

- 4.4** Um homem está puxando uma mala para cima ao longo de uma 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 4.26). a) Qual deve ser o módulo da força \vec{F} necessária para que o componente F_x paralelo à rampa possua módulo igual a $60,0\text{ N}$? b) Qual deve ser o módulo do componente F_y nesse caso?

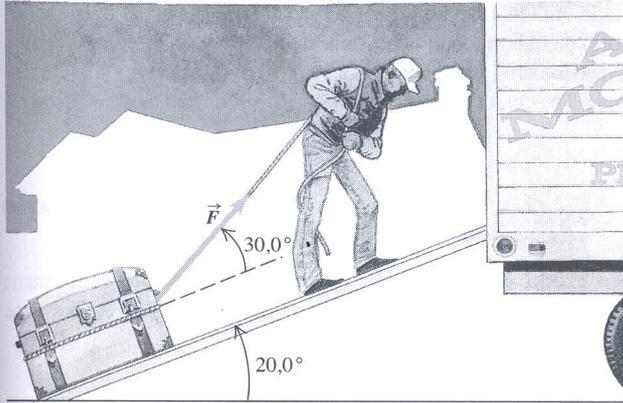


FIGURA 4.26 Exercício 4.4.

- 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 $9,00\text{ N}$, 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 $6,00\text{ N}$, 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 4.4 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 $48,0\text{ N}$ sobre a caixa, produzindo uma aceleração de $3,00\text{ m/s}^2$, qual é a massa da caixa?
- 4.10** Um portuário aplica uma força horizontal constante de $80,0\text{ N}$ em um bloco de gelo sobre uma superfície horizontal lisa. A força de atrito é desprezível. O bloco parte do repouso e se move $11,0\text{ m}$ em $5,00\text{ s}$. a) Qual é a massa do bloco de gelo? b) Se o portuário parar de empurrar o bloco depois de $5,00\text{ s}$, qual será a distância percorrida pelo bloco nos $5,00\text{ s}$ posteriores?
- 4.11** Um disco de hóquei com massa de $0,160\text{ kg}$ 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 $0,250\text{ N}$ paralela ao eixo Ox ; ele continua a aplicar a força até $t = 2,0\text{ s}$. a) Qual é a posição e a velocidade do disco no instante $t = 2,0\text{ s}$? b) Se a mesma força for aplicada novamente no instante $t = 5,0\text{ s}$, qual será a posição e a velocidade do disco no instante $t = 7,0\text{ s}$?
- 4.12** Uma força resultante horizontal de 140 N é aplicada a uma caixa com massa de $32,5\text{ kg}$ que está inicialmente em repouso

sobre o piso de um armazém. a) Qual é a aceleração produzida? b) Qual a distância percorrida em 10 s ? c) Qual é a velocidade dela após $10,0\text{ s}$?

- 4.13** Um disco de hóquei se move de um ponto A a um ponto B com velocidade constante enquanto está submetido a diversas forças. a) O que você pode falar sobre essas forças? b) Faça um gráfico da trajetória do disco de hóquei de A a B. c) Sobre o gráfico, prossiga a trajetória até um ponto C se uma nova força constante for aplicada ao disco no ponto B, sabendo que a nova força é perpendicular à velocidade do disco no ponto B. d) Continue a traçar no gráfico a trajetória até um ponto D se no ponto C a força constante aplicada no ponto B for substituída por uma força de módulo constante, porém com direção sempre perpendicular à trajetória do disco.

4.14 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 $1,80\text{ cm}$. Ele atinge a $3,00 \times 10^6\text{ m/s}$. 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 4.5 MASSA E PESO

- 4.15** 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 $12,0\text{ m/s}^2$?
- 4.16** Uma bola de boliche pesa $71,2\text{ N}$. O jogador aplica sobre ela uma força horizontal de 160 N . Qual o módulo da aceleração horizontal da bola?
- 4.17** Na superfície de Io, uma das luas de Júpiter, a aceleração da gravidade é $g = 1,81\text{ m/s}^2$. Uma melancia pesa $44,0\text{ N}$ na superfície da Terra. a) Qual sua massa na superfície da Terra? b) Qual sua massa e o seu peso na superfície de Io?
- 4.18** a) Qual é a massa de um livro que pesa $3,20\text{ N}$ em um local onde $g = 9,80\text{ m/s}^2$? b) Neste mesmo local, qual é o peso de um cachorro cuja massa é $14,0\text{ kg}$?

SEÇÃO 4.6 TERCEIRA LEI DE NEWTON

- 4.19** 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?
- 4.20** 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?

4.21 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?

4.22 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.

4.23 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 4.7 USO DAS LEIS DE NEWTON

4.24 Uma astronauta está ligada por um cabo forte a uma nave espacial. A astronauta junto 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 $9,05 \times 10^4$ 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 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?

4.25 Um balde com água pesando 4,80 kg é acelerado de baixo para cima por uma corda de massa desprezível cuja tensão de ruptura é igual a 75,0 N. Calcule a aceleração máxima de baixo para cima que o balde pode ter sem que a corda se rompa.

PROBLEMAS

4.32 Uma bala de um rifle 22, se deslocando a 350 m/s, atinge um bloco de madeira, 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 a madeira exerce sobre a bala?

4.33 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 (Figura 4.28). Seja $F_1 = 1300 \text{ N}$ e $R = 1300 \text{ N}$. Determine o módulo, a direção e o sentido de \vec{F}_2 (em relação a \vec{F}_1).

4.26 Um elevador de massa m está se deslocando de baixo para cima com uma aceleração de módulo $|\vec{a}|$. A massa do cabo de suporte é desprezível. Qual é a tensão no cabo de suporte a) se o elevador aumenta de velocidade enquanto sobe? b) se o elevador diminui de velocidade enquanto sobe?

4.27 Duas caixas, uma de massa de 4,00 kg e outra de 6,00 kg, estão em repouso sobre a superfície sem atrito de um lago congelado, ligadas por uma corda leve (Figura 4.27). Uma mulher usando um tênis áspero (de modo que ela possa exercer tração sobre o solo) puxa horizontalmente a caixa de 6,00 kg com uma força F que produz uma aceleração de $2,50 \text{ m/s}^2$. a) Qual é o módulo da força F ? b) Qual é a tensão T na corda que conecta as duas caixas?

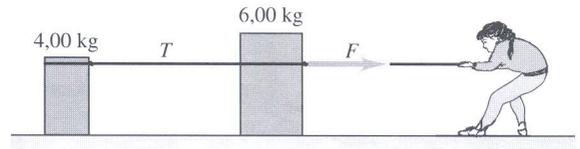


FIGURA 4.27 Exercícios 4.27 e 4.28.

4.28 Considere a Figura 4.27. As caixas estão sobre uma superfície horizontal sem atrito. A mulher (ainda usando tênis especiais para tração) aplica uma força horizontal $F = 50,0 \text{ N}$ sobre a caixa de 6,00 kg. As massas das cordas são desprezíveis. a) Faça um diagrama do corpo livre para a caixa de 4,00 kg, um diagrama do corpo livre para a caixa de 6,00 kg e um diagrama do corpo livre para a mulher. Para cada força, indique qual é o corpo que a exerce. b) Qual é o módulo da aceleração da caixa de 6,00 kg? c) Qual é a tensão T na corda que conecta as duas caixas?

4.29 Uma pára-quedista confia na resistência do ar (principalmente por causa do seu pára-quedas) para diminuir sua velocidade durante a queda. Sabendo que sua massa, incluindo a do pára-quedas, é igual a 55,0 kg e que a resistência do ar exerce uma força de baixo para cima de 620 N sobre ela e seu pára-quedas, qual é sua aceleração?

4.30 A posição de um helicóptero de treinamento de $2,75 \times 10^5 \text{ N}$ é dada por $\vec{r} = (0,020 \text{ m/s}^3)t^3 \hat{i} + (2,2 \text{ m/s})t \hat{j} - (0,060 \text{ m/s}^2)t^2 \hat{k}$. Ache a força resultante sobre o helicóptero para $t = 5,0 \text{ s}$.

4.31 Um objeto com massa m se move ao longo do eixo Ox . Sua posição em função do tempo é dada por $x(t) = At - Bt^3$, onde A e B são constantes. Calcule a força resultante sobre o objeto em função do tempo.

4.34 Uma pescadora orgulhosa suspende seu peixe em uma balança de molas presa no teto de um elevador. a) Se o elevador possui uma aceleração de baixo para cima igual a $2,45 \text{ m/s}^2$ e o ponteiro da balança indica 50,0 N, qual é o peso verdadeiro do peixe? b) Em que circunstâncias o ponteiro da balança indicará 30,0 N? c) Qual será a leitura da balança se o cabo do elevador se romper?

4.35 Dois adultos e uma criança desejam empurrar uma caixa apoiada sobre rodas no sentido x indicado na Figura 4.29. Os dois adultos empurram com forças \vec{F}_1 e \vec{F}_2 conforme mostra a figura. a) Determine o módulo, a direção e o sentido da menor força que a criança deve exercer. A força de atrito é desprezível. b) Se a

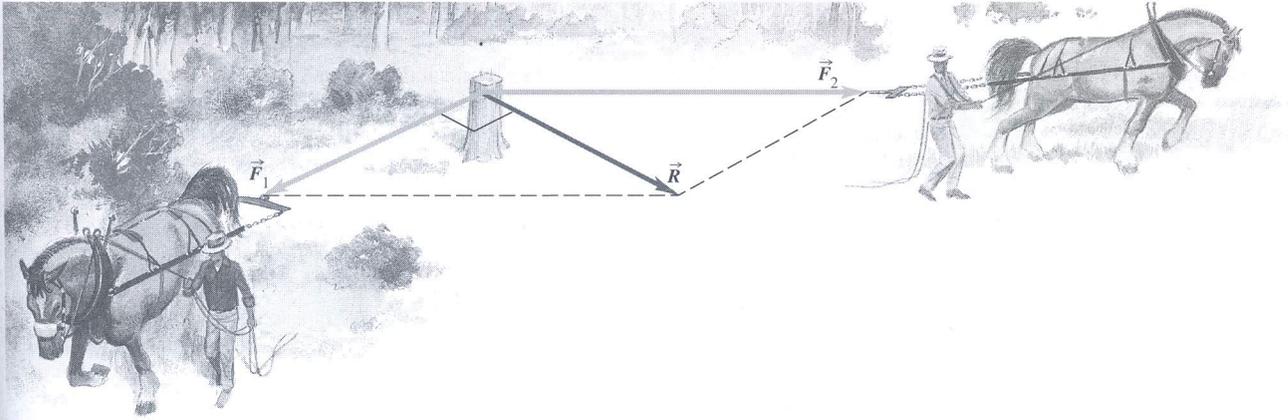


FIGURA 4.28 Problema 4.33.

criança exerce a menor força mencionada no item (a), a caixa se acelera a $2,0 \text{ m/s}^2$ no sentido $+x$. Qual é o peso da caixa?

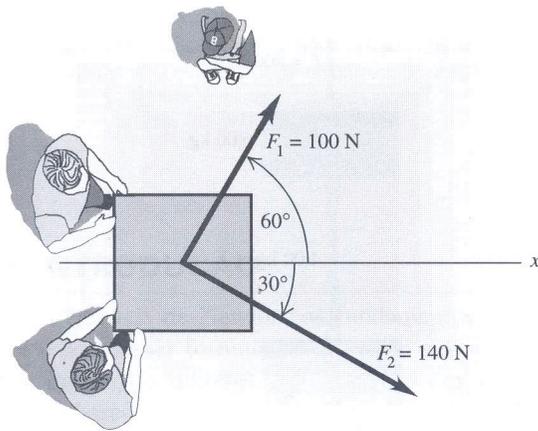


FIGURA 4.29 Problema 4.35.

4.36 Os motores de um petroleiro enguiçaram e um vento com velocidade constante de $1,5 \text{ m/s}$ está soprando sobre o petroleiro no sentido de um recife (Figura 4.30). Quando o petroleiro está a 500 m do recife, o vento cessa no mesmo instante em que o engenheiro consegue consertar os motores. O timoneiro fica espantado, de modo que a única escolha é acelerar no sentido contrário ao do recife. A massa total do petroleiro é de $3,6 \times 10^7 \text{ kg}$, e, devido à ação dos motores, uma força resultante horizontal de $8,0 \times 10^4 \text{ N}$ é exercida sobre o petroleiro. O petroleiro colidirá contra o recife? Em caso afirmativo, verifique se o óleo será derramado. O casco do petroleiro resiste a um impacto com velocidade máxima de $0,2 \text{ m/s}$. Despreze a força de resistência da água sobre o casco do petroleiro.

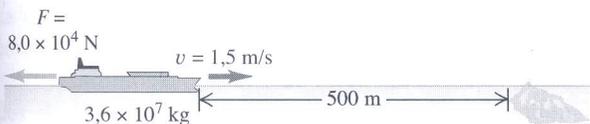


FIGURA 4.30 Problema 4.36.

4.37 Um salto vertical recorde. O jogador de basquete Darrell Griffith estabeleceu um recorde de salto vertical com um pulo de $1,2 \text{ m}$. (Isso significa que ele se moveu de baixo para cima $1,2 \text{ m}$ depois que seus pés abandonaram o solo.) Se o peso de Griffith

era de 890 N e o tempo do salto antes de seus pés abandonarem o solo foi de $0,300 \text{ s}$, qual foi a força média que ele exerceu sobre o solo?

4.38 Um anúncio afirma que um dado tipo de carro pode “parar em uma distância de 10 centavos”. Qual seria a força resultante efetiva necessária para fazer parar um carro de 850 kg que se desloca inicialmente a $45,0 \text{ km/h}$ em uma distância igual ao diâmetro de uma moeda de 10 centavos, que é igual a $1,8 \text{ cm}$?

4.39 Para estudar os danos causados por colisões de aviões com pássaros, você projeta uma arma de teste que acelera objetos do tamanho de uma galinha de modo que o deslocamento do projétil ao longo do eixo do cano da arma é 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 a extremidade do cano no instante $t = 0,025 \text{ s}$. a) Qual o comprimento do cano da arma? b) Qual é a velocidade do objeto quando ele deixa a extremidade do cano da arma? c) Qual a força resultante sobre um objeto de massa de $1,50 \text{ kg}$ para (i) $t = 0$? (ii) $t = 0,025 \text{ s}$?

4.40 Uma espaçonave desce verticalmente nas proximidades da superfície de um planeta X. Uma força de propulsão de $25,0 \text{ kN}$ de baixo para cima exercida pelos motores da espaçonave faz sua velocidade diminuir a uma taxa de $1,20 \text{ m/s}^2$, porém ele aumenta de velocidade a uma taxa de $0,80 \text{ m/s}^2$ com uma propulsão vertical de $10,0 \text{ kN}$. Qual é o peso da espaçonave nas proximidades da superfície do planeta X?

4.41 Um trem (a locomotiva mais quatro vagões) está aumentando de velocidade horizontalmente com uma aceleração de módulo $|\vec{a}|$. Se cada vagão possui massa m e atrito desprezível, qual é a) a força da locomotiva sobre o primeiro vagão? b) a força do primeiro vagão sobre o segundo vagão? c) a força do segundo vagão sobre o terceiro vagão? d) a força do terceiro vagão sobre o quarto vagão? e) Quais seriam as quatro forças anteriores se o trem estivesse diminuindo de velocidade com uma aceleração de módulo $|\vec{a}|$? Sua resposta aos itens anteriores deve ser acompanhada de diagramas do corpo livre com dísticos claros.

4.42 Um ginasta de massa m está subindo em uma corda vertical presa ao teto. O peso da corda pode ser desprezado. Calcule a tensão na corda quando o ginasta está a) subindo com velocidade constante; b) suspenso em repouso na corda; c) subindo e aumentando de velocidade com uma aceleração de módulo $|\vec{a}|$; d) descendo e aumentando de velocidade com uma aceleração de módulo $|\vec{a}|$.

4.43 Um elevador de carga com o cabo muito usado possui massa total de 2200 kg e o cabo pode suportar uma tensão máxima de 28.000 N . a) Qual a aceleração máxima do elevador de baixo para cima que o cabo pode suportar sem se romper?