

## 03 – Movimento: conceitos cinemáticos

### Exercícios Propostos

#### Exercício 3.1

A velocidade do som no ar é de cerca de  $340\text{ m/s}$ . Duas pessoas conversam separadas a uma distância  $d = 13,6\text{ cm}$ . Qual o intervalo de tempo decorrido entre a produção de um som por um dos interlocutores e sua percepção pelo outro?

#### Exercício 3.2

O movimento de uma partícula é descrito, em coordenadas espaço, pela seguinte função horária:

$$S(t) = 21 + 4t - t^2 \quad (s; m)$$

- Determinar as funções horárias da velocidade e da aceleração da partícula.
- Caracterizar o(s) intervalo(s) de tempo para o(s) qual(is) a partícula executa movimento retrogrado.
- O movimento é sempre retardado? Justifique.

#### Exercício 3.3

Uma partícula move-se em trajetória retilínea obedecendo a seguinte função horária do espaço:  
 $S(t) = t^3 - 12t + 16 \quad (s; cm)$ .

- No instante em que a velocidade partícula é  $v = 0$ , qual a posição da partícula e a sua respectiva aceleração?
- Em qual intervalo de tempo o movimento da partícula é retrogrado?
- Em qual intervalo de tempo o movimento da partícula é retardado?

#### Exercício 3.4

Uma partícula movimenta-se ao longo do eixo  $0x$  segundo a função horária:  $x(t) = t^2 - \frac{t^3}{6} \quad (s; cm)$ . Determinar:

- As funções horárias da velocidade e da aceleração.
- No instante em que a partícula passa pela origem do referencial qual a velocidade e a aceleração da partícula?

#### Exercício 3.5

Uma partícula movimenta-se ao longo do eixo  $0y$ . As ordenadas dos pontos por ela ocupados obedecem a seguinte função horária:

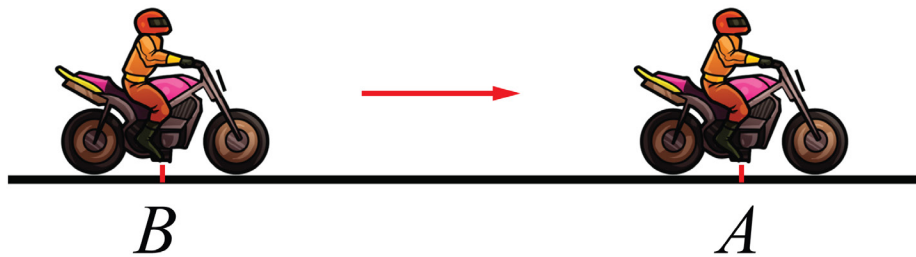
$$y(t) = 2t^3 - 18t^2 + 30t + 10 \quad (s; cm).$$

Determinar:

- As funções horárias da velocidade e da aceleração da partícula
- Em quais intervalos de tempo o movimento é retardado?
- No instante em que a aceleração é nula, qual a posição e a velocidade escalar da partícula?

### Exercício 3.6

Dois motociclistas seguem em trajetórias paralelas por uma rodovia.



As funções horárias da posição de cada moto são:  $S_A = 92 + 15t + 2t^2$  (s; m) e  $S_B = 60 + 35 \cdot t$  (s; m);

- Em que instante  $t$  a distância entre eles é de 32 metros? Qual das motos está na frente?
- Em que instante e em qual posição a moto B ultrapassa A?

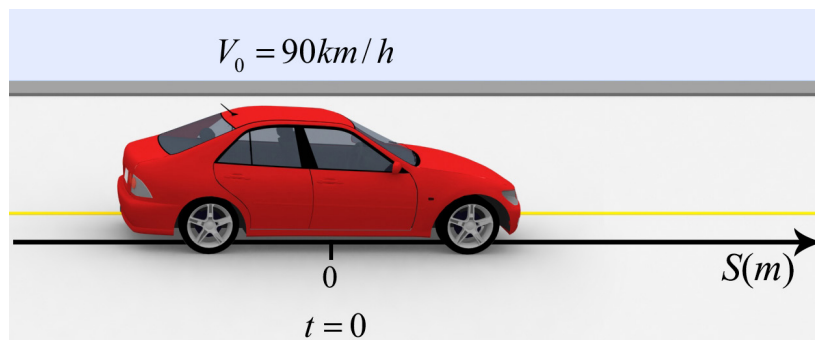
### Exercício 3.7

Um carro trafega em uma rodovia plana. No instante em que o velocímetro digital registra  $72 \text{ km/h}$ , o motorista pisa no acelerador imprimindo no carro uma aceleração constante  $a = 0,6 \text{ m/s}^2$  até que o velocímetro registre  $126 \text{ km/h}$ .

- Durante quanto tempo o carro se manteve acelerado?
- Qual o percurso durante o intervalo de tempo em que o carro foi acelerado?

### Exercício 3.8

Na posição indicada no referencial, o motorista de um automóvel pisa violentamente nos freios quando o velocímetro acusa  $90 \text{ km/h}$ .



Por defeito mecânico a desaceleração a qual o carro ficou submetido até parar foi de apenas  $|\bar{a}| = 0,5 \text{ m/s}^2$ .

- Escreva a função horária da velocidade e do espaço em função do tempo.
- Qual o espaço percorrido pelo automóvel, desde o instante em que os freios foram acionados até parar?

### Exercício 3.9

Um ônibus mantém normalmente a velocidade de cruzeiro de  $25 \text{ m/s}$  ( $90 \text{ km/h}$ ) para percorrer o espaço entre dois pontos de parada.

I. Num certo dia, um trecho de 600 metros estava em obras. O motorista, ao avizinhar-se da obra, pisou nos freios introduzindo uma aceleração  $a = -4 \text{ m/s}^2$  até que o ônibus atingisse a velocidade de  $5 \text{ m/s}$  ( $18 \text{ km/h}$ ) com a qual transpôs o trecho em obras.

II. Ao sair do trecho em obras o ônibus foi acelerado a razão  $2 \text{ m/s}^2$  até atingir, novamente, a velocidade de cruzeiro.

Pergunta: qual foi o tempo de atraso do ônibus? Dica: responda fundamentado num gráfico da função horária da velocidade em cada trecho de análise.

### Exercício 3.10

Partindo da origem de um referencial  $0x$ , uma partícula move-se com aceleração escalar constante  $a = 2,0\text{m/s}^2$ . A partícula passa por dois pontos A e B de sua trajetória com velocidades escalares  $V_A = 6,0\text{m/s}$  e  $V_B = 58\text{m/s}$ . Pedem-se:

- A distância entre os pontos A e B.
- A duração do movimento entre os pontos A e B.

### Exercício 3.11

Uma composição ferroviária parte de uma estação A com aceleração escalar constante  $a = 0,40\text{m/s}^2$ . Atingida a velocidade de cruzeiro, esta é mantida até um ponto a  $540\text{m}$  antes da estação B, na qual a composição pára após desacelerar uniformemente.

O percurso entre A e B é  $\Delta s = 7.200\text{m}$  e a duração do movimento desde A até B é  $\Delta t = 4\text{min}$  e  $20\text{s}$ . Determinar a velocidade de cruzeiro da composição.

### Exercício 3.12

Uma ferrovia tem linha dupla. Em uma linha corre uma composição C1 com velocidade de cruzeiro  $40\text{km/h}$ . Quando C1 passa pela estação A, dela parte a composição C2 que acelera uniformemente. Após algum tempo, a composição C2 retarda uniformemente vindo a parar em uma estação B e, neste momento, a composição C1 passa pela estação B. A distância entre A e B é de  $8\text{km}$ .

- Qual a maior velocidade atingida pela composição C2?
- Plotar, num mesmo diagrama, os gráficos da função horária da velocidade de cada composição.

### Exercício 3.13

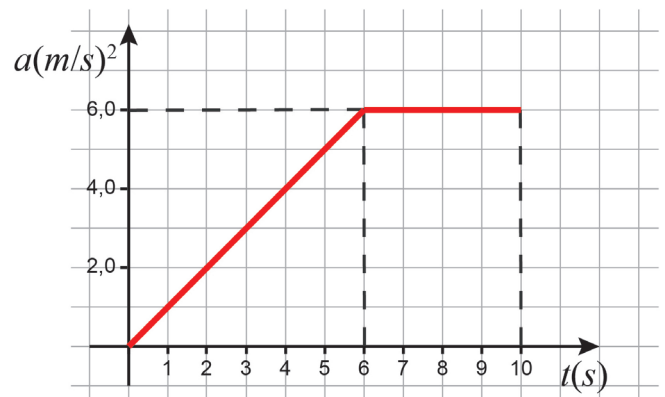
Um trem de metro, a caminho do setor de vistoria técnica, parte do repouso de uma estação A com aceleração  $0,20\text{m/s}^2$  que mantém constante durante um intervalo de tempo  $\Delta t = \beta$  segundos. A partir deste momento, a composição se desloca com velocidade de cruzeiro. Após percorrer, no total,  $760\text{m}$  e no tempo global de  $200\text{s}$ , a composição chega no local da vistoria.

Pergunta-se: qual a velocidade de cruzeiro da composição?

### Exercício 3.14

Um carro de corrida parte do repouso de um determinado ponto da pista tomado como origem dos espaços. Durante  $10\text{s}$ , ele é acelerado conforme o gráfico a seguir.

Determinar, ao cabo de  $10\text{s}$ , a velocidade do carro e o respectivo espaço percorrido.



## Exercício 3.15

Uma partícula tem aceleração cuja função horária é  $a = -t$  ( $s; m/s^2$ ). No instante  $t_1$  a partícula passa pela posição de coordenada espaço  $s_1 = \frac{50}{3}m$  e velocidade  $v_1 = 6m/s$ . Determinar:

- A função horária da velocidade.
- A função horária da coordenada espaço.
- O instante em que a velocidade é nula e a respectiva posição.

## Exercício 3.16

No instante  $t = 0$ , uma partícula passa pelo ponto de coordenada  $s_0 = 0$  com velocidade escalar  $v_0 = -16m/s$  e aceleração escalar cuja função horária é  $a = 2t$  ( $s; m/s^2$ ). Determinar:

- A função horária da velocidade.
- A função horária da coordenada espaço.
- Em qual intervalo de tempo o movimento é retardado?

## Respostas dos exercícios propostos

### Exercício 3.1

$$t = (13,6m) / (340m/s) = 0,04s$$

### Exercício 3.2

- $v(t) = 4 - 2t$  (SI) e  $a = -2m/s^2$
- Retrogrado para  $t > 2s$ ;
- Retardado no intervalo de tempo 0 a 2s. O módulo da velocidade diminui neste intervalo, ou seja, a velocidade é positiva e a aceleração é negativa.

### Exercício 3.3

- $s = 0$ ;  $a = 6cm/s^2$
- e c) Retrógado e retardado no intervalo 0 a 2s.

### Exercício 3.4

- $v(t) = 2t - \frac{t^2}{3}$  (SI) e  $a = 2 - \frac{2t}{3}$  (SI);
- A partícula passa pela origem em  $t = 0$  ( $v = 0$  e  $a = 2m/s^2$ ) e em  $t = 6s$  ( $v = 0$  e  $a = -2$ ).

### Exercício 3.5

$$a) v(t) = \frac{dS(t)}{dt} = 6t^2 - 36t + 30$$

$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = 12t - 36$$

b) Entre  $t = 0$  e  $t = 1,5 s$  o movimento é retardado ( $|\vec{v}|$  diminui, pois  $v > 0$  mas  $a < 0$ ).

c) Em  $t = 1,5 s$  a aceleração é nula (momentaneamente). A velocidade é mínima ( $v = 16,5 m/s$ ) e a posição da partícula é  $y = 21,25 m$ .

### Exercício 3.6

a) Nos instantes  $t = 0$  e  $t = 10 s$ . Em ambos os instantes, A frente de B.

b) No instante  $t = 2 s$  (A ultrapassa B) e no instante  $t = 8 s$  (B ultrapassa A) e para  $t > 8 s$ , a moto B fica na dianteira.

### Exercício 3.7

a)  $V(t) = 25 + (0,3)t^2$  (SI) e  $\Delta t_{\text{aceleração}} \cong 7 s$ ;

b)  $s(t) = 25 \cdot t + (0,1) \cdot t^3$  (SI) e  $\Delta s_{\text{aceleração}} \cong 530 m$

### Exercício 3.8

a)  $V(t) = 25 - 0,25t^2$  (SI) e  $s(t) = 25t - \left(\frac{0,25}{3}\right)t^3$  (SI)

b)  $\Delta s_{\text{até parar}} \cong 167 m$ .

### Exercício 3.9

$\Delta t_{\text{atraso}} = 1 \text{ min e } 6 s$

### Exercício 3.10

a)  $d_{AB} = 832 m$ ;

b)  $\Delta t_{AB} = 26 s$

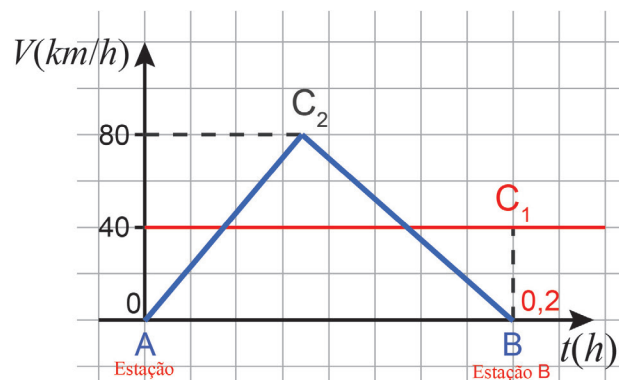
### Exercício 3.11

$v \cong 130 km/h$

### Exercício 3.12

a)  $v_{\text{max}} = 80 km/h$

b) gráfico ao lado



### Exercício 3.13

$$v_{\text{cruzeiro}} = 4m/s$$

### Exercício 3.14

$$a) v = 42 m/s (151,2 km/h); \Delta t_{\text{total}} = 156 m$$

### Exercício 3.15

$$a) v(t) = 8 - (0,5)t^2 (\text{SI})$$

$$b) s(t) = -\left(\frac{14}{3}\right) + 8t - \frac{t^3}{6} (\text{SI});$$

$$c) t = 4,0 s; s = \frac{50}{3} m$$

### Exercício 3.16

$$a) v(t) = -16 + t^2 (\text{SI});$$

$$b) s(t) = \frac{t^3}{3} - 16 \cdot t (\text{SI});$$

c) No intervalo 0 a 4 s o movimento é retardado ( $|v|$  diminui neste intervalo).