

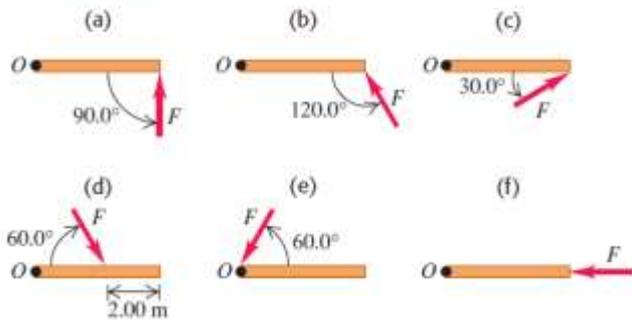
Lista de exercícios 10

Dinâmica do Movimento de Rotação

Q10.1 Ao apertar os parafusos da cabeça do motor de um automóvel, a grandeza crítica é o *torque* aplicado aos parafusos. Por que o torque é mais importante que a *força* efetiva aplicada sobre o punho da chave de boca?

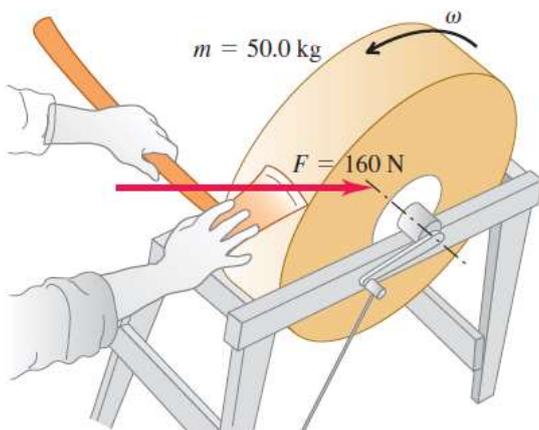
10.1 Calcule o torque (módulo, direção e sentido) em torno de um ponto O de uma força \vec{F} em cada uma das situações esquematizadas na Figura 10.34. Em cada caso, a força \vec{F} e a barra estão no plano da página, o comprimento da barra é igual a 4,00 m e a força possui módulo $F = 10,0$ N.

Figure **E10.1**

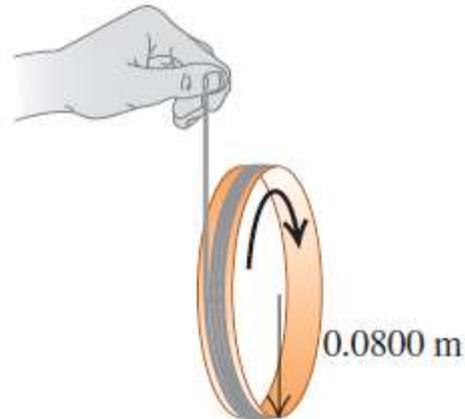


10.5 Uma força atuando sobre uma parte de uma máquina é dada pela expressão $\vec{F} = (-5,00 \text{ N})\hat{i} + (4,00 \text{ N})\hat{j}$. O vetor da origem ao ponto onde a força é aplicada é dado por $\vec{r} = (-0,450 \text{ m})\hat{i} + (0,150 \text{ m})\hat{j}$. a) Faça um diagrama mostrando \vec{r} , \vec{F} e a origem. b) Use a regra da mão direita para determinar a direção e o sentido do torque. c) Determine algebricamente o vetor torque produzido por essa força. Verifique se a direção e o sentido do torque são iguais aos obtidos no item (b).

10.11 Um esmeril em forma de disco sólido com diâmetro de 0,520 m e massa de 50,0 kg gira a 850 rev/min. Você pressiona um machado contra sua periferia com uma força normal de 160 N (Figura 10.38), e o esmeril atinge o repouso em 7,50 s. Ache o coeficiente de atrito entre o machado e o esmeril. Despreze o atrito nos mancais.



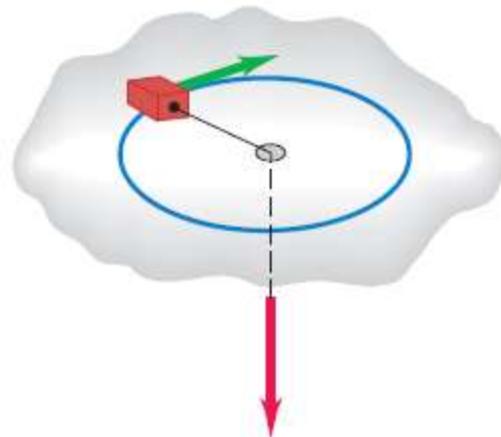
10.15 Um fio é enrolado diversas vezes em torno da periferia de um pequeno aro de raio 0,0800 m e massa 0,180 kg. Se a extremidade livre do fio é mantida fixa e o aro é libertado a partir do repouso (Figura 10.39), calcule a) a tensão no fio enquanto o aro desce à medida que o fio se desenrola; b) o tempo que o aro leva para descer 0,750 m; c) a velocidade angular do aro no momento em que ele desceu 0,750 m.



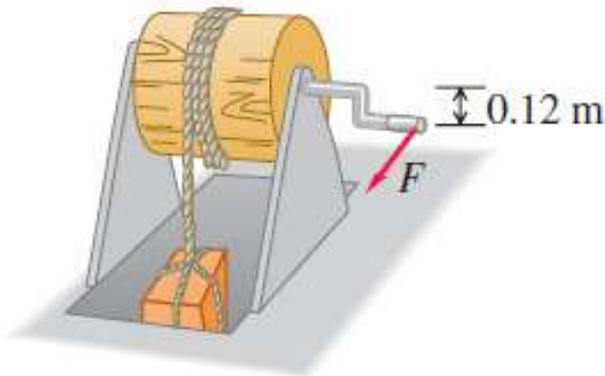
10.24 Qual é a potência em watts de um motor elétrico que gira a 4800 rev/min e desenvolve um torque de 4,30 N · m?

10.31 Ache o módulo do momento angular do ponteiro dos segundos de um relógio em torno do eixo que passa pelo centro de massa da face frontal do relógio. Esse ponteiro do relógio possui comprimento de 15,0 cm e massa de 6,00 g. Considere-o uma barra delgada girando com velocidade angular constante em torno de uma de suas extremidades.

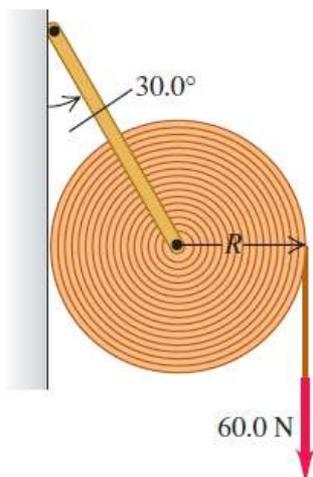
10.33 Um pequeno bloco apoiado sobre uma mesa horizontal sem atrito possui massa de 0,0250 kg. Ele está preso a uma corda sem massa que passa através de um buraco na superfície (Figura 10.41). No início o bloco está girando a uma distância de 0,300 m do buraco com uma velocidade angular de 1,75 rad/s. A seguir a corda é puxada por baixo, fazendo com que o raio do círculo se encurte para 0,150 m. O bloco pode ser considerado uma partícula. a) O momento angular é conservado? b) Qual é a nova velocidade angular? c) Calcule a variação da energia cinética do bloco. d) Qual foi o trabalho realizado ao puxar a corda?



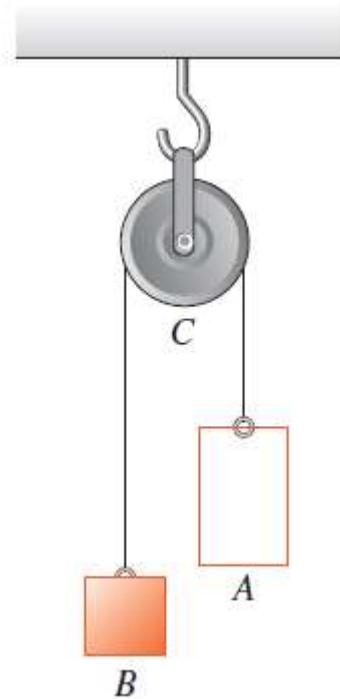
10.53 O mecanismo indicado na Figura 10.44 é usado para elevar um engradado de suprimentos do depósito de um navio. O engradado possui massa total de 50 kg. Uma corda é enrolada em um cilindro de madeira que gira em torno de um eixo de metal. O cilindro possui raio igual a 0,25 m e momento de inércia $I = 2,9 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ em torno do eixo. O engradado é suspenso pela extremidade livre da corda. Uma extremidade do eixo está pivotada em mancais sem atrito; uma manivela está presa à outra extremidade. Quando a manivela gira, sua extremidade gira em torno de um círculo vertical de raio igual a 0,12 m, o cilindro gira e o engradado sobe. Calcule o módulo da força \vec{F} aplicada tangencialmente à extremidade da manivela para elevar o engradado com uma aceleração de $0,80 \text{ m/s}^2$. (A massa da corda e o momento de inércia do eixo e da manivela podem ser desprezados.)



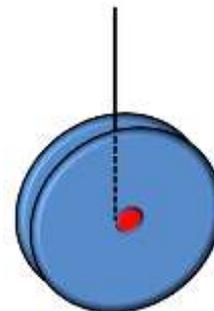
10.54 Um grande rolo de papel de 16,0 kg com raio $R = 18,0 \text{ cm}$ está em repouso contra uma parede e é mantido no lugar por um suporte ligado a uma barra que passa em seu centro (Figura 10.45). A barra pode girar sem atrito no suporte, e o momento de inércia do papel e da barra em torno do disco é igual a $0,260 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$. A outra extremidade da barra está presa à parede por uma articulação sem atrito de modo que a barra faz um ângulo de $30,0^\circ$ com a parede. O peso da barra é desprezível. O coeficiente de atrito cinético entre o papel e a parede é $\mu_c = 0,25$. Uma força constante vertical $F = 40,0 \text{ N}$ é aplicada ao papel, e o papel desenrola. a) Qual é o módulo da força que a barra exerce sobre o papel enquanto ele desenrola? b) Qual é a aceleração angular do rolo?



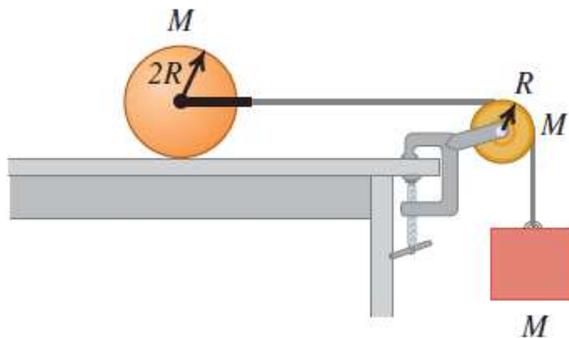
10.58 Máquina de Atwood. A Figura 10.47 mostra uma máquina de Atwood. Ache a aceleração linear dos blocos A e B, a aceleração angular da roda C e a tensão em cada lado da corda supondo que não exista deslizamento entre a corda e a periferia da roda. As massas dos blocos A e B são m_A e m_B , respectivamente, o momento de inércia da roda em torno do eixo é I e o raio do semicírculo no qual a roda se move é igual a R .



10.60 O Ioiô. Um ioiô é feito usando-se dois discos uniformes, cada um com massa m e raio R , ligados por um eixo leve de raio b . Um fio leve e fino é enrolado diversas vezes em torno do eixo e a seguir mantido fixo enquanto o ioiô é libertado do repouso, caindo verticalmente à medida que o fio desenrola. Calcule a aceleração linear e a aceleração angular do ioiô e a tensão no fio.



10.69 Um cilindro homogêneo de massa M e raio $2R$ está em repouso sobre o topo de uma mesa. Um fio é ligado por meio de um suporte duplo preso às extremidades de um eixo sem atrito passando através do centro do cilindro de modo que o cilindro pode girar em torno do eixo. O fio passa sobre uma polia em forma de disco de massa M e raio R montada em um eixo sem atrito que passa em seu centro. Um bloco de massa M é suspenso na extremidade livre do fio (Figura 10.49). O fio não desliza sobre a superfície da polia, e o cilindro rola sem deslizar sobre o topo da mesa. Calcule o módulo da aceleração do bloco quando o sistema é libertado a partir do repouso.



10.68 Uma roda partindo do repouso gira em torno de um eixo fixo que passa em seu centro de massa de tal modo que $\theta = bt^3$, onde b é uma constante positiva com unidades rad/s^3 . a) Use a Equação (10.23) para mostrar que o trabalho realizado pelo torque resultante sobre a roda quando ela girou de um ângulo θ é dado por $\frac{9}{2}I_{\text{cm}}b^{2/3}\theta^{4/3}$. b) Use a Equação (9.3) para calcular a velocidade angular da roda quando ela girou de um ângulo θ . c) Use o resultado da parte (b) para calcular a energia cinética da roda depois que ela girou de um ângulo θ . O teorema do trabalho-energia, Equação (10.25) é obedecido? Explique.

$$W = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \tau_z d\theta \quad (10.23)$$

$$\omega_z = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt} \quad (9.3)$$

$$W_{\text{tot}} = \int_{\omega_1}^{\omega_2} I\omega_z d\omega_z = \frac{1}{2}I\omega_2^2 - \frac{1}{2}I\omega_1^2 \quad (10.25)$$

10.69 Um cilindro homogêneo de massa M e raio $2R$ está em repouso sobre o topo de uma mesa. Um fio é ligado por meio de um suporte duplo preso às extremidades de um eixo sem atrito passando através do centro do cilindro de modo que o cilindro pode girar em torno do eixo. O fio passa sobre uma polia em forma de disco de massa M e raio R montada em um eixo sem atrito que passa em seu centro. Um bloco de massa M é suspenso na extremidade livre do fio (Figura 10.49). O fio não desliza sobre a superfície da polia, e o cilindro rola sem deslizar sobre o topo da mesa. Calcule o módulo da aceleração do bloco quando o sistema é libertado a partir do repouso.

10.71 Uma barra uniforme de comprimento L repousa sobre uma superfície horizontal sem atrito. A barra possui um pivô, de modo que ela pode girar sem atrito em torno de um eixo passando por uma das suas extremidades. A barra está inicialmente em repouso. Uma bala se deslocando com velocidade v ortogonal à barra e paralela à superfície atinge o centro da barra e permanece retida em seu interior. A massa da bala é um quarto da massa da barra. a) Qual é a velocidade angular final da barra? b) Determine a razão entre a energia cinética do sistema depois da colisão e a energia cinética da bala antes da colisão.