Tópico 3

1 É dada a seguinte função horária da velocidade escalar de uma partícula em movimento uniformemente variado:

$$v = 15 + 20t \text{ (SI)}$$

Determine:
a) a velocidade escalar inicial e a aceleração escalar da partícula;
b) a velocidade escalar no instante 4 s;
c) o instante em que a velocidade escalar vale 215 m/s.

Resolução:

a) $\left.\begin{array}{l} v = v_0 + \alpha\, t \\ v = 15 + 20\, t \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{v_0 = 15 \text{ m/s}}$ e $\boxed{\alpha = 20 \text{ m/s}^2}$

b) $v = 15 + 20 \cdot 4 \Rightarrow \boxed{v = 95 \text{ m/s}}$

c) $215 = 15 + 20\, t \Rightarrow \boxed{t = 10 \text{ s}}$

Resposta: a) 15 m/s e 20 m/s² respectivamente; b) 95 m/s; c) 10 s

2 As tabelas (1) e (2) referem-se a dois movimentos uniformemente variados.

v (m/s)	0	4	**x**	**y**	(1)
t (s)	0	1	2	5	

v (m/s)	30	24	**x**	**y**	(2)
t (s)	0	1	2	5	

Determine a aceleração escalar e os valores de **x** e **y** referentes às tabelas (1) e (2).

Resolução:

$v = v_0 + \alpha\, t$

• **Tabela I:** $\boxed{\alpha = 4 \text{ m/s}^2}$

$$v = 0 + 4t = 4t \left\{\begin{array}{l} x = 4 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{x = 8 \text{ m/s}} \\ y = 4 \cdot 5 \Rightarrow \boxed{y = 20 \text{ m/s}} \end{array}\right.$$

• **Tabela II:** $\boxed{\alpha = -6 \text{m/s}^2}$

$$v = 30 - 6t \left\{\begin{array}{l} x = 30 - 6 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{x = 18 \text{ m/s}} \\ y = 30 - 6 \cdot 5 \Rightarrow \boxed{y = 0} \end{array}\right.$$

Respostas: Tabela I: $\alpha = 4$ m/s²; $x = 8$ m/s; $y = 20$ m/s
Tabela II: $\alpha = -6$m/s²; $x = 18$ m/s; $y = 0$

3 Na fase inicial da decolagem, um jato parte do repouso com aceleração escalar constante, atingindo a velocidade escalar de 64,8 km/h em 5 s.
Calcule essa aceleração.

Resolução:

64,8 km/h = 18 m/s

$$\alpha = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{18 - 0}{5} \Rightarrow \boxed{\alpha = 3{,}6 \text{ m/s}^2}$$

Resposta: 3,6 m/s²

4 No instante $t_0 = 0$, um automóvel a 20 m/s passa a frear com aceleração escalar constante igual a –2 m/s². Determine:
a) a função horária de sua velocidade escalar;
b) o instante em que sua velocidade escalar se anula.

Resolução:

a) $v = v_0 + \alpha\, t \Rightarrow \boxed{v = 20 - 2t}$ (SI)

b) $0 = 20 - 2t \Rightarrow \boxed{t = 10 \text{ s}}$

Resposta: a) v = 20 – 2t (SI); b) 10 s

5 Um automóvel parte do repouso, animado de aceleração escalar constante e igual a 3 m/s². Calcule a velocidade escalar do automóvel 10 s após a partida.

Resolução:
$v = 0 + 3\, t \Rightarrow v = 3\, t$

$v = 3 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{v = 30 \text{ m/s}}$

Resposta: 30 m/s

6 E.R. Um automóvel está a 30 m/s quando seus freios são acionados, garantindo-lhe uma aceleração de retardamento de módulo 5 m/s², suposta constante. Determine quanto tempo decorre até o automóvel parar.

Resolução:
Vamos representar o automóvel numa trajetória supostamente orientada, como na figura.

Durante todo o movimento, a velocidade escalar do automóvel é positiva, uma vez que ele se move no sentido da trajetória.
Como o movimento é retardado, a aceleração escalar deve ter sinal oposto ao da velocidade escalar. Assim, a aceleração escalar é negativa e vale:

$$\alpha = -5 \text{ m/s}^2$$

Como $v = v_0 + \alpha\, t$, vem:

$$v = 30 - 5t$$

Fazendo v = 0, calculamos **t**:

$$0 = 30 - 5t \Rightarrow \boxed{t = 6 \text{ s}}$$

7 Um móvel inicia, em determinado instante, um processo de freagem em que lhe é comunicada uma aceleração escalar de módulo constante e igual a 4 m/s². Sabendo que o móvel pára 20 s após a aplicação dos freios, determine sua velocidade escalar no instante correspondente ao início da freagem.

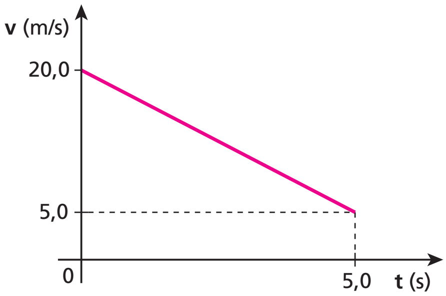
Resolução:

$v = v_0 + \alpha t$

$0 = v_0 - 4 \cdot 20 \Rightarrow \boxed{v_0 = 80\ \text{m/s}}$

Resposta: 80 m/s

8 A velocidade escalar de um móvel variou com o tempo conforme o gráfico a seguir. Calcule a velocidade escalar desse móvel no instante t = 3,5 s.



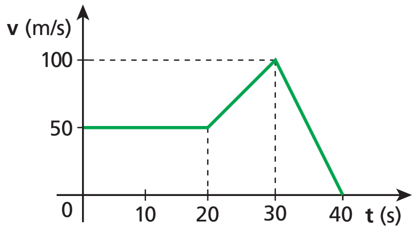
Resolução:

• $v_0 = 20{,}0$ m/s; $\alpha = \dfrac{5{,}0 - 20{,}0}{5{,}0 - 0} \Rightarrow \alpha = -3{,}0\ \text{m/s}^2$

• $v = v_0 + \alpha t \Rightarrow v = 20{,}0 - 3{,}0 \cdot 3{,}5 \Rightarrow \boxed{v = 9{,}5\ \text{m/s}}$

Resposta: 9,5 m/s

9 Trace o gráfico da aceleração escalar em função do tempo, correspondente ao gráfico v × t dado a seguir:



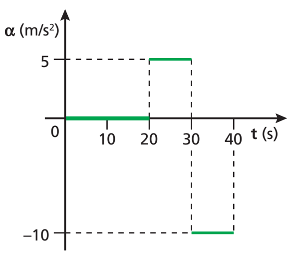
Resolução:

• De 0 a 20 s : $\alpha = 0$ (constante)

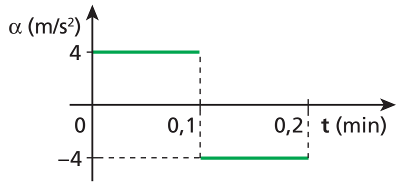
• De 20 s a 30 s : $\alpha = \dfrac{100 - 50}{30 - 20} \Rightarrow \alpha = 5\ \text{m/s}^2$ (constante)

• De 30 s a 40 s : $\alpha = \dfrac{0 - 100}{40 - 30} \Rightarrow \alpha = -10\ \text{m/s}^2$ (constante)

Resposta:



10 A aceleração escalar de um automóvel em função do tempo está representada a seguir:



Sabendo que a velocidade escalar do automóvel era nula em $t_0 = 0$, determine:

a) a velocidade escalar em t = 0,1 min;

b) o gráfico da velocidade escalar em função do tempo no intervalo de $t_0 = 0$ a t = 0,2 min.

Resolução:

a) • 0,1 min = 6 s

• "área" $= v_6 - v_0 \Rightarrow 6 \cdot 4 = v_6 - v_0 \Rightarrow \boxed{v_6 = 24\ \text{m/s}}$

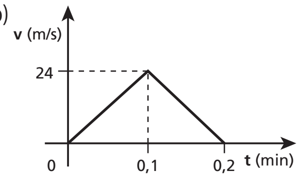
b) • 0,2 min = 12 s

• "área" $= v_{12} - v_6 \Rightarrow 6 \cdot (-4) = v_{12} - 24 \Rightarrow \boxed{v_{12} = 0}$

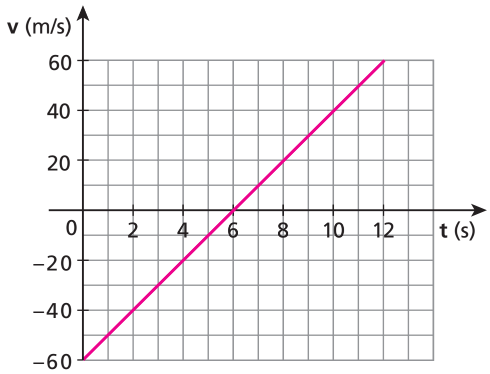
Ver gráfico nas respostas

Respostas: a) 24 m/s

b)



11 E.R. O gráfico a seguir mostra como a velocidade escalar instantânea de um corpo em movimento uniformemente variado comporta-se em relação ao tempo num intervalo de 12 s:



Determine:

a) a função horária da velocidade escalar;

b) os intervalos de tempo em que o corpo se moveu no sentido da trajetória e em sentido oposto ao dela;

c) os intervalos de tempo em que o movimento foi acelerado e retardado.

Resolução:

a) A velocidade inicial é lida diretamente no gráfico:

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

Devemos calcular a aceleração escalar (que é constante) usando, por exemplo, o intervalo de 0 a 6 s:

- Em $t_0 = 0$: $v_0 = -60$ m/s;
- Em $t = 6$ s: $v = 0$.

Então:

$$\alpha = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{0 - (-60)}{6 - 0} \Rightarrow \alpha = 10 \text{ m/s}^2$$

Assim:

$$v = v_0 + \alpha\, t \;\Rightarrow\; \boxed{v = -60 + 10t \text{ (SI)}}$$

b) No intervalo de tempo dado por $0 \le t < 6$ s, o corpo moveu-se em sentido oposto ao da trajetória, pois sua velocidade escalar foi negativa (movimento retrógrado). Entretanto, no intervalo dado por $6 \text{ s} < t \le 12$ s, o movimento deu-se no mesmo sentido da trajetória, pois a velocidade escalar foi positiva (movimento progressivo).
Observe que $t = 6$ s é o instante em que o corpo para e inverte o sentido do movimento.

c) No intervalo dado por $0 \le t < 6$ s, o movimento foi retardado, porque o módulo da velocidade escalar instantânea diminuiu com o tempo, ou porque a velocidade escalar e a aceleração escalar tiveram sinais contrários (velocidade negativa e aceleração positiva).
Já no intervalo dado por $6 \text{ s} < t \le 12$ s, o movimento foi acelerado, porque o módulo da velocidade escalar instantânea cresceu com o tempo, ou porque a velocidade escalar e a aceleração escalar tiveram sinais iguais (ambas foram positivas).

12 Uma partícula move-se numa trajetória orientada, tendo sua velocidade escalar variando com o tempo conforme a função:

$$v = 20 - 4t \text{ (SI)}$$

Essa função é definida para $t \ge 0$. Determine:

a) para que valores de **t** a partícula move-se no sentido da trajetória (movimento progressivo);
b) para que valores de **t** a partícula move-se em sentido oposto ao da trajetória (movimento retrógrado);
c) para que valores de **t** o movimento da partícula é acelerado;
d) para que valores de **t** o movimento da partícula é retardado.

Resolução:

a) $20 - 4\,t > 0 \Rightarrow 4\,t < 20 \Rightarrow \boxed{0 \le t < 5 \text{ s}}$

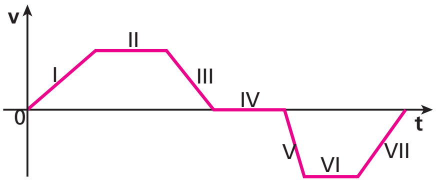
b) $20 - 4\,t < 0 \Rightarrow 4\,t > 20 \Rightarrow \boxed{t > 5 \text{ s}}$

c) **v** e **α** com mesmo sinal:
- $\alpha < 0$
- $v < 0 \Rightarrow \boxed{t > 5 \text{ s}}$

d) **v** e **α** com sinais contrários:
- $\alpha < 0$
- $v > 0 \Rightarrow \boxed{0 \le t < 5 \text{ s}}$

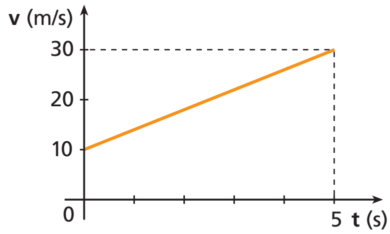
Respostas: a) $0 \le t < 5$ s; b) $t > 5$ s; c) $t > 5$ s; d) $0 \le t < 5$ s

13 A velocidade escalar de um corpo varia em função do tempo, como está representado no gráfico a seguir. Em cada um dos trechos de **I** a **VII**, classifique o movimento em: **progressivo** ou **retrógrado**; **acelerado**, **retardado** ou **uniforme**. Caso o corpo não esteja em movimento, classifique-o **em repouso**.



Respostas: I – Progressivo e acelerado; II – Progressivo e uniforme; III – Progressivo e retardado; IV – Repouso; V – Retrógrado e acelerado; VI – Retrógrado e uniforme; VII – Retrógrado e retardado.

14 **E.R.** A velocidade escalar de um móvel variou com o tempo conforme o gráfico seguinte:



Calcule:

a) a distância percorrida pelo móvel no intervalo de tempo de 0 a 5 s;
b) a velocidade escalar média do móvel no mesmo intervalo de tempo.

Resolução:

a) Como a velocidade escalar instantânea foi positiva durante todo o intervalo de tempo considerado, concluímos que a distância percorrida (**d**) é igual à variação de espaço (Δs), que é dada pela "área" entre o gráfico e o eixo dos tempos ("área" de um trapézio). Assim:

$$d = \text{"área"} = \frac{(30 + 10)}{2} \cdot 5 \Rightarrow \boxed{d = 100 \text{ m}}$$

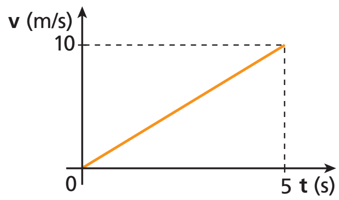
b) Aplicando a fórmula da velocidade escalar média, temos:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{100}{5} \Rightarrow \boxed{v_m = 20 \text{ m/s}}$$

Note que v_m é a média aritmética entre as velocidades nos instantes 0 e 5 s:

$$v_m = \frac{v_0 + v_5}{2} = \frac{10 + 30}{2} \Rightarrow \boxed{v_m = 20 \text{ m/s}}$$

15 A velocidade escalar de um corpo varia com o tempo, conforme o gráfico seguinte:



No intervalo de tempo de 0 a 5 s, determine:

a) a aceleração escalar da partícula;
b) a distância percorrida por ela;
c) a velocidade escalar média.

Resolução:

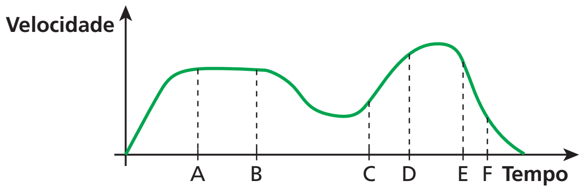
a) $\alpha = \dfrac{10 - 0}{5 - 0} \Rightarrow \boxed{\alpha = 2\ m/s^2}$

b) $\Delta s = \text{“área”} = \dfrac{5 \cdot 10}{2} \Rightarrow \boxed{\Delta s = 25\ m = d}$

c) $v_m = \dfrac{25}{5} \Rightarrow \boxed{v_m = 5\ m/s}$

Respostas: a) $2\ m/s^2$; b) 25 m; c) 5 m/s

16 (UFPA) Como medida de segurança, várias transportadoras estão usando sistemas de comunicação via satélite para rastrear o movimento de seus caminhões. Considere um sistema que transmite, a cada instante, a velocidade do caminhão para uma estação de monitoramento. A figura abaixo mostra o gráfico da velocidade em função do tempo, em unidades arbitrárias, para um caminhão que se desloca entre duas cidades. Consideramos que AB, BC, CD, DE e EF são intervalos de tempo entre os instantes respectivos assinalados no gráfico.



Com base no gráfico, analise as seguintes afirmativas:

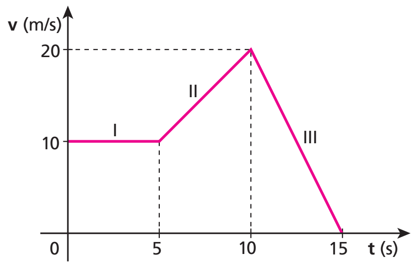
I. Em AB, o caminhão tem aceleração positiva.
II. O caminhão atinge a menor velocidade em BC.
III. O caminhão atinge a maior velocidade no intervalo DE.
IV. O caminhão percorre uma distância maior no intervalo DE que no intervalo EF.
V. O caminhão sofre uma desaceleração no intervalo CD.

Indique a alternativa que contém **apenas afirmativas corretas**:

a) I e II. b) I e III. c) III e IV. d) IV e V. e) II e V.

Resposta: c

17 A velocidade escalar de um corpo é dada em função do tempo pelo gráfico a seguir:



a) Calcule a aceleração escalar do corpo em cada trecho (α_I, α_{II} e α_{III}).
b) Calcule a distância percorrida nos 15 segundos.

Resolução:

a) $\boxed{\alpha_I = 0}$ (movimento uniforme)

$\alpha_{II} = \dfrac{20 - 10}{10 - 5} \Rightarrow \boxed{\alpha_{II} = 2\ m/s^2}$

$\alpha_{III} = \dfrac{0 - 20}{15 - 10} \Rightarrow \boxed{\alpha_{III} = -4\ m/s^2}$

b) $d = \Delta s = \text{“área”}$

$d = 5 \cdot 10 + \dfrac{(20 + 10) \cdot 5}{2} + \dfrac{5 \cdot 20}{2}$

$\boxed{d = 175\ m}$

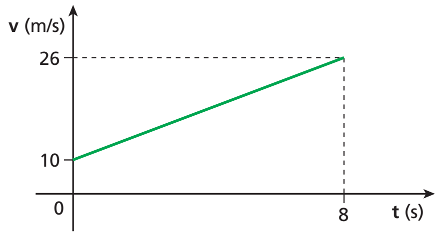
Respostas: a) $\alpha_I = 0$; $\alpha_{II} = 2\ m/s^2$ e $\alpha_{III} = -4\ m/s^2$; b) 175 m

18 Um motociclista entra em um túnel a 10 m/s. A partir desse instante, acelera uniformemente a $2\ m/s^2$, chegando ao final do túnel com velocidade de 26 m/s.

a) Trace o gráfico da velocidade escalar do motociclista em função do tempo desde o instante $t_0 = 0$ (entrada no túnel) até o instante de saída (t').
b) Calcule o comprimento do túnel.

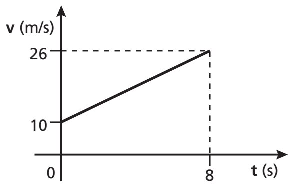
Resolução:

a) $v = v_0 + \alpha\, t \Rightarrow 26 = 10 + 2t' \Rightarrow t' = 8\ s$



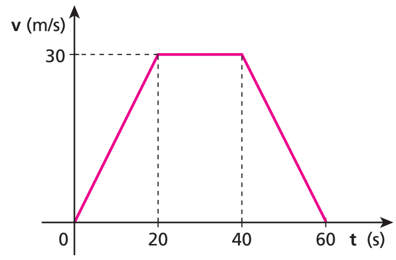
b) $\Delta s = \dfrac{(26 + 10) \cdot 8}{2} \Rightarrow \boxed{\Delta s = 144\ m}$

Respostas: a)



b) 144 m

19 A velocidade escalar de um corpo variou de acordo com o gráfico a seguir. Dessa maneira, ele percorreu uma determinada distância **d**. Que velocidade escalar constante esse corpo deveria manter no mesmo intervalo de tempo de 60 s para percorrer a mesma distância **d**?

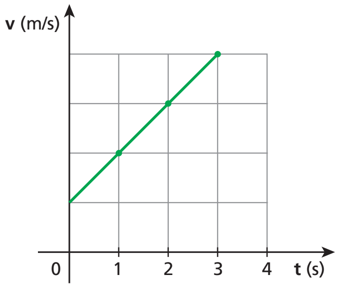


Resolução:

“Velocidade escalar constante que o corpo deveria ter para percorrer a mesma distância no mesmo intervalo de tempo” é outra maneira de conceituar a **velocidade escalar média**.

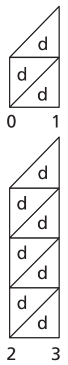
Resposta: 20 m/s

20 (Cesgranrio-RJ) A velocidade de uma partícula varia com o passar do tempo conforme o gráfico abaixo.



O seu deslocamento do instante 0 s até o instante 1 s foi de 1,5 m. Por meio da observação do gráfico, diga qual é o deslocamento entre os instantes 2 s e 3 s.

Resolução:

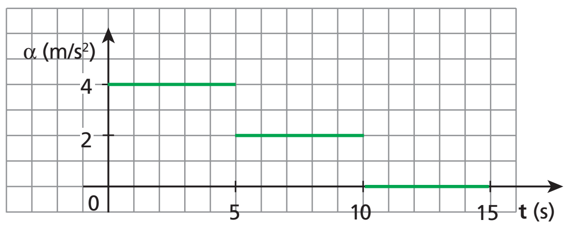


"Área" = $\Delta s \Rightarrow 3d = 1{,}5$ m $\Rightarrow d = 0{,}5$ m

Δs = "área" = $7d = 7 \cdot 0{,}5$ m $\Rightarrow$ $\boxed{\Delta s = 3{,}5 \text{ m}}$

Resposta: 3,5 m

21 Sabe-se que no instante $t_0 = 0$ a velocidade escalar de uma partícula era de 10 m/s e que sua aceleração escalar variou conforme o gráfico:



a) Trace o gráfico da velocidade escalar em função do tempo, de $t_0 = 0$ a $t = 15$ s.
b) É correto afirmar que sempre que a aceleração escalar de uma partícula diminui sua velocidade escalar também diminui?

Resolução:

Δv = "área"; $v_0 = 10$ m/s

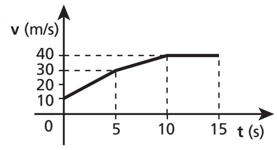
• $v_5 - v_0 = 20 \Rightarrow v_5 - 10 = 20 \Rightarrow$ $\boxed{v_5 = 30 \text{ m/s}}$

• $v_{10} - v_5 = 10 \Rightarrow v_{10} - 30 = 10 \Rightarrow$ $\boxed{v_{10} = 40 \text{ m/s}}$

• $v_{15} = v_{10} = 40$ m/s

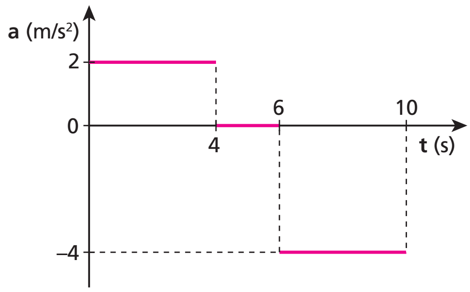
Ver gráfico nas Respostas.

Resposta: a)



b) Não.

22 (Mack-SP) Gustavo, estudando o movimento retilíneo de um pequeno corpo, a partir do repouso, verifica que a aceleração escalar varia com o tempo de acordo com o gráfico dado. O espaço efetivamente percorrido pelo móvel nos primeiros 10 s de movimento é:



a) 24 m.
b) 48 m.
c) 72 m.
d) 96 m.
e) 120 m.

Resolução:

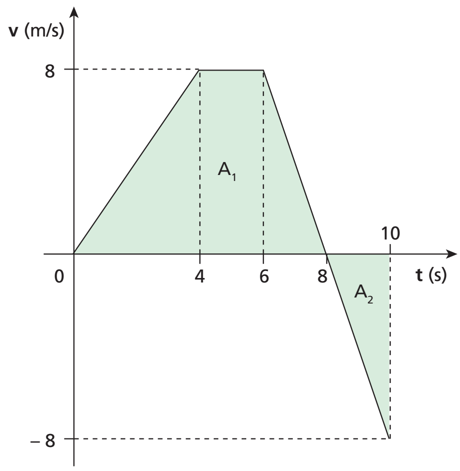
• $v_0 = 0$

• De 0 a 4 s: Δv = "área" $\Rightarrow v_4 - v_0 = 4 \cdot 2 \Rightarrow v_4 = 8$ m/s

• $v_6 = v_4 = 8$ m/s

• De 6 s a 10 s: Δv = "área" $\Rightarrow v_{10} - v_6 = 4 \cdot (-4) \Rightarrow v_{10} - 8 = -16 \Rightarrow$
$\Rightarrow v_{10} = -8$ m/s

• **v** (m/s)

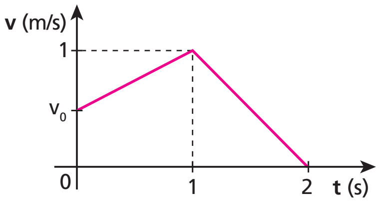


distância percorrida $= A_1 + |A_2| = \dfrac{(8+2)\cdot 8}{2} + \dfrac{2 \cdot 8}{2} = 48$

$\boxed{\text{distância percorrida} = 48 \text{ m}}$

Resposta: b

23 Um móvel tem velocidade escalar variável com o tempo, conforme o gráfico ao lado. O espaço percorrido entre os instantes $t_0 = 0$ e $t = 2$ s é de 1,2 m.



Determine:
a) a velocidade escalar inicial v_0;
b) a velocidade escalar de um automóvel em movimento uniforme que percorresse a mesma distância no mesmo intervalo de tempo.

Resolução:
a) $\Delta s = \text{“área”} = \dfrac{(1 + v_0)}{2} \cdot 1 + \dfrac{(1 \cdot 1)}{2} = 1{,}2$

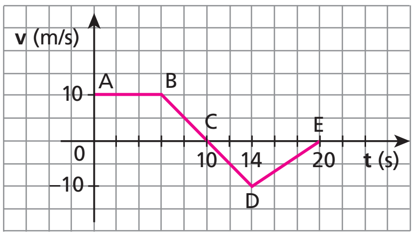
$\boxed{v_0 = 0{,}4 \text{ m/s}}$

b) Este é o significado da velocidade escalar média:

$v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{1{,}2}{2} \Rightarrow \boxed{v_m = 0{,}6 \text{ m/s}}$

Respostas: a) 0,4 m/s; b) 0,6 m/s

24 O gráfico fornece a velocidade escalar de um ponto material em função do tempo.



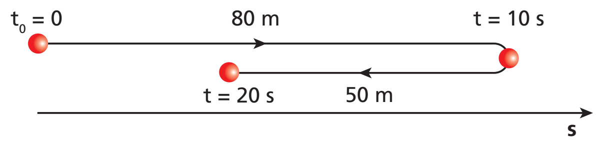
Determine:
a) o máximo afastamento do ponto material em relação à posição inicial, no intervalo de 0 a 20 s;
b) a distância percorrida de $t_0 = 0$ até $t = 20$ s.

Resolução:
a) De t = 0 a t = 10 s, o ponto desloca-se Δ_{s_1} no sentido da trajetória (velocidade escalar positiva):

$\Delta_{s_1} = \text{“área”} = \dfrac{(10 + 6)}{2} \cdot 10 \Rightarrow \Delta_{s_1} = 80 \text{ m}$

De t = 10 s a t = 20 s, o ponto desloca-se Δ_{s_2} em sentido oposto ao da trajetória (velocidade escalar negativa):

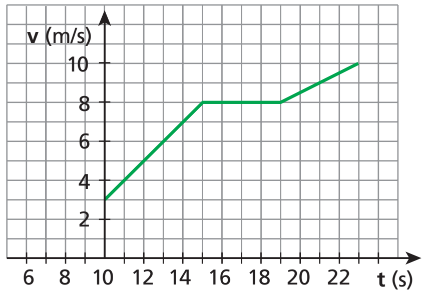
$\Delta_{s_2} = \text{“área”} = \dfrac{10 \cdot (-10)}{2} \Rightarrow \Delta_{s_2} = -50 \text{ m}$



O máximo afastamento é 80.
b) Distância percorrida = 80 m + 50 m = 130 m

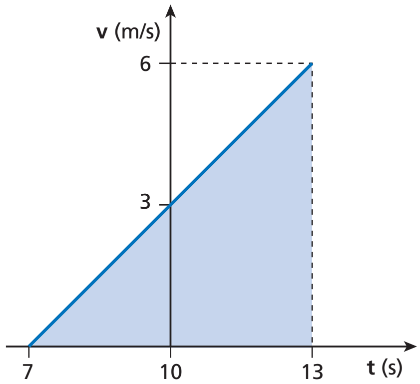
Respostas: a) 80 m; b) 130 m

25 (Fuvest-SP) Um carro se desloca numa trajetória retilínea e sua velocidade em função do tempo, a partir do instante t = 10 s, está representada no gráfico. Se o carro partiu do repouso e manteve uma aceleração constante até t = 15 s, a distância percorrida, desde sua partida até atingir a velocidade de 6 m/s, vale:



a) 12,5 m.
b) 18,0 m.
c) 24,5 m.
d) 38,0 m.
e) 84,5 m.

Resolução:

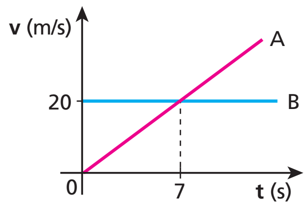


$\Delta_s = \text{“área”} = \dfrac{(13 - 7) \cdot 6}{2}$

$\boxed{\Delta_s = 18 \text{ m}}$

Resposta: b

26 Um automóvel **A** encontra-se em repouso diante de um semáforo fechado. Assim que o semáforo abre, **A** está entrando em movimento e outro automóvel **B** está passando por ele. O gráfico mostra as velocidades escalares de **A** e **B** em função do tempo:

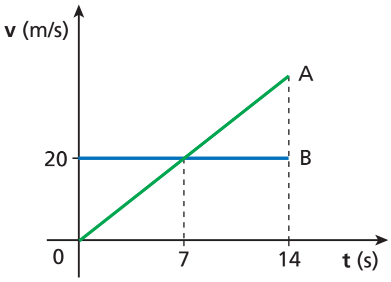


a) Em que instante **t** os automóveis voltam a se encontrar?
b) Qual foi a máxima distância entre eles no intervalo de tempo de 0 a **t**?

Resolução:

a) Em $t_0 = 0$, os automóveis estão lado a lado.

Para que isto volte a ocorrer, devemos ter $\Delta s_A = \Delta s_B$:

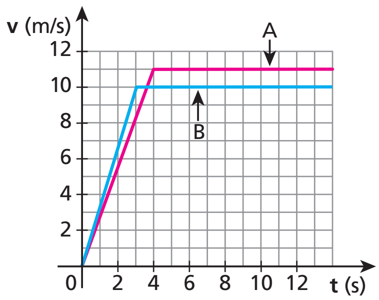


Em T = 14 s, as áreas do triângulo (Δs_A) e do retângulo (Δs_B) são iguais.

b) A distância entre **B** e **A** aumenta enquanto **B** é mais veloz que **A**, atingindo valor máximo quando as velocidades se igualam (t = 7 s). A diferença entre as "áreas" calculadas de 0 a 7 s é igual a $\frac{7 \cdot 20}{2}$ m, ou seja, 70 m.

Respostas: a) 14 s; b) 70 m

27 (Fuvest-SP) Na figura, estão representadas as velocidades, em função do tempo, desenvolvidas por um atleta, em dois treinos **A** e **B**, para uma corrida de 100 m rasos.



Com relação aos tempos gastos pelo atleta para percorrer os 100 m, podemos afirmar que, aproximadamente:

a) no **B** levou 0,4 s a menos que no **A**.
b) no **A** levou 0,4 s a menos que no **B**.
c) no **B** levou 1,0 s a menos que no **A**.
d) no **A** levou 1,0 s a menos que no **B**.
e) no **A** e no **B** levou o mesmo tempo.

Resolução:

Treino A: duração t_A

De 0 a 4 s: $\Delta s_1 = \text{"área"} = \frac{4 \cdot 11}{2} \Rightarrow \Delta s_1 = 22$ m

De 4 s a t_A: $\Delta s_2 = 100$ m – 22 m = 78 m

$\Delta s_2 = \text{"área"} = (t_A - 4) \cdot 11 = 78 \Rightarrow t_A = 11{,}1$ s

Treino B: duração t_B

De 0 a 3 s: $\Delta s_1 = \text{"área"} = \frac{3 \cdot 10}{2} \Rightarrow \Delta s_1 = 15$ m

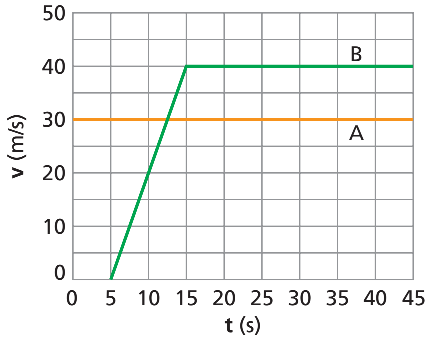
De 3 s a t_B: $\Delta s_2 = 100$ m – 15 m = 85 m

$\Delta s_2 = \text{"área"} = (t_B - 3) \cdot 10 = 85 \Rightarrow t_B = 11{,}5$ s

Portanto, no treino **A** o atleta gastou 0,4 s a menos que no **B**.

Resposta: b

28 (Unesp-SP) Um veículo **A** passa por um posto policial a uma velocidade constante acima do permitido no local. Pouco tempo depois, um policial em um veículo **B** parte em perseguição do veículo **A**. Os movimentos dos veículos são descritos nos gráficos da figura.

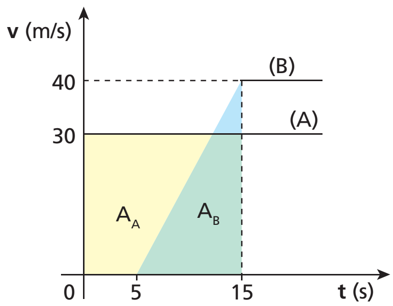


Tomando o posto policial como referência para estabelecer as posições dos veículos e utilizando as informações do gráfico, calcule:

a) a distância que separa o veículo **B** do **A** no instante t = 15,0 s;
b) o instante em que o veículo **B** alcança o **A**.

Resolução:

a)



$d_{AB} = A_A - A_B = 15 \cdot 30 - \frac{10 \cdot 40}{2}$

$\boxed{d_{AB} = 250 \text{ m}}$

b) A partir de t = 15 s, Δs_B deve ser dado por:

$\Delta s_B = \Delta s_A + 250$

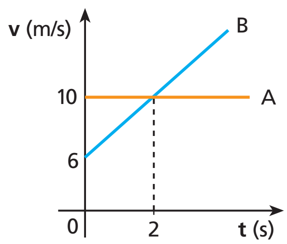
$v_B\,\Delta t = v_A\,\Delta t + 250 \Rightarrow 40\,\Delta t = 30\,\Delta t + 250 \Rightarrow \Delta t = 25$ s

Então, o instante t_e em que **B** alcança **A** é:

$t_e = 15 \text{ s} + 25 \text{ s} \Rightarrow \boxed{t_e = 40 \text{ s}}$

Respostas: a) 250 m; b) 40 s

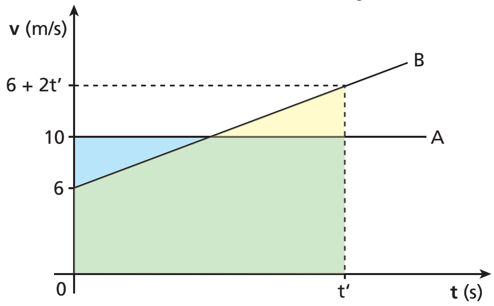
29 (Mack-SP – mod.) Em certo instante passam pela origem de uma trajetória retilínea os móveis **A**, em movimento uniforme, e **B**, em movimento uniformemente variado. A partir desse instante, constrói-se o diagrama abaixo. Em que instante o móvel **B** está 32 m à frente de **A**?



Resolução:

• $\alpha_B = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{10-6}{2-0} \Rightarrow \alpha_B = 2\ m/s^2$

• Seja **t'** o instante procurado. Nesse instante : $v_B = 6 + 2t'$



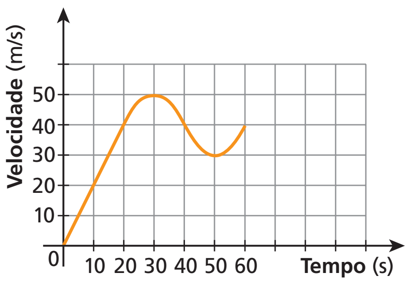
$\Delta s_B = \Delta s_A + 32$

$\dfrac{[(6+2t')+6]\,t'}{2} = 10\,t + 32$

$\boxed{t' = 8\ s}$

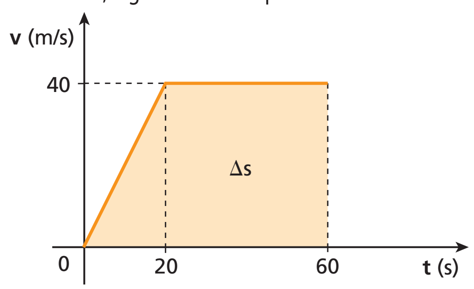
Resposta: 8 s

30 (UFC-CE) Um veículo está parado ao lado do marco que indica "km 20" (o marco "km 0" fica em Fortaleza, no bairro Aerolândia) da rodovia BR 116, que liga Fortaleza ao Sul do Brasil. No instante t = 0, o veículo começa a se mover, afastando-se de Fortaleza. O gráfico abaixo mostra como varia sua velocidade escalar em função do tempo. Ao lado de que marco estará o veículo após se mover durante 60 segundos?



Resolução:

Para cálculo da área, o gráfico dado equivale a:



$\Delta s = \dfrac{(60+40)\cdot 40}{2} \Rightarrow \Delta s = 2\,000\ m = 2\ km \Rightarrow$ $\boxed{\text{km } 22}$

Resposta: km 22

31 E.R. No instante adotado como origem dos tempos, o espaço de uma partícula vale –14 m e sua velocidade escalar é igual a 5 m/s. Sua aceleração escalar é constante e igual a 2 m/s² **para qualquer instante t**. Determine:

a) o instante em que a partícula passa pela origem dos espaços;
b) a velocidade escalar da partícula ao passar pela origem dos espaços.

Resolução:

a) Temos que:

$$s_0 = -14\ m$$
$$v_0 = 5\ m/s$$
$$\alpha = 2\ m/s^2$$

Como se trata de um MUV, a função horária dos espaços é do tipo:

$$s = s_0 + v_0\,t + \frac{\alpha}{2}\,t^2$$

Substituindo os valores de s_0, v_0 e α nessa expressão, obtemos:

$$s = -14 + 5t + t^2\ (SI)$$

Na origem dos espaços, temos s = 0. Então:

$$0 = -14 + 5t + t^2 \Rightarrow t = \frac{-5 \pm \sqrt{81}}{2}$$

donde:

$$t' = 2\ s \quad \text{ou} \quad t'' = -7\ s$$

Isso significa que a partícula passa pela origem dos espaços no instante t' = 2 s, isto é, 2 segundos após o instante adotado como origem dos tempos, e no instante t'' = –7 s, isto é, 7 segundos antes do instante adotado como origem.

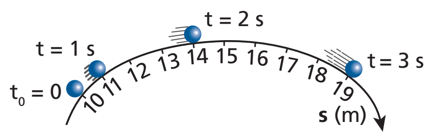
b) Temos que $v = v_0 + \alpha\,t$. Assim:

$$v = 5 + 2t$$

Em $t' = 2\ s \Rightarrow v' = 5 + 2(2) \Rightarrow \boxed{v' = 9\ m/s}$

Em $t'' = -7\ s \Rightarrow v'' = 5 + 2(-7) \Rightarrow \boxed{v'' = -9\ m/s}$

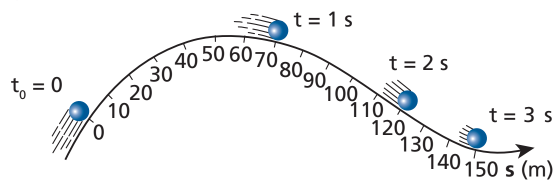
32 O esquema seguinte mostra quatro posições ocupadas por uma partícula em movimento uniformemente variado. Sabe-se que, em $t_0 = 0$, a partícula parte do repouso animada de aceleração escalar de 2 m/s². Essa aceleração é mantida constante mesmo após o instante t = 3 s.



a) Determine o espaço e a velocidade escalar da partícula no instante t = 5 s.
b) O movimento é acelerado ou retardado?

Respostas: a) 35 m e 10 m/s respectivamente; b) Acelerado

33 No esquema seguinte, observa-se uma partícula em quatro instantes sucessivos de seu movimento uniformemente retardado. Sabe-se que no instante $t_0 = 0$ a velocidade escalar da partícula vale 80 m/s.



Sendo 20 m/s² o módulo da aceleração escalar da partícula, determine:

a) o instante em que ela pára;
b) a distância percorrida pela partícula desde $t_0 = 0$ até parar.

Respostas: a) 4 s; b) 160 m

34 Um móvel parte do repouso e desce por uma rampa plana com aceleração escalar constante. Ao fim de 2 segundos, o móvel já percorreu 6 m. Determine:

a) a aceleração escalar do móvel;

b) a velocidade escalar do móvel ao fim de 2 segundos de movimento.

Resolução:

a) $\Delta s = \frac{\alpha}{2} t^2 \Rightarrow 6 = \frac{\alpha}{2} \cdot 2^2$

$\boxed{\alpha = 3 \text{ m/s}^2}$

b) $v = \alpha\, t = 3 \cdot 2$

$\boxed{v = 6 \text{ m/s}}$

Nota:

Frequentemente os alunos cometem o seguinte erro:

- Fazem: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{6 \text{ m}}{2 \text{ s}} \Rightarrow v = 3 \text{ m/s}$
- Depois, fazem: $\alpha = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{3 - 0}{2} \Rightarrow \alpha = 1{,}5 \text{ m/s}^2$ (errado)

É preciso alertá-los de que Δv é igual a $(v_{final} - v_{inicial})$ e que aquela velocidade calculada no início **não é** a velocidade final, mas a velocidade **média** no intervalo de 2 s.

Respostas: a) 3 m/s²; b) 6 m/s

35 Um caça a jato, voando em linha reta com velocidade escalar igual a 720 km/h, acelera uniformemente, com aceleração de 5,0 m/s², durante 10 s. Calcule:

a) a velocidade escalar do avião ao fim desses 10 s, em km/h;

b) a distância percorrida pelo avião durante esses 10 s, em km.

Resolução:

a) $v = v_0 + \alpha\, t = 200 + 5{,}0 \cdot 10$

$v = 250 \text{ m/s} \Rightarrow \boxed{v = 900 \text{ km/h}}$

b) $\Delta s = v_0\, t + \frac{\alpha}{2} t^2 = 200 \cdot 10 + \frac{5{,}0}{2} \cdot 10^2$

$\Delta s = 2\,250 \text{ m} \Rightarrow \boxed{\Delta s = d = 2{,}25 \text{ km}}$

Respostas: a) 900 km/h; b) 2,25 km

36 Um automóvel move-se a 108 km/h quando seu motorista pisa severamente no freio, de modo a parar o veículo em 3 s. Calcule a distância percorrida pelo automóvel nesses 3 s.

Resolução:

$v_0 = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$

$v = v_0 + \alpha\, t \Rightarrow 0 = 30 + \alpha \cdot 3 \Rightarrow \alpha = -10 \text{ m/s}^2$

$\Delta s = v_0\, t + \frac{\alpha}{2} t^2 = 30 \cdot 3 + \frac{(-10)}{2} \cdot 3^2$

$\boxed{\Delta s = 45 \text{ m}}$

Resposta: 45 m

37 A função horária dos espaços de um corpo é:

$$s = t^2 - 13t + 40 \text{ (SI)}$$

Determine o(s) instante(s) em que o corpo passa pela origem dos espaços.

Resolução:

$t^2 - 13\,t + 40 = 0 \Rightarrow \boxed{t' = 5 \text{ s}}$ e $\boxed{t' = 8 \text{ s}}$

Respostas: 5 s e 8 s

38 Os espaços de um móvel variam com o tempo, conforme a seguinte função horária:

$$s = 20 - 12t + 3t^2$$

em que os espaços (**s**) são medidos em centímetros e os tempos (**t**), em segundos. Determine :

a) o(s) instante(s) em que o móvel passa pela origem dos espaços;

b) o instante e a posição do móvel quando ocorre a inversão do sentido do movimento.

Resolução:

a) $3\,t^2 - 12\,t + 20 = 0$ (não tem raízes reais)

b) • $v = -12 + 6t$

$0 = -12 + 6t \Rightarrow \boxed{t = 2 \text{ s}}$

• $s = 20 - 12 \cdot 2 + 3 \cdot 2^2 \Rightarrow \boxed{s = 8 \text{ m}}$

Respostas: a) O móvel não passa pela origem dos espaços;
b) 2 s e 8 m respectivamente

39 Duas partículas **A** e **B** deslocam-se ao longo de uma mesma trajetória. Suas funções horárias, definidas a partir do mesmo referencial, são dadas por:

$$S_A = 4t^2 - 3$$
$$S_B = 5t^2 - 4t$$

com **S** em metros e **t** em segundos.

Determine:

a) para que valores de **t** as partículas se encontram;

b) as posições em que os encontros ocorrem.

Resolução:

a) $5t_e^2 - 4t_e = 4t_e^2 - 3$

$t_e^2 - 4t_e + 3 = 0 \Rightarrow \boxed{t' = 1 \text{ s}}$ e $\boxed{t'' = 3 \text{ s}}$

b) $S_A = 4 \cdot 1^2 - 3 \Rightarrow \boxed{S_A = S_B = 1 \text{ m}}$

$S_A = 4 \cdot 3^2 - 3 \Rightarrow \boxed{S_A = S_B = 33 \text{ m}}$

Respostas: a) 1 s e 3 s; b) 1 m e 33 m

40 (UFPA) Um automóvel, partindo do repouso com aceleração constante, percorre **1 metro** em **1 segundo** em trajetória retilínea. Indique a alternativa que contém os valores da **aceleração** e da **velocidade final**, respectivamente, em **m/s²** e **m/s**.

a) 2 e 2 b) 4 e 2 c) 1 e 1 d) 2 e 4 e) 1 e 4

Resolução:

• $\Delta s = \frac{\alpha}{2} t^2 \Rightarrow 1 = \frac{\alpha}{2} \cdot 1^2 \Rightarrow \boxed{\alpha = 2 \text{ m/s}^2}$

• $v = \alpha\, t = 2 \cdot 1 \Rightarrow \boxed{v = 2 \text{ m/s}}$

Resposta: a

41 E.R. Um automóvel **A** entra em movimento com aceleração escalar constante e igual a 3 m/s² no mesmo instante em que passa por ele outro automóvel **B**, com velocidade escalar constante e igual a 30 m/s. Os dois veículos percorrem a mesma estrada, no mesmo sentido.

a) Considerando $t_0 = 0$ quando **A** partiu, determine o instante em que **A** alcança **B**.

b) Calcule a velocidade de **A** nesse instante.

Resolução:

a) Desde o instante da partida de **A** ($t_0 = 0$) até o instante **t**, em que **A** alcança **B**, suas variações de espaço (Δs) são iguais. O movimento de **A** é uniformemente variado. Assim, para esse movimento, temos:

$$s_A = s_{0_A} + v_{0_A}\, t + \frac{\alpha_A}{2} t^2 \text{ ou}$$

$$\Delta s_A = v_{0_A}\, t + \frac{\alpha_A}{2} t^2$$

$$\Delta s_A = 0 \cdot t + \frac{3}{2} t^2 = 1{,}5t^2 \text{ (SI)}$$

Como o movimento de **B** é uniforme, temos:

$$s_B = s_{0_B} + v_B\, t \text{ ou}$$

$$\Delta s_B = v_B\, t$$

$$\Delta s_B = 30t \quad \text{(SI)}$$

Igualamos, então, Δs_A com Δs_B:

$$1{,}5t^2 = 30t \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 0 \\ t_2 = 20 \text{ s} \end{cases}$$

Evidentemente, o instante que procuramos é posterior a $t_0 = 0$. Portanto, a resposta é:

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

b) Para o movimento de **A**, podemos escrever:

$$v_A = v_{0_A} + \alpha_A\, t \Rightarrow v_A = 0 + 3 \cdot 20$$

$$\boxed{v_A = 60 \text{ m/s}}$$

Nota:

- Este exercício (e muitos outros) pode ser resolvido mais facilmente a partir do gráfico **v x t**, como foi feito no exercício 26.

42 (Olimpíada Brasileira de Física) Em uma estrada de pista única, uma moto de 2,0 m de comprimento, cuja velocidade tem módulo igual a 22,0 m/s, quer ultrapassar um caminhão longo de 30,0 m, que está com velocidade constante de módulo igual a 10,0 m/s. Supondo-se que a moto faça a ultrapassagem com uma aceleração de módulo igual a 4,0 m/s², calcule o tempo que ela leva para ultrapassar o caminhão e a distância percorrida durante a ultrapassagem.

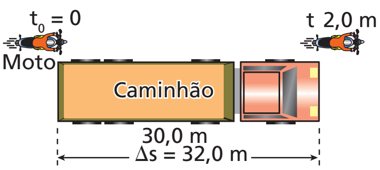
Resolução:

• Tomando o caminhão como referencial, temos, para a moto:

$v_0 = 22{,}0 \text{ m/s} - 10{,}0 \text{ m/s} = 12{,}0 \text{ m/s}$

$\alpha = 4{,}0 \text{ m/s}^2$

$\Delta s = 32 \text{ m}$



$$\Delta s = v_0\, t + \frac{\alpha}{2} t^2$$

$$32{,}0 = 12{,}0t + 2{,}0t^2 \Rightarrow \boxed{t = 2{,}0 \text{ s}}$$

• Em relação ao solo, temos:

$$\Delta s = v_0\, t + \frac{\alpha}{2} t^2$$

$$\Delta s = 22{,}0 \cdot 2{,}0 + 2{,}0 \cdot 2{,}0^2 \Rightarrow \boxed{\Delta s = 52{,}0 \text{ m}}$$

Respostas: a) 2,0 s; b) 52,0 m

43 E.R. Uma partícula em movimento uniformemente variado obedece à seguinte função horária dos espaços, com **s** em metros e **t** em segundos:

$$s = 12 - 8t + t^2$$

a) Represente graficamente o espaço em função do tempo no intervalo de 0 a 8 s.

b) Marque as posições da partícula numa trajetória suposta retilínea, nos instantes 0, 1 s, 2 s, 3 s, 4 s, 5 s, 6 s, 7 s e 8 s.

Resolução:

a) Calculamos os espaços nos seguintes instantes:

$t = 0 \Rightarrow s = 12 - 8(0) + (0)^2 \Rightarrow s = 12 \text{ m}$

$t = 1 \text{ s} \Rightarrow s = 12 - 8(1) + (1)^2 \Rightarrow s = 5 \text{ m}$

$t = 2 \text{ s} \Rightarrow s = 12 - 8(2) + (2)^2 \Rightarrow s = 0$

$t = 3 \text{ s} \Rightarrow s = 12 - 8(3) + (3)^2 \Rightarrow s = -3 \text{ m}$

$t = 4 \text{ s} \Rightarrow s = 12 - 8(4) + (4)^2 \Rightarrow s = -4 \text{ m}$

$t = 5 \text{ s} \Rightarrow s = 12 - 8(5) + (5)^2 \Rightarrow s = -3 \text{ m}$

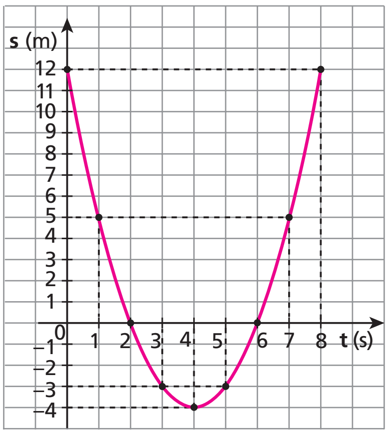
$t = 6 \text{ s} \Rightarrow s = 12 - 8(6) + (6)^2 \Rightarrow s = 0$

$t = 7 \text{ s} \Rightarrow s = 12 - 8(7) + (7)^2 \Rightarrow s = 5 \text{ m}$

$t = 8 \text{ s} \Rightarrow s = 12 - 8(8) + (8)^2 \Rightarrow s = 12 \text{ m}$

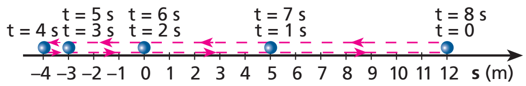
Organizamos os resultados numa tabela e, em seguida, fazemos a representação gráfica:

s (m)	12	5	0	–3	–4	–3	0	5	12
t (s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8



Observe que o gráfico obtido é um arco de parábola com a concavidade voltada para cima, o que sempre acontece quando a aceleração escalar é positiva.

b) Numa trajetória retilínea, as posições da partícula são dadas por:



De $t = 0$ a $t = 4$ s, a partícula moveu-se em sentido oposto ao da trajetória. Em $t = 4$ s, que é o instante correspondente ao vértice da parábola no gráfico **s × t**, ocorre a inversão do sentido do movimento. De $t = 4$ s a $t = 8$ s, a partícula moveu-se no mesmo sentido da trajetória.

De $t = 0$ a $t = 4$ s, o movimento foi retardado, pois a partícula percorreu, por segundo, uma distância cada vez menor.

De $t = 4$ s a $t = 8$ s, o movimento foi acelerado, pois a distância percorrida, por segundo, foi cada vez maior.

Observe que a partícula passou pela origem dos espaços duas vezes: em $t = 2$ s e em $t = 6$ s.

Note também que a forma do gráfico **s × t** nada tem a ver com a da trajetória.

Notas:

- O movimento uniformemente variado apresenta uma fase de ida e uma fase de volta, ambas descritas pelas **mesmas equações**. Só não apresenta duas fases quando o movimento é incompleto, como a decolagem de um avião e a freagem de um automóvel, por exemplo.
- O tempo para a partícula se deslocar entre dois pontos determinados é o mesmo na ida e na volta.
- Se você calcular, na ida e na volta, as velocidades escalares da partícula numa mesma posição ($s = 5$ m, por exemplo), poderá verificar que elas têm o mesmo valor absoluto.

44 O espaço (**s**) em função do tempo (**t**) para um objeto em movimento uniformemente variado é dado pela expressão:

$$s = 25 - 10t + t^2 \quad \text{(SI)}$$

Determine:

a) o instante em que a velocidade se anula;

b) os gráficos do espaço, da velocidade escalar e da aceleração escalar em função do tempo.

Resolução:

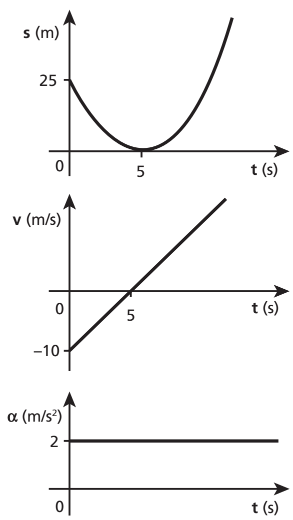
a) $v = -10 + 2t$

$0 = -10 + 2t \Rightarrow \boxed{t = 5\text{ s}}$

b) Ver gráficos nas Respostas.

Resposta: a) 5 s

b)



45 A função horária do espaço para o movimento de um ponto material é:

$$s = 4t - 2t^2 \text{ (SI)}$$

Determine, para esse ponto material:

a) os instantes em que ele está na origem dos espaços;

b) o instante e a posição correspondentes à inversão do sentido do movimento;

c) o gráfico do espaço em função do tempo.

Resolução:

a) $-2t^2 + 4t = 0 \Rightarrow \boxed{t' = 0}$ e $\boxed{t'' = 2\text{ s}}$

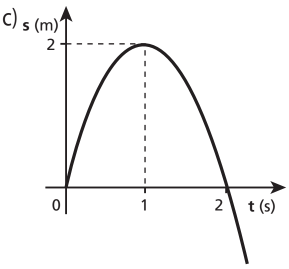
b) $v = v_0 + \alpha t \Rightarrow 0 = 4 - 4t \Rightarrow \boxed{t = 1\text{ s}}$

$s = 4 \cdot 1 - 2 \cdot 1^2 \Rightarrow s = 2$ m

c) Ver gráfico nas Respostas.

Resposta: a) 0 e 2 s; b) 1 s e 2 m;

c)



46 Com relação a um movimento uniformemente variado, com as etapas de ida e volta, podemos afirmar que:

a) a trajetória da partícula é um arco de parábola;

b) antes do instante correspondente ao vértice da parábola do gráfico do espaço **s** em função do tempo **t** o movimento é acelerado;

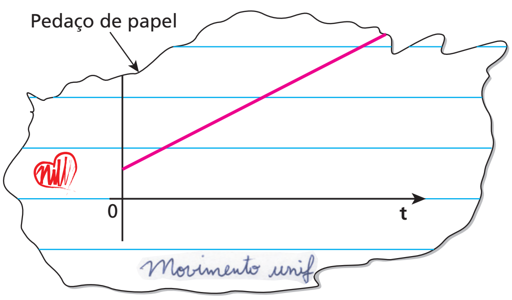
c) a partícula não pode passar por um mesmo ponto duas vezes;

d) no instante correspondente ao vértice da parábola no gráfico **s × t**, ocorre a inversão do sentido do movimento;

e) no instante da inversão do sentido do movimento, tanto a velocidade como a aceleração escalar são nulas.

Resposta: d

47 No lixo de uma sala de aula de primeira série do Ensino Médio, foi encontrado um pedaço de papel em que estava traçado um gráfico referente a um movimento. Só era possível ler "Movimento unif":



Pode-se afirmar que esse gráfico corresponde a um movimento:

a) certamente uniforme;

b) certamente uniformemente variado;

c) certamente retilíneo;

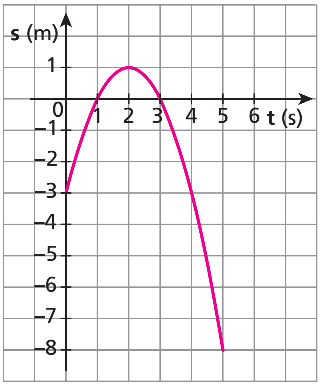
d) uniforme ou uniformemente variado;

e) acelerado com certeza.

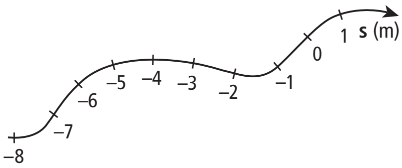
Resolução:
O movimento é uniforme se a grandeza representada no eixo das ordenadas é a posição (**s**) ou uniformemente variado se essa grandeza é a velocidade escalar (**v**).

Resposta: d

48 O gráfico ao lado corresponde ao movimento uniformemente variado de uma partícula:

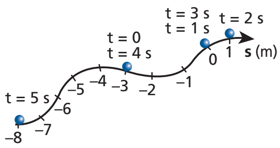


a) Supondo que a trajetória da partícula seja a representada a seguir, copie-a, indicando a posição da partícula nos instantes 0, 1 s, 2 s, 3 s, 4 s e 5 s.



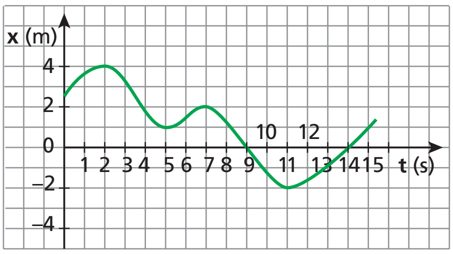
b) O movimento é acelerado ou retardado para $0 < t < 2$ s? E para $t > 2$ s?

Respostas: a)



b) Retardado para $0 < t < 2$ s e acelerado para $t > 2$ s.

49 (Vunesp-SP) O gráfico na figura mostra a posição **x** de um objeto em movimento sobre uma trajetória retilínea, em função do tempo **t**.

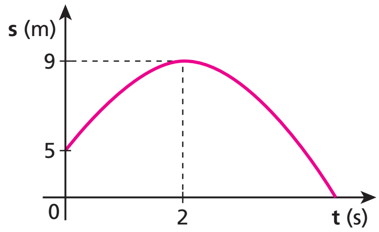


A partir desse gráfico, é possível concluir que a velocidade instantânea do objeto anulou-se somente:
a) no instante 0 segundo;
b) nos instantes 9 e 14 segundos;
c) nos instantes 2 e 7 segundos;
d) nos instantes 5 e 11 segundos;
e) nos instantes 2, 5, 7 e 11 segundos.

Resolução:
A velocidade se anula nos instantes de inversão do sentido do movimento.

Resposta: e

50 O gráfico a seguir, do espaço **s** em função do tempo **t**, refere-se a um movimento uniformemente variado:



Determine:
a) a velocidade escalar do móvel no instante $t_0 = 0$;
b) a aceleração escalar do móvel.

Resolução:
De $t_0 = 0$ a $t = 2$ s, temos:

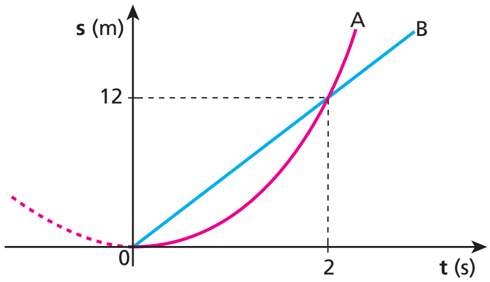
a) $v_m = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{9 - 5}{2 - 0} \Rightarrow v_m = 2$ m/s

$v_m = \dfrac{v_0 + v_2}{2} \Rightarrow 2 = \dfrac{v_0 + 0}{2} \Rightarrow \boxed{v_0 = 4 \text{ m/s}}$

b) $\alpha = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{v_2 + v_0}{2 - 0} = \dfrac{0 - 4}{2 - 0} \Rightarrow \boxed{\alpha = -2 \text{ m/s}^2}$

Respostas: a) 4 m/s; b) -2 m/s²

51 São dados a seguir os gráficos referentes aos movimentos de dois veículos **A** e **B**. O gráfico de **A** é um arco de parábola com vértice em $t = 0$.



Calcule a velocidade escalar de **A** em $t = 2$ s.

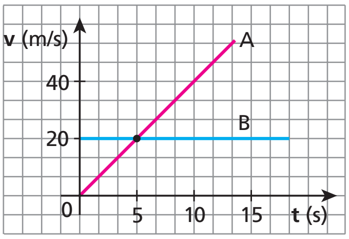
Resolução:
De 0 a 2 s, temos:

$v_{m_B} = v_{m_A} \Rightarrow v_B = \dfrac{v_0 + v_2}{2} \Rightarrow 6 = \dfrac{0 + v_2}{2}$

$\boxed{v_2 = 12 \text{ m/s}}$

Resposta: 12 m/s

52 No instante $t_0 = 0$, dois motociclistas **A** e **B** estão em uma mesma posição de uma estrada. Considerando essa posição como origem dos espaços e sabendo que suas velocidades escalares comportam-se em relação ao tempo conforme o diagrama abaixo, trace, num mesmo par de eixos, os gráficos do espaço em função do tempo para **A** e **B**, indicando o instante e a posição em que voltam a se encontrar.



Resolução:

• Em $t_e = 10$ s:

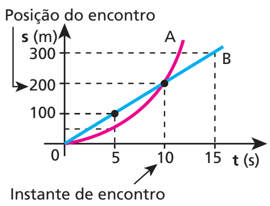
$s_A = s_B = 10 \text{ s} \cdot 20 \text{ m/s} = 200$ m

• Para **B**, a função s × t é crescente, do primeiro grau em **t**, com $s_{0_B} = 0$.

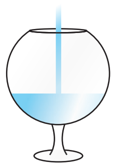
• Para **A**, a função s × t também é crescente, com $s_{0_A} = 0$. É um arco de parábola com vértice em $t_0 = 0$, pois $v_{0_A} = 0$, apresentando concavidade voltada para cima, já que $\alpha_A > 0$.

Veja os gráficos nas Respostas.

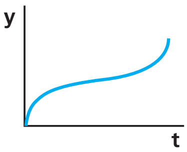
Resposta:

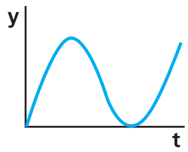


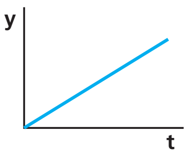
53 (Olimpíada Paulista de Física) Uma taça de forma esférica, como mostra a figura abaixo, está sendo cheia com água a uma taxa constante.

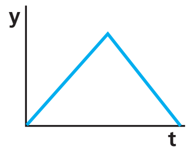


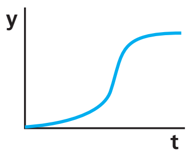
A altura do líquido, **y**, em função do tempo, **t**, pode ser representada graficamente por:

a) 

d) 

b) 

e) 

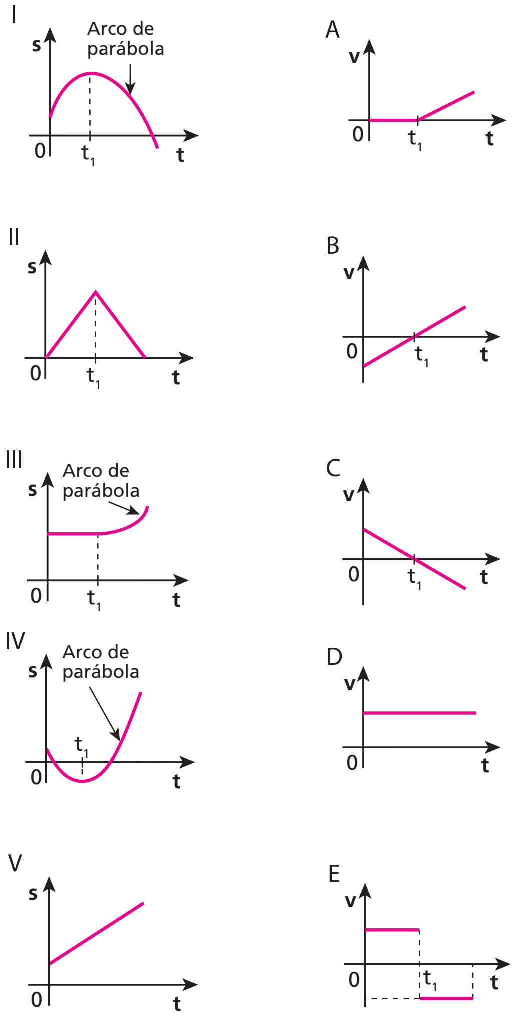
c) 

Resolução:

No início, em iguais intervalos de tempo, o nível da água sobe cada vez menos porque a área da seção transversal da taça vai aumentando. A partir do instante em que o nível da água atinge a seção transversal de área máxima, ele passa a subir cada vez mais, em iguais intervalos de tempo, porque a área da seção transversal passa a diminuir.

Resposta: a

54 São dados, a seguir, os gráficos do espaço (**s**) e da velocidade escalar (**v**) em função do tempo (**t**) para cinco partículas:



Estabeleça a correspondência entre os gráficos do espaço e da velocidade escalar.

Resolução:

I) **MUV** $\begin{cases} v_0 > 0 \\ v_{t_1} = 0 \end{cases} \rightarrow \boxed{C}$

II) **De 0 a t_1**: MU com v > 0 → $\boxed{E}$

De t_1 em diante: MU com v < 0

III) **De 0 a t_1**: repouso (v = 0) → $\boxed{A}$

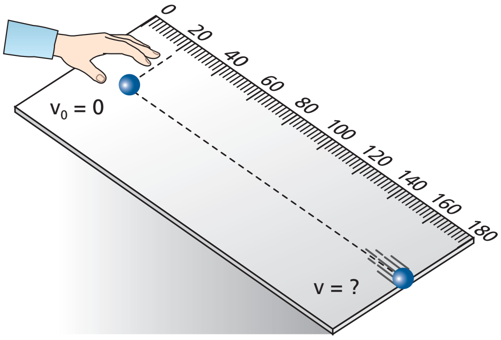
De t_1 em diante: MUV, com $v_{t_1} = 0$ e $\alpha > 0$

IV) **MUV** $\begin{cases} v_0 > 0 \\ v_{t_1} = 0 \end{cases} \rightarrow \boxed{B}$

V) **MU**: v > 0 → $\boxed{D}$

Respostas: I-C; II-E; III-A; IV-B; V-D

55 E.R. Uma esfera de aço é abandonada numa rampa inclinada na qual está colocada uma fita métrica graduada em centímetros, como representa a figura.



Sabendo que a aceleração escalar da esfera é praticamente constante e igual a 5 m/s², calcule sua velocidade escalar **v** no final da rampa.

Resolução:

Temos: $s_0 = 20\text{ cm} = 0{,}2\text{ m}$

$s = 180\text{ cm} = 1{,}8\text{ m}$

$v_0 = 0$ e

$\alpha = 5\text{ m/s}^2$

Então: $v^2 = v_0^2 + 2\alpha(s - s_0)$

$v^2 = 0^2 + 2 \cdot 5 \cdot (1{,}8 - 0{,}2) \Rightarrow \boxed{v = 4\text{ m/s}}$

56 No tubo de imagem de um televisor, um elétron, liberado com velocidade nula por um filamento quente, é acelerado uniformemente por um campo elétrico, atingindo a velocidade de $6 \cdot 10^6$ m/s após percorrer 1,8 cm. Calcule a aceleração escalar desse elétron.

Resolução:

$v_0 = 0;\ v = 6 \cdot 10^6\text{ m/s};\ \Delta s = 1{,}8 \cdot 10^{-2}\text{ m}$

$v^2 = v_9^2 + 2\alpha\Delta s$

$36 \cdot 10^{12} = 2\alpha \cdot 1{,}8 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \boxed{\alpha = 1 \cdot 10^{15}\text{ m/s}^2}$

Resposta: $1 \cdot 10^{15}$ m/s²

57 Um foguete parte do repouso de uma plataforma de lançamento, com aceleração escalar de 440 m/s², suposta constante, que é mantida nos primeiros 19,8 m da subida. Calcule:

a) a velocidade escalar do foguete no final desse deslocamento;

b) o tempo decorrido para essa velocidade ser atingida.

Resolução:

a) $v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s$

$v^2 = 2 \cdot 440 \cdot 19{,}8 = 17\,424 \Rightarrow \boxed{v = 132\text{ m/s}}$

b) $v = v_0 + \alpha\, t$

$132 = 440t \Rightarrow \boxed{t = 0{,}3\text{ s}}$

Respostas: a) 132 m/s; b) 0,3 s

58 Enquanto uma partícula percorre 10 m, sua velocidade escalar instantânea varia de 10 m/s a 20 m/s. Determine sua aceleração escalar, suposta constante.

Resolução:

$v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s \Rightarrow 20^2 = 10^2 + 2\alpha \cdot 10$

$\boxed{\alpha = 15\text{ m/s}^2}$

Resposta: 15 m/s²

59 Deslocando-se com velocidade escalar igual a 30 m/s, um vagão ferroviário é desacelerado até o repouso com aceleração constante. O vagão percorre 100 metros até parar. Qual a aceleração escalar do vagão?

Resolução:

$v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s \Rightarrow 0^2 = 30^2 + 2\alpha \cdot 100$

$\boxed{\alpha = -4{,}5\text{ m/s}^2}$

Resposta: – 4,5 m/s²

60 Um automóvel está a 72 km/h quando seus freios são acionados, imprimindo-lhe uma aceleração escalar constante de módulo igual a 5 m/s². Calcule a distância que ele percorre desde o instante em que inicia a freada até parar e a duração desse percurso.

Resolução:

• $v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s \Rightarrow 0^2 = 20^2 + 2 \cdot (-5) \cdot \Delta s$

$\boxed{\Delta s = 40\text{ m}}$

• $v = v_0 + \alpha\, t \Rightarrow 0 = 20 - 5t \Rightarrow \boxed{t = 4\text{ s}}$

Resposta: 40 m e 4 s respectivamente

61 (Fuvest-SP) A velocidade máxima permitida em uma autoestrada é de 110 km/h (aproximadamente 30 m/s) e um carro, nessa velocidade, leva 6 s para parar completamente. Diante de um posto rodoviário, os veículos devem trafegar no máximo a 36 km/h (10 m/s). Assim, para que os carros em velocidade máxima consigam obedecer ao limite permitido ao passar em frente do posto, a placa referente à redução de velocidade deverá ser colocada antes do posto a uma distância de, pelo menos:

a) 40 m. b) 60 m. c) 80 m. d) 90 m. e) 100 m.

Resolução:

Supondo constante a aceleração escalar do carro durante a freada, temos:

• $v = v_0 + \alpha\, t$

$0 = 30 + \alpha \cdot 6 \Rightarrow \alpha = -5\text{ m/s}^2$

• $v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s$

$10^2 = 30^2 + 2 \cdot (-5) \cdot \Delta s \Rightarrow \boxed{\Delta s = 80\text{ m}}$

Resposta: c

62 Um automóvel movia-se numa avenida quando seu motorista percebeu que o semáforo do cruzamento logo adiante estava fechado. O motorista freou, mas não conseguiu parar antes do cruzamento, atingindo outro veículo. Com base nos danos causados nos veículos, técnicos da polícia estimaram que o automóvel do motorista infrator estava a 36 km/h no momento da colisão. A 50 m do acidente, foi encontrada uma marca no asfalto, que corresponde ao local em que o motorista pisou desesperadamente no freio. Sabendo que os freios do veículo conseguem produzir uma aceleração escalar praticamente constante, de módulo igual a 8 m/s², calcule sua velocidade, em km/h, imediatamente antes de o motorista pisar no freio.

Resolução:

$v = 10\ m/s$; $\Delta s = 50\ m$; $\alpha = 8\ m/s^2$

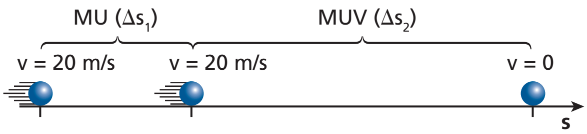
$v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s$

$10^2 = v_0^2 + 2 \cdot (-8) \cdot 50 \quad v_0 = 30\ m/s$

$\boxed{v_0 = 108\ km/h}$

Resposta: $v_0 = 108\ km/h$

63 O tempo de reação de um motorista é de aproximadamente 0,7 s (intervalo de tempo decorrido entre a percepção de um sinal para parar e a efetiva aplicação dos freios). Se os freios de um automóvel podem garantir um retardamento de 5 m/s², calcule a distância percorrida por ele até parar, supondo que sua velocidade era de 72 km/h ao perceber o sinal para parar (faça o cálculo utilizando equações).
Resolução:



$\Delta t = 0{,}7\ s$ $\qquad$ $\alpha = -5\ m/s^2$
$\Delta s_1 = ?$ $\qquad$ $\Delta s_2 = ?$

• $\Delta s_1 = v + \Delta t = 20 \cdot 0{,}7 \Rightarrow \Delta s_1 = 14\ m$

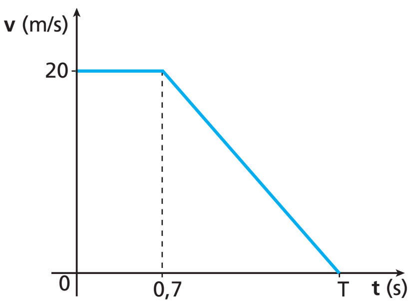
• $v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s$
$0^2 = 20^2 + 2 \cdot (-5)\ \Delta s_2 \Rightarrow \Delta s_2 = 40\ m$

• $\Delta s_{total} = \Delta s_1 + \Delta s_2 \Rightarrow \boxed{\Delta s_{total} = 54\ m}$

Resposta: $\Delta s_{total} = 54\ m$

64 Com relação à questão anterior:
a) trace o gráfico da velocidade escalar (**v**) desde o instante em que o motorista percebeu o sinal para parar até o instante em que ele parou;
b) calcule a distância percorrida nesse intervalo de tempo, por meio do gráfico **v x t**.

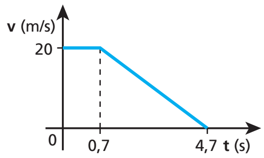
Resolução:
a)



$\alpha = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow -5 = \frac{0 - 20}{T - 0{,}7} \Rightarrow T = 4{,}7\ s$

b) $\Delta s_{total} = \frac{(4{,}7 + 0{,}7)}{2} \cdot 20 \Rightarrow \boxed{\Delta s_{total} = 54\ m}$

Resposta: a)



b) 54 m

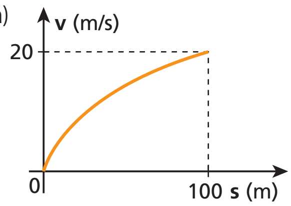
65 (UFPI) A distância percorrida por um automóvel que viaja a 40 km/h, após a ação dos freios, até que pare, é de 8 metros, admitindo-se constante sua aceleração devido à freada. Com a velocidade do automóvel igual a 80 km/h, e supondo as mesmas condições anteriores, o espaço percorrido pelo automóvel após a freada será de:
a) 8 m. b) 16 m. c) 24 m. d) 32 m. e) 40 m.
Resolução:

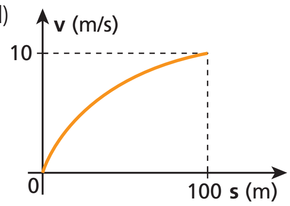
• $v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s \Rightarrow 0^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s \Rightarrow \Delta s = \frac{-v_0^2}{2\alpha}$

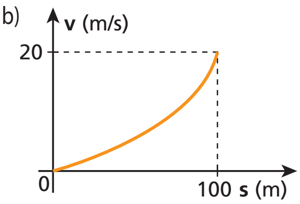
• Dobrando v_0, de 40 km para 80 km/h, Δs quadruplica. Portanto, a distância percorrida será $4 \cdot 8$ m, ou seja, 32 m.

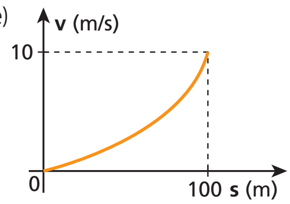
Resposta: d

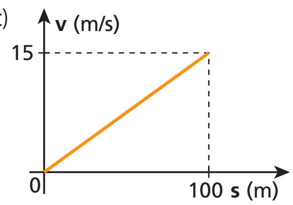
66 (Mack-SP) Um atleta, ao disputar os “100 metros rasos”, consegue cumprir o percurso em 10,0 s. Considerando que o movimento é retilíneo uniformemente acelerado, a partir do repouso e da origem dos espaços, o gráfico que melhor representa a velocidade escalar do atleta em função do espaço percorrido é:

a)


d)


b)


e)


c)


Resolução:

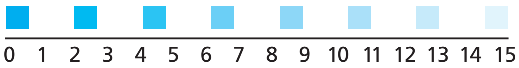
• $\Delta s = \frac{\alpha t^2}{2} \Rightarrow 100 = \frac{\alpha \cdot 10{,}0^2}{2} \Rightarrow \alpha = 2{,}0\ m/s^2$

• $v^2 = 2\ \alpha\ \Delta s = 4{,}0\ S$: o gráfico de **v** em função de **S** tem o aspecto daqueles das alternativas **a** e **d**.

• Para $S - 100\ m : v^2 = 4{,}0 \cdot 100 \Rightarrow v = 20\ m/s$

Resposta: a

67 (FCC-SP) Um pouco de tinta foi colocada na banda de rodagem do pneu de um carro. Quando o carro se movimenta, a mancha de tinta deixa marcas no chão igualmente espaçadas e com tonalidades cada vez mais fracas.



O que se pode concluir sobre a velocidade e a aceleração escalares do carro?

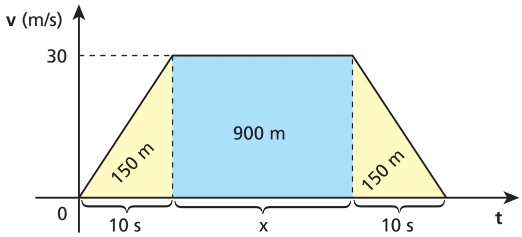
a) A velocidade é constante e a aceleração é nula.
b) A velocidade é crescente e a aceleração é constante.
c) A velocidade é decrescente e a aceleração é constante.
d) A velocidade e a aceleração são variáveis.
e) Nada se pode concluir, porque os dados são insuficientes.

Resolução:
Não havendo escorregamento do pneu, as marcas deixadas no chão sempre estarão igualmente espaçadas, independentemente do tipo de movimento desse carro. Assim, não se pode concluir nada.

Resposta: e

68 Uma locomotiva parte de uma estação **A** e pára em uma estação **B**, distante 1 200 m de **A**. O máximo módulo da aceleração que ela consegue manter é de 3 m/s², tanto na fase de aceleração como na de retardamento. Sabendo que é proibido trafegar nessa região com velocidade superior a 30 m/s, calcule o mínimo intervalo de tempo possível para ir de **A** a **B**, sem problemas com a fiscalização.
Sugestão: Resolva essa questão utilizando o gráfico da velocidade escalar em função do tempo.

Resolução:



$\alpha = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow 3 = \dfrac{30}{\Delta t}$

$\Delta t = 10\text{ s}$

"área" $= \Delta s = 1\,200$ m

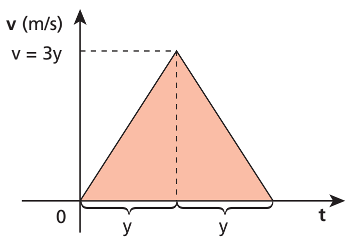
$30\,x = 900 \Rightarrow x = 30$ s

$\Delta t_{mín} = 10\text{ s} + 30\text{ s} + 10\text{ s} \Rightarrow \boxed{\Delta t_{mín} = 50\text{ s}}$

Resposta: 50 s

69 Releia a questão anterior. Agora, resolva-a supondo que não haja limitação para a velocidade.

Resolução:



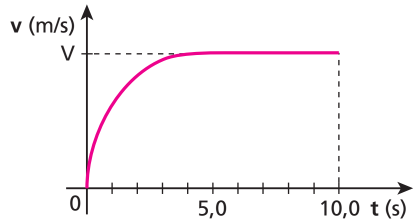
$3 = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow 3 = \dfrac{v}{y} \Rightarrow \quad v = 3y$

$\dfrac{(2y)\cdot(3y)}{2} = 1\,200 \Rightarrow 3y^2 = 1\,200 \Rightarrow y = 20\text{ s}$

$\Delta t_{mín} = y + y \Rightarrow \boxed{\Delta t_{mín} = 40\text{ s}}$

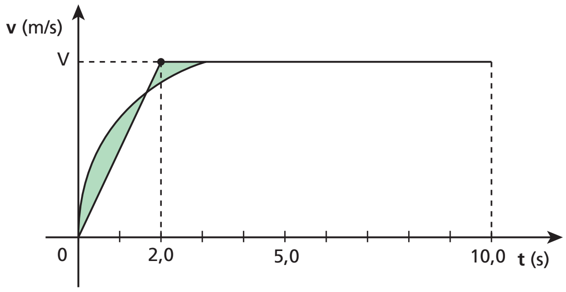
Resposta: 40 s

70 Numa corrida de 100 m rasos, a velocidade escalar de um atleta variou com o tempo, aproximadamente, conforme o gráfico:



Sabendo que esse atleta concluiu a prova em 10,0 s, faça uma estimativa (cálculo aproximado) de sua velocidade máxima **V**.

Resolução:
Façamos uma aproximação utilizando dois segmentos de reta, de modo que se mantenha quase a mesma "área" do gráfico original:



$\Delta s = \text{"área"} \Rightarrow 100 = \dfrac{(10{,}0 + 8{,}0)}{2} \cdot V$

$\boxed{V \simeq 11\text{ m/s}}$

Resposta: 11 m/s

71 (Uerj) A cidade de São Paulo tem cerca de 23 km de raio. Em certa madrugada, parte-se de carro, inicialmente em repouso, de um ponto qualquer de uma das avenidas marginais que circundam a cidade. Durante os primeiros 20 segundos, o movimento ocorre com aceleração constante de 1,0 m/s². Ao final desse período, a aceleração torna-se nula e o movimento prossegue mantendo-se a velocidade adquirida.
Considerando que o movimento foi circular, determine:

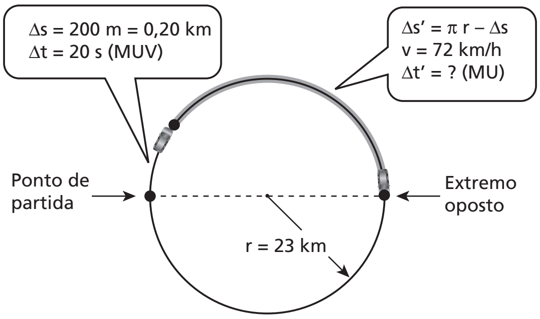
a) a distância percorrida pelo carro durante os primeiros 20 segundos;
b) o tempo gasto para que fosse alcançado o ponto diametralmente oposto à posição inicial, ou seja, o extremo oposto da cidade.

Resolução:

a) Nos primeiros 20 s, temos:
$v_0 = 0,\ \alpha = 1{,}0\text{ m/s}^2$ e $t = 20$ s
Então: $\Delta s = \dfrac{\alpha}{2}\,t^2 = \dfrac{1{,}0}{2} \cdot 20^2 \Rightarrow \boxed{\Delta s = 200\text{ m}}$

b) Velocidade adquirida em 20 s:
$v = \alpha\,t = 1{,}0 \cdot 20 \Rightarrow v = 20\text{ m/s} = 72\text{ km/h}$

Lembrando que o comprimento de uma circunferência de raio **r** é igual a $2\,\pi\,r$, temos:



$$v = \frac{\Delta s'}{\Delta t'} = \frac{\pi\,r - \Delta s}{\Delta t'} \Rightarrow 72 = \frac{3{,}14 \cdot 23 - 0{,}20}{\Delta t'}$$

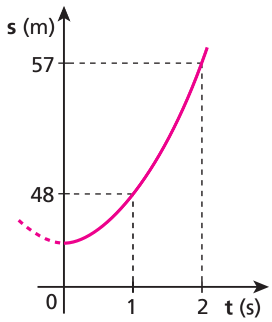
$\Delta t' = 1{,}0$ h

$\Delta t_{total} = \Delta t + \Delta t' = 20\text{ s} + 1{,}0\text{ h}$

$\boxed{\Delta t_{total} \simeq 1{,}0\text{ h}}$

Respostas: a) 200 m; b) 1,0 h aproximadamente

72 Os espaços de um móvel variam com o tempo, conforme o gráfico a seguir, que é um arco de parábola cujo vértice está localizado no eixo **s**:



Determine:
a) o espaço em $t_0 = 0$;
b) a aceleração escalar;
c) a velocidade escalar em $t = 3$ s.

Resolução:
Vértice do arco de parábola no eixo **s** $\Rightarrow v_0 = 0$.

Usando $s = s_0 + v_0\,t + \frac{\alpha}{2}\,t^2$, temos:

Para $t = 1$ s, $s = 48$ m: $48 = s_0 + \frac{\alpha}{2} \cdot 1^2$

$2s_0 + \alpha = 96$ (I)

Para $t = 2$ s, $s = 57$ m: $57 = s_0 + \frac{\alpha}{2} \cdot 2^2$

$s_0 + 2\,\alpha = 57$ (II)

De (I) e (II), obtemos:

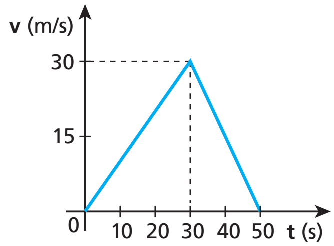
$\boxed{s_0 = 45\text{ m}}$ e $\boxed{\alpha = 6\text{ m/s}^2}$

Como $v = v_0 + \alpha\,t$:

$v_3 = 0 + 6 \cdot 3 \Rightarrow \boxed{v_3 = 18\text{ m/s}}$

Respostas: a) 45 m; b) 6 m/s²; c) 18 m/s

73 (Vunesp-SP) A figura representa o gráfico velocidade × tempo do movimento retilíneo de um móvel.



a) Qual o deslocamento total desse móvel?
b) Esboce o gráfico posição × tempo correspondente, supondo que o móvel partiu da origem dos espaços.

Resolução:

a) $\Delta s = \text{“área”} = \frac{50 \cdot 30}{2} \Rightarrow \boxed{\Delta s = 750\text{ m}}$

b) De 0 a 30 s:

MUV com:

$\alpha > 0 \Rightarrow$ arco de parábola com concavidade para cima.

$v_0 = 0 \Rightarrow$ arco de parábola com vértice no eixo **s**.

$s_{30} = \text{“área”} = \frac{30 \cdot 30}{2} \Rightarrow s_{30} = 450$ m

De 30 s a 50 s:

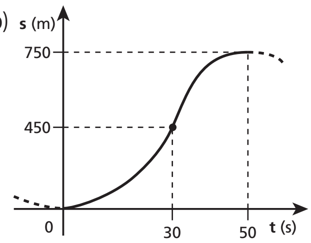
MUV com:

$\alpha < 0 \Rightarrow$ arco de parábola com concavidade para baixo.

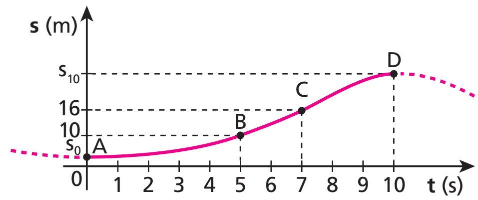
$v_{50} = 0 \Rightarrow$ vértice do arco de parábola em $t = 50$ s.

Respostas: a) 750 m

b)



74 O espaço (**s**) de uma partícula variou com o tempo (**t**) conforme indica o gráfico a seguir.



Nesse gráfico, os trechos AB e CD são arcos de parábola com vértices nos pontos **A** e **D**, ao passo que o trecho BC é um segmento de reta.

Determine:
a) o espaço inicial (s_0) da partícula;
b) a aceleração escalar no trecho CD;
c) o espaço (s_{10}) da partícula em $t = 10$ s.

Resolução:

a) De **B** a **C** o movimento é uniforme:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{16 - 10}{7 - 5} \Rightarrow v = v_B = v_C = 3 \text{ m/s}$$

- $v_B = v_A + \alpha\, t \Rightarrow 3 = 0 + \alpha \cdot 5 \Rightarrow \alpha = 0{,}6 \text{ m/s}^2$
- $v_B^2 = v_A^2 + 2\alpha\,\Delta s \Rightarrow 3^2 = 0^2 + 2 \cdot 0{,}6 \cdot (10 - s_0)$

$$\boxed{s_0 = 2{,}5 \text{ m}}$$

b) $v_D = v_C + \alpha'\, t$

$$0 = 3 + \alpha' \cdot 3 \Rightarrow \boxed{\alpha' = -1 \text{ m/s}^2}$$

c) $v_D^2 = v_C^2 + 2\alpha'\Delta s$

$$0^2 = 3^2 + 2 \cdot (-1) \cdot (s_{10} - 16) \Rightarrow \boxed{s_{10} = 20{,}5 \text{ m}}$$

Respostas: a) 2,5 m; b) –1 m/s²; c) 20,5 m

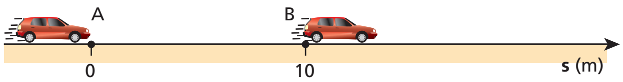
75 (Olimpíada Brasileira de Física) Dois carros movem-se no mesmo sentido em uma estrada retilínea com velocidades $v_A = 108$ km/h e $v_B = 72$ km/h respectivamente. Quando a frente do carro **A** está a uma distância de 10 m atrás da traseira do carro **B**, o motorista do carro **A** freia, causando uma desaceleração $a = 5$ m/s².

a) Calcule a distância percorrida pelo carro **A** até que ele colida com o carro **B**.

b) Repita o cálculo do item anterior, mas agora supondo que a velocidade inicial do carro **A** seja de 90 km/h. Interprete seu resultado.

Resolução:

a) $v_A = 30$ m/s e $v_B = 20$ m/s



$$\left.\begin{aligned} s_A &= 30\,t - \frac{5\,t^2}{2} \\ s_B &= 10 + 20\,t \end{aligned}\right\} \Rightarrow 30\,t_e - \frac{5\,t_e^2}{2} = 10 + 20\,t_e \Rightarrow t_e = 2 \text{ s}$$

$$s_A = 30 \cdot 2 - \frac{5 \cdot 2^2}{2} \Rightarrow \boxed{s_A = 50 \text{ m}}$$

b) $v_A = 25$ m/s

$$\left.\begin{aligned} s_A &= 25\,t - \frac{5\,t^2}{2} \\ s_B &= 10 + 20\,t \end{aligned}\right\} \Rightarrow 25\,t_e - \frac{5\,t_e^2}{2} = 10 + 20\,t_e \Rightarrow 5\,t_e^2 - 10\,t_e + 20 = 0$$

$$\Delta < 0 \Rightarrow \boxed{\text{Não haverá colisão.}}$$

Respostas: a) 50 m; b) Não haverá colisão.

76 (Vunesp-SP) Uma norma de segurança sugerida pela concessionária de uma autoestrada recomenda que os motoristas que nela trafegam mantenham seus veículos separados por uma “distância” de 2,0 segundos.

a) Qual é essa distância, expressa adequadamente em metros, para veículos que percorrem a estrada com velocidade constante de 90 km/h?

b) Suponha que, nessas condições, um motorista freie bruscamente seu veículo até parar, com aceleração constante de módulo 5,0 m/s², e o motorista de trás só reaja, freando seu veículo, depois de 0,50 s. Qual deve ser o mínimo módulo da aceleração do veículo de trás para não colidir com o da frente?

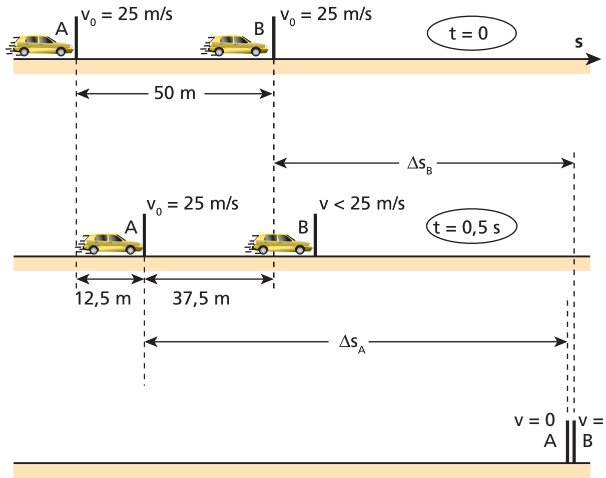
Resolução:

a) 90 km/h = 25 m/s

distância = v t = 25 · 2 $\Rightarrow$ $\boxed{\text{distância} = 50 \text{ m}}$

b)
- No instante t = 0, **B** começa a frear.
- Em t = 0,50 s, após percorrer 12,5 m ($\Delta s = v_0\, t = 25$ m/s · 0,5 s = 12,5 m), **A** passa a frear seu veículo.
- Algum tempo depois, **B** pára.

No caso crítico, para não haver colisão, **A** deve parar “colado” em **B**:



Cálculo de Δs_B: $v^2 = v_0^2 + 2\,\alpha_B\,\Delta s_B$

$0^2 = 25^2 + 2 \cdot (-5) \cdot \Delta s_B$

$\Delta s_B = 62{,}5$ m

Cálculo de $|\alpha_A|$ mínimo:

Para parar, **A** não precisa frear tanto quanto **B**, já que **A dispõe de uma distância maior** para fazer isso. De fato, de t = 0,50 s até parar:

$\Delta s_A = 37{,}5 \text{ m} + \Delta s_B = 37{,}5 \text{ m} + 62{,}5 \text{ m}$

$\Delta s_A = 100$ m

$v^2 = v_0^2 + 2\,\alpha_A\,\Delta s_A$

$0^2 = 25^2 + 2\,\alpha_A \cdot 100 \Rightarrow \alpha_A = -3{,}125 \text{ m/s}^2$

$$\boxed{|\alpha_A|_{mín} = 3{,}125 \text{ m/s}^2}$$

Nota:

- **A** e **B** não param no mesmo instante.

  Vamos determinar, em relação à origem de tempo (t = 0) usada na resolução, os instantes em que **A** e **B** param.

B: $v = v_0 + \alpha_B\, t$

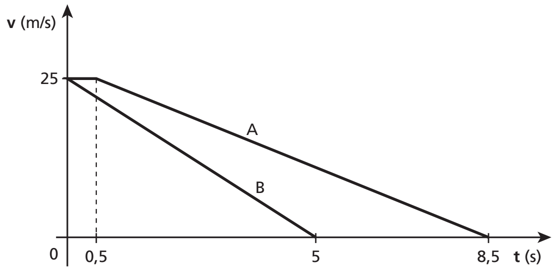
$0 = 25 - 5\ t_{P_B} \Rightarrow \boxed{t_{P_B} = 5{,}0\ s}$

A: $v = v_0 + \alpha_A\, t'$

$0 = 25 - 3{,}125 \cdot t'_{P_A} \Rightarrow \boxed{t'_{P_A} = 8{,}0\ s}$

Como **A** começou a frear em t = 0,50 s:

$\boxed{t_{P_A} = 8{,}5\ s}$



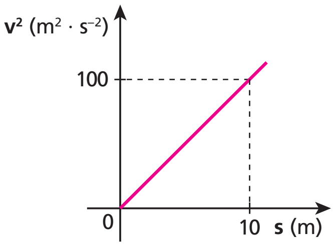
Calculando as "áreas" nesses gráficos, podemos conferir os deslocamentos de **A** e **B desde t = 0** até o instante em que param:

$\Delta s_{B_{total}} = \dfrac{5 \cdot 25}{2} \Rightarrow \Delta s_{B_{total}} = 62{,}5\ m$

$\Delta s_{A_{total}} = \dfrac{(8{,}5 + 0{,}5) \cdot 25}{2} \Rightarrow \Delta s_{A_{total}} = 112{,}5\ m$

Respostas: a) 50 m; b) 3,125 m/s²

77 O gráfico mostra como varia o quadrado da velocidade escalar de uma partícula em função de sua abscissa **s**:



Determine a aceleração escalar da partícula.

Resolução:

$v = 0$ em $s = 0$

$v^2 = v_0^2 + 2\,\alpha \Delta s \Rightarrow 100 = 2 \cdot \alpha \cdot 10 \Rightarrow \boxed{\alpha = 5\ m/s^2}$

Resposta: 5 m/s²

78 (FEI-SP) Um móvel parte de certo ponto com um movimento que obedece à lei horária $S = 4t^2$, válida no SI. **S** é a abscissa do móvel e **t** é o tempo. Um segundo depois, parte outro móvel do mesmo ponto do primeiro, com movimento uniforme e seguindo a mesma trajetória. Qual a menor velocidade que deverá ter esse segundo móvel a fim de encontrar o primeiro?

Resolução:

$S = 4\,t^2$ .... MUV $\qquad S' = v\,(t - 1)$ .... MU

No encontro: $S = S'$

$4\,t_e^2 = v\,(t_e - 1) \Rightarrow 4\,t_e^2 - v\,t_e + v = 0$

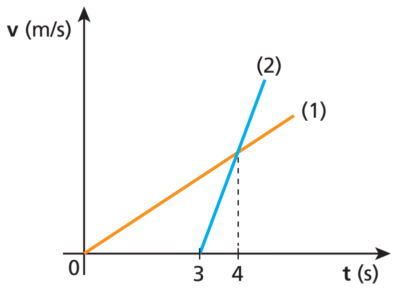
$t_e = \dfrac{v \pm \sqrt{v^2 - 16\,v}}{8}$

Para t_e existir, devemos impor:

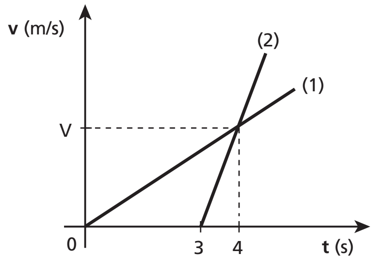
$v^2 - 16\,v \geqslant 0 \Rightarrow v \geqslant 16\ m/s \Rightarrow \boxed{v_{mín} = 16\ m/s}$

Resposta: 16 m/s

79 (FEI-SP) Na figura, estão representados os diagramas de velocidade de dois móveis em função do tempo. Esses móveis partem de um mesmo ponto, a partir do repouso, e percorrem a mesma trajetória retilínea. Em que instante (**s**) eles se encontram?



Resolução:



$s_{0_1} = s_{0_2} = 0$

$v_{0_1} = v_{0_2} = 0$

$$\alpha = \frac{\Delta v}{\Delta t} \begin{cases} \alpha_1 = \dfrac{V - 0}{4 - 0} = \dfrac{V}{4} \\[2ex] \alpha_2 = \dfrac{V - 0}{4 - 3} = V \end{cases}$$

Tempo de movimento do móvel 1

Tempo de movimento do móvel 2

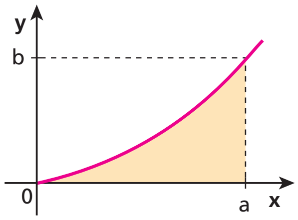
$$s = s_0 + v_0 t + \frac{\alpha t^2}{2} \begin{cases} s_1 = \dfrac{V\,t^2}{4 \cdot 2} \\[2ex] s_2 = \dfrac{V\,\overbrace{(t-3)}^{}{}^2}{2} \end{cases}$$

$s_2 = s_1$: $\dfrac{V\,(t-3)^2}{2} = \dfrac{V\,t^2}{8} \Rightarrow \boxed{t = 6\ s}$

A raiz t = 2 s não serve porque nesse instante o móvel 2 ainda não tinha partido.

Respostas: t = 6 s ; A raiz t = 2 s não serve porque nesse instante o móvel 2 ainda não tinha partido.

80 A figura a seguir ilustra a representação gráfica de uma função do tipo $y = k \cdot x^n$, em que **k** é uma constante e **n** é um inteiro positivo.

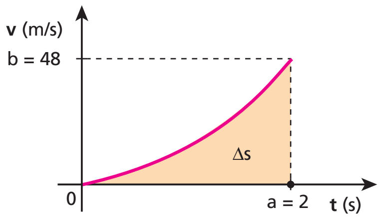


A área da região destacada é dada por:

$$\boxed{\text{Área} = \frac{a \cdot b}{n+1}}$$

A velocidade escalar de uma partícula varia com o tempo, segundo a função $v = 3t^4$ (SI). Calcule a distância percorrida pela partícula entre $t_0 = 0$ e $t = 2$ s.

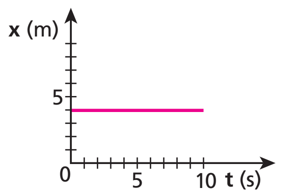
Resolução:

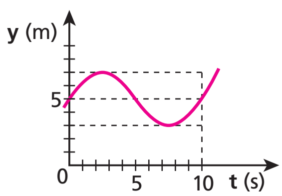


$$\Delta s = \frac{a\,b}{n+1} = \frac{2 \cdot 48}{4+1} = \frac{96}{5} \Rightarrow \boxed{\Delta s = 19{,}2 \text{ m}}$$

Resposta: 19,2 m

81 Uma partícula move-se num plano determinado por dois eixos cartesianos ortogonais 0x e 0y e suas coordenadas de posição **x** e **y** variam com o tempo **t**, conforme os gráficos a seguir.

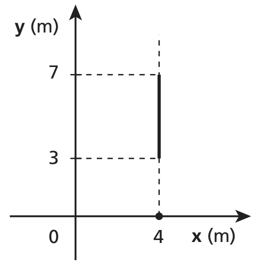




a) Qual o comprimento da trajetória descrita pela partícula no intervalo de tempo de 0 a 10 s?
b) Qual a distância entre as posições da partícula nos instantes $t_0 = 0$ e $t = 10$ s?
c) Quantas vezes a partícula parou de 0 a 10 s?

Resolução:

a) Como **x** é constante e igual a 4 m e **y** varia entre 3 m e 7 m, a trajetória descrita no plano Oxy é o segmento de reta traçado na figura:



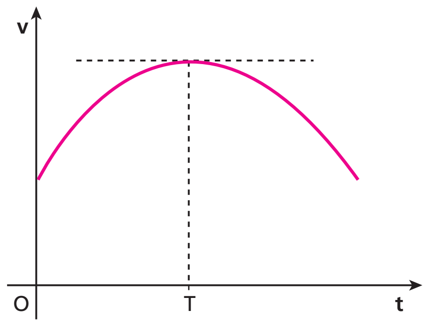
Portanto, o comprimento da trajetória é 4 m.
b) Nula.
c) Duas vezes: em t = 2,5 s e em t = 7,5 s

Respostas: a) 4 m; b) Nula; c) Duas

82 Dado que a aceleração escalar de um corpo é **nula** em determinado instante, pode-se afirmar que ele:
a) está no ponto mais alto atingido após ser lançado verticalmente para cima;
b) está em movimento uniforme;
c) está num movimento uniformemente variado qualquer;
d) está em movimento retilíneo;
e) pode estar em movimento variado não-uniformemente.

Resolução:
O enunciado informou que a aceleração escalar é nula em determinado **instante**. Portanto, não sabemos se ela também é nula nos demais instantes. Por isso, a alternativa correta é **e**.

Exemplo:



Nesse movimento variado não-uniformemente, a aceleração escalar é nula apenas no instante **T**.

Resposta: e

83 Dois corpos **A** e **B**, ambos em movimento uniformemente variado ao longo de um eixo **x**, se cruzam duas vezes: no instante $\mathbf{t_1}$ e no instante $\mathbf{t_2}$. Suas velocidades escalares são respectivamente iguais a v_A e v_B, no instante t_1, e v'_A e v'_B, no instante t_2:

Determine a razão $\dfrac{v_A - v_B}{v'_A - v'_B}$.

Resolução:

• Entre t_1 e t_2, Δx e Δt são iguais para **A** e **B**. Portanto: $v_{m_A} = v_{m_B}$.

• Lembrando que, num MUV, v_m é a média aritmética das velocidades inicial e final, temos:

$$v_{m_A} = v_{m_B} \Rightarrow \frac{v_A - v'_A}{2} = \frac{v_B - v'_B}{2} \Rightarrow v_A - v_B = -(v'_A - v'_B)$$

Portanto: $\boxed{\dfrac{v_A - v_B}{v'_A - v'_B} = -1}$

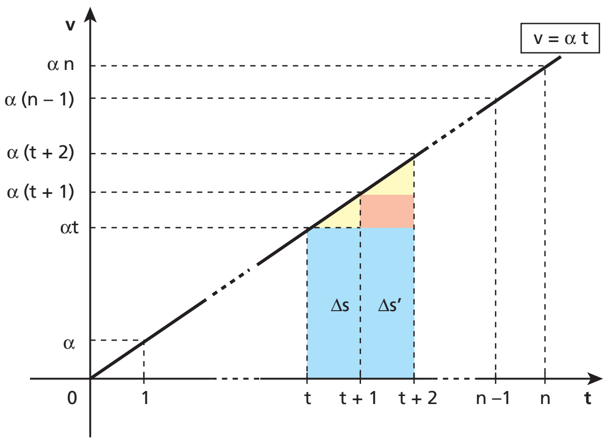
Resposta: –1

84 Um corpo, inicialmente em repouso, entra em movimento com aceleração escalar constante α, no instante $t_0 = 0$.

a) Mostre que as diferenças entre as distâncias percorridas em intervalos de tempo consecutivos e iguais a 1 unidade de tempo são sempre as mesmas e têm o mesmo valor numérico de α.

b) Determine a distância percorrida durante a enésima unidade de tempo. Verifique que ela é um múltiplo ímpar da distância percorrida na primeira unidade de tempo.

Resolução:



a) Seja **t** um instante qualquer.
A diferença entre Δs' e Δs é igual à "área" do retângulo destacado em laranja:

$$\Delta s' - \Delta s = \underbrace{[(t + 2) - (t + 1)]}_{\text{base}} \cdot \underbrace{[\alpha (t + 1) - \alpha t]}_{\text{altura}}$$

$$\boxed{\Delta s' - \Delta s = \alpha}$$

b) Na n-ésima unidade de tempo:

$$\Delta s_n = \frac{\alpha (n - 1) + \alpha n}{2} \cdot 1 \Rightarrow \Delta s_n = \alpha n - \frac{\alpha}{2}$$

$$\boxed{\Delta s_n = (2n - 1)\frac{\alpha}{2}}$$

Na primeira unidade de tempo:

$$\Delta s_1 = \frac{1 \cdot \alpha}{2} = \frac{\alpha}{2}$$

Como 2n é par, temos que (2n – 1) é ímpar:

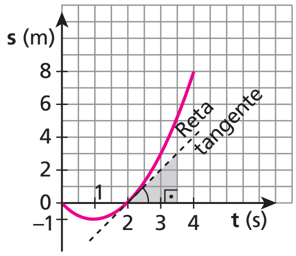
Portanto: $\boxed{\Delta s_n \text{ é um múltiplo ímpar de } \Delta s_1.}$

Respostas: a) Demonstração; b) $\Delta s_n = (2n - 1)\dfrac{\alpha}{2}$

85 Na figura está representada graficamente a função horária $s = t^2 - 2t$ (SI).
Calcule a velocidade escalar em t = 2 s:

a) por meio da função horária da velocidade;

b) por meio do gráfico dado.



Resolução:

a) $s = t^2 - 2t \Rightarrow v = -2 + 2t$

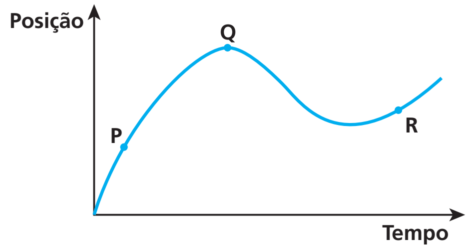
Em t = 2 s: $v = -2 + 2 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{v = 2 \text{ m/s}}$

b) Usando o triângulo retângulo destacado na figura, temos, em t = 2 s:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{3 - 0}{3,5 - 2} \Rightarrow \boxed{v = 2 \text{ m/s}}$$

Respostas: a) 2 m/s; b) 2 m/s

86 (UFMG) Um carro está andando ao longo de uma estrada reta e plana. Sua posição em função do tempo está representada neste gráfico:



Sejam $\mathbf{v_P}$, $\mathbf{v_Q}$ e $\mathbf{v_R}$ os módulos das velocidades do carro, respectivamente, nos pontos **P**, **Q** e **R** indicados nesse gráfico.
Com base nessas informações, é **correto** afirmar que:

a) $v_Q < v_P < v_R$.

b) $v_P < v_R < v_Q$.

c) $v_Q < v_R < v_P$.

d) $v_P < v_Q < v_R$.

Resolução:

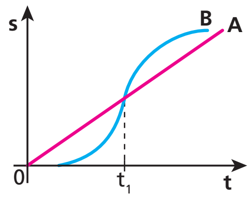
O "coeficiente angular" da reta tangente à curva em cada instante fornece a velocidade escalar nesse instante. Portanto:

• $v_R > 0$, $v_P > 0$, $v_Q = 0$ e $v_R < v_P$

• $\boxed{v_Q < v_R < v_P}$

Resposta: c

87 Dois veículos **A** e **B** percorrem uma mesma rodovia. Suas posições variam com o tempo, como mostra o diagrama a seguir:



Indique a alternativa **incorreta**:

a) A velocidade escalar de **A** é constante.

b) No instante t_1, o movimento de **B** deixa de ser acelerado para tornar-se retardado.

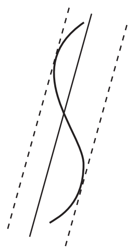
c) A velocidade escalar de **B** igualou-se à de **A** em duas ocasiões.

d) A velocidade escalar de **B** nunca foi negativa.

e) **A** e **B** nunca tiveram velocidades escalares iguais.

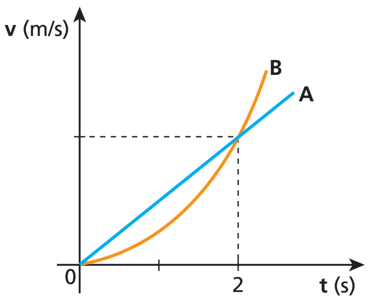
Resolução:

O móvel **B** tem velocidade escalar igual à de **A** no instante em que a reta tangente ao gráfico de **B** for paralela ao gráfico de **A**. Isso ocorre duas vezes.



Resposta: e

88 (ITA-SP) Duas partículas **A** e **B** deslocam-se ao longo do eixo Ox com velocidades dadas pelo gráfico a seguir, sendo que no instante $t_0 = 0$ ambas estão na origem do sistema de coordenadas. No instante $t = 2$ s, **A** e **B** estão, respectivamente, nos pontos de abscissas x_1 e x_2, com acelerações a_1 e a_2. Compare x_1 com x_2 e a_1 com a_2.



Resolução:

Comparando as "áreas" de 0 a 2 s, concluímos que:

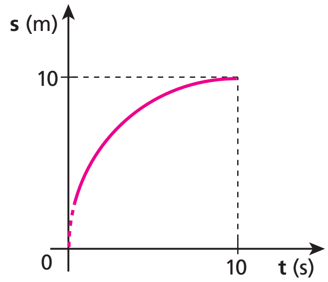
$$\boxed{x_1 > x_2}$$

Em t = 2 s, o "coeficiente angular" da reta tangente ao gráfico de **B** é maior que em **A**.

Então: $\boxed{a_2 > a_1}$

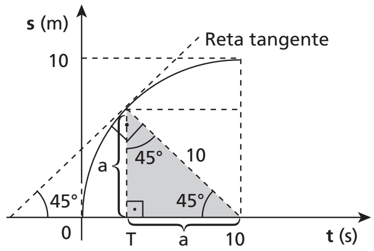
Respostas: $x_1 > x_2$ e $a_2 > a_1$

89 O gráfico espaço × tempo a seguir está contido em um quarto de circunferência. Determine o instante **t** em que a velocidade **v** do móvel em questão é igual a 1 m/s.



Resolução:

Como a unidade de tempo e a de espaço foram representadas por **segmentos de mesmo comprimento**, o instante em que **v** é igual a 1 m/s é aquele em que a reta tangente à curva forma 45º com o eixo **t**:



No triângulo retângulo destacado, temos:

$10^2 = a^2 + a^2 \Rightarrow a = 5\sqrt{2}$ s

Então: $T = 10 - a = 10 - 5\sqrt{2} \Rightarrow \boxed{T \simeq 3\text{ s}}$

Resposta: $t \simeq 3$ s