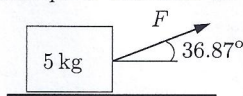
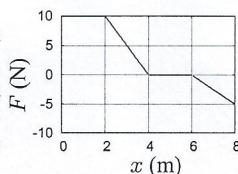


1. Uma força  $F$  é aplicada a um bloco de 5 kg e o desloca 8 m ao longo de uma superfície horizontal. Suponha que a velocidade do bloco, constante, seja  $1.2 \text{ m/s}$ , e que o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície é 0.75. Calcule a) o trabalho realizado por todas as forças que agem sobre o bloco, b) o trabalho total realizado sobre o bloco, e c) o trabalho realizado pela força resultante.

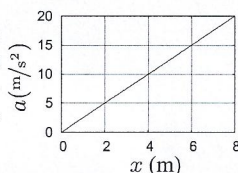


2. Resolva o problema 1 supondo que o bloco tenha  $a = 0.5 \text{ m/s}^2$ .  
 3. Um bloco de massa 27 kg é empurrado por um distância de 91 m, ao longo de uma superfície horizontal, com velocidade constante, com uma força dirigida segundo um ângulo de  $32^\circ$  abaixo da horizontal. Qual é o trabalho realizado sobre o bloco, se o coeficiente de atrito entre o bloco e a superfície é 0.2?

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



5. Uma massa de 10 kg move-se ao longo do eixo  $x$  e sua aceleração em função da posição é variável. Qual é o trabalho total realizado sobre a massa quando ela se movimenta desde  $x = 0$  até  $x = 8 \text{ m}$ ?



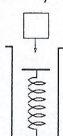
6. Calcule o trabalho realizado pela força gravitacional sobre um corpo de massa 2 kg ao longo da trajetória  $i \rightarrow f$ . Compare o resultado com  $mgh$ .  
 7. Sabendo que os corpos dos problemas 4 e 5 partem do repouso, calcule suas velocidades finais ao chegarem em  $x = 8 \text{ m}$ .  
 8. Supondo que o bloco do problema 2 parte do repouso, calcule a sua velocidade após o deslocamento de 8 m a) através da cinemática, e b) utilizando os resultados do problema 2 e o Teorema do Trabalho-Energia.  
 9. O coeficiente de atrito cinético entre o bloco de massa  $M = 130 \text{ g}$  e a superfície horizontal 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  $\mu_c$ ). 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

$$v = \sqrt{2gH \left( \frac{m - \mu_c M}{m + M} \right)}$$

e) Antes de parar, o bloco de massa  $M$  desliza ainda por uma distância  $d = 20 \text{ cm}$  sobre o plano horizontal. Calcule  $\mu_c$  usando o Teorema do Trabalho-Energia. f) Mostre que:

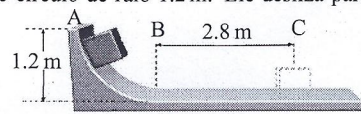
$$\mu_c = \frac{mH}{md + Md + MH}$$

10. Um bloco de 250 g cai sobre uma mola vertical ( $k = 2.5 \text{ N/cm}$ ). 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?



11. Um bloco de massa 2 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 da mola é de  $200 \text{ N/m}$ . Calcule o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a mesa.

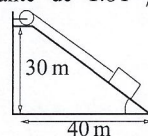
12. Um corpo de 10 N é liberado do repouso em A, sobre uma guia cujo perfil é um quadrante de círculo de raio 1.2 m. Ele desliza para baixo, chegando ao ponto B com velocidade de  $3.7 \text{ m/s}$ . De B em diante, ele desliza 2.8 m sobre uma superfície horizontal até parar em C. a) Qual é o coeficiente 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?



13. Um automóvel de massa 1500 kg parte do repouso em uma estrada horizontal e atinge uma velocidade de  $72 \text{ km/h}$  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 do intervalo?

14. Um motor aciona um guindaste para elevar uma carga de tijolos pesando 800 N até a altura de 10 m, em 20 s. Qual é a potência mínima necessária no motor, supondo que a perda por atrito é de 20 W?

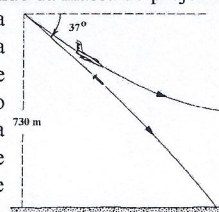
15. Um guincho puxa um bloco de 1400 kg para cima ao longo de um plano inclinado com velocidade constante de  $1.34 \text{ m/s}$ . O coeficiente de atrito cinético entre o plano e o bloco é 0.4. a) Qual é o trabalho que cada uma das forças que agem sobre o bloco realiza quanto ele se desloca 9 m plano acima? b) Qual é a potência que deve ser suprida pelo guincho?



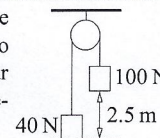
16. Quando uma pedra de 8 kg está apoiada sobre uma mola ideal, esta sofre uma compressão de 10 cm. a) Qual é a constante elástica da mola? b) A pedra é empurrada para baixo e comprime a mola por mais 30 cm. Qual é a energia potencial armazenada na mola? c) Após ser liberada, qual é a altura máxima atingida pela pedra, medida a partir da posição mais baixa?

17. Um projétil de 2.4 kg é lançado, do topo de um rochedo situado a 125 m acima do chão, com uma velocidade inicial de  $150 \text{ m/s}$ , fazendo um ângulo de  $41^\circ$  com a horizontal. a) Qual é a energia cinética do projétil imediatamente após ter sido lançado, e b) qual é a sua energia potencial em relação à base do rochedo? c) Determine o módulo da velocidade do projétil imediatamente antes de atingir o solo. d) Ignorando a resistência do ar, este resultado depende da massa do projétil?

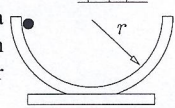
18. Um avião, fazendo um mergulho a  $726.8 \text{ km/h}$  sob um ângulo de  $37^\circ$  com a horizontal, solta um projétil de uma altitude de 730 m. Despreze os efeitos do atrito do projétil com o ar. Usando a conservação da energia, calcule o módulo da velocidade de impacto do projétil com o solo, e compare com o resultado obtido na Lista I-1.



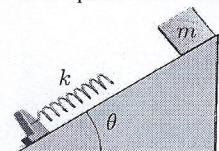
19. O sistema é liberado do repouso com o bloco de 100 N a uma altura de 2.5 m acima do solo. Use o princípio de conservação de energia para determinar a velocidade com que o bloco atinge o solo. Despreze o atrito e as massas da roldana e da corda.



20. Um cubo de gelo é solto da beira de uma tigela hemisférica de raio igual a 20 cm e sem atrito. Qual será a velocidade do cubo ao chegar ao fundo da tigela?



21. Uma mola ideal pode ser comprimida até 2 cm por uma força de 270 N. Um bloco de 12 kg é solto do alto de um plano inclinado, cuja inclinação é de  $30^\circ$  com a horizontal. O bloco pára momentaneamente após ter comprimido a mola por 5.5 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

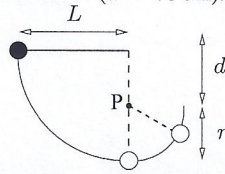




do bloco no momento em que a mola está comprimida de 3 cm?

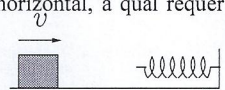
22. Resolva o problema anterior supondo que o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e o plano inclinado seja 0.2.

23. Uma massa, ligada a uma corda de comprimento 1.2 m, é solta do repouso e se move até encontrar o prego fixo em P ( $d = 75$  cm). 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 da corda ficar presa no prego? c) Mostre que, se a massa der uma volta circular completa de raio  $r$  em torno do prego, então  $d > 3L/5$ . Dica: O valor mínimo da tensão no topo da volta circular é zero.



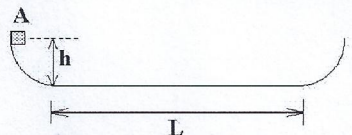
24. Um projétil de 60 g é lançado verticalmente para cima, a partir do solo, com velocidade inicial de 120 m/s. a) Calcule a perda de energia devida à resistência com o ar, sabendo que a altura máxima atingida pelo projétil é de 680 m. b) Admitindo que a perda de energia por atrito na descida seja a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

25. Um bloco, de massa 4 kg e velocidade  $v$ , desliza sobre uma superfície sem atrito e colide com uma mola horizontal, a qual requer 6.4 N para uma compressão de 2 cm. O bloco comprime a mola por uma distância de 8 cm, medida a partir da sua posição de relaxamento. a) Calcule o valor de  $v$ . b) Supondo agora que exista atrito entre o bloco e a superfície ( $\mu_e = 0.6, \mu_c = 0.4$ ), qual é a distância máxima de compressão da mola se o valor da velocidade do bloco no momento da colisão é igual ao encontrado no item a)? c) Calcule o trabalho realizado pela mola sobre o bloco no processo b).



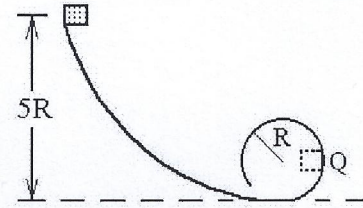
26. Um bloco de 4 kg sobe um plano inclinado, que faz  $30^\circ$  com a horizontal, com 128 J de energia cinética. Até onde ele chegará sobre o plano inclinado, se o coeficiente de atrito for igual a 0.3?

27. Um partícula desliza por uma pista com as extremidades elevadas e uma parte central plana. A partícula é largada do ponto A, que está a uma altura de 1 m acima da parte plana, cujo comprimento é  $L = 2$  m. Não há atrito nas partes curvas. a) Onde a partícula irá parar, se o coeficiente de atrito cinético na parte plana da



pista é 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.

28. Um pequeno bloco de massa  $m$  desliza por uma pista sem atrito, que forma uma "volta" no seu trecho final. a) O bloco é solto, a partir do repouso, de um ponto a uma altura igual a cinco vezes o raio  $R$  da "volta". Qual é o módulo da força resultante exercida 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?



29. Considere três partículas cujas coordenadas e massas estão na tabela. Determine a energia potencial gravitacional de uma esfera de 20 kg localizada na origem.

| $m$ (kg) | $x$ (m) | $y$ (m) |
|----------|---------|---------|
| 20       | 0.5     | 1       |
| 40       | -1      | 1       |
| 60       | 0       | -0.5    |

30. Um projétil é disparado verticalmente da superfície terrestre com uma velocidade de 10 km/s. Desprezando o atrito com a atmosfera, calcule a altura, a partir da superfície, que ele atingirá.

31. Um foguete é acelerado até uma velocidade  $v = 2\sqrt{gR_T}$ , onde  $R_T$  é o raio da Terra, nas vizinhanças da superfície terrestre, e dirige-se verticalmente de baixo para cima com esta velocidade inicial. a) Mostre que este foguete escapa da atração terrestre. b) Mostre que, no infinito, sua velocidade será  $v = \sqrt{2gR_T}$ .

32. Marte tem um diâmetro médio igual a  $6.9 \times 10^3$  km; o diâmetro da Terra vale  $1.3 \times 10^4$  km. A massa de Marte é igual a  $0.11M_T$ , onde  $M_T$  é a massa da Terra. A partir destes dados, a) determine a razão entre as densidades médias de Marte e da Terra. b) Sabendo que a densidade média da Terra vale  $5.5 \text{ g/cm}^3$ , calcule a aceleração da gravidade na superfície de Marte. c) Usando apenas estes dados, calcule a velocidade de escape na superfície de Marte.

33. a) Calcule a velocidade de escape de um planeta hipotético de raio igual a 500 km, e cuja aceleração da gravidade na superfície é  $g_0 = 3 \text{ m/s}^2$ . b) Até que altura deverá se elevar uma partícula que tem uma velocidade inicial de 1000 m/s, orientada de baixo para cima? c) Com que velocidade um objeto se choca contra o planeta, se ele for largado de um ponto situado a 1500 km do centro do planeta? (Dica: Lembre que  $g_0 = GM_P/R_P^2 = 3 \text{ m/s}^2$ .)

**RESPOSTAS:** 1.  $W_F = -W_{\text{atrito}} = 192 \text{ J}$  2.  $W_F = 205 \text{ J}, W_{\text{atrito}} = -185 \text{ J}$  3. 5.5 kJ 4. 25 J 5. 800 J 6. 7. 1 m/s; 12.6 m/s 8. 2.8 m/s 9. 0.49 J;  $-0.637\mu_c \text{ J}; v = \sqrt{4.26 - 5.54\mu_c} \text{ (m/s)}$ ; 0.45 10. 0.294 J; -1.8 J, 3.47 m/s; 23 cm 11. 0.19 12. 0.24; -5.1 J 13.  $3 \times 10^5 \text{ J}; 10 \text{ kW}; 20 \text{ kW}$  14. 420 W 15. -39.5 kJ, -74.1 kJ, 114 kJ; 16.9 kW 16. 7.84 N/cm; 62.7 J; 80 cm 17. 27 kJ; 2.94 kJ; 158 m/s 18. 234 m/s; 19. 4.6 m/s 20. 1.98 m/s 21. 0.347 m; 1.69 m/s; 1.47 m/s 22. 0.531 m; 1.75 m/s; 1.49 m/s 23. 4.85 m/s; 2.42 m/s 24. -32.2 J; 111 m/s 25. 26. 4.3 m 27. 0.35 m; 0.87 m 28.  $\sqrt{65}mg$ ; 2.5R 29.  $2.217 \times 10^{-7} \text{ J}$  30.  $2.52 \times 10^4 \text{ km}$  31. - 32. 0.74; 3.9 m/s<sup>2</sup>; 5.2 km/s 33.  $1.73 \times 10^3 \text{ m}; 250 \text{ km}; 1.41 \times 10^3 \text{ m}$