FÍSICA
CINEMÁTICA ESCALAR

■ CAPÍTULO 1
CINEMÁTICA ESCALAR

Conexões

Resposta pessoal.

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 28 cm.

b) Sendo 1 polegada = 2,54 cm, então 12 polegadas valem:
$12 \cdot 2,54$ cm = 30,48 cm
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. Sendo 1 hectare = 100 ares e 1 are = 100 m^2, temos:
1 hectare = $100 \cdot 100$ m^2 = 10.000 m^2
Então, da gleba de 25 hectares, têm-se n lotes de 250 m^2 cada um:

$$n = \frac{25 \cdot 10.000}{250} = 1.000$$

A pessoa consegue 1.000 lotes.

11. O movimento e o repouso de um corpo são definidos em relação a um referencial. Pode-se dizer que tanto Heloísa quanto Abelardo estão corretos. Para Heloísa, "o passageiro não se move em relação ao ônibus"; para Abelardo, "o passageiro está em movimento em relação à Terra (ou à rodovia)".

12. 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, conclui-se que o senhor, ao dobrar à esquerda, caminhou no sentido oeste. Na primeira encruzilhada, ao dobrar à esquerda, caminhou no sentido sul e na segunda encruzilhada, ao dobrar à esquerda novamente, caminhou no sentido leste.

21. a
10 dias = $10 \cdot 24$ = 240 h

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{480}{240} \Rightarrow v_m = 2 \text{ km/h}$$

22. Para o asteroide: $\Delta s = 77 \cdot 10^6$ km, com $v_m = 7 \cdot 10^4$ km/h.
Logo:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 7 \cdot 10^4 = \frac{77 \cdot 10^6}{\Delta t} = 11 \cdot 10^2 \text{ h} = \frac{1.100}{24} \text{ dias} \simeq 46 \text{ dias}$$

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: $\Delta s = \frac{40.000}{2} = 20.000$ km
Assim:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 800 = \frac{20.000}{\Delta t}$$

$\therefore \Delta t = 25$ h

24. d
Com base na figura e nos dados da tabela:

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

Da estação Bosque à Terminal: $\Delta s = 15$ km

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

Como o trem faz 5 paradas de 1,0 min cada uma, temos:
$\Delta t_t = 30 + 5 \cdot 1 \Rightarrow \Delta t_t = 35$ min

Tarefa proposta

1. 4,0 cm = 40 mm
800 páginas são 400 folhas.

Folhas	Espessura
400	40
1	x

$400x = 40 \Rightarrow x = 0,10$ mm

2. 1.380 mm = 1,38 m
$V = A \cdot h = 200 \cdot 1,38 = 276$ m^3 por ano
O volume mensal médio será: $V' = \frac{V}{12} = \frac{276}{12} = 23$ m^3

3. e

Tempo (s)	Área (km^2)
8	10^{-2}
$32 \cdot 10^6$	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:
$A = c \cdot \ell \Rightarrow A = 3.000 \cdot 100 \Rightarrow A = 3 \cdot 10^5$ m^2
Uma pessoa sentada na areia ocupa uma área aproximada de:
$A_p = 70 \text{ cm} \cdot 50 \text{ cm} \Rightarrow A_p = 0,7 \cdot 0,5 = 0,35$ 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. Δt = 22 h 36 min 48 s – 21 h 54 min 16 s
Δt = 21 h 96 min 48 s – 21 h 54 min 16 s = 0 h 42 min 32 s
Δt = 2.520 + 32 = 2.552 s

7. Lembrando que 11 h 05 min pode ser escrito como 10 h 65 min, temos:
10 h 65 min – 9 h 15 min = 1 h 50 min (tempo de duração da corrida)

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 · 24 = 8.760 h, temos:

$$x = \frac{10^8}{8.760} \Rightarrow x = 11.415 \text{ anos}$$

9. b

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

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

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

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. a
Nada pode ser afirmado sobre a velocidade do corredor durante o percurso; os dados permitem apenas determinar sua velocidade média:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{100}{10} = 10 \text{ m/s}$$

14. d
Na ascensão do barco:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{24}{40 \cdot 60} = 10^{-2} \text{ m/s}$$

15. e
Para o carro: Δs = 72 – 50 = 22 km

e Δt = 10 h 05 min – 9 h 50 min = 15 min = $\frac{1}{4}$ h

Logo: $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{22}{\frac{1}{4}} = 88$ km/h

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. d
A duração da viagem, tanto a de Pedro como a de Mateus, é de 4 horas e 20 minutos.

$$\Delta t_{total} = \Delta t_{viagem} + \Delta t_{parada} \Rightarrow \Delta t_{total} = \frac{s}{v_m} + \Delta t_{parada}$$

$$\Delta t_{total} = \frac{30 \text{ km}}{80 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + 20 \text{ min} \quad \Delta t_{total} = 4 \text{ h } 20 \text{ min}$$

Se Pedro sair de Ribeirão Preto às 8 h da manhã, chegará a São Paulo às 12 h 20 min. Se Mateus sair de São Paulo às 11 h 30 min, chegará a Ribeirão Preto às 15 h 30 min. Sendo obrigada a parada no meio do trajeto entre as duas cidades, ela ocorrerá após duas horas da partida do ônibus. Assim, a parada de Pedro ocorrerá às 10 h e a de Mateus, às 13 h 30 min. Quando Pedro chegar a São Paulo, às 12 h 30 min, Mateus já estará na estrada há 50 minutos, pois ele terá saído às 11 h 30 min. Nesses 50 minutos, o ônibus de Mateus percorrerá 66,7 km.

$$\Delta s = v_m \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta s = 80 \text{ km/h} \cdot \frac{50}{60} \text{ h} = 66{,}7 \text{ km}$$

Quando Mateus sair de São Paulo, às 11 h 30 min, o ônibus de Pedro estará a 50 minutos desta cidade. Como a velocidade média é a mesma para os dois, eles vão se encontrar após

25 minutos deste instante (11 h 30 min), ou seja, vão se cruzar às 11 h 55 min.

a) Incorreta. Pedro chegará a São Paulo às 12 h 20 min, portanto após a saída de Mateus, que ocorreu às 11 h 30 min.

b) Incorreta. Mateus estará a 66,7 km de São Paulo.

c) Incorreta. A parada do ônibus de Mateus ocorrerá às 13 h 30 min.

e) Incorreta. Pedro e Mateus viajarão em ônibus de linhas diferentes, pois um sai às 8 h (linha *A*) e o outro, às 11 h 30 min (linha *B*).

18. c

- $\Delta s = 10 + 421 + 84 \Rightarrow \Delta s = 515$ km
- $\Delta t = 3 + 14 + 7 \Rightarrow \Delta t = 24$ h
- $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \dfrac{515}{24} \Rightarrow v_m = 21{,}5$ km/h

19. d

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

20. Considerando os sentidos:

a) Item 1: $\Delta s_1 = 70 \cdot 0{,}5 = 35$ km

Item 2: $\Delta s_2 = 30 \cdot 0{,}3 = 9$ km

Item 3: $\Delta s_3 = 70 \cdot 0{,}7 = 49$ km

As distâncias obtidas somadas nos dão a distância total percorrida. Assim:

$\Delta s = \Delta s_1 + \Delta s_2 + \Delta s_3 \Rightarrow \Delta s = 35 + 9 + 49 \Rightarrow \Delta s = 93$ km

b) Assim:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{35 - 9 + 49}{0{,}5 + 0{,}3 + 0{,}7} \Rightarrow v_m = \frac{75}{1{,}5} = 50 \text{ km/h}$$

21. c

Como: $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \dfrac{\Delta s}{V_m}$

Na primeira metade do percurso: $\Delta t_1 = \dfrac{x}{100}$

Na segunda metade do percurso: $\Delta t_2 = \dfrac{x}{150}$

No percurso total: $\Delta t = \dfrac{x}{100} + \dfrac{x}{150} = \dfrac{5x}{300} = \dfrac{x}{60}$ e $\Delta s = 2x$

Logo: $v_m = \dfrac{2x}{\frac{x}{60}} = 120$ km/h

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

$\Rightarrow \Delta t_1 = \dfrac{1}{10}$ h $= 0{,}10$ h

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

$\Rightarrow \Delta t_2 = \dfrac{8}{100}$ h $= 0{,}08$ 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. b

Como: $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \dfrac{\Delta s}{v_m}$

Na primeira metade do percurso: $\Delta t_1 = \dfrac{150}{75} = 2{,}0$ h

Na segunda metade do percurso: $\Delta t_2 = \dfrac{150}{150} = 1{,}0$ h

No percurso total: $\Delta t = 2{,}0 + 1{,}0 = 3{,}0$ h

24. c

Como: $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \dfrac{\Delta s}{v_m}$

No percurso todo: $\Delta t = \dfrac{40}{80} = 0{,}5$ 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: $v_m = \dfrac{30}{0{,}25} = 120$ 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.

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

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

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

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

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

Logo, ultrapassam o limite os veículos com $\Delta t < 6$ s, portanto 2º e 7º.

26. c

$v = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \dfrac{\Delta s}{v}$

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

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

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

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

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

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

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

27. d

Como: $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \dfrac{\Delta s}{v_m}$

No percurso todo: $\Delta t = 1$ h

Na primeira parte do percurso: $\Delta t = \dfrac{5}{15} = \dfrac{1}{3}$ h

Na segunda parte do percurso: $\Delta t_2 = 1 - \dfrac{1}{3} = \dfrac{2}{3}$ h = 40 min

28. 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

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

29. e

Como: $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \dfrac{\Delta s}{v_m}$

No primeiro lado do losango: $\Delta t_1 = \dfrac{x}{20}$

No segundo lado do losango: $\Delta t_2 = \dfrac{x}{30}$

No terceiro lado do losango: $\Delta t_3 = \dfrac{x}{40}$

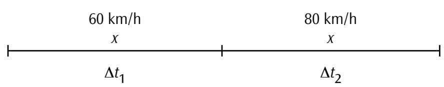
No quarto lado do losango: $\Delta t_4 = \dfrac{x}{60}$

No percurso total:

$\Delta t = \dfrac{x}{20} + \dfrac{x}{30} + \dfrac{x}{40} + \dfrac{x}{60} = \dfrac{15x}{120} = \dfrac{x}{8}$ e

$\Delta s = 4x \therefore v_m = \dfrac{4x}{\frac{x}{8}} = 32$ km/h

30.



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

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

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

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

$v_m = \dfrac{2x}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \dfrac{2x}{\frac{140x}{60 \cdot 80}} \Rightarrow v_m = 2x \cdot \dfrac{60 \cdot 80}{140x} \therefore v_m = 68{,}6$ km/h

Professor, se preferir, use:

$v_m = \dfrac{2v_1 \cdot v_2}{v_1 + v_2}$

31. d

Veículo 1: $\Delta s = 200$ km e $v = 50$ km/h. Logo: $\Delta t = \dfrac{200}{50} = 4$ h

Veículo 2: $\Delta t = 4 + 1 = 5$ h e o mesmo Δs. Logo: $v_2 = \dfrac{200}{5} =$
$= 40$ km/h

32. d

Saulo: $\Delta s = 180$ km e $v = 25$ m/s $= 90$ km/h. Logo: $\Delta t = \dfrac{180}{90} = 2$ h

Irmão: $\Delta t = 2$ h $-$ 5 min $= 120 - 5 = 115$ min $= 115 \cdot 60$ s e

$\Delta s = 180$ km $= 180.000$ m. Logo: $v = \dfrac{180.000}{115 \cdot 60} = 26$ m/s

■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 $\alpha = 14^h\ 29^m\ 36{,}1^s$ e $\delta = -60°\ 50'\ 8{,}0''$.

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

Complementares

9. d

Esse tempo é dado por:

$\Delta t = \dfrac{\Delta s}{v} = \dfrac{9 \cdot 10^7}{3 \cdot 10^5} = 3 \cdot 10^2$ s $= 5$ 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

$\Delta t = \dfrac{\Delta s}{v} = \dfrac{5{,}0}{35} = \dfrac{1}{7}$ s

11. a

Em 30 min (0,5 h), o automóvel M percorre:

$\Delta s_M = v \cdot \Delta t = 60 \cdot 0{,}5 \Rightarrow \Delta s_M = 30$ km

Então, nesse tempo, o automóvel N percorre 20 km (50 – 30).

$\therefore v_N = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{20}{0{,}5} \Rightarrow v_N = 40$ km/h

12. e

Em 5 min, o ônibus percorreu:

$\Delta s_{ônibus} = v \cdot \Delta t = 60$ km/h $\cdot \dfrac{5}{60}$ h $\Rightarrow \Delta s_{ônibus} = 5$ km

Assim, temos:

$v_r = v_{táxi} - v_{ônibus} = 90 - 60 = 30$ m/s

$v_r = \dfrac{\Delta s_r}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \dfrac{\Delta s_r}{v_r}$

$\therefore \Delta t = \dfrac{5}{30} = \dfrac{1}{6}$ h = 10 min

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. a) De acordo com a orientação da trajetória: $v_A = +5$ m/s e $v_B = -10$ m/s, e ainda: $s_{0_A} = 0$ e $s_{0_B} = 90$ m

$\therefore s_A = 5 \cdot t$ e $s_B = 90 - 10 \cdot t$

b) No encontro: $s_A = s_B \therefore 5 \cdot t = 90 - 10 \cdot t \Rightarrow 15 \cdot t = 90 \Rightarrow$ $\Rightarrow t = 6$ s

c) A posição de encontro será: s_A para $t = 6$ s $\therefore$ s = 5 · 6 = 30 m

23. e

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

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

24. a

O rapaz desloca-se 100 km a 100 km/h, portanto levará 1 hora em sua viagem.

Como 10 min = $\dfrac{1}{6}$ h, seu amigo deverá percorrer os mesmos 100 km em = $1 - \dfrac{1}{6} = \dfrac{5}{6}$ h, para que cheguem juntos ao destino.

Assim, para o amigo: $v = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{100}{\frac{5}{6}} = \dfrac{600}{5} = 120$ km/h

Tarefa proposta

1. e

$v = 900$ km/h

- $\Delta t = 75$ min = 1 h + 15 min = 1 h + $\dfrac{1}{4}$ h = 1,25 h
- $v = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta s = 900 \cdot 1{,}25 \Rightarrow \Delta s = 1.125$ km

2. a

$v_{relativa} = v_B - v_A \Rightarrow v_{relativa} = 8 - 6 = 2$ m/s

Em 5 segundos, teremos: $\Delta s = v \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta s = 2 \cdot 5 = 10$ m

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) $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{10 \text{ km}}{0{,}5 \text{ h}} \Rightarrow v_m = 20$ 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:

$\Delta t_L = \dfrac{\Delta s}{v} \Rightarrow \Delta t_L = \dfrac{2}{4} = 0{,}5$ 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:

$\Delta t_F = \dfrac{\Delta s}{v} \Rightarrow \Delta t_F = \dfrac{2}{8} = 0{,}25$ h = 30 min

Como Francisco partiu 15 min após Laura, eles chegaram juntos à escola.

6. c

No intervalo de $\dfrac{2}{3}$ h, o ônibus teve um deslocamento de:

$\Delta s_0 = v_0 \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta s_0 = 75 \cdot \dfrac{2}{3} = 50$ km

Para o automóvel, nesse mesmo intervalo, temos:

$\Delta s_a = v_a \cdot \Delta t' \Rightarrow 50 = 100 \cdot \Delta t' \Rightarrow \Delta t' = \dfrac{1}{2}$ h

Como o automóvel levou $\dfrac{2}{3}$ h (40 min) para alcançar o ônibus, quando deveria ter gastado $\dfrac{1}{2}$ h (30 min), concluímos que ele ficou parado 10 minutos.

7. c

Convertendo a velocidade de 288 km/h para m/s, temos:

$v = \dfrac{288}{3{,}6} \Rightarrow 80$ m/s

Assim:

$v = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 80 = \dfrac{\Delta s}{2} \Rightarrow \Delta s = 160$ m

8. b

$v = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \dfrac{L_{ponte} + L_{caminhão}}{\Delta t} \Rightarrow$

$\Rightarrow 20 = \dfrac{L_{ponte} + 15}{10} \Rightarrow 200 = L_{ponte} + 15 \Rightarrow L_{ponte} = 185$ m

9. $v_{relativa} = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 5 - (-7{,}5) = \dfrac{150}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 12$ s

Corredor 1 $\Rightarrow \Delta s_1 = 5 \cdot 12 = 60$ m

Corredor 2 $\Rightarrow \Delta s_2 = 7{,}5 \cdot 12 = 90$ m

10. e

- $v_{ônibus} = \dfrac{18}{3{,}6} = 5$ m/s
- $v_{relativa} = 7 - 5 = 2$ m/s

O homem alcançará o ônibus, sendo:

$v_{relativa} = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 2 = \dfrac{10}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 5$ 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. a

$v_{relativa} = 36 - (-18) = 54$ km/h

$v_{relativa} = \dfrac{54}{3,6} = 15$ m/s

Assim: $\Delta t = \dfrac{300}{15} = 20$ s

13. e

Para a jovem, os caminhões apresentam velocidade relativa e de aproximação iguais, pois o caminhão de trás é mais rápido que o carro. Sejam:

$v_J = 40$ km/h, velocidade da jovem para a direita (de A para B)

$v_T = 50$ km/h, velocidade do caminhão de trás para a direita (de A para B)

$v_F = ?$ velocidade do caminhão da frente (desconhecida)

A velocidade relativa entre J e T é: $v_{relativa} = v_T - v_J = 50 - 40 =$ $= 10$ km/h (+ indica sentido para a direita; de A para B)

Logo, a velocidade relativa entre J e F é:

$v_{relativa} = v_J - v_F \Rightarrow 10 = 40 - v_F \Rightarrow v_F = +30$ km/h (+ indica sentido para a esquerda; de A para B)

14. d

Na ultrapassagem do navio sobre o bote tem-se:

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

$\Rightarrow v_{relativa} = \dfrac{50}{20} = 2,5$ 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: $\Delta t = \dfrac{\Delta s}{v} = \dfrac{3}{25} = 0,12$ 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: $v = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{3}{0,2} = 15$ 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. a

Para $t = 0 \Rightarrow s_0 = 2$ m

No intervalo de 0 s a 5 s, temos:

$\Delta s = 17 - 2 = 15$ m

De acordo com a tabela, a velocidade é constante.

Assim:

$v = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{15}{5} = 3$ m/s

$\therefore s = 2 + 3t$

17.
- $s_3 = s_A + v \cdot t_3$
- $s_8 = s_A + v \cdot t_8$
- $s_8 = s_3 + v \cdot (t_8 - t_3) \Rightarrow v = \dfrac{58 - 28}{8 - 3} = 6,0$ m/s
- $s_A = s_3 - v \cdot t_3 = 28 - 6 \cdot 3 = 10,0$ m

18. O intervalo de tempo de ida e volta é 2,5 s. Então, o intervalo de tempo somente de ida é 1,25 s. A distância Terra-Lua é dada por:

$\Delta s = v \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta s = 3 \cdot 10^8 \cdot 1,25 = 3,75 \cdot 10^8$ m

Esse valor corresponde a 375.000 km.

19. b

Para o automóvel A:

Ida: $\Delta t_i = \dfrac{\Delta s}{v_{m_i}} = \dfrac{20}{60} = \dfrac{1}{3}$ h Volta: $\Delta t_v = \dfrac{\Delta s}{v_{m_v}} = \dfrac{20}{40} = \dfrac{1}{2}$ h

Assim: $t_A = \dfrac{1}{3} + \dfrac{1}{2} = \dfrac{5}{6}$ h

Para o automóvel B:

Ida: $\Delta t_i = \dfrac{20}{50} \Rightarrow \Delta t_i = \dfrac{2}{5}$ h Volta: $\Delta t_v = \dfrac{2}{5}$ h

Assim: $t_B = \dfrac{4}{5}$ h

Logo: $\dfrac{t_A}{t_B} = \dfrac{\frac{5}{6}}{\frac{4}{5}} \Rightarrow \dfrac{t_A}{t_B} = \dfrac{25}{24}$

20. a

Para $t = 0$, temos:

$x_A = 7 \cdot 0 + 10 \Rightarrow x_A = 10$ m

$x_B = 5 \cdot 0 \Rightarrow x_B = 0$ m

Logo, apenas B estava na origem em $t = 0$ s.

21. 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: $\Delta t = \dfrac{500}{25} = 20$ s

22. b

Para o movimento vertical do submarino:

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

$\therefore \Delta t = \dfrac{\Delta s_Y}{v_Y} = \dfrac{150}{0,25} = 600$ s

Para o movimento horizontal do submarino:

$v_X = 18$ km/h $= 5,0$ m/s no mesmo $\Delta t \therefore \Delta s_X = v_X \cdot \Delta t = 5,0 \cdot 600 =$ $= 3.000$ m

23. 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.

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

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

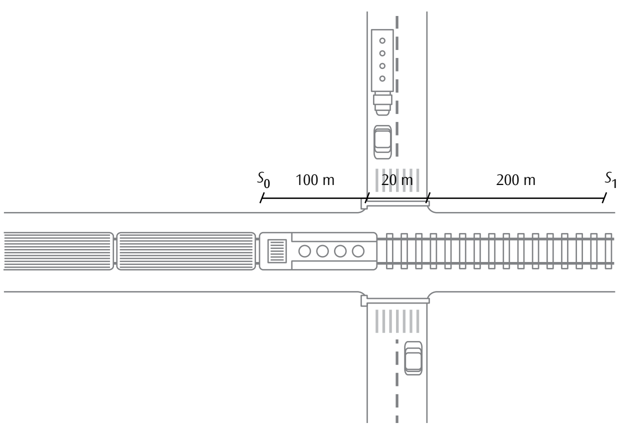
$\therefore \Delta s = v \cdot \Delta t \Rightarrow 2x = 340 \cdot 3{,}0 \Rightarrow x = 510$ m

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

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

25. a

Na passagem do trem pelo cruzamento:



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

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

26. d

Distância Terra-Vênus = *d*

Para os pulsos de radar:

$v = 300.000$ km/s e $\Delta s = 2d$ em um $\Delta t = 280$ s

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

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

27. c

Som: $v = 340$ m/s; para $\Delta t = 0{,}10$ s e $\Delta s = 2d$

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

28. c

Para o som nos trilhos: $v = 6.600$ m/s e $\Delta s = 3.300$ m

$\therefore \Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{3.300}{6.600} = 0{,}5$ s

Para o som no ar: $v = 330$ m/s e $\Delta s = 3.300$ m

$\therefore \Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{3.300}{330} = 10$ s

Diferença: $10 - 0{,}5 = 9{,}5$ s

29. Para o batalhão: $v = 5$ km/h e $\Delta t = 1{,}5$ h

$\Delta s = v \cdot \Delta t = 5 \cdot 1{,}5 = 7{,}5$ km

Para o ordenança: $v = 80$ km/h. Assim: $v_{relativa} = 80 - 5 = 75$ km/h e para alcançar o batalhão:

$\Delta s_{relativo} = 7{,}5 \text{ km} \Rightarrow \Delta s_{relativo} = v_{relativa} \cdot \Delta t \Rightarrow 7{,}5 = 75 \cdot \Delta t \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta t = \frac{1}{10}$ h $= 6$ min

30. c

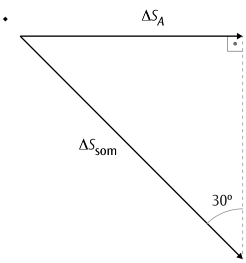
L = lado do quadrado

Para a bola 1: $\Delta s_1 = \frac{4 \cdot L\sqrt{2}}{2} = 2L\sqrt{2}$

Para a bola 2: $\Delta s_2 = 2 \cdot L$ no mesmo Δt

$\therefore \frac{v_1}{v_2} = \frac{\Delta s_1}{\Delta s_2} = \frac{2L\sqrt{2}}{2L} = \sqrt{2}$

31.



sen $30° = \frac{\Delta s_A}{\Delta s_{som}} = \frac{1}{2}$. Esses dois deslocamentos são realizados no mesmo Δt:

$\frac{v_A}{v_{som}} = \frac{\Delta s_A}{\Delta s_{som}} = \frac{1}{2} \Rightarrow v_A = \frac{v_{som}}{2}$

32. 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 ($\Delta s^2 = 300^2 + 400^2$):

$t_m = \frac{\Delta s}{v} = \frac{500}{10} = 50$ 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 UNIFORMEMENTE VARIADO (MUV)

Conexões

I. Resposta pessoal.

II. Resposta pessoal.

Complementares

9. c

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

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

10. a

Da tabela: $v_0 = 0$ e $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{12 - 0}{4 - 0} = 3 \text{ m/s}^2$

Logo: $v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow v = 3 \cdot t$

E ainda: $x_0 = 0 \therefore x = x_0 + v_0 \cdot t + \dfrac{a \cdot t^2}{2} \Rightarrow x = 1,5 \cdot t^2$

11. a

Nos primeiros 50 m: MUV, com $v_0 = 0$; $\Delta s = 50$ m em t segundos.

$\therefore \Delta s = \dfrac{a \cdot t^2}{2} \Rightarrow 50 = \dfrac{a \cdot t^2}{2} \Rightarrow a \cdot t^2 = 100$ (I)

E ainda: $v = a \cdot t$ (II)

Nos últimos 50 m: MU: $\Delta s = 50$ m, com velocidade v em $(10 - t)$ segundos.

$\therefore \Delta s = v \cdot \Delta t \Rightarrow 50 = v(10 - t)$ (III)

Substituindo-se (II) em (III) $\Rightarrow 50 = a \cdot t(10 - t) \Rightarrow$

$\Rightarrow 50 = 10 \cdot a \cdot t - a \cdot t^2$ (IV)

Substituindo-se (I) em (IV) $\Rightarrow 50 = 10 \cdot a \cdot t - 100 \Rightarrow a \cdot t = 15$ (V)

Substituindo-se (V) em (I) $\Rightarrow 15 \cdot t = 100 \Rightarrow t = \dfrac{20}{3}$ s (VI)

Substituindo-se (VI) em (V) $\Rightarrow a \cdot \dfrac{20}{3} = 15 \Rightarrow a = \dfrac{45}{20} = 2,25 \text{ m/s}^2$

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:

$\Delta s_1 = \dfrac{a \cdot t^2}{2} = \dfrac{0,5 \cdot (60)^2}{2} \Rightarrow \Delta s_1 = 900 \text{ m}$

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:

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

(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:

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

$\Rightarrow \Delta s_t = 1.000 \text{ m}$

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:

$s_c = 1.000 + 20 \cdot (t - 60)$ e $s_m = 900 + 30 \cdot (t - 60)$

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

$1.000 + 20 \cdot (t - 60) = 900 + 30 \cdot (t - 60) \Rightarrow$

$\Rightarrow 1.000 + 20 \cdot t - 1200 = 900 + 30 \cdot t - 1.800 \Rightarrow$

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

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

- $s_c = 1.000 + 20 \cdot (70 - 60) \Rightarrow s_c = 1.200 \text{ m}$
- $s_m = 900 + 30 \cdot (70 - 60) \Rightarrow s_m = 1.200 \text{ m}$

(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. e

$v = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$

$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s \Rightarrow 20^2 = 0^2 + 2 \cdot 10 \cdot \Delta s \Rightarrow 400 = 20 \cdot \Delta s \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta s = 20 \text{ m}$

2,5 m ———— 1 andar

20 m ———— x andares

$2,5 \cdot x = 20 \Rightarrow x = 8$ andares

22. 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 $v_A = 5 \cdot g_1$:

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

23. A altura máxima atingida pela pedra, em relação ao ponto de lançamento, é:

$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s \Rightarrow 0 = (10)^2 + 2 \cdot (-10) \cdot h_{\text{máx.}} \Rightarrow h_{\text{máx.}} = 5,0 \text{ m}$

E, em relação ao solo, a altura máxima atingida pela pedra é:

$H_{\text{máx.}} = 37 + 5 \Rightarrow H_{\text{máx.}} = 42 \text{ m}$

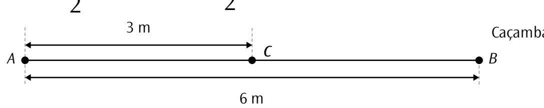
Logo, a distância total percorrida pela pedra vale:

$d = 5 + 42 \Rightarrow d = 47 \text{ m}$

24. b

Tempo de queda do dublê:

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



$\Delta s_{AC} = v \cdot \Delta t \Rightarrow 3 = v \cdot 1 \Rightarrow v = 3$ 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. b

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\frac{100}{3,6} - 0}{10} \simeq 2,8 \text{ m/s}^2$$

3. d

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

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

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

$\therefore a_1 = a_2 > a_3$

4. c

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

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

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

$\Rightarrow \Delta s = 1.600$ m

6. c

$v_0 = 72$ km/h $\Rightarrow v_0 = 20$ m/s

$v = 54$ km/h $\Rightarrow v = 15$ m/s

$\Delta t = 2,5$ s

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-5}{2,5} = -2 \text{ m/s}^2$$

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.

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

$\therefore \Delta s = 40$ m

8. a

Sendo $x = 2t^2 - 12 \cdot t + 30$ (SI), a velocidade do móvel é dada por:

$v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow v = -12 + 4 \cdot t$

No instante em que ele muda o sentido:

$v = 0 \Rightarrow 0 = -12 + 4 \cdot t \Rightarrow t = 3$ s

Substituindo na função horária da posição, obtemos:

$x = 2 \cdot (3)^2 - 12 \cdot (3) + 30 \Rightarrow x = 18 - 36 + 30 \Rightarrow x = 12$ m

9. a

Da função horária do espaço:

$$x = -10 + 4t + t^2 \left(s = s_0 + v_0 t + \frac{a \cdot t^2}{2} \right) \therefore v_0 = 4 \text{ m/s e } \frac{a}{2} = 1 \Rightarrow$$

$\Rightarrow a = 2$ m/s^2

Função horária da velocidade: $v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow v = 4 + 2 \cdot t$

10. d

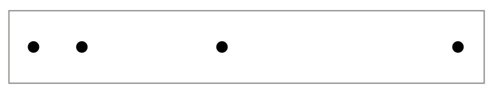
$$a = \frac{2,4}{3} = 0,8 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta s = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \Rightarrow \Delta s = 12 \cdot (5) + \frac{0,8(5)^2}{2}$$

$\Delta s = 60 + 10 = 70$ m

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

$v_0 = 25$ m/s

$v = 5$ m/s

$\Delta s = 200$ m

Pela equação de Torricelli, temos:

$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s \Rightarrow (5)^2 = (25)^2 + 2 \cdot a \cdot 200$

$25 = 625 + 400a \Rightarrow a = -1,5$ m/s^2

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. b

$$\Delta s = \frac{(v + v_0) \cdot t}{2} \Rightarrow 0,1 = \frac{(850 + 650)}{2} \cdot t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{0,2}{1.500} = 1,33 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

15. Para o objeto (1) que sai de A: MUV com: $v_0 = 0$ e $a = 2$ m/s^2

$$\therefore \Delta s_1 = v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2 \Rightarrow \Delta s_1 = t^2$$

Para o objeto (2) que sai de B: MU com: $v = 15$ m/s

$\therefore \Delta s_2 = v \cdot t \Rightarrow \Delta s_2 = 15 \cdot t$

No instante t de encontro, a soma desses dois deslocamentos em módulo é igual a 100 m. $\therefore \Delta s_1 + \Delta s_2 = 100$ m

a) $t^2 + 15 \cdot t = 100 \Rightarrow t^2 + 15 \cdot t - 100 = 0 \Rightarrow t = -20$ s e $t = 5$ s

$\therefore t = 5$ s

b) A posição de encontro a partir de A é o Δs_1.

$\therefore \Delta s_1 = 5^2 = 25$ m

16. c

- Atleta que está na frente:

$s_1 = 20 + 8 \cdot t$

- Atleta que está atrás:

$s_2 = 8 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot 0{,}5 \cdot t^2$

- 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:

$v = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s \Rightarrow 0 = (12)^2 + 2 \cdot a \cdot 24 \Rightarrow a = -3$ 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: $a = 2{,}4$ m/s^2

18. b

A aceleração da gravidade é sempre vertical e orientada para baixo.

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

b) $\Delta s = v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta s = 5 \cdot 30^2 \Rightarrow \Delta s = 4.500$ m

20. d

Queda livre: $\Delta s = 5 \cdot t^2 \Rightarrow \Delta s_1 = 5 \cdot x^2$ e $\Delta s_2 = 5 \cdot (3x)^2 = 9 \cdot 5x^2 = 9 \cdot \Delta s_1$

21. a

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

$0 = 30 - 10t \Rightarrow t = 3$ 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. c

Altura do precipício = h

Para a pedra: $\Delta s = 5 \cdot t^2 \Rightarrow h = 5 \cdot t_1^2$ (I)

Para o som: $\Delta s = 320 \cdot t \Rightarrow h = 320 \cdot t_2$ e $t_2 = 9 - t_1 \Rightarrow h = 320(9 - t_1) \Rightarrow$

$\Rightarrow h = 2.880 - 320t_1$ (II), mas: (I) = (II) $\Rightarrow 5 \cdot t_1^2 = 2.880 - 320t_1 \Rightarrow$

$\Rightarrow t_1 = -72$s e $t_1 = 8$ s $\therefore t_1 = 8$s

Logo: $t_2 = 1$ s $\therefore h = 320 \cdot 1 = 320$ m

24. b

Para o corpo: $\Delta s = v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2$, em que: $\Delta s = 50$ m, $v_0 = -15$ m/s

e $a = 10$m/s$^2 \Rightarrow 50 = -15 \cdot t + \frac{10}{2} \cdot t^2 \Rightarrow t^2 - 3 \cdot t - 10 = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow t' = -2$ s e $t'' = 5$ s $\Rightarrow t = 5$ s

25. 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:

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

26. 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

27. c

$s_0 = 100$ m

$g = -10$ m/s^2

$v_0 = 5$ m/s

$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$

$0 = 100 + 5 \cdot t - 5t^2 \Rightarrow t^2 - t - 20 = 0$

$t' = 5$ s

$t'' = -4$ s (Não convém.)

28. Lançamento vertical para cima: $t_{subida} = \frac{v_0}{g}$; $h_{máxima} = \frac{v_0^2}{2g}$

Para:

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

$\Rightarrow \Delta s = \frac{v_0 v_0}{2g} - \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{v_0}{2g}\right)^2 = \frac{3v_0^2}{8g} = \frac{3}{4} \cdot \frac{v_0^2}{2g} = \frac{3}{4} \cdot h_{máxima}$

29. Soma = 6 (02 + 04)

(01) Incorreta. A aceleração é a mesma para as duas pedras.

(02) Correta.

$h_A = 20 \cdot t - 5 \cdot t^2$ e $h_B = 35 - 5 \cdot (t + 1)^2$

No encontro: $h_A = h_B$. Assim:

$20 \cdot t - 5 \cdot t^2 = 35 - 5 \cdot t^2 - 10 \cdot t - 5 \Rightarrow t = 1{,}0$ s

$\therefore v_B = g \cdot (t + 1) = 10 \cdot 2 \Rightarrow v_B = 20$ m/s

(04) Correta. $v_A = v_0 - g \cdot t \Rightarrow v_A = 20 - 10 \cdot 1 \Rightarrow v_A = 10$ m/s

(08) Incorreta. $h_A = 20 \cdot (1) - 5 \cdot (1)^2 \Rightarrow h_A = 15$ m

(16) Incorreta. $h_B = 35 - 5 \cdot (1 + 1)^2 \Rightarrow h_B = 15$ m

30. Sendo $v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s$, temos:

- Primeiro trecho $\Rightarrow v_1^2 = 2 \cdot g \cdot h$
- Segundo trecho $\Rightarrow v_2^2 = 2 \cdot g \cdot 16h$

  Assim: $\dfrac{v_2}{v_1} = \sqrt{16} \Rightarrow \dfrac{v_2}{v_1} = 4$

31. c

- Primeiro objeto: $h_1 = v_1 \cdot t - \dfrac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \Rightarrow h_1 = 10 \cdot t - 5 \cdot t^2$ (I)
- Segundo objeto: $h_2 = v_2 \cdot (t - 1) - \dfrac{1}{2} \cdot g \cdot (t - 1)^2 \Rightarrow$

  $\Rightarrow h_2 = 10 \cdot t - 10 - 5 \cdot t^2 + 10 \cdot t - 5$ (II)
- No ponto da colisão: $h_1 = h_2$. Assim:

  $\cancel{10 \cdot t} - \cancel{5 \cdot t^2} = \cancel{10 \cdot t} - 10 - \cancel{5 \cdot t^2} + 10 \cdot t - 5 \Rightarrow$

  $\Rightarrow 10 \cdot t = 15 \Rightarrow t = 1{,}5$ s
- Substituindo em (I): $h_1 = 10 \cdot 1{,}5 - 5 \cdot (1{,}5)^2 \Rightarrow h_1 = 3{,}75$ m

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: $v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow v = 10 \cdot t \Rightarrow v = 10 \cdot 1{,}4 = 14$m/s $\cong 50$ km/h

■ CAPÍTULO 4

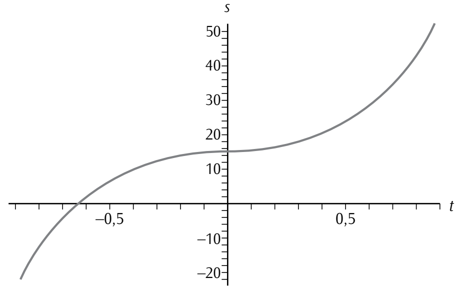
GRÁFICOS MU E MUV

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	$v = v_0 + a_0 \cdot t + \dfrac{D \cdot t^2}{2}$
Espaço	3º grau	$s = s_0 + v_0 \cdot t + \dfrac{a \cdot t^2}{2} + \dfrac{D \cdot t^3}{6}$

II. Professor, recorremos ao *site* http://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

9. e

- $s_A = s_{0_A} + v_A \cdot t \Rightarrow s_A = 0 + \dfrac{210}{6} \cdot t \Rightarrow s_A = 35 \cdot t$
- $s_B = s_{0_B} + v_B \cdot t \Rightarrow s_B = 210 - \dfrac{210}{3} \cdot t \Rightarrow s_B = 210 - 70 \cdot t$

No encontro: $s_A = s_B \Rightarrow 35 \cdot t = 210 - 70 \cdot t \Rightarrow 105 \cdot t = 210 \Rightarrow t = 2$ h

Assim: $s_A = 35 \cdot 2 = 70$ km

10. 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*.

11. c

I. (F) MU

II. (F) Parado: $\Delta s = 0$

III. (V) $v = \dfrac{60 - 50}{9 - 4} = 2$ m/s

12. d

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

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

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

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

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

21. $v_0 = 4$ m/s e $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{8}{4} = 2$ 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

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

22. e

As desacelerações ocorrem no trecho *T* e *V* (a_{TV}) e no trecho *X* e *Z* (a_{XZ}). $a_{XZ} > a_{TV}$ (maior inclinação).

23. a

$\Delta s = v_0 \cdot t + \dfrac{a \cdot t^2}{2}$

Para $t = 1$ s, temos:

$1 = \dfrac{a \cdot 1^2}{2} \Rightarrow a = 2$ m/s^2

$v = v_0 + a \cdot t$

Para $t = 1$ s, temos:

$v = 2 \cdot t = 2 \cdot 1 \Rightarrow v = 2$ m/s

24. a) $s = s_0 + v_0 \cdot t + \dfrac{a \cdot t^2}{2} \Rightarrow s = v_0 \cdot t + \dfrac{a \cdot t^2}{2}$

Para $t = 1$ s, temos:

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

Para $t = 2$ s, temos:

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

Substituindo (I) em (II), temos:

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

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

Tarefa proposta

1. a

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

2. d

Entre os instantes 10 s e 20 s: $\Delta t = 10$ s, o deslocamento do atleta foi de:

$\Delta s = 260 - 230 = 30$ m

Logo: $v = \dfrac{30}{10} = 3{,}0$ m/s

Entre os instantes 20 s e 300 s (5 min): $\Delta t = 280$ s,

$\Delta s = 3{,}0 \cdot 280 = 840$ m

Então: $s = 260 + 840 = 1.100$ m $= 1{,}10$ km

3. b

$\Delta s_t = \Delta s_1 + \Delta s_2 + \Delta s_3 + \Delta s_4 + \Delta s_5 + \Delta s_6 \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta s_t = 10 \cdot 1 + 10 \cdot 2 + 10 \cdot 3 + 10 \cdot 1 + 10 \cdot 2 + 10 \cdot (-1) \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta s_t = 80$ m

4. a

$v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{s_{\text{final}} - s_{\text{inicial}}}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \dfrac{0 - 0}{360} \Rightarrow v_m = 0$

5. b

Entre os instantes 4 s e 8 s: $\Delta t = 4$ s, o deslocamento do atleta foi de:

$\Delta s = 0 - 10 = -10$ m Logo: $v = \dfrac{-10}{4} = -2{,}5$ m/s

Entre os instantes 8 s e 19 s: $\Delta t = 11$ s, $\Delta s = -2{,}5 \cdot 11 = -27{,}5$ m

Então: $s = -27{,}5 + 0 = -27{,}5$ m

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

a) Incorreta. *P* passa em $x = 0$ em $t = 0$ e nesse instante a posição de *Q* é $x_Q > 0$.

b) Incorreta. Gráfico $s \times t$: semirreta indica movimento uniforme para *P* e também para *Q*.

c) Incorreta. No mesmo intervalo de tempo: $v_P > v_Q$

d) Correta. x_1 é a posição de encontro entre *P* e *Q*. Portanto, nessa posição: $x_P = x_Q = x_1$

e) Incorreta. *P* e *Q* movem-se no mesmo sentido, seus espaços aumentam com o tempo.

8. 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

9. 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

10. a

$$s_A = s_{0_A} + v_A \cdot t \Rightarrow s_A = 0 + \frac{24t}{12} = 2t$$

$$s_B = s_{0_B} + v_B \cdot t \Rightarrow s_B = s_{0_B} + \frac{12t}{8} = s_{0_B} + 1{,}5t$$

Quando $s_A = s_B \cdot (t = 12 \text{ s})$

Assim: $2(12) = s_{0_B} + 1{,}5(12) \Rightarrow 24 = s_{0_B} + 18 \Rightarrow$

$\Rightarrow s_{0_B} = 24 - 18 = 6$ m

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. d

Do gráfico observa-se que a primeira onda atinge a distância de 1.500 km em 3 min e a segunda em 5 min; assim, a diferença é de 2 min.

14. e

Pelo gráfico:

$v_A = \dfrac{80}{4} = 20$ m/s e $v_C = \dfrac{40}{4} = 10$ m/s

$v_{\text{relativa}} = 20 - 10 = 10$ m/s

Para realizar totalmente a ultrapassagem, temos:

$v_{\text{relativa}} = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 10 = \dfrac{30}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 3$ s

Para o automóvel, temos: $\Delta s_A = 20 \cdot 3 = 60$ m

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

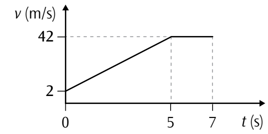
$v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow v = 2 + 8 \cdot 5 \Rightarrow v = 42$ m/s

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) $\Delta s \overset{N}{=} \text{área} \Rightarrow \Delta s \overset{N}{=} A_1 + A_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta s = \dfrac{42 + 2}{2} \cdot 5 + 42 \cdot 2 \Rightarrow \Delta s = 194$ m

16. e

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

$\Delta s \overset{N}{=} \text{área do trapézio} \left(\dfrac{B + b}{2} \cdot h\right) \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta s = \dfrac{180 + 120}{2} \cdot 20 \Rightarrow \Delta s = 3.000$ 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. $\Delta s \overset{N}{=}$ área $\therefore$ de 0 a 2 s (instante de mesma velocidade):

$\Delta s_A = \dfrac{2 \cdot 20}{2} = 20$ m para cima e $\Delta s_B = \dfrac{(40 + 20) \cdot 2}{2} = 60$ m para baixo. Logo, nesses 2 s A e B se aproximam de 80 m e, como a distância inicial entre eles era de 94 m, nesse instante: $d = 94 - 80 = 14$ m

19. a

- $\Delta s_A \overset{N}{=} \text{área do triângulo} \left(\dfrac{B \cdot b}{2}\right) \Rightarrow$

  $\Rightarrow \Delta s_A = \dfrac{10 \cdot 10}{2} \Rightarrow \Delta s_A = 50$ m

- $\Delta s_B \overset{N}{=} \text{área do trapézio} \left(\dfrac{B + b}{2} \cdot h\right) \Rightarrow$

  $\Rightarrow \Delta s_B = \dfrac{8 + 4}{2} \cdot 8 \Rightarrow \Delta s_B = 48$ m

  Distância entre eles:

  $d_{AB} = \Delta s_A - \Delta s_B = 50 - 48 \Rightarrow d_{AB} = 2$ m

20. c

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

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

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

IV. Incorreta. São iguais (2 m/s).

21. a) $\Delta s \overset{N}{=}$ área

$$\therefore \Delta s = \frac{3 \cdot 8}{2} + \frac{(4+2) \cdot 12}{2} + \frac{2 \cdot 12}{2} = 60 \text{ m}$$

b) $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{60}{15} = 4{,}0 \text{ m/s}$

22. a) $\Delta s \overset{N}{=}$ área $\therefore \Delta s = \dfrac{10 \cdot 9}{2} = 45 \text{ m}$

b) $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{45}{9} = 5 \text{ m/s}$

c) $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{0 - 10}{9 - 4} = -2 \text{ m/s}^2$

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. a

No intervalo de 0 a 2 s:

Pelo gráfico 1, temos que: $a = \dfrac{14 - 26}{2} = -6 \text{ m/s}^2$

Como a velocidade cai linearmente, a desaceleração foi constante.

Após o instante 2 s, v = constante.

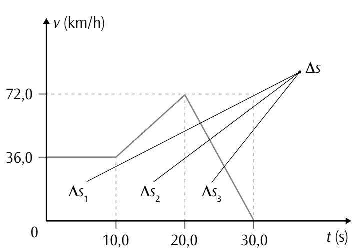
$\therefore a = 0$

26. d

$\Delta s \overset{N}{=}$ área $\therefore \Delta s = \dfrac{(14+4) \cdot 30}{2} = 270 \text{ m}$

27. d

- Distância total percorrida:



$d_T = \Delta s_1 + \Delta s_2 + \Delta s_3$

Sendo 72 km/h = 20 m/s e 36 km/h = 10 m/s, temos:

$$d_T = 10 \cdot 10 + \frac{20+10}{2} \cdot 10 + \frac{20 \cdot 10}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d_T = 100 + 150 + 100 \Rightarrow d_T = 350 \text{ m}$$

- Aceleração média entre 0 e 30 s:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 10}{30} \Rightarrow a_m = -\frac{1}{3} = -0{,}3 \text{ m/s}^2$$

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. Do gráfico: *B* alcança *A* no instante 0,2 h, percorrendo um $\Delta s = 9{,}0$ km em MUV. Logo: $\Delta s = \dfrac{(v + v_0) \cdot t}{2} \Rightarrow$

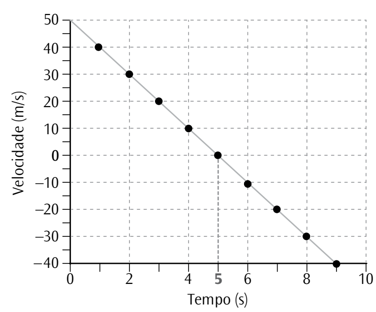
$\Rightarrow 9{,}0 = \dfrac{(v+0) \cdot 0{,}2}{2} \Rightarrow v = 90 \text{ km/h}$

30. 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.

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

31. 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:

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

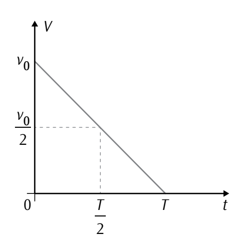
32. e

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 ao lado.



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

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