

4.6 Resposta: (iv) A força de flutuação é uma força de baixo para cima que a água exerce sobre a mergulhadora. Pela terceira lei de Newton, a outra metade do par de ação e reação é uma força de cima para baixo que a mergulhadora exerce sobre a água e possui o mesmo módulo que a força de flutuação. É verdade que o peso da mergulhadora também é orientado de cima para baixo e possui o mesmo módulo que a força de flutuação; entretanto, o peso atua sobre o mesmo corpo (a mergulhadora) que a força de flutuação e, portanto, essas forças não formam um par de ação e reação.

Questões para discussão

Q4.1 Pode um corpo permanecer em equilíbrio quando somente uma força atua sobre ele? Explique.

Q4.2 Uma bola lançada verticalmente de baixo para cima possui velocidade nula em seu ponto mais elevado. A bola está em equilíbrio nesse ponto? Por que sim ou por que não?

Q4.3 Um balão cheio de hélio fica suspenso no ar, nem subindo nem descendo. Ele está em equilíbrio? Quais as forças que atuam sobre ele?

Q4.4 Quando você voa de avião em uma noite com ar calmo, não tem a sensação de estar em movimento, embora o avião possa estar se deslocando a 800 km/h (500 mi/h). Como você explica isso?

Q4.5 Quando as duas extremidades de uma corda são puxadas com forças de mesmo módulo, mas sentidos contrários, por que a tensão na corda não é igual a zero?

Q4.6 Você amarra um tijolo na extremidade de uma corda e o faz girar em torno de você em um círculo horizontal. Descreva a trajetória do tijolo quando você larga repentinamente a corda.

Q4.7 Quando um carro pára repentinamente, os passageiros tendem a se mover para frente em relação aos seus assentos. Por quê? Quando um carro faz uma curva abrupta, os passageiros tendem a escorregar para um lado do carro. Por quê?

Q4.8 Algumas pessoas dizem que, quando um carro pára repentinamente, os passageiros são empurrados para a frente por uma 'força de inércia' (ou uma 'força de momento linear'). O que existe de errado nessa explicação?

Q4.9 Um passageiro no interior de um ônibus sem janelas e em movimento observa que uma bola que estava em repouso no meio do ônibus começa a se mover para a traseira do ônibus. Imagine dois modos diferentes de explicar o que ocorreu e descubra um método para decidir qual dos dois está correto.

Q4.10 Suponha que as unidades SI fundamentais sejam força, comprimento e tempo, em vez de massa, comprimento e tempo. Quais seriam as unidades de massa em termos dessas unidades fundamentais?

Q4.11 Na Grécia Antiga, alguns pensavam que o 'estado natural' de um objeto fosse o repouso, de modo que os objetos buscariam o seu estado natural ficando em repouso quando soltos. Explique por que essa visão pode muito bem parecer plausível no mundo atual.

Q4.12 Por que a Terra é considerada um sistema de referência inercial apenas aproximado?

Q4.13 A segunda lei de Newton é válida para um observador no interior de um veículo que está acelerando, parando ou fazendo uma curva? Explique.

Q4.14 Alguns estudantes dizem que a grandeza $m\vec{a}$ é a 'força da aceleração'. É correto dizer que essa grandeza é uma força? Em caso afirmativo, onde essa força é exercida? Em caso negativo, qual é a melhor descrição para essa grandeza?

Q4.15 A aceleração de um corpo em queda livre é medida no interior de um elevador que está subindo com velocidade constante de 9,8 m/s. Que resultado é obtido?

Q4.16 Você pode brincar de segurar uma bola lançada por outra pessoa em um ônibus que se move com velocidade constante em uma estrada retilínea, do mesmo modo como se o ônibus estivesse em repouso. Isso é possível quando o ônibus se move com velocidade constante em uma curva? Explique por que sim ou por que não.

Q4.17 Alguns estudantes afirmam que a força da gravidade sobre um objeto é 9,8 m/s². O que há de errado nessa noção?

Q4.18 A cabeça de um martelo começa a se soltar do cabo. Como você deve bater o cabo em um bloco de concreto para que a cabeça fique firme novamente? Por que isso funciona?

Q4.19 Por que um chute em uma rocha grande pode machucar mais o seu pé do que o chute em uma pedra pequena? A rocha grande deve sempre machucar mais? Explique.

Q4.20 'Não é a queda que machuca você; é a brusca parada embaixo.' Traduza isso usando a linguagem das leis de Newton do movimento.

Q4.21 Uma pessoa pode mergulhar na água pulando de uma altura de 10 m, sem se machucar, mas, quando ela pula de uma altura de 10 m e cai sobre um piso de concreto, sofre sérias lesões. Qual é a razão dessa diferença?

Q4.22 Por que, por motivo de segurança, um carro é projetado para sofrer esmagamento na frente e na traseira? Por que não para colisões laterais e capotagens?

Q4.23 Quando uma bala é disparada de uma arma, qual é a origem da força que acelera a bala?

Q4.24 Quando um peso grande é suspenso por um fio no limite de sua elasticidade, puxando-se o fio suavemente o peso pode ser levantado; porém, se você puxar bruscamente, o fio se rompe. Explique isso usando as leis de Newton do movimento.

Q4.25 Um engradado grande é suspenso pela extremidade de uma corda vertical. A tensão na corda é maior quando o engradado está em repouso ou quando ele se move de baixo para cima com velocidade constante? Quando o engradado se move na vertical, a tensão na corda é maior quando o engradado está sendo acelerado ou quando sua velocidade diminui? Explique cada caso usando as leis de Newton do movimento.

Q4.26 Qual pedra sente um puxão maior devido à gravidade da Terra, uma de 10 kg ou outra de 20 kg? Se você as deixar cair, por que a pedra de 20 kg não cai com o dobro da aceleração da pedra de 10 kg? Explique seu raciocínio.

Q4.27 Por que não é correto dizer que 1 kg é igual a 9,8 N?

Q4.28 Um cavalo puxa uma carroça. Uma vez que a carroça puxa o cavalo para trás com uma força igual e contrária à força exercida pelo cavalo sobre a carroça, por que a carroça não permanece em equilíbrio, independentemente da intensidade da força com a qual o cavalo puxa a carroça?

Q4.29 Verdadeiro ou falso: você exerce uma força de empurrar P sobre um objeto e ele empurra você de volta com uma força F . Se o objeto está se deslocando a uma velocidade constante, então F é igual a P , mas, se o objeto está em aceleração, então P deve ser maior que F .

Q4.30 Um caminhão grande e um automóvel compacto colidem frontalmente. Durante a colisão, o caminhão exerce uma força $\vec{F}_{T \text{ em } C}$ sobre o automóvel, e o automóvel exerce uma força $\vec{F}_{C \text{ em } T}$ sobre o caminhão. As duas forças possuem o mesmo módulo ou uma delas é maior do que a outra? Sua resposta depende do valor da velocidade de cada veículo antes da colisão? Por que sim ou por que não?

Q4.31 Quando um carro pára em uma estrada plana, qual força é responsável pela redução da velocidade? Quando o carro aumenta a velocidade escalar na mesma estrada, qual força é responsável pelo aumento da velocidade? Explique.

Q4.32 Um carro pequeno está puxando uma caminhonete que estava enguiçada, e eles se movem ao longo de uma estrada com a mesma velocidade e a mesma aceleração. Quando o carro está acelerando, a força que ele exerce sobre a caminhonete possui módulo maior, menor ou igual à força que a caminhonete exerce sobre o carro? A maior força resultante atua sobre o carro ou sobre a caminhonete, ou as duas forças resultantes possuem o mesmo módulo? Explique.

Q4.33 Em um cabo-de-guerra duas pessoas puxam as extremidades de uma corda em sentidos opostos. Pela terceira lei de Newton, a força que A exerce sobre B possui módulo igual ao da força que B exerce sobre A. Então, o que determina qual é o vencedor? (Sugestão: desenhe um diagrama do corpo livre para cada pessoa.)

Q4.34 Na Lua, $g = 1,62 \text{ m/s}^2$. Lá, se um tijolo de 2 kg caísse de uma altura de 2 m sobre o seu pé, causaria uma lesão maior, menor ou igual à que causaria se o mesmo fato acontecesse aqui na Terra? Explique. Se na Lua o tijolo fosse lançado horizontalmente e atingisse você com uma velocidade de 6 m/s, causaria uma lesão maior, menor ou igual do que a lesão causada nas mesmas circunstâncias na Terra? Explique. (Na Lua, suponha que você esteja dentro de uma cabina pressurizada e por isso não veste a roupa especial usada pelos astronautas.)

Q4.35 Um manual para aprendiz de piloto contém a seguinte passagem: 'Quando o avião voa em uma altitude constante, sem subir nem descer, a força de sustentação que atua de baixo para cima sobre suas asas é igual ao peso do avião. Quando o avião está subindo com aceleração constante, a força de sustentação que atua de baixo para cima sobre suas asas é maior do que o peso do avião; quando o avião está descendo com aceleração constante, a força de sustentação que atua de baixo para cima é menor do que o peso do avião'. Essas afirmações estão corretas? Explique.

Q4.36 Se suas mãos estão molhadas e não há nenhuma toalha disponível, você pode secar o excesso de umidade sacudindo-as. Por que esse movimento elimina a água?

Q4.37 Se você está agachado (como quando está olhando os livros na prateleira de baixo de uma estante) e se levanta repentinamente, você pode sentir uma tontura momentânea. Como as leis de Newton explicam isso?

Q4.38 Quando um carro sofre uma colisão traseira, os passageiros podem sentir como se fossem chicoteados. Use as leis de Newton para explicar as causas disso.

Q4.39 Em uma colisão frontal entre dois veículos, os passageiros que não estiverem com cintos de segurança afivelados poderão ser lançados através do pára-brisa. Use as leis de Newton para explicar as causas disso.

Q4.40 Em uma colisão frontal entre um carro compacto de 1000 kg e outro grande de 2500 kg, qual sofre a força maior? Explique.

Qual sofre a maior aceleração? Explique por quê. Agora, explique por que os passageiros no carro menor têm mais chance de se ferir do que os do carro maior, mesmo que a carroceria de ambos os carros seja igualmente resistente.

Q4.41 Suponha que você está em um foguete sem janelas, viajando no espaço, distante de qualquer outro objeto. Sem olhar para fora do foguete ou fazer qualquer contato com o mundo externo, explique como você poderia determinar se o foguete está a) movendo-se para a frente a uma velocidade constante equivalente a 80% da velocidade da luz e b) acelerando para a frente.

Exercícios

Seção 4.1 Força e interações

4.1 Duas forças possuem o mesmo módulo F . Qual é o ângulo entre os dois vetores quando a soma vetorial possui o módulo igual a a) $2F$? b) $\sqrt{2}F$? c) Zero? Faça um desenho dos três vetores em cada caso.

4.2 Em vez de usar os eixos Ox e Oy da Figura 4.8 para analisar a situação do Exemplo 4.1, use um sistema de eixos girados de $37,0^\circ$ no sentido anti-horário, de modo que o eixo Ox seja paralelo à força de 250 N. a) Para esses eixos ache os componentes x e y da força resultante que atua sobre a partícula. b) Partindo dos componentes calculados em (a), calcule o módulo, a direção e o sentido da força resultante. Compare seus resultados com o Exemplo 4.1.

4.3 Um trabalhador de um armazém empurra uma caixa ao longo de um piso como indicado na Figura 4.31, aplicando uma força de 10 N de cima para baixo, formando um ângulo de 45° abaixo da horizontal. Ache os componentes horizontais e verticais da força.

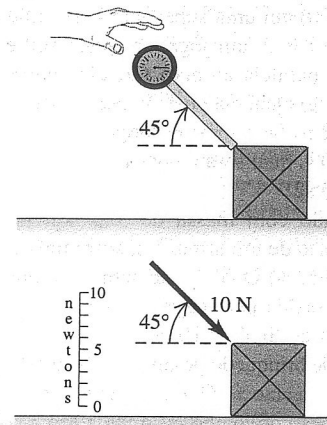


Figura 4.31 Exercício 4.3.

4.4 Um homem está puxando uma mala para cima ao longo da rampa de carga de um caminhão de mudanças. A rampa possui um ângulo de $20,0^\circ$ e o homem exerce uma força $\vec{F}$ para cima cuja direção forma um ângulo de $30,0^\circ$ com a rampa (Figura 4.32). a) Qual deve ser o módulo da força $\vec{F}$ necessária para que o componente

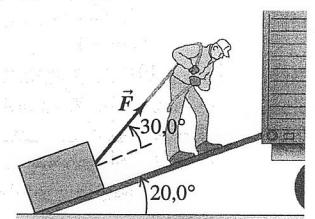


Figura 4.32 Exercício 4.4.

F_x paralelo à rampa possua módulo igual a 60,0 N? b) Qual deve ser o módulo do componente F_y nesse caso?

4.5 Dois cachorros puxam horizontalmente cordas amarradas a um poste; o ângulo entre as cordas é igual a $60,0^\circ$. Se o cachorro A exerce uma força de 270 N e o cachorro B exerce uma força de 300 N, ache o módulo da força resultante e o ângulo que ela faz com a corda do cachorro A.

4.6 Duas forças, $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$, atuam sobre um ponto. O módulo de $\vec{F}_1$ é igual a 9,0 N, e sua direção forma um ângulo de $60,0^\circ$ acima do eixo Ox no segundo quadrante. O módulo de $\vec{F}_2$ é igual a 6,0 N, e sua direção forma um ângulo de $53,1^\circ$ abaixo do eixo Ox no terceiro quadrante. a) Quais são os componentes x e y da força resultante? b) Qual o módulo da força resultante?

Seção 4.3 Segunda lei de Newton

4.7 Se uma força resultante horizontal de 132 N é aplicada a uma pessoa com massa de 60 kg em repouso na beira de uma piscina, qual é a aceleração produzida?

4.8 Qual o módulo da força necessária para imprimir uma aceleração de $1,40 \text{ m/s}^2$ em uma geladeira com massa de 135 kg?

4.9 Uma caixa está em repouso sobre um lago congelado, que é uma superfície horizontal sem atrito. Se um pescador aplica uma força horizontal de módulo 48,0 N sobre a caixa, produzindo uma aceleração de $3,0 \text{ m/s}^2$, qual é a massa da caixa?

4.10 Um portuário aplica uma força horizontal constante de 80,0 N a um bloco de gelo sobre uma superfície horizontal lisa. A força de atrito é desprezível. O bloco parte do repouso e se move 11,0 m em 5,0 s. a) Qual é a massa do bloco de gelo? b) Se o portuário parar de empurrar o bloco depois de 5,0 s, qual será a distância percorrida pelo bloco nos 5,0 s posteriores?

4.11 Um disco de hóquei com massa de 0,160 kg está em repouso na origem ($x = 0$) em uma superfície horizontal sem atrito da pista. No instante $t = 0$, um jogador aplica sobre o disco uma força de 0,250 N paralela ao eixo Ox ; ele continua a aplicar a força até $t = 2,0$ s. a) Qual é a posição e a velocidade do disco no instante $t = 2,0$ s? b) Se a mesma força for aplicada novamente no instante $t = 5,0$ s, qual será a posição e a velocidade do disco no instante $t = 7,0$ s?

4.12 Um engradado com massa de 32,5 kg, inicialmente em repouso sobre o piso de um armazém, sofre uma força resultante horizontal de 140 N. a) Qual é a aceleração produzida? b) Qual é a distância percorrida pelo engradado em 10,0 s? c) Qual é a velocidade escalar ao final de 10,0 s?

4.13 Uma carreta de brinquedo pesando 4,50 kg está em aceleração por uma linha reta (o eixo x). O gráfico na Figura 4.33 mostra essa aceleração em função do tempo. a) Ache a força resultante máxima que atua sobre esse objeto. Quando essa força máxima ocorre? b) Em que instantes a força resultante sobre o brinquedo é constante? c) Quando a força resultante é igual a zero?

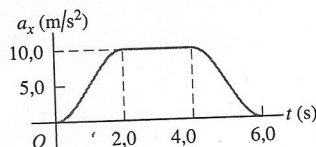


Figura 4.33 Exercício 4.13.

4.14 Um gato de 2,75 kg move-se em linha reta (o eixo x). A Figura 4.34 mostra um gráfico do componente x da velocidade desse gato em função do tempo. a) Ache a força resultante máxi-

ma que atua sobre esse gato. a) Quando essa força ocorre? b) Quando a força resultante sobre o gato é igual a zero? c) Qual é a força resultante no instante 8,5 s?

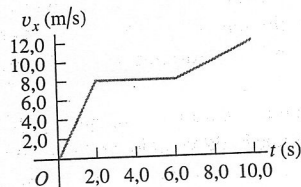


Figura 4.34 Exercício 4.14.

4.15 Um pequeno foguete de 8,0 kg queima combustível que exerce uma força de baixo para cima, que varia com o tempo, sobre o foguete. Essa força obedece à equação $F = A + Bt^2$. Medidas mostram que no instante $t = 0$ a força é de 100,0 N, e no final dos primeiros 2,0 s, 150,0 N. a) Ache as constantes A e B , incluindo suas unidades SI. b) Ache a força resultante sobre esse foguete e sua aceleração i) no instante após o combustível se inflamar e ii) 3,0 s após a ignição. c) Suponha que você estivesse usando esse foguete no espaço, distante de toda gravidade. Qual seria sua aceleração 3,0 s após a ignição?

4.16 Um elétron (massa $= 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$) deixa a extremidade de um tubo luminoso de TV com velocidade inicial zero e se desloca em linha reta até a grade de aceleração, que está a uma distância de 1,80 cm. Ele a atinge a $3,0 \times 10^6 \text{ m/s}$. Se a força que o acelera for constante, calcule a) a aceleração; b) o tempo para atingir a grade; c) a força resultante, em newtons. (A força gravitacional sobre o elétron é desprezível.)

Seção 4.4 Massa e peso

4.17 O super-homem lança uma rocha de 2400 N sobre seu adversário. Qual é a força horizontal que o super-homem deve aplicar sobre a rocha para que ela se desloque com uma aceleração horizontal igual a $12,0 \text{ m/s}^2$?

4.18 Uma bola de boliche pesa 71,2 N. O jogador aplica sobre ela uma força horizontal de 160 N. Qual o módulo da aceleração horizontal da bola?

4.19 Na superfície de Io, uma das luas de Júpiter, a aceleração da gravidade é $g = 1,81 \text{ m/s}^2$. Uma melancia pesa 44,0 N na superfície da Terra. a) Qual sua massa na superfície da Terra? b) Qual sua massa e peso na superfície de Io?

4.20 A mochila de uma astronauta pesa 17,5 N quando ela está na superfície terrestre, mas somente 3,24 N na superfície de um asteróide. a) Qual é a aceleração da gravidade nesse asteróide? b) Qual é a massa da mochila no asteróide?

Seção 4.5 Terceira lei de Newton

4.21 Uma velocista de competição mundial que pesa 55 kg pode se acelerar a partir do bloco de partida com uma aceleração aproximadamente horizontal cujo módulo é igual a 15 m/s^2 . Que força horizontal deve a velocista exercer sobre o bloco de partida para produzir essa aceleração? Qual é o corpo que exerce a força que impulsiona a velocista: o bloco ou a própria velocista?

4.22 Imagine que você esteja sustentando um livro de 4 N em repouso sobre a palma da sua mão. Complete as seguintes sentenças: a) Uma força de cima para baixo de módulo igual a 4 N é exercida sobre o livro pela _____. b) Uma força de baixo para cima de módulo _____ é exercida sobre _____ pela palma da sua mão. c) É a força de baixo para cima do item

(b) a reação da força de cima para baixo do item (a)? d) A reação da força do item (a) é a força de módulo _____ exercida sobre _____ pelo _____. Seu sentido é _____. e) A reação da força do item (b) é a força de módulo _____ exercida sobre _____ pelo _____. f) As forças dos itens (a) e (b) são iguais e opostas em virtude da _____ lei de Newton. g) As forças dos itens (b) e (e) são iguais e opostas em virtude da _____ lei de Newton. Suponha agora que você exerça sobre o livro uma força de baixo para cima de módulo igual a 5 N. h) O livro permanece em equilíbrio? i) É a força exercida sobre o livro pela sua mão igual e oposta à força exercida sobre o livro pela Terra? j) É a força exercida sobre o livro pela Terra igual e oposta à força exercida sobre a Terra pelo livro? k) É a força exercida sobre o livro pela sua mão igual e oposta à força exercida sobre sua mão pelo livro? Finalmente, suponha que você retire subitamente sua mão enquanto o livro se move para cima. l) Quantas forças atuam agora sobre o livro? m) O livro está em equilíbrio?

4.23 Uma garrafa é empurrada sobre uma mesa e escorrega para fora da extremidade da mesa. Não despreze a resistência do ar. a) Quais forças atuam sobre a garrafa enquanto ela cai da mesa até o chão? b) Quais são as reações dessas forças; ou seja, sobre quais corpos e por quais corpos as reações são exercidas?

4.24 O piso de um elevador exerce uma força normal de 620 N de baixo para cima sobre um passageiro que pesa 650 N. Quais são as reações dessas duas forças? O passageiro está sendo acelerado? Em caso afirmativo, determine o módulo, a direção e o sentido da aceleração.

4.25 Uma estudante com massa de 45 kg pula de um trampolim elevado. Considerando a massa da Terra como $6,0 \times 10^{24}$ kg, qual é a aceleração da Terra no sentido da estudante quando ela se acelera no sentido da Terra com $9,8 \text{ m/s}^2$? Suponha que a força resultante sobre a Terra seja a força gravitacional que ela exerce sobre a Terra.

Seção 4.6 Exemplos de diagramas do corpo livre

4.26 Um atleta joga uma bola de massa m diretamente de baixo para cima, com resistência do ar desprezível. Desenhe um diagrama do corpo livre para essa bola enquanto ela está livre da mão do atleta e a) deslocando-se de baixo para cima; b) no seu ponto mais alto; c) deslocando-se de cima para baixo. d) Repita os itens (a), (b) e (c) considerando que o atleta joga a bola formando um ângulo de 60° acima da horizontal, em vez de diretamente de baixo para cima.

4.27 Dois engradados, A e B, estão em repouso, lado a lado, sobre uma superfície horizontal livre de atrito. Eles possuem massa m_A e m_B . Uma força horizontal $\vec{F}$ é aplicada sobre o engradado A, e os dois engradados se movem para a direita. a) Desenhe diagramas do corpo livre claramente designados para o engradado A e para o engradado B. Indique quais pares de forças, se houver, são os pares de ação e reação da terceira lei. b) Se o módulo da força $\vec{F}$ for menor que o peso total dos dois engradados, isso fará com que eles se movam? Explique.

4.28 Uma pessoa puxa horizontalmente o bloco B da Figura 4.35, fazendo com que ambos os blocos movam-se juntos, como uma unidade. Para esse sistema em movimento, faça um diagrama do

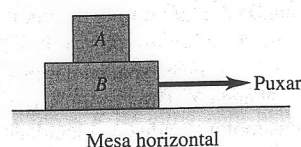


Figura 4.35 Exercício 4.28

corpo livre claramente designado para o bloco A, considerando que a) a mesa é livre de atrito e b) há atrito entre o bloco B e a mesa e a força de puxar é igual à força de atrito sobre o bloco B, devido à mesa.

4.29 Uma bola está pendurada por um fio longo amarrado ao teto do vagão de um trem que viaja de oeste para leste sobre trilhos horizontais. Um observador no interior do vagão vê a bola suspensa, sem movimento. Faça um diagrama do corpo livre para a bola, considerando que a) o trem possui velocidade uniforme e b) o trem está aumentando a velocidade de forma uniforme. A força resultante sobre a bola é igual a zero em ambos os casos? Explique.

4.30 Uma caixa grande contendo o seu novo computador está na carroceria da sua caminhonete. Você está parado em um semáforo. A luz verde se acende e você pisa no acelerador, fazendo a caminhonete acelerar. Para sua aflição, a caixa começa a deslizar em direção à traseira do veículo. Desenhe diagramas do corpo livre separados para a caminhonete e para a caixa. Indique os pares de forças, se houver, que sejam os pares de ação e reação da terceira lei. (Não despreze o atrito no leito da carroceria.)

4.31 Uma cadeira com massa de 12,0 kg está sobre um piso horizontal, que não está livre de atrito. Você empurra a cadeira com uma força $F = 40,0 \text{ N}$, que forma um ângulo de $37,0^\circ$ abaixo da horizontal, e a cadeira desliza ao longo do piso. a) Faça um diagrama do corpo livre para a cadeira. b) Use seu diagrama e as leis de Newton para calcular a força normal que o piso exerce sobre a cadeira.

4.32 Um esquiador com massa de 65,0 kg é puxado para cima em uma encosta coberta de neve, a uma velocidade escalar constante, pelo cabo de um reboque que está paralelo ao solo. O solo tem inclinação de baixo para cima, formando um ângulo de $26,0^\circ$ acima da horizontal, e o atrito é desprezível. a) Faça um diagrama do corpo livre para o esquiador. b) Calcule a tensão no cabo do reboque.

4.33 Um caminhão está puxando um carro em uma estrada horizontal, usando uma corda horizontal. O carro está em ponto morto, de modo que podemos assumir que não há atrito significativo entre os pneus e a estrada. Considerando que o caminhão aumenta a velocidade para níveis de estrada, desenhe um diagrama do corpo livre para a) o carro e b) o caminhão. c) Qual força acelera esse sistema para a frente? Explique como essa força se origina.

Problemas

4.34 Uma bala de um rifle 22, deslocando-se a 350 m/s, atinge o tronco de uma árvore grande, no qual ela penetra até uma profundidade de 0,130 m. A massa da bala é de 1,80 g. Suponha uma força retardadora constante. a) Qual é o tempo necessário para a bala parar? b) Qual é a força, em newtons, que o tronco da árvore exerce sobre a bala?

4.35 Dois cavalos puxam horizontalmente cordas amarradas a um tronco de árvore. As duas forças $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ que eles exercem sobre o tronco são tais que a força resultante $\vec{R}$ possui módulo igual ao de $\vec{F}_1$ e faz um ângulo de 90° com $\vec{F}_1$. Seja $\vec{F}_1 = 1300 \text{ N}$ e $\vec{R} = 1300 \text{ N}$. Determine o módulo, a direção e o sentido de $\vec{F}_2$ (em relação a $\vec{F}_1$).

4.36 Você acabou de pousar no Planeta X e apanha uma bola de 100 g. Você a deixa cair, a partir do repouso, de uma altura de 10,0 m e cronometra que ela leva 2,2 s para atingir o solo.

Ignore qualquer força sobre a bola exercida pela atmosfera do planeta. Quanto a bola de 100 g pesa na superfície do Planeta X?

4.37 Dois adultos e uma criança querem empurrar uma caixa apoiada sobre rodas na direção do ponto marcado com x na Figura 4.36. Os dois adultos empurram com forças horizontais $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ como mostra a figura. a) Ache o módulo, a direção e o sentido da *menor* força que a criança deve exercer. Ignore os efeitos do atrito. b) Se a criança exercer a força mínima determinada no item (a), a caixa acelera a $2,0 \text{ m/s}^2$ na direção $+x$. Qual é o peso da caixa?

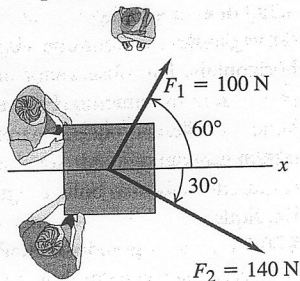


Figura 4.36 Problema 4.37.

4.38 Os motores de um navio-tanque enguiçaram e o vento está levando o navio diretamente para um recife, a uma velocidade escalar constante de $1,5 \text{ m/s}$ (Figura 4.37). Quando o navio está a 500 m do recife, o vento cessa e os motores voltam a funcionar. O leme está emperrado, e a única alternativa é tentar acelerar diretamente para trás, para se afastar do recife. A massa do navio e da carga é de $3,6 \times 10^7 \text{ kg}$, e os motores produzem uma força resultante horizontal de $8,0 \times 10^4 \text{ N}$ sobre o navio. Ele atingirá o recife? Se sim, o petróleo estará seguro? O casco resiste ao impacto de uma velocidade escalar de até $0,2 \text{ m/s}$. Ignore a força retardadora da água sobre o casco do navio-tanque.

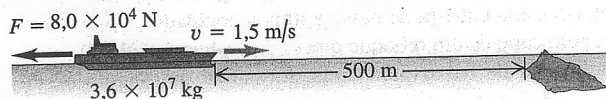


Figura 4.37 Problema 4.38.

4.39 Um salto vertical em pé. O jogador de basquete Darrel Griffith detém o recorde em salto vertical de $1,2 \text{ m}$. (Isso significa que ele se moveu de baixo para cima por $1,2 \text{ m}$, após seus pés deixarem o chão.) Griffith pesava 890 N . a) Qual é a velocidade dele, quando ele deixa o chão? b) Se o tempo da parte do salto imediatamente anterior a seus pés deixarem o chão foi de $0,300 \text{ s}$, qual foi sua velocidade média (módulo e direção) quando ele empurrava o corpo contra o chão? c) Desenhe o diagrama do corpo livre (veja a Seção 4.6). Em termos das forças no diagrama, qual é a força resultante sobre ele? Use as leis de Newton e os resultados da parte b) para calcular a força média que ele aplicou sobre o solo.

4.40 Um anúncio publicitário afirma que um dado automóvel pode 'parar em questão de centavos'. Qual é a força resultante realmente necessária para parar um automóvel de 850 kg , com deslocamento inicial a $45,0 \text{ km/h}$, em uma distância igual ao diâmetro de uma moeda, calculada em $1,8 \text{ cm}$?

4.41 Um balde com água pesando $4,80 \text{ kg}$ é acelerado de baixo para cima por uma corda de massa desprezível cuja tensão de ruptura é igual a $75,0 \text{ N}$. a) Desenhe um diagrama de força do corpo livre para o balde. Em termos das forças sobre o seu diagrama, qual é a força resultante sobre o balde? b) Aplique a segunda lei de Newton para o balde e calcule a aceleração máxima de baixo para cima que o balde pode ter sem que a corda se rompa.

4.42 Uma pára-quedista confia na resistência do ar (principalmente no seu pára-quedas) para diminuir sua velocidade durante a queda. Sabendo que sua massa, incluindo a do pára-quedas, é igual a $55,0 \text{ kg}$ e que a resistência do ar exerce uma força de baixo para cima de 620 N sobre ela e seu pára-quedas, a) qual é o peso da pára-quedista? b) Desenhe um diagrama do corpo livre para a pára-quedista (veja Seção 4.6). Use esse diagrama para calcular a força resultante sobre a pára-quedista. A força resultante é orientada de baixo para cima ou de cima para baixo? c) Qual é a aceleração (módulo e direção) da pára-quedista?

4.43 Duas caixas, uma de massa de $4,0 \text{ kg}$ e outra de $6,0 \text{ kg}$, estão em repouso sobre a superfície sem atrito de um lago congelado, ligadas por uma corda leve (Figura 4.38). Uma mulher usando um tênis de solado áspero (de modo que ela possa exercer tração sobre o solo) puxa horizontalmente a caixa de $6,0 \text{ kg}$ com uma força F que produz uma aceleração de $2,50 \text{ m/s}^2$. a) Qual é a aceleração da caixa de $4,0 \text{ kg}$? b) Desenhe um diagrama do corpo livre para a caixa de $4,0 \text{ kg}$. Use esse diagrama e a segunda lei de Newton para achar a tensão T na corda que conecta as duas caixas. c) Desenhe um diagrama do corpo livre para a caixa de $6,0 \text{ kg}$. Qual é a direção da força resultante sobre a caixa de $6,0 \text{ kg}$? Qual tem o maior módulo, a força T ou a força F ? d) Use a parte c) e a segunda lei de Newton para calcular o módulo da força F .

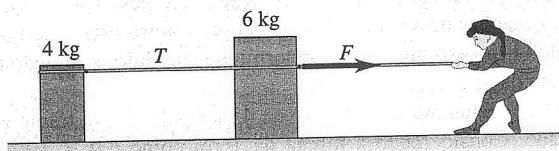


Figura 4.38 Problema 4.43.

4.44 Uma astronauta está ligada a uma nave espacial por um cabo forte. A astronauta com sua roupa e equipamentos possui massa total de 105 kg , enquanto a massa do cabo é desprezível. A massa da espaçonave é igual a $9,05 \times 10^4 \text{ kg}$. A espaçonave está longe de qualquer corpo celeste, de modo que as forças gravitacionais externas sobre ela e sobre a astronauta são desprezíveis. Supomos também que a astronauta e a espaçonave estejam em repouso inicialmente em um sistema de referência inercial. A astronauta puxa o cabo com uma força de $80,0 \text{ N}$. a) Qual é a força que o cabo exerce sobre a astronauta? b) Visto que $\sum \vec{F} = m\vec{a}$, como pode um 'cabo sem massa' ($m = 0$) exercer uma força? c) Qual é a aceleração da astronauta? d) Qual é a força que o cabo exerce sobre a espaçonave? e) Qual é a aceleração da espaçonave?

4.45 Para estudar o dano que a colisão com grandes pássaros pode causar a um avião, você projeta uma arma de teste, que vai acelerar objetos do tamanho de uma galinha, de modo que seu deslocamento ao longo do cano da arma seja dado por $x = (9,0 \times 10^3 \text{ m/s}^2)t^2 - (8,0 \times 10^4 \text{ m/s}^3)t^3$. O objeto deixa o fim do cano no instante $t = 0,025 \text{ s}$. a) Qual deve ser o comprimento do cano da arma? b) Qual será a velocidade escalar dos objetos quando deixam o final do cano? c) Qual força resultante deve ser exercida sobre um objeto de $1,50 \text{ kg}$ a i) $t = 0$ e ii) $t = 0,025 \text{ s}$?

4.46 Uma nave espacial desce verticalmente próximo à superfície do Planeta X. Uma propulsão de baixo para cima de $25,0 \text{ kN}$ dos seus motores reduz a velocidade da nave a uma taxa de $1,20 \text{ m/s}^2$, mas ela aumenta a velocidade a uma taxa de $0,80 \text{ m/s}^2$ com uma

força propulsora de baixo para cima de 10,0 kN. a) Em cada caso, qual é a direção da aceleração da nave? b) Desenhe um diagrama do corpo livre para a nave. Em cada caso, de aumento ou redução da velocidade, qual é a direção da força resultante sobre a nave? c) Aplique a segunda lei de Newton para cada caso, aumento ou redução de velocidade, e use isso para achar o peso da nave próximo à superfície do Planeta X.

4.47 Um instrumento de 6,50 kg está pendurado por um cabo vertical no interior de uma espaçonave que está sendo lançada da superfície terrestre. Essa nave parte do repouso e alcança a altitude de 276 m em 15,0 s com aceleração constante. a) Desenhe um diagrama do corpo livre para o instrumento nesse período de tempo. Indique qual força é maior. b) Ache a força que o cabo exerce sobre o instrumento.

4.48 Suponha que o foguete no Problema 4.47 está se aproximando para uma aterrissagem vertical em vez de estar sendo lançado. O capitão ajusta a propulsão do motor de modo que o módulo da aceleração do foguete seja o mesmo que era durante o lançamento. Repita as partes (a) e (b).

4.49 Uma ginasta de massa m escala uma corda vertical que está presa ao teto. Ignore o peso da corda. Desenhe um diagrama do corpo livre para a ginasta. Calcule a tensão na corda, considerando que a ginasta a) escala a uma taxa constante; b) dependura-se estática na corda; c) sobe a corda com aceleração de módulo $|\vec{a}|$; d) escorrega pela corda com aceleração de cima para baixo de módulo $|\vec{a}|$.

4.50 Um elevador carregado possui massa total de 2200 kg. Os cabos muito desgastados podem suportar uma tensão máxima de 28000 N. a) Faça um diagrama de força do corpo livre para o elevador. Em termos das forças que atuam no seu diagrama, qual é a força resultante sobre o elevador? Aplique a segunda lei de Newton para o elevador e ache a aceleração máxima de baixo para cima para o elevador, sem que os cabos se rompam. b) Qual seria a resposta para o item a), se o elevador estivesse na Lua, onde $g = 1,62 \text{ m/s}^2$?

4.51 Pulando para o solo. Um homem de 75,0 kg pula de uma plataforma de 3,10 m de altura acima do solo. Ele mantém as pernas esticadas à medida que cai, mas no momento em que os pés tocam o solo, os joelhos começam a se dobrar, e, considerando-o uma partícula, ele se move 0,60 m antes de parar. a) Qual é sua velocidade no momento em que os pés tocam o solo? b) Qual é sua aceleração (módulo e direção) quando ele diminui de velocidade, supondo uma aceleração constante? c) Desenhe o diagrama do corpo livre para ele (Seção 4.6). Em termos das forças que atuam no diagrama, qual é a força resultante sobre ele? Use as leis de Newton e os resultados do item (b) para calcular a força média que os pés dele exercem sobre o solo enquanto ele diminui de velocidade. Expresse essa força em newtons e também como um múltiplo do peso dele.

4.52 A cabeça de um martelo de 4,9 N, que se desloca de cima para baixo com velocidade de 3,2 m/s, pára, fazendo um prego penetrar 0,45 cm em uma placa de pinho. Além de seu peso, existe uma força de 15 N aplicada de cima para baixo sobre o martelo por uma pessoa que o está usando. Suponha que a aceleração da cabeça do martelo seja constante durante o contato com o prego. a) Faça um diagrama do corpo livre para a cabeça do martelo. Identifique a força de reação a cada uma das forças incluídas no diagrama. b) Determine a força $\vec{F}$ de cima para baixo exercida pela cabeça do martelo durante o contato com o prego. c) Suponha que o prego esteja em contato com madeira dura e

que a cabeça do martelo só se desloque 0,12 cm até parar. A força aplicada sobre o martelo é a mesma do item (b). Qual será então a força $\vec{F}$ de cima para baixo exercida pela cabeça do martelo durante o contato com o prego?

4.53 Um cabo uniforme de peso p fica pendurado verticalmente de cima para baixo, equilibrado por uma força de módulo p de baixo para cima aplicada em sua extremidade superior. Qual é a tensão no cabo a) em sua extremidade superior? b) Em sua extremidade inferior? c) Em seu ponto médio? Sua resposta para cada parte deve incluir um diagrama do corpo livre. (Sugestão: Para cada questão, isole a seção ou o ponto do cabo que você analisará.) d) Faça um gráfico da tensão na corda *versus* a distância a partir da extremidade superior.

4.54 Os dois blocos indicados na Figura 4.39 estão ligados por uma corda uniforme e pesada, com massa de 4,0 kg. Uma força de 200 N é aplicada de baixo para cima conforme indicado. a) Desenhe três diagramas do corpo livre, um para o bloco de 6,0 kg, um para a corda de 4,0 kg e outro para o bloco de 5,0 kg. Para cada força, indique qual é o corpo que exerce a referida força. b) Qual é a aceleração do sistema? c) Qual é a tensão no topo da pesada corda? d) Qual é a tensão no meio da corda?

4.55 Um atleta com massa de 90,0 kg está praticando exercícios de levantamento de peso. Saindo da posição de repouso, ele levanta, com aceleração constante, um haltere que pesa 490 N. Ele levanta o haltere a uma distância de 0,60 m em 1,6 s.

a) Faça um diagrama de força do corpo livre para o haltere e outro para o atleta. b) Use os diagramas do item (a) e as leis de Newton para achar a força total que os pés dele exercem sobre o solo enquanto ele ergue o haltere.

4.56 Um balão de ar quente consiste de um cesto, um passageiro e alguma carga. Considere a massa total como M . Embora haja uma força de levantamento de baixo para cima que atua sobre o balão, este inicialmente está acelerando no sentido de cima para baixo a uma taxa de $g/3$. a) Desenhe um diagrama do corpo livre para o balão descendente. b) Encontre a força de levantamento de baixo para cima em termos do peso inicial Mg . c) O passageiro observa que está se dirigindo diretamente para uma cachoeira e decide que precisa subir. Qual fração do peso total ele deve soltar do cesto para que o balão acelere de baixo para cima a uma taxa de $g/2$? Suponha que a força de levantamento de baixo para cima permanece a mesma.

4.57 Um estudante tenta erguer uma corrente que consiste de três elos idênticos. Cada elo possui massa de 300 g. A corrente de três peças é conectada a um fio e depois suspensa verticalmente, com o estudante segurando a extremidade superior do fio e puxando de baixo para cima. Em função da força de puxar do estudante, uma força de baixo para cima de 12 N é aplicada sobre a corrente pelo fio. a) Desenhe um diagrama do corpo livre para cada elo na corrente e também para a corrente toda considerada como um corpo único. b) Use os resultados do item (a) e as leis de Newton para determinar i) a aceleração da corrente e ii) a força exercida pelo elo superior sobre o elo do meio.

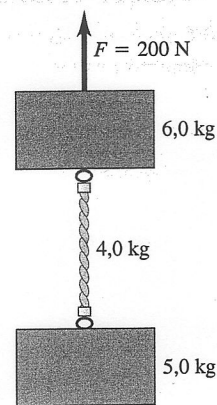


Figura 4.39 Problema 4.54.