

Qual o significado físico da área embaixo da curva de P contra t entre as linhas verticais t_1 e t_2 ? Como você poderia achar a potência média desse gráfico? Faça um gráfico P contra t consistindo de duas seções de linhas retas e para o qual a potência máxima seja igual ao dobro da potência média.

EXERCÍCIOS

SECÃO 6.2 TRABALHO

6.1 Você empurra seu livro de física 1,50 m ao longo do topo de uma mesa horizontal com uma força horizontal de 2,40 N. A força de atrito que se opõe ao movimento é igual a 0,600 N. a) Qual é o trabalho realizado pela sua força de 2,40 N sobre o livro? b) Qual o trabalho realizado pela força de atrito sobre o livro? c) Qual é o trabalho total realizado sobre o livro?

6.2 Um velho balde de carvalho com massa igual a 6,75 kg está pendurado em um poço na extremidade de uma corda. A corda passa sobre uma polia sem atrito no topo do poço, e você puxa horizontalmente a extremidade da corda para elevar lentamente o balde até uma altura de 4,00 m. a) Qual o trabalho realizado pela sua força ao puxar o balde para cima? b) Qual o trabalho realizado pela força da gravidade sobre o balde? c) Qual o trabalho total realizado sobre o balde?

6.3 Um pescador enrola na bobina 12,0 m de linha enquanto puxa um peixe que exerce uma força resistiva de 25,0 N. Se o peixe é puxado com velocidade constante, qual é o trabalho realizado pela tensão na linha sobre o peixe?

6.4 Um trabalhador de uma fábrica exerce uma força horizontal para empurrar por uma distância de 4,5 m um engradado de 30,0 kg ao longo de um piso plano. O coeficiente de atrito cinético entre o engradado e o piso é igual a 0,25. a) Qual o módulo da força aplicada pelo trabalhador? b) Qual o trabalho realizado por essa força sobre o engradado? c) Qual o trabalho realizado pelo atrito sobre o engradado? d) Qual o trabalho realizado sobre o engradado pela força normal? E pela força da gravidade? e) Qual o trabalho total realizado sobre o engradado?

6.5 Suponha que o trabalhador do Exercício 6.4 empurre o engradado para baixo de um plano inclinado de 30° abaixo da horizontal. a) Qual é o módulo da força aplicada pelo trabalhador para que o engradado se desloque com velocidade constante? b) Qual é o trabalho realizado por essa força sobre o engradado quando ele se desloca de 4,5 m? c) Qual é o trabalho realizado pelo atrito sobre o engradado durante esse deslocamento? d) Qual é o trabalho realizado sobre o engradado pela força normal? E pela força da gravidade? e) Qual é o trabalho total realizado sobre o engradado?

6.6 Uma esquiadora aquática é puxada por uma lancha por meio de um cabo de reboque. Ela esquia lateralmente de modo que o cabo faz um ângulo de $15,0^\circ$ com a direção do movimento, e a seguir continua em linha reta. A tensão no cabo é igual a 180 N. Qual é o trabalho realizado sobre a esquiadora pelo cabo durante um deslocamento de 300 m?

6.7 Dois rebocadores puxam um navio petroleiro. Cada rebocador exerce uma força constante de $1,80 \times 10^6$ N, uma a 14° na direção noroeste e outra a 14° na direção nordeste, e o petroleiro é puxado até uma distância de 0,75 km do sul para o norte. Qual é o trabalho total realizado sobre o petroleiro?

SECÃO 6.3 TRABALHO E ENERGIA CINÉTICA

6.8 a) Calcule a energia cinética, em joules, de um automóvel de 1600 kg viajando a 50,0 km/h. b) Qual é o fator da variação da energia cinética quando a velocidade dobra?

Q6.22 Um engenheiro de tráfego afirma que controlar os sinais para que os motoristas possam percorrer longas distâncias com velocidade constante seria um modo eficiente de melhorar a qualidade do ar em uma cidade. Explique a física contida nessa afirmação.

6.9 Imagina-se que o dinossauro *Tyrannosaurus rex* possuía massa aproximadamente igual a 7000 kg. a) Considerando o dinossauro como uma partícula, estime sua energia cinética quando ele caminha com uma velocidade de 4,0 km/h. b) Com que velocidade um homem de 70 kg deveria se locomover para que sua energia cinética fosse igual à energia cinética do dinossauro?

6.10 Um carro é parado por uma força de atrito constante que não depende da sua velocidade. Qual é o fator de variação da distância que ele leva até parar quando sua velocidade dobra? (Resolva usando o método do teorema do trabalho-energia.)

6.11 Uma bola de beisebol deixa a mão de um jogador com velocidade de 32,0 m/s. A bola de beisebol pesa cerca de 0,145 kg. Despreze a resistência do ar. Qual é o trabalho realizado pelo jogador sobre a bola ao atirá-la?

6.12 No Exemplo 6.6 (Seção 6.3), chame de A o barco que desliza sobre o gelo com massa m e de B o outro barco, com massa $2m$. a) Na linha final, qual deve ser a razão v_A/v_B entre as velocidades dos dois barcos? b) Seja t_A o tempo decorrido para que o barco A alcance a linha final e t_B o tempo decorrido para que o barco B alcance a linha final. Qual deve ser a razão t_B/t_A entre esses dois tempos?

6.13 Um elétron se move com energia cinética K_1 . Depois da realização de um trabalho W total sobre ele, o elétron passa a se mover com uma velocidade quatro vezes menor em um sentido contrário ao inicial. a) Calcule W em termos de K_1 . b) Sua resposta depende da direção final do movimento do elétron.

6.14 Um trenó com massa igual a 8,00 kg se move em linha reta sobre uma superfície horizontal sem atrito. Em um ponto de sua trajetória, sua velocidade possui módulo igual a 4,00 m/s; depois de percorrer mais 2,50 m além deste ponto, sua velocidade possui módulo igual a 6,00 m/s. Use o teorema do trabalho-energia para achar a força que atua sobre o trenó, supondo que essa força seja constante e que ela atue no sentido do movimento do trenó.

6.15 Uma bola de futebol de massa igual a 0,420 kg possui velocidade inicial de 2,00 m/s. Uma jogadora de futebol dá um chute na bola, exercendo uma força constante de módulo igual a 40,0 N na mesma direção e no mesmo sentido do movimento da bola. Até que distância seu pé deve penetrar na bola para que a velocidade da bola aumente para 6,00 m/s?

6.16 Uma caixa contendo 12 latas de refrigerante (massa 4,30 kg) está inicialmente em repouso sobre uma superfície horizontal. A seguir ela é empurrada 1,20 m em linha reta por um cão treinado que exerce uma força constante de módulo igual a 36,0 N. Use o teorema do trabalho-energia para achar a velocidade final da caixa se a) não existe atrito entre a caixa e a superfície; b) o coeficiente de atrito cinético entre a caixa e a superfície é igual a 0,30.

6.17 Uma bola de beisebol de massa igual a 0,145 kg é lançada verticalmente de baixo para cima com velocidade de 25,0 m/s. a) Qual o trabalho realizado pela gravidade quando a bola atinge uma altura de 20,0 m acima da mão do lançador? b) Use o teorema do trabalho-energia para calcular a velocidade da bola

quando ela atinge uma altura de 20,0 m acima da mão do lançador. Despreze a resistência do ar. c) Sua resposta do item (b) depende do sentido da velocidade da bola ser para cima ou para baixo quando ela está na altura de 20,0 m? Explique.

6.18 Uma melancia de 480 g é largada (sem velocidade inicial) da extremidade do telhado de um edifício a uma altura de 25,0 m. a) Calcule o trabalho realizado pela gravidade sobre a melancia durante seu deslocamento do telhado ao solo. b) Qual é a energia cinética da melancia imediatamente antes de ela colidir com o solo?

6.19 Uma carroça muito pequena com massa de 7,00 kg se move em linha reta sobre uma superfície horizontal sem atrito. Ela possui uma velocidade inicial de 4,0 m/s e a seguir é empurrada 3,0 m no mesmo sentido da velocidade inicial por uma força com módulo igual a 10,0 N. a) Use o teorema do trabalho-energia para calcular a velocidade final da carroça. b) Calcule a aceleração produzida pela força. Use essa aceleração nas relações cinemáticas do Capítulo 2 para calcular a velocidade final da carroça. Compare o resultado com o obtido no item (a).

6.20 Um bloco de gelo com massa de 2,0 kg desliza 0,750 m de cima para baixo ao longo de um plano inclinado de $36,9^\circ$ abaixo da horizontal. Sabendo que o bloco de gelo parte sem velocidade inicial, qual é sua velocidade final? Despreze o atrito.

6.21 Um carro se desloca sobre uma superfície horizontal com velocidade v_0 no momento em que os freios ficam bloqueados, de modo que os pneus deslizam em vez de rolar. a) Use o teorema do trabalho-energia para calcular a distância mínima para o carro parar em função de v_0 , de g e do coeficiente de atrito cinético μ_c entre o pneu e o solo. b) O carro pára em uma distância de 91,2 m quando $v_0 = 80,0$ km/h. Qual a distância que ele percorre até parar quando $v_0 = 60,0$ km/h? Suponha que o valor de μ_c permaneça constante.

SEÇÃO 6.4 TRABALHO E ENERGIA COM FORÇAS VARIÁVEIS

6.22 É necessário realizar um trabalho de 12,0 J para esticar 3,00 cm uma mola a partir do seu comprimento sem deformação. Calcule o trabalho necessário para esticar 4,00 cm essa mola a partir do seu comprimento sem deformação.

6.23 Uma força de 160 N estica 0,050 m uma certa mola a partir do seu comprimento sem deformação. a) Qual é a força necessária para esticar essa mola 0,015 m a partir do seu comprimento sem deformação? E para comprimi-la 0,020 m? b) Qual é o trabalho necessário para esticar essa mola 0,015 m a partir do seu comprimento sem deformação? Qual é o trabalho necessário para comprimir essa mola 0,020 m a partir do seu comprimento sem deformação?

6.24 Uma menina aplica uma força \vec{F} paralela ao eixo Ox sobre um trenó de 10,0 kg que está se deslocando sobre a superfície congelada de um lago pequeno. À medida que ela controla a velocidade do trenó, o componente x da força que ela aplica varia com a coordenada x do modo indicado na Figura 6.21. Calcule o trabalho realizado pela força \vec{F} quando o trenó se desloca a) de $x = 0$ a $x = 8,0$ m; b) de $x = 8,0$ m a $x = 12,0$ m; c) de $x = 0$ a $x = 12,0$ m.

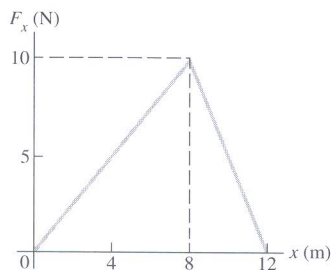


FIGURA 6.21 Exercícios 6.24 e 6.25.

6.25 Suponha que o trenó do Exercício 6.24 esteja inicialmente em repouso em $x = 0$. Use o teorema do trabalho-energia para achar a velocidade do trenó em a) $x = 8,0$ m; b) $x = 12,0$ m. Despreze o atrito entre o trenó e a superfície do lago.

6.26 Pernas exercendo pressão. Como parte de um exercício de treinamento, você deita de costas e empurra com seus pés uma plataforma ligada a duas molas duras dispostas de modo que elas fiquem paralelas. Quando você empurra a plataforma, comprime as molas. Você realiza 80,0 J de trabalho para comprimir as molas 0,200 m a partir do seu comprimento sem deformação. a) Qual é o módulo da força que você deve aplicar para manter a plataforma nessa posição? b) Qual é a quantidade *adicional* de trabalho que você deve realizar para mover a plataforma *mais* 0,200 m e qual é a força máxima que você deve aplicar?

6.27 a) No Exemplo 6.8 (Seção 6.4) verificou-se que quando o ar não circulava no trilho de ar o cavaleiro se deslocava 8,6 cm antes de parar instantaneamente. Qual deveria ser o coeficiente de atrito estático μ_s para impedir que o cavaleiro retornasse para a esquerda? b) Sabendo que o coeficiente de atrito estático entre o trilho e o cavaleiro é $\mu_s = 0,60$, qual é a velocidade inicial máxima v_1 que o cavaleiro deve ter para que ele permaneça em repouso depois de parar instantaneamente? Quando o ar não circula no trilho de ar, o coeficiente de atrito cinético é $\mu_c = 0,47$.

6.28 Um bloco de gelo de 4,00 kg é colocado contra uma mola horizontal cuja constante da força é $k = 200$ N/m, sendo comprimida de 0,025 m. A mola é liberada e acelera o bloco em uma superfície horizontal. Despreze o atrito e a massa da mola. a) Calcule o trabalho realizado pela mola sobre o bloco quando ele se desloca de sua posição inicial até o local em que a mola retorna ao seu comprimento sem deformação. b) Qual é a velocidade do bloco no instante em que ele abandona a mola?

6.29 Uma força \vec{F} é aplicada paralelamente ao eixo Ox a um modelo de carro de 2,00 kg com controle remoto. O componente x da força varia com a coordenada x do carro conforme indicado na Figura 6.22. Calcule o trabalho realizado pela força \vec{F} quando o carro se desloca a) de $x = 0$ a $x = 3,0$ m; b) de $x = 3,0$ m a $x = 4,0$ m; c) de $x = 4,0$ m a $x = 7,0$ m; d) de $x = 0$ a $x = 7,0$ m; e) de $x = 7,0$ m a $x = 2,0$ m.

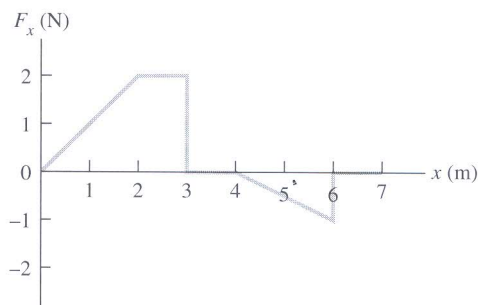


FIGURA 6.22 Exercícios 6.29 e 6.30.

6.30 Suponha que o modelo de carro do Exercício 6.29 esteja inicialmente em repouso em $x = 0$ e que \vec{F} seja a força resultante atuando sobre o carro. Use o teorema do trabalho-energia para calcular a velocidade do carro em a) $x = 3,0$ m; b) $x = 4,0$ m; c) $x = 7,0$ m.

6.31 Em um parque aquático, um trenó com seu condutor é impulsionado ao longo de uma superfície horizontal escorregadia pela liberação de uma mola forte comprimida. A constante da mola é $k = 4000$ N/m e a mola possui massa desprezível e repousa sobre uma superfície horizontal sem atrito. Uma extremidade está em contato com uma parede fixa. O trenó e seu condutor, com

massa total de 70,0 kg, são empurrados contra a outra extremidade, comprimindo 0,375 m a mola. O trenó é a seguir liberado da mola sem velocidade inicial. Qual é a velocidade do trenó quando a mola a) retorna ao seu comprimento sem deformação? b) está ainda comprimida 0,200 m.

6.32 No Exemplo 6.9 (Seção 6.4), em vez de aplicar uma força horizontal variável \vec{F} para manter João muito próximo do equilíbrio, você aplica uma força horizontal constante de módulo $F = 2w$, onde w é o peso de João. Como no Exemplo 6.9, considere João uma partícula e despreze os pesos das correntes e do assento. Você empurra João até que as correntes façam um ângulo θ_0 com a vertical. a) Use a Equação (6.14) para calcular o trabalho sobre João realizado pela força \vec{F} que você aplicou. b) Para o ângulo θ_0 , compare o módulo da força \vec{F} deste exercício com o valor encontrado no Exemplo 6.9. c) Compare o trabalho realizado pela força \vec{F} deste exercício com o valor encontrado no Exemplo 6.9.

6.33 Um pequeno cavaleiro comprime uma mola na parte inferior de um trilho de ar inclinado de um ângulo de $40,0^\circ$ acima da horizontal. O cavaleiro possui massa 0,0900 kg. A mola possui massa desprezível e $k = 640$ N/m. Quando a mola é liberada, o cavaleiro se desloca até uma distância máxima de 1,80 m ao longo do trilho de ar antes de começar a escorregar de volta. Antes de atingir essa distância máxima o cavaleiro perde o contato com a mola. a) Calcule a distância em que a mola foi originalmente comprimida. b) Quando o cavaleiro se deslocou uma distância de 0,80 m ao longo do trilho de ar a partir de sua posição inicial em que estava contra a mola comprimida, ele ainda mantinha contato com a mola? Qual é a energia cinética do cavaleiro nesse ponto?

6.34 Um pedreiro engenhoso montou um dispositivo que dispara tijolos até a altura da parede onde ele está trabalhando. Ele coloca o tijolo comprimindo uma mola vertical com massa desprezível e constante da mola $k = 450$ N/m. Quando a mola é liberada, o tijolo é disparado de baixo para cima. Sabendo que o tijolo possui massa de 1,80 kg e que ele deve atingir uma altura máxima de 3,6 m acima de sua posição inicial sobre a mola comprimida, qual é a distância que a mola deve ser inicialmente comprimida? (O tijolo perde o contato com a mola no instante em que a mola retorna ao seu comprimento sem deformação. Por quê?)

SEÇÃO 6.5 POTÊNCIA

6.35 Uma dupla de atletas de bicicleta *tandem* (bicicleta com dois assentos) deve superar uma força de 165 N para manter uma velocidade de 9,0 m/s. Calcule a potência em watts necessária para cada competidor, supondo que cada um deles pedale com a mesma potência.

6.36 O consumo total de energia elétrica nos Estados Unidos é aproximadamente igual a $1,0 \times 10^{19}$ J por ano. a) Qual é a taxa de consumo médio de energia elétrica em watts? b) Sabendo que a população dos Estados Unidos é de 260 milhões de habitantes, qual é a taxa de consumo médio de energia elétrica por pessoa? c) A energia da radiação solar que atinge a Terra possui uma taxa aproximadamente igual a 1,0 kW por metro quadrado da superfície terrestre. Se essa energia pudesse ser convertida em energia elétrica com eficiência de 40%, qual seria a área (em quilômetros quadrados) para coletar a energia solar necessária para obter a energia elétrica usada nos Estados Unidos?

6.37 Quando seu motor de 75 kW fornece sua potência máxima, um avião monomotor com massa de 700 kg ganha altura com uma taxa de 2,5 m/s (ou 150 m/min). Qual é a fração da potência do motor que está sendo usada para fazer o avião subir? (A potência restante é usada para superar os efeitos da resistência do ar e compensar as ineficiências da hélice e do motor.)

6.38 Seu trabalho é colocar em um caminhão engradados de 30,0 kg, elevando-os 0,90 m do chão até o caminhão. Quantos

engradados você coloca no caminhão em um minuto supondo que a sua potência média seja de 100 W?

6.39 Um elevador possui massa de 600 kg, não incluindo a massa dos passageiros. O elevador foi projetado para subir com velocidade constante uma distância vertical de 20,0 m (cinco andares) em 16,0 s, sendo impulsionado por um motor que fornece ao elevador uma potência máxima de 29,84 kW. Qual é o número máximo de passageiros que o elevador pode transportar? Suponha que cada passageiro possua massa de 65,0 kg.

6.40 O martelo de um bate-estaca pesa 3800 N e deve ser elevado verticalmente 2,80 m com velocidade constante durante um intervalo de 4,00 s. Qual é a potência em watts que o motor deve fornecer ao martelo?

6.41 O porta-aviões *John F. Kennedy* possui massa igual a $7,4 \times 10^7$ kg. Quando seus motores desenvolvem a potência máxima de 208.880 kW, *John F. Kennedy* se move com velocidade máxima de 65 km/h. Sabendo que 70% dessa potência é usada para impulsionar esse navio, qual é a força de resistência da água que se opõe ao movimento dele?

6.42 Um rebocador de esquí opera com uma corda de 300 m inclinada de $15,0^\circ$. A corda se move a 12,0 km/h e a potência é fornecida simultaneamente para 50 esquiadores, cada um deles com massa igual a 70,0 kg. Estime a potência necessária para operar o rebocador.

6.43 Uma partícula é acelerada a partir do repouso por uma força resultante constante. a) Mostre que a potência instantânea fornecida pela força resultante é ma^2t . b) Para triplicar a aceleração em qualquer instante, qual deve ser o fator de aumento da potência? c) Para $t = 5,0$ s, a potência instantânea fornecida pela força resultante é de 36 W. Qual deverá ser o valor da potência no instante $t = 15,0$ s para manter a aceleração constante?

6.44 Mostre que a potência instantânea P fornecida pela força resultante que atua sobre uma partícula é relacionada com a energia cinética K da partícula por $P = dK/dt$.

SEÇÃO 6.6 POTÊNCIA DE UM AUTOMÓVEL: UM ESTUDO DE RELAÇÕES ENVOLVENDO ENERGIAS

6.45 Considere o Porsche 911 Carrera descrito na Seção 6.6. a) Verifique que a potência necessária para manter uma velocidade constante de 30 m/s em uma estrada horizontal seja igual a 16 kW. b) Supondo que 15% da energia de $3,5 \times 10^7$ J obtida pela queima de cada litro de gasolina esteja disponível para impulsionar o carro, qual seria o volume de gasolina consumido em 1,0 h com esta velocidade? c) Calcule o consumo de combustível por unidade de distância em L/km.

6.46 O motor de um caminhão transmite 28,0 kW para tração nas rodas quando o caminhão se desloca com velocidade constante de módulo igual a 60,0 km/h em uma estrada horizontal. a) Qual é a força de resistência que atua sobre o caminhão? b) Suponha que 65% da força de resistência seja oriunda do atrito de rolamento, e que a parte restante seja devida à resistência do ar. Se a força de atrito de rolamento é independente da velocidade e a força da resistência do ar é proporcional ao quadrado da velocidade, qual é a potência que impulsiona o caminhão a 30,0 km/h? E a 120,0 km/h? Dê sua resposta em kW.

6.47 a) Se é necessária uma potência de 5968 W para impulsionar um automóvel de 1800 kg a 60,0 km/h em uma estrada horizontal, qual é a força retardadora total devida ao atrito, à resistência do ar e a outras forças? b) Qual é a potência necessária para impulsionar o automóvel a 60,0 km/h subindo uma estrada com inclinação de 10,0% (uma estrada de montanha que sobe 10,0 m verticalmente para uma distância horizontal de

fio é puxado por baixo, fazendo o raio do círculo se encurtar para 0,10 m. Nessa nova distância verifica-se que sua velocidade passa para 2,80 m/s. a) Qual era a tensão no fio quando o bloco possuía velocidade $v = 0,70$ m/s? b) Qual é a tensão no fio quando o bloco possuía velocidade final $v = 2,80$ m/s? c) Qual foi o trabalho realizado pela pessoa que puxou o fio?

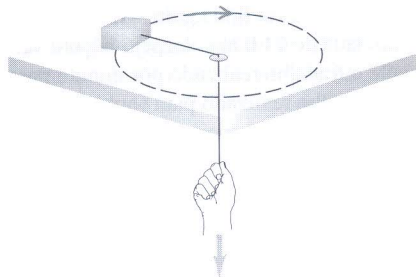


FIGURA 6.23 Problema 6.59.

6.60 Bombardeio com próton. Um próton com massa igual a $1,67 \times 10^{-27}$ kg é impulsionado com uma velocidade inicial de $3,00 \times 10^5$ m/s diretamente contra um núcleo de urânio situado a uma distância de 5,00 m. O próton é repelido pelo núcleo de urânio com uma força com módulo $F_x = \alpha/x^2$, onde x é a distância entre as duas partículas e $\alpha = 2,12 \times 10^{-26}$ N · m². Suponha que o núcleo de urânio permaneça em repouso. a) Qual é a velocidade do próton quando ele está a uma distância de $8,00 \times 10^{-10}$ m do núcleo de urânio? b) À medida que o próton se aproxima do núcleo de urânio, a força de repulsão faz sua velocidade diminuir até ele ficar momentaneamente em repouso, depois do que ele passa a se afastar do núcleo de urânio. Qual é a distância mínima entre o próton e o núcleo de urânio? c) Qual é a velocidade do próton quando ele está novamente a uma distância de 5,00 m do núcleo de urânio?

6.61 Um bloco de gelo com massa de 6,00 kg está inicialmente em repouso sobre uma superfície horizontal sem atrito. A seguir um trabalhador aplica uma força horizontal \vec{F} sobre ele. Como resultado, o bloco se move ao longo do eixo Ox de tal modo que sua posição em função do tempo é dada por $x(t) = \alpha t^2 + \beta t^3$, onde $\alpha = 0,200$ m/s² e $\beta = 0,0200$ m/s³. a) Calcule a velocidade do bloco quando $t = 4,00$ s. b) Calcule o módulo de \vec{F} quando $t = 4,00$ s. c) Calcule o trabalho realizado pela força \vec{F} durante os primeiros 4,00 s do movimento.

6.62 Uma força resultante de módulo $(5,00 \text{ N/m}^2)x^2$ formando um ângulo constante de 31,0° com o eixo $+Ox$ atua sobre um objeto de massa 0,250 kg que se desloca ao longo do eixo Ox . Qual é a velocidade do objeto para $x = 1,50$ m, sabendo-se que ele possuía uma velocidade de 4,00 m/s para $x = 1,00$ m?

6.63 Você e sua bicicleta possuem massa total igual a 80,0 kg. Quando você atinge a base de uma ponte, está se deslocando com uma velocidade de 5,00 m/s (Figura 6.24). No topo da ponte você subiu uma distância vertical de 5,20 m e sua velocidade diminuiu para 1,50 m/s. Despreze o trabalho realizado pelo atrito e qualquer ineficiência na bicicleta ou em suas pernas. a) Qual o trabalho total realizado sobre você e sua bicicleta quando você vai da base ao topo da ponte? b) Qual o trabalho realizado pela força que você aplica sobre os pedais?

6.64 Uma força orientada no sentido positivo do eixo $+Ox$ possui módulo $F = b/x^n$, onde b e n são constantes. a) Para $n > 1$, calcule o trabalho realizado por essa força sobre uma partícula que se move ao longo do eixo Ox desde $x = x_0$ até o infinito. b) Mostre que para $0 < n < 1$, embora F se anule quando x se torna muito grande, uma quantidade infinita de trabalho é realizado por F quando a partícula se move desde $x = x_0$ até o infinito.



FIGURA 6.24 Problema 6.63.

6.65 Você foi designado para projetar pára-choques com molas para as paredes de uma garagem de estacionamento. Um carro de 1200 kg se movendo a 0,65 m/s não pode comprimir as molas mais do que 0,070 m antes de parar. Qual deve ser a constante da mola? Despreze a massa da mola.

6.66 Uma espingarda de mola possui massa desprezível e a constante da mola é dada por $k = 400$ N/m. A mola é comprimida 6,0 cm e uma bala de massa 0,0300 kg é colocada no cano horizontal contra a mola comprimida. A seguir a mola é liberada, e a bala recebe um impulso, saindo do cano da arma. O cano possui 6,0 cm de comprimento, de modo que a bala deixa o cano no mesmo ponto onde ela perde o contato com a mola. A arma é mantida de modo que o cano fique na horizontal. a) Desprezando o atrito, calcule a velocidade da bala ao deixar o cano da arma. b) Calcule a velocidade com que a bala deixa o cano da arma quando uma força resistiva constante de 6,00 N atua sobre ela enquanto ela se move ao longo do cano. c) Para a situação descrita no item (b), em que posição ao longo do cano a bala possui sua velocidade máxima e qual é essa velocidade? (Nesse caso, a velocidade máxima não ocorre na extremidade do cano.)

6.67 Um livro de 2,50 kg é forçado contra uma mola de massa desprezível com uma constante da mola igual a 250 N/m, comprimindo a mola até uma distância de 0,250 m. Quando ela é liberada, o livro desliza sobre o topo de uma mesa horizontal com coeficiente de atrito cinético $\mu_c = 0,30$. Use o teorema do trabalho-energia para calcular a distância máxima que o livro pode percorrer desde sua posição inicial até atingir o repouso.

6.68 Sua gata Mimi (massa 7,00 kg) está tentando subir uma rampa sem atrito de 2,00 m de comprimento e inclinada de 30,0° acima da horizontal. Como a pobre gata não encontra tração na rampa, você a empurra durante toda a extensão da rampa, exercendo sobre ela uma força constante de 100 N paralela à rampa. Supondo que Mimi comece a correr de modo a estar com velocidade de 2,40 m/s na base da rampa, qual será sua velocidade no topo da rampa? Use o teorema do trabalho-energia.

6.69 Um estudante propõe um projeto com uma barreira para amortecer batidas de automóveis no qual um veículo esportivo de 1700 kg se movendo a 20,0 m/s se choca contra uma mola de massa desprezível que faz diminuir sua velocidade até ele parar. Para evitar danos aos passageiros, o módulo da aceleração quando o veículo diminui sua velocidade não pode ser maior do que 5,00g. a) Ache a constante da mola k necessária e calcule a distância que a mola deve ser comprimida até o carro parar. Em seus cálculos, despreze possíveis deformações do veículo e o atrito entre o veículo e o solo. b) Quais são as desvantagens desse projeto?

6.70 Um professor de física sentado em sua cadeira que desliza sobre rolamentos sem atrito é empurrado para cima de um plano

inclinado de $30,0^\circ$ acima da horizontal. A massa total do professor com sua cadeira é igual a $85,0\text{ kg}$. Ele é empurrado $2,50\text{ m}$ ao longo do plano inclinado por um grupo de alunos que juntos exercem uma força horizontal constante de 600 N . O professor possuía uma velocidade de $2,00\text{ m/s}$ na base da rampa. Use o teorema do trabalho-energia para calcular sua velocidade no topo da rampa.

6.71 Um bloco de $5,00\text{ kg}$ se move com $v_0 = 6,00\text{ m/s}$ sobre uma superfície horizontal sem atrito dirigindo-se contra uma mola cuja constante da mola é dada por $k = 500\text{ N/m}$ que possui uma de suas extremidades presa a uma parede (Figura 6.25). a) Calcule a distância máxima que a mola pode ser comprimida. b) Se a distância máxima que a mola pudesse ser comprimida fosse de $0,150\text{ m}$, qual seria o valor máximo de v_0 ?

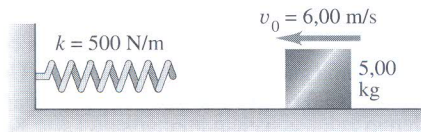


FIGURA 6.25 Problema 6.71.

6.72 Considere o sistema indicado da Figura 6.26. A corda e a polia possuem massas desprezíveis, e a polia não possui atrito. O coeficiente de atrito cinético entre o bloco de $8,00\text{ kg}$ e o topo da mesa é dado por $\mu_c = 0,250$. Os blocos são liberados a partir do repouso. Use métodos de energia para calcular a velocidade do bloco de $6,00\text{ kg}$ no momento em que ele desceu $1,50\text{ m}$.

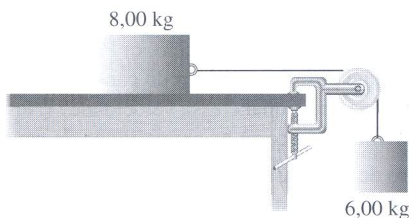


FIGURA 6.26 Problemas 6.72 e 6.73.

6.73 Considere o sistema indicado na Figura 6.26. A corda e a polia possuem massas desprezíveis, e a polia não tem atrito. Inicialmente o bloco de $6,00\text{ kg}$ está se deslocando verticalmente para baixo e o bloco de $8,00\text{ kg}$ está se deslocando para a direita, ambos com velocidade de $0,900\text{ m/s}$. Os blocos ficam em repouso depois de percorrerem $2,00\text{ m}$. Use o teorema do trabalho-energia para calcular o coeficiente de atrito cinético entre o bloco de $8,00\text{ kg}$ e o topo da mesa.

6.74 A Figura 6.27 mostra como a força exercida pelo fio de um arco varia em função da distância em que a flecha é puxada para

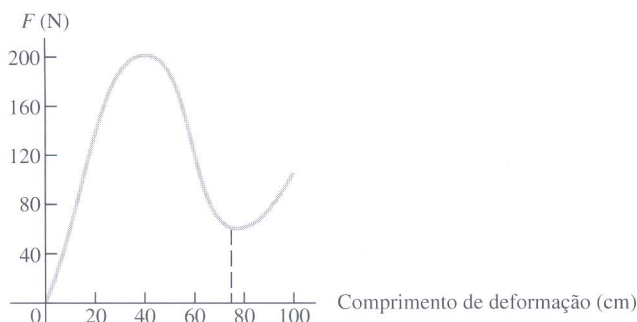


FIGURA 6.27 Problema 6.74.

trás (o comprimento de deformação). Suponha que a mesma força seja fornecida para a flecha que se move para a frente quando o fio é liberado. A deformação máxima para esse arco corresponde a um comprimento de deformação igual a $75,0\text{ cm}$. Se o arco atira uma flecha de $0,0250\text{ kg}$ quando ele está submetido a uma deformação máxima, qual é a velocidade da flecha quando ela abandona o arco?

6.75 Uma bomba deve elevar 800 kg de água por minuto de um poço com profundidade de $14,0\text{ m}$ e despejá-la com velocidade de $18,0\text{ m/s}$. a) Qual é o trabalho realizado por minuto para elevar a água? b) Qual é o trabalho realizado para fornecer a energia cinética da água quando ela é despejada? c) Qual é a potência de saída da bomba?

6.76 Ache a potência de saída do trabalhador do Problema 6.61 em função do tempo. Qual é o valor numérico da potência (em watts) para $t = 4,00\text{ s}$

6.77 Uma aluna de física gasta parte do seu dia caminhando para se deslocar entre salas de aula ou durante os intervalos e, nesse período, ela gasta energia com uma taxa média de 280 W . No restante do dia ela permanece sentada, estudando ou repousando; durante essas atividades ela gasta energia com uma taxa média de 100 W . Se ela gasta um total de $1,1 \times 10^7\text{ J}$ de energia em um dia de 24 horas, qual é a parte do dia que ela gasta caminhando?

6.78 Qualquer pássaro, independentemente do seu tamanho, deve manter uma potência de saída de 10 a 25 W por quilograma de massa do corpo para poder voar batendo suas asas. a) Um colibri dos Andes (*Patagona gigas*) possui massa de 70 g e bate suas asas dez vezes por segundo enquanto está pairando. Estime o trabalho realizado por esse colibri em cada batida de asa. b) Um atleta de 70 kg pode manter uma potência de saída de $1,4\text{ kW}$ durante intervalos de tempo não superiores a alguns segundos; a potência de saída estacionária para um atleta típico é apenas cerca de 500 W . É possível um avião movido pela potência humana voar por um período longo batendo suas asas? Explique.

6.79 A represa Grand Coulee possui 1270 m de comprimento e 170 m de altura. A potência elétrica de saída obtida dos geradores em sua base é aproximadamente igual a 2000 MW . Quantos metros cúbicos de água devem fluir por segundo do topo da represa para produzir essa potência, sabendo-se que 92% do trabalho realizado sobre a água pela gravidade é convertido em energia elétrica? (Cada metro cúbico de água possui massa de 1000 kg .)

* **6.80** O motor de um carro de massa m fornece uma potência constante P para as rodas para acelerar o carro. Despreze a resistência do ar e o atrito de rolamento. O carro está inicialmente em repouso. a) Mostre que a velocidade do carro é dada em função do tempo por $v = (2Pt/m)^{1/2}$. b) Mostre que a aceleração do carro não é constante, mas é dada em função do tempo por $a = (P/2mt)^{1/2}$. c) Mostre que o deslocamento é dado em função do tempo por $x - x_0 = (8P/9m)^{1/2} t^{3/2}$.

6.81 Potência do coração humano. O coração humano é uma bomba potente e extremamente confiável. A cada dia ele recebe e descarrega cerca de 7500 L de sangue. Suponha que o trabalho realizado pelo coração seja igual ao trabalho necessário para elevar essa quantidade de sangue até uma altura igual à altura média de uma mulher norte-americana ($1,63\text{ m}$). A densidade (massa por unidade de volume) do sangue é igual a $1,05 \times 10^3\text{ kg/m}^3$. a) Qual é o trabalho realizado pelo coração em um dia? b) Qual a potência de saída em watts?

6.82 Seis unidades a diesel em série podem fornecer $13,4\text{ MW}$ de potência para o primeiro vagão de um trem de carga. Essas unidades a diesel possuem massa total de $1,10 \times 10^6\text{ kg}$. Um