



INSTITUTO DE FÍSICA
Universidade Federal Fluminense

Física Geral e Experimental I & XVIII

Prova P2: 20/10/2010 (14-16h)

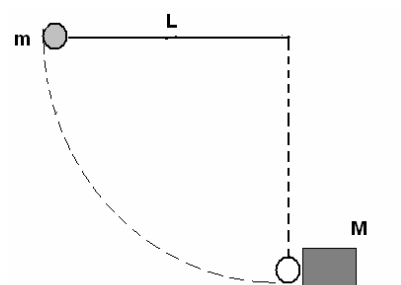
NOME _____

MATRÍCULA _____ TURMA _____ PROF. _____

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

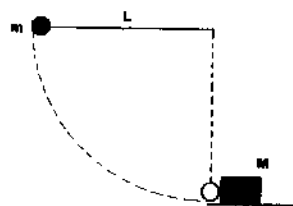
Utilize: $g = 10,0 \text{ m/s}^2$.

1. Uma bola de aço de massa m é amarrada a um fio de comprimento L e é largada quando a corda está na horizontal. Na parte mais baixa da trajetória, a bola colide com um bloco de aço de massa M , que está em repouso sobre uma superfície sem atrito, como indicado na figura. A colisão é elástica.
- (a) Quais quantidades se conservam durante a descida do pêndulo?
 - (b) Expresse a velocidade da bola no instante de impacto com o bloco em termos de g , e L .
 - (c) Quais quantidades se conservam durante a colisão da bola com o bloco? Explique em termos das forças envolvidas.
 - (d) Encontre as condições em que a velocidade da bola, após a colisão, é nula e negativa.



1. Uma bola de aço de massa m é amarrada a um fio de comprimento L e é largada quando a corda está na horizontal. Na parte mais baixa da trajetória, a bola colide com um bloco de aço de massa M , que está em repouso sobre uma superfície sem atrito, como indicado na figura. A colisão é elástica.

- (a) Quais quantidades se conservam durante a descida do pêndulo?
 (b) Expresse a velocidade da bola no instante de impacto com o bloco em termos da massa m , g , e L .
 (c) Quais quantidades se conservam durante a colisão da bola com o bloco? Explique em termos das forças envolvidas.
 (d) Encontre as condições em que a velocidade da bola, após a colisão, é nula e negativa.



3 instantes para analisar

- 1: bola parada no horizontal
- 2: Imediatamente antes da colisão
- 3: Após a colisão

Q5 a) Vou analisar o sistema bola + Terra. As forças envolvidas são a Tensão do cordo sobre m e a força gravitacional. A tensão não realiza Trabalho ($\vec{T} \perp d\vec{r}$). A força gravitacional é conservativa. Logo E_{MEC} se conserva. O Momento linear não se conserva já que há forças externas: Tensão

Q5 b) Entre 1 e 2 $\Delta U + \Delta K = 0$ p/ sistema bola + Terra

$$-mgL + \frac{m v_2^2}{2} = 0 \rightarrow v_2 = \sqrt{2gL}$$

Q5 c) Agora analiso o sistema bola + bloco. Durante a colisão a Tensão está na direção $\hat{y}$. Mg e normal se cancelam. Logo não há forças externas na direção $\hat{x}$ e o momento linear total nessa direção se conserva. Como a colisão é elástica, K também se conserva e as forças internas entre bloco e bola durante a colisão devem ser conservativas.

d) $\begin{cases} p_2 = p_3 \text{ (em } \hat{x}) \\ K_2 = K_3 \end{cases}$

sistema de Eq. (6) $\begin{cases} m v_2 = m v_3 + M V_3 \\ m v_2^2 = m v_3^2 + M V_3^2 \end{cases}$

$$\begin{cases} m(v_2 - v_3) = M V_3 \\ m(v_2^2 - v_3^2) = M V_3^2 \end{cases}$$

$$m(v_2 - v_3) = M V_3 \quad (1)$$

$$m(v_2 - v_3)(v_2 + v_3) = M V_3^2 \quad (2)$$

$$(1) \rightarrow (2): M V_3 (v_2 + v_3) = M V_3^2$$

$$V_3 = (v_2 + v_3) \quad (3)$$

$$(3) \rightarrow (1): m(v_2 - v_3) = M(v_2 + v_3)$$

$$v_2(m - M) = v_3(M + m)$$

$$v_3 = \left(\frac{m - M}{m + M} \right) v_2$$

veloc. do bloco logo após a colisão

se $M > m \rightarrow v_3 < 0$ Q1
 bola volta para trás

se $M = m \rightarrow v_3 = 0$ Q2
 bola fica parada

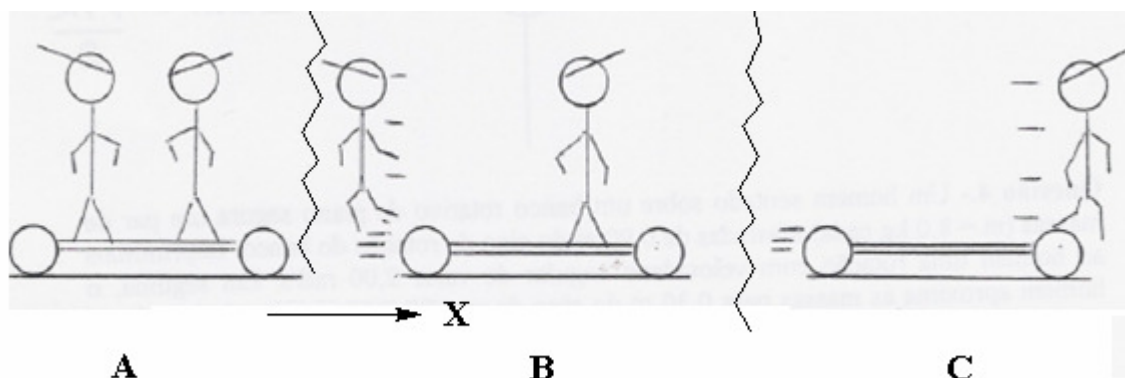
Note que $v_3 > 0$ sempre

$$V_3 = \frac{2m}{m + M} v_2$$

Nome: _____ Prof. _____

2. Dois meninos de massas iguais de 40,0kg cada estão sobre um carrinho de massa 10,0kg que está em movimento com velocidade $\mathbf{v} = 2,0 \mathbf{i}$ (m/s). Considere desprezíveis os efeitos do atrito nas rodas e da resistência do ar.

- (a) Calcule o momento linear do sistema, meninos + carrinho. Explique se a velocidade do centro de massa do sistema se mantém constante.
- (b) Um menino pula para trás, sentido $-x$, com velocidade horizontal de 2,5m/s em relação ao chão. Determine a velocidade do carrinho.
- (c) Outro menino, agora, pula para frente, sentido $+x$, com velocidade horizontal de 2,0m/s em relação ao carrinho. Determine a velocidade do carrinho.
- (d) Ambos os meninos caem no chão e param. Calcule o momento linear do sistema, meninos+carrinho. Este valor contradiz o item (a)? Por quê?



P2: 20/10/2010 (14-16h)

4) [2]

$$m_1 = m_2 = 40,0 \text{ kg}$$

$$m_c = 10,0 \text{ kg}$$

$$\vec{v}_A = 2,0 \hat{i}$$

[0,3] (a) $\vec{p}_A = (m_1 + m_2 + m_c) \vec{v}_A = 90 \times 2 \hat{i} = 180 \hat{i} \text{ (kg m/s)}$

[0,3] — O momento linear se mantém constante por que não há força externa na direção do movimento.

(b) $\vec{v}_1 = -2,5 \hat{i} \text{ (m/s)} ; v_1 = 2,5 \text{ m/s}$

[0,5] — $(m_2 + m_c) v_B - m_1 v_1 = 180$

$$v_B = \frac{280}{50} = 5,6 \text{ m/s}$$

(c) $\vec{v}_2 = 2,0 \hat{i} \text{ (m/s)}$ Velocidade relativa do 2º membro ^{ao carrinho}

[0,3] — $v_2 = v_B + v_{r2} ; \text{ velocidade do 2º membro}$
 $= 5,6 \text{ m/s}$ em relação ao solo.

[0,5] — $(m_2 + m_c) v_B = m_2 v_2 + m_c v_c$

$$280 = 304 + 10 v_c$$

$$v_c = -2,4 \text{ (m/s)} \Rightarrow \vec{v}_c = -2,4 \hat{i} \text{ (m/s)}$$

(d) Membros parados e o momento linear do sistema é

[0,3] — $\vec{p}_f = m_c \vec{v}_c = -24 \hat{i} \text{ (kg m/s)}$

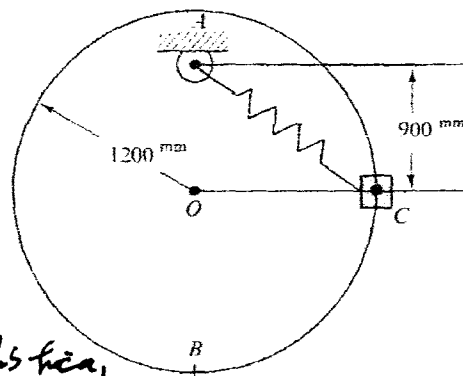
[0,3] — Quando os membros tocam o chão, perdem todo a força de atrito e, dessa forma, o momento linear não se conserva.

Nome: _____

Prof. _____

3. A partícula C tem massa de 20 kg e é obrigada a mover-se sobre uma trajetória circular lisa que fica em um plano vertical. A partícula é liberada do repouso. A tensão da mola é 100 N quando na posição mostrada.

- a) O sistema de forças é conservativo? Justifique.
 b) Determine a constante elástica da mola se a velocidade de C é 2,5 m/s para a esquerda, quando a partícula passa pelo ponto B.



(a) Há 3 forças: gravidade; elástica e a reação normal do fio sobre o corpo.

As duas forças, gravidade e elástica, são forças conservativas e a normal realiza um trabalho nulo. Logo o sistema é conservativo.

(b) Deformação da mola:

Inicial: $F = k \Delta s_i \rightarrow \Delta s_i = \frac{100}{k}$

Final: $\Delta s_f = \Delta s_i + (1,2 + 0,9) - \sqrt{1,2^2 + 0,9^2}$
 $\Delta s_f = \frac{100}{k} + 0,6$

Trabalho da mola:

$$W_k = -\frac{1}{2} k \left[\left(\frac{100}{k} + 0,6 \right)^2 - \left(\frac{100}{k} \right)^2 \right] = - (0,18k + 60)$$

Trabalho do peso:

$$W_g = mgh = 20 \times 10 \times 1,2 = 240 \text{ J}$$

$$W = \Delta K = \frac{mv^2}{2} - 0$$

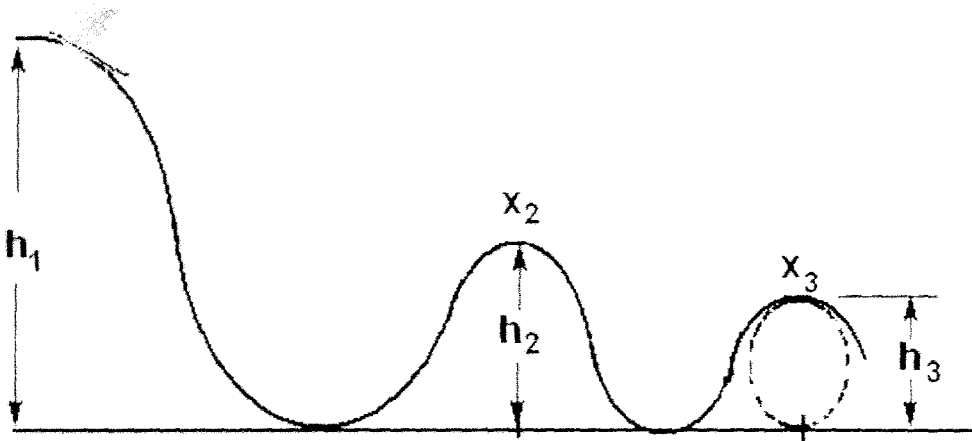
$$240 - (0,18k + 60) = \frac{1}{2} \times 20 \times 2,5^2$$

$$0,18k = 117,5 \rightarrow$$

$$k = 653 \text{ N/m}$$

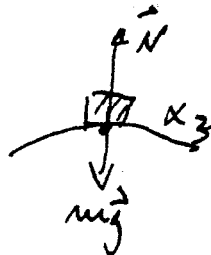
4. Um esquiador parte do repouso de uma altura vertical h_1 . Ele passa sobre duas montanhas de alturas sucessivamente menores h_2 e h_3 , como mostrado na figura. O topo da terceira montanha é descrito por um círculo de raio igual a $h_3/2$. As resistências com o ar e com a neve podem ser desprezadas.

- Ache a velocidade do esquiador em x_2 e x_3 .
- Faça o diagrama de forças no esquiador em x_3 .
- Qual é a razão h_3/h_1 tal que o esquiador abandona a terceira montanha, exatamente, em x_3 ?



(a) $mgh_1 = mgh_2 + \frac{mv_2^2}{2}$ } $mgh_1 = mgh_3 + \frac{mv_3^2}{2}$
 $v_2 = \sqrt{2g(h_1 - h_2)}$ } $v_3 = \sqrt{2g(h_1 - h_3)}$

(b)



(c) $mg - N = \frac{mv_3^2}{h_3/2}$

Abandona em x_3 , $N \rightarrow 0$: $v_3^2 = \frac{g h_3}{2}$

$mgh_1 = mgh_3 + \frac{mv_3^2}{2}$

$gh_1 = gh_3 + \frac{1}{2} \frac{g h_3}{2} = \frac{5gh_3}{4}$

$\frac{h_3}{h_1} = \frac{4}{5}$