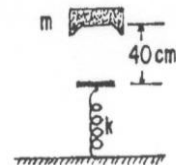


**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – CFM**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**  
**FSC 5101 - FÍSICA I – Semestre 2014.2**  
**LISTA DE EXERCÍCIOS 7 - CONSERVAÇÃO DE ENERGIA**

1) Uma bola é lançada do telhado de um edifício de 22,0 m de altura com uma velocidade inicial de 12,0 m/s formando um ângulo de  $53,1^\circ$  acima da horizontal. (a) Qual é a velocidade da bola imediatamente antes de colidir com o solo? Use o conceito de energia e despreze a resistência do ar. (b) Qual seria a resposta da parte (a) se a velocidade inicial formasse um ângulo de  $53,1^\circ$  abaixo da horizontal? (c) Se você não desprezar a resistência do ar, a maior velocidade será obtida na parte (a) ou na parte (b)?

2) Usando a conservação de energia, mostre que, para a mesma velocidade escalar inicial  $v_0$ , a velocidade escalar  $v$  de um projétil será a mesma em todos os pontos de mesma altura, qualquer que seja o ângulo de lançamento.

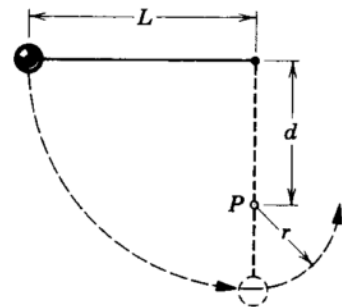
3) Um bloco de massa igual a 2,0 kg é largado de uma altura  $h = 40$  cm sobre uma mola, cuja constante elástica é  $k = 1960$  N/m. Determine o valor máximo da compressão da mola.



4) Um explorador, que pesa 800 N, salta de um rochedo segurando a extremidade de um cipó de 15,2 m de comprimento. Ele sofre um deslocamento na vertical de 2,60 m, contando desde o topo do rochedo até o ponto mais baixo de sua trajetória. O cipó pode suportar no máximo 1112 N de esforço. O cipó pode arrebentar?

5) Um objeto está preso a uma mola vertical e é vagarosamente baixada até à posição de equilíbrio, o que distende a mola de um comprimento  $d$ . Se o mesmo objeto for preso à mesma mola vertical mas solto bruscamente, qual o comprimento máximo de distensão que a mola atingirá?

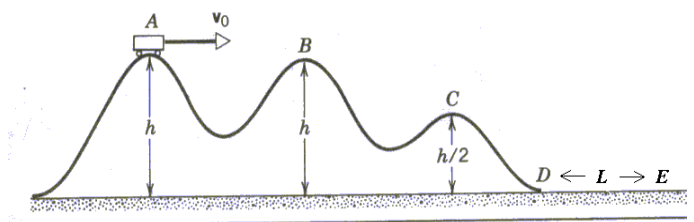
6) Uma pedra de massa  $m$ , amarrada à extremidade de uma corda, descreve um círculo vertical de raio  $R$ . (a) Qual será a sua velocidade no ponto mais baixo da sua trajetória quando a tensão da corda no ponto mais alto da sua trajetória é nula? (b) Prove que a tensão na corda no ponto inferior da trajetória é igual a seis vezes o peso da pedra mais a tensão na corda no ponto superior da trajetória.



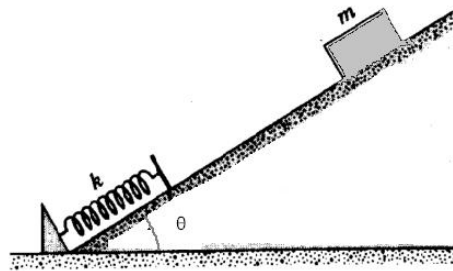
7) O fio indicado na figura tem comprimento  $L = 1,5$  m. Quando se soltar a esfera, ela percorrerá o arco pontilhado. (a) Qual será o módulo da sua velocidade ao atingir o ponto mais baixo da sua trajetória? (b) O prego da figura está colocado à distância  $d$  abaixo do ponto de suspensão do pêndulo. Mostre que  $d$  deve valer pelo menos  $0,6 L$  para que a esfera descreva um círculo completo tendo o prego como centro.

8) A constante elástica da mola de uma espingarda de cortiça é igual a 10 N/m. A mola sofre compressão de 5,5 cm para impulsionar horizontalmente uma rolha de cortiça de massa igual a 3,8 g. (a) Qual o módulo da velocidade da rolha, se ela for liberada quando a mola passa pela sua posição de equilíbrio? (b) Suponha agora que a rolha agarre na mola, fazendo-a esticar por mais 1,5 cm além do seu comprimento normal, antes de se separar da mola. Qual é o módulo da velocidade da rolha ao se separar da mola, nestas novas condições?

9) Um carro de montanha-russa com massa  $m$  inicia seu movimento no ponto A com velocidade  $\vec{v}_0$ , como mostra a figura. Suponha que ele possa ser considerado como uma partícula e que permaneça sempre sobre o trilho. (a) Quais serão os módulos das velocidades do carro nos pontos B e C? (b) Qual o módulo da desaceleração constante é necessária para detê-lo no ponto E se é freado no ponto D?



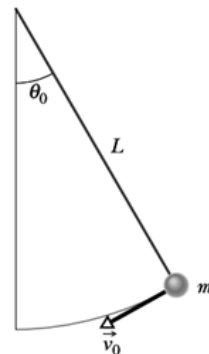
10) Observe a figura. Uma mola ideal, de massa desprezível, pode ser comprimida 80 cm por uma força de 100 N. Esta mola é colocada na base de um plano inclinado sem atrito que forma um ângulo  $\theta = 30^\circ$  com a horizontal. Uma massa de 10 kg é liberada do alto do plano e pára momentaneamente após comprimir a mola 1,5 m. (a) Determine a distância percorrida pela massa. (b) Calcule o módulo da velocidade da massa no momento em que atinge a mola.



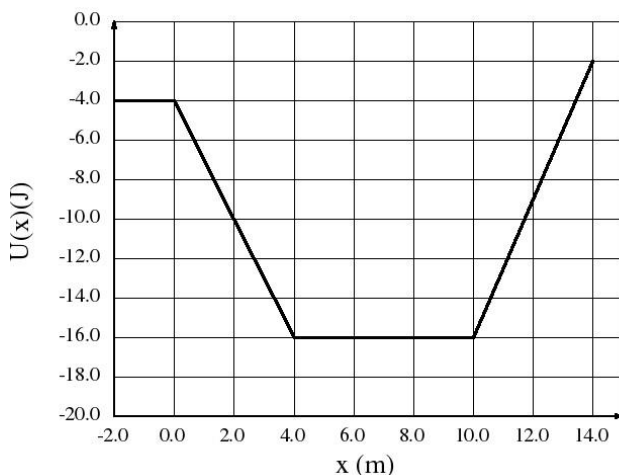
11) Uma haste leve e rígida, de comprimento  $\ell$  tem uma massa  $m$  ligada à extremidade, formando um pêndulo simples. Ela é invertida e, largada. Quais são: (a) o módulo da velocidade no ponto mais baixo e (b) o módulo da tração na suspensão, naquele instante. (c) O mesmo pêndulo é, a seguir, colocado em posição horizontal e abandonado. A que ângulo da vertical a tração na suspensão será igual ao peso (em módulo)?

12) Um pêndulo simples de comprimento  $L$ , tendo na extremidade uma bola de massa  $m$ , tem velocidade  $\vec{v}_0$ , quando o fio forma com a vertical um ângulo

$\theta_0$  ( $0 < \theta_0 < \pi/2$ ), como na figura ao lado. Em função de  $g$  e das grandezas anteriormente dadas, determine (a) o módulo da velocidade,  $v$ , na posição mais baixa, (b) o menor valor de  $\vec{v}_0$  para que o fio atinja a posição horizontal durante o movimento, (c) o valor de  $\vec{v}_0$  para qual o pêndulo não oscilará, pelo contrário, continuará a mover-se em círculo vertical.

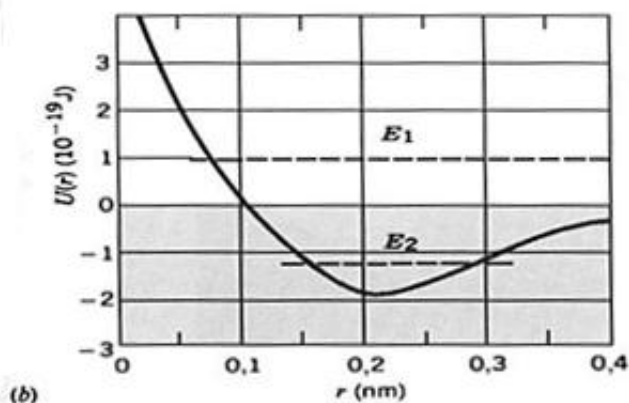
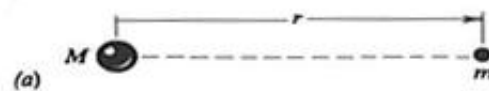


13) Uma partícula de massa igual a 2,00 kg move-se ao longo do eixo  $x$  em uma região em que a energia potencial  $U(x)$  varia conforme é mostrada na figura. Quando a partícula está em  $x = 2,0$  m, a sua velocidade é de  $-2,0$  m/s. (a) Calcule a energia mecânica do sistema. (b) Entre quais posições o movimento da partícula pode ocorrer? (c) Qual é o módulo e o sentido da força que age sobre ela em  $x = 2,0$  m? (d) Qual é o módulo da sua velocidade no ponto  $x = 7,0$  m?

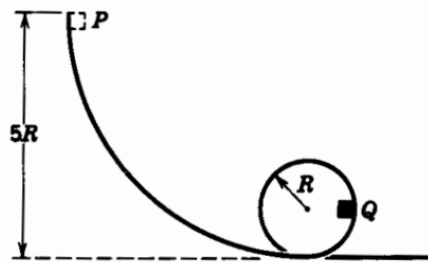


14) A figura (a) ao lado mostra um átomo de massa  $m$  a uma distância  $r$  de outro átomo de massa  $M$  em repouso, onde  $m \ll M$ . A figura (b) mostra a função de energia potencial  $U(r)$  para várias posições do átomo mais leve. Descreva o movimento deste átomo se (a) a energia mecânica total é maior do que zero, como em  $E_1$ ; e (b) se a energia mecânica total é menor do que zero, como em  $E_2$ .

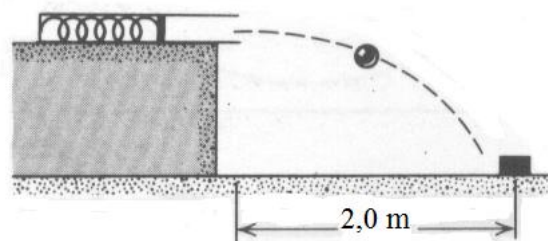
Para  $E_1 = 1,0 \times 10^{-19}$  J e  $r = 0,30$  nm, determine (c) a energia potencial, (d) a energia cinética e (e) a força (intensidade e sentido) agindo sobre o átomo móvel.



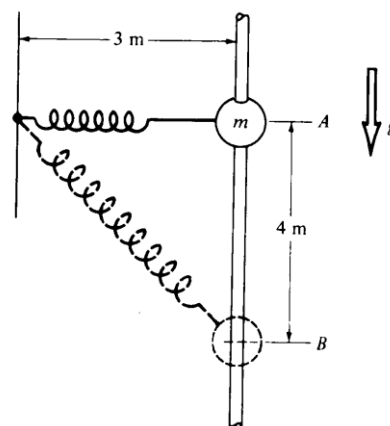
15) Um pequeno bloco de massa  $m$  desliza ao longo de um trilho, sem atrito, como mostra a figura. (a) Se ele sai do repouso em P, qual é o módulo da força resultante que atua nele, em Q? (b) A que altura acima da parte horizontal do trilho, deve o bloco ser largado para que a força que o trilho exerce sobre ele, no topo, seja igual ao seu peso? (c) Calcule a altura mínima em relação à base para que uma partícula, abandonada no ponto P, possa atingir o ponto superior da circunferência sem cair. Despreze o atrito.



16) Duas crianças estão brincando com um jogo no qual elas tentam atirar bolas de gude dentro de uma pequena caixa no chão. Elas usam um brinquedo que lança as bolas de uma mesa sem atrito (ver figura). A primeira criança comprime a mola 1,2 cm e a bola cai 18 cm antes do alvo, que está a 2,0 m horizontalmente da borda da mesa. De quanto deve a segunda criança comprimir a mola, de modo que a bola atinja o interior do alvo?

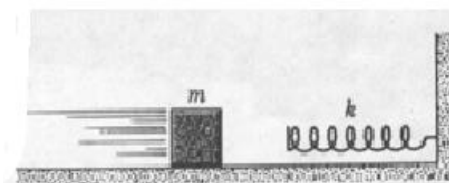


17) Uma conta de massa  $m = 2,0$  kg desliza ao longo de uma vareta vertical lisa, presa a uma mola de comprimento normal igual a 3,0 m e constante elástica  $k = 22$  N/m. (a) Se a conta é solta da posição A, com velocidade nula, qual será a velocidade da esfera ao passar pelo ponto B? (b) Caso haja uma perda de energia de 8,0 J, devido ao atrito, qual será a sua velocidade no ponto B?

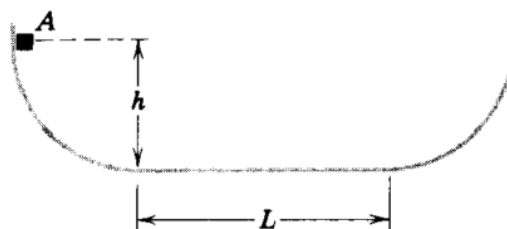


18) Um projétil possui massa igual a 10,0 kg. O projétil é lançado verticalmente de baixo para cima com velocidade de 400 m/s. A resistência do ar produz a dissipação de uma quantidade de energia igual a  $6,00 \times 10^3$  J. (a) Calcule a altura máxima que seria atingida pelo projétil desprezando a resistência do ar. (b) Ache a altura atingida pelo projétil supondo a dissipação mencionada. (c) Supondo que na descida a velocidade do projétil ao retornar produza a mesma dissipação de energia, qual seria o módulo da velocidade do projétil ao retornar ao solo?

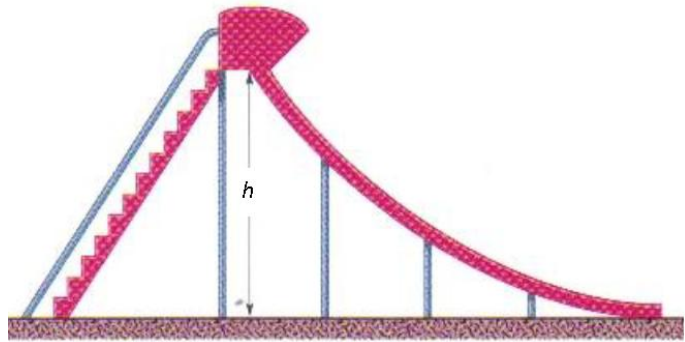
19) Um bloco de 1,0 kg colide com uma mola horizontal sem massa, cuja constante elástica vale 2,0 N/m. O bloco comprime a mola 4,0 m a partir da posição de repouso. Supondo que o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície horizontal seja 0,25, qual era o módulo da velocidade do bloco no momento da colisão? (Ver figura).



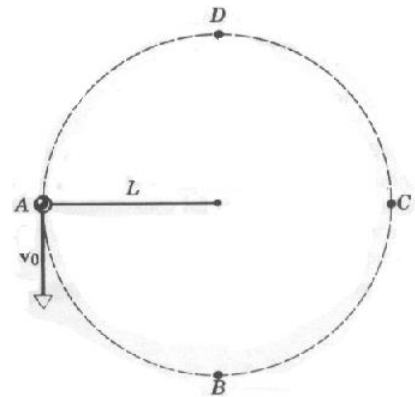
20) Considere a figura ao lado. Uma partícula desliza sobre um trilho que possui extremidades elevadas e uma parte plana. A parte plana possui comprimento  $L = 20$  m. As partes curvas não apresentam atrito. O coeficiente de atrito cinético da região plana vale 0,30. Larga-se a partícula do ponto A cuja altura é dada por  $h = 10$  m. Usando conceitos de energia, calcule em que ponto a partícula irá parar.



21) Um escorregador para crianças de um parque tem a forma de um arco de círculo. A sua altura máxima é  $h = 4,0$  m e o raio de curvatura é 12 m. Uma criança de 25 kg, partindo do repouso, escorrega desde o topo. A criança chega até a base com uma velocidade de 6,2 m/s. (a) Qual o comprimento do escorregador? (b) Qual é o módulo da força de atrito médio que age sobre a criança ao longo desta distância?



22) Uma haste rígida, bem leve, cujo comprimento é  $L$ , tem presa, em uma extremidade, uma bola de massa  $m$  (figura ao lado). A outra extremidade é articulada em torno de um eixo, sem atrito, de tal modo que a bola percorre um círculo vertical. A bola parte de uma posição horizontal A, com velocidade inicial  $\vec{v}_0$ , para baixo. A bola chega ao ponto D e, em seguida, pára.

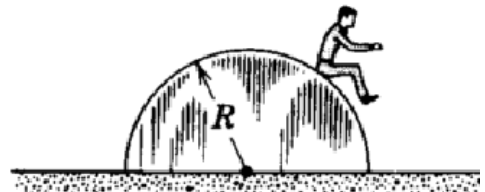


(a) Deduza uma expressão para o módulo de  $\vec{v}_0$  em função de  $L$ ,  $m$  e  $g$ . (b) Qual o módulo da tensão da haste quando a bola está em B? (c) Um pouco de areia é colocada sobre o eixo de articulação, após o que, a bola chega até C e para, depois de ter partido de A com a mesma velocidade de antes. Qual o trabalho realizado pelo atrito durante esse movimento. (d) Qual o trabalho total realizado pelo atrito antes de a bola parar em B, após oscilar repetidas vezes?

23) Considere a seção reta indicada na figura. Suponha que esta seção semicircular seja obtida pela interseção de um plano ortogonal a um semicilindro. Um menino estava sentado inicialmente no topo desta superfície semicilíndrica. O raio do cilindro é igual a  $R$ .

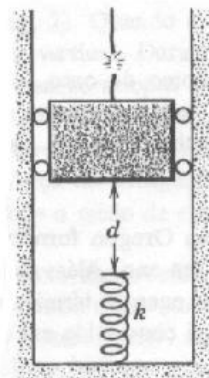
(a) Desprezando o atrito, calcule a altura em que o menino deixa a superfície ao escorregar, partindo do repouso, pela superfície lateral do semicilindro.

(b) suponha agora que exista atrito entre o menino e a superfície. Calcule a altura em que ele abandona a superfície, sabendo que a energia dissipada pelo atrito é igual a um quinto da variação da energia cinética desde o topo até o ponto onde ele abandona a superfície.

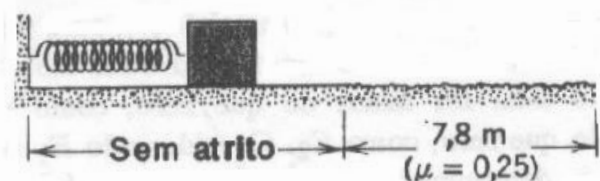


24) O cabo de um elevador de  $1,8 \times 10^3$  kg se rompe quando ele está parado no primeiro andar, de modo que o piso do elevador se encontra a uma distância  $d = 3,7$  m acima do nível superior da mola indicada na figura. A constante desta mola amortecedora é  $K = 1,5 \times 10^5$  N/m. Um dispositivo de segurança aperta os trilhos que servem de guia ao elevador, de modo que surge uma força de atrito constante de  $4,4 \times 10^3$  N que se opõe ao movimento do elevador.

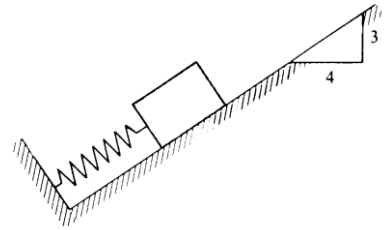
(a) Determine a velocidade do elevador no momento em que se choca com a mola. (b) Determine a máxima compressão da mola. (c) Calcule a altura que o elevador sobe após a ação da mola. (d) Usando o princípio da conservação da energia calcule a distância total aproximada que o elevador percorre até parar.



25) De acordo com a figura ao lado, um bloco de 3,5 kg solta-se de uma mola comprimida, cuja constante elástica é igual a 640 N/m. Após abandonar a mola, o bloco desloca-se por uma superfície horizontal por uma distância de 7,8 m, antes de parar. O coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície é 0,25. (a) Qual o trabalho realizado pela força de atrito cinético para parar o bloco? (b) Qual a energia cinética máxima do bloco? (c) De quanto a mola estava comprimida antes do bloco ser liberado?



26) Uma caixa de 30 kg desliza sobre um plano inclinado. Ela está presa a uma mola de constante elástica igual a 150 N/m. Na posição ilustrada, a caixa tem uma velocidade de 10 m/s para cima do plano e a mola está esticada 0,30 m. O coeficiente de atrito cinético entre a caixa e o plano inclinado é 0,20. Determine a velocidade do bloco após mover-se 1,5 m a partir da posição inicial mostrada, para cima sobre o plano.

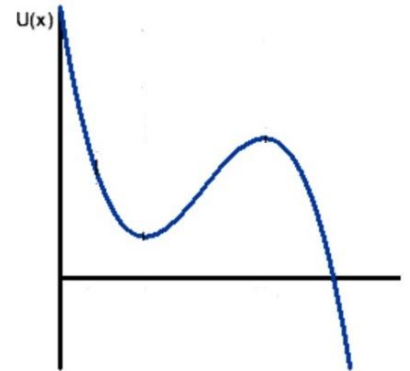


27) Uma partícula de massa igual a 0,50kg está sujeita a uma força conservativa cuja energia potencial  $U(x)$  é dada pela expressão:

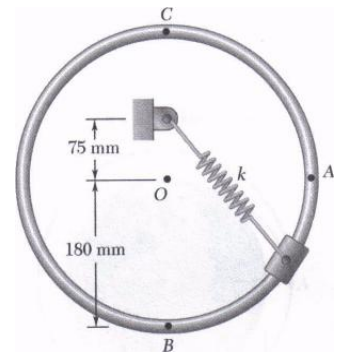
$$U(x) = 2(x - 1) - (x - 2)^3$$

onde  $x$  é medida em metros e  $U(x)$  em joules. O gráfico da função é dado ao lado.

- Calcule a força em função da posição  $x$ .
- Determine as posições de equilíbrio estável e instável e indique no gráfico.
- Se a partícula parte do repouso em  $x=0$  m, qual é a sua energia mecânica?
- Calcule a sua velocidade em  $x_1$  para a energia mecânica encontrada no item anterior.

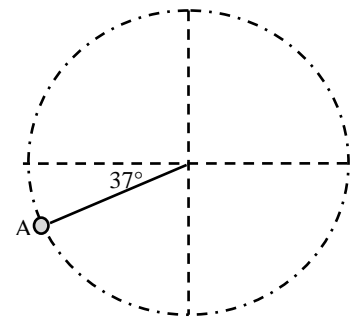


28) Um colar de 1,2kg está preso a uma mola e desliza sem atrito ao longo de uma barra circular em um plano vertical. A mola tem um comprimento indeformado de 105mm e uma constante  $k=300$ N/m. O colar está em repouso em C e recebe um leve impulso para se movimentar, determine a velocidade do colar e a força exercida pela barra sobre o colar quando ele passar (a) pelo ponto A e (b) pelo ponto B.



29) Um pêndulo consiste de uma esfera de 0,30 kg presa a um fio de 1,20 m se movimenta no plano vertical.

- Qual deve ser o módulo da velocidade da esfera no ponto A para que a tensão no fio no ponto mais alto seja igual a duas vezes o valor do peso?
- Qual é a tensão no fio no ponto A?



30) Fixe uma das extremidades de uma mola vertical ao teto, prenda um repolho à outra extremidade e baixe o repolho lentamente, até que a força para cima exercida pela mola sobre o repolho equilibre a força gravitacional que atua sobre ele. Mostre que a perda de energia potencial gravitacional do sistema repolho-Terra é igual a duas vezes o ganho de energia potencial da mola. Por que as duas grandezas não são iguais?

## RESPOSTAS - CONSERVAÇÃO DA ENERGIA

- 1) (a) 24,0 m/s ; (b) 24,0 m/s; (c) na parte (b).  
2) -----  
3) 0,10 m  
4) Não, pois o valor da tensão, no ponto mais baixo da trajetória do explorador (que é o ponto onde a tensão tem o maior valor), é igual a 1074 N, portanto menor que a tensão máxima que o cipó pode suportar.  
5) 2 d  
6) (a)  $\sqrt{5gR}$   
7) 5,4 m/s  
8) (a) 2,8 m/s; (b) 2,7 m/s  
9) (a)  $v_B = v_0$  ;  $v_C = \sqrt{v_0^2 + gh}$  (b)  $-\frac{(v_0^2 + 2gh)}{2L}$   
10) (a) 2,9 m; (b) 3,7 m/s  
11) (a)  $2\sqrt{g\ell}$  ; (b) 5 mg; (c)  $71^\circ$   
12) (a)  $v = \sqrt{v_0^2 + 2gL(1 - \cos \theta_0)}$  ; (b)  $v_0 = \sqrt{2gL \cos \theta_0}$  ; (c)  $v_0 = \sqrt{gL(3 + 2 \cos \theta_0)}$   
13) (a) -6,0 J; (b) aproximadamente entre 0,80 m e 12,8 m; (c) 3,0 N, sentido +x; (d) 3,2 m/s  
14) (c)  $-1,2 \times 10^{-19}$  J. (d)  $2,2 \times 10^{-19}$  J. (e)  $\sim 1,0 \times 10^{-9}$  N na direção de M.  
15) (a) 8,06 mg; (b) 3 R; (c) 2,5 R  
16) 1,3 cm  
17) (a) 5,9 m/s; (b) 5,1 m/s  
18) (a) 8163 m; (b) 8102 m; (c) 397 m/s  
19) 7,2 m/s  
20) Num ponto situado a 6,7 m da extremidade esquerda da parte plana.  
21) (a) 10 m; (b) 49,5 N  
22) (a)  $\sqrt{2gL}$ ; (b) 5 mg; (c) - mgL; (d) - 2 mgL  
23) (a)  $\frac{2}{3}R$ ; (b)  $\frac{5}{8}R$   
24) (a) 7,4 m/s; (b) 0,90 m; (c) 2,8 m; (d) 15 m  
25) (a) -67 J; (b) 67 J (c) 0,46 m  
26) 7,9 m/s  
27) (a)  $F(x) = 3x^2 - 12x + 10$ ; (b) 1,2 m e 2,8 m; (c) 6,0 J ; (d) 4,5 m/s.  
28) a) 1,23 m/s , 14,9 N; (b) 1,20 m/s e 23,6 N  
29) (a) 8,54 m/s; (b) 20,0 N  
30) Porque a força que você exerce sobre o repolho (para fazê-lo descer) realiza trabalho.

Fonte bibliográfica:

-”Física-Vol.1”; David Halliday, Robert Resnick e Kenneth S. Krane; 4ª. Edição; Livros Técnicos e Científicos Editora.

-”Fundamentos da Física-1”; David Halliday, Robert Resnick e Jearl Walker; Livros Técnicos e Científicos Editora.