FÍSICA

Cinemática escalar

Capítulo 1 – Estudo do movimento

Complementares

9. a) Se o número do sapato (n) corresponde a 1,5 vez o tamanho do pé, em centímetros, então o comprimento do pé de uma pessoa que calça sapatos número 42 é dado por:

$$\frac{n}{1,5} = \frac{42}{1,5} = 28$$

Portanto, o comprimento do pé é de 28 cm.

b) Sendo 1 polegada = 2,54 cm, então 12 polegadas valem:

$12 \cdot 2,54 = 30,48$

Se o tamanho do pé, no padrão do sistema inglês, vale 30,48 cm (12 polegadas), então o número do calçado (n) correspondente é: $N = 30,48 \cdot 1,5 = 45,72 = 46$

10. e

11. a

Para se chegar a uma resposta satisfatória, é preciso predeterminar algumas condições:

– o caminho fica à esquerda do menino;

– as duas encruzilhadas são perpendiculares (formam um ângulo de 90°).

Consideradas essas condições e a informação de que o Sol nasce a leste dos meninos, pode-se concluir que o senhor, ao dobrar à esquerda, caminhou no sentido sul e na segunda encruzilhada, ao dobrar à esquerda novamente, caminhou no sentido leste.

12. b

O ponto vermelho teria um movimento em círculos de acordo com o giro da hélice do avião. Porém, além desse movimento, temos o movimento em linha reta do avião em voo. Logo, esses círculos se tornam uma espiral ao longo da trajetória do avião.

21. e

I. Correta: o deslocamento depende da posição final e inicial e corresponde a $220\sqrt{2}$m;

II. Incorreta: Sua velocidade escalar média depende da distância percorrida, e sua velocidade média, do deslocamento realizado.

III. Incorreta: a velocidade média de Pedro é

$$v_{m(Pedro)} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow v_{m(Pedro)} = \frac{200\sqrt{2}}{100} = 2\sqrt{2}\ \text{m/s}.$$

IV. Correta: $v_{(Carlos)} = \dfrac{400}{200} = 2\,\text{m/s}$

22. a

Convertendo os 16 dias em horas, temos: $16 \cdot 24 = 384$ h

Calculando a velocidade média, temos:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{600}{384} \Rightarrow v_m \simeq 1,56\ \text{m/s}\ \text{ou ainda } 1,6\ \text{m/s}$$

23. c

A distância a ser percorrida, já que Quito e Cingapura são diametralmente opostas, é metade de uma volta na linha do Equador, ou seja:

$$\Delta S = \frac{40\,000}{2} = 20\,000\ \text{km}$$

Assim:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow 800 = \frac{20\,000}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 25\ \text{h}$$

24. d

Com base na figura e nos dados da tabela:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{2}{4} = 0,5\ \text{km/min}$$

Da estação Bosque à terminal: $\Delta S = 15$ km

$$\Delta t = \frac{\Delta S}{v_m} = \frac{15}{0,5} = 30\,\text{min}$$

Como o trem faz 5 paradas de 1,0 min cada uma, temos:

$\Delta t_1 = 30 + 5 \cdot 1 \quad \Delta t_1 = 35$ min

Tarefa proposta

1. c

Para a população atual, temos:

200 milhões $= 200 \cdot 10^6 = 2 \cdot 10^8$

Portanto a ordem de grandeza é 10^8.

Para a população da época da ocupação holandesa, temos:

20 mil $= 20 \cdot 10^3 = 2 \cdot 10^4$. Assim, a ordem de grandeza é 10^4.

2. e

Para os 54 litros, temos:

$54 \cdot 12 = 648$ km ou $648 \cdot 1000 = 648\,000$ m

Assim, a ordem de grandeza dessa distância pode ser encontrada como:

$6,48 \cdot 10^5$. Como o número antes da potência de 10 é maior que cinco, a ordem de grandeza será de 10^6.

3. e

Tempo (s)		Área (km²)
8	———	10^{-2}
32 · 106	———	x

$$x = \frac{32 \cdot 10^6 \cdot 10^{-2}}{8} \Rightarrow x = 4 \cdot 10^4\ \text{km}^2$$

4. c

A área da faixa na praia vale:

$A = c \cdot L \Rightarrow A = 3\,000 \cdot 100 \Rightarrow A = 3 \cdot 10^5\ \text{m}^2$

Uma pessoa sentada na areia ocupa uma área aproximada de:

$A_p = 70\ \text{cm} \cdot 50\ \text{cm} \Rightarrow A_p = 0,7 \cdot 0,5 = 0,35\ \text{m}^2$

Portanto, o maior número possível de pessoas é:

$$n = \frac{A}{A_p} = \frac{3 \cdot 10^5}{0,35} = 8,6 \cdot 10^5 \Rightarrow \text{O.G.} = 10^6$$

5. a) Inicialmente, efetuamos uma comparação entre a massa do próton (ou do nêutron) e a do elétron:

$$\frac{m_{\text{próton}}}{m_{\text{elétron}}} = \frac{1,7 \cdot 10^{-27}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 1,9 \cdot 10^{3}$$

A massa do próton é, aproximadamente, 2 mil vezes a massa do elétron. Portanto, na determinação da massa de um átomo, a contribuição dos elétrons é muito pequena, já que, em comparação à massa do próton e à do nêutron, a massa dos elétrons é desprezível.

b) A massa do átomo de neônio é a soma das massas dos 10 prótons e dos 10 nêutrons. Como as massas do próton e do nêutron são praticamente iguais, a massa do átomo de neônio é igual a 20 vezes a massa de um próton. Assim, temos:

Massa do átomo de neônio $= 20 \cdot 1,7 \cdot 10^{-27}$ kg =
$= 3,4 \cdot 10^{-26}$ kg

6. d

Analisando as competições de atletismo e nado livre, temos que:

$$21,30 - 9,69 = 11,61 = 11 + 0,61 = 11 + \frac{61}{100}$$

7. d

O prefixo "nano" significa $10^{-9} = 0,000\,000\,001$.

8. d

45 anos —— $4,5 \cdot 10^9$ anos
1 hora —— x

$$x = \frac{4,5 \cdot 10^9}{45} \Rightarrow x = 10^8 \text{ h}$$

Sendo 1 ano = $365 \cdot 24 = 8\,760$ h, temos:

$$x = \frac{10^8}{8\,760} \Rightarrow x = 11415 \text{ anos}$$

9. e

Como o ser humano surgiu há menos de um bilhão de anos, temos: seta 5.

10. b

45 anos —— $4,5 \cdot 10^9$ anos
x —— $15 \cdot 10^9$ anos

$$x = \frac{45 \cdot 15 \cdot 10^9}{4,5 \cdot 10^9} \Rightarrow x = 150 \text{ anos}$$

11. e

O observador vê dois movimentos combinados na horizontal com a mesma velocidade do avião e queda com consequente aumento de velocidade. Isso resulta num movimento parabólico.

12. c

Para o cientista no interior do trem, a observação é de um movimento de queda, pois ele se encontra em repouso em relação ao trem. Já para o colega que se encontra na estação, como o trem está em movimento em relação a ele, a observação é de um movimento parabólico.

13. e

Para as proteínas, temos a medida de 10 nm.

Para as células sanguíneas, de acordo com a escala apresentada, uma medida entre $4 \cdot 10^4$ nm e $5 \cdot 10^4$ nm, sendo maior que $5 \cdot 10^4$.

Sendo assim, a diferença das proteínas para as células sanguíneas é de 10^3. Mas, como as células sanguíneas são maiores que $5 \cdot 10^4$, então a ordem de grandeza será de 10^4.

14. d

I. Incorreta: Estar em movimento ou repouso em relação a um referencial não garante que o mesmo ocorra em relação a qualquer referencial.

II, III e IV corretas.

15. c

Como a pessoa à frente está diametralmente oposta, o movimento observado por qualquer uma delas em relação a outra será circular.

16. a

Todo satélite geoestacionário está em repouso em relação à Terra e tem uma órbita definida. Os de observação, por apresentarem uma órbita baixa, têm um movimento relativo em relação à Terra.

17. a

Para adequarmos as unidades de medida para o tempo, temos: 4 min = $\frac{4}{60}$ h

Calculando a velocidade média, em km/h, temos:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{1,6}{\frac{4}{60}} \Rightarrow v_m = 24 \text{ km/h}$$

18. d

Calculando as velocidades médias para os atletas, temos:

Shelly Pryce: $v_{m(\text{Shelly})} = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{100}{10,76} \Rightarrow v_{m(\text{Shelly})} = 9,3 \text{ m/s}$

Usain Bolt: $v_{m(\text{Bolt})} = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{100}{9,58} \Rightarrow v_{m(\text{Bolt})} = 10,4 \text{ m/s}$

Assim, a diferença entre as velocidades será de:
10,4 – 9,3 = 1,1 m/s. Aproximadamente 1,0 m/s.

19. d

- $\Delta S = 100 + 40 \Rightarrow \Delta S = 140$ km
- $\Delta t_t = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 \Rightarrow \Delta t_t = \frac{100}{100} + 1 + 0,5 \Rightarrow \Delta t_t = 2,5$ h
- $v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{140}{2,5} \Rightarrow v_m = 56$ km/h

20. b

Calculando a velocidade média do drone, temos:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{9 \cdot 1000}{5 \cdot 60} \Rightarrow v_m = 30 \text{ m/s}$$

21. b

Calculando o tempo para que as ondas cheguem à Terra, temos:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow 10^9 = \frac{2 \cdot 10^{10}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 20 \text{ h}$$

22. Com velocidade de 80 km/h $\Rightarrow v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow 80 = \frac{8}{\Delta t_1} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \Delta t_1 = \frac{1}{10} \text{ h} = 0,10 \text{ h}.$$

Com velocidade de 100 km/h $\Rightarrow v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow 100 = \frac{8}{\Delta t_2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \Delta t_2 = \frac{8}{100} \text{ h} = 0,08 \text{ h}.$$

Diferença entre os tempos: $\Delta t_1 - \Delta t_2 = 0{,}10 - 0{,}08 = 0{,}02$ h
Assim, como 1 h é equivalente a 60 min:
0,02 h $\Rightarrow$ 1,2 min

23. c
O tempo de 40 minutos corresponde a 2/3 de uma hora. Calculando a velocidade média para o atleta, temos:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{12}{\frac{2}{3}} \Rightarrow v_m = 18\,\text{km/h}$$

24. c

Como: $v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta S}{v_m}$

No percurso todo: $\Delta t = \frac{40}{80} = 0{,}5$ h

Na primeira parte do percurso: $\Delta t_2 = 15$ min $= 0{,}25$ h
Como $v_m = 40$ km/h; $\Delta S = 40 \cdot 0{,}25 = 10$ km
No percurso restante faltam: $\Delta S = 40 - 10 = 30$ km e $\Delta t = 0{,}5 - 0{,}25 = 0{,}25$ km

Logo: $v_m = \frac{30}{0{,}25} = 120$ km/h

25. a) A maior velocidade média é a do veículo que percorre o quarteirão no menor tempo; portanto: 7º veículo $\Delta t = 4$ s.

$$v_{maior} = \frac{100}{4} = 25 \text{ m/s}$$

A menor velocidade média é a do veículo que percorre o quarteirão no maior tempo; portanto: 4º veículo $\Delta t = 20$ s.

$$v_{menor} = \frac{100}{20} = 5 \text{ m/s}$$

b) $v_{máx.} = 60$ km/h $= \frac{60}{3{,}6}$ m/s para $\Delta S = 100$ m:

$$\Delta t = \frac{100}{\frac{60}{3{,}6}} = \frac{360}{60} = 6 \text{ s}$$

26. c

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta S}{v}$$

Primeiro lado: $\Delta t_1 = \frac{5}{150} = \frac{1}{30}$ h

Segundo lado: $\Delta t_2 = \frac{5}{200} = \frac{1}{40}$ h

Terceiro lado: $\Delta t_3 = \frac{5}{200} = \frac{1}{40}$ h

Quarto lado: $\Delta t_4 = \frac{5}{100} = \frac{1}{20}$ h

$$\Delta t_T = \frac{1}{30} + 2 \cdot \frac{1}{40} + \frac{1}{20} \Rightarrow \Delta t_T = \frac{4+6+6}{120} = \frac{16}{120} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta t_T = \frac{4}{30}$$

Assim: $v_m = \frac{20}{\frac{4}{30}} = \frac{{}^{5}\cancel{20} \cdot 30}{\cancel{4}} = 150$ km/h

27. No afastamento entre os continentes:
$\Delta S = 6\,000$ km $= 6{,}0 \cdot 10^6$ m $= 6{,}0 \cdot 10^8$ cm e
$\Delta t = 120 \cdot 10^6$ anos $= 1{,}2 \cdot 10^8$ anos

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{6{,}0 \cdot 10^8}{1{,}2 \cdot 10^8} = 5{,}0 \text{ cm/ano}$$

28. $v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow 0{,}40 = \frac{10}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 25\,\text{s}$

29. a

Na ida, temos: $v_1 = \frac{\Delta S_1}{\Delta t_1} \Rightarrow 70 = \frac{7}{\Delta t_1} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{1}{10}$ h

Esse tempo somado aos 20 minutos para finalizar a ida nos dá

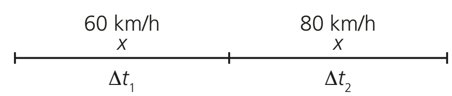
$$\Delta t_{ida} = \frac{1}{10} + \frac{1}{3} = \frac{13}{30}\,\text{h}.$$

Assim, a velocidade média é dada por

$$v_{m(ida)} = \frac{\Delta S}{\Delta t_{ida}} \Rightarrow v_{m(ida)} = \frac{13}{\frac{13}{30}} \Rightarrow v_{m(ida)} = 30\,\text{km/h}.$$

Para a volta, com 10 minutos de travessia, temos:

$$v_{m(volta)} = \frac{\Delta S}{\Delta t_{volta}} \Rightarrow v_{m(volta)} = \frac{13}{\frac{1}{6}} \Rightarrow v_{m(ida)} = 78\,\text{km/h}$$

30.


$$\Delta t_1 = \frac{x}{60}$$

$$\Delta t_2 = \frac{x}{80}$$

$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2$$

$$\Delta t = \frac{x}{60} + \frac{x}{80} \Rightarrow \Delta t = \frac{140 \cdot x}{60 \cdot 80}$$

$$v_m = \frac{2 \cdot x}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{2 \cdot x}{\frac{140 \cdot x}{60 \cdot 80}} \Rightarrow v_m = 2 \cdot x \cdot \frac{60 \cdot 80}{140 \cdot x}$$

$\therefore v_m = 68{,}6$ km/h

Professor, se preferir, use: $v_m = \frac{2v_1 \cdot v_2}{v_1 + v_2}$

31. b
Calculando o tempo decorrido para a caminhada de cada uma, temos:
$v_m = 3{,}6$ km/h
Mateo

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t_1} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{2{,}5}{3{,}6}\,\text{h}$$

Isabela

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t_2} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{1}{3{,}6}\,\text{h}$$

Calculando a diferença entre os tempos dos dois caminhantes, temos:

$$\Delta t_1 - \Delta t_2 = \frac{2{,}5}{3{,}6} - \frac{1}{3{,}6} = \frac{1{,}5}{3{,}6}\,\text{h}$$

Encontrando o tempo correspondente, em minutos, temos

$$\Delta t_1 - \Delta t_2 = \frac{1{,}5}{3{,}6} \cdot 60 = 25\,\text{min}$$

Então Isabela, deverá sair de casa
12 h 40 min + 25 min = 13 h 05 min

32. a) A velocidade relativa é dada pela soma das velocidades do passageiro e da esteira, pois ambos estão no mesmo sentido. Assim:

$v_R = v_p + v_e \Rightarrow v_R = 1,5 + 1 = 2,5$ m/s

b) Utilizando duas esteiras de 80 m cada, teremos um percurso de 160 m sobre elas, com velocidade de 2,5 m/s. Logo, restam 90 m de percurso fora das esteiras (250 – 160), com velocidade de 1,5 m/s.

Assim, teremos:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{160}{2,5} = 64\,\text{s} \text{ e } \Delta t_2 = \frac{90}{1,5} = 60\,\text{s}$$

Portanto, o tempo gasto com a utilização das esteiras é 64 + 60 = 124 s.

Fora dela, $V_p = 1,5$ m/s para um percurso de 250 m.

Assim, $v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{250}{1,5} \cong 166,7$ s.

Portanto, o ganho foi de 166,7 – 124 = 42,7 segundos.

c) O tempo de percurso em cada esteira pode ser encontrado por:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{80}{2,5} = 32\,\text{s}$$

Para percorrer os primeiros 40 m, gastará 16 s, e os restantes 40 m serão cobertos com a velocidade de 1 m/s. Assim, para a esteira com as pessoas paradas, o tempo de percurso será de: 16 + 40 = 56 s

No percurso total, com o inconveniente das pessoas paradas numa das esteiras, o tempo será de:

Δt = 32 + 56 + 60 = 148 s

Portanto, o ganho será diminuído em
24 ⇒ (148 – 124 = 24).

Capítulo 2 – Movimento uniforme (MU)

Conexões

a) Próxima do Centauro; 4,2 anos-luz da Terra.

b) Não é possível ver a Próxima do Centauro a olho nu em razão de sua baixa magnitude, mas suas coordenadas equatoriais são α = 14 h 29 m 36,1 s e δ = –60° 50′ 8,0″.

c) Nuvem de Magalhães; 163 mil anos-luz da Terra.

Complementares

9. d

Esse tempo é dado por:

$$\Delta t = \frac{\Delta S}{v} = \frac{9 \cdot 10^7}{3 \cdot 10^5} = 3 \cdot 10^2\ \text{s} = 5\,\text{min}$$

10. a

Para a bola:

$\Delta S = 5,0$ m ($\Delta S^2 = 3,0^2 + 4,0^2$), com v = 126 km/h = 35 m/s

$$\Delta t = \frac{\Delta S}{v} = \frac{5,0}{35} = \frac{1}{7}\ \text{s}$$

11. b

Considerando as velocidades em m/s, temos:

$$v = \frac{360}{3,6} = 100\,\text{m/s}$$

Como estão em aproximação, ou seja, em sentidos opostos, a velocidade relativa é dada por:

$v_R = v_2 - v_1 \Rightarrow v_R = 100 - (-100) = 200\,\text{m/s}$

12. d

Encontrando a distância percorrida pelo som, temos:

$$v_{som} = \frac{\Delta S}{\Delta t_{som}} \Rightarrow 340 = \frac{\Delta S}{30,0} \Rightarrow \Delta S = 10\,200\,\text{m}$$

Para o avião percorrer esse deslocamento, como velocidade constante, teremos:

$$v_{avião} = \frac{\Delta S}{\Delta t_{avião}} \Rightarrow \frac{540}{3,6} = \frac{10\,200}{\Delta t_{avião}} \Rightarrow \Delta t_{avião} = 68\,\text{s}$$

Comparando com o tempo que o som gastou para chegar até o receptor, podemos concluir que a diferença de tempo em relação ao avião é de 68 – 30 = 38 s.

Nesse tempo, o avião deveria estar à distância de:

$$v_{avião} = \frac{\Delta S_{avião}}{\Delta t_{avião}} \Rightarrow \frac{540}{3,6} = \frac{\Delta S_{avião}}{38} \Rightarrow \Delta S_{avião} = 5\,700\,\text{m}$$

ou ainda 5,7 km.

21. c

De acordo com a função horária, temos:

$x_0 = -2$ m (posição inicial)

$v = 5$ m/s (velocidade)

Como $v > 0$ e as posições crescem à medida que passa o tempo, o movimento é progressivo.

22. e

Para que a ultrapassagem ocorra, o carro deve estar totalmente na frente do caminhão. Utilizando o conceito de velocidade relativa, temos:

$v_R = v_{carro} - v_{caminhão} \Rightarrow v_R = 100 - 80 = 20\,\text{km/h}$

Essa é a velocidade de vantagem do carro em relação ao caminhão. Com ela o carro deverá percorrer um deslocamento correspondente ao tamanho do caminhão, do carro e da distância que falta para iniciar a ultrapassagem. Assim, temos:

ΔS = 4,5 + 30 + 1 000 = 1 034,5 m ou ainda 1,0345 km.

Dessa forma:

$$v_R = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow 20 = \frac{1,0345}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t \cong 0,0517\,\text{h}$$

Com esse tempo e a velocidade do carro, temos:

$$v_{carro} = \frac{\Delta S_{carro}}{\Delta t} \Rightarrow 100 = \frac{\Delta S_{carro}}{0,0517} \Rightarrow \Delta S_{carro} \cong 5,17\,\text{km}$$

23. e

A velocidade relativa é: $v_R = 2 - (-3) = 5$ cm/s

Para a colisão: $\Delta S_R = 30$ cm $\therefore$ $\Delta t = \frac{\Delta S_R}{v_R} = \frac{30}{5} = 6$ s

24. d

Primeiro vamos escolher nosso ponto de referência na linha que liga os pontos A e B. Considerando o ponto B como nossa origem dos espaços, vamos construir as equações horárias de cada embarcação.

Embarcação da Marinha Brasileira

$S_M = S_{0M} + v_M t \Rightarrow S_M = 0 + 30t$ (A)

$S_S = S_{0S} + v_S t \Rightarrow S_S = 200 - 10t$ (B)

O encontro entre as embarcações ocorrerá quando suas posições S_M e S_S forem iguais.
Assim, temos:
$S_M = S_S \Rightarrow 0 + 30 \cdot t \Rightarrow 200 - 10 \cdot t \Rightarrow$
$\Rightarrow 40 \cdot t = 200 \Rightarrow t = 5$ h

Tarefa proposta

1. e
Para o trecho mencionado, o tempo de 75 min corresponde a $1 + \frac{1}{4}$ de hora, ou, ainda, 1,25 h. Dessa forma, encontramos o deslocamento por
$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow 900 = \frac{\Delta S}{1,25} \Rightarrow \Delta S = 1\,125$ km.

2. d
a) é falsa: assim todos os competidores teriam de chegar no mesmo momento na linha de chegada.
b) é falsa: realizou um percurso de 4 500 m, porém, como se trata de uma pista cuja linha de partida é a mesma posição de chegada, seu deslocamento foi nulo.
c) é falsa: como o deslocamento é nulo, a velocidade média é nula. Já a velocidade escalar é 1,3 m/s.
d) correta.

3. e
Temos: 10,8 km/h = 3,0 m/s
Na horizontal, as velocidades da menina e da bola são iguais:
$v_{menina} = v_{bola} = 3{,}0$ m/s
Portanto, em 0,5 s, ambas percorrem a mesma distância horizontal, em movimento uniforme:
$\Delta S_{menina} = \Delta S_{bola} = v \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta S_{menina} = \Delta S_{bola} = 3{,}0 \cdot 0{,}5 = 1{,}5$ m

4. a) $v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{10 \text{ km}}{0{,}5 \text{ h}} \Rightarrow v_m = 20$ km/h
b) • $\Delta S = 330 - 10 \Rightarrow \Delta S = 320$ km
• $\Delta t = 4{,}5 - 0{,}5 \Rightarrow \Delta t = 4$ h
Assim: $\Delta S = v \cdot \Delta t \Rightarrow 320 = v \cdot 4 \Rightarrow v = 80$ km/h

5. c
O intervalo de tempo que Laura demorou para ir de sua casa à escola (2 km), com velocidade constante de 4 km/h, foi:
$\Delta t_L = \frac{\Delta S}{v} \Rightarrow \Delta t_L = \frac{2}{4} = 0{,}5$ h = 15 min
O intervalo de tempo que Francisco demorou para ir de sua casa à escola (2 km), com velocidade média de 8 km/h, foi:
$\Delta t_F = \frac{\Delta S}{v} \Rightarrow \Delta t_F = \frac{2}{8} = 0{,}25$ h = 30 min
Como Francisco partiu 15 min após Laura, eles chegaram juntos à escola.

6. b
O deslocamento total do trem para que possa atravessar por completo o túnel deverá ser:
$\Delta S = L_{trem} + L_{túnel}$
Assim, temos que:
$v = \frac{L_{trem} + L_{túnel}}{\Delta t} \Rightarrow 16 = \frac{150 + L_{túnel}}{50} \Rightarrow L_{túnel} = 650$ m

7. c
Convertendo a velocidade de 288 km/h para m/s, temos:
$v = \frac{288}{3,6} \Rightarrow 80$ m/s
Assim: $v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow 80 = \frac{\Delta S}{2} \Rightarrow \Delta S = 160$ m

8. b
$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{L_{ponte} + L_{caminhão}}{\Delta t} \Rightarrow$
$\Rightarrow 20 = \frac{L_{ponte} + 15}{10} \Rightarrow 200 = L_{ponte} + 15 \Rightarrow$
$\Rightarrow L_{ponte} = 185$ m

9. d
Utilizando o conceito de velocidade relativa, temos:
$v_R = v_{carro} - v_{caminhão} \Rightarrow v_R = 30 - v_{caminhão}$
Com a utilização da velocidade relativa, o deslocamento necessário para ocorrer a ultrapassagem deve ser o tamanho do carro mais o do caminhão, ou seja:
$\Delta S = L_{carro} + L_{caminhão} \Rightarrow \Delta S = 4 + 30 = 34$ m
Com a velocidade relativa, temos:
$v_R = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow 30 - v_{caminhão} = \frac{34}{8,5} \Rightarrow v_{caminhão} = 26$ m/s

10. e
- $v_{ônibus} = \frac{18}{3,6} = 5$ m/s
- $v_{relativa} = 7 - 5 = 2$ m/s

O homem alcançará o ônibus, sendo:
$v_{relativa} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow 2 = \frac{10}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 5$ s

11. a
Para o caroneiro, que seria referencial, a velocidade do segundo caminhão é a velocidade relativa entre eles, ou seja:
$v_{relativa} = v_1 - v_2 = 40 - (-50) = 90$ km/h = 25 m/s
O comprimento do segundo caminhão é o deslocamento relativo durante a ultrapassagem:
$\Delta S_{relativo} = v_{relativa} \cdot \Delta t = 25 \cdot 1{,}0 = 25$ m

12. c
Escrevendo as funções horárias do espaço para cada um, e considerando a origem dos movimentos, a posição que o carro ocupa a 60 km do caminhão, temos:
$S_{carro} = S_{0carro} + v_{carro} \cdot t \Rightarrow S_{carro} = 0 + 80 \cdot t$
$S_{caminhão} = S_{0caminhão} + v_{caminhão} \cdot t \Rightarrow S_{caminhão} = 60 + 60 \cdot t$
Assim, o carro alcançará o caminhão quando suas posições forem iguais (desconsiderando o tamanho do caminhão em relação ao do carro). Portanto:
$S_{carro} = S_{0caminhão} \Rightarrow 0 + 80 \cdot t = 60 + 60 \cdot t \Rightarrow$
$\Rightarrow 20 \cdot t = 60 \Rightarrow t = 3$ h

13. c
O carro que está atrás e desenvolve uma velocidade de:
3 carros/min ⇒ 3 · 3 = 9 m/min
Já o que está na fila mais lenta desenvolve uma velocidade de:
2 carros/min ⇒ 2 · 3 = 6 m/min
A velocidade relativa entre os dois é dada por:
$v_R = 9 - 6 = 3$ m/min

Para alcançar o carro da frente (deslocamento de 15 m), temos: $v_R = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{15}{3} = 5\,\text{min}$

14. d

Na ultrapassagem do navio sobre o bote, tem-se:

$\Delta S_{relativo} = 50$ m (comprimento do navio) $\Delta t = 20$ s $\Rightarrow$

$\Rightarrow v_{relativa} = \frac{50}{20} = 2{,}5$ m/s

Ainda: $v_{relativa} = v_N - v_B \Rightarrow 2{,}5 = v_N - 2{,}0 \Rightarrow v_N = 4{,}5$ m/s

15. e

Desenvolvimento do raciocínio:

$v_{permitida} = 90$ km/h $= 25$ m/s

O deslocamento entre os sensores é:

$\Delta S = 3$ m. Assim, a 90 km/h,

3 m serão percorridos em: $\Delta t = \frac{\Delta S}{v} = \frac{3}{25} = 0{,}12$ s.

Logo, a câmara será acionada se os sensores forem pressionados num intervalo de tempo inferior a 0,12 s.

a) (F) Caso o intervalo de tempo seja de 0,2 s, a velocidade do veículo será: $v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{3}{0{,}2} = 15$ m/s $= 54$ km/h

b) (F) Embora a distância seja pequena, o equipamento foi programado para tal.

c) (F) Conforme desenvolvimento do raciocínio, a câmara é acionada para intervalos de tempos inferiores a 0,12 s.

d) (F) A condição de acionamento é um intervalo de tempo inferior a um valor, e não superior.

e) (V) Por exclusão, é a única que pode ser aceita, embora esteja no limite da velocidade permitida.

16. Encontrando a velocidade em m/s, temos:

$v = \frac{144}{3{,}6} = 40\,\text{m/s}$

Numa cochilada de 1,0 s, o caminhão percorrerá 40 m.

17. b

O deslocamento realizado pelo ônibus durante os 5,0 minutos ($\frac{1}{12}$ de hora) de atraso do passageiro será de:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow 60 = \frac{\Delta S}{\frac{1}{12}} \Rightarrow \Delta S = 5 \text{ km}$$

Essa será a posição inicial do ônibus no momento em que o taxi inicia seu movimento. Encontrando as funções horárias de cada um, temos

$S_T = S_{0T} + v_T \cdot t \Rightarrow S_T = 0 + 90 \cdot t$

$S_o = S_{0o} + v_o \cdot t \Rightarrow S_o = 5 + 60 \cdot t$

O taxi alcançará o ônibus quando as posições S_T e S_o forem iguais. Assim, temos:

$S_T = S_o \Rightarrow 0 + 90 \cdot t = 5 + 60 \cdot t \Rightarrow 30 \cdot t = 5 \Rightarrow t = \frac{1}{6}$ h

ou ainda 10 min.

18. b

O tempo que o som leva para se propagar pelos trilhos pode ser encontrado por:

$v_{trilho} = \frac{\Delta S}{\Delta t_{trilho}} \Rightarrow \Delta t_{trilho} = \frac{L}{3\,400}$

sendo L o comprimento do trilho.

Da mesma forma, o tempo para a propagação pelo ar pode ser encontrado por:

$v_{ar} = \frac{\Delta S}{\Delta t_{ar}} \Rightarrow \Delta t_{ar} = \frac{L}{340}$

A diferença dos tempos que a pessoa percebe é de 0,18 s. Então:

$\Delta t_{ar} - \Delta t_{trilho} = 0{,}18 \Rightarrow \frac{L}{340} - \frac{L}{3\,400} = 0{,}18 \Rightarrow L = 68$ m

19. a

O tempo que o carro A leva para chegar à posição de colisão é:

$v_A = \frac{\Delta S_A}{\Delta t} \Rightarrow 20 = \frac{50}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 2{,}5\,\text{s}$, sendo que esse tempo deverá ser o mesmo gasto pelo carro **B** até colidir com **A**. Então:

$v_B = \frac{\Delta S_B}{\Delta t} \Rightarrow v_B = \frac{30}{2{,}5} \Rightarrow v_B = 12\,\text{m/s}$

20. b

A $v_{relativa}$ entre os trens é dada por:

$v_{relativa} = 15 - (-10) = 25$ m/s

A distância total para o término do cruzamento é a soma dos tamanhos dos trens.

Assim:

$\Delta t = \frac{500}{25} = 20$ s

21. b

Para o movimento vertical do submarino:

$v_Y = 0{,}9$ km/h $= 0{,}25$ m/s e $\Delta S_Y = 150$ m

$\therefore\ \Delta t = \frac{\Delta S_Y}{v_Y} = \frac{150}{0{,}25} = 600$ s

Para o movimento horizontal do submarino:

$v_X = 18$ km/h $= 5{,}0$ m/s no mesmo Δt

$\therefore\ \Delta S_X = v_X \cdot \Delta t = 5{,}0 \cdot 600 = 3\,000$ m

22. c

O desvio fica a 200 km de A e a 50 km de B.

a) (F) A 100 km/h, o trem de passageiros leva 2 h até o desvio e o de carga, 0,5 h; assim, esperaria o primeiro passar depois de 1,5 h.

b) (F) A 50 km/h, o trem de passageiros leva 4 h até o desvio e o de carga, 1 h; assim, esperaria o primeiro passar depois de 3 h.

c) (V) A 100 km/h, o trem de passageiros leva 2 h até o desvio e o de carga, a 50 km/h, 1 h; assim, esperaria o primeiro passar depois de 1 h e por segurança sairia do desvio pouco depois.

d) (F) A 100 km/h, o trem de passageiros leva 2 h até o desvio e o de carga, $\frac{5}{8}$ h; assim, esperaria o primeiro passar depois de $\frac{11}{8}$ h, pouco mais que 2 h.

e) (F) A 50 km/h, o trem de passageiros leva 4 h até o desvio e o de carga, a 100 km/h, 0,5 h; assim, esperaria o primeiro passar depois de 3,5 h.

23. Som: $v = 340$ m/s

a) Para $\Delta t = 3{,}0$ s e $\Delta S = 2 \cdot x$

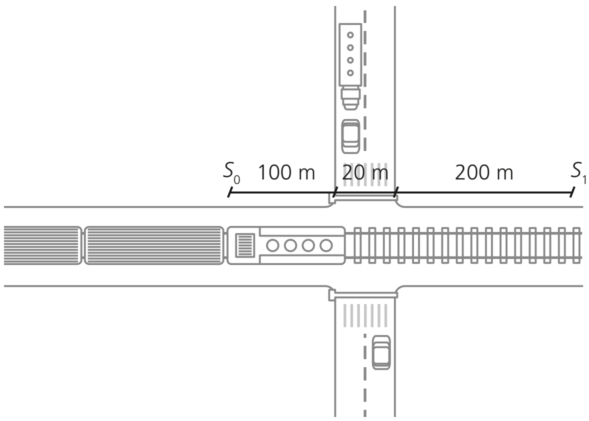
$\therefore \Delta S = v \cdot \Delta t \Rightarrow 2 \cdot x = 340 \cdot 3{,}0 \Rightarrow x = 510$ m

b) Para $\Delta t = 0{,}10$ s e $\Delta S = 2 \cdot x$

$\therefore \Delta S = v \cdot \Delta t \Rightarrow 2 \cdot x = 340 \cdot 0{,}10 \Rightarrow x = 17$ m

24. a

Na passagem do trem pelo cruzamento:



$v = 36$ km/h $= 10$ m/s e $\Delta S = 100 + 200 + 20 = 320$ m

$$\therefore \Delta t = \frac{\Delta S}{v} = \frac{320}{10} = 32 \text{ s}$$

25. d

Distância Terra-Vênus = d

Para os pulsos de radar:

$v = 300\,000$ km/s e $\Delta S = 2 \cdot d$ em um $\Delta t = 280$ s.

$\therefore \Delta S = v \cdot \Delta t \Rightarrow$

$\Rightarrow 2 \cdot d = 3 \cdot 10^5 \cdot 280 \Rightarrow d = 420 \cdot 10^5$ km $= 4{,}2 \cdot 10^7$ km

26. d

Escrevendo as equações horárias para cada um dos motociclistas a e b, temos:

$S_a = S_{0a} + v_a \cdot t \Rightarrow S_a = 20 + 15 \cdot t$

$S_b = S_{0b} + v_b \cdot t \Rightarrow S_b = 300 + 10 \cdot t$

Para a condição mencionada após a ultrapassagem de a sobre b, temos:

$S_a + 100 = S_b \Rightarrow (20 + 15 \cdot t) + 100 = 300 + 10 \cdot t$

$\Rightarrow 120 + 15 \cdot t = 300 + 10 \cdot t \Rightarrow t = 36$ s

27. c

Para o som nos trilhos: $v = 6\,600$ m/s e $\Delta S = 3\,300$ m

$$\therefore \Delta t = \frac{\Delta S}{v} = \frac{3\,300}{6\,600} = 0{,}5 \text{ s}$$

Para o som no ar: $v = 330$ m/s e $\Delta S = 3\,300$ m

$$\therefore \Delta t = \frac{\Delta S}{v} = \frac{3\,300}{330} = 10 \text{ s}$$

Diferença: $10 - 0{,}5 = 9{,}5$ s

28. Calculando o tempo de percurso do torpedo para a distância até o navio, temos:

$$v_R = \frac{\Delta S_T}{\Delta t_T} \Rightarrow v_R = \frac{4\,200}{120} \Rightarrow v_R = 35 \text{ m/s}$$

Essa velocidade é dada por:

$v_R = v_T + v_S \Rightarrow 35 = v_T + 14 \Rightarrow v_T = 21$ m/s

29. a) Para a situação sem nenhuma lesão, temos:

$$v_T = \frac{\Delta S_T}{\Delta t_T} \Rightarrow \Delta t_T = \frac{0{,}1}{1540} \Rightarrow \Delta t_T = \frac{1}{15\,400} \text{ s}$$

$$v_o = \frac{\Delta S_o}{\Delta t_o} \Rightarrow \Delta t_o = \frac{0{,}01}{3\,360} \Rightarrow \Delta t_o = \frac{1}{336\,000} \text{ s}$$

A soma desses tempos deve ser multiplicada por 2 (ida e volta). Assim, temos:

$$\Delta t_T = 2 \cdot \left(\frac{1}{15\,400} + \frac{1}{336\,000} \right) = 1{,}36 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

b) Utilizando o mesmo raciocínio do item, porém desconhecendo a distância da lesão, temos:

$$\Delta t = 2 \cdot \left(\frac{x}{15\,400} + \frac{1}{336\,000} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0{,}5 \cdot 10^{-4} = 2 \cdot \left(\frac{x}{15\,400} + \frac{1}{336\,000} \right) \Rightarrow x = 0{,}034 \text{ m}$$

ou 3,4 cm, em relação ao emissor. Portanto, a distância da lesão será de:

$d = 10 - 3{,}4 = 6{,}6$ cm

30. Para que o trem de carga entre no desvio com segurança, permitindo a passagem do trem de passageiros, deverá percorrer uma distância correspondente aos 200 m que restam para chegar ao desvio, somado ao seu próprio comprimento.

Assim, temos: $v_c = \dfrac{\Delta S_c}{\Delta t} \Rightarrow 10 = \dfrac{200 + 50}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 25$ s

Com esse tempo, encontramos a máxima velocidade que o trem de passageiros pode ter para passar pelo desvio com segurança. Então:

$$v_p = \frac{\Delta S_p}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{400}{25} \Rightarrow v = 16 \text{ m/s}$$

31. a) Para o carro, a menor distância é a de 7 quarteirões = 700 m.

b) Para o metrô: $v = 36$ km/h $= 10$ m/s e $\Delta S = 500$ m ($\Delta S^2 = 300^2 + 400^2$):

$$t_m = \frac{\Delta S}{v} = \frac{500}{10} = 50 \text{ s}$$

c) Para o carro: $v = 18$ km/h $= 5{,}0$ m/s e $\Delta S = 700$ m:

$$t_c = \frac{\Delta S}{v} = \frac{700}{5{,}0} = 140 \text{ s} \Rightarrow \frac{t_c}{t_m} = \frac{140}{50} = 2{,}8$$

Capítulo 3 – Movimento variado (MUV)

Conexões

1. Resposta pessoal.

2. Resposta pessoal.

Complementares

9. c

- $v_{\text{Laranja}} = \dfrac{180}{3{,}6} = 50$ m/s
- $v_{\text{Laranjinha}} = \dfrac{150}{3{,}6} = 41{,}7$ m/s

Assim: $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow |a| = \dfrac{|41{,}7 - 50|}{3} \Rightarrow |a| = 2{,}8$ m/s^2

10. a

Analogamente às equações horárias do espaço e da velocidade para o MUV, temos para os instantes $t = 1$ h e $t = 4$ h

$$\Delta N = \frac{a \cdot t^2}{2} \Rightarrow 8 \cdot 10^5 = \frac{a \cdot (4)^2}{2} \Rightarrow a = 1 \cdot 10^5 \frac{\text{bactérias}}{\text{h}^2}$$

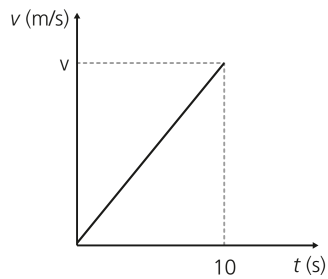
$$N = a \cdot t \Rightarrow N = 1 \cdot 10^5 \cdot (1) \Rightarrow N = 1 \cdot 10^5 \frac{\text{bactérias}}{\text{h}}$$

11. a

I é correta. Calculando a velocidade média, temos:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{100}{10} = 10\,\text{m/s} = 36\ \text{km/h}$$

II e III são incorretas. Esboçando o gráfico da velocidade em função do tempo, temos:



Para o deslocamento de 100 m, temos:

$$\Delta S \overset{N}{=} \text{área} \Rightarrow \Delta S = \frac{b \cdot h}{2} \Rightarrow 100 = \frac{10 \cdot v}{2} \Rightarrow v = 20\ \text{m/s}$$

A aceleração, de acordo com o gráfico, é:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20}{10} = 2\ \text{m/s}^2$$

12. Soma = 50 (02 + 16 + 32)

(01) Incorreta. Com aceleração de 0,5 m/s², a moto atinge a velocidade máxima de 30 m/s em 60 s (30 : 0,5). Nesse tempo, o deslocamento é de:

$$\Delta S_1 = \frac{a \cdot t^2}{2} = \frac{0{,}5 \cdot (60)^2}{2} \Rightarrow \Delta S_1 = 900\ \text{m}$$

O deslocamento da moto nos 20 s restantes, com velocidade constante de 30 m/s, é de:

$$\Delta S_2 = v \cdot \Delta t = 30 \cdot 20 \Rightarrow \Delta S_2 = 600\ \text{m}$$

Assim, a velocidade média, entre 0 e 80 s, é:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{900 + 600}{80} \Rightarrow v_m = 18{,}75\ \text{m/s}$$

(02) Correta. Para atingir a velocidade máxima de 20 m/s, o carro demora 20 s, pois a aceleração é 1,0 m/s em cada segundo. Como a moto demora 60 s para atingir a velocidade máxima (item 01), 50 s após o início dos movimentos, o movimento do carro é uniforme e o da moto é acelerado.

(04) Incorreta. Em 60 s, o deslocamento do carro é:

$$\Delta S_t = \frac{a \cdot t^2}{2} + v \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta S_t = \frac{1 \cdot (20)^2}{2} + 20 \cdot 40 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta S_t = 1\,000\ \text{m}$$

Nesse tempo, o deslocamento da moto é 900 m, conforme cálculo na proposição (01). Portanto, o carro está 100 m à frente da moto.

(08) Incorreta. Usando os resultados obtidos na proposição (04), podemos escrever as funções horárias dos dois móveis:

$$S_c = 1\,000 + 20 \cdot (t - 60) \text{ e } S_m = 900 + 30 \cdot (t - 60)$$

No instante em que a moto alcança o carro, temos $S_c = S_m$. Assim:

$$1\,000 + 20 \cdot (t - 60) = 900 + 30 \cdot (t - 60) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1\,000 + 20 \cdot t - 1\,200 = 900 + 30 \cdot t - 1\,800 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10 \cdot t = 700 \Rightarrow t = 70\ \text{s}$$

(16) Correta. Para $t = 70$ s, as posições do carro e da moto são:

- $S_c = 1\,000 + 20 \cdot (70 - 60) \Rightarrow S_c = 1\,200$ m
- $S_m = 900 + 30 \cdot (70 - 60) \Rightarrow S_m = 1\,200$ m

(32) Correta. Após 40 s do início, a velocidade do carro é constante e igual a 20 m/s. A velocidade da moto é:

$$v = a \cdot t = 0{,}5 \cdot 40 \Rightarrow v = 20\ \text{m/s}$$

21. d

Da figura, sabemos que, no primeiro segundo, a bola sobe 36 m e, em 5 s, atinge a altura máxima. Assim, podemos escrever:

- $v = v_A - g_1 \cdot t \Rightarrow 0 = v_A - g_1 \cdot 5 \Rightarrow v_A = 5 \cdot g_1$
- $S = S_0 + v_0 \cdot t + \dfrac{a}{2} \cdot t^2$

Para $t = 1$ s, temos: $36 = v_A - \dfrac{g_1}{2}$

Substituindo $v_A = 5 \cdot g_1$:

- $36 = 5 \cdot g_1 - \dfrac{g_1}{2} \Rightarrow g_1 = 8$ m/s²
- $v_A = 5 \cdot g_1 = 5 \cdot 8 \Rightarrow v_A = 40$ m/s

22. c

Utilizando a equação de Torricelli, em que a aceleração do movimento de queda é g, temos:

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot \Delta S \Rightarrow 30^2 = 0^2 + 2 \cdot 10 \cdot \Delta S \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta S = \frac{900}{20} = 45\ \text{m}$$

Em que o deslocamento é a altura da queda. Portanto, $h = 45$ m.

23. b

Utilizando a função horária dos espaços para a altura, temos:

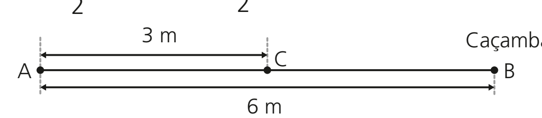
$$h = v_0 \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2} \Rightarrow h = \frac{g \cdot t^2}{2} \Rightarrow g = \frac{2 \cdot h}{t^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow g = \frac{2 \cdot 12}{(2)^2} = 6\ \text{m/s}^2$$

24. b

Tempo de queda do dublê:

$$\Delta h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \Rightarrow 5 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2 \Rightarrow t = 1{,}0\ \text{s}$$



$$\Delta S_{AC} = v \cdot \Delta t \Rightarrow 3 = v \cdot 1 \Rightarrow v = 3\ \text{m/s}$$

A velocidade v pode diferir da velocidade ideal, em módulo, no máximo, 3 m/s.

Tarefa proposta

1. a

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\frac{72}{3,6} - 0}{2,0} = 10 \text{ m/s}^2$$

2. a

Utilizando a equação horária dos espaços, temos:

$$S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \Rightarrow S = 40 - 30 \cdot 4 + \frac{10 \cdot 4^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S = 0$$

3. d

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2 \cdot v - v}{t} = \frac{v}{t}$$

$$a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{3 \cdot v - v}{2 \cdot t} = \frac{v}{t}$$

$$a_3 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{5 \cdot v - v}{5 \cdot t} = \frac{4 \cdot v}{5 \cdot t}$$

$\therefore a_1 = a_2 > a_3$

4. c

- $a_A = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{126 : 3,6}{10} \Rightarrow a_A = 3,5 \text{ m/s}^2$
- $a_B = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{108 : 3,6}{6} \Rightarrow a_B = 5,0 \text{ m/s}^2$
- $|a_A - a_B| = |3,5 - 5,0| \Rightarrow |a_A - a_B| = 1,5 \text{ m/s}^2$

5. a) $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow 2,0 = \frac{80}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 40 \text{ s}$

b) $\Delta S = \frac{1}{2} \cdot a \cdot \Delta t^2 \Rightarrow \Delta S = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot (40)^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta S = 1\,600 \text{ m}$

6. b

Partindo do repouso, ou seja, com velocidade inicial igual a zero, temos:

$$\Delta S = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \Rightarrow 12 - 4 = 0 \cdot 4 + \frac{a \cdot 4^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = 1,0 \text{ m/s}$$

7. d

$v = 20$ m/s

$a = -5$ m/s^2

Como sabemos que o carro está desacelerando, o ΔS encontrado será o espaço necessário para frear.

$v^2 = 2 \cdot a \cdot \Delta S \Rightarrow (20)^2 = 2 \cdot 5 \cdot \Delta S \Rightarrow 400 = 10 \cdot \Delta S$

$\therefore \Delta S = 40$ m

8. e

Utilizando a equação de Torricelli para o processo de desaceleração, temos:

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S \Rightarrow 0 = (25)^2 + 2 \cdot (-5) \cdot \Delta S \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta S = 62,5 \text{ m}$$

9. a

Da função horária do espaço:

$$x = -10 + 4 \cdot t + t^2 \left(S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \right)$$

$\therefore v_0 = 4$ m/s e $\frac{a}{2} = 1 \Rightarrow a = 2$ m/s^2

Função horária da velocidade:

$v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow v = 4 + 2 \cdot t$

10. e

Calculando a velocidade que o motorista conseguirá com a frenagem, temos:

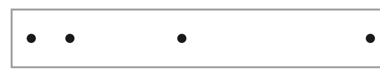
$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S \Rightarrow v^2 = (30)^2 + 2 \cdot (-5) \cdot 50 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = 20 \text{ m/s}$$

Em km/h essa velocidade corresponde a 72 km/h. Portanto, o motorista passará pelo radar, acima do limite permitido, e terá sua imagem capturada.

11. c

Como o movimento do corpo é uniformemente variado, as distâncias percorridas entre dois intervalos de tempos iguais e sucessivos aumentam. Assim, a única alternativa que mostra esse comportamento é:



12. c

Calculando o tempo de frenagem pela equação horária das velocidades, temos:

$$v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow 0 = \frac{72}{3,6} + (-10) \cdot t \Rightarrow t = 2 \text{ s}$$

Este é o tempo de frenagem do automóvel. Somando-se a ele o tempo de reação do motorista, até que iniciasse a frenagem, temos: $T_{total} = 1 + 2 = 3$ s

13. e

Para o movimento do trem durante a passagem pela ponte:

$v_0 = 30$ m/s

$v = 0$

$a = -2$ m/s^2 = cte

$\Delta S = 100 + L_{ponte}$

$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S \Rightarrow 0^2 = 30^2 + 2 \cdot (-2) \cdot [100 + L_{ponte}] \Rightarrow$

$\Rightarrow 100 + L_{ponte} = 225 \Rightarrow L_{ponte} = 125$ m

14. c

I. Correta: Utilizando o conceito de velocidade relativa, encontramos o tempo para que o carro chegue à mesma posição em relação ao caminhão.

$$v_{a/c} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow 20 + 25 = \frac{180}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{180}{45} \Rightarrow \Delta t = 4 \text{ s.}$$

II. Incorreta: Em relação ao caminhão, a velocidade inicial da Van é nula e o espaço relativo percorrido na ultrapassagem é

$L_c + L_v = 10 + 6 = 16$ m.

Então,

$$\Delta S = \frac{a \cdot t^2}{2} \Rightarrow 16 = \frac{8 \cdot t^2}{2} \Rightarrow t = 2 \text{ s}$$

III. Correta: Em 2 segundos, a Van e o carro se deslocam

$$\Delta S_v = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \Rightarrow \Delta S_v = 20 \cdot (2) + \frac{8 \cdot 2^2}{2} \Rightarrow$$

$\Rightarrow \Delta S_v = 56$ m.

$\Delta S_a = v_a \cdot t = 25 \cdot (2) = 50$ m.

Ao final da ultrapassagem a distância entre o carro e a Van será de: $d = 180 - (56 + 60) \Rightarrow d = 64$ m

IV. Correta: ver item III.

15. d

Primeiro, vamos encontrar os tempos de aceleração até 54 km/h e, desaceleração até 0, por meio da equação horária da velocidade.

$$v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow \frac{54}{3,6} = 0 + 2,5 \cdot t_{\text{aceleração}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t_{\text{aceleração}} = \frac{15}{2,5} = 6 \text{ s}$$

Como a aceleração e a desaceleração ocorrem na mesma taxa, o tempo total de aceleração e desaceleração é igual a 6 + 6 = 12 s.

O deslocamento na aceleração é encontrado pela equação do espaço. Assim, temos:

$$\Delta S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \Rightarrow \Delta S = 0 + 0 \cdot t + \frac{2,5 \cdot (6)^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta S = 45 \text{ m}$$

Dessa forma, na aceleração e na desaceleração, o ônibus terá um deslocamento de 90 m.

A distância percorrida com velocidade constante será de 1 590 – 90 = 1 500 m.

Para encontrarmos o tempo gasto nesse trajeto, com velocidade constante de 15 m/s, temos:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{1500}{15} = 100 \text{ s}$$

Portanto, o tempo total do ônibus do ponto de partida até o ponto B será de:

$\Delta t = 6 + 6 + 100 = 112$ s

A distância da casa de Paulo até o ponto B será de:

$\Delta S_{\text{Paulo}} = 200 + 100 \cdot \sqrt{2} \cong 341$ m

Finalizando, a velocidade média de Paulo será de:

$$v_m = \frac{\Delta S_{\text{Paulo}}}{\Delta t} = \frac{341}{112} \cong 3,04 \text{ m/s}$$

ou, ainda, $v_m \cong 11$ km/h

16. c

- Atleta que está na frente:
  $S_1 = 20 + 8 \cdot t$
- Atleta que está atrás:
  $S_2 = 8 \cdot t + \frac{1}{2}\ 0,5 \cdot t^2$
- Quando o atleta de trás alcançar o da frente, teremos:
  $S_2 = S_1 \Rightarrow 8 \cdot t + 0,25 \cdot t^2 = 20 + 8 \cdot t \Rightarrow$
  $\Rightarrow 0,25 \cdot t^2 = 20 \Rightarrow t = \sqrt{80} \simeq 9$ s

17. a) Como a velocidade do automóvel é 12 m/s, durante o tempo de reação (0,5 s) o carro percorre a distância de 6 m. Portanto, para o espaço de freada, restam 24 m. Assim, temos:

$v = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S \Rightarrow 0 = (12)^2 + 2 \cdot a \cdot 24 \Rightarrow a = -3 \text{ m/s}^2$

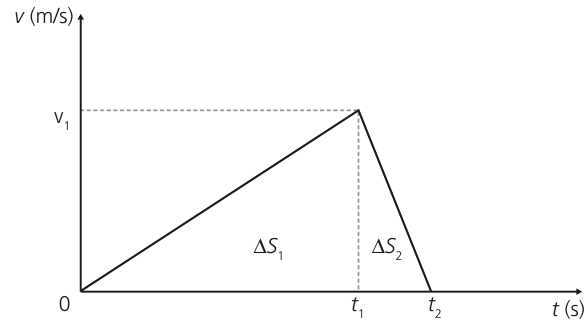
b) Para que o automóvel consiga passar sem ser multado, deve percorrer os 24 m no tempo de 1,7 s, já descontado o tempo de reação. Assim:

$$\Delta S = v \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \Rightarrow 24 = 12 \cdot 1,7 + \frac{a \cdot (1,7)^2}{2}$$

Como $1,7^2 \simeq 3,0$, temos: $a = 2,4 \text{ m/s}^2$

18. b

Esboçando o gráfico correspondente às duas etapas, aceleração e desaceleração, temos:



Observe que os deslocamentos podem ser encontrados pelas áreas de cada triângulo.

Escrevendo as equações horárias para as velocidades nas duas etapas, temos:

$$a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} \Rightarrow 2 = \frac{v_1}{t_1} \Rightarrow v_1 = 2 \cdot t_1$$

$$a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} \Rightarrow -3 = \frac{0 - v_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow v_1 = 3 \cdot (t_2 - t_1)$$

assim, igualando as duas equações, temos:

$$2 \cdot t_1 = 3 \cdot (t_2 - t_1) \Rightarrow 2 \cdot t_1 = 3 \cdot t_2 - 3 \cdot t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{3}{5} \cdot t_2$$

em que há a relação entre os tempos de aceleração e desaceleração.

Então, por meio do deslocamento total, em função das áreas dos triângulos, temos:

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = \frac{t_2 \cdot v_1}{2} \Rightarrow 375 = \frac{t_2 \cdot 2 \cdot t_1}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 375 = \frac{t_2 \cdot 2 \cdot \frac{3}{5} \cdot t_2}{2} \Rightarrow t_2^2 = 625 \Rightarrow t_2 = 25\ s$$

19. a) $v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow 300 = 0 + 10 \cdot t \Rightarrow t = 30$ s

b) $\Delta S = v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2 \Rightarrow \Delta S = 5 \cdot 30^2 \Rightarrow \Delta S = 4\,500$ m

20. b

Utilizando a equação horária para as velocidades, temos $v = g \cdot t = 10 \cdot (2) \Rightarrow v = 20$ m/s.

Utilizando a equação horária para as posições, temos:

$$h = \frac{g \cdot t^2}{2} \Rightarrow h = \frac{10 \cdot (2)^2}{2} \Rightarrow h = 20 \text{ m}$$

21. a

$v = v_0 + a \cdot t$ (sendo $a = -g = -10 \text{ m/s}^2$)

$0 = 30 - 10 \cdot t \Rightarrow t = 3$ s

22. c

- Na Terra: $h_T = \frac{v_0^2}{2 \cdot g_T}$
- Na Lua: $h_L = \frac{v_0^2}{2 \cdot g_L} = \frac{v_0^2}{2 \cdot \frac{g_T}{6}} = \frac{6 \cdot v_0^2}{2 \cdot g_T}$

Comparando, temos: $h_L = 6 \cdot h_T \Rightarrow h_L = 6 \cdot 6 = 36$ m

23. a

Considerando $v_0 = 0$ e $g = 10$ m/s², podemos encontrar a velocidade por meio da equação de Torricelli. Assim, temos:

$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot h \Rightarrow v^2 = 0 + 2 \cdot 10 \cdot 20 = 400 \Rightarrow$

$\Rightarrow v = 20$ m/s

24. e

a) Incorreta. A altura é proporcional à velocidade média multiplicada pelo tempo que ele permanece no ar. O tempo não é elevado ao quadrado.

b) Incorreta. A aceleração da gravidade não depende da velocidade do salto.

c) Incorreta. O tempo que ele permanece no ar é inversamente proporcional à aceleração da gravidade, mas esta não depende da velocidade média.

d) Incorreta. No movimento, a única aceleração é a gravidade.

e) Correta. O tempo de subida é: $t_s = \frac{v}{g}$. Como o movimento é uniformemente variado, a velocidade média é a média das velocidades. Assim: $v_m = \frac{v + 0}{2} \Rightarrow v_m = \frac{v}{2}$.

Substituindo essas duas expressões em: $\Delta S = v_m \cdot \Delta t$, temos:

$H = \frac{v}{2} \cdot \frac{v}{g} \Rightarrow v^2 = 2 \cdot g \cdot H$

25. d

Utilizando a equação de Torricelli, temos:

$v^2 = 2 \cdot g \cdot h \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 50} =$

$= \sqrt{981} \Rightarrow v = 31,3 \ m/s$

26. d

Como a escola deverá percorrer os 530 m de pista, tendo 510 m de comprimento, o total deslocado para que a escola finalize o desfile será de:

530 + 510 = 1 040 m

Assim, a velocidade média será:

$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{1040}{65} = 16$ m/min

27. A velocidade do paraquedista é a velocidade inicial (v_0) da lanterna no início de sua queda livre de 90 m em 3 s.

$\therefore \Delta S = v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2 \Rightarrow 90 = v_0 \cdot 3 + 5 \cdot 3^2 \Rightarrow v_0 = 15$ m/s

28. b

Da equação da altura percorrida na queda livre, temos:

$h = \frac{g \cdot t^2}{2}$

$h_1 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2^2 \Rightarrow h_1 = 20 \ m$

$h_2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 1,6^2 \Rightarrow h_2 = 12,8 \ m$

Fazendo a diferença entre as duas alturas, temos:

Δh = 20 – 12,8 = 7,2 m

29. c

Para A (subida), temos:

$v_A^2 = v_{0A}^2 + 2 \cdot g \cdot \Delta h_A \Rightarrow v_A = \sqrt{0 + 2 \cdot 10 \cdot 5} \Rightarrow$

$\Rightarrow v_A = 10$ m/s

Para B (descida), precisamos primeiro determinar a velocidade com que B foi lançado. Assim, temos:

$v_B^2 = v_{0B}^2 - 2 \cdot g \cdot \Delta h_B \Rightarrow v_{0B} = \sqrt{v_B^2 + 2 \cdot g \cdot \Delta h_B}$

$\Rightarrow v_{0B} = \sqrt{0 + 2 \cdot 10 \cdot 10} \Rightarrow v_{0B} = 10 \cdot \sqrt{2}$ m/s

Então, a velocidade de B para a altura 5 m será de:

$v_B = \sqrt{\left(10\sqrt{2}\right)^2 - 2 \cdot 10 \cdot 5} \Rightarrow v_B = 10$ m/s

Assim, a razão entre as velocidades será de:

$\frac{v_A}{v_B} = \frac{10}{10} = 1$

30. e

Para encontrarmos a distância percorrida numa queda livre, utilizamos a equação horária dos espaços para a altura. Assim, temos:

$\Delta h = \frac{g \cdot t^2}{2} \Rightarrow \Delta h = \frac{10 \cdot (2,5)^2}{2} = 31,25$ m

Com a equação horária para as velocidades, temos:

$v = v_0 + g \cdot t \Rightarrow v = 0 + 10 \cdot 2,5 \Rightarrow v = 25$ m/s

31. a

Para os 10,0 segundos de subida acelerada, temos:

$H_1 = H_0 + v_0 \cdot t + \frac{a_1 \cdot t_1^2}{2} \Rightarrow H_1 = \frac{5 \cdot 10^2}{2} = 250$ m

E sua velocidade em 250 m será de:

$v_1 = v_0 + a_1 \cdot t_1 \Rightarrow v_1 = 5 \cdot 10 = 50$ m/s

Na etapa seguinte, após os 10,0 segundos iniciais, até atingir a altura máxima H_2, temos:

$v_2^2 = v_1^2 + 2 \cdot a_2 \cdot (H_2 - H_1) \Rightarrow$

$\Rightarrow 0 = 50^2 + 2 \cdot (-10) \cdot (H_2 - 250)$

$\Rightarrow H_2 = 375$ m

Calculando o tempo de subida nessa etapa, temos:

$v_2 = v_1 + a_2 \cdot (t_2 - t_1) \Rightarrow 0 = 50 + (-10) \cdot (t_2 - 10)$

$\Rightarrow t_2 = 5$ s

Após toda a subida, o tempo de descida, para altura final zero, será de:

$H_3 = H_2 + v_2 \cdot t_3 + \frac{g \cdot t_3^2}{2} \Rightarrow 0 = 375 + 0 \cdot t_3 - \frac{10 \cdot t_3^2}{2}$

$\Rightarrow t_3 \cong 8,7$ s

Então, o tempo total de permanência no ar será de:

$t_t = t_1 + t_2 + t_3 \Rightarrow t_t = 10 + 5 + 8,7 \Rightarrow t_t \cong 23,7$ s

32. b

Queda livre de 10 m

$\therefore \Delta S = 5 \cdot t^2 \Rightarrow 10 = 5 \cdot t^2 \Rightarrow t^2 = 2 \Rightarrow$

$\Rightarrow t = \sqrt{2} \cong 1,4$ s

E: $v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow$

$\Rightarrow v = 10 \cdot t \Rightarrow v = 10 \cdot 1,4 = 14$ m/s $\cong 50$ km/h

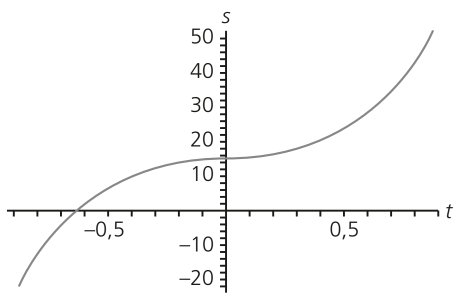
Capítulo 4 – Gráficos MU e MUV

Conexões

I. Seguindo o raciocínio da seção, para um movimento com aceleração variada teremos:

GRANDEZA	TIPO DE FUNÇÃO	FUNÇÃO HORÁRIA
Variação da aceleração	Constante	D = constante
Aceleração	1º grau	$a = a_0 + D \cdot t$
Velocidade	2º grau	$v = v_0 + a_0 \cdot t + \frac{D \cdot t^2}{2}$
Espaço	3º grau	$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^3}{2} + \frac{D \cdot t^3}{6}$

II. Professor, recorremos ao *site* <www.wolframalpha.com> para fazer o gráfico da função $S = 50 \cdot t^3 + t^2 + 4 \cdot t + 15$, que representa uma função de 3º grau, e o resultado foi:



Complementares

10. b

Entre os instantes 3 s e 8 s, o automóvel não muda de posição (4 km) e, portanto, está em repouso (v = 0).

11. a

De acordo com o gráfico, em 50 s, a canoa **A** percorre 150 m e a canoa **B**, 100 m. Portanto, a canoa **A** é mais rápida que a canoa **B**.

12. b

Como a velocidade está relacionada à inclinação da reta no gráfico de distância x tempo, temos que a onda **P** é a mais rápida, por ter maior inclinação (maior velocidade).

Do gráfico, a onda **P** chega a Natal no instante 16 s e a onda S chega no instante 24 s. Assim, a diferença de tempo das ondas na chegada no sismógrafo da UFRN é de: 24 – 16 = 8 s

13. d

$$v_A = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{100 - 0}{4 - 0} = 25 \text{ m/s}$$

$$v_B = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{100 - 25}{4 - 0} = 18{,}75 \text{ m/s}$$

$$v_{relativa} = 25 - 18{,}75 = 6{,}25 \text{ m/s}$$

A distância relativa é a soma dos comprimentos das carretas ($\Delta S_{relativo} = 50$ m), então o tempo para a ultrapassagem é:

$$v_{relativa} = \frac{\Delta S_{relativo}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta S_{relativo}}{v_{relativa}} = \frac{50}{6{,}25} \Rightarrow \Delta t = 8{,}0 \text{ s}$$

22. $v_0 = 4$ m/s e $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{8}{4} = 2 \text{ m/s}^2$

$v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow v = 4 + 2 \cdot t$

Para $t = 7$ s: $v = 4 + 2 \cdot 7 \Rightarrow v = 18$ m/s

$$\Delta S = \text{área} \Rightarrow \Delta S = \frac{18 + 4}{2} \cdot 7 \Rightarrow \Delta S = 77 \text{ m}$$

23. a) Calculando os deslocamentos dos dois veículos durante todo o tempo, temos:

$$\Delta S_A = \frac{b \cdot h}{2} = \frac{120 \cdot 20}{2} \Rightarrow \Delta S_A = 1200 \text{ m}$$

$$\Delta S_B = \frac{b \cdot h}{2} = \frac{120 \cdot 20}{2} \Rightarrow \Delta S_B = 1200 \text{ m}$$

Como o intervalo de tempo e o deslocamento são o mesmo para os dois veículos, as velocidades médias deles também são iguais. Assim, temos:

$$v_1 = v_2 = \frac{\Delta S_2}{\Delta t_2} = \frac{1200}{120} = 10 \text{ m/s}$$

b) Para o instante 60 s, encontramos a aceleração de A e posteriormente sua velocidade. Assim, temos:

$$a_A = \frac{\Delta v_a}{\Delta t} = \frac{0 - 20}{100} = -0{,}2 \text{ m/s}^2$$

Para a velocidade

$$v_{a60} = v_{a20} + a_A \cdot t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{a60} = 20 + (-0{,}2)\,40 = 12 \text{ m/s}$$

As acelerações de **A** e **B** têm o mesmo valor em módulo, diferindo apenas no sinal. Assim, encontrando os deslocamentos, temos:

$$\Delta S'_A = A_{Triangulo} + A_{Trapézio} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta S'_A = \frac{20 \cdot 20}{2} + \frac{(20 + 12) \cdot 40}{2}$$

$$\Rightarrow \Delta S'_A = 200 + 640 = 840 \text{ m}$$

e

$$\Delta S'_B = A_{Triangulo} = \frac{60 \cdot 12}{2}$$

$$\Delta S'_B = 360 \text{ m}$$

Então, a distância entre os veículos será de:

$$d = \Delta S'_A - \Delta S'_B = 840 - 360 = 480 \text{ m}$$

24. d

Como partem juntos no instante t_0, eles se encontrarão após sofrerem o mesmo deslocamento ΔS.

No instante t_4, temos:

$$\Delta S_B = b \cdot h = 4 \cdot 2 = 8 \text{ unidades}$$

$$\Delta S_P = \frac{b \cdot h}{2} = \frac{4 \cdot 4}{2} = 8 \text{ unidades}$$

Logo o instante do encontro é t_4.

25. a) $S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \Rightarrow S = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$

Para $t = 1$ s, temos:

$$5 = v_0 \cdot 1 + \frac{a \cdot 1^2}{2} \Rightarrow 5 = v_0 + \frac{a}{2} \Rightarrow v_0 = 5 - \frac{a}{2} \text{ (I)}$$

Para $t = 2$ s, temos:

$$8 = v_0 \cdot 2 + \frac{a \cdot 2^2}{2} \Rightarrow 8 = 2 \cdot v_0 + 2 \cdot a \text{ (II)}$$

Substituindo (I) em (II), temos:

$$8 = 2 \cdot \left(5 - \frac{a}{2}\right) + 2 \cdot a \Rightarrow 8 = 10 - a + 2 \cdot a \Rightarrow a = -2 \text{ m/s}^2$$

b) $v_0 = 5 - \frac{-2}{2} = 6$ m/s

Tarefa proposta

1. a

A velocidade da partícula é a mesma em todo o intervalo de 0 a 2 h.

2. a

Considerando a ida da bola contra a parede como sentido positivo, e tanto a ida quanto a volta com velocidades constantes, teremos movimentos uniformes caracterizados. Isso indica que o gráfico será composto de dois segmentos reta. Na ida, como a velocidade é maior, maior será a inclinação da reta e, consequentemente, na volta, como a velocidade é menor, menor será a inclinação da reta. Temos, na ida, movimento dito progressivo e, na volta, movimento retrógrado.

3. e

Como as velocidades médias dependem das posições final e inicial e, também, de todo o intervalo de tempo mencionado, ou seja,

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{S - S_0}{t - t_0}$$

E essas posições são as mesmas para as três partículas, concluímos que:

$v_A = v_B = v_C$

4. a

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S_{final} - S_{inicial}}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{0 - 0}{360} \Rightarrow v_m = 0$$

5. e

Primeiro, vamos calcular as velocidades constantes de cada ônibus.

$$v_A = \frac{\Delta S_A}{\Delta t_A} \Rightarrow v_A = \frac{210 - 0}{6 - 0} = 35 \text{ km/h}$$

$$v_B = \frac{\Delta S_B}{\Delta t_B} \Rightarrow v_B = \frac{0 - 210}{3 - 0} = -70 \text{ km/h}$$

Então, escrevendo as equações horárias para as posições dos dois ônibus, temos:

$S_A = S_{0A} + v_A \cdot t \Rightarrow S_A = 0 + 35 \cdot t$

$S_B = S_{0B} + v_B \cdot t \Rightarrow S_B = 210 - 70 \cdot t$

Para o encontro dos ônibus, será necessário que estejam na mesma posição.

Assim, temos:

$S_A = S_B \Rightarrow 0 + 35 \cdot t = 210 - 70 \cdot t \Rightarrow t = 2$ h

A distância de Recife pode ser encontrada pela equação horária do ônibus A. Então

$S_A = 0 + 35 \cdot t \Rightarrow S_A = 0 + 35 \cdot 2 = 70$ km

6. d

$\Delta S \overset{N}{=}$ área; área $= 5 \cdot 4 = 20$ m, mas a área abaixo do eixo t indica que o corpo se desloca contra a orientação da trajetória.

$\therefore \Delta S = -20$ m

7. d

Como o deslocamento deve ser de 750 m, do gráfico, temos que:

$$\Delta S \overset{N}{=} \frac{b \cdot h}{2} \Rightarrow 750 = \frac{30 \cdot v}{2} \Rightarrow v = \frac{1\,500}{30} = 50 \text{ m/s}$$

Em km/h, temos: $v = 50 \cdot 3{,}6 = 180$ km/h

8. e

- $v = 2{,}5$ m/s
- $S = S_0 + v \cdot t$

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow -2{,}5 = \frac{25 - x_0}{30} \Rightarrow -75 = 25 - x_0 \Rightarrow x_0 = 100 \text{ m}$$

Dessa forma, a equação horária é:

$S = S_0 + v \cdot t \Rightarrow S = 100 - 2{,}5 \cdot t$

Para $t = 15$, temos: $S = 100 - 2{,}5 \cdot (15) = 62{,}5$ m

9. a) Para calcularmos a velocidade do automóvel, devemos usar o intervalo de tempo em que os sensores S_1 e S_2 registram a passagem das rodas dianteiras. Pelo gráfico: $\Delta t_1 = 0{,}1$ s

Assim: $v = \dfrac{d}{\Delta t_1} \Rightarrow v = \dfrac{2}{0{,}1} \Rightarrow v = 20$ m/s ou 72 km/h

b) Para calcularmos a distância entre os eixos, devemos usar o intervalo de tempo em que o sensor 1 registra a passagem das rodas dianteiras e, em seguida, a das traseiras.

Pelo gráfico, temos: $\Delta t_2 = 0{,}15$ s

Assim: $v = \dfrac{d'}{\Delta t_2} \Rightarrow 20 = \dfrac{d'}{0{,}15} \Rightarrow d' = 3$ m

10. Soma 62 (02 + 04 + 08 + 16 + 32)

(01) Incorreta: O tempo de percurso do trem Prata é de 18 – 6 = 12 horas.

(02) Correta: Para o trem Azul, 16 – 4 = 12 horas, igual ao do trem Prata.

(04) Correta:

$$v_{m(Prata)} = \frac{\Delta S_{Prata}}{\Delta t_{Prata}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{m(Prata)} = \frac{0 - 720}{18 - 6} = -60 \text{ km/h}$$

$$v_{m(Azul)} = \frac{\Delta S_{Azul}}{\Delta t_{Azul}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{m(Azul)} = \frac{720 - 0}{116 - 4} = 60 \text{ km/h}$$

Como o sinal representa apenas o sentido do movimento, consideramos as velocidades desenvolvidas iguais.

(08) Correta: da observação do gráfico.

(16) Correta: da observação do gráfico.

32. Correta: da observação do gráfico.

11. c

a) Incorreta. Uma carroça percorre, em média, 6 km por hora.

b) Incorreta. Carro: $v_m = 100$ km/h $= 27{,}8$ m/s

c) Correta. Uma pessoa caminhando percorre, em média, 4 km por hora.

d) Incorreta. Bicicleta: $v_m = 36$ km/h $= 10$ m/s

e) Incorreta. Avião: $v_m = 900$ km/h $= 250$ m/s

12. a

I. (F) Ocorrem apenas duas paradas.

II. (V) Retorna à origem.

III. (V) De 0 a 1 s, 2 s a 4 s e 5 s a 8 s.

IV. (F) É o maior valor.

13. c

Da observação do gráfico, as áreas dos retângulos formados abaixo das retas que representam as velocidades correspondem aos valores dos deslocamentos realizados antes e depois da parada. Sendo assim:

$\Delta S_1 = 90 \cdot 1{,}5 = 135$ km

$\Delta S_2 = 80 \cdot 2 = 160$ km

O deslocamento total, que representa a distância entre as duas cidades, é dado por:

$\Delta S_1 + \Delta S_2 = 135 + 160 = 295$ km

14. b

Nas três etapas do movimento, vemos, pelo gráfico, que a intermediária tem velocidade nula. A distância total é $d = 510$ m.

Assim, temos:

$$d = v_1 \cdot \Delta t_1 + v_2 \cdot \Delta t_2 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow 510 = 55{,}5 \cdot t + 72 \cdot \left[(t+6) - (t-2)\right]$$
$$\Rightarrow 510 = 55{,}5 \cdot t + 72(4) \Rightarrow t = \frac{510 - 288}{55{,}5} \Rightarrow t = 4\,h$$

Calculando a velocidade escalar média, temos:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{510}{t+6} = \frac{510}{4+6} \Rightarrow v_m = 51 \text{km/h}$$

15. a) No intervalo de 0 a 5 s, temos:

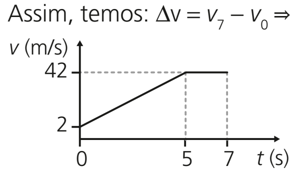
$v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow v = 2 + 8 \cdot 5 \Rightarrow v = 42$ m/s

No intervalo de 5 s a 7 s, a aceleração é nula.

Portanto, a velocidade é constante e igual a 42 m/s.

Assim, temos: $\Delta v = v_7 - v_0 \Rightarrow \Delta v = 42 - 2 \Rightarrow \Delta v = 40$ m/s

b)



c) $\Delta S \stackrel{N}{=} \text{área} \Rightarrow \Delta S \stackrel{N}{=} A_1 + A_2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \Delta S = \frac{42 + 2}{2} \cdot 5 + 42 \cdot 2 \Rightarrow \Delta S = 194 \text{ m}$$

16. e

Sendo 72 km/h = 20 m/s e 1 min = 60 s, temos:

$$\Delta S \stackrel{N}{=} \text{área do trapézio } \left(\frac{B+b}{2} \cdot h\right) \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \Delta S = \frac{180 + 120}{2} \cdot 20 \Rightarrow \Delta S = 3\,000 \text{ m}$$

17. d

O deslocamento de cada corredora, no intervalo de 0 a 10 s, é dado pela área abaixo do diagrama de cada uma. A maior área está abaixo do diagrama de Maria, e a menor, abaixo do diagrama de Joana; portanto, no instante 10 s: Maria está na frente de Carla, que está na frente de Joana.

18. Para encontrar os deslocamentos de cada um, temos que as áreas abaixo das retas até o eixo dos tempos são numericamente iguais aos deslocamentos. Assim, temos:

$$\Delta S_A = \frac{5+3}{2} \cdot 2 \Rightarrow \Delta S_A = 8 \text{ m}$$
$$\Delta S_B = \left(\frac{4+1}{2} \cdot 2\right) + (3 \cdot 1) \Rightarrow \Delta S_B = 8 \text{ m}$$

A aceleração do carro A pode ser encontrada por

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2-0}{2} \Rightarrow a = 1 \text{ m/s}^2.$$

19. c

I. Incorreta. Entre 2 s e 4 s e entre 6 s e 8 s, o carrinho está em movimento, pois $v \neq 0$.

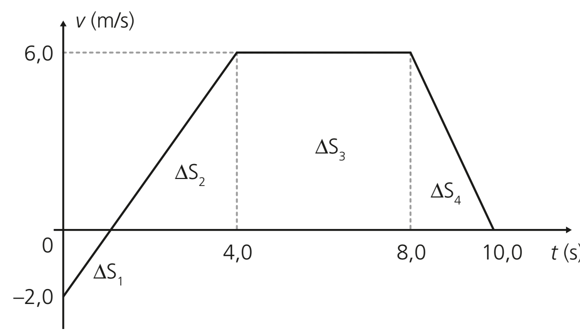
II. Correta. No intervalo entre 4 s e 6 s, a velocidade do carrinho diminui, em módulo.

III. Correta. Sendo $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$: $\Delta v_{0-2} > \Delta v_{4-6}$ e $\Delta t_{0-2} = \Delta t_{4-6}$

IV. Incorreta. São iguais (2 m/s).

20. a

Considerando o gráfico da questão em etapas, podemos encontrar os deslocamentos em cada intervalo determinado.



Primeiro, é necessário descobrir qual o instante entre 0 e 4 s, no qual o móvel inverte o sentido pela primeira vez.

De 0 a 4 s

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{6 - (-2)}{4 - 0} \Rightarrow a = 2 \text{ m/s}^2$$

Assim, pela equação horária das velocidades, temos:

$v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow 0 = -2 + 2 \cdot t \Rightarrow t = 1$ s

Como o deslocamento total é a soma de todos os deslocamentos, temos:

De 0 s a 1 s

$$\Delta S_1 = \frac{b \cdot h}{2} \Rightarrow \Delta S_1 = \frac{1 \cdot 2}{2} \Rightarrow \Delta S_1 = 1 \text{ m}$$

De 1 s a 4 s

$$\Delta S_2 = \frac{b \cdot h}{2} \Rightarrow \Delta S_2 = \frac{3 \cdot 6}{2} \Rightarrow \Delta S_1 = 9 \text{ m}$$

De 4 s a 8 s

$\Delta S_3 = 4 \cdot 6 \Rightarrow \Delta S_3 = 24$ m

De 8 s a 10 s

$$\Delta S_4 = \frac{\text{b} \cdot \text{h}}{2} \Rightarrow \Delta S_4 = \frac{2 \cdot 6}{2} \Rightarrow \Delta S_4 = 6 \text{ m}$$

O deslocamento total será dado por:

$$\Delta S_{total} = -\Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 + \Delta S_4 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \Delta S_{total} = -1 + 9 + 24 + 6 = 38 \text{ m}$$

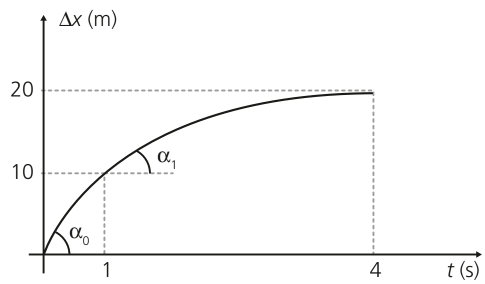
Calculando a velocidade e a aceleração médias, temos:

$$v_m = \frac{\Delta S_{total}}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{38}{10} \Rightarrow v_m = 3{,}8 \text{ m/s}$$
$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a_m = \frac{0 - (-2)}{10} \Rightarrow a_m = 0{,}2 \text{ m/s}^2$$

21. e

A reta tangente à curva em um ou mais pontos determinados nos permite calcular o valor da velocidade instantânea naquele ponto. Seu valor é numericamente igual ao valor da velocidade.

Assim, temos:



Assim, temos:

$v_0 = \text{tg}\alpha_0 \neq 0$

$v_1 = \text{tg}\alpha_1$

À medida que o tempo passa, a inclinação da curva vai diminuindo até que, no instante 4 s, o ângulo da tangente se anula e, consequentemente, a velocidade.

Podemos concluir que o movimento é retardado e sua velocidade final é nula.

22. a

De acordo com o gráfico, a desaceleração pode ser encontrada como:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{4} = \frac{-v_0}{4}$$

Escrevendo a equação horária para as posições, temos:

$$\Delta S = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \Rightarrow 40 = v_0 \cdot 4 + \frac{\left(\frac{-v_0}{4}\right) \cdot 4^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 40 = 4 \cdot v_0 - 2 \cdot v_0 \Rightarrow v_0 = 20 \text{ m/s}$$

Ou ainda $v_0 = 72$ km/h

23. d

a) Incorreta. De 0 a 5 s: $\Delta v_A > \Delta v_B \Rightarrow a_A > a_B$

b) Incorreta. No instante 10 s, as velocidades são iguais.

c) Incorreta. Para um instante de tempo, o deslocamento é nulo.

d) Correta. A aceleração de A é nula.

e) Incorreta. Não é possível determinar a distância entre eles, uma vez que não se conhece essa distância no instante 0.

24. b

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4 - 3}{1 - 0} = 1 \text{ m/s}^2 \text{ e } \Delta S = 4 \cdot 2 = 8 \text{ m}$$

25. d

Das informações contidas no gráfico temos:

O corredor A terminou a prova em t = 10 s;

O corredor B terminou a prova em t =12 s;

De 10 s a 12 s, o corredor B, com velocidade de 10 m/s, percorreu:

$$\Delta S_B = v_B \cdot \Delta t_B \Rightarrow \Delta S_B = 10 \cdot (12 - 10) = 20 \text{ m}$$

26. b

Podemos encontrar o deslocamento de cada carrinho pelas áreas entre as linhas e o eixo dos tempos.

Assim, temos:

$$\Delta S_I = \frac{2 \cdot 0,5}{2} + \frac{(2 + 0,5) \cdot 1}{2} + 1 \cdot 2 =$$
$$= 0,5 + 1,25 + 2 = 3,75 \text{ m}$$

$$\Delta S_{II} = \frac{1 \cdot 1}{2} + \frac{(1,5 + 1) \cdot 2}{2} + 1,5 \cdot 1 =$$
$$= 0,5 + 2,5 + 1,5 = 4,5 \text{ m}$$

$$\Delta S_{III} = \frac{2 \cdot 1}{2} + 2 \cdot 1 = 1 + 2 = 3 \text{ m}$$

$$\Delta S_{IV} = \frac{3 \cdot 0,5}{2} + \frac{(0,5 + 1) \cdot 1}{2} =$$
$$= 0,75 + 0,75 = 1,5 \text{ m}$$

Assim, o carrinho II foi o que percorreu a maior distância.

27. a) Considerando a velocidade constante no intervalo mencionado, de 2,5 s a 4,5 s, temos:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow \frac{37,5}{3,6} = \frac{\Delta S}{2} \Rightarrow \Delta S = 20,8 \text{ m}$$

b) A partir de 9 s, temos:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{17,5 - 32,5}{9,5 - 9} \Rightarrow a = -8,2 \text{ m/s}^2$$

28. d

Para $\Delta t = 100$ s e $v_m = 2$ m/s $\Rightarrow \Delta S = 2 \cdot 100 = 200$ m

a) Incorreta. Nesse gráfico: $\Delta S = 400 - 0 = 400$ m

b) Incorreta. Nesse gráfico: $\Delta S = 400$ m (área)

c) Incorreta. Nesse gráfico: $\Delta S = 0$ m (móvel em repouso)

d) Correta. Nesse gráfico: $\Delta S = 200$ m (área)

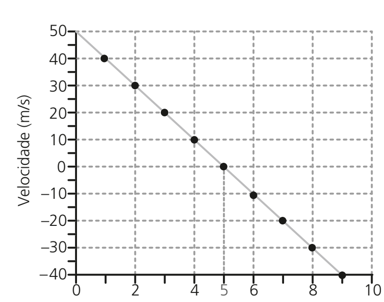
e) Incorreta. Nesse gráfico: $\Delta S = 0$ m (o móvel retorna ao ponto de partida)

29. d

Em tais condições, a aceleração da gravidade, próximo à superfície de tal planeta, é o módulo da aceleração sofrida pelo corpo em seu movimento.

$$\therefore a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{30 - 30}{4} = 15 \text{ m/s}^2 \Rightarrow g = 15 \text{ m/s}^2$$

30. c



De acordo com o gráfico, a velocidade de lançamento é 50 m/s e, após 5 s, o objeto atinge a altura máxima ($v = 0$).

Logo:

$$h_m \overset{N}{=} \text{área do triângulo} \Rightarrow h_m = \frac{5 \cdot 50}{2} \Rightarrow h_m = 125 \text{ m}$$

FÍSICA

31. e

Desconsiderando a resistência do ar, temos um movimento cuja única aceleração é *g* (gravidade).

Da equação do espaço para o MUV, com aceleração *g* e velocidade inicial nula, temos:

$$\Delta S = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \Rightarrow \Delta S = \frac{g \cdot t^2}{2}$$

O gráfico que corresponde à equação será uma parábola com vértice em $t = 0$.

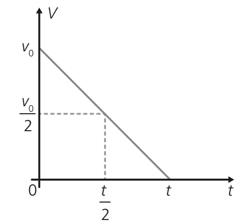
32. e

A altura máxima *H* corresponde ao deslocamento da pedra entre 0 e *t*.

$\Delta S \overset{N}{=}$ área do triângulo $\therefore H = \dfrac{t \cdot v_0}{2}$

Para o instante $\dfrac{t}{2}$: $v = \dfrac{v_0}{2}$

Graficamente, veja a representação a seguir.



A altura da pedra no instante $\dfrac{t}{2}$ é seu deslocamento entre 0 e $\dfrac{t}{2}$.

$\Delta S \overset{N}{=}$ área do trapézio

$$\therefore \Delta S = \frac{\left(v_0 + \dfrac{v_0}{2}\right) \cdot \dfrac{t}{2}}{2} = \frac{3 \cdot v_0 \cdot t}{8} = \frac{3 \cdot v_0 \cdot t}{4 \cdot 2} = \frac{3}{4} H$$