

# Cinemática: Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

CIÊNCIAS DA NATUREZA

Competência(s):  
5 e 6

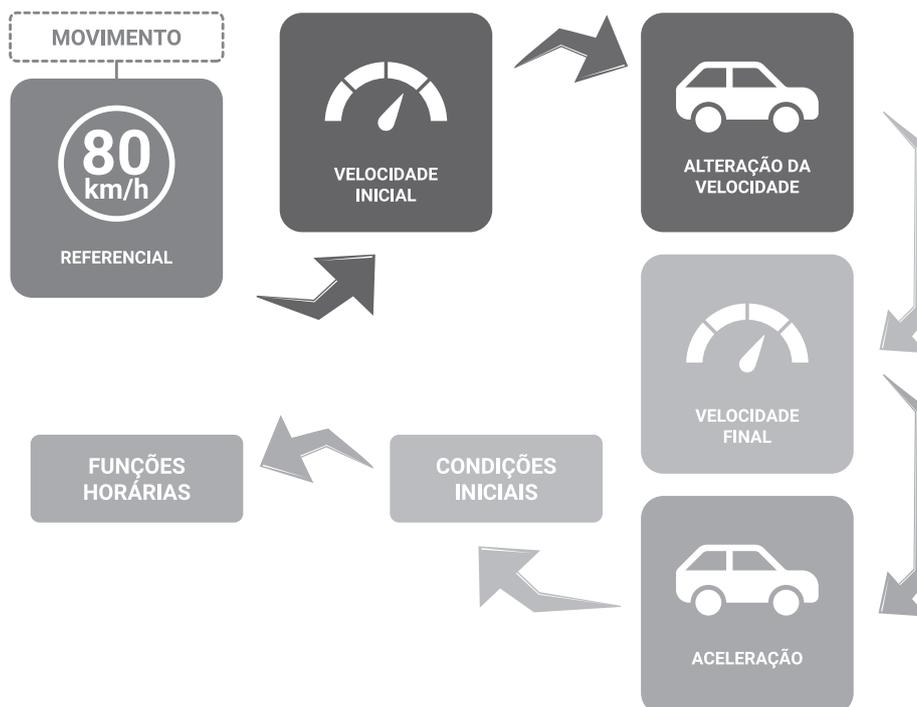
Habilidade(s):  
19 e 20

AULAS  
5 E 6

## VOCÊ DEVE SABER!

- Conceito de aceleração
- Aceleração escalar média
- Unidades de aceleração
- Movimentos acelerado e retardado
- Movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV)
- Funções horárias
- Equação de Torricelli
- Identificando as variáveis
- Gráfico da aceleração escalar em função do tempo
- Propriedade do gráfico da aceleração pelo tempo ( $a \times t$ )
- Propriedade do gráfico da velocidade pelo tempo ( $v \times t$ )
- Propriedades do gráfico da velocidade média
- Gráfico da posição em função do tempo ( $S \times t$ )

## MAPEANDO O SABER



# ANOTAÇÕES



## EXERCÍCIOS DE SALA

1. (FAMEMA 2022) Um automóvel, que se deslocava a uma velocidade  $v_0$ , é uniformemente retardado durante 6 s e, após percorrer 105 m, ele para. A velocidade  $v_0$  do automóvel no instante em que se iniciou o retardamento era de

- a) 42 m/s.  
b) 38 m/s.  
c) 35 m/s.  
d) 28 m/s.  
e) 22 m/s.

2. (UECE 2021) O trem bala Maglev opera entre Tóquio e Osaka, podendo atingir a notável marca de 500 km/h. Considerando a situação em que ele parte do repouso de uma estação A para uma estação B, numa trajetória retilínea, com aceleração escalar constante de  $10 \text{ m/s}^2$ , fazendo o referido percurso com uma velocidade média de 216 km/h, é correto dizer que a distância, em metros, entre as estações é igual a

- a) 1080.  
b) 360.  
c) 1440.  
d) 720.

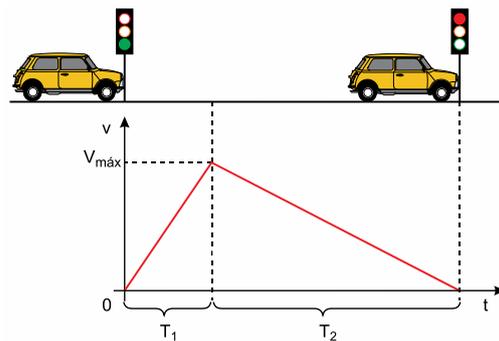
3. (UECE 2021) Com o intuito de reduzir os riscos de colisões no trânsito, faz-se necessário que os veículos mantenham uma distância de segurança, caso haja necessidade de frenagem. Essa distância precisa ser, no mínimo, correspondente ao deslocamento do veículo durante o tempo de reação do motorista e o de frenagem. Desprezando a resistência do ar, é correto afirmar que a distância, em metros, necessária para um automóvel que está a 54 km/h ir ao repouso, uma vez que o tempo de reação do motorista foi de 0,6 s e o sistema de frenagem do veículo consegue imprimir uma desaceleração de  $0,75 \text{ m/s}^2$  é igual a

- a) 153.  
b) 157.  
c) 155.  
d) 159.

4. (FGV 2021) Um motorista, que conduz seu caminhão com velocidade constante de 25 m/s (90 km/h) por uma estrada retilínea, plana e horizontal, aciona os freios quando percebe um ônibus a sua frente deslocando-se lentamente no mesmo sentido, com velocidade constante de 5 m/s (18 km/h). Supondo-se que a distância entre o caminhão e o ônibus no instante em que o motorista do caminhão aciona os freios é de 80m, que o ônibus não altera sua velocidade e que não há mudança nas direções dos movimentos de ambos os veículos, o módulo da aceleração mínima, admitida constante, que deve ser imprimida ao caminhão para evitar a colisão é

- a)  $1,5 \text{ m/s}^2$   
b)  $2,5 \text{ m/s}^2$   
c)  $3,0 \text{ m/s}^2$   
d)  $3,5 \text{ m/s}^2$   
e)  $4,0 \text{ m/s}^2$

5. (UNESP 2022) Quando a luz de um semáforo fica verde, um veículo parado parte com aceleração escalar constante,  $a_1$ , e se move por uma rua retilínea até atingir uma velocidade máxima,  $V_{\text{máx}}$ , em um intervalo de tempo  $T_1$ . A partir desse instante, inicia um processo de frenagem, também com aceleração escalar constante, até parar novamente, no semáforo seguinte, em um intervalo de tempo  $T_2$ . O gráfico representa a variação da velocidade desse veículo em função do tempo, nesse movimento.



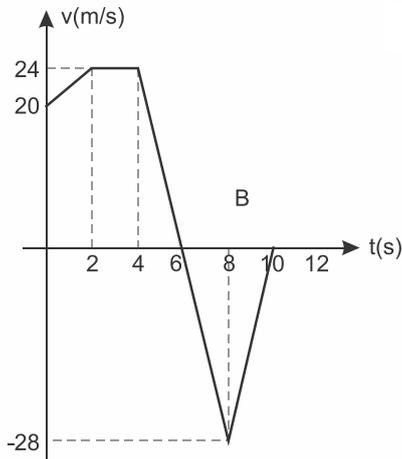
No trajeto entre os dois semáforos, a velocidade escalar média desse veículo foi de:

- a)  $2 \times a_1 \times T_1$   
b)  $\frac{a_1 \times (T_1 + T_2)}{2}$   
c)  $2 \times a_1 \times (T_1 + T_2)$   
d)  $\frac{a_1 \times T_1}{2}$   
e)  $a_1 \times T_1$

6. (UECE 2022) Um trem parte de uma estação A em direção a uma estação B separada de A por uma distância de 4 km. Sabe-se que, partindo do repouso a partir de A, o trem acelera uniformemente até alcançar um ponto do trajeto a partir do qual passa a desacelerar uniformemente parando finalmente em B. Sabendo que o percurso entre A e B é realizado em apenas 6 min, a velocidade máxima, em km/h, alcançada pelo trem no referido percurso é

- a) 120.  
b) 40.  
c) 80.  
d) 160.

7. (UEPG 2021) Um móvel em movimento retilíneo, livre de forças dissipativas, tem seu gráfico  $v \times t$  figurado a seguir. Com base no que está exposto, assinale o que for correto.



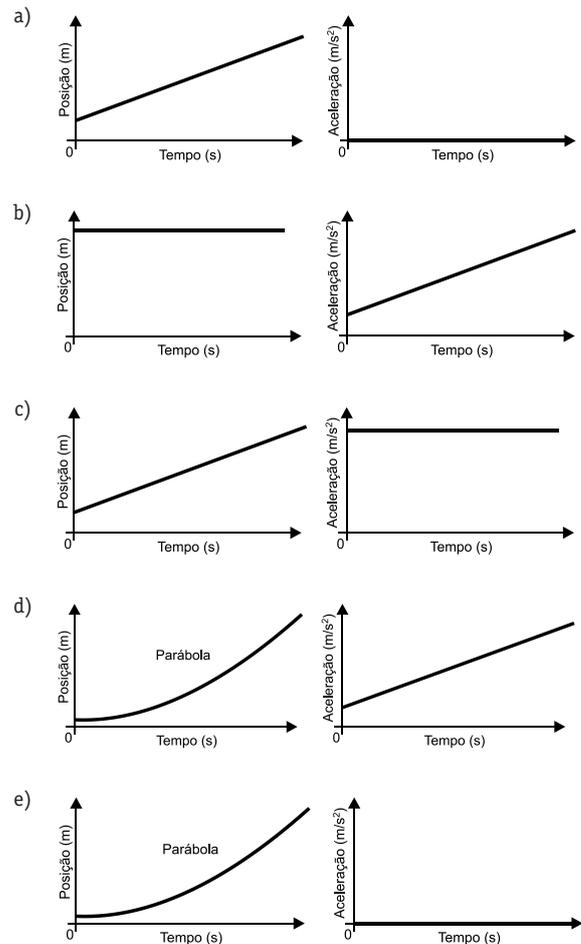
- 01) No intervalo de 0 a 2s, o movimento é progressivo e acelerado.  
 02) No intervalo de 8 a 10s, o movimento tem aceleração igual a  $14 \text{ m/s}^2$ .  
 04) O deslocamento do móvel, no intervalo de 0 a 12s, foi de 60m.  
 08) No intervalo de 2 a 4s o movimento é progressivo e com aceleração igual a  $12 \text{ m/s}^2$ .  
 16) No intervalo de 6 a 8s, o movimento é retrógrado e retardado.
8. (UEM 2021) Três partículas 1, 2 e 3 percorrem a mesma trajetória, e seus espaços são medidos a partir de um ponto P escolhido nessa trajetória. As funções horárias dos movimentos de 1, 2 e 3 são dadas, respectivamente, por  $s_1 = -20 + 5t$ ,  $s_2 = -30 - 10t$  e  $s_3 = -60 - 20t + 5t^2$ , com  $s_1$ ,  $s_2$  e  $s_3$  medidos em metros e  $t \geq 0$  medidos em segundos. Em relação ao exposto e a conhecimentos correlatos, assinale o que for correto.
- 01) As três partículas têm acelerações escalares maiores que zero.  
 02) A partícula 3 passa pelo ponto P em algum instante entre 3s e 5s.  
 04) As partículas 1 e 2 nunca se encontram.  
 08) No instante  $t = 5\text{s}$  a distância máxima entre quaisquer duas das três partículas é de 70m.  
 16) As partículas 2 e 3 se encontram em algum instante entre 3s e 5s.

## ESTUDO INDIVIDUALIZADO (E.I.)

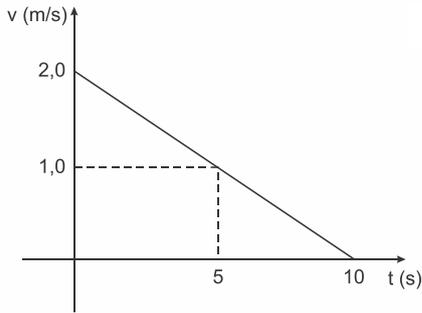
1. (Unichristus - Medicina 2022) O movimento, em condições ideais, de um corpo pode ser classificado como retilíneo e uniforme quando a variação de posição em função do tempo é constante para intervalos temporais sucessivamente iguais. Já um movimento retilíneo uniformemente variado é classificado devido a uma variação linear da velocidade em função do tempo.

Com base nessas informações, os gráficos que representam de forma coerente a variação da posição e da aceleração para uma mesma classe de movimento são:

Dado: O encontro dos eixos cartesianos de cada gráfico representa a origem de par ordenado igual a zero.

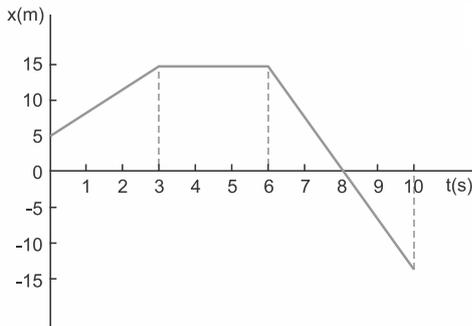


2. (Ufpr 2020) Um observador inercial analisa o movimento de um dado objeto de massa  $m$  constante e constrói o gráfico  $v \times t$  mostrado a seguir, em que  $v$  é a velocidade do objeto e  $t$  é o tempo. O movimento ocorre numa linha reta.



Levando em consideração os dados apresentados no gráfico, assinale a alternativa que apresenta corretamente o valor do deslocamento  $\Delta x$  do objeto entre os instantes  $t = 0$  e  $t = 5$ .

- a)  $\Delta x = 5,0$  m.  
 b)  $\Delta x = 7,5$  m.  
 c)  $\Delta x = 10,0$  m.  
 d)  $\Delta x = 12,5$  m.  
 e)  $\Delta x = 15,0$  m.
3. (G1 - ifsul 2018) Uma partícula realizou um movimento unidimensional ao longo de um eixo  $ox$  e o comportamento da sua posição  $x$ , em função do tempo  $t$ , foi representado em um gráfico, ilustrado na figura a seguir.



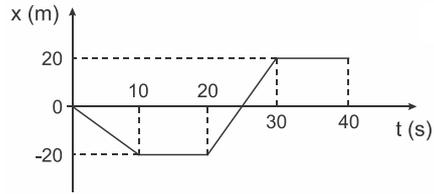
Analise as seguintes afirmativas referentes ao movimento realizado por essa partícula:

- I. Entre os instantes 3 s e 6 s, a partícula realizou um movimento uniforme.  
 II. Entre os instantes 0 s e 3 s, a partícula realizou um movimento acelerado.  
 III. Entre os instantes 3 s e 6 s, a partícula estava em repouso.  
 IV. No instante 8 s, a partícula estava na origem do eixo  $x$ .

Estão corretas apenas as afirmativas

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

4. (Ufpr 2018) Numa experiência realizada em laboratório, a posição  $x$  de um objeto, cuja massa é constante, foi medida em função do tempo  $t$ . Com isso, construiu-se o gráfico a seguir. Sabe-se que o referencial adotado para realizar as medidas é inercial e que o objeto move-se ao longo de uma linha reta.



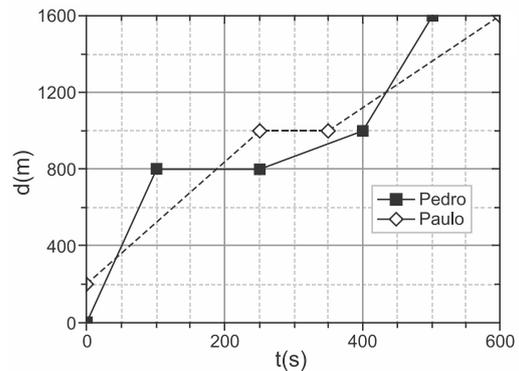
Com base no gráfico, considere as seguintes afirmativas:

1. A energia cinética do objeto é constante entre os instantes  $t = 20$  e  $t = 30$  s.  
 2. A força resultante sobre o objeto em  $t = 15$  s é nula.  
 3. O deslocamento total do objeto desde  $t = 0$  até  $t = 40$  s é nulo.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente a afirmativa 1 é verdadeira.  
 b) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.  
 c) Somente as afirmativas 1 e 3 são verdadeiras.  
 d) Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.  
 e) As afirmativas 1, 2 e 3 são verdadeiras.

5. (Ufrgs 2016) Pedro e Paulo diariamente usam bicicletas para ir ao colégio. O gráfico abaixo mostra como ambos percorreram as distâncias até o colégio, em função do tempo, em certo dia.



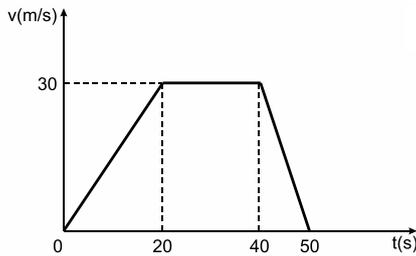
Com base no gráfico, considere as seguintes afirmações.

- I. A velocidade média desenvolvida por Pedro foi maior do que a desenvolvida por Paulo.  
 II. A máxima velocidade foi desenvolvida por Paulo.  
 III. Ambos estiveram parados pelo mesmo intervalo de tempo, durante seus percursos.

Quais estão corretas?

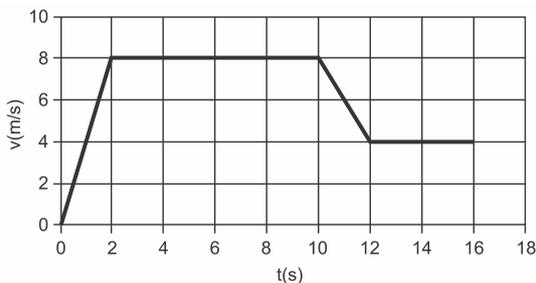
- a) Apenas I.    b) Apenas II.  
 c) Apenas III.    d) Apenas II e III.  
 e) I, II e III.

6. (G1 - cftmg 2016) O gráfico a seguir descreve a velocidade de um carro durante um trajeto retilíneo.



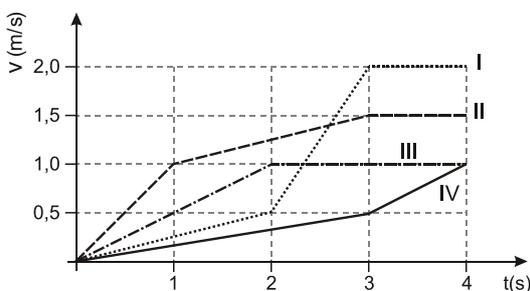
Com relação ao movimento, pode-se afirmar que o carro

- a) desacelera no intervalo entre 40 e 50 s.  
 b) está parado no intervalo entre 20 e 40 s.  
 c) inverte o movimento no intervalo entre 40 e 50 s.  
 d) move-se com velocidade constante no intervalo entre 0 e 20 s.
7. (G1 - ifsul 2016) Um ponto material movimentou-se em linha reta durante 16 s e o comportamento da sua velocidade, em função do tempo, foi representado em um gráfico, ilustrado na figura abaixo.



A análise do gráfico indica que o ponto material estava em

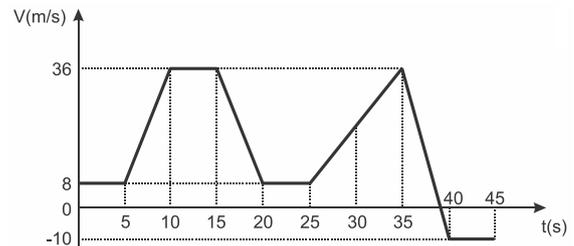
- a) movimento uniformemente acelerado, entre os instantes 0 s e 2 s.  
 b) repouso, somente entre os instantes 2 s e 10 s.  
 c) movimento uniforme, entre os instantes 0 s e 2 s e 10 s e 12 s.  
 d) repouso, entre os instantes 2 s e 10 s e entre os instantes 12 s e 16 s.
8. (Uerj 2015) Em uma pista de competição, quatro carrinhos elétricos, numerados de I a IV, são movimentados de acordo com o gráfico  $v \times t$  a seguir.



O carrinho que percorreu a maior distância em 4 segundos tem a seguinte numeração:

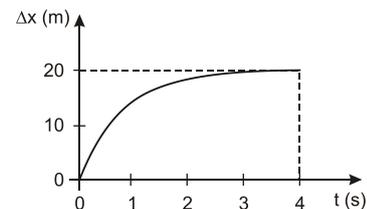
- a) I  
 b) II  
 c) III  
 d) IV

9. (Ufpr 2015) Um veículo está se movendo ao longo de uma estrada plana e retilínea. Sua velocidade em função do tempo, para um trecho do percurso, foi registrada e está mostrada no gráfico abaixo. Considerando que em  $t = 0$  a posição do veículo  $s$  é igual a zero, assinale a alternativa correta para a sua posição ao final dos 45s.



- a) 330m.  
 b) 480m.  
 c) 700m.  
 d) 715m.  
 e) 804m.

10. (Upe 2014) O deslocamento  $\Delta x$  de uma partícula em função do tempo  $t$  é ilustrado no gráfico a seguir:



Com relação ao movimento mostrado no gráfico, assinale a alternativa **CORRETA**.

- a) A partícula inicia seu movimento com velocidade constante; na sequência, o movimento é acelerado e, finalmente, a partícula se move com outra velocidade também constante.  
 b) A velocidade da partícula é constante.  
 c) A aceleração da partícula é constante.  
 d) Esse gráfico ilustra o movimento de queda livre de um objeto nas proximidades da superfície terrestre, onde a resistência do ar foi desprezada.  
 e) A partícula inicia seu movimento com uma velocidade não nula, mas o movimento é retardado, e ela finalmente atinge o repouso.

11. (Unisinos 2022) No instante em que um sinal de trânsito fica verde (instante de tempo  $t = 0$  s), um carro, partindo do repouso, inicia seu movimento com uma aceleração constante cujo módulo é de  $2\text{ m/s}^2$ . No mesmo instante em que o carro parte do repouso, um micro-ônibus, que se move com uma velocidade constante de módulo  $36\text{ km/h}$ , ultrapassa o automóvel. Em qual instante de tempo ( $t > 0$  s) ocorrerá, novamente, o encontro entre o carro e o micro-ônibus?

- a) 2 s                      b) 6 s  
c) 10 s                    d) 20 s  
e) 30 s

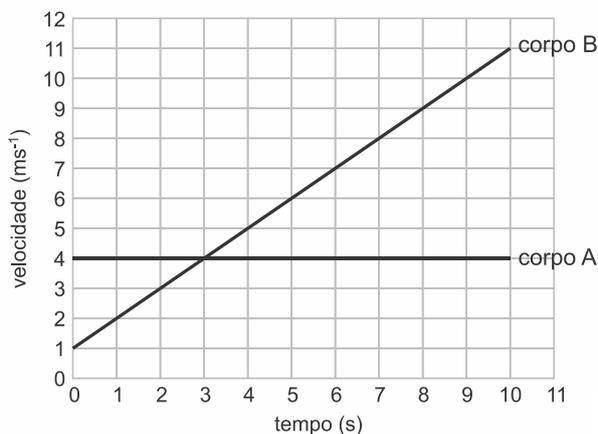
12. (Ufjf-pism 1 2022) O tempo de reação de um condutor ao ver um obstáculo, até acionar os freios, é de aproximadamente  $0,7$  s. Os freios de um carro popular podem reduzir a sua velocidade a uma razão máxima de  $5,0\text{ m/s}$  a cada segundo. Um motorista conduz um carro popular a uma velocidade constante de  $25\text{ m/s}$  em uma autoestrada. O tempo mínimo decorrido entre o instante em que ele avista uma vaca na estrada (o que o leva a acionar os freios) e o instante em que o carro para, e a distância percorrida durante esse intervalo de tempo são, respectivamente:

- a)  $5,0$  s e  $62,5$  m.  
b)  $0,7$  s e  $17,5$  m.  
c)  $5,7$  s e  $80,0$  m  
d)  $4,3$  s e  $45,0$  m  
e)  $5,0$  s e  $17,5$  m.

13. (Ufgd 2022) A equação horária que governa o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado é dada por  $Y(t) = Y_0 + v_0 t + 1/2 a t^2$ . Dessa forma, o movimento de queda livre pode ser analisado para um corpo de massa  $m$  em queda, inicialmente em repouso, ou seja, com velocidade inicial zero ( $v_0=0$ ), sujeito à aceleração da gravidade ( $a = g = 9,8\text{ m/s}^2$ ). No Rope Jump, esporte radical ainda sem regulamentação no Brasil, pessoas podem experimentar a queda livre por saltar de grandes alturas, presos por uma corda. Inclusive, alguns acidentes já foram observados nessa modalidade esportiva que envolve alto risco, até mesmo mortes. Desprezando a resistência do ar e outras formas de atrito e considerando a aceleração da gravidade  $g = 9,8\text{ m/s}^2$ , qual será o tempo de queda livre para uma pessoa de  $65\text{ kg}$  que salta num Rope Jump de uma altura de  $79\text{ m}$ , se o sistema de travamento não funcionar durante a queda?

- a)  $3,5$  s.  
b)  $4,0$  s.  
c)  $5,0$  s.  
d)  $7,9$  s.  
e)  $9,8$  s.

14. (Unisc 2021) Dois corpos, A e B, se movem com velocidades próprias conforme mostra o gráfico. Eles iniciam o movimento com o móvel A estando a  $20\text{ m}$  na frente de B. Quanto tempo se passa até o corpo B alcançar o A, considerando o início do movimento  $t = 0$  s? Qual a distância percorrida pelo corpo A até que o corpo B o alcance, considerando o início do movimento de ambos,  $t = 0$  s?



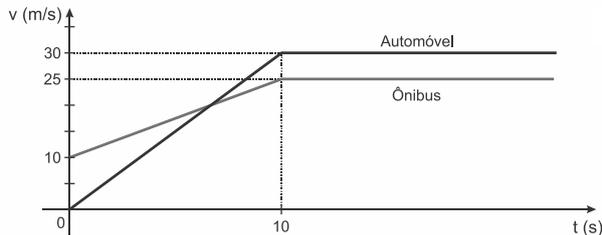
Assinale a alternativa que apresenta as duas respostas corretas e na ordem que são solicitadas no enunciado.

- a) 3s e 4m  
b) 3s e 12m  
c) 4s e 12m  
d) 10s e 60m  
e) 10s e 40m

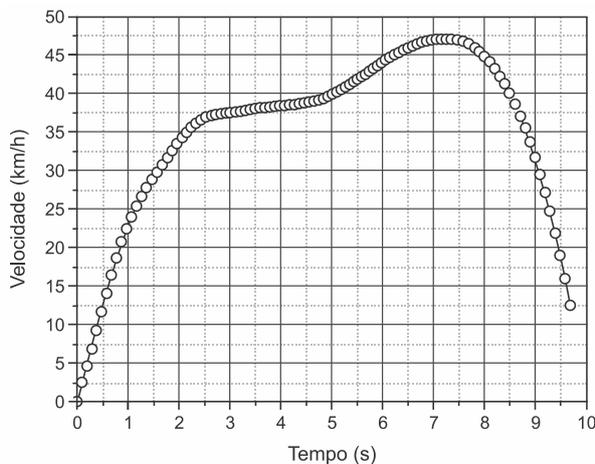
15. (G1 - col. naval 2021) Em uma estrada reta, um automóvel encontra-se parado em sinal fechado. No momento em que o sinal "abre", o motorista pisa o acelerador e o carro arranca com uma aceleração constante de  $0,4\text{ m/s}^2$ . Nesse mesmo instante, uma moto ultrapassa o veículo com velocidade constante de  $36\text{ km/h}$ . Determine a distância percorrida pelo carro até alcançar a moto a partir da abertura do sinal, e assinale a opção correta.

- a)  $300$  m  
b)  $350$  m  
c)  $400$  m  
d)  $450$  m  
e)  $500$  m

16. (Famerp 2020) Em uma estrada, no instante em que um automóvel partiu do repouso de uma cabine de pedágio com cobrança manual, um ônibus passou pela cabine eletrônica com velocidade de 10 m/s. O gráfico mostra as variações das velocidades dos veículos, em função do tempo, a partir desse instante.



- a) Calcule a aceleração do ônibus, em  $\text{m/s}^2$ , entre os instantes zero e dez segundos. Considerando a origem das posições na cabine de pedágio, escreva a equação horária do movimento do ônibus, em unidades do SI, para esse mesmo intervalo de tempo.
- b) Desprezando as dimensões dos veículos, calcule a que distância das cabines de pedágio, em metros, o automóvel alcançou o ônibus.
17. (Uel 2017) Nos Jogos Olímpicos Rio 2016, o corredor dos 100 metros rasos Usain Bolt venceu a prova com o tempo de 9 segundos e 81 centésimos de segundo. Um radar foi usado para medir a velocidade de cada atleta e os valores foram registrados em curtos intervalos de tempo, gerando gráficos de velocidade em função do tempo. O gráfico do vencedor é apresentado a seguir.



Considerando o gráfico de  $V$  versus  $t$ , responda aos itens a seguir.

- a) Calcule a quantidade de metros que Bolt percorreu desde o instante 2,5 s até o instante 4,5 s, trecho no qual a velocidade pode ser considerada aproximadamente constante.
- b) Calcule o valor aproximado da aceleração de Usain Bolt nos instantes finais da prova, ou seja, a partir de 9 s.

18. (Unicamp 2014) Correr uma maratona requer preparo físico e determinação. A uma pessoa comum se recomenda, para o treino de um dia, repetir 8 vezes a seguinte sequência: correr a distância de 1 km à velocidade de 10,8 km/h e, posteriormente, andar rápido a 7,2 km/h durante dois minutos.

- a) Qual será a distância total percorrida pelo atleta ao terminar o treino?
- b) Para atingir a velocidade de 10,8 km/h, partindo do repouso, o atleta percorre 3 m com aceleração constante. Calcule o módulo da aceleração  $a$  do corredor neste trecho.

19. (Ufpe 2013) Uma partícula se move ao longo do eixo  $x$  de modo que sua posição é descrita por  $x(t) = -10,0 + 2,0t + 3,0t^2$ , onde o tempo está em segundos e a posição, em metros. Calcule o módulo da velocidade média, em metros por segundo, no intervalo entre  $t = 1,0$  s e  $t = 2,0$  s.
20. (Ufpe 2012) Dois veículos partem simultaneamente do repouso e se movem ao longo da mesma reta, um ao encontro do outro, em sentidos opostos. O veículo A parte com aceleração constante igual a  $a_A = 2,0 \text{ m/s}^2$ . O veículo B, distando  $d = 19,2$  km do veículo A, parte com aceleração constante igual a  $a_B = 4,0 \text{ m/s}^2$ . Calcule o intervalo de tempo até o encontro dos veículos, em segundos.

# GABARITO

1. A      2. B      3. D      4. B      5. A  
 6. A      7. A      8. B      9. D      10. E  
 11. C     12. C     13. B     14. E     15. E

16.

a) A aceleração do ônibus entre os instantes zero e dez segundos é:

$$a_{\text{ônibus}} = \frac{\Delta v_{\text{ônibus}}}{\Delta t} \Rightarrow a_{\text{ônibus}} = \frac{(25-10) \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = \frac{15 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} \therefore a_{\text{ônibus}} = 1,5 \text{ m/s}^2$$

Para esse mesmo intervalo de tempo, os dois móveis realizam um movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV) e as equações horárias das posições e das velocidades do ônibus para qualquer tempo dentro deste intervalo são:

Equação horária das posições (SI):

$$s_{\text{ônibus}} = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2$$

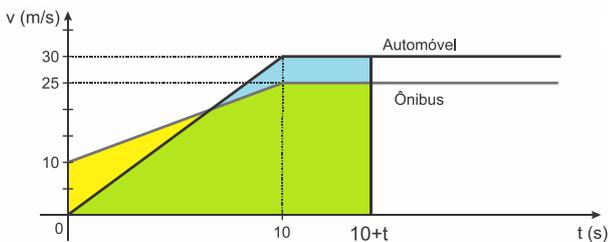
$$s_{\text{ônibus}} = 0 + 10t + \frac{1,5}{2} t^2 \therefore \boxed{s_{\text{ônibus}} = 10t + 0,75t^2}$$

Equação horária das velocidades (SI):

$$v_{\text{ônibus}} = v_0 + a \cdot t$$

$$\boxed{v_{\text{ônibus}} = 10 + 1,5t}$$

b) Para o automóvel alcançar o ônibus é necessário que a posição dos mesmos seja a mesma na estrada considerando como origem das posições a cabine de pedágio onde até os 10 segundos iniciais temos um MRUV e após ambos os móveis se deslocam com velocidades constantes (MRU), mas é possível, e bem mais fácil, calcular pela área do gráfico de velocidade pelo tempo, que representa a distância percorrida pelos móveis, de acordo com as regiões hachuradas do gráfico abaixo.



Supondo que os dois móveis se encontrarão no tempo  $(10 + t)$  s, sendo que neste momento as áreas de cada um devem ser iguais. No gráfico temos as áreas em azul e verde para o automóvel e amarelo e verde para o ônibus em que o verde foi considerado para áreas comuns (mistura de cores amarelo e azul).

Para o ônibus, somamos as áreas do trapézio e do retângulo:

$$s_{\text{ônibus}} = (10 + 25) \cdot \frac{10}{2} + 25(10 + t - 10)$$

$$\boxed{s_{\text{ônibus}} = 175 + 25t}$$

Para o automóvel, somando as áreas do triângulo e do retângulo:

$$s_{\text{automóvel}} = \frac{10 \cdot 30}{2} + 30(10 + t - 10)$$

$$\boxed{s_{\text{automóvel}} = 150 + 30t}$$

Igualando as duas equações das posições, descobriremos o tempo que eles se encontram após os primeiros dez segundos.

$$s_{\text{automóvel}} = s_{\text{ônibus}}$$

$$150 + 30t = 175 + 25t$$

$$30t - 25t = 175 - 150$$

$$5t = 25 \Rightarrow t = \frac{25}{5} \therefore t = 5 \text{ s}$$

Assim, com o tempo de encontro após os dez segundos iniciais e substituindo-o em qualquer uma equação horária das posições temos a distância total percorrida pelo carro até o encontro com o ônibus.

$$s_{\text{encontro}} = 150 + 30 \cdot 5 \Rightarrow s_{\text{encontro}} = 150 + 150 \therefore \boxed{s_{\text{encontro}} = 300 \text{ m}}$$

Logo, os móveis se encontram depois de andarem 300 m após a cabine de pedágio.

17.

a) Considerando a velocidade sendo constante nesse percurso, podemos achar o deslocamento a partir da área do gráfico.

$$V = 37,5 \text{ km/h} = \frac{37,5}{3,6} \text{ m/s} = V = 10,4 \text{ m/s}$$

$$\Delta S = V \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta S = 10,4 \cdot 2 \Rightarrow \Delta S = 20,8 \text{ m}$$

b) Da leitura dos valores aproximados no gráfico, temos:

$$\left\{ \begin{array}{l} t = 9,0 \text{ s} \Rightarrow v = 32 \text{ km/h} = 8,9 \text{ m/s} \\ t = 9,8 \text{ s} \Rightarrow v = 12,5 \text{ km/h} = 3,5 \text{ m/s} \end{array} \right\}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{3,5 - 8,9}{9,8 - 9} \Rightarrow a = -6,8 \text{ m/s}^2.$$

18.

a) Dados:  $d_1 = 1 \text{ km} = 1.000 \text{ m}$ ;  $v_2 = 7,2 \text{ km/h} = 2 \text{ m/s}$ ;  $\Delta t_2 = 2 \text{ min} = 120\text{s}$ .

A distância total ( $d$ ) percorrida nas 8 vezes é:

$$d = 8(d_1 + d_2) = 8(d_1 + v_2 \Delta t_2) = 8(1.000 + 2 \cdot 120) = 8(1.240) \Rightarrow$$

$$d = 9.920 \text{ m.}$$

b) Dados:  $v_0 = 0$ ;  $v_1 = 10,8 \text{ km/h} = 3 \text{ m/s}$ ;  $\Delta S = 3\text{m}$ .  
Aplicando a equação de Torricelli:

$$v_1^2 = v_0^2 + 2 a \Delta S \Rightarrow a = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2 \Delta S} = \frac{3^2 - 0}{2 \cdot 3} = \frac{9}{6} \Rightarrow$$

$$a = 1,5 \text{ m/s}^2.$$

19.

**1ª Solução**

Calculando as posições nos instantes mencionados:

$$x(t) = -10,0 + 2,0 t + 3,0 t^2 \begin{cases} x(1) = -10,0 + 2,0(1) + 3,0(1)^2 = -5 \text{ m} \\ x(2) = -10,0 + 2,0(2) + 3,0(2)^2 = 6 \text{ m} \end{cases}$$

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6 - (-5)}{2 - 1} \Rightarrow v_m = 11 \text{ m/s.}$$

**2ª Solução**

A função dada caracteriza um movimento uniformemente variado:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{a}{2} t^2.$$

Fazendo as comparações, obtemos os valores:

$$x_0 = 10 \text{ m}; v_0 = 2 \text{ m/s}; a = 6 \text{ m/s}^2.$$

A função horária da velocidade escalar é:

$$v(t) = v_0 + a t \Rightarrow v(t) = 2 + 6 t \begin{cases} v(1) = 2 + 6(1) = 8 \text{ m/s} \\ v(2) = 2 + 6(2) = 14 \text{ m/s} \end{cases}$$

No movimento uniformemente variado, a velocidade escalar média é a média aritmética das velocidades.

Assim:

$$v_m = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{8 + 14}{2} = \frac{22}{2} \Rightarrow$$

$$v_m = 11 \text{ m/s.}$$

20.

Como a aceleração dos dois veículos é constante, o movimento é classificado em uniformemente variado, com equação horária:  $S = S_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ .

Para o veículo A:

$$\begin{aligned} S_0 &= 0 \\ V_0 &= 0 \\ a &= 2 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

$$S_A = 0 + 0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot t^2 \rightarrow S_A = t^2.$$

Para o veículo B:

$S_0 = 19200\text{m}$  (o veículo sai a 19,2km do veículo A)

$$V_0 = 0$$

$a = -4\text{m/s}^2$  (o veículo se movimenta em sentido oposto ao de A)

$$S_B = 19200 + 0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot (-4) \cdot t^2 \rightarrow S_B = 19200 - 2 \cdot t^2.$$

Para haver o encontro:

$$S_A = S_B \rightarrow t^2 = 19200 - 2 \cdot t^2$$

$$t = 80\text{s.}$$