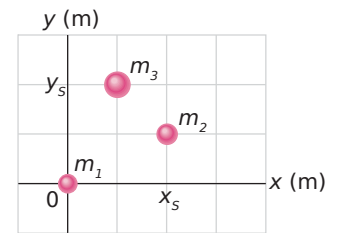


Livro: Fundamentos de Física – Vol. 1 – 8ª Edição – Editora LTC.  
Halliday, Resnik, Walker.

Página 247 – PERGUNTAS – seção 9-2 – O Centro de Massa

1) Uma partícula de 2,00 kg tem coordenadas  $xy$   $(-1,20 \text{ m}, 0,500 \text{ m})$  e uma partícula de 4,00 kg tem coordenadas  $xy$   $(0,600 \text{ m}, -0,750 \text{ m})$ . Ambas estão em um plano horizontal. Em que coordenada  $x$  e  $y$  deve ser posicionada uma terceira partícula de 3,00 kg para que o centro de massa do sistema de três partículas tenha coordenadas  $(-0,500 \text{ m}, -0,700 \text{ m})$ ?

2) A FIG. 9-37 mostra um sistema de três partículas de massas  $m_1 = 3,0 \text{ kg}$ ,  $m_2 = 4,0 \text{ kg}$  e  $m_3 = 8,0 \text{ kg}$ . As escalas do gráfico são definidas por  $x_s = 2,0 \text{ m}$  e  $y_s = 2,0 \text{ m}$ .



- Qual é a coordenada  $x$  do centro de massa do sistema?
- Qual é a coordenada  $y$  do centro de massa do sistema?
- Se  $m_3$  aumenta gradualmente, o centro de massa do sistema se aproxima de  $m_3$ , se afasta de  $m_3$  ou permanece onde está?

FIG. 9-37 Pergunta 2.

3) Qual é a coordenada  $x$  e a coordenada  $y$  do centro de massa da placa uniforme da FIG. 9-38 se  $L = 5,0 \text{ cm}$ ?

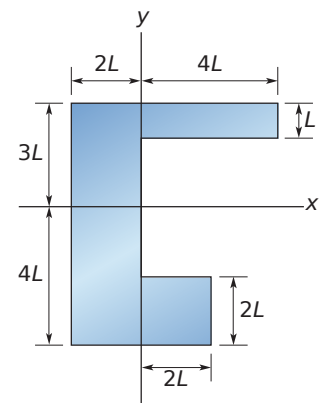


FIG. 9-38 Pergunta 3.

4) Na FIG. 9-39, três barras finas e uniformes, de comprimento  $L = 22 \text{ cm}$ , formam um U invertido. Cada barra vertical tem uma massa de 14 g; a barra horizontal tem massa de 42 g.

- Qual é a coordenada  $x$  do centro de massa do sistema?
- Qual é a coordenada  $y$  do centro de massa do sistema?

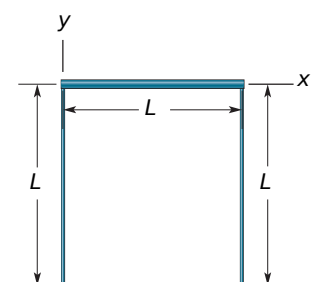


FIG. 9-39 Pergunta 4

7) A FIG. 9-42 mostra uma placa composta de dimensões  $d_1 = 11,0$  cm,  $d_2 = 2,80$  cm e  $d_3 = 13,0$  cm. Metade da placa é feita de alumínio (massa específica =  $2,70$  g/cm<sup>3</sup>) e a outra metade de ferro (massa específica =  $7,85$  g/cm<sup>3</sup>). Determine as coordenadas  $x$ ,  $y$  e  $z$  do centro de massa da placa.

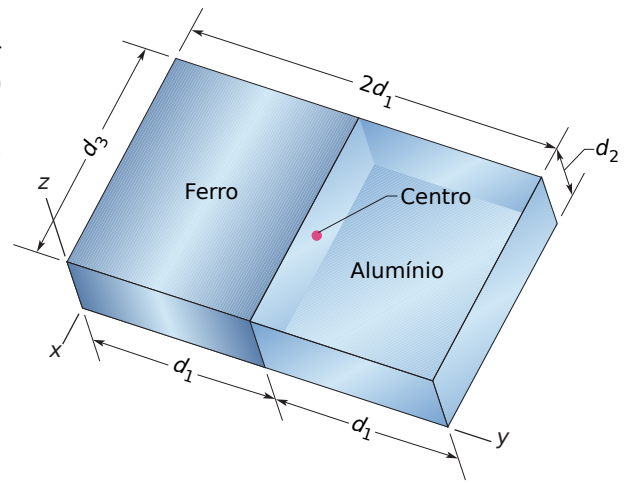


FIG. 9-42 Pergunta 7.

### seção 9-3 – A Segunda Lei de Newton para um Sistema de Partículas

9) Uma grande azeitona ( $m = 0,50$  kg) está na origem de um sistema de coordenadas  $xy$  e uma grande castanha-do-pará ( $M = 1,5$  kg) está no ponto  $(1,0, 2,0)$  m. Em  $t = 0$  uma força  $\vec{F}_0 = (2,0\hat{i} + 3,0\hat{j})$  N começa a agir sobre a azeitona e uma força  $\vec{F}_n = (-3,0\hat{i} - 2,0\hat{j})$  N começa a agir sobre a castanha. Em termo dos vetores unitários, qual é o deslocamento do centro de massa do sistema azeitona-castanha em  $t = 4,0$  s em relação à sua posição em  $t = 0$ ?

10) Dois patinadores, um de 65 kg e outro de 40 kg, estão em uma pista de gelo e seguram as extremidades de uma vara de 10 m de comprimento e massa desprezível. Os patinadores se puxam ao longo da vara até se encontrarem. Que distância percorre o patinador de 40 kg?

11) Uma pedra é deixada cair em  $t = 0$ . Uma segunda pedra com uma massa duas vezes maior, é deixada cair do mesmo ponto em  $t = 100$  ms.

- A que distância do ponto inicial da queda está o centro de massa das duas pedras em  $t = 300$  ms? (Suponha que as pedras ainda não chegaram ao solo.)
- Qual é a velocidade do centro de massa das duas pedras nesse instante?

15) Um canhão dispara um projétil com uma velocidade inicial  $v_0 = 20$  m/s e um ângulo  $\theta_0 = 60^\circ$  com a horizontal. No ponto mais alto da trajetória o projétil explode em dois fragmentos de massas iguais (FIG. 9-46). Um fragmento cuja velocidade imediatamente após a colisão é zero, cai verticalmente. A que distância do canhão cai o outro fragmento, supondo que o terreno é plano e que a resistência do ar pode ser desprezada?

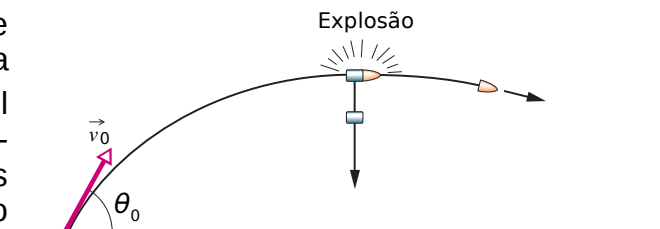


FIG. 9-46 Pergunta 15.

### seção 9-5 O Movimento Linear de um Sistema de Partículas

18) Uma bola de 0,70 kg está se movendo horizontalmente com uma velocidade de 5,0 m/s quando se choca com uma parede vertical e ricocheteia com uma velocidade de 2,0 m/s. Qual é o módulo da variação do momento linear da bola?

19) Um caminhão de 2100 kg viajando para o norte a 41 km/h vira para leste e acelera até 51 km/h.

- Qual é a variação da energia cinética do caminhão?
- Qual é o módulo da variação do momento?
- Qual é o sentido da variação do momento?

## Página 249 – Problemas – seção 9-6 – Colisão e Impulso

23) Uma força no sentido negativo de eixo  $x$  é aplicada por 27 ms a uma bola de 0,40 kg que estava se movendo a 14 m/s no sentido positivo do eixo. O módulo da força é variável e o impulso tem um módulo de 32,4 N · s.

- Qual é o módulo da velocidade da bola imediatamente após a aplicação da força?
- Qual é o sentido da velocidade da bola imediatamente após a aplicação da força?
- Qual é a intensidade média da força do impulso aplicado à bola?
- Qual é a orientação do impulso aplicado à bola?

24) Em uma brincadeira comum, mas muito perigosa, alguém puxa uma cadeira quando uma pessoa está prestes a se sentar, fazendo com que a vítima se estetele no chão. Suponha que a vítima tenha 70 kg, caia de uma altura 0,50 m e a colisão com o piso dure 0,082 s.

- Qual é o módulo do impulso?
- Qual é o módulo da força média aplicada pelo piso sobre a pessoa durante a colisão?

26) Em fevereiro de 1955 um paraquedista saltou de um avião, caiu 370 m sem conseguir abrir o paraquedas e aterrissou em um campo de neve, sofrendo apenas pequenas escoriações. Suponha que sua velocidade imediatamente antes do impacto era de 56 m/s (velocidade terminal), que sua massa (incluindo os equipamentos) era de 85 kg e que a força da neve sobre ele tenha atingido o (relativamente seguro) de  $1,2 \times 10^5$  N. Determine:

- a profundidade mínima da neve para que escapasse sem ferimentos graves;
- o módulo do impulso da neve sobre ele.

28) No tae kwon do, a mão de um atleta atinge o alvo com uma velocidade de 13 m/s e para após 5,0 ms. Suponha que durante o choque a mão é independente do braço e tem uma massa de 0,70 kg.

- Determine o módulo do impulso;
- Determine o módulo da força média que a mão exerce sobre o alvo.

30) Um carro de brinquedo de 5,0 kg pode se mover ao longo de um eixo  $x$ ; a FIG. 9-51 mostra a componente  $F_x$  da força que age sobre o carro, que parte do repouso no instante  $t = 0$ . A escala do eixo  $x$  é definida por  $F_{xS} = 5,0$  N. Em termos dos vetores unitários, determine:

- $\vec{p}$  em  $t = 4,0$  s;
- $\vec{p}$  em  $t = 7,0$  s;
- $\vec{v}$  em  $t = 9,0$  s.

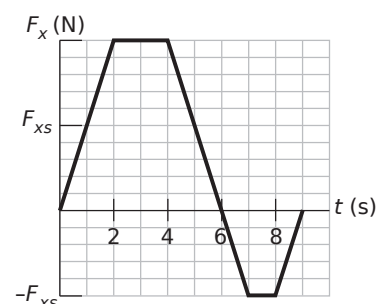


FIG. 9-51 Pergunta 30.

35) Um jogador de futebol chuta uma bola com massa 0,45 kg que se encontra em repouso. O pé do jogador fica em contato com a bola por  $3,0 \times 10^{-3}$  s e a força do chute é dada por  $F(t) = [(6,0 \times 10^6)t - (2,0 \times 10^9)t^2]$  N, para  $0 \leq t \leq 3,0 \times 10^{-3}$  s, o qual  $t$  está em segundos. Determine:

- o módulo do impulso sobre a bola devido ao chute;
- o módulo da força média do pé do jogador sobre a bola durante o contato;
- o módulo da força máxima exercida pelo pé do jogador sobre a bola durante o contato;
- o módulo da velocidade da bola imediatamente após perder o contato com o pé do jogador.

36) Na vista superior da FIG. 9-55, uma bola de 300 g com uma velocidade escalar  $v$  de 6,0 m/s se choca com uma parede com um ângulo  $\theta$  de  $30^\circ$  e ricocheteia com a mesma velocidade escalar e o mesmo ângulo. A bola permanece em contato com a parede por 10 ms. Em termos dos vetores unitário:

- qual é o impulso da parede sobre a bola?
- qual é a força média da parede sobre a bola?

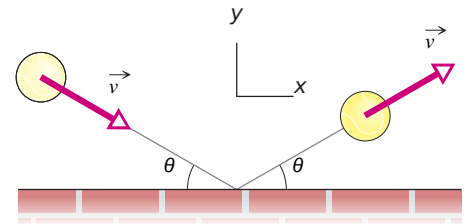


FIG. 9-55 Pergunta 36.

### seção 9-7 – Conservação do Momento Linear

39) Um homem de 91 kg em repouso sobre uma superfície de atrito desprezível arremessa uma pedra de 68 g com uma velocidade horizontal de 4,0 m/s. Qual é a velocidade do homem após o arremesso?

40) Uma nave espacial está se movendo a 4300 km/h em relação à Terra quando, após ter queimado todo o combustível o motor do foguete (de massa  $4m$ ) é desacoplado e ejetado para trás com uma velocidade de 82 km/h em relação ao módulo de comando (de massa  $m$ ). Qual é a velocidade do módulo de comando em relação à Terra imediatamente após a sua separação?

### Página 251 – Problemas

42) Um balde de 4 kg que está deslizando em uma superfície sem atrito explode em dois fragmentos de 2,0 kg, um que se move para o norte a 3,0 m/s e outro que se move em uma direção de  $30^\circ$  ao norte do leste a 5,0 m/s. Qual era a velocidade escalar do balde antes da explosão?

44) Um objeto de massa  $m$  e velocidade  $v$  em relação a um observador explode em dois pedaços, um com massa três vezes maior que o outro; a explosão ocorre no espaço sideral. O pedaço de menor massa fica em repouso em relação ao observador. Qual é o aumento da energia cinética do sistema causado pela explosão, no referencial do observador?

### seção 9-9 – Colisões Inelásticas em Uma Dimensão

49) Uma bala com 10 g de massa se choca com um pêndulo balístico com 2,00 kg de massa. O

centro de massa do pêndulo sobe uma distância vertical de 12 cm. Supondo que a bala fica alojada no pêndulo, calcule a velocidade inicial da bala.

50) Uma bala de 5,20 g a 672 m/s atinge um bloco de madeira de 700 g inicialmente em repouso sobre uma superfície sem atrito. A bala atravessa o bloco e emerge, viajando no mesmo sentido, com sua velocidade reduzida para 428 m/s.

- Qual é a velocidade final do bloco?
- Qual é a velocidade do centro de massa do sistema bala-bloco?

## Página 252 – Capítulo 9 | Centro de Massa e Momento Linear

56) Uma colisão perfeitamente inelástica ocorre entre duas bolas de massa de modelar que se movem diretamente uma contra a outra ao longo de um eixo vertical. Imediatamente antes da colisão, uma das bolas, de massa 3,00 kg, está se movendo para cima a 20 m/s e a outra bola, de massa 2,0 kg, está se movendo para baixo a 12 m/s. Que altura acima do ponto de colisão as duas bolas unidas atingem? (Despreze a resistência do ar.)

62) Um carrinho com 340 g de massa, que se move em uma pista sem atrito com uma velocidade inicial de 1,2 m/s, sofre uma colisão elástica com outro carrinho inicialmente em repouso de massa desconhecida. Após a colisão o primeiro carrinho continua a se mover na mesma direção e sentido com uma velocidade escalar de 0,66 m/s.

- Qual é a massa do segundo carrinho?
- Qual é a velocidade do segundo carrinho após a colisão?
- Qual é a velocidade do centro de massa do sistema dos dois carrinhos?

62) Na FIG. 9-66, o bloco A ( com uma massa de 1,6 kg) desliza em direção ao bloco B (com uma massa de 2,4 kg) ao longo de uma superfície sem atrito. Os sentidos de três velocidades antes (*i*) e depois (*f*) da colisão estão indicados; as velocidades escalares correspondentes são  $v_{Ai} = 5,5$  m/s,  $v_{Bi} = 2,5$  m/s e  $v_{Bf} = 4,9$  m/s. Determine:

- o módulo da velocidade  $\vec{v}_{Af}$ ;
- O sentido (para a esquerda ou para a direita) da velocidade  $\vec{v}_{Af}$ ;
- A colisão é elástica?

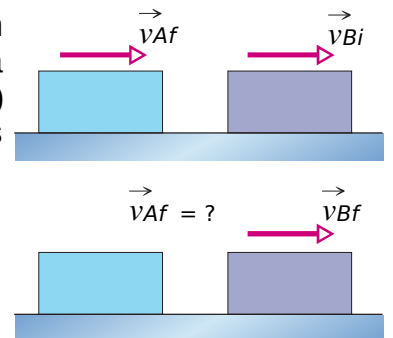


FIG. 9-66 Pergunta 62.

## Página 253 – Problemas – seção 9-11 – Colisão em Duas Dimensões

72) Dois corpos de 2,0 kg, A e B, sofrem uma colisão. As velocidades antes da colisão são  $\vec{v}_A = (15\hat{i} + 30\hat{j})$  m/s e  $\vec{v}_B = (-10\hat{i} + 5,0\hat{j})$  m/s. Após a colisão,  $\vec{v}_A = (-5,0\hat{i} + 20\hat{j})$  m/s. Determine:

- a velocidade final de B;
- a variação da energia cinética total (incluindo o sinal).

## Página 285 – PROBLEMAS – seção 10-2 – As Variáveis da Rotação

2) Em um relógio analógico, qual é a velocidade angular, em radianos por segundo:

- a) do ponteiro dos segundos?
- b) do ponteiro dos minutos?
- c) do ponteiro das horas?

3) Um mergulhador realiza 2,5 giros ao saltar de uma plataforma de 10 metros. Supondo que a velocidade vertical inicial seja nula, determine a velocidade angular média do mergulhador.

4) A posição angular de um ponto da borda de uma roda é dada por  $\theta = 4,0t - 3,0t^2 + t^3$ , o qual  $\theta$  está em radianos e  $t$  em segundos.

- a) Quais são as velocidades angulares em  $t = 2,0$  s?
- b) Quais são as velocidades angulares em  $t = 4,0$  s?
- c) Qual é a aceleração angular média no intervalo de tempo que começa em  $t = 2,0$  s e termina em  $t = 4,0$  s?
- d) Qual é a aceleração angular instantânea no início desse intervalo?
- e) Qual é a aceleração angular instantânea no fim desse intervalo?

6) A posição angular de um ponto em uma roda é dada por  $\theta = 2,0 + 4,0t^2 + 2,0t^3$ , o qual  $\theta$  está em radianos e  $t$  em segundos.

- a) Em  $t = 0$ , qual é a posição angular do ponto?
- b) Em  $t = 0$ , qual é a velocidade angular do ponto?
- c) Qual é a velocidade angular em  $t = 4,0$  s?
- d) Calcule a aceleração angular em  $t = 2,0$  s.
- e) A aceleração angular da roda é constante?

8) A aceleração angular de uma roda é  $\alpha = 6,0t^4 - 4,0t^2$ , com  $\alpha$  em radianos por segundo ao quadrado e  $t$  em segundos. No instante  $t = 0$  a roda tem uma velocidade angular de  $+ 2,0$  rad/s e uma posição angular de  $+ 1$  rad. Escreva as expressões para:

- a) a velocidade angular (em rad/s);
- b) para a posição angular (em rad) em função do tempo (em s).

#### seção 10-4 – Rotação com Aceleração Angular Constante

9) Um disco, inicialmente girando a 120 rad/s, é freado com uma aceleração angular constante de módulo  $4,0$  rad/s<sup>2</sup>.

- a) Quanto tempo o disco leva para parar?
- b) Qual é o ângulo total descrito pelo disco durante esse tempo?

10) A velocidade angular do motor de um automóvel é aumentada a uma taxa constante de 1200 rev/min para 3000 rev/min em 12 s.

- a) Qual é a aceleração angular em revoluções por minuto ao quadrado?
- b) Quantas revoluções o motor executa nesse intervalo de 12 s?

11) Um tambor gira em torno de seu eixo central com uma velocidade angular de 12,60 rad/s. Se o tambor é freado a uma taxa constante de 4,20 rad/s<sup>2</sup>:

- a) quanto tempo leva para parar?
- b) Qual é o ângulo total descrito pelo tambor até parar?

14) Um carrossel gira a partir do repouso com uma aceleração angular de 1,50 rad/s<sup>2</sup>. Quanto tempo leva para executar:

- a) as primeiras 2,00 revoluções?
- b) as 2,00 revoluções seguintes?

16) Um disco gira em torno de seu eixo central partindo do repouso com aceleração angular constante. Em um certo instante ele está girando a 10 rev/s; após 60 revoluções, sua velocidade angular é de 15 rev/s. Calcule:

- a) a aceleração angular;
- b) o tempo necessário para completar 60 revoluções;
- c) o tempo necessário para atingir a velocidade de 10 rev/s;
- d) o número de revoluções desde o repouso até o instante em que o disco atinge a velocidade angular de 10 rev/s.

### seção 10-5 – Relacionando as Variáveis Lineares e Angulares

19) Entre 1911 e 1990 o alto da torre inclinada de Pisa, Itália, se deslocou para o sul a uma taxa média de 1,2 mm/ano. A torre tem 55 metros de altura. Em radianos por segundo, qual é a velocidade angular média do alto da torre em relação à base?

20) Um astronauta está sendo testado em uma centrífuga. A centrífuga tem um raio de 10 m e, ao partir, gira de acordo com a equação  $\theta = 0,30t^2$ , o qual  $t$  está em segundos e  $\theta$  em radianos. Quando  $t = 5,0$  s, quais são os módulos:

- a) da velocidade angular do astronauta?
- b) da velocidade linear do astronauta?
- c) da aceleração tangencial do astronauta?
- d) da aceleração radial do astronauta?

24) Um objeto gira em torno de um eixo fixo, e a posição angular de uma reta de referência sobre o objeto é dada por  $\theta = 0,40e^{2t}$ , o qual  $\theta$  está em radianos e  $t$  em segundos. Considere um ponto do objeto que está a 4,0 cm do eixo de rotação. Em  $t = 0$ , quais são os módulos:

- a) da componente tangencial?
- b) da componente radial da aceleração do ponto?



36) A FIG. 10-34 mostra três partículas de 0,0100 kg que foram coladas em uma barra de comprimento  $L = 6,00$  cm e massa desprezível. O conjunto pode girar em torno de um eixo perpendicular que passa pelo ponto  $O$  na extremidade esquerda. Se removermos uma das partículas (ou seja, 33% da massa), de que porcentagem o momento de inércia do conjunto em relação ao eixo de rotação diminui se a partícula removida é:

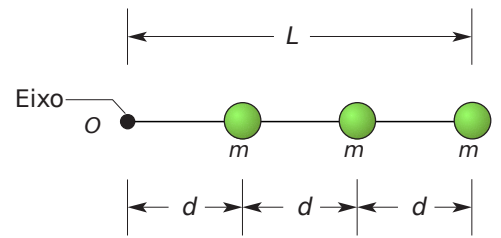


FIG. 10-34 Pergunta 36.

- a) a mais interna?
- b) a mais externa?

37) Dois cilindros uniformes, ambos girando em torno do eixo central (longitudinal) com uma velocidade angular de 235 rad/s, têm a mesma massa de 1,25 kg e raios diferentes. Qual é a energia cinética de rotação:

- a) do cilindro menor, de raio 0,25 m?
- b) do cilindro maior, de raio 0,75 m?

### Página 288 – Capítulo 10 | Rotação – seção 10-8 – Torque

48) O corpo da FIG. 10-40 tem um eixo que passa por  $O$  e é perpendicular ao papel. Três forças agem sobre ele:  $F_A = 10$  N no ponto  $A$ , a 8,0 m de  $O$ ;  $F_B = 16$  N em  $B$ , a 4,0 m de  $O$ ; e  $F_C = 19$  N em  $C$ , a 3,0 m de  $O$ . Qual é o torque resultante em relação a  $O$ ?

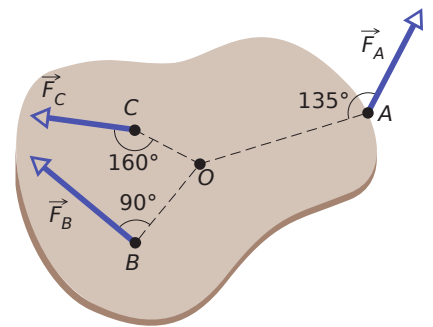


FIG. 10-40 Pergunta 48.

### seção 10-9 – A Segunda Lei de Newton para Rotações

50) Se um torque de  $32,0$  N · m exercido sobre uma roda produz uma aceleração angular de  $25,0$  rad/s<sup>2</sup>, qual é o momento de inércia da roda?

51) A FIG. 10-41 mostra um disco uniforme que pode girar em torno do centro como um carrossel. O disco tem um raio de 2,00 cm e uma massa de 20,0 gramas, e está inicialmente em repouso. A partir do instante  $t = 0$ , duas forças devem ser aplicadas tangencialmente à borda do disco, como mostra a figura, para que, no instante  $t = 1,25$  s, o disco tenha uma velocidade angular de 250 rad/s no sentido anti-horário. A força  $F_1$  tem um módulo de 0,100 N. Qual é o módulo de  $F_2$ ?

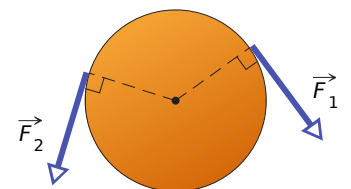


FIG. 10-41 Pergunta 51.

### Página 289 – Problemas



55) Na FIG. 10-45 o bloco 1 tem massa  $m_1 = 460$  g, o bloco 2 tem massa  $m_2 = 500$  g, e a polia está montada em uma eixo horizontal com atrito desprezível, tem um raio  $R = 5,00$  cm. Quando o sistema é liberado a partir do repouso o bloco 2 cai 75,0 cm em 5,00 s sem que a corda deslize na borda da polia.

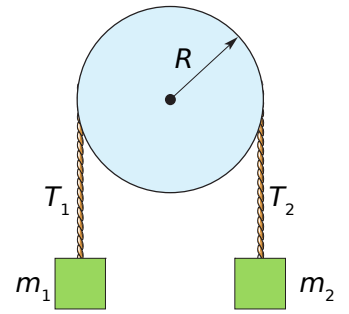


FIG. 10-45 Pergunta 55.

- Qual é o módulo da aceleração dos blocos?
- Qual é o valor da tensão  $T_2$ ?
- Qual é o valor da tensão  $T_1$ ?
- Qual é o módulo da aceleração angular da polia?
- Qual é o momento de inércia da polia?

### seção 10-10 – Trabalho e Energia Cinética de Rotação

59) Uma roda de 32,0 kg, essencialmente um aro fino com 1,20 m de raio, está girando a 280 rev/min. Ela precisa ser parada em 15,0 s.

- Qual é o trabalho necessário para fazê-la parar?
- Qual é a potência média necessária?

61) O virabrequim de um automóvel transfere energia do motor para o eixo a uma taxa de 100 hp (= 74,6 kW) quando gira a 1800 rev/min. Qual é o torque (em newtons-metros) exercido pela virabrequim?

63) Uma régua de um metro é mantida verticalmente com uma das extremidades apoiada no solo e depois liberada. Determine a velocidade da outra extremidade pouco antes de tocar o solo, supondo que a extremidade de apoio não escorrega. (*Sugestão:* Considere a régua como uma barra fina e use a lei de conservação da energia.)

### Página 320 – Capítulo 11 | Rolamento, Torque e Momento Angular

27) No instante da FIG. 11-41, duas partículas se movem em um plano  $xy$ . A partícula  $P_1$  possui uma massa de 6,5 kg e uma velocidade  $v_1 = 2,2$  m/s e está a uma distância  $d_1 = 1,5$  m do ponto  $O$ . A partícula  $P_2$  possui uma massa de 3,1 kg e uma velocidade  $v_2 = 3,6$  m/s e está a uma distância  $d_2 = 2,8$  m do ponto  $O$ . Quais são o módulo e a orientação do momento angular resultante das duas partículas em relação ao ponto  $O$ ?

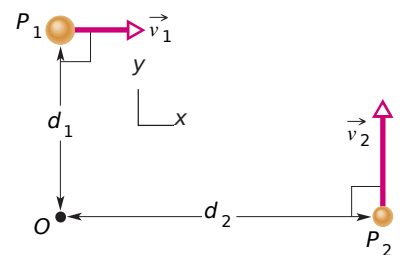


FIG. 11-41 Pergunta 27.

29) Em um certo instante, a força  $\vec{F} = 4,0\hat{j}$  N age sobre um objeto de 0,25 kg cujo vetor posição é  $\vec{r} = (2,0\hat{i} - 2,0\hat{k})$  m e cujo vetor velocidade é  $\vec{v} = (-5,0\hat{i} + 5,0\hat{k})$  m/s. Em relação à origem e em termos dos vetores unitários, qual é:

- o momento angular do objeto?
- o torque que age sobre o objeto?

### Página 321 – Problemas – seção 11-11 – Conservação do Momento Angular

43) Um homem está em pé sobre uma plataforma que gira (sem atrito) com uma velocidade angular de 1,2 rev/s; seus braços estão abertos e ele segura um tijolo em cada mão. O momento de inércia do sistema formado por homem, os tijolos e a plataforma em relação ao eixo vertical central da plataforma é de  $6,0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ . Se, ao mover os braços, o homem reduz o momento de inércia do sistema para  $2,0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ :

- determine a nova velocidade angular da plataforma;
- determine a razão entre a nova energia cinética do sistema e a energia cinética inicial.
- De onde vem a energia cinética adicional?

## Página 322 – Capítulo 11 | Rolamento, Torque e Momento Angular

45) Uma roda está girando livremente com uma velocidade angular de 800 rev/min em torno de um eixo cujo momento de inércia é desprezível. Uma segunda roda, inicialmente em repouso e com um momento de inércia duas vezes maior que a primeira, é acoplada à mesma haste.

- Qual é a velocidade angular da combinação resultante do eixo e as duas rodas?
- Que fração da energia cinética de rotação inicial é perdida?

47) Dois discos estão montados (como um carrossel) em rolamentos de baixo atrito do mesmo eixo e podem ser acoplados e girar como se fossem um só. O primeiro disco, com um momento de inércia de  $3,30 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$  em relação ao eixo central, é posto para girar no sentido anti-horário a 450 rev/min. O segundo disco, com um momento de inércia de  $6,60 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$  em relação ao eixo central, é posto para girar no sentido anti-horário a 900 rev/min. Em seguida, os discos são acoplados.

- Qual é a velocidade angular dos discos após o acoplamento?
- Se, em vez disso, o segundo disco é posto para girar a 900 rev/min no sentido horário, quais são a velocidade angular e o sentido de rotação dos discos após o acoplamento?

50) Uma barata de massa 0,17 kg corre no sentido anti-horário na borda de um disco circular de raio 15 cm e momento de inércia  $5,0 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ , montado em eixo vertical com atrito desprezível. A velocidade da barata (em relação ao chão) é de 2,0 m/s e o disco gira no sentido horário com uma velocidade angular  $\omega_0 = 2,8 \text{ rad/s}$ . A barata encontra uma migalha de pão na borda e, obviamente para.

- Qual é a velocidade angular do disco depois que a barata para?
- A energia mecânica é conservada quando a barata para?

53) Um disco de vinil horizontal de massa 0,10 kg e raio 0,10 m gira livremente em torno de um eixo vertical que passa pelo centro com uma velocidade angular de 4,7 rad/s. O momento de inércia do disco em relação ao eixo de rotação é  $5,0 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ . Um pedaço de massa de modelar de massa 0,020 kg cai verticalmente e gruda na borda do disco. Qual é a velocidade angular do disco imediatamente após a massa cair?