6 Descreva dois vetores $\vec{a}$ e $\vec{b}$ tais que

(a) $\vec{a} + \vec{b} = \vec{c}$ e $a + b = c$;

(b) $\vec{a} + \vec{b} = \vec{a} - \vec{b}$;

(c) $\vec{a} + \vec{b} = \vec{c}$ e $a^2 + b^2 = c^2$.

7 Quais dos sistemas de eixos na Fig. 3-25 são sistemas de coordenadas dextrogiros? Como de costume, a letra que identifica o eixo está no semi-eixo positivo.

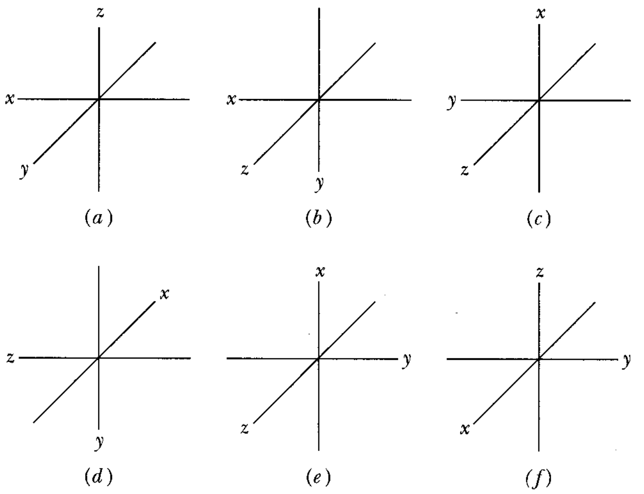

FIG. 3-25 Pergunta 7.

8 A Fig. 3-26 mostra um vetor $\vec{A}$ e outros quatro vetores de mesmo módulo e orientações diferentes. (a) Quais dos outros quatro vetores têm o mesmo produto escalar com $\vec{A}$? (b) Quais têm um produto escalar com $\vec{A}$ negativo?

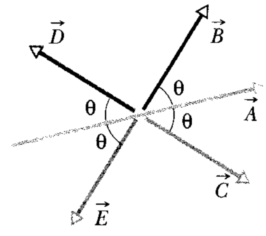

FIG. 3-26 Pergunta 8.

9 Se $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$ e $\vec{v}$ é perpendicular a $\vec{B}$, qual é a orientação de $\vec{B}$ nas três situações da Fig. 3-27 se a constante q é (a) positiva e (b) negativa?

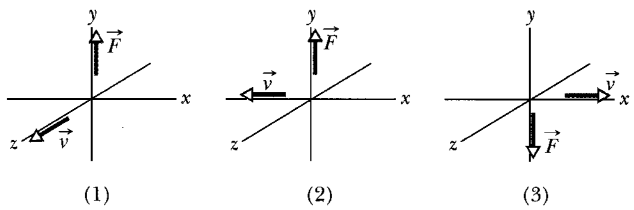

FIG. 3-27 Pergunta 9.

10 Se $\vec{a} \cdot \vec{b} = \vec{a} \cdot \vec{c}$, $\vec{b}$ é necessariamente igual a $\vec{c}$?

PROBLEMAS

• – ••• O número de pontos indica o grau de dificuldade do problema

Informações adicionais disponíveis em *O Circo Voador da Física*, de Jearl Walker, Rio de Janeiro: LTC, 2008.

seção 3-4 Componentes de Vetores

•1 A componente x do vetor $\vec{A}$ é $-25{,}0$ m e a componente y é $+40{,}0$ m. (a) Qual é o módulo de $\vec{A}$? (b) Qual é o ângulo entre a orientação de $\vec{A}$ e o semi-eixo x positivo?

•2 Expresse os seguintes ângulos em radianos: (a) 20,0°; (b) 50,0°; (c) 100°. Converta os seguintes ângulos para graus: (d) 0,330 rad; (e) 2,10 rad; (f) 7,70 rad.

•3 Quais são (a) a componente x e (b) a componente y de um vetor $\vec{a}$ do plano xy que faz um ângulo de 250° no sentido anti-horário como o semi-eixo x positivo e tem um módulo de 7,3 m?

•4 Na Fig. 3-28, uma máquina pesada é erguida com o auxílio de uma rampa que faz um ângulo $\theta = 20{,}0°$ com a horizontal, na qual a máquina percorre uma distância $d = 12{,}5$ m. (a) De quanto a máquina foi erguida verticalmente? (b) Qual é a distância vertical percorrida pela máxima? (c) Qual é a distância horizontal?

•5 O objetivo de um navio é chegar a um porto situado 120 km ao norte do ponto de partida, mas uma tempestade inesperada o leva para um local situado 100 km a leste do ponto de partida. (a) Que distância o navio deve percorrer e (b) que rumo deve tomar para chegar ao destino?

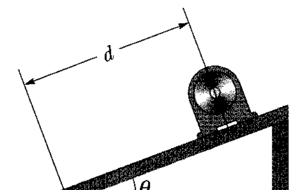

FIG. 3-28 Problema 4.

•6 Um vetor deslocamento $\vec{r}$ no plano xy tem 15 m de comprimento e faz um ângulo $\theta = 30°$ com o semi-eixo x positivo, como mostra a Fig. 3-29. Determine (a) a componente x e (b) a componente y do vetor.

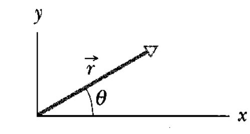

FIG. 3-29 Problema 6.

••7 As dimensões de uma sala são 3,00 m (altura) × 3,70 m × 4,30 m. Uma mosca parte de um canto da sala e vai pousar em um canto diagonalmente oposto. (a) Qual é o módulo do deslocamento da mosca? (b) A distância percorrida pode ser menor que este valor? (c) Pode ser maior? (d) Pode ser igual? (e) Escolha um sistema de coordenadas apropriado e expresse as componentes do vetor deslocamento em termos de vetores unitários. (f) Se a mosca caminhar, em vez de voar, qual o comprimento do caminho mais curto para o outro canto? (*Sugestão:* O problema pode ser resolvido sem fazer cálculos complicados. A sala é como uma caixa; desdobre as paredes para representá-las em um único plano antes de procurar uma solução).

seção 3-6 Soma de Vetores através de Suas Componentes

•8 Um carro viaja 50 km para leste, 30 km para o norte e 25 km em uma direção 30° a leste do norte. Desenhe o diagrama vetorial e determine (a) o módulo e (b) o ângulo do deslocamento total do carro em relação ao ponto de partida.

•9 (a) Determine a soma $\vec{a} + \vec{b}$, em termos de vetores unitários, para $\vec{a} = (4{,}0\text{ m})\hat{i} + (3{,}0\text{ m})\hat{j}$ e $\vec{b} = (-13{,}0\text{ m})\hat{i} + (7{,}0\text{ m})\hat{j}$. Determine (b) o módulo e (c) o sentido de $\vec{a} + \vec{b}$.

•**10** Uma pessoa caminha da seguinte forma: 3,1 km para o norte, 2,4 km para oeste e 5,2 km para o sul. (a) Desenhe o diagrama vetorial que representa este movimento. (b) Que distância e (c) em que direção deve voar um pássaro em linha reta do mesmo ponto de partida ao mesmo ponto de chegada?

•**11** Uma pessoa deseja chegar a um ponto que está a 3,40 km de sua localização atual, em uma direção 35,0° ao norte do leste. As ruas por onde pode passar são todas na direção norte-sul ou na direção leste-oeste. Qual é a menor distância que a pessoa precisa percorrer para chegar ao destino?

•**12** Para os vetores $\vec{a} = (3{,}0\text{ m})\hat{\mathrm{i}} + (4{,}0\text{ m})\hat{\mathrm{j}}$ e $\vec{b} = (5{,}0\text{ m})\hat{\mathrm{i}} + (-2{,}0\text{ m})\hat{\mathrm{j}}$, determine $\vec{a} + \vec{b}$ (a) em termos de vetores unitários e em termos (b) do módulo e (c) do ângulo (em relação a $\hat{\mathrm{i}}$). Determine $\vec{b} - \vec{a}$ (d) em termos de vetores unitários e em termos (e) do módulo e (f) do ângulo.

•**13** Dois vetores são dados por

$$\vec{a} = (4{,}0\text{ m})\hat{\mathrm{i}} - (3{,}0\text{ m})\hat{\mathrm{j}} + (1{,}0\text{ m})\hat{\mathrm{k}}$$

e

$$\vec{b} = (-1{,}0\text{ m})\hat{\mathrm{i}} + (1{,}0\text{ m})\hat{\mathrm{j}} + (4{,}0\text{ m})\hat{\mathrm{k}}.$$

Em termos de vetores unitários, determine (a) $\vec{a} + \vec{b}$, (b) $\vec{a} - \vec{b}$ e (c) um terceiro vetor, $\vec{c}$, tal que $\vec{a} - \vec{b} + \vec{c} = 0$.

•**14** Determine as componentes (a) x, (b) y e (c) z da soma $\vec{r}$ dos deslocamentos $\vec{c}$ e $\vec{d}$ cujas componentes em metros ao longo dos três eixos são $c_x = 7{,}4$, $c_y = -3{,}8$, $c_z = -6{,}1$, $d_x = 4{,}4$, $d_y = -2{,}0$, $d_z = 3{,}3$.

•**15** Uma formiga, enlouquecida pelo sol em um dia quente, sai correndo em um plano xy. As componentes $(x; y)$ de quatro corridas consecutivas em linha reta são as seguintes, todas em centímetros: (30,0; 40,0), (b_x; −70,0), (−20,0; c_y);(−80,0; −70,0). O deslocamento resultante das quatro corridas tem componentes (−140; −20,0). Determine (a) b_x e (b) c_y. Determine (c) o módulo e (d) o ângulo (em relação ao semi-eixo x positivo) do deslocamento total.

•**16** Na soma $\vec{A} + \vec{B} = \vec{C}$, o vetor $\vec{A}$ tem um módulo de 12,0 m e um ângulo de 40,0° no sentido anti-horário em relação ao semi-eixo x positivo, e o vetor $\vec{C}$ tem um módulo de 15,0 m e um ângulo de 20,0° no sentido anti-horário em relação ao semi-eixo x negativo. Determine (a) o módulo de $\vec{B}$ e (b) o ângulo de $\vec{B}$ em relação ao semi-eixo x positivo.

•**17** Os vetores $\vec{a}$ e $\vec{b}$ na Fig. 3-30 têm módulos iguais a 10,0 m e os ângulos são $\theta_1 = 30°$ e $\theta_2 = 105°$. Determine as componentes (a) x e (b) y da soma vetorial $\vec{r}$ dos dois vetores, (c) o módulo de $\vec{r}$ e (d) o ângulo que $\vec{r}$ faz com o semi-eixo x positivo.

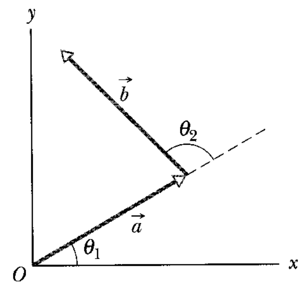

FIG. 3-30 Problema 17.

•**18** Você deve executar quatro deslocamentos sucessivos na superfície plana num deserto, começando na origem de um sistema de coordenadas xy e terminando nas coordenadas (−140 m, 30 m). As componentes de seus deslocamentos são, respectivamente, as seguintes, em metros: (20, 60), (b_x, −70), (−20, c_y) e (−60, −70). Determine (a) b_x e (b) c_y. Determine (c) o módulo e (d) o ângulo (em relação ao semi-eixo x positivo) do deslocamento total.

•**19** Três vetores, $\vec{a}$, $\vec{b}$ e $\vec{c}$, têm módulos iguais a 50 m e estão em um plano xy. Suas orientações em relação ao sentido semi-eixo x positivo são 30°, 195° e 315°, respectivamente. Determine (a) o módulo e (b) o ângulo do vetor $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c}$ e (c) o módulo e (d) o ângulo de $\vec{a} - \vec{b} + \vec{c}$. Determine (e) o módulo e (f) o ângulo de um quarto vetor, $\vec{d}$, tal que $(\vec{a} + \vec{b}) - (\vec{c} + \vec{d}) = 0$.

•**20** (a) Qual é a soma dos quatro vetores seguintes em termos de vetores unitários? (b) Para esta soma, quais são (b) o módulo, (c) o ângulo em graus e (d) o ângulo em radianos?

$\vec{E}$: 6,00 m a + 0,900 rad	$\vec{F}$: 5,00 m a − 75,0°
$\vec{G}$: 4,00 m a + 1,20 rad	$\vec{H}$: 6,00 m a − 210°

•**21** Em um jogo de xadrez ao ar livre, no qual as peças ocupam o centro de quadrados com 1,00 m de lado, um cavalo é movido da seguinte forma: (1) dois quadrados para a frente e um quadrado para a direita; (2) dois quadrados para a esquerda e um quadrado para a frente; (3) dois quadrados para a frente e um quadrado para a esquerda. Determine (a) o módulo e (b) o ângulo (em relação ao sentido "para a frente") do deslocamento total do cavalo após a série de três movimentos.

••**22** Um explorador polar foi surpreendido por uma nevasca, que reduziu a visibilidade a praticamente zero, quando retornava ao acampamento. Para chegar ao acampamento ele deveria caminhar 5,6 km para o norte, mas quando o tempo melhorou percebeu que na realidade havia caminhado 7,8 km em uma direção 50° ao norte do leste. (a) Que distância e (b) em que sentido deve caminhar para voltar à base?

••**23** O oásis B está 25 km a leste do oásis A. Partindo do oásis A, um camelo percorre 24 km em uma direção 15° ao sul do leste e 8,0 km para o norte. A que distância o camelo está do oásis B?

••**24** Dois besouros correm em um deserto plano, partindo do mesmo ponto. O besouro 1 corre 0,50 m para leste e 0,80 m em uma direção 30° ao norte do leste. O besouro 2 corre 1,6 m em uma direção 40° ao leste do norte e depois corre em outra direção. Quais devem ser (a) o módulo e (b) o sentido da segunda corrida do segundo besouro para que ele termine na mesma posição final que o primeiro besouro?

••**25** Se $\vec{B}$ é somado a $\vec{C} = 3{,}0\hat{\mathrm{i}} + 4{,}0\hat{\mathrm{j}}$, o resultado é um vetor no sentido do semi-eixo y positivo, com um módulo igual ao de $\vec{C}$. Qual é o módulo de $\vec{B}$?

••**26** O vetor $\vec{A}$, paralelo ao eixo x, deve ser somado ao vetor $\vec{B}$, que tem um módulo de 7,0 m. A soma é um vetor paralelo ao eixo y, com um módulo 3 vezes maior que o de $\vec{A}$. Qual é o módulo de $\vec{A}$?

••**27** Para se orientarem, as formigas de jardim costumam criar uma rede de trilhas marcadas por feromônios. Partindo do formigueiro, cada uma dessas trilhas se bifurca repetidamente em duas trilhas que formam um ângulo de 60°. Quando uma formiga perdida encontra uma trilha, pode saber em que direção fica o formigueiro ao chegar ao primeiro ponto de bifurcação. Se estiver se afastando do formigueiro, encontrará duas trilhas que formam ângulos pequenos com a direção em que estava se movendo, 30° para a esquerda e 30° para a direita. Se estiver se aproximando do formigueiro, encontrará apenas uma trilha com essa característica, 30° para a esquerda ou 30° para a direita. A Fig. 3-31 mostra uma rede de trilhas típica, com segmentos de reta de 2,0 cm de comprimento e bifurcações simétricas de 60°. Determine (a) o módulo e (b) o ângulo (em relação ao semi-eixo x positivo) do deslocamento até o formigueiro (encontre-o na figura) de uma formiga que entra na rede de trilhas no ponto A. Determine (c) o módulo e (d) o ângulo de uma formiga que entra na rede de trilhas no ponto B.

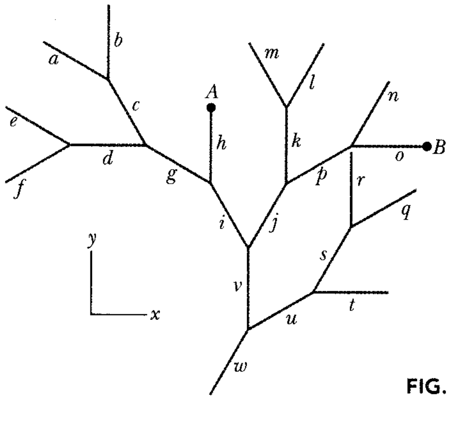

FIG. 3-31 Problema 27.

••**28** São dados dois vetores:

$$\vec{a} = (4{,}0\,\text{m})\hat{\text{i}} - (3{,}0\,\text{m})\hat{\text{j}} \text{ e } \vec{b} = (6{,}0\,\text{m})\hat{\text{i}} - (8{,}0\,\text{m})\hat{\text{j}}.$$

Determine (a) o módulo e (b) o ângulo (em relação a $\hat{\text{i}}$) de $\vec{a}$. Determine (c) o módulo e (d) o ângulo de $\vec{b}$. Determine (e) o módulo e (f) o ângulo de $\vec{a} + \vec{b}$; (g) o módulo e (h) o ângulo de $\vec{b} - \vec{a}$; (i) o módulo e (j) o ângulo de $\vec{a} - \vec{b}$. (k) Determine o ângulo entre as direções de $\vec{b} - \vec{a}$ e $\vec{a} - \vec{b}$.

••**29** Se $\vec{d}_1 + \vec{d}_2 = 5\vec{d}_3, \vec{d}_1 - \vec{d}_2 = 3\vec{d}_3$ e $\vec{d}_3 = 2\hat{\text{i}} + 4\hat{\text{j}}$, determine em termos dos vetores unitários, (a) $\vec{d}_1$ e (b) $\vec{d}_2$.

••**30** Determine a soma dos quatro vetores a seguir (a) em termos dos vetores unitários e em termos (b) do módulo e (c) do ângulo.

$\vec{A} = (2{,}00\,\text{m})\hat{\text{i}} + (3{,}00\,\text{m})\hat{\text{j}}$ $\quad\vec{B}$: 4,00 m, a +65,0°

$\vec{C} = (-4{,}00\,\text{m})\hat{\text{i}} + (-6{,}00\,\text{m})\hat{\text{j}}$ $\quad\vec{D}$: 5,00 m, a −235°

•••**31** Na Fig. 3.32, um cubo de aresta a tem um de seus vértices posicionado na origem de um sistema de coordenadas xyz. A *diagonal do cubo* é uma reta que vai de um vértice a outro do cubo, passando pelo centro. Em termos dos vetores unitários, qual é a diagonal do cubo que passa pelo vértice cujas coordenadas são (a) (0, 0, 0), (b) (a, 0, 0) (c) (0, a, 0) e (d) (a, a, 0)? (e) Determine os ângulos que as diagonais do cubo fazem com as arestas vizinhas. (f) Determine o comprimento das diagonais do cubo em termos de a.

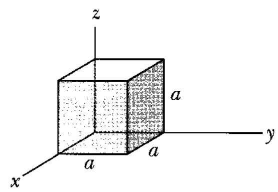

FIG. 3-32 Problema 31.

seção 3-7 Vetores e as Leis da Física

•**32** Na Fig. 3-33, um vetor $\vec{a}$ com um módulo de 17,0 m faz um ângulo θ = 56,0° no sentido anti-horário como o semi-eixo x positivo. Quais são as componentes (a) a_x e (b) a_y do vetor? Um segundo sistema de coordenadas está inclinado de um ângulo θ' = 18° em relação ao primeiro. Quais são as componentes (c) a'_x e (d) a'_y neste novo sistema de coordenadas?

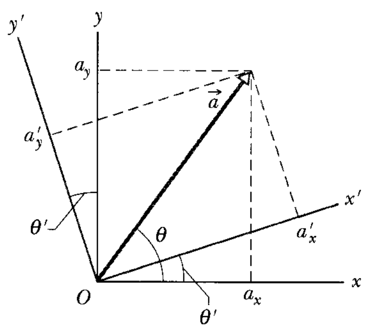

FIG. 3-33 Problema 32.

seção 3-8 Multiplicação de Vetores

•**33** Dois vetores, $\vec{r}$ e $\vec{s}$, estão no plano xy. Seus módulos são 4,50 unidades e 7,30 unidades, respectivamente, e eles estão orientados a 320° e 85,0°, respectivamente, no sentido anti-horário em relação ao semi-eixo x positivo. Quais são os valores de (a) $\vec{r} \cdot \vec{s}$ e (b) $\vec{r} \times \vec{s}$?

•**34** Se $\vec{d}_1 = 3\hat{\text{i}} - 2\hat{\text{j}} + 4\hat{\text{k}}$ e $\vec{d}_2 = -5\hat{\text{i}} + 2\hat{\text{j}} - \hat{\text{k}}$, determine $(\vec{d}_1 + \vec{d}_2) \cdot (\vec{d}_1 \times 4\vec{d}_2)$

•**35** Três vetores são dados por $\vec{a} = 3{,}0\hat{\text{i}} + 3{,}0\hat{\text{j}} - 2{,}0\hat{\text{k}}$, $\vec{b} = -1{,}0\hat{\text{i}} - 4{,}0\hat{\text{j}} + 2{,}0\hat{\text{k}}$ e $\vec{c} = 2{,}0\hat{\text{i}} + 2{,}0\hat{\text{j}} + 1{,}0\hat{\text{k}}$. Determine (a) $\vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c})$, (b) $\vec{a} \cdot (\vec{b} + \vec{c})$ e (c) $\vec{a} \times (\vec{b} + \vec{c})$.

•**36** Dois vetores são dados por $\vec{a} = 3{,}0\hat{\text{i}} + 5{,}0\hat{\text{j}}$ e $\vec{b} = 2{,}0\hat{\text{i}} + 4{,}0\hat{\text{j}}$. Determine (a) $\vec{a} \times \vec{b}$, (b) $\vec{a} \cdot \vec{b}$, (c) $(\vec{a} + \vec{b}) \cdot \vec{b}$ e (d) a componente de $\vec{a}$ em relação a $\vec{b}$. [*Sugestão:* Para resolver o item (d) considere a Eq. 3-20 e a Fig. 3-20.]

•**37** Para os vetores da Fig. 3-34, com a = 4, b = 3 e c = 5, determine (a) o módulo e (b) a orientação de $\vec{a} \times \vec{b}$, (c) o módulo e (d) a orientação de $\vec{a} \times \vec{c}$ e (e) o módulo e (f) orientação de $\vec{b} \times \vec{c}$. (Embora exista, o eixo z não é mostrado na figura.)

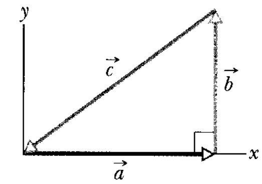

FIG. 3-34 Problemas 37 e 50.

••**38** O deslocamento $\vec{d}_1$ está no plano yz, faz um ângulo de 63,0° com o semi-eixo y positivo, tem uma componente z positiva e um módulo de 4,50 m. O deslocamento $\vec{d}_2$ está no plano xz, faz um ângulo de 30,0° com o semi-eixo x positivo, tem uma componente z positiva e um módulo de 1,40 m. Determine (a) $\vec{d}_1 \cdot \vec{d}_2$; (b) $\vec{d}_1 \times \vec{d}_2$ e (c) o ângulo entre $\vec{d}_1$ e $\vec{d}_2$.

••**39** Use a definição de produto escalar, $\vec{a} \cdot \vec{b} = ab\cos\theta$, e o fato de que $\vec{a} \cdot \vec{b} = a_xb_x + a_yb_y + a_zb_z$ para calcular o ângulo entre os dois vetores dados por $\vec{a} = 3{,}0\hat{\text{i}} + 3{,}0\hat{\text{j}} + 3{,}0\hat{\text{k}}$ e $\vec{b} = 2{,}0\hat{\text{i}} + 1{,}0\hat{\text{j}} + 3{,}0\hat{\text{k}}$.

••**40** Determine $3\vec{C} \cdot (2\vec{A} \times \vec{B})$ para os três vetores a seguir.

$\vec{A} = 2{,}00\hat{\text{i}} + 3{,}00\hat{\text{j}} - 4{,}00\hat{\text{k}}$

$\vec{B} = -3{,}00\hat{\text{i}} + 4{,}00\hat{\text{j}} + 2{,}00\hat{\text{k}}$ $\quad\vec{C} = 7{,}00\hat{\text{i}} - 8{,}00\hat{\text{j}}$

••**41** O vetor $\vec{A}$ tem módulo igual a 6,00 unidades, o vetor $\vec{B}$ tem módulo igual a 7,00 unidades e $\vec{A} \cdot \vec{B}$ = 14,0. Qual é o ângulo entre $\vec{A}$ e $\vec{B}$?

••**42** No produto $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$, faça q = 2,

$$\vec{v} = 2{,}0\hat{\text{i}} + 4{,}0\hat{\text{j}} + 6{,}0\hat{\text{k}} \text{ e } \vec{F} = 4{,}0\hat{\text{i}} - 20\hat{\text{j}} + 12\hat{\text{k}}.$$

Determine $\vec{B}$, em termos dos vetores unitários, para $B_x = B_y$.

••**43** Os três vetores na Fig. 3-35 têm módulos a = 3,00 m, b = 4,00 m e c = 10,0 m; θ = 30,0°. Determine (a) a componente x e (b) a componente y de $\vec{a}$; (c) a componente x e (d) a componente y de $\vec{b}$; (e) a componente x e (f) a componente y de $\vec{c}$. Se $\vec{c} = p\vec{a} + q\vec{b}$, quais são os valores de (g) p e (h) q?

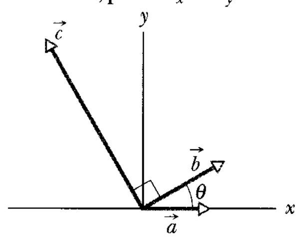

FIG. 3-35 Problema 43.

••**44** Em um encontro de mímicos, o mímico 1 se desloca de $\vec{d}_1 = (4{,}0\,\text{m})\hat{\text{i}} + (5{,}0\,\text{m})\hat{\text{j}}$ e o mímico 2 se desloca de $\vec{d}_2 = (-3{,}0\,\text{m})\hat{\text{i}} + (4{,}0\,\text{m})\hat{\text{j}}$. Determine (a) $\vec{d}_1 \times \vec{d}_2$, (b) $\vec{d}_1 \cdot \vec{d}_2$, (c) $(\vec{d}_1 + \vec{d}_2) \cdot \vec{d}_2$ e (d) a componente de $\vec{d}_1$ em relação a $\vec{d}_2$. [*Sugestão:* Para resolver o item (d), veja a Eq. 3-20 e a Fig. 3-20.]

Problemas Adicionais

45 Uma *falha* em uma rocha é uma ruptura ao longo da qual faces opostas da rocha deslizaram uma em relação à outra. Na Fig.