estudar.com.vc

Física 1

Rotação e Corpo Rígido

Resumo P3

Fórmulas e Resumo Teórico

Momento Angular

- Considerando um corpo de massa m a um momento linear p, temos:

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = \vec{r} \times m\vec{v}$$

Torque

- Considerando uma força $\vec{F}$ em um corpo, temos:

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

Torque e Variação de Momento Angular

- Considerando um torque $\vec{\tau}$ realizado num intervalo de tempo Δt, temos:

$$\vec{\tau}\Delta t = \Delta\vec{L}$$

2º Lei de Newton para Rotação

- Considerando um corpo de Momento de Inércia I, aceleração angular α e velocidade angular ω, temos:

$$\vec{L} = I\vec{\omega}$$
$$\vec{\tau} = I\vec{\alpha}$$

Energia Cinética Rotacional

- Considerando um corpo de Momento de Inércia I e velocidade angular ω, temos:

$$E = \frac{I\omega^2}{2}$$

Rolamento

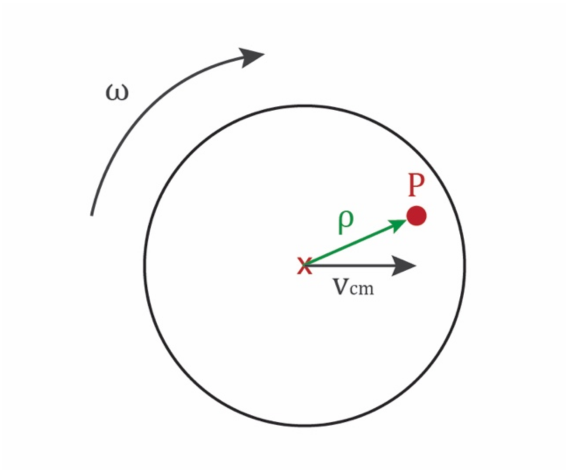
- Para o rolamento sem deslizamento há três condições:

I. Velocidade do ponto de contato é nula
II. Para um rolamento de θ, o CM desloca-se de $R\theta$
III. Por consequência, $v_{CM} = \omega R$

Velocidade vetorial de um ponto

- Considere um corpo rígido, com velocidade de translação e rotação não nulas ($v_{CM} \neq 0$ e $\omega \neq 0$). Um ponto P qualquer no corpo possui velocidade descrita por:

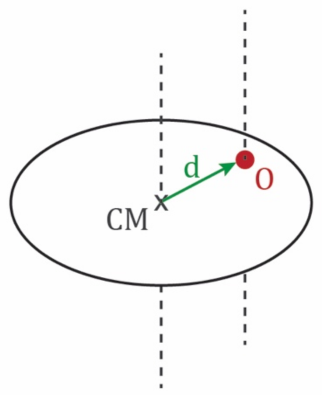
$$v_P(t) = v_{CM}(t) + \vec{\rho} \times \vec{\omega}(t)$$



Teorema dos Eixos Paralelos

- Considerando um corpo de massa m, pode-se calcular o momento de inércia com relação a um ponto arbitrário O a partir do momento de inércia com relação ao centro de massa:

$$I_0 = I_{CM} + md^2$$



Momento Linear

- Para uma partícula de massa m e velocidade v, define-se:

$$\vec{P} = m\vec{v}$$

- Consideramos que o vetor Momento Linear se conserva se a força externa resultante atuante na partícula é nula:

$$\frac{d\overrightarrow{F_{ext}}}{dt} = 0 \ \rightarrow \vec{P} \ se \ conserva$$

- Além disso, considera-se o vetor Momento Linear TOTAL de um sistema é o mesmo que o momento do Centro de Massa:

$$\overrightarrow{P_{total}} = \overrightarrow{P_{CM}}$$

Impulso

- Relaciona-se momento linear e força da seguinte maneira:

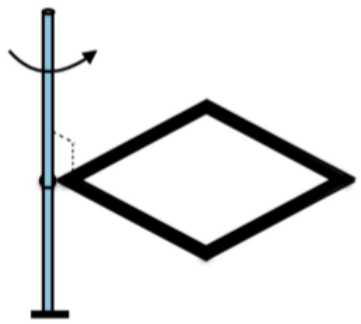
$$\Delta\vec{P} = \vec{F}\Delta t$$

Exercícios

1. Momento de Inércia

P3 - 2016

Um objeto quadrado de massa m é formado de quatro varetas finas idênticas, todas de comprimento L e massa M, amarradas juntas. O objeto é fixado a uma barra, podendo girar em torno dela com velocidade angular ω, como mostrado na figura. O momento de inércia do objeto em relação ao eixo de rotação na figura é:



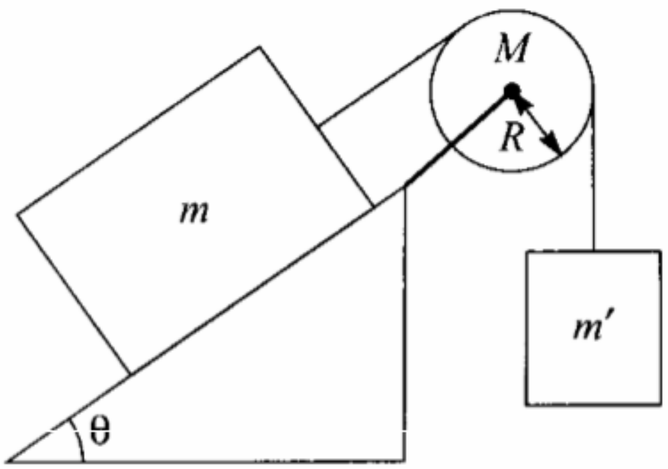
Escolha uma alternativa:

A. $7\, mL^2/12$
B. $ML^2/12$
C. $5\, mL^2/6$
D. $ML^2/3$
E. $mL^2/12$

2. Conservação de energia e Rotação

Moysés, capítulo 12, pág. 285, questão 10

Um bloco de massa m, que pode deslizar com atrito desprezível sobre um plano inclinado de inclinação θ em relação à horizontal, está ligado por um fio, que passa sobre polia de raio R e massa M, a uma massa $m' > m$ suspensa. O sistema é solto em repouso. Calcule, por conservação da energia, a velocidade v de m' após cair uma altura h.



3. Rolamento com e sem escorregamento

Moysés, capítulo 12, pág. 286, questão 17

Uma bola de boliche esférica uniforme é lançada, com velocidade inicial v_0 horizontal e sem rotação inicial, sobre uma cancha horizontal, com coeficiente de atrito cinético, μc.

a. Quanto tempo t depois do lançamento a bola começa a rolar sem deslizar?

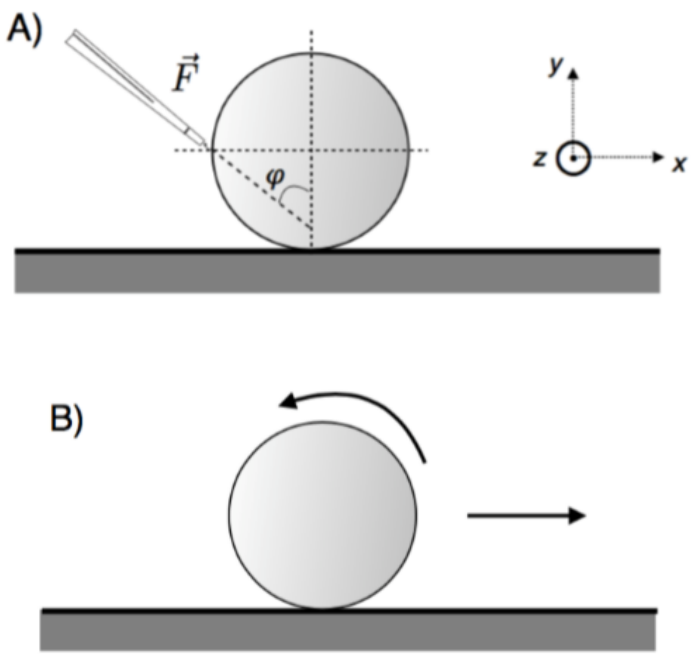
b. Que distancia d a bola percorrerá sobre a prancha até que comece a rolar sem deslizar?

c. Qual é a velocidade v da bola nesse instante?

4. Impulso e Rotação

P3 – 2016

Durante uma competição de bilhar, Efren Manalang Reyes, um dos melhores jogadores de todos os tempos, atinge a bola com o seu taco como indicado na figura A(ϕ > 45◦). O taco exerce uma força constante $\vec{F}$ (alinhada com o taco como mostra a figura A) durante um intervalo de tempo Δt, produzindo na bola um impulso linear de módulo J. A bola (massa M e raio R) ao ser atingida pelo taco não ricocheteia e move-se em linha reta para a direita, girando como indicado na figura B até um instante t_D medido a partir do início do movimento. A partir esse instante de tempo, a bola começa a deslizar, sem girar, sobre a mesa até o instante t_R, a partir do qual começa a rolar sem deslizar. O coeficiente de atrito entre a bola e a mesa é μ.



a. Desenhe o diagrama de forças da bola durante o intervalo de tempo que dura a colisão entre o taco e a bola e escreva explicitamente as forças que agem sobre a bola no sistema de coordenadas da Figura A. Calcule os torques realizados pelas forças em relação ao centro de massa da bola.

b. Desprezando a força de atrito apenas durante o contato entre o taco e a bola, determine os vetores velocidade do centro de massa, $\overrightarrow{v0}$, e velocidade angular de giro, $\overrightarrow{\omega 0}$, com os que a bola inicia o movimento.

c. Para um instante t posterior ao contato entre o taco e a bola, adote as condições iniciais calculadas no item (b) e determine os vetores velocidade do centro de massa e velocidade angular da bola como função do tempo t. Determine ainda o instante de tempo t_D.

d. Determine a velocidade do centro de massa da bola no instante em que a bola começa a rolar sem deslizar (instante t_R).

Gabarito

1. C

2. $v^2 = \frac{2gh(m' - m\, sin\theta)}{m+m'+\frac{M}{2}}$

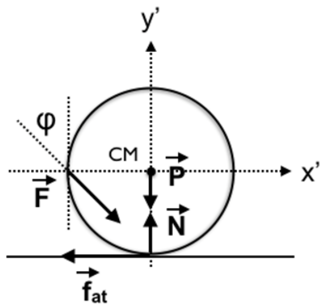
3.

a. $t = \frac{2v_0}{7\mu_C g}$

b. $d = \frac{12v_0^2}{49\mu_C g}$

c. $v = \frac{5}{7}v_0$

4. a.



$\vec{P} = -Mg\,\hat{\jmath};\ \overrightarrow{\tau_P} = \vec{0}$

$\vec{N} = |\vec{N}|\,\hat{\jmath};\ \overrightarrow{\tau_N} = \vec{0}$

$\overrightarrow{f_{at}} = -|\overrightarrow{f_{at}}|\,\hat{\imath};\ \overrightarrow{\tau_{Fat}} = -|\overrightarrow{f_{at}}|R\,\hat{k}$

$\vec{F} = |\vec{F}|\sin\varphi\ \hat{\imath} - |\vec{F}|\cos\varphi\ \hat{\jmath};\ \overrightarrow{\tau_F} = |\vec{F}|cos\varphi R\,\hat{k}$

b. $\overrightarrow{\omega_0} = \frac{5}{2}\frac{|\vec{J}|}{MR}\cos\varphi\ \hat{k}$ e $\overrightarrow{v_0} = \frac{|\vec{J}|}{M}\sin\varphi\ \hat{\imath}$

c. $\overrightarrow{v_{CM}}(t) = \left(\frac{|\vec{J}|}{M}\sin\varphi - \mu g t\right)\ \hat{\imath}$ e $\vec{\omega}(t) = \frac{5}{2R}\left(\frac{|\vec{J}|}{M}\cos\varphi - \mu g t\right)\ \hat{k};\ t_D = \frac{|\vec{J}|}{\mu M g}\cos\varphi$

d. $\overrightarrow{v_{CM}}(t_R) = \frac{5|\vec{J}|}{7M}(\sin\varphi - \cos\varphi)\ \hat{\imath}$