02 de abril de 2026 – Prof. Maurício Gobbi – Aluno:

$$v = \dot{s} = ds/dt;\ a = \dot{v} = dv/dt = \ddot{s} = d^2s/dt^2.\ v_t = \dot{s} = \rho\dot{\beta};\ \ v_n = 0;\ a_t = \dot{v} = \rho\ddot{\beta} + \dot{\rho}\dot{\beta};\ a_n = v^2/\rho = \rho\dot{\beta}^2.$$

$$v_r = \dot{r};\ v_\theta = r\dot{\theta};\ v_z = \dot{z};\ a_r = \ddot{r} - r\dot{\theta}^2;\ a_\theta = r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta};\ a_z = \ddot{z};\ v_R = \dot{R};\ v_\theta = R\dot{\theta}\cos\phi;\ v_\phi = R\dot{\phi};\ \omega = \dot{\theta};\ \alpha = \dot{\omega};\ \omega d\omega = \alpha d\theta$$

$$\mathbf{v} = \boldsymbol{\omega}\times\mathbf{r};\ \mathbf{a}_n = \boldsymbol{\omega}\times(\boldsymbol{\omega}\times\mathbf{r});\ \mathbf{a}_t = \boldsymbol{\alpha}\times\mathbf{r};\ \mathbf{v}_A = \mathbf{v}_B + \mathbf{v}_{A|B} = \mathbf{v}_B + (\boldsymbol{\omega}\times\mathbf{r}) + \mathbf{v}_{\text{rel}};\ \mathbf{a}_A = \mathbf{a}_B + \mathbf{a}_{A|B} = \dot{\boldsymbol{\omega}}\times\mathbf{r} + \boldsymbol{\omega}\times(\boldsymbol{\omega}\times\mathbf{r}) + 2\boldsymbol{\omega}\times\mathbf{v}_{\text{rel}} + \mathbf{a}_{\text{rel}};$$

$$\mathbf{G} = \sum m_i\mathbf{v}_i\ ;\ \sum\mathbf{F} = \dot{\mathbf{G}};\ \mathbf{H}_O = \sum\mathbf{r}_i\times m_i\mathbf{v}_i\ ;\ \sum\mathbf{M}_O = \dot{\mathbf{H}}_O\ ;\mathbf{H}_G = \sum\boldsymbol{\rho}_i\times m_i\dot{\boldsymbol{\rho}}_i\ ;\ \sum\mathbf{M}_G = \dot{\mathbf{H}}_G\ ;$$

$$T_1 + U_{1-2} = T_2\ ;\ T_1 + V_1 + U'_{1-2} = T_2 + V_2\ ;\ T = \sum\frac{1}{2}m_i\|\mathbf{v}_i\|^2\ ;\ U_{1-2} = \int_1^2\mathbf{v}\cdot d\mathbf{s}\ ;\ V = \frac{1}{2}kx^2\ ;\ V = mgh$$

$$\sum\mathbf{F} = \dot{m}\Delta\mathbf{v}\ \ ,\quad \sum F = m\dot{v} + \dot{m}u\ \ ;\ \text{Lei dos senos: } L_A/\text{sen}\,\theta_A = L_B/\text{sen}\,\theta_B$$

1 [25]. Sabe-se que uma partícula em movimento retilíneo, tem velocidade em função da sua posição s dada pela fórmula $v = k\sqrt{s}$, com v em mm/s, s em mm, $k = 0.2$ mm$^{1/2}$/s. Se a velocidade em $t = 0$ s é 3 mm/s, determine: (a) [10] a posição; (b) [5] velocidade e (c) [5] aceleração como funções do tempo; (d) [5] calcule em qual instante a partícula atinge a velocidade 15 mm/s.

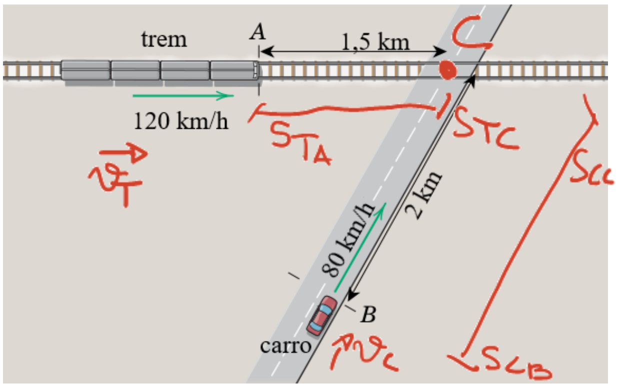
$v = k s^{\frac{1}{2}} \Rightarrow \frac{ds}{dt} = k s^{\frac{1}{2}} \Rightarrow s^{-\frac{1}{2}} ds = k\,dt \Rightarrow 2 s^{\frac{1}{2}} = C + kt$

$s = \left(\frac{C + kt}{2}\right)^2$; $v = k\left(\frac{C+kt}{2}\right)$; $v(0) = 3 = 0{,}2\,\frac{C}{2} \Rightarrow C = 30$ mm$^{1/2}$

$\Rightarrow$ (a) $s = (15 + 0{,}1t)^2$; (b) $v = 0{,}2(15 + 0{,}1t)$; (c) $a = \frac{dv}{dt} = 0{,}02\,\frac{mm}{s^2}$

(d) $15 = 0{,}2(15 + 0{,}1t) \Rightarrow t = \left[\frac{15}{0{,}2} - 15\right]/0{,}1 = 600$ s.

2 [25]. Na figura, o trem com 120 km/h aplica o freio a partir do ponto A e desacelera a uma taxa constante tal que 750 m depois do ponto A sua velocidade já caiu para 90 km/h. No instante que o trem passou pelo ponto A o carro mostrado tinha 80 km/h e decide passar pelo cruzamento antes do trem. Determine a aceleração do carro a partir de B para que ele passe pelo cruzamento 4 segundos antes do trem.



Desaceleração do trem:

$$v_1^2 - v_0^2 = 2a\Delta S \Rightarrow \left(\frac{90}{3,6}\right)^2 - \left(\frac{120}{3,6}\right)^2 = 2a(750)$$

$$a = -0,324 \text{ m/s}^2$$

tempo para trem atingir o cruzamento de A:

$$S_{TC} = S_{TA} + v_{TA} t_{AC} + \frac{1}{2} a_T t_{AC}^2$$

$$1500 = 0 + \frac{120}{3,6} t_{AC} - \frac{0,324}{2} t_{AC}^2 \Rightarrow t_{AC} = 66 \text{ s}$$

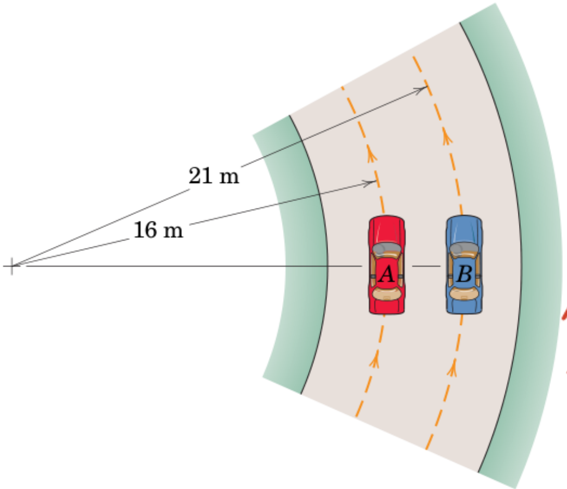
$\Rightarrow$ Carro deve atingir C em $66 - 4 = 62$ s.

$\Rightarrow S_{CC} = S_{CB} + v_{CB} t_{BC} + \frac{1}{2} a_C t_{BC}^2$, com $t_{BC} = 62$ s, $v_{CB} = \frac{80}{3,6}$ m/s, $S_{CC} = 2000$ m, $S_{CB} = 0$

$$2000 = 0 + \left(\frac{80}{3,6}\right)(62) + \frac{1}{2} a_C (62)^2$$

$$a_C = 1,03 \text{ m/s}^2$$

3 [25]. A pista mostrada é totalmente horizontal. Sabendo que a máxima aceleração normal possível (antes do carro derrapar) é 0,88g (g é a gravidade igual a 9,8 m/s^2), determine a máxima velocidade dos carros A e B na curva.

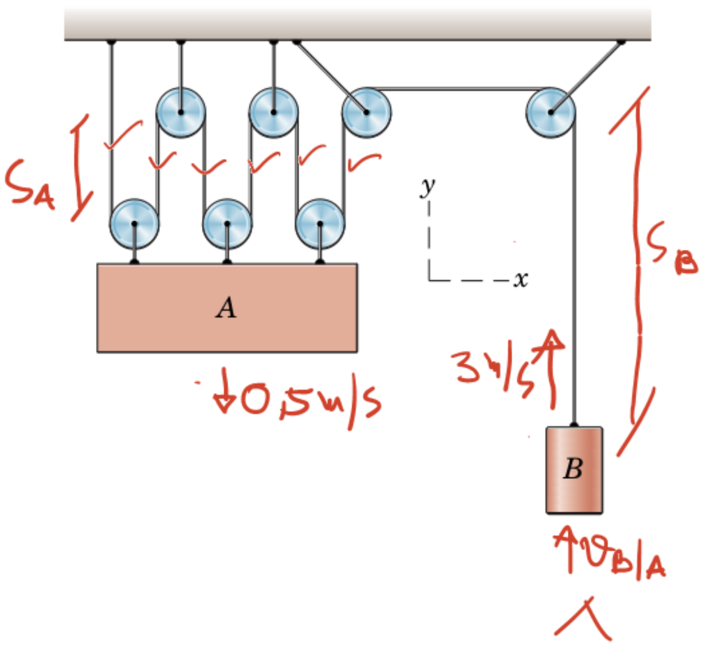


$$\frac{v^2}{\rho} = a_n \,, \quad v_{max} = \sqrt{\rho a_{max}}$$

A: $v_{max} = \sqrt{16 \times 0{,}88 \times 9{,}8} = 11{,}7\ m/s = 42\ km/h$

B: $v_{max} = \sqrt{21 \times 0{,}88 \times 9{,}8} = 13{,}5\ m/s = 48\ km/h$

4 [25]. No instante representado na figura, um observador em A percebe o corpo B com velocidade $\boldsymbol{V}_{B|A} = 3{,}5\boldsymbol{j}$ m/s. Determine a velocidade absoluta de cada corpo (A e B) nesse instante. Você pode supor que a superfície superior do corpo A permanece na horizontal.



$$v_B = v_A + v_{B|A}$$

$$s_B + 6 s_A = cte$$

$$\frac{ds_B}{dt} + 6\frac{ds_A}{dt} = 0$$

$$v_B + 6 v_A = 0$$

$$v_A + v_{B|A} + 6 v_A = 0$$

$$7 v_A + v_{B|A} = 0$$

$$v_A = -\frac{v_{B|A}}{7} = -\frac{3{,}5}{7}$$

$$\Rightarrow \underset{\sim}{v_A} = -0{,}5 \text{ m/s } \hat{\underset{\sim}{j}}$$

$$\Rightarrow v_B = -0{,}5 + 3{,}5 = 3 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow \underset{\sim}{v_B} = 3 \text{ m/s } \hat{\underset{\sim}{j}}$$