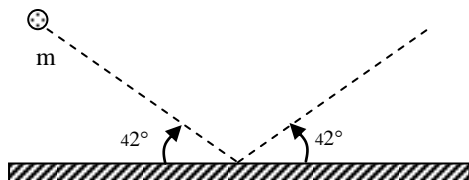


Quarta lista de exercícios

Quantidade de movimento linear

1) (RHK E 6.2) Um caminhão de 2000 kg, que trafega em direção ao norte a 40 km/h, vira para o leste e acelera para 50 km/h. Qual é a intensidade e a direção da variação da quantidade de movimento do caminhão?



2) (RHK E 6.3) Um objeto com 4,88 kg e velocidade 31,4 m/s atinge uma placa de aço a um ângulo de $42,0^\circ$ e ricocheteia com a mesma velocidade e o mesmo ângulo. Qual é a variação (intensidade e direção) da quantidade de movimento linear do objeto?

Impulso e quantidade de movimento

3) (RHK E 6.14) Um revólver de chumbinho atira 10 grãos por segundo à velocidade de 483 m/s, cada grão com 2,14 g de massa. Os grãos são parados por uma parede rígida. **a)** Determine o momento para cada grão. **b)** Calcule a força média exercida pelo fluxo de grãos sobre a parede. **c)** Se o tempo de contato de cada grão com a parede é 1,25 ms, qual é a força média que cada um exerce sobre ela? Por que este valor é muito diferente do resultado do item **b)**?

4) Um atirador, com um rifle de 2 kg apoiado ao ombro, dispara uma bala de 15 g, cuja velocidade na extremidade de saída do cano é 800 m/s.

a) Com que velocidade inicial a arma recua?; **b)** que impulso transmite ao ombro do atirador?

c) Se o recuo é absorvido pelo ombro em 0,05 s, qual é a força média exercida sobre ele?

5) O goleiro espalma a bola, com 0,4 kg de massa, que bate em sua mão vinda na direção horizontal a 80 km/h e retorna para o jogador que chutou a bola, horizontalmente e a 30 km/h. Nessa espalmada, a mão do goleiro recua 30 cm. Supondo constante a aceleração da bola durante a colisão, calcule a força na mão do goleiro.

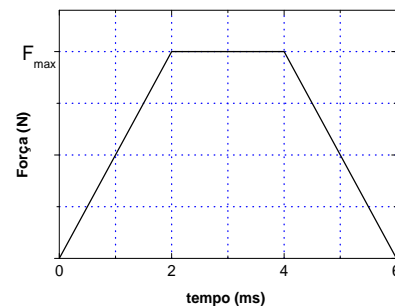
6) O goleiro espalma a bola, com 0,4 kg de massa, que bate em sua mão vinda na direção horizontal a 80 km/h e retorna para o jogador que chutou a bola, mas formando um ângulo de 30° com a horizontal e a 30 km/h. O contato com a mão do goleiro dura 0,05 s. Supondo constante a aceleração da bola durante a colisão, calcule a força na mão do goleiro.

7) Num jogo de piscina, uma bola bate em outra de mesma massa que estava inicialmente parada. Depois do choque, a primeira move-se a 3,50 m/s ao longo de uma linha que forma 60° com a direção inicial do seu movimento. A segunda adquire velocidade de 6,00 m/s. Aplicando a conservação da quantidade de movimento, determine: **a)** o ângulo entre a direção do movimento da segunda bola e a direção do movimento original da primeira; **b)** a velocidade inicial da primeira bola.

8) (RHK P 6.4) Sabe-se bem que as balas e outros projéteis lançados contra o Super-homem simplesmente rebatem no seu peito. Suponha que um bandido lance no peito do Super-homem uma saraivada de balas de 3 g à taxa de 100 balas por min, cada uma a 500 m/s de velocidade. Suponha também que as balas rebatem perpendicularmente, sem perda de velocidade. Mostre que a força média exercida pelo fluxo de balas no peito do Super-homem é de apenas 5 N.

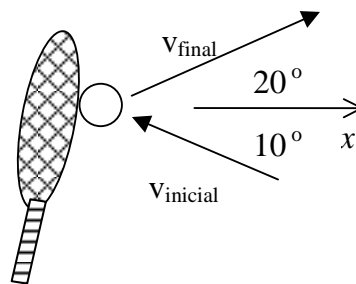
9) (RHK E 6.10) Duas partes de uma espaçonave são separadas fazendo explodir os pinos que as uniam. As massas das duas partes são 1200 kg e 1800 kg. O módulo do impulso transmitido a cada uma é 300 N·s. Qual é a velocidade relativa de afastamento das duas partes?

10) (RHK E 6.9) A figura ao lado é um gráfico aproximado da força exercida durante o choque de uma bola de tênis com uma parede, em função do tempo. A massa da bola é 58 g e sua velocidade inicial era 32 m/s, numa direção perpendicular à parede; ela recua com velocidade de mesmo módulo, perpendicularmente à parede. Calcule F_{\max} , o valor máximo do módulo da força de contato durante a colisão.



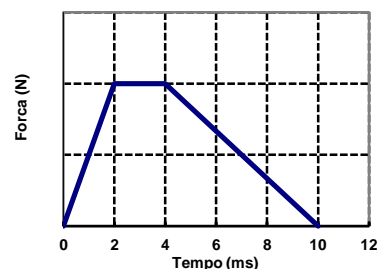
11) (RHK E 6.6 modificado) Um jogador lança uma bola de golfe com velocidade inicial de 50 m/s numa direção que forma 30° com a horizontal. Suponha que a massa da bola seja 50 g e que o taco transmita o impulso a bola num percurso de 3 cm. Calcule **a)** o impulso transmitido à bola, **b)** o impulso transmitido ao taco, **c)** a força média exercida na bola pelo taco.

12) Uma jogadora de tênis bate na bola com a raquete enquanto a bola ainda está subindo, conforme a figura ao lado. A velocidade da bola antes do impacto com a raquete tem módulo 15 m/s e, após o impacto, 22 m/s, nas direções mostradas na figura, onde o eixo x tem a direção horizontal. Se a bola de 60 g está em contato com a raquete por 0,05 s, determine a força média exercida pela raquete sobre a bola (módulo, direção e sentido).

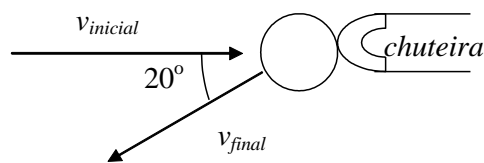


13) Numa mesa sem atrito, dois discos colidem. O módulo da força exercida durante o choque está representado no gráfico ao lado. A massa de cada disco é 30 g. Inicialmente um dos discos está parado e o outro possui uma velocidade igual a 7 m/s. Como consequência da colisão, o disco que estava parado saiu a 4 m/s numa direção perpendicular à velocidade inicial do outro disco. Lembrando que as quantidades físicas envolvidas são vetoriais, responda os itens abaixo.

- Determine o impulso (intensidade e direção) transmitido.
- Determine a velocidade e direção do disco que inicialmente estava em movimento.
- Calcule a variação do momento linear do disco que estava parado.
- Calcule a força média durante a colisão ($\Delta t = 10$ ms).
- A partir do gráfico, calcule o valor máximo da força durante a colisão.



14) A bola, com massa 0,4 kg, desliza pelo gramado com uma velocidade de 12 m/s antes de ser chutada. Imediatamente após o impacto, a bola move-se na direção mostrada na figura a 18 m/s, deslizando sobre o gramado. Se a chuteira fica em contato com a bola por 0,04 s, determine o módulo da força média e determine o ângulo formado pela força média com a direção da velocidade inicial. A figura ao lado ilustra as direções e sentidos das velocidades da bola sobre o gramado, numa vista do alto.



Conservação da quantidade de movimento

15) (RHK E 6.17) Um homem de 75,2 kg está dirigindo um carrinho de 38,6 kg que viaja à velocidade de 2,33 m/s. Ele salta do carrinho e ao interagir com o chão, a componente horizontal da sua velocidade é nula. Encontre a variação da velocidade do carrinho.

16) Uma bala de 5,0 g incide sobre um pêndulo balístico de massa igual a 2,0 kg com velocidade de 400 m/s, atravessa-o e emerge do outro lado a uma velocidade de 100 m/s. Calcule a velocidade do pêndulo logo após a bala atravessá-lo.

Colisões entre dois corpos

17) (RHK E 6.25) Dois objetos A e B se chocam. A massa de A é 2,0 kg e a de B é 3,0 kg. Suas velocidades antes da colisão eram respectivamente $\vec{v}_{iA} = 15\vec{i} + 30\vec{j}$ e $\vec{v}_{iB} = -10\vec{i} + 5\vec{j}$. Após a colisão, $\vec{v}_{fA} = -6\vec{i} + 30\vec{j}$. Todas as velocidades estão em m/s. Qual a velocidade final de B ?

18) Uma partícula A, de massa m e velocidade $3v_0\vec{i}$, colide com outra partícula B, em repouso, de massa $2m$. A primeira partícula é desviada de um ângulo θ_1 (com $\tan(\theta_1) = 2$) e muda a magnitude de sua velocidade para $\sqrt{5}v_0$. Determine:

a) a magnitude da velocidade da partícula B após a colisão; b) o ângulo θ_2 em que a partícula B emerge; c) o impulso recebido pela partícula A; d) o impulso recebido pela partícula B.

19) Um pequeno caminhão, com 3 toneladas de massa no total, viajando para o norte a 60 km/h, colide num cruzamento com um carro, cuja massa total é 1 tonelada e trafegava para leste a 90 km/h. Calcule em que direção e com que velocidade inicial o carro é arrastado pelo caminhão, supondo a colisão completamente inelástica.

20) (RHK P 6.12) Duas bolas A e B, de massas desconhecidas, se chocam. A está inicialmente em repouso e o módulo da velocidade de B é v . Depois do choque, B tem velocidade cujo módulo é $v/2$ e se move perpendicularmente à sua direção original. a) Determine a direção em que a bola A se move após a colisão. b) Você pode determinar a velocidade de A com a informação dada? Explique.

21) Em um acidente de trânsito, um carro de massa 2000 kg, trafegando rumo ao sul, colidiu, no meio de um cruzamento, com um caminhão de massa 6000 kg que trafegava para oeste. Os veículos se engancharam e derraparam para fora da estrada numa direção praticamente coincidente com a direção sudoeste. Uma testemunha do acidente afirmou que o caminhão havia entrado no cruzamento a 80 km/h. Você acredita nesta testemunha?

22) Um vagão de carga, cuja massa é $3,0 \times 10^4$ kg, está a 1,6 m/s quando bate em outro de $2,4 \times 10^4$ kg que se move a 1,0 m/s no mesmo sentido. Sabendo que os carros ficam engatados, calcule a velocidade dos vagões após a colisão.

23) Duas esferas de titânio se aproximam frontalmente uma da outra com velocidades de mesmo módulo e se chocam elasticamente. Após a colisão, uma das esferas, cuja massa é 300 g, permanece em repouso. Qual a massa da outra esfera?

Impulso e Referencial do Centro de Massa

24) Dois garotos, A e B, estão parados sobre seus skates em um piso horizontal, quando começam a puxar um ao outro por meio de uma corda de massa desprezível. Se 1,5 s após o início do movimento a velocidade do garoto é 2,3 m/s, responda às questões seguintes: a) Qual é, no mesmo instante (1,5 s após o início do movimento), a velocidade de B? b) Qual foi o impulso sofrido pelo garoto A? E pelo garoto B? c) Durante esse movimento qual foi a força média $\frac{\Delta p}{\Delta t}$, que agiu em cada garoto?

25) Os mesmos garotos em *skates* do problema anterior estão agora deslizando sobre o piso horizontal, ambos a 2,5 m/s, quando o garoto A dá um tranco na corda. Em consequência do puxão, a velocidade do garoto B cai para 1,25 m/s no mesmo sentido. a) Qual a nova velocidade do garoto A após o puxão? b) Qual o impulso sofrido por cada garoto? c) Quais as velocidades do centro de massa do sistema A+B, antes e depois do tranco? d) Qual o impulso sofrido pelo centro de massa?

26) Uma garota de 30 kg vem correndo e salta sobre seu *skate*, de 10 kg, inicialmente parado. Após o salto, o conjunto leva aproximadamente 4 s para percorrer uma distância de 12 m. Se nesse movimento podemos desprezar a perda de energia por atrito com o solo, responda às questões abaixo.

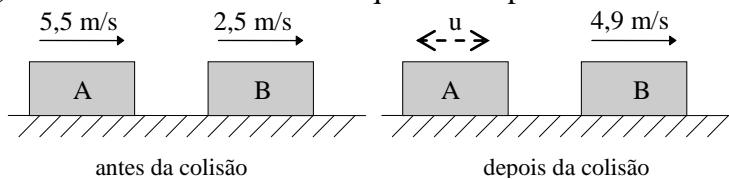
a) Qual a velocidade horizontal da garota ao saltar sobre o *skate*? b) Qual a velocidade do centro de massa do sistema antes e após a colisão? c) Quais as velocidades da garota e do *skate*, com relação ao centro de massa, antes e depois da colisão? d) Quais as quantidades de movimento de cada um, com relação ao centro de massa?

Colisões Elásticas e Inelásticas

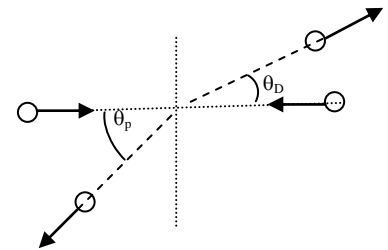
27) Em um jogo de bolinhas de gude, uma bolinha A colide com uma bolinha B que estava parada. Supondo um choque frontal e elástico, pode ocorrer apenas um dos seguintes resultados: a) a bolinha A recua e B caminha no sentido da velocidade inicial de A; b) a bolinha A pára e B caminha no sentido da velocidade inicial de A ou c) tanto A quanto B caminham no sentido da velocidade inicial de A. Para cada resultado, o que podemos concluir acerca da relação entre as massa m_A e m_B ?

28) Uma granada, de 400 g, é lançada do solo com uma velocidade de 20 m/s, inclinada 45° com relação à horizontal. Ao atingir o ponto mais alto da trajetória a granada explode em duas partes, sendo a menor com 100 g. Sabendo-se que esse pedaço menor desce verticalmente do ponto da explosão e que os dois pedaços batem no solo no mesmo instante. a) A que distância do ponto de lançamento caiu o outro pedaço? b) Qual a velocidade de cada pedaço ao atingir o solo?

29) (RHK E 6.20 re-escrito) Na figura abaixo, os blocos deslizam sem atrito. As massas de A e B são 1,6 e 2,4 kg, respectivamente. a) Calcule a velocidade do centro de massa. b) Qual a velocidade u do bloco A após a colisão? c) Calcule a velocidade de cada bloco em relação ao centro de massa após a colisão. d) A colisão é elástica? Justifique sua resposta.



30) Um próton de massa $m_p = 1,67 \times 10^{-27}$ kg e velocidade inicial 900 m/s sofre uma colisão com um núcleo de deutério com massa $2m_p$, que vinha em sua direção com uma velocidade de 300 m/s. O próton sofre então um recuo no ângulo $\theta_p = 45^\circ$ enquanto o deutério é espalhado em um ângulo $\theta_D = \text{tg}^{-1}(0,5)$, como mostra a figura.



a) Calcule a velocidade das partículas após a colisão.
b) Calcule os impulsos (vetores) sofridos pelo próton e pelo deutério, $\mathbf{I} = \Delta \mathbf{p}$.

31) Um núcleo de massa $2m$ e velocidade \vec{v} colide com um núcleo estacionário de massa $10m$. Após a colisão, observa-se que o núcleo de massa $2m$ tem uma velocidade \vec{v}_1 cuja direção é perpendicular à que ele tinha antes da colisão e o núcleo de massa $10m$ tem velocidade \vec{v}_2 cuja direção faz um ângulo θ com a direção de \vec{v} tal que $\text{sen } \theta = 3/5$. Quais as magnitudes de \vec{v}_1 e \vec{v}_2 ?