

3. Movimento dos Projéteis

Calcular o tempo de voo de um projétil em diversas circunstâncias

Calcula-se o tempo para ser atingida uma posição vertical com as fórmulas do movimento retilíneo uniformemente acelerado. Depois calcula-se o tempo do percurso horizontal com as fórmulas do movimento que tem a velocidade constante.

Calcular módulos e direções do vetor velocidade em pontos da trajetória

Calculam-se as componentes x e y do vetor velocidade com as fórmulas de aceleração constante. O módulo da velocidade vem por $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$. O ângulo da tangente à trajetória, em qualquer ponto, é o ângulo do vetor velocidade no mesmo ponto.

Achar a posição de um projétil

Usa-se $x = v_{0x}t$ e $y = y_0 + v_{0y}t - gt^2/2$, em que t é o tempo de voo.

Exemplos 3-7, 3-8, 3-9, 3-10, 3-11

Exemplos 3-8, 3-12

Exemplos 3-7, 3-8, 3-9, 3-12

Problemas

Em alguns problemas os dados são mais abundantes do que os necessários. Em outros será preciso usar dados do seu conhecimento geral ou de outras fontes de dados e de estimativas.

Problemas Conceituais

Problemas de Seções Optativas ou Exploratórias

- Problemas monoconceituais, solúveis numa etapa, simples
- Problemas intermediários, exigindo talvez a síntese de conceitos
- Problemas difíceis, para estudantes adiantados

Em todos os problemas faça $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ para a aceleração da gravidade e despreze o atrito e a resistência do ar a menos de instruções diferentes.

Vetores e Adição de Vetores

1. O módulo do deslocamento de uma partícula pode ser menor do que a distância percorrida pela partícula sobre a respectiva trajetória? O módulo pode ser maior do que a distância percorrida? Explique.

2. Dê exemplo em que a distância percorrida é bastante grande e o deslocamento correspondente é nulo.

3. O módulo do deslocamento de uma partícula é maior do que a distância percorrida.

(a) maior do que a

(b) menor do que a

(c) ou maior ou menor do que a

(d) igual a

(e) não é maior do que a

4. Um urso caminha no rumo nordeste percorrendo 12 m e depois no rumo leste percorrendo outros 12 m. Mostrar num gráfico cada deslocamento e depois determinar o deslocamento resultante.

5. (a) Um homem caminha sobre um arco circular da posição $x = 5 \text{ m}$, $y = 0$, até a posição final $x = 0$, $y = 5 \text{ m}$. Qual o seu deslocamento? (b) Um segundo homem caminha da mesma posição inicial sobre o eixo dos x até a origem, e depois até o ponto final, em $y = 5 \text{ m}$, $x = 0$, sobre o eixo dos y . Qual o deslocamento deste segundo caminhante?

6. O centro de um círculo de raio igual a 8 m está sobre o eixo dos y em $y = 8 \text{ m}$. Um caminhante parte da origem e percorre o círculo, com velocidade escalar constante, retornando à origem exatamente 1 min depois de ter começado a andar. (a) Determinar o módulo e a direção do vetor deslocamento em relação à origem, nos instantes 15, 30, 45 e 60 s depois da partida. (b) Determinar o módulo e a direção do vetor deslocamento em cada intervalo sucessivo de 15 s do percurso. (c) Como se relaciona o deslocamento nos primeiros 15 s com o deslocamento nos seguintes 15 s? (d) Como se relaciona o deslocamento no segundo intervalo de 15 s com o deslocamento no último intervalo de 15 s?

7. Dados os dois vetores \vec{A} e \vec{B} na Fig. 3-31, determinar graficamente: (a) $\vec{A} + \vec{B}$, (b) $\vec{A} - \vec{B}$, (c) $2\vec{A} + \vec{B}$, (d) $\vec{B} - \vec{A}$, (e) $2\vec{B} - \vec{A}$.

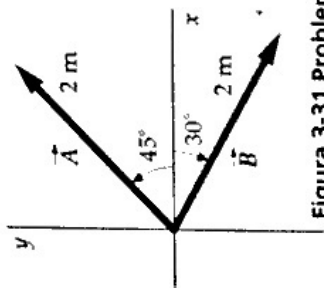


Figura 3-31 Problema 7

8. Um excursionista caminha 2,4 km para leste a partir do acampamento, depois descreve um arco de círculo, à esquerda, de 2,4 km, centrado no acampamento, e finalmente caminha 1,5 km em linha reta na direção do acampamento. (a) A que distância do acampamento está o excursionista no final da caminhada? (b) Qual a direção do excursionista em relação ao acampamento nesta posição final? (c) Qual a razão entre o módulo do deslocamento final e a distância total percorrida?

Adição de Componentes Vetoriais

9. A componente de um vetor pode ter módulo maior do que o módulo do vetor? Em que condições a componente de um vetor tem o módulo igual ao módulo do vetor?

10. Um vetor pode ser nulo e ter uma ou mais de uma componente diferente de zero?

11. As componentes de $\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$ são necessariamente maiores do que as componentes correspondentes de \vec{A} ou de \vec{B} ?

12. As componentes de um vetor são $A_x = -10 \text{ m}$ e $A_y = 6 \text{ m}$. Que ângulo faz o vetor com o eixo dos x positivo?

(a) 31°

(b) -31°

(c) $180^\circ - 31^\circ$

(d) $180^\circ + 31^\circ$
(e) $90^\circ - 31^\circ$

• 13 A componente x de um vetor velocidade é $+5,5$ m/s e a componente y é $-3,5$ m/s. Que gráfico, entre os da Fig. 3-32, dá a direção do vetor?

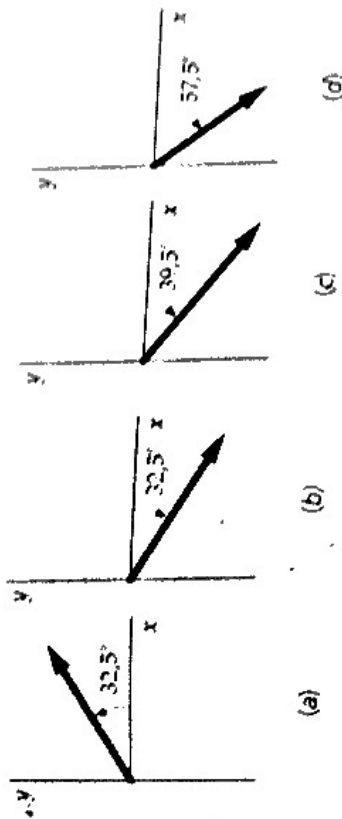


Figura 3-32 Problema 13

(e) Nenhum dos gráficos.

• 14 Os três vetores \vec{A} , \vec{B} e \vec{C} têm as seguintes componentes x e y

	\vec{A}	\vec{B}	\vec{C}
componente x	+6	-3	+2
componente y	-3	+4	-5

O módulo de $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$ é _____

- (a) 3,3
- (b) 5,0
- (c) 11
- (d) 7,8
- (e) -14

• 15 Determinar as componentes cartesianas de cada vetor \vec{A} seguinte, que está no plano xy e faz um ângulo θ com o eixo dos x (Fig. 3-33).

- (a) $A = 10$ m, $\theta = 30^\circ$; (b) $A = 5$ m, $\theta = 45^\circ$; (c) $A = 7$ km, $\theta = 60^\circ$; (d) $A = 5$ km, $\theta = 90^\circ$;
- (e) $A = 15$ m/s, $\theta = 150^\circ$;
- (f) $A = 10$ m/s, $\theta = 240^\circ$; e
- (g) $A = 8$ m/s², $\theta = 270^\circ$.

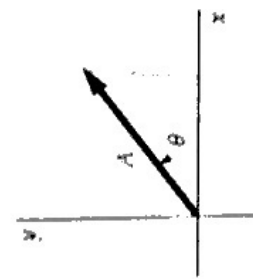


Figura 3-33 Problema 15

• 16 O módulo do vetor \vec{A} é 8 m e o vetor faz um ângulo de 37° com o eixo dos x . O vetor \vec{B} é 3 m $\hat{i} - 5$ m \hat{j} e o vetor $\vec{C} = -6$ m $\hat{i} + 3$ m \hat{j} . Determinar os seguintes vetores: (a) $\vec{D} = \vec{A} + \vec{C}$; (b) $\vec{E} = \vec{B} - \vec{A}$; (c) $\vec{F} = \vec{A} - 2\vec{B} + 3\vec{C}$; (d) O vetor \vec{G} tal que $\vec{G} - \vec{B} = \vec{A} + 2\vec{C} + 3\vec{G}$.

Vetores Unitários

• 17 Determinar o módulo e direção de cada vetor seguinte:

- (a) $\vec{A} = 5\hat{i} + 3\hat{j}$; (b) $\vec{B} = 10\hat{i} - 7\hat{j}$; (c) $\vec{C} = -2\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$.

• 18 Determinar o módulo e a direção de \vec{A} , \vec{B} e $\vec{A} + \vec{B}$ se (a) $\vec{A} = -4\hat{i} - 7\hat{j}$, $\vec{B} = 3\hat{i} - 2\hat{j}$, e (b) $\vec{A} = 1\hat{i} - 4\hat{j}$, $\vec{B} = 2\hat{i} + 6\hat{j}$.

• 19 Descreva, com os vetores unitários \hat{i} e \hat{j} , os seguintes vetores: (a) velocidade de 10 m/s com ângulo de elevação de

60° ; (b) vetor \vec{A} de módulo $A = 5$ m e $\theta = 225^\circ$; (c) deslocamento da origem até o ponto $x = 14$ m, $y = -6$ m.

• 20 Dado o vetor $\vec{A} = 3\hat{i} + 4\hat{j}$, determinar três outros vetores \vec{B} do plano xy tais que se tenha $A = B$ mas $\vec{A} \neq \vec{B}$. Dar os vetores em termos das componentes e exibi-los num gráfico.

• 21 Se $\vec{A} = -5\hat{i} - 4\hat{j}$ e $\vec{B} = -7,5\hat{i} + 6\hat{j}$, dar a equação que relaciona \vec{A} a \vec{B} .

• 22 As faces de um cubo cuja aresta é de 3 m são paralelas aos planos de um sistema de coordenadas cartesianas com um vértice na origem. Uma mosca caminha pelas arestas do cubo, partindo da origem até chegar ao vértice mais afastado. Dar o vetor deslocamento da mosca em termos dos vetores unitários \hat{i} , \hat{j} e \hat{k} e determinar o módulo do deslocamento.

Vetores Velocidade e Aceleração

• 23 Dado um movimento arbitrário de uma partícula, a direção do vetor velocidade tem uma certa relação com a direção do vetor posição?

• 24 Dê exemplos de movimento em que as direções dos vetores velocidade e as dos vetores posição sejam (a) opostas, (b) coincidentes e (c) mutuamente perpendiculares.

• 25 Como é possível que uma partícula que tenha o módulo da velocidade constante sofra uma aceleração? É possível que uma partícula com vetor velocidade constante tenha aceleração?

• 26 Se um corpo estiver se deslocando na direção oeste, qual a direção da sua aceleração?

- (a) norte
- (b) leste
- (c) oeste
- (d) sul
- (e) pode ser qualquer direção.

• 27 Seja dada a trajetória de uma partícula que se desloca no espaço. (a) Que relação geométrica há entre o vetor velocidade e a trajetória da partícula? (b) Trace uma trajetória curva e em diversas posições da partícula mostre o vetor velocidade.

• 28 Um dardo é arremessado na vertical. Logo que sai da mão do jogador, perde velocidade à medida que sobe no ar até que se aloja no teto da sala de jogos. Represente graficamente o vetor velocidade do dardo nos instantes t_1 e t_2 , com $\Delta t = t_2 - t_1$ pequeno. Pelo desenho, determine a variação da velocidade $\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ e a direção do vetor aceleração.

• 29 Na brincadeira do pula-pula preso a elásticos, a velocidade do pulador diminui à medida que se aproxima do ponto mais baixo do pulo. Faça o gráfico do vetor velocidade nos instantes t_1 e t_2 , com $\Delta t = t_2 - t_1$ pequeno. Pelo desenho, determine a variação de velocidade $\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ e depois a direção do vetor aceleração.

• 30 Depois de atingir o ponto mais baixo do pulo na brincadeira mencionada no problema anterior, no instante t_{min} a velocidade da pessoa aumenta durante certo intervalo de tempo até que a gravidade domina outra vez o movimento. Represente os vetores velocidade nos instantes t_1 e t_2 , com $\Delta t = t_2 - t_1$ pequeno e $t_1 < t_{\text{min}} < t_2$. Pelo desenho, determine a direção da mudança de velocidade $\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ e daí a direção do vetor aceleração.

• 31 O operador de um radar estacionário determina que um navio está 10 km ao sul da sua posição. Uma hora depois o mesmo navio está a 20 km, no rumo sudeste. Se a velocidade do