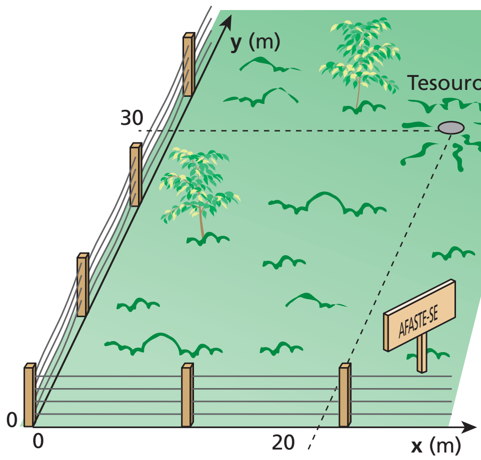
Parte I – CINEMÁTICA

Tópico 1

1 Um pescador encontrou um tesouro e o enterrou em um terreno cercado de sua propriedade. Para que ficasse fácil localizar o tesouro a qualquer momento, ele fez um esboço do terreno, associando a ele um sistema de eixos cartesianos. Assim, ele mediu e marcou os valores indicados na figura.



a) Qual a abscissa do local em que está enterrado o tesouro?
b) Qual a ordenada do local em que está enterrado o tesouro?

Respostas: a) 20 m; b) 30 m

2 Converta 1 hora em segundos.

Resolução:
1 h = 60 min = 60 · 60 s ⇒ 1 h = 3 600 s

Resposta: 1 h = 3 600 s

3 Um quarto de hora corresponde a quantos minutos?

Resolução:
$\frac{1}{4}\text{ h} = \frac{1}{4} \cdot 60\text{ min} = 15\text{ min}$

Resposta: 15 min

4 Dez minutos correspondem a que fração da hora?

Resolução:
$10\text{ min} = 10 \cdot \frac{1}{60}\text{ h} = \frac{1}{6}\text{ h}$

Resposta: $\frac{1}{6}$ h

5 Instante (**t**) pode ser dado por um número negativo? E intervalo de tempo (Δt)?

Resolução:
Quando adotamos uma origem de tempo ($t_0 = 0$), atribuímos números positivos aos instantes posteriores e negativos aos anteriores. Assim, um instante pode ser dado por um número negativo. O intervalo de tempo ($\Delta t = t_{final} - t_{inicial}$) não pode ser negativo, pois t_{final} nunca é menor que $t_{inicial}$.

Respostas: Instante sim; intervalo não.

6 Calcule, em minutos, o resultado da seguinte expressão:

$$1{,}2\text{ h} + \frac{3}{4}\text{ h} + 300\text{ s}.$$

Resolução:

$$1{,}2\text{ h} + \frac{3}{4}\text{ h} + 300\text{ s} = 1{,}2 \cdot 60\text{ min} + \frac{3}{4} \cdot 60\text{ min} + 300 \cdot \frac{1}{60}\text{ min} =$$
$$= 72\text{ min} + 45\text{ min} + 5\text{ min} = 122\text{ min}$$

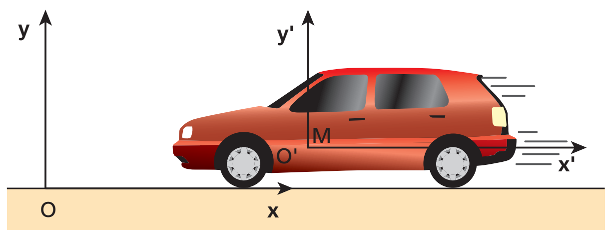
Resposta: 122 min

7 (Vunesp-SP) O intervalo de tempo de 2,4 minutos equivale a quanto no Sistema Internacional de Unidades?

Resolução:
2,4 min = 2,4 · 60 s = 144 s

Resposta: 144 s

8 Considere um automóvel em movimento em relação a um referencial Oxy solidário ao solo. Seja O'x'y' outro referencial, solidário à porta do veículo, como ilustra a figura a seguir:



Determine se a maçaneta **M** está em repouso ou em movimento:
a) em relação a Oxy.
b) em relação a O'x'y'.

Respostas: a) Em movimento. b) Em repouso

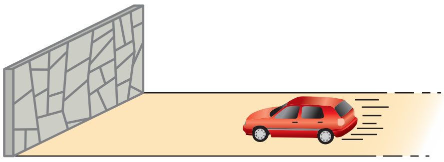
9 E.R. Enquanto o professor escreve na lousa:

a) o giz está em repouso ou em movimento em relação à lousa?
b) a lousa está em repouso ou em movimento em relação ao chão?
c) a lousa está em repouso ou em movimento em relação ao giz?

Resolução:

a) Enquanto o professor está escrevendo, o giz muda de posição em relação à lousa, estando, portanto, **em movimento** em relação a ela.
b) A lousa não muda de posição em relação ao chão, estando, portanto, **em repouso** em relação a ele.
c) Os conceitos de movimento e de repouso são simétricos, isto é, se um corpo está em movimento (ou repouso) em relação a outro, este também está em movimento (ou repouso) em relação ao primeiro. Assim, a lousa está em movimento em relação ao giz. De fato, se houver um inseto pousado no giz, por exemplo, o inseto verá a lousa passando por ele.

10 Um automóvel aproxima-se de um paredão, como ilustra a figura:

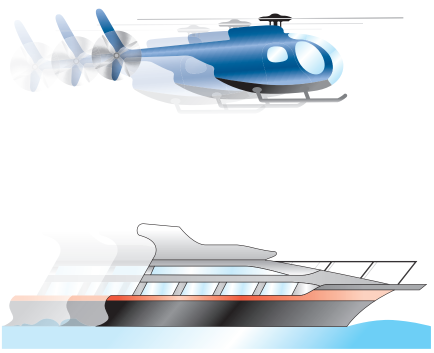


É **incorreto** afirmar que:

a) o automóvel está em movimento em relação ao paredão.
b) o paredão está em movimento em relação ao automóvel.
c) o paredão está em repouso em relação ao solo.
d) o motorista está em repouso em relação ao automóvel, mas em movimento em relação à superfície da Terra.
e) o paredão está em repouso em relação ao automóvel.

Resposta: e

11 Um barco em movimento retilíneo está sendo seguido por um helicóptero que voa em altitude constante, sempre na mesma vertical que passa pelo barco:



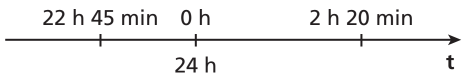
Considere o barco e o helicóptero pontos materiais.

a) Como estão o barco e o helicóptero em relação à superfície da Terra, em repouso ou em movimento?
b) O helicóptero está em repouso ou em movimento em relação ao barco?

Respostas: a) Em movimento. b) Em repouso.

12 Uma comemoração iniciou-se às 22 h 45 min do dia 31 de dezembro, terminando às 2 h 20 min do dia 1º de janeiro do ano seguinte. Quanto tempo durou essa comemoração?

Resolução:

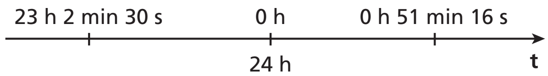


Δt = 24 h – 22 h 45 min) + (2 h 20 min – 0 h) =
= (23 h 60 min – 22 h 45 min) + 2 h 20 min =
= 1 h 15 min + 2 h 20 min $\Rightarrow$ $\boxed{\Delta t = 3 \text{ h } 35 \text{ min}}$

Resposta: 3 h 35 min

13 Uma partida de basquetebol iniciou-se às 23 h 2 min 30 s, terminando à 0 h 51 min 16 s. Calcule a duração total dessa partida.

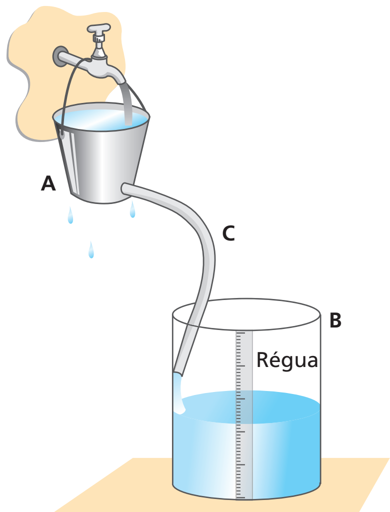
Resolução:



Δt = (24 h – 23 h 2 min 30 s) + (0 h 51 min 16 s – 0 h) =
= (23 h 59 min 60 s – 23 h 2 min 30 s) + (0 h 51 min 16 s) =
= 57 min 30 s + 51 min 16 s = 108 min 46 s $\Rightarrow$ $\boxed{\Delta t = 1 \text{ h } 48 \text{ min } 46 \text{ s}}$

Resposta: 1 h 48 min 46 s

14 No sistema esquematizado na figura, o recipiente **A** é mantido sempre cheio de água. Isso garante que a quantidade de água que entra no recipiente cilíndrico **B**, através do cano **C**, em cada segundo, seja sempre a mesma.



No recipiente **B**, inicialmente vazio, o nível da água vai subindo e sua altura pode ser lida em uma régua cujo zero coincide com o fundo. Sabe-se que a altura de **B** é 30 cm e que ele fica completamente cheio em 60 min.

a) O sistema descrito pode funcionar como cronômetro (aliás, o “relógio” que Galileu usava em seus experimentos era desse tipo). Suponha que um juiz de futebol resolva usá-lo para cronometrar uma partida. Em $t_0 = 0$ (início do jogo), começa a entrar água em **B**. O primeiro tempo deverá ser encerrado (t = 45 min) quando o nível da água estiver a que altura?

b) A quantos minutos do primeiro tempo foi marcado o primeiro gol, sabendo-se que nesse momento a altura do nível da água era de 10 cm?

Resolução:
A altura atingida pela água e o intervalo de tempo decorrido são proporcionais.

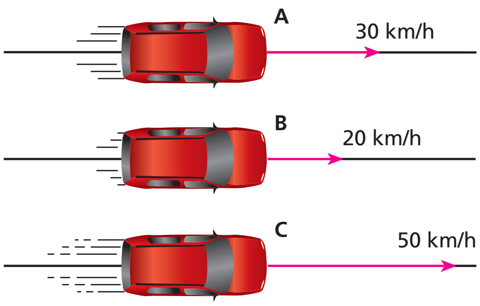
a) $\frac{30\text{ cm}}{60\text{ min}} = \frac{h_1}{45\text{ min}} \Rightarrow \boxed{h_1 = 22{,}5\text{ cm}}$

b) $\frac{30\text{ cm}}{60\text{ min}} = \frac{10\text{ cm}}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 20\text{ min}}$

Resposta: a) 22,5 cm; b) 20 min

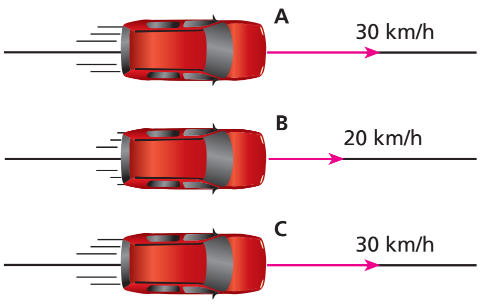
15 **E.R.** Considere três veículos **A**, **B** e **C**. Se **A** está em movimento em relação a **B**, e **B** está em movimento em relação a **C**:
a) é possível que **A** esteja em movimento em relação a **C**?
b) podemos garantir que **A** está em movimento em relação a **C**?

Resolução:
a) É possível. Confirmemos isso por meio do seguinte exemplo:
Os veículos **A**, **B** e **C** movem-se no mesmo sentido sobre retas paralelas, com **A** a 30 km/h, **B** a 20 km/h e **C** a 50 km/h.



O veículo **A** corre mais que o veículo **B**. Então, **A** está em **movimento** em relação a **B**.
O veículo **B** corre menos que o veículo **C**. Então, **B** também está em **movimento** em relação a **C**.
O veículo **A** corre menos que o **C**. Então, **A** também está em **movimento** em relação a **C**.

b) Não podemos. E isso pode ser constatado por meio do exemplo a seguir, em que consideramos novamente três veículos **A**, **B** e **C** movendo-se no mesmo sentido sobre retas paralelas, com **A** a 30 km/h, **B** a 20 km/h e **C** a 30 km/h.



O veículo **A** corre mais que o **B**. Então, **A** está em **movimento** em relação a **B**.
O veículo **B** corre menos que o **C**. Então, **B** está em **movimento** em relação a **C**.
Entretanto, **A** corre tanto quanto **C**, e, por isso, **A** está em **repouso** em relação a **C**.

16 Se o veículo **A** está em repouso em relação ao veículo **B**, e **B** está em repouso em relação a outro veículo **C**, podemos afirmar com certeza que **A** está em repouso em relação a **C**?

Resolução:
Sim. Vamos considerar, por exemplo, três veículos, **A**, **B** e **C**, movendo-se no mesmo sentido em pistas tetilíneas e paralelas, estando **B** a 80 km/h.
• Se **A** está em repouso em relação a **B**, então **A** está a 80 km/h.
• Se **B** está em repouso em relação a **C**, então **C** também está a 80 km/h.
Portanto, **A** está em repouso em relação a **C**.

Resposta: Sim.

17 A respeito dos conceitos de movimento e repouso, indique a alternativa **falsa**:
a) O Sol está em movimento em relação à Terra.
b) É possível que um móvel esteja em movimento em relação a um referencial e em repouso em relação a outro.
c) Se um móvel está em movimento em relação a um sistema de referência, então ele estará em movimento em relação a qualquer outro referencial.
d) Se um corpo **A** está em repouso em relação a outro **B**, então o corpo **B** estará também em repouso em relação a **A**.
e) É possível um corpo **A** estar em movimento em relação a dois outros corpos **B** e **C**, e **B** estar em repouso em relação a **C**.

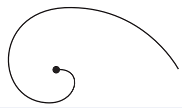
Resposta: c

18 Uma maçã desprende-se do galho da macieira e cai ao chão, num dia sem vento. Qual é a trajetória descrita pela maçã em relação ao chão, considerando-se a maçã como um ponto material?

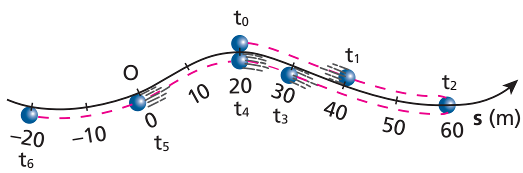
Resposta: Segmento de reta vertical.

19 Consideremos um relógio de parede que tem ponteiro de segundos. Uma formiguinha parte do eixo do ponteiro e dirige-se para a outra extremidade, sempre com a mesma rapidez. Esboce a trajetória da formiguinha em relação ao mostrador do relógio.

Resposta: Espiral



20 **E.R.** Na figura, temos uma trajetória orientada, onde **O** é a origem dos espaços. Uma partícula entra em movimento no instante t_0 e avança no sentido da trajetória até o instante t_2, quando para. Em seguida, passa a mover-se em sentido contrário ao da trajetória, passando pelo ponto de partida no instante t_4, pela origem dos espaços no instante t_5 e parando no instante t_6.



Para essa partícula, quanto valem os espaços s_0, s_1, s_2, s_3, s_4, s_5 e s_6 respectivamente nos instantes t_0, t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 e t_6?

Resolução:
Observando que o espaço informa a posição da partícula em relação à origem dos espaços e não necessariamente quanto ela percorreu, temos:

Em t_0: $\boxed{s_0 = 20 \text{ m}}$ Em t_4: $\boxed{s_4 = 20 \text{ m}}$

Em t_1: $\boxed{s_1 = 40 \text{ m}}$ Em t_5: $\boxed{s_5 = 0}$

Em t_2: $\boxed{s_2 = 60 \text{ m}}$ Em t_6: $\boxed{s_6 = -20 \text{ m}}$

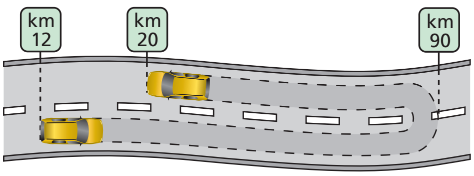
Em t_3: $\boxed{s_3 = 30 \text{ m}}$

Nota:
- Não importa quanto a partícula percorreu, nem o sentido em que ela se move: o espaço informa onde ela **está**.

21 Em certo instante, um automóvel encontra-se no km 120 de uma rodovia. Em outras palavras, o espaço do automóvel nesse instante é igual a 120 km. Isso significa que:
a) o automóvel já percorreu 120 km certamente.
b) o automóvel está em movimento no referido instante, no sentido da trajetória.
c) o automóvel, nesse instante, está em repouso.
d) o automóvel encontra-se a 120 km do km 0, medidos ao longo da trajetória.
e) a distância do local em que o automóvel está até o km 0, medida em linha reta, é 120 km necessariamente.

Resposta: d

22 E.R. Um automóvel parte do km 12 de uma rodovia e desloca-se sempre no mesmo sentido até o km 90. Aí chegando, retorna pela mesma rodovia até o km 20.



Calcule, para esse automóvel, a variação de espaço (Δs) e a distância percorrida (d):
a) na ida; b) na volta; c) na ida e na volta juntas.

Resolução:
a) Na ida, do km 12 ao km 90, temos:

$\Delta s = s_{final} - s_{inicial} = 90 - 12 \Rightarrow \boxed{\Delta s = 78 \text{ km}}$

$d = |\Delta s| \Rightarrow \boxed{d = 78 \text{ km}}$

b) Na volta, do km 90 ao km 20, temos:

$\Delta s = s_{final} - s_{inicial} = 20 - 90$

$\boxed{\Delta s = -70 \text{ km}}$

$d = |\Delta s| \Rightarrow \boxed{d = 70 \text{ km}}$

c) No movimento de ida e volta, temos:

$\Delta s = s_{final} - s_{inicial} = 20 - 12 \Rightarrow \boxed{\Delta s = 8 \text{ km}}$

$d = d_{ida} + d_{volta} = 78 + 70 \Rightarrow \boxed{d = 148 \text{ km}}$

23 Um automóvel deslocou-se do km 20 até o km 65 de uma rodovia, sempre no mesmo sentido. Determine a variação de espaço e a distância percorrida por ele.

Resolução:
- $\Delta s = 65 \text{ km} - 20 \text{ km} = 45 \text{ km}$
- $d = |\Delta s| = 45 \text{ km}$

Resposta: Variação de espaço: 45 km; distância percorrida: 45 km.

24 Um caminhão fez uma viagem a partir do km 120 de uma rodovia, indo sempre no mesmo sentido até o km 0. Qual a variação de espaço e qual a distância percorrida por ele?

Resolução:
- $\Delta s = 0 \text{ km} - 120 \text{ km} = -120 \text{ km}$
- $d = |\Delta s| = 120 \text{ km}$

Resposta: Variação de espaço: –120 km; distância percorrida: 120 km.

25 Um caminhão parte do km 30 de uma rodovia, leva uma carga até o km 145 dessa mesma estrada e volta, em seguida, para o km 65. Determine:
a) a variação de espaço do caminhão entre o início e o final do percurso;
b) a distância percorrida pelo caminhão nesse percurso.

Resolução:
a) $\Delta s = 65 \text{ km} - 30 \text{ km} \Rightarrow \boxed{\Delta s = 35 \text{ km}}$
b) $d = d_{ida} + d_{volta} = |\Delta s_{ida}| + |\Delta s_{volta}|$
$d = |145 \text{ km} - 30 \text{ km}| + |65 \text{ km} - 145 \text{ km}| \Rightarrow \boxed{d = 195 \text{ km}}$

Respostas: a) 35km; b) 195 km.

26 Com relação ao movimento de um ponto material numa trajetória orientada, são feitas três afirmações:
I. Se o movimento se dá no sentido da trajetória, a variação de espaço é positiva.
II. Se o movimento se dá em sentido oposto ao da trajetória, a variação de espaço é negativa.
III. No Sistema Internacional (SI), o espaço é medido em quilômetros.
Indique:
a) Se apenas as afirmações I e II forem corretas.
b) Se apenas as afirmações I e III forem corretas.
c) Se apenas as afirmações II e III forem corretas.
d) Se as três afirmações forem corretas.
e) Se as três afirmações forem incorretas.

Resposta: a

27 A velocidade escalar média de um ônibus que se moveu sempre no mesmo sentido foi de 10 m/s, em certo intervalo de tempo. Isso significa que:
a) o ônibus percorreu necessariamente 10 metros em cada segundo.
b) o ônibus iniciou o movimento no espaço 10 m.
c) é possível que o ônibus tenha percorrido 10 metros em cada segundo.
d) certamente, o ônibus nunca parou durante o intervalo de tempo considerado.
e) o ônibus não pode ter percorrido 15 metros em algum segundo.

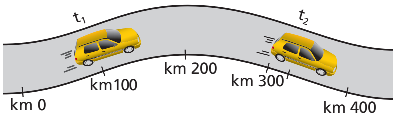
Resposta: c

28 Dois automóveis, **A** e **B**, partem num mesmo instante de uma cidade **X** com destino a outra cidade **Y**, distante 420 km de **X**. O automóvel **A** faz o percurso em 5 horas e o **B**, em 6 horas. Pode-se afirmar que:

a) o automóvel **B** percorreu uma distância maior que a percorrida por **A**.
b) a velocidade escalar média de **B** é maior que a de **A**.
c) é possível que, em algum momento, **B** tenha sido mais veloz que **A**.
d) **A** esteve sempre na frente de **B**.
e) **A** e **B** não pararam nenhuma vez durante a viagem.

Resposta: c

29 Um automóvel inicia uma viagem no km 100 de uma rodovia às 10 horas da manhã (t_1), chegando ao km 340 às 14 horas (t_2).



Calcule a velocidade escalar média do automóvel.

Resolução:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{340\text{ km} - 100\text{ km}}{14\text{ h} - 10\text{ h}} \Rightarrow \boxed{v_m = 60\text{ km/h}}$$

Resposta: 60 km/h

30 E.R. Um motociclista partiu do km 10 de uma rodovia às 8 horas da manhã (t_1) e chegou ao km 250 às 12 horas (t_2). Imediatamente, ele iniciou a viagem de volta, retornando ao km 10 às 14 horas (t_3). Calcule a velocidade escalar média do motociclista entre os instantes:

a) t_1 e t_2; b) t_2 e t_3; c) t_1 e t_3.

Resolução:

a) Entre t_1 e t_2, temos:
$\Delta s = s_2 - s_1 = 250 - 10 \Rightarrow \Delta s = 240$ km
$\Delta t = t_2 - t_1 = 12 - 8 \Rightarrow \Delta t = 4$ h
Então:
$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{240}{4} \Rightarrow \boxed{v_m = 60\text{ km/h}}$$
Note que essa velocidade resultou positiva, pois o movimento ocorreu no sentido da trajetória.

b) Entre t_2 e t_3, temos:
$\Delta s = s_3 - s_2 = 10 - 250 \Rightarrow \Delta s = -240$ km
$\Delta t = t_3 - t_2 = 14 - 12 \Rightarrow \Delta t = 2$ h
Então:
$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{-240}{2} \Rightarrow \boxed{v_m = -120\text{ km/h}}$$
Observe que essa velocidade resultou negativa, pois o movimento ocorreu em sentido contrário ao da trajetória.

c) Entre t_1 e t_3, temos:
$\Delta s = s_3 - s_1 = 10 - 10 \Rightarrow \Delta s = 0$
$\Delta t = t_3 - t_1 = 14 - 8 \Rightarrow \Delta t = 6$ h
Assim:
$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{0}{6} \Rightarrow \boxed{v_m = 0}$$

Nota:

- Esse resultado costuma decepcionar as pessoas que esperam da Física uma utilidade prática. De fato, não é esse cálculo que interessa fazer na prática, mas sim outro, que é o quociente da distância percorrida realmente pelo motociclista (480 km: 240 km na ida mais 240 km na volta) pelo intervalo de tempo (6 h).
Entretanto, o tratamento matemático que estamos destinando ao estudo do movimento é útil e facilita a resolução de muitos problemas reais. Convém dizer, ainda, que esse resultado, estranho do ponto de vista prático, é normal do ponto de vista matemático: uma grandeza que é positiva durante um intervalo de tempo e negativa num outro intervalo pode ter valor médio nulo no intervalo de tempo total.

31 Um automóvel parte do km 73 da Via Anhanguera às 6 h 45 min e chega ao km 59 às 6 h 55 min. Calcule a velocidade escalar média do automóvel nesse percurso, em km/h.

Resolução:

$\Delta s = 59\text{ km} - 73\text{ km} = -14\text{ km}$

$\Delta t = 6\text{ h }55\text{ min} - 6\text{ h }45\text{ min} = 10\text{ min} = \frac{1}{6}\text{ h}$

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{-14\text{ km}}{\frac{1}{6}\text{ h}} \Rightarrow \boxed{v_m = -84\text{ km/h}}$$

Resposta: – 84 km/h

32 O motorista de uma transportadora recebe seu caminhão e sua respectiva carga com a incumbência de levá-la a um local distante 340 km por rodovia, tendo 6 h de prazo. Após ter percorrido 130 km em 2 h 15 min, teve um pneu estourado, que levou 45 min para ser trocado. Qual deve ser a velocidade média a ser desenvolvida no restante do percurso para a carga chegar no horário?

Resolução:

Restam 210 km para serem percorridos em 3 h:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{210\text{ km}}{3\text{ h}} \Rightarrow \boxed{v_m = 70\text{ km/h}}$$

Nota:

- Quando não temos informação do sentido do movimento em relação à orientação da trajetória, deixamos o resultado em módulo. Fazemos o mesmo quando a trajetória não está orientada.

Resposta: 70 km/h

33 Caminhando por uma avenida da cidade, um rapaz percorreu 6 quarteirões em 40 minutos. Sabendo que o comprimento de cada quarteirão, medido do centro de uma rua transversal ao centro da rua seguinte, é de 200 m, calcule a velocidade escalar média do rapaz em m/s.

Resolução:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{6 \cdot 200\text{ m}}{40 \cdot 60\text{ s}} \Rightarrow \boxed{v_m = 0{,}5\text{ m/s}}$$

Resposta: 0,5 m/s

34 (UEL-PR) Um homem caminha com velocidade $V_H = 3{,}6$ km/h, uma ave, com velocidade $V_A = 30$ m/min e um inseto, com velocidade $V_I = 60$ cm/s. Essas velocidades satisfazem a relação:

a) $V_I > V_H > V_A$.
b) $V_A > V_I > V_H$.
c) $V_H > V_A > V_I$.
d) $V_A > V_H > V_I$.
e) $V_H > V_I > V_A$.

Resolução:
Convertendo todas as velocidades para m/s, obtemos:

• $V_H = 3{,}6 \text{ km/h} = \dfrac{3\,600 \text{ m}}{3\,600 \text{ s}} = 1 \text{ m/s}$

• $V_A = 30 \text{ m/min} = \dfrac{30 \text{ m}}{60 \text{ s}} = 0{,}5 \text{ m/s}$

• $V_I = 60 \text{ cm/s} = 0{,}6 \text{ m/s}$

Portanto: $\boxed{V_H > V_I > V_A}$

Resposta: e

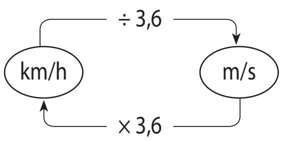
35 Uma velocidade de 36 km/h corresponde a quantos metros por segundo? E 15 m/s correspondem a quantos quilômetros por hora?

Resolução:

• $36 \text{ km/h} = \dfrac{36\,000 \text{ m}}{3\,600 \text{ s}} = 10 \text{ m/s}$

• $\left.\begin{array}{l} 10 \text{ m/s} \longrightarrow 36 \text{ km/h} \\ 15 \text{ m/s} \longrightarrow x \end{array}\right\} \longrightarrow x = 54 \text{ km/h}$

Nota:
• Existem apreciadores da seguinte regra prática nas conversões envolvendo km/h e m/s:



Resposta: 36 km/h = 10 m/s; 15 m/h = 54 km/h

36 (Faap-SP) Uma das atividades físicas saudáveis bastante praticada nos parques públicos da cidade de São Paulo é a corrida, também chamada de *jogging* ou *cooper*. Considere uma pessoa que, nessa atividade, percorre em média um quilômetro (1,0 km) a cada seis minutos (6,0 min). A velocidade média dessa pessoa, em metros por segundo (m/s), é um valor mais próximo de:
a) 1,7. b) 10. c) 2,8. d) 3,6. e) 6.

Resolução:

$v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{1\,000 \text{ m}}{6{,}0 \cdot 60 \text{ s}} \Rightarrow \boxed{v_m \simeq 2{,}8 \text{ m/s}}$

Resposta: c

37 (Vunesp-SP) Ao passar pelo marco "km 200" de uma rodovia, um motorista vê um anúncio com a inscrição: "ABASTECIMENTO E RESTAURANTE A 30 MINUTOS". Considerando que esse posto de serviços se encontra junto ao marco "km 245" dessa rodovia, pode-se concluir que o anunciante prevê, para os carros que trafegam nesse trecho, uma velocidade média, em km/h, de:
a) 80. b) 90. c) 100. d) 110. e) 120.

Resolução:

$v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{45 \text{ km}}{\frac{1}{2} \text{ h}} \Rightarrow \boxed{v_m = 90 \text{ km/h}}$

Resposta: b

38 (PUC-MG) Numa avenida longa, os sinais de tráfego são sincronizados de tal forma que os carros, trafegando a uma determinada velocidade, encontram sempre os sinais abertos (onda verde). Considerando-se que a distância entre sinais sucessivos é de 175 m e que o intervalo de tempo entre a abertura de um sinal e a abertura do sinal seguinte é de 9,0 s, a velocidade média com que os veículos devem trafegar nessa avenida para encontrar os sinais sempre abertos é:
a) 60 km/h. b) 50 km/h. c) 70 km/h. d) 40 km/h.

Resolução:

$v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{175 \text{ m}}{9{,}0 \text{ s}} = \dfrac{175}{9{,}0} \cdot 3{,}6 \text{ km/h} \Rightarrow \boxed{v_m = 70 \text{ km/h}}$

Resposta: c

39 E.R. Um pequeno objeto descreve uma trajetória orientada. Seus espaços (**s**) variam com o tempo (**t**), conforme a função $s = 2t^3 + 8t$, válida no SI. Determine a velocidade escalar média desse objeto no intervalo de tempo de 0 a 2 s.

Resolução:
Nos instantes $t_1 = 0$ e $t_2 = 2$ s, temos:
$s_1 = 2 \cdot 0^3 + 8 \cdot 0 \Rightarrow s_1 = 0$
$s_2 = 2 \cdot 2^3 + 8 \cdot 2 \Rightarrow s_2 = 32 \text{ m}$
Portanto:
$\Delta s = s_2 - s_1 = 32 - 0 \Rightarrow \Delta s = 32 \text{ m}$
$\Delta t = t_2 - t_1 = 2 - 0 \Rightarrow \Delta t = 2 \text{ s}$
Finalmente:

$v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{32}{2} \Rightarrow \boxed{v_m = 16 \text{ m/s}}$

40 (UFSC) Uma partícula, realizando um movimento retilíneo, desloca-se segundo a equação $\mathbf{x = -2 - 4t + 2t^2}$, em que **x** é medido em **metros** e **t**, em **segundos**. Qual é o módulo da velocidade média, em **m/s**, dessa partícula entre os instantes t = 0 s e t = 4 s?

Resolução:
$t_1 = 0 \text{ s}: x_1 = -2 \text{ m}$
$t_2 = 4\text{s}: x_2 = 14 \text{ m}$

$v_m = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{14 - (-2)}{4 - 0} \Rightarrow \boxed{v_m = 4 \text{ m/s}}$

Resposta: 4

41 (UFRN—mod.) Uma das teorias para explicar o aparecimento do ser humano no continente americano propõe que ele, vindo da Ásia, entrou na América pelo Estreito de Bering e foi migrando para o sul até atingir a Patagônia, como indicado no mapa a seguir.

Datações arqueológicas sugerem que foram necessários cerca de 10 000 anos para que essa migração se realizasse.
O comprimento AB, mostrado ao lado do mapa, corresponde à distância de 5 000 km nesse mesmo mapa.
Com base nesses dados, pode-se **estimar** que a

velocidade escalar média de ocupação do continente americano pelo ser humano, ao longo da rota desenhada, foi de **aproximadamente**:

a) 0,5 km/ano.
b) 8 km/ano.
c) 24 km/ano.
d) 2 km/ano.

Resolução:

O segmento AB cabe aproximadamente quatro vezes na rota desenhada.

Então: $\Delta s \simeq 20000$ km $\quad \Delta t = 10000$ anos

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \simeq \frac{20000}{10000} \Rightarrow \boxed{v_m \simeq 2 \text{ km/ano}}$$

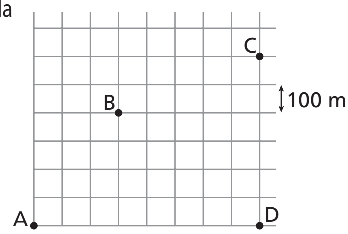
Resposta: d

42 Em certo instante, o velocímetro de um automóvel indica 80 km/h. Determine sua velocidade escalar instantânea nesse instante, supondo que:

a) o automóvel se movimenta no sentido em que as indicações dos marcos quilométricos da estrada são crescentes (movimento progressivo);
b) o movimento se dá no sentido em que as citadas indicações são decrescentes (movimento retrógrado).

Respostas: a) 80 km/h; b) – 80 km/h.

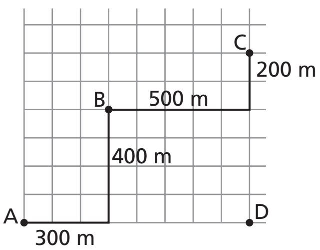
43 (UFC-CE) A figura abaixo mostra o mapa de uma cidade em que as ruas retilíneas se cruzam perpendicularmente e cada quarteirão mede 100 m. Você caminha pelas ruas a partir de sua casa, na esquina **A**, até a casa de sua avó, na esquina **B**. Dali segue até sua escola, situada na esquina **C**. A menor distância que você caminha e a distância em linha reta entre sua casa e a escola são, respectivamente:



a) 1 800 m e 1 400 m.
b) 1 600 m e 1 200 m.
c) 1 400 m e 1 000 m.
d) 1 200 m e 800 m.
e) 1 000 m e 600 m.

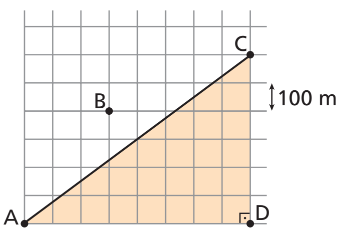
Resolução:

• Distância mínima percorrida ($d_{mín}$):



$d_{mín} = 300 \text{ m} + 400 \text{ m} + 500 \text{ m} +$
$+ 200 \text{ m} \Rightarrow \boxed{d_{mín} = 1400 \text{ m}}$

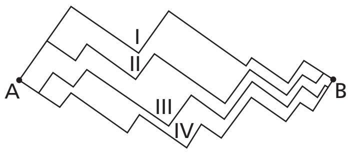
• Distância em linha reta (d_r):



$AC^2 = AD^2 + DC^2$
$AC^2 = 800^2 + 600^2$
$\boxed{AC = 1000 \text{ m}}$

Resposta: c

44 (UFPI) A figura abaixo representa quatro percursos ligando as cidades **A** e **B**.

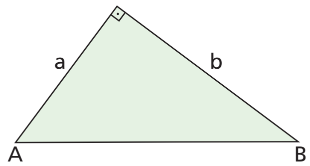


Analise a figura e indique a alternativa correta.

a) O caminho I é menor que o II.
b) O caminho II é menor que o III.
c) O caminho III é menor que o IV.
d) O caminho II é menor que o IV.
e) Os caminhos I, II, III e IV são de igual tamanho.

Resolução:

Todos os caminhos têm comprimentos iguais à soma (a + b) dos catetos do triângulo retângulo a seguir:



Resposta: e

45 Um avião percorre 1 920 km em 1 hora e 20 minutos. Considere a velocidade do som no ar igual a 340 m/s. Calcule a velocidade escalar média do avião nesse percurso, em m/s, e verifique se ele é ou não supersônico.

Resolução:

$\Delta s = 1920 \text{ km} = 1920000 \text{ m}$

$\Delta t = 1 \text{ h} + 20 \text{ min} = 4800 \text{ s}$

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{1920000}{4800} \Rightarrow \boxed{v_m = 400 \text{ m/s}} \text{ (é supersônico)}$$

Resposta: 400 m/s; é supersônico

46 (Uerj) Uma estrada recém-asfaltada entre duas cidades é percorrida de carro, durante uma hora e meia, sem parada.

A extensão do percurso entre as cidades é de, aproximadamente:

a) 10^3 m.
b) 10^4 m.
c) 10^5 m.
d) 10^6 m.

Resolução:

Tratando-se de uma estrada em boas condições, podemos estimar a velocidade do caro em cerca de 100 km/h:

$\Delta s = v_m \cdot \Delta t = 100 \cdot 1,5$

$\Delta s = 150 \text{ km} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ m}$

A potência de dez que melhor se aproxima do resultado é 10^5 m.

Resposta: c

47 Numa pista de corrida de 6 km de extensão, um carro desenvolve velocidades de até 250 km/h nas retas e de cerca de 180 km/h nas curvas. Sabendo que ele gasta 3,6 minutos para dar duas voltas completas, responda: qual a velocidade escalar média nessas duas voltas em km/h?

Resolução:

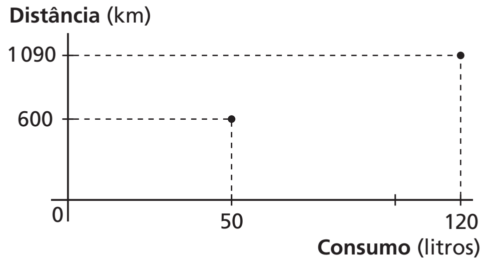
$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2 \cdot 6 \text{ km}}{\frac{3,6}{60} \text{ h}} \Rightarrow \boxed{v_m = 200 \text{ km/h}}$$

Resposta: 200 km/h

48 (UFC-CE) Um motorista lançou, no gráfico mostrado abaixo, a distância por ele percorrida (medida em km), em função do consumo de combustível (medido em litros) de seu veículo. Sobre o desempenho médio do veículo (definido pela razão distância percorrida/litro consumido) podemos afirmar:

01. foi melhor nos primeiros 600 km percorridos;
02. entre 600 km e 1 090 km percorridos, foi de 7 km/litro;
04. foi superior a 9 km/litro no percurso representado pelos 1 090 km mostrados no gráfico;
08. no percurso total, é a média aritmética dos desempenhos médios mencionados acima, nos itens 1 e 2.

Dê como resposta a soma dos números associados às proposições corretas.



Resolução:

• Nos primeiros 600 km: $\frac{600 \text{ km}}{50 \text{ L}} = 12$ km/L

• Entre 600 km e 1 090 km: $\frac{490 \text{ km}}{70 \text{ L}} = 7$ km/L

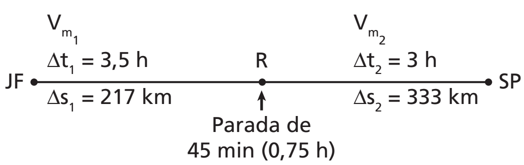
• No percurso total: $\frac{1\,090 \text{ km}}{120 \text{ L}} \simeq 9,1$ km/L

Resposta: 07

49 (UFJF-MG) Um ônibus, partindo da cidade de Juiz de Fora, percorre uma distância de 550 km numa viagem até a cidade de São Paulo. Durante essa viagem, o ônibus faz uma parada de 45 minutos na cidade de Rezende, que dista 217 km da cidade de Juiz de Fora. No primeiro trecho, antes da parada, a viagem durou 3 horas e 30 minutos. No segundo trecho, depois da parada, a viagem durou 3 horas. Os valores aproximados das velocidades escalares médias do ônibus no primeiro trecho, no segundo trecho e na viagem completa são, **respectivamente**:

a) 111 km/h, 62 km/h, 76 km/h.
b) 62 km/h, 111 km/h, 85 km/h.
c) 62 km/h, 111 km/h, 76 km/h.
d) 111 km/h, 62 km/h, 85 km/h.
e) 111 km/h, 62 km/h, 90 km/h.

Resolução:



• $v_{m_1} = \frac{\Delta s_1}{\Delta t_1} = \frac{217 \text{ km}}{3,5 \text{ h}} \Rightarrow \boxed{v_{m_1} = 62 \text{ km/h}}$

• $v_{m_2} = \frac{\Delta s_2}{\Delta t_2} = \frac{333 \text{ km}}{3 \text{ h}} \Rightarrow \boxed{v_{m_2} = 111 \text{ km/h}}$

• $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{550 \text{ km}}{7,25 \text{ h}} \Rightarrow \boxed{v_m \simeq 76 \text{ km/h}}$

Resposta: c

50 (UFF-RJ) Inaugurada em 1974, a Ponte Presidente Costa e Silva, mais conhecida como Ponte Rio–Niterói, foi projetada para receber pouco mais de 50 mil veículos por dia. Hoje, recebe cerca de 120 mil, de modo que na hora de maior movimento sempre ocorre grande congestionamento.

Considere que um estudante do Rio, vindo para a UFF, percorra os primeiros 7 km da ponte com uma velocidade escalar constante de 70 km/h e gaste 20 minutos para atravessar os 6 km restantes.

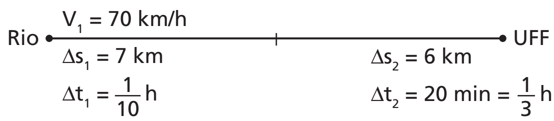
Thor Unamar

Supondo-se que na volta ele gaste 10 minutos para atravessar toda a ponte, é correto afirmar que a velocidade escalar média na vinda e a velocidade escalar média na volta têm módulos, em km/h, respectivamente, iguais a:

a) 30 e 78.
b) 44 e 78.
c) 30 e 130.
d) 44 e 130.
e) 88 e 78.

Resolução:

• Na vinda:



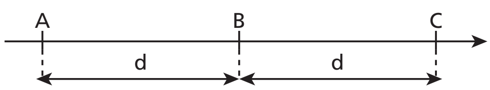
$$v_m = \frac{7 \text{ km} + 6 \text{ km}}{\frac{1}{10} \text{ h} + \frac{1}{3} \text{ h}} = \frac{13 \text{ km}}{\frac{13}{10} \text{ h}} \Rightarrow \boxed{v_m = 30 \text{ km/h}} \text{ (em módulo)}$$

• Na volta:

$$v_m = \frac{13 \text{ km}}{\frac{1}{6} \text{ h}} \Rightarrow \boxed{v_m = 78 \text{ km/h}} \text{ (em módulo)}$$

Resposta: a

51 E.R. Sobre uma reta orientada, são dados ordenadamente os pontos **A**, **B** e **C**, tais que AB = BC = d.



Um ponto material move-se nessa reta com velocidade escalar média v_1 de **A** a **B** e com velocidade escalar média v_2 de **B** a **C**. Determine a velocidade escalar média desse ponto material de **A** a **C**.

Resolução:

De **A** a **B**, temos:

$$v_1 = \frac{\Delta s_{AB}}{\Delta t_{AB}} = \frac{d}{\Delta t_{AB}} \Rightarrow \Delta t_{AB} = \frac{d}{v_1}$$

De **B** a **C**, temos:

$$v_2 = \frac{\Delta s_{BC}}{\Delta t_{BC}} = \frac{d}{\Delta t_{BC}} \Rightarrow \Delta t_{BC} = \frac{d}{v_2}$$

No percurso total de **A** a **C**, temos:

$$v_m = \frac{\Delta s_{AC}}{\Delta t_{AC}} = \frac{2d}{\Delta t_{AB} + \Delta t_{BC}} = \frac{2d}{\frac{d}{v_1} + \frac{d}{v_2}}$$

Assim, obtemos:

$$\boxed{v_m = \frac{2v_1\, v_2}{v_1 + v_2}}$$

Nota:

- Na situação estudada neste exercício, a velocidade escalar média não é $\frac{v_1 + v_2}{2}$, como se poderia supor. Além disso, ela não depende das distâncias **d**.

52 (UFC-CE) Um automóvel é dirigido ao longo de uma estrada caracterizada por zonas alternadas de velocidades permitidas de 40 km/h e 60 km/h. Se o motorista mantém rigorosamente essas velocidades nas respectivas zonas, e se todas as zonas têm o mesmo comprimento, qual a velocidade média, em km/h, em um trecho correspondente a um número par de zonas?

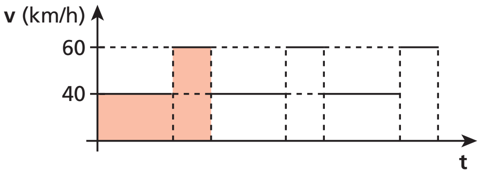
Resolução:

Usando o resultado do exercício 51, temos, para duas zonas consecutivas:

$v_1 = 40$ km/h $\qquad v_2 = 60$ km/h

$$v_m = \frac{2\, v_1\, v_2}{v_1 = v_2} = \frac{2 \cdot 40 \cdot 60}{40 + 60} \Rightarrow \boxed{v_m = 48 \text{ km/h}}$$

Esse resultado vale também para o percurso total porque ele contém um número **par** de zonas:



No trecho destacado, o valor médio da função é 48 km/h. Como esse trecho se repete um número inteiro de vezes, o valor médio da função também é 48 km/h no percurso total.

Resposta: 48 km/h

53 (FCM-MG) Um professor, ao aplicar uma prova a seus 40 alunos, passou uma lista de presença. A distância média entre cada dois alunos é de 1,2 m e a lista gastou cerca de 13 minutos para ser assinada por todos. Qual foi a velocidade média dessa lista de presença?

Resolução:

$\Delta s = 39 \cdot 1{,}2 \text{ m} = 39 \cdot 120 \text{ cm}$

$\Delta t = 13 \cdot 60 \text{ s}$

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{39 \cdot 120 \text{ cm}}{13 \cdot 60 \text{ s}} = 3 \cdot 2 \text{ cm/s} \Rightarrow \boxed{v_m = 6 \text{ cm/s}}$$

Resposta: $v_m = 6$ cm/s

54 A luz propaga-se no vácuo a uma velocidade escalar constante, de módulo extraordinariamente elevado: 300 000 km/s. Quanto vale a aceleração escalar da luz nessa propagação?

Resolução:

Para a aceleração escalar ser diferente de zero, é necessário que a velocidade escalar esteja **variando**. Assim, se a velocidade escalar for muito elevada, mas não variar, a aceleração escalar será nula.

Resposta: Zero

55 Sabe-se que uma bolinha – de chumbo, por exemplo – abandonada nas proximidades da superfície da Terra cai de encontro ao solo com aceleração constante de módulo aproximadamente igual a 10 m/s². Isso significa que, durante a queda:

a) a velocidade escalar da bolinha é constante e seu módulo é igual a 10 m/s.
b) a bolinha percorre sempre 10 metros em cada segundo.
c) a bolinha percorre, em cada segundo que passa, distâncias cada vez menores.
d) a bolinha demora 10 segundos para chegar ao solo.
e) a velocidade escalar da bolinha, tomada em módulo, cresce 10 m/s em cada segundo.

Resposta: e

56 Num instante $t_1 = 2$ s, uma partícula movia-se com velocidade de escalar $v_1 = 5$ m/s. Num instante posterior $t_2 = 10$ s, movia-se com $v_2 = 37$ m/s.

a) Calcule sua aceleração escalar média entre t_1 e t_2.
b) Responda: pode-se garantir que o crescimento da velocidade escalar foi sempre o mesmo, em cada segundo?

Resolução:

a) $\alpha_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{37 - 5}{10 - 2} \Rightarrow \boxed{\alpha_m = 4 \text{ m/s}^2}$

b) Não.

Respostas: a) 4 m/s²; b) Não.

57 A tabela a seguir fornece a velocidade escalar instantânea de uma partícula em alguns instantes:

v (m/s)	40	60	40	20
t (s)	1	5	7	12

Determine a aceleração escalar média da partícula nos seguintes intervalos de tempo:

a) de t = 1 s a t = 5 s;
b) de t = 1 s a t = 7 s;
c) de t = 5 s a t = 7 s.

Resolução:

$$\alpha_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

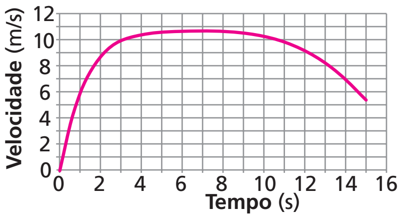
a) $\alpha_m = \frac{60 - 40}{5 - 1} \Rightarrow \boxed{\alpha_m = 5 \text{ m/s}^2}$

b) $\alpha_m = \frac{40 - 40}{7 - 1} \Rightarrow \boxed{\alpha_m = 0}$

c) $\alpha_m = \frac{40 - 60}{7 - 5} \Rightarrow \boxed{\alpha_m = -10 \text{ m/s}^2}$

Respostas: a) 5 m/s²; b) Zero; c) –10 m/s²

Enunciado para as questões 58 e 59.
Em uma prova de 100 m rasos, o desempenho típico de um corredor-padrão é representado pelo seguinte gráfico:



58 (Enem) Baseado no gráfico, em que intervalo de tempo a **velocidade** do corredor é aproximadamente constante?
a) Entre 0 e 1 segundo.
b) Entre 1 e 5 segundos.
c) Entre 5 e 8 segundos.
d) Entre 8 e 11 segundos.
e) Entre 12 e 15 segundos.

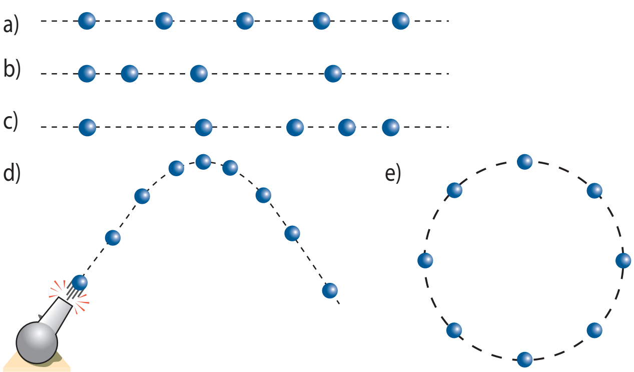
Resposta: c

59 (Enem) Em que intervalo de tempo o corredor apresenta **aceleração** máxima?
a) Entre 0 e 1 segundo.
b) Entre 1 e 5 segundos.
c) Entre 5 e 8 segundos.
d) Entre 8 e 11 segundos.
e) Entre 9 e 15 segundos.

Resolução:
Considerando intervalos de tempo de 1 s, a máxima variação da velocidade escalar ocorre entre 0 e 1 s.

Resposta: a

60 Responda se os movimentos das bolinhas são acelerados, retardados ou uniformes, sabendo que o intervalo de tempo entre duas posições consecutivas é sempre o mesmo e que, nos itens **a**, **b** e **c**, as bolinhas se movem para a direita.



Respostas: a) Uniforme; b) Acelerado; c) Retardado; d) Retardado na subida e acelerado na descida; e) Uniforme.

61 E.R. A velocidade escalar instantânea (**v**) de um ponto material varia com o tempo (**t**), conforme a função $v = 3t^2 + 7$, válida no SI. Calcule a aceleração escalar média desse ponto entre os instantes 1 s e 7 s.

Resolução:
Calculemos as velocidades escalares nos instantes 1 s e 7 s:
- Em $t_1 = 1\ s \Rightarrow v_1 = 3(1)^2 + 7 \Rightarrow v_1 = 10$ m/s;
- Em $t_2 = 7\ s \Rightarrow v_2 = 3(7)^2 + 7 \Rightarrow v_2 = 154$ m/s.

A aceleração escalar média é dada por:
$$\alpha_m = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$
Assim:
$$\alpha_m = \frac{154 - 10}{7 - 1} \Rightarrow \boxed{\alpha_m = 24\ m/s^2}$$

62 Um móvel tem sua velocidade escalar instantânea (**v**) variando com o tempo (**t**), conforme a função: $v = t^2 - 4t$ (SI)
Calcule sua aceleração escalar média entre os instantes:
a) 0 e 4 s;
b) 1 s e 5 s.

Resolução:
a) $v_0 = 0$
$v_4 = 4^2 - 4 \cdot 4 \Rightarrow v_4 = 0$
$$\alpha_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 0}{4 - 0} \Rightarrow \boxed{\alpha_m = 0}$$
b) $v_1 = 1^2 - 4 \cdot 1 \Rightarrow v_1 = -3$ m/s
$v_5 = 5^2 - 4 \cdot 5 \Rightarrow v_5 = 5$ m/s
$$\alpha_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(5 - (-3))}{5 - 1} \Rightarrow \boxed{\alpha_m = 2\ m/s^2}$$

Respostas: a) Zero; b) 2 m/s²

63 Com relação ao movimento variado, são feitas as seguintes afirmações:
01. No movimento acelerado, a velocidade escalar instantânea é sempre crescente com o tempo.
02. No movimento acelerado, o módulo da velocidade escalar instantânea é sempre crescente com o tempo.
04. No movimento retardado, a velocidade escalar instantânea é sempre decrescente com o tempo.
08. No movimento retardado, o módulo da velocidade escalar instantânea é sempre decrescente com o tempo.
16. Um movimento uniforme pode ter aceleração escalar diferente de zero.

Dê como resposta a soma dos números associados às afirmações corretas.

Resolução:
Por ser uma grandeza dotada de sinal, a velocidade escalar pode ser decrescente e seu módulo, crescente. Do mesmo modo, ela pode ser crescente e seu módulo, decrescente.
Soma **10**.

Resposta: 10

64 Um corpo desloca-se numa trajetória orientada, sempre num mesmo sentido. Durante certo intervalo de tempo, o corpo vai de um ponto **M** até um ponto **N** com velocidade escalar média v_1. Durante um novo intervalo de tempo, igual ao anterior, ele vai do ponto **N** até um ponto **Q** com velocidade escalar média v_2.
a) Determine, em função de v_1 e v_2, a velocidade escalar média do corpo no percurso de **M** a **Q**.
b) Sendo MQ o deslocamento escalar no percurso total, determine, em função de v_1, v_2 e MQ, o deslocamento escalar MN, de **M** a **N**.

Resolução:

a)

Temos:

$\Delta s_{MN} = v_1\,\Delta t$ e $\Delta s_{NQ} = v_2\,\Delta t$

Assim: $\Delta s_{MQ} = (v_1 + v_2)\,\Delta t$ e $\Delta t_{MQ} = 2\,\Delta t$

Então:

$$v_{m_{MQ}} = \frac{\Delta s_{MQ}}{\Delta t_{MQ}} = \frac{(v_1 + v_2)\,\Delta t}{2\Delta t} \Rightarrow \boxed{v_{m_{MQ}} = \frac{v_1 + v_2}{2}}$$

b) Sendo 2T o tempo total de percurso, temos:

$$MN = v_1\,T \qquad \text{(I)}$$

$$v_{m_{MQ}} = \frac{MQ}{2T} = \frac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow T = \frac{MQ}{v_1 + v_2} \qquad \text{(II)}$$

Substituindo (II) em (I):

$$\boxed{MN = \frac{v_1}{v_1 + v_2} \cdot MQ}$$

Respostas: a) $\frac{v_1 + v_2}{2}$; b) $\frac{v_1}{v_1 + v_2} \cdot MQ$

65 (ITA-SP) Um motorista deseja perfazer a distância de 20 km com velocidade escalar média de 80 km/h. Se viajar durante os primeiros 15 minutos com velocidade de 40 km/h, é possível concluir o percurso como se pretendia?

Resolução:

Se o motorista deseja que a velocidade escalar média seja de 80 km/h em um percurso de 20 km, deverá fazê-lo em um intervalo de tempo Δt dado por:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{v_m} = \frac{20}{80} \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{4}\ h = 15\ min$$

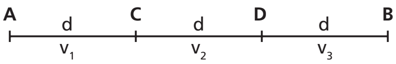
Se gastar esses 15 minutos a 40 km/h, percorrerá apenas 10 km. Assim, terá de percorrer os outros 10 km sem gastar tempo algum, o que é um absurdo.

Resposta: Não.

66 Uma partícula desloca-se do ponto **A** até o ponto **B**.

Na primeira terça parte do percurso, sua velocidade escalar média vale v_1; na segunda terça parte, vale v_2, e na terceira, v_3. Determine a velocidade escalar média no percurso total de **A** até **B**.

Resolução:



$$\Delta t_{AC} = \frac{d}{v_1} \qquad \Delta t_{CD} = \frac{d}{v_2} \qquad \Delta t_{DB} = \frac{d}{v_3}$$

De **A** a **B**, temos:

$\Delta s_{AB} = 3d$

$$\Delta t_{AB} = \frac{d}{v_1} + \frac{d}{v_2} + \frac{d}{v_3} = \frac{d\,(v_1 v_2 + v_1 v_3 + v_2 v_3)}{v_1 v_2 v_3}$$

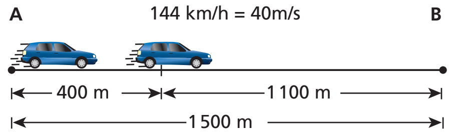
$$v_{m_{AB}} = \frac{\Delta s_{AB}}{\Delta t_{AB}} = \frac{3\,d}{\frac{d\,(v_1 v_2 + v_1 v_3 + v_2 v_3)}{v_1 v_2 v_3}}$$

$$\boxed{v_{m_{AB}} = \frac{3\,v_1 v_2 v_3}{(v_1 v_2 + v_1 v_3 + v_2 v_3)}}$$

Resposta: $\frac{3\,v_1 v_2 v_3}{(v_1 v_2 + v_1 v_3 + v_2 v_3)}$

67 Para multar motoristas com velocidade superior a 90 km/h, um guarda rodoviário aciona seu cronômetro quando avista o automóvel passando pelo marco **A** e faz a leitura no cronômetro quando vê o veículo passar pelo marco **B**, situado a 1 500 m de **A**. Um motorista passa por **A** a 144 km/h e mantém essa velocidade durante 10 segundos, quando percebe a presença do guarda. Que velocidade média ele deverá manter em seguida para não ser multado?

Resolução:



90 km/h = 25 m/s

Para não ser multado: $v_m \leqslant 25$ m/s

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \frac{1\,500}{\Delta t} \leqslant 25 \Rightarrow \Delta t \geqslant 60\ s$$

Gastando 10 s em um percurso de 400 m, restam 1 100 m para serem percorridos em 50 s ou mais.

$$v_{m_{máx}} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{1\,100\ m}{50\ s} = 22\ m/s = 79{,}2\ km/h$$

$$\boxed{v_m \leqslant 79{,}2\ km/h}$$

Resposta: $\leqslant$ 79,2 km/h

68 (Fuvest-SP) Diante de uma agência do INPS, há uma fila de aproximadamente 100 m de comprimento, ao longo da qual se distribuem de maneira uniforme 200 pessoas. Aberta a porta, as pessoas entram, durante 30 s, com uma velocidade média de 1 m/s. Avalie:

a) o número de pessoas que entraram na agência;
b) o comprimento da fila que restou do lado de fora.

Resolução:

a) Vamos calcular, inicialmente, o número **n** de pessoas por metro de fila:

$$n = \frac{200\ pessoas}{100\ metros} \Rightarrow n = 2\ \frac{pessoas}{metro}$$

Sendo ΔL o comprimento de fila que adentra a agência do INPS, tem-se que:

$$v = \frac{\Delta L}{\Delta t} \Rightarrow \Delta L = v\ \Delta t = 1 \cdot 30$$

$\Delta L = 30$ m

O número **N** de pessoas correspondente a ΔL é dado por:

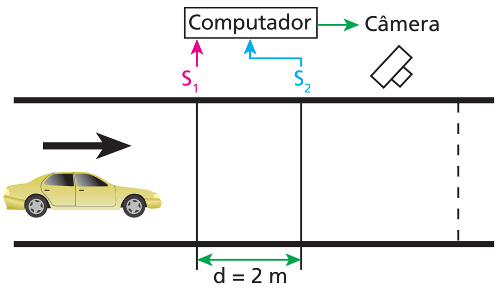
$$N = n\ \Delta L \Rightarrow N = 2 \cdot 30 \Rightarrow \boxed{N = 60\ pessoas}$$

b) O comprimento $\Delta L'$ da fila que restou do lado de fora é dado pela diferença:

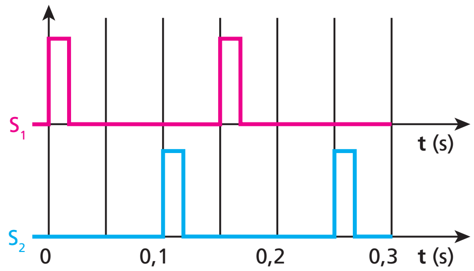
$$\Delta L' = 100 - \Delta L \Rightarrow \Delta L' = 100 - 30 \Rightarrow \boxed{\Delta L' = 70\ m}$$

Respostas: a) 60 pessoas; b) 70 m

69 (Unicamp-SP) A figura a seguir mostra o esquema simplificado de um dispositivo colocado em uma rua para controle de velocidade de automóveis (dispositivo popularmente chamado de radar).

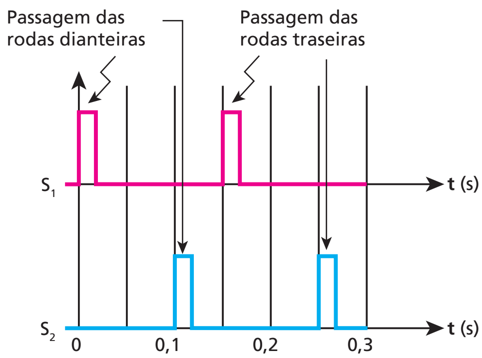


Os sensores S_1 e S_2 e a câmera estão ligados a um computador. Os sensores enviam um sinal ao computador sempre que são pressionados pelas rodas de um veículo. Se a velocidade do veículo está acima da permitida, o computador envia um sinal para que a câmera fotografe sua placa traseira no momento em que esta estiver sobre a linha tracejada. Para certo veículo, os sinais dos sensores foram os seguintes:



a) Determine a velocidade do veículo em km/h.
b) Calcule a distância entre os eixos do veículo.

Resolução:



a) Num intervalo de tempo $\Delta t = 0,1$ s, as rodas dianteiras (ou traseiras) percorrem a distância d = 2 m:

$$v_m = \frac{d}{\Delta t} = \frac{2}{0,1} \Rightarrow v_m = 20 \text{ m/s}$$

$$\boxed{v_m = 72 \text{ km/h}}$$

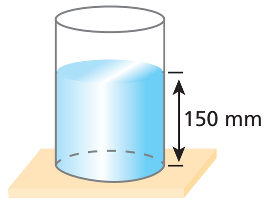
b) O intervalo de tempo decorrido entre as passagens das rodas dianteiras e traseiras, por S_1, por exemplo, é $\Delta t' = 0,15$ s. Então, a distância d' entre os eixos é dada por:

$$d' = v_m \Delta t' = 20 \cdot 0,15$$

$$\boxed{d' = 3 \text{ m}}$$

Resposta: a) 72 km/h; b) 3 m

70 Num dia chuvoso, um vaso cilíndrico, inicialmente vazio, ficou exposto à chuva o dia todo. Cessada a chuva, verificou-se que o nível da água dentro do vaso estava a 150 mm de altura em relação ao fundo, conforme mostra a figura. Diz-se, então, que ocorreu uma chuva de 150 mm. Essa altura seria diferente se o vaso cilíndrico fosse mais largo, ou seja, se o diâmetro de sua embocadura fosse maior?

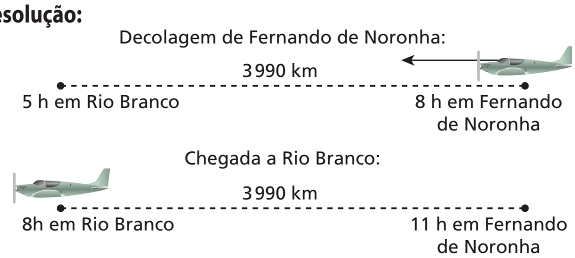


Resolução:
Não. Um vaso de seção transversal de área maior coletaria, proporcionalmente, maior quantidade de água. Assim, o nível da água atingiria a mesma altura.

Resposta: Não.

71 Um avião decola de Fernando de Noronha às 8 horas da manhã e chega a Rio Branco, no Acre, às 8 horas da mesma manhã! Sabendo que a distância entre essas localidades é de aproximadamente 3 990 km e que o Brasil tem quatro fusos horários, calcule a velocidade escalar média do avião em km/h.

Resolução:



$\Delta s = 3\,990$ km
$\Delta t = 3$ h

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{3\,990}{3} \Rightarrow \boxed{v_m = 1\,330 \text{ km/h}}$$

Resposta: 1 330 km/h

72 E.R. A função horária do espaço para o movimento de um ponto material é: $s = 2t^2 - 1$ (SI)
Determine:
a) a função horária da velocidade escalar instantânea;
b) a velocidade escalar no instante 2 s.

Resolução:
a) Num instante genérico **t**, temos: $s = 2t^2 - 1$
Num instante t' (maior que **t**), temos: $s' = 2t'^2 - 1$
A velocidade escalar média entre **t** e t' é:

$$v_m = \frac{s' - s}{t' - t} = \frac{(2t'^2 - 1) - (2t^2 - 1)}{t' - t}$$

$$v_m = \frac{2t'^2 - 2t^2}{t' - t} = \frac{2(t' + t)(t' - t)}{(t' - t)}$$

$$v_m = 2(t' + t)$$

Fazendo t' tender a **t**, obtemos a velocidade escalar **v** num instante **t** qualquer:

$$v = 2(t + t) \Rightarrow \boxed{v = 4t} \text{ (SI)}$$

b) Fazendo t = 2 s na expressão v = 4t, vem:

$$v = 4(2) \Rightarrow \boxed{v = 8 \text{ m/s}}$$

73 Os espaços **s** de uma partícula variam com o tempo **t**, de acordo com a função:

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

Determine:
a) a função horária da velocidade escalar instantânea;
b) a velocidade escalar no instante 5 s.

Resolução:
a) • $s = 4t^2 - 2t$
• $s' = 4t'^2 - 2t'$
• $v_m = \dfrac{s' - s}{t' - t} = \dfrac{4(t'^2 - t^2) - 2(t' - t)}{t' - t}$

$$v_m = \frac{4(t' + t)(t' - t) - 2(t' - t)}{(t' - t)} \Rightarrow v_m = 4(t' + t) - 2$$

Fazendo **t'** tender a **t**, vem:

$$v = 4(t + t) - 2 \Rightarrow \boxed{v = 8t - 2} \text{ (SI)}$$

b) $v = 8 \cdot 5 - 2 \Rightarrow \boxed{v = 38 \text{ m/s}}$

Resposta: a) v = 8t – 2 (SI); b) 38 m/s

74 E.R. A função horária do espaço referente ao movimento de uma partícula é $s = 5t^3 - 6t$, válida no SI. Determine:
a) a função horária da velocidade escalar instantânea;
b) a velocidade escalar no instante 2 s;
c) a função horária da aceleração escalar instantânea;
d) a aceleração escalar no instante 2 s.

Resolução:
a) Nos instantes genéricos **t** e t', com t' maior que **t**, temos os espaços **s** e s', respectivamente:

$$s = 5t^3 - 6t \quad \text{e} \quad s' = 5t'^3 - 6t'$$

Então:

$$v_m = \frac{s' - s}{t' - t} = \frac{(5t'^3 - 6t') - (5t^3 - 6t)}{t' - t}$$

$$v_m = \frac{5(t'^3 - t^3) - 6(t' - t)}{t' - t} = \frac{5(t' - t)(t'^2 + t't + t^2) - 6(t' - t)}{t' - t}$$

$$v_m = 5(t'^2 + t'\,t + t^2) - 6$$

Fazendo t' tender a **t**, obtemos:

$$v = 5(t^2 + t\,t + t^2) - 6 \quad \Rightarrow \quad \boxed{v = 15t^2 - 6} \text{ (SI)}$$

b) Para t = 2 s:

$$v = 15 \cdot 2^2 - 6 \Rightarrow \boxed{v = 54 \text{ m/s}}$$

c) Nos instantes genéricos **t** e t', com t' maior que **t**, temos as velocidades escalares **v** e v', respectivamente:

$$v = 15t^2 - 6 \text{ e } v' = 15t'^2 - 6$$

Então:

$$\alpha_m = \frac{v' - v}{t' - t} = \frac{(15t'^2 - 6) - (15t^2 - 6)}{t' - t}$$

$$\alpha_m = \frac{15(t'^2 - t^2)}{t' - t} = \frac{15(t' + t)(t' - t)}{t' - t} = 15(t' + t)$$

Fazendo t' tender a **t**, obtemos:

$$\alpha = 15(t + t) \quad \Rightarrow \quad \boxed{\alpha = 30t} \text{ (SI)}$$

d) Para t = 2 s:

$$\alpha = 30 \cdot 2 \quad \Rightarrow \quad \boxed{\alpha = 60 \text{ m/s}^2}$$

Nota:
• A obtenção das funções horárias da velocidade e da aceleração escalares instantâneas, a partir da função horária do espaço, seria muito mais simples se fosse conhecida uma operação matemática denominada **derivada**. Por isso, para esse caso particular, vamos apresentá-la sem, entretanto, demonstrar o resultado.

Seja **f** uma função do tempo **t**. O limite de $\frac{\Delta f}{\Delta t}$, quando Δt tende a zero, chama-se **derivada** de **f** em relação ao tempo e é simbolizado por $\frac{df}{dt}$.

Assim, temos:

$$\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta f}{\Delta t} = \frac{df}{dt}$$

Se **f** for função do tipo $f(t) = a\,t^n$, com **a** e **n** constantes, a derivada de **f** em relação a **t** será:

$$\frac{df}{dt} = a\,n\,t^{n-1}$$

Lembrando as definições da velocidade escalar instantânea e da aceleração escalar instantânea, podemos escrever:

$$v = \frac{ds}{dt} \quad \text{e} \quad \alpha = \frac{dv}{dt}$$

Vamos resolver novamente os itens **a** e **c** do exercício 75 de modo muito mais prático, por meio da derivada:

$$s = 5t^3 - 6t^1 \text{ (SI)}$$

a) $v = \dfrac{ds}{dt} = 5 \cdot 3 \cdot t^{3-1} - 6 \cdot 1 \cdot t^{1-1} \Rightarrow v = 15t^2 - 6t^0 = 15t^2 - 6$ (SI)

c) $\alpha = \dfrac{dv}{dt} = 15 \cdot 2 \cdot t^{2-1} - 6 \cdot 0 \cdot t^{0-1} \Rightarrow \alpha = 30t$ (SI)

Você pode fazer o mesmo com relação aos exercícios 72, 73 e 75.

75 A velocidade escalar instantânea de um móvel varia com o tempo, conforme a função $v = 5t^2 + 4$, válida no SI. Determine:
a) a função horária da aceleração escalar instantânea;
b) a aceleração escalar no instante 4 s.

Resolução:
a) No instante **t** : $v = 5t^2 + 4$
No instante **t'**: $v' = 5t'^2 + 4$

$$\alpha_m = \frac{v' - v}{t' - t} = \frac{5t'^2 + 4 - 5t^2 - 4}{t' - t} = \frac{5(t' + t)(t' - t)}{t' - t}$$

$$\alpha_m = 5(t' + t)$$

$$\alpha = \lim_{t' \to t} \alpha_m = 5(t + t) \quad \Rightarrow \quad \boxed{\alpha = 10\,t} \text{ (SI)}$$

b) Em t = 4 s, temos: $\alpha = 10 \cdot 4$

$$\boxed{\alpha = 40 \text{ m/s}^2}$$

Respostas: a) $\alpha = 10$ t; b) 40 m/s²