

# BCJ0204 – Fenômenos Mecânicos

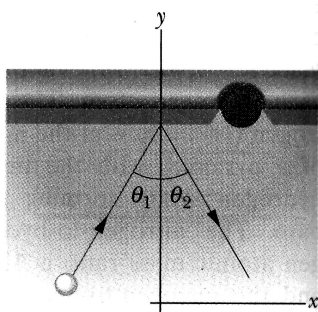
Terceiro quadrimestre letivo de 2018

Coordenador de Teoria: Maximiliano Ujevic Tonino

## Lista de Exercícios 5

### Momento Linear - Colisões - Centro de Massa

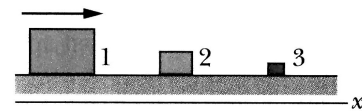
- Um homem de 91 kg está inicialmente em repouso sobre uma superfície de atrito desprezível e arremessa uma pedra de massa 68 g para longe de si, imprimindo na mesma uma velocidade de 4,0 m/s. Como resultado, qual a velocidade que o homem adquire?
- A figura abaixo dá uma vista superior da trajetória descrita por uma bola de bilhar de 0,165 kg quando ela bate na borda de uma mesa. O módulo da velocidade inicial é 2,00 m/s e o ângulo  $\theta_1$  é de  $30^\circ$ . A rebatida inverte a componente  $y$  da velocidade da bola mas não altera a componente  $x$ . Quais são (a) o ângulo  $\theta_2$  e (b) a variação no momento linear da bola em termos dos vetores unitários? (o fato de que a bola rola é irrelevante para o problema).



- Um vaso inicialmente em repouso na origem de um sistema de coordenadas  $xy$  explode em três pedaços. Imediatamente após a explosão, um pedaço, de massa  $m$ , se move com velocidade  $(-30 \text{ m/s}) \mathbf{i}$ , e um segundo pedaço, também de massa  $m$ , se move com velocidade  $(-30 \text{ m/s}) \mathbf{j}$ . O terceiro pedaço tem massa  $3m$ . Imediatamente após a explosão, quais são (a) o módulo e (b) o sentido da velocidade do terceiro pedaço?
- Um bloco de 5,0 kg com uma velocidade de 3,0 m/s colide com um bloco de 10 kg que tem uma velocidade de 2,00 m/s no mesmo sentido. Após a colisão, o bloco de 10 kg viaja no sentido original com uma velocidade de 2,5 m/s. (a) Qual é a velocidade do bloco de 5,0 kg após a colisão? (b) De quanto varia a energia cinética total do sistema dos dois blocos por causa da colisão? (c) Suponha, ao invés disso, que o bloco de 10 kg termina com uma velocidade de 4,0 m/s. Qual é, então, a variação

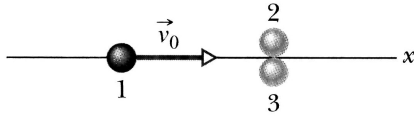
na energia cinética total? (d) Explique o resultado que você obteve em (c).

- Durante a madrugada, um carro de luxo, de massa total igual a 2400 kg, bate na traseira de um carro de massa total 1200 kg, que estava parado num sinal vermelho. O motorista do carro de luxo alega que o outro estava com as luzes apagadas, e que ele vinha reduzindo a marcha ao aproximar-se do sinal, estando a menos de 10 km/h quando o acidente ocorreu. A perícia constata que o carro de luxo arrastou o outro de uma distância igual a 10,5 m, e estima o coeficiente de atrito com a estrada no local do acidente em 0,6. Calcule a que velocidade o carro de luxo vinha realmente.
- Amplificador de velocidade.* Na figura, o bloco 1 de massa  $m_1$  desliza ao longo de um eixo  $x$  sobre um piso sem atrito com uma velocidade  $v_{1i} = 4,00 \text{ m/s}$ . Ele sofre, então, uma colisão elástica unidimensional com o bloco 2 de massa  $m_2 = m_1/2$  inicialmente em repouso. Em seguida, o bloco 2 sofre uma colisão elástica unidimensional com o bloco 3 de massa  $m_3 = m_2/2$  inicialmente em repouso. (a) Qual é a velocidade final do bloco 3? Comparados aos valores iniciais do bloco 1, (b) a velocidade, (c) a energia cinética e (d) o momento do bloco 3 são maiores, menores ou iguais?

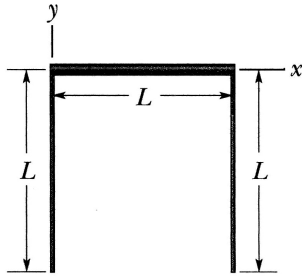


- Um elétron sofre uma colisão elástica unidimensional com um átomo de hidrogênio inicialmente em repouso. Que percentagem da energia cinética inicial do elétron é transferida para a energia cinética do átomo de hidrogênio? (A massa do átomo de hidrogênio é 1840 vezes a massa do elétron).
- As três bolas da figura são idênticas. As bolas 2 e 3 estão se tocando e alinhadas perpendicularmente à trajetória da bola 1. A velocidade da bola 1 tem módulo  $v_0 = 10 \text{ m/s}$  e está dirigida ao ponto de contato das bolas 2 e 3. Após a colisão, quais são (a) o módulo e (b) o sentido da velocidade da bola 2, (c) o módulo e (d) o sentido da velocidade da bola 3, e (e) o módulo e (f) o sentido da velocidade

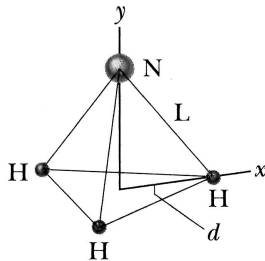
da bola 1? (*Sugestão:* Sem o atrito, cada impulso está dirigido ao longo da linha que conecta os centros das bolas envolvidas na colisão, normal às superfícies que se tocam.)



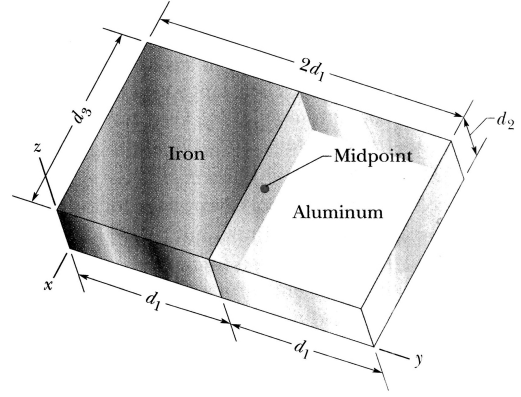
9. Na figura mostrada a seguir, três barras finas e uniformes, cada uma de comprimento  $L = 22$  cm, formam um U invertido. Cada barra vertical tem uma massa de 14 g; a barra horizontal tem massa de 42 g. Quais são (a) a coordenada de  $x$  e (b) a coordenada de  $y$  do centro de massa do sistema?



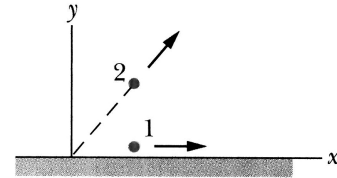
10. Na molécula de amônia ( $\text{NH}_3$ ) da figura mostrada a seguir, três átomos de hidrogênio (H) formam um triângulo equilátero, com o centro do triângulo a uma distância  $d = 9,40 \times 10^{-11}$  m de cada átomo de hidrogênio. O átomo de nitrogênio (N) está no ápice de uma pirâmide, com três átomos de hidrogênio formando a base. A razão entre as massas do nitrogênio e do hidrogênio é de 13,9 e a distância nitrogênio-hidrogênio é  $L = 10,14 \times 10^{-11}$  m. Quais são as coordenadas (a)  $x$  e (b)  $y$  do centro de massa da molécula?



11. A figura a seguir mostra uma placa composta com dimensões  $d_1 = 11,0$  cm;  $d_2 = 2,80$  cm e  $d_3 = 13,0$  cm. Metade da placa é constituída de alumínio (densidade =  $2,70 \text{ g/cm}^3$ ) e a outra metade de ferro (densidade =  $7,85 \text{ g/cm}^3$ ). Quais são (a) a coordenada  $x$ , (b) a coordenada  $y$  e (c) a coordenada  $z$  do centro de massa da placa?

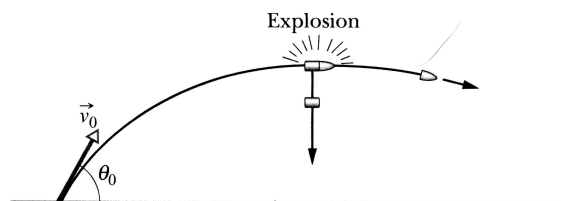


12. Dois patinadores, um com 65 kg de massa e o outro com 40 kg estão de pé em um ringue de patinação no gelo segurando uma vara de massa desprezível com 10 m de comprimento. Partindo das extremidades da vara, os patinadores se puxam ao longo da vara até se encontrarem. Qual é a distância percorrida pelo patinador de 40 kg?
13. Um automóvel de 1000 kg está em repouso em um semáforo. No instante em que a luz fica verde, o automóvel acelera constantemente a  $4 \text{ m/s}^2$ . No mesmo instante, um caminhão de 2000 kg, deslocando-se no mesmo sentido com velocidade constante de  $8,0 \text{ m/s}$  ultrapassa o automóvel. (a) Qual é a distância entre o CM do sistema carro-caminhão e o semáforo em  $t = 3,0 \text{ s}$ ? (b) Qual é a velocidade do CM neste instante?
14. Na figura abaixo, duas partículas são lançadas a partir da origem do sistema de coordenadas no instante  $t = 0$ . A partícula 1 de massa  $m_1 = 5,00 \text{ g}$  é atirada diretamente ao longo do eixo  $x$  (sobre um piso sem atrito), onde ela se move com uma velocidade constante de  $10,0 \text{ m/s}$ . A partícula 2 de massa  $m_2 = 3,00 \text{ g}$  é atirada com uma velocidade de módulo  $20,0 \text{ m/s}$ , em um ângulo para cima tal que ela se mantém sempre diretamente acima da partícula 1 durante seu voo. (a) Qual a altura máxima  $H_{\text{max}}$  alcançada pelo CM do sistema de duas partículas? Em termos dos vetores unitários, quais são (b) a velocidade e (c) a aceleração do CM quando este atinge a altura máxima  $H_{\text{max}}$ ?



15. Um canhão dispara um projétil com uma velocidade inicial  $v_0 = 20 \text{ m/s}$  em um ângulo  $\theta_0 = 60^\circ$  com a horizontal. No topo da trajetória, o projétil explode em dois fragmentos

de massas iguais (figura abaixo). Um fragmento, cuja velocidade imediatamente após a explosão é zero, cai verticalmente. Suponha que o terreno é nivelado e despreze a resistência do ar. A que distância do canhão cai o outro fragmento?



Respostas: **1.**  $3 \times 10^{-3}$  m/s. **2.** (a)  $\theta_1 = \theta_2$ ; (b)  $\Delta \mathbf{q} = -0,572 \text{ kg m/s } \mathbf{j}$ . **3.** (a) 14 m/s; (b)  $\theta = 45^\circ$ . **4.** (a) 2 m/s; (b)  $-1,25 \text{ J}$ ; (c) 40 J; (d) ganhou energia cinética, possível se teve alguma explosão na colisão. **5.** 60 km/h. **6.** (a)  $64/9$  m/s; (b) maior; (c) menor; (d) menor. **7.** 0,22%. **8.** (a) 6,93 m/s; (b)  $30^\circ$ ; (c) 6,93 m/s; (d)  $-30^\circ$ ; (e) 2; (f)  $180^\circ$ . **9.**  $x = 11 \text{ cm}$ ,  $y = 4,4 \text{ cm}$ . **10.**  $x = 0$ ,  $y = 3,13 \times 10^{-11} \text{ m}$ . **11.**  $x = -6,5 \text{ cm}$ ,  $y = 8,3 \text{ cm}$ ,  $z = 1,4 \text{ cm}$ . **12.** 6,20 m. **13.** (a) 22 m; (b) 9,3 m/s. **14.** (a)  $y = 5,74 \text{ m}$ ; (b)  $\mathbf{v} = 10 \text{ m/s } \mathbf{i}$ ; (c)  $\mathbf{a} = -3,68 \text{ m/s}^2 \mathbf{j}$ . **15.** 53 m.