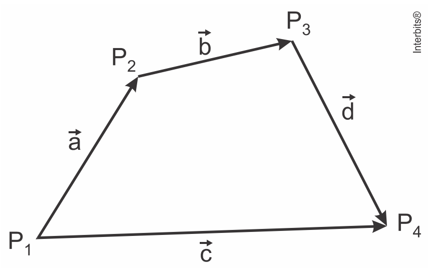
1. Sobre uma mesa sem atrito, um objeto sofre a ação de duas forças $F_1 = 9\,\text{N}$ e $F_2 = 15\,\text{N}$, que estão dispostas de modo a formar entre si um ângulo de $120°$. A intensidade da força resultante, em newtons, será de:
a) $3\sqrt{24}$
b) $3\sqrt{19}$
c) $\sqrt{306}$
d) $\sqrt{24}$

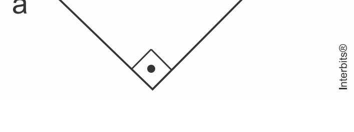
2. Dois navios da Marinha de Guerra, as Fragatas Independência e Rademaker, encontram-se próximos a um farol. A Fragata Independência segue em direção ao norte com velocidade $15\sqrt{2}$ nós e a Fragata Rademaker, em direção ao nordeste com velocidade de 20 nós. Considere que ambas as velocidades foram medidas em relação ao farol. Se na região há uma corrente marítima de $2{,}0$ nós no sentido norte-sul, qual o módulo da velocidade relativa da Fragata Independência, em nós, em relação à Fragata Rademaker?
a) $10{,}0$
b) $12{,}3$
c) $13{,}7$
d) $15{,}8$
e) $16{,}7$

3. Uma partícula move-se do ponto P_1 ao P_4 em três deslocamentos vetoriais sucessivos $\vec{a}, \vec{b}$ e $\vec{d}$. Então o vetor de deslocamento $\vec{d}$ é:



a) $\vec{c} - (\vec{a} + \vec{b})$
b) $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c}$
c) $(\vec{a} + \vec{c}) - \vec{b}$
d) $\vec{a} - \vec{b} + \vec{c}$
e) $\vec{c} - \vec{a} + \vec{b}$

4. Duas grandezas vetoriais ortogonais, $\vec{a}$ e $\vec{b}$ de mesmas dimensões possuem seus módulos dados pelas relações $a = Av$ e $b = Bv$, onde A e B têm dimensões de massa, e v, dimensões de velocidade.



Então, o módulo do vetor resultante $\vec{a} + \vec{b}$ e suas dimensões em unidades do sistema internacional são:
a) $(A^2v^2 - B^2v^2)^{1/2}$ em kg/s^2

b) $(A^2v^2 + B^2v^2 - 2ABv^2 \cos 120°)^{1/2}$ em $N \cdot s / kg$

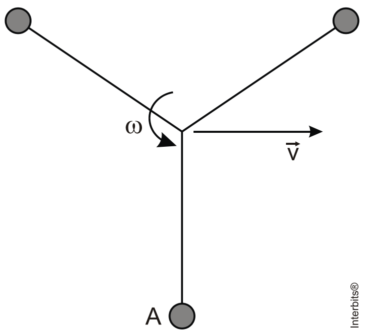
c) $(A^2v^2 + B^2v^2)^{1/2}$ em $N \cdot s$

d) $(A^2v^2 - B^2v^2 + 2ABv^2 \cos 270°)^{1/2}$ em $kg \cdot m / s^2$

e) $(A^2v^2 - B^2V^2)^{1/2}$ em $kg \cdot m / s$

5. Considere um relógio com mostrador circular de $10\ cm$ de raio e cujo ponteiro dos minutos tem comprimento igual ao raio do mostrador. Considere esse ponteiro como um vetor de origem no centro do relógio e direção variável.
O módulo da soma vetorial dos três vetores determinados pela posição desse ponteiro quando o relógio marca exatamente 12 horas, 12 horas e trinta minutos e, por fim, 12 horas e 40 minutos é, em cm, igual a:
a) 30
b) $10\left(1+\sqrt{3}\right)$
c) 20
d) 10

6. Boleadeira é o nome de um aparato composto por três esferas unidas por três cordas inextensíveis e de mesmo comprimento, presas entre si por uma das pontas. O comprimento de cada corda é 0,5 m e o conjunto é colocado em movimento circular uniforme, na horizontal, com velocidade angular ω de 6 rad/s, em disposição simétrica, conforme figura.



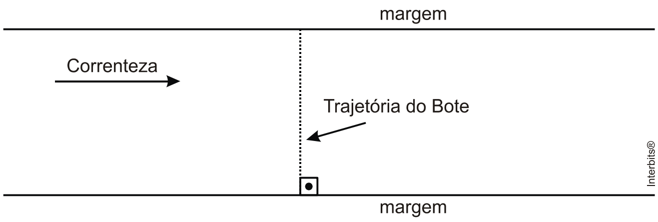
Desprezando-se a resistência imposta pelo ar e considerando que o conjunto seja lançado com velocidade $\vec{V}$ (do ponto de junção das cordas em relação ao solo) de módulo 4 m/s, pode-se afirmar que o módulo da velocidade resultante da esfera A no momento indicado na figura, também em relação ao solo, é, em m/s:
a) 3.
b) 4.
c) 5.
d) 6.
e) 7.

7. Um avião, após deslocar-se 120 km para nordeste (NE), desloca-se 160 km para sudeste (SE). Sendo um quarto de hora, o tempo total dessa viagem, o módulo da velocidade vetorial média do avião, nesse tempo, foi de:
a) 320 km/h
b) 480 km/h
c) 540 km/h
d) 640 km/h
e) 800 km/h

8. Considere um móvel que percorre a metade de uma pista circular de raio igual a 10,0m em 10,0s. Adotando-se $\sqrt{2}$ como sendo 1,4 e π igual a 3, pode-se inferir que:
a) O espaço percorrido pelo móvel é igual a 60,0m.
b) O deslocamento vetorial do móvel tem módulo igual a 10,0m.

c) A velocidade vetorial média do móvel tem módulo igual a 2,0m/s.
d) O módulo da velocidade escalar média do móvel é igual a 1,5m/s.
e) A velocidade vetorial média e a velocidade escalar média do móvel têm a mesma intensidade.

9. Um bote de assalto deve atravessar um rio de largura igual a 800m, numa trajetória perpendicular à sua margem, num intervalo de tempo de 1 minuto e 40 segundos, com velocidade constante.
Considerando o bote como uma partícula, desprezando a resistência do ar e sendo constante e igual a 6 m/s a velocidade da correnteza do rio em relação à sua margem, o módulo da velocidade do bote em relação à água do rio deverá ser de:



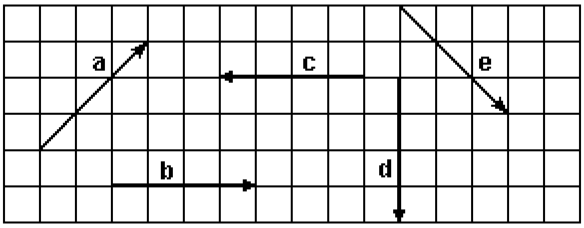
Desenho Ilustrativo

a) 4 m/s
b) 6 m/s
c) 8 m/s
d) 10 m/s
e) 14 m/s

10. Um corpo move-se no plano XY, sendo as coordenadas de sua posição dadas pelas funções $x(t) = 3t$ e $y(t) = t^3 - 12t$, em centímetros, com t em segundos. O módulo do deslocamento entre os instantes t = 0 e t = 4 segundos, em centímetros, é:
a) 4.
b) 20.
c) 38.
d) 48.

11. Uma partícula puntiforme tem, em certo instante t, a velocidade, em m/s, dada por v_0 = 1,0 i - 2,0 j + 5,0 k. Dois segundos depois, sua velocidade, em m/s, é dada por v_2 = 4,0 i - 2,0 j + 1,0 k. No intervalo de tempo considerado, o módulo da aceleração média, em m/s^2, é:
a) 25,0
b) 5,0
c) 1,0
d) 2,5

12. Dados os vetores "a", "b", "c", "d" e "e" a seguir representados, obtenha o módulo do vetor soma: R = a + b + c + d + e:

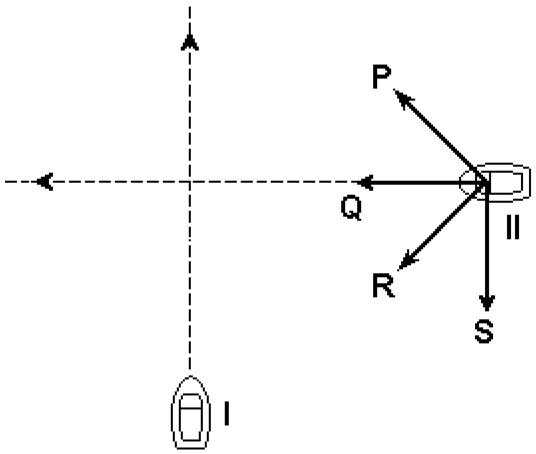


a) zero

b) $\sqrt{20}$
c) 1
d) 2
e) $\sqrt{52}$

13. Os ponteiros de hora e minuto de um relógio suíço têm, respectivamente, 1 cm e 2 cm. Supondo que cada ponteiro do relógio é um vetor que sai do centro do relógio e aponta na direção dos números na extremidade do relógio, determine o vetor resultante da soma dos dois vetores correspondentes aos ponteiros de hora e minuto quando o relógio marca 6 horas.
a) O vetor tem módulo 1 cm e aponta na direção do número 12 do relógio.
b) O vetor tem módulo 2 cm e aponta na direção do número 12 do relógio.
c) O vetor tem módulo 1 cm e aponta na direção do número 6 do relógio.
d) O vetor tem módulo 2 cm e aponta na direção do número 6 do relógio.
e) O vetor tem módulo 1,5 cm e aponta na direção do número 6 do relógio.

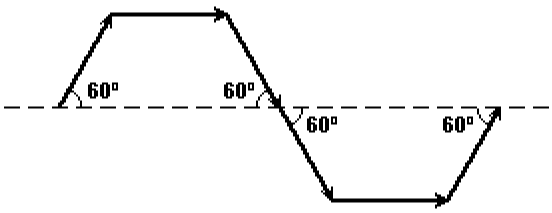
14. Dois barcos - I e II - movem-se, em um lago, com velocidade constante, de mesmo módulo, como representado na figura:



Em relação à água, a direção do movimento do barco I é perpendicular à do barco II e as linhas tracejadas indicam o sentido do deslocamento dos barcos.
Considerando-se essas informações, pode-se concluir que a velocidade do barco II, medida por uma pessoa que está no barco I, é mais bem representada pelo vetor:
a) P.
b) Q.
c) R.
d) S.

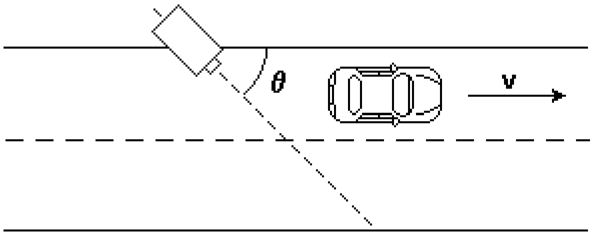
15. Um carro move-se com velocidade constante de 60 km/h. Começa a chover e o motorista observa que as gotas de água da chuva caem formando um ângulo de 30° com a vertical. Considerando que, em relação à Terra, as gotas caem verticalmente, qual a velocidade em que as gotas de água caem em relação ao carro?
a) $30\sqrt{3}$ km/h.
b) 60 km/h.
c) 120 km/h.
d) 30 km/h.
e) nenhuma das respostas anteriores.

16. Uma partícula desloca-se sobre a trajetória formada pelas setas que possuem o mesmo comprimento L. A razão entre a velocidade escalar média e a velocidade vetorial média é:



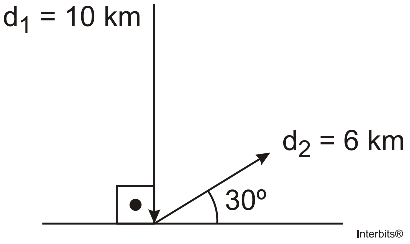
a) $\frac{1}{3}$
b) $\frac{2}{3}$
c) 1
d) $\frac{3}{2}$
e) 2

17. Pardal é a denominação popular do dispositivo óptico-eletrônico utilizado para fotografar veículos que superam um determinado limite estabelecido de velocidade V.
Em um trecho retilíneo de uma estrada, um pardal é colocado formando um ângulo θ com a direção da velocidade do carro, como indica a figura a seguir.



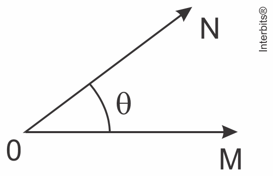
Suponha que o pardal tenha sido calibrado para registrar velocidades superiores a V, quando o ângulo $\theta = 0^{\circ}$. A velocidade v do veículo, que acarretará o registro da infração pelo pardal, com relação à velocidade padrão V, será de:
a) V sen θ.
b) V cos θ.
c) $\frac{V}{\text{sen}\theta}$.
d) $\frac{V}{\cos\theta}$.

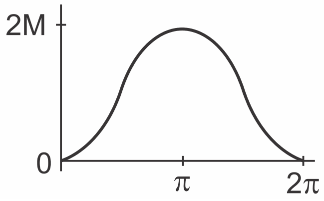
18. Um caminhoneiro efetuou duas entregas de mercadorias e, para isso, seguiu o itinerário indicado pelos vetores deslocamentos d_1 e d_2 ilustrados na figura.

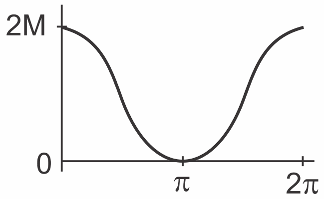


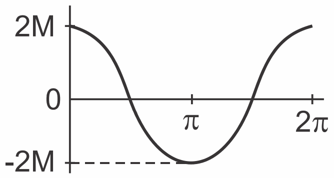
Para a primeira entrega, ele deslocou-se 10 km e para a segunda entrega, percorreu uma distância de 6 km. Ao final da segunda entrega, a distância a que o caminhoneiro se encontra do ponto de partida é:
a) 4 km.
b) 8 km.
c) $2\sqrt{19}$ km.
d) $8\sqrt{3}$ km.
e) 16 km.

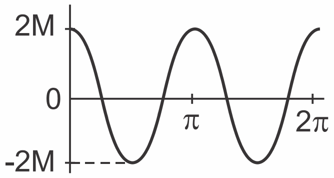
19. M e N são vetores de módulos iguais $(|M|=|N|=M)$. O vetor M é fixo e o vetor N pode girar em torno do ponto O (veja figura) no plano formado por M e N. Sendo $R=M+N$, indique, entre os gráficos a seguir, aquele que pode representar a variação de $|R|$ como função do ângulo θ entre M e N.

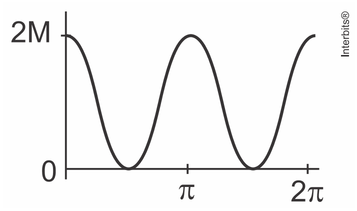


a)


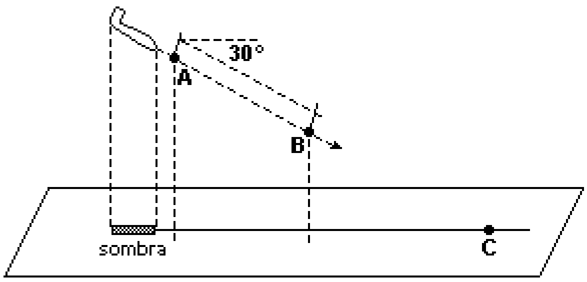
b)


c)


d)


e) 

20. A figura representa um avião, que mergulha fazendo um ângulo de 30˚ com a horizontal, seguindo uma trajetória retilínea entre os pontos A e B. No solo, considerado como plano horizontal, está representada a sombra da aeronave, projetada verticalmente, e um ponto de referência C. Considerando as afirmativas que se referem ao movimento da aeronave no trecho AB, pode-se inferir que:



a) A velocidade do avião em relação ao ponto C é maior que a velocidade de sua sombra, projetada no solo, em relação ao mesmo ponto.
b) A velocidade do avião é nula em relação à sua sombra projetada no solo.
c) A velocidade do avião em relação ao ponto C é igual à velocidade de sua sombra, projetada no solo em relação ao mesmo ponto.
d) A velocidade do avião em relação à sua sombra projetada no solo é maior que a velocidade de sua sombra em relação ao ponto C.
e) A velocidade da sombra em relação ao ponto C independe da velocidade do avião.

Gabarito:

Resposta da questão 1:
[B]

Utilizando a lei dos cossenos, temos:

$$F_r^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos\theta$$
$$F_r^2 = 9^2 + 15^2 + 2 \cdot 9 \cdot 15 \cdot \cos 120$$
$$F_r^2 = 81 + 225 + 270 \cdot \cos 120$$
$$F_r^2 = 81 + 225 + 270 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right)$$
$$F_r = \sqrt{171} \Rightarrow F_r = \sqrt{9 \cdot 19} \Rightarrow F_r = 3\sqrt{19}\ \text{N}$$

Resposta da questão 2:
[D]

Velocidade da Fragata Independência (em nós):

$$\vec{V}_I = (15\sqrt{2} - 2)\,\hat{y}$$

Velocidade da Fragata Rademaker (em nós):

Em x: $20\cos 45°\,\hat{x} = 10\sqrt{2}\,\hat{x}$

Em y: $(20\,\text{sen}\,45° - 2)\,\hat{y} = (10\sqrt{2} - 2)\,\hat{y}$

Logo: $\vec{V}_R = 10\sqrt{2}\,\hat{x} + (10\sqrt{2} - 2)\,\hat{y}$

Velocidade relativa da Fragata Independência em relação à Fragata Rademaker (em nós):

$$\vec{V} = \vec{V}_I - \vec{V}_R$$
$$\vec{V} = (15\sqrt{2} - 2)\,\hat{y} - [10\sqrt{2}\,\hat{x} + (10\sqrt{2} - 2)\,\hat{y}]$$
$$\vec{V} = -10\sqrt{2}\,\hat{x} + 5\sqrt{2}\,\hat{y}$$

Portanto, o módulo desta velocidade é:

$$\left|\vec{V}\right| = \sqrt{\left(-10\sqrt{2}\right)^2 + \left(5\sqrt{2}\right)^2} = \sqrt{100 \cdot 2 + 25 \cdot 2} = \sqrt{250}$$
$$\therefore \left|\vec{V}\right| = 15{,}8\ \text{nós}$$

Resposta da questão 3:
[A]

Aqui temos uma soma vetorial em que para determinarmos o vetor resultante, utilizamos a regra do polígono da seguinte forma:

$$\vec{a} + \vec{b} + \vec{d} = \vec{c}$$

Logo, isolando o vetor $\vec{d}$ da equação, temos a resposta:

$$\vec{d} = \vec{c} - \left(\vec{a} + \vec{b}\right)$$

Resposta da questão 4:
[C]

O módulo do vetor resultante da soma $\vec{a} + \vec{b}$ é dado por:

$$R = \sqrt{a^2 + b^2}$$

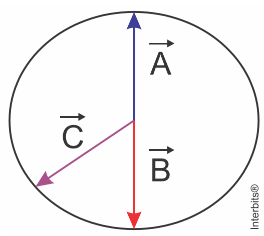
$$R = \sqrt{(A \cdot v)^2 + (B \cdot v)^2} = \sqrt{A^2v^2 + B^2v^2} = \left(A^2v^2 + B^2v^2\right)^{1/2}$$

Análise dimensional:

$$R = \sqrt{\left(kg \cdot \frac{m}{s}\right)^2 + \left(kg \cdot \frac{m}{s}\right)^2} = \sqrt{kg^2 \frac{m^2}{s} + kg^2 \frac{m^2}{s}} = \left(kg^2 \frac{m^2}{s}\right)^{1/2} = kg \cdot \frac{m}{s} = N \cdot s$$

Resposta da questão 5:
[D]

Somando vetorialmente os três vetores resulta nele mesmo, pois os vetores de 12 horas e 12 horas e trinta minutos se anulam mutuamente na soma, restando apenas o último de 12 horas e quarenta minutos cujo módulo é de 10 cm.



$$\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} = \vec{C}$$

Resposta da questão 6:
[E]

A questão proposta trata-se da composição de dois tipos de movimento: o translacional e o rotacional. Analisando inicialmente exclusivamente o movimento rotacional, a velocidade da esfera A é dada por:

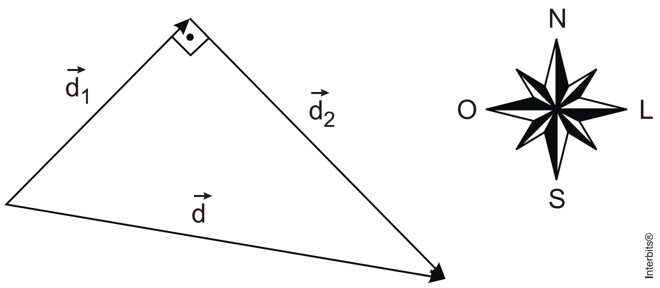
$$v_A = \omega_A . R$$
$$v_A = 6.0,5 = 3 m/s$$

Analisando agora os dois movimentos simultaneamente, notamos que, devido à velocidade de translação da boleadeira ser de 4 m/s, a velocidade resultante é dada por:

$$v_R = v_A + |\vec{v}|$$
$$v_R = 3 + 4$$
$$\therefore \boxed{v_R = 7 m/s}$$

Resposta da questão 7:
[E]

Dados: d_1 = 120 km; d_2 = 160 km; Δt =1/4 h.
A figura ilustra os dois deslocamentos e o deslocamento resultante.



Aplicando Pitágoras:

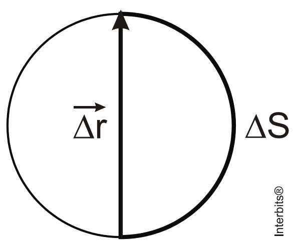
$$d^2 = d_1^2 + d_2^2 \Rightarrow d^2 = 120^2 + 160^2 = 14.400 + 25.600 = 40.000 \Rightarrow d = \sqrt{40.000} \Rightarrow$$
$$d = 200 \text{ km}.$$

O módulo da velocidade vetorial média é:

$$|\vec{v}_m| = \frac{|\vec{d}|}{\Delta t} = \frac{200}{1/4} \Rightarrow 200(4) \Rightarrow$$
$$|\vec{v}_m| = 800 \text{ km/h}.$$

Resposta da questão 8:
[C]

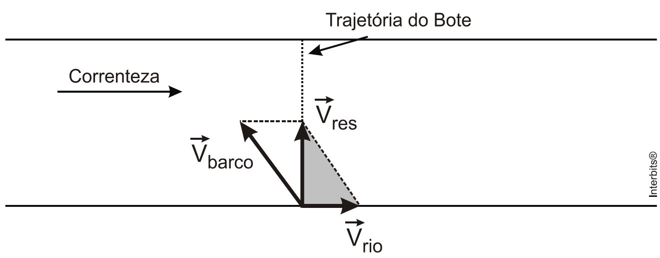
A figura mostra os deslocamentos escalar e vetorial em meia volta.



$$\Delta S = \pi R = 30\text{m} \rightarrow V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{30}{10} = 3{,}0\text{m/s}$$
$$|\vec{\Delta r}| = 2R = 20\text{m} \rightarrow |\vec{V}_m| = \frac{|\vec{\Delta r}|}{\Delta t} = \frac{20}{10} = 2{,}0\text{m/s}$$

Resposta da questão 9:
[D]

A figura mostra as velocidades do barco em relação ao rio, do rio em relação à margem e a resultante das duas.



$$V_{Resultante} = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{800}{100} = 8{,}0 m/s$$

Aplicando Pitágoras ao triângulo sombreado, vem:

$$V_B^2 = 8^2 + 6^2 = 100 \rightarrow V_B = 10 m/s$$

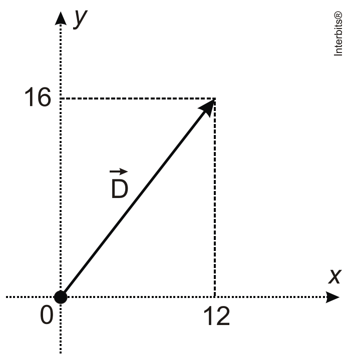
Resposta da questão 10:
[B]

Calculemos os pares ordenados para esses dois instantes:

$$x(t) = 3t \quad \begin{cases} x(0) = 0; \\ x(4) = 3(4) = 12 \text{ cm.} \end{cases}$$

$$y(t) = t^3 - 12t \quad \begin{cases} y(0) = 0; \\ y(4) = (4)^3 - 12(4) = 64 - 48 = 16 \text{ cm.} \end{cases}$$

O sistema cartesiano abaixo representa esses pares e o vetor deslocamento entre esses instantes.



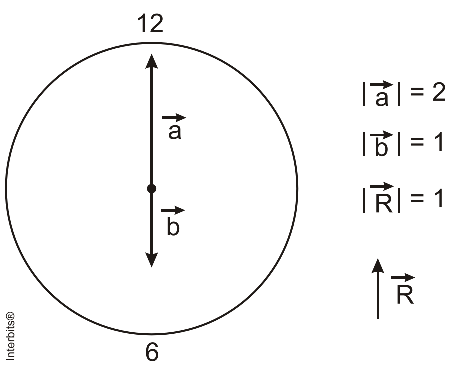
Da figura:

$$D^2 = 12^2 + 16^2 = 144 + 256 = 400 \quad \Rightarrow \quad D = 20 \text{ cm.}$$

Resposta da questão 11:
[D]

Resposta da questão 12:
[E]

Resposta da questão 13:
[A]



Resposta da questão 14:
[C]

Resposta da questão 15:
[C]

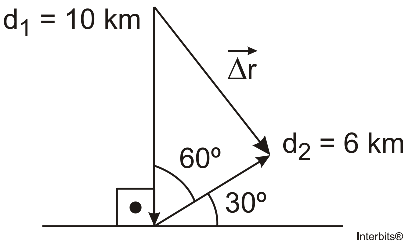
Resposta da questão 16:
[B]

$$\frac{V_m}{\left|\vec{V}_m\right|} = \frac{6L/T}{4L/T} \Rightarrow \frac{V_m}{\left|\vec{V}_m\right|} = \frac{3}{2}$$

Resposta da questão 17:
[D]

Resposta da questão 18:
[C]

A figura mostra o deslocamento vetorial do caminhão.



Uma forma imediata de solucionar a questão é utilizar a Lei dos Cossenos.

$$\left|\overrightarrow{\Delta r}\right|^2 = 10^2 + 6^2 - 2 \times 10 \times 6 \times \cos 60 = 100 + 36 - 60 = 76$$

$$\left|\overrightarrow{\Delta r}\right| = 2\sqrt{19}\text{km}$$

Resposta da questão 19:
[B]

Resposta da questão 20:
[A]