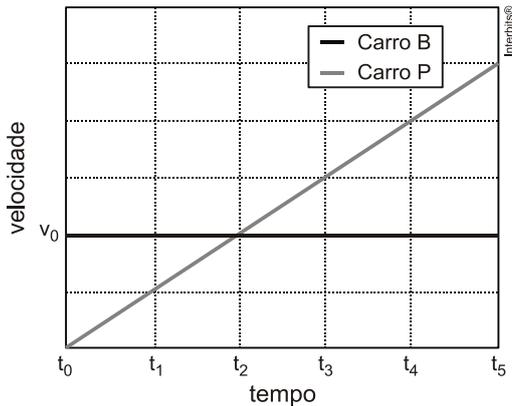


GRÁFICOS DA CINEMÁTICA

1. Policiais rodoviários são avisados de que um carro B vem trafegando em alta velocidade numa estrada. No instante t_0 em que o carro B passa, os policiais saem em sua perseguição. A figura ilustra as velocidades do carro B e do carro dos policiais (P) em função do tempo.



Assinale a alternativa que especifica o instante de tempo em que o carro P alcança o carro B.

- t_1
- t_2
- t_3
- t_4
- t_5

2. O gráfico abaixo indica a posição (S) em função do tempo (t) para um automóvel em movimento num trecho horizontal e retilíneo de uma rodovia.

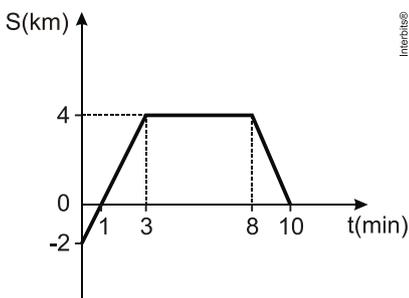
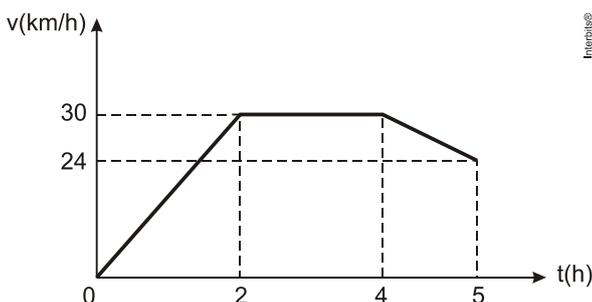


Gráfico Fora de Escala

Da análise do gráfico, pode-se afirmar que o automóvel

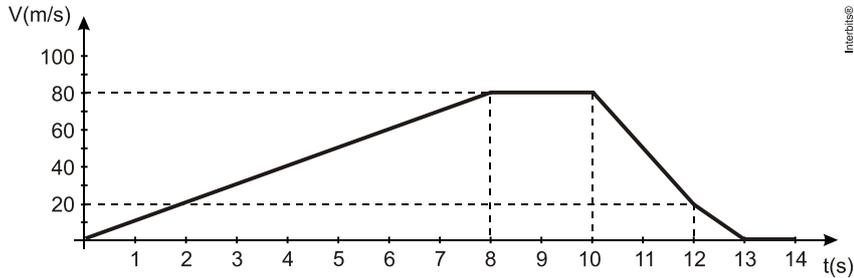
- está em repouso, no instante 1 min.
- possui velocidade escalar nula, entre os instantes 3 min e 8 min.
- sofreu deslocamento de 4 km, entre os instantes 0 min e 3 min.
- descreve movimento progressivo, entre os instantes 1 min e 10 min.
- tem a sua posição inicial coincidente com a origem da trajetória.

3. O gráfico abaixo representa a velocidade em função do tempo de um objeto em movimento retilíneo. Calcule a velocidade média entre os instantes $t = 0$ e $t = 5$ h.



- a) 5,0 m/s
- b) 5,5 m/s
- c) 6,0 m/s
- d) 6,5 m/s

4. No gráfico a seguir são apresentados os valores da velocidade V , em m/s, alcançada por um dos pilotos em uma corrida em um circuito horizontal e fechado, nos primeiros 14 segundos do seu movimento. Sabe-se que de 8 a 10 segundos a trajetória era retilínea. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e que para completar uma volta o piloto deve percorrer uma distância igual a 400 m.



A partir da análise do gráfico, são feitas as afirmações:

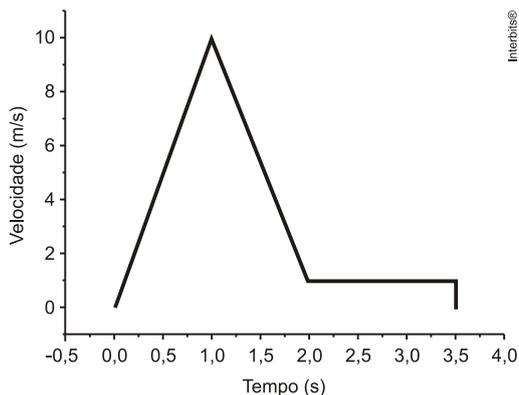
- I. O piloto completou uma volta nos primeiros 8 segundos de movimento.
- II. O piloto demorou 9 segundos para completar uma volta.
- III. A força resultante que agiu sobre o piloto, entre os instantes 8 e 10 segundos, tem módulo igual a zero.
- IV. Entre os instantes 10 e 12 segundos, agiu sobre o piloto uma força resultante, cuja componente na direção do movimento é equivalente a três vezes o seu peso.

São verdadeiras apenas as afirmações

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

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Um objeto que não pode ser considerado uma partícula é solto de uma dada altura sobre um lago. O gráfico ao lado apresenta a velocidade desse objeto em função do tempo. No tempo $t = 1,0 \text{ s}$, o objeto toca a superfície da água. Despreze somente a resistência no ar.

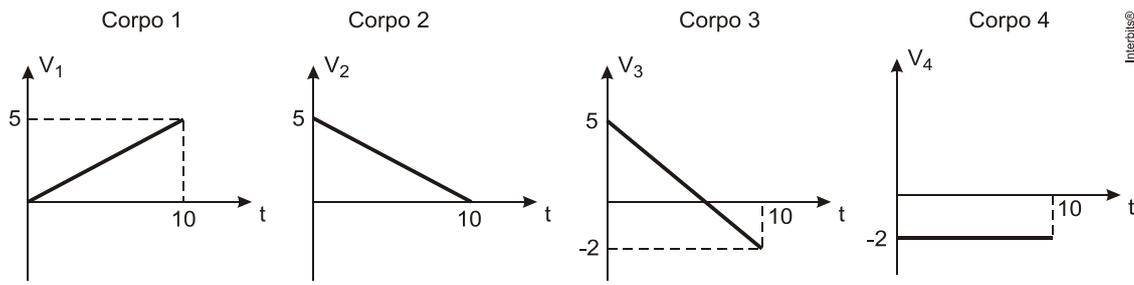


5. Qual a profundidade do lago?

- a) 1 m
- b) 5 m
- c) 7 m
- d) 100 m
- e) 1000 m

6. Quatro corpos 1, 2, 3 e 4 movem-se em uma trajetória retilínea e o diagrama velocidade *versus* tempo de cada um deles é mostrado a seguir. Considerando que todos os corpos partiram do mesmo ponto, é CORRETO afirmar

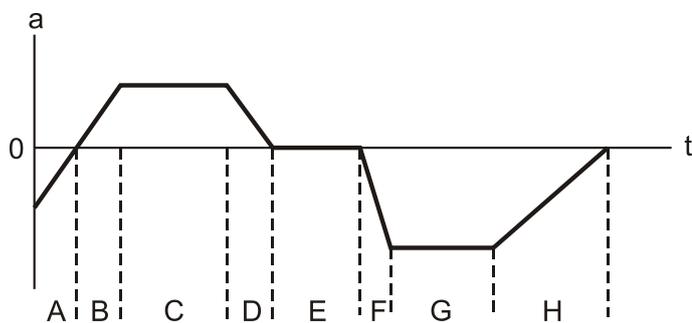
que o corpo que está mais próximo do ponto de partida no instante $t = 10\text{s}$ é o representado na alternativa:



- a) corpo 1
- b) corpo 4
- c) corpo 2
- d) corpo 3

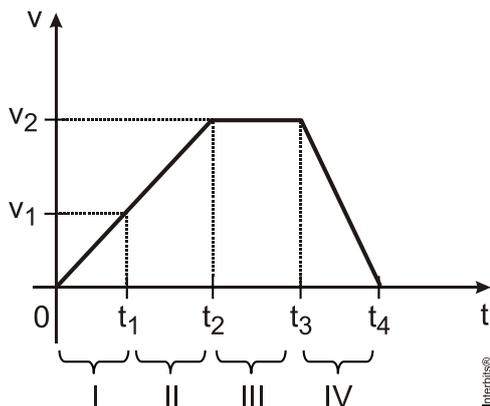
7. A figura fornece a aceleração em função do tempo, $a(t)$, de um pequeno cachorro *Chihuahua* enquanto ele persegue um pastor alemão ao longo de uma linha reta.

Marque a alternativa **CORRETA**.



- a) No intervalo de tempo E, o Chihuahua move-se com velocidade constante.
- b) Nos intervalos de tempo C, E e G, o Chihuahua move-se com velocidade constante.
- c) O Chihuahua está parado no intervalo de tempo E.
- d) Nos intervalos de tempo B e D, a velocidade e o deslocamento do Chihuahua são necessariamente positivos.
- e) Entre os intervalos A e B, o Chihuahua inverte o sentido em que está correndo.

8. Um corpo possui movimento retilíneo, com velocidade variando no decorrer do tempo, conforme o gráfico abaixo.

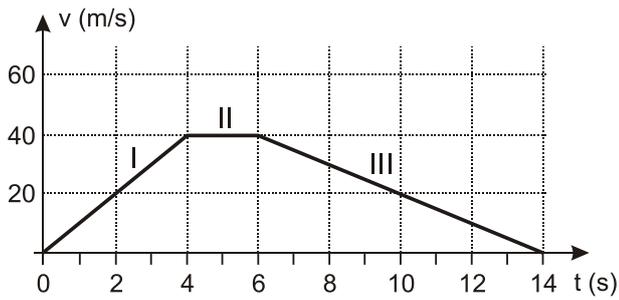


Assinale a alternativa correta.

- a) A aceleração do corpo é nula no intervalo de tempo IV.
- b) A aceleração do corpo é constante no intervalo de tempo IV.
- c) A aceleração do corpo é nula no intervalo de tempo I.
- d) A aceleração do corpo é maior no intervalo de tempo III do que no intervalo de tempo I.
- e) A aceleração do corpo é variável nos intervalos de tempo II e IV.

9. Observe o gráfico a seguir, que mostra a velocidade instantânea V em função do tempo t de um móvel que se desloca em uma trajetória retilínea. Neste gráfico, I, II e III identificam, respectivamente, os intervalos de tempo de

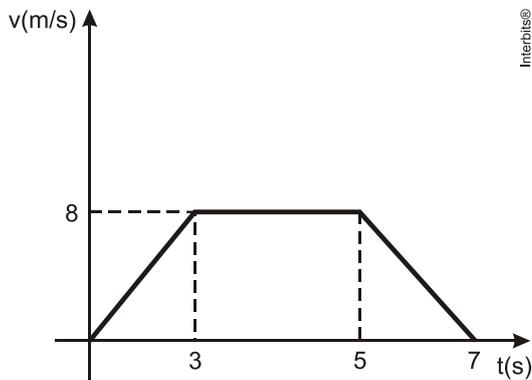
0s a 4s, de 4s a 6s e de 6s a 14s.



Nos intervalos de tempo indicados, as acelerações do móvel valem, em m/s^2 , respectivamente,

- a) 20, 40, e 20.
- b) 10, 20 e 5.
- c) 10, 0 e -5.
- d) -10, 0 e 5.
- e) -10, 0 e -5.

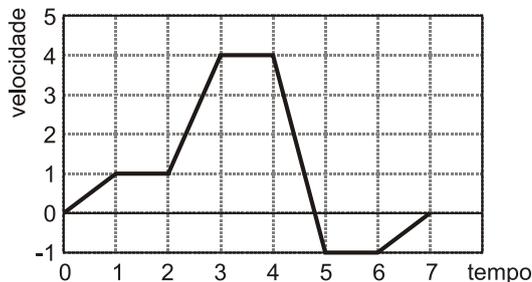
10. Um motociclista dirige uma motocicleta ao longo de uma estrada reta como mostrado no diagrama velocidade x tempo.



A respeito dessa situação, assinale a alternativa correta:

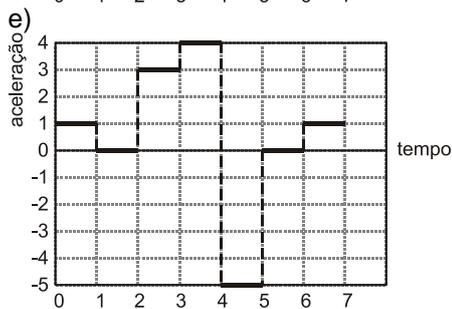
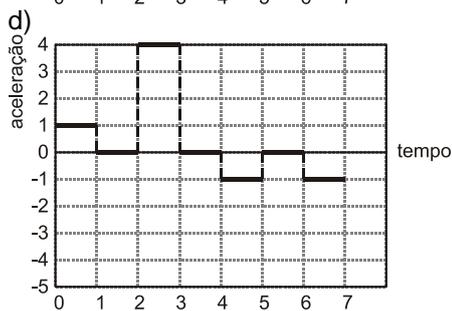
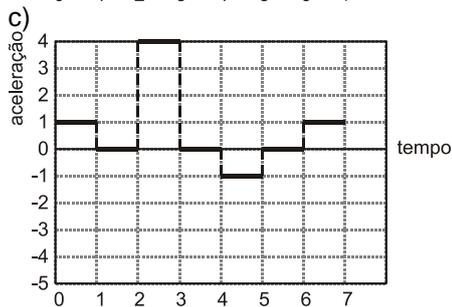
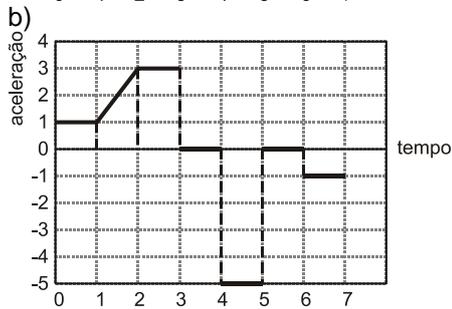
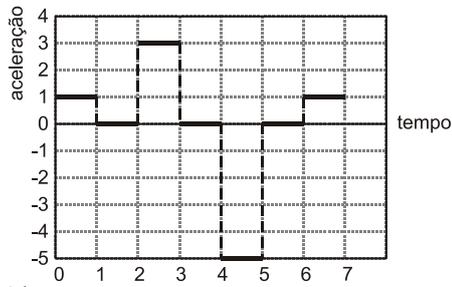
- a) Entre os instantes $t = 3\text{ s}$ e $t = 5\text{ s}$ o movimento é acelerado.
- b) A aceleração no intervalo de tempo entre $t = 5\text{ s}$ e $t = 7\text{ s}$ vale -4 m/s^2 .
- c) O deslocamento do motociclista entre os instantes $t = 3\text{ s}$ e $t = 5\text{ s}$ foi de 20 m.
- d) A aceleração no intervalo de tempo entre $t = 5\text{ s}$ e $t = 7\text{ s}$ vale 2 m/s^2 .
- e) A aceleração no intervalo de tempo entre $t = 0$ e $t = 3\text{ s}$ é nula.

11. O gráfico da velocidade em função do tempo (em unidades arbitrárias), associado ao movimento de um ponto material ao longo do eixo x, é mostrado na figura abaixo.



Assinale a alternativa que contém o gráfico que representa a aceleração em função do tempo correspondente ao movimento do ponto material.

- a)



12. Rua da Passagem

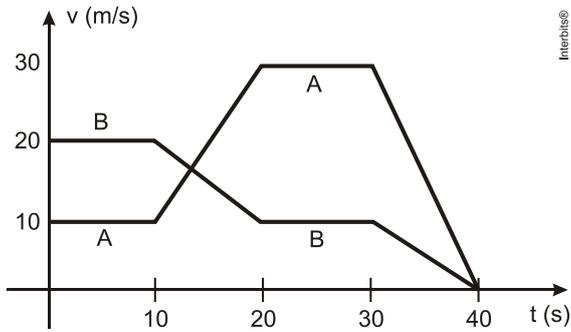
Os automóveis atrapalham o trânsito.

Gentileza é fundamental.

Não adianta esquentar a cabeça.

Menos peso do pé no pedal.

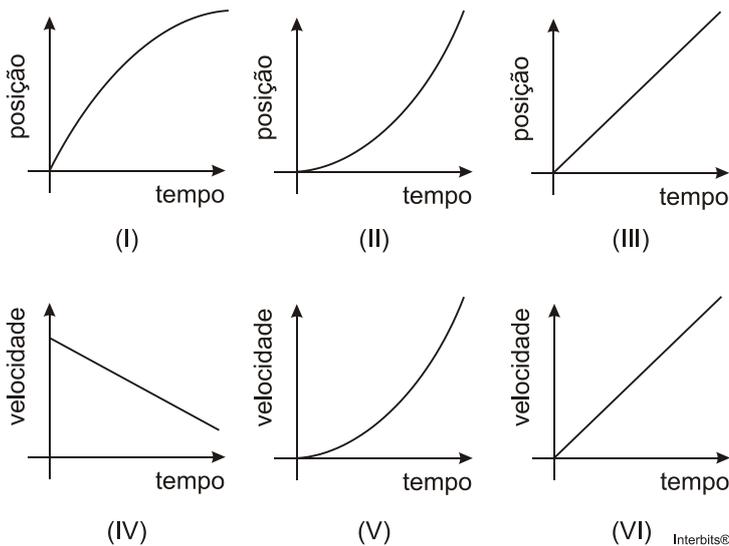
O trecho da música, de Lenine e Arnaldo Antunes (1999), ilustra a preocupação com o trânsito nas cidades, motivo de uma campanha publicitária de uma seguradora brasileira. Considere dois automóveis, A e B, respectivamente conduzidos por um motorista imprudente e por um motorista consciente e adepto da campanha citada. Ambos se encontram lado a lado no instante inicial $t = 0$ s, quando avistam um semáforo amarelo (que indica atenção, parada obrigatória ao se tornar vermelho). O movimento de A e B pode ser analisado por meio do gráfico, que representa a velocidade de cada automóvel em função do tempo.



As velocidades dos veículos variam com o tempo em dois intervalos: (I) entre os instantes 10s e 20s; (II) entre os instantes 30s e 40s. De acordo com o gráfico, quais são os módulos das taxas de variação da velocidade do veículo conduzido pelo motorista imprudente, em m/s^2 , nos intervalos (I) e (II), respectivamente?

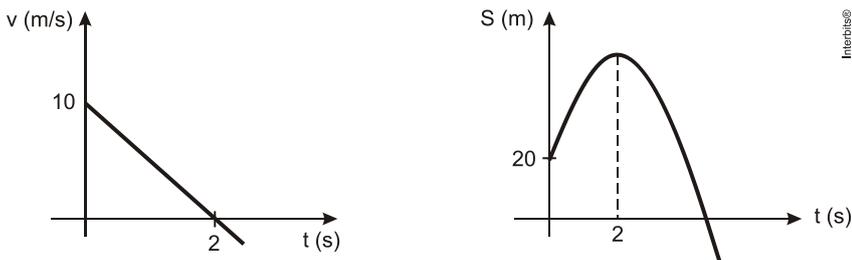
- a) 1,0 e 3,0
- b) 2,0 e 1,0
- c) 2,0 e 1,5
- d) 2,0 e 3,0
- e) 10,0 e 30,0

13. Ao abrir uma garrafa de refrigerante com gás, muitas bolhas de gás carbônico ali formadas sobem desde o fundo da garrafa com um movimento acelerado. Supondo-se que as bolhas têm o mesmo tamanho e a mesma quantidade de gás durante toda subida e desprezando-se quaisquer perdas de energia por resistência ao movimento. Dos gráficos a seguir aqueles que representam, respectivamente, a posição e a velocidade das bolhas são:



- a) I e IV
- b) I e VI
- c) II e V
- d) II e VI
- e) III e V

14. Um móvel se desloca numa trajetória retilínea e seus diagramas de velocidade e espaço em relação ao tempo são mostrados a seguir:



O móvel muda o sentido de seu movimento na posição:

- a) 10 m
- b) 30 m
- c) 5 m
- d) 20 m

**TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:
NA HORA DO ACIDENTE, BRASILEIRO REDUZIA**

Eram os instantes finais do segundo bloco do treino classificatório para o GP da Hungria. Felipe Massa tinha o terceiro melhor tempo, mas decidiu abrir uma volta rápida, tentando melhorar, buscando o acerto ideal para o Q3, a parte decisiva da sessão, a luta pela *pole position*. Percorria a pequena reta entre as curvas 3 e 4 da pista de Hungaroring e começava a reduzir de quase 360 km/h para 270 km/h quando apagou. Com os pés cravados tanto no freio como no acelerador, não virou o volante para a esquerda, passou por uma faixa de grama, retornou para a pista e percorreu a área de escape até bater de frente na barreira de pneus. Atônito, o autódromo assistiu às cenas sem entender a falta de reação do piloto. O mistério só foi desfeito pelas imagens da câmera *on board*: uma peça atingiu o flanco esquerdo do capacete, fazendo com que o ferrarista perdesse os reflexos.

A mola mede cerca de 10 cm x 5 cm e pesa aproximadamente 1 kg, segundo o piloto da Brawn, que, antes de saber que ela havia causado o acidente, disse que seu carro ficou "inguiável" quando a suspensão quebrou.

Quando a mola atingiu o capacete, considerando a velocidade do carro e da própria mola, Felipe Massa sentiu como se tivesse caído em sua cabeça um objeto de aproximadamente 150 Kg.

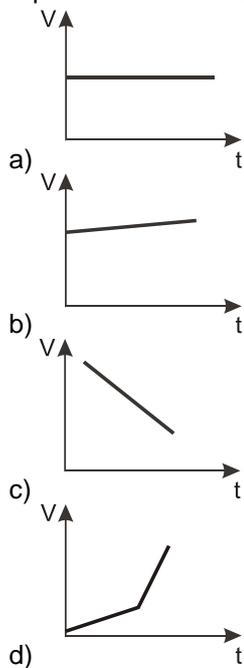
Para a questão seguinte, considere as aproximações.

A variação da velocidade no carro de Felipe Massa e da mola sempre se deu em um movimento retilíneo uniformemente variado. Considere a mola com uma massa de 1 kg e que, no momento da colisão, o carro de Felipe Massa tinha uma velocidade de 270 km/h e a mola com 198 km/h, em sentido contrário.

Considere ainda que a colisão teve uma duração de 1×10^{-1} s e que levou a mola ao repouso, em relação ao carro de Felipe Massa.

Adaptado de *Folha de São Paulo*, 26/07/2009.

15. Como informado no texto e considerando as aproximações feitas, marque a opção cujo gráfico melhor representa a velocidade do veículo de Felipe Massa em função do tempo.



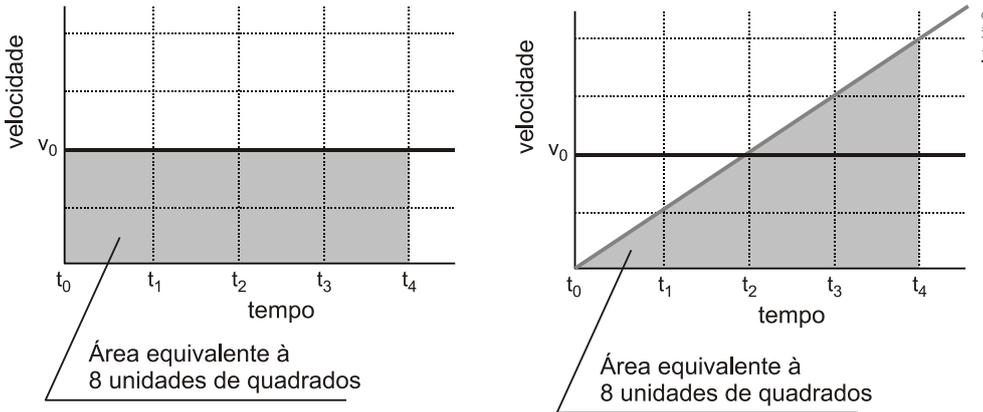
Gabarito:

Resposta da questão 1: [D]

Considerando que os carros B e P iniciem seus movimentos no mesmo espaço e no mesmo instante t_0 (instante em que o carro B passa pelos policiais e a perseguição se inicia), eles irão se encontrar novamente quando percorrerem o mesmo deslocamento no mesmo intervalo de tempo, ou seja: $\Delta S_B = \Delta S_P$ e $\Delta t_B = \Delta t_P$.

Conseguiremos encontrar o deslocamento de cada carro através da área do gráfico, já que o gráfico dado é de velocidade em função do tempo.

Analisando o gráfico dado, concluímos que as áreas serão iguais em t_4 :

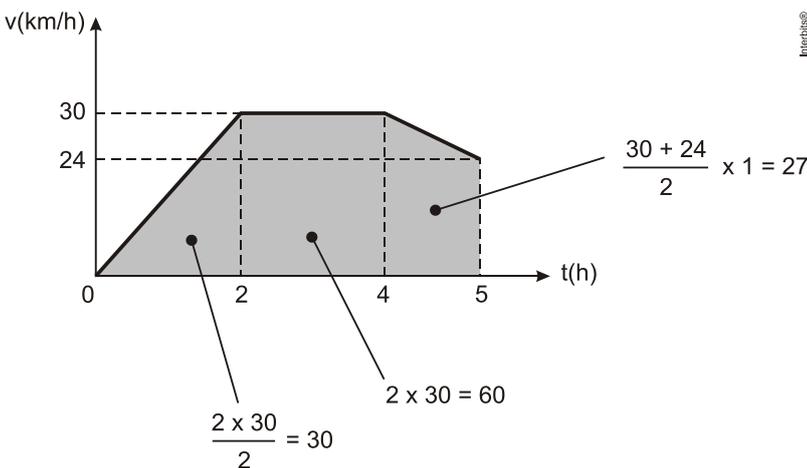


Resposta da questão 2: [B]

Note que entre 3 e 8 min a posição não varia. Portanto, o carro está parado.

Resposta da questão 3: [D]

A área da figura sombreada é numericamente igual ao deslocamento.



$$\Delta S = 30 + 60 + 27 = 117 \text{ km.}$$

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{117}{5} \text{ km/h} = \frac{117}{5 \times 3,6} \text{ m/s} = 6,5 \text{ m/s.}$$

Resposta da questão 4: [E]

Analisando cada uma das afirmativas:

I. Falsa. O espaço percorrido pelo piloto de 0 a 8 segundos é dado pela “área” do triângulo abaixo da linha do gráfico, correspondente a esse intervalo de tempo.

$$\Delta S_{0,8} = \frac{8 \times 80}{2} = 320 \text{ m. Como a volta tem 400 m, ele ainda não completou uma volta.}$$

II. Verdadeira. Fazendo a “área” de 0 a 9 segundos:

$$\Delta S_{0,9} = \frac{9+1}{2} 80 = 400 \text{ m. O piloto completou uma volta.}$$

III. Verdadeira. Entre 8 s e 10 s o movimento é retilíneo e uniforme, portanto a resultante das forças atuantes sobre o piloto é nula.

IV. Verdadeira. Calculando o módulo da desaceleração no intervalo de 10 s a 12 s:

$$|a| = \frac{|\Delta v|}{\Delta t} = \frac{|20 - 80|}{12 - 10} = \frac{60}{2} \Rightarrow |a| = 30 \text{ m/s}^2.$$

Sendo **M** a massa do piloto, a intensidade da resultante na direção do movimento é:

$$R = m |a| \Rightarrow R = M(30).$$

O peso do piloto é:

$$P = M g \Rightarrow P = M(10).$$

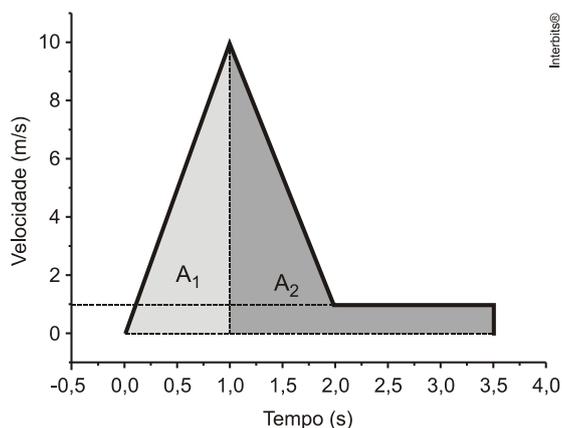
Fazendo a razão entre essas forças:

$$\frac{R}{P} = \frac{M(30)}{M(10)} \Rightarrow R = 3 P.$$

Resposta da questão 5: [C]

Pela leitura do gráfico, conclui-se que o objeto atinge a superfície do lago no instante $t = 1$ s, com velocidade de 10 m/s, pois a partir desse instante sua velocidade começa a diminuir, chegando ao fundo do lago no instante $t = 3,5$ s, quando a velocidade se anula.

A profundidade do lago (h_2) pode ser calculada pela “área” (A_2) da figura abaixo da linha do gráfico entre $t = 1$ s a $t = 3,5$ s.



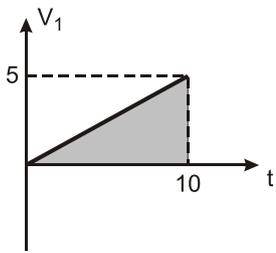
$$h_2 = "A_2" = \frac{1 \times 9}{2} + (3,5 - 1) \times 1 = 4,5 + 2,5 \Rightarrow$$

$$h_2 = 7 \text{ m.}$$

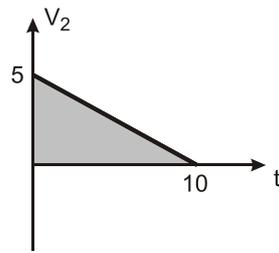
Resposta da questão 6: [D]

As áreas das figuras sombreadas são numericamente iguais aos deslocamentos dos corpos.

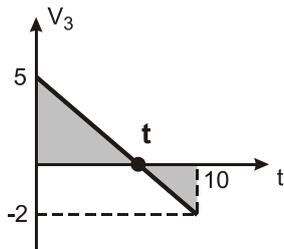
Corpo 1



Corpo 2



Corpo 3



Os triângulos
são
semelhantes

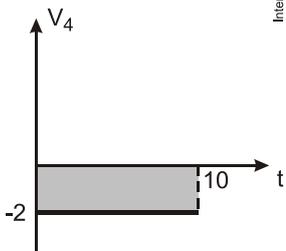
$$\frac{5}{t} = \frac{2}{10-t}$$

$$50 - 5t = 2t$$

$$7t = 50$$

$$t = \frac{50}{7} \text{ s}$$

Corpo 4



Interbits®

$$\Delta S_1 = \frac{10 \times 5}{2} = 25\text{m} \rightarrow \text{o corpo 1 está a 25m da posição inicial}$$

$$\Delta S_2 = \frac{10 \times 5}{2} = 25\text{m} \rightarrow \text{o corpo 2 está a 25m da posição inicial}$$

$$\Delta S_3 = \frac{t \cdot 5}{2} - \frac{(10-t) \cdot 2}{2} = \frac{5t + 2t - 20}{2} = \frac{7t - 20}{2} = \frac{7 \cdot \frac{50}{7} - 20}{2} = 15\text{m}$$

→ o corpo 3 está a 15m da posição inicial

$$\Delta S_4 = 10 \cdot (-2) = -20\text{m} \rightarrow \text{o corpo 4 está a 20m da posição inicial}$$

Resposta da questão 7: [A]

É um gráfico de aceleração \times tempo. Analisando-o podemos afirmar que a aceleração é constante e não nula nos intervalos C e G e nula no intervalo E, sendo assim, constante a velocidade.

Resposta da questão 8: [B]

Como o movimento é retilíneo, a aceleração tem módulo igual ao módulo da aceleração escalar, dado por:

$$|a| = \frac{|\Delta v|}{\Delta t}. \text{ Assim:}$$

$$a_I = a_{II} \text{ (constante)} \neq 0; a_{III} = 0; a_{IV} \neq 0 \text{ (constante)}$$

Resposta da questão 9: [C]

Como a trajetória é retilínea, a aceleração restringe-se à componente tangencial (\vec{a}_t), que, em módulo, é igual a aceleração escalar (a), dada pela taxa de variação da velocidade (Δv) em relação ao tempo (Δt).

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$. Usando essa expressão em cada um dos intervalos:

I. $a_I = \frac{40-0}{4-0} \Rightarrow a_I = 10 \text{ m/s}^2$.

II. $a_{II} = 0$ (não houve variação da velocidade)

III. $a_{III} = \frac{0-40}{14-6} = \frac{-40}{8} \Rightarrow a_{III} = -5 \text{ m/s}^2$.

Resposta da questão 10: [B]

Analisemos cada intervalo:

– De 0 a 3 s: o movimento é uniformemente acelerado; a aceleração escalar é

$$a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = \frac{8}{3} \cong 2,7 \text{ m/s}^2.$$

O espaço percorrido é calculado pela “área” de 0 a 3 s

$$\Delta S_1 = \frac{3 \times 8}{2} = 12 \text{ m}.$$

– De 3 s a 5 s: o movimento é uniforme, com velocidade escalar $v_2 = 8 \text{ m/s}$.

O espaço percorrido é:

$$\Delta S_2 = v_2 \Delta t_2 \Rightarrow 8 \times 2 = 16 \text{ m}.$$

– De 5 s a 7 s: o movimento é uniformemente retardado; a aceleração escalar é:

$$a_3 = \frac{\Delta v_3}{\Delta t_3} = \frac{0-8}{7-5} = \frac{-8}{2} = -4 \text{ m/s}^2.$$

O espaço percorrido é:

$$\Delta S_3 = \frac{2 \times 8}{2} = 8 \text{ m}.$$

Resposta da questão 11: [A]

Nos intervalos de tempo em que a velocidade escalar é constante (1 s a 2 s; 3 s a 4 s e 5 s a 6 s) a aceleração escalar é nula. Nos intervalos 0 a 1 s; 2 s a 3 s; 4 s a 5 s e 6 s a 7 s, a velocidade varia linearmente com o tempo, sendo, então, a aceleração escalar constante.

Podemos, então, fazer $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$. Assim:

De 0 a 1 s: $a = \frac{1-0}{1-0} = 1 \text{ m/s}^2$;

De 2 s a 3 s: $a = \frac{4-1}{3-2} = 3 \text{ m/s}^2$;

De 4 s a 5 s: $a = \frac{-1-4}{5-4} = -5 \text{ m/s}^2$;

De 6 s a 7 s: $a = \frac{0-(-1)}{7-6} = 1 \text{ m/s}^2$.

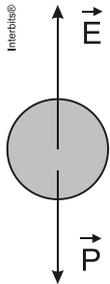
Resposta da questão 12: [D]

Pelo gráfico, percebe-se que o motorista imprudente é o condutor do veículo A, que recebe acelerações e desacelerações mais bruscas.

$$\text{De } 10 \text{ s a } 20 \text{ s: } |a_{(I)}| = \frac{30-10}{20-10} = \frac{20}{10} \Rightarrow |a_{(I)}| = 2,0 \text{ m/s}^2.$$

$$\text{De } 30 \text{ s a } 40 \text{ s: } a_{(II)} = \left| \frac{0-30}{40-30} \right| = \left| \frac{-30}{10} \right| \Rightarrow a_{(II)} = 3,0 \text{ m/s}^2.$$

Resposta da questão 13: [D]



Durante a subida, agem na bolha o empuxo (\vec{E}) e o peso (\vec{P}), uma vez que as forças resistivas são desprezíveis. Se, conforme supõe o enunciado, as bolhas têm o mesmo tamanho (ou mesmo volume) e a mesma quantidade de gás, o empuxo e o peso são constantes.

Se uma bolha sobe em movimento acelerado, então $E > P$.

Aplicando o princípio fundamental da dinâmica:

$$F_{\text{res}} = E - P = m a.$$

Se E e P são constantes, a resultante é constante, logo a aceleração também é constante. Isso significa que o movimento é uniformemente acelerado. Como a bolha parte do repouso, a velocidade inicial é nula, portanto a função horária da velocidade é:

$v = at$. O gráfico da velocidade em função do tempo é uma reta, o que nos leva ao gráfico VI.

A função horária do espaço (S) para um movimento uniformemente variado, a partir do repouso, supondo posição inicial nula é:

$S = \frac{1}{2} a t^2$. O gráfico correspondente é um arco de parábola que passa pela origem, o que nos remete ao gráfico II.

Resposta da questão 14: [B]

Como o gráfico da velocidade em função do tempo é uma reta, trata-se de movimento uniformemente variado. Desses gráficos podemos tirar que:

$$S_0 = 0; v_0 = 10 \text{ m/s}.$$

Podemos ainda concluir que no instante $t = 2 \text{ s}$ a velocidade se anula ($v = 0$), ou seja, o móvel inverte o sentido de seu movimento, uma vez que a trajetória é retilínea.

Calculando o espaço percorrido de 0 a 2 s pela "área" no primeiro gráfico:

$$\Delta S = \frac{2 \times 10}{2} = 10 \text{ m}.$$

Mas:

$$\Delta S = S - S_0 \Rightarrow 10 = S - 20 \Rightarrow S = 30 \text{ m}.$$

Resposta da questão 15: [C]

O enunciado manda considerar o movimento uniformemente variado, no caso retardado. Ora, a função horária da velocidade para o MUV é: $v = v_0 + a t$. Sendo uma função do 1º grau, o gráfico é uma reta decrescente, pois o módulo da velocidade está diminuindo.