



INSTITUTO DE FÍSICA
Universidade Federal Fluminense

Física Geral e Experimental I & XVIII

Prova P2: 22/10/2010 (11-13h)

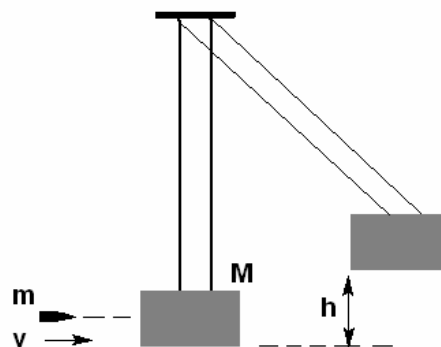
NOME _____

MATRÍCULA _____ TURMA _____ PROF. Hisataki _____

Lembrete: Todas as questões deverão ter respostas desenvolvidas e demonstradas matematicamente.

Utilize: $g = 10,0 \text{ m/s}^2$.

1. Um pêndulo balístico é um dispositivo para calcular as velocidades de projéteis e foi utilizado quando não existiam aparelhos eletrônicos para esse fim. Ele consiste em um grande bloco de madeira de massa M suspenso por dois longos pares de fios. Um projétil de massa m ($m \ll M$) é lançado sobre o bloco, onde fica cravado. O conjunto bloco+ projétil, imediatamente após o choque, oscila e seu centro de massa sobe verticalmente uma distância h antes do pêndulo parar.
- (a) Quais as quantidades se conservam durante o choque da bala com o pêndulo?
- (b) Qual a velocidade do projétil após a colisão em termos de g e h ?
- (c) Qual a energia cinética inicial do projétil em termos de massas, g e h ?
- (d) Quanto dessa energia foi transferida ao pêndulo como energia mecânica de oscilação? A bala poderia transferir mais energia ao pêndulo? Explique.



(a) Durante a colisão há somente forças internas no sistema bala + bloco. Dessa forma o momento linear se conserva. (Nesta colisão as forças são não conservativas, logo a energia não se conserva.)

$$(b) \quad m v = (m+M) V \rightarrow V = \frac{m v}{m+M}$$

$$\text{ou } \frac{(m+M) V^2}{2} = (m+M) g h \Rightarrow V = \sqrt{2 g h}$$

$$(c) \quad K_b = \frac{m v^2}{2} = \frac{m}{2} \left(\frac{m+M}{m} \right)^2 V^2 = \frac{(m+M)^2}{2m} (2 g h)$$

$$\boxed{K_b = \frac{(m+M)^2}{m} g h}$$

$$(d) \quad K_p = \frac{(m+M) V^2}{2} = \frac{(m+M)}{2} \frac{m^2 v^2}{(m+M)^2} = \left(\frac{m}{m+M} \right) \left(\frac{m v^2}{2} \right)$$

$$\boxed{K_p = \left(\frac{m}{m+M} \right) K_b}$$

A transferência de energia aumenta diminuindo m , nas condições de $m \ll M$ e a bala ficar cravada no bloco e a máxima transferência ocorre numa colisão completamente inelástica.

2. Uma jogadora de tênis bate uma bola de tênis com a sua raquete enquanto a bola ainda está subindo. A velocidade da bola antes do impacto com a raquete é $v_1 = 15,0 \text{ m/s}$, e após o impacto sua velocidade é $v_2 = 22,0 \text{ m/s}$, com as direções mostradas na figura. (a) Calcule os vetores momentos lineares da bola antes e após o impacto com a raquete. (b) Se a bola de $60,0 \text{ g}$ está em contato com a raquete por $0,05 \text{ s}$, determine a intensidade da força média $\langle F \rangle$ exercida pela raquete sobre a bola. (c) Ache o ângulo θ que $\langle F \rangle$ faz com a horizontal. (d) Comente sobre a influência do peso da bola durante o impacto.

$$(a) \quad \vec{p}_1 = m \vec{v}_1$$

$$\vec{p}_1 = -m v_1 \cos \theta_1 \hat{i} + m v_1 \sin \theta_1 \hat{j}$$

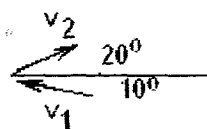
$$m v_1 = 0,06 \times 15 = 0,90 \text{ kg m/s}$$

$$\cos 10^\circ = 0,98; \quad \sin 10^\circ = 0,17$$

$$\boxed{\vec{p}_1 = -0,89 \hat{i} + 0,15 \hat{j}} \quad (\text{kg m/s})$$

$$\vec{p}_2 = m v_2 \cos \theta_2 \hat{i} + m v_2 \sin \theta_2 \hat{j}$$

$$\boxed{\vec{p}_2 = 1,24 \hat{i} + 0,45 \hat{j}} \quad (\text{kg m/s})$$



$$\begin{aligned} m v_2 &= 0,06 \times 22 \\ &= 1,32 \text{ kg m/s} \\ \cos 20^\circ &= 0,939 \\ \sin 20^\circ &= 0,342 \end{aligned}$$

$$(b) \quad \langle \vec{F} \rangle \Delta t = \Delta \vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$$

$$\Delta \vec{p} = 2,12 \hat{i} + 0,30 \hat{j}$$

$$\boxed{\langle \vec{F} \rangle = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = 42,4 \hat{i} + 6 \hat{j} \quad (\text{N})}$$

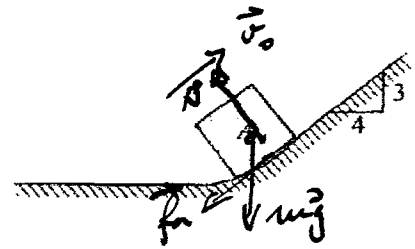
$$\boxed{|\langle \vec{F} \rangle| \approx 43,0 \text{ N}}$$

$$(c) \quad \theta = \arctan\left(\frac{6}{42,4}\right) = 8,1^\circ$$

(d) Peso da bola: $P_b = m g = 0,06 \times 10 = 0,6 \text{ N}$
Como $P_b \ll |\langle \vec{F} \rangle|$, logo é desprezível.

3. O bloco A na figura tem massa de 2,0 kg e uma velocidade de 5,0 m/s para cima sobre o plano. O coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície é 0,20. O bloco sobe o plano inclinado até atingir a máxima altura e retorna. Há uma gradual transição entre as superfícies horizontal e inclinada. Determine:

- a posição máxima alcançada pelo bloco no plano inclinado;
- a posição onde o bloco finalmente alcançará o repouso.
- Identifique as forças conservativas envolvidas no sistema.



Ângulo do plano inclinado: $\sin \theta = \frac{3}{5} = 0,6$
 $\cos \theta = \frac{4}{5} = 0,8$

(a) $W_T = \Delta K$

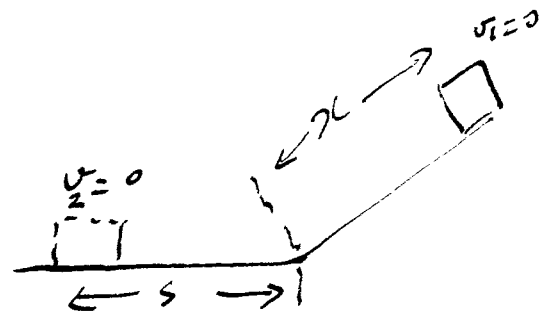
$$-mgx \sin \theta - f_a x = 0 - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$(mg \sin \theta + \mu_c mg \cos \theta) x = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$x = \frac{v_0^2}{2g(\sin \theta + \mu_c \cos \theta)} = \frac{25}{2 \times 10(0,6 + 0,2 \times 0,8)}$$

$$x = \frac{25}{15,2} \Rightarrow \boxed{x = 1,64 \text{ m}}$$

(b) Repouso na superfície horizontal



$$W = \Delta K = K_2 - K_1$$

$$K_2 = K_1 = 0 \Rightarrow \Delta K = 0$$

$$W = mgx \sin \theta - f_a x - f_a' s = 0$$

$$mgx \sin \theta - \mu_c mg \cos \theta x = \mu_c mg s$$

$$s = \frac{x(\sin \theta - \mu_c \cos \theta)}{\mu_c} = \frac{1,64(0,6 - 0,2 \times 0,8)}{0,2}$$

$$\boxed{s = 3,6 \text{ m}}$$

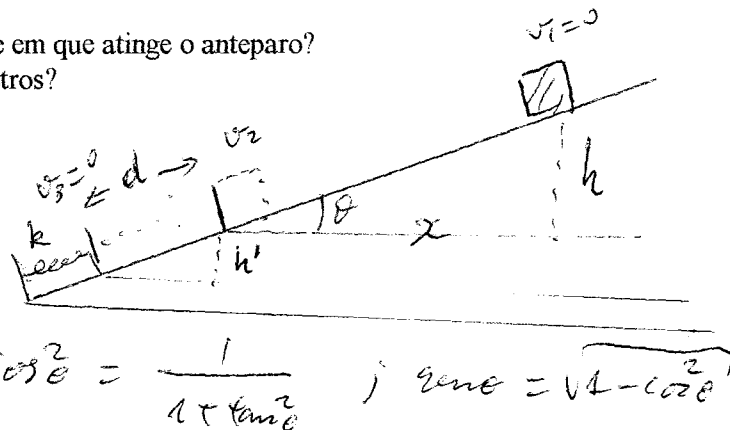
(c) Somente as forças mg e N são conservativas, pois o trabalho realizado pela força num caminho fechado é nulo.

Nome: _____

Prof. Hisataki _____

4. Um vagão de estrada de ferro pesando $3,0 \cdot 10^5 \text{ N}$ parte do repouso e desce por um declive com inclinação de 1% ($\tan \theta = \frac{1}{100}$) numa distância horizontal de 12 m . É parado por um anteparo que possui uma constante de mola $k = 1,5 \cdot 10^6 \text{ N/m}$.

- a) Qual a velocidade do vagão no instante em que atinge o anteparo?
b) Qual a compressão da mola em milímetros?



$$x = 12 \text{ m}$$

$$mg = 3 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$\theta : \tan \theta = \frac{1}{100}$$

$$k = 1,5 \cdot 10^6 \text{ N/m}$$

$$\cos^2 \theta = \frac{1}{1 + \tan^2 \theta} \quad ; \quad \sec \theta = \sqrt{1 + \tan^2 \theta}$$

$$(a) \quad k_1 = 0 \quad ; \quad k_2 = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$U_1 = mgh = mgx \tan \theta \quad ; \quad U_2 = 0$$

$$\frac{mv_2^2}{2} = mghx \tan \theta \rightarrow v_2 = \sqrt{2gx \tan \theta}$$

$$v_2 = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot \frac{12}{100}} = \sqrt{\frac{12}{5}} \rightarrow \boxed{v_2 = 1,55 \text{ m/s}}$$

$$(b) \quad \frac{kd^2}{2} - mgh' = \frac{mv^2}{2} \quad ; \quad \frac{mv^2}{2} = 3 \cdot 10^5 \cdot \frac{12}{100} = 36 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$h' = d \sec \theta \quad ; \quad \cos^2 \theta = \frac{1}{1 + \frac{1}{10^4}} = \frac{10^4}{1 + 10^4} \approx 1$$

$$\sec \theta = 9,99 \cdot 10^{-3}$$

$$1,5 \cdot 10^6 d^2 - 2(3 \cdot 10^5) \cdot 9,99 \cdot 10^{-3} d - 2(36 \cdot 10^3) = 0$$

Solução via bda:

$$\boxed{d = 0,221 = 221 \text{ mm}}$$