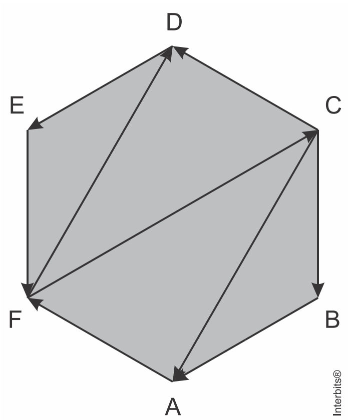
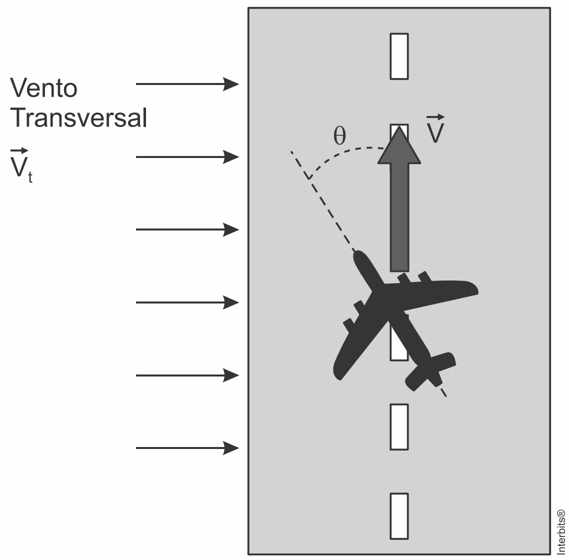
1. Sobre uma mesa sem atrito, um objeto sofre a ação de duas forças $F_1 = 9\,\text{N}$ e $F_2 = 15\,\text{N}$, que estão dispostas de modo a formar entre si um ângulo de $120°$. A intensidade da força resultante, em newtons, será de:
a) $3\sqrt{24}$
b) $3\sqrt{19}$
c) $\sqrt{306}$
d) $\sqrt{24}$

2. Um robô no formato de pequeno veículo autônomo foi montado durante as aulas de robótica, em uma escola. O objetivo do robô é conseguir completar a trajetória de um hexágono regular ABCDEF, saindo do vértice A e atingindo o vértice F, passando por todos os vértices sem usar a marcha ré. Para que a equipe de estudantes seja aprovada, eles devem responder duas perguntas do seu professor de física, e o robô deve utilizar as direções de movimento mostradas na figura a seguir:



Suponha que você é um participante dessa equipe. As perguntas do professor foram as seguintes:
I. É possível fazer a trajetória completa sempre seguindo as direções indicadas?
II. Qual segmento identifica o deslocamento resultante desse robô?
Responda às perguntas e assinale a alternativa CORRETA.
a) I – Não; II - AF
b) I – Não; II - CB
c) I – Não; II - Nulo
d) I – Sim; II - FC
e) I – Sim; II - AF

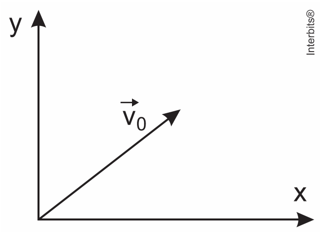
3. Em determinadas situações, os pilotos de aviões ficam sujeitos a condições desfavoráveis de vento durante o processo de aterrissagem. A fotografia mostra um avião se aproximando da pista de pouso enquanto tem que enfrentar um forte vento lateral. Para compensar o vento, o piloto tem que aproximar o avião da pista obliquamente em relação à direção da pista, de modo que o avião possa prosseguir paralelamente a ela. Suponha uma situação similar, na qual, durante a aproximação da pista de pouso, um piloto mantém um ângulo de $30°$ entre o eixo longitudinal do avião e a direção da pista, conforme esquematizado na figura. Se o módulo da velocidade resultante do avião for $v = 80\,\text{km/h}$, qual é o módulo da velocidade do vento transversal (V_t)?



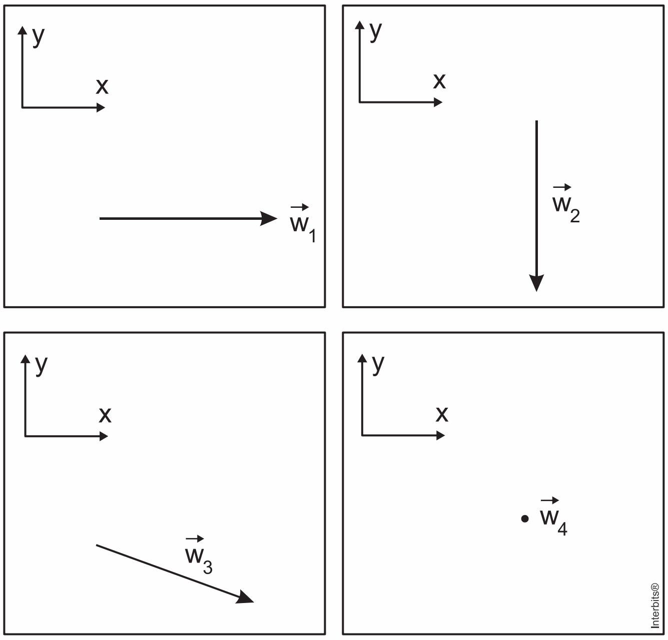
a) $30\,\text{km/h}$.
b) $40\,\text{km/h}$.
c) $46\,\text{km/h}$.
d) $55\,\text{km/h}$.
e) $69\,\text{km/h}$.

4. Um jogador de futebol chuta uma bola sem provocar nela qualquer efeito de rotação. A resistência do ar é praticamente desprezível, e a trajetória da bola é uma parábola. Traça-se um sistema de eixos coordenados, com um eixo x horizontal e paralelo ao chão do campo de futebol, e um eixo y vertical com sentido positivo para cima.

Na Figura a seguir, o vetor $\overrightarrow{v_0}$ indica a velocidade com que a bola é lançada (velocidade inicial logo após o chute).



Abaixo estão indicados quatro vetores $\overrightarrow{w_1}$, $\overrightarrow{w_2}$, $\overrightarrow{w_3}$ e $\overrightarrow{w_4}$, sendo $\overrightarrow{w_4}$ o vetor nulo.



Os vetores que descrevem adequada e respectivamente a velocidade e a aceleração da bola no ponto mais alto de sua trajetória são:

a) $\overrightarrow{w_1}$ e $\overrightarrow{w_4}$
b) $\overrightarrow{w_4}$ e $\overrightarrow{w_4}$
c) $\overrightarrow{w_1}$ e $\overrightarrow{w_3}$
d) $\overrightarrow{w_1}$ e $\overrightarrow{w_2}$
e) $\overrightarrow{w_4}$ e $\overrightarrow{w_3}$

5. Considere um relógio com mostrador circular de $10\,\text{cm}$ 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 $\text{cm},$ igual a:

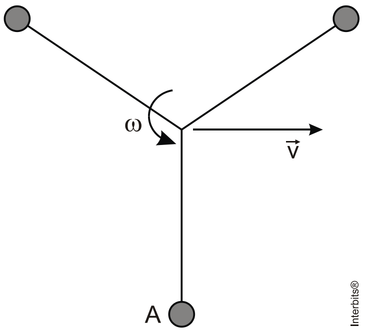
a) 30
b) $10\left(1+\sqrt{3}\right)$
c) 20
d) 10

6. Um relógio de sol simplificado consiste em uma haste vertical exposta ao sol. Considere que ela seja fixada ao solo em algum local na linha do equador e que seja um período do ano em que ao meio dia o sol fique posicionado exatamente sobre a haste. O tamanho da sombra da haste pode ser relacionado à hora do dia. É correto afirmar que o comprimento da sombra às 9h (C_{9h}) e às 15h (C_{15h}) é tal que a razão C_{15h}/C_{9h} é igual a:

a) $\dfrac{5}{3}.$
b) $\dfrac{3}{5}.$
c) $\dfrac{1}{2}.$
d) $1.$

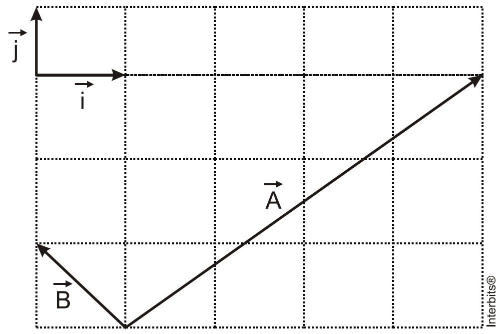
7. Considere um pêndulo construído com uma esfera de $1\,kg$ presa ao teto por um fio inextensível, completamente flexível e com massa desprezível. Note que essa massa se desloca dentro de um fluido, o ar, que exerce na esfera uma força de arrasto em sentido oposto ao seu vetor velocidade. De modo simplificado, a força de arrasto na esfera pode ser descrita como $\vec{F} = -b\vec{V}$, onde $\vec{V}$ é o vetor velocidade da massa e b uma constante positiva. Assim, é correto afirmar que no ponto mais baixo da trajetória a força de arrasto é:
a) vertical e tem maior módulo.
b) horizontal e tem menor módulo.
c) horizontal e tem maior módulo.
d) vertical e tem menor módulo.

8. 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.

9. Qual o cosseno do ângulo formado pelos vetores $\vec{A} = 4.\vec{i} + 3.\vec{j}$ e $\vec{B} = -1.i + 1.\vec{j}$, em que $\vec{i}$ e $\vec{j}$ são vetores unitários?

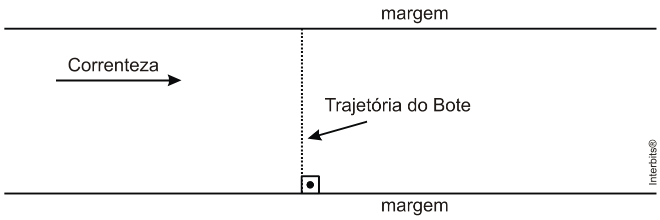


a) $\frac{-\sqrt{2}}{10}$

b) $\frac{-\sqrt{10}}{2}$
c) $\frac{\sqrt{2}}{10}$
d) $\frac{\sqrt{10}}{2}$
e) 0

10. 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

11. 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

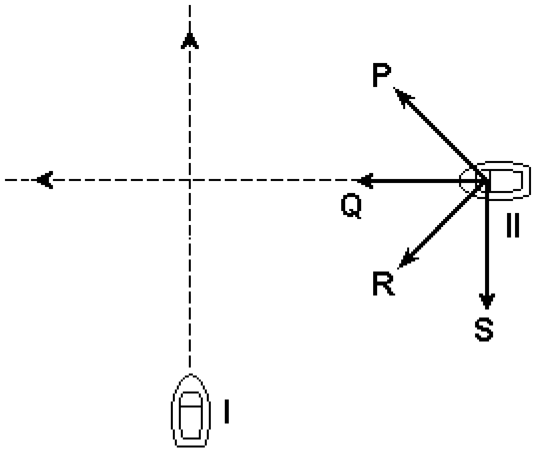
a) 4 m/s
b) 6 m/s
c) 8 m/s
d) 10 m/s
e) 14 m/s

12. De dentro de um automóvel em movimento retilíneo uniforme, numa estrada horizontal, um estudante olha pela janela lateral e observa a chuva caindo, fazendo um ângulo (θ) com a direção vertical, com sen(θ) = 0,8 e cos (θ) = 0,6.
Para uma pessoa parada na estrada, a chuva cai verticalmente, com velocidade constante de módulo v. Se o velocímetro do automóvel marca 80,0 km/h, pode-se concluir que o valor de v é igual a:
a) 48,0 km/h
b) 60,0 km/h
c) 64,0 km/h
d) 80,0 km/h
e) 106,7 km/h

13. 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.

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

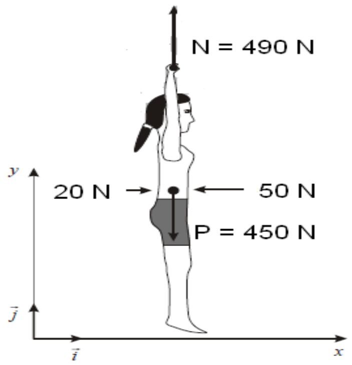


Em relação à água, a direção do movimento do barco I é perpendicular à do barco II e as linhas tracejadas indicam o sentido do deslocamento dos barcos.
Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que a velocidade do barco II, medida por uma pessoa que está no barco I, é mais bem representada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

15. Dois corpos, A e B, de massas m_A = 3 kg e m_B = 2 kg, respectivamente, deslocam-se sem atrito sobre um plano horizontal. Inicialmente, seus vetores velocidade são v_A = 3i + 2j e v_B = -2i + 3j, onde i e j são, respectivamente, os vetores unitários, nas direções x e y, de um sistema cartesiano sobre o plano. Os valores das componentes são dados em m/s. Em um dado instante, os corpos colidem e o corpo A tem sua velocidade alterada para v'_A = i + 3j.
Nessas circunstâncias, o novo vetor velocidade do corpo B é:
a) v'_B = 1,5i + 2j
b) v'_B = i + 2j
c) v'_B = 2i + 1,5j
d) v'_B = i + 1,5j
e) v'_B = 1,5i - 2j

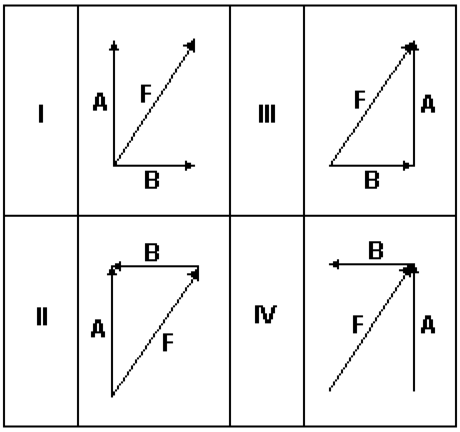
16. Uma partícula puntiforme tem, em certo instante t, a velocidade, em m/s, dada por v_0 = 1,0 i - 2,0 j + 5,0 k. Dois segundos depois, sua velocidade, em m/s, é dada por v_2 = 4,0 i - 2,0 j + 1,0 k. No intervalo de tempo considerado, o módulo da aceleração média, em m/s^2, é:
a) 25,0
b) 5,0
c) 1,0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

17. Chiquita treina barra fixa no Ginásio Municipal Machadinho. Em um de seus treinos, ela corre, salta e segura a barra, enquanto o treinador diminui o balanço de Chiquita exercendo forças na cintura da atleta. A figura abaixo representa o exato momento em que quatro forças atuam sobre Chiquita: duas horizontais, aplicadas pelo treinador, de 20 N e 50 N; e duas verticais, o peso e a reação normal da barra, de 450 N e 490 N. Também está indicado na figura o sistema coordenado de eixos cartesianos, x e y, em relação ao qual se pode expressar cada uma das forças que atua sobre Chiquita, em que i e j são vetores unitários (versores) na direção e no sentido dos respectivos eixos. A força resultante que atua sobre Chiquita no referido momento é: (as representações das forças por setas não estão em escala)



a) (30.i - 40.j) N
b) (- 30.i + 40.j) N
c) (30.i + 40.j) N
d) (- 30.i - 40.j) N

18. Considere os vetores A, B e F, nos diagramas numerados de I a IV.



Os diagramas que, corretamente, representam a relação vetorial F = A - B são apenas:
a) I e III
b) II e IV
c) II e III
d) III e IV
e) I e IV

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:
[E]

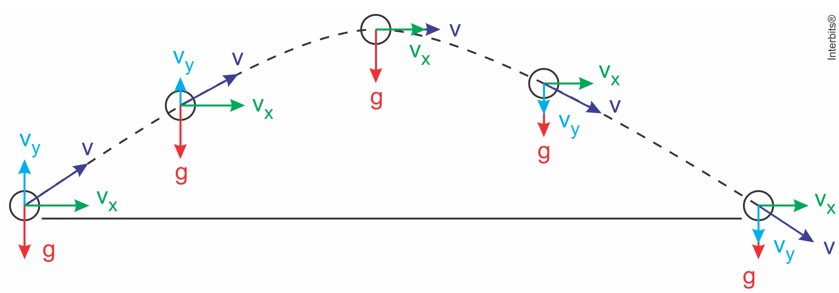
[I] Sim. Por exemplo, duas possibilidades de caminho começando por A e terminando em F: $AFDEFCBAF$ ou $AFCBACDEF$.
[II] O deslocamento é dado pelo vetor AF.

Resposta da questão 3:
[C]

tg 30º = Vt/V → √3/3 = Vt/80 → Vt = 46 km/h

Resposta da questão 4:
[D]

No lançamento oblíquo com ausência de atrito com o ar, podemos dividir o movimento nos eixos vertical e horizontal, usando as componentes da velocidade nestes eixos $\left(\vec{v}_x \text{ e } \vec{v}_y\right)$, conforme a figura abaixo:



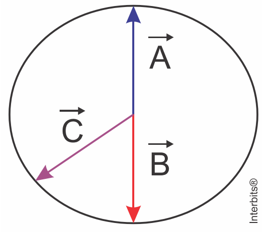
Assim, temos no eixo vertical um movimento de lançamento vertical em que a aceleração é dada pela gravidade local e no eixo horizontal um movimento retilíneo uniforme em que a velocidade em x é sempre constante.

Observa-se que no ponto mais alto da trajetória a velocidade em y é nula e a velocidade horizontal representa a velocidade da bola neste ponto, enquanto que a aceleração é a mesma em todos os pontos do movimento, sendo constante e apontando para baixo.

Logo, a alternativa correta é letra [D].

Resposta da questão 5:
[D]

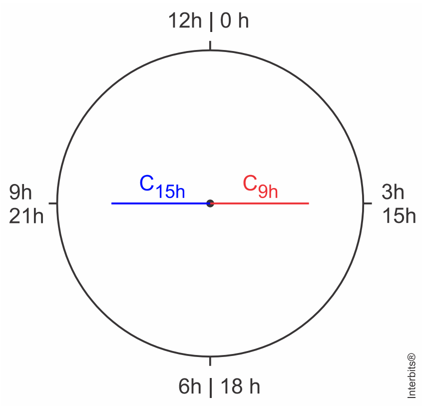
Somando vetorialmente os três vetores resulta nele mesmo, pois os vetores de 12 horas e 12 horas e trinta minutos se anulam mutuamente na soma, restando apenas o último de 12 horas e quarenta minutos cujo módulo é de $10\ \text{cm}$.



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

Resposta da questão 6:
[D]

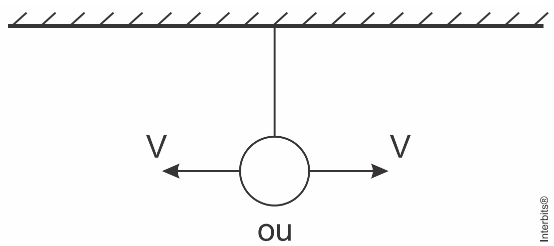
Como a posição entre as 9 horas (C_{9h}) e as 15 horas (C_{15h}) são extremos opostos, independentemente do tamanho da haste, elas serão do mesmo tamanho.



Assim,
$\frac{C_{15h}}{C_{9h}} = 1$

Resposta da questão 7:
[C]

No ponto mais baixo, a velocidade em um pêndulo assume seu maior valor.



Do enunciado, a força de arrasto é dada por:
$\vec{F} = -b \cdot \vec{V}$

Como b é uma constante, a força de arrasto tem a mesma direção da velocidade. Devido ao sinal negativo da equação, o sentido da força será contrário ao da velocidade.

Logo, a força $\vec{F}$ tem mesma direção e sentido contrário de $\vec{V}$. Como $\vec{V}$ no ponto mais baixo tem direção na horizontal, então $\vec{F}$ está na direção horizontal.

Resposta da questão 8:
[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:

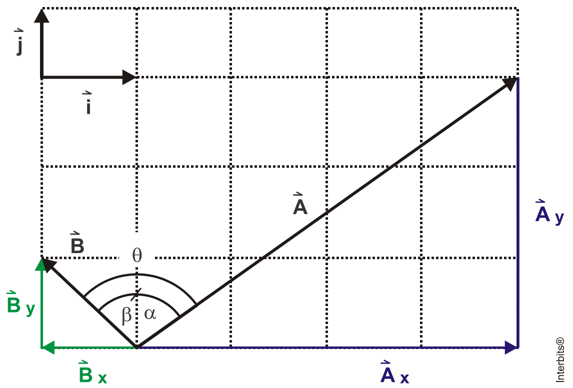
$$v_A = \omega_A . R$$
$$v_A = 6.0,5 = 3 m/s$$

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 9:
[A]

1ª Solução:



Na figura acima:

$\rightarrow$ $A_x = 4$; $A_y = 3$; $B_x = -1$; $B_y = 1$.

$$\rightarrow \begin{cases} A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \sqrt{(-1)^2 + 1^2} \Rightarrow A = \sqrt{2}. \\ B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} \Rightarrow B = \sqrt{25} \Rightarrow B = 5. \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \text{sen}\alpha = \cos\alpha = \dfrac{A_y}{A} = \dfrac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \text{sen}\alpha = \cos\alpha = \dfrac{\sqrt{2}}{2}. \\ \text{sen}\beta = \dfrac{B_x}{B} = \dfrac{4}{5}; \ \cos\beta = \dfrac{B_y}{B} = \dfrac{3}{5}. \end{cases}$$

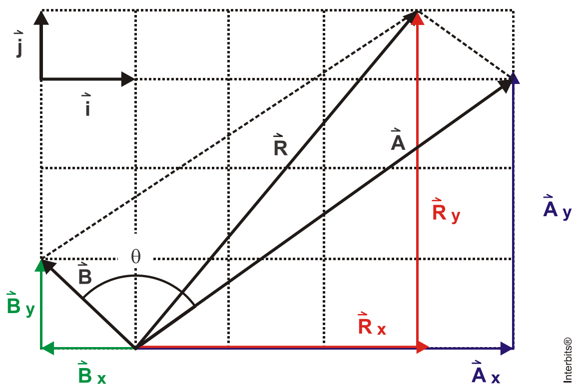
O ângulo entre os vetores $\vec{A}$ e $\vec{B}$ é θ. Mas:

$\theta = \alpha + \beta \Rightarrow$

$$\cos\theta = \cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cdot\cos\beta - \operatorname{sen}\alpha\cdot\operatorname{sen}\beta = \left(\frac{3}{5}\right)\cdot\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) - \left(\frac{4}{5}\right)\cdot\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) == \frac{3\sqrt{2}}{10} - \frac{4\sqrt{2}}{10} \Rightarrow$$

$$\cos\theta = \frac{-\sqrt{2}}{10}.$$

2ª Solução:
Aplicando a regra do Paralelogramo:



Na figura acima:

$\rightarrow$ $A_x = 4$; $A_y = 3$; $B_x = -1$; $B_y = 1$; $R_x = 3$; $R_y = 4$.

$$\rightarrow \begin{cases} A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \sqrt{(-1)^2 + 1^2} \quad \Rightarrow \quad A = \sqrt{2}. \\ B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} \quad \Rightarrow \quad B = \sqrt{25} \quad \Rightarrow \quad B = 5. \\ R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} \quad \Rightarrow \quad B = \sqrt{25} \quad \Rightarrow \quad R = 5. \end{cases}$$

Da lei dos cossenos:

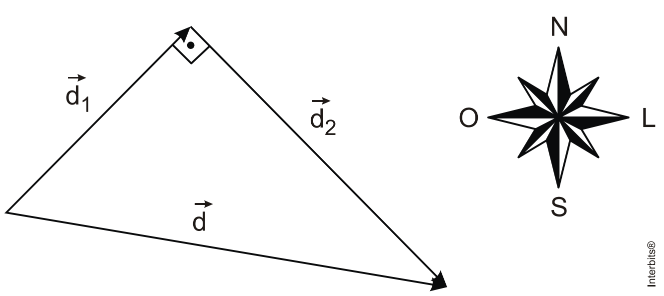
$$R^2 = A^2 + B^2 + 2\ A\ B\cos\theta \quad \Rightarrow \quad \cancel{5}^2 = \sqrt{2}^2 + \cancel{5}^2 + 2\left(\sqrt{2}\right)(5)\cos\theta \quad \Rightarrow$$

$$0 = 2 + 10\sqrt{2}\cos\theta \quad \Rightarrow \quad \cos\theta = -\frac{2}{10\sqrt{2}} \quad = \quad -\frac{2\sqrt{2}}{10(2)} \quad \Rightarrow$$

$$\cos\theta = \frac{-\sqrt{2}}{10}.$$

Resposta da questão 10:
[E]

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



Aplicando Pitágoras:

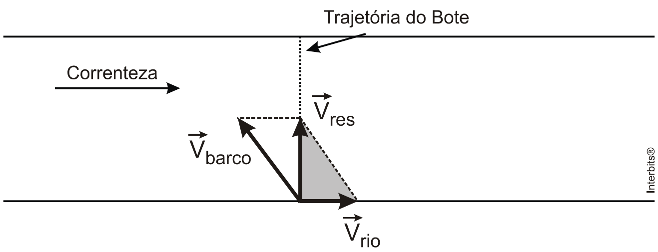
$d^2 = d_1^2 + d_2^2 \Rightarrow d^2 = 120^2 + 160^2 = 14.400 + 25.600 = 40.000 \Rightarrow d = \sqrt{40.000} \Rightarrow$
$d = 200\ \text{km}.$

O módulo da velocidade vetorial média é:

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

Resposta da questão 11:
[D]

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



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

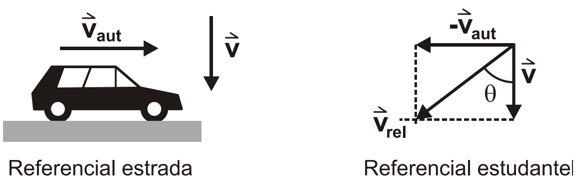
Aplicando Pitágoras ao triângulo sombreado, vem:

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

Resposta da questão 12:
[B]

Dados: v_{aut} = 80 km/h; sen θ = 0,8 e cos θ = 0,6.

A figura mostra o automóvel e as velocidades do automóvel $(\vec{\mathbf{v}}_{aut})$ e da chuva ($\vec{\mathbf{v}}$), para a pessoa parada na beira da estrada. O diagrama vetorial mostra a composição dessas velocidades para o estudante.



$$\text{tg}\,\theta = \frac{v_{aut}}{v} \Rightarrow \frac{\text{sen}\theta}{\cos\theta} = \frac{v_{aut}}{v} \Rightarrow \frac{0{,}8}{0{,}6} = \frac{80}{v} \Rightarrow v = 60\ \text{km/h}.$$

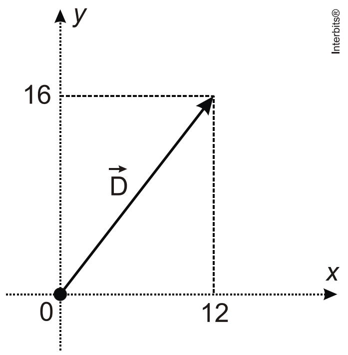
Resposta da questão 13:
[B]

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 14:
[C]

Resposta da questão 15:
[D]

A colisão entre dois corpos pode ser, com uma excelente aproximação, um sistema de partículas isolado de forças externas. Sendo assim a quantidade de movimento total deve ser conservada.

$$\vec{Q} = \vec{Q}_0 \rightarrow m_A.\vec{V}_A + m_B.\vec{V}_B = m_A.\vec{V}'_A + m_{B.}.\vec{V}'_B$$

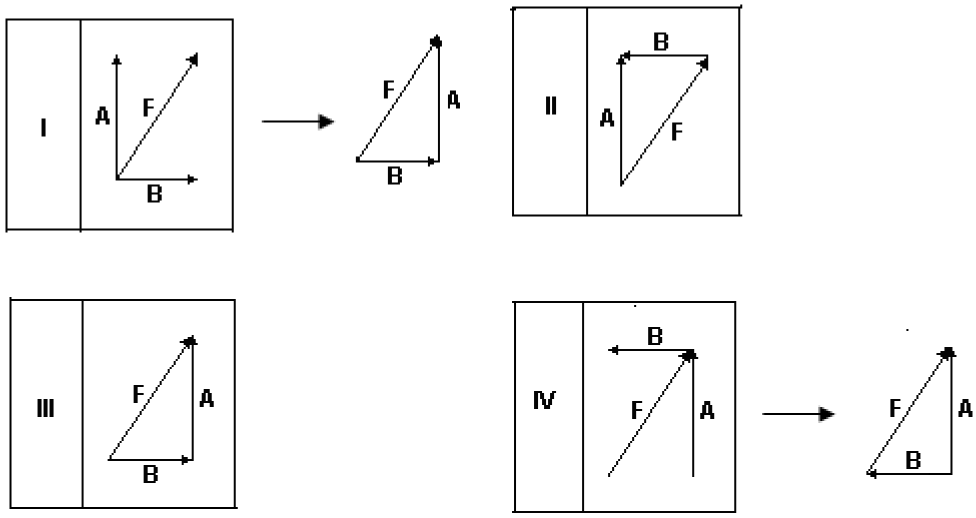
$$3.\left(3\vec{i} + 2\vec{j}\right) + 2.\left(-2\vec{i} + 3\vec{j}\right) = 3.\left(\vec{i} + 3\vec{j}\right) + 2.\vec{V}'_B$$

$$5\vec{i} + 12\vec{j} = 3\vec{i} + 9\vec{j} + 2\vec{V}'_B \rightarrow 2\vec{V}'_B = 2\vec{i} + 3\vec{j} \rightarrow \vec{V}'_B = \vec{i} + 1{,}5\vec{j}$$

Resposta da questão 16:
[D]

Resposta da questão 17:
[B]

Resposta da questão 18:
[B]



I - $\vec{B}+\vec{A}-\vec{F}=\vec{0}\rightarrow\vec{F}=\vec{A}+\vec{B}$

II - $\vec{F}+\vec{B}-\vec{A}=\vec{0}\rightarrow\vec{F}=\vec{A}-\vec{B}$

III – igual ao I

IV - $\vec{A}-\vec{F}-\vec{B}=\vec{0}\rightarrow\vec{F}=\vec{A}-\vec{B}$