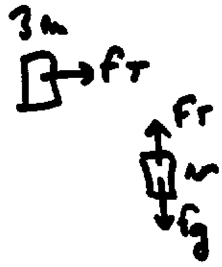
PARTE I

(1)

2ª lei Newton: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

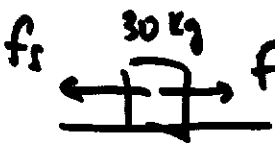


segundo x: $\longrightarrow \begin{cases} 3m: & f_T = 3ma \\ m: & -f_T + \underbrace{f_g}_{=mg} = ma \end{cases}$

$\Leftrightarrow \begin{cases} f_T = 3ma \\ -3\cancel{m}a + \cancel{m}g = \cancel{m}a \end{cases}$

$\Leftrightarrow \begin{cases} \text{—} \\ g = 4a \end{cases} \rightarrow \quad a = \underline{\underline{g/4}}$

(2)



f_T (120 N) 2ª lei Newton: se $a=0$, $\Sigma F = 0$
(logo $f_s = f_T$)

$f_s \leq \mu_s f_N$. Na iminência de movimento: $f_s = \mu_s f_N$

JUNTANDO: $\mu_s f_N = f_T$

($f_N = f_g = mg$)

$\Leftrightarrow \mu_s = \dfrac{f_T}{mg} = \dfrac{120\ N}{(30\ kg)\cdot(9{,}8\ \frac{m}{s^2})}$

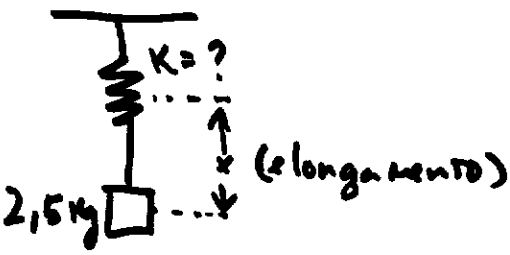
$= \underline{\underline{0{,}41}}$

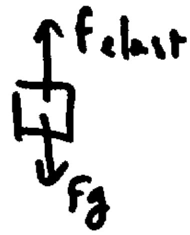
③ $1\,\text{rot} = 2\pi\ \text{rad}$

$\Rightarrow 4\,\text{rot/s} = 8\pi\ \text{rad/s}$ $\quad \begin{matrix} \omega_f = 8\pi\ \text{rad/s} \\ \omega_i = 0 \end{matrix}$ e $\Delta\omega = \omega_f - \omega_i$

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{8\pi\ \text{rad/s}}{0{,}15\,\text{s}} = 167{,}5\ \text{rad/s}^2 \quad \left(\underline{\underline{168\ \text{rad/s}^2}}\right)$$

④





No equilíbrio:
$F_{elast} = F_g$

Da Lei de Hooke: $F_{elast} = Kx$. Juntando $F_g = mg$:

$$Kx = mg$$

$$K = \frac{mg}{x} = \frac{(2{,}5\ \text{kg})\cdot(9{,}8\ \text{m/s}^2)}{0{,}30\ \text{m}} = \underline{\underline{82\ \text{N/m}}}$$

⑤ $W_{tot} = W_{F_T} + W_{f_K} = 120\,\text{J} - 50\,\text{J} = 70\,\text{J}$

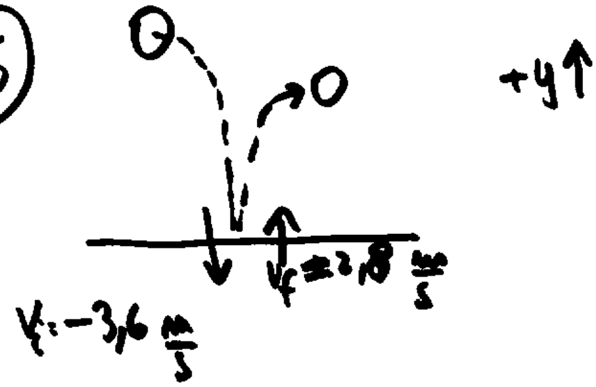
Do Teorema Trabalho-Energia:

$$W_{tot} = \Delta E_c \rightarrow 70\,\text{J} = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m \underbrace{v_i^2}_{=0}$$

$$(\Rightarrow)\quad 70\,\text{J} = \frac{1}{2}(18\,\text{kg})\, v_f^2 - 0$$

$$(\Leftrightarrow)\quad v_f = \sqrt{\frac{2 \times 70\,\text{J}}{18\,\text{kg}}} = 2{,}778\ \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \left(\underline{\underline{2{,}8\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}}\right)$$

(6)



Teorema impulso-momento:

$$\vec{I} = \Delta\vec{p} \rightarrow I_y = \Delta p_y$$

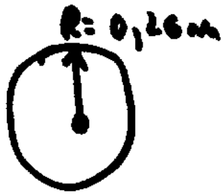
$$I_y = m v_{yf} - m v_{yi}$$

$$= (0,5\ kg)\cdot\left(2,8\ \frac{m}{s} - \left(-3,6\ \frac{m}{s}\right)\right)$$

atenção!!

$$= (0,5\ kg)\cdot(6,4\ \frac{m}{s}) = \underline{\underline{3,2\ kg\frac{m}{s}}}\ \ (\text{ou } 3,2\ N.s)$$

(7)



$$V = 50\ km/h = 13,9\ m/s$$

$$V = \omega R \rightarrow \omega = \frac{V}{R} = \frac{13,9\ m/s}{0,26\ m}$$

$$= 53,5\ rad/s$$

Passando a rotações (1 rot = 2π rad)

$$\omega = \frac{53,5}{2\pi}\ rot/s = \underline{8,5\ rot/s}$$

(8) Na queda temos

. Aplicando $\Sigma F_y = m a_y$

$$F_a - F_g = m\frac{dv}{dt} \Leftrightarrow \frac{dv}{dt} = \frac{1}{m}\left(bv^2 - mg\right)$$

$$\Leftrightarrow \underline{\frac{dv}{dt} = \frac{b}{m}v^2 - g}$$

PARTE II

(1) Coloque-se um referencial xy com origem no local de lançamento. As eq. do movimento são: (SI)

$$\begin{cases} x = x_0 + v_{0x} t & : \quad x_0 = 0;\ v_{0x} = 6{,}4 \cdot \underbrace{\cos 40^\circ}_{=0{,}766} \\ y = y_0 + v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2 & : \quad y_0 = 0;\ v_{0y} = 6{,}4 \cdot \underbrace{\sin 40^\circ}_{=0{,}643} \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 4{,}9\, t \\ y = 4{,}1\, t - 4{,}9\, t^2 \end{cases}$$

(a) $d = x(0{,}60\,s) = 4{,}9 \cdot 0{,}60 = \underline{\underline{2{,}94\ m}}$

(b) $h = \underbrace{2{,}0\ m}_{\text{altura do lançamento}} + y(0{,}60\,s) = 2{,}0 + 4{,}1 \cdot 0{,}60 - 4{,}9 \cdot 0{,}60^2$

$= 2{,}696\ m \ (\underline{\underline{2{,}7\ m}})$

Tabela de resultados!

(c) Eqs. da velocidade são: (SI)

$$\begin{cases} v_x = v_{0x} \quad ; \ \forall t \\ v_y = v_{0y} - gt = 4{,}1 - 9{,}8\, t \end{cases}$$

Para $t = 0{,}60\ s$ temos

$$\begin{cases} v_x = 4{,}9\ \frac{m}{s} \\ v_y = 4{,}1 - 9{,}8 \cdot 0{,}60 = -1{,}78\ \frac{m}{s} \ \left(-1{,}8\ \frac{m}{s}\right) \end{cases}$$

$\vec{v} = v_x \hat{i} + v_y \hat{j} \rightarrow \vec{v}(0{,}60\,s) = 4{,}9\ \frac{m}{s}\,\hat{i} - 1{,}78\ \frac{m}{s}\,\hat{j}$

(d) h_{max} é atingida quando deixa de subir, ou seja, quando $V_y = 0$!

isso acontece para (SI)

$$0 = 4{,}1 - 9{,}8\,t \rightarrow t = \frac{4{,}1}{9{,}8} = 0{,}42\,s$$

ora em $t = 0{,}42\,s$ a bola tem altura y

$$y(0{,}42\,s) = 4{,}1 \cdot 0{,}42 - 4{,}9 \cdot 0{,}42^2$$
$$= 0{,}8576\,m$$

e portanto

$$h_{max} = 2{,}0\,m + 0{,}8576\,m$$
$$= 2{,}8576\,m\ \underline{\underline{(2{,}9\,m)}}$$

② Se não há atrito, o sistema é conservativo e temos $\Delta E_m = 0$. i.e. $E_{pg}^{topo} + \underbrace{E_c^{topo}}_{=0} = \underbrace{E_{pg}^{solo}}_{=0} + E_c^{solo}$

Donde: [Fazendo h=0 no solo]

$$mg\,h^{topo} = \frac{1}{2} m v_{solo}^2 \rightarrow h^{topo} = \frac{1}{2g} v_{solo}^2$$

$$h_1 = \frac{1}{2g} \cdot \left(5{,}1\,\frac{m}{s}\right)^2 = \frac{1}{2 \cdot \left(9{,}8\,\frac{m}{s^2}\right)} \cdot \left(5{,}1\,\frac{m}{s}\right)^2 = \underline{\underline{1{,}33\,m}}$$

$$h_2 = \frac{1}{2g} \cdot \left(2{,}8\,\frac{m}{s}\right)^2 = \frac{1}{2 \cdot \left(9{,}8\,\frac{m}{s^2}\right)} \cdot \left(2{,}8\,\frac{m}{s}\right)^2 = \underline{\underline{0{,}40\,m}}$$

(b) Na colisão apenas atuam forças internas $\longrightarrow \vec{p}$ conserva-se. $(\vec{P_f} = \vec{P_i})$

A <u>componente</u> horizontal de $\vec{p}$ é (i: antes, f: depois)

$$\underbrace{m V_{1i} + m V_{2i}}_{P_i} = \underbrace{m V_{1f} + m V_{2f}}_{P_f}$$

como $V_{1f} = V_{2f} = V$, temos

$$V_{1i} + V_{2i} = 2V \Leftrightarrow 5{,}1 \tfrac{m}{s} - 2{,}8 \tfrac{m}{s} = 2V$$

Recordar que V_{1i} aqui é uma <u>componente</u>, não uma rapidez

$$\Leftrightarrow V = +1{,}15 \tfrac{m}{s}$$

Sinal '+': corpos movem-se p/ a direita

(c) $E_{ci} = \frac{1}{2} m V_{1i}^2 + \frac{1}{2} m V_{2i}^2$

$E_{cf} = \frac{1}{2} m V_{1f}^2 + \frac{1}{2} m V_{2f}^2$

$$\frac{E_{cf}}{E_{ci}} = \frac{\cancel{\tfrac{1}{2}m}(2V^2)}{\cancel{\tfrac{1}{2}m}(V_{1i}^2 + V_{2i}^2)} = \frac{2 \cdot (1{,}15 \frac{m}{s})^2}{(5{,}1 \frac{m}{s})^2 + (2{,}8 \frac{m}{s})^2}$$

$$= 0{,}078 \quad (7{,}8\%)$$

Perdeu-se $100\% - 7{,}8\% = 92{,}2\%$ da E_c

(d) E_c perdida foi transformada em energia interna dos blocos, i.e. em <u>aquecimento</u>.

(3) Aplicando 2ª lei newton: (SI)

$$F = m\frac{dv}{dt} \rightarrow \frac{dv}{dt} = \frac{1}{m}\left(t^2 - 2v\right)$$

$$\Leftrightarrow \frac{dv}{dt} = \frac{1}{2,5}\left(t^2 - 2v\right)$$

t (s)	v (m/s)	K_1	K_2
0	3,00	-2,4	-0,08
1	1,76	-1,008	0,9984
2	1,7552	0,19584	2,039168
3	2,8727	n/A	n/A