



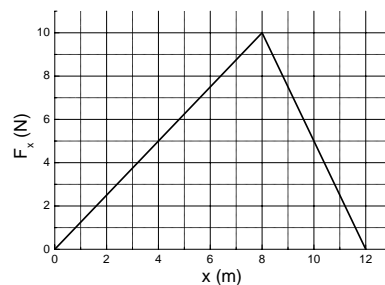
### LISTA 03

#### **Trabalho, energia cinética e potencial, conservação da energia**

- Um saco de farinha de  $5,00 \text{ kg}$  é elevado verticalmente com uma velocidade constante de  $3,5 \text{ m/s}$  até uma altura de  $150 \text{ m}$ .
  - Qual o módulo da força necessária?  
R:  $49 \text{ N}$
  - Qual o trabalho realizado por essa força sobre o saco? Em que se transforma esse trabalho?  
R:  $7350 \text{ J}$ , esse trabalho se transforma em energia potencial.
- Uma bola de beisebol é lançada do telhado de um edifício de  $22,0 \text{ m}$  de altura com uma velocidade inicial de  $12,0 \text{ m/s}$  dirigida formando um ângulo de  $53,1^\circ$  acima da horizontal.
  - Qual é a velocidade da bola imediatamente antes de colidir com o solo? (Despreze a resistência do ar).  
R:  $24,0 \text{ m/s}$
  - Qual seria a resposta da parte (a) se a velocidade inicial formasse um ângulo de  $53,1^\circ$  abaixo da horizontal?  
R:  $24,0 \text{ m/s}$
  - Se você não desprezar a resistência do ar, a maior velocidade será obtida na parte (a) ou na parte (b)?  
R: Parte (b).
- Uma pedra com massa de  $0,12 \text{ kg}$  está presa a um fio sem massa e de comprimento igual a  $0,80 \text{ m}$ , formando assim um pêndulo. O pêndulo oscila até um ângulo de  $45^\circ$  com a vertical (despreze a resistência do ar). Qual é a velocidade da pedra quando ela passa pela posição vertical?  
R:  $2,14 \text{ m/s}$

4. Uma menina aplica uma força  $\vec{F}$  paralela ao eixo  $Ox$  sobre um trenó de  $10,0 \text{ kg}$  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 abaixo. Calcule o trabalho realizado pela força  $\vec{F}$  quando o trenó se desloca

- (a) de  $x = 0$  a  $x = 8,0 \text{ m}$  (R:  $40 \text{ J}$ );
- (b) de  $x = 8,0 \text{ m}$  a  $x = 12,0 \text{ m}$  (R:  $20 \text{ J}$ );
- (c) de  $x = 0$  a  $x = 12,0 \text{ m}$  (R:  $60 \text{ J}$ ).



5. Uma força de  $800 \text{ N}$  estica uma certa mola até uma distância de  $0,200 \text{ m}$ .

- (a) Qual é a energia potencial da mola quando ela está esticada  $0,200 \text{ m}$ ?  
R:  $80,00 \text{ J}$
- (b) Qual é a energia potencial da mola quando ela é comprimida  $5,0 \text{ cm}$ ?  
R:  $5,0 \text{ J}$ .

6. Um queijo de  $1,20 \text{ kg}$  é colocado sobre uma mola de massa desprezível e constante  $k = 1800 \text{ N/m}$  que está comprimida  $15,0 \text{ cm}$ . Até que altura acima da posição inicial o queijo se eleva quando a mola é liberada? (O queijo não está preso a mola).

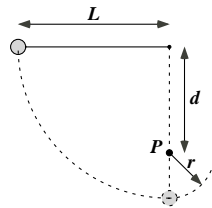
R:  $1,72 \text{ m}$ .

7. Tarzan, que pesa  $688 \text{ N}$ , decide usar um cipó de  $18 \text{ m}$  de comprimento para atravessar um abismo. Do ponto de partida até o ponto mais baixo da trajetória ele desce  $3,2 \text{ m}$ . O cipó é capaz de resistir a uma força máxima de  $950 \text{ N}$ . Tarzan consegue chegar ao outro lado?

R: Sim pois  $T = 933 \text{ N}$ .

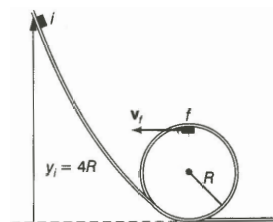
8. A corda da figura abaixo tem  $L = 120 \text{ cm}$  de comprimento e a distância  $d$  até o pino fixo  $P$  é de  $75 \text{ cm}$ . Quando a bola é liberada, a partir do repouso na posição indicada na figura, descreve a trajetória indicada pela linha tracejada. Qual é a velocidade da bola

- (a) quando está passando pelo ponto mais baixo da trajetória e  
R:  $4,8 \text{ m/s}$
- (b) quando chega ao ponto mais alto da trajetória depois que a corda toca o pino?  
R:  $2,4 \text{ m/s}$
- (c) Mostre que para que a bola faça uma volta completa em torno do pino  $d > \frac{3L}{5}$ .  
(Sugestão: A bola ainda deve estar se movendo quando chegar ao ponto mais alto da trajetória).



9. Um pequeno cubo de gelo de massa  $m$  desliza, com atrito desprezível, ao longo de um trilho em laço conforme a figura abaixo. O gelo parte do repouso no ponto  $y_i = 4R$  acima do nível da parte mais baixa do trilho.

- (a) Qual a velocidade do cubo de gelo no ponto  $f$ , o ponto mais alto da parte circular do trilho?  
R:  $\sqrt{4gR}$
- (b) Qual a força normal exercida sobre o gelo nesse ponto?  
R:  $3mg$



10. Um elevador possui massa de  $600 \text{ kg}$ , não incluindo a massa dos passageiros. O elevador foi projetado para subir com velocidade constante uma distância vertical de  $20,0 \text{ m}$  (cinco andares) em  $16,0 \text{ s}$ , sendo impulsionado por um motor que fornece ao elevador uma potência máxima de  $29,84 \text{ kW}$ . Qual é o número máximo de passageiros que o elevador pode transportar? Suponha que cada passageiro possua massa de  $65,0 \text{ kg}$ .  
R: 28

11. Um menino está sentado no alto de um monte semi-hemisférico. Ele recebe um pequeno empurrão e começa a escorregar para baixo. Mostre que, se o atrito com o monte

puder ser desprezado, ele perde o contato com o monte num ponto cuja altura é  $\frac{2R}{3}$ . (Sugestão: A força normal desaparece no momento em que o menino perde o contato como o monte.)

12. Um pequeno bloco com massa de  $0,120 \text{ kg}$  está ligado a um fio que passa através de um buraco em uma superfície horizontal sem atrito. O bloco inicialmente gira a uma distância de  $0,40 \text{ m}$  do buraco com uma velocidade de  $0,70 \text{ m/s}$ . A seguir o fio é puxado por baixo, fazendo o raio do círculo se encurtar para  $0,10 \text{ m}$ . Nessa nova distância verifica-se que sua velocidade passa para  $2,80 \text{ m/s}$ .

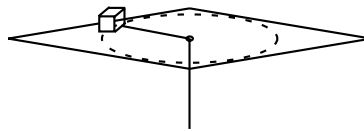
(a) Qual era a tensão no fio quando o bloco possuía velocidade  $0,70 \text{ m/s}$ ?

R:  $0,147 \text{ N}$

(b) Qual é a tensão no fio quando o bloco possui velocidade final de  $2,80 \text{ m/s}$ ?

R:  $1,34 \text{ N}$

(c) Qual foi o trabalho realizado pela pessoa que puxou o fio? (R:  $0,441 \text{ J}$ )



13. Um bloco de  $3,5 \text{ kg}$  é empurrado a partir do repouso por uma mola comprimida cuja constante de mola é  $640 \text{ N/m}$  (figura abaixo). Depois que a mola se encontra totalmente relaxada, o bloco viaja por uma superfície horizontal com um coeficiente de atrito dinâmico de  $0,25$ , percorrendo uma distância de  $7,8 \text{ m}$  antes de parar.

(a) Qual o trabalho realizado pela força de atrito?

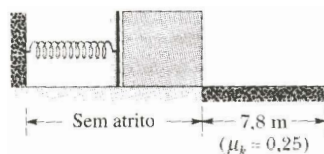
R:  $-67 \text{ J}$

(b) Qual a energia cinética máxima possuída pelo bloco?

R:  $67 \text{ J}$

(c) De quanto foi comprimida a mola antes que o bloco fosse liberado?

R:  $0,46 \text{ m}$



14. Uma bala de aço de massa  $m = 5,2 \text{ g}$  é disparada verticalmente para baixo de uma altura  $h_1 = 18 \text{ m}$  com uma velocidade inicial  $v_0 = 14 \text{ m/s}$ . A bala penetra no solo arenoso até uma profundidade  $h_2 = 21 \text{ cm}$ .

(a) Qual a variação da energia mecânica da bala?

R:  $-1,44 \text{ J}$

(b) Qual a variação da energia interna do sistema bala-Terra-areia?

R:  $1,44 \text{ J}$

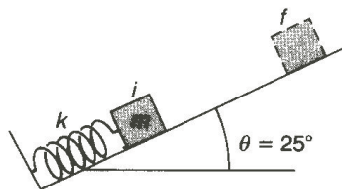
(c) Qual o módulo da força média  $F$  exercida pela areia sobre a bala?

R:  $6,9 \text{ N}$

15. Um bloco de  $2,1 \text{ kg}$  é mantido contra uma mola leve (de massa desprezível) cuja constante é  $k = 2400 \text{ N/m}$  e que sofre uma compressão de  $0,15 \text{ m}$ . O bloco é liberado do repouso no ponto  $i$  e a mola projeta o bloco por uma rampa ascendente de  $25^\circ$ , conforme a figura abaixo. O bloco entra em repouso momentâneo no ponto  $f$ . Considere o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a rampa igual a  $0,20$ . Admita que o bloco perca o contato com a mola quando esta está relaxada.

(a) Qual a distância, na rampa, do ponto  $f$  ao ponto  $i$ ? (R:  $2,17 \text{ m}$ )

(b) Quando o bloco desliza de volta rampa a baixo, qual a velocidade no ponto médio do caminho entre  $f$  e  $i$ ? (R:  $2,27 \text{ m/s}$ )



16. Observa-se que uma certa mola não obedece à Lei de Hooke. A força (em newtons) que ela exerce quando esticada de uma distância  $x$  (em metros) possui uma intensidade igual a  $52,8x + 38,4x^2$  na direção contrária ao alongamento.

(a) Calcule o trabalho necessário para alongar a mola de  $x = 0,50 \text{ m}$  até  $1,00 \text{ m}$ .

R:  $31,0 \text{ J}$

(b) Com uma das extremidades da mola fixa, uma partícula de massa igual a  $2,17 \text{ kg}$  é presa à outra extremidade da mola quando esta é esticada de uma distância  $x = 1,00 \text{ m}$ . Se a partícula for solta do repouso neste instante, qual será a sua velocidade no instante em que a mola tiver retornado à configuração na qual seu alongamento é de  $x = 0,50 \text{ m}$ ?

R:  $5,34 \text{ m/s}$

(c) A força exercida pela mola é conservativa ou não-conservativa? Explique.

R: é conservativa

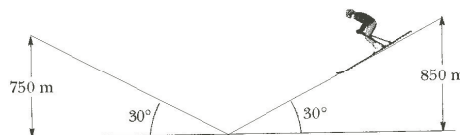
17. Dois montes têm altitudes de  $850\text{ m}$  e  $750\text{ m}$  em relação ao vale que os separa (figura abaixo). Uma pista de esqui vai do alto do monte maior até o alto do monte menor, passando pelo vale. O comprimento total da pista é  $3,2\text{ km}$  e a inclinação média é  $30^\circ$ .

(a) Um esquiador parte do repouso no alto do monte maior. Com que velocidade chegará ao alto do monte menor sem se impulsionar com os bastões? Ignore o atrito.

R:  $44,3\text{ m/s}$

(b) Qual deve ser aproximadamente o coeficiente de atrito dinâmico entre a neve e os esquis para que o esquiador pare exatamente no alto do pico menor?

R:  $0,0361$



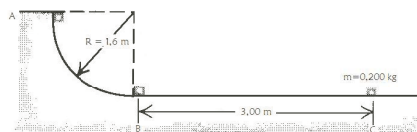
18. Em um posto para carga de caminhões do correio, um pacote de  $0,200\text{ kg}$  é largado do repouso no ponto  $A$  sobre um trilho com a forma de um quarto de circunferência de raio igual a  $1,6\text{ m}$  (figura abaixo). O tamanho do pacote é muito menor do que  $1,6\text{ m}$ , de modo que ele pode ser considerado como uma partícula. Ele desliza para baixo ao longo do trilho e atinge o ponto  $B$  com uma velocidade de  $4,8\text{ m/s}$ . Depois do ponto  $B$  ele desliza uma distância de  $3,00\text{ m}$  sobre uma superfície horizontal até parar no ponto  $C$ .

(a) Qual é o coeficiente de atrito cinético entre o pacote e a superfície horizontal?

R:  $0,392$

(b) Qual é o trabalho realizado pela força de atrito ao longo do arco circular do ponto  $A$  ao ponto  $B$ ?

R:  $-0,832\text{ J}$



19. Uma pedra de peso  $\omega$  é jogada verticalmente para cima com velocidade inicial  $v_0$ . Se uma força constante  $f$  devido a resistência do ar age sobre a pedra durante todo o percurso,

(a) mostre que a altura máxima atingida pela pedra é dada por

$$h = \frac{v_0^2}{2g(1 + f/\omega)}$$

(b) Mostre que a velocidade da pedra ao chegar ao solo é dada por

$$v = v_0 \left( \frac{\omega - f}{\omega + f} \right)^{1/2}$$

20. A energia potencial de uma molécula diatômica ( $H_2$  ou  $O_2$ , por exemplo) é dada por

$$U = \frac{A}{r^{12}} - \frac{B}{r^6}$$

onde  $r$  é a distância entre os átomos que formam a molécula e  $A$  e  $B$  são constantes positivas. Esta energia potencial se deve à força que mantém os átomos unidos.

(a) Calcule a distância de equilíbrio, isto é, a distância entre os átomos para a qual a força a que estão submetidos é zero.

R:  $\left(\frac{2A}{B}\right)^{1/6}$

(b) Verifique se a força é repulsiva (os átomos tendem a se separar) ou atrativa (os átomos tendem a se aproximar) se a distância entre eles é menor que a distância de equilíbrio

R: repulsiva

(c) ou maior que a distância de equilíbrio.

R: atrativa

21. A energia potencial de uma partícula de massa  $m = 0,5 \text{ kg}$  que se move ao longo do eixo  $x$  ( $x > 0$ ) é dada por

$$U(x) = \frac{1}{x^2} - \frac{2}{x}$$

com  $U$  em Joules e  $x$  em metros.

(a) Esboce o gráfico de  $U(x)$ .

(b) Determine a força  $F(x)$  que age sobre a partícula.

R:  $F(x) = \frac{2}{x^3} - \frac{2}{x^2}$

(c) Qual é o valor de  $x_0$  correspondente ao ponto de equilíbrio?

R:  $x_0 = 1 \text{ m}$

(d) Supondo que a partícula seja abandonada na posição  $x_1 = 0,75$  m, qual é o valor máximo  $x_2$  da coordenada  $x$  que ela atingirá.

R:  $x_2 = 1,5$  m

(e) Qual é o valor da velocidade  $v$  da partícula ao passar pelo ponto de equilíbrio.

R:  $v_f = \frac{2}{3}$  m/s