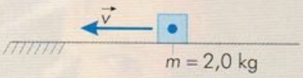
Impulso e quantidade de movimento.

Exercícios Propostos

3. Uma partícula de massa 2,0 kg possui, em certo instante, velocidade $\vec{v}$, de direção horizontal, sentido da direita para a esquerda e módulo de 20 m/s. Caracterize, nesse instante, o vetor quantidade de movimento da partícula.

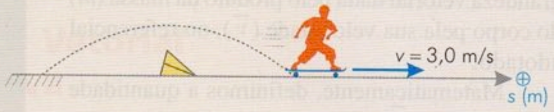


4. (UNESP) Um objeto de 0,5 kg de massa está se deslocando ao longo de uma trajetória retilínea com aceleração constante de módulo igual a 0,30 m/s². Se o objeto partiu do repouso, o módulo da sua quantidade de movimento, em kg · m/s, ao fim de 8,0 s, é:

a) 0,80 b) 1,2 c) 1,6 d) 2,0 e) 2,4

5. Um pequeno corpo de 3,0 kg de massa realiza um movimento uniformemente variado, cujas posições obedecem à função horária $s = 4{,}0 + 3{,}0t + 2{,}0t^2$, para os espaços medidos em metros e os instantes em segundos. Determine, em kg · m/s, o módulo da quantidade de movimento do corpo no instante $t = 4{,}0$ s.

6. (FUVEST – SP) Um menino de 40 kg de massa está sobre um *skate* que se move com velocidade constante de 3,0 m/s numa trajetória retilínea horizontal. Defronte de um obstáculo, ele salta e após 1,0 s cai sobre o *skate*, que durante todo o tempo mantém a velocidade de 3,0 m/s.



Desprezando eventuais forças de atrito, determine, em unidades SI:

a) a altura que o menino atingiu no seu salto, tomando como referencial base o solo;

b) a quantidade de movimento do menino no ponto mais alto de sua trajetória.

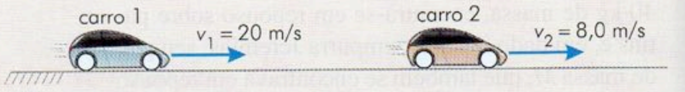
7. Duas partículas, *A* e *B*, de massas iguais a $m_A = 6$ kg e $m_B = 4$ kg, estão em movimento sobre uma superfície horizontal perfeitamente lisa, com velocidades escalares de módulos respectivamente iguais a $v_A = 10$ m/s e $v_B = 8$ m/s. Determine a quantidade de movimento do sistema formado pelas partículas *A* e *B*, quando

a) elas se movimentarem na mesma direção e sentido;

b) elas se movimentarem na mesma direção, porém em sentidos opostos;

c) seus movimentos forem mutuamente perpendiculares.

21. Dois pequenos carrinhos, 1 e 2, têm 4,0 kg de massa cada um e deslocam-se sobre uma mesma trajetória retilínea com velocidades constantes cujos módulos estão indicados na figura ao lado. Determine, em unidades SI:

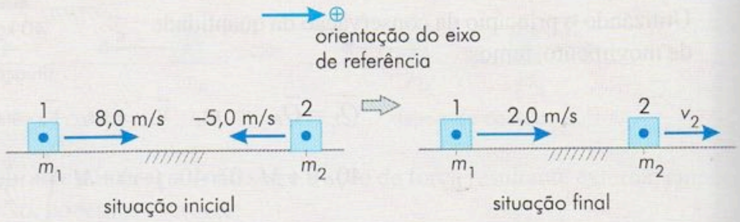


a) o módulo da quantidade de movimento inicial do sistema constituído pelos dois carrinhos;

b) o módulo da quantidade de movimento do sistema constituído pelos dois carrinhos, imediatamente após colidirem;

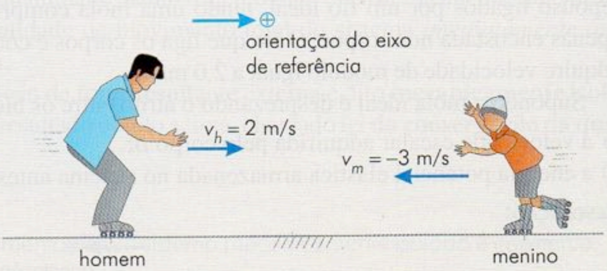
c) a velocidade escalar dos carrinhos imediatamente após a colisão, se eles se mantiverem juntos.

22. Duas partículas, 1 e 2, de massas $m_1 = 6{,}0$ kg e $m_2 = 4{,}0$ kg, deslocam-se em uma mesma trajetória retilínea em sentidos opostos, com velocidades de módulos respectivamente iguais a 8,0 m/s e 5,0 m/s. As partículas se chocam e, imediatamente após a colisão, a partícula 1 passa a deslocar-se com velocidade de módulo igual a 2,0 m/s. Determine, em m/s, o módulo da velocidade escalar da partícula 2, imediatamente após a colisão.



23. Com base nos dados da situação do exercício 22, calcule, em joules, a quantidade de energia que foi dissipada pelo sistema durante a colisão entre as partículas.

24. Um homem e um menino movimentam-se com patins, em uma mesma linha, em sentidos opostos. O homem desloca-se com velocidade de módulo igual a 2 m/s; o menino, com velocidade de módulo igual a 3 m/s. Ao se encontrarem, eles se abraçam. A massa do menino é 40 kg e a do homem, 60 kg. O que acontece com o movimento dos dois no momento do abraço?



25. Um automóvel, de 900 kg de massa e velocidade escalar de 36 km/h, é atingido na traseira por um caminhão com massa de 2.100 kg e com velocidade escalar de 72 km/h. Devido ao choque, o caminhão reduz sua velocidade para 54 km/h. Determine, em km/h, a velocidade escalar do automóvel imediatamente após a colisão.

Exercícios Propostos

10. (PAS – UnB – DF) Durante uma partida de futebol, conhecimentos de Física podem explicar alguns lances. Com base em seus conhecimentos, julgue a veracidade dos itens a seguir.

(1) Na cobrança de um pênalti, o jogador altera a quantidade de movimento da bola, que, por sua vez, é novamente alterada quando o goleiro faz a defesa.

(2) A força que o jogador exerce sobre a bola, ao chutá-la, tem intensidade maior do que a intensidade da força que a bola exerce sobre o pé do jogador.

(3) Se, em determinado lance da partida, a bola cai verticalmente, de uma altura razoável, a força com que ela interage com o chão terá módulo igual ao do seu peso.

(4) Suponha que, após uma falta mal batida, a bola caia no fosso do estádio, que está cheio de água, e fique flutuando, sem oscilar nem girar. Nessa condição, a bola estará em equilíbrio.

11. (UnB – DF) Dirigir em alta velocidade é mais perigoso em dias chuvosos, mesmo quando o automóvel se encontra em excelente estado de conservação. Julgue os itens a seguir.

(1) Em uma freada brusca, o uso do cinto de segurança é de vital importância porque ele impede que a quantidade de movimento do motorista seja alterada.

(2) Se, após entrar em uma curva de uma estrada, a resultante das forças sobre o carro tornar-se nula, a sua quantidade de movimento variará em direção e sentido e, portanto, o carro será capaz de fazer a curva.

(3) Na arrancada, a força resultante aplicada ao carro pelo chão é responsável pela variação de sua energia cinética.

12. (UnB – DF) Em geral, os trapezistas de um circo são protegidos por redes para ampará-los em caso de uma eventual queda. Com relação aos movimentos de um trapezista, e considerando a aceleração da gravidade com módulo igual a 10 m/s², julgue os itens a seguir.

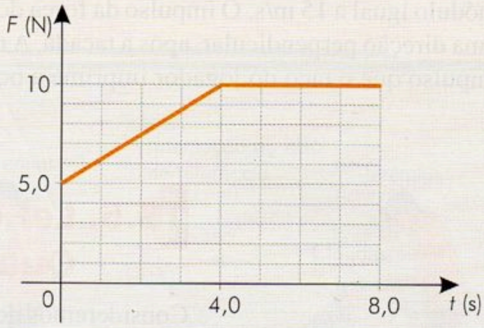
(1) Em uma queda, o trapezista adquire uma certa quantidade de movimento que é eliminada pelo impulso exercido pela rede de proteção, no ponto mais baixo da queda.

(2) No caso de uma queda, o solo exerceria um impulso sobre o trapezista de módulo maior que o do impulso exercido pela rede sobre ele. Por esse motivo, se o trapezista cair diretamente sobre o solo, pode sofrer um acidente fatal.

(3) Em uma queda sobre uma rede de proteção ou diretamente sobre o solo, a interação do trapezista com a rede é mais demorada. Dessa forma, o tempo decorrido para que a ação dessa força de contato torne a quantidade de movimento nula é muito maior na queda sobre a rede do que sobre o solo.

13. Um jogador de vôlei, ao sacar uma bola de 400 g de massa, aplica-lhe uma força média de intensidade igual a $1{,}0 \cdot 10^2$ N, durante um intervalo de tempo de $1{,}6 \cdot 10^{-1}$ s. Calcule, em m/s, o módulo da velocidade da bola imediatamente após a aplicação dessa força.

14. O diagrama a seguir mostra a intensidade de uma força resultante $\vec{F}$ de direção constante aplicada a uma partícula de massa $m = 3{,}5$ kg, que se encontrava inicialmente em repouso, em função do tempo.

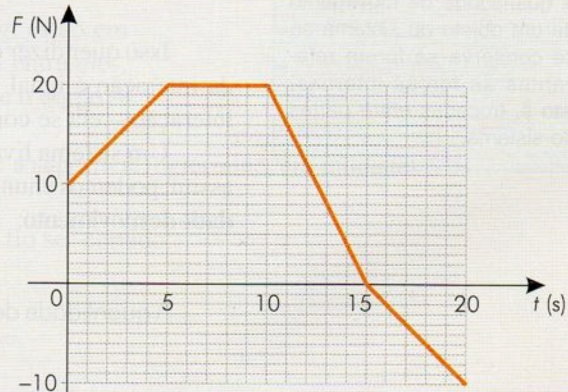


Determine, em unidades SI:

a) a intensidade do impulso da força $\vec{F}$ entre os instantes $t_0 = 0$ e $t = 8{,}0$ s;

b) o módulo da velocidade da partícula no instante $t = 8{,}0$ s.

15. Uma partícula de massa 2,0 kg movimenta-se com velocidade constante de 5,0 m/s. A partir de dado instante $t_0 = 0$, passa a atuar sobre essa partícula uma força $\vec{F}$, de direção constante, paralela ao deslocamento e cuja intensidade varia com o tempo, de acordo com o gráfico a seguir.



Desprezando a resistência do ar, determine, em m/s, o módulo da velocidade escalar da partícula nos instantes $t_1 = 10$ s, $t_2 = 15$ s e $t_3 = 20$ s.

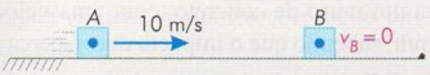
16. Um pequeno corpo com 5 kg de massa descreve um movimento retilíneo, em um referencial, de acordo com a função horária do espaço $s = 2t + 4t^2$. Determine, em unidades SI, a intensidade do impulso da força resultante que acelera esse corpo no intervalo de tempo de $t_0 = 0$ a $t = 10$ s.

30. Um bloco de madeira com 10 kg de massa repousa sobre uma superfície horizontal sem atrito e é atingido por um projétil de 10 g de massa com velocidade escalar de 200 m/s. No impacto, o projétil aloja-se no bloco. Determine:

a) o tipo de choque;
b) a velocidade do bloco após o impacto, em m/s;
c) a perda de energia cinética durante o choque, em joules.

31. Uma esfera *A*, de massa 2,0 kg e velocidade escalar de 10 m/s, choca-se frontalmente com outra esfera *B*, de massa 3,0 kg e velocidade escalar de 5,0 m/s, que se deslocava em sentido contrário. Sabendo que o coeficiente de restituição desse choque vale $\frac{1}{5}$, determine, em m/s, os módulos das velocidades das esferas após a colisão.

32. A figura a seguir mostra o corpo *A*, de massa 6,0 kg e velocidade de módulo 10 m/s, chocando-se com o corpo *B*, de massa 8,0 kg, inicialmente em repouso. Sendo o choque perfeitamente elástico, determine, em m/s, os módulos das velocidades dos corpos *A* e *B* após a colisão.



Respostas:

3. A quantidade de movimento da partícula tem, no instante em estudo, módulo igual a 40 kg · m/s na direção horizontal (a mesma de $\vec{v}$) e sentido da direita para a esquerda (o mesmo de $\vec{v}$).

4. b

5. 57 kg · m/s

6. a) 1,25 m b) 120 kg · m/s

7. a) 92 kg · m/s c) 68 kg · m/s
b) 28 kg · m/s

10. C; E; E; C

11. E; E; C

12. E; E; C

13. 40 m/s

14. a) 70 N · s b) 20 m/s

15. v_{10} = 92,5 m/s; v_{15} = 117,5 m/s; v_{20} = 105 m/s

16. 400 N · s

17. a) 0,35 kg · m/s b) 35 N

18. 2,5 N · s

21. a) 112 kg · m/s c) 14 m/s
b) 112 kg · m/s

22. 4,0 m/s

23. 198 J

24. Após o abraço, os dois permanecem em repouso, ou seja, a velocidade final do sistema tem módulo igual a zero.

25. 78 km/h

26. a) 6 kg · m/s b) 7,5 kg · m/s

29. a) 0,60
b) 0,6 (choque parcialmente elástico)

30. a) choque perfeitamente inelástico
b) $\cong$ 0,2 m/s
c) 199,98 J

31. $|\vec{v}_{A'}|$ = 2,0 m/s; $|\vec{v}_{B'}|$ = 1,0 m/s

32. $|\vec{v}_A| = \frac{10}{7{,}0}$ m/s $\cong$ 1,43 m/s e

$|\vec{v}_B| = \frac{60}{7{,}0}$ m/s $\cong$ 8,57 m/s

15 Quantidade de Movimento e Impulso de uma Força

Resolução dos Exercícios Propostos e Complementares

Exercícios Propostos

3) Cálculo da intensidade de $\vec{Q}$:

$|\vec{Q}| = m \times |\vec{v}| = 2{,}0 \times 20 = 40 \text{ kg} \times \text{m/s}$

A quantidade de movimento da partícula tem, no instante em estudo, módulo igual a 40 kg × m/s, na direção horizontal e sentido da direita para a esquerda.

4) **b).** $v = v_0 + 0t \Rightarrow v = 0 + 0{,}30 \times (8{,}0)$

$v = 2{,}4 \text{ m/s}$

$|\vec{Q}| = m \times |\vec{v}| \Rightarrow |\vec{Q}| = 0{,}5 \times 2{,}4$

$|\vec{Q}| = 1{,}2 \text{ kg} \times \text{m/s}$

5) $s = 4{,}0 + 3{,}0t + 2{,}0t^2$

$v = v_0 + a \times t \Rightarrow v = 3{,}0 + 4{,}0t$

Para $t = 4{,}0$ s, temos:

$v = 3{,}0 + 4{,}0 \times (4{,}0)$

$v = 19 \text{ m/s}$

$|\vec{Q}| = m \times |\vec{v}| \Rightarrow |\vec{Q}| = 3{,}0 \times 19$

$\mathbf{|\vec{Q}| = 57 \text{ kg} \times \text{m/s}}$

6) a) No ponto mais alto da trajetória, temos velocidade vertical nula. Assim:

$v_y = v_{0y} + a \times t \Rightarrow 0 = v_{0y} + (-10) \times 0{,}5$

$v_{0y} = 5 \text{ m/s}$

$$s = s_0 + v_{0y} \times t + \frac{1}{2} a \times t^2$$

$$\Delta s = H_{máx.} = 5 \times (0{,}5) + \frac{1}{2} \times (-10) \times (0{,}5)^2$$

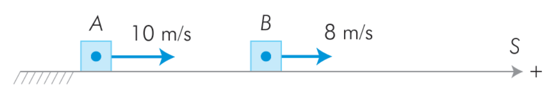
$H_{máx.} = 2{,}5 - 1{,}25 = \mathbf{1{,}25 \text{ m}}$

b) Como não há forças dissipativas, temos que a velocidade horizontal é constante durante todo o percurso. Assim:

$|\vec{Q}| = m \times |\vec{v_x}|$

$|\vec{Q}| = 40 \times 3{,}0 \Rightarrow \mathbf{|\vec{Q}| = 120 \text{ kg} \times \text{m/s}}$

7) a)

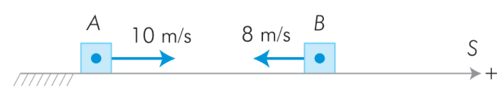


$Q_s = Q_A + Q_B \Rightarrow Q_s = m_A \times v_A + m_B \times v_B$

$Q_s = 6 \times 10 + 4 \times 8 \Rightarrow Q_s = 60 + 32$

$\mathbf{Q_s = 92 \text{ kg} \times \text{m/s}}$

b)

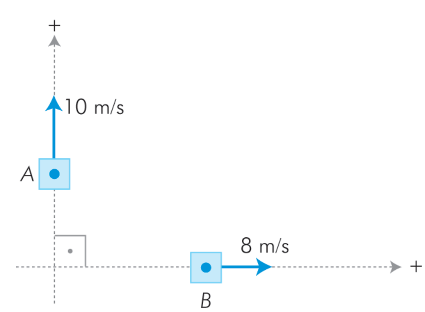


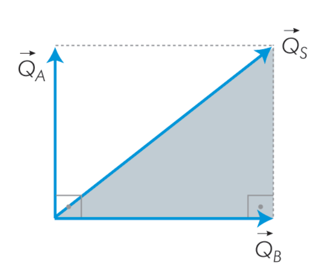
$Q_s = Q_A - Q_B \Rightarrow Q_A = m_A \times v_A - m_B \times v_B$

$Q_s = 6 \times 10 - 4 \times 8 \Rightarrow Q_s = 60 - 32$

$\mathbf{Q_s = 28 \text{ kg} \times \text{m/s}}$

c)





$Q_s^2 = Q_A^2 = Q_B^2$

$Q_s^2 = (m_A \times v_A)^2 + (m_B \times v_B)^2$

$Q_s^2 = (6 \times 10)^2 + (4 \times 8)^2$

$Q_s^2 = 60^2 + 32^2 \Rightarrow Q_s = \sqrt{4.624}$

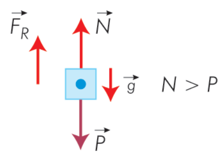
$\mathbf{Q_s = 68 \text{ kg} \times \text{m/s}}$

10) (1) C; (2) E; (3) E; (4) C

(1) O impulso gerado pela força que o jogador exerce na bola provoca variação na sua quantidade de movimento. Idem para o goleiro.

(2) As duas forças citadas formam um par ação e reação, ou seja, são forças que têm mesma intensidade.

(3) Existe uma força resultante para cima que deve desacelerar a bola. Essa força tem de ter intensidade maior que a força peso.



(4) Como a quantidade de movimento permanece constante, temos que o impulso sobre a bola é nulo e, consequentemente, a força resultante sobre ela também é nula.

11) (1) E; (2) E; (3) C

(1) O cinto de segurança freia o corpo da pessoa juntamente com o carro, gerando uma variação na sua quantidade de movimento.

(2) Sendo $F_R = 0$, temos $I_{F_R} = 0$ e, consequentemente, $\Delta Q = 0$, o que impede o carro de fazer a curva.

12) (1) E; (2) E; (3) C

(1) O que faz com que a quantidade de movimento seja igual a zero no ponto mais baixo da rede é a força resultante entre a força peso e a força de contato entre a rede e o trapezista.
O impulso da força resultante provoca variação na quantidade de movimento do trapezista.

(2) Como ambos sofrem a mesma variação na quantidade de movimento, temos que seus impulsos são idênticos.

(3) $\vec{I}_{F_R} = \Delta\vec{Q} \Rightarrow \vec{F} \times \Delta t = \vec{Q}_F - \vec{Q}_I$

$\vec{F}_R \times \Delta t = -\vec{Q}_I$

Quanto maior Δt, menor é a força $\vec{F}_R$ que atua no trapezista.

13) $\vec{I}_{F_R} = \Delta\vec{Q} \therefore |\vec{I}_{F_R}| = |\Delta\vec{Q}|$

$F \times \Delta t = m \times v - m \times v_0$

$1{,}0 \times 10^2 \times 1{,}6 \times 10^{-1} = 4{,}00 \times 10^{-1} v$

$\dfrac{1{,}6 \times 10^1}{4{,}00 \times 10^{-1}} = v \therefore v = 0{,}40 \times 10^2$

$\boldsymbol{v = 40\ \text{m/s}}$

14) a) $I_F \overset{N}{=} área_{(F \times t)}$

$I_F = \dfrac{(10 + 5{,}0) \times 4{,}0}{2} + 4{,}0 \times 10$

$I_F = 30 + 40 \Rightarrow \boldsymbol{I_F = 70\ \text{N} \times \text{s}}$

b) $I_F = \Delta Q \Rightarrow I_F = m \times v - m \times v_0$

$70 = 3{,}5v \Rightarrow \boldsymbol{v = 20\ \text{m/s}}$

15) $I_F^{0\to10\,s} \overset{N}{=} área_{(F \times t)}$

$\Delta Q \overset{N}{=} área_{(F \times t)}$

$m \times v_{10} - m \times v_0 \overset{N}{=} área_{(F \times t)}$

$2{,}0v_{10} - 2{,}0 \times (5{,}0) = \dfrac{(20 + 10) \times 5}{2} + 5 \times 20$

$2{,}0v_{10} - 10 = 75 + 100$

$2{,}0v_{10} = 185 \Rightarrow \boldsymbol{v_{10} = 92{,}5\ \text{m/s}}$

$I_F^{10\to15\,s} \overset{N}{=} área_{(F \times t)}$

$\Delta Q \overset{N}{=} área_{(F \times t)}$

$m \times v_{15} - m \times v_{10} \overset{N}{=} área_{(F \times t)}$

$2{,}0v_{15} - 2{,}0 \times 92{,}5 = \dfrac{5 \times 20}{2}$

$2{,}0v_{15} = 50 + 185$

$\boldsymbol{v_{15} = 117{,}5\ \text{m/s}}$

$I_F^{15\to20\,s} \overset{N}{=} área_{(F \times t)}$

$\Delta Q \overset{N}{=} área_{(F \times t)}$

$m \times v_{20} - m \times v_{15} \overset{N}{=} área_{(F \times t)}$

$2{,}0v_{20} - 2{,}0 \times 117{,}5 = \dfrac{-10 \times 5}{2}$

$2{,}0v_{20} = -25 + 235 \Rightarrow \boldsymbol{v_{20} = 105\ \text{m/s}}$

16) $s = 2t + 4t^2$

$v = v_0 + a \times t \Rightarrow v = 2 + 8t$

Para $t = 0 \Rightarrow v_0 = 2$ m/s

Para $t = 10$ s $\Rightarrow v = 82$ m/s

$I_{F_R} = \Delta Q \Rightarrow I_{F_R} = m \times v - m \times v_0$

$I_{F_R} = 5 \times 82 - 5 \times 2$

$I_{F_R} = 410 - 10 \Rightarrow \boldsymbol{I_{F_R} = 400\ \text{N} \times \text{s}}$

17)

a) $\Delta Q = Q - Q' \Rightarrow \Delta Q = m \times v - m \times v'$

$\Delta Q = 0{,}100 \times (-2) - 0{,}100 \times (1{,}5)$

$\Delta Q = -0{,}200 - 0{,}150$

$\Delta Q = -0{,}35$

$\boldsymbol{|\Delta Q| = 0{,}35\ \text{kg} \times \text{m/s}}$

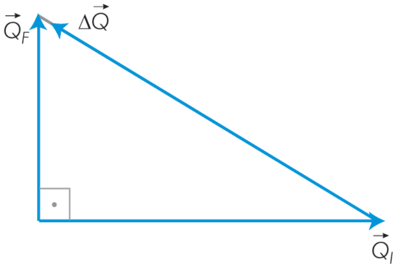
b) $|I_{F_R}| = |\Delta Q|$

$F_R \times \Delta t = 0{,}35$

$F \times 10 \times 10^{-3} = 0{,}35$

$\boldsymbol{F = 35\ \text{N}}$

18)



$\Delta\vec{Q} = \vec{Q}_F - \vec{Q}_I$

$\vec{Q}_F = \Delta\vec{Q} + \vec{Q}_I$

$|\Delta\vec{Q}|^2 = |\vec{Q}_I|^2 + |\vec{Q}_F|^2$

$|\Delta\vec{Q}|^2 = |m \times v_0|^2 + |m \times v_F|^2$

$|\Delta\vec{Q}|^2 = |0{,}10 \times 15|^2 + |0{,}10 \times 20|^2$

$|\Delta\vec{Q}|^2 = 2{,}25 + 4{,}0 \Rightarrow |\Delta\vec{Q}| = \sqrt{6{,}25}$

$|\Delta\vec{Q}| = 2{,}5\ \text{kg} \times \text{m/s}$

Como $\vec{I}_{FR} = \Delta\vec{Q} \Rightarrow |\vec{I}_{FR}| = |\Delta\vec{Q}|$

$\therefore\ \mathbf{|\vec{I}_{FR}| = 2{,}5\ N \times s}$

21) a) $Q_{0(1)} = m_1 \times v_1 = 4{,}0 \times 20 = 80\ \text{kg} \times \text{m/s}$

$Q_{0(2)} = m_2 \times v_2 = 4{,}0 \times 8{,}0 = 32\ \text{kg} \times \text{m/s}$

$Q_{0(s)} = Q_{0(1)} + Q_{0(2)}$

$Q_{0(s)} = 80 + 32 \Rightarrow \mathbf{Q_{0(s)} = 112\ kg \times m/s}$

b) Pelo Princípio da conservação da quantidade de movimento, temos que:

$Q_{(s)} = Q_{0(s)} \Rightarrow \mathbf{Q_{(s)} = 112\ kg \times m/s}$

c) Como ambos permanecem juntos, temos que $v'_{C(2)} = v'_{C(1)} = v'$

$Q = Q'_1 + Q'_2$

$Q = m_1 \times v'_{C1} + m_2 \times v'_{C2}$

$112 = 4{,}0v' + 4{,}0v'$

$8{,}0v_1 = 112 \Rightarrow v' = 14\ \text{m/s}$

$\mathbf{v'_{C1} = v'_{C2} = 14\ m/s}$

22) Pelo Princípio da conservação da quantidade de movimento temos:

$\vec{Q}_{(I)} = \vec{Q}_{(F)} \Rightarrow$

$m_1 \times \vec{v}_1 + m_2 \times \vec{v}_2 = m_1 \times \vec{v}'_1 + m_2 \times \vec{v}'_2$

$6{,}0 \times 8{,}0 + 4{,}0 \times (-5{,}0) = 6{,}0 \times (2{,}0) + 4{,}0 \times v'_2$

$48 - 20 = 12 + 4{,}0 \times v'_2$

$\mathbf{v'_2 = 4{,}0\ m/s}$

Resposta: a velocidade da partícula 2, imediatamente após a colisão, tem módulo igual a 4,0 m/s.

23) (I) $E_{M(I)} = E_{C(1)} + E_{C(2)}$

$E_{M(I)} = \dfrac{m_1 \times v_1^2}{2} + \dfrac{m_2 \times v_2^2}{2}$

$E_{M(I)} = \dfrac{6{,}0 \times (8{,}0)^2}{2} + \dfrac{4{,}0 \times (-5{,}0)^2}{2}$

$E_{M(I)} = 192 + 50 = 242\ \text{J}$

(II) $E_{M(F)} = E'_{C(1)} + E'_{C(2)}$

$E_{M(F)} = \dfrac{m_1 \times (v'_1)^2}{2} + \dfrac{m_2 \times (v'_2)^2}{2}$

$E_{M(F)} = \dfrac{6{,}0 \times (2{,}0)^2}{2} + \dfrac{4{,}0 \times (4{,}0)^2}{2}$

$E_{M(F)} = 12 + 32 = 44\ \text{J}$

(III) $E_{dissipada} = E_{M(I)} - E_{M(F)}$

$E_{dissipada} = 242 - 44$

$\mathbf{E_{dissipada} = 198\ J}$

Resposta: a energia dissipada pelo sistema durante a colisão entre partículas é igual a 198 J.

24) Pelo Princípio da conservação da quantidade de movimento, temos:

$\vec{Q}_{0(s)} = \vec{Q}_{F(s)}$

$m_m \times \vec{v}_{m(0)} + m_h \times \vec{v}_{h(0)} = m_m \times \vec{v}_{m(F)} + m_h \times \vec{v}_{h(F)}$

$40 \times (-3) + 60 \times (2) = 40v_{m(F)} + 60v_{h(F)}$

$-120 + 120 = 40v_{m(F)} + 60v_{h(F)}$

$40v_{m(F)} + 60v_{h(F)} = 0$

No abraço, $v_{m(F)} = v_{h(F)} = v$. Então:

$40v + 60v = 0 \therefore v = 0$

Conclusão: **ambos ficam em repouso**.

25) Pelo Princípio da conservação da quantidade de movimento, temos:

$\vec{Q}_I = \vec{Q}_F$

$m_c \times \vec{v}_{(I)c} + m_a \times \vec{v}_{(I)a} = m_c \times \vec{v}_{F(c)} + m_a \times \vec{v}_{F(a)}$

$2.100 \times 20 + 900 \times 10 = 2.100 \times 15 + 900v_{F(a)}$

$42.000 + 9.000 = 31.5000 + 900v_{F(a)}$

$v_{F(a)} = 21{,}7\ \text{m/s} = $ **78 km/h**

26) a) $Q_{s(1)} = m_A \times v_A + m_B \times v_B$

$Q_{s(1)} = 0{,}5 \times 4 + 1{,}0 \times 4$

$\mathbf{Q_{s(1)} = 6\ kg \times m/s}$

b) $Q_{s(A)} = m_A \times v'_A + m_B \times v'_B$

$Q_{s(A)} = 0{,}5 \times 3 + 1{,}0 \times 6$

$\mathbf{Q_{s(A)} = 7{,}5\ kg \times m/s}$

29) a) Pelo Princípio da conservação da quantidade de movimento, temos:

$\vec{Q}_{s(I)} = \vec{Q}_{s(F)}$

$m_A \times \vec{v}_A + m_B \times \vec{v}_B = m_A \times \vec{v}'_A + m_B \times \vec{v}'_B$

$m_A \times (8{,}0) + m_B \times (-2{,}0) = m_A \times (-2{,}0) + m_B \times (4{,}0)$

$8{,}0m_A + 2{,}0m_A = 4{,}0m_B + 2{,}0m_B$

$10m_A = 6{,}0m_B$

$\mathbf{\dfrac{m_A}{m_B} = \dfrac{3{,}0}{5{,}0} = 0{,}60}$

b) $e = \dfrac{v'_A - v'_B}{v_B - v_A}$

$e = \dfrac{-2{,}0 - 4{,}0}{-2{,}0 - 8{,}0}$

$e = \dfrac{-6{,}0}{-10} = \dfrac{3{,}0}{5{,}0}$ **= 0,6 (choque parcialmente elástico)**

30) a) $e = \dfrac{v'_A - v'_B}{v_B - v_A}$

Como $v'_A = v'_B$, temos que $e = 0$; portanto, o choque é perfeitamente inelástico.

b) Pelo princípio da conservação da quantidade de movimento, temos:

$\vec{Q}_{s(I)} = \vec{Q}_{s(F)}$

$m_A \times \vec{v}_A + m_B \times \vec{v}_B = m_A \times \vec{v}'_A + m_B \times \vec{v}'_B$

Obs.: com $v'_A = v'_B = v$

$10 \times (0) + 0{,}010 \times 200 = (10 + 0{,}010) \times v$

$\dfrac{2{,}00}{10{,}01} = v \therefore$ $\mathbf{v \cong 0{,}2\ m/s}$

c) $E_{M(I)} = \dfrac{m \times v_0^2}{2} = \dfrac{10^{-2} \times (2 \times 10^2)^2}{2} = 200\ J$

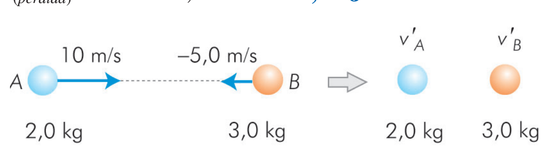
$E_{M(F)} = \dfrac{(m + m) \times v_F^2}{2}$

$E_{M(F)} = \dfrac{(10 + 0{,}01) \times (0{,}2)^2}{2}$

$E_{M(F)} = 0{,}2002\ J$

$E_{(perdida)} = 200 - 0{,}2002 =$ **199,98 J**

31)



$\vec{Q}_{s(I)} = \vec{Q}_{s(F)}$

$m_A \times \vec{v}_A + m_B \times \vec{v}_B = m_A \times \vec{v}'_A + m_B \times \vec{v}'_B$

$2{,}0 \times 10 + 3{,}0 \times (-5{,}0) = 2{,}0v'_A + 3{,}0v'_B$

$20 - 15 = 2{,}0v'_A + 3{,}0v'_B$

$2{,}0v'_A + 3{,}0v'_B = 5{,}0$

$e = \dfrac{v'_A - v'_B}{v_B - v_A} \Rightarrow \dfrac{1}{5} = \dfrac{v'_A - v'_B}{-5{,}0 - 10}$

$v'_A - v'_B = -3{,}0$

$2{,}0v'_A + 3{,}0v'_B = 5{,}0$

$3{,}0v'_A - 3{,}0v'_B = -15$

$5{,}0v'_A = -10$

$\mathbf{v'_A = -2{,}0\ m/s}$

$v'_A - v'_B = -3{,}0$

$-2{,}0 - v'_B = -3{,}0 \Rightarrow$ $\mathbf{v'_B = 1{,}0\ m/s}$

$\mathbf{|\vec{v}'_A| = 2{,}0\ m/s}$ **e** $\mathbf{|\vec{v}'_B| = 1{,}0\ m/s}$

32) $\vec{Q}_{s(I)} = \vec{Q}_{s(F)}$

$m_A \times \vec{v}_A + m_B \times \vec{v}_B = m_A \times \vec{v}'_A + m_B \times \vec{v}'_B$

$6{,}0 \times 10 + 0 = 6{,}0v'_A + 8{,}0v'_B$

$3{,}0v'_A + 4{,}0v'_B = 30$

$e = \dfrac{v'_A - v'_B}{v_B - v_A}$

$1 = \dfrac{v'_A - v'_B}{0 - 10}$

$v'_A - v'_B = -10$

$3{,}0v'_A + 4{,}0v'_B = 30$

$4{,}0v'_A - 4{,}0v'_B = -40$

$7{,}0v'_A = -10$

$v'_A = -\dfrac{10}{7{,}0}\ m/s$

$v'_A - v'_B = -10$

$-\dfrac{10}{7{,}0} - v'_B = -10$

$v'_B = -\dfrac{10}{7{,}0} + 10 \Rightarrow v'_B = \dfrac{60}{7{,}0}\ m/s$

$\mathbf{|\vec{v}'_A| = \dfrac{10}{7{,}0}\ m/s \cong 1{,}43\ m/s}$

$\mathbf{|\vec{v}'_B| = \dfrac{60}{7{,}0}\ m/s \cong 8{,}57\ m/s}$

33) Pelo princípio da conservação da energia mecânica, temos:

$E_{M(I)} = E_{M(F)}$

$m_s \times g \times h_I + \dfrac{m_s \times v_I^2}{2} = m_s \times g \times h_F + \dfrac{m_s \times v_F^2}{2}$

$\dfrac{(v_I^2)}{2} = g \times h_F \Rightarrow \dfrac{v_I^2}{2} = 10 \times 0{,}8$

$v_I = 4{,}0\ m/s$