LISTA 11

① $|\vec{v}| = ?$ (a) $\Delta x_1 = 73{,}2m$ $|\vec{v}_1| = 1{,}2 m/s$ $|\vec{v}| = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ $\Delta t = \frac{\Delta x}{\bar{v}}$ $\Rightarrow$ $\Delta t_1 = 61 s$

$\Delta x_2 = 73{,}2m$ $|\vec{v}_2| = 3 m/s$ $\Delta t_2 = 24{,}4 s$

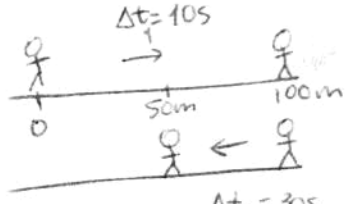
$$|\vec{v}|_{total} = \frac{\Delta x\ total}{\Delta t\ total} = \frac{146{,}4}{85{,}4} = 1{,}7\ m/s$$

(b) $\Delta t_1 = 1 min = 60 s$ $|\vec{v}_1| = 1{,}2 m/s$ $|\vec{v}| = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ $\Delta x = \bar{v}\Delta t$ $\Rightarrow$ $\Delta x_1 = 72 m$

$\Delta t_2 = \cancel{2}\ 1 min = \cancel{120 s}\ 60 s$ $|\vec{v}_2| = 3 m/s$ $\Delta x_2 = \cancel{360}\ 180 m$

$$|\vec{v}_{total}| = \frac{\cancel{432}\ 252}{\cancel{180}\ 120} = \cancel{2,4}\ 2,1\ m/s$$

②



$$\bar{v} = \frac{dist\ perc}{\Delta t} = \frac{150}{40} = 3{,}75\ m/s$$

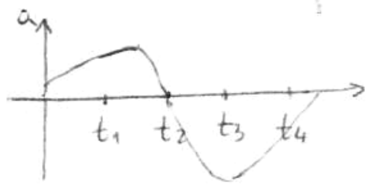
$$|\vec{v}| = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_{final} - x_{inicial}}{tempo} = \frac{50-0}{40} = 1{,}25\ m/s$$

$\Downarrow$

$$\vec{v} = 1{,}25\ \vec{i}$$

③ $A \to B$: $v > 0$, $a = 0$ $B \to C$: $v > 0$, $a < 0$ $C \to D$: $v = 0$, $a = 0$ $D \to E$: $v < 0$, $a > 0$

④



⑤ $x \times t^2 \to$ reta

$\left.\begin{array}{l} v_0 = 0 \\ x_0 = 3 \end{array}\right\}$ $x = x_0 + \cancel{v_0}^{0} t + \frac{1}{2} a t^2$

Chamando t^2 de z:

$x = A + Bz$ $A = x_0$ = ponto onde a reta cruza a ordenad

$B = \frac{a}{2}$ = inclinação da re

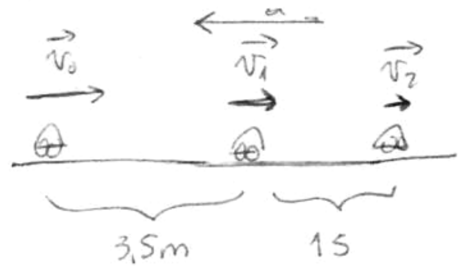
Tomando o triângulo retângulo cujos vértices tem as coordenadas $(0,3)$, $(3,3)$ e $(3,18)$, calculamos a inclinação B pela tangente.

$$tg\,\theta = \frac{cateto\ oposto}{cateto\ adjacente} = \frac{15}{3} = 5$$

Então $B = \frac{a}{2} = 5 \Rightarrow a = 10 m/s^2$

E a equação de movimento fica: $x = 3 + 5t^2$. Para $t = 7s$: $x = 3 + 5 \cdot 49$

$x = 248\ m$

(6) 

$\Delta v_1 = v_1 - v_0 = -2\,m/s$

$\Delta v_2 = v_2 - v_1 = -3\,m/s$

$|\vec{v}_0| = ?$

$\Rightarrow$ aceleração constante é negative (veloc. diminui)

Na segunda parte, como a veloc. variou $-3\,m/s$ em 1s, deduz-se que a aceleração é igual a $-3\,m/s^2$

Tendo a aceleração, o deslocamento e a variação da velocidade na primeira parte, fazemos. $v_1^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$

Mas $v_1 = v_0 - 2$. Então. $(v_0 - 2)^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$

$$\cancel{v_0^2} - 4v_0 + 4 = \cancel{v_0^2} + 2a\Delta x$$

$$-4v_0 = 2a\Delta x - 4$$

$$v_0 = \frac{4 - 2a\Delta x}{4} = \frac{2 - a\Delta x}{2} = \frac{2 - (-3)\,3{,}5}{2}$$

$$v_0 = 6{,}25\,m/s$$

(7) $x = 9{,}75 + 1{,}5t^3$

(a) $t_1 = 2s \Rightarrow x_1 = 21{,}75\,cm$
$t_2 = 4s \Rightarrow x_2 = 105{,}75\,cm$ $\;\; \bar{v} = \dfrac{105{,}75 - 21{,}75}{4-2} = 42\,cm/s$

(b) $t_1 = 2{,}5s \Rightarrow x_1 = 33{,}19\,cm$
$t_2 = 3{,}5s \Rightarrow x_2 = 74{,}06\,cm$ $\;\; \bar{v} = 40{,}87\,cm/s$

(c) $t_1 = 2{,}75s \Rightarrow x_1 = 40{,}94\,cm$
$t_2 = 3{,}25s \Rightarrow x_2 = 61{,}24\,cm$ $\;\; \bar{v} = 40{,}60\,cm/s$

(d) $t_1 = 2{,}9s \Rightarrow x_1 = 46{,}33\,cm$
$t_2 = 3{,}1s \Rightarrow x_2 = 54{,}44\,cm$ $\;\; \bar{v} = 40{,}55\,cm/s$

(e) $t_1 = 2{,}95s \Rightarrow x_1 = 48{,}26\,cm$
$t_2 = 3{,}05s \Rightarrow x_2 = 52{,}31\,cm$ $\;\; \bar{v} = 40{,}49\,cm/s$

(f) $v = 4{,}5t^2$ se $t = 3s \Rightarrow v = 40{,}5\,cm/s$

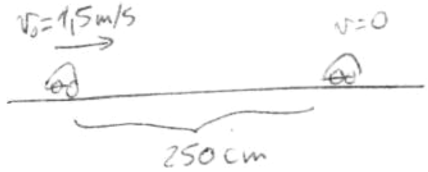
(g) $x = 9{,}75 + 1{,}5t^2$ $\;\; t_1 = 2s \Rightarrow x_1 = 15{,}75\,cm$
$t_2 = 4s \Rightarrow x_2 = 33{,}75\,cm$ $\;\; \bar{v} = 9\,cm/s$

(h) $t_1 = 2{,}5s \Rightarrow x_1 = 19{,}12\,cm$
$t_2 = 3{,}5s \Rightarrow x_2 = 28{,}12\,cm$ $\;\; \bar{v} = 9\,cm/s$

(i) $v = \dfrac{dx}{dt} = \dfrac{d}{dt}(9{,}75 + 1{,}5t^2) = \dfrac{d}{dt}9{,}75 + \dfrac{d}{dt}1{,}5t^2 = 0 + 1{,}5\dfrac{dt^2}{dt} = 1{,}5.2\,t^{2-1} \Rightarrow v = 3t$

se $t = 3s \Rightarrow v = 9\,m/s$ $\quad$ se $t = 2s \Rightarrow v = 6\,m/s$
$t = 4s \Rightarrow v = 12\,m/s$ $\;\; \langle v \rangle = \dfrac{6+12}{2} = 9\,m/s$

8



(a) $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$

$a = \dfrac{v^2 - v_0^2}{2\Delta x} = \dfrac{0 - 1,5^2}{2 \cdot 2,5} = -0,45\, m/s^2$

(b) $v = v_0 + at$

$t = \dfrac{v - v_0}{a} = \dfrac{0 - 1,5}{-0,45} = 3,33\, s$

(c) $\Delta x = 1,25\, m$

$a = -0,45\, m/s^2$

$v_0 = 1,5\, m/s$

$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

$x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

$1,25 = 1,5t - 0,22 t^2$

$0,22 t^2 - 1,5t + 1,25 = 0$

$t = \dfrac{1,5 \pm \sqrt{1,5^2 - 4 \cdot 0,22 \cdot 1,25}}{2 \cdot 0,22}$

$t = \dfrac{1,5 \pm \sqrt{2,25 - 1,1}}{0,44}$

$t = \dfrac{1,5 \pm 1,07}{0,44}$ → 5,85 s ; 0,98 s

O tempo para percorrer a metade do trajeto não pode ser maior do que o tempo para percorrer o trajeto inteiro. Portanto desprezamos a primeira solução para t e ficamos com 0,98 s

9 $v_0 = 0$

$a = cte$

$\Delta t = 5s$

$\Delta x = 25m$

(a) $\Delta x = \cancel{v_0}^{\,0} t + \frac{1}{2} a t^2$

$a = \dfrac{2\Delta x}{t_0^2} = 2\, m/s^2$

(b) $|\vec{v}| = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{25}{5} = 5\, m/s$

(c) $v = \cancel{v_0}^{\,0} + at$

$= 2 \cdot 5 = 10\, m/s$

(d) $\Delta x_2 = ?$

$\Delta t_2 = 5s$

$a = 2 m/s^2$

$v_0 = 10 m/s$

$\Delta x_2 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

$= 50 + 25$

$= 75\, m$

10 $v_0 = 0$

$a = 2 m/s^2$

$\Delta t = 3s$

$\Delta x = 90m$

(a) $v_0 = ?$

$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

$v_0 = \left(\Delta x - \frac{1}{2} a t^2\right) \frac{1}{t}$

$v_0 = \dfrac{90 - 9}{3} = \dfrac{81}{3} = 27\, m/s$

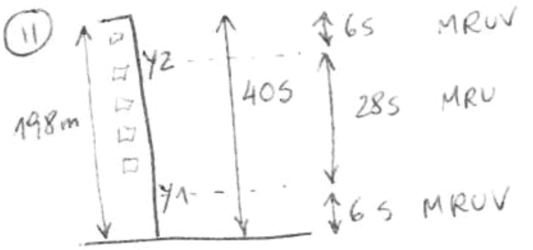
(b) Quando $v_0 = 0$ e $v = 27\, m/s$

Com mesma acel: $a = 2\, m/s^2$

$v = v_0 + at$

$t = \dfrac{v - v_0}{a} = \dfrac{27}{2} = 13,5\, s$

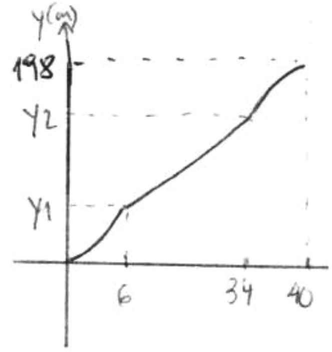
11



$198 = y_2 + v_M t_1 - \frac{1}{2} a t_1^2$ (1)

$y_2 = y_1 + v_M t_2$ (2)

$y_1 = 0 + 0t + \frac{1}{2} a t_1^2$ $\quad y_1 = \frac{1}{2} a t_1^2$ (3)

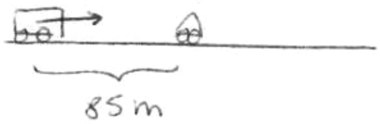


(2) → (1) : $198 = y_1 + v_m t_2 + v_M t_1 - \frac{1}{2} a t_1^2$

Substituindo y1 por (3) : $198 = \frac{1}{2}\cancel{a} t_1^2 + v_M t_2 + v_m t_1 - \frac{1}{2}\cancel{a} t_1^2$

$198 = v_M (t_2 + t_1)$ $\quad v_M = \dfrac{198}{t_2 + t_1} = \dfrac{198}{34} = 5,82\, m/s$

(12) $V_0 = 72\,Km/h$ $\quad V_0 = 0$



Carro: $V_{0c} = 0$

$a = 2\,m/s^2$

$x_{0c} = 0$

MRUV $\Rightarrow$ $x = 0 + 0 + \frac{1}{2}at^2$

$v^2 = 0 + 2a(x - 0)$

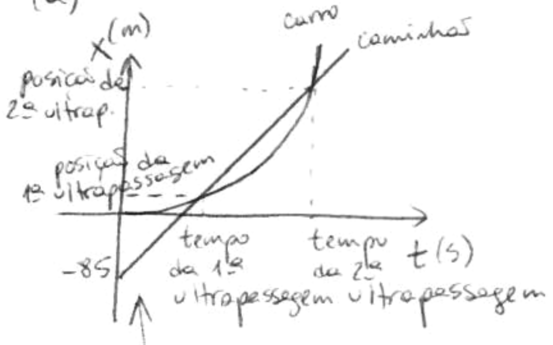
Caminhão: $V_0 = 72\,Km/h = 20\,m/s$

$a = 0$

$x_0 = -85\,m$

MRU $\Rightarrow$ $x = -85 + 20t + 0$

(a)



(b) x da primeira ultrapassagem

$\Downarrow$

Igualamos o tempo:

$$\sqrt{\frac{2x}{a}} = \frac{x+85}{20}$$

$$\frac{2x}{a} = \frac{(x+85)^2}{20^2} \qquad \frac{2x}{2} = \frac{x^2 + 170x + 7225}{400}$$

$$400x = x^2 + 170x + 7225$$

$$x^2 - 230x + 7225 = 0$$

$$x = \frac{230 \pm \sqrt{230^2 - 4.1.7225}}{2} = \frac{230 \pm \sqrt{52900 - 28900}}{2}$$

$$= \frac{230 \pm \sqrt{24000}}{2} = \frac{230 \pm 154,9}{2} \begin{cases} 192,46\ m \\ 37,55\ m \end{cases}$$

No item (f) a velocidade mínima dá a mínima inclinação na qual a reta toca só uma vez na parábola

Portanto a primeira ultrapassagem ocorre em 37,55 m e a segunda em 192,46 m!

Outra forma de resolver seria igualar as posições e encontrar o tempo da ultrapassagem. Com o tempo, voltaria-se às equações de mov. (qualquer uma das duas) para achar a posição...

(c) $v^2 = 2ax \Rightarrow v = \sqrt{2.2.37,55} = 12,25\,m/s = 44,12\,Km/h$

(d) segunda ultrapassagem: pego qlq equação de mov e substituo x por 192,46

$x = \frac{1}{2}at^2$ $\qquad$ $x = -85 + 20t$

$t = \sqrt{\frac{2x}{a}} = \sqrt{\frac{385}{2}} = 13,9\,s$ $\qquad$ $t = \frac{x+85}{20} = 13,9\,s$

(e) $v^2 = 2ax \Rightarrow v = \sqrt{2.2.192,46} = 27,75\,m/s = 99,9\,Km/h$

(f) Se não sabemos a veloc. do caminhão: $x = \frac{1}{2}at^2 = t^2$ carro

$x = -85 + vt$ caminhão

$x = x$

$t^2 = -85 + vt$

$t^2 - vt + 85 = 0$ $\qquad$ $t = \frac{v \pm \sqrt{v^2 - 4.1.85}}{2} = \frac{v \pm \sqrt{v^2 - 340}}{2}$

A raiz só é possível se:

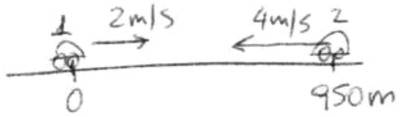
$v^2 - 340 > 0$

$v^2 > 340$

$v > \sqrt{340}$

$=$ [illegible] $m/s = 66,4$

(13)



Os dois são freados a $1\,m/s^2$

Eles se chocam?

Resolução 1: Vemos onde cada um pararia

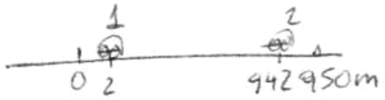
Carro 1 → $x_1 = 0 + 2t - \frac{1}{2} 1 t^2$

$0 = 2^2 - 2.1\,(x_1 - 0)$ $\quad 4 = 2x_1 \quad x_1 = 2m$

Carro 2 → $x_2 = 950 - 4t + \frac{1}{2} \cdot 1 t^2$

$0 = (-4)^2 + 2.1\,(x_2 - 950)$ $\quad 0 = 16 + 2x_2 - 1900$

$2x_2 = 1884 \quad x_2 = 942m$



$\Downarrow$

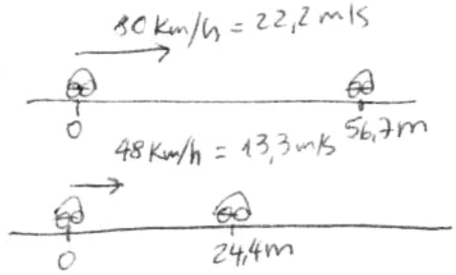
Não colidem

Resolução 2: Supomos que eles colidem e tentamos calcular o tempo em que isso ocorreria

$x_1 = x_2 \quad 2t - \frac{t^2}{2} = 950 - 4t + \frac{t^2}{2} \quad 0 = t^2 - 6t + 950$

$t = \frac{6 \pm \sqrt{(-6)^2 - 4.1.950}}{2\,1} = \frac{6 \pm \sqrt{36 - 3800}}{2} \Rightarrow$ impossível

(14)



Durante o tempo de reação do motorista (t) a acel. é nula ⇒ MRU

Aceleração é a mesma p/ qlq veloc.

(a) $t = ?$ $\quad$ (b) $a = ?$

Durante o MRU no tempo de reação, temos para cada carro:

$x_1 = 0 + 22{,}2\,t$ ← o tempo de reação t é o mesmo p/ os dois

$x_2 = 0 + 13{,}3\,t$

Quando o freio é acionado, inicia-se o mov. retardado a partir desses posiçõ

$56{,}7 = x_1 + 22{,}2\,t_1 - \frac{1}{2} a t_1^2$ $\quad 0 = 22{,}2^2 - 2a\,(56{,}7 - x_1)$

$24{,}4 = x_2 + 13{,}3\,t_2 - \frac{1}{2} a t_2^2$ $\quad 0 = 13{,}3^2 - 2a\,(24{,}4 - x_2)$

$\Downarrow$

$22{,}2^2 = 2a\,(56{,}7 - 22{,}2t)$

$13{,}3^2 = 2a\,(24{,}4 - 13{,}3t)$

(a) Para achar o tempo de reação t, isolamos a nas duas equações e igualamos

$$\frac{22{,}2^2}{\cancel{2}(56{,}7 - 22{,}2t)} = \frac{13{,}3^2}{\cancel{2}(24{,}4 - 13{,}3t)}$$

$492{,}84\,(24{,}4 - 13{,}3t) = 176{,}89\,(56{,}7 - 22{,}2t)$

$12025{,}3 - 6554{,}8t = 10029{,}7 - 3926{,}9t$

$1995{,}6 = 2627{,}9t \quad t = 0{,}76\,s$

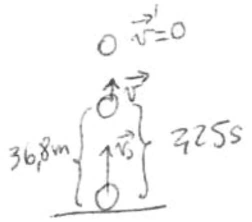
(b) Tendo encontrado o tempo no item anterior, é só substituí-lo em qualquer uma das equações:

$$492,84 = a\,(113,4 - 44,4 \cdot 0,76)$$

$$a = \frac{492,84}{79,66} = 6,19\ m/s^2 \Rightarrow a = -6,2\ m/s^2$$

pois é retardado

(15)



(a) $|\vec{v}_0| = ?$

(b) $|\vec{v}| = ?$

(c) altura máx = ?

(a) Temos deslocamento, tempo e aceleração

⇓

$$y - \cancel{y_0}^{\,0} = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

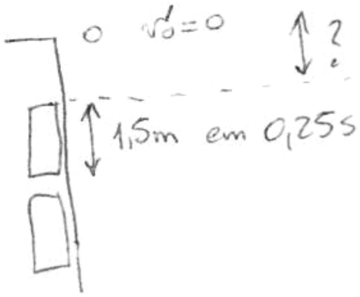
$$v_0 = \left(y + \frac{1}{2} g t^2\right) \frac{1}{t}$$

$$v_0 = \frac{36,8 + 5 \cdot 2,25^2}{2,25} = 27,6\ m/s$$

(b)
$$v = v_0 - g t$$
$$= 27,6 - 10 \cdot 2,25$$
$$= 27,6 - 22,5$$
$$= 5,1\ m/s$$

(c) Quando $v' = 0$:
$$\cancel{v'^2}^{\,0} = v_0^2 - 2g(y - \cancel{y_0}^{\,0})$$
$$y = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{27,6^2}{20} = 38,1\ m$$

(16)



Temos o tempo, o deslocamento e a aceleração

⇓

Podemos encontrar a velocidade com que a pedra chega na parte de cima da janela (no início do deslocamento considerado).

$$y - y_0 = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$
$$1,5 = v_0 \cdot 0,25 - 5\ 0,25^2$$
$$v_0 = \frac{1,5 + 0,3}{0,25} = 7,25\ m/s$$

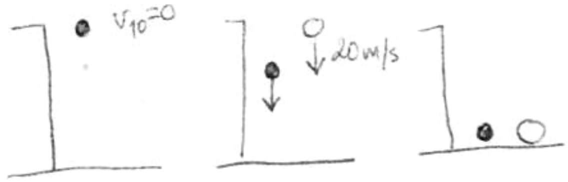
Essa é tb a velocidade no final do deslocamento da pedra desde o topo do edifício até a parte de cima da janela. Então

$$v^2 = \cancel{v_0'^2}^{\,0} - 2g(y - y_0)$$
$$7,25^2 = -20\,(y - y_0)$$
$$(y - y_0) = -\frac{52,6}{20} = -2,6\ m$$

sinal significa que a posição final é menor (mais baixa) que a inicial

1s depois:

(17)



Depois de um segundo a pedra 1 terá se deslocado por $y = y_0 + \cancel{v_0} \cdot \cancel{t} - \frac{g}{2}t^2$

$y =$ altura do penhasco $- 5$

Como as duas pedras chegam juntas:

Pedra 2: $0 = \text{altura} - 20t - 5t^2$

Pedra 1: $0 = y - 10t - 5t^2$

$= \text{altura} - 5 - 10t - 5t^2$

$v^2 = \cancel{v_0^2} - 2g(y_f - \text{altura})$

$v^2 = 2g(\text{altura} - y)$

$v = \sqrt{20(\text{altura} - y)}$

$= \sqrt{20(\text{altura} - \text{altura} + 5)}$

$= \sqrt{100} = 10 \text{ m/s}$

$5t^2 = \text{altura} - 20t$

$5t^2 = \text{altura} - 5 - 10t$

$\Rightarrow \text{altura} - 20t = \text{altura} - 5 - 10t$

$5 = 10t$

$t = \frac{5}{10} = 0{,}5 \text{ s}$

$\Downarrow$

$5 \cdot 0{,}5^2 = \text{altura} - 20 \cdot 0{,}5$

$\text{altura} = 1{,}25 + 10 = 11{,}25 \text{ m}$

(18)

44m MRUV acelerado

46cm = 0,46m MRUV desacelerado $|\vec{a}| = ?$

A velocidade final da queda é a inicial da colisão.

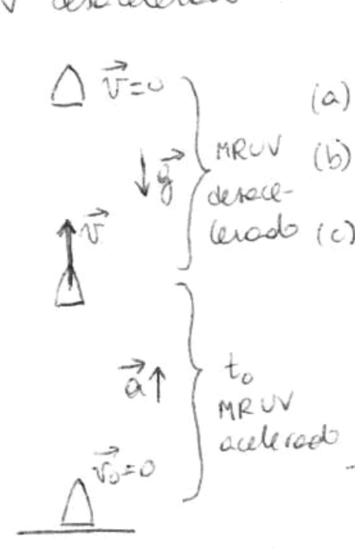
MRUV acelerado $\rightarrow$ $v^2 = \cancel{v_0^2} - 2g(\cancel{y} - y_0)$ $v^2 = 2gy_0 = 2 \cdot 10 \cdot 44$ $v^2 = 880$ $v = 29{,}7 \text{ m/s}$

MRUV desacelerado $\rightarrow$ $0 = 29{,}7^2 + 2a(-0{,}46 - 0)$ $0 = 882{,}1 - 0{,}92a$ $a = \frac{882{,}1}{0{,}92}$ $a = 959 \text{ m/s}^2$

$\Downarrow$

$a = 95{,}6 g$

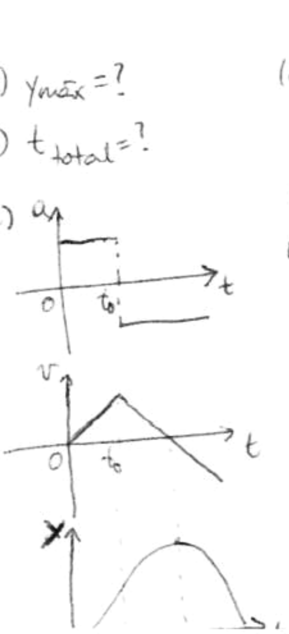
(19)



(a) $y_{máx} = ?$

(b) $t_{total} = ?$

(c)



(a) A posição final do MRUV acelerado é a inicial do MRUV desacelerado. O mesmo acontece com a velocidade.

MRUV acel. $\rightarrow$ $y = 0 + 0 + \frac{1}{2}at_0^2$ $v = 0 + at_0$

MRUV desacel. $\rightarrow$ $y_{máx} = y + vt - \frac{1}{2}gt^2$

$0 = v^2 - 2g(y_{máx} - y)$

$0 = (at_0)^2 - 2g\left(y_{máx} - \frac{1}{2}at_0^2\right)$

$\frac{a^2 t_0^2}{2g} = y_{máx} - \frac{1}{2}at_0^2$

$y_{máx} = \frac{a^2 t_0^2}{2g} + \frac{1}{2}at_0^2$

$y_{máx} = \frac{1}{2}at_0^2\left(\frac{a}{g} + 1\right)$ //

(b) $t_{total} = t_{\underset{acel.}{MRUV}} + t_{\underset{desac.}{MRUV}} + t_{queda} = t_0 + t_1 + t_2$

MRUV acel. $\rightarrow$ $v = 0 + a t_0$ $\qquad t_0 = \frac{v}{a}$

MRUV desac. $\rightarrow$ $0 = v - g t_1$ $\qquad t_1 = \frac{v}{g} = t_0 \frac{a}{g}$

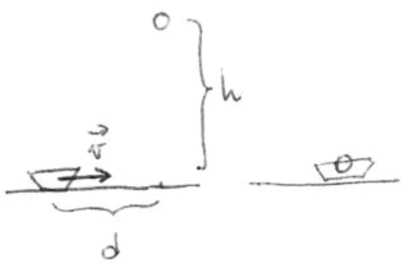
Queda $\longrightarrow$ $0 = y_M + 0t - \frac{1}{2} g t_2^2 \qquad t_2^2 = \frac{2y_M}{g} = \frac{1}{g} a t_0^2 \left(\frac{1}{g} + 1\right) = a t_0^2 \left(\frac{1}{g^2} + \frac{1}{g}\right)$

(não sabemos a veloc. final mas sabemos o deslocamento)

$$t_{total} = t_0 + t_0 \frac{g}{a} + \sqrt{a t_0^2 \left(\frac{1+g}{g^2}\right)} = t_0\left(1 + \frac{g}{a}\right) + \frac{t_0}{g}\sqrt{a(1+g)}$$

$$t_{total} = t_0 \left(1 + \frac{g}{a} + \frac{\sqrt{a(1+g)}}{g}\right)$$

(20)



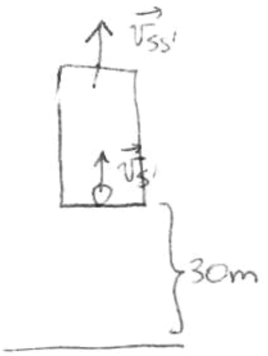
$|\vec{v}| = ?$ $\quad$ Queda do objeto: $0 = h + 0t - \frac{g}{2} t^2 \qquad h = \frac{g}{2} t^2$

Mov. do barco: $d = 0 + vt \qquad d = vt$

Igualando os tempos

$$\sqrt{\frac{2h}{g}} = \frac{d}{v} \qquad v = d\sqrt{\frac{g}{2h}}$$

(21)



Com relação ao solo, a bola tem veloc. v_S:

$$v_S = v_{S'} + v_{SS'} = 20 + 10 = 30\,m/s$$

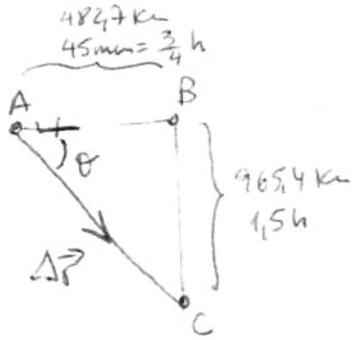
No ponto mais alto a veloc. é nula:

$$0 = v_S^2 - 2g(y_{MÁX} - 30)$$

$$20\,y_{MÁX} - 600 = 30^2 \qquad y_{MÁX} = \frac{900 + 600}{20} = \frac{150\cancel{0}}{2\cancel{0}} = \frac{150}{2}$$

$y_{MÁX} = 75$ m do solo

(22)



(a) $|\Delta\vec{r}|$ é a hipotenusa do triângulo ABC:

$$\Delta r^2 = AB^2 + BC^2 = 482,7^2 + (-965,4)^2 \Rightarrow \Delta r = 1079,35$$

Direção e sentido de $\Delta\vec{r}$:

$$tg\theta = \frac{-965,4}{482,7} = -2 \Rightarrow \theta = -63,4^\circ$$

(b) $\vec{v} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \frac{482,7\hat{\imath} - 965,4\hat{\jmath}}{0,75 + 1,5} = \frac{482,7}{2,25}\hat{\imath} - \frac{965,4}{2,25}\hat{\jmath} = 214,5 \frac{km}{h}\hat{\imath} - 429,1\frac{km}{h}\hat{\jmath}$

$$\bar{v} = \frac{\text{dist. percorrida}}{\Delta t} = \frac{482,7 + 965,4}{2,25} = 643,6\ km/h$$

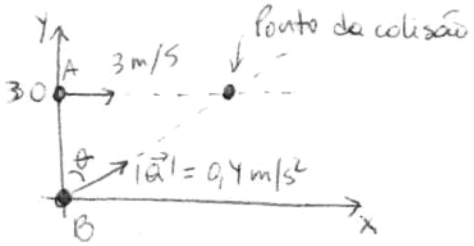
(23) $\vec{r} = \vec{i} + 4t^2\vec{j} + t\vec{k}$ (a) $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d}{dt}\vec{i} + \frac{d}{dt}(4t^2\vec{j}) + \frac{d}{dt}(t\vec{k})$

$$= 0 + 4\vec{j}\frac{dt^2}{dt} + \vec{k}\frac{dt}{dt} = 4\vec{j}\,2t + \vec{k}.1$$

$$\vec{v} = 8t\vec{j} + \vec{k}$$

(b) $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt}(8t\vec{j}) + \frac{d}{dt}\vec{k} = 8\vec{j}\frac{dt}{dt} + 0$

$$\vec{a} = 8\vec{j}$$

(24) 

Na colisão $x_A = x_B$ $\theta = ?$

$30 = y_B$

Partícula A em MRU no eixo Ox: $x_A = 0 + 3t + 0$ $x_A = 3t$

Partícula B em MRUV nos dois eixos: $x_B = 0 + 0 + \frac{1}{2}a\,sen\theta\,t^2$ $x_B = \frac{1}{2}a\,sen\theta\,t^2$

$y_B = 0 + 0 + \frac{1}{2}a\cos\theta\,t^2$ $y_B = \frac{1}{2}a\cos\theta\,t^2$

$x_A = x_B \Rightarrow 3\cancel{t} = \frac{1}{2}a\,sen\theta\,t^{\cancel{2}}$ $t = \frac{6}{a\,sen\theta}$

$30 = y_B \Rightarrow 30 = \frac{1}{2}a\cos\theta\left(\frac{6}{a\,sen\theta}\right)^2$ $60 = \frac{36\,\cancel{a}\cos\theta}{a^{\cancel{2}}sen^2\theta}$ $1,7 = \frac{1}{a}\frac{\cos\theta}{sen^2\theta}$ $0,7 = \frac{\cos\theta}{sen^2\theta}$

Sabemos que $sen^2\theta + \cos^2\theta = 1 \Rightarrow sen^2\theta = 1 - \cos^2\theta$: $0,7 = \frac{\cos\theta}{1-\cos^2\theta}$

Chamando $\cos\theta = u \Rightarrow 0,7 = \frac{u}{1-u^2}$ $0,7 - 0,7u^2 = u$ $0,7u^2 + u - 0,7 = 0$

$u = \frac{-1 \pm\sqrt{1^2 - 4.0,7.(-0,7)}}{2} = \frac{-1\pm\sqrt{1+1,96}}{2} = \frac{-1\pm 1,72}{2}$ $u' = 0,36$ $u'' = -1,36$

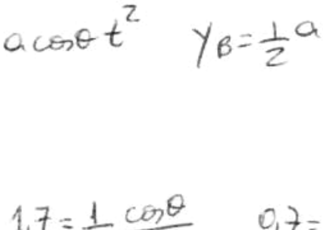
Como não existe $\cos\theta$ igual a $-1,36 \Rightarrow u = 0,36$

$\cos\theta = 0,36 \Rightarrow \theta = 69°$

(25) Mov. do macaco: queda livre $\Rightarrow y_M = h - 0 - \frac{gt^2}{2}$ ①

Mov. da flecha: projétil $\Rightarrow y_f = 0 + V_0 sen\theta\, t - \frac{1}{2}gt^2$ ②

$x_f = 0 + V_0\cos\theta\, t + 0$ ③



Isolamos t na eq③: $t = \frac{x_f}{V_0\cos\theta}$

Então vemos que, na eq.②: $y_f = \cancel{V_0}sen\theta\left(\frac{x_f}{\cancel{V_0}\cos\theta}\right) - \frac{1}{2}gt^2$

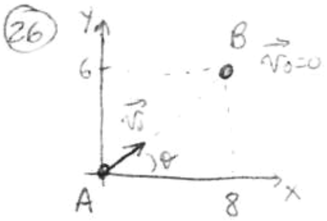
$= x_f\,tg\theta - \frac{1}{2}gt^2$

Mas $tg\theta = \frac{h}{x} \Rightarrow x\,tg\theta = h$ $\Rightarrow$ $y_f = h - \frac{1}{2}gt^2$ que é a mesma expressão para a posição do macaco y_M!!

Quando $x_f = x$ $x_f\,tg\theta = h$

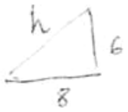
$$y_f = y_M$$

26



$|\vec{a}| = 2\,m/s^2$

$|\vec{V}_{0\,min}| = ?$



$h = \sqrt{6^2+8^2} = \sqrt{100} = 10$

Mov de B acelerado para baixo: $y_B = 6 + 0 - \frac{1}{2}at^2 = 6 - t^2$

Mov. de A desacelerado para cima e uniforme p/ direita: $x_A = 0 + V_{0x}t + 0$

$y_A = 0 + V_{y0}t - \frac{1}{2}at^2$

se os dois se encontram: $x_A = 8$ $\quad 8 = V_0 \cos\theta\, t$

$y_A = y_B \Rightarrow \quad 6 - \cancel{t^2} = V_0 \operatorname{sen}\theta\, t - \cancel{t^2}$

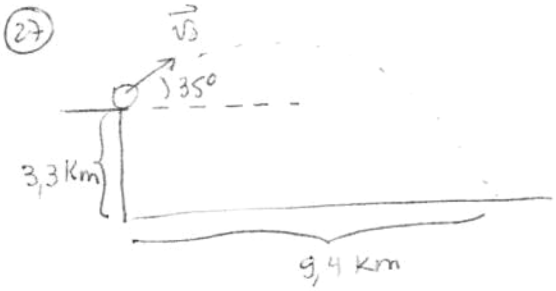
Mas $\operatorname{sen}\theta = \frac{6}{10} = 0,6$ $\quad\Rightarrow\quad \frac{8}{0,8} = V_0 t$

$\cos\theta = \frac{8}{10} = 0,8$ $\quad \frac{6}{0,6} = V_0 t$ $\quad V_0 t = 10 \quad t = \frac{10}{V_0}$

O tempo para o B chegar ao solo $(y_B = 0)$ é: $0 = 6 - t^2 \quad t^2 = 6 \quad t = 2,45\,s$

. Então para eles colidirem eles devem se encontrar num tempo $t < 2,45$ (antes de chegar no chão): $\frac{10}{V_0} < 2,45 \quad \frac{10}{2,45} < V_0 \quad V_0 > 4,1\, m/s$ //

27



$|\vec{v_0}| = ?$

$x = 0 + V_0 \cos\theta\, t + 0$

$0 = y_0 + V_0 \operatorname{sen}\theta\, t - \frac{1}{2} g t^2$

$x = V_0 \cos\theta\, t \Rightarrow t = \frac{x}{V_0 \cos\theta}$

$0 = y_0 + \cancel{V_0} \operatorname{sen}\theta \left(\frac{x}{\cancel{V_0}\cos\theta}\right) - \frac{1}{2} g \left(\frac{x}{V_0 \cos\theta}\right)^2$

$0 = y_0 + x\, tg\theta - \frac{x^2}{2V_0^2 \cos^2\theta} g$

$\frac{x^2 g}{2V_0^2 \cos^2\theta} = y_0 + x\, tg\theta$

$\frac{x^2 g}{(y_0 + x\, tg\theta)} = 2V_0^2 \cos^2\theta$

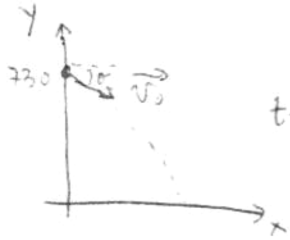
$v_0^2 = \frac{x^2 g}{(y_0 + x\, tg\theta)\, 2\cos^2\theta}$

$v_0 = \frac{x\sqrt{g}}{\cos\theta \sqrt{2(y_0 + x\, tg\theta)}} = \frac{9,4 \cdot 10^3 \cdot 3,16}{\cos 35° \sqrt{2(3,3 \cdot 10^3 + 9,4 \cdot 10^3 \cdot}}$

$v_0 = \frac{29,7 \cdot 10^3}{0,82\sqrt{2 \cdot 10^3 (3,3 + 9,4 \cdot 0,7)}} = \frac{29,7 \cdot 10^3}{0,82 \sqrt{19,76 \cdot 10^3}}$

$v_0 = 257,7\, m/s$

28



$\theta = -37°$

$t = 5s$ (a) $|\vec{v}_0| = ?$

(b) $x = ?$

(c) $\vec{v} = ?$

(a) $0 = y_0 + V_0 sen\theta\, t - \frac{g}{2} t^2$

$0 = 730 + V_0(-0,6).5 - 5.5^2$

$V_0 = \frac{125 - 730}{-3} = 201\ m/s$

(b) $x = 0 + V_0 \cos\theta\, t + 0$

$x = 201 . 0,8 . 5 = 803\ m$

(c) $V_x = V_0 \cos\theta$

$= 160,8\ m/s$

$V_y = V_0 sen\theta - g t$

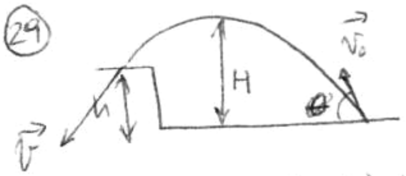
$= -120,6 - 5 5$

$= -145,6$

$\vec{v} = 160,8 \vec{i} - 145,6 \vec{j}$

$tg\theta = -\frac{145,6}{160,8}$ $\theta = -42,1°$

29

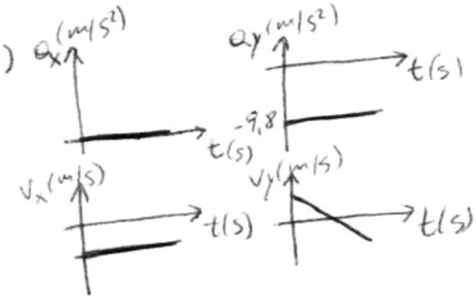


$|\vec{v}_0| = 36,6\ m/s$

$\theta = 60°$

$t = 5,5s$

(a) $h = ?$ (b) $v = ?$ (c) $H = ?$ (d) $\Delta x = ?$ (e)



(a) $y = 0 + V_0 sen\theta\, t - \frac{g}{2} t^2$

$h = 36,6 . 0,87 . 5,5 - 5 . 5,5^2$

$h = 23,9\ m$

(b) $V_x = V_{x0} = 36,6 \cos 60° = -18,3\ m/s$

$V_y = V_{y0} - g t = 36,6 sen 60° - 55 = -23,3\ m/s$

$tg\theta = \frac{-23,3}{-18,3}$ $\theta = 52°$

$v = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{334,9 + 542,9}$

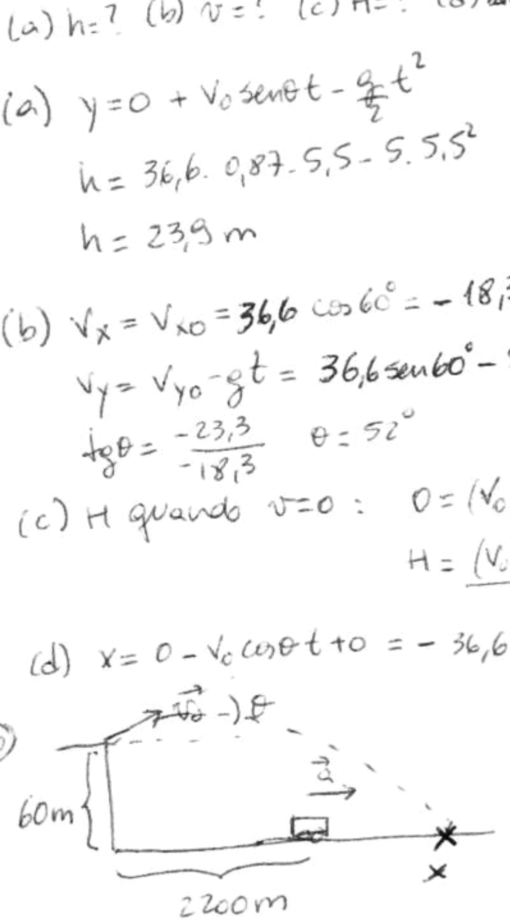
$v = 29,6\ m/s$

(c) H quando $v = 0$: $0 = (V_0 sen\theta)^2 - 2g(H - 0)$

$H = \frac{(V_0 sen\theta)^2}{2g} = \frac{31,7^2}{20} = 50,2\ m$

(d) $x = 0 - V_0 \cos\theta\, t + 0 = -36,6 . 0,5 . 5,5$ $x = -100,65\ m$

30



$|\vec{a}| = 0,9\ m/s^2$

$|\vec{v}_0| = 240\ m/s$

$\theta = 10°$

$\Delta t = t_{tanque} - t_{canhão} = ?$

diferença com a resposta da lista porque usei $g = 10\ m/s^2$

$\Delta t = 2,8\ s$

Tanque: $x = x_0 + 0 + \frac{1}{2} a t_t^2$

Canhão: $x = 0 + V_0 \cos 10°\, t_c + 0$

$0 = y_0 + V_0 sen 10°\, t_c - \frac{1}{2} g t_c^2 \rightarrow 0 = 60 + 240 . 0,17\, t_c - 5 t_c^2$

$5 t_c^2 - 41,7 t_c - 60 = 0$

$t_c = \frac{41,7 \pm \sqrt{41,7^2 - 4.5(-60)}}{10} = \frac{41,7 \pm 54,2}{10}$ → $9,6\ s$; → $\cancel{-1,25}\ s$

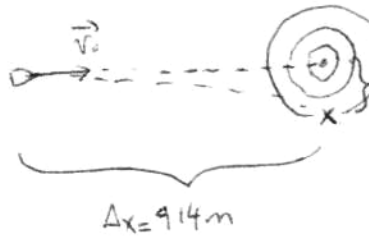
$x = 240 . 0,98 . 9,6$

$x = 2269\ m$

$2269 = 2200 + 0,45 t_t^2$

$t_t = 12,4\ s$

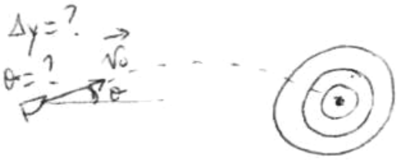
(31)



$|\vec{v}_0| = 1000$ m/s

(a) $\Delta y = ?$

(b) $\theta = ?$



(a) $x = 0 + v_0 t + 0 \rightarrow t = \frac{x}{v_0}$

$y = 0 + 0 - \frac{1}{2} g t^2 \rightarrow y = -\frac{g x^2}{2 v_0^2} = -\frac{10 \cdot 914^2}{2 \, 1000^2} = -4{,}18$ m

(b) Se em vez de lançar na horizontal, lançar com um ângulo θ:

$x = 0 + v_0 \cos\theta \, t + 0 \longrightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos\theta}$

$0 = 0 + v_0 \operatorname{sen}\theta \, t - \frac{1}{2} g t^2 \longrightarrow v_0 \operatorname{sen}\theta = \frac{1}{2} g t \quad v_0 \operatorname{sen}\theta = \frac{1}{2} g \frac{x}{v_0 \cos\theta}$

$2 \operatorname{sen}\theta \cos\theta = \frac{g x}{v_0^2}$

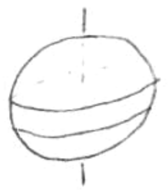
Vamos usar a seguinte propriedade trigonométrica:

$\operatorname{sen} 2\theta = 2 \operatorname{sen}\theta \cos\theta$

Então: $\operatorname{sen} 2\theta = \frac{9140}{(10^3)^2} = 9{,}14 \cdot \frac{10^3}{10^6} = 9{,}14 \cdot 10^{-3} \Rightarrow 2\theta = 0{,}52^\circ$

$\theta = 0{,}26^\circ$

(32)



(a) $a_R = \frac{v^2}{r}$ onde $v = \frac{2\pi r}{T}$

r = raio da Terra = 6 371 Km = $6{,}37 \cdot 10^6$ m

T = tempo de uma volta = 24h = 86.400s

$\Downarrow$

$v = 463{,}24$ m/s $(= 1667{,}7$ Km

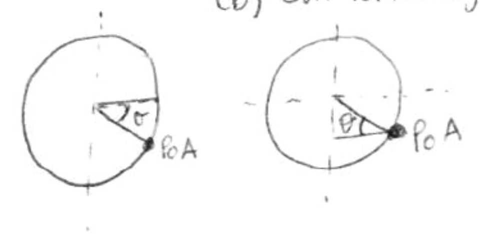
$a_R = 33{,}69 \cdot 10^{-3}$ m/s^2

$(a_R = 3{,}44 \cdot 10^{-3} g)$

(b) Em Porto Alegre (latitude = 30°)

$\Downarrow$

raio do giro é o cateto adjacente da latitude (a hipotenusa é o raio da Terra):



$\cos\theta = \frac{r}{r_T} \qquad r = r_T \cos\theta$

$r = 6{,}37 \cdot 10^6 \cos 30^\circ$

$r = 5{,}52 \cdot 10^6$ m

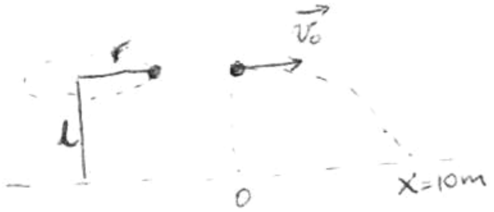
$\Downarrow$

$v = \frac{2\pi \; 5{,}52 \cdot 10^6}{86.400} = 401{,}43$ m/s

$\Downarrow$

$a_R = \frac{401{,}43^2}{5{,}52 \cdot 10^6} = 29{,}2 \cdot 10^{-3}$ m/s^2 $\quad a_R = 3{,}0 \cdot 10^{-3} g$

(33)



$|\vec{a}_R| = ?$ Pelo mov. de projétil da pedra, acharemos v_0. Tendo v_0 e r, achamos a_R

$l = 2$m
$r = 1{,}5$m
$x = 10$ m

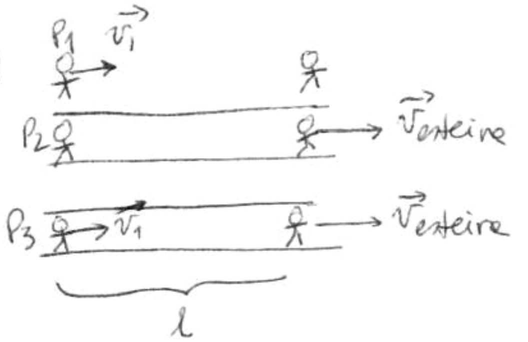
$10 = 0 + v_0 t + 0$

$0 = 2 + 0 - \frac{1}{2} g t^2 \rightarrow t^2 = \frac{2 \cdot 2}{10} \quad t = 0{,}63$s $\rightarrow v_0 = \frac{10}{0{,}63} = 15{,}8$ m/s

$\Downarrow$

$a_R = \frac{15{,}8^2}{1{,}5} = 166$ m/s^2

(34)



$\Delta t_1 = 150\,s \longrightarrow v_1 = \dfrac{\ell}{\Delta t_1}$

$\Delta t_2 = 70\,s \longrightarrow v_{esteira} = \dfrac{\ell}{\Delta t_2}$

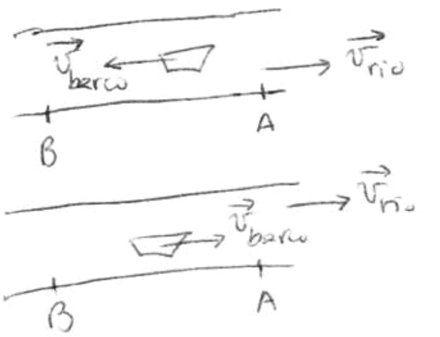
$\Delta t_3 = ? \longrightarrow v_1 + v_{esteira} = \dfrac{\ell}{\Delta t_3}$

$$\frac{\cancel{\ell}}{\Delta t_1} + \frac{\cancel{\ell}}{\Delta t_2} = \frac{\ell}{\Delta t_3}$$

$$\frac{\Delta t_2 + \Delta t_1}{\Delta t_1 \Delta t_2} = \frac{1}{\Delta t_3}$$

$$\Delta t_3 = \frac{\Delta t_1 \Delta t_2}{\Delta t_2 + \Delta t_1} = 47{,}7\,s$$

(35)



$\Delta t_1 = 20\,s$

$\Delta t_2 = 10\,s$

$\vec{v}_{barco}$ é a veloc. do barco com relação ao rio. ($|\vec{v}_{barco}| = 8\,m/s$)

Com relação à margem:

$$v_{rio} - v_{barco} = \frac{x_B - x_A}{\Delta t_1} \quad (1)$$

$$v_{rio} + v_{barco} = \frac{x_A - x_B}{\Delta t_2} \quad (2)$$

$(1) \rightarrow v_{rio} = \dfrac{x_B - x_A}{\Delta t_1} + v_{barco}$

$(2) \rightarrow v_{rio} = \dfrac{x_A - x_B}{\Delta t_2} - v_{barco}$

$\Downarrow$

$$\frac{x_B - x_A}{\Delta t_1} + v_{barco} = -\frac{(x_B - x_A)}{\Delta t_2} - v_{barco}$$

$$(x_B - x_A)\left(\frac{1}{\Delta t_1} + \frac{1}{\Delta t_2}\right) = -2\,v_{barco}$$

$$(x_B - x_A) = -\frac{2 \cdot 8}{\left(\frac{1}{20} + \frac{1}{10}\right)} = -\frac{16}{0{,}15}$$

$$(x_B - x_A) = -106{,}7$$

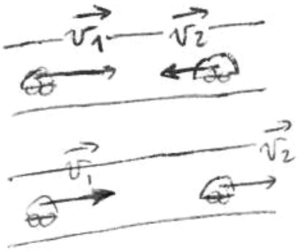
$x_A > x_B$ (eixo cresce p/ direita)

substituindo em (1)

$$v_{rio} = -\frac{106{,}7}{20} + 8$$

$= 2{,}67\,m/s$

(36)



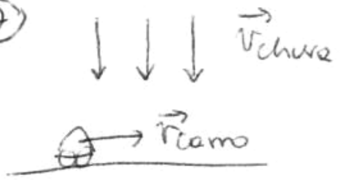
$v_{aproximação} = \dfrac{9\,m}{0{,}1\,s} = 90\,m/s$ $\qquad |\vec{v_1}| = ?\ \ |\vec{v_2}| = ?$

$v_{aproximação} = \dfrac{10\,m}{1\,s} = 10\,m/s$

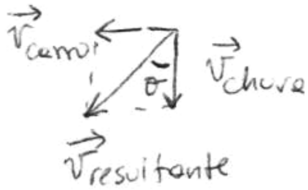
$v_1 - v_2 = 90 \qquad v_1 = 90 + v_2$

$v_1 + v_2 = 10 \qquad (90 + v_2) + v_2 = 10 \qquad 2v_2 = -80 \qquad v_2 = -40\,m/s \nearrow v_1 = 50\,m/s$

37



Para o carro a chuva, além de cair, se aproxima do carro com uma veloc. contrária ao do carro:

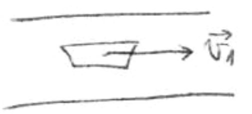


$$v = \sqrt{8^2 + 13{,}9^2} = 16{,}03 \text{ m/s}$$

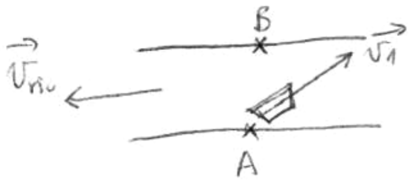
$$tg\theta = \frac{v_{carro}}{v_{chuva}} = \frac{13{,}9}{8} = 1{,}74$$

$$\theta = 60^\circ$$

38

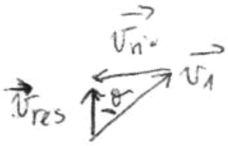


$|\vec{v}_1| = 4{,}5 \text{ km/h} = 1{,}25 \text{ m/s}$



$|\vec{v}_{rio}| = 2 \text{ km/h} = 0{,}55 \text{ m/s}$

(a)



$v_1^2 = v_{rio}^2 + v_{res}^2$

$$sen\,\theta = \frac{v_{rio}}{v_1} = 0{,}44 \quad \theta = 26{,}1^\circ$$

(b) $v_{res} = \sqrt{v_1^2 - v_{rio}^2}$

$$= \sqrt{1{,}25^2 - 0{,}55^2} = 1{,}12 \text{ m/s}$$

$$AB = 3000\text{ m} \Rightarrow \Delta t = \frac{3000}{1{,}12}$$

$$= 2672{,}6 \text{ s}$$

$$= 0{,}74 \text{ h}$$

(c) $v_{res} = \dfrac{AB}{\Delta t}$ $\quad \Delta t$ menor $\Rightarrow v_{res}$ maior

$\vec{v}_{res}$ se relaciona com $\vec{v}_1$ por:

$$\cos\theta = \frac{v_{res}}{v_1} \qquad v_{res} = v_1 \cos\theta$$

$\Downarrow$

v_{res} é máxima quando $\cos\theta$ for máximo $\Rightarrow \cos\theta = 1$

$\theta = 0^\circ$

$\Downarrow$

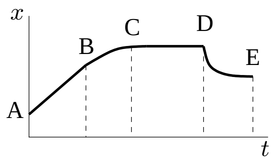
Cruzar apontando o barco para cima (perpendicular à superfície)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Física – Departamento de Física
FIS01181 – Área I – Lista 1

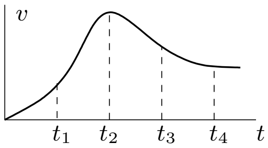
1. Calcule a velocidade escalar média nos seguintes casos: a) você percorre uma distância de 73.2 m a uma velocidade de $1.2\ \mathrm{m/s}$ e, depois, corre 73.2 m a uma velocidade de $3\ \mathrm{m/s}$, em uma pista retilínea. b) Você caminha durante 1 min a uma velocidade de $1.2\ \mathrm{m/s}$ e, depois, corre 1 min a uma velocidade de $3\ \mathrm{m/s}$ na mesma pista.

2. Uma corredora cobre 100 m em 10 s e depois retorna andando 50 m, em direção ao ponto de partida, em 30 s. Qual é a sua velocidade escalar média, e qual é a velocidade média durante todo o evento?

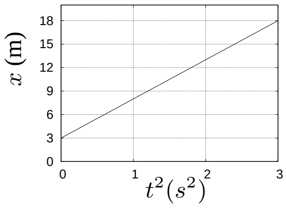
3. Em quais intervalos a velocidade e a aceleração são positivas, negativas ou nulas? Há algum intervalo no qual a aceleração não seja obviamente constante? (Ignore os extremos dos intervalos.)



4. Um objeto move-se em linha reta conforme o gráfico velocidade versus tempo. Esboce um gráfico da aceleração do objeto em relação ao tempo.



5. Uma partícula se move em linha reta, a partir do repouso. A aceleração deste movimento é constante, variável ou nula? Escreva a equação de movimento para esta partícula e diga qual será a sua posição e velocidade no instante 7 s.



6. Após percorrer uma distância de 3.5 m, um objeto tem sua velocidade diminuída de $2\ \mathrm{m/s}$. Um segundo mais adiante, sua velocidade é diminuída novamente, mas de $3\ \mathrm{m/s}$. Supondo que a aceleração seja constante em todo o movimento, calcule a velocidade no início do movimento.

7. A posição de uma partícula movendo-se ao longo do eixo dos x é dada por $x = 9.75 + 1.5t^3$ onde t é dado em segundos e x em cm. Calcule a velocidade média nos seguintes intervalos de tempo (simétricos em relação a $t = 3$ s): a) 2 s e 4 s; b) 2.5 s a 3.5 s; c) 2.75 s a 3.25 s; d) 2.9 s a 3.1 s; e e) 2.95 s e 3.05 s. f) Pode-se mostrar que, para esta partícula, a velocidade instantânea (em cm/s) é dada por $v = 4.5t^2$. Então, calcule a velocidade instantânea para $t = 3$ s. g) Agora, considere uma partícula em MRUV segundo a equação $x = 9.75 + 1.5t^2$, e determine a velocidade média nos intervalos de tempo 2 s e 4 s, e h) 2.5 s e 3.5 s. i) Calcule também a velocidade instantânea para $t = 3$ s. j) Calcule ainda, para este caso, a média das velocidades instantâneas para $t = 2$ s e para $t = 4$ s. Quais são as conclusões que você pode tirar destes resultados?

8. Um corpo percorre 250 cm em linha reta, enquanto diminui sua velocidade de $1.5\ \mathrm{m/s}$ até zero. a) Quanto foi a sua aceleração, supondo-a constante? b) Quanto tempo levou para atingir o repouso? c) Quanto tempo foi necessário para completar a primeira metade dos 250 cm?

9. Um corpo parte do repouso com aceleração constante. Após 5 s, ele se deslocou 25 m. Durante este tempo, calcule a) a aceleração e b) a velocidade média do corpo. c) Qual era a sua velocidade instantânea ao final de 5 s? d) Supondo que a aceleração não varie, quanto será o deslocamento do corpo durante os próximos 5 s?

10. A aceleração constante de um objeto, que parte do repouso, vale $2\ \mathrm{m/s^2}$. Sabendo que, durante um certo intervalo de tempo igual a 3 s, ele se deslocou 90 m, determine: a) qual era a sua velocidade no início do intervalo de 3 s, e b) quanto tempo o objeto esteve em movimento antes do início do intervalo de 3 s.

11. O elevador de um edifício de 198 m de altura leva 40 s para ir do térreo ao último andar. Sabendo que os tempos de aceleração e de desacaleração valem ambos 6 s, e supondo que as taxas de aumento e de diminuição da velocidade são iguais, determine a velocidade máxima alcançada pelo elevador.

12. No momento em que um sinal de tráfego acende a luz verde, um automóvel parte com uma aceleração constante de $2\ \mathrm{m/s^2}$. No mesmo instante, um caminhão, deslocando-se com velocidade constante de $72\ \mathrm{km/h}$, está a 85 m atrás do automóvel. a) Esboce um gráfico representando as posições dos veículos em função do tempo. b) A que distância do seu ponto de partida o automóvel será ultrapassado pelo caminhão? c) Qual será a velocidade do automóvel neste instante? d) Após esta ultrapassagem, em quanto tempo o automóvel tornará a ultrapassar o caminhão? e) Qual será a velocidade do automóvel no momento da segunda ultrapassagem? f) Qual deve ser a velocidade mínima do caminhão para que este seja capaz de, pelo menos, alcançar o automóvel?

13. Em $t = 0$ temos uma partícula na origem viajando com velocidade de $20\ \mathrm{m/s}$, enquanto que outra está a 950 m de distância e viajando em sua direção com velocidade de $-40\ \mathrm{m/s}$. A aceleração de ambas é $1\ \mathrm{m/s^2}$, mas em sentidos contrários. Elas colidem? Se colidem, em que instante? Descreva a sequência de eventos.

14. O manual de um motorista diz que um automóvel com pneus em boas condições e a uma velocidade de $80\ \mathrm{km/h}$ pode parar em uma distância de 56.7 m. A distância correspondente para a velocidade de $48\ \mathrm{km/h}$ é de 24.4 m. Suponha que o tempo de reação do motorista, durante o qual a aceleração é zero, independe da velocidade do automóvel, e que as acelerações quando os freios são aplicados sejam as mesmas para as duas velocidades. Calcule: a) o tempo de reação do motorista e b) a aceleração do carro.

15. Uma bola, lançada verticalmente para cima, demora 2.25 s para chegar até a altura de 36.8 m. a) Qual era a sua velocidade inicial? b) Qual é a sua velocidade nesta altura? c) Até que altura a bola chega?

16. Uma pedra é solta do topo de um prédio, um morador de um certo andar deste mesmo prédio nota que a pedra leva 0.25 s para cruzar a altura de sua janela de 1.5 m de altura. Determine a distância da parte mais alta da janela ao topo do prédio.

17. Uma pedra é solta do topo de um penhasco e 1 s depois uma segunda pedra é lançada verticalmente para baixo com uma velocidade de $20\ \mathrm{m/s}$. Sabendo que as duas pedras chegam ao solo ao mesmo tempo, determine a altura do penhasco.

18. Após cair do topo de um edifício de 44 m, um objeto penetrou 46 cm no solo. Em termos de g, a aceleração gravitacional, que aceleração, supostamente constante, o objeto suportou durante a colisão?

19. Um foguete é lançado verticalmente para cima, e sobe com uma aceleração constante a durante um tempo t_0. O seu combustível acaba, e ele continua a se mover como uma partícula em queda livre. a) Qual é a altura máxima atingida pelo foguete? b) Qual é o tempo total decorrido entre o lançamento até o retorno ao solo? c) Represente graficamente a posição, a velocidade e a aceleração do foguete em função do tempo.

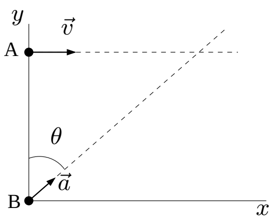
20. Um objeto é solto de uma ponte localizada a uma altura h acima do nível da água, caindo diretamente sobre um barco que se move com uma velocidade constante, e que estava a uma distância d do ponto de impacto quando o objeto foi largado. Qual é a velocidade do barco?

21. Um elevador aberto sobe com velocidade constante igual a $10\ \mathrm{m/s}$. Uma bola é lançada verticalmente para cima por um garoto dentro do elevador, quando o elevador está a 30 m do solo. A velocidade inicial da bola, em relação ao elevador, é de $20\ \mathrm{m/s}$. a) Qual é a altura máxima atingida pela bola? b) Quanto tempo demora para que a bola retorne ao elevador? Ignore a altura do garoto.

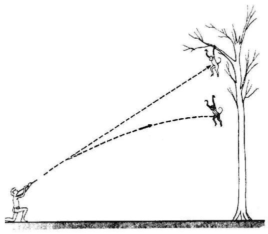
22. Um avião voa 482.7 km na direção leste, da cidade A para a cidade B, em 45 minutos e, depois, 965.4 km para o sul, da cidade B para a cidade C, em 1.5 h. a) Quais são o módulo, a direção e o sentido do vetor deslocamento que representa a viagem total? Quais são: b) o vetor velocidade média e c) a velocidade escalar média para a viagem?

23. Uma partícula move-se de modo que a sua posição como função do tempo, em unidades SI, é $\vec{r} = \vec{i} + 4t^2\vec{j} + t\vec{k}$. Escreva as expressões para: a) sua velocidade e b) sua aceleração.

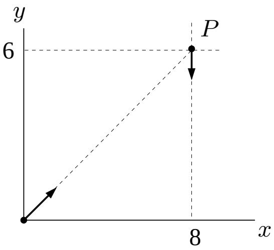
24. Uma partícula A move-se ao longo da reta $y = 30\,\mathrm{m}$, com uma velocidade constante $|\vec{v}| = 3\,\mathrm{m/s}$, paralela ao eixo x. Uma segunda partícula B, na origem, começa a se movimentar, a partir do repouso e com aceleração constante ($|\vec{a}| = 0.4\,\mathrm{m/s^2}$ no mesmo instante em que a partícula A passa pelo eixo y. Qual é o ângulo θ (entre $\vec{a}$ e o eixo vertical) em que esta situação poderá resultar em colisão?



25. Um índio, com uma zarabatana, quer atingir um macaco pendurado num galho e mira diretamente para o alvo. Este, ao ver a flecha deixar a arma, solta-se do galho no mesmo instante. Mostre que o macaco será atingido, qualquer que seja a velocidade inicial do dardo, desde que ela seja suficiente para cobrir a distância horizontal à árvore, antes de atingir o solo.

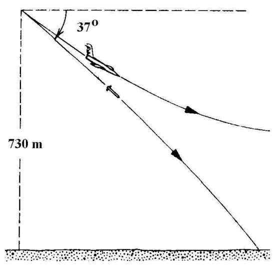


26. Um objeto B, inicialmente no ponto $P(8, 6)$ (em metros), parte do repouso e se desloca paralelamente ao eixo y, no sentido negativo. No mesmo instante, um objeto A parte da origem com uma velocidade v_o na direção do ponto P. Os dois objetos são acelerados na direção negativa de y a $2\,\mathrm{m/s^2}$. Calcule a velocidade inicial mínima do objeto A para que ele encontre B antes que este cruze o eixo $y = 0$. O que acontece para velocidades maiores do que este valor?

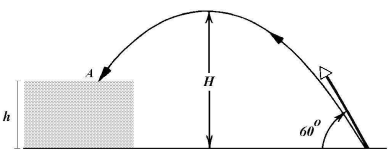


27. Um bloco é lançado de uma altura de 3.3 km, fazendo um ângulo de 35^o com a horizontal. a) Com que velocidade inicial deve ser ejetado de modo a cair a 9.4 km de distância? b) Quanto tempo permanece voando?

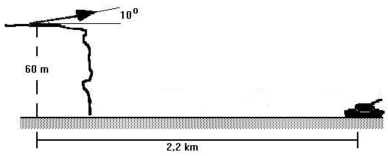
28. Um avião, fazendo um mergulho sob um ângulo de 37^o com a horizontal, larga um projétil de uma altitude de 730 m. O projétil atinge o solo depois de 5 s. a) Qual era a velocidade do avião? b) Qual é a distância horizontal percorrida pelo projétil? c) Qual é o vetor velocidade do projétil, e seu módulo, imediatamente antes dele atingir o solo?



29. Uma pedra é atirada, com velocidade inicial de $36.6\,\mathrm{m/s}$ e ângulo de 60^o com a horizontal, na direção de um rochedo de altura h. A pedra atinge o rochedo 5.5 s após o lançamento. Determine: a) a altura h do rochedo; b) a velocidade da pedra no instante do impacto no ponto A; c) a altura máxima H atingida a contar do solo e d) a distância horizontal entre o ponto de lançamento e o ponto onde a altura é máxima. e) Represente graficamente as componentes horizontal e vertical da velocidade, bem como as componentes horizontal e vertical da aceleração, em função do tempo.



30. Um canhão localiza-se a uma altura de 60 m acima de uma planície na qual, estacionado a uma distância horizontal de 2.2 km contada a partir do canhão, está um tanque inimigo. No mesmo instante o tanque começa a se afastar, com aceleração de $0.9\,\mathrm{m/s^2}$. Se o canhão disparar um projétil com velocidade de saída igual a $240\,\mathrm{m/s}$, com um ângulo de elevação de 10^o acima da horizontal, quanto tempo o artilheiro deverá esperar antes de fazer o disparo, para que o projétil atinja o tanque?



31. Um alvo encontra-se a 914 m de um rifle que pode disparar balas com uma velocidade de $1000\,\mathrm{m/s}$. O atirador mira diretamente (horizontalmente) para o alvo que se encontra a mesma altura do solo que o rifle. a) Qual é a distância abaixo do alvo que a bala atingirá? b) Qual é a inclinação, em relação a horizontal, que o atirador precisará impor ao rifle para atingir o alvo ?

32. a) Qual é a aceleração radial de um objeto no Equador terrestre, considerando apenas o movimento de rotação da Terra em torno de seu eixo? b) E qual é a aceleração radial de um objeto em Porto Alegre (30^o de latitude Sul)? Expresse suas respostas em função de g. O raio da Terra é 6.37×10^6 m.

33. Um menino gira uma pedra em uma circunferência localizada em um plano horizontal a 2 m acima do solo, por meio de um fio de 1.5 m de comprimento. Suponha que o fio arrebente, e a pedra seja atirada horizontalmente, atingindo o chão a 10 m de distância. Qual era a aceleração radial da pedra enquanto estava em movimento circular uniforme?

34. Três pessoas percorrem um corredor onde também existe uma esteira rolante. P_1, que caminha pelo corredor sem utilizar a calçada rolante, demora 150 s para percorrê-lo. P_2, que simplesmente fica em pé na esteira, percorre a mesma distância em 70 s, e P_3 não somente usa a esteira, como também caminha sobre ela. Quanto tempo P_3, que possui a mesma velocidade de P_1, gasta?

35. Um barco leva 20 s para ir de um ponto A a um ponto B, situados sobre a mesma margem de um rio, deslocando-se no sentido contrário ao da corrente. Quando ele volta do ponto B ao ponto A, o barco gasta a metade deste tempo. A velocidade do barco em relação à água é constante e igual a $8\,\mathrm{m/s}$. Calcule a) a distância AB e b) a velocidade da correnteza.

36. Quando dois automóveis movem-se uniformemente em sentidos contrários sobre uma estrada retilínea, aproximam-se 9 m a cada décimo de segundo. Quando se deslocam no mesmo sentido, com as mesmas velocidades originais, eles se aproximam 10 m a cada segundo. Calcule as velocidades originais destes automóveis.

37. A chuva cai verticalmente com uma velocidade constante de $8\,\mathrm{m/s}$. Para o motorista de um carro viajando a $50\,\mathrm{km/h}$, as gotas de chuva caem fazendo que ângulo com a vertical?

38. Um homem consegue remar um barco, em águas paradas, com uma velocidade de $4.5\,\mathrm{km/h}$. a) Suponha que ele esteja atravessando um rio em que a velocidade da correnteza vale $2\,\mathrm{km/h}$, e determine a direção segundo a qual deve orientar o barco para atingir um ponto diretamente oposto ao ponto de onde ele partiu numa das margens do rio. b) Se a largura do rio for igual a 3 km, quanto tempo levará para atravessar o rio nas condições do ítem anterior? c) Em que direção deveria orientar o barco se desejasse atravessar o rio no menor tempo possível?

RESPOSTAS: **1.** $1.7\,\mathrm{m/s}$; $2.1\,\mathrm{m/s}$ **2.** $3.75\,\mathrm{m/s}$; $1.25\vec{i}\,\mathrm{m/s}$ **3.** – **4.** – **5.** – **6.** $6.25\,\mathrm{m/s}$ **7.** a) $42\,\mathrm{cm/s}$; e) $40.5\,\mathrm{cm/s}$; f) $40.5\,\mathrm{cm/s}$; g) $9\,\mathrm{cm/s}$; **8.** $-0.45\,\mathrm{m/s^2}$; 3.3 s; .98 s **9.** $2\,\mathrm{m/s^2}$; $5\,\mathrm{m/s}$; $10\,\mathrm{m/s}$; 75 m **10.** $27\,\mathrm{m/s}$; 13.5 s **11.** $5.8\,\mathrm{m/s}$; **12.** 37.5 m; $44.1\,\mathrm{km/h}$; 7.7 s; $99.9\,\mathrm{km/h}$; $66.4\,\mathrm{km/h}$ **13.** – **14.** 0.75 s; $-6.2\,\mathrm{m/s^2}$; **15.** $27.4\,\mathrm{m/s}$; $5.3\,\mathrm{m/s}$; 38.2 m **16.** 1.16 m **17.** 11.25 m **18.** $96g$ **19.** $h = at_0^2(1 + a/g)/2$; $t = t_0(1 + a/g) + (at_0/g)\sqrt{1 + g/a}$ **20.** $v = d\sqrt{g/2h}$ **21.** 76 m do solo; 4.1 s **22.** 1079.4 km, -63.4^o; $214.5\vec{i} - 429.1\vec{j}$ (em $\mathrm{km/h}$); $643.6\,\mathrm{km/h}$ **23.** $\vec{v}(t) = 8t\vec{j} + \vec{k}$; $\vec{a}(t) = 8\vec{j}$ **24.** 60^o **25.** – **26.** $4.08\,\mathrm{m/s}$ **27.** $256\,\mathrm{m/s}$; 44.9 s **28.** $202\,\mathrm{m/s}$; 806 m; $161\vec{i} - 170.5\vec{j}$ (em $\mathrm{m/s}$) **29.** 26.1 m; $28.8\,\mathrm{m/s}$, 50.5^o com a horizontal; 51.3 m **30.** 5.6 s **31.** 4.09 m; 0.25^o **32.** $3.44 \times 10^{-3}g$; $3.12 \times 10^{-3}g$ **33.** $162.8\,\mathrm{m/s^2}$ **34.** 48 s **35.** 107 m; $2.67\,\mathrm{m/s}$ **36.** $40\,\mathrm{m/s}$; $50\,\mathrm{m/s}$ **37.** 60^o **38.** 26.4^o; 0.74 h; 90^o;