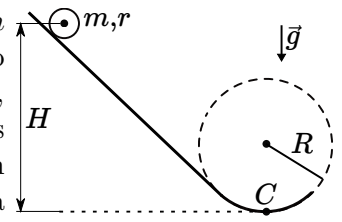


4ª Questão (1 ponto): Uma esfera maciça e um aro circular, com massas m iguais e raios r iguais, são liberados a partir do repouso a uma altura H do ponto C (ver figura ao lado), um de cada vez, rolando sem deslizar sobre uma rampa, cujo trecho final é um arco de circunferência de raio $R > r$. K_1 e K_2 são as energias cinéticas da esfera maciça e do aro respectivamente, enquanto \vec{N}_1 e \vec{N}_2 denotam as forças normais no ponto mais baixo da trajetória (ponto C) que atuam sobre a esfera maciça e sobre o aro respectivamente. É correto afirmar que:

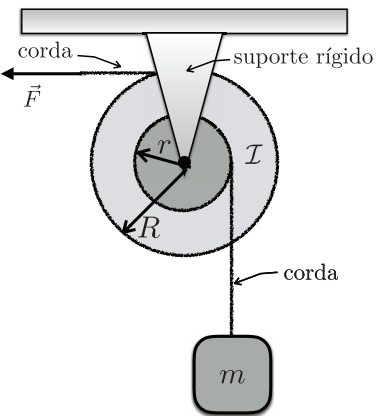


- (a) $N_1 > N_2$, $K_1 = K_2$ (b) $N_1 = N_2$, $K_1 > K_2$ (c) $N_1 = N_2$, $K_1 < K_2$ (d) $N_1 < N_2$, $K_1 = K_2$
(e) $N_1 > N_2$, $K_1 > K_2$ (f) $N_1 = N_2$, $K_1 = K_2$ (g) $N_1 > N_2$, $K_1 < K_2$ (h) $N_1 < N_2$, $K_1 < K_2$

Questões discursivas. Nos itens abaixo, só serão aceitas respostas acompanhadas do respectivo desenvolvimento no caderno de respostas.

5ª Questão (3 pontos) (baseada na questão 10.98 da 9ª ed. do livro-texto): Um dispositivo formado por duas polias acopladas, montadas em um eixo horizontal sem atrito, é usado para levantar uma caixa de massa $m = 30$ kg, como esquematizado na figura ao lado.

O raio da polia externa é $R = 25$ cm e o raio da polia interna é $r = 10$ cm. Uma força externa \vec{F} horizontal é aplicada à corda. O momento de inércia do dispositivo é $\mathcal{I} = 0,30$ kg m². Considere $g = 10$ m/s².

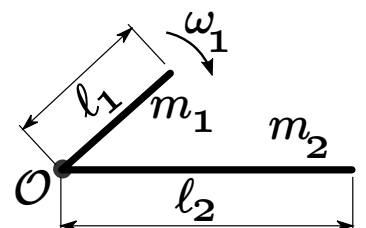


- (a) (1,0) Calcule o módulo da força externa \vec{F} necessária para elevar ou abaixar a caixa com velocidade constante.
(b) (1,0) Supondo que a caixa *desce* com velocidade constante de módulo $v_0 = 2,0$ m/s, calcule a energia cinética do conjunto caixa + polias.

Considere agora que, ao invés da força \vec{F} , uma outra força \vec{F}' passa a atuar sobre a corda, de maneira que a caixa é desacelerada desde a velocidade inicial de módulo $v_0 = 2,0$ m/s até parar, após descer a altura de $h = 5,0$ m, com aceleração constante. Nesta situação, calcule:

- (c) (0,5) a aceleração angular das polias;
(d) (0,5) o trabalho realizado por \vec{F}' .

6ª Questão (3 pontos): Uma barra delgada de massa $m_1 = 0,30$ kg e comprimento $\ell_1 = 0,60$ m pode girar livremente sobre um eixo fixo perpendicular ao plano do papel que passa por sua extremidade, no ponto O (vide figura).



- (a) (1,0) A barra 1 inicialmente tem velocidade angular $\omega_1 = 2,0$ rad/s. Calcule o módulo do momento angular da barra em relação ao ponto O .
(b) (1,0) Uma segunda barra delgada, de massa $m_2 = 2m_1$ e comprimento $\ell_2 = 2\ell_1$, também pode girar livremente sobre o ponto O . Ela está inicialmente parada, quando a primeira barra se choca com ela. As duas então passam a girar grudadas uma na outra, com velocidade angular ω_f . Calcule ω_f .
(c) (1,0) Sejam K_i e K_f as energias cinéticas do sistema antes e depois do choque respectivamente. Calcule a razão K_f/K_i .

Dado: o momento de inércia de uma barra delgada de comprimento ℓ e massa m girando sobre um eixo perpendicular a ela que passa por seu centro de massa é $I_{CM} = m\ell^2/12$.