

Exercícios

Seção 3.1 Vetor posição e vetor velocidade

3.1 Um esquilo possui coordenadas x e y (1,1 m e 3,4 m) para $t_1 = 0$ e coordenadas (5,3 m e $-0,5$ m) para $t_2 = 3,0$ s. Para esse intervalo de tempo, calcule a) os componentes da velocidade média; b) o módulo e direção da velocidade média.

3.2 Um rinoceronte está na origem do sistema de coordenadas para $t_1 = 0$. Para o intervalo de tempo entre $t_1 = 0$ e $t_2 = 12,0$ s, sua velocidade média possui componente $x = -3,8$ m/s e componente $y = 4,9$ m/s. Para $t_2 = 12,0$ s, a) quais são as coordenadas x e y do rinoceronte? b) qual é a distância entre a origem e o rinoceronte?

3.3 Um projetista de páginas da Internet cria uma animação na qual um ponto da tela do computador possui posição $\vec{r} = [4,0 \text{ cm} + (2,5 \text{ cm/s}^2)t^2]\hat{i} + (5,0 \text{ cm/s})t\hat{j}$. a) Ache o módulo, a direção e o sentido da velocidade média do ponto para o intervalo entre $t_1 = 0$ e $t_2 = 2,0$ s. b) Ache o módulo, a direção e o sentido da velocidade instantânea para $t_1 = 0$ e $t_2 = 2,0$ s. c) Faça um desenho da trajetória do ponto no intervalo entre $t_1 = 0$ e $t_2 = 2,0$ s e mostre as velocidades calculadas em (b).

3.4 Se $\vec{v} = bt^2\hat{i} + ct^3\hat{j}$, onde b e c são constantes positivas, quando o vetor velocidade faz um ângulo de $45,0^\circ$ com os eixos Ox e Oy ?

Seção 3.2 Vetor aceleração

3.5 Um avião a jato está voando a uma altura constante. No instante $t_1 = 0$, os componentes da velocidade são $v_x = 90$ m/s, $v_y = 110$ m/s. No instante $t_2 = 30,0$ s, os componentes são $v_x = -170$ m/s, $v_y = 40$ m/s. a) Faça um esboço do vetor velocidade para t_1 e para t_2 . Qual a diferença entre esses vetores? Para esse intervalo de tempo, calcule b) os componentes da aceleração média, c) o módulo, a direção e o sentido da aceleração média.

3.6 A velocidade de um cachorro correndo em um campo aberto possui componentes $v_x = 2,6$ m/s, $v_y = -1,8$ m/s para $t_1 = 10,0$ s. Para o intervalo de tempo entre $t_1 = 10,0$ s e $t_2 = 20,0$ s, a aceleração média do cachorro possui módulo igual a $0,45 \text{ m/s}^2$, formando um ângulo de $31,0^\circ$, medido considerando-se uma rotação do eixo $+Ox$ para o eixo $+Oy$. Para $t_2 = 20,0$ s, a) quais são os componentes x e y da velocidade do cachorro? b) Ache o módulo, a direção e o sentido da velocidade do cachorro. c) Faça um desenho mostrando o vetor velocidade para t_1 e para t_2 . Qual é a diferença entre esses vetores?

3.7 Um pássaro voando em um plano xy possui coordenadas $x(t) = \alpha t$ e $y(t) = 3,0 \text{ m} - \beta t^2$ onde $\alpha = 2,4 \text{ m/s}$ e $\beta = 1,2 \text{ m/s}^2$. a) Faça um esboço da trajetória do pássaro entre $t = 0$ e $t = 2,0$ s. b) Ache o vetor velocidade e o vetor aceleração do pássaro em função do tempo. c) Ache o módulo, a direção e o sentido do vetor velocidade e do vetor aceleração do pássaro para $t = 2,0$ s. d) Faça um esboço do vetor velocidade e do vetor aceleração do pássaro para $t = 2,0$ s. Nesse instante, a velocidade escalar do pássaro está aumentando, diminuindo ou é constante? O pássaro está fazendo uma volta? Em caso positivo, em que sentido?

3.8 Uma partícula segue uma trajetória indicada na Figura 3.38. Entre os pontos B e D , a trajetória é uma linha reta. Desenhe o vetor aceleração em A , C e E para os casos em que a) a partícula se move com velocidade escalar constante; b) a partícula se move com velocidade escalar que cresce uniformemente; c) a

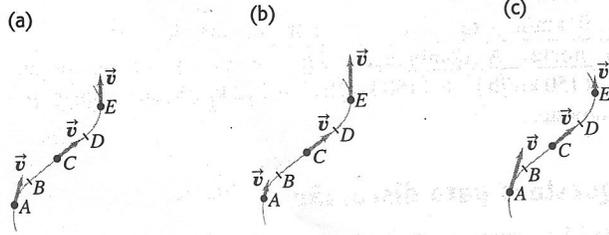


Figura 3.38 Exercício 3.8.

partícula se move com velocidade escalar que decresce uniformemente.

Seção 3.3 Movimento de um projétil

3.9 Um livro de física escorrega horizontalmente para fora do topo de uma mesa com velocidade de $1,10$ m/s. Ele colide com o solo em $0,350$ s. Desprezando a resistência do ar, ache a) a altura do topo da mesa até o solo; b) a distância horizontal entre a extremidade da mesa e o ponto onde ele colidiu com o solo; c) os componentes da velocidade do livro e o módulo, a direção e o sentido da velocidade imediatamente antes de o livro atingir o solo; d) faça diagramas xt , yt , $v_x t$ e $v_y t$ para o movimento.

3.10 Um helicóptero militar em missão de treinamento voa horizontalmente com velocidade de $60,0$ m/s e acidentalmente deixa cair uma bomba (felizmente não ativa) de uma altura de 300 m. Despreze a resistência do ar. a) Quanto tempo a bomba leva para atingir o solo? b) Qual a distância horizontal percorrida pela bomba durante a queda? c) Ache os componentes da velocidade na direção horizontal e na vertical imediatamente antes de a bomba atingir o solo. d) Faça diagramas xt , yt , $v_x t$ e $v_y t$ para o movimento da bomba. e) Mantida constante a velocidade do helicóptero, onde estaria ele no momento em que a bomba atingisse o solo?

3.11 Dois grilos, Chirpy e Milada, saltam do topo de um rochedo íngreme. Chirpy simplesmente se deixa cair e chega ao solo em $3,50$ s, enquanto Milada salta horizontalmente com velocidade inicial de $95,0$ cm/s. A que distância da base do rochedo Milada vai atingir o chão?

3.12 Uma ousada nadadora salta correndo 510 N e horizontalmente de um rochedo para um mergulho, conforme a Figura 3.39. Qual deve ser sua velocidade mínima quando salta do topo do rochedo, de modo que ela consiga ultrapassar uma saliência no pé do rochedo, com largura de $1,75$ m e $9,0$ m abaixo do topo?

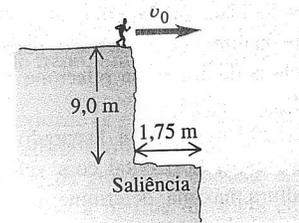


Figura 3.39 Exercício 3.12.

3.13 Saltando o rio I. Durante uma tempestade, um carro chega onde deveria haver uma ponte, mas o motorista a encontra destruída, levada pelas águas. Como precisa chegar ao outro lado, o motorista decide tentar saltar sobre o rio com o carro. O lado da estrada em que o carro está fica $21,3$ m acima do rio, enquanto o lado oposto está apenas $1,8$ m acima do rio. O rio é uma torrente de águas turbulentas com largura de $61,0$ m. a) A que velocidade o carro deve estar se movendo no momento em que deixa a estrada para cruzar sobre o rio e aterrissar em segurança na margem oposta? b) Qual é a velocidade escalar do carro pouco antes de aterrissar do outro lado?

3.14 Uma bola de gude rola horizontalmente com velocidade escalar v_0 e cai do topo de uma plataforma de 2,75 m de altura, sem sofrer nenhuma resistência significativa do ar. No nível do solo, a 2,0 m da base da plataforma, há um buraco escancarado (Figura 3.40).

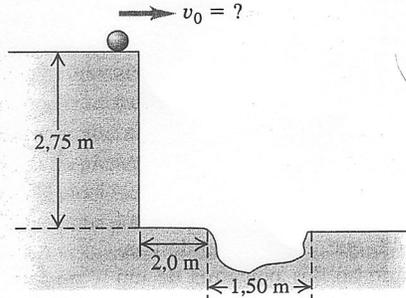


Figura 3.40 Exercício 3.14.

Para qual alcance da velocidade de v_0 a bola de gude aterrissará no buraco?

3.15 No interior de uma nave espacial em repouso sobre a superfície terrestre, uma bola rola pelo topo de uma mesa horizontal e cai no chão a uma distância D do pé da mesa. Essa nave agora aterrissa no inexplorado Planeta X. O comandante, Capitão Curioso, rola a mesma bola pela mesma mesa e com a mesma velocidade escalar inicial como ocorreu na superfície terrestre e descobre que ela cai no chão a uma distância de $2,76D$ do pé da mesa. Qual é a aceleração da gravidade no Planeta X?

3.16 Pelé chuta uma bola de futebol com velocidade inicial tal que o componente vertical é igual a 16,0 m/s e o componente horizontal é igual a 20,0 m/s. Despreze a resistência do ar. a) Quanto tempo a bola leva para atingir a altura máxima de sua trajetória? b) Qual a altura desse ponto? c) Quanto tempo a bola leva (desde o momento do chute inicial) até o instante em que ela retorna ao mesmo nível inicial? Qual é a relação entre esse tempo e o calculado no item (a)? d) Que distância horizontal ela percorreu durante esse tempo? e) Faça diagramas xt , yt , $v_x t$ e $v_y t$ para o movimento.

3.17 No nível do solo, uma bomba é disparada com velocidade inicial de 80,0 m/s, a 60° sobre a horizontal e sem sofrer resistência significativa do ar. a) Ache os componentes horizontal e vertical da velocidade inicial da bomba. b) Quanto tempo ela leva para atingir seu ponto mais alto? c) Ache sua altura máxima sobre o solo. d) A que distância do seu ponto de disparo a bomba aterrissa? e) No seu ponto mais alto, ache os componentes horizontal e vertical da sua aceleração e velocidade.

3.18 Uma pistola de sinalização atira uma bala luminosa com velocidade inicial (velocidade na saída do cano) igual a 125 m/s e a 55° acima da horizontal. Despreze a resistência do ar. Calcule a altura máxima da bala luminosa e sua distância desde o ponto de disparo até o ponto de aterrissagem, caso seja disparada a) no nível das planícies de uma região como Brasília e b) de uma região plana da Lua, onde $g = 1,6 \text{ m/s}^2$.

3.19 Mark McGwire bate uma bola de beisebol de forma que ela abandona o bastão com velocidade de 30,0 m/s formando um ângulo de $36,9^\circ$ acima da horizontal. Despreze a resistência do ar. a) Ache os dois instantes para os quais a altura da bola está a 10,0 m acima do nível inicial. b) Calcule o componente vertical e o componente horizontal da velocidade da bola em cada um dos dois tempos calculados no item (a). c) Determine o módulo, a direção e o sentido da velocidade da bola quando ela retorna ao nível inicial.

3.20 Um taco golpeia uma bola de golfe em uma pequena elevação acima do solo com uma velocidade de 12,0 m/s e um ângulo

inicial de $51,0^\circ$ acima da horizontal. A bola atinge o campo 2,08 s após a tacada. Despreze a resistência do ar. a) Quais são os componentes da aceleração da bola durante o vôo? b) Quais são os componentes da velocidade da bola no início e no final de sua trajetória? c) Qual é a distância horizontal percorrida pela bola? d) Por que a expressão de R obtida no Exemplo 3.8 não pode ser usada para dar a resposta correta do item (c)? e) Qual era a altura da bola no momento em que ela saiu do taco? f) Faça diagramas xt , yt , $v_x t$ e $v_y t$ para o movimento.

3.21 Ganhe o prêmio. Em um parque de diversões você pode ganhar uma girafa inflável, se conseguir encaixar uma moeda de 25 centavos em um prato pequeno. O prato está sobre uma prateleira acima do ponto em que a moeda deixa sua mão, a uma distância horizontal de 2,1 m deste ponto (Figura 3.41). Se você lança a moeda com velocidade de 6,4 m/s formando um ângulo de 60° acima da horizontal, a moeda se encaixa no prato. Despreze a resistência do ar. a) Qual a altura da prateleira em relação ao nível da sua mão? b) Qual é o componente vertical da velocidade da moeda imediatamente antes de a moeda pousar no prato?

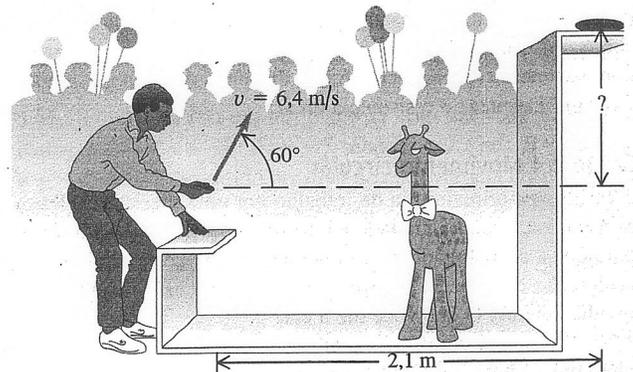


Figura 3.41 Exercício 3.21.

3.22 Suponha que o ângulo inicial α_0 da Figura 3.26 seja $42,0^\circ$ e que d seja igual a 3,0 m. Onde o dardo e o macaco se encontrarão, se a velocidade inicial do dardo for a) 12,0 m/s? b) 8,0 m/s? c) O que ocorreria se a velocidade inicial do dardo fosse 4,0 m/s? Faça um esboço da trajetória em cada caso.

3.23 Um homem está parado no alto de um edifício de 15,0 m de altura e atira uma pedra com velocidade de módulo de 30,0 m/s formando um ângulo inicial de $33,0^\circ$ acima da horizontal. Despreze a resistência do ar. Calcule a) a altura máxima acima do telhado atingida pela pedra; b) o módulo da velocidade da pedra imediatamente antes de ela atingir o solo; c) a distância horizontal entre a base do edifício e o ponto onde ela atinge o solo. d) Faça diagramas xt , yt , $v_x t$ e $v_y t$ para o movimento.

3.24 Bombeiros estão lançando um jato de água em um prédio em chamas, usando uma mangueira de alta pressão que dispara água a uma velocidade escalar de 25,0 m/s. Quando sai da mangueira, a água passa a adquirir o movimento de um projétil. Os bombeiros ajustam o ângulo de elevação α da mangueira até a água levar 3,0 s para atingir o prédio a 45,0 m de distância. Despreze a resistência do ar e suponha que o final da mangueira está ao nível do solo. a) Ache o ângulo de elevação α . b) Ache a velocidade escalar e a aceleração da água no ponto mais alto de sua trajetória. c) A que altura do chão a água atinge o prédio e qual sua velocidade pouco antes de atingir o prédio?

3.25 Um balão de 124 kg carregando um cesto de 22 kg está descendo a uma velocidade constante de 20,0 m/s. Uma pedra de 1,0 kg é atirada do cesto em uma trajetória perpendicular a do balão que desce, com velocidade inicial de 15,0 m/s, medida em relação a uma pessoa em repouso no cesto. Essa pessoa vê a pedra atingir o solo 6,0 s após ser atirada. Suponha que o balão continue sua descida com a mesma velocidade escalar constante de 20,0 m/s. a) Qual a altura do balão quando a pedra foi atirada? b) Qual a altura do balão quando a pedra atinge o solo? c) No instante em que a pedra atinge o solo, a que distância está do cesto? d) No instante em que a pedra vai atingir o solo, determine seus componentes horizontal e vertical medidos por um observador i) em repouso no cesto e ii) em repouso no solo.

3.26 Um canhão, localizado a 60,0 m da base de um rochedo vertical, lança uma bomba de 15 kg, a 45° sobre a horizontal e em direção ao rochedo. a) Qual deve ser a velocidade mínima na boca do canhão para que a bomba passe sobre o topo do rochedo? b) O solo no topo do rochedo é plano, com uma elevação constante de 25,0 m acima do canhão. Sob as condições de (a), a que distância da borda do rochedo a bomba aterrissa?

3.27 Um avião voa a uma velocidade de 90,0 m/s, a um ângulo de $23,0^\circ$ acima da horizontal. Quando está a 114 m diretamente sobre um cachorro parado no nível do solo, uma mala cai do compartimento de bagagens. A que distância do cachorro a mala vai cair? Despreze a resistência do ar.

Seção 3.4 Movimento circular

3.28 Em seu primeiro dia de trabalho em uma fábrica de eletrodomésticos, você é solicitado a informar o que é necessário fazer para que a centrífuga de uma máquina de lavar triplique sua aceleração centrípeta. Você impressiona sua chefe respondendo imediatamente. O que você diz a ela?

3.29 A Terra possui um raio igual a 6.380 km e faz um giro completo em 24 horas. a) Qual é a aceleração radial de um objeto no equador da Terra? Dê sua resposta em m/s^2 e como uma fração de g . b) Se a_{rad} no equador fosse maior do que g , os objetos seriam ejetados da Terra e voariam para o espaço. (Veremos a razão disso no Capítulo 5.) Qual deveria ser o período mínimo de rotação da Terra para que isso ocorresse?

3.30 Um modelo de rotor de helicóptero possui quatro lâminas, cada qual com 3,40 m de comprimento desde o eixo central até sua extremidade. O modelo gira em um túnel de vento com 550 rev/min. a) Qual é a velocidade linear da extremidade da lâmina em m/s? b) Qual é a aceleração radial da extremidade da lâmina expressa como múltiplo da aceleração da gravidade, g ?

3.31 Em um teste de um 'aparelho para g ', um voluntário gira em um círculo horizontal de raio igual a 7,0 m. Qual é o período da rotação para que a aceleração centrípeta possua módulo de a) $3,0 g$? b) $10 g$?

3.32 O raio da órbita da Terra em torno do Sol (suposta circular) é igual a $1,50 \times 10^8$ km, e a Terra percorre essa órbita em 365 dias. a) Qual é o módulo da velocidade orbital da Terra em m/s? b) Qual é a aceleração radial da Terra no sentido do Sol em m/s^2 ? c) Repita os cálculos de (a) e de (b) para o planeta Mercúrio (raio da órbita = $5,79 \times 10^7$ km, período da órbita = 88,0 dias).

3.33 Uma roda-gigante com raio igual a 14,0 m está girando em torno de um eixo horizontal passando pelo seu centro (Figura 3.42). A velocidade linear de uma passageira em sua periferia é igual a 7,0 m/s. Determine o módulo, a direção e o sentido da

aceleração da passageira a) no ponto mais baixo do movimento circular, b) no ponto mais alto do movimento circular. c) Quanto tempo leva a roda-gigante para completar uma revolução?

3.34 A roda-gigante da Figura 3.42, que gira no sentido contrário ao dos ponteiros de um relógio, começa a se mover. Em dado instante, um passageiro na periferia da roda e passando no

ponto mais baixo do movimento circular, move-se a 3,0 m/s e está ganhando velocidade com uma taxa de $0,500 m/s^2$. a) Determine o módulo, a direção e o sentido da aceleração do passageiro nesse instante. b) Faça um desenho da roda-gigante e do passageiro, mostrando a velocidade e os vetores de aceleração dele.

3.35 Hipergravidade. No Ames Research Center, a NASA usa sua grande centrífuga '20-G' para testar os efeitos de acelerações muito grandes ('hipergravidade') sobre pilotos e astronautas de teste. Nesse dispositivo, um braço de 8,84 m de comprimento gira uma extremidade em um plano horizontal, e o astronauta fica preso na outra extremidade. Suponha que ele está alinhado ao longo do braço, com a cabeça na extremidade mais externa. A aceleração sustentada máxima à qual os humanos são sujeitos nessa máquina é geralmente 12,5 g . a) A que velocidade a cabeça do astronauta deve se mover para sentir essa aceleração máxima? b) Qual é a diferença entre a aceleração da sua cabeça e a dos seus pés, se o astronauta tiver 2,0 m de altura? c) Qual a velocidade em rpm (rev/min) em que o braço está girando para produzir a aceleração máxima sustentada?

Seção 3.5 Velocidade relativa

3.36 O vagão-plataforma de um trem se desloca para a direita, com uma velocidade escalar de 13,0 m/s relativa a um observador fixo no solo. Há alguém dirigindo uma lambreta sobre o vagão-plataforma (Figura 3.43). Qual a velocidade (módulo, direção e sentido) da lambreta em relação ao vagão, se sua velocidade relativa ao observador em solo é a) 18,0 m/s para a direita? b) 3,0 m/s para a esquerda? c) zero?

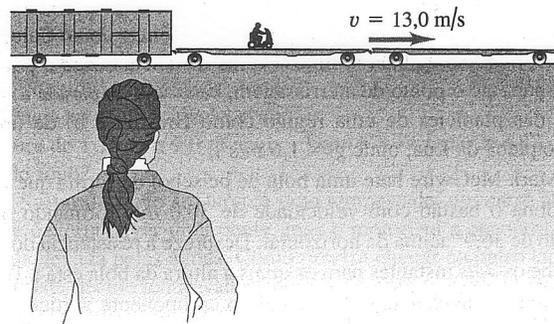


Figura 3.43 Exercício 3.36.

3.37 A 'esteira rolante horizontal' do terminal de um aeroporto se move a 1,0 m/s e tem 35,0 m de comprimento. Se uma mulher pisa em uma das extremidades e caminha a 1,5 m/s em relação à

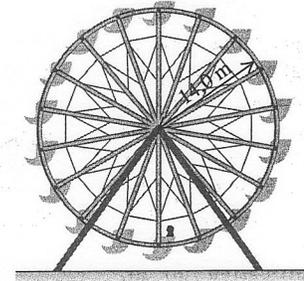


Figura 3.42 Exercícios 3.33 e 3.34.

plataforma móvel, quanto tempo ela necessita para chegar à extremidade oposta, se andar a) na mesma direção que a plataforma se move? b) na direção oposta?

3.38 Dois píeres estão localizados em um rio: o píer B está situado a 1500 m de A corrente abaixo (Figura 3.35). Dois amigos devem fazer um percurso do píer A ao píer B e depois voltar. Um deles vai de barco com velocidade constante de 4,0 km/h em relação à água. O outro caminha pela margem do rio com velocidade constante de 4,0 km/h. A velocidade do rio é igual a 2,80 km/h no sentido de A para B. Calcule o tempo de cada um para fazer o percurso de ida e volta.

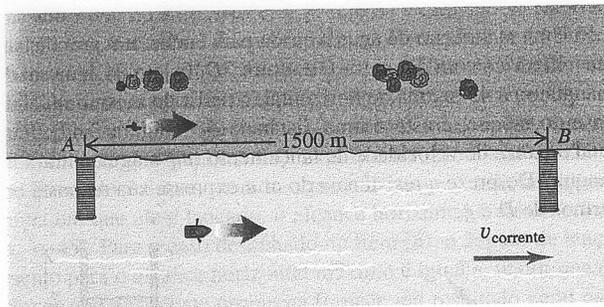


Figura 3.44 Exercício 3.38.

3.39 Uma canoa possui velocidade de 0,40 m/s do sul para leste em relação à Terra. A canoa se desloca em um rio que escoia a 0,50 m/s do oeste para leste em relação à Terra. Determine o módulo, a direção e o sentido da velocidade da canoa em relação ao rio.

3.40 O piloto de um avião deseja voar de leste para oeste. Um vento de 80,0 km/h (sobre 50 mi/h) sopra do norte para o sul. a) Se a velocidade do avião em relação ao ar (sua velocidade se o ar estivesse em repouso) é igual a 320,0 km/h (sobre 200 mi/h), qual deve ser a direção escolhida pelo piloto? b) Qual é a velocidade do avião em relação ao solo? Ilustre sua solução com um diagrama vetorial.

3.41 Cruzando o rio I. A água de um rio se escoia com velocidade de 2,0 m/s do norte para o sul. Um homem dirige um barco com motor ao longo do rio; com velocidade igual a 4,2 m/s em relação à água, de oeste para leste. A largura do rio é igual a 800 m. a) Determine o módulo, a direção e o sentido da sua velocidade em relação à Terra. b) Quanto tempo é necessário para atravessar o rio? c) A que distância ao sul do ponto inicial ele atingirá a margem oposta?

3.42 Cruzando o rio II. a) Em que direção o barco do Exercício 3.41 deveria se para atingir a margem oposta diretamente a leste do ponto inicial? (Sua velocidade em relação à água permanece igual a 4,2 m/s.) b) Qual a velocidade do barco em relação à Terra? c) Quanto tempo é necessário para atravessar o rio?

3.43 Um avião ultraleve aponta de norte para sul, e seu indicador de velocidade em relação ao ar mostra 35 m/s. O avião está submetido a um vento de 10 m/s que sopra na direção sudoeste em relação à Terra. a) Faça um diagrama vetorial mostrando a relação entre os vetores dados e \vec{v}_{PT} (a velocidade do avião em relação à Terra). b) Usando a coordenada x para o leste e a coordenada y para o norte, determine os componentes de \vec{v}_{PT} . Determine o módulo, a direção e o sentido de \vec{v}_{PT} .

Problemas

3.44 Um modelo de foguete se move no plano xy (o sentido positivo do eixo vertical Oy é de baixo para cima). A aceleração do foguete possui os componentes $a_x(t) = \alpha t^2$ e $a_y(t) = \beta - \gamma t$, onde $\alpha = 2,50 \text{ m/s}^4$, $\beta = 9,0 \text{ m/s}^2$ e $\gamma = 1,40 \text{ m/s}^3$. Para $t = 0$, o foguete está na origem e possui velocidade $\vec{v}_0 = v_{0x}\hat{i} + v_{0y}\hat{j}$, sendo $v_{0x} = 1,0 \text{ m/s}$ e $v_{0y} = 7,0 \text{ m/s}$. a) Determine o vetor velocidade e o vetor posição em função do tempo. b) Qual a altura máxima atingida pelo foguete? c) Faça um desenho da trajetória do foguete. d) Qual o deslocamento horizontal do foguete quando ele retorna para o ponto $y = 0$?

3.45 Um foguete é lançado a um ângulo do topo de uma torre com altura $h_0 = 50,0 \text{ m}$. Devido ao projeto dos motores, suas coordenadas de posição estão na forma $x(t) = A + Bt^2$ e $y(t) = C + Dt^3$, sendo que A, B, C e D são constantes. Além disso, a aceleração do foguete 1,0 s após o lançamento é $\vec{a} = (4,0\hat{i} + 3,0\hat{j}) \text{ m/s}^2$. Suponha que a origem das coordenadas esteja na base da torre. a) Ache as constantes A, B, C e D , incluindo suas unidades SI. b) No instante imediatamente após o lançamento do foguete, quais são seu vetor de aceleração e sua velocidade? c) Quais são os componentes x e y da velocidade do foguete 10,0 s após seu lançamento e com que velocidade ele se desloca? d) Qual o vetor posição do foguete 10,0 s após seu lançamento?

3.46 Um pássaro voa em um plano xy com um vetor velocidade dado por $\vec{v} = (\alpha - \beta t^2)\hat{i} + \gamma t\hat{j}$, sendo $\alpha = 2,4 \text{ m/s}$, $\beta = 1,6 \text{ m/s}^3$ e $\gamma = 4,0 \text{ m/s}^2$. O sentido positivo do eixo vertical Oy é de baixo para cima. Em $t = 0$, o pássaro está na origem. a) Determine o vetor posição e o vetor aceleração do pássaro em função do tempo. b) Qual é a altura do pássaro (coordenada y) quando ele voa sobre $x = 0$ pela primeira vez depois de $t = 0$?

3.47 Um foguete de teste é lançado por aceleração ao longo de uma inclinação de 200,0 m, a 125 m/s^2 , partindo do repouso no ponto A (Figura 3.45). A inclinação se ergue a $35,0^\circ$ sobre a horizontal e, no instante em que o foguete parte dela, os motores se apagam e ele fica sujeito somente à gravidade (a resistência ao ar pode ser desprezada).

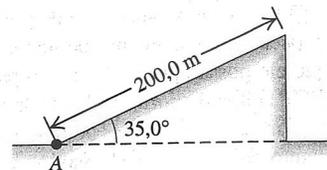


Figura 3.45 Problema 3.47.

Determine a) a altura máxima sobre o solo atingida pelo foguete e b) o maior alcance horizontal do foguete passando-se o ponto A.

3.48 Atletas marcianas. No salto à distância, uma atleta se projeta a um ângulo sobre o solo e cai mantendo-se na mesma altura, tentando percorrer a maior distância horizontal. Suponha que na Terra ela permanecesse no ar pelo tempo T , atingindo uma altura máxima h e percorrendo uma distância horizontal D . Se ela saltasse *exatamente* da mesma forma em uma competição em Marte, onde g_{MARTE} é 0,379 do seu valor na Terra, ache o tempo dela no ar, a altura máxima e a distância horizontal. Expresse cada uma dessas três grandezas em termos do seu valor na Terra. Despreze a resistência do ar nos dois planetas.

3.49 Dinamite! Uma equipe de demolição usa dinamite para explodir um edifício velho. Fragmentos da explosão voam em todas as direções e mais tarde são encontrados num raio de 50 m da explosão. Faça uma estimativa da velocidade máxima atingi-

da pelos fragmentos da explosão. Descreva todas as hipóteses que você usar.

3.50 Em espiral. É comum ver aves de rapina ganhando altura impulsionadas por uma corrente de ar quente. A trajetória que elas percorrem se assemelha a uma espiral. Pode-se reproduzir o movimento em espiral como um movimento circular uniforme combinado com uma velocidade ascendente constante. Suponha que um pássaro complete um círculo com raio de 8,0 m a cada 5,0 s e suba verticalmente a uma taxa de 3,0 m/s. Determine a) a velocidade escalar do pássaro em relação ao solo, b) a aceleração do pássaro (módulo, direção e sentido) e c) o ângulo entre o vetor de velocidade do pássaro e a horizontal.

3.51 Na selva, um veterinário com uma arma carregada com um dardo tranqüilizante e um macaco astuto de 1,5 kg estão 25 m acima do solo, cada qual em uma árvore a 90 m de distância uma da outra. Assim que o caçador atira horizontalmente no macaco, este se solta da árvore na tentativa de escapar do tiro. Qual deve ser a velocidade mínima do dardo no cano da arma para que o caçador atinja o macaco antes que ele chegue ao chão?

3.52 Uma dublê de cinema pula de um helicóptero em voo a 30,0 m acima do solo com velocidade constante cujo componente vertical é igual a 10,0 m/s de baixo para cima e cujo componente horizontal é igual a 15,0 m/s do norte para o sul. Despreze a resistência do ar. a) Em que lugar do solo (em relação ao ponto onde ela abandonou o helicóptero) a dublê colocou almofadas de espuma para amortecer a queda? b) Faça diagramas xt , yt , $v_x t$ e $v_y t$ para o movimento.

3.53 No combate a incêndios em florestas, aviões jogam água para ajudar equipes que trabalham no solo. Um piloto em treinamento lança uma caixa com corante vermelho, na esperança de atingir um alvo no solo. Se o avião está voando horizontalmente a 90,0 m acima do solo com velocidade de 64,0 m/s (143 mi/h), a que distância horizontal do alvo o piloto deve lançar a caixa? Despreze a resistência do ar.

3.54 Um navio se aproxima do porto a 45,0 cm/s e uma importante peça do equipamento de ancoragem precisa ser lançada, para que ele possa aportar. Esse equipamento é lançado a 15,0 m/s e 60,0° acima da horizontal, do topo de uma torre, à beira da água, 8,75 m acima do convés do navio (Figura 3.46). Para esse equipamento cair na frente do navio, a que distância D da doca deve estar o navio quando o equipamento for lançado? Despreze a resistência do ar.

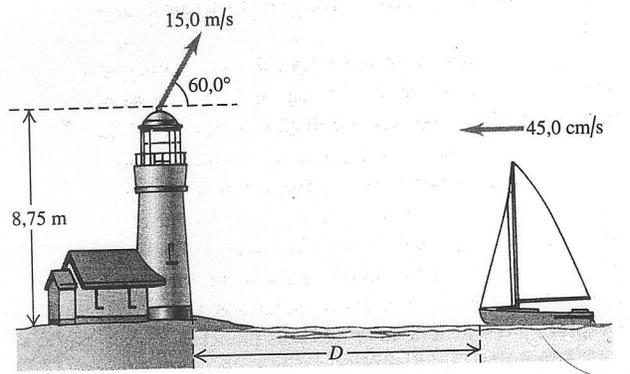


Figura 3.46 Problema 3.54.

3.55 O maior alcance de uma bola de beisebol. De acordo com o *Guinness Book of World Records*, o recorde de alcance de uma bola de beisebol foi obtido em uma batida feita por Roy 'Dizzy' Carlyle em um jogo menor de um campeonato. A bola percorreu uma distância horizontal de 188 m até atingir o solo fora do campo. a) Supondo que a bola tenha sido lançada a 45,0° acima da horizontal e desprezando a resistência do ar, qual era a velocidade inicial da bola para que isso ocorresse, sabendo-se que a bola foi batida em um ponto a 0,9 m acima do nível do solo? Suponha que o solo seja perfeitamente plano. b) Em que ponto a bola passou acima da cerca de 3,0 m de altura, sabendo-se que a cerca estava a uma distância de 116 m do ponto do lançamento da bola?

3.56 Uma mangueira de água é usada para encher um grande tanque cilíndrico com diâmetro D e altura $2D$. O jato de água sai da mangueira a 45° acima da horizontal, a partir do mesmo nível da base do tanque, e está a uma distância $6D$ (Figura 3.47). Para qual *alcance* de velocidade de lançamento (v_0) a água entrará no tanque? Despreze a resistência do ar e expresse sua resposta em termos de D e g .

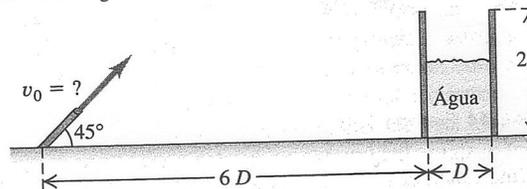


Figura 3.47 Problema 3.56.

3.57 Um projétil está sendo lançado do nível do chão, sem sofrer resistência do ar. Você quer evitar que ele penetre uma camada de inversão de temperatura na atmosfera a uma altura h sobre o solo. a) Qual velocidade de lançamento máxima você poderia aplicar nesse projétil, se o lançasse diretamente de baixo para cima? Expresse sua resposta em termos de h e g . b) Suponha que a plataforma de lançamento disponível dispare projéteis ao dobro da velocidade de lançamento máxima calculada na parte a) A que ângulo máximo sobre a horizontal você deve lançar o projétil? c) A que distância (em termos de h) da plataforma de lançamento o projétil aterrissa na parte (b)?

3.58 Chutando a gol. No futebol americano, após um *touchdown* (aterrissagem, nome de uma jogada vencedora), o time tem a oportunidade de conquistar mais um ponto chutando a bola sobre a barra entre as traves do gol. A barra fica a 10,0 pés acima do solo, e a bola é chutada do nível do solo, na direção horizontal a 36,0 pés da barra (Figura 3.48). As regras do futebol americano são enunciadas em unidades inglesas, mas devem ser convertidas para SI neste caso. a) Há um ângulo mínimo acima do solo que garante que a bola passará sobre a barra, seja qual for a velocidade do chute. Qual é esse ângulo? b) Se a bola for chutada

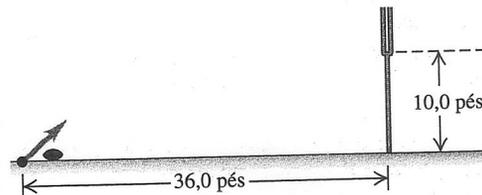


Figura 3.48 Problema 3.58.