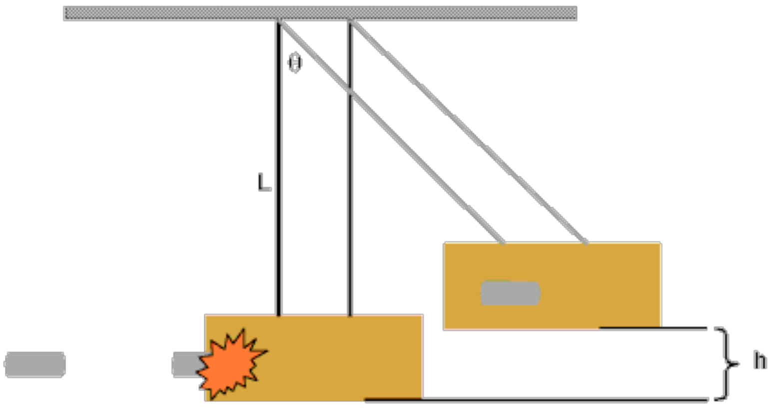
Prova 1 – Mecânica para licenciatura em física

Segundo semestre de 2011

Prof. Alexandre Suaide

OBS: Quando necessário, utilize g = 9,81 m/s^2.

Q1) (2 pontos) Um pêndulo balístico é um equipamento utilizado em testes de lançamento de projéteis, perícia criminal e outros ensaios físicos. Consiste em um pêndulo no qual se incide um projétil. O deslocamento em altura, desse pêndulo permite determinar a velocidade do projétil incidente, conforme mostra a figura abaixo:



Em um ensaio para determinar a velocidade de um projétil de uma arma de fogo, de massa m = 5,89 g, utilizou-se um pêndulo balístico de massa M = 3,74 kg e comprimento L = 50,0 cm. Notou-se um deslocamento angular θ = 36,8º . Determine a velocidade do projétil incidente.

Dados: cos(36,8º) = 0,800, sen(36,8º) = 0,588

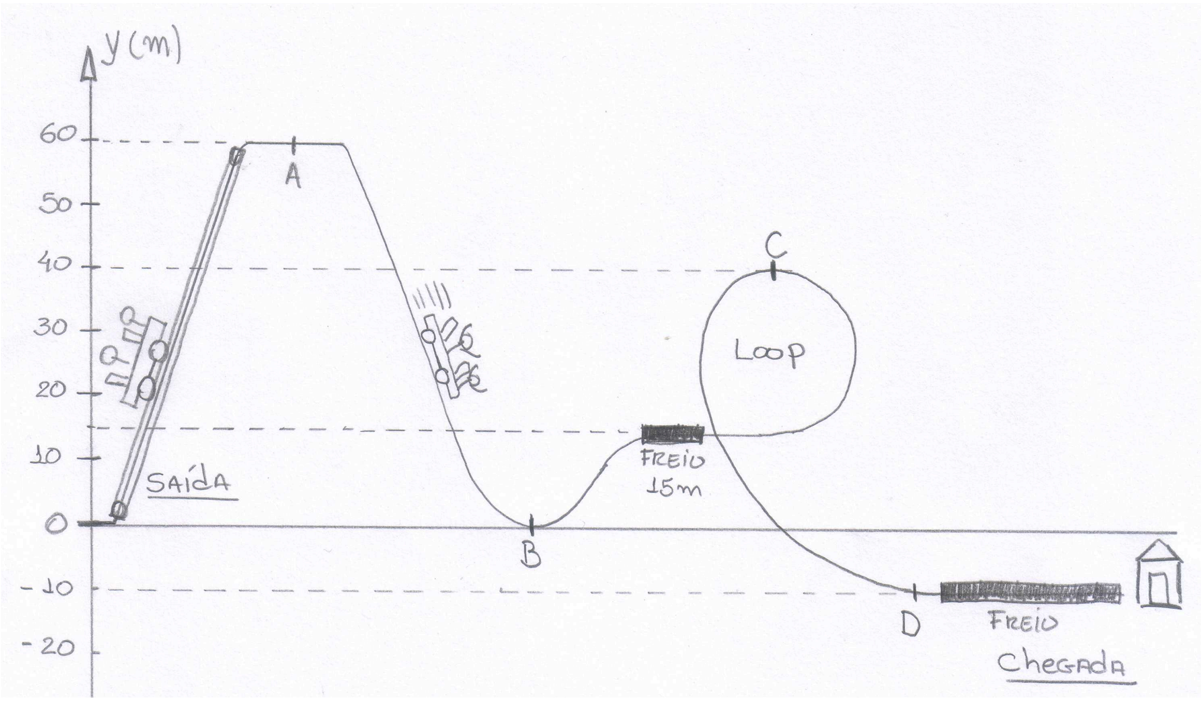
Q2) (2 pontos) Um vagão de trem está se movendo ao longo de um trilho sem atrito a uma velocidade com intensidade de 45,0 m/s. Montado sobre o vagão e apontando para a frente, está um canhão que dispara balas com 65,0 kg com uma velocidade de disparo com intensidade de 625 m/s em relação ao canhão. A massa total do vagão, do canhão e do grande suprimento de munição é de 3500 kg. Quantas balas devem ser disparadas para que o vagão seja trazido o mais próximo possível do seu repouso?

Q3) (4 pontos) Na montanha russa abaixo, um carrinho com massa M = 500 kg é elevado do repouso ao topo da montanha por uma força que realiza um trabalho de 300 kJ. Com base nessa informação, nas alturas da montanha russa dadas no desenho, supondo os trilhos sem atrito e desprezando a resistência do ar:

a) (1,0) Determine a velocidade do carrinho no topo da montanha (posição A)
b) (0,5) Determine a velocidade do carrinho no final da primeira descida (posição B)

c) (1,0) Antes do "*loop*", indicado na figura, um sistema de freios aplica uma força constante, de sentido oposto ao movimento, ao longo de 15,0 m, de modo a reduzir a velocidade do carrinho para que, no ponto C, a velocidade do carrinho seja próxima de nula. Determine o trabalho realizado pelo sistema de freios no carrinho. Determine a magnitude da força aplicada sobre o carrinho pelo sistema de freios.

d) (1,5) Depois do ponto D, um sistema de freios é utilizado para parar o carrinho. Determine o trabalho realizado por esse sistema. Para que a frenagem seja confortável, a desaceleração do carrinho não deve ultrapassar 10,0 m/s^2. Nesse caso, qual seria o comprimento mínimo do sistema de freios, supondo que a força aplicada por ele no carrinho é constante?



Q4) (2 pontos) Uma bala de massa 5,18 g e velocidade de 672 m/s atinge um bloco de massa igual a 715 g, apoiado em uma superfície sem atrito, atravessando-o. Após tê-lo atravessado, a bala possui velocidade de 428 m/s, enquanto o bloco possui velocidade de 1,77 m/s, de acordo com o esquema abaixo. Discuta as leis de conservação de energia e momento nesse problema, incluindo as realizações de trabalho. Argumente a sua discussão com base nas forças atuantes no sistema. Justifique os seus argumentos.

INSTITUTO DE FÍSICA - USP

NOTA

NOME:
PROFESSOR:
DATA:

Q1
Q2
Q3
Q4
TOTAL

1

Q1

Conservação de momento

$$\vec{P}_{antes} = \vec{P}_{depois}$$

$P_{antes} = m v$

$P_{depois} = (M+m)V$

- V é a velocidade inicial do pêndulo
- $m+M$ é a massa total pois a bala fica alojada no pêndulo

$mv = (M+m)V$

$$\boxed{V = \frac{m}{M+m} v} \quad (1)$$

Depois da colisão, só há o peso e tração atuando

$W_T = 0$ tração $\perp$ deslocamento

$W_P = (M+m)gh$

$h = L - L\cos\theta = 10{,}0$ cm

$$\frac{1}{2}(M+m)V^2 = (M+m)gh \Rightarrow \boxed{V = \sqrt{2gh}} \quad (2)$$

Substituindo (2) em (1)

$$\sqrt{2gh} = \frac{m}{M+m} v \Rightarrow \boxed{v = \left(\frac{M}{m} + 1\right)\sqrt{2gh}}$$

Substituindo valores $\boxed{v = 891 \text{ m/s}}$ //

INSTITUTO DE FÍSICA - USP

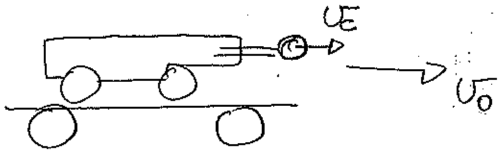
NOTA 2

NOME:

PROFESSOR:

DATA:

Q2



$v_0 = 4{,}50\,m/s$

$m = 65{,}0\,kg$

$v_c = 625\,m/s$

$M = 3500\,kg$

conservação de momento

$$M v_0 = P_{antes}$$

$$\underbrace{(M-m)\,v_1}_{\text{Momento do vagão c/ velocidade } v_1 < v_0} + \underbrace{m(v_1 + v_c)}_{\text{momento da bala}} = P_{depois}$$

$P_{antes} = P_{DEPOIS} \Rightarrow M v_0 = (M-m)\,v_1 + m(v_1 + v_c)$

$$\boxed{M v_0 = M v_1 + m v_c}$$

p/ parar, tenho que lançar n balas, ou seja

$$M v_0 = M v_1 + n(m v_c) \quad \text{com } v_1 = 0$$

$$n = \frac{M v_0}{m v_c} = 3{,}88$$

Ou seja, são necessárias 4 balas de canhão.

INSTITUTO DE FÍSICA - USP

NOTA 3

NOME: ______

PROFESSOR: ______

DATA: ______

Q3 tomando como referencia $h=0$ para a energia potencial gravitacional, podemos escrever $U = mgh$ e assim

$$U(h=0) = 0 = U_B$$

$$U_A = mgh = 294\ kJ$$

U_{FREIO} = 73,6 kJ (antes do loop) $\qquad U_C = 196\ kJ$

$$U_D = -49\ kJ$$

com base nisso:

a) $\Delta T = W_R = W_P + W_{\substack{FORCA \\ ELEVADOR}} = -\Delta U + 300\ kJ$

$\Delta T = (-294 + 300)\ kJ = 6\ kJ = \frac{1}{2} m v_A^2 \Rightarrow \boxed{v_A = 4,90\ m/s}$

b) $\Delta T = W_R = W_P = mgh$

$\frac{1}{2} m v_B^2 - \underbrace{\frac{1}{2} m v_A^2}_{6\ kJ} = 294\ kJ \qquad \frac{1}{2} m v_B^2 = 300\ kJ$

$\boxed{v_B = 34,6\ m/s}$

c) Entre B e C, como $v_C = 0$ $\quad \Delta T = \frac{1}{2} m v_C^2 - \frac{1}{2} m v_B^2 = -\frac{1}{2} m v_B^2 = -300\ kJ$

$\Delta T = W_R = W_P + W_{FREIO} \Rightarrow -300\ kJ = -\Delta U + W_{FREIO} \Rightarrow$

$-300\ kJ = -196\ kJ + W_{FREIO} \Rightarrow \boxed{W_{FREIO} = -104\ kJ}$

Se a força é constante, $\quad W = F \cdot \Delta x \Rightarrow \boxed{F = -6,93\ kN}$

INSTITUTO DE FÍSICA - USP

NOTA

4

NOME:
PROFESSOR:
DATA:

Continuação Q3

d) $v_C = 0$ $\quad \Delta T_{C \to D} = W_R = W_P = -\Delta U = -(U_D - U_C)$

$$\Delta T_{C \to D} \cong 245 \text{ kJ}$$

Como o freio deve zerar a energia cinética

$$W_{FREIO} = -245 \text{ kJ}$$

Força constante $\Rightarrow$ $W = F \cdot \Delta x \Rightarrow F = \dfrac{W}{\Delta x} = ma$

$$a = \frac{W}{m \Delta x} = -10 \text{ m/s}^2 = -\frac{245}{500 \times \Delta x} \Rightarrow \boxed{\Delta x = 49 \text{ m}}$$

Q4 Vamos verificar a conservação do momento

$$P_{antes} = mv + Mv_B = 5{,}18 \times 10^{-3} \times 672 = 3{,}48 \text{ kg m/s}$$

$$P_{depois} = mv + Mv_B = (5{,}18 \times 428 + 715 \times 1{,}77) \times 10^{-3} = 3{,}48 \text{ kg m/s}$$

ou seja $\boxed{P_{antes} = P_{depois}}$ o momento é conservado

Conservação energia:

$$E_{antes} = \frac{1}{2} m v^2 = 1{,}17 \text{ kJ}$$

$$E_{depois} = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} M v_B^2 = 0{,}476 \text{ kJ}$$

$\boxed{E_{ANTES} \neq E_{DEPOIS}}$ energia não se conserva!

Discussão: O fato de o momento se conservar indica que a resultante
das forças externas é nula! Isso é razoável, já que, no caso do bloco,
a força peso equilibra com a normal e não há atrito. No caso da bala,
há a força peso, mas a sua velocidade é alta o suficiente para que
não haja variação significativa da altura da bala, podendo então desprezar
essa força. O fato de a energia não se conservar indica a presença de
forças dissipativas. Essas forças aparecem durante a penetração da bala na
caixa e não conservam a energia do sistema