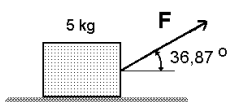


Trabalho e Energia

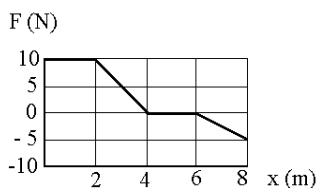
1. Uma força F é aplicada a um bloco de 5,0 kg, conforme é indicado na figura, de maneira a deslocá-lo por uma distância de 8,0 m ao longo de uma superfície horizontal. Suponha que a velocidade do bloco é constante e que vale 1,2 m/s, e ainda que o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície é 0,75. Considere $g = 10,0 \text{ m/s}^2$. Calcule: (a) o trabalho realizado por todas as forças que agem sobre o bloco; (b) o trabalho total realizado sobre o bloco; (c) o trabalho realizado pela força resultante. Resp.: (a) $W_{\text{PESO}} = 0$, $W_{\text{NORMAL}} = 0$, $W_F = 192 \text{ J}$, $W_{\text{ATRITO}} = -192 \text{ J}$; (b) zero; (c) zero.



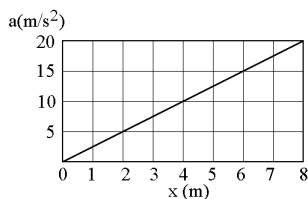
2. Resolva o problema anterior supondo que a do bloco vale 0,5 m/s². Resp.: (a) $W_{\text{PESO}} = 0$, $W_{\text{NORMAL}} = 0$, $W_F = 205 \text{ J}$, $W_{\text{ATRITO}} = -185 \text{ J}$; (b) 20 J; (c) 20 J.

3. Um trabalhador empurra um bloco de massa igual a 27 kg por uma distância de 91 m, ao longo de uma superfície horizontal, com velocidade constante e com uma força dirigida segundo um ângulo de 32° abaixo da horizontal. Qual é o trabalho realizado sobre o bloco pelo trabalhador, se o coeficiente de atrito entre o bloco e a superfície é 0,20? Resp.: 5,5 kJ.

4. Um bloco de massa igual a 50 kg move-se em linha reta sobre uma superfície horizontal, sob a influência de uma força que varia com a posição conforme mostra a figura. Qual é o trabalho realizado pela força, quando o bloco move-se da origem até $x = 8,0 \text{ m}$? Resp.: 25 J.



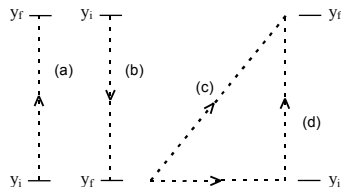
5. Uma massa de 10 kg move-se ao longo do eixo x . A sua aceleração em função da sua posição é mostrada na figura ao lado. Qual é o trabalho total realizado sobre a massa quando ela se movimenta desde $x = 0$ até $x = 8,0 \text{ m}$? Resp.: 800 J.



6. Mostre que o trabalho realizado pela força gravitacional sobre um corpo de massa m , quando este é deslocado sobre qualquer uma das quatro trajetórias indicadas na figura, vale sempre:

$$W_{-mg} = -(mgy_f - mgy_i)$$

onde y_i e y_f identificam as coordenadas verticais inicial e final do corpo e g é a aceleração local da gravidade.



7. Mostre que o trabalho realizado pela força elástica de uma mola ao ser distendida ou comprimida vale sempre:

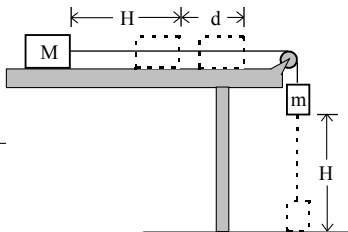
$$W_{-kx} = -\left(\frac{1}{2}kx_f^2 - \frac{1}{2}kx_i^2\right)$$

onde x_i e x_f são as deformações inicial e final da mola e k é sua constante elástica.

8. Sabendo que os corpos dos problemas (a) 4 e (b) 5 partem do repouso, calcule suas velocidades finais ao chegarem em $x = 8,0 \text{ m}$. Resp.: (a) 1,0 m/s; (b) 12,6 m/s.

9. Supondo que o bloco do problema 2 parte do repouso, calcule a sua velocidade após o deslocamento de 8,0 m (a) através da cinemática e (b) utilizando os resultados do problema 2 e o Teorema do Trabalho-Energia. Resp.: 2,8 m/s.

10. O coeficiente de atrito cinético entre o bloco de massa $M = 130 \text{ g}$ e a superfície horizontal mostrados na figura é desconhecido. A massa suspensa $m = 100 \text{ g}$ encontra-se inicialmente a uma altura $H = 50 \text{ cm}$ acima do solo. Despreze a massa e o atrito na roldana, bem como a massa do fio. Calcule, durante a queda do corpo suspenso, o trabalho realizado (a) pela força gravitacional e (b) pela força de atrito cinético (em função de μ_c); (c) use o Teorema do



Trabalho-Energia para obter a relação entre a velocidade do sistema no instante em que m toca o solo e o coeficiente de atrito cinético; (d) mostre que, para valores quaisquer de M , m e H , a velocidade do sistema no instante em que m toca o chão é:

$$v = \left[2gH \left(\frac{m - \mu_c M}{m + M} \right) \right]^{1/2};$$

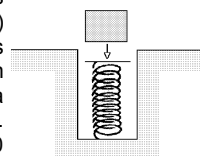
(e) Antes de parar, o bloco de massa M desliza ainda por uma distância $d = 20 \text{ cm}$ sobre o plano horizontal. Calcule μ_c usando o Teorema do Trabalho-Energia e os dados fornecidos acima; (f) mostre que:

$$\mu_c = \frac{mH}{md + Md + MH}$$

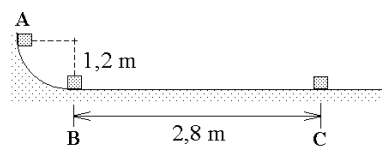
Resp.: (a) 0,490 J; (b) -0,637 μ_c J; (c) $v = (4,26 - 5,54 \mu_c)^{1/2} \text{ m/s}$; (e) 0,45.

11. Um bloco de massa igual a 2,0 kg é empurrado contra uma mola horizontal de massa desprezível, comprimindo-a 15 cm. Quando liberado, ele se move 60 cm sobre uma mesa horizontal, antes de parar. A constante elástica da mola é 200 N/m. Calcule o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a mesa. Resp.: 0,19.

12. Um bloco de 250 g cai sobre uma mola vertical cuja constante elástica é $k = 2,5 \text{ N/cm}$ (veja a figura). O bloco prende-se à mola, e esta sofre uma compressão de 12 cm antes de ficar momentaneamente parada. Durante a compressão da mola, quais são os trabalhos realizados: (a) pela gravidade e (b) pela mola? (c) Qual era a velocidade do bloco imediatamente antes dele se chocar com a mola? (d) Se a velocidade com que o bloco atinge a mola fosse dobrada, qual seria a compressão máxima da mola? Despreze o atrito. Resp.: (a) 0,294 J; (b) -1,80 J; (c) 3,47 m/s; (d) 23,0 cm.



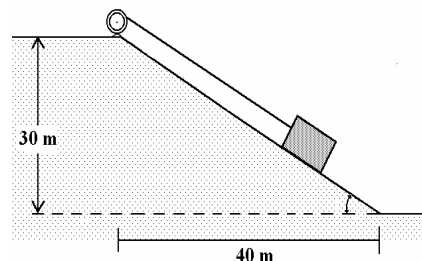
13. Um corpo de 10 N é liberado do repouso em A, sobre uma guia cujo perfil é um quadrante de círculo de raio 1,2 m, conforme mostra a figura. Ele desliza para baixo, chegando ao ponto B com velocidade de 3,7 m/s. De B em diante ele desliza 2,8 m sobre uma superfície horizontal de outro tipo até parar em C. (a) Qual é o coeficiente de atrito cinético entre o corpo e a superfície horizontal? (b) Qual é o trabalho realizado pelo atrito quando o corpo percorre o arco circular de A até B? Resp.: (a) 0,25; (b) -5,0 J.



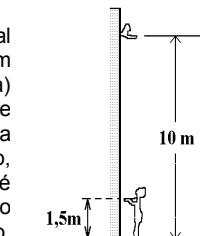
14. Um automóvel de massa igual a 1500 kg parte do repouso em uma estrada horizontal e atinge uma velocidade de 72 km/h em 30 s. (a) Qual é a energia cinética do automóvel ao final dos 30 s? (b) Qual é a potência média total desenvolvida pelo carro ao final dos 30 s? (c) Supondo que a aceleração foi constante durante o intervalo de 30 s, qual é a potência instantânea no final deste intervalo? Resp.: (a) $3,0 \times 10^5 \text{ J}$; (b) 10,0 kW; (c) 20 kW.

15. Um pequeno motor aciona um guindaste para elevar uma carga de tijolos pensando 800 N até a altura de 10 m em 20 s. Qual é a potência mínima necessária no motor, se a perda por atrito é de 20 W? Resp.: 420 W.

16. Um guincho puxa um bloco de granito para cima ao longo de um plano inclinado, como ilustra a figura. A massa do bloco é igual a 1400 kg e a sua velocidade constante vale 1,34 m/s. O coeficiente de atrito cinético entre o plano e o bloco é 0,40. (a) Qual é o trabalho que cada uma das forças que agem sobre o bloco realiza quando ele se desloca 9,0 m plano acima? (b) Qual é a potência que deve ser suprida pelo guincho? Resp.: (a) $W_{\text{ATRITO}} = -39,5 \text{ kJ}$, $W_{\text{PESO}} = -74,1 \text{ kJ}$, $W_{\text{NORMAL}} = \text{zero}$, $W_{\text{GUINCHO}} = 114 \text{ kJ}$; (b) 16,9 kW.



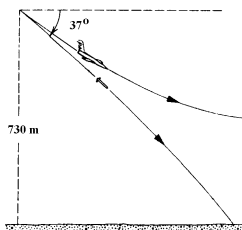
17. Você joga o seu livro de Física, cuja massa é igual a 2,0 kg, para uma colega que está de pé a 10 m abaixo de sua janela, conforme mostra a figura. (a) Qual é a energia potencial do livro imediatamente antes de você largá-lo? (b) Qual é a energia cinética do livro imediatamente antes de sua amiga pegá-lo, tendo os braços esticados a 1,5 m do solo? (c) Qual é a velocidade do livro ao ser apanhado? Considere o nível zero para a energia potencial localizado no chão.



Resp.: 196 J; (b) 167 J; (c) 12,9 m/s.

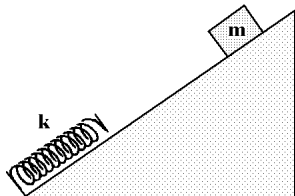
18. Uma pedra de massa igual a 8,0 kg está apoiada sobre uma mola ideal. A mola sofre uma compressão de 10 cm pela pedra. (a) Qual é a constante elástica da mola? (b) A pedra é empurrada para baixo e comprime a mola por mais 30 cm, sendo liberada em seguida. Qual é a energia potencial armazenada na mola imediatamente antes de a pedra ser liberada? (c) Qual é a altura atingida pela pedra, medida a partir da nova posição (mais baixa)? Resp.: (a) 7,84 N/cm; (b) 62,7 J; (c) 80,0 cm.

19. Um projétil de massa igual a 2,40 kg é lançado, do topo de um rochedo situado a 125 m acima do chão, com uma velocidade inicial de 150 m/s, fazendo um ângulo de 41° com a horizontal. Escolha o referencial de modo que a base do rochedo tenha coordenada $y = 0$. (a) Qual é a energia cinética do projétil imediatamente após ter sido lançado, e (b) qual é a sua energia potencial? (c) Determine o módulo da velocidade do projétil imediatamente antes de atingir o solo. (d) Supondo que a resistência do ar possa ser ignorada, este resultado depende da massa do projétil? Resp.: (a) 27,0 kJ; (b) 2,94 kJ; (c) 158 m/s; (d) Não.

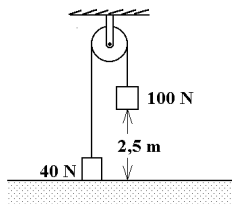


20. Um avião, fazendo um mergulho a 726,8 km/h sob um ângulo de 37° com a horizontal, solta um projétil de uma altitude de 730 m, conforme a figura. Despreze os efeitos do atrito do projétil com o ar. Usando a conservação da energia, encontre a velocidade de impacto do projétil com o solo. Resp.: $\mathbf{v} = (161,2 \mathbf{i} - 170,5 \mathbf{j})$ m/s.

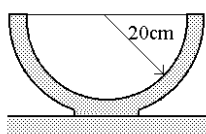
21. Uma mola ideal pode ser comprimida até 2,00 cm por uma força de 270 N. Um bloco de massa igual a 12,0 kg é solto do alto de um plano inclinado, cuja inclinação é de 30° com a horizontal, como mostra a figura. O bloco pára momentaneamente após ter comprimido a mola por 5,50 cm. Desprezando o atrito, responda: (a) qual é a distância percorrida pelo bloco sobre o plano inclinado até este instante, (b) qual é a velocidade do bloco quando encontra a mola, e (c) qual é a velocidade do bloco no momento em que a mola está comprimida de 3,00 cm? Resp.: (a) 0,347 m; (b) 1,69 m/s; (c) 1,47 m/s.



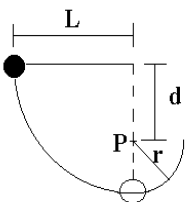
22. O sistema na figura é liberado do repouso com o bloco de 100 N a uma altura de 2,5 m acima do solo. Use o princípio de conservação de energia para determinar a velocidade com que o bloco atinge o solo. Despreze o atrito e as massas da roldana e da corda. Resp.: 4,6 m/s.



23. Um cubo de gelo é solto da beira de uma tigela hemisférica de raio igual a 20,0 cm, e não existe atrito entre o gelo e a superfície interna da tigela (veja a figura). Qual será a velocidade do cubo ao chegar ao fundo da tigela? Resp.: 1,98 m/s.



24. A corda representada na figura tem um comprimento total de 120 cm e a distância d , até o prego fixo em P , é de 75 cm. Quando a bola é solta a partir do repouso, na posição mostrada, ela se move ao longo da linha desenhada na figura. Qual é a velocidade da bola (a) quando ela atinge o ponto mais baixo da sua trajetória, e (b) quando ela atinge o ponto mais alto, depois de a corda ficar presa no prego? (c) Mostre que, se a massa der uma volta circular completa de raio r em torno do prego, então $d > 3L / 5$. (Sugestão: O valor mínimo da tensão no topo é zero.) Resp.: (a) 4,85 m/s; (b) 2,42 m/s.

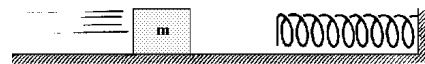


25. Um projétil de 60,0 g é lançado verticalmente para cima, a partir do solo, com velocidade inicial de 120 m/s. (a) Calcule a perda de energia devida à resistência com o ar, sabendo que a altura máxima atingida pelo projétil é de 680 m. (b) Admitindo que a perda de energia por atrito na descida seja a mesma que na subida, qual é a velocidade do projétil ao retornar ao ponto de partida? Resp.: (a) - 32,2 J; (b) 111 m/s.

26. Um bloco de 4,0 kg sobe um plano inclinado, que faz 30° com a horizontal, com 128 J de energia cinética. Até onde ele chegará no plano inclinado, se o coeficiente de atrito for igual a 0,30? Resp.: 4,3 m.

27. Resolva o problema 5 supondo que o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e o plano inclinado é 0,20. Resp.: (a) 0,531 m; (b) 1,75 m/s; (c) 1,49 m/s.

28. Um bloco de 2,5 kg colide com uma mola horizontal de massa desprezível, como mostra a figura. A constante elástica da mola é 320 N/m. O bloco comprime a mola por uma distância máxima de 7,5 cm, medida a partir da sua posição de relaxamento. O coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície horizontal é 0,25. (a) Qual é o trabalho realizado pela mola para parar o bloco? (b) Qual é o trabalho realizado pela força de atrito enquanto o bloco está sendo freado pela mola? (c) Qual é a velocidade do bloco quando ele se choca com a mola? Resp.: (a) - 0,900 J; (b) - 0,46 J; (c) 1,04 m/s.



29. Uma pequena partícula desliza por uma pista com as extremidades elevadas e uma parte central plana, conforme é mostrado na figura. A partícula é largada do ponto A, que está a uma altura de 1,0 m acima da parte plana. A parte plana tem um comprimento $L = 2,0$ m, e não há atrito nas partes curvas. (a) Onde a partícula irá parar, se o coeficiente de atrito cinético na parte plana da pista é $\mu_c = 0,23$? (b) Onde a partícula pára, se o coeficiente de atrito cinético na parte plana da pista for nove vezes menor? Considere a extremidade esquerda da parte central plana como origem. Resp.: (a) 0,35 m; (b) 0,87 m.



30. Um pequeno bloco de massa m desliza por uma pista sem atrito, que forma uma "volta" no seu trecho final. (a) O bloco é largado, a partir do repouso, de um ponto a uma altura igual a cinco vezes o raio R da "volta," como esquematizado na figura. Qual é o módulo da força resultante que atua sobre ele no ponto Q? (b) De que altura, a partir da base da "volta," o bloco deve ser abandonado de modo a perder o contato com a "volta" no ponto mais alto da mesma? Resp.: (a) $(65)^{1/2} mg$; (b) 2,5 R .

