

Nome: _____

Proibido o uso de eletrônicos (exceto calculadora científica não programável) ou o empréstimo de materiais. Sobre a mesa somente lápis ou lapiseira, caneta, régua, borracha, calculadora e garrafa de água sem rótulo. Não é permitido sair da sala antes do término da avaliação, quando todo material recebido deve ser devolvido. O telefone celular deve ser colocado no chão, embaixo da cadeira, desligado, ou no silencioso, ou no modo avião. **O desenvolvimento de todos os cálculos, ou as justificativas (nas questões teóricas), deve estar presente na resposta.**

1. A Figura 1 mostra uma esfera maciça de massa M e raio R a uma altura H do solo numa pista com um loop de raio r .
 - a) [0,5 pt] Faça o diagrama de corpo livre da esfera quando esta passa no ponto P com a menor velocidade possível sem cair.
 - b) [1,0 pt] Determine a altura H mínima no qual a esfera maciça percorra toda a pista sem deslizar e sem cair no loop.
 - c) [0,5 pt] Faça o diagrama de corpo livre da esfera quando no ponto P a normal é igual ao peso.
 - d) [1,0 pt] Determine a altura H mínima no qual a esfera maciça percorra toda a pista sem deslizar satisfazendo a condição do item anterior.

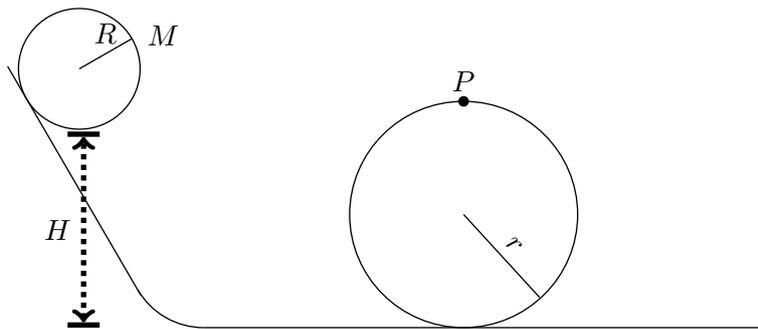


Figura 1: Esfera maciça na pista com loop da Questão 1.

2. Uma criança gira de braços abertos a uma velocidade angular $\omega = 2,0\pi$ rad/s. Suas pernas, tronco e cabeça, juntos, tem o formato aproximado para um cilindro de raio $R = 20,0$ cm e de massa $M = 40,0$ kg. Seus braços tem o formato aproximado de cilindros de raio $r = 5,0$ cm, comprimento $\ell = 50,0$ cm e massa $m = 2,0$ kg. A Figura 2 representa a situação.
 - a) [1,0 pt] Determine o momento de inércia da criança.
 - b) [1,0 pt] Determine a energia cinética de rotação da criança.
 - c) [1,0 pt] A criança junta os braços ao corpo. Seu formato é aproximado para o primeiro cilindro descrito no enunciado, mas adicionada a massa dos braços. Determine sua nova velocidade angular.
 - d) [1,0 pt] Determine a nova energia cinética de rotação da criança.

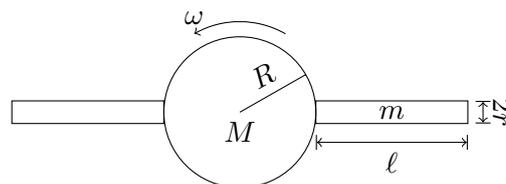


Figura 2: Criança girando com os braços abertos.

3. Considere uma barra fina de comprimento $H = 2,0$ m e massa $M = 120,0$ kg apoiada a um eixo preso a uma parede vertical, podendo o eixo girar livremente, em equilíbrio, conforme a Figura 3. Na parte superior a barra é segura por um fio horizontal de massa desprezível. Considere $\theta = 30,0^\circ$.
- [1,0 pt] Faça o diagrama de forças que agem sobre a barra.
 - [1,0 pt] Determine a tração no fio.
 - [1,0 pt] Para aumentar a tração no fio, deve-se aumentar ou diminuir o ângulo θ ? Justifique.

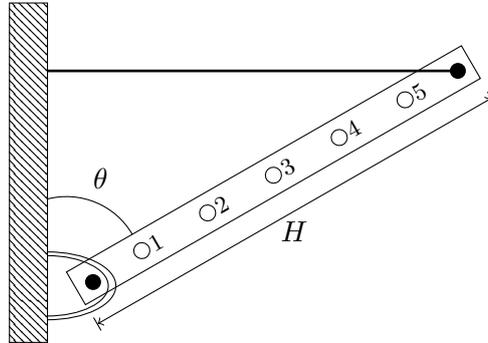


Figura 3: Barra apoiada a eixo preso à parede.

$$\vec{P} = m\vec{g} \quad \vec{g} = -9,81 \text{ m/s}^2 \hat{j} \quad \sum \vec{F}_{\text{ex.}} = m\vec{a} \quad K = \frac{1}{2}mv^2 \quad U = mgh \quad \vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \quad \vec{l} = \vec{r} \times \vec{p}$$

$$\vec{L} = \sum_{i=1}^n \vec{l}_i \quad \tau_{\text{ext}} = \frac{d\vec{L}}{dt} \quad I = \sum m_i r_i^2 \quad I_P = I_{\text{cm}} + Mh^2 \quad K = \frac{1}{2}I_P\omega^2 \quad I_{\text{cm}}^{\text{cilindro}} = \frac{1}{2}MR^2$$

$$I_{\text{perp.cm}}^{\text{cilindro}} = \frac{1}{4}MR^2 + \frac{1}{12}M\ell^2 \quad I_{\text{cm}}^{\text{esfera}} = \frac{2}{5}MR^2 \quad I_{\text{cm}}^{\text{barra fina}} = \frac{1}{12}M\ell^2 \quad L = I\omega \quad I_0\omega_0 = I\omega$$

$$v = r\omega \quad \tau = I\alpha \quad \text{Em equilíbrio: } \sum \vec{F} = \vec{0} \text{ e } \sum \vec{\tau} = \vec{0}$$