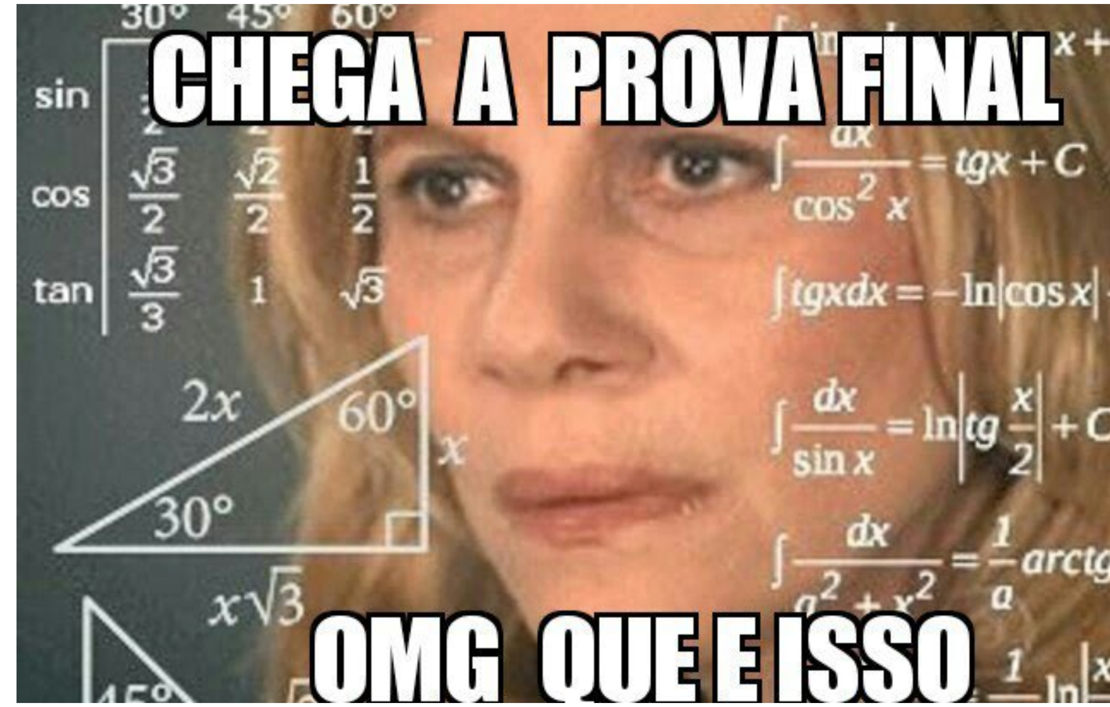
Mecânica (IGc) - 4310192: Revisão para a Prova P3

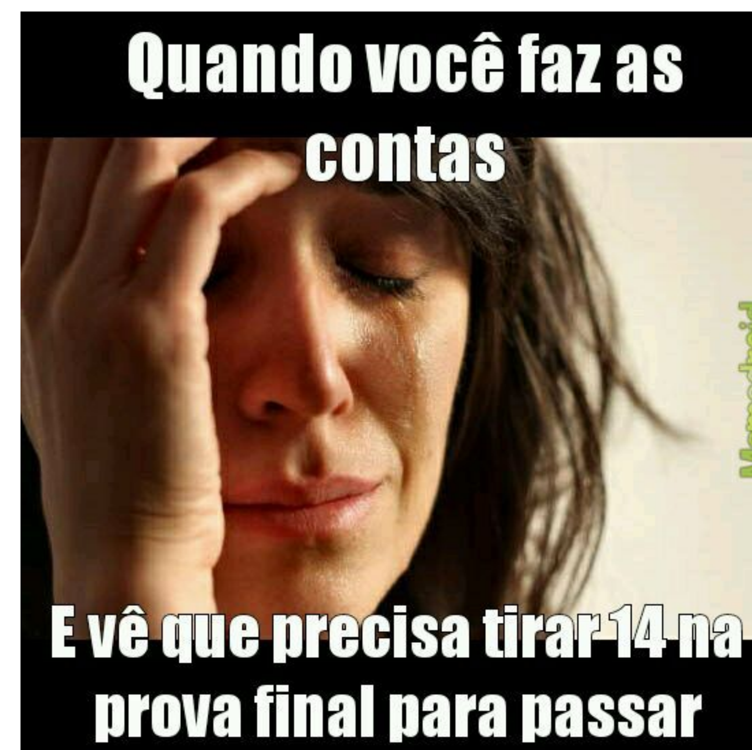


Ministrado por

Prof. Gustavo Paganini Canal

Departamento de Física Aplicada

Instituto de Física da Universidade de São Paulo



Curso ministrado online para o

Instituto de Geociências

e-mail: canal@if.usp.br

São Paulo - SP, 7 de Dezembro de 2020

Exercício 1

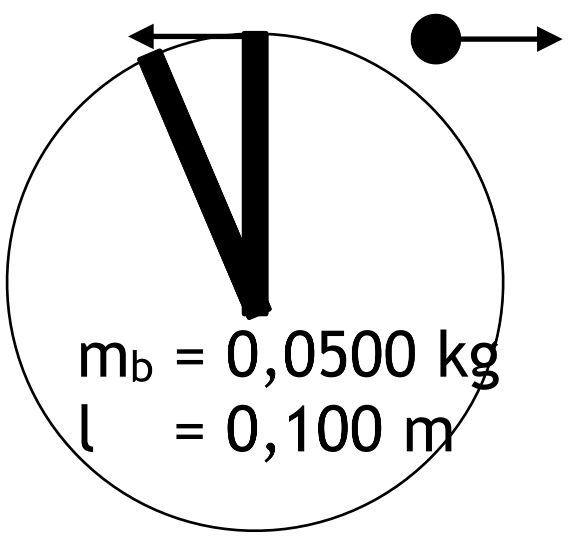
- **Um inseto de 10,0 g está pousado sobre uma das extremidades de uma barra delgada e uniforme que está inicialmente em repouso sobre uma mesa horizontal lisa. A outra extremidade da barra está presa por um prego porém esta pode girar livremente e sem atrito. A barra possui massa de 50,0 g e tem 100 cm de comprimento. O inseto salta em sentido horizontal, perpendicular à barra, com uma velocidade igual a 20,0 cm/s em relação à mesa. (a) Qual é o módulo da velocidade angular da barra logo após o inseto saltar? (b) Qual é a energia cinética total do sistema logo após o inseto saltar? (c) De onde vem essa energia?**

$$L_{total} = L_{barra} + L_{inseto} = 0$$

$$L_{total} = I_b\,\omega_b - m_i\,v_i\,l = 0 \quad \rightarrow \quad \omega_b = \frac{m_i\,v_i\,l}{I_b} = \frac{m_i\,v_i\,l}{m_b\,l^2/3} = \frac{3\,m_i\,v_i}{m_b\,l}$$

$$\omega_b = \frac{3(0{,}0100\,kg)(0{,}200\,m/s)}{(0{,}0500\,kg)(0{,}100\,m)} = 1{,}20\,rad/s$$

m_i = 0,0100 kg
v_i = 0,200 m/s



m_b = 0,0500 kg
l = 0,100 m

Exercício 1

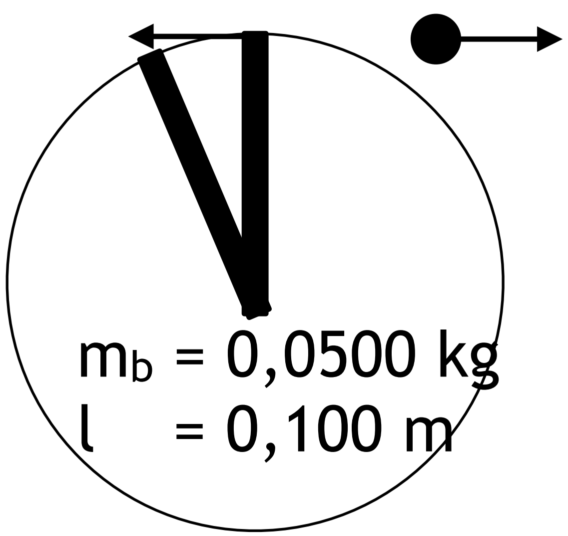
- **Um inseto de 10,0 g está pousado sobre uma das extremidades de uma barra delgada e uniforme que está inicialmente em repouso sobre uma mesa horizontal lisa. A outra extremidade da barra está presa por um prego porém esta pode girar livremente e sem atrito. A barra possui massa de 50,0 g e tem 100 cm de comprimento. O inseto salta em sentido horizontal, perpendicular à barra, com uma velocidade igual a 20,0 cm/s em relação à mesa. (a) Qual é o módulo da velocidade angular da barra logo após o inseto saltar? (b) Qual é a energia cinética total do sistema logo após o inseto saltar? (c) De onde vem essa energia?**

$$K = \frac{1}{2} m_i v_i^2 + \frac{1}{2} I_b \omega_b^2$$

m_i = 0,0100 kg
v_i = 0,200 m/s

$$K_i = \frac{1}{2}(0{,}0100\,kg)(0{,}200\,m/s)^2 = 2{,}00 \times 10^{-4}\,J$$

$$K_b = \frac{1}{2}\left[\frac{1}{3}(0{,}0500\,kg)(0{,}100\,m)^2\right](1{,}20\,rad/s)^2 = = 1{,}20 \times 10^{-4}\,J$$



$$K = 3{,}20 \times 10^{-4}\,J \quad \rightarrow \quad W_{outra} = K_2 - \cancel{K_1} \quad \rightarrow \quad W_{outra} = 3{,}20 \times 10^{-4}\,J$$

Exercício 2

- **Uma pessoa está em pé sobre o centro de uma mesa giratória, mantendo os braços estendidos horizontalmente com um haltere de 5,0 kg em cada mão. Ela está girando em torno de um eixo vertical e completa uma volta a cada 2,0 s. Calcule a nova velocidade angular da pessoa, quando ela aproxima os dois halteres do abdome. Seu momento de inércia quando seus braços estão estendidos, porém sem os halteres, é igual a 3,0 kg·m². Este diminui para 2,2 kg·m² quando suas mãos estão próximas do abdome. Os halteres estão inicialmente a uma distância de 1,0 m do eixo e a distância final é igual a 0,20 m.**

$$I_1\,\omega_1 = I_2\,\omega_2$$

$$I_1 = I_{pessoa,1} + 2\,I_{haltere} = 3{,}0\,kg \cdot m^2 + 2(5{,}0\,kg)(1{,}0\,m)^2 = 13\,kg \cdot m^2$$

$$I_2 = I_{pessoa,2} + 2\,I_{haltere} = 2{,}2\,kg \cdot m^2 + 2(5{,}0\,kg)(0{,}2\,m)^2 = 2{,}6\,kg \cdot m^2$$

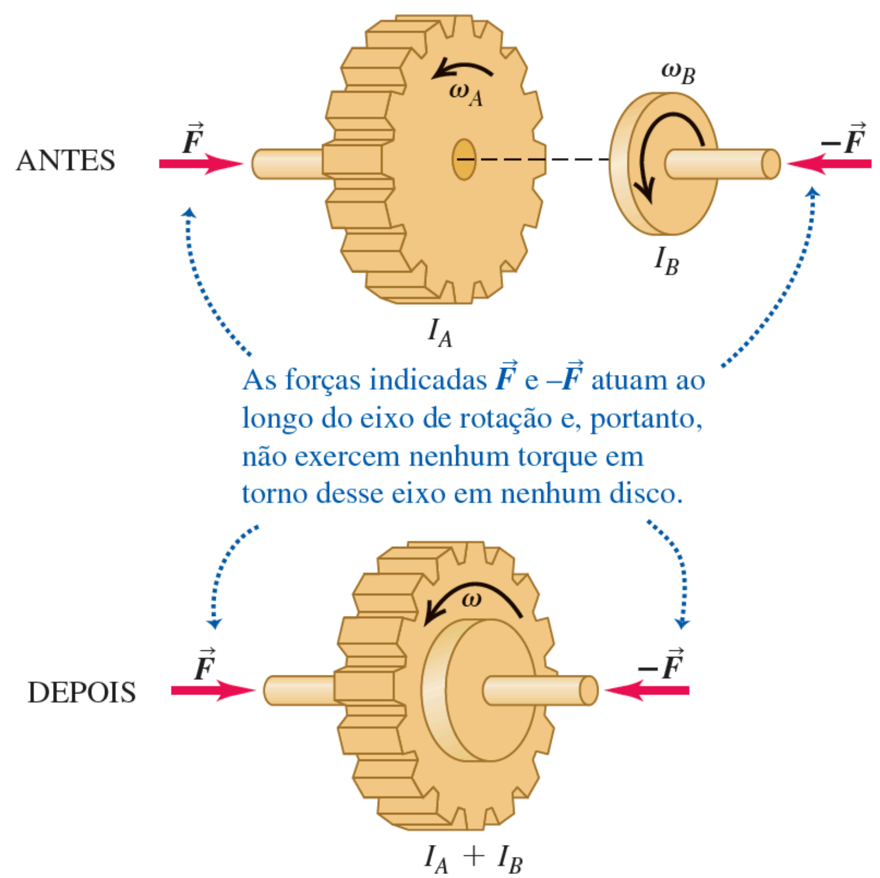
$$\omega_1 = \frac{1\,rot}{2{,}0\,s} = 0{,}50\,rot/s \qquad \omega_2 = \frac{I_1\,\omega_1}{I_2} = \frac{(13\,kg \cdot m^2)(0{,}50\,rot/s)}{2{,}6\,kg \cdot m^2} = 2{,}5\,rot/s$$

Exercício 3

- **A figura abaixo mostra dois discos: um deles (A) é o volante de um motor e o outro (B) é um disco ligado a um eixo de transmissão. Seus momentos de inércia são I_A e I_B. Inicialmente, eles estão girando com velocidade angular igual à ω_A e ω_B, respectivamente. A seguir, empurramos os dois discos juntos, aplicando forças que atuam ao longo do eixo, de modo que sobre nenhum deles surge torque em relação ao eixo de rotação. Os discos se deslocam unidos e acabam atingindo a mesma velocidade angular final ω. Deduza uma expressão para ω.**

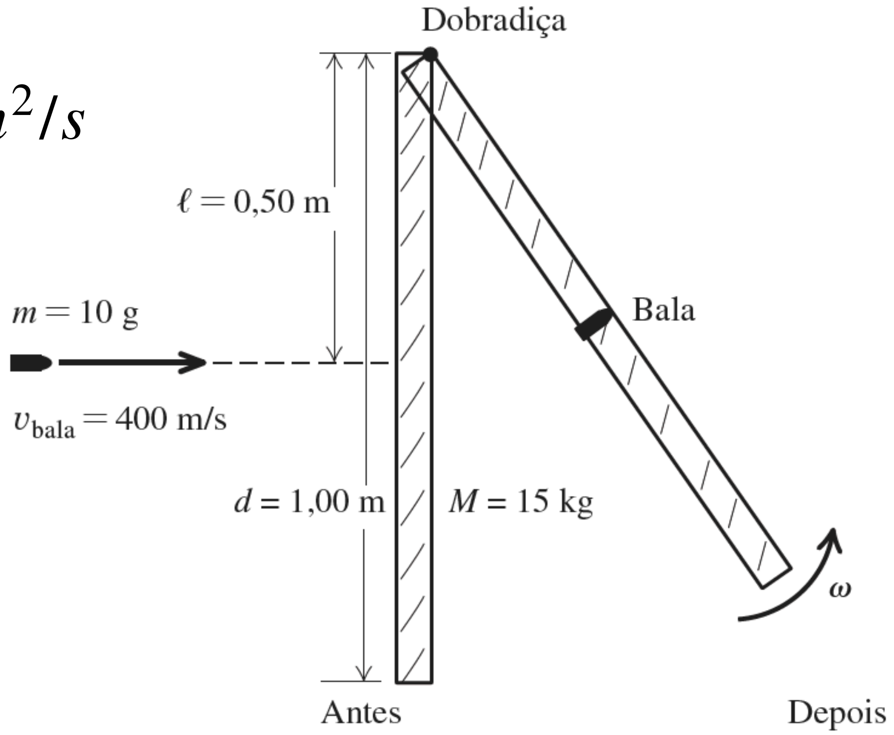
$$I_A\,\omega_A + I_B\,\omega_B = (I_A + I_B)\omega$$

$$\omega = \frac{I_A\,\omega_A + I_B\,\omega_B}{I_A + I_B}$$



Exercício 4

- **Uma porta de largura igual a 1,00 m e massa de 15 kg é articulada com dobradiças em um dos lados de modo que possa girar livremente em torno de um eixo vertical. Um policial dá um tiro com uma bala de 10 g e velocidade de 400 m/s exatamente no centro da porta e em uma direção perpendicular ao plano da porta. A bala é encravada ali. Calcule a velocidade angular da porta. A energia cinética se conserva?**



$$L_{inicial} = L_b = m_b\, v_b\, l = (0{,}010\, kg)(400\, m/s)(0{,}50\, m) = 2{,}0\, kg \cdot m^2/s$$

$$I_{final} = I_b + I_{porta} = m_b\, l^2 + \frac{m_{porta}\, d^2}{3}$$

$$I_{final} = (0{,}010\, kg)(0{,}50\, m)^2 + \frac{(15\, kg)(1{,}00\, m)^2}{3} = 5{,}0025\, kg \cdot m^2$$

$$m_b\, v_b\, l = \omega\, I_{final} \quad \rightarrow \quad \omega = \frac{m_b\, v_b\, l}{I_{final}} = \frac{2{,}0\, kg \cdot m^2/s}{5{,}0025\, kg \cdot m^2} = 0{,}40\, rad/s$$

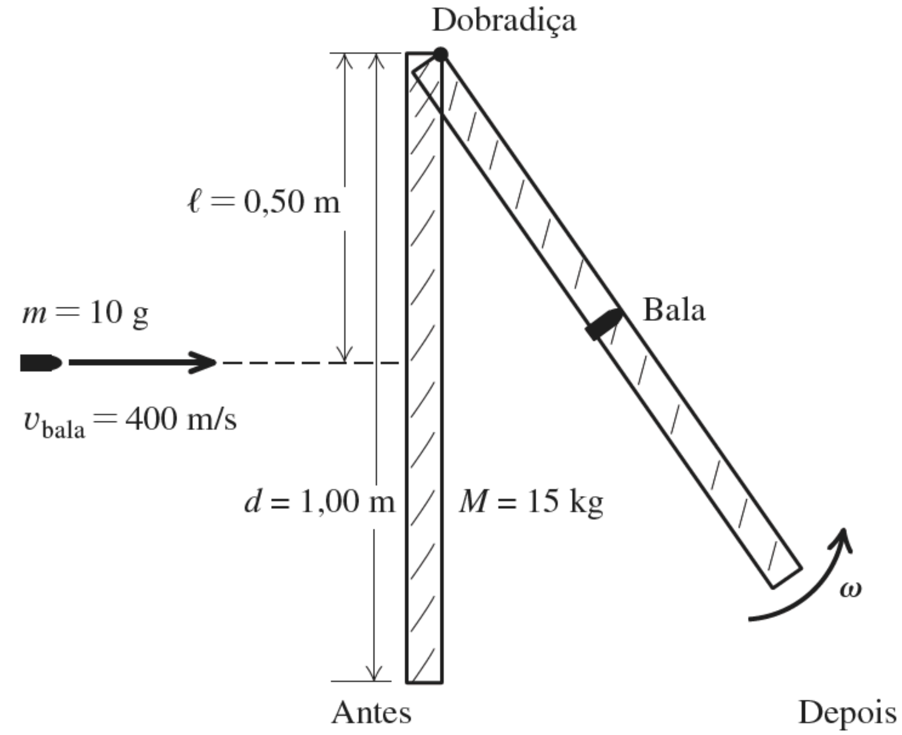
Exercício 4

- **Uma porta de largura igual a 1,00 m e massa de 15 kg é articulada com dobradiças em um dos lados de modo que possa girar livremente em torno de um eixo vertical. Um policial dá um tiro com uma bala de 10 g e velocidade de 400 m/s exatamente no centro da porta e em uma direção perpendicular ao plano da porta. A bala é encravada ali. Calcule a velocidade angular da porta. A energia cinética se conserva?**

$$K_1 = \frac{1}{2} m_b v_b^2 = \frac{1}{2}(0{,}010\,kg)\,(400\,m/s)^2 = 800\,J$$

$$K_2 = \frac{1}{2} I_{final}\,\omega^2 = \frac{1}{2}(5{,}0025\,kg)\,(0{,}40\,rad/s)^2 = 0{,}40\,J$$

$$W_{outra} = K_2 - K_1 = 0{,}40\,J - 800\,J = -\,799{,}6\,J \approx -\,800\,J$$



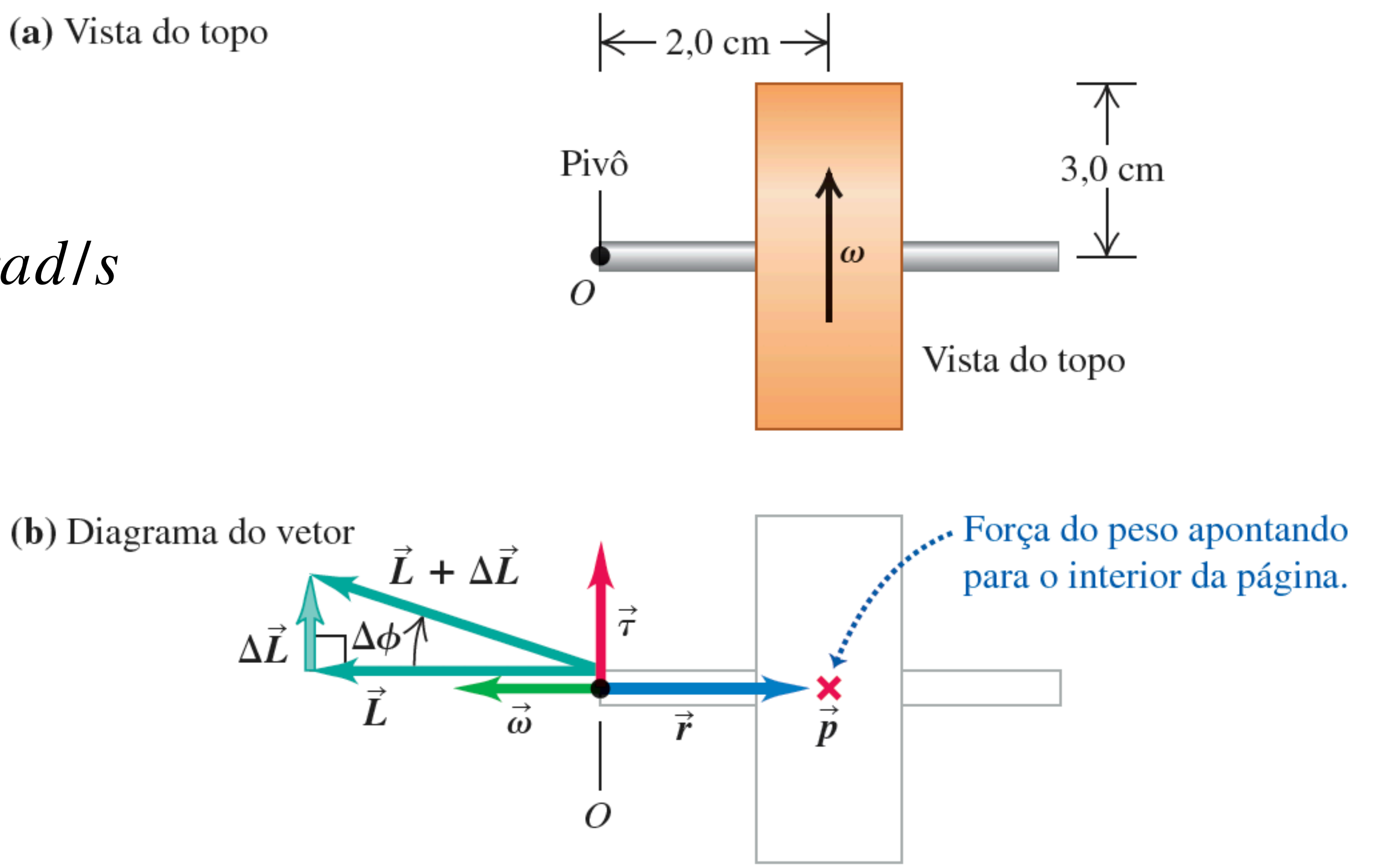
Esta é uma colisão inelástica: a energia cinética não se conserva
A energia é praticamente toda dissipada em calor devido ao atrito da bala com a porta

Exercício 5

- **A figura abaixo mostra a vista de topo da roda de um giroscópio cilíndrico. O pivô está no ponto O, e a massa do eixo é desprezável. (a) Vista de cima para baixo, a precessão ocorre no sentido horário ou anti-horário? (b) Se o giroscópio leva 4,0 s para dar uma revolução de precessão, qual deve ser a velocidade angular da roda?**

(a) A precessão é no sentido horário

(b) $\omega = \dfrac{m\,g\,r}{I\,\Omega} = \dfrac{m\,g\,r}{(m\,R^2/2)\,\Omega} = \dfrac{2g\,r}{R^2\,\Omega} = 280\,rad/s$

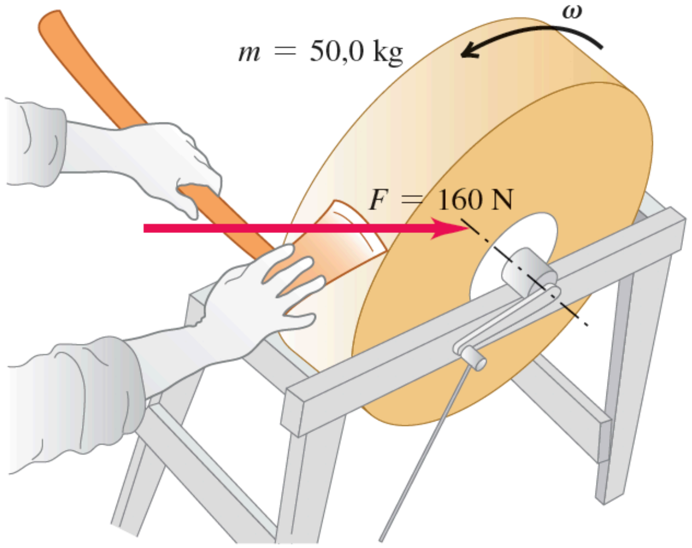


Exercício 6

- **Um esmeril em forma de disco sólido com diâmetro de 0,520 m e massa de 50,0 kg gira a 850 rot/min. Você pressiona um machado contra sua periferia com uma força normal de 160 N, 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.**

$$W_{outra} = \cancel{K_2} - K_1 = -\frac{1}{2}\frac{m\,R^2}{2}\omega^2 = -\frac{1}{2}\frac{(50{,}0\,kg)(0{,}26\,m)^2}{2}(850\times 2\,\pi/60\,rad/s)^2 = -\,6{,}70\,kJ$$

$$\omega(t) = \omega_0 + \alpha\,t \;\rightarrow\; \alpha = \frac{\omega(t)-\omega_0}{t} = -\frac{850\times 2\,\pi/60\,rad/s}{7{,}5\,s} = -\,11{,}9\,rad/s^2$$



$$\theta(t) = \theta_0 + \omega_0\,t + \frac{1}{2}\alpha\,t^2 \quad\rightarrow\quad \Delta\theta = \omega_0\,t + \frac{1}{2}\alpha\,t^2$$

$$\Delta\theta = (850\times 2\,\pi/60\,rad/s)(7{,}5\,s) + \frac{1}{2}(-11{,}9\,rad/s^2)(7{,}5\,s)^2 = 333\,rad$$

$$W_{outra} = F_{atrito}\,R\,\Delta\theta = -\,\mu\,N\,R\,\Delta\theta \quad\rightarrow\quad \mu = -\frac{W_{outra}}{N\,R\,\Delta\theta} \quad\rightarrow\quad \mu = 0{,}484$$