EngBrasil
EDUCAÇÃO E ENGENHARIA

Mecânica Geral - Dinâmica

Prof. Luiz Eduardo Miranda J. Rodrigues

EngBrasil
EDUCAÇÃO E ENGENHARIA

Aula - 14

Cinética de um Corpo Rígido – Força e Aceleração
Movimento Plano Geral

Conteúdos Abordados Nessa Aula

- Cinética de um Corpo Rígido;
- Força e Aceleração;
- Análise do Movimento Plano Geral.

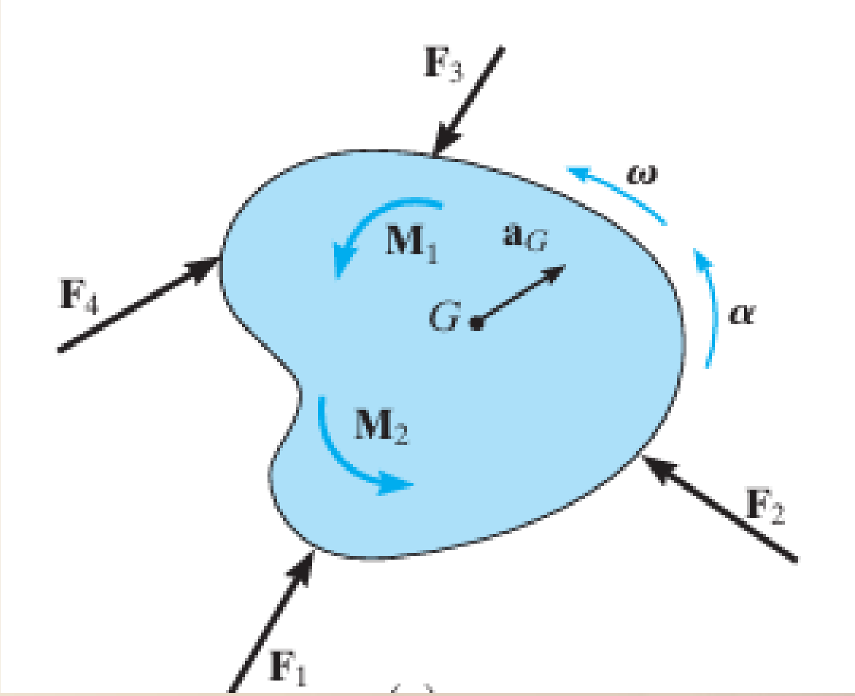
Equações do Movimento Plano Geral

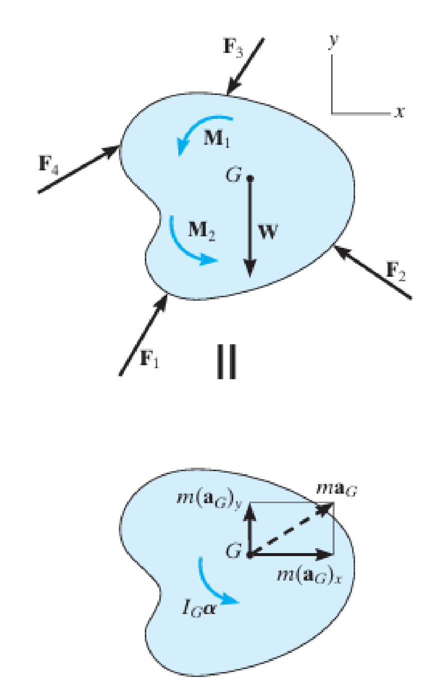
Quando um corpo rígido se move em translação curvilínea, todos os seus pontos descrevem trajetórias curvilíneas paralelas. Para a análise é conveniente em muitos casos usar um sistema inercial com origem coincidente com o centro de massa e eixos orientados nas direções tangencial e normal à trajetória. A três equações de movimento escalares são então:

$$\sum F_x = m \cdot (a_G)_x$$

$$\sum F_y = m \cdot (a_G)_y$$

$$\sum M_G = I_G \cdot \propto$$



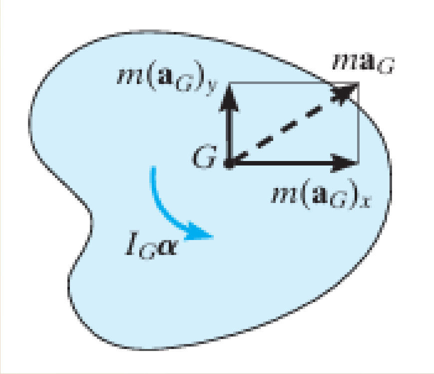


Equações do Movimento Plano Geral

- Em alguns problemas poderá ser conveniente somar os momentos (ou torques) em relação a um ponto P diferente de G. Em geral, isso é feito para se eliminarem do somatório dos momentos as forças desconhecidas. Quando usadas nesse sentido mais geral, as três equações de movimento se tornam:

$$\sum F_x = m \cdot (a_G)_x \qquad \sum F_y = m \cdot (a_G)_y \qquad \sum M_G = \sum (\mathcal{M}_k)_P$$

- Nesta última equação $\sum(\mathcal{M}_k)_P$ representa a soma dos momentos de $I_G \cdot \propto$ e $m \cdot (a_G)$ (ou seus componentes) em relação a P, como determinado pelo diagrama cinemático.



- Há uma classe de problemas de dinâmica do movimento plano que merece atenção especial. Esses problemas envolvem rodas, cilindros ou corpos de forma semelhante, que rolam sobre uma superfície plana áspera. Devido aos carregamentos aplicados, podemos não saber se o corpo rola sem escorregar ou se ele escorrega enquanto rola.

- **Rolamento sem Escorregamento:** Se a força de atrito F for suficientemente intensa para garantir que o disco role sem escorregar, então a_G estará relacionada com a pela equação cinemática:

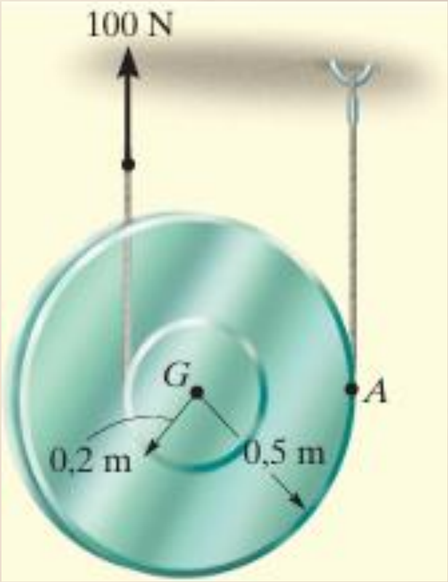
$$a_G = \alpha \cdot r$$

- **Rolamento com Escorregamento:** Se há escorregamento, α e a_G são independentes. Nesse caso, a intensidade da força de atrito relaciona-se com a da força normal de contato:

$$F = \mu_C \cdot N$$

Exemplo de Aplicação

- A bobina mostrada na figura tem massa de 8 kg e raio de giração K_G = 0,35 m. Se as cordas de massas desprezíveis estão enroladas no cilindro central e na periferia, como mostrado na figura, determine a aceleração angular da bobina, Considere g = 9,81 m/s².



Solução do Exemplo

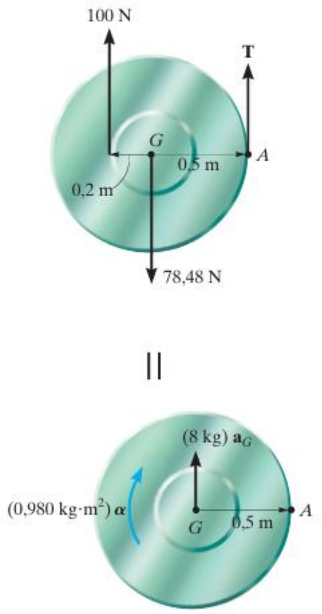
Diagramas Cinético e de Corpo Livre:

A força de 100 N causa uma aceleração a_G para cima. Além disso, α corresponde a um movimento de rotação no sentido horário, pois a bobina enrola a corda em sua periferia. Há três incógnitas; T, a_G e α. O momento de inércia da bobina em relação ao seu centro de massa é:

$$I_G = m \cdot {K_G}^2$$

$$I_G = 8 \cdot 0{,}35^2$$

$$I_G = 0{,}98\,\text{kgm}^2$$



Equações de Movimento:

Em y:

$$\sum F_y = m \cdot (a_G)_y$$

$$T + 100 - P = m \cdot a_G \quad \Rightarrow \quad T + 100 - m \cdot g = m \cdot a_G$$

$$T + 100 - 8 \cdot 9{,}81 = 8 \cdot a_G$$

$$T + 21{,}52 = 8 \cdot a_G \text{ (I)}$$

Momento:

$$\sum M_G = I_G \cdot \alpha$$

$$100 \cdot 0{,}2 - T \cdot 0{,}5 = I_O \cdot \alpha$$

$$20 - T \cdot 0{,}5 = 0{,}98 \cdot \alpha \text{ (II)}$$

Solução do Exemplo

Cinemática:

Obtemos uma solução completa se usarmos a cinemática para relacionar a_G com α. Nesse caso, a bobina 'rola sem escorregar' na corda em A.:

$$a = \alpha \cdot r \longrightarrow a = \alpha \cdot 0{,}5 \text{ (III)}$$

Solucionando o sistema de equações:

Substituindo (III) em (I):

$$T + 21{,}52 = 8 \cdot a_G$$

$$T + 21{,}52 = 8 \cdot \alpha \cdot 0{,}5$$

$$T + 21{,}52 = 4 \cdot \alpha$$

$$\alpha = \frac{T + 21{,}52}{4}$$

$$\alpha = 0{,}25 \cdot T + 5{,}38 \text{ (IV)}$$

Substituindo (IV) em (II):

$$20 - T \cdot 0{,}5 = 0{,}98 \cdot \alpha$$

$$20 - T \cdot 0{,}5 = 0{,}98 \cdot (0{,}25 \cdot T + 5{,}38)$$

$$20 - T \cdot 0{,}5 = 0{,}245 \cdot T + 5{,}272$$

$$20 - 5{,}272 = 0{,}245 \cdot T + 0{,}5 \cdot T$$

$$14{,}728 = 0{,}745 \cdot T$$

$$T = \frac{14{,}728}{0{,}745} \longrightarrow T = 19{,}77 \text{ N}$$

Solução do Exemplo

Em (I):

$$T + 21{,}52 = 8 \cdot a_G$$

$$19{,}77 + 21{,}52 = 8 \cdot a_G$$

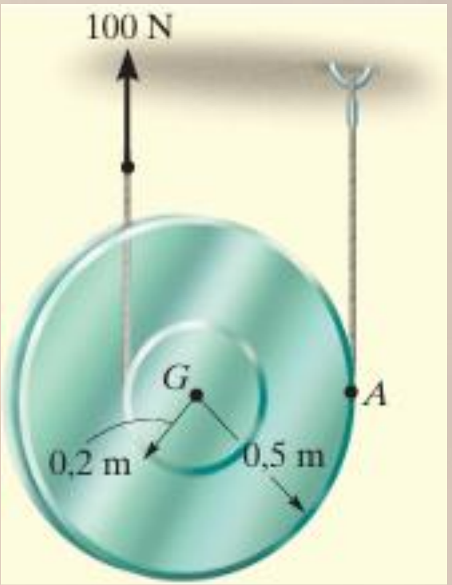
$$a_G = \frac{41{,}29}{8} \quad \Rightarrow \quad a_G = 5{,}16 \text{ m/s}^2$$

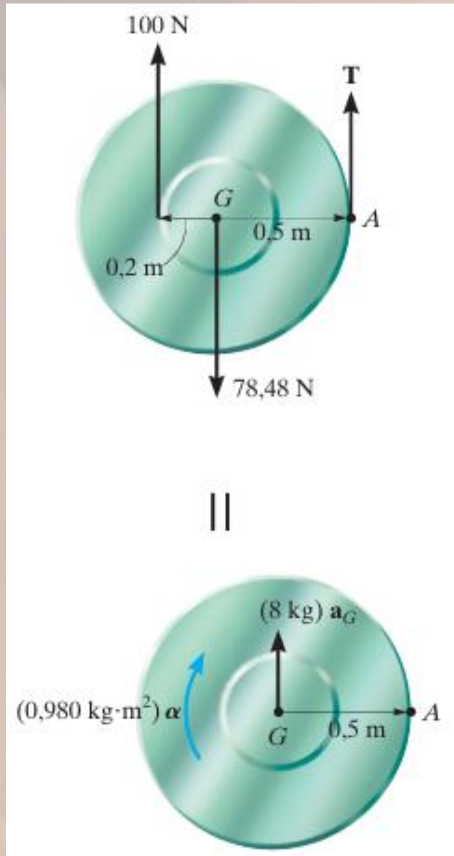
Em (IV):

$$\alpha = 0{,}25 \cdot T + 5{,}38$$

$$\alpha = 0{,}25 \cdot 19{,}77 + 5{,}38$$

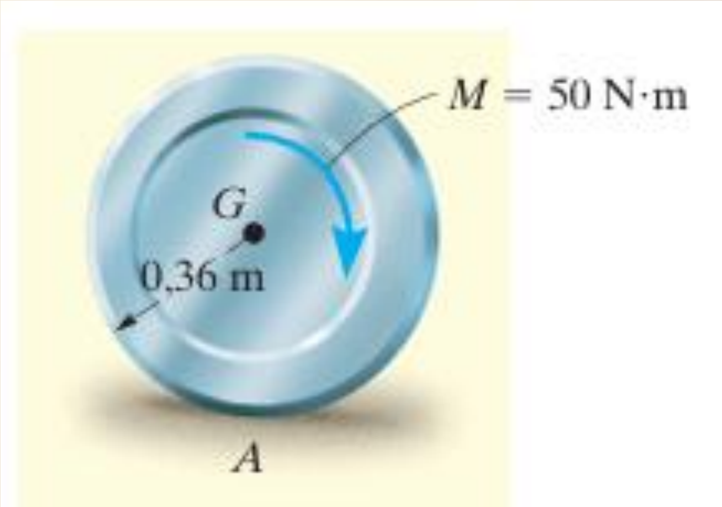
$$\alpha = 10{,}32 \text{ rad/s}^2$$





Exemplo de Aplicação

- A roda de 25 kg mostrada na figura tem raio de giração K_G = 0,2 m. Considerando a aplicação de um momento de binário de 50 Nm à roda, determine a aceleração do seu centro de massa G. Os coeficientes de atrito estático e cinético entre a roda e o plano são $\mu_E = 0{,}3$ e $\mu_C = 0{,}25$, respectivamente. Considere g = 9,81 m/s².



Solução do Exemplo

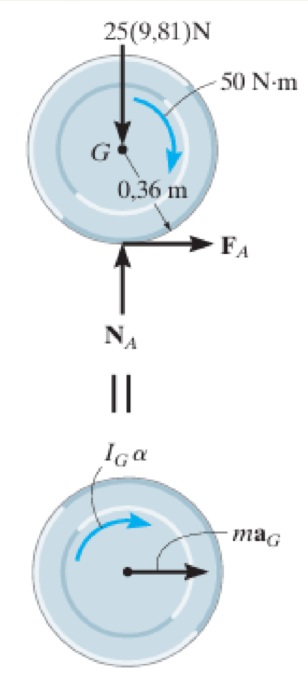
Diagramas Cinético e de Corpo Livre:

- Por inspeção da figura, vemos que o torque impõe à roda uma aceleração angular α (sentido horário). Em consequência, a aceleração do centro de massa a_G orienta-se para a direita. O momento de inércia é:

$$I_G = m \cdot {K_G}^2$$

$$I_G = 25 \cdot 0{,}2^2$$

$$I_G = 1{,}0 \text{ kgm}^2$$



Equações de Movimento:

Em x:

$$\sum F_x = m \cdot (a_G)_x$$

$$F_A = m \cdot (a_G)_x \longrightarrow F_A = 25 \cdot a_G \quad \text{(I)}$$

Em y:

$$\sum F_y = m \cdot (a_G)_y$$

$$N_A - P = m \cdot (a_G)_y \longrightarrow N_A - m \cdot g = m \cdot (a_G)_y$$

$$N_A - 25 \cdot 9{,}81 = 25 \cdot 0 \longrightarrow N_A - 245{,}25 = 0 \quad \text{(II)}$$

Momento:

$$\sum M_G = I_G \cdot \alpha$$

$$50 - F_A \cdot 0{,}36 = I_O \cdot \alpha \longrightarrow 50 - F_A \cdot 0{,}36 = 1{,}0 \cdot \alpha \quad \text{(III)}$$

Solução do Exemplo

Cinemática sem deslizamento:

Considerando essa hipótese:

$$a_G = \alpha \cdot r \rightarrow a_G = \alpha \cdot 0{,}36 \text{ (IV)}$$

Solucionando o sistema de equações:

De (II):

$$N_A - 245{,}25 = 0 \rightarrow N_A = 245{,}25 \text{ N}$$

Substituindo (IV) em (I):

$$F_A = 25 \cdot a_G$$

$$F_A = 25 \cdot \alpha \cdot 0{,}36$$

$$F_A = 9 \cdot \alpha \text{ (V)}$$

Substituindo (V) em (III):

$$50 - F_A \cdot 0{,}36 = 1{,}0 \cdot \alpha$$

$$50 - 9 \cdot \alpha \cdot 0{,}36 = 1{,}0 \cdot \alpha$$

$$50 - 3{,}24 \cdot \alpha = 1{,}0 \cdot \alpha$$

$$50 = 1{,}0 \cdot \alpha + 3{,}24 \cdot \alpha$$

$$50 = 4{,}24 \cdot \alpha$$

$$\alpha = \frac{50}{4{,}24} \rightarrow \alpha = 11{,}79 \text{ rad/s}^2$$

Em (IV):

$$a_G = \alpha \cdot 0{,}36$$

$$a_G = 11{,}79 \cdot 0{,}36$$

$$a_G = 4{,}24 \text{ m/s}^2$$

Solução do Exemplo

Em (I):

$$F_A = 25 \cdot a_G$$

$$F_A = 25 \cdot 4{,}24$$

$$F_A = 106 \ \text{N}$$

Verificação dos Resultados:

Para a validação da solução apresentada, é necessário que $F_A < \mu_E \cdot N_A$, pois dessa forma não ocorrerá escorregamento.

$$F_A < \mu_E \cdot N_A < 0{,}3 \cdot 245{,}25$$

$$106 > 73{,}57$$

Porém, conforme se observa no resultado, tem-se que $F_A > \mu_E \cdot N_A$, assim, a primeira hipótese adotada não valida os resultados, indicando que existe deslizamento durante o movimento, e portanto, o sistema de equações deve ser calculado novamente considerando o coeficiente de atrito cinético, dessa forma, com escorregamento, tem-se a seguinte condição:

Com deslizamento:

$$F_A = \mu_C \cdot N_A$$

$$F_A = 0{,}25 \cdot 245{,}25$$

$$F_A = 61{,}31 \ \text{N}$$

Solução do Exemplo

Substituindo F_A em (I):

$$F_A = 25 \cdot a_G$$

$$61{,}31 = 25 \cdot a_G$$

$$a_G = \frac{61{,}31}{25} \Rightarrow a_G = 2{,}45 \text{ m/s}^2$$

Substituindo F_A em (III):

$$50 - F_A \cdot 0{,}36 = 1{,}0 \cdot \alpha$$

$$50 - 61{,}31 \cdot 0{,}36 = 1{,}0 \cdot \alpha$$

$$50 - 22{,}07 = \alpha$$

$$\alpha = 27{,}93 \text{ rad/s}^2$$

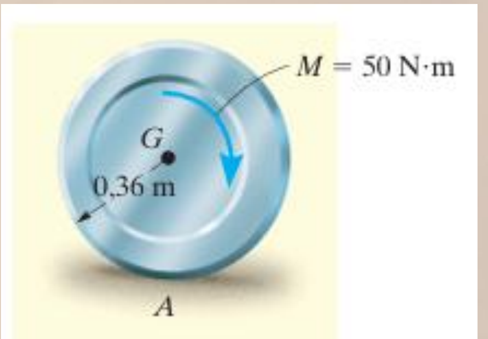
Portanto, os resultados do problema são:

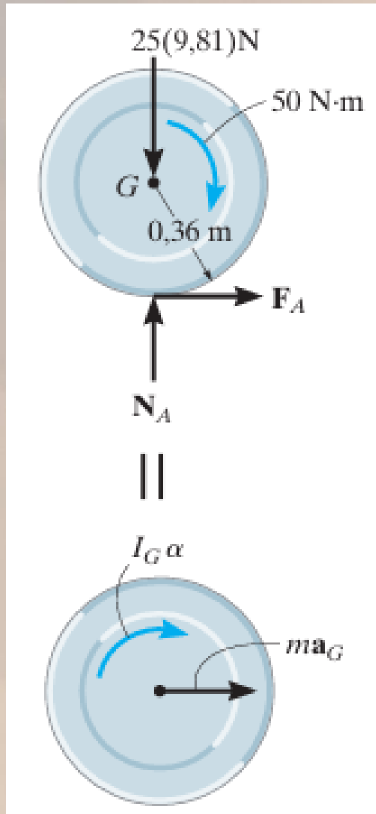
$$N_A = 245{,}25 \text{ N}$$

$$F_A = 61{,}31 \text{ N}$$

$$a_G = 2{,}45 \text{ m/s}^2$$

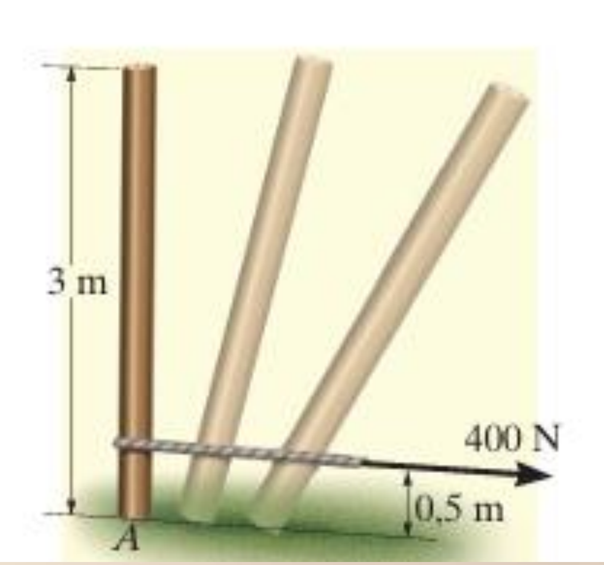
$$\alpha = 27{,}93 \text{ rad/s}^2$$





Exemplo de Aplicação

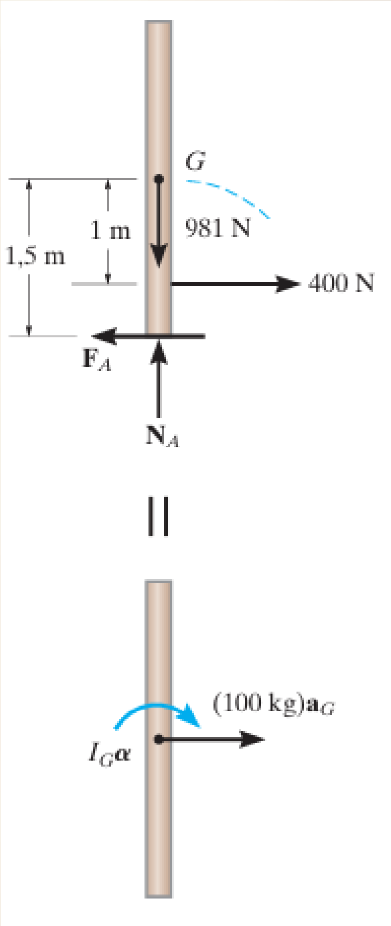
- O poste delgado e uniforme mostrado na figura tem massa de 100 kg e momento de inércia $I_G = 75$ kgm². Se os coeficientes de atrito estático e cinético entre a extremidade do poste e o piso são $\mu_E = 0{,}3$ e $\mu_C = 0{,}25$, respectivamente, determine a aceleração angular no instante em que se aplica a força horizontal de 400 N. O poste está inicialmente em repouso. Considere g = 9,81 m/s².



Solução do Exemplo

Diagramas Cinético e de Corpo Livre:

O movimento do centro de massa G ocorrerá ao longo de uma curva desconhecida de raio de curvatura ρ, cuja tangente é inicialmente paralela ao eixo y, Não há componente normal ou componente y da aceleração, pois o poste está inicialmente em repouso, $v_G = 0$, de modo que $(a_G)_y = {v_G}^2/\rho = 0$. Supomos que o centro de massa acelera para a direita e que o poste tem aceleração angular α no sentido horário. As incógnitas são N_A, F_A, a_G e α.



Equações de Movimento:

Em x:

$$\sum F_x = m \cdot (a_G)_x$$

$$400 - F_A = m \cdot (a_G)_x$$

$$400 - F_A = 100 \cdot a_G \quad \text{(I)}$$

Em y:

$$\sum F_y = m \cdot (a_G)_y$$

$$N_A - P = m \cdot (a_G)_y$$

$$N_A - m \cdot g = m \cdot (a_G)_y$$

$$N_A - 100 \cdot 9{,}81 = 100 \cdot 0$$

$$N_A - 981 = 0 \quad \text{(II)}$$

Solução do Exemplo

- Momento:

$$\sum M_G = I_G \cdot \alpha$$

$$F_A \cdot 1{,}5 - 400 \cdot 1{,}0 = I_G \cdot \alpha$$

$$F_A \cdot 1{,}5 - 400 \cdot 1{,}0 = 75 \cdot \alpha$$

$$F_A \cdot 1{,}5 - 400 = 75 \cdot \alpha \text{ (III)}$$

- Cinemática sem deslizamento:

- Considerando essa hipótese, o ponto A age como um pivô axial, de tal forma que, se α tem sentido horário, então a_G está orientada para a direita:

$$a_G = \alpha \cdot r_{AG}$$

$$a_G = \alpha \cdot 1{,}5 \text{ (IV)}$$

- Solucionando o sistema de equações:

- De (II):

$$N_A - 981 = 0 \Rightarrow N_A = 981 \text{ N}$$

- Substituindo (IV) em (I):

$$400 - F_A = 100 \cdot a_G$$

$$400 - F_A = 100 \cdot 1{,}5 \cdot \alpha$$

$$400 - F_A = 150 \cdot \alpha$$

$$\alpha = \frac{400 - F_A}{150}$$

$$\alpha = 2{,}666 - 0{,}00666 \cdot F_A \text{ (V)}$$

Solução do Exemplo

Substituindo (V) em (III):

$$F_A \cdot 1{,}5 - 400 = 75 \cdot \alpha$$

$$F_A \cdot 1{,}5 - 400 = 75 \cdot (2{,}666 - 0{,}00666 \cdot F_A)$$

$$F_A \cdot 1{,}5 - 400 = 200 - 0{,}5 \cdot F_A$$

$$1{,}5 \cdot F_A + 0{,}5 \cdot F_A = 200 + 400$$

$$2{,}0 \cdot F_A = 600$$

$$F_A = \frac{600}{2{,}0}$$

$$F_A = 300 \text{ N}$$

Em (V):

$$\alpha = 2{,}666 - 0{,}00666 \cdot F_A$$

$$\alpha = 2{,}666 - 0{,}00666 \cdot 300$$

$$\alpha = 2{,}666 - 1{,}998$$

$$\alpha = 0{,}668 \text{ rad/s}^2$$

Em (IV):

$$a_G = \alpha \cdot 1{,}5$$

$$a_G = 0{,}668 \cdot 1{,}5$$

$$a_G = 1{,}0 \text{ m/s}^2$$

Verificação dos Resultados:

Para a validação da solução apresentada, é necessário que $F_A < \mu_E \cdot N_A$, pois dessa forma não ocorrerá escorregamento.

$$F_A < \mu_E \cdot N_A < 0{,}3 \cdot 981$$

$$300 > 294{,}3$$

Solução do Exemplo

Porém, conforme se observa no resultado, tem-se que $F_A > \mu_E \cdot N_A$, assim, a primeira hipótese adotada não valida os resultados, indicando que existe deslizamento durante o movimento, e portanto, o sistema de equações deve ser calculado novamente considerando o coeficiente de atrito cinético, dessa forma, com escorregamento, tem-se a seguinte condição:

Com deslizamento:

$$F_A = \mu_C \cdot N_A$$

$$F_A = 0{,}25 \cdot 981$$

$$F_A = 245{,}25 \text{ N}$$

Substituindo F_A em (I):

$$400 - F_A = 100 \cdot a_G$$

$$400 - 245{,}25 = 100 \cdot a_G$$

$$154{,}75 = 100 \cdot a_G$$

$$a_G = \frac{154{,}75}{100} \Rightarrow a_G = 1{,}55 \text{ m/s}^2$$

Substituindo F_A em (III):

$$F_A \cdot 1{,}5 - 400 = 75 \cdot \alpha$$

$$245{,}25 \cdot 1{,}5 - 400 = 75 \cdot \alpha$$

$$367{,}87 - 400 = 75 \cdot \alpha$$

Solução do Exemplo

$$-32{,}125 = 75 \cdot \alpha$$

$$\alpha = \frac{-32{,}125}{75}$$

$$\alpha = -0{,}428 \text{ rad/s}^2$$

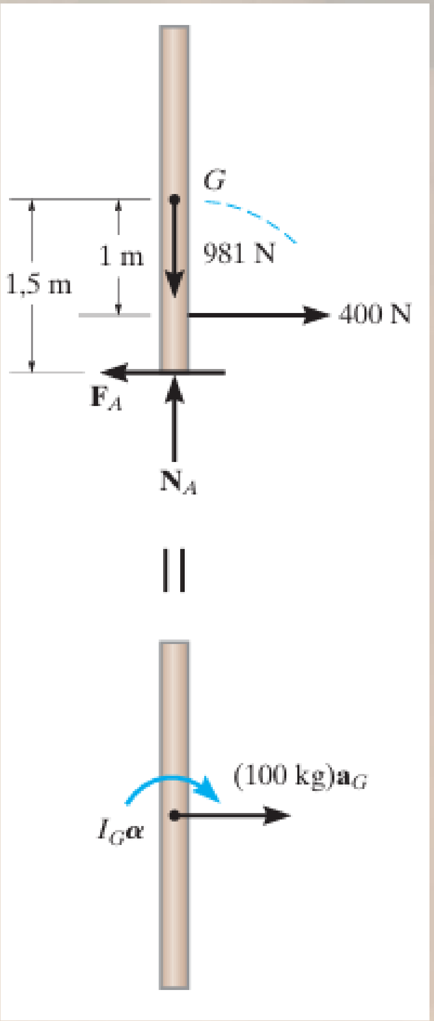
Portanto, os resultados do problema são:

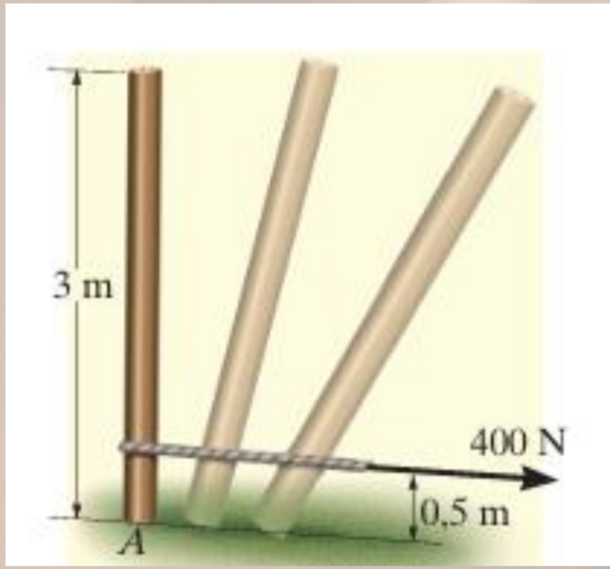
$$N_A = 981 \text{ N}$$

$$F_A = 245{,}25 \text{ N}$$

$$a_G = 1{,}55 \text{ m/s}^2$$

$$\alpha = -0{,}428 \text{ rad/s}^2$$

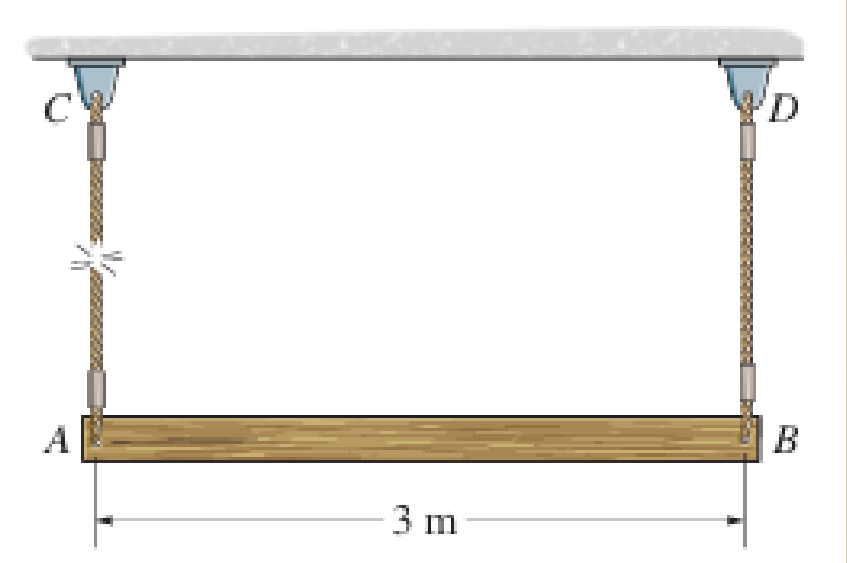




EngBrasil
EDUCAÇÃO E ENGENHARIA

Exemplo de Aplicação

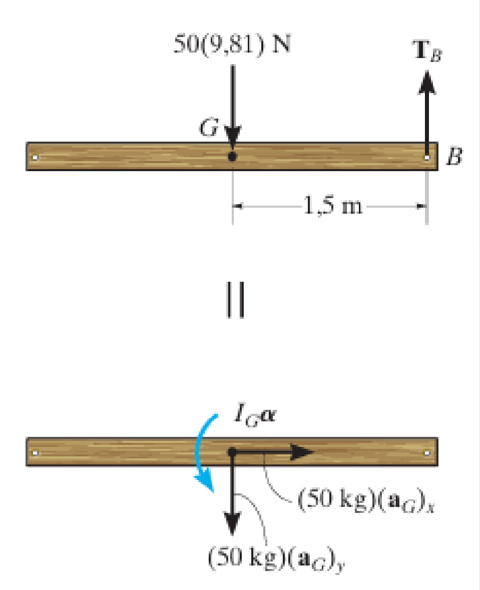
- A barra uniforme de 50 kg na figura é mantida na posição de equilíbrio pelas cordas AC e BD. Determine a tração em BD e a aceleração angular da barra imediatamente após AC ser cortada. Considere g = 9,81 m/s².

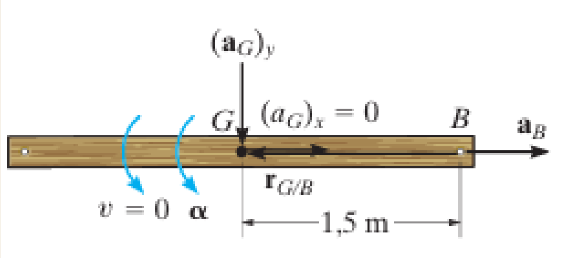


Solução do Exemplo

Diagrama de Corpo Livre e Cinético:

Existem 4 incógnitas que são, T_B, $(a_G)_x$, $(a_G)_y$ e α.





Momento de Inércia Para uma Barra Delgada:

$$I_G = \frac{1}{12} \cdot m \cdot L^2 \quad \Rightarrow \quad I_G = \frac{1}{12} \cdot 50 \cdot 3^2$$

$$I_G = 37{,}5\ \text{kgm}^2$$

Equações de Movimento:

Em x:

$$\sum F_x = m \cdot (a_G)_x$$

$$0 = m \cdot (a_G)_x$$

$$0 = 50 \cdot (a_G)_x$$

$$(a_G)_x = 0 \text{ (I)}$$

Solução do Exemplo

Em y:

$$\sum F_y = m \cdot (a_G)_y$$

$$T_B - P = m \cdot (a_G)_y$$

$$T_B - m \cdot g = m \cdot (a_G)_y$$

$$T_B - 50 \cdot 9{,}81 = -50 \cdot (a_G)_y$$

$$T_B - 490{,}5 = -50 \cdot (a_G)_y \text{ (II)}$$

Momento:

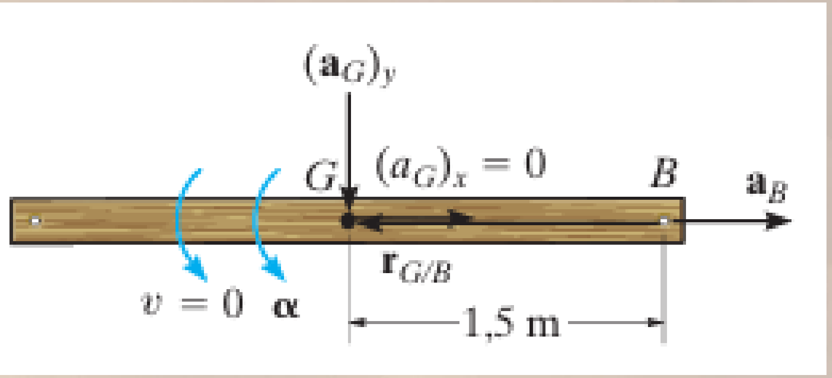
$$\sum M_G = I_G \cdot \alpha$$

$$T_B \cdot 1{,}5 = I_G \cdot \alpha$$

$$T_B \cdot 1{,}5 = 37{,}5 \cdot \alpha \text{ (III)}$$

Cinemática:

Visto que a barra está em repouso logo após o cabo ser cortado, sua velocidade angular e a velocidade do ponto B nesse instante são iguais a zero. Deste modo, $(a_B)_n = {v_B}^2/\rho_{BD} = 0$. Portanto, $\vec{a}_B$ tem apenas uma componente tangencial, que está direcionada ao longo do eixo x. Aplicando a equação de aceleração relativa aos pontos G e B, tem-se que:



Solução do Exemplo

Aplicando a equação de aceleração relativa aos pontos G e B, tem-se que:

Equação da Aceleração:

$$\vec{a}_G = \vec{a}_B + (\vec{\alpha} \times \vec{r}_{G/B}) - \omega^2 \cdot \vec{r}_{G/B}$$

$$-(a_G)_y\vec{j} = a_B\vec{i} + (\alpha\vec{k} \times -1{,}5\vec{i}) - 0^2 \cdot -1{,}5\vec{i}$$

$$-(a_G)_y\vec{j} = a_B\vec{i} - 1{,}5 \cdot \alpha\vec{j}$$

Em $\vec{i}$:

$$0 = a_B$$

Em $\vec{j}$:

$$-(a_G)_y = -1{,}5 \cdot \alpha$$

$$(a_G)_y = 1{,}5 \cdot \alpha \text{ (IV)}$$

Solucionando o sistema de equações:

Substituindo (IV) em (II):

$$T_B - 490{,}5 = -50 \cdot (a_G)_y$$

$$T_B - 490{,}5 = -50 \cdot 1{,}5 \cdot \alpha$$

$$T_B - 490{,}5 = -75 \cdot \alpha$$

$$\alpha = \frac{T_B - 490{,}5}{-75}$$

$$\alpha = 6{,}54 - 0{,}0134 \cdot T_B \text{ (V)}$$

Solução do Exemplo

Substituindo (V) em (III):

$$T_B \cdot 1{,}5 = 37{,}5 \cdot \alpha$$

$$T_B \cdot 1{,}5 = 37{,}5 \cdot (6{,}54 - 0{,}0134 \cdot T_B)$$

$$T_B \cdot 1{,}5 = 245{,}25 - 0{,}5 \cdot T_B$$

$$1{,}5 \cdot T_B + 0{,}5 \cdot T_B = 245{,}25$$

$$2{,}0 \cdot T_B = 245{,}25$$

$$T_B = \frac{245{,}25}{2{,}0}$$

$$T_B = 122{,}625\,\text{N}$$

Em (V):

$$\alpha = 6{,}54 - 0{,}0133 \cdot T_B$$

$$\alpha = 6{,}54 - 0{,}0133 \cdot 122{,}625$$

$$\alpha = 6{,}54 - 1{,}64$$

$$\alpha = 4{,}9\ \text{rad/s}^2$$

Em (IV):

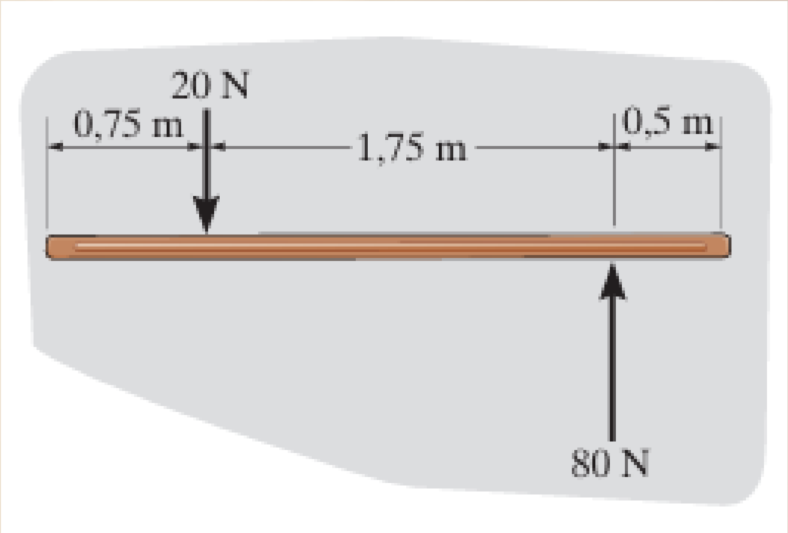
$$(a_G)_y = 1{,}5 \cdot \alpha$$

$$(a_G)_y = 1{,}5 \cdot 4{,}9$$

$$(a_G)_y = 7{,}35\ \text{m/s}^2$$

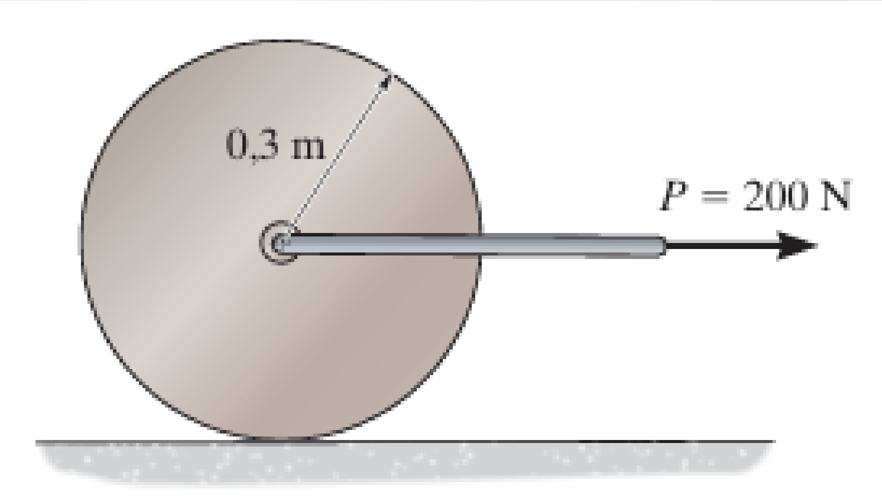
Exercícios Propostos

1. A barra delgada uniforme de 60 kg está inicialmente em repouso sobre um plano horizontal liso quando as forças são aplicadas. Determine a aceleração do centro de massa da barra e a aceleração angular da barra nesse instante. Considere $g = 9,81\ m/s^2$.

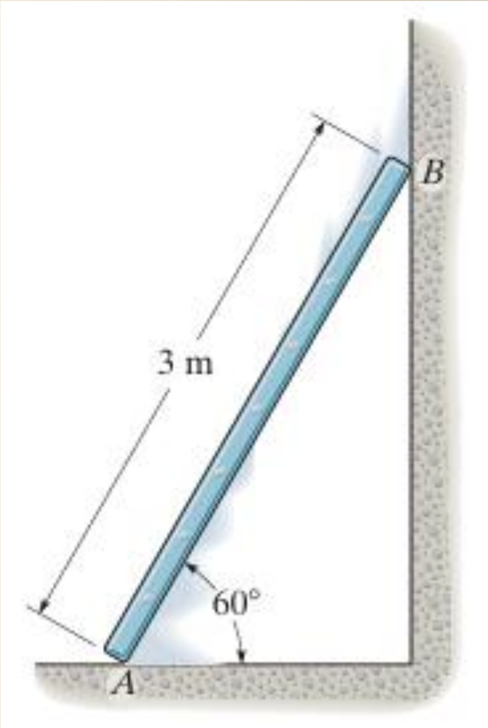


Exercícios Propostos

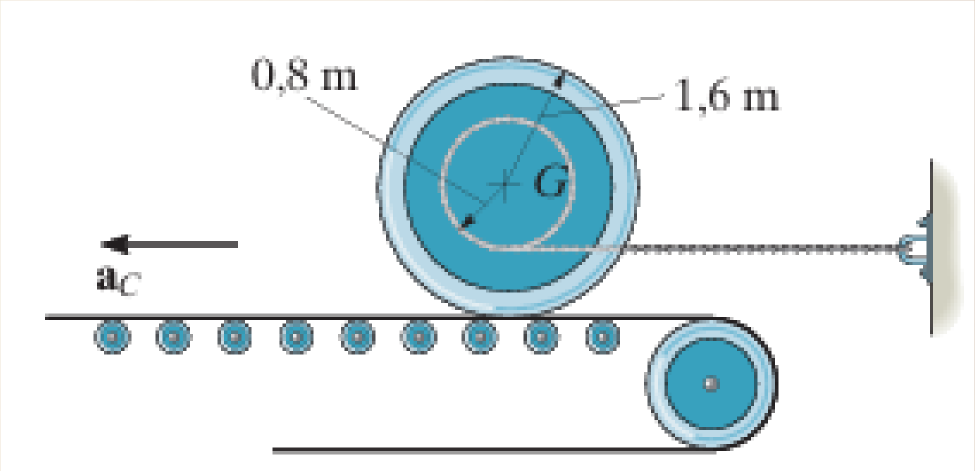
2. O cilindro de 100 kg rola sem deslizar sobre o plano horizontal. Determine a aceleração de seu centro de massa e sua aceleração angular. Considere $g = 9{,}81\ m/s^2$.



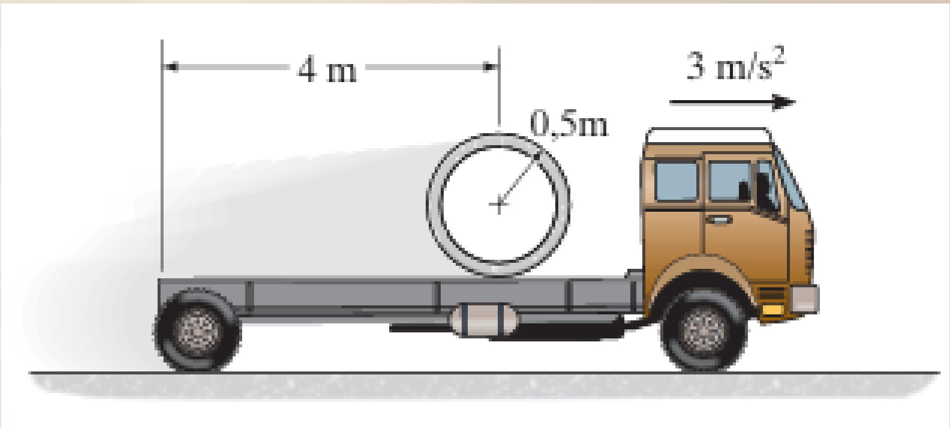
3. A barra delgada de 12 kg tem velocidade angular em sentido horário $\omega = 2$ rad/s quando está na posição mostrada. Determine sua aceleração angular e as reações normais da superfície lisa A e B nesse instante. Considere g = 9,81 m/s².



4. A bobina tem massa de 500 kg e raio de giração K_G = 1,30 m. Ela está apoiada na superfície de uma esteira transportadora que apresenta coeficientes de atrito iguais a 0,5 (atrito estático) e 0,4 (atrito cinético), Se a esteira acelera a uma taxa de 1 m/s², determine a tensão inicial no fio e a aceleração angular da bobina. A bobina está inicialmente em repouso. Considere g = 9,81 m/s².

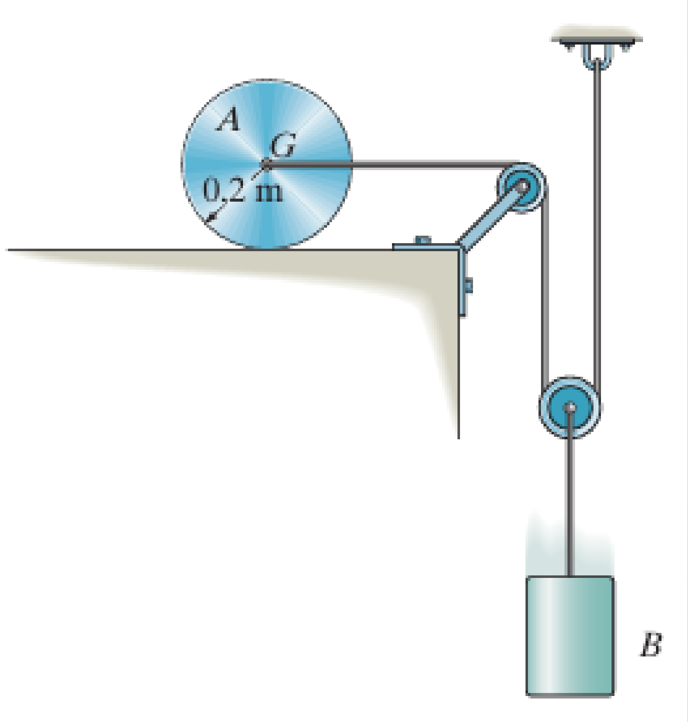


5. A galeria de concreto de 500 kg tem raio médio de 0,5m. Se o caminhão tem uma aceleração de 3 m/s^2, determine a aceleração angular da galeria. Suponha que a galeria não deslize na carroceria do caminhão e despreze sua espessura. Considere $g = 9{,}81\ m/s^2$.

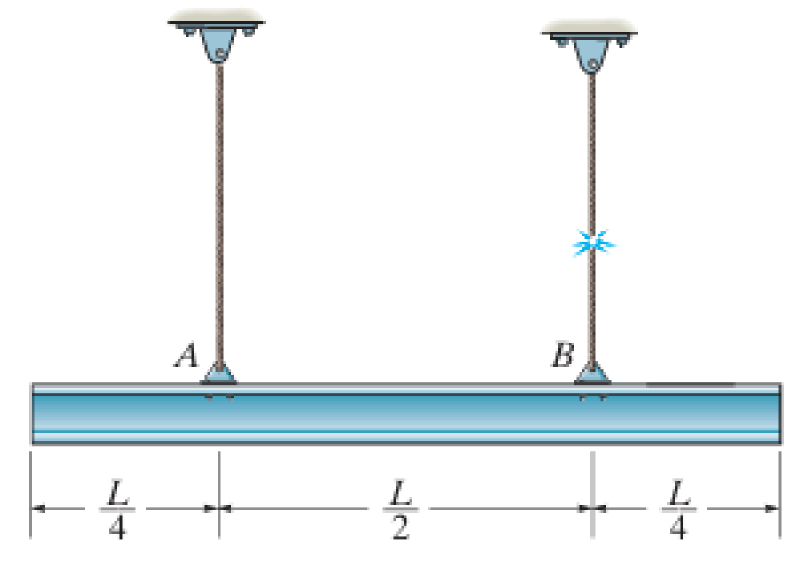


Exercícios Propostos

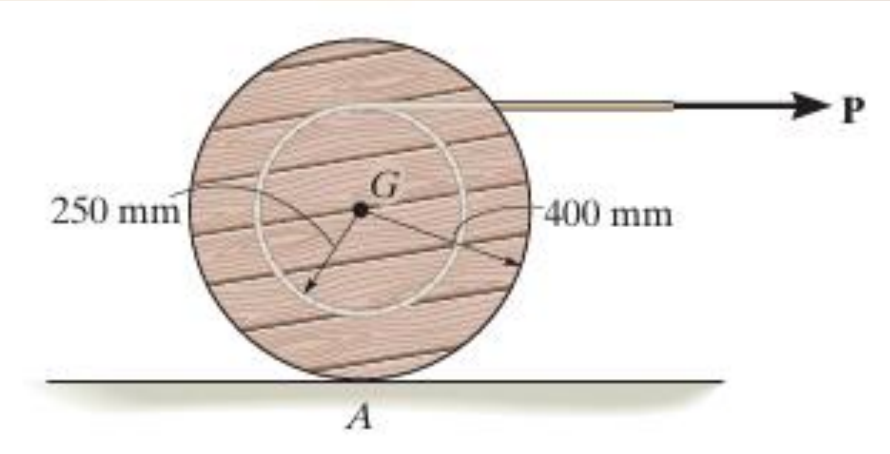
6. O disco de 20 kg A é fixado ao bloco B de 10 kg utilizando o sistema de cabo e polia mostrado. Se o disco rola sem deslizar, determine sua aceleração angular e a aceleração do bloco quando eles são soltos. Além disso, qual é a tração no cabo? Despreze a massa das polias. Considere g = 9,81 m/s².



7. A viga uniforme tem peso W. Se ela estiver originalmente em repouso enquanto é suportada em A e B por cabos, determine a tração no cabo A se o cabo B for repentinamente partido. Suponha que a viga seja uma barra delgada.

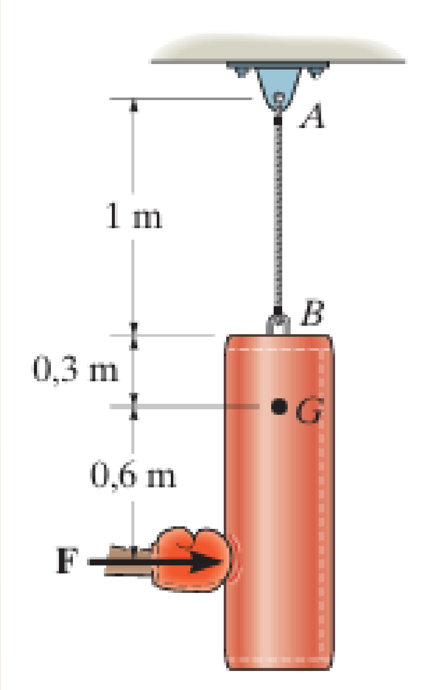


8. A bobina tem massa de 100 kg e raio de giração K_G = 0,3 m. Se os coeficientes de atrito em A são iguais a 0,2 (atrito estático) e 0,15 (atrito cinético), determine a aceleração angular da bobina se P = 50 N. Considere g = 9,81 m/s².



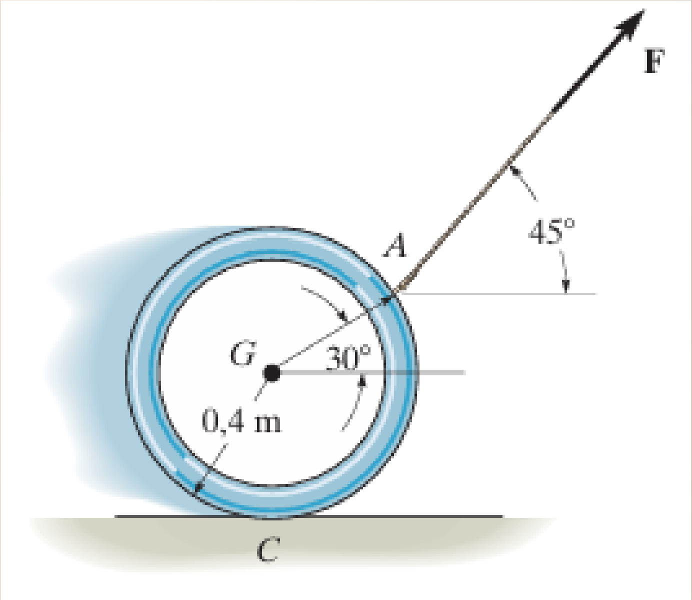
Exercícios Propostos

9. O saco de treinamento tem 20 kg e raio de giração K_G = 0,4 m, em relação ao centro de massa G. Se ele está inicialmente em repouso e é submetido a uma força horizontal F = 30 N, determine a aceleração angular inicial do saco e a tensão no cabo de suporte AB. Considere g = 9,81 m/s².



Exercícios Propostos

10. Uma força de F = 10 N é aplicada ao anel de 10 kg, conforme mostrado. Se não há deslizamento, determine a aceleração angular inicial do anel e a aceleração de seu centro de massa, G. Despreze a espessura do anel e considere g = 9,81 m/s².



Obrigado Pela Atenção

Nos Encontramos na Próxima Aula

EngBrasil
EDUCAÇÃO E ENGENHARIA