

2ª Lista de exercícios

Parte 2: Dinâmica

A) Forças e Leis de Newton

1 Na Fig. 5-21 as forças $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ são aplicadas a uma caixa que desliza com velocidade constante sobre uma superfície sem atrito. Diminuímos o ângulo θ sem mudar o módulo de $\vec{F}_1$. Para manter a caixa deslizando com velocidade constante devemos aumentar, diminuir ou manter inalterado o módulo de $\vec{F}_2$?

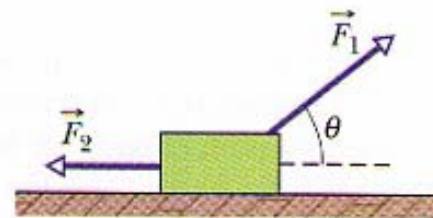


FIG. 5-21 Pergunta 1.

7 A Fig. 5-26 mostra um conjunto de quatro blocos sendo puxados por uma força $\vec{F}$ em um piso sem atrito. Que massa total é acelerada para a direita (a) pela força $\vec{F}$, (b) pela corda 3 e (c) pela corda 1? (d) Ordene os blocos de acordo com a aceleração, começando pela maior. (e) Ordene as cordas de acordo com a tensão, começando pela maior. (Aquecimento para os Problemas 50 e 51.)

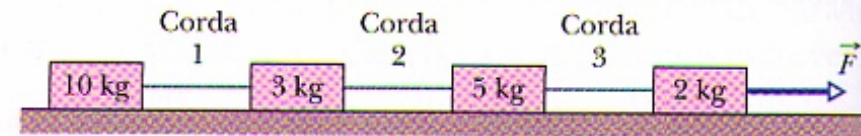


FIG. 5-26 Pergunta 7.

8 A Fig. 5-27 mostra uma caixa em quatro situações nas quais forças horizontais são aplicadas. Ordene as situações de acordo com o módulo da aceleração da caixa, começando pelo maior.

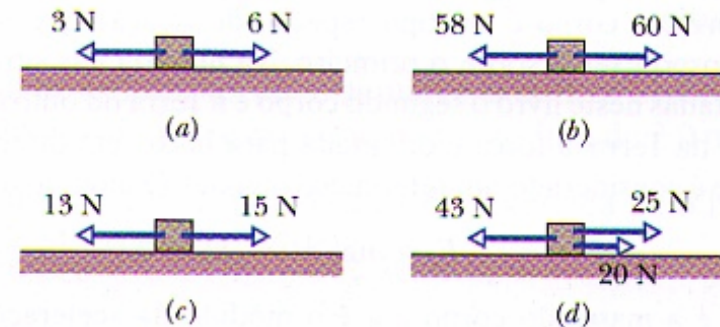


FIG. 5-27 Pergunta 8.

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.

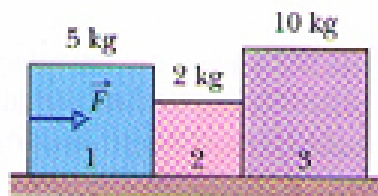


FIG. 5-30 Pergunta 12.

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?

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?

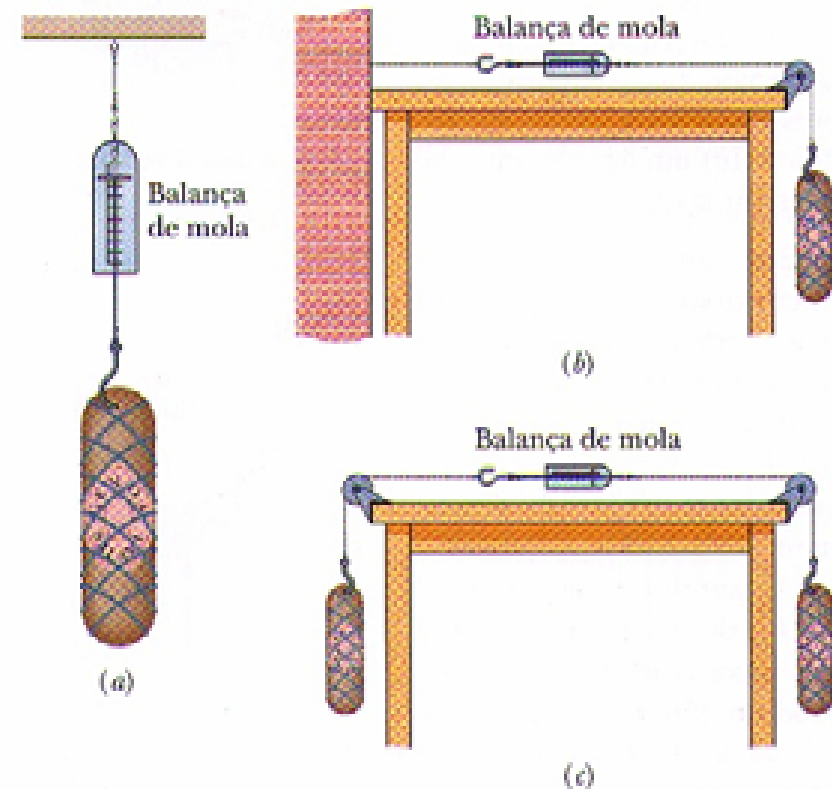


FIG. 5-35 Problema 13.

••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?

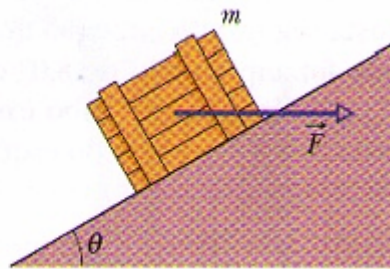


FIG. 5-41 Problema 32.

••33 Uma moça de 40 kg e um trenó de $8,4 \text{ kg}$ 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 $5,2 \text{ N}$ 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?

••50 A Fig. 5-48 mostra quatro pingüins que estão sendo puxados sobre gelo muito escorregadio (sem atrito) por um zelador. As massas de três pingüins 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 pingüim m_2 , que não é dada.

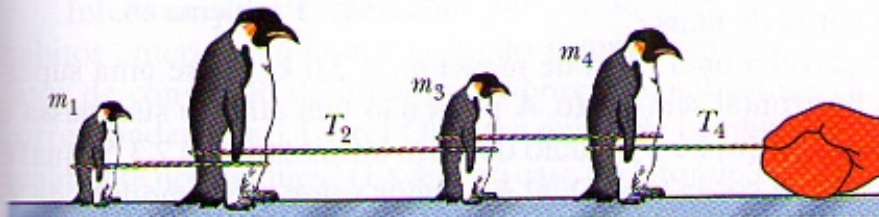


FIG. 5-48 Problema 50.

••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.

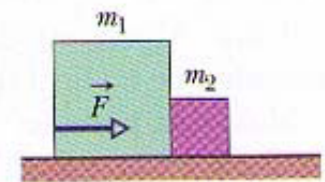


FIG. 5-51 Problema 53.

••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?

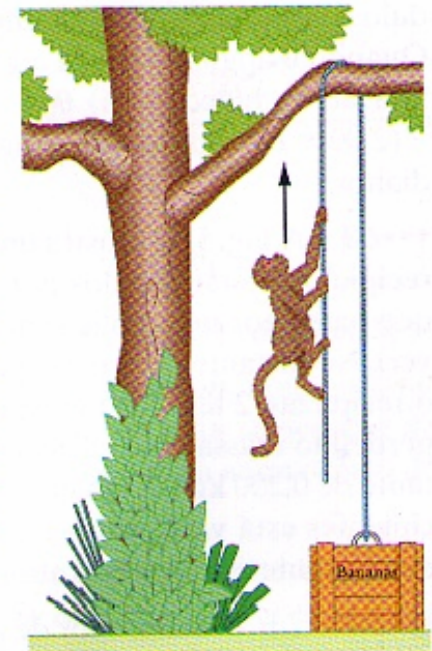


FIG. 5-54 Problema 57.

••59 Um bloco de massa $m_1 = 3,70$ 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 $m_2 = 2,30$ kg (Fig. 5-55). Quais são (a) o módulo

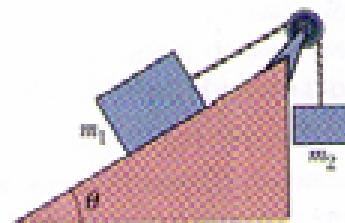


FIG. 5-55 Problema 59.

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

••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.)

86 Uma pessoa de 80 kg salta de pára-quedas e experimenta uma aceleração para baixo de $2,5 \text{ m/s}^2$. 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?

91 A Fig. 5-66a mostra um móbile 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 móbile 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?

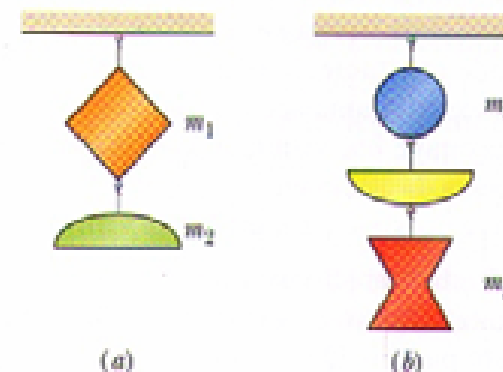


FIG. 5-66 Problema 91.

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?

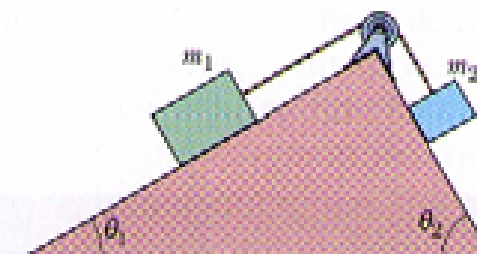


FIG. 5-68 Problema 99.

Parte 2: Cinemática

B) Energia e Trabalho

•1 Em 10 de agosto de 1972 um grande meteorito atravessou a atmosfera sobre o oeste dos Estados Unidos e do Canadá como uma pedra que ricocheteia na água. A bola de fogo resultante foi tão forte que pôde ser vista à luz do dia, e era mais intensa que o rastro deixado por um meteorito comum. A massa do meteorito era aproximadamente de 4×10^6 kg; sua velocidade, cerca de 15 km/s. Se tivesse entrado verticalmente na atmosfera terrestre ele teria atingido a superfície da Terra com aproximadamente a mesma velocidade. (a) Calcule a perda de energia cinética do meteorito (em joules) que estaria associada ao impacto vertical. (b) Expresse a energia como um múltiplo da energia explosiva de 1 megaton de TNT, que é $4,2 \times 10^{15}$ J. (c) A energia associada à explosão da bomba atômica de Hiroshima foi equivalente a 13 quilotons de TNT. A quantas bombas de Hiroshima o impacto do meteorito seria equivalente?

•2 Se um foguete Saturno V e uma espaçonave Apollo acoplada a ele tinham uma massa total de $2,9 \times 10^5$ kg, qual era a energia cinética quando atingiram uma velocidade de 11,2 km/s?

••5 Em uma corrida, um pai tem metade da energia cinética do filho, que tem metade da massa do pai. Aumentando sua velocidade em 1,0 m/s, o pai passa a ter a mesma energia cinética do filho. Quais são as velocidades escalares iniciais (a) do pai e (b) do filho?

•9 Um corpo de 3,0 kg está em repouso sobre um colchão de ar horizontal de atrito desprezível quando uma força horizontal $\vec{F}$ no sentido positivo de um eixo x ao longo do colchão é aplicada ao corpo. A Fig. 7-26 mostra um gráfico estroboscópico da posição do corpo quando ele se move para a direita. A força $\vec{F}$ é aplicada ao corpo em $t = 0$, e o gráfico mostra a posição da partícula a intervalos de 0,50 s. Qual é o trabalho realizado sobre o corpo pela força $\vec{F}$ no intervalo de $t = 0$ a $t = 2,0$ s?

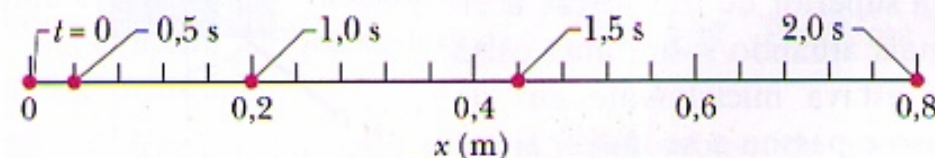


FIG. 7-26 Problema 9.

••20 Na Fig. 7-31, uma força horizontal $\vec{F}_a$ de módulo 20,0 N é aplicada a um livro de psicologia de 3,00 kg enquanto o livro escorrega por uma distância $d = 0,500$ m ao longo de uma rampa de inclinação $\theta = 30,0^\circ$, subindo sem atrito. (a) Nesse deslocamento, qual é o trabalho total realizado sobre o livro por $\vec{F}_a$, pela força gravitacional e pela força normal? (b) Se o livro tem energia cinética nula no início do deslocamento, qual é sua energia cinética no final?

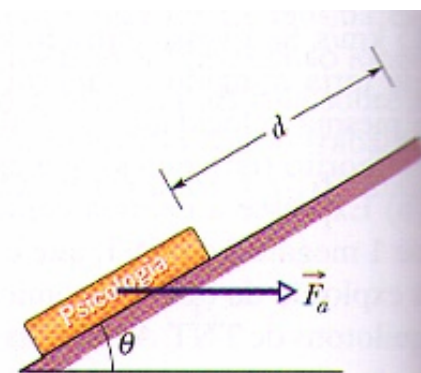


FIG. 7-31 Problema 20.

••23 Na Fig. 7-34 um bloco de gelo escorrega para baixo em uma rampa sem atrito com $\theta = 50^\circ$ enquanto um operário puxa o bloco (através de uma corda) com uma força $\vec{F}_r$ que tem um módulo de 50 N e aponta para cima ao longo da rampa. Quando o bloco desliza uma distância $d = 0,50$ m ao longo da rampa, sua energia cinética aumenta 80 J. Quão maior seria a energia cinética se o bloco não estivesse sendo puxado por uma corda?

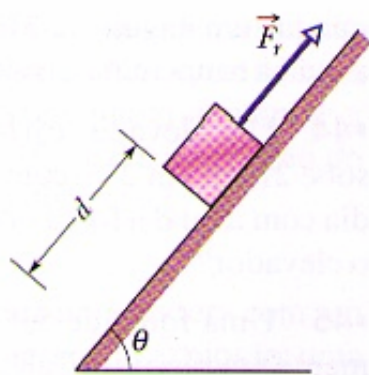


FIG. 7-34 Problema 23.

••50 Uma concha de 0,30 kg escorrega sobre uma superfície horizontal sem atrito presa a uma das extremidades de uma mola horizontal ($k = 500$ N/m) cuja outra extremidade é mantida fixa. A concha possui uma energia cinética de 10 J ao passar pela posição de equilíbrio (o ponto em que a força elástica da mola é zero). (a) Com que taxa a mola está realizando trabalho sobre a concha quando esta passa pela posição de equilíbrio? (b) Com que taxa a mola está realizando trabalho sobre a concha quando a mola está comprimida de 0,10 m e a concha está se afastando da posição de equilíbrio?

••51 Uma força $\vec{F} = (3,00 \text{ N})\hat{i} + (7,00 \text{ N})\hat{j} + (7,00 \text{ N})\hat{k}$ age sobre um objeto de 2,00 kg que se move de uma posição inicial $\vec{d}_i = (3,00 \text{ m})\hat{i} - (2,00 \text{ m})\hat{j} + (5,00 \text{ m})\hat{k}$ para uma posição final $\vec{d}_f = -(5,00 \text{ m})\hat{i} + (4,00 \text{ m})\hat{j} + (7,00 \text{ m})\hat{k}$ em 4,00 s. Determine (a) o trabalho realizado pela força sobre o objeto no intervalo de 4,00 s, (b) a potência média desenvolvida pela força nesse intervalo e (c) o ângulo entre os vetores $\vec{d}_i$ e $\vec{d}_f$.

54 Um bloco de 250 g é deixado cair em uma mola vertical, inicialmente relaxada, com uma constante elástica $k = 2,5$ N/cm (Fig. 7-43). O bloco fica acoplado à mola, comprimindo-a em 12 cm até parar momentaneamente. Nesta compressão, que trabalho é realizado sobre o bloco (a) pela força gravitacional e (b) pela força elástica? (c) Qual é a velocidade do bloco imediatamente antes de se chocar com a mola? (d) Se a velocidade no momento do impacto é duplicada, qual é a compressão máxima da mola?

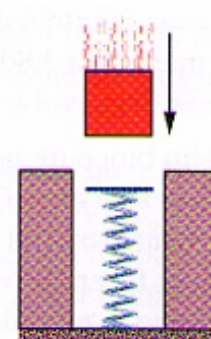


FIG. 7-43 Problema 54.

55 Qual é o trabalho realizado por uma força $\vec{F} = (2x \text{ N})\hat{i} + (3 \text{ N})\hat{j}$, com x em metros, ao deslocar uma partícula de uma posição $\vec{r}_i = (2 \text{ m})\hat{i} + (3 \text{ m})\hat{j}$ para uma posição $\vec{r}_f = -(4 \text{ m})\hat{i} - (3 \text{ m})\hat{j}$?

63 Um cavalo puxa uma carroça com uma força de 40 lb a um ângulo de 30° para cima com a horizontal e se move com uma velocidade de 6,0 mi/h. (a) Que trabalho a força realiza em 10 min? (b) Qual é a potência média desenvolvida pela força em horsepower?

64 Um trenó a vela está em repouso sobre a superfície de um lago congelado quando um vento repentino exerce sobre ele uma força constante de 200 N, na direção leste. Devido ao ângulo da vela, o vento faz com que o trenó se desloque em linha reta por uma distância de 8,0 m em uma direção 20° ao norte do leste. Qual é a energia cinética do trenó ao final desses 8,0 m?

65 Um caixote de 230 kg está pendurado na extremidade de uma corda de comprimento $L = 12,0$ m. Você puxa o caixote horizontalmente com uma força variável $\vec{F}$, deslocando-o para o lado de uma distância $d = 4,00$ m (Fig. 7-45). (a) Qual é o módulo de $\vec{F}$ quando o caixote está na posição final? Neste deslocamento, quais são (b) o trabalho total realizado sobre o caixote, (c) o trabalho realizado pela força gravitacional sobre o caixote e (d) o trabalho realizado pela corda sobre o caixote? (e) Sabendo que o caixote está em repouso antes e depois do deslocamento, use as respostas dos itens (b), (c) e (d) para determinar o trabalho que sua força $\vec{F}$ realiza sobre o caixote. (f) Por que o trabalho da sua força não é igual ao produto do deslocamento horizontal pela resposta do item (a)?

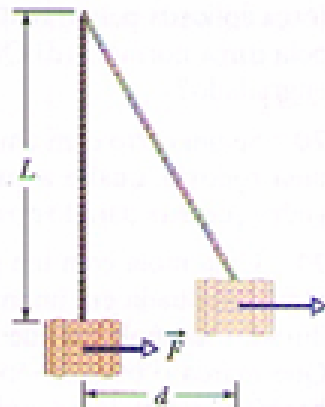


FIG. 7-45 Problema 65.

Parte 2: Cinemática

C) Energia Potencial e Conservação da Energia Mecânica

••22 Um bloco de massa $m = 2,0$ kg é deixado cair de uma altura $h = 40$ cm sobre uma mola de constante elástica $k = 1960$ N/m (Fig. 8-38). Determine a variação máxima de comprimento da mola ao ser comprimida.

••23 Em $t = 0$ uma bola de 1,0 kg é atirada de uma torre com $\vec{v} = (18 \text{ m/s})\hat{i} + (24 \text{ m/s})\hat{j}$. Quanto é ΔU do sistema bola-Terra entre $t = 0$ e $t = 6,0$ s (ainda em queda livre)?

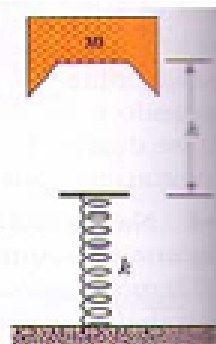


FIG. 8-38 Problema 22.

seção 8-4 Determinação de Valores de Energia Potencial

•1 Você deixa cair um livro de 2,00 kg para uma amiga que está na calçada, a uma distância $D = 10,0$ m abaixo de você. Se as mãos estendidas da sua amiga estão a uma distância $d = 1,5$ m acima do solo (Fig. 8-30), (a) qual é o trabalho W_g realizado sobre o livro pela força gravitacional até ele cair nas mãos da sua amiga? (b) Qual é a variação ΔU da energia potencial gravitacional do sistema livro-Terra durante a queda? Se a energia potencial gravitacional U do sistema é considerada nula no nível do solo, qual é o valor de U (c) quando você deixa cair o livro e (d) quando ele chega às mãos da sua amiga? Suponha agora que o valor de U é 100 J ao nível

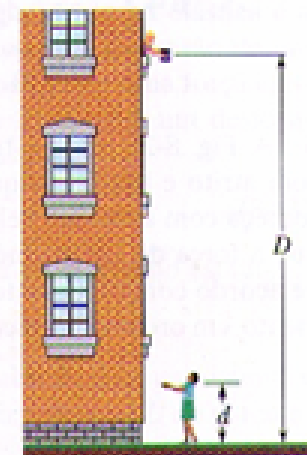


FIG. 8-30 Problemas 1 e 10.

do solo e calcule novamente (e) W_g , (f) ΔU , (g) U no ponto onde você deixou cair o livro e (h) U no ponto em que chegou às mãos da sua amiga.

•15 Uma bola de gude de 5,0 g é lançada verticalmente para cima usando uma espingarda de mola. A mola deve ser comprimida de exatamente 8,0 cm para que a bola alcance um alvo colocado 20 m acima da posição da bola de gude na mola comprimida. (a) Qual é a variação ΔU_g da energia potencial gravitacional do sistema bola de gude-Terra durante a subida de 20 m? (b) Qual é a variação ΔU_s da energia potencial elástica da mola durante o lançamento da bola de gude? (c) Qual é a constante elástica da mola?

••8 Na Fig. 8-35 um pequeno bloco de massa $m = 0,032 \text{ kg}$ pode deslizar em uma pista sem atrito que forma um *loop* de raio $R = 12 \text{ cm}$. O bloco é liberado a partir do repouso no ponto P , a uma altura $h = 5,0R$ acima do ponto mais baixo do *loop*. Qual é o trabalho realizado sobre o bloco pela força gravitacional enquanto o bloco se desloca do ponto P para (a) o ponto Q e (b) o ponto mais alto do *loop*? Se a energia potencial gravitacional do sistema bloco-Terra for tomada como nula na base do *loop*, quanto valerá essa energia potencial quando o bloco estiver (c) no ponto P , (d) no ponto Q e (e) no topo do *loop*? (f) Se, em vez de ser simplesmente liberado, o bloco recebe uma velocidade inicial dirigida para baixo ao longo da pista, as respostas dos itens de (a) até (e) aumentam, diminuem ou permanecem as mesmas?

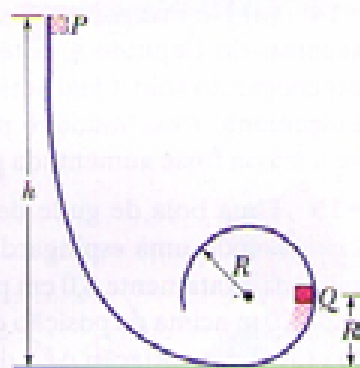


FIG. 8-35
Problemas 8 e 19.

•9 Na Fig. 8-36 um caminhão perdeu os freios quando estava descendo uma ladeira a 130 km/h e o motorista dirigiu o veículo para uma rampa de emergência sem atrito com uma inclinação $\theta = 15^\circ$. A massa do caminhão é $1,2 \times 10^4 \text{ kg}$. (a) Qual é o menor comprimento L que a rampa deve ter para que o caminhão pare (momentaneamente) antes de chegar ao final? (Suponha que o caminhão pode ser tratado como uma partícula e justifique essa suposição.) O comprimento mínimo L aumenta, diminui ou permanece o mesmo (b) se a massa do caminhão for menor e (c) se a velocidade for menor?

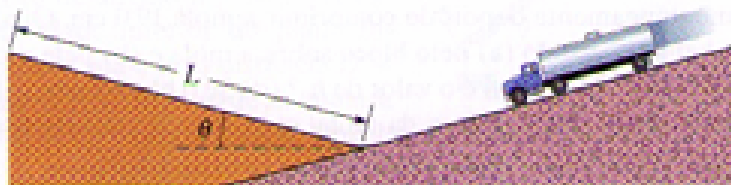


FIG. 8-36 Problema 9.

•46 Um esquiador de 60 kg deixa a extremidade de uma rampa de salto de esqui com uma velocidade de 24 m/s 25° acima da horizontal. Suponha que, devido ao arrasto do ar, o esquiador retorna ao solo com uma velocidade de 22 m/s , aterrissando 14 m verticalmente abaixo da extremidade da rampa. Do início do salto até o retorno ao solo, de quanto a energia mecânica do sistema esquiador-Terra é reduzida devido ao arrasto do ar?

•47 Um urso de 25 kg escorrega, a partir do repouso, 12 m para baixo em um tronco de pinheiro, movendo-se com uma velocidade de $5,6 \text{ m/s}$ imediatamente antes de chegar ao chão. (a) Qual é a variação da energia potencial gravitacional do sistema urso-Terra durante o deslizamento? (b) Qual é a energia cinética do urso imediatamente antes de chegar ao chão? (c) Qual é a força de atrito média que age sobre o urso enquanto está escorregando?

•48 Um jogador de beisebol arremessa uma bola com uma velocidade inicial de $81,8 \text{ mi/h}$. Imediatamente antes de um outro jogador segurar a bola na mesma altura sua velocidade é 110 pés/s . De quanto é reduzida, em pés-libras, a energia mecânica do sistema bola-Terra devido ao arrasto do ar? (A massa de uma bola de beisebol é de $9,0 \text{ onças}$.)

•49 Um disco de plástico de 75 g é arremessado de um ponto $1,1 \text{ m}$ acima do solo com uma velocidade escalar de 12 m/s . Quando o disco atinge uma altura de $2,1 \text{ m}$ sua velocidade é de $10,5 \text{ m/s}$. Qual é a redução da E_{mec} do sistema disco-Terra devido ao arrasto do ar?

75 Na Fig. 8-63 a polia tem massa desprezível e tanto ela como o plano inclinado não possuem atrito. O bloco A tem uma massa de $1,0\text{ kg}$, o bloco B tem uma massa de $2,0\text{ kg}$ e o ângulo θ é 30° . Se os blocos são liberados a partir do repouso com o fio que os conecta esticado, qual é a energia cinética total após o bloco B ter descido 25 cm ?

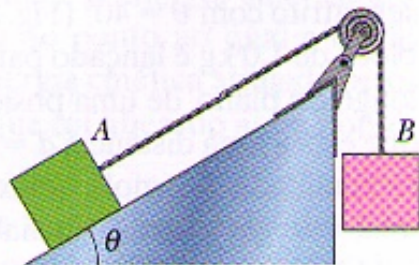


FIG. 8-63 Problema 75.

76 Um projétil de $0,55\text{ kg}$ é lançado da borda de um penhasco com uma energia cinética inicial de 1550 J . A maior distância vertical para cima que o projétil atinge em relação ao ponto de lançamento é $+140\text{ m}$. Quais são as componentes (a) horizontal e (b) vertical da velocidade de lançamento? (c) No instante em que a componente vertical da velocidade é 65 m/s , qual é o deslocamento vertical em relação ao ponto de lançamento?