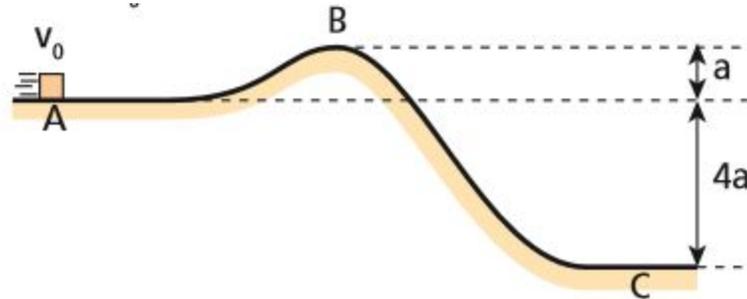


## Mecânica 4300153

### 2ª Lista de Exercícios – Forças Conservativas

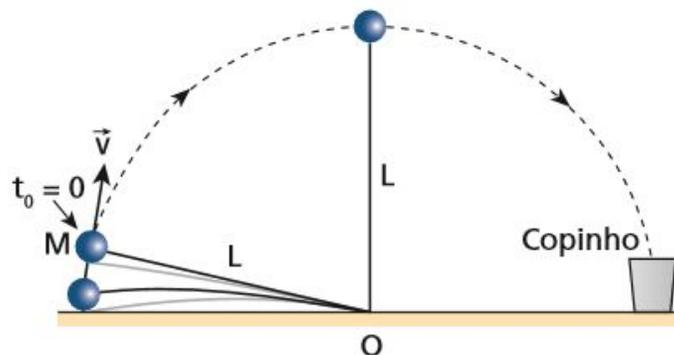
01) Um pequeno bloco é lançado do ponto A do trajeto mostrado na figura, contido em um plano vertical. O módulo da velocidade em A é  $V_0 = 17\text{m/s}$ .



Sabendo que quando o bloco passa pelo ponto B sua velocidade tem módulo  $\frac{V_0}{2}$ , calcule o módulo da velocidade do bloco no ponto C, em m/s. Despreze os efeitos do atrito, bem como os da resistência do ar.

$$V_C = 34 \text{ m/s}$$

02) Um brinquedo muito popular entre as crianças é a minicatapulta. Ela consiste de uma fina tira de madeira que pode ser flexionada a fim de impulsionar uma pequena esfera de massa  $M$ , presa a um dos extremos de um fio ideal de comprimento  $L$  (o outro extremo está fixo no ponto  $O$ ), para que esta se encaixe em um copinho no extremo oposto do brinquedo, como ilustra a figura a seguir. Para que o arremesso seja bem sucedido, é necessário que no ponto mais alto da trajetória da esfera o fio esteja esticado.



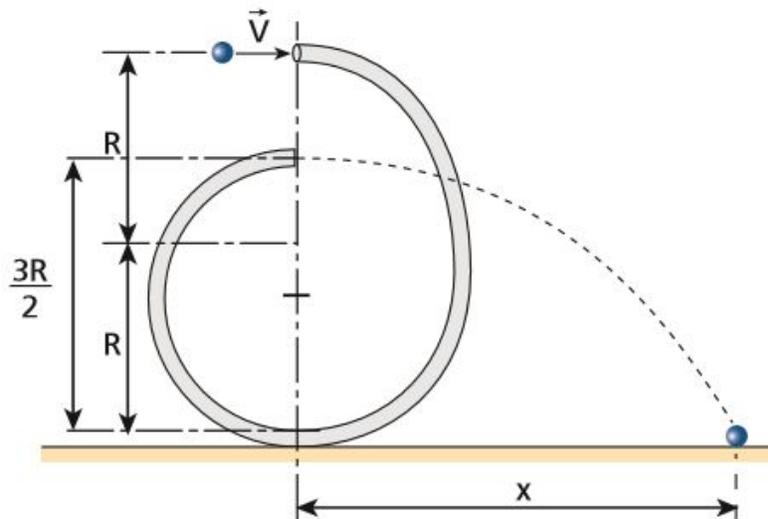
Suponha que no momento do lançamento ( $t_0 = 0$ ) o fio encontre-se esticado e que a energia mecânica total da esfera nesse instante seja  $5MgL$ , tomando como nível zero de energia potencial o ponto O. Admita que a energia mecânica da esfera permaneça constante.

- Calcule a energia cinética da esfera no ponto mais alto de sua trajetória;
- Calcule a força de tração do fio no ponto mais alto da trajetória da esfera e responda se esta se encaixará ou não no copinho.

a)  $E_{C_R} = 4MgL$

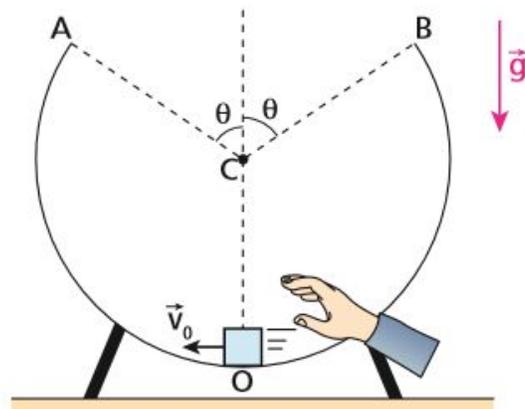
b)  $T_B = 7Mg$  , sim

03) Uma pequena esfera penetra com velocidade  $\bar{V}$  em um tubo oco, recurvado e colocado em um plano vertical, como mostra a figura, num local onde a aceleração da gravidade tem módulo igual a  $g$ . Supondo que a esfera percorra a região interior do tubo sem atrito e acabe saindo horizontalmente pela extremidade, pergunta-se: que distância  $x$ , horizontal, ela percorrerá até tocar o solo?



$$x = \sqrt{\frac{3R (V^2 + gR)}{g}}$$

04) Considere um trilho envergado em forma de arco de circunferência com raio igual a  $R$  instalado verticalmente, como representa a figura. No local, a aceleração da gravidade tem módulo  $g$  e a resistência do ar é desprezível. Supondo-se conhecido o ângulo  $\theta$ , qual deve ser a intensidade da velocidade  $\bar{V}_0$  com que se deve lançar um pequeno objeto do ponto O, o mais baixo do trilho, para que ele possa deslizar livremente saltando da extremidade A para a extremidade B, executando assim um movimento periódico?



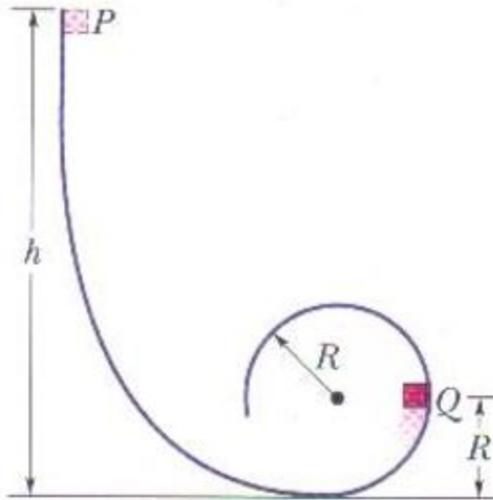
$$V_0 = \sqrt{gR \left[ \frac{l}{\cos\theta} + 2(1 + \cos\theta) \right]}$$

05) Na figura um pequeno bloco de massa  $m = 0,032 \text{ kg}$  pode deslizar em uma pista sem atrito que forma um loop de raio  $R = 12 \text{ cm}$ . O bloco é liberado a partir do repouso no ponto P, a uma altura  $h = 5R$  acima do ponto mais baixo do loop. Qual é o trabalho realizado sobre o bloco pela força gravitacional enquanto o bloco se desloca do ponto P para:

- a) O ponto Q;
- b) O ponto mais alto do loop?

Se a energia potencial gravitacional do sistema bloco-Terra for tomada como nula na base do loop, quanto valerá essa energia potencial quando o bloco estiver

- c) No ponto P?
- d) No ponto Q?
- e) No topo do loop?



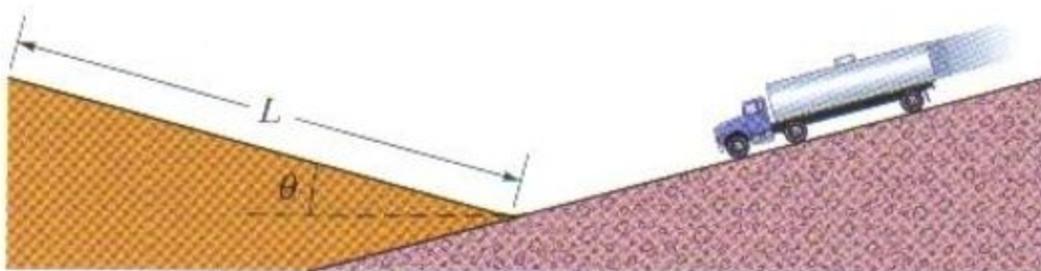
- a)  $\tau_p = 0,15J$
- b)  $\tau_p = 0,11J$
- c)  $U = 0,19J$
- d)  $U = 0,038J$
- e)  $U = 0,075J$

06) Na figura um caminhão perdeu os freios quando estava descendo uma ladeira a 130 km/h e o motorista dirigiu o veículo para uma rampa de emergência sem atrito com uma inclinação  $\theta = 15^\circ$ . A massa do caminhão é  $1,2 \times 10^4$  kg.

- a) Qual o menor comprimento  $L$  que a rampa deve ter para que o caminhão pare (momentaneamente) antes de chegar ao final? (Suponha que o caminhão possa ser tratado como uma partícula e justifique essa suposição).

O comprimento mínimo  $L$  aumenta, diminui ou permanece o mesmo

- b) se a massa do caminhão for menor;
- c) se a velocidade for menor.



a)  $h = 66,5m$      $L=257m$

b) *As respostas não dependem da massa do caminhão.*

*Se manterão mesmo que a massa se reduza.*

c) *Se a velocidade diminui, h e L também diminuem.*

07) Um bloco de 700g é liberado a partir do repouso de uma altura  $h_0$  acima de uma mola com constante elástica  $k = 400 \text{ N/m}$  e massa desprezível. O bloco se choca com a mola e para momentaneamente depois de comprimir a mola 19 cm. Qual é o trabalho realizado:

a) Pelo bloco sobre a mola;

b) Pela mola sobre o bloco;

c) Qual o valor de  $h_0$ ?

d) Se o bloco fosse solto de uma altura  $2h_0$  acima da mola, qual seria a máxima compressão da mola?

a)  $\tau_{B \rightarrow M} = 7,2J$

b)  $\tau_{M \rightarrow B} = -7,2J$

c)  $h_0 = 0,86m$

d)  $x = 0,26m$

08) Uma única força conservativa  $\vec{F} = (6,0x - 12)\hat{i} \text{ N}$ , onde x está em metros, age sobre uma partícula que se move ao longo de um eixo x. A energia potencial U associada a essa força recebe o valor de 27 J em  $x=0$ .

a) Escreva uma expressão para U como uma função de x, com U em joules e x em metros.

b) Qual é o máximo valor positivo da energia potencial?

c) Para que valor negativo de x a energia potencial é nula?

d) Para que valor positivo de x a energia potencial é nula?

a)  $U = 27 + 12x - 3x^2$

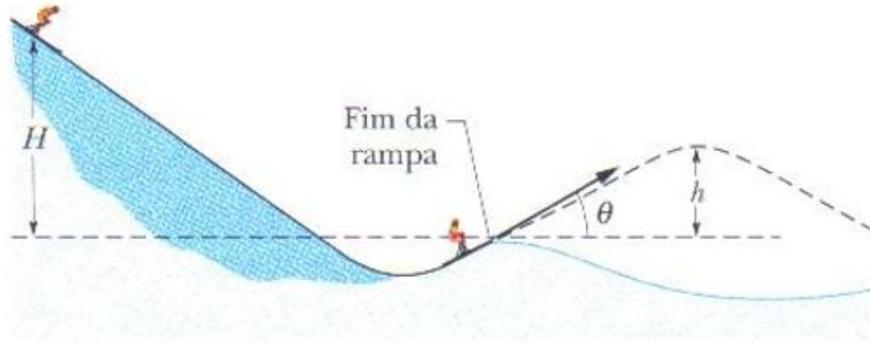
b)  $x_{eq} = 2,0m$      $U = 39J$

c)  $U = 0 \rightarrow x = -1,6m$

d)  $U = 0 \rightarrow x = 5,6m$

09) Um esquiador de 60kg parte do repouso a uma altura  $H = 20\text{m}$  acima da extremidade de uma rampa para saltos de esqui conforme a figura abaixo, e deixa a rampa fazendo um ângulo  $\theta = 28^\circ$  com a horizontal. Despreze os efeitos da resistência do ar e suponha que a rampa não tem atrito.

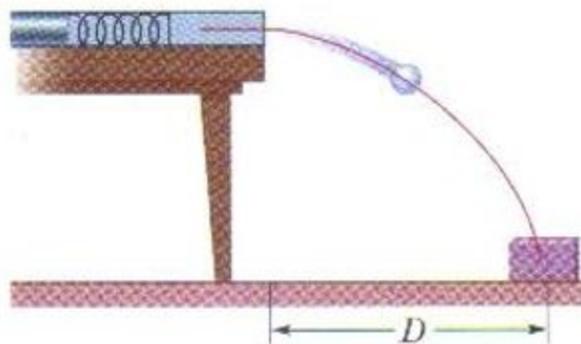
- Qual é a altura máxima  $h$  do salto em relação a extremidade da rampa?
- Se o esquiador aumentasse o próprio peso colocando uma mochila nas costas,  $h$  seria maior, menor ou igual?



a)  $h = 4,4\text{m}$

b) *Não há mudança, pois as massas se cancelam.*

10) Duas crianças estão disputando um jogo no qual tentam acertar uma pequena caixa no chão com uma bola de gude lançada por um canhão de mola montado em uma mesa. A caixa está a uma distância horizontal  $D = 2,20\text{m}$  da borda da mesa. Bia comprime a mola  $1,10\text{ cm}$ , mas o centro da bola de gude cai  $27,0\text{ cm}$  antes do centro da caixa. De que distância Rossa deve comprimir a mola para acertar a caixa? Suponha que o atrito da bola e da mola com o canhão é desprezível.

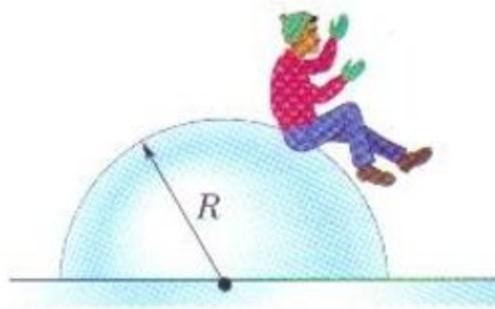


$l_2 = 1,25\text{cm}$

11) Uma corda uniforme com 25 cm de comprimento e 15g de massa está presa horizontalmente em um teto. Mais tarde é pendurada verticalmente, com apenas das extremidades presas no teto. Qual é a variação da energia potencial da corda devido essa mudança de posição?

$$\Delta U = -0,018J$$

12) Um menino está inicialmente sentado no alto de um monte hemisférico de gelo de raio  $R = 13,8m$ . Ele começa a deslizar para baixo com uma velocidade inicial desprezível. Suponha que o atrito é desprezível. Em que altura o menino perde o contato com o gelo?



$$h = 9,20m$$

13) Uma corda é usada para puxar um bloco de 3,57 kg com velocidade constante por 4,06 m, em um piso horizontal. A força que a corda exerce sobre o bloco é 7,68 N  $15,0^\circ$  acima da horizontal. Quais são:

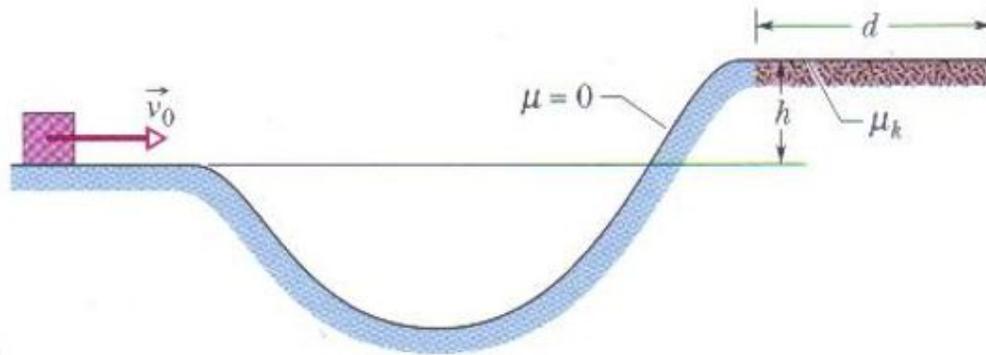
- O trabalho realizado pela força da corda;
- O aumento da energia térmica no sistema bloco-piso;
- O coeficiente de atrito cinético entre o bloco e o piso.

$$a) \tau = 30,1J$$

$$b) \Delta E = 30,1J$$

$$c) \mu_k = 0,225$$

14) Na figura um bloco desliza ao longo de uma pista, de um nível para outro mais elevado, passando por um vale intermediário. A pista não possui atrito até o bloco atingir o nível mais alto, onde uma força de atrito para o bloco em uma distância  $d$ . A velocidade inicial  $v_0$  do bloco é 6,0 m/s, a diferença de altura  $h$  é 1,1 m e  $\mu_k$  é 0,60. Determine  $d$ .



$$d = 1,2m$$

15) Quando um besouro salta-martim está deitado de costas pode pular encurvando bruscamente o corpo, o que converte a energia armazenada em um músculo em energia mecânica, produzindo um estalo audível. O videoteipe de um desses pulos mostra que um besouro de massa  $m = 4,0 \times 10^{-6} \text{ kg}$  se desloca  $0,77 \text{ mm}$  na vertical durante um salto e consegue atingir uma altura máxima  $h = 0,30 \text{ m}$ . Durante o salto, quais são os valores médios dos módulos:

- Da força externa exercida pelo piso sobre as costas do besouro?
- Da aceleração do besouro em unidades de  $g$ ?

$$a) F_m = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ N}$$

$$b) a = 3,8 \cdot 10^2 g$$

16) Uma criança que pesa  $267 \text{ N}$  desce em um escorrega de  $6,1 \text{ m}$  que faz um ângulo de  $20^\circ$  com a horizontal. O coeficiente de atrito cinético entre o escorrega e a criança é  $0,10$ .

- Qual é a energia transformada em energia térmica?
- Se a criança começa a descida no alto do escorrega com uma velocidade de  $0,457 \text{ m/s}$ , qual é a sua velocidade ao chegar ao chão?

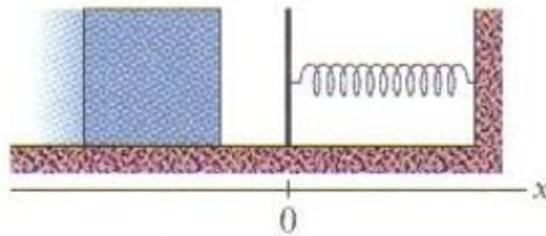
$$a) \Delta E = 1,5 \cdot 10^2 \text{ J}$$

$$b) v = 5,5 \text{ m/s}$$

17) Na figura um bloco de massa  $m = 2,5 \text{ kg}$  desliza de encontro a uma mola de constante elástica  $k = 320 \text{ N/m}$ . O bloco para depois de comprimir a mola  $7,5 \text{ cm}$ . O coeficiente de atrito cinético entre o bloco e o piso é  $0,25$ . Enquanto o bloco está em contato com a mola e sendo levado ao repouso, determine:

- O trabalho realizado pela mola;
- O aumento da energia térmica do sistema bloco-piso;

c) Qual é a velocidade do bloco imediatamente antes de se chocar com a mola?

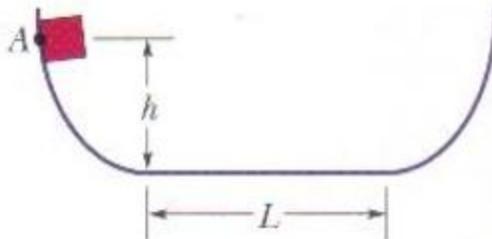


a)  $\tau = -0,90 \text{ J}$

b)  $\Delta E = 0,46 \text{ J}$

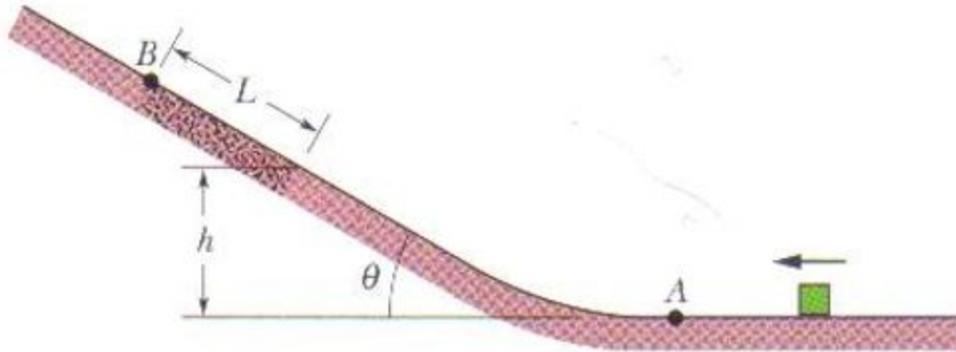
c)  $v_o = 1,0 \text{ m/s}$

18) Uma partícula pode deslizar em uma pista com extremidades elevadas e uma parte central plana, como mostra a figura. A parte plana tem comprimento  $L = 40 \text{ cm}$ . Os trechos curvos da pista não possuem atrito, mas na parte plana o coeficiente de atrito cinético é  $\mu_k = 0,20$ . A partícula é liberada do repouso no ponto A, que está a uma altura  $L/2$ . A que distância da extremidade esquerda da parte plana a partícula finalmente para?



$d = 20 \text{ cm}$

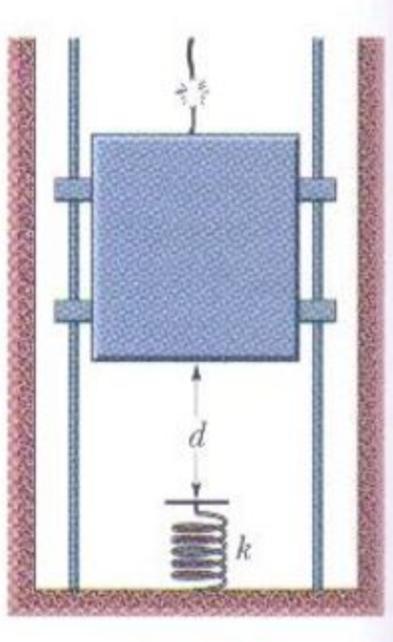
19) Na figura um bloco desliza em uma pista sem atrito até chegar a um trecho de comprimento  $L = 0,75 \text{ m}$ , que começa a uma altura  $h = 2,0 \text{ m}$  em uma rampa de ângulo  $\theta = 30^\circ$ . Nesse trecho o coeficiente de atrito cinético é  $0,40$ . O bloco passa pelo ponto A com uma velocidade de  $8,0 \text{ m/s}$ . Se o bloco pode chegar no ponto B (onde o atrito acaba), qual é sua velocidade nesse ponto, e se não pode, qual é a maior altura que atinge acima de A?



$$v_B = 3,5\text{m/s}$$

20) O cabo do elevador de 1800 kg se rompe quando o elevador está parado no primeiro andar, onde o piso se encontra a uma distância  $d = 3,7\text{m}$  acima de uma mola de constante elástica  $k = 0,15\text{ MN/m}$ . Um dispositivo de segurança prende o elevador aos trilhos laterais, de modo que uma força de atrito constante de  $4,4\text{ kN}$  passa a se opor ao movimento.

- Determine a velocidade do elevador no momento em que se choca com a mola;
- Determine a máxima redução  $x$  do comprimento da mola (a força de atrito continua a agir enquanto a mola está sendo comprimida);
- Determine a distância que o elevador sobe de volta no poço;
- Usando a lei de conservação da energia, determine a distância total aproximada que o elevador percorre antes de parar. (Suponha que a força de atrito sobre o elevador é desprezível quando ele está parado).



a)  $v = 7,4 \text{ m/s}$

b)  $x = 0,90\text{m}$

c)  $d' = 2,8\text{m}$

d)  $d_{eq} = 0,12\text{m}$        $d_{total} = 15\text{m}$

21) Um escorrega de parquinho tem a forma de um arco de circunferência com 12m de raio. A altura do escorrega é  $h = 4,0\text{m}$  e o chão é tangente à circunferência. Uma criança de 25kg escorrega do alto do brinquedo, a partir do repouso, e ao chegar ao chão está com uma velocidade de 6,2m/s.

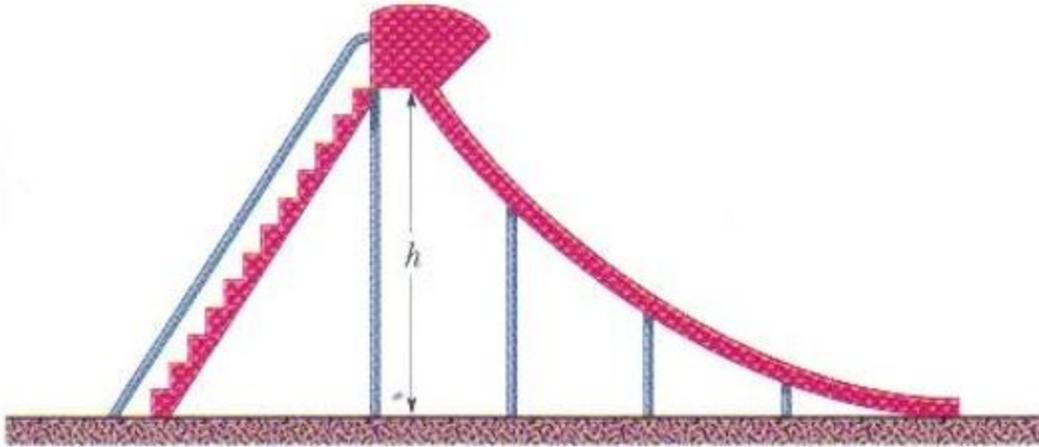
a) Qual é o comprimento do escorrega?

b) Qual é a força de atrito média que age sobre a criança?

Se, em vez do solo, uma reta vertical passando pelo alto do escorrega é tangente à circunferência, quais são:

c) o comprimento do escorrega;

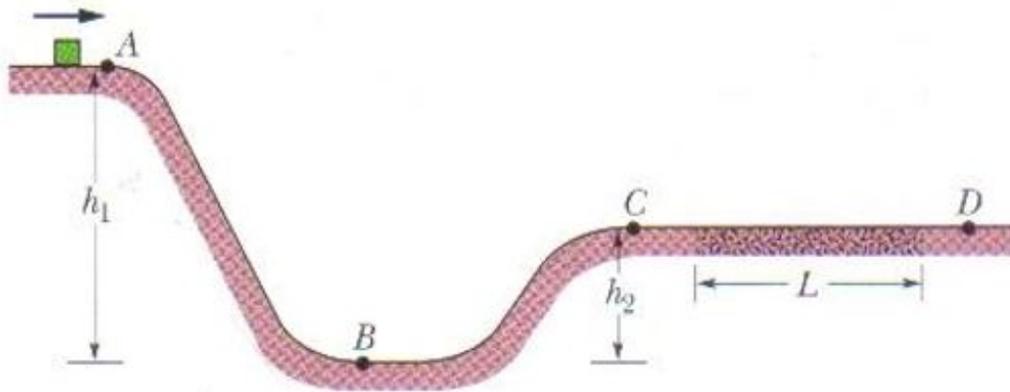
d) a força de atrito média que age sobre a criança



- a)  $S = 10m$
- b)  $f = 49N$
- c)  $S' = 4,1m$
- d)  $f' = 1,2 \cdot 10^2 N$

22) Na figura um pequeno bloco parte do ponto A com uma velocidade de  $7,0m/s$ . Seu percurso é sem atrito até chegar ao trecho de comprimento  $L=12m$ , onde o coeficiente de atrito cinético é de  $0,70$ . As alturas indicadas são  $h_1 = 6,0m$  e  $h_2 = 2,0m$ . Qual a velocidade do bloco:

- a) No ponto B?
- b) No ponto C?
- c) O bloco atinge o ponto D? Caso a resposta seja afirmativa, determine a velocidade do bloco nesse ponto; caso a resposta seja negativa, calcule a distância que o bloco percorre na parte com atrito.



- a)  $v_B = 13\text{m/s}$   
 b)  $v_C = 11\text{m/s}$   
 c)  $d = 9,3\text{m}$  (não chega no ponto D).

23) Uma corrente de cinzas vulcânicas está se movendo em solo horizontal quando encontra uma subida de  $10^\circ$ . A corrente sobe  $920\text{m}$  antes de parar. Suponha que os gases aprisionados fazem as cinzas flutuarem, tornando assim desprezível a força de atrito exercida pelo solo, suponha também que a energia mecânica da corrente é conservada. Qual era a velocidade inicial da corrente?

$$v = 56\text{m/s}$$

24) Um objeto sofre a ação de uma de uma força conservativa dada por  $F = -3,0x - 5,0x^2$ , com  $F$  em newtons e  $x$  em metros. Tome a anergia potencial associada a essa força como sendo nula quando o objeto está em  $x=0$ .

- a) Qual é a energia potencial associada a essa força quando o objeto está em  $x=2,0\text{m}$ ?  
 b) Se o objeto possui uma velocidade de  $4,0\text{m/s}$  no sentido negativo de  $x$  quando está em  $x=5,0\text{m}$ , qual é sua velocidade ao passar pela origem?  
 c) Quais são as respostas dos itens (a) e (b) se a energia potencial do sistema é tomada como sendo  $-8,0\text{J}$  quando o objeto está em  $x=0$ ?

- a)  $U(2) = 19\text{J}$   
 b)  $v = 6,4\text{m/s}$   
 c)  $U(2) = 11\text{J}$     $v = 6,4\text{m/s}$

25) A mola de uma espingarda tem uma constante elástica de 7,0 N/cm. Comprime-se a mesma 5,0 cm a partir de seu comprimento natural e coloca-se no caso, encostada nela, uma bala, pesando 0,13N. Supondo não haver atrito e estar o cano em posição horizontal, com que velocidade a bala deixará o cano da arma quando libertada da mola?

$$v = 11,5 \text{ m/s}$$