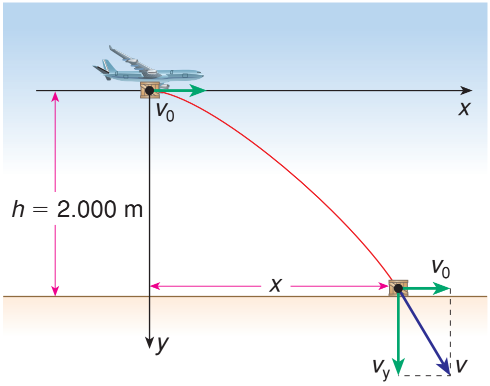
P.167



a) $S = \dfrac{gt^2}{2} \Rightarrow 2.000 = 5 \cdot t^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{t = 20 \text{ s}}$

b) $x = v_0 \cdot t \Rightarrow x = 250 \cdot 20 \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{x = 5.000 \text{ m}}$

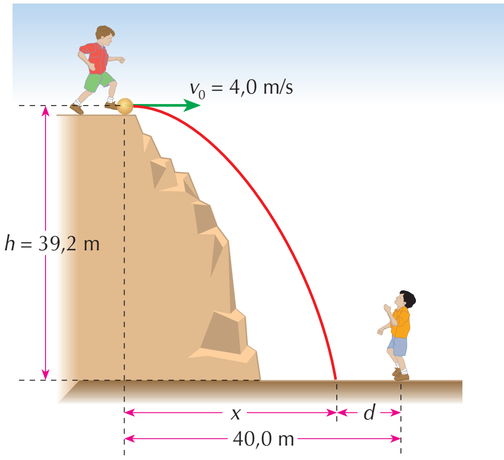
c) $v_y = v_{0_y} + gt$

$v_y = 0 + 10 \cdot 20$

$v_y = 200$ m/s

$v^2 = v_0^2 + v_y^2 \Rightarrow v^2 = (250)^2 + (200)^2 \Rightarrow \boxed{v \simeq 320 \text{ m/s}}$

P.168



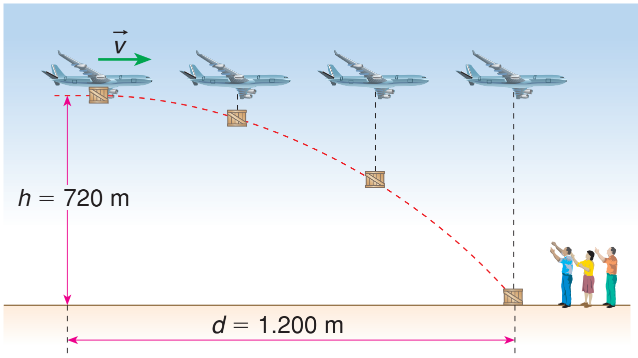
Tempo de queda: $h = \dfrac{gt^2}{2} \Rightarrow 39{,}2 = \dfrac{10t^2}{2} \Rightarrow t = 2{,}8$ s

Alcance horizontal:

$x = v_0 \cdot t = 4{,}0 \cdot 2{,}8 \Rightarrow x = 11{,}2$ m

$d = 40{,}0 - x \Rightarrow d = 40{,}0 - 11{,}2 \Rightarrow$ $\boxed{d = 28{,}8 \text{ m (à frente do segundo garoto)}}$

P.169 a) Em relação ao piloto, a trajetória é um **segmento de reta vertical**, isto é, em cada instante o pacote está exatamente abaixo do avião e afastando-se dele.



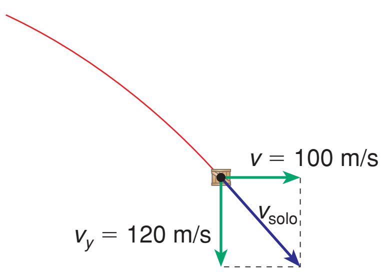
b) Em relação às pessoas no solo, o pacote descreve um **arco de parábola**.

c) $h = \dfrac{gt^2}{2} \Rightarrow 720 = 5t^2 \Rightarrow t^2 = 144 \Rightarrow \boxed{t = 12\text{ s}}$

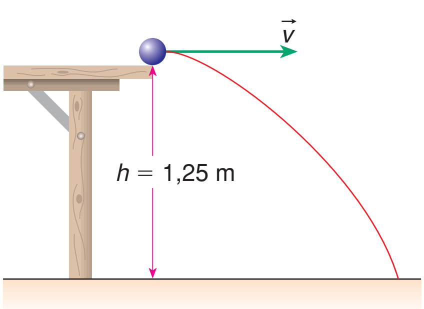
d) $d = vt \Rightarrow 1.200 = v \cdot 12 \Rightarrow \boxed{v = 100\text{ m/s}}$

e) $v_y = v_{0_y} + gt \Rightarrow v_y = 0 + 10 \cdot 12 \Rightarrow v_y = 120\text{ m/s}$

$v^2_{solo} = v^2 + v^2_y \Rightarrow v^2_{solo} = (100)^2 + (120)^2 \Rightarrow \boxed{v_{solo} \simeq 156{,}2\text{ m/s}}$

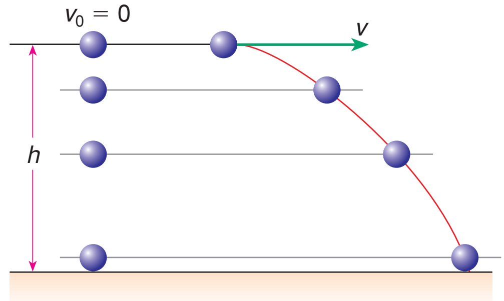


P.170 a)



b) $h = \dfrac{gt^2}{2} \Rightarrow 1{,}25 = 5t^2 \Rightarrow t^2 = 0{,}25 \Rightarrow \boxed{t = 0{,}5\text{ s}}$

c) O lançamento horizontal é o resultado da composição de dois movimentos independentes: a queda livre e o movimento horizontal. Esses movimentos são **simultâneos**. Por isso, o intervalo de tempo que a bolinha demora para atingir o chão, após ser lançada horizontalmente, é igual ao intervalo de tempo que ela demoraria se fosse abandonada a partir da borda da mesa.



Em cada instante, a bolinha em queda livre e a lançada horizontalmente estão na mesma horizontal.

d) $x = vt \Rightarrow x = 5 \cdot 0{,}5 \Rightarrow \boxed{x = 2{,}5\ \text{m}}$

e) $v_y = v_{0_y} + gt \Rightarrow v_y = 0 + 10 \cdot 0{,}5 \Rightarrow v_y = 5\ \text{m/s}$

$v_{\text{chão}}^2 = v^2 + v_y^2 \Rightarrow v_{\text{chão}}^2 = 5^2 + 5^2 \Rightarrow \boxed{v_{\text{chão}} \simeq 7\ \text{m/s}}$

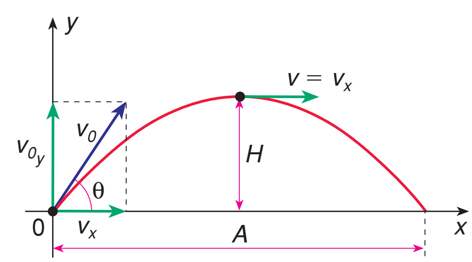
P.171 a) A velocidade mínima v é atingida no ponto mais alto da trajetória e é igual à componente v_x:

$v = v_x = v_0 \cdot \cos\theta$

$v = v_0 \cdot \cos 60°$

$v = 10 \cdot 0{,}50$

$\boxed{v = 5{,}0\ \text{m/s}}$



b) Basta fazer $v_y = 0$ em $v_y = v_{0_y} - gt$:

$v_{0_y} = v_0 \cdot \text{sen}\,\theta \Rightarrow v_{0_y} = 10 \cdot \text{sen}\,60° \Rightarrow v_{0_y} = 10 \cdot 0{,}86 \Rightarrow v_{0_y} = 8{,}6\ \text{m/s}$

$v_y = 8{,}6 - 10 \cdot t \Rightarrow 0 = 8{,}6 - 10 \cdot t_S \Rightarrow \boxed{t_S = 0{,}86\ \text{s}}$

c) Para o cálculo de H, fazemos $v_y = 0$ em $v_y^2 = v_{0_y}^2 - 2g \cdot \Delta y$.

Portanto:

$$0 = (8{,}6)^2 - 2 \cdot 10 \cdot H \Rightarrow \boxed{H \simeq 3{,}7\ \text{m}}$$

Para o cálculo de A, substituímos o tempo total do movimento em $x = v_x t$.

Temos: $t_T = 2 \cdot t_S = 2 \cdot 0{,}86 \Rightarrow t_T = 1{,}72\ \text{s}$

Como $v_x = 5{,}0\ \text{m/s}$, vem:

$$A = 5{,}0 \cdot 1{,}72 \Rightarrow \boxed{A = 8{,}6\ \text{m}}$$

P.172 a) $H = \dfrac{v_0^2 \cdot \text{sen}^2\,\theta}{2g} \Rightarrow 20 = \dfrac{v_0^2 \cdot \text{sen}^2\,\theta}{2 \cdot 10} \Rightarrow v_0 \cdot \text{sen}\,\theta = 20$

Mas $v_0 \cdot \text{sen}\,\theta = v_{0_y}$. Assim, temos: $v_y = v_{0_y} - gt \Rightarrow 0 = 20 - 10t_s \Rightarrow t_s = 2{,}0$ s

Portanto, o tempo de subida é: $\boxed{t_s = 2{,}0 \text{ s}}$

O tempo total do movimento é: $t_T = 2t_s \Rightarrow \boxed{t_T = 4{,}0 \text{ s}}$

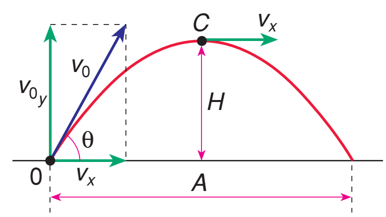
b) Conhecendo-se $v_{0_y} = 20$ m/s e $v_x = 5{,}0$ m/s tiramos v_0:

$v_0^2 = v_{0_y}^2 + v_x^2$

$v_0^2 = (20)^2 + (5{,}0)^2$

$v_0^2 = 425$

$\boxed{v_0 \simeq 20{,}6 \text{ m/s}}$



c) $\cos\theta = \dfrac{v_x}{v_0} \Rightarrow \cos\theta = \dfrac{5{,}0}{20{,}6} \Rightarrow \cos\theta \simeq 0{,}24$

Logo: $\boxed{\theta \text{ é o ângulo cujo cosseno é} \simeq 0{,}24}$

d) $x = v_x t \Rightarrow A = v_x t_T \Rightarrow A = 5{,}0 \cdot 4{,}0 \Rightarrow \boxed{A = 20 \text{ m}}$

P.173 $v_x = v_0 \cdot \cos 60° \Rightarrow v_x = 8{,}0 \cdot 0{,}5 \Rightarrow v_x = 4{,}0$ m/s

$v_{0_y} = v_0 \cdot \text{sen}\,60° \Rightarrow v_{0_y} = 8{,}0 \cdot 0{,}87 \Rightarrow v_{0_y} \simeq 7{,}0$ m/s

Cálculo do tempo de subida:

$$v_y = v_{0_y} - gt \Rightarrow 0 = 7{,}0 - 10 \cdot t_s \Rightarrow t_s = 0{,}7 \text{ s}$$

Cálculo do tempo total:

$$t_T = 2 \cdot t_s \Rightarrow t_T = 2 \cdot 0{,}7 \Rightarrow t_T = 1{,}4 \text{ s}$$

Cálculo do alcance A:

$$x = v_x \cdot t \Rightarrow A = v_x \cdot t_T \Rightarrow A = 4{,}0 \cdot 1{,}4 \Rightarrow \boxed{A = 5{,}6 \text{ m}}$$

Observação:

Poderíamos achar o alcance A aplicando diretamente a fórmula: $A = \dfrac{v_0^2 \cdot \text{sen}\,2\theta}{g}$

Logo:

$$A = \frac{(8{,}0)^2 \cdot \text{sen}\,120°}{10} \Rightarrow A = \frac{(8{,}0)^2 \cdot 0{,}87}{10} \Rightarrow \boxed{A = 5{,}6 \text{ m}}$$

P.174 $v_x = v_0 \cdot \cos\theta \Rightarrow v_x = 100 \cdot 0{,}80 \Rightarrow v_x = 80$ m/s

$v_{0_y} = v_0 \cdot \text{sen}\,\theta \Rightarrow v_{0_y} = 100 \cdot 0{,}60 \Rightarrow v_{0_y} = 60$ m/s

a) $v_y = v_{0_y} - gt \Rightarrow 0 = 60 - 10 \cdot t_S \Rightarrow \boxed{t_S = 6\text{ s}}$

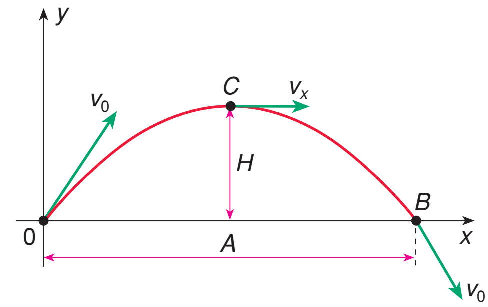
b) $t_T = 2 \cdot t_S \Rightarrow \boxed{t_T = 12\text{ s}}$

c) $x = v_x \cdot t \Rightarrow A = 80 \cdot 12 \Rightarrow \boxed{A = 960\text{ m}}$

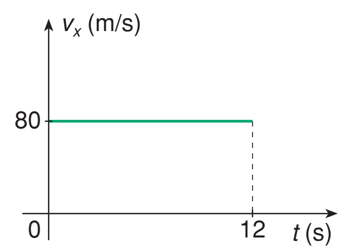
d) $v_y^2 = v_{0_y}^2 - 2 \cdot g \cdot \Delta s \Rightarrow 0 = (60)^2 - 2 \cdot 10 \cdot H \Rightarrow \boxed{H = 180\text{ m}}$

e) $\boxed{v_c = v_x = 80\text{ m/s}}$

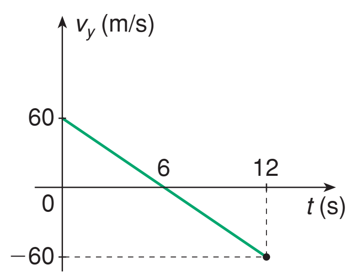
f) $\boxed{v_B = v_0 = 100\text{ m/s}}$



P.175



$v_x = 80$ m/s = constante



$v_y = v_{0_y} - gt \Rightarrow v_y = 60 - 10t \Rightarrow$

$$\Rightarrow \begin{cases} t = 0 \Rightarrow v_y = 60\text{ m/s} \\ \text{ou} \\ t = 6\text{ s} \Rightarrow v_y = 0 \\ \text{ou} \\ t = 12\text{ s} \Rightarrow v_y = -60\text{ m/s} \end{cases}$$

P.176 a) $v_{0_y} = v_0 \cdot \text{sen}\ \theta$

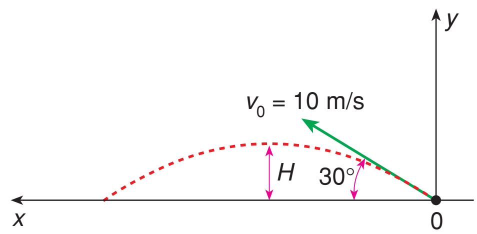
$v_{0_y} = 10 \cdot \text{sen}\ 30°$

$v_{0_y} = 5\ \text{m/s}$

$v_y^2 = v_{0_y}^2 - 2gy$

$0 = 5^2 - 2 \cdot 10 \cdot H$

$\boxed{H = 1{,}25\ \text{m}}$



b) Cálculo do tempo de subida:

$v_y = v_{0_y} - g \cdot t \Rightarrow 0 = 5 - 10 \cdot t_s \Rightarrow t_s = 0{,}5\ \text{s}$

Tempo de voo: $\boxed{t_{\text{vôo}} = 2t_s = 1{,}0\ \text{s}}$

P.177 a) $v_0 = 108\ \text{km/h} = 30\ \text{m/s}$

$v_{0_y} = v_0 \cdot \text{sen}\ 32°$

$v_{0_y} = 30 \cdot 0{,}53$

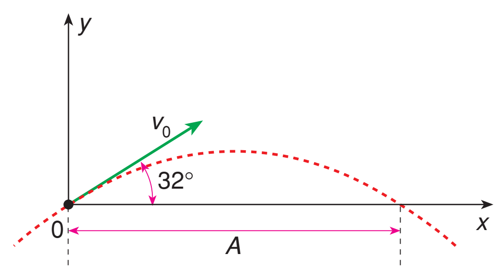
$v_{0_y} = 15{,}9\ \text{m/s}$

Cálculo do tempo de subida:

$v_y = v_{0_y} - g \cdot t$

$0 = 15{,}9 - 10 \cdot t_s$

$t_s = 1{,}59\ \text{s}$



Tempo de voo:

$t_{\text{vôo}} = 2t_s \Rightarrow \boxed{t_{\text{vôo}} = 3{,}18\ \text{s}}$

b) Cálculo do alcance A:

$v_x = v_0 \cdot \cos\ \theta$

$v_x = 30 \cdot \cos\ 32°$

$v_x = 30 \cdot 0{,}85$

$v_x = 25{,}5\ \text{m/s}$

De $x = v_x \cdot t$, vem:

$A = v_x \cdot t_{\text{vôo}} \Rightarrow A = 25{,}5 \cdot 3{,}18 \Rightarrow A = 81{,}09\ \text{m}$

Como cada fusca ocupa uma vaga de 2,1 m de largura, concluímos que o número de fuscas é dado por:

$$N = \frac{81{,}09}{2{,}1} = 38{,}61 \Rightarrow \boxed{N = 38\ \text{fuscas}}$$

P.178 a) $x = v_0 t \Rightarrow \boxed{x = 50t \text{ (SI)}}$

$$y = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow \boxed{y = 5t^2 \text{ (SI)}}$$

b) De $x = 50t$, temos: $t = \dfrac{x}{50}$

Em $y = 5t^2$, resulta: $y = 5 \cdot \left(\dfrac{x}{50}\right)^2 \Rightarrow \boxed{y = \dfrac{x^2}{500}}$ (arco de parábola)

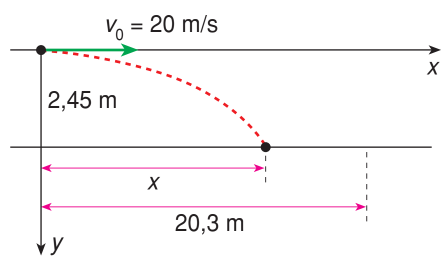
c) $t = 10 \text{ s} \Rightarrow \boxed{x = 500 \text{ m e } y = 500 \text{ m}}$

d) $v_x = 50 \text{ m/s}$

$v_y = gt = 10 \cdot 10 \Rightarrow v_y = 100 \text{ m/s}$

$v^2 = v_x^2 + v_y^2 \Rightarrow v^2 = 50^2 + 100^2 \Rightarrow \boxed{v \simeq 112 \text{ m/s}}$

P.179 Tempo de queda:



$$s = \frac{1}{2}gt^2$$

$$2{,}45 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$$

$t = 0{,}7 \text{ s}$

Alcance x:

$x = v_0 \cdot t$

$x = 20 \cdot 0{,}7$

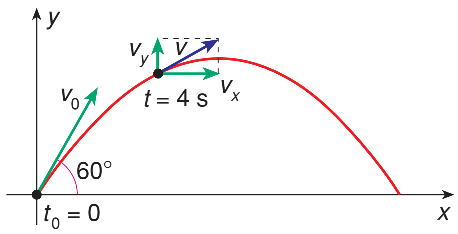
$x = 14 \text{ m}$

O outro rapaz deve percorrer $\Delta s = 6{,}3 \text{ m}$ (20,3 m − 14 m) no intervalo de tempo $\Delta t = 0{,}7 \text{ s}$.

Logo, sua velocidade será:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{6{,}3 \text{ m}}{0{,}7 \text{ s}} \Rightarrow \boxed{v = 9 \text{ m/s}}$$

P.180



Cálculo de v_x:

$$v_x = v_0 \cdot \cos 60° \Rightarrow v_x = 100 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow v_x = 50 \text{ m/s}$$

Cálculo de v_y:

$$v_y = v_{0_y} - gt \Rightarrow v_y = v_0 \cdot \text{sen } 60° - gt \Rightarrow v_y = 100 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 10 \cdot 4 \Rightarrow v_y \simeq 46{,}5 \text{ m/s}$$

A velocidade vetorial do projétil 4 s após o lançamento é dada por:

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 \Rightarrow v^2 = (50)^2 + (46{,}5)^2 \Rightarrow \boxed{v \simeq 68{,}3 \text{ m/s}}$$

P.181

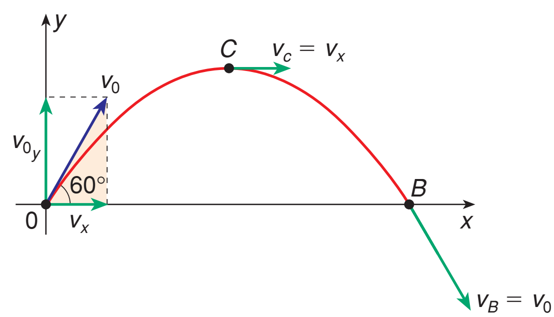
Sendo $v_c = 30$ m/s,
vem: $v_x = 30$ m/s

No triângulo destacado na figura:

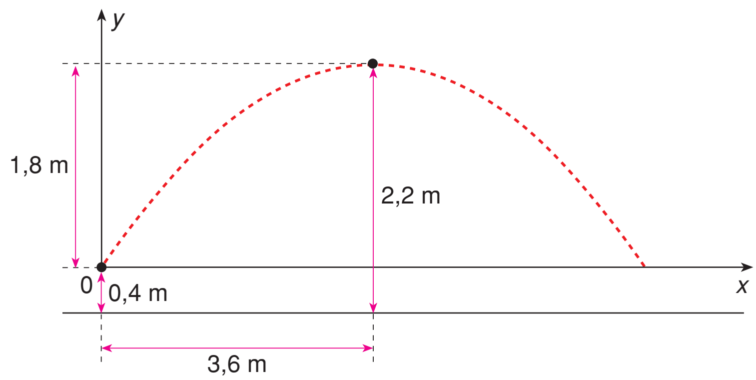
$$\cos 60° = \frac{v_x}{v_0} \Rightarrow 0{,}50 = \frac{30}{v_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0 = 60 \text{ m/s}$$

Como $v_B = v_0$, temos: $\boxed{v_B = 60 \text{ m/s}}$



P.182 a)



$v_y^2 = v_{0_y}^2 - 2gy$

$0 = v_{0_y}^2 - 2 \cdot 10 \cdot 1{,}8$

$v_{0_y}^2 = 36 \Rightarrow v_{0_y} = 6{,}0$ m/s

Tempo de subida:

$v_y = v_{0_y} - g \cdot t \Rightarrow 0 = 6{,}0 - 10 \cdot t_s \Rightarrow \boxed{t_s = 0{,}6 \text{ s}}$

b) $x = v_x \cdot t \Rightarrow 3{,}6 = v_x \cdot 0{,}6 \Rightarrow v_x = 6{,}0$ m/s

Como $v_x = v_{0_y} = 6{,}0$ m/s, concluímos que o ângulo de lançamento θ é igual a 45°.

P.183 a) Como o lançamento é horizontal, o que se percebe pelo segundo gráfico, o movimento na direção horizontal é uniforme. Então, a velocidade horizontal da flecha vale:

$v_x = \dfrac{\Delta x}{\Delta t}$, em que $\Delta x = 3$ m e $\Delta t = 2$ s

Logo: $v_x = \dfrac{3}{2} \Rightarrow \boxed{v_x = 1{,}5 \text{ m/s}}$

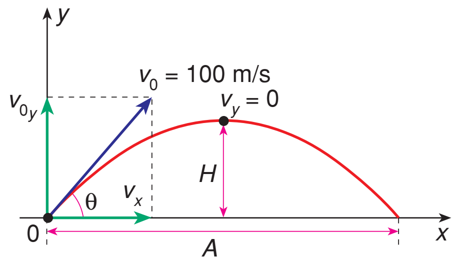
b) Na direção vertical a velocidade inicial é nula, pois se trata de um lançamento horizontal: $\boxed{v_{0_y} = 0}$

c) O movimento vertical é MUV com $\alpha = -g$. Então: $y = y_0 + v_{0_y} t + \dfrac{\alpha t^2}{2}$

Temos $y_0 = 4$ m e $y = 0$ no instante $t = 2$ s (para $x = 3$ m). Logo:

$0 = 4 - \dfrac{g \cdot 4}{2} \Rightarrow 2g = 4 \Rightarrow \boxed{g = 2 \text{ m/s}^2}$

P.184



$$\theta = 30° \Rightarrow \begin{cases} \text{sen } 30° = 0{,}5 \\ \cos 30° = \dfrac{\sqrt{3}}{2} \simeq 0{,}9 \end{cases}$$

a) $v_{0_y} = v_0 \cdot \text{sen } \theta \Rightarrow v_{0_y} = 100 \cdot 0{,}5 \Rightarrow v_{0_y} = 50$ m/s

$v_y = v_{0_y} - gt \Rightarrow 0 = 50 - 10t_s \Rightarrow t_s = 5$ s (tempo de subida)

$t_T = 2t_s = 2 \cdot 5 = 10$ s (tempo total)

$v_x = v_0 \cdot \cos \theta = 100 \cdot 0{,}9 \Rightarrow v_x = 90$ m/s

$x = v_x t \Rightarrow A = v_x \cdot t_T \Rightarrow A = 90 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{A = 900 \text{ m}}$

b) Cálculo da altura máxima (H) segundo Salviati:

$y = y_0 + v_{0_y}t - \dfrac{gt^2}{2}$, em que $y = H$ para $t = t_s = 5$ s

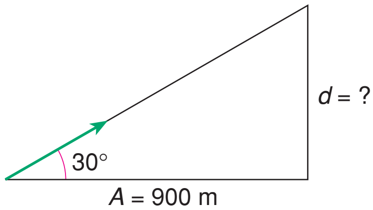
Logo: $H = 50 \cdot 5 - \dfrac{10 \cdot 5^2}{2} \Rightarrow H = 250 - 125 \Rightarrow \boxed{H = 125 \text{ m}}$

c) Cálculo da altura máxima (d) segundo Simplício:

$\text{tg } 30° = \dfrac{d}{A}$

Como $\text{tg } 30° = \dfrac{\sqrt{3}}{3} \simeq \dfrac{1{,}8}{3} = 0{,}6$, temos:

$0{,}6 = \dfrac{d}{900} \Rightarrow \boxed{d = 540 \text{ m}}$



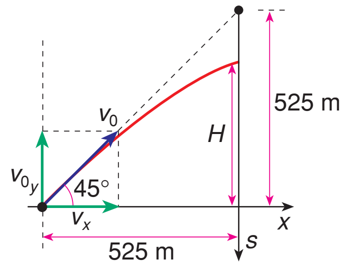
P.185 A velocidade mínima corresponde à bala atingir o objeto no solo. O tempo de queda do objeto é dado por:

$s = \dfrac{gt^2}{2} \Rightarrow 80 = 5t^2 \Rightarrow t = 4$ s

Durante 4 s a bala avança 200 m na horizontal com movimento uniforme. Logo:

$v = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \dfrac{200}{4} \Rightarrow \boxed{v = 50 \text{ m/s}}$

P.186



a) Movimento horizontal do projétil:

$x = v_x \cdot t \Rightarrow x = v_0 \cdot \cos 45° \cdot t \Rightarrow 525 = 200 \cdot 0,7 \cdot t \Rightarrow \boxed{t = 3,75\ \text{s}}$

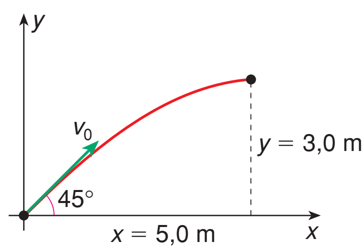
b) Função horária do objeto:

$s = \dfrac{gt^2}{2} \Rightarrow s = 5 \cdot (3,75)^2 \Rightarrow s \simeq 70,3\ \text{m}$

Relativamente ao solo o encontro ocorrerá a:

$H \simeq 525 - 70,3 \Rightarrow \boxed{H \simeq 454,7\ \text{m}}$

P.187



Movimento horizontal:

$$\begin{cases} x = v_0 \cdot \cos 45° \cdot t \\ 5,0 = v_0 \cdot \dfrac{\sqrt{2}}{2} \cdot t \quad (1) \end{cases}$$

Movimento vertical:

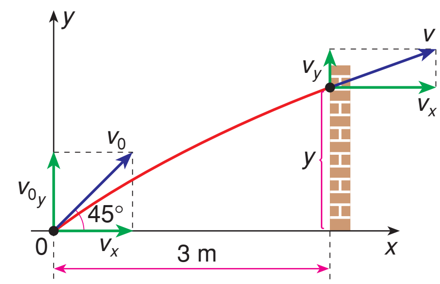
$$\begin{cases} y = v_{0y} \cdot t - \dfrac{gt^2}{2} \\ y = v_0 \cos 45° \cdot t - 5t^2 \\ 3,0 = v_0 \cdot \dfrac{\sqrt{2}}{2} \cdot t - 5t^2 \quad (2) \end{cases}$$

De (1) e (2): $3,0 = 5,0 - 5 \cdot \left(\dfrac{2 \cdot 5,0}{v_0 \cdot \sqrt{2}}\right)^2 \Rightarrow \boxed{v_0 \simeq 11,2\ \text{m/s}}$

P.188 a) $v_x = v_0 \cdot \cos 45° \Rightarrow v_x = 10 \cdot 0{,}7 \Rightarrow$

$\Rightarrow v_x = 7 \text{ m/s}$

$x = v_x \cdot t \Rightarrow 3 = 7 \cdot t \Rightarrow \boxed{t \simeq 0{,}43 \text{ s}}$



b) $v_{0_y} = v_0 \cdot \text{sen } 45° \Rightarrow v_{0_y} = 10 \cdot 0{,}7 \Rightarrow$

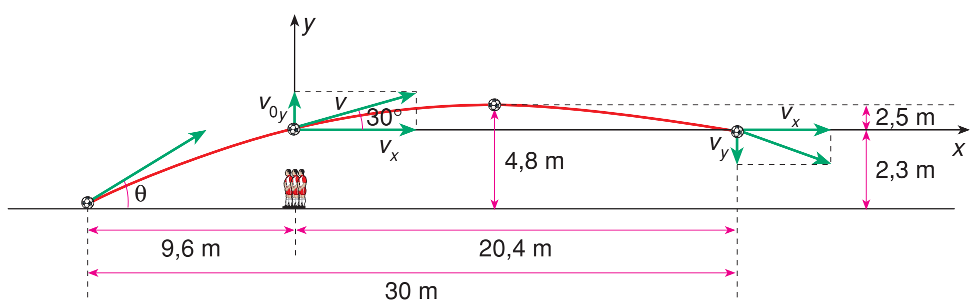
$\Rightarrow v_{0_y} = 7 \text{ m/s}$

$$y = v_{0_y} \cdot t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow y = 7 \cdot 0{,}43 - 5 \cdot (0{,}43)^2 \Rightarrow \boxed{y \simeq 2{,}1 \text{ m}}$$

c) $v_y = v_{0_y} - gt \Rightarrow v_y = 7 - 10 \cdot 0{,}43 \Rightarrow v_y = 2{,}7 \text{ m/s}$

$v^2 = v_x^2 + v_y^2 \Rightarrow v^2 = 7^2 + (2{,}7)^2 \Rightarrow \boxed{v \simeq 7{,}5 \text{ m/s}}$

P.189 a)



$v_y^2 = v_{0_y}^2 - 2 \cdot g \cdot y$

Ao atingir o ponto mais alto, temos $v_y = 0$. Assim:

$0 = v_{0_y}^2 - 2 \cdot 9{,}8 \cdot 2{,}5$

$v_{0_y}^2 = 49$

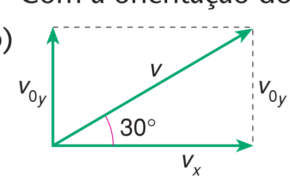
$v_{0_y} = 7{,}0 \text{ m/s}$

A componente vertical da velocidade da bola ao chegar ao gol tem módulo igual a v_{0_y}:

$$\boxed{|v_y| = v_{0_y} = 7{,}0 \text{ m/s}}$$

Com a orientação do eixo y para cima, temos: $\boxed{v_y = -7{,}0 \text{ m/s}}$

b)



$$tg\ 30° = \frac{v_{0y}}{v_x} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{7{,}0}{v_x} \Rightarrow v_x = 7{,}0 \cdot \sqrt{3} \text{ m/s}$$

$x = v_x \cdot t \Rightarrow 20{,}4 = 7{,}0 \cdot \sqrt{3} \cdot t \Rightarrow \boxed{t \simeq 1{,}7 \text{ s}}$