46P, 4ª Edição, Halliday, pag. 31

41

$0 \longrightarrow 60\,Km/h$ em $5{,}4\,s$.

$\Rightarrow$ (a) $a_m = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{60\,Km/h}{5{,}4\,s} = \dfrac{60}{5{,}4}\,\dfrac{Km}{h.s}$

$$a_m = \frac{60}{5{,}4}\cdot\frac{1000\,m}{3600\,s.s} = \frac{6\times10^4}{19440}\,m/s^2$$

$$a_m = 3{,}09\times10^{-4}\times10^{4}\,m/s^2$$

$$\boxed{a_m \cong 3{,}1\,m/s^2}$$

(b) Se $a = a_0 = cte$

$\Rightarrow S = S_0 + V_0t + \dfrac{a_0t^2}{2}$, se $V_0 = 0$

$\Rightarrow \Delta S = \dfrac{a_0t^2}{2} \Rightarrow \Delta S = \dfrac{3{,}1 . 5{,}4^2}{2}\,\dfrac{m}{\cancel{s^2}}.\cancel{s^2}$

$$\boxed{\Delta S = 45{,}2\,m}$$

(c) $\Delta S = \frac{1}{2}at^2$

$t = \sqrt{\dfrac{2\Delta S}{a}}$, para $\Delta S = 0{,}25\,Km = 0{,}25\times1000\,m$

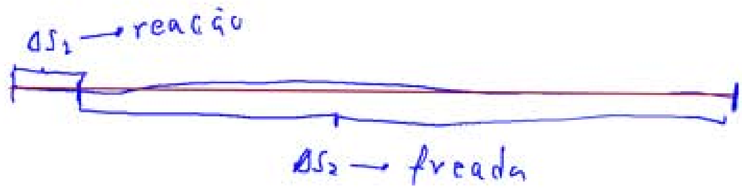
$\Delta S = 250\,m$

$\Rightarrow t = \sqrt{\dfrac{2.250\,m}{3{,}1\,\frac{m}{s^2}}}$ $\qquad t = \sqrt{\dfrac{2\times250}{3{,}1}}\cdot\sqrt{\dfrac{\cancel{m}.s^2}{\cancel{m}}}$

$$\boxed{t \simeq 12{,}7\,s}$$

—//—

51P Ilustrando

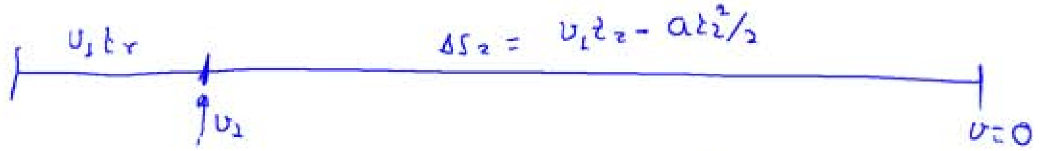


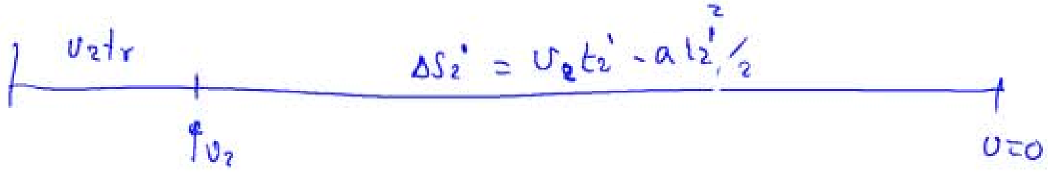
$\Rightarrow \Delta S_1 + \Delta S_2 = 56\,m$, $V_0 = 80\,Km/h$

e $\Delta S_1 + \Delta S_2 = 24\,m$, $V_0 = 50\,Km/h$

a) obter o tempo de reação t_R

b) obter o módulo da aceleração





$$0 = v_1^2 + 2a\Delta S_2 \rightarrow \Delta S_2 = \frac{-v_1^2}{2a}$$

e

$$0 = v_2^2 + 2a\Delta S_2' \rightarrow \Delta S_2' = \frac{-v_2^2}{2a}$$

$$\left.\begin{array}{l} \Delta S = v_1 t_r + \Delta S_2 \\ \Delta S' = v_2 t_r + \Delta S_2' \end{array}\right\} \quad \begin{array}{ll} \Delta S = v_1 t_r - \dfrac{v_1^2}{2a} & (1) \\ \Delta S' = v_2 t_r - \dfrac{v_2^2}{2a} & (2) \end{array}$$

de (1) $\rightarrow 2a\Delta S = 2a v_1 t_r - v_1^2$

$$\rightarrow 2a(\Delta S - v_1 t_r) = -v_1^2$$

$$\rightarrow a = \frac{v_1^2}{2(v_1 t_r - \Delta S)}$$

em (2)

$$\Delta S' = v_2 t_r - \frac{v_2^2}{2v_1^2} 2(v_1 t_r - \Delta S) = v_2 t_r - \frac{v_2^2}{v_1} t_r + \frac{v_2^2}{v_1^2}\Delta S$$

$$\rightarrow t_r\left(v_2 - \frac{v_2^2}{v_1}\right) = \Delta S' - \frac{v_2^2 \Delta S}{v_1^2}$$

$$t_r = \frac{\Delta S' - \frac{v_2^2}{v_1^2}\Delta S}{v_2 - \frac{v_2^2}{v_1}}, \quad \text{com os dados} = \frac{0{,}024 - \frac{50^2}{80^2} \cdot 0{,}056}{50 - \frac{50^2}{80}} \text{ h}$$

$$t_r = \frac{0{,}002125}{18{,}75} \text{ h} = 1{,}133 \times 10^{-4} \text{ h} = 1{,}133 \times 10^{-4} \times 3600 \text{ s}$$

$$t_r = 0{,}408 \text{ s}$$

$$a = \frac{v_1^2}{2(v_1 t_r - \Delta S)} = \frac{80^2}{2(80 \times 0{,}0001133 - 0{,}056)} = -68181{,}4 \text{ km/h}^2$$

$a = -5{,}26$ m/s²

Queda livre:

A força gravitacional é do tipo:

$F_G = -\frac{GMm}{r^2}$, onde $\begin{cases} G = \text{constante de proporcionalidade} \\ M = \text{Massa da terra} \\ m = \text{massa de algo na vizinhança da terra} \\ r = \text{distância entre } m \text{ e } M. \end{cases}$

Masss, como veremos mais a frente, a 2ª lei de Newton diz:

$F = ma$

igualando: $ma = -\frac{GMm}{r^2} \Rightarrow a = -\frac{GM}{r^2}$ (Eq. 1-43)

Significa: "A aceleração devido à atração gravitacional sobre um objeto de massa m, não depende de m"

⇨ Todos os corpos sentem a mesma aceleração gravitacional.

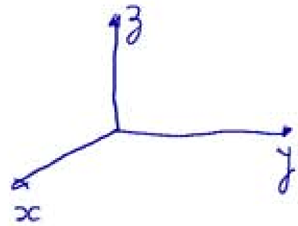
⇨ Objetos com massa diferentes, se soltos de uma mesma altura, chegam juntos ao chão.

⇒ Utiliza-se $\underline{g}$ para representar a aceleração gravitacional. g depende de r. Contudo, para nossa experiência diária, onde lidamos com pequenas variações de $\underline{r}$ (que não promovem mudanças significativas de g), considera-se $g = cte$. A saber, próximo à superfície da terra $g \cong -9{,}8 \, m/s^2$

➡ Para movimentos unidimensionais de corpo livre sob a ação de g, o movimento na vertical é do tipo com aceleração constante $g \simeq -9{,}8\, m/s^2$, e as e equações são as do MRUV com $a = g$.

$$\begin{cases} V = V_0 + gt \\ z = z_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \\ V^2 = V_0^2 + 2g\Delta \\ z = z_0 + \left(\frac{V + V_0}{2}\right) \cdot t \\ z = z_0 + vt - \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$

"z é uma variável adequada para o movimento vertical, dado o sistema referencial que adotamos.



Exemplos:

86P, 4ª Edição, Halliday

Um balão sobe com velocidade de $12\, m/s$ e, quando está a $80 m$ de altura, um pacote se desprende dele. (a) Em quanto tempo o pacote atinge o solo? (b) Com que velocidade chega ao solo?

Solução.

"$v_z = z'(t)$"

a velocidade inicial do pacote é igual a do balão:

$v_{0z} = 12\, m/s$, em $z_0 = 80 m$

$z = 0$ "chão"

$$z = z_0 + v_{0z} t + \frac{1}{2} g t^2$$

"Não temos t"

$$0 = 80 + 12t - \frac{9{,}8}{2} \cdot t^2$$

$$t = \frac{-12 \pm \sqrt{144 + 4 \cdot \frac{9{,}8 \cdot 80}{2}}}{-9{,}8} \rightarrow \cancel{\approx -3 s} \quad ; \quad \approx 5{,}44 s$$

(b) $v_z = v_{0z} + gt$

$$v_{(z=0)} = 12 - 9{,}8 \cdot t$$

$$v_{(z=0)} = 12 - 9{,}8 \cdot 5{,}44$$

$$\boxed{v_{(z=0)} \cong -41{,}3 \ m/s}$$

— // —

etc...

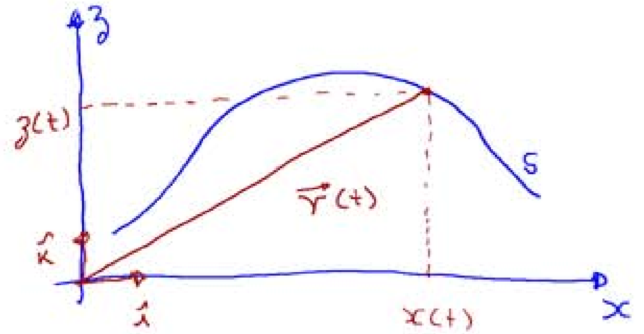
— // —

Movimento em 2 e 3 dimensões.

A teoria já foi apresentada. Neste ponto, vamos exemplificar aplicando o que foi estudado, em exemplos específicos.

Bidimensional.

Podemos posicionar nosso sistema de referência, tal que o plano xz coincida com o plano do movimento:



$$\Rightarrow \vec{r}(t) = x(t)\hat{\imath} + z(t)\hat{k}$$

A abordagem vetorial é adequada para problemas em mais de uma dimensão. Isso porque trata-se simultaneamente, mas individualmente (em $\hat{\imath}$ e $\hat{k}$) os dois movimentos (em x e z).