

Como não é possível atarraxar uma porca em uma haste a não ser nas extremidades, o projeto foi modificado. Em vez de duas hastes foram usadas seis, duas presas ao teto e quatro ligando passarelas vizinhas (Fig. 5-29b). Qual é agora a massa total sustentada por duas porcas que estão (c) na passarela de baixo, (d) no lado de cima da passarela de cima e (e) no lado de baixo da passarela de cima? Foi este projeto modificado que causou a tragédia.

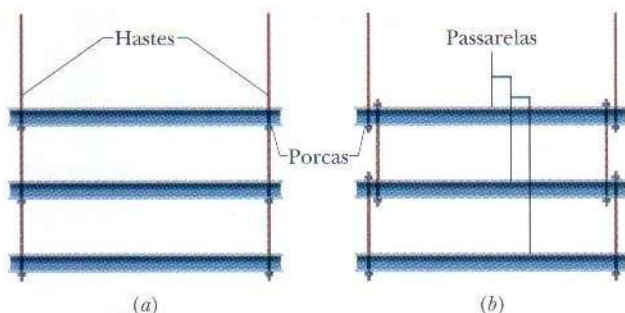


FIG. 5-29 Pergunta 11.

12 A Fig. 5-30 mostra três blocos sendo empurrados sobre um piso sem atrito por uma força horizontal \vec{F} . Que massa total é acelerada para a direita (a) pela força \vec{F} , (b) pela força \vec{F}_{21} exercida pelo bloco 1 sobre o bloco 2 e (c) pela força \vec{F}_{32} exercida pelo bloco 2 sobre o bloco 3? (d) Ordene os blocos de acordo com o módulo da aceleração, começando pelo maior. (e) Ordene as forças \vec{F} , \vec{F}_{21} e \vec{F}_{32} de acordo com o módulo, começando pelo maior. (Aquecimento para o Problema 53.)

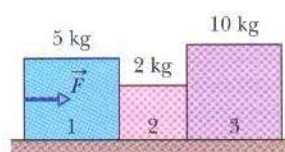


FIG. 5-30 Pergunta 12.

PROBLEMAS

• • • O número de pontos indica o grau de dificuldade do problema

Informações adicionais disponíveis em *O Circo Voador da Física*, de Jearl Walker, Rio de Janeiro: LTC, 2008.

seção 5-6 A Segunda Lei de Newton

•1 Se um corpo-padrão de 1 kg tem uma aceleração de $2,00 \text{ m/s}^2$ a $20,0^\circ$ com o semi-eixo x positivo, quais são (a) a componente x e (b) a componente y da força resultante a que o corpo está submetido e (c) qual é a força resultante em termos dos vetores unitários?

•2 Duas forças horizontais agem sobre um bloco de madeira de 2,0 kg que pode deslizar sem atrito na bancada de uma cozinha, situada em um plano xy . Uma das forças é $\vec{F}_1 = (3,0 \text{ N})\hat{i} + (4,0 \text{ N})\hat{j}$. Determine a aceleração do bloco em termos dos vetores unitários se a outra força é (a) $\vec{F}_2 = (-3,0 \text{ N})\hat{i} + (-4,0 \text{ N})\hat{j}$, (b) $\vec{F}_2 = (-3,0 \text{ N})\hat{i} + (4,0 \text{ N})\hat{j}$ e (c) $\vec{F}_2 = (3,0 \text{ N})\hat{i} + (-4,0 \text{ N})\hat{j}$.

•3 Apenas duas forças horizontais atuam em um corpo de 3,0 kg que pode se mover em um piso sem atrito. Uma força é de 9,0 N e aponta para o leste; a outra é de 8,0 N e atua a 62° ao norte do oeste. Qual é o módulo da aceleração do corpo?

••4 Um objeto de 2,00 kg está sujeito a três forças, que lhe imprimem uma aceleração $\vec{a} = -(8,00 \text{ m/s}^2)\hat{i} + (6,00 \text{ m/s}^2)\hat{j}$. Se duas das três forças são $\vec{F}_1 = (30,0 \text{ N})\hat{i} + (16,0 \text{ N})\hat{j}$ e $\vec{F}_2 = -(12,0 \text{ N})\hat{i} + (8,00 \text{ N})\hat{j}$, determine a terceira força.

••5 Duas forças agem sobre a caixa de 2,00 kg vista de cima na Fig. 5-31, mas apenas uma é mostrada. Para $F_1 = 20,0 \text{ N}$, $a = 12,0 \text{ m/s}^2$ e $\theta = 30,0^\circ$, determine a segunda força (a) em termos dos vetores unitários e como um (b) módulo e (c) um ângulo em relação ao semi-eixo x positivo.

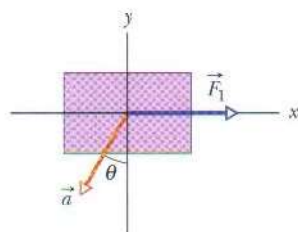


FIG. 5-31 Problema 5.

••6 Sob a ação de duas forças, uma partícula se move com velocidade constante $\vec{v} = (3 \text{ m/s})\hat{i} - (4 \text{ m/s})\hat{j}$. Uma das forças é $\vec{F}_1 = (2 \text{ N})\hat{i} + (-6 \text{ N})\hat{j}$. Qual é a outra?

••7 Três astronautas, impulsioneiros por mochilas a jato, empurram e guiam um asteroide de 120 kg em direção a uma base de manutenção, exercendo as forças mostradas na Fig. 5-32, com $F_1 = 32 \text{ N}$, $F_2 = 55 \text{ N}$, $F_3 = 41 \text{ N}$, $\theta_1 = 30^\circ$ e $\theta_3 = 60^\circ$. Determine a aceleração do asteroide (a) em termos dos vetores unitários e como um (b) módulo e (c) um ângulo em relação ao semi-eixo x positivo.

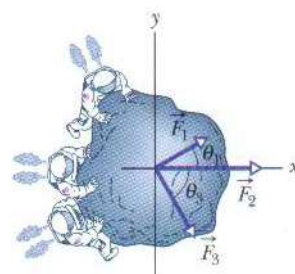


FIG. 5-32 Problema 7.

••8 Em um cabo-de-guerra bidimensional, Alexandre, Bárbara e Carlos puxam horizontalmente um pneu de automóvel nas orientações mostradas na vista superior da Fig. 5-33. Apesar dos esforços da trinca, o pneu permanece no mesmo lugar. Alexandre puxa com uma força \vec{F}_A de módulo 220 N e Carlos puxa com uma força \vec{F}_C de módulo 170 N. Observe que a orientação de \vec{F}_C não é dada. Qual é o módulo da força \vec{F}_B exercida por Bárbara?

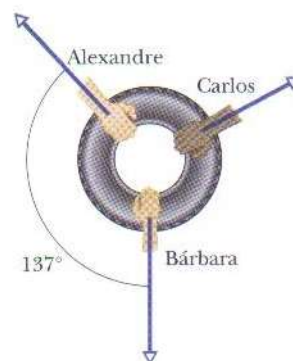


FIG. 5-33 Problema 8.

••9 Uma partícula de 2,0 kg se move ao longo de um eixo x sob a ação de uma força variável. A posição da partícula é dada por $x = 3,0 \text{ m} + (4,0 \text{ m/s})t + ct^2 - (2,0 \text{ m/s}^3)t^3$, com x em metros e t em segundos. O fator c é uma constante. No instante $t = 3,0 \text{ s}$ a força que age sobre a partícula tem um módulo de 36 N e aponta no sentido negativo do eixo x . Qual é o valor de c ?

••10 Uma partícula de 0,150 kg se move ao longo de um eixo x de acordo com a equação $x(t) = -13,00 + 2,00t + 4,00t^2 - 3,00t^3$, com x em metros e t em segundos. Em termos dos vetores unitários, qual é a força resultante a que está submetida a partícula no instante $t = 3,40 \text{ s}$?

••11 Uma partícula de 0,340 kg se move no plano xy de acordo com as equações $x(t) = -15,00 + 2,00t - 4,00t^3$ e $y(t) = 25,00 + 7,00t - 9,00t^2$, com x e y em metros e t em segundos. No instante $t = 0,700 \text{ s}$, quais são (a) o módulo e (b) o ângulo (em relação ao semi-eixo x positivo) da força resultante a que está submetida a partícula e (c) qual é o ângulo da direção de movimento da partícula?

••12 Duas forças horizontais \vec{F}_1 e \vec{F}_2 agem sobre um disco de 4,0 kg que desliza sem atrito sobre o gelo, no qual foi desenhado um sistema de coordenadas xy . A força \vec{F}_1 aponta no sentido positivo do eixo x e tem um módulo de 7,0 N. A força \vec{F}_2 tem um módulo de 9,0 N. A Fig. 5-34 mostra a componente v_x da velocidade do disco em função do tempo t . Qual é o ângulo entre as orientações constantes das forças \vec{F}_1 e \vec{F}_2 ?

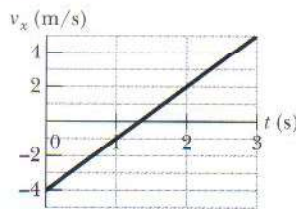


FIG. 5-34 Problema 12.

seção 5-7 Algumas Forças Especiais

•13 (a) Um salame de 11,0 kg está pendurado por uma corda em uma balança de mola, que está presa ao teto por outra corda (Fig. 5-35a). Qual é a leitura da balança, cuja escala está em unidades de peso? (b) Na Fig. 5-35b o salame está suspenso por uma corda que passa por uma roldana e está presa a uma balança de mola. A extremidade oposta da balança está presa a uma parede por outra corda. Qual é a leitura da balança? (c) Na Fig. 5-35c a parede foi substituída por um segundo salame de 11,0 kg e o sistema está em repouso. Qual é a leitura da balança?

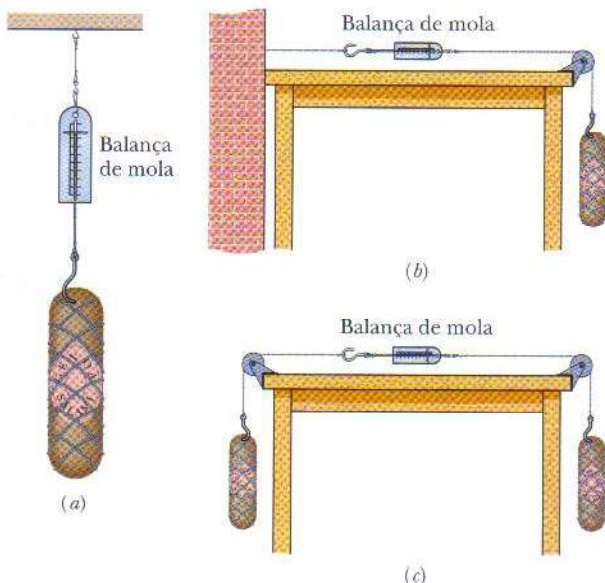


FIG. 5-35 Problema 13.

•14 Um bloco com um peso de 3,0 N está em repouso em uma superfície horizontal. Uma força para cima de 1,0 N é aplicada ao corpo através de uma mola vertical. Quais são (a) o módulo e (b) o sentido da força exercida pelo bloco sobre a superfície horizontal?

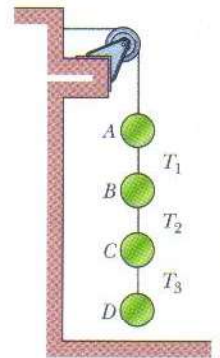


FIG. 5-36 Problema 15.

•15 A Fig. 5-36 mostra um arranjo no qual quatro discos estão suspensos por cordas. A corda mais comprida, no alto, passa por uma polia sem atrito e exerce uma força de 98 N sobre a parede à qual está presa. As tensões nas cordas mais curtas são $T_1 = 58,8 \text{ N}$, $T_2 = 49,0 \text{ N}$ e $T_3 = 9,8 \text{ N}$. Quais são as massas (a) do disco A, (b) do disco B, (c) do disco C e (d) do disco D?

••16 Alguns insetos podem se deslocar pendurados em gravetos. Suponha que um desses insetos tenha massa m e esteja pendurado em um graveto horizontal, como mostra a Fig. 5-37, com um ângulo $\theta = 40^\circ$. As seis pernas do inseto estão sob a mesma tensão e as seções das pernas mais próximas do corpo são horizontais. (a) Qual é a razão entre a tensão em cada tibia (parte dianteira da perna) e o peso do inseto? (b) Se o inseto estica um pouco as pernas, a tensão em cada tibia aumenta, diminui ou continua a mesma?



FIG. 5-37 Problema 16.

seção 5-9 Aplicando as Leis de Newton

•17 Um homem está sentado em um brinquedo de parque de diversões no qual uma cabina é acelerada para baixo, no sentido negativo do eixo y , com uma aceleração cujo módulo é $1,24g$, com $g = 9,80 \text{ m/s}^2$. Uma moeda de 0,567 g repousa no joelho do homem. Depois que a cabina começa a se mover e em termos dos vetores unitários, qual é a aceleração da moeda (a) em relação ao solo e (b) em relação ao homem? (c) Quanto tempo a moeda leva para chegar ao teto da cabina, 2,20 m acima do joelho? Em termos dos vetores unitários, qual é (d) a força a que está submetida a moeda e (e) a força aparente a que está submetida a moeda do ponto de vista do homem?

•18 Tarzan, que pesa 820 N, salta de um rochedo na ponta de um cipó de 20,0 m que está preso ao galho de uma árvore e faz inicialmente um ângulo de $22,0^\circ$ com a vertical. Suponha que um eixo x é traçado horizontalmente a partir da borda do rochedo e que um eixo y é traçado verticalmente para cima. Imediatamente após Tarzan pular da encosta a tensão no cipó é 760 N. Neste instante, quais são (a) a força do cipó sobre Tarzan em termos dos vetores unitários, a força resultante sobre Tarzan (b) em termos dos vetores unitários e como (c) módulo e (d) ângulo em relação ao sentido positivo do eixo x ? Quais são (e) o módulo e (f) o ângulo da aceleração de Tarzan nesse instante?

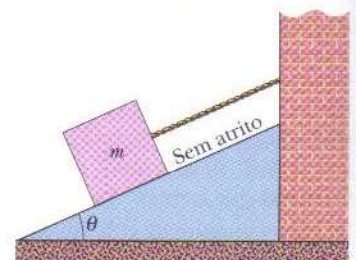


FIG. 5-38 Problema 19.

•19 Na Fig. 5-38, a massa do bloco é 8,5 kg e o ângulo θ é 30° . Determine (a) a

tensão na corda e (b) a força normal que age sobre o bloco. (c) Determine o módulo da aceleração do bloco se a corda for cortada.

•20 Existem duas forças horizontais atuando na caixa de 2,0 kg, mas a vista superior da Fig. 5-39 mostra apenas uma (de módulo $F_1 = 20$ N). A caixa se move ao longo do eixo x . Para cada um dos valores da aceleração a_x da caixa, determine a segunda força em termos dos vetores unitários: (a) 10 m/s^2 , (b) 20 m/s^2 , (c) 0, (d) -10 m/s^2 e (e) -20 m/s^2 .



FIG. 5-39 Problema 20.

•21 Uma força horizontal constante \vec{F}_a empurra um pacote dos correios de 2,00 kg sobre um piso sem atrito onde um sistema de coordenadas xy foi desenhado. A Fig. 5-40 mostra as componentes x e y da velocidade do pacote em função do tempo t . Quais são (a) o módulo e (b) a orientação de \vec{F}_a ?

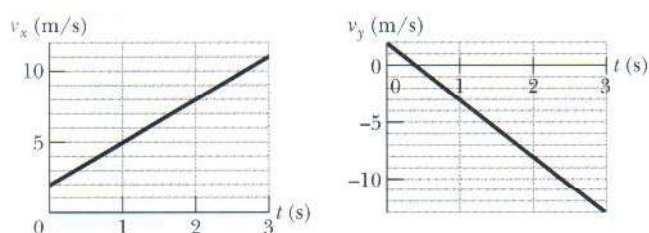


FIG. 5-40 Problema 21.

•22 Em 4 de abril de 1974 John Massis, da Bélgica, conseguiu puxar dois vagões de passageiros mordendo um freio preso por uma corda aos vagões e se inclinando para trás com as pernas apoiadas nos dormentes da ferrovia. Os vagões pesavam 700 kN (cerca de 80 toneladas). Suponha que ele tenha puxado com uma força constante de módulo 2,5 vezes maior que o seu peso e ângulo θ de 30° com a horizontal. Sua massa era de 80 kg, e ele fez os vagões se deslocarem de 1,0 m. Desprezando as forças de atrito, determine a velocidade dos vagões quando Massis parou de puxar.

•23 *Propulsão solar.* Um “veleiro solar” é uma nave espacial com uma grande vela que é empurrada pela luz do sol. Embora esse empurrão seja fraco em circunstâncias normais, ele pode ser suficiente para afastar a nave do sol em uma viagem gratuita, mas muito lenta. Suponha que a espaçonave tenha uma massa de 900 kg e receba um empurrão de 20 N. (a) Qual é o módulo da aceleração resultante? Se a nave parte do repouso, (b) que distância percorre em um dia e (c) qual é a velocidade no final do dia?

•24 A tensão para a qual uma linha de pescar arrebenta é chamada de “resistência” da linha. Qual é a resistência mínima necessária para que a linha faça parar um salmão de 85 N de peso em 11 cm se o peixe está inicialmente se deslocando a $2,8 \text{ m/s}$? Considere uma desaceleração constante.

•25 Um trenó-foguete de 500 kg pode ser acelerado por uma força constante do repouso até 1600 km/h em 1,8 s. Qual é o módulo da força?

•26 Um carro a 53 km/h se choca com um pilar de uma ponte. Um passageiro do carro se desloca para a frente de uma distância de 65 cm (em relação à estrada) até ser imobilizado por um airbag inflado. Qual é o módulo da força (suposta constante) que atua sobre o tronco do passageiro, que tem uma massa de 41 kg?

•27 Um bombeiro que pesa 712 N escorrega por um poste vertical com uma aceleração de $3,00 \text{ m/s}^2$, dirigida para baixo. Quais são (a) o módulo e (b) a orientação da força vertical exercida pelo poste sobre o bombeiro e (c) o módulo e (d) a orientação da força vertical exercida pelo bombeiro sobre o poste?

•28 Os ventos violentos de um tornado podem fazer com que pequenos objetos fiquem encravados em árvores, paredes de edifícios e até mesmo placas de sinalização de metal. Em uma simulação de laboratório um palito comum de madeira foi disparado por um canhão pneumático em um galho de carvalho. A massa do palito era 0,13 g, sua velocidade antes de penetrar no galho era 220 m/s e a profundidade de penetração foi 15 mm. Se o palito sofreu uma desaceleração constante, qual foi o módulo da força exercida pelo galho sobre o palito?

•29 Um elétron com uma velocidade de $1,2 \times 10^7 \text{ m/s}$ penetra horizontalmente em uma região onde está sujeito a uma força vertical constante de $4,5 \times 10^{-16} \text{ N}$. A massa do elétron é $9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$. Determine a deflexão vertical sofrida pelo elétron enquanto percorre uma distância horizontal de 30 mm.

•30 Um carro que pesa $1,30 \times 10^4 \text{ N}$ está se movendo a 40 km/h quando os freios são aplicados, fazendo o carro parar depois de percorrer 15 m. Supondo que a força aplicada pelo freio é constante, determine (a) o módulo da força e (b) o tempo necessário para o carro parar. Se a velocidade inicial for dobrada e o carro experimentar a mesma força durante a frenagem, por que fatores são multiplicados (c) a distância até o carro parar e (d) o tempo necessário para o carro parar? (Isto poderia ser uma lição sobre o perigo de dirigir em altas velocidades.)

•31 A velocidade de uma partícula de 3,00 kg é dada por $\vec{v} = (8,00t\hat{i} + 3,00t^2\hat{j}) \text{ m/s}$, com o tempo t em segundos. No instante em que a força resultante que age sobre a partícula tem um módulo de 35,0 N, quais são as orientações (em relação ao sentido positivo do eixo x) (a) da força resultante e (b) do movimento da partícula?

•32 Na Fig. 5-41, um caixote de massa $m = 100 \text{ kg}$ é empurrado por uma força horizontal \vec{F} que o faz subir uma rampa sem atrito ($\theta = 30,0^\circ$) com velocidade constante. Quais são os módulos de (a) de \vec{F} e (b) da força que a rampa exerce sobre o caixote?

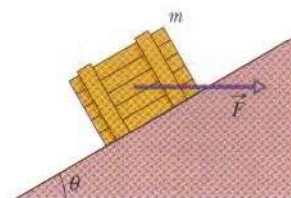


FIG. 5-41 Problema 32.

•33 Uma moça de 40 kg e um trenó de 8,4 kg estão sobre a superfície sem atrito de um lago congelado, separados por uma distância de 15 m, mas unidos por uma corda de massa desprezível. A moça exerce uma força horizontal de 5,2 N sobre a corda. Quais são os módulos das acelerações (a) do trenó e (b) da moça? (c) A que distância da posição inicial da moça eles se tocam?

•34 A Fig. 5-42 mostra uma vista superior de um disco de 0,0250 kg sobre uma mesa sem atrito e duas das três forças que agem sobre o disco. A força \vec{F}_1 tem um módulo de 6,00 N e um ângulo $\theta_1 = 30,0^\circ$. A força \vec{F}_2 tem um módulo de 7,00 N e um ângulo $\theta_2 = 30,0^\circ$. Em termos dos vetores unitários, qual é a terceira força se o disco (a) está em repouso, (b) tem uma velocidade constante $\vec{v} = (13,0\hat{i} - 14,0\hat{j}) \text{ m/s}$ e (c) tem uma velocidade variável $\vec{v} = (13,0t\hat{i} - 14,0t\hat{j}) \text{ m/s}$, onde t é o tempo?

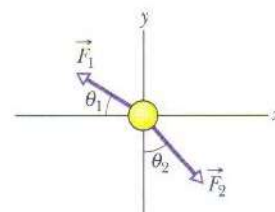


FIG. 5-42 Problema 34.

••35 Um bloco começa a subir um plano inclinado sem atrito com uma velocidade inicial $v_0 = 3,50$ m/s. O ângulo do plano inclinado é $\theta = 32,0^\circ$. (a) Que distância vertical o bloco consegue subir? (b) Quanto tempo o bloco leva para atingir esta altura? (c) Qual é a velocidade do bloco ao chegar de volta ao ponto de partida?

••36 Um esquiador de 40 kg desce uma rampa sem atrito que faz um ângulo de 10° com a horizontal. Suponha que o esquiador se desloca no sentido negativo de um eixo x orientado ao longo da rampa. O vento exerce uma força sobre o esquiador de componente F_x . Quanto vale F_x se o módulo da velocidade do esquiador (a) é constante, (b) aumenta a uma taxa de $1,0$ m/s² e (c) aumenta a uma taxa de $2,0$ m/s²?

••37 Uma esfera com uma massa de $3,0 \times 10^{-4}$ kg está suspensa por uma corda. Uma brisa horizontal constante empurra a esfera de tal forma que a corda faz um ângulo de 37° com a vertical. Determine (a) a força da brisa sobre a bola e (b) a tensão da corda.

••38 Uma caixa com uma massa de 5,00 kg sobe uma rampa sem atrito que faz um ângulo θ com a horizontal. A Fig. 5-43 mostra, em função do tempo t , a componente v_x da velocidade da caixa ao longo de um eixo x orientado para cima ao longo da rampa. Qual é o módulo da força normal que a rampa exerce sobre a caixa?

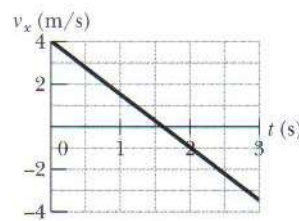


FIG. 5-43 Problema 38.

••39 Um elevador e sua carga têm uma massa total de 1600 kg. Determine a tensão do cabo de sustentação quando o elevador, que estava descendo a 12 m/s, é levado ao repouso com aceleração constante em uma distância de 42 m.

••40 Um esquiador de 50 kg é puxado para o alto de uma encosta segurando um cabo que se move paralelamente à encosta, que faz um ângulo de $8,0^\circ$ com a horizontal. Qual é o módulo F_{cabo} da força que o cabo exerce sobre o esquiador se (a) o módulo v da velocidade do esquiador é constante e igual a 2,0 m/s e (b) v aumenta a uma taxa de $0,10$ m/s²?

••41 Um elevador que pesa 27,8 kN move-se para cima. Qual é a tensão no cabo do elevador se a velocidade (a) está aumentando a uma taxa de $1,22$ m/s² e (b) está diminuindo a uma taxa de $1,22$ m/s²?

••42 Uma lâmpada está pendurada verticalmente por um fio em um elevador que desce com uma desaceleração de $2,4$ m/s². (a) Se a tensão do fio é 89 N, qual é a massa da lâmpada? (b) Qual é a tensão no fio quando o elevador sobe com uma aceleração de $2,4$ m/s²?

••43 Usando um cabo que arrebentará se a tensão exceder 387 N, você precisa baixar uma caixa de telhas velhas com um peso de 449 N a partir de um ponto a 6,1 m acima do chão. (a) Qual é o módulo da aceleração da caixa que coloca o cabo na iminência de arrebentar? (b) Com esta aceleração, qual é a velocidade da caixa ao atingir o chão?

••44 Um elevador é puxado para cima por um cabo. A cabine e seu único ocupante têm uma massa total de 2000 kg. Quando o ocupante deixa cair uma moeda, sua aceleração em relação à cabine é de $8,00$ m/s² para baixo. Qual é a tensão do cabo?

••45 Na Fig. 5-44, uma corrente composta por cinco elos, cada um com massa $0,100$ kg, é erguida verticalmente com uma ace-

leração constante de módulo $a = 2,50$ m/s². Determine o módulo (a) da força sobre o elo 1 exercida pelo elo 2, (b) da força sobre o elo 2 exercida pelo elo 3, (c) da força sobre o elo 3 exercida pelo elo 4 e (d) da força sobre o elo 4 exercida pelo elo 5. Determine o módulo (e) da força \vec{F} sobre o elo 5 exercida pela pessoa que está levantando a corrente e (f) a força *resultante* que acelera cada elo.

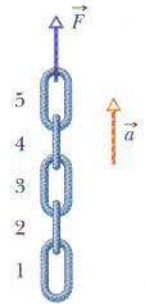


FIG. 5-44 Problema 45.

••46 Na Fig. 5-45 os elevadores A e B estão ligados por um cabo e podem ser levantados ou baixados por outro cabo que está acima do elevador A. A massa do elevador A é de 1700 kg; a massa do elevador B é de 1300 kg. O piso do elevador A sustenta uma caixa de gataria de 12 kg. A tensão do cabo que liga os elevadores é $1,91 \times 10^4$ N. Qual é o módulo da força normal que o piso do elevador A exerce sobre a caixa?

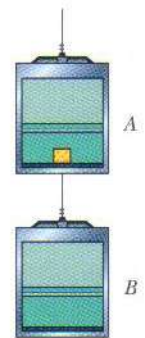


FIG. 5-45 Problema 46.

••47 Na Fig. 5-46, um bloco de massa $m = 5,00$ kg é puxado ao longo de um piso horizontal sem atrito por uma corda que exerce uma força de módulo $F = 12,0$ N e ângulo $\theta = 25,0^\circ$. (a) Qual é o módulo da aceleração do bloco? (b) O módulo da força F é aumentado lentamente. Qual é o seu valor imediatamente antes de o bloco perder contato com o piso? (c) Qual é o módulo da aceleração do bloco na situação do item (b)?

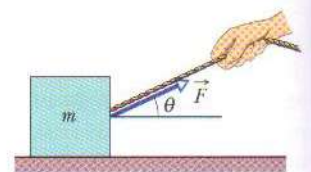


FIG. 5-46 Problemas 47 e 62.

••48 No passado, cavalos puxavam barcaças em canais da forma mostrada na Fig. 5-47. Suponha que o cavalo puxe o cabo com uma força de módulo 7900 N e ângulo $\theta = 18^\circ$ em relação à direção do movimento da barcaça, que se desloca no sentido positivo de um eixo x . A massa da barcaça é de 9500 kg e o módulo de sua aceleração é $0,12$ m/s². Quais são (a) o módulo e (b) a orientação (em relação ao sentido positivo do eixo x) da força exercida pela água sobre a barcaça?

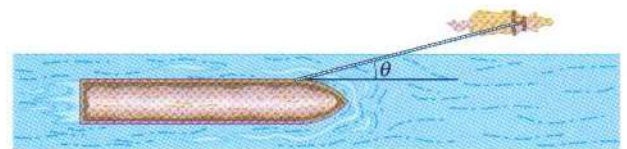


FIG. 5-47 Problema 48.

••49 A família Zacchini ficou famosa pelos números de circo em que um membro da família era disparado de um canhão com a ajuda de elásticos ou ar comprimido. Em uma versão do número, Emanuel Zacchini foi disparado por cima de três rodas gigantes e aterrisou em uma rede, na mesma altura que a boca do canhão, a 69 m de distância. Ele foi impulsionado dentro do cano por uma distância de 5,2 m e lançado com um ângulo de 53° . Se sua massa era de 85 kg e ele sofreu uma aceleração constante no interior do cano, qual foi o módulo da força responsável pelo lançamento?

(Sugestão: Trate o lançamento como se acontecesse ao longo de uma rampa de 53° . Despreze a resistência do ar.)

••50 A Fig. 5-48 mostra quatro pinguins que estão sendo puxados sobre gelo muito escorregadio (sem atrito) por um zelador. As massas de três pinguins e a tensão em duas das cordas são $m_1 = 12 \text{ kg}$, $m_3 = 15 \text{ kg}$, $m_4 = 20 \text{ kg}$, $T_2 = 111 \text{ N}$ e $T_4 = 222 \text{ N}$. Determine a massa do pinguim m_2 , que não é dada.



FIG. 5-48 Problema 50.

••51 Na Fig. 5-49, três blocos conectados são puxados para a direita sobre uma mesa horizontal sem atrito por uma força de módulo $T_3 = 65,0 \text{ N}$. Se $m_1 = 12,0 \text{ kg}$, $m_2 = 24,0 \text{ kg}$ e $m_3 = 31,0 \text{ kg}$, calcule (a) o módulo da aceleração do sistema, (b) a tensão T_1 e (c) a tensão T_2 .

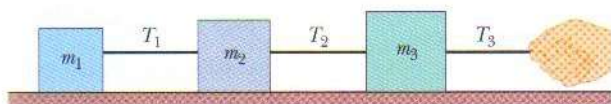


FIG. 5-49 Problema 51.

••52 Na Fig. 5-50a, uma força horizontal constante \vec{F}_a é aplicada ao bloco A, que empurra um bloco B com uma força de $20,0 \text{ N}$ dirigida horizontalmente para a direita. Na Fig. 5-50b, a mesma força \vec{F}_a é aplicada ao bloco B; desta vez, o bloco A empurra o bloco B com uma força de $10,0 \text{ N}$ dirigida horizontalmente para a esquerda. Os blocos têm uma massa total de $12,0 \text{ kg}$. Quais são os módulos (a) da aceleração na Fig. 5-50a e (b) da força \vec{F}_a ?

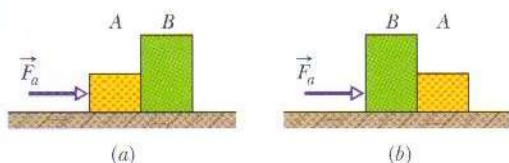


FIG. 5-50 Problema 52.

••53 Dois blocos estão em contato em uma mesa sem atrito. Uma força horizontal é aplicada ao bloco maior, como mostra a Fig. 5-51. (a) Se $m_1 = 2,3 \text{ kg}$, $m_2 = 1,2 \text{ kg}$ e $F = 3,2 \text{ N}$, determine o módulo da força entre os dois blocos. (b) Mostre que se uma força de mesmo módulo F for aplicada ao menor dos blocos no sentido oposto, o módulo da força entre os blocos será $2,1 \text{ N}$, que não é o mesmo valor calculado no item (a). (c) Explique a razão da diferença.

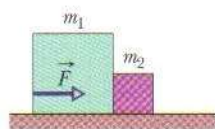


FIG. 5-51 Problema 53.

••54 Na Fig. 5-52, três caixas são conectadas por cordas, uma das quais passa por uma polia de atrito e massa desprezíveis. As massas são $m_A = 30,0 \text{ kg}$, $m_B = 40,0 \text{ kg}$ e $m_C = 10,0 \text{ kg}$. Quando o conjunto é liberado a partir do repouso, (a) qual é a tensão da

corda que liga B a C e (b) que distância A percorre nos primeiros $0,250 \text{ s}$ (supondo que não atinge a polia)?

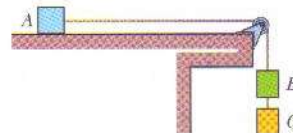


FIG. 5-52 Problema 54.

••55 A Fig. 5-53 mostra dois blocos ligados por uma corda (de massa desprezível) que passa por uma polia sem atrito (também de massa desprezível). O conjunto é conhecido como *máquina de Atwood*. Um bloco tem massa $m_1 = 1,3 \text{ kg}$; o outro tem massa $m_2 = 2,8 \text{ kg}$. Quais são (a) o módulo da aceleração dos blocos e (b) a tensão na corda?

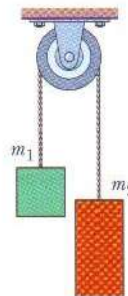


FIG. 5-53 Problemas 55 e 63.

••56 No arremesso de peso, muitos atletas preferem lançar o peso com um ângulo menor que o teórico (cerca de 42°) para o qual a distância é máxima para um peso arremessado com a mesma velocidade e da mesma altura. Uma razão tem a ver com a velocidade que o atleta pode imprimir ao peso durante a fase de aceleração do arremesso. Suponha que um peso de $7,260 \text{ kg}$ é acelerado ao longo de uma trajetória reta com $1,650 \text{ m}$ de comprimento por uma força constante de módulo $380,0 \text{ N}$, começando com uma velocidade de $2,500 \text{ m/s}$ (devido ao movimento preparatório do atleta). Qual é a velocidade do peso no final da fase de aceleração se o ângulo entre a trajetória e a horizontal é (a) $30,00^\circ$ e (b) $42,00^\circ$? (Sugestão: Trate o movimento como se fosse ao longo de uma rampa com o ângulo dado.) (c) Qual é a redução percentual da velocidade de lançamento se o atleta aumenta o ângulo de $30,00^\circ$ para $42,00^\circ$?

••57 Um macaco de 10 kg sobe em uma árvore por uma corda de massa desprezível que passa por um galho sem atrito e está presa na outra extremidade em uma caixa de 15 kg , inicialmente em repouso no solo Fig. 5-54. (a) Qual é o módulo da menor aceleração que o macaco deve ter para levantar a caixa do solo? Se, após a caixa ter sido erguida, o macaco pára de subir e se agarra à corda, quais são (b) o módulo e (c) a orientação da aceleração do macaco e (d) a tensão da corda?

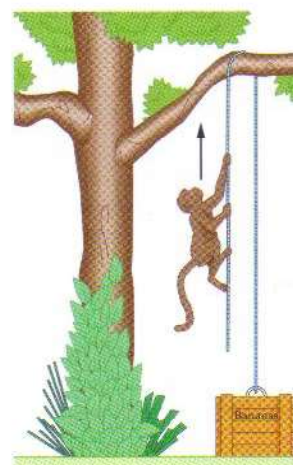


FIG. 5-54 Problema 57.

••58 Um homem de 85 kg desce de uma altura de $10,0 \text{ m}$ em relação ao solo segurando em uma corda que passa por uma roldana sem atrito e está presa na outra extremidade a um saco de areia de 65 kg . Com que velocidade o homem atinge o solo se ele partiu do repouso?

••59 Um bloco de massa $m_1 = 3,70 \text{ kg}$ sobre um plano sem atrito inclinado, de ângulo $\theta = 30,0^\circ$, está preso por uma corda de massa desprezível, que passa por uma polia de massa e atrito desprezíveis, a um outro bloco de massa $m_2 = 2,30 \text{ kg}$ (Fig. 5-55). Quais são (a) o módulo

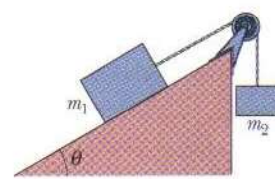


FIG. 5-55 Problema 59.

da aceleração de cada bloco, (b) a orientação da aceleração do bloco que está pendurado e (c) a tensão da corda?

••60 A Fig. 5-56 mostra um homem sentado em uma cadeira presa a uma corda de massa desprezível que passa por uma roldana de massa e atrito desprezíveis e desce de volta às mãos do homem. A massa total do homem e da cadeira é 95,0 kg. Qual o módulo da força com a qual o homem deve puxar a corda para que a cadeira suba (a) com velocidade constante e (b) com uma aceleração para cima de $1,30 \text{ m/s}^2$? (Sugestão: Um diagrama de corpo livre pode ajudar bastante.)

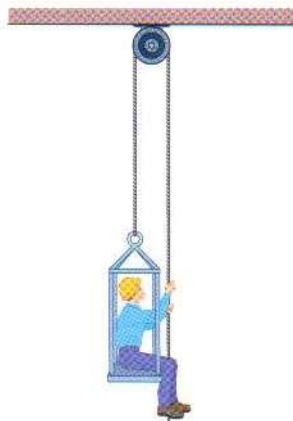


FIG. 5-56 Problema 60.

Se no lado direito a corda se estende até o solo e é puxada por outra pessoa, qual o módulo da força com a qual essa pessoa deve puxar a corda para que o homem suba (c) com velocidade constante e (d) com uma aceleração para cima de $1,30 \text{ m/s}^2$? Qual é o módulo da força que a polia exerce sobre o teto (e) no item a, (f) no item b, (g) no item c e (h) no item d?

••61 Um balão de ar quente de massa M desce verticalmente com uma aceleração para baixo de módulo a . Que massa (lastro) deve ser jogada para fora para que o balão tenha uma aceleração para cima de módulo a ? Suponha que a força vertical para cima do ar quente sobre o balão não muda com a perda de massa.

••62 A Fig. 5-46 mostra um bloco de 5,00 kg sendo puxado em um piso sem atrito por uma corda que aplica uma força de módulo constante de 20,0 N e um ângulo $\theta(t)$ que varia com o tempo. Quando o ângulo θ chega a 25° , qual é a taxa de variação da aceleração do bloco se (a) $\theta(t) = (2,00 \times 10^{-2} \text{ graus/s})t$ e (b) $\theta(t) = -(2,00 \times 10^{-2} \text{ graus/s})t$? (Sugestão: Transforme os graus em radianos.)

••63 A Fig. 5-53 mostra uma máquina de Atwood, na qual dois recipientes estão ligados por uma corda (de massa desprezível) que passa por uma polia sem atrito (também de massa desprezível). No instante $t = 0$ o recipiente 1 tem uma massa de 1,30 kg e o recipiente 2 tem uma massa de 2,80 kg, mas o recipiente 1 está perdendo massa (por causa de um vazamento) a uma taxa constante de 0,200 kg/s. Com que taxa o módulo da aceleração dos recipientes está variando (a) em $t = 0$ e (b) em $t = 3,00 \text{ s}$? (c) Em que instante a aceleração atinge o valor máximo?

••64 Um arremessador de peso lança um peso de 7,260 kg empurrando-o ao longo de uma linha reta com 1,650 m de comprimento e um ângulo de $34,10^\circ$ com a horizontal, acelerando o peso até a velocidade de lançamento de 2,500 m/s (que se deve ao movimento preparatório do atleta). O peso deixa a mão do arremessador a uma altura de 2,110 m e com um ângulo de $34,10^\circ$, e percorre uma distância horizontal de 15,90 m. Qual é o módulo da força média que o atleta exerce sobre o peso durante a fase de aceleração? (Sugestão: Trate o movimento durante a fase de aceleração como se fosse ao longo de uma rampa com o ângulo dado).

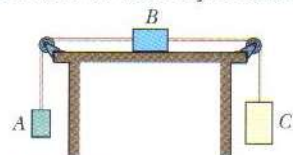


FIG. 5-57 Problema 65.

••65 A Fig. 5-57 mostra três blocos ligados por cordas que passam por polias sem atrito. O bloco B está sobre uma mesa sem atrito;

as massas são $m_A = 6,00 \text{ kg}$, $m_B = 8,00 \text{ kg}$ e $m_C = 10,0 \text{ kg}$. Quando os blocos são liberados qual é a tensão da corda da direita?

••66 A Fig. 5-58 mostra uma caixa de massa $m_2 = 1,0 \text{ kg}$ sobre um plano inclinado sem atrito de ângulo $\theta = 30^\circ$. Ela está ligada por uma corda de massa

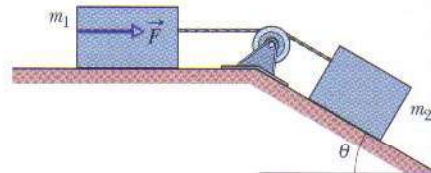


FIG. 5-58 Problema 66.

desprezível a uma caixa de massa $m_1 = 3,0 \text{ kg}$ sobre uma superfície horizontal sem atrito. A polia não tem atrito e sua massa é desprezível. (a) Se o módulo da força horizontal F é 2,3 N, qual é a tensão da corda? (b) Qual é o maior valor que o módulo de F pode ter sem que a corda fique frouxa?

••67 A Fig. 5-59 mostra, em função do tempo, a componente F_x da força que age sobre um bloco de gelo de 3,0 kg que pode se deslocar apenas ao longo do eixo x . Em $t = 0$ o bloco está se movendo no sentido positivo do eixo, com uma velocidade de 3,0 m/s. Quais são (a) o módulo de sua velocidade e (b) o sentido de seu movimento em $t = 11 \text{ s}$?

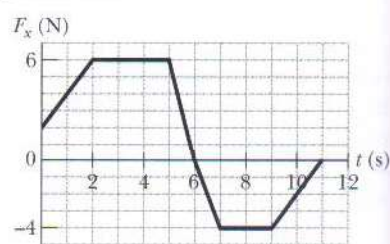


FIG. 5-59 Problema 67.

••68 A Fig. 5-60 mostra parte de um teleférico. A massa máxima permitida de cada cabina com passageiros é de 2800 kg. As cabinas, que estão penduradas em um cabo de sustentação, são puxadas por um segundo cabo ligado à torre de sustentação de cada cabina. Suponha que os cabos estão esticados e inclinados de um ângulo $\theta = 35^\circ$. Qual é a diferença entre as tensões de partes vizinhas do cabo que puxa as cabines se as cabinas estão com a máxima massa permitida e estão sendo aceleradas para cima a $0,81 \text{ m/s}^2$?

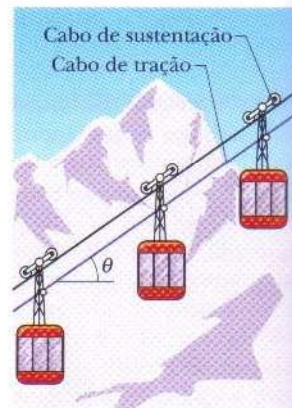


FIG. 5-60 Problema 68.

Problemas Adicionais

69 Cuidado com as unidades! No curso de física os professores vão esperar que você use as unidades corretas ao resolver os problemas. Alguns estudantes não prestam atenção nas unidades, confiando que no final tudo vai dar certo. Este exemplo, baseado em fatos reais, pode servir de alerta para quem trata as unidades com displicência.

Em 23 de julho de 1983, o voo 143 da Air Canada estava sendo preparado para uma longa viagem de Montreal a Edmonton quando os tripulantes pediram ao pessoal de terra para calcular a quantidade de combustível que já estava disponível nos tanques. Os tripulantes sabiam que o avião precisava começar a viagem com 22.300 quilogramas de combustível. O valor estava especificado em quilogramas porque o Canadá havia mudado recentemente para o sistema métrico; até então, o combustível era medido em libras. O pessoal de terra, que só podia medir o combustível em litros, respondeu que havia 7682 litros

nos tanques. Para poder calcular que quantidade precisava ser acrescentada, os tripulantes perguntaram ao pessoal de terra qual era o fator de conversão de litros para quilos de combustível. A resposta foi 1,77, número que os tripulantes usaram (1,77 kg de querosene de aviação correspondendo a 1 L). (a) Quantos quilogramas de combustível a tripulação achou que havia nos tanques? (Neste problema, suponha que todos os dados são exatos.) (b) Quantos litros a tripulação achou que tinham que ser acrescentados?

Infelizmente, a resposta do pessoal de terra se baseou em hábitos anteriores à implantação do sistema métrico: 1,77 era o fator de conversão de litros para libras de combustível (1,77 lb correspondendo a 1 L). (c) Quantos quilos de combustível havia realmente nos tanques? (Exceto no caso do fator de 1,77, use quatro algarismos significativos em todos os cálculos.) (d) Quantos litros adicionais de combustível eram realmente necessários? (e) Quando o avião partiu de Montreal, que porcentagem do combustível necessário estava levando?

A caminho de Edmonton, a uma altitude de 7,9 quilômetros, o combustível acabou e o avião começou a cair. Embora o avião estivesse sem energia, o piloto conseguiu fazer o avião descer planando. Como o aeroporto operacional mais próximo estava longe demais para ser alcançado dessa forma, o piloto dirigiu o avião para um aeroporto antigo, já desativado.

Infelizmente, esse aeroporto tinha sido convertido para corridas de automóveis, e havia uma barreira de aço atravessando a pista. Por sorte, no momento da aterrissagem o trem de pouso da frente quebrou, fazendo o nariz do avião tocar na pista. O atrito reduziu a velocidade do avião, fazendo com que parasse a poucos metros da barreira de aço, sob os olhares petrificados dos pilotos de corrida e dos espectadores. Todos os passageiros e tripulantes escaparam incólumes. A moral da história é a seguinte: tome cuidado com as unidades.

70 As duas únicas forças que agem sobre um corpo têm módulos de 20 N e 35 N e direções que diferem de 80° . A aceleração resultante tem um módulo de 20 m/s^2 . Qual é a massa do corpo?

71 A Fig. 5-61 é uma vista superior de um pneu de 12 kg que está sendo puxado por três cordas horizontais. A força de uma das cordas ($F_1 = 50 \text{ N}$) está indicada. As outras duas forças devem ser orientadas de tal forma que o módulo a da aceleração do pneu seja o menor possível. Qual é o menor valor de a se (a) $F_2 = 30 \text{ N}$, $F_3 = 20 \text{ N}$; (b) $F_2 = 30 \text{ N}$, $F_3 = 10 \text{ N}$; (c) $F_2 = F_3 = 30 \text{ N}$?

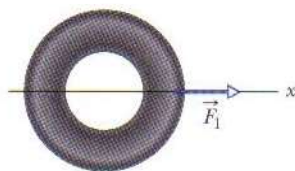


FIG. 5-61 Problema 71.

72 Um bloco de massa M é puxado ao longo de uma superfície horizontal sem atrito por uma corda de massa m , como mostra a Fig. 5-62. Uma força horizontal \vec{F} age sobre uma das extremidades da corda. (a) Mostre que a corda deve ficar frouxa, mesmo que imperceptivelmente. Supondo que a curvatura da corda seja desprezível, determine (b) a aceleração da corda e do bloco, (c) a força da corda sobre o bloco e (d) a tensão na corda no seu ponto médio.

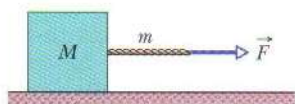


FIG. 5-62 Problema 72.

73 Um operário arrasta uma caixa no piso de uma fábrica, puxando-a por uma corda. O operário exerce uma força de módulo $F = 450 \text{ N}$ sobre a corda, que está inclinada de um ângulo $\theta = 38^\circ$ em relação à horizontal, e o chão exerce uma força horizontal de

módulo $f = 125 \text{ N}$ que se opõe ao movimento. Calcule o módulo da aceleração da caixa (a) se sua massa é 310 kg e (b) se seu peso é 310 N.

74 Três forças atuam sobre uma partícula que se move com velocidade constante $\vec{v} = (2 \text{ m/s})\hat{i} - (7 \text{ m/s})\hat{j}$. Duas das forças são $\vec{F}_1 = (2 \text{ N})\hat{i} + (3 \text{ N})\hat{j} + (-2 \text{ N})\hat{k}$ e $\vec{F}_2 = (-5 \text{ N})\hat{i} + (8 \text{ N})\hat{j} + (-2 \text{ N})\hat{k}$. Qual é a terceira força?

75 Um artista de circo de 52 kg deve descer escorregando por uma corda que arrebentará se a tensão exceder 425 N. (a) O que acontece se o artista fica parado, pendurado na corda? (b) Para que módulo de aceleração a corda está prestes a arrebentar?

76 Um homem de 80 kg salta para um pátio de concreto de uma janela 0,50 m acima do pátio. Ele não dobra os joelhos para amortecer o impacto com o chão, levando 2,0 cm para parar. (a) Qual é a aceleração média desde o instante em que seus pés tocam o pátio até o instante em que ele pára? (b) Qual é o módulo da força média que o pátio exerce sobre o homem?

77 Na Fig. 5-63, o bloco A de 4,0 kg e o bloco B de 6,0 kg estão conectados por uma corda de massa desprezível. A força $\vec{F}_A = (12 \text{ N})\hat{i}$ atua sobre o bloco A; a força $\vec{F}_B = (24 \text{ N})\hat{i}$ atua sobre o bloco B. Qual é a tensão na corda?

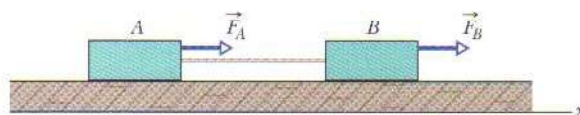


FIG. 5-63 Problema 77.

78 Na vista superior da Fig. 5-64, cinco forças puxam uma caixa de massa $m = 4,0 \text{ kg}$. Os módulos das forças são $F_1 = 11 \text{ N}$, $F_2 = 17 \text{ N}$, $F_3 = 3,0 \text{ N}$, $F_4 = 14 \text{ N}$ e $F_5 = 5,0 \text{ N}$; o ângulo θ_4 é 30° . Determine a aceleração da caixa (a) em termos dos vetores unitários e como (b) um módulo e (c) um ângulo em relação ao sentido positivo do eixo x .

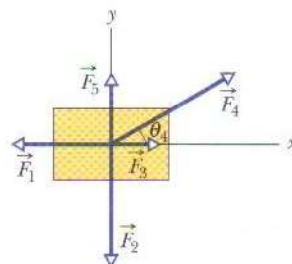


FIG. 5-64 Problema 78.

79 Uma certa força dá a um objeto de massa m_1 uma aceleração de $12,0 \text{ m/s}^2$ e a um objeto de massa m_2 uma aceleração de $3,30 \text{ m/s}^2$. Que aceleração essa mesma força daria a um objeto de massa (a) $m_2 - m_1$ e (b) $m_2 + m_1$?

80 Imagine uma espaçonave prestes a aterrissar na superfície de Calisto, uma das luas de Júpiter. Se o motor fornece uma força para cima (empuxo) de 3260 N, a espaçonave desce com velocidade constante; se o motor fornece apenas 2200 N, a espaçonave desce com uma aceleração de $0,39 \text{ m/s}^2$. (a) Qual é o peso da espaçonave nas vizinhanças da superfície de Calisto? (b) Qual é a massa da aeronave? (c) Qual é o módulo da aceleração em queda livre próximo à superfície de Calisto?

81 Um objeto está pendurado em uma balança de mola presa ao teto de um elevador. A balança indica 65 N quando o elevador está parado. Qual é a leitura da balança quando o elevador está subindo (a) com velocidade constante de $7,6 \text{ m/s}$ e (b) com uma velocidade de $7,6 \text{ m/s}$ e uma desaceleração de $2,4 \text{ m/s}^2$?

82 Na Fig. 5-66, uma força \vec{F} de módulo 12 N é aplicada a uma caixa de massa $m_2 = 1,0 \text{ kg}$. A força é dirigida para cima, paralelamente a um plano inclinado de ângulo $\theta = 37^\circ$. A caixa está ligada

por uma corda a outra caixa de massa $m_1 = 3,0$ kg, situada sobre o piso. O plano inclinado, o piso e a polia não têm atrito e as massas da polia e da corda são desprezíveis. Qual é a tensão da corda?

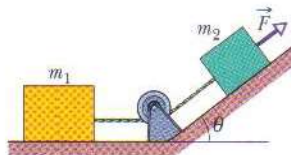


FIG. 5-65 Problema 82.

83 Uma certa partícula tem um peso de 22 N em um ponto onde $g = 9,8$ m/s². Quais são (a) o peso e (b) a massa da partícula em um ponto onde $g = 4,9$ m/s²? Quais são (c) o peso e (d) a massa da partícula se ela é deslocada para um ponto do espaço onde $g = 0$?

84 Calcule o peso de um astronauta de 75 kg (a) na Terra, (b) em Marte, onde $g = 3,7$ m/s², e (c) no espaço sideral, onde $g = 0$. (d) Qual é a massa do astronauta em cada um desses lugares?

85 Uma turbina a jato de 1400 kg é presa à fuselagem de um avião comercial por apenas três parafusos (esta é a prática comum). Suponha que cada parafuso suporta um terço da carga. (a) Calcule a força a que cada parafuso é submetido enquanto o avião está parado na pista, aguardando permissão para decolar. (b) Durante o voo, o avião encontra uma turbulência que provoca uma aceleração brusca para cima de 2,6 m/s². Calcule a força a que é submetido cada parafuso durante essa aceleração.

86 Uma pessoa de 80 kg salta de pára-quedas e experimenta uma aceleração para baixo de 2,5 m/s². A massa do pára-quedas é de 5,0 kg. (a) Qual é a força para cima que o ar exerce sobre o pára-quedas? (b) Qual é a força que a pessoa exerce sobre o pára-quedas?

87 Suponha que na Fig. 5-13 as massas dos blocos são 2,0 kg e 4,0 kg. (a) Qual dessas massas deve ser a do bloco pendurado para que a aceleração seja a maior possível? Quais são nesse caso (b) o módulo da aceleração e (c) a tensão da corda?

88 Você puxa um pequeno refrigerador com uma força constante \vec{F} em um piso encerado (sem atrito), com \vec{F} na horizontal (caso 1) ou com \vec{F} inclinada para cima de um ângulo θ (caso 2). (a) Qual é a razão entre a velocidade do refrigerador no caso 2 e a velocidade no caso 1 se você o puxa por um certo tempo t ? (b) Qual é essa razão se você o puxa ao longo de uma certa distância d ?

89 Uma espaçonave decola verticalmente da Lua, onde $g = 1,6$ m/s². Se a nave tem uma aceleração vertical para cima de 1,0 m/s² na decolagem, qual é o módulo da força exercida pela nave sobre o piloto, que pesa 735 N na Terra?

90 Calcule a aceleração inicial para cima de um foguete de massa $1,3 \times 10^4$ kg se a força inicial para cima produzida pelos motores (empuxo) é $2,6 \times 10^5$ N. Não despreze a força gravitacional a que o foguete está submetido.

91 A Fig. 5-66a mostra um móvel pendurado no teto; ele é composto por duas peças de metal ($m_1 = 3,5$ kg e $m_2 = 4,5$ kg), ligadas por cordas de massa desprezível. Qual é a tensão (a) da corda de baixo e (b) da corda de cima? A Fig. 5-66b mostra um móvel composto de três peças metálicas. Duas das massas são $m_3 = 4,8$ kg e $m_5 = 5,5$ kg. A tensão da corda de cima é 199 N. Qual é a tensão (c) da corda de baixo e (d) da corda do meio?

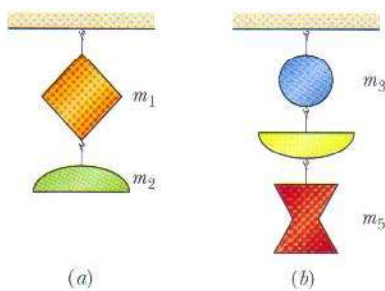


FIG. 5-66 Problema 91.

92 Se a massa-padrão de 1 kg é acelerada por apenas duas forças, $\vec{F}_1 = (3,0 \text{ N})\hat{i} + (4,0 \text{ N})\hat{j}$ e $\vec{F}_2 = (-2,0 \text{ N})\hat{i} + (-6,0 \text{ N})\hat{j}$, qual é a força resultante \vec{F}_{res} (a) em termos dos vetores unitários e em termos (b) do módulo e (c) do ângulo em relação ao sentido positivo do eixo x ? Quais são (d) o módulo e (e) o ângulo de \vec{a} ?

93 Para capturar um nêutron livre, um núcleo deve fazê-lo parar em uma distância menor que o diâmetro do núcleo através da interação forte. Essa força, que é responsável pela estabilidade do núcleo atômico, é praticamente nula fora do núcleo. Suponha que um nêutron livre, com uma velocidade inicial de $1,4 \times 10^7$ m/s, seja capturado por um núcleo com um diâmetro $d = 1,0 \times 10^{-14}$ m. Supondo que a interação forte a que está sujeito o nêutron seja constante, determine o módulo dessa força. A massa do nêutron é de $1,67 \times 10^{-27}$ kg.

94 Um helicóptero de 15 000 kg levanta um caminhão de 4500 kg com uma aceleração para cima de 1,4 m/s². Calcule (a) a força resultante exercida pelo ar sobre a hélice do helicóptero e (b) a tensão do cabo que sustenta o caminhão.

95 Uma motocicleta e seu piloto de 60,0 kg aceleram a 3,0 m/s² para subir uma rampa inclinada de 10° em relação à horizontal. Quais são os módulos (a) da força resultante a que é submetido o piloto e (b) da força que a motocicleta exerce sobre o piloto?

96 Uma nave interestelar tem uma massa de $1,20 \times 10^6$ kg e está inicialmente em repouso em relação a um sistema estelar. (a) Que aceleração constante é necessária para levar a nave até a velocidade de 0,10c (onde $c = 3,0 \times 10^8$ m/s é a velocidade da luz) em relação ao sistema estelar em 3,0 dias? (b) Qual é o valor desta aceleração em unidades de g ? (c) Que força é necessária para esta aceleração? (d) Se os motores são desligados quando a velocidade de 0,10c é atingida (fazendo com que a velocidade permaneça constante desse momento em diante), quanto tempo leva para a nave (do início ao fim) viajar 5,0 meses-luz, a distância percorrida pela luz em 5,0 meses?

97 Por esporte, um tatu de 12 kg escorrega em um grande lago gelado, plano e sem atrito. A velocidade inicial do tatu é de 5,0 m/s no sentido positivo do eixo x . Considere a posição inicial do tatu sobre o gelo como a origem. Ele escorrega sobre o gelo ao mesmo tempo em que é empurrado pelo vento com uma força de 17 N no sentido positivo do eixo y . Em termos dos vetores unitários, quais são (a) o vetor velocidade e (b) o vetor posição do animal depois de deslizar por 3,0 s?

98 Um homem de 50 kg está em um elevador que parte do repouso no andar térreo de um edifício em $t = 0$ e chega ao andar mais alto após 10 s. A aceleração do elevador em função do tempo é mostrada na Fig. 5-67, onde valores positivos da aceleração significam que ela aponta para cima. Quais são (a) o módulo e (b) o sentido (para cima ou para baixo) da força máxima exercida sobre o homem pelo piso do elevador, (c) o módulo e (d) o sentido da força mínima exercida sobre o homem pelo piso do

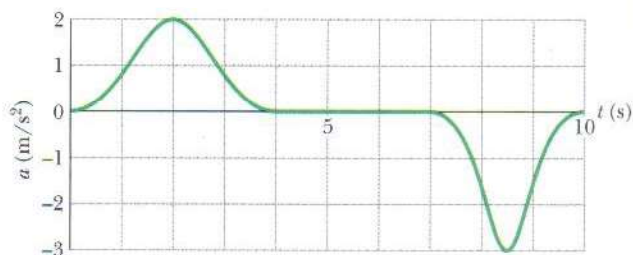


FIG. 5-67 Problema 98.

elevador e (e) o módulo e (f) o sentido da força máxima exercida pelo homem sobre o piso do elevador?

99 A Fig. 5-68 mostra uma caixa de dinheiro sujo (massa $m_1 = 3,0$ kg) sobre um plano inclinado sem atrito de ângulo $\theta_1 = 30^\circ$. A caixa está ligada por uma corda de massa desprezível a uma caixa de dinheiro lavado (massa $m_2 = 2,0$ kg) situada sobre um plano inclinado sem atrito de ângulo $\theta_2 = 60^\circ$. A polia não tem atrito e sua massa é desprezível. Qual é a tensão da corda?

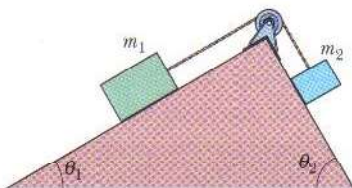


FIG. 5-68 Problema 99.

100 Suponha que uma massa-padrão de 1 kg sofre uma aceleração de $4,00 \text{ m/s}^2$ a 160° com o sentido positivo do eixo x ao ser submetida a duas forças; uma delas é $\vec{F}_1 = (2,50 \text{ N})\hat{i} + (4,60 \text{ N})\hat{j}$. Qual é a outra força (a) em termos dos vetores unitários e em termos (b) do módulo e (c) do ângulo?

101 Na Fig. 5-69, uma lata de antioxidantes ($m_1 = 1,0$ kg) sobre um plano inclinado sem atrito está ligada a uma lata de presuntada ($m_2 = 2,0$ kg). A polia tem massa e atrito desprezíveis.

Uma força vertical para cima de módulo $F = 6,0$ N atua sobre a lata de presuntada, que tem uma aceleração para baixo de $5,5 \text{ m/s}^2$. Determine (a) a tensão da corda e (b) o ângulo β .

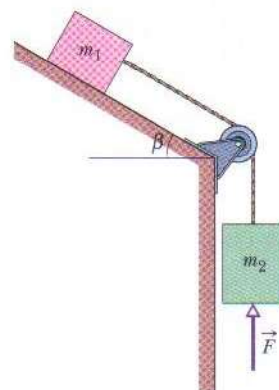


FIG. 5-69 Problema 101.

102 Um foguete e sua carga têm uma massa total de $5,0 \times 10^4$ kg. Qual é o módulo da força produzida pelo motor do foguete (empuxo) quando este está (a) "pairando" sobre a plataforma de lançamento imediatamente após a ignição e (b) acelerando para cima a 20 m/s^2 ?

103 Uma motocicleta com $2,0$ kN de peso acelera de 0 a $88,5 \text{ km/h}$ em $6,0$ s. Quais são os módulos (a) da aceleração constante e (b) da força resultante responsável pela aceleração?

104 Um elétron inicialmente estacionário (massa $= 9,11 \times 10^{-31}$ kg) sofre uma aceleração constante ao longo de $1,5$ cm, atingindo a velocidade de $6,0 \times 10^6 \text{ m/s}$. Determine (a) o módulo da força responsável pela aceleração do elétron e (b) o peso do elétron.