UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

LABORATORIOS DE FÍSICA BÁSICA

SEMESTRE 2025-1S

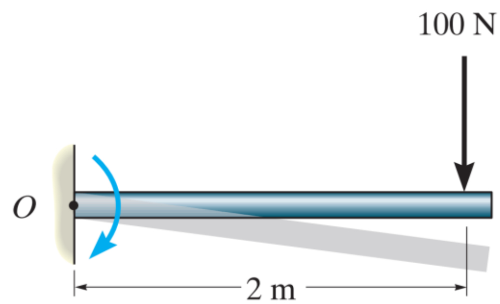
Solución a los ejercicios planteados

Docente: Marlon Basantes Valverde, Ph.D

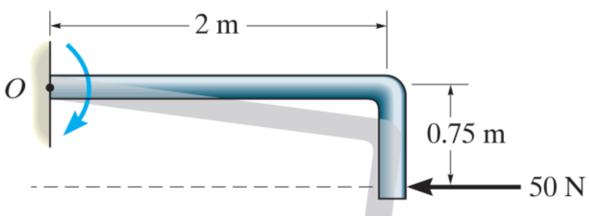
LABORATORIO 07

Problema 07.1.

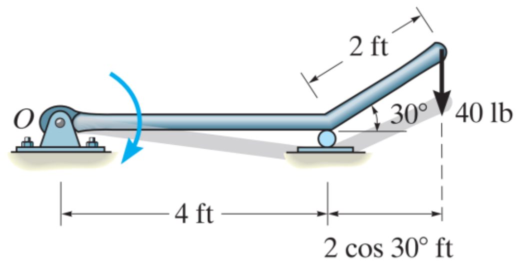
Para cada caso ilustrado en la figura, determine el torque ó momento de la fuerza con respecto al punto *O*.



(a)



(b)



(c)

Solución

Análisis Escalar en 2D

En dos dimensiones es suficiente un análisis escalar si se toma en cuenta el giro (signo del torque). Recuerda que se toma como positivo el giro en sentido contrario a las agujas del reloj

La línea de acción de cada fuerza está extendida como una línea discontinua para establecer el brazo de momento *d*. También se ilustra la tendencia de rotación del miembro causada por la fuerza. Además, la órbita de la fuerza se muestra con una flecha curva más obscura.

Entonces

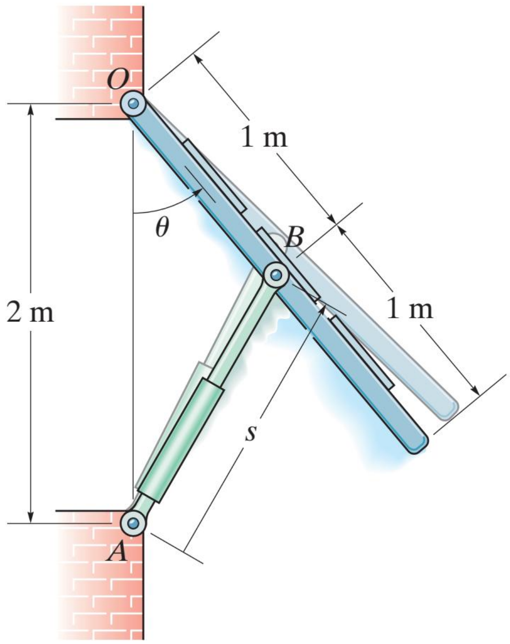
Fig.a $M_O = -(100\ \text{N})(2\ \text{m}) = 200\ \text{N} \cdot \text{m} \circlearrowright$ **Resp.**

Fig.b $M_O = -(50\ \text{N})(0.75\ \text{m}) = 37.5\ \text{N} \cdot \text{m} \circlearrowright$ **Resp.**

Fig.c $M_O = -(40\ \text{lb})(4\ \text{pies} + 2\cos 30°\ \text{pie}) = 229\ \text{lb} \cdot \text{pie} \circlearrowright$ **Resp.**

Problema 07.2.

La ventana grande de la figura se abre con un cilindro hidráulico AB. Si el cilindro se extiende a una rapidez constante de 0.5 m/s, determine la velocidad y la aceleración angulares de la ventana en el instante $\theta = 30°$.



Solución

Ecuación de las Coordenadas de la Posición

El movimiento angular de la ventana se puede obtener usando la coordenada angular θ, mientras que la extensión ó movimiento a lo largo del cilindro hidráulico se definirá usando una coordenada s, que mide su longitud desde el punto fijo A hasta el punto móvil B. Estas coordenadas se pueden relacionar usando la ley de los cosenos, es decir

$$s^2 = (2\text{ m})^2 + (1\text{ m})^2 - 2(2\text{ m})(1\text{ m})\cos\theta$$

$$s^2 = 5 - 4\cos\theta \tag{1}$$

Ahora, cuando $\theta = 30°$,

$$s = 1.239\text{ m}$$

Derivadas con respecto al tiempo

Tomando la derivada temporal de la Ec. (1) (recuerda aplicar la regla de la cadena)

$$2\,s\,\frac{ds}{dt} = 0 - 4(-\sin\theta)\,\frac{d\theta}{dt}$$

lo que por definición

$$s(v_s) = 2(-\sin\theta)\,\omega \tag{2}$$

Puesto que, desde las condiciones iniciales $v_s = 0.5$ m/s, entonces a $\theta = 30°$

$$(1.239 \text{ m})(0.5 \text{ m/s}) = 2(\sin 30°)\ \omega$$

$$\omega = 0.6197 \text{ rad/s} = 0.620 \text{ rad/s}$$ ***Resp.***

Tomando la derivada temporal de la Ec. (2) (recuerda la regla de la multiplicación y también, otra vez, aplicar la regla de la cadena), se tiene

$$\frac{ds}{dt} v_s + s\ \frac{dv_s}{dt} = 2(\cos\theta)\ \frac{d\theta}{dt}\ \omega + 2(\sin\theta)\ \frac{d\omega}{dt}$$

por definición

$$v_s{}^2 + s\ a_s\ = 2(\cos\theta)\ \omega^2 + 2\ (\sin\theta)\ \alpha$$

y como, desde las condiciones iniciales $a_s = dv_s/dt = 0$, entonces

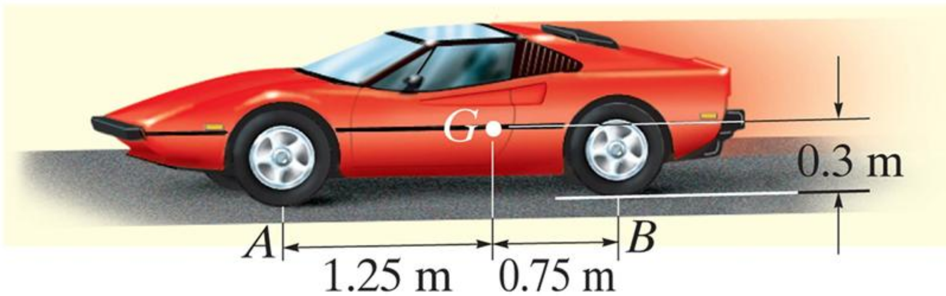
$$(0.5 \text{ m/s})^2 + 0 = 2\cos 30°\ \ (0.6197 \text{ rad/s})^2 + 2\sin 30°\ \ \alpha$$

$$\alpha = -0.415 \text{ rad/s}^2$$ ***Resp.***

<u>Nota:</u> El resultado es negativo indica que la ventana tiene una desaceleración angular.

Problema 07.3.

El automóvil que se muestra en la figura tiene una masa de 2 Mg y su centro de masas está en G. Determine la aceleración si las ruedas traseras "motrices" siempre patinan, mientras que las delanteras giran libremente. Desprecie la masa de las ruedas. El coeficiente de fricción cinética entre las ruedas y la carretera es $\mu_k = 0.25$

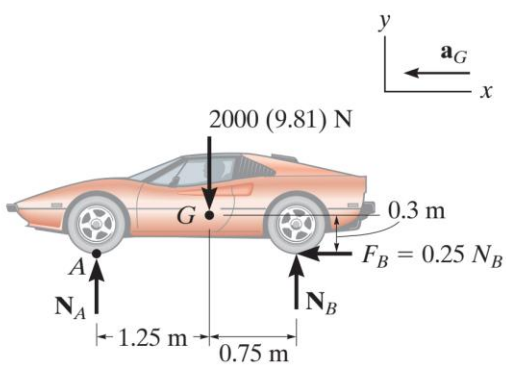


Este problema, en particular, tiene al menos dos formas de solución. Se estudiarán ambas soluciones.

Solución 1 (Respecto al Centro de masa *G*)

Diagrama de Cuerpo Libre.

Como se muestra en la siguiente figura (nota el sistema de referencia positivo),



la fuerza de fricción de la rueda trasera $\mathbf{F}_B$ empuja el automóvil hacia adelante y, dado que se produce deslizamiento, $F_B = 0.25\ N_B$. Las fuerzas de fricción que actúan sobre las ruedas delanteras son nulas, ya que estas ruedas tienen una masa despreciable*. Hay tres incógnitas en el problema: N_A, N_B y a_G. Aquí sumaremos los momentos con respecto al centro de masas. El automóvil (punto *G*) acelera hacia la izquierda, es decir, en la dirección *x* negativa

* Con una masa de rueda despreciable, $I\alpha = 0$ y la fuerza de fricción en *A* necesaria para girar la rueda es cero. Si se incluyera la masa de las ruedas, la solución sería más compleja.

Ecuaciones de Movimiento.

$\xrightarrow{+} \Sigma F_x = m\,(a_G)_x;$ $\qquad -0.25\,N_B = -(2000\text{ kg})\,a_G$ $\qquad$ (1)

$+\uparrow \Sigma F_y = m\,(a_G)_y;$ $\qquad N_A + N_B - 2000\,(9.81)\text{N} = 0$ $\qquad$ (2)

$+\circlearrowleft \Sigma M_G = 0;$ $\qquad -N_A(1.25\text{ m}) - 0.25\,N_B(0.3\text{ m}) + N_B(0.75\text{ m}) = 0$ $\qquad$ (3)

Resolviendo estas ecuaciones,

$$a_G = 1.59\text{ m/s}^2 \;\longleftarrow$$ ***Resp.***

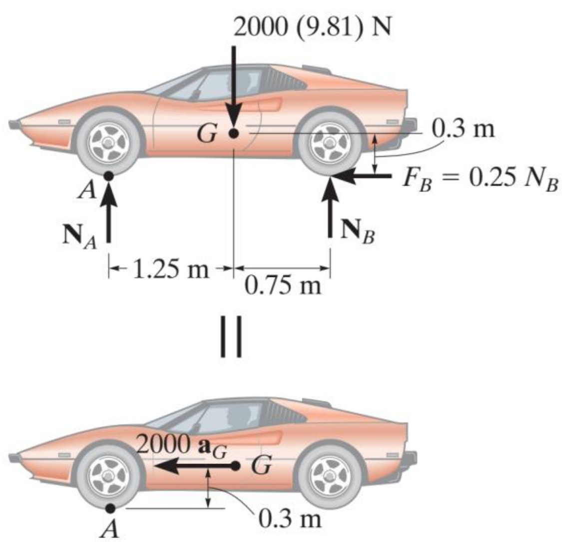
$$N_A = 6.88\text{ kN}$$

$$N_B = 12.7\text{ kN}$$

Solución 2 (Respecto al Punto *A*)

Diagrama de Cuerpo Libre y Diagrama Cinético.

Si se aplica la ecuación del momento respecto al punto *A*, la incógnita N_A se eliminará de la ecuación. Para visualizar el momento de m$\mathbf{a}_G$ respecto a *A*, incluiremos el diagrama cinético como parte del análisis (mira la figura abajo)



Ecuación de Movimiento.

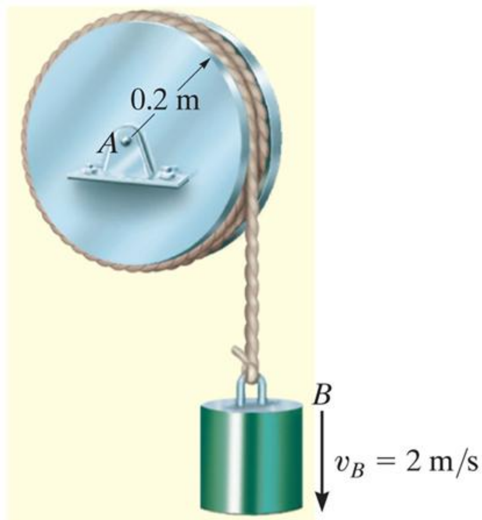
$+\circlearrowleft \Sigma M_A = \Sigma(\mathcal{M}_k)_A;$ $\qquad N_B(2\text{ m}) - [2000\,(9.81)\text{N}]\,(1.25\text{ m}) = (2000\text{ kg})\,a_G\,(0.3\text{ m})$ $\qquad$ (4)

Si recuperamos la Ec. (1) y si la resolvemos con esta Ecuación (4) para a_G , nos conduce a una solución más simple que la obtenida de las Ecuaciones (1) a la (3) de la Solución 1.

LABORATORIO 08

Problema 08.1.

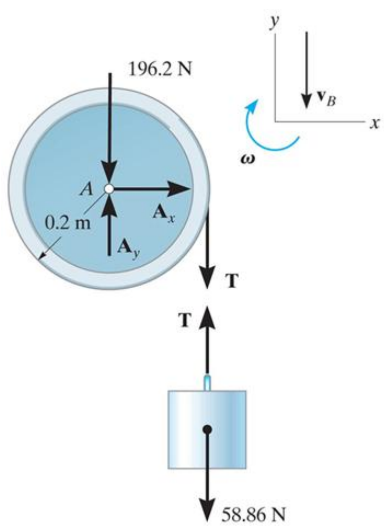
El cilindro B, mostrado en la figura, tiene una masa de 6 kg. Está unido a una cuerda enrollada alrededor de la periferia de un disco de 20 kg con un momento de inercia $I_A = 0.40 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$. Si el cilindro se mueve inicialmente hacia abajo con una rapidez de 2 m/s, determine su rapidez después de 3 s. Desprecie la masa de la cuerda en el cálculo.



Solución

Diagrama de Cuerpo Libre.

Los diagramas de cuerpo libre del cilindro y el disco de la polea se muestran en la figura abajo.



Todas las fuerzas son *constantes*, pues es el peso del cilindro causa el movimiento. El movimiento descendente del cilindro, $\mathbf{v}_B$, hace que la $\boldsymbol{\omega}$ del disco gire en sentido horario (nota el Sistema de Coordenadas positivo, ahora, en sentido horario)

***Principio del Impulso y la Cantidad de Movimiento Angular*.**

Podemos eliminar $\mathbf{A}_x$ y $\mathbf{A}_y$ desde el análisis aplicando el principio de impulso angular y momentum alrededor del punto A. Por lo tanto

Disco (Impulso-momentum angular)

$$(+\circlearrowleft)\ \ I_A\,\omega_1 + \Sigma M_A\,\Delta t = I_A\,\omega_2$$

$$0.40\ \mathrm{kg\cdot m^2}\ (\omega_1) + T(0.2\ \mathrm{m})(3\ \mathrm{s}) = (0.40\ \mathrm{kg\cdot m^2})\ \omega_2$$

Cilindro (Impulso-momentum lineal)

$$(+\uparrow)\qquad m_B(v_B)_1 + \Sigma F_y\,\Delta t = m_B(v_B)_2$$

$$-6\ \mathrm{kg}\ (2\ \mathrm{m/s}) + T(3\ \mathrm{s}) - 58.86\ \mathrm{N}\ (3\ \mathrm{s}) = -\,6\ \mathrm{kg}\ (v_B)_2$$

***Cinemática*.**

Puesto que, $\omega = v_B / r$, entonces $\omega_1 = (2\ \mathrm{m/s}) / (0.2\ \mathrm{m}) = 10\ \mathrm{rad/s}$, y $\omega_2 = (v_B)_2 / 0.2\ \mathrm{m} = 5\ (v_B)_2$. Con esto y las ecuaciones anteriores, se puede resolver para $(v_B)_2$, obteniendo finalmente

$$-6\ \mathrm{kg}\ (2\ \mathrm{m/s}) + T(3\ \mathrm{s}) - 58.86\ \mathrm{N}\ (3\ \mathrm{s}) = -\,6\ \mathrm{kg}\ (v_B)_2$$

$$(v_B)_2 = 13.0\ \mathrm{m/s}\quad\downarrow$$

Resp.