**Impulso e Quantidade de Movimento**

**1.** Um veículo de massa 1,4 tonelada, a 90 km/h, desgovernado sai da pista e choca-se contra uma árvore à beira da pista, parando após a colisão, num intervalo de 1 décimo de segundo. Calcule:

a) o módulo da quantidade de movimento do veículo antes da colisão, em unidades do *SI*.

b) a intensidade da força média aplicada ao veículo durante a colisão.

**2.** Em cada um dos casos abaixo, (I) e (II), as esferas, *A* e *B*, têm massas **mA** = 100 g, **mB** = 400 g e velocidades de módulos **vA** = 6 m/s e **vB** = 4 m/s, respectivamente. Suponha que a intensidade da força média trocada durante o choque tenha intensidade média igual a 40 N e que o choque tenha durado 2 centésimos de segundo.



Determine o módulo e o sentido da velocidade de cada uma das esferas após a colisão.

**3.** Duas esferas, *A* e *B*, têm massas iguais a **mA** = 1 kg, **mB** = 2 kg, e velocidades **vA** = 2 m/se **vB** = 4 m/s nos sentidos indicados. Depois do choque entre elas, que durou 2 décimos de segundo, a esfera *A* tem velocidade de mesmo módulo, porém em sentido oposto.



Calcule:

a) a intensidade da força média trocada entre elas durante o choque;

b) o módulo e o sentido da velocidade da esfera *B* depois da colisão.

**4.** Uma esfera de massa 300 g choca-se frontalmente contra uma parede horizontal, com velocidade **v** = 6 m/s e retorna com velocidade de módulo **v’**= 2 m/s.



Supondo que o choque tenha durado 2 décimos de segundo, calcule:

a) o coeficiente de restituição entre a esfera e a parede;

b) o módulo da variação da quantidade de movimento;

c) a intensidade da força média trocada entre a esfera e a parede.

**5.** Uma bola de tênis de massa 60 gramas atinge a raquete com velocidade de 180 km/h e é rebatida na mesma direção com 144 km/h. Supondo que o choque dure 1 décimo de segundo, calcule a intensidade da força média que a raquete aplica na bola.

**6.** O gráfico representa a intensidade (**F**) da força resultante, de sentido constante, que atua sobre um móvel de massa 10 kg, que tem velocidade inicial, **v0** = 5 m/s, no mesmo sentido da resultante.



Para o intervalo de tempo mostrado, calcule os módulos:

a) do impulso dessa força resultante;

b) da variação da quantidade de movimento;

c) da velocidade final.

**7.** As duas esferas de mesma massa deslocam-se em direções perpendiculares entre si, com as velocidades indicadas na figura, até se chocarem inelasticamente no ponto *O.*



Após esse choque, qual a velocidade do conjunto?:

**8.** A figura mostra as posições de dois móveis de mesma massa, 20 kg, num instante em que suas velocidades são 4,5 m/s e 6 m/s.

****

Calcule o módulo da quantidade de movimento do sistema formado pelos dois corpos.

**9.** No *SI*, módulo da quantidade de movimento de um corpo é numericamente igual à sua energia cinética. Calcule a velocidade desse corpo.

**10.** Dois corpos de massas 5 kg e 2 kg possuem em determinado instante velocidades iguais a 2,4 m/s e 4,5 m/s, respectivamente. Determine o módulo da quantidade de movimento do sistema formado por esses dois corpos, considerando que suas velocidades tenham:

a) mesmo sentido;

b) sentidos opostos;

c) sentidos perpendiculares entre si.

**11.** Um jogador de futebol, ao cobrar uma falta, imprime à bola uma velocidade de 90 km/h. Sabendo-se que a massa da bola é 420 g e que a duração do chute é de 0,1 s, qual a intensidade da força média aplicada pelo pé do jogador sobre a bola?

**12.** Um canhão dispara uma bala de massa 0,5 kg com velocidade de 200 m/s.

a) Qual o módulo da quantidade de movimento adquirida pela bala?

b) Considerando que o tempo de aceleração da bala no interior do cano seja de 0,4 s, qual a intensidade média da força resultante que atua sobre ela?

**Sistema Mecanicamente Isolado**

**13.** Em repouso sobre patins de massas desprezíveis, um homem de massa 70 kg atira horizontalmente uma bola de massa 1,4 kg, com velocidade de 5 m/s. Desprezando atritos, qual a velocidade com que recua o homem?

**14.** (Unicamp) Imagine a seguinte situação: um dálmata corre e pula para dentro de um pequeno trenó, até então parado, caindo nos braços de sua dona. Em conseqüência, o trenó começa a se movimentar.

Considere os seguintes dados:

I. a massa do cachorro é de 10 kg;

II. a massa do conjunto trenó + moça é de 90 kg;

III. a velocidade horizontal do cachorro imediatamente antes de ser seguro por sua dona é de 18 km/h.

a) Desprezando-se o atrito entre o trenó e o gelo, determine a velocidade horizontal do sistema trenó + moça + cachorro, imediatamente após o cachorro ter caído nos braços de sua dona.

b) Determine a variação de energia cinética no processo.

**15.** (Pucc) Um canhão de massa 100 kg atira horizontalmente um projétil de massa 2 kg que sai da boca do cano com velocidade de 200 m/s Se não houvesse atrito, qual seria a velocidade de recuo do canhão?

**16.** Dois blocos, *A* e *B*, de massas 2 kg e 1 kg, respectivamente, deslocam-se com velocidade de 1 m/s, para a direita, livres de atrito, sobre uma superfície horizontal, ligados por fio muito fino e comprimindo uma mola de massa desprezível, não presa a eles.



Num dado instante, o fio se rompe, a mola se solta e o bloco *B* passa a ter velocidade de 5 m/s.

Determine:

a) o módulo da quantidade de movimento inicial do sistema formado pelos blocos?

b) o **módulo** e o **sentido** da velocidade que passa a ter o bloco *A*?

c) a energia potencial elástica armazenada na mola, antes do fio se romper?

**17.** Um casal de patinadores desloca-se para a direita, com velocidade de 2 m/s sobre a superfície de gelo, como mostrado na figura. Ele, que está atrás, tem massa 80 kg e ela, 50 kg.



Num dado instante, ele a empurra, fazendo com que ela saia para a direita com velocidade de 6 m/s. Determine:

a) o módulo e o sentido da velocidade que ele adquire?

b) a variação da energia cinética do sistema devido ao empurrão.

**18.** (PUCC) Dois meninos estão parados so­bre o gelo de uma pista de patinação. O meni­no *A,* de massa **mA** = 40 kg, empurra o menino *B*, de massa **mB** = 60 kg. Se *B* adquire velocidade de 0,6 m/s, pode-se afirmar que o menino *A*:

A) permanece parado.

B) segue junto com B, com velocidade de 0,6 m/s.

C) adquire velocidade de 0,6 m/s, oposta à de B.

D) adquire velocidade de 0,4 m/s, oposta à de B.

E) adquire velocidade de 0,9 m/s, oposta à de B.

**19.** (Fuvest-modif) Uma bomba de massa 1 kg é lançada verticalmente para cima. Ao atingir o ponto mais alto ela explode em dois pedaços de massas **m1** = 600 g e **m2** = 400 g. O pedaço de maior massa sai horizontalmente com velocidade de módulo 200 m/s, para o norte.

a) Qual a velocidade do outro pedaço (módulo e sentido)?

b) Calcule a energia mecânica liberada na explosão.

c) Considerando que a explosão tenha durado 1/10 de segundo, calcule a intensidade média da força trocada entre os pedaços.

**20.** Um bloco *A* com velocidade de 8 m/s choca-se frontalmente contra outro bloco *B*, de mesma massa, inicialmente em repouso, como mostrado na figura abaixo.



Se após o choque eles seguem unidos e **g** = 10 m/s2, a máxima altura *h* que o sistema atinge ao longo da rampa é, em metros, igual a

A) 6. B) 4. C) 0,8.

D) 1,8. E) 2.

**21.** Um carro de 1.200 kg estava parado num cruzamento com os freios não acionados, esperando sua vez para avançar. Ao se aproximar desse mesmo cruzamento, o motorista de um caminhão de massa 6.000 kg, tentou frear, mas não encontrou resposta, chocando-se contra a traseira do carro, arrastando-o até parar. Se a velocidade do caminhão antes da batida era de 36 km/h, qual é, em km/h, a velocidade do conjunto caminhão-carro imediatamente após a colisão?

**22.** Um bloco é composto de duas partes iguais, *A* e *B*, e se desloca com velocidade de 4 m/s, livre de atrito, sobre uma superfície horizontal carregando um pequeno explosivo de massa desprezível.



Num dado instante, o explosivo é detonado e a parte *A* passa a se deslocar em sentido oposto ao inicial, com velocidade de módulo 2 m/s. A outra parte segue com velocidade de:

A) 10 m/s. B) 8 m/s. C) 6 m/s.

D) 4 m/s. E) 2 m/s.

**23.**  (Unicamp) Dois patinadores inicialmente em repouso, um de 36 kg e outro de 48 kg, se empurram mutuamente para trás. O patinador de 48 kg sai com velocidade de 18 km/h. Despreze o atrito.

a) Qual a velocidade com que sai o patinador de 36 kg?

b) Qual o trabalho realizado por esses dois patinadores?

**24.** Manobrando em uma estação ferroviária, uma locomotiva de massa 20 toneladas deslocando-se a 2 m/s acoplou-se a um vagão desengatado de massa igual a sua que estava em repouso. Despreze a ação de atritos.

a) Determine a velocidade do conjunto após o acoplamento.

b) Calcule a energia mecânica dissipada nesse processo.

**25.** Os blocos, *A* e *B*, da figura deslocam-se em sentidos opostos com as velocidades mostradas, livres de atrito e resistência do ar. Suas massas são 1 kg e 2 kg, respectivamente.



Se o choque entre eles é frontal e inelástico, dê o módulo e o sentido da velocidade do conjunto após o choque e calcule a energia mecânica dissipada na colisão.

**26.** As esferas *A* e *B* da figura têm massas iguais a 1 kg e 2 kg, respectivamente.A esfera *B* está em repouso e *A* está com velocidade de 3 m/s.



Num dado ocorre entre elas um choque frontal e perfeitamente elástico. Determine:

a) os módulos das velocidades das esferas após o choque;

b) a energia mecânica dissipada no choque.

**27.** As esferas *A* e *B*, tem massas **mA** = 1,5 kg e **mB** = 1 kg e se deslocam em sentidos opostos com as velocidade indicadas na figura.



Se o choque entre elas é frontal e perfeitamente elástico, calcule as velocidades das esferas após o choque.

**28.** Os blocos, *A* e *B*, da figura têm mesma massa e se deslocam em sentidos opostos com as velocidades mostradas, livres de atrito e resistência do ar.



Se o choque entre eles é frontal e perfeitamente elástico, as velocidades de *A* e *B* após o choque e a energia mecânica dissipada no choque valem, respectivamente,

a) 1 m/s, 2 m/s e zero. b) 2 m/s, 1 m/s e zero.

c) 1 m/s, 2 m/s e 4,5 J. d) 2 m/s, 1 m/s e 4,5 J.

e) 1,5 m/s, 1,5 m/s e 3 J.

**29.** Uma esfera de massa 200 g choca-se perpendicularmente contra uma parede vertical, com velocidade de **v** = 4 m/s e retorna com velocidade de módulo **v’**= 2 m/s.



A intensidade do impulso, em N.s, que a parede aplica no bloco e o seu sentido (indicado pela seta) estão representados em

a) 2,4 →. b) 0,4 ←.

c) 1,2 →. d) 1,2 ←.

e) 1,8 ←.

**30.** (Unicamp) O lixo espacial é composto por partes de naves espaciais e satélites fora de operação abandonados em órbita ao redor da Terra. Esses objetos podem colidir com satélites, além de pôr em risco astronautas em atividades extraveiculares.

Considere que durante um reparo na estação espacial, um astronauta substitui um painel solar, de massa mp =80 kg,cuja estrutura foi danificada. O astronauta estava inicialmente em repouso em relação à estação e ao abandonar o painel no espaço, lança-o com uma velocidade vp= 0,15 m/s.

a) Sabendo que a massa do astronauta é ma = 60 kg, calcule sua velocidade de recuo.

b) O gráfico a seguir mostra, de forma simplificada, o módulo da força aplicada pelo astronauta sobre o painel em função do tempo durante o lançamento. Sabendo que a variação de momento linear é igual ao impulso, cujo módulo pode ser obtido pela área do gráfico, calcule a força máxima Fmax.

****

**31.** (Unicamp) O chamado “parachoque alicate” foi projetado e desenvolvido na Unicamp com o objetivo de minimizar alguns problemas com acidentes. No caso de uma colisão de um carro contra a traseira de um caminhão, a malha de aço de um parachoque alicate instalado no caminhão prende o carro e o ergue do chão pela plataforma, evitando, assim, o chamado “efeito guilhotina”. Imagine a seguinte situação: um caminhão de 6.000 kg está a 54 km/h e o automóvel que o segue, de massa igual a 2.000 kg, está a 90 km/h. O automóvel colide contra a malha, subindo na rampa. Após o impacto, os veículos permanecem engatados um ao outro.

 Qual a velocidade dos veículos imediatamente após o impacto?

A) 20,00 m/s. B) 16,50 m/s. C) 17,50 m/s.

D) 15,20 m/s. E) 12,75 m/s.

**Termometria**

**32.** O verão de 1994 foi particularmente quente nos Estados Unidos da América. A diferença entre a máxima temperatura do verão e a mínima no inverno anterior foi de 60 °C. Qual o valor dessa diferença na escala Fahrenheit?

a) 108 °F. b) 60 °F. c) 140 °F.

d) 33 °F. e) 92 °F.

**33.** A temperatura da cidade de Curitiba, em um certo dia, sofreu uma variação de 15 °C. Na escala Fahrenheit, essa variação corresponde a

a) 59. b) 45. c) 27.

d) 18. e) 9.

**34.** Um pesquisador verifica que uma certa temperatura obtida na escala Kelvin é igual ao correspondente valor na escala Fahrenheit acrescido de 145 unidades. Esta temperatura na escala Celsius é:

a) 55°C. b) 60°C. c) 100°C.

d) 120°C. e) 248°C.

**35.** Uma escala de temperatura arbitrária X está relacionada com a escala Celsius, conforme o gráfico a seguir.



As temperaturas de fusão do gelo e ebulição da água, sob pressão normal, na escala X são, respectivamente,

a) –15 e 10. b) –10 e 20. c) –15 e 25.

d) –16 e 24. e) –20 e 20.

**36.** Um técnico de laboratório registra a temperatura de uma amostra a cada duas horas, usando as escalas mais comuns: *Celsius*, *Fahrenheit* e *Kelvin*. Entre duas tomadas consecutivas, ele registrou um acréscimo de 5 °C. Os aumentos correspondentes nas outras duas escalas são

a) 41 °F e 278 K. b) 9 °F e 5 K. c) 41 °F e 274 K.

d) 9 °F e 378 K. e) 41 °F e 378 K.

**37.** Um turista, ao descer no aeroporto de Nova Iorque, viu um termômetro marcando 68 °F. Fazendo algumas contas, esse turista verificou que essa temperatura era igual à de São Paulo, quando embarcara. A temperatura de São Paulo, no momento de seu embarque, era de:

a) 10 °C. b) 15 °C. c) 20 °C.

d) 25 °C. e) 27 °C.

**38.** O ponto de fusão do gelo e o de ebulição da água numa hipotética escala *Yrglug*  são –20 °Y e 80 °Y, respectivamente.

A temperatura em que a indicação da escala *Celsius* e igual ao dobro da indicação da escala *Yrglug* é

a) 20 °C. b) 40 °Y. c) 40 °C.

d) 10 °C. e) 30 °Y.

**39.** O leite do tipo *longa-vida* é aquecido a 140 °C e depois resfriado até 0 °C antes de ser embalado. O termômetro da máquina, graduado na escala *Fahrenheit*, indica que valores para as temperaturas mencionadas acima?

a) 32 e 220. b) 0 e 220. c) 32 e 212.

d) 32 e 284. e) 0 e 284.

 e) 0.

**40.** (Vunesp) Um estudante, no laboratório, deveria aquecer uma certa quantidade de água desde 25 °C até 70 °C. Depois de iniciada a experiência ele quebrou o termômetro de escala Celsius e teve de continuá-la com outro de escala Fahrenheit. Em que posição do novo termômetro ele deve ter parado o aquecimento?

a) 102 °F. b) 38 °F. c) 126 °F.

d) 158 °F. e) 182 °F.

**41.** Duas escalas termométricas relacionam-se como no gráfico. Elas fornecem mesma leitura para o valor

a) –70. b) 20. c) 0.

d) 15. e) –30.



**42.** Uma escala de temperatura arbitrária X está relacionada com a escala Celsius, conforme o gráfico a seguir.



Calcule as temperaturas de fusão do gelo e ebulição da água, sob pressão normal, na escala X.

**43.** A figura abaixo mostra a altura da coluna de mercúrio de um termômetro, em relação à base do filamento, para duas diferentes temperaturas.

****

a) Encontre a equação termométrica que relaciona a altura h da coluna com a temperatura T.

b) Calcule a altura h da coluna para T = 30 °C.

c) Qual a temperatura quando h = 16 mm?

**44.** Na estufa de uma floricultura, pesquisam-se novas espécies e cultivam-se para exportação sofisticadas e exóticas plantas ornamentais que exigem, para melhor desenvolvimento, rigorosos controles do ambiente, inclusive o de temperaturas. Para tal, há no seu interior dois termômetros, *TC*e *TF*,graduados nas escalas **Celsius** e **Fahrenheit**, respectivamente. De hora em hora, um técnico passa anotando as temperaturas por eles indicadas.

a) Numa da tomadas, *TC* indicava 20 °C. Quanto o correspondente valor registrado para *TF*?

b) Se, entre duas tomadas, verificou-se que *TC* acusou um aumento de 1 °C, qual o correspondente aumento no outro termômetro?

b) Para maior confiabilidade nos dados, o Dr. Hibiscus, botânico responsável pela estufa, construiu seu próprio termômetro. Sob pressão normal, ele adotou 10 ºH (graus Hibiscus) e 90 ºH para os pontos de fusão do gelo e ebulição da água, respectivamente. Se colocar esse seu termômetro na estufa, quando ele indicar 22 °H, quanto indicarão os outros dois termômetros?

**Respostas**

**01]** a) 35×103 kg⋅m/s; b) 35×105 N.

**02]** (I) 2 m/s (←) e 6 m/s (→); (II) 2 m/s(→) e 2 m/s (←).

**03]** a)20 N; b) 2 m/s (←).

**04]** a) 1/3; b) 2,4 kg⋅m/s; c) 12 N.

**05]** 54 N.

**06]** a)40 N⋅s; b) 40 kg⋅m/s; c) 9 m/s; d) 5 N.

**07]** 2,5 m/s. **08]** 150 kg⋅m/s.

**09]** 2 m/s.

**10]** a) 21 kg⋅m/s; b) 3 kg⋅m/s; c) 15 kg⋅m/s

**11]** 105 N. **12]** a) 100 kg.m/s; b) 250 N.

**13]** 1 m/s. **14]** a) 0,5 m/s; b) –112,5 J.

**15]** 4 m/s.

**16]** a) 3 kg.m/s; b) 1 m/s, para esquerda; c) 12 J.

**17]** a) 0,5 m/s, para esquerda; b) 650 J.

**18]** E.

**19]** a) 300 m/s; b) 30.000 J; c) 1.200 N.

**20]** C. **21]** 30 km/h.

**22]** A. **23]** a) 24 km/h; b) 1.400 J.

**24]** a) 1 m/s; b) 20.000 J. **25]** 1 m/s para esquerda; 3 J.

**26]** a) 1 m/s e 2 m/s; b) zero. **27]** a) 0,6 m/s e 6,4 m/s.

**28]** B. **29]** D.

**30]** a) 0,2 m/s; b) 20 N. **31]** C.

**32]** A. **33]** C **34]** D.

**35]** A. **36]** B. **37]** C.

**38]** C. **39]** D. **40]** D.

**41]** A. **42]** –15 °C e 25 °C.

**43]** a)h = 0,2T + 8; b)14 mm; c) 40 °C.

**44]** a) 68 °F; b) 18 °F; c) 15 °C e 59 °F