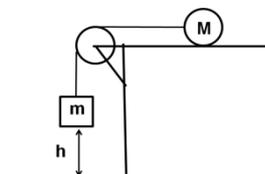


## MECÂNICA DOS CORPOS RÍGIDOS E DOS FLUIDOS

### 4ª LISTA DE EXERCÍCIOS – 2016

1) No dispositivo da figura, um pequeno bloco de massa  $m$ , está tracionando o eixo de um cilindro maciço, de massa  $M=4m$  e raio  $R$ , através de um fio ideal que passa sobre a roldana (disco) de massa  $M_r=6m$  e raio  $r$ . O atrito com o fio faz a roldana girar e o atrito com a mesa faz o cilindro rolar sem deslizar. Abandonando-se a massa  $m$  de uma altura  $h$ , calcule:

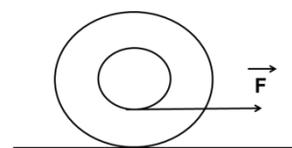
- A aceleração do bloco e a tensão no segmento do fio entre a roldana e o cilindro.
- A força de atrito entre o cilindro e a superfície, para que ele role sem deslizar.
- A velocidade do cilindro quando  $m$  atinge o solo.



2) Um cilindro homogêneo e pesado tem massa  $M$  e raio  $R$ . Uma força  $\vec{F}$  o acelera através de uma corda que está enrolada num pequeno tambor de raio  $r$  fixado ao cilindro. O coeficiente de atrito estático é suficiente para que o cilindro role sem deslizar.

- Determine a força de atrito.
- Determine a aceleração do centro do cilindro.

Dado:  $I_R = \frac{1}{2} MR^2 \gg I_r$

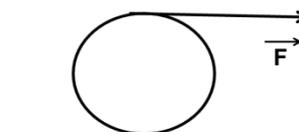


3) Sobre uma superfície cilíndrica, de massa  $m$  e raio  $R$ , enrolamos um fio ideal e o colocamos sobre uma superfície horizontal. Se aplicarmos ao cilindro uma força horizontal  $F$ , como mostra a figura, de forma que o cilindro role sem deslizar, calcule:

- A aceleração do cilindro.
- A força de atrito entre o cilindro e o piso.

c) A taxa de variação do momento angular  $\vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$ , relativo ao eixo

que passa por seu centro de massa.



4) Um corpo de massa  $M$ , raio  $R$  e formato desconhecido, rola sem escorregar, em uma superfície horizontal com velocidade  $v_0$ , quando encontra um plano inclinado de um ângulo  $\theta$  com relação à horizontal. Nesse plano o corpo sobe até uma altura  $H$ .

a) Se  $H = \frac{3v^2}{4g}$  é a altura máxima atingida pelo centro de massa do corpo, calcule seu momento de inércia

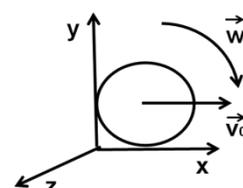
em relação ao eixo que passa por seu centro de massa.

b) Se o momento de inércia do corpo em relação ao seu centro de massa for igual a  $I$ , calcule a força de atrito entre o corpo e o plano inclinado.

5) Um jogador atira uma bola de boliche de massa  $M=1\text{kg}$  e raio  $R=12\text{cm}$ , ( $I_{CM} = \frac{2}{5} MR^2$ ) com uma

velocidade inicial  $\vec{v}_0 = 8,4\hat{i}$  (m/s) e  $\vec{\omega}_0 = -35\hat{k}$  (rad/s). O coeficiente de atrito cinético entre a bola e o chão é  $\mu_c = 0,2$ . A bola escorrega até o instante  $t_1$  percorrendo a distância  $s_1$  antes de iniciar rolamento sem deslizamento.

- Determine o tempo e a distância  $s_1$ .
- Quantas revoluções a bola realizou antes de iniciar o rolamento sem deslizamento?
- Qual o valor da velocidade de rolamento sem deslizamento da bola?



6) Uma bola de massa  $M$  e raio  $R$  é lançada horizontalmente sobre o solo de modo que, inicialmente a sua velocidade de rotação é nula e a sua velocidade de translação é  $v$ . Se o coeficiente de atrito da bola com o solo é  $\mu$ , determine quanto tempo depois de lançada, a bola começa a rolar sem deslizar.

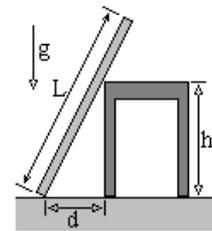
7) Uma bola de boliche, de massa  $M$  e raio  $R$  é lançada de modo que no instante que atinge a pista tem movimento com velocidade  $v_0=7\text{m/s}$  e não está rodando. A bola escorrega até o instante  $t_1$  percorrendo a distância  $s_1$  antes de principiar a rodar sem escorregar. Sabe-se que o coeficiente de atrito cinético é  $\mu_c=0,12$ .

- Determine as acelerações linear e angular da bola durante o deslizamento.
- Determine a distância  $s_1$  e o tempo  $t_1$ .
- Determine a velocidade de rolamento sem escorregamento da bola.
- Determine a razão entre a energia mecânica final e inicial da bola e explique o resultado.

8) Uma barra homogênea, de massa  $M$  e comprimento  $L$ , está apoiada em um banquinho, de altura  $h$ , como mostra a figura. Supondo que a barra está parada e que só há atrito no ponto onde a barra encosta no chão, calcule a força de contato (normal):

- $N_1$  entre a cadeira e a barra e  $N_2$  entre a barra e o chão.
- Calcule a força de atrito com o chão.

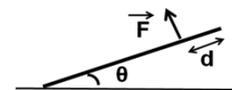
Dados:  $M = 1,0\text{kg}$ ,  $L = 0,75\text{m}$ ,  $h = 0,40\text{m}$ ,  $d = 0,30\text{m}$ .



9) Uma escada de comprimento  $L$  e peso desprezível está encostada numa parede vertical de atrito desprezível, fazendo um ângulo  $\theta$  com a horizontal. O coeficiente de atrito entre a escada e o piso é  $\mu$ . Um homem, com peso  $P$ , sobe pela escada. Mostre que a distância máxima que ele pode subir, sem que a escada escorregue, é dada por  $d=\mu L \text{tg}\theta$ .

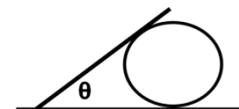
10) Considere uma barra homogênea, de massa  $M=90\text{kg}$  e comprimento  $L=3\text{m}$  e largura desprezível, mantida em equilíbrio suspensa por uma força  $\vec{F}$ , aplicada perpendicularmente à barra, a uma distância  $d=0,6\text{m}$  da extremidade. A outra extremidade se apoia no chão, dando uma inclinação  $\theta =27^\circ$ .

- Calcule a intensidade da força  $\vec{F}$  e o coeficiente de atrito compatíveis com a situação.
- Calcule a reação do solo, sobre a extremidade da barra.



11) Uma barra homogênea, de massa  $M$  e comprimento  $L$ , está apoiada em uma esfera de raio  $R=\frac{2}{5}L$ , que se encontra fixa sobre uma superfície horizontal. A barra faz um ângulo  $\theta$  com a superfície, onde  $\text{sen } \theta = 0,8$  e  $\text{cos } \theta = 0,6$ . Supondo que a barra esteja parada e que só exista atrito no ponto onde a barra encosta o chão, calcule:

- A força que a esfera exerce sobre a barra.
- A força de atrito que impede o escorregamento da barra.
- A força normal que a superfície horizontal exerce sobre a barra.



12) Uma roda de bicicleta de massa  $M = 5\text{kg}$  e raio  $R = 0,4\text{m}$ , gira com velocidade angular  $\omega$  rad/s. Suponha que toda a massa da roda esteja concentrada em sua borda. O eixo em torno do qual a roda gira está pendurado por uma corda em um ponto afastado  $0,5\text{m}$  do centro da roda. Como consequência do torque da força peso, a roda precessiona com o eixo permanecendo na horizontal. Determine o momento angular da roda ao girar em torno do seu eixo. Qual é a velocidade angular de precessão dessa roda?