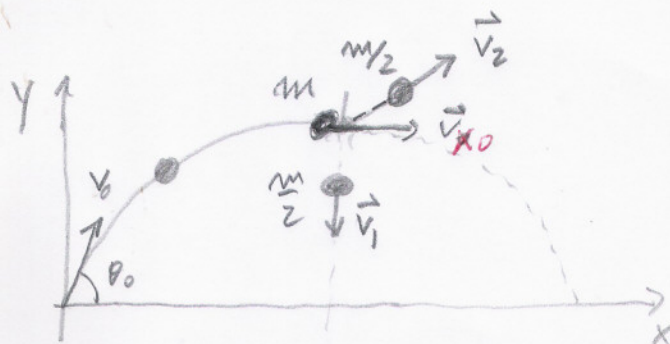


P2: 11h:31/10/2011

1

$$V_0 = 20 \text{ m/s}$$

$$\theta_0 = 60^\circ$$



Momento linear: $\vec{P}_f = \vec{P}_0 = m \vec{V}_{x0}$

$$\vec{P}_f = \frac{m}{2} \vec{V}_2 + \frac{m}{2} \vec{V}_1$$

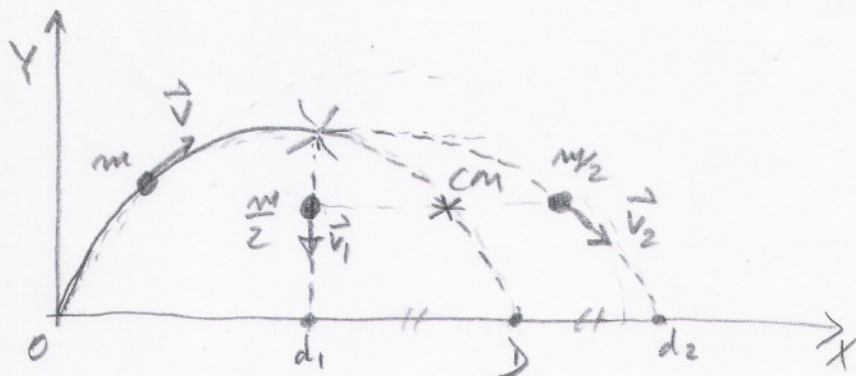
$$V_{x0} = V_0 \cos 60 = \frac{20}{2} = 10 \text{ m/s}$$

$\vec{V}_1 = 0$ (imediatamente após a explosão).

$$\vec{P}_f = \frac{m}{2} \vec{V}_2 \quad \text{e} \quad \frac{m}{2} \vec{V}_2 = m V_{x0} \hat{i} \Rightarrow \boxed{\vec{V}_2 = 2 V_{x0} \hat{i}}$$

Velocidade do 2º fragmento: $\vec{V}_2 = 20 \hat{i} \text{ (m/s)}$

(a) A trajetória do centro de massa antes e após a explosão é a mesma,



(b) Vetor velocidade do 2º fragmento logo após a explosão: $\vec{V}_2 = 20 \hat{i} \text{ (m/s)}$

① Cont.

(c) Tempo do projétil alcançar a altura máxima:

$$t_s = \frac{v_y}{g} = \frac{v_0 \sin 60^\circ}{g} = \frac{20 \times 0,866}{10} = 1,73 \text{ s}$$

Como os fragmentos, logo após a explosão, não possuem componente vertical da velocidade, o tempo para atingir o solo é o mesmo valor t_s ($= 1,73 \text{ s}$).

Distâncias em relação ao canhão:

$$d_1 = v_0 \cos 60^\circ t_s = 17,3 \text{ m} \quad (1^\circ \text{ fragmento})$$

$$D = v_0 \cos 60^\circ (2t_s) = 2d_1 = 34,6 \text{ m} \quad (\text{can})$$

$$d_2 = -d_1 + v_2 t_s = +17,3 + 20 \times 1,73 = 51,9 \text{ m} \quad (2^\circ \text{ fragmento})$$

(d) Pelo exposto no item (c), os fragmentos tocam o solo no mesmo instante. O intervalo de tempo é muito.

2) $m_1 = 2,0 \text{ kg}$; $m_2 = 5,0 \text{ kg}$; $k = 10 \text{ N/cm}$
 $v_{1i} = 10 \text{ m/s}$; $v_{2i} = 3,0 \text{ m/s}$

(a) Entre os blocos e a superfície não há força de atrito. A força de reação normal entre as superfícies e a força da gravidade se cancelam. A força elástica que atua num bloco é a mesma que atua no outro bloco em sentido contrário. Dessa forma a força resultante atuando no sistema de dois corpos e a superfície é nula. Consequentemente, o momento linear do sistema se conserva.

(b) Durante a compressão, a energia mecânica total inicial é convertida em energia mecânica dos blocos mais a energia potencial elástica da mola. A energia potencial elástica é o trabalho realizado pela força elástica (conservativa). Na ausência total da mola, essa energia potencial elástica é convertida em energia cinética dos blocos. (*)

(c) A compressão é máxima quando instantaneamente os blocos se movem com a mesma velocidade.

$$K_i = \frac{m_1 v_{1i}^2}{2} + \frac{m_2 v_{2i}^2}{2} = \frac{2,0 (10)^2}{2} + \frac{5 (3)^2}{2}$$

$$K_i = 100 + 22,5 = 122,5 \text{ J}$$

$$K_f = \frac{(m_1 + m_2) v_c^2}{2} \Rightarrow U + K_f = K_i$$

$$U = \frac{kx^2}{2}$$

(*) A energia cinética total dos blocos se conserva.

$$P_f = P_i \quad (2) \text{ continue}$$

$$V_2 = \frac{m_1 V_1 + m_2 V_2}{m_1 + m_2}$$

$$(m_1 + m_2) V_2 = m_1 V_{1i} + m_2 V_{2i}$$

$$V_2 = \frac{m_1 V_{1i} + m_2 V_{2i}}{m_1 + m_2} = \frac{2 \times 10 + 5 \times 3}{7} = \frac{20 + 15}{7} = \frac{35}{7}$$

$$V_2 = 5.0 \text{ m/s}$$

$$\frac{k x^2}{2} = - \frac{(m_1 + m_2)}{2} \frac{(m_1 V_{1i} + m_2 V_{2i})^2}{(m_1 + m_2)^2} + \frac{m_1 V_{1i}^2}{2} + \frac{m_2 V_{2i}^2}{2}$$

$$\frac{k x^2}{2} = - \frac{m_1^2 V_{1i}^2}{2(m_1 + m_2)} + \frac{m_2^2 V_{2i}^2}{2(m_1 + m_2)} + \frac{2 m_1 m_2 V_{1i} V_{2i}}{2(m_1 + m_2)} + \frac{m_1 V_{1i}^2}{2} + \frac{m_2 V_{2i}^2}{2}$$

$$k x^2 = - \frac{m_1^2 V_{1i}^2}{m_1 + m_2} + \frac{m_2^2 V_{2i}^2}{m_1 + m_2} - 2 m_1 m_2 V_{1i} V_{2i} + m_1^2 V_{1i}^2 + m_2^2 V_{2i}^2 + 2 m_1 m_2 V_{1i} V_{2i}$$

$$k x^2 = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (V_{1i} - V_{2i})^2$$

$$x = (V_{1i} - V_{2i}) \sqrt{\frac{m_1 m_2}{k(m_1 + m_2)}}$$

$$x = (10 - 3) \sqrt{\frac{2 \times 5}{10 \times 10^2 (7)}} = \frac{7}{10} \sqrt{\frac{1}{7}} = \frac{7}{10} \times \frac{1}{\sqrt{7}}$$

$$x = 0.7 \sqrt{\frac{1}{7}} = \frac{0.7}{\sqrt{7}} = \frac{\sqrt{7}}{10} = \frac{2.64}{10} = 0.26 \text{ m}$$

$$x = 26 \text{ cm}$$

2) Cont.

d) $V_{2i} = 0$
 $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_{1i} \rightarrow m_1 (v_1 - v_{1i}) = -m_2 v_2$
 $\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 v_{1i}^2}{2} \Rightarrow m_1 (v_1^2 - v_{1i}^2) = -m_2 v_2^2$

Dividindo entre v_{1i} :

$$v_1 + v_{1i} = v_2$$

$$e \quad m_1 (v_1 - v_{1i}) = -m_2 v_1 - m_2 v_{1i}$$

$$v_1 = \frac{(m_1 - m_2) v_{1i}}{m_1 + m_2} = -\frac{m_2 (1 - m_1/m_2) v_{1i}}{m_2 (1 + m_1/m_2)}$$

Para $m_1/m_2 \ll 1$

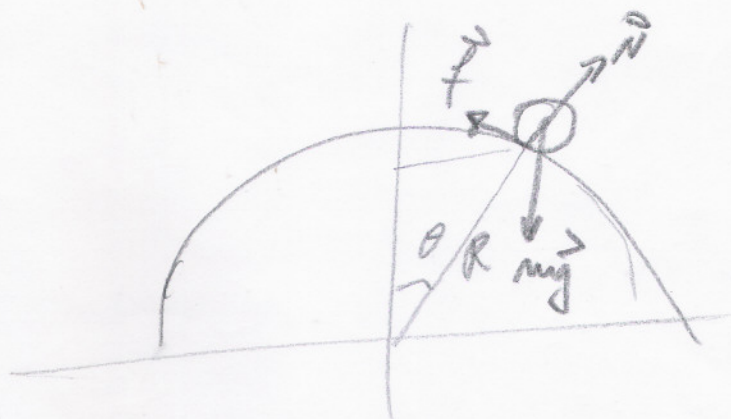
$$v_1 \approx -v_{1i}$$

Mova no sentido contrário daquela antes da colisão.

(e) Se os blocos ficam grudados, então a colisão é completamente inelástica e a energia não se conserva.

(3)

(a)



(b) A componente tangente à superfície da força peso, $mg \sin \theta$, realiza trabalho. A força f é uma força de atrito e também a bola não se desloca, não realiza trabalho. A força N , sendo da normal da superfície do domo sobre a bola, é nula.

(c) $mg \cos \theta - N = m \frac{v^2}{R+r}$
 $U_i = mgR$; $K_i = 0$
 $U_f = mgR \cos \theta$
 $K_f = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{I}{2} \frac{v^2}{R^2}$
 $K_f + U_f = U_i$

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{I}{2} \frac{v^2}{R^2} + mgR \cos \theta = mgR$$

$$\frac{m}{2} \frac{v^2}{2} + \frac{1}{2} \frac{2}{5} \frac{mR^2 v^2}{R^2} + mgR \cos \theta = mgR$$

$$v^2 = \frac{7}{5} = 2gR(1 - \cos \theta) \Rightarrow v^2 = \frac{10}{7} gR(1 - \cos \theta)$$

0, 3 qN=0

93

0, 1

$$R \gg r$$

$$mg \cos \theta_0 \cong \frac{v^2}{R} \quad (3) \text{ (cont.)}$$

$$g \cos \theta_0 = \frac{10}{7} g (1 - \cos \theta_0) \rightarrow \frac{17}{7} \cos \theta_0 = \frac{10}{7}$$

$$(c) \quad \cos \theta_0 = \frac{10}{17} = 0.588$$

$$\theta_0 \cong 54^\circ$$

$$(d) \quad f = \mu N$$

$$N = mg \cos \theta - m \frac{v^2}{R}$$

$$= mg \cos \theta - m \frac{10}{7} g (1 - \cos \theta)$$

$$= mg \cos \theta + \frac{10}{7} mg \cos \theta - \frac{10}{7} mg$$

$$N = \frac{17}{7} mg \cos \theta - \frac{10}{7} mg$$

$$N = (17 \cos \theta - 10) \frac{mg}{7}$$

$$f = \mu \frac{17}{7} \left(\cos \theta - \frac{10}{17} \right) mg$$

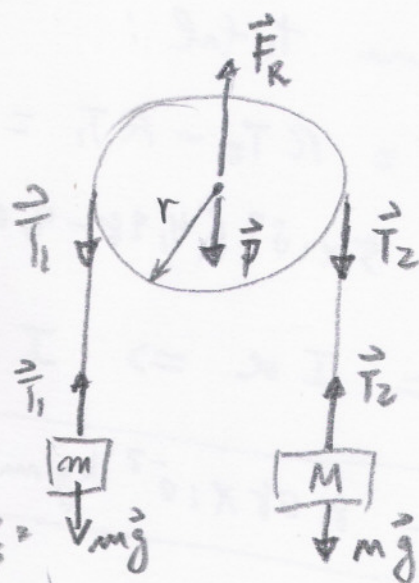
4

$$M = 0,5 \text{ kg}$$

$$m = 0,4 \text{ kg}$$

$$r = 5,00 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$t=0 \begin{cases} \omega_0 = 1,2 \text{ rad/s} \\ a = 3,0 \times 10^{-2} \text{ m/s}^2 \end{cases}$$



$$(a) \quad d = \frac{a}{r} = \frac{3 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-2}} = 0,6 \text{ rad/s}^2$$

$$0 = \omega_0^2 - 2 \alpha \Delta \theta \rightarrow \Delta \theta = \frac{\omega_0^2}{2 \alpha} = \frac{1,2 \times 1,2}{2 \times 0,6} = 1,2 \text{ rad}$$

$$\text{Volts: } n = \frac{1,2}{2 \alpha} = \frac{1,20}{6,28} = \underline{\underline{0,19 \text{ Volts}}}$$

(b) O bloco leve sobe acelerado com o mesmo valor na desaceleração: $a = 3,0 \times 10^{-2} \text{ m/s}^2$.
Aceleração angular: $\alpha = 0,6 \text{ rad/s}^2$.

A polia gira no sentido horário e o vetor $\vec{\omega}$ é perpendicular e entrando no plano da figura.

$$(c) \quad T_1 - mg = ma \Rightarrow T_1 = m(a + g)$$

$$T_1 = 0,4 \times (0,03 + 10)$$

$$T_1 = 4,012 \approx \underline{\underline{4,01 \text{ N}}}$$



$$Mg - T_2 = Ma \Rightarrow T_2 = M(g - a) = \underline{\underline{4,98 \text{ N}}}$$

(4) Cont.

(d) Torque total:

$$\tau = R T_2 - R T_1 = R (T_2 - T_1)$$

$$\tau = 5 \times 10^{-2} (4,98 - 4,01) \Rightarrow \boxed{\tau = 4,85 \times 10^{-2} \text{ N.m}}$$

$$\tau = I \alpha \Rightarrow I = \frac{\tau}{\alpha} = \frac{4,85 \times 10^{-2}}{0,6}$$

$$\boxed{I = 8,08 \times 10^{-2} \text{ kg.m}^2} \quad \text{momento de inércia da polva}$$

(e) Massa da polva (disco):

$$I = \frac{m_p r^2}{2} \Rightarrow m_p = \frac{2 I}{r^2}$$

$$m_p = \frac{2 \times 8,08 \times 10^{-2}}{25 \times 10^{-4}} = 64,6 \approx \underline{\underline{65 \text{ kg}}}$$

Força de reação do eixo horizontal sobre a polva:

$$F_R = T_1 + T_2 + m_p g$$

$$F_R = 4,98 + 4,01 + 650 = 658,9 \text{ N}$$

$$\boxed{F_R \approx 6,60 \times 10^2 \text{ N}}$$