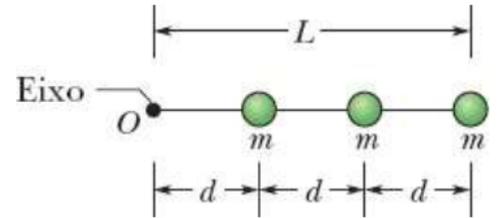


## Mecânica

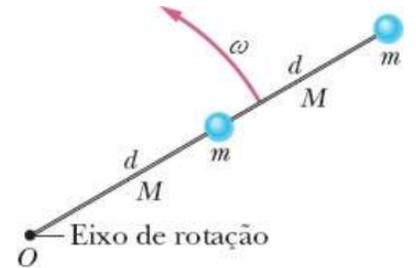
### 2º semestre de 2023 - Lista de exercícios 5 – Dinâmica Rotacional

- 1) A figura mostra três partículas de massa  $m$  que foram coladas em uma barra de comprimento  $L$  e massa desprezível. O conjunto pode girar em torno de um eixo perpendicular ao plano que passa pelo ponto  $O$ , situado na extremidade esquerda. (a) Determine o momento de inércia  $I_0$  do sistema.



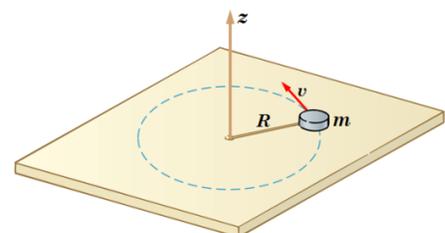
- 2) Agora suponha que removemos uma das partículas (ou seja, 33% da massa). Qual é o novo valor do momento de inércia, em termos de  $I_0$ , se a partícula removida é (b) a mais próxima do ponto  $O$  e (c) a mais distante do ponto  $O$ ?

- 3) Duas partículas, ambas de massa  $m = 0,85$  kg, estão ligadas uma à outra, e a um eixo de rotação no ponto  $O$ , por duas barras finas, ambas de comprimento  $d = 5,6$  cm e massa  $M = 1,2$  kg. O conjunto gira em torno do eixo de rotação com velocidade angular  $\omega = 0,30$  rad/s. Determine (a) o momento de inércia do conjunto em relação ao ponto  $O$  e (b) a energia cinética do conjunto.



- 4) Calcule o momento de inércia de uma régua de um metro, com massa de 0,56 kg, em relação a um eixo perpendicular à régua na marca de 20 cm. (Trate a régua como uma barra fina e use o Teorema dos Eixos Paralelos.)
- 5) O momento de inércia de um anel fino de massa  $M$  e raio  $R$ , em relação a um diâmetro do anel é  $I = \frac{1}{2} MR^2$ . Determine o valor do momento de inércia do anel em relação a um eixo paralelo ao anterior que passa pela borda do anel.
- 6) O momento de inércia de uma esfera maciça de massa  $M$  e raio  $R$ , em relação a um diâmetro da esfera é  $I = \frac{2}{5} MR^2$ . Determine o valor do momento de inércia da esfera em relação a um eixo paralelo ao anterior que passa pela borda da esfera.

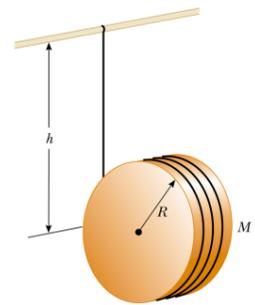
- 7) Uma partícula de massa  $m$  está sujeita por uma corda a um ponto fixo (origem  $O$ ), numa mesa horizontal, e se movimenta sem atrito num círculo de raio  $R$  com velocidade linear  $v$ , como mostra a figura. Calcule: (a) A velocidade angular  $\omega$  da partícula. (b) O vetor momento



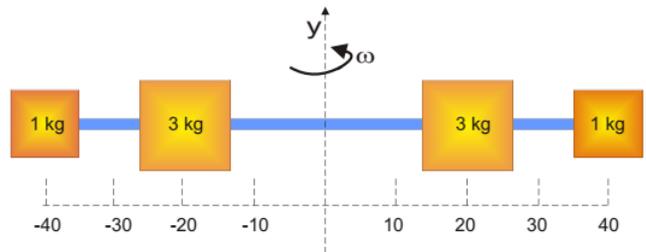
angular  $\vec{L}$  em relação à origem  $O$ . (c) O torque que atua sobre essa partícula em relação à origem  $O$ . (d) A aceleração angular da partícula.

- 8) Dois patinadores, cada um de massa  $m = 60$  kg, deslizando sobre uma pista de gelo, com atrito desprezível, aproximam-se com velocidades iguais e opostas de módulo  $v = 5$  m/s, em trajetórias formando duas retas paralelas, na direção  $x$ , as quais estão separadas por uma distância  $d = 1,40$  m. (a) Calcule o vetor momento angular  $\vec{L}$  do sistema e observe o valor obtido é o mesmo em relação a qualquer ponto que seja tomado como referência. Verifique também que  $\vec{L}$  se conserva (permanece constante). (b) Quando os dois patinadores chegam a uma distância  $d = 1,40$  m um do outro, estendem os braços e dão-se as mãos, passando a girar em torno do centro de massa do sistema. Calcule a velocidade angular com que eles giram. (c) Calcule a energia cinética do sistema antes e depois dos patinadores se unirem. Explique o resultado.

- 9) Um cilindro uniforme de raio  $R$  e massa  $M$  tem um fio enrolado sobre a sua superfície. O disco é solto do repouso com o fio vertical e com sua extremidade superior presa a uma barra fixa, como mostra a figura. (a) Qual é a tensão no fio? (b) Qual é o módulo da aceleração do centro de massa? (c) Qual é a velocidade do centro de massa depois que o disco desce uma distância vertical  $h$ ? (d) Verifique a resposta anterior utilizando a conservação da energia Mecânica.

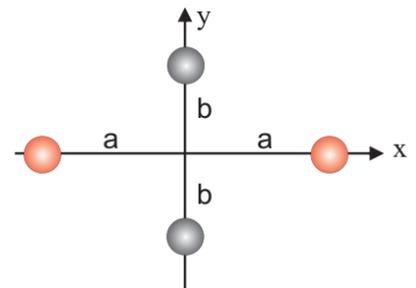


- 10) No sistema mostrado na figura os corpos estão ligados por barras muito leves cujos momentos de inércia podem ser desprezados. As distâncias estão em cm. O sistema gira em torno do eixo  $y$  com velocidade angular  $\omega = 2$  rad/s. (a) Considere que no instante  $t = 0$  s os corpos estejam nas posições indicadas na figura. Determine



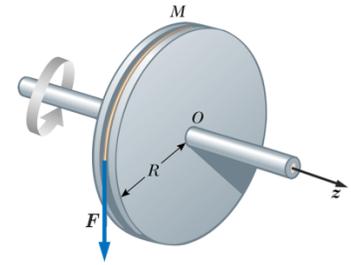
o vetor velocidade de cada partícula usando o produto vetorial  $\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$ . (b) Use a velocidade escalar de cada corpo para calcular a energia cinética do sistema. (c) Determine o momento de inércia do sistema em torno do eixo  $y$  e calcule a energia cinética do sistema utilizando a relação  $E = \frac{1}{2} I \omega^2$ .

- 11) Quatro massas pontuais iguais  $m$  estão presas às extremidades de uma estrutura de massa desprezível, no plano  $xy$ , como mostrado na figura. (a) Se a rotação do sistema ocorre ao redor do eixo  $y$  com velocidade angular  $\omega$ , encontre o momento de inércia  $I_y$  ao redor do eixo  $y$  e a energia cinética rotacional ao redor desse eixo. (b) Supondo que o sistema gire no plano  $xy$  com



velocidade angular  $\omega$ , ao redor do eixo  $z$  (perpendicular ao plano da figura), calcule o momento de inércia  $I_z$  e a energia rotacional ao redor desse eixo.

- 12) Um disco uniforme, de raio  $R = 0,12$  m e massa  $M = 5$  kg, está apoiado de modo a poder girar livremente em torno de seu eixo principal (que coincide com o eixo  $z$ ). Uma corda está enrolada em torno do disco e é puxada com uma força de 20 N, como mostra a figura. (a) Qual é o torque  $\vec{\tau}$  da força  $\vec{F}$  exercido sobre o disco?



- (b) Qual é a aceleração angular do disco? (c) Se o disco parte do repouso, qual é a sua velocidade angular e a sua energia cinética depois de 3 s? (d) Determine o deslocamento angular  $\Delta\vec{\theta}$  do cilindro nesses 3 s. Verifique que o trabalho efetuado pelo torque ( $W = \vec{\tau} \cdot \Delta\vec{\theta}$ ) neste intervalo de tempo, é igual a variação da energia cinética calculada no item (c)

- 13) Uma pedra de amolar circular, de massa  $m = 2$  kg e raio  $R = 7$  cm, gira a 700 rev/min, como mostra a figura. Depois de o motor ter sido desligado, uma pessoa continua a afiar o seu machado contra a pedra, durante 10 segundos, até o rebolo parar. Determine: (a) A energia cinética de rotação da pedra de amolar quando motor está ligado. (b) A aceleração angular da pedra, admitindo que seja constante, entre o instante em que o motor é desligado e até o rebolo parar. (c) O torque exercido pelo machado sobre a pedra de amolar. (d) O trabalho realizado pelo machado.

