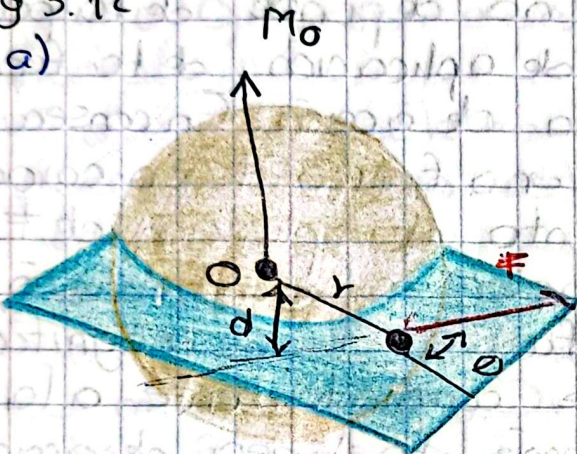
$$\mathbf{M}_O = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$$

De acuerdo con la definición del producto vectorial dada en la sección 3.4, el momento $\mathbf{M}_O$ debe ser perpendicular al plano que contiene el punto O y a la fuerza $\mathbf{F}$. El sentido de $\mathbf{M}_O$ está definido por el sentido de la rotación que haría al vector $\mathbf{r}$ colineal con el vector $\mathbf{F}$; un observador localizado en el extremo de $\mathbf{M}_O$ ve a esta rotación como una rotación en sentido contrario al movimiento de las manecillas del reloj. Otra forma de definir el sentido de $\mathbf{M}_O$ se logra por medio de la regla de la mano derecha: cierre su mano derecha y manténgala de manera que sus dedos estén doblados en el mismo sentido de la rotación que $\mathbf{F}$ le impartiría al cuerpo rígido alrededor de un eje fijo dirigido a lo largo de la línea de acción de $\mathbf{M}_O$; su dedo pulgar indicará el sentido

del momento M_o (fig 3.12b). Por último, representado con θ el ángulo entre las líneas de acción del vector de posición r y la fuerza F , se encuentra que la magnitud del momento de F con respecto a O está dado por

$$M_o = r F \sin \theta = Fd$$

fig 3.12



$$M_o = r F \sin \theta = Fd$$

donde d representa la distancia perpendicular desde O hasta la línea de acción de F . En virtud de que la tendencia de la fuerza F a hacer girar al cuerpo rígido alrededor de un eje fijo perpendicular a la fuerza depende tanto de la distancia de F a dicho eje como de la magnitud de F , se observa que la magnitud de M_o mide la tendencia de la fuerza F a hacer rotar al cuerpo rígido alrededor de un eje fijo dirigido a lo largo de M_o .

En el sistema de unidades del SI, donde la fuerza se expresa en newtons (N) y la distancia se expresa en metros (m), el momento de una fuerza estará expresado en newtons-metro (N·m). En el sistema de unidades de uso común en Estados Unidos, donde la fuerza se expresa en libras y la dis-

tancia en pies o en pulgadas, el momento de una fuerza estará expresado en newton-metro, se expresa en lb·pie o en lb·pulg.

Se puede observar que, a pesar de que el momento M_O de una fuerza con respecto a un punto depende de la magnitud, la línea de acción y el sentido de la fuerza, dicho momento no depende de la posición que tiene el punto de aplicación de la fuerza a lo largo de su línea de acción. En consecuencia, el momento M_O de una fuerza F no varía con la posición del punto de aplicación de F . Sin embargo, como se verá a continuación, el momento M_O de una fuerza F de magnitud y dirección conocida define completamente a la línea de acción de F . Además, la línea de acción de F debe estar en un plano que pasa por el punto O y es perpendicular al momento M_O . La distancia d medido desde O hasta la línea de acción de la fuerza debe ser igual al cociente de las magnitudes de M_O y F , esto es, debe ser igual a M_O/F . El sentido de M_O determina si la línea de acción debe trazarse del lado de F del lado del punto O .

Recuérdese la sección 3.3 donde se señala que el principio de transmisibilidad establece que dos fuerzas F y F' son equivalentes (esto es, tienen el mismo efecto sobre el cuerpo rígido) si tienen la misma magnitud, dirección y línea de acción. Este principio se puede expresar ahora de la siguiente forma: dos fuerzas F y F' son equivalentes si y sólo si son iguales (es decir, tienen la misma magnitud y la misma dirección), y, además, tienen

momentos iguales con respecto a un punto O . Las condiciones necesarias y suficientes para que dos fuerzas F y F' sean equivalentes son $F = F'$ y $M_O = M'_O$.

Debe señalarse que el enunciado anterior implica que si las relaciones (3.13) se cumplen para cierto punto O , también se cumplirán para cualquier otro punto.

Problemas sólo en dos dimensiones Muchas aplicaciones tratan con estructuras bidimensionales, es decir, estructuras cuyo espesor es insignificante en comparación con su longitud y su anchura, las cuales están sujetas a fuerzas contenidas en su mismo plano. Dichas estructuras bidimensionales y las fuerzas que actúan sobre ellas pueden representarse fácilmente sobre una hoja de papel o sobre una pizarra. Por tanto su análisis es más simple que el correspondiente al caso de las estructuras y fuerzas tridimensionales.

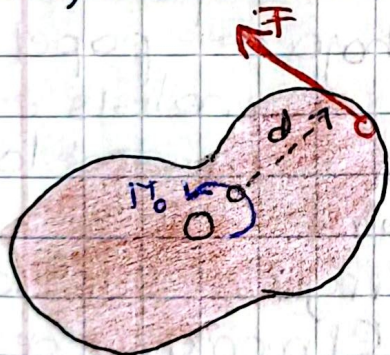
Considere, por ejemplo, una placa rígida sobre la que actúa una fuerza F (fig 3.13). El momento de F con respecto a un punto O seleccionado en el plano de la fig está representado por el vector M_O de magnitud Fd , que es perpendicular a dicho plano. En la fig 3.13a, el vector M_O apunta hacia afuera del plano de papel, mientras que en la fig 3.13b éste apunta hacia dentro del plano de papel. Como se observa en la fig, en el primer caso, la fuerza, de la fig 3.13a tiende a hacer rotar la placa en un sentido contrario al del movimiento de las manecillas del reloj. Por consiguiente, es natural referirse al sentido

del momento $\neq$ con respecto a O en la fig 3.13a como opuesto al del movimiento de las manecillas del reloj (antihorario) $\curvearrowright$, y en la fig 3.13b como siguiendo la dirección del movimiento de las manecillas del reloj (horario) $\curvearrowleft$.

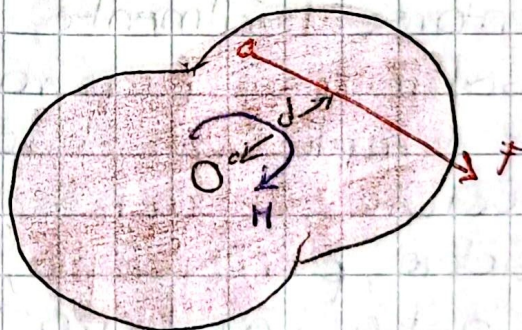
Puesto que el momento de la fuerza $\neq$ que actúa en el plano de la fig debe ser perpendicular a dicho plano, sólo se necesita la magnitud y el sentido del momento M con respecto a O . Esto se puede hacer asignándole a la magnitud M del momento un signo positivo o negativo, según el vector M apunte hacia afuera o hacia adentro del plano de papel.

Fig 3.13

a) $M_o = +Fd$



b) $M_o = -Fd$



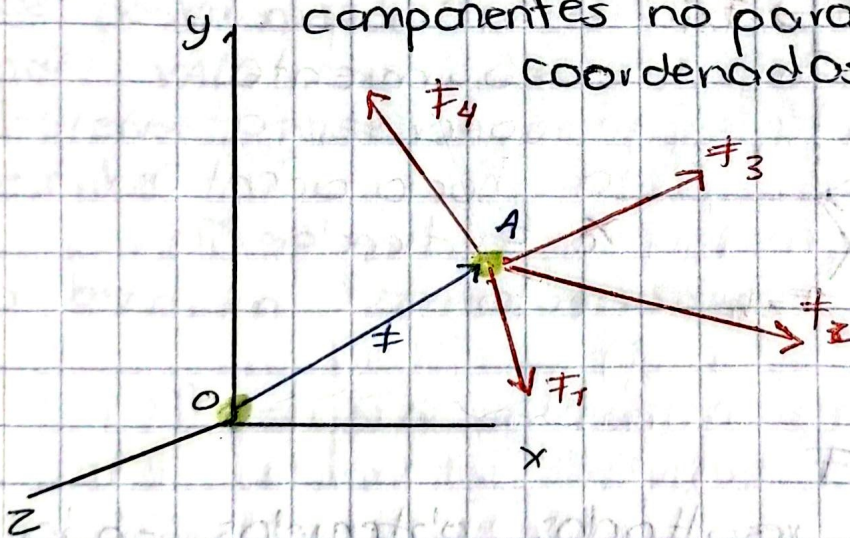
3.7 Teorema de Varignon

La propiedad distributiva de los productos vectoriales se puede emplear para determinar el momento de la resultante de varias fuerzas concurrentes. Si las fuerzas $\neq_1, \neq_2, \dots$ se aplican en el mismo punto A (fig 3.14) y se representa por r al vector de posición A , a partir de la ecuación (3.5) de la sección 3.4 se puede concluir que

$$r \times (\neq_1 + \neq_2 + \dots) = r \times \neq_1 + r \times \neq_2 + \dots$$

Esto es el momento con respecto a un punto

dado O de la resultante de varias fuerzas concurrentes es igual a la suma de los momentos de las distintas fuerzas con respecto al mismo punto O . Esta propiedad la estableció el matemático francés Pierre Varignon (1654-1722) mucho antes del desarrollo del álgebra vectorial por lo que se le conoce como el teorema de Varignon. La relación (3.14) permite reemplazar el cálculo directo del momento de una fuerza $\vec{F}$ por el cálculo de los momentos de dos o más fuerzas componentes como se verá en la siguiente sección, por lo general la fuerza $\vec{F}$ será separada en sus componentes paralelas a los ejes coordenados. Sin embargo, será mucho más rápido $\vec{F}$ en algunos casos descomponer a $\vec{F}$ en componentes no paralelos a los ejes coordenados (prob 3.3)



3.8 Componentes rectangulares del momento de una fuerza

En general, la determinación del momento de una fuerza en el espacio se simplifica en forma considerable si el vector de fuerza y el vector de posición a partir de su punto de aplicación se descomponen en sus componentes rectangulares x ,

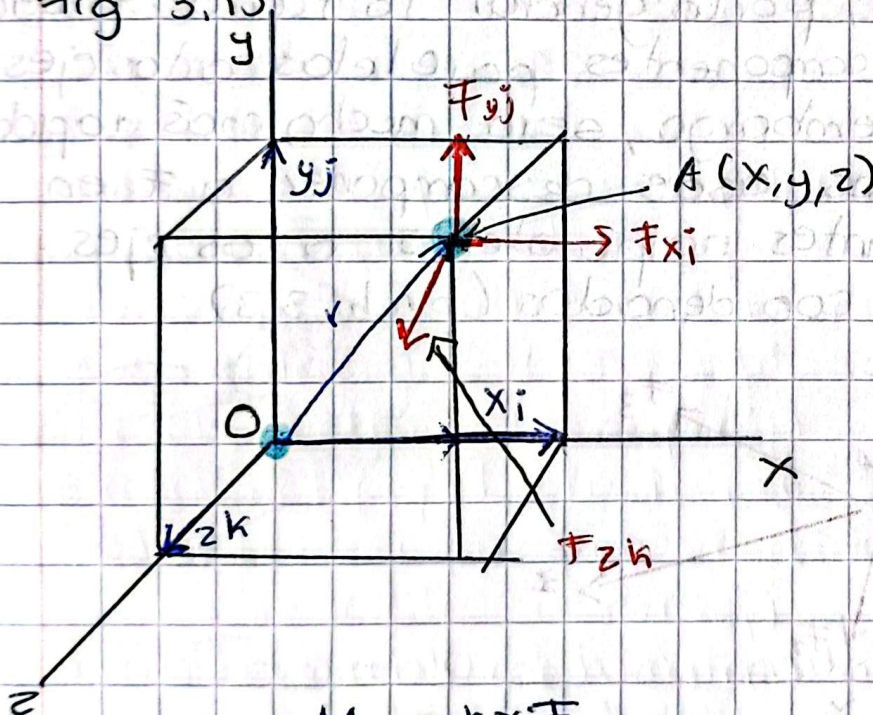
y y z. Por ejemplo, considere el momento de M_O con respecto a O de una fuerza F con componentes F_x, F_y, F_z que está aplicada en el punto A de coordenadas x, y, z (Fig. 3.15). Se observa que las componentes del vector de posición r son iguales, respectivamente, a las coordenadas x, y y z del punto A; se escribe.

$$r = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$$

$$F = F_x\mathbf{i} + F_y\mathbf{j} + F_z\mathbf{k}$$

Al sustituir a r y a F a partir de (3.15) y (3.16) en $M_O = r \times F$

Fig. 3.15



$$M_O = r \times F$$

y recordar los resultados obtenidos en la Sección 3.5, se puede escribir el momento M_O de F con respecto a O de la siguiente forma:

$$M_O = M_x\mathbf{i} + M_y\mathbf{j} + M_z\mathbf{k}$$

donde las componentes escalares M_x, M_y y M_z están definidas por las relaciones

$$M_x = yF_z - zF_y$$

$$M_y = zF_x - xF_z$$

$$M_z = xF_y - yF_x$$

Como se verá en la sección 3.11, las componentes escalares M_x, M_y y M_z del momento M_O miden la tendencia de la fuerza F a impartirle a un cuerpo rígido un movimiento de rotación alrededor de los ejes x, y y z , respectivamente. Sustituyendo (3.18) en (3.17), también puede escribirse M_O en forma de determinante

$$M_O = \begin{vmatrix} i & j & k \\ x & y & z \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix}$$

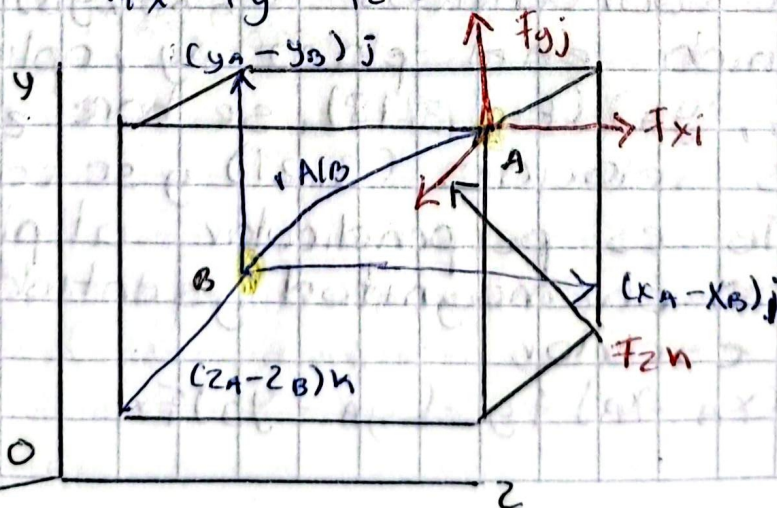
Para calcular el momento M_B de una fuerza F aplicado en A con respecto a un punto arbitrario B (fig. 3.16) se debe reemplazar el vector de posición r en la ecuación (3.11) por un vector trazado desde B hasta A . Este vector es el de posición de A relativo a B y se representa por $r_{A/B}$. Se observa que $r_{A/B}$ se puede obtener si se resta r_B de r_A ; por tanto, se escribe

$$M_B = r_{A/B} \times F = (r_A - r_B) \times F$$

o bien, en forma determinante,

$$M_B = \begin{vmatrix} i & j & k \\ x_{A/B} & y_{A/B} & z_{A/B} \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix}$$

Fig. 3.16



donde $x_{A/B}$, $y_{A/B}$ y $z_{A/B}$ representan las componentes del vector $r_{A/B}$:

$$x_{A/B} = x_A - x_B \quad y_{A/B} = y_A - y_B \quad z_{A/B} = z_A - z_B$$

En el caso de problemas en sólo dos dimensiones se puede suponer que la fuerza $\vec{F}$ está contenida en el plano xy (fig 3.17). Al hacer $z = 0$ y $\vec{F}_z = 0$ en la ecuación (3.19), se obtiene

$$\vec{M}_O = (x_F y - y_F x) \vec{k}$$

Con esto se verifica que el momento de $\vec{F}$ con respecto a O es perpendicular al plano de la figura y está completamente definido por el escalar $M_O = M_z = x_F y - y_F x$

Como se mencionó antes, un valor positivo de M_O indica que el vector $\vec{M}_O$ apunta hacia afuera del plano del papel (la fuerza $\vec{F}$ tiende a hacer rotar al cuerpo con respecto a O en un sentido contrario al movimiento de las manecillas del reloj) y un valor negativo indica que el vector $\vec{M}_O$ apunta hacia adentro del plano del papel (la fuerza $\vec{F}$ tiende a hacer rotar el cuerpo con respecto a O en el sentido de las manecillas del reloj).

Para calcular el momento con respecto a un punto B de coordenadas $B(x_B, y_B)$ de una fuerza contenida en el plano xy , aplicada en el punto $A(x_A, y_A)$ (fig 3.18), se hace $z_{A/B} = 0$ y $\vec{F}_z = 0$ en las relaciones (3.21) y se comprueba que el vector $\vec{M}_B$ es perpendicular al plano xy y está definido en magnitud y sentido por su componente escalar

$$M_B = (x_A - x_B) F_y - (y_A - y_B) F_x$$

Fig 3.17

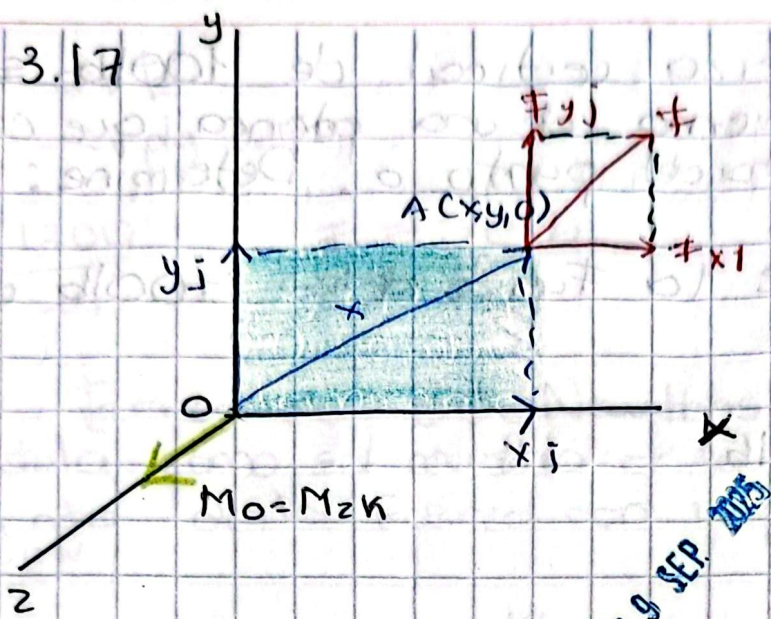
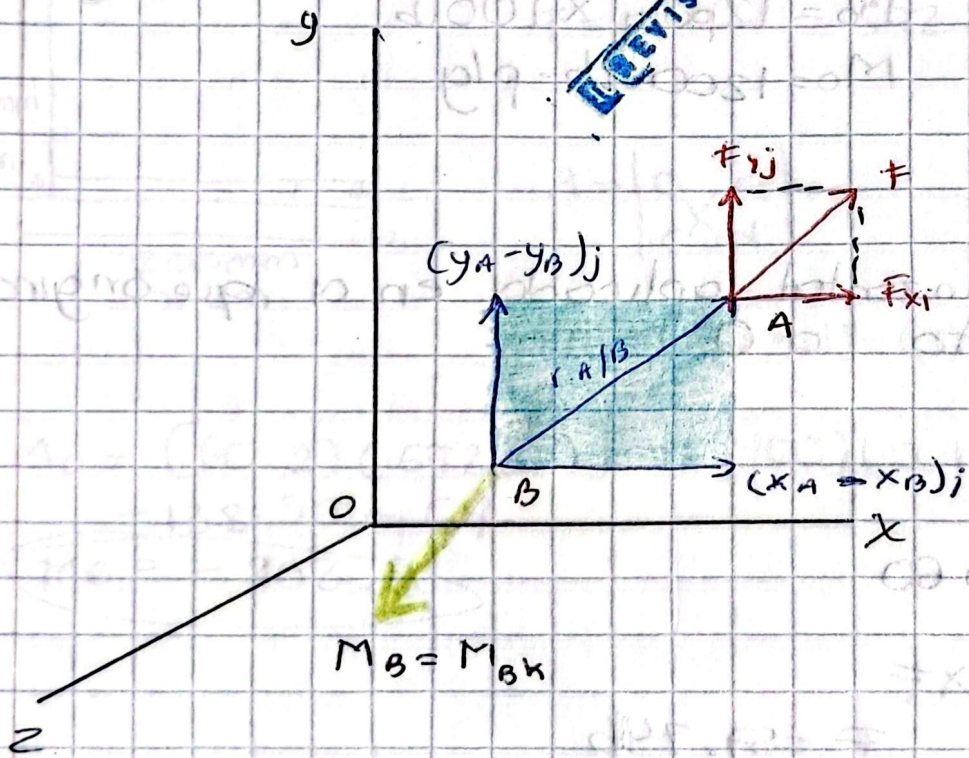
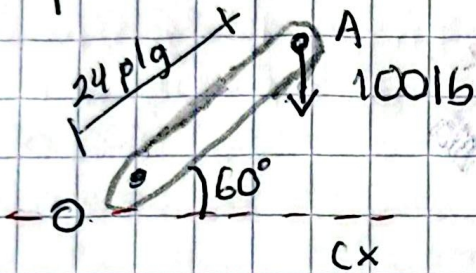


Fig 3.18



Ejemplo Una fuerza vertical de 100lb se aplica en el extremo de una plancha que esta unida en la fecha del punto O. Determine:

a) El momento de la fuerza de los 100lb con respecto a O



$$M_o = r \times F$$

$$r = 24 \cos 60$$

$$r = 12 \text{ pulg}$$

$$M_o = 12 \text{ pulg} \times 100 \text{ lb}$$

$$M_o = 1200 \text{ lb} \cdot \text{pulg}$$

$$F = 100 \text{ lb}$$

b) La fuerza horizontal aplicada en A que origina el mismo momento a O.

$$M_o = r \times F$$

$$1200 = r \times F$$

$$r = 24 \text{ pulg} \sin 60$$

$$r = 20.78$$

$$1200 = 20.78 \times F$$

$$F = \frac{1200}{20.78}$$

$$F = 57.74 \text{ lb}$$

c) Encontrar la fuerza mínima aplicada en A que origine el mismo momento en O.

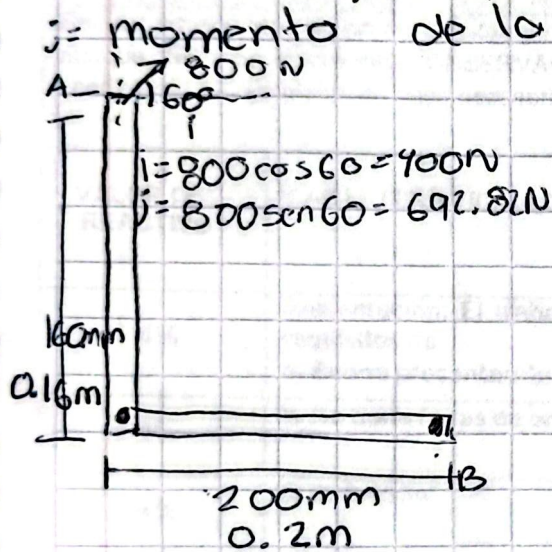
$$M_o = d \times F$$

$$1200 = 24 \text{ plg} \times F$$

$$F = \frac{1200}{24}$$

$$F = 50 \text{ lb}$$

Una fuerza de 800 Newtons actúa sobre la manivela, como se muestra en la figura. Determine el momento de la fuerza con respecto a b.



$$M_o = r_{AB} \times F$$

$$r = \begin{vmatrix} -0.2i & 0.16j \\ 400i & 692.82j \end{vmatrix}$$

$$A = \begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} =$$

$$|A| = [(a \cdot d) - (c \cdot b)]$$

$$M_o = [(0.2)(692.82)] - [(400)(0.16)]$$

$$= 138.56 - 64$$

$$M_B = -202.56$$

$$(30\text{lb}) \sin 20^\circ = 10.26\text{lb}$$

$$\sin 20 = 0.3420$$

$$\cancel{3} M_0 = 3F \cdot d (10.26\text{lb}) = 30.78\text{lb} \cdot \text{ft}$$

F = Fuerza 30lb

d = distancia 3ft

$$M = F \cdot d \cdot \sin(\theta)$$

$$M = 30 \cdot 3 \cdot \sin 20 = 30.78\text{lb} \cdot \text{ft}$$

LISTA DE COTEJO LIBRETA (ACTIVIDADES EN CLASE)

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DESAN ANDRES TUXTLA

ASIGNATURA: FISICA GENERAL

NOMBRE DEL DOCENTE:

ING. JUAN TOMAS RODRIGUEZ MONTERO

DATOS GENERALES DEL PROCESO DE EVALUACIÓN

NOMBRE DEL ALUMNO: *Martha Cecilia Matos Seba*

MATRÍCULA: *24100163*

PRODUCTO:

Unidad: *1. Estática*

FECHA:

10/sep/25

PERIODO ESCOLAR: AGOSTO - DICIEMBRE 2025

INSTRUCCIONES

Revisar las actividades que se solicitan y marque en los apartados "SI" cuando la evidencia se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" indicaciones que puedan ayudar al alumno a saber cuáles son las condiciones no cumplidas, si fuese necesario.

VALOR DEL REACTIVO	CARACTERÍSTICA A CUMPLIR (REACTIVO)	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
4%	Presentación: El trabajo cumple con los requisitos de a. Buena presentación	✓		
4%	b. No tiene faltas de ortografía	✓		
4%	c. Ordenado	✓		
4%	d. Limpio	✓		
8%	Formato de entrega: Los ejercicios resueltos en clase o en horas extra clase, se entregaran al finalizar la unidad correspondiente, en la libreta de asignatura.	✓		
12%	Desarrollo de ejercicios: Identifica los principios, leyes, normas e incluso técnicas y metodologías apropiadas. Presentar, cuando sea necesario: Datos, fórmula, sustitución y resultado. Análisis dimensional. Así, como dar interpretación al resultado que obtuvieron de acuerdo al razonamiento de cada ejercicio.	✓		
8%	Resultado: El alumno llega a resultado correcto. Especificando unidades cuando sea necesario e interpretación.	✓		
6%	Responsabilidad: Entregó el cuaderno de ejercicios en la fecha y hora señalada.	✓		<i>REVISADO 10 SEP 2025</i>
50%	CALIFICACIÓN	<i>50%</i>		

50/

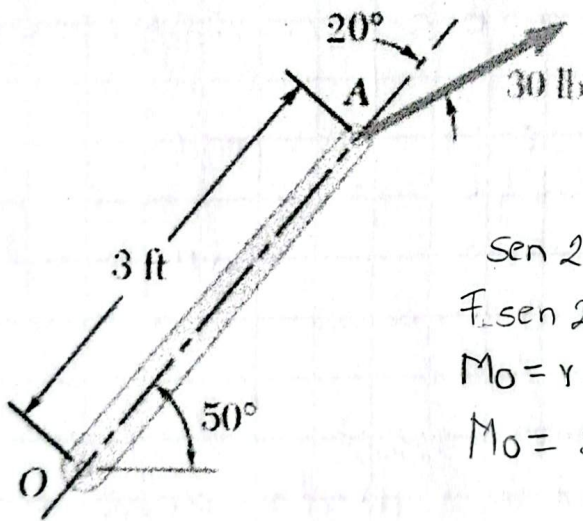
REVISADO 17 SEP 2025

EXAMEN ESCRITO

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SAN ANDRÉS TUXTLA		ASIGNATURA: FISICA GENERAL	
NOMBRE DEL DOCENTE:		Juan Tomas Rodriguez Montero	
DATOS GENERALES DEL PROCESO DE EVALUACIÓN			
NOMBRE(S) DEL ALUMNO(S): Martha Cecilia Matos Seba	MATRICULA: 241U0163	FIRMA DEL ALUMNO(S): 	
PRODUCTO: EXAMEN	VALOR: 50%	FECHA: 10/09/25	PERIODO ESCOLAR: AGOSTO-DICIEMBRE 2025

RESOLVER CORRECTAMENTE EL SIG. EJEMPLO:

Una fuerza de 30 lb actúa sobre el extremo de una palanca de 3 ft, como se muestra en la figura. Determine el momento de la fuerza con respecto a O.



Datos:

$$F = 30 \text{ lb}$$

$$\theta = 20^\circ$$

$$OA = r = 3 \text{ ft}$$

Fórmula

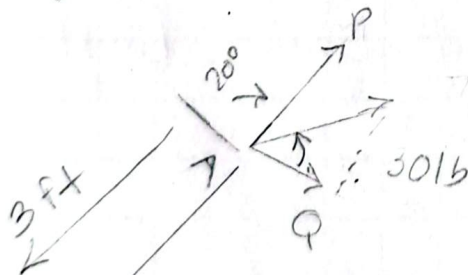
$$M_o = r F \sin \theta$$

$$\sin 20^\circ = 0.3420$$

$$F \sin 20^\circ = 30 \times 0.3420 = 10.2606 \text{ lb}$$

$$M_o = r \cdot F = 3 \times 10.2606$$

$$M_o = 30.7818 \text{ lb} \cdot \text{ft}_2$$



$$M_o = 30.7818$$