TAREA 1

1

13. Secretariat (un caballo) ganó el Derby de Kentucky con tiempos para sucesivos segmentos de cuarto de milla de 25.2 s, 24.0 s, 23.8 s, y 23.0 s. (a) Encuentre su rapidez promedio durante cada segmento de cuarto de milla. (b) Suponiendo que la rapidez instantánea de Secretariat en la línea de meta fuera la misma que la rapidez promedio durante el cuarto de milla final, encuentre su aceleración promedio para toda la carrera. (Los caballos en el Derby arrancan desde el reposo).

14. En la figura P2.14 se muestra una gráfica de velocidad-tiempo para un objeto que se mueve a lo largo del eje x. (a) Trace una gráfica de la aceleración contra tiempo. (b) Determine la aceleración promedio del objeto en los intervalos $t = 5.00$ s a $t = 15.0$ s y $t = 0$ a t 20.0 s.

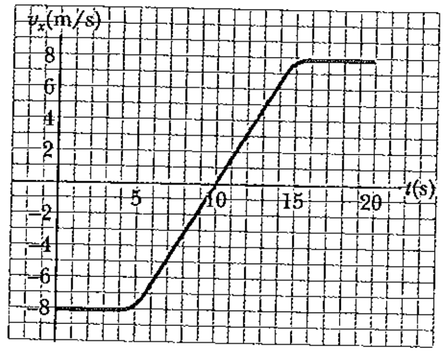


Figura P2.14

2

15. Una partícula se mueve a lo largo del eje x según la ecuación $x = 2.00 + 3.00t - 1.00t^2$, donde x está en metros y t en segundos. En $t = 3.00$ s, encuentre (a) la posición de la partícula, (b) su velocidad, y (c) su aceleración.

16. Un objeto se mueve a lo largo del eje x según la ecuación $x(t) = (3.00t^2 - 2.00t + 3.00)$m. Determine (a) la rapidez promedio entre $t = 2.00$ s y $t = 3.00$ s, (b) la rapidez instantánea en $t = 2.00$ s y en $t = 3.00$ s, (c) la aceleración promedio entre $t = 2.00$ s y $t = 3.00$ s, y (d) la aceleración instantánea en $t = 2.00$ s y $t = 3.00$ s.

3

17. La figura P2.17 muestra una gráfica de v_x contra t para el movimiento de un motociclista cuando éste arranca desde el reposo y se mueve a lo largo del camino en línea recta. (a) Encuentre la aceleración promedio para el intervalo $t = 0$ a $t = 6.00$ s. (b) Estime el tiempo en el que la aceleración tiene su máximo valor positivo y el valor de la aceleración en ese instante. (c) ¿Cuándo es cero la aceleración? (d) Estime el valor máximo negativo de la aceleración y el tiempo en el que éste ocurre.

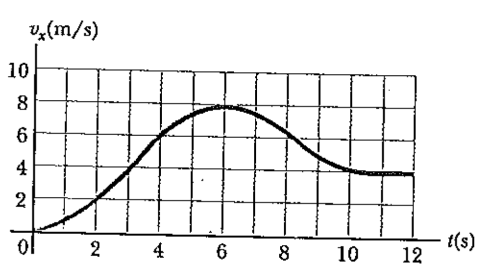


Figura P2.17

Sección 2.4 Diagramas de movimiento

18. Trace diagramas de movimiento para (a) un objeto que se mueve a la derecha a velocidad constante, (b) un objeto que se mueve a la derecha y acelera a un ritmo constante, (c) un objeto que se mueve a la derecha y reduce su velocidad a un ritmo constante, (d) un objeto que se mueve a la izquierda y acelera a un ritmo constante, y (e) un objeto que se mueve a la izquierda y reduce su velocidad a un ritmo constante. (f) ¿Cómo cambiarían sus dibujos si los cambios en velocidad no fueran uniformes, es decir, si la velocidad no cambiara a un ritmo constante?

Sección 2.5 Movimiento en una dimensión con aceleración constante

19. Julio Verne, en 1865, sugirió enviar personas a la Luna al disparar una cápsula espacial desde un cañón de 220 m de largo con una velocidad de lanzamiento de 10.97 km/s. ¿Cuál hubiera sido la nada realista gran aceleración experimentada por los viajeros espaciales durante el lanzamiento? Compare su respuesta con la aceleración en caída libre de 9.80 m/s^2.

20. Un camión recorre 40.0 m en 8.50 s cuando suavemente reduce su velocidad hasta una rapidez final de 2.80 m/s. (a) Encuentre su rapidez original. (b) Encuentre su aceleración.

4

21. Un objeto que se mueve con aceleración uniforme tiene una velocidad de 12.0 cm/s en la dirección positiva x cuando su coordenada x es 3.00 cm. Si su coordenada x 2.00 s después es de −5.00 cm, ¿cuál es su aceleración?

22. Un auto BMW 745i puede frenar hasta detenerse en una distancia de 121 pies desde una velocidad de 60.0 mi/h. Para frenar hasta detenerse desde una velocidad de 80 mi/h requiere una distancia de frenado de 211 pies. ¿Cuál es la aceleración promedio de frenado para (a) 60 mi/h hasta el reposo, (b) 80 mi/h hasta el reposo, (c) 80 mi/h a 60 mi/h? Exprese las respuestas en mi/h y en m/s^2.

23. Un bote de alta velocidad que se mueve a 30.0 m/s se aproxima a una boya sin estela que está a 100 m adelante. Al disminuir la aceleración, el piloto reduce la velocidad del bote con una aceleración constante de −3.50 m/s^2. (a) ¿Cuánto tarda el bote en llegar a la boya? (b) ¿Cuál es la velocidad del bote cuando llega a la boya?

5

24. La figura 2.24 representa parte de los datos de rendimiento de un auto propiedad de un orgulloso estudiante de física. (a) Calcule, de esta gráfica, la distancia total recorrida. (b) ¿Qué distancia recorre el auto entre los tiempo $t = 10$ s y $t = 40$ s? (c) Trace una gráfica de su aceleración contra tiempo entre $t = 0$ y $t = 50$ s. (d) Escriba una ecuación para x como función del tiempo para cada fase del movimiento, representada por (i) $0a$, (ii) ab, (iii) bc. (e) ¿Cuál es la velocidad promedio del auto entre $t = 0$ y $t = 50$ s?

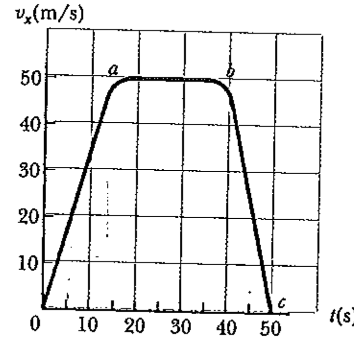


Figura P2.24

6

25. Una partícula se mueve a lo largo del eje x. Su posición está dada por la ecuación $x = 2 + 3t - 4t^2$ con x en metros y t en segundos. Determine (a) su posición cuando cambia su dirección y (b) su velocidad cuando regresa a la posición que tenía en $t = 0$.

26. En la pista de carreras de autos Daytona 500, un Ford Thunderbird y un Mercedes Benz corren lado a lado en una recta a 71.5 m/s. El conductor del Thunderbird se da cuenta que debe hacer una parada en el puesto de servicio, y suavemente reduce su velocidad hasta detenerse en una distancia de 250 m. Está durante 5.00 s en el puesto y luego acelera, alcanzando su velocidad previa de 71.5 m/s después de una distancia de 350 m. En este instante, ¿qué distancia se quedó el Thunderbird atrás del Mercedes, que ha continuado a velocidad constante?

27. Un avión a reacción aterriza a una rapidez de 100 m/s y puede acelerar a un ritmo máximo de -5.00 m/s^2 hasta llegar al reposo. (a) Desde el instante en que el avión toca la pista, ¿cuál es el intervalo mínimo necesario en tiempo antes que se detenga? (b) ¿Puede este avión aterrizar en el aeropuerto de una pequeña isla tropical, donde la pista mide 0.800 km de largo?

28. Un auto se aproxima a una cuesta a 30.0 m/s cuando su motor falla de pronto justo al pie de la cuesta. El auto se mueve con una aceleración constante de -2.00 m/^{2} cuando sube por inercia a la cuesta. (a) Escriba las ecuaciones para la posición a lo largo de la pendiente y para la velocidad como funciones del tiempo, tomando $x = 0$ al pie de la cuesta, donde $v_i = 30.0$ m/s. (b) Determine la máxima distancia que el auto rueda cuesta arriba.

29. El conductor de un auto aplica el freno súbitamente al ver que un tronco bloquea el camino. El auto reduce su velocidad uniformemente con una aceleración de -5.60 m/s^2 durante 4.20 s, dejando marcas rectas de patinazo de 62.4 m de largo que terminan en el árbol. ¿Con qué rapidez golpea entonces el auto al árbol?

30. *¡Auxilio, falta una de nuestras ecuaciones!* Describimos un movimiento con aceleración constante con las variables y parámetros v_{xi}, v_{xf}, a_x, t y $x_f - x_i$. De las ecuaciones de la tabla 2.2, la primera no contiene $x_f - x_i$. La segunda no contiene a_x, la tercera omite a v_{xf} y la última deja fuera a t. Entonces, para completar el conjunto debe haber una ecuación que *no* contenga v_{xi}. Dedúzcala de las otras y utilícela para resolver el problema 29 en un solo paso.

31. Durante muchos años, el coronel John P. Stapp, USAF, fue poseedor del récord mundial de velocidad en tierra. El 19 de marzo de 1954 condujo un trineo impulsado por cohetes que corrió por una vía a una velocidad de 632 mi/h. Él y el trineo se detuvieron con seguridad en 1.40 s (figura P2.31). Determine (a) la aceleración negativa que experimentó y (b) la distancia que recorrió durante esta aceleración negativa.

7

32. Un camión en una carretera recta inicia desde el reposo, acelerando a 2.00 m/s^2 hasta que alcanza una rapidez de 20.0 m/s. Entonces el camión se desplaza durante 20.0 s a rapidez constante hasta que se aplican los frenos, deteniendo el camión de un modo uniforme en otros 5.00 s. (a) ¿Cuánto tiempo está el camión en movimiento? (b) ¿Cuál es la velocidad promedio del camión para el movimiento descrito?

33. Un electrón en un tubo de rayos catódicos acelera desde 2.00×10^4 m/s a 6.00×10^6 m/s en 1.50 cm. (a) ¿Cuánto tarda el electrón en recorrer este 1.50 cm? (b) ¿Cuál es la aceleración?

34. En un acelerador lineal de 100 m, se acelera un electrón al 1.00% de la velocidad de la luz en 40.0 m antes que se mueva por inercia 60.0 m hasta el blanco. (a) ¿Cuál es la aceleración del electrón durante los primeros 40.0 m? (b) ¿Cuánto tarda el vuelo total?

35. Dentro de una máquina compleja como lo es una línea de ensamble robótica, suponga que una pieza en particular se desliza en una vía recta. Un sistema de control mide la velocidad promedio de la pieza durante cada intervalo sucesivo de tiempo $\Delta t_0 = t_0 - 0$, la compara con el valor v_c que debe ser, y enciende y apaga un servomotor para dar a la pieza el pulso corrector de aceleración. El pulso está formado por una aceleración constante a_m aplicada durante el intervalo $\Delta t_m = t_m - 0$ dentro del siguiente intervalo de control Δt_0. Como se ve en la figura P2.35, la pieza puede ser modelada como que tiene aceleración cero cuando el motor está apagado (entre t_m y t_0). Una computadora del sistema de control escoge el tamaño de la aceleración para que la velocidad final de la pieza tenga el valor correcto v_c. Suponga que la pieza está inicialmente en reposo y ha de tener una velocidad instantánea v_c en el tiempo t_0. (a) Encuentre el valor requerido de a_m en términos de v_c y t_m. (b) Demuestre que el desplazamiento Δx de la pieza durante el intervalo Δt_0 está dado por $\Delta x = v_c\,(t_0 - 0.5t_m)$. Para valores especificados de v_c y t_0, (c) ¿cuál es el desplazamiento mínimo de la pieza? (d) ¿Cuál es el desplazamiento máximo de la pieza? (e) Los desplazamientos mínimo y máximo, ¿son físicamente aceptables?

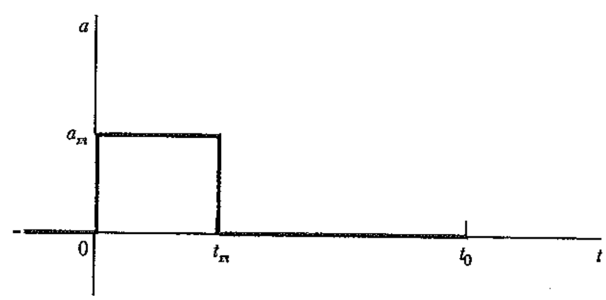
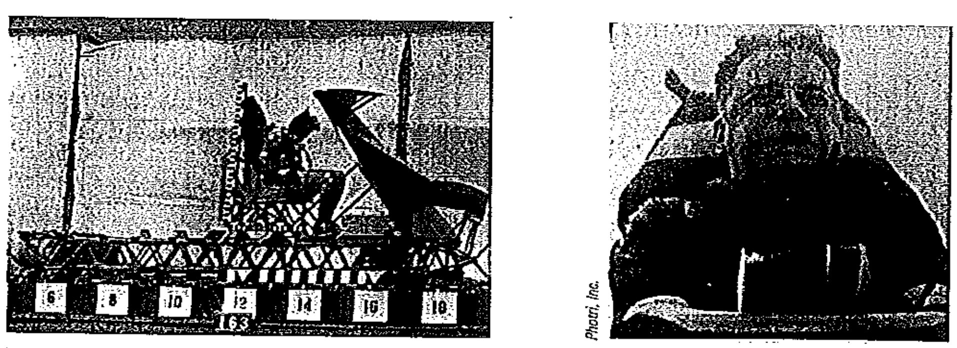


Figura P2.35



Cortesía de U.S. Air Force.

Photri, Inc.

Figura P2.31 *(Izquierda)* Coronel John Stapp en trineo de cohete. *(Derecha)* El rostro del coronel Stapp deformado por el esfuerzo de la rápida aceleración negativa.

54

36. Un deslizador en una vía de aire lleva una bandera de longitud ℓ y con ella cruza una fotopuerta estacionaria, que mide el intervalo Δt_d durante el cual la bandera bloquea un rayo de luz infrarroja que pasa de lado a lado de la fotopuerta. La relac $v_d = \ell/\Delta t_d$ es la velocidad promedio del deslizador sol parte de su movimiento. Suponga que el deslizador se mueve con aceleración constante. (a) Defienda o cuestione la idea de que v_d es igual a la velocidad instantánea del deslizador cuando está a la mitad del cruce por el espacio de la fotopuerta. (b) Defienda o cuestione la idea de que v_d es igual a la velocidad instantánea del deslizador cuando está a la mitad del cruce por la fotopuerta en tiempo.

37. Una pelota arranca desde el reposo y acelera a 0.500 m/s^2 mientras baja por un plano inclinado de 9.00 m de largo. Cuando llega al pie del plano, la pelota rueda hacia arriba por otro plano, donde, después de avanzar 15.0 m, llega al reposo. (a) ¿Cuál es la rapidez de la pelota al pie del primer plano? (b) ¿Cuánto tarda en rodar hacia abajo en el primer plano? (c) ¿Cuál es la aceleración a lo largo del segundo plano? (d) ¿Cuál es la rapidez de la pelota a 8.00 m a lo largo del segundo plano?

38. Speedy Sue, en un auto a 30.0 m/s, entra en un túnel de un solo carril. Ella observa entonces un camión lento de reparto a 155 m al frente que se mueve a 5.00 m/s. Sue aplica los frenos, pero puede acelerar sólo a -2.00 m/s^2, porque el pavimento está mojado. ¿Habrá choque? Si es así, determine a qué distancia dentro del túnel y en qué momento ocurre la colisión; si no hay choque, determine la distancia más cercana entre el auto de Sue y el camión de reparto.

39. Por un método gráfico resuelva el Ejemplo 2.8 "¡Cuidado con el límite de rapidez!". En la misma gráfica trace la posición contra tiempo para el auto y el policía de tránsito. De la intersección de las dos curvas de tiempo en que el policía alcanza al auto.

Sección 2.6 Objetos en caída libre

Nota: En todos los problemas de esta sección, pase por alto los efectos de la resistencia del aire.

40. Una pelota de golf se suelta desde el reposo del techo de un edificio muy alto. Despreciando la resistencia del aire, calcule (a) la posición y (b) la velocidad de la pelota después de 1.00, 2.00 y 3.00 s.

41. *Todas las mañanas a las siete*
Hay veinte soldados perforando en la piedra
El jefe llega y dice, "sigan y venzan
Al taladro de hierro fundido.

Y taladren, soldados, taladren." Y taladren, soldados, taladren
Es trabajo todo el día por azúcar para el té
Más allá del ferrocarril. Y taladren, soldados, taladren.

El nombre del mayordomo era John McAnn.
Por Dios, era un hombre maldecido.
Un día una explosión prematura estalló
Y una milla en el aire subió el gran Jim Goff. Y taladren...

Entonces cuando llegó el día de pago
Jim Goff encontró que le faltaba un dólar.
Cuando preguntó por qué, vino la respuesta:
"Se le descontó el tiempo que estuvo en el cielo." Y taladren...
—Canción popular norteamericana

¿Cuál era el sueldo por hora de Goff? Exprese las suposiciones que haga para calcularlo.

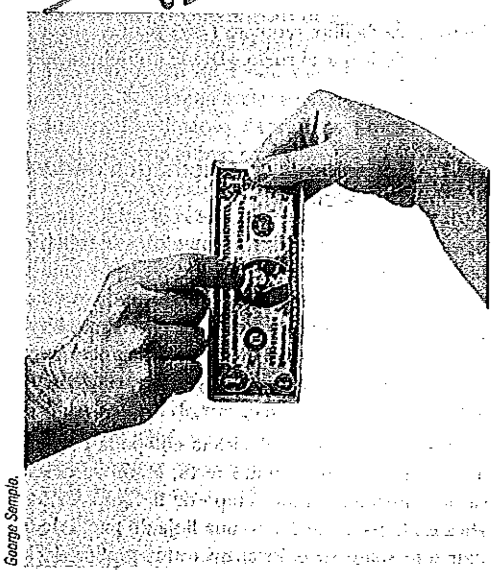
8

42. Se lanza una pelota directamente hacia abajo, co inicial de 8.00 m/s, desde una altura de 30.0 m. ¿D intervalo de tiempo llega la pelota al suelo?

43. Una estudiante lanza un llavero verticalmente hacia arriba a su hermana del club femenino de estudiantes, que está en una ventana 4.00 m arriba. Las llaves son atrapadas 1.50 s después por el brazo extendido de la hermana. (a) ¿Con qué velocidad inicial fueron lanzadas las llaves? (b) ¿Cuál era la velocidad de las llaves justo antes que fueran atrapadas?

44. Emilia desafía a su amigo David para que atrape un billete de dólar como sigue. Ella sostiene el billete verticalmente, como se ve en la figura P2.44, con el centro del billete entre los dedos índice y pulgar de David. David debe atrapar el billete sin mover su mano hacia abajo después que Emilia lo suelte. Si su tiempo de reacción es de 0.2 s, ¿lo atrapará? Explique su razonamiento.

$$g = \frac{v_f - v_i}{t_v}$$



George Semple.

Figura P2.44

45. En Mostar, Bosnia, la prueba máxima del valor de un joven era saltar de un puente de 400 años de antigüedad (ahora destruido) hacia el río Neretva, 23.0 m abajo del puente. (a) ¿Cuánto duraba el salto? (b) ¿Con qué rapidez caía el joven al impacto con el agua? (c) Si la rapidez del sonido en el aire es 340 m/s, ¿cuánto tiempo, después de saltar el clavadista, un espectador sobre el puente escucha el golpe en el agua?

46. Una pelota se deja caer desde el reposo desde una altura h arriba del suelo. Otra pelota es lanzada verticalmente hacia arriba desde el suelo en el instante en que se suelta la primera pelota. Determine la velocidad de la segunda pelota si las dos pelotas deben encontrarse a una altura $h/2$ sobre el nivel del suelo.

47. Una pelota de béisbol es golpeada de modo que sube directamente hacia arriba después de ser tocada por el bat. Un aficionado observa que la pelota tarda 3.00 s en alcanzar su máxima altura. Encuentre (a) su velocidad inicial y (b) la altura que alcanza.

48. Es posible disparar una flecha a una rapidez de hasta 100 m/s. (a) Si se desprecia la fricción, ¿a qué altura subiría una flecha lanzada a esta velocidad si se dispara directamente hacia arriba?

6. Un libro se mueve una vez alrededor del perímetro de una mesa con las dimensiones 1.0 m × 2.0 m. Si el libro termina en su posición inicial, ¿cuál es su desplazamiento? ¿Cuál es la distancia recorrida?

7. En un viaje a lo largo de una carretera interestatal recta, usted observa que el marcador de millas indica 260. Continúa el viaje hasta que el marcador llega a 150 y luego vuelve sobre sus pasos en la carretera hasta que el marcador indica 175. ¿Cuál es la magnitud de su desplazamiento resultante desde que el marcador indicaba 260?

8. Si el componente del vector **A** a lo largo de la dirección del vector **B** es cero, ¿qué se puede concluir acerca de los dos vectores?

9. ¿Puede la magnitud de un vector tener un valor negativo? Explique.

10. ¿Bajo qué circunstancias un vector diferente de cero, que está en el plano *xy*, tendría componentes de igual magnitud?

11. Si **A** = **B**, ¿qué se puede concluir acerca de los componentes de **A** y **B**?

12. ¿Es posible adicionar una cantidad vectorial a una cantidad escalar? Explique.

13. La resolución de vectores en componentes es equivalente a sustituir el vector original con la adición de dos vectores, cuya adición es la misma que el vector original. Hay un número infinito de pares de vectores que satisfacen esta condición; escogemos el par con un vector paralelo al eje *x* y el segundo paralelo al eje *y*. ¿Qué dificultad se introduciría al definir componentes relativos a los ejes que no son perpendiculares, por ejemplo, el eje *x* y un eje *y* orientado 45° respecto al eje *x*?

14. ¿En qué circunstancias está el componente *x* de un vector dado por la magnitud del vector por el seno de su ángulo de dirección?

PROBLEMAS

1, 2, 3 = sencillo, intermedio, difícil = solución guiada con sugerencias disponibles en http://www.pse6.com

= use computadora para resolver el problema = problemas numéricos y simbólicos por pares

Sección 3.1 Sistemas de coordenadas

9

1. Las coordenadas polares de un punto son $r = 5.50$ m y $\theta = 240°$. ¿Cuáles son las coordenadas cartesianas de este punto?

2. Dos puntos en un plano tienen coordenadas polares (2.50 m, 30.0°) y (3.80 m, 120.0°). Determine (a) las coordenadas cartesianas de estos puntos y (b) la distancia entre ellos.

3. Una mosca se para en la pared de un cuarto. La esquina inferior izquierda de la pared se selecciona como el origen de un sistema de coordenadas cartesianas en dos dimensiones. Si la mosca está parada en el punto que tiene coordenadas (2.00, 1.00) m, (a) ¿qué tan lejos está de la esquina del cuarto? (b) ¿Cuál es su posición en coordenadas polares?

10

4. Dos puntos en el plano *xy* tienen coordenadas cartesianas (2.00, −4.00) m y (−3.00, 3.00) m. Determine (a) la distancia entre estos puntos y (b) sus coordenadas polares.

5. Si las coordenadas rectangulares de un punto están dadas por (2, *y*) y sus coordenadas polares son (*r*, 30°), determine *y* y *r*.

6. Si las coordenadas polares del punto (*x*, *y*) son (*r*, *θ*), determine las coordenadas polares para los puntos: (a) (−*x*, *y*), (b) (−2*x*, −2*y*), y (c) (3*x*, −3*y*).

Sección 3.2 Cantidades vectoriales y escalares

Sección 3.3 Algunas propiedades de vectores

7. Una topógrafa mide el ancho de un río recto con el siguiente método: de pie directamente frente a un árbol que está en la margen opuesta, ella camina 100 m a lo largo de la rivera del río para establecer una línea de base; se detiene y mira el árbol. El ángulo desde su línea de base al árbol es 35.0°. ¿Cuál es el ancho del río?

11

8. Un peatón camina 6.00 km al este y luego 13.0 km al norte. Encuentre la magnitud y dirección del vector de desplazamiento resultante con el método gráfico.

9. Un avión vuela desde el campamento base al lago A, que está a 280 km de distancia, en una dirección de 20.0° al norte del este. Después de dejar caer provisiones vuela al lago B, que está 190 km a 30.0° al oeste del norte del largo A. Gráficamente determine la distancia y dirección del lago B al campamento base.

12

10. El vector **A** tiene una magnitud de 8.00 unidades y forma un ángulo de 45.0° con el eje *x* positivo. El vector **B** también tiene una magnitud de 8.00 unidades y está dirigido a lo largo del eje *x* negativo. Con métodos gráficos, encuentre (a) el vector adición **A** + **B** y (b) el vector diferencia **A** − **B**.

11. Un patinador se desliza a lo largo de una trayectoria circular de radio 5.00 m. Si avanza por inercia alrededor de la mitad del círculo, encuentre (a) la magnitud del vector de desplazamiento y (b) la distancia que patinó. (c) ¿Cuál es la magnitud del desplazamiento si él patina alrededor de todo el círculo?

12. Una fuerza $\mathbf{F}_1$ de magnitud 6.00 unidades actúa en el origen en una dirección 30.0° arriba del eje *x* positivo. Una segunda fuerza $\mathbf{F}_2$ de magnitud 5.00 unidades actúa en el origen en la dirección del eje *y* positivo. Encuentre gráficamente la magnitud y dirección de la fuerza resultante $\mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2$.

13. Arbitrariamente defina la "estatura vectorial instantánea" de una persona como el vector de desplazamiento desde el punto situado a la mitad entre sus pies y la parte superior de su cabeza. Ha-

ga una estimación de orden de magnitud de la estatura vectorial total de todas las personas de una población citadina de 100 000 (a) a las 10 de la mañana de un jueves, y (b) a las 5 de la mañana de un sábado. Explique su razonamiento.

14. Un perro que busca un hueso camina 3.50 m al sur, luego corre 8.20 m a un ángulo de 30.0° al norte del este, y finalmente camina 15.0 m al oeste. Con técnicas gráficas, encuentre el vector de desplazamiento resultante del perro.

13

15. Cada uno de los vectores de desplazamiento **A** y **B** mostrados en la figura P3.15 tiene una magnitud de 3.00 m. Gráficamente encuentre (a) **A** + **B**, (b) **A** − **B**, (c) **B** − **A**, (d) **A** − 2**B**. Reporte todos los ángulos en sentido contrario al giro de las manecillas de un reloj desde el eje x positivo.

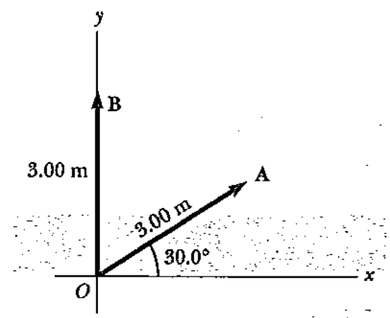


Figura P3.15 Problemas 15 y 37.

16. Tres desplazamientos son **A** = 200 m hacia el sur; **B** = 250 m hacia el oeste; **C** = 150 m, 30.0° al este del norte. Construya un diagrama por separado para cada una de las siguientes formas de adicionar estos vectores $\mathbf{R}_1 = \mathbf{A} + \mathbf{B} + \mathbf{C}$; $\mathbf{R}_2 = \mathbf{B} + \mathbf{C} + \mathbf{A}$; $\mathbf{R}_3 = \mathbf{C} + \mathbf{B} + \mathbf{A}$.

17. El carro de una montaña rusa se mueve 200 ft horizontalmente, y luego sube 135 ft a un ángulo de 30.0° sobre la horizontal. Luego se desplaza 135 ft a un ángulo de 40.0° hacia abajo. ¿Cuál es el desplazamiento desde su punto de partida? Utilice técnicas gráficas.

Sección 3.4 Componentes de un vector y unidades vectoriales

18. Encuentre los componentes horizontal y vertical del desplazamiento de 100 m de un superhéroe que vuela desde lo alto de un edificio siguiendo la trayectoria que se ilustra en la figura P3.18.

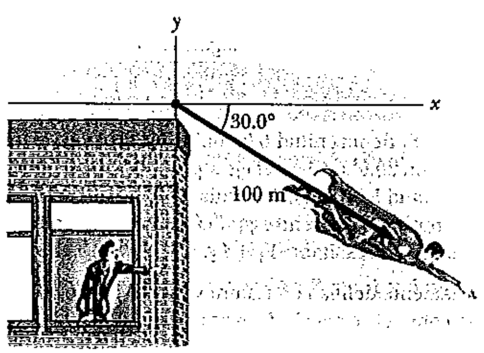


Figura P3.18

19. Un vector tiene un componente x de −25.0 unidades y un componente y de 40.0 unidades. Hállense la magnitud y dirección de este vector.

20. Una persona camina 25.0° al norte del este una distancia de 3.10 km. ¿Qué distancia tendría que caminar hacia el norte y al este para llegar al mismo lugar?

21. Obtenga expresiones en forma de componentes para los vectores de posición que tienen las siguientes coordenadas polares: (a) 12.8 m, 150° (b) 3.30 cm, 60.0° (c) 22.0 in., 215°.

22. Un vector de desplazamiento que se encuentra en el plano xy tiene una magnitud de 50.0 m y está dirigido a un ángulo de 120° con el eje positivo de las x. ¿Cuáles son los componentes rectangulares de este vector?

23. Una muchacha que reparte periódicos cubre su ruta al caminar 3.00 manzanas al oeste, 4.00 manzanas al norte y luego 6.00 manzanas al este. (a) ¿Cuál es su desplazamiento resultante? (b) ¿Cuál es la distancia total que recorre?

24. En 1992, Akira Matsushima, de Japón, cruzó Estados Unidos en un monociclo (bicicleta de una sola rueda), recorriendo unos 4 800 km en seis semanas. Suponga que, durante ese viaje, sin desviarse tuvo que cruzar una ciudad con numerosas calles de un solo sentido de circulación. En el centro de la ciudad, Matsushima tuvo que viajar en secuencia 280 m al norte, 220 m al este, 360 m al norte, 300 m al oeste, 120 m al sur, 60.0 m al este, 40.0 m al sur, 90.0 m al oeste (camino en construcción) y luego 70.0 m al norte. En ese punto, se detuvo para descansar. Mientras, un cuervo curioso decidió volar la distancia desde el punto de partida al de descanso directamente ("como vuela un cuervo"). Al cuervo le tomó 40.0 s recorrer esa distancia. Suponiendo que la velocidad del cuervo era constante, encuentre su magnitud y dirección.

25. Cuando exploraba una cueva, una espeleóloga inicia en la entrada y recorre las siguientes distancias. Avanza 75.0 m al norte, 250 m al este, 125 m a un ángulo de 30.0° al norte del este y 150 m al sur. Encuentre el desplazamiento resultante desde la entrada de la cueva.

26. Un mapa sugiere que Atlanta está a 730 millas en una dirección de 5.00° al norte del este desde Dallas. El mismo mapa muestra que Chicago está 560 millas en una dirección de 21.0° al oeste del norte de Atlanta. Modelando nuestro planeta como plano, use esta información para hallar el desplazamiento de Dallas a Chicago.

14

27. Dados los vectores $\mathbf{A} = 2.00\hat{\mathbf{i}} + 6.00\hat{\mathbf{j}}$ y $\mathbf{B} = 3.00\hat{\mathbf{i}} - 2.00\hat{\mathbf{j}}$, (a) trace el vector adición $\mathbf{C} = \mathbf{A} + \mathbf{B}$ y el vector diferencia $\mathbf{D} = \mathbf{A} - \mathbf{B}$. (b) Calcule **C** y **D**, primero en términos de vectores unitarios y luego en términos de coordenadas polares, con ángulos medidos con respecto al eje $+x$.

28. Encuentre la magnitud y dirección de la resultante de tres desplazamientos que tienen componentes rectangulares (3.00, 2.00) m, (−5.00, 3.00) m, y (6.00, 1.00) m.

29. Un hombre que empuja un trapeador por un piso hace que aquél experimente dos desplazamientos. El primero tiene una magnitud de 150 cm y forma un ángulo de 120° con el eje x positivo. El desplazamiento resultante tiene una magnitud de 140 cm y está dirigido a un ángulo de 35.0° respecto al eje x positivo. Encuentre la magnitud y dirección del segundo desplazamiento.

30. El vector **A** tiene componentes x e y de −8.70 cm y 15.0 cm, respectivamente; el vector **B** tiene componentes x e y de 13.2 cm y −6.60 cm, respectivamente. Si $\mathbf{A} - \mathbf{B} + 3\mathbf{C} = 0$, ¿cuáles son los componentes de **C**?

15

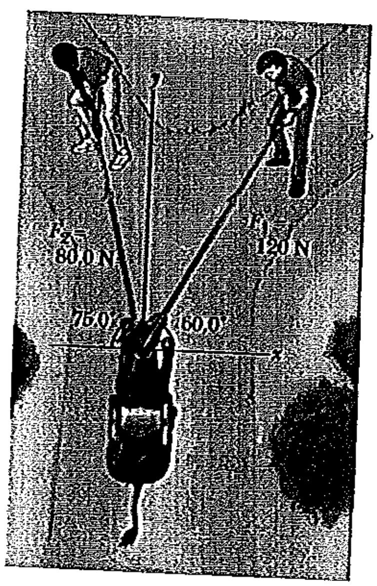
31. Considere los dos vectores $\mathbf{A} = 3\hat{\mathbf{i}} - 2\hat{\mathbf{j}}$ and $\mathbf{B} = -\hat{\mathbf{i}} - 4\hat{\mathbf{j}}$. Calcule (a) $\mathbf{A} + \mathbf{B}$, (b) $\mathbf{A} - \mathbf{B}$, (c) $|\mathbf{A} + \mathbf{B}|$, (d) $|\mathbf{A} - \mathbf{B}|$, y (e) las direcciones de $\mathbf{A} + \mathbf{B}$ y $\mathbf{A} - \mathbf{B}$.

32. Considere los tres vectores de desplazamiento $\mathbf{A} = (3\hat{\mathbf{i}} - 3\hat{\mathbf{j}})$ m, $\mathbf{B} = (\hat{\mathbf{i}} - 4\hat{\mathbf{j}})$ m, y $\mathbf{C} = (-2\hat{\mathbf{i}} + 5\hat{\mathbf{j}})$ m. Use el método de componente para determinar (a) la magnitud y dirección del vector $\mathbf{D} = \mathbf{A} + \mathbf{B} + \mathbf{C}$, (b) la magnitud y dirección de $\mathbf{E} = -\mathbf{A} - \mathbf{B} + \mathbf{C}$.

33. Una partícula experimenta los siguientes desplazamientos consecutivos: 3.50 m al sur, 8.20 m al noreste, y 15.0 m al oeste. ¿Cuál es el desplazamiento resultante?

34. En un juego de fútbol americano, un mariscal de campo toma el balón desde la línea de golpeo, corre hacia atrás 10.0 yardas, y luego 15.0 yardas en forma paralela a la línea de golpeo. En este punto, lanza un pase de 50 yardas hacia delante perpendicular a la línea de golpeo. ¿Cuál es la magnitud del desplazamiento resultante del balón?

35. La vista aérea de la figura P3.35 muestra dos personas tirando de una mula terca. Encuentre (a) la fuerza individual que es equivalente a las dos fuerzas que se ilustran, y (b) la fuerza que una tercera persona tendría que ejercer sobre la mula para que sea cero la fuerza resultante. Las fuerzas se miden en unidades de newtons (se abrevia N).



16

Figura P3.35

36. Un golfista novato necesita hacer tres tiros en el *green* para meter la pelota en el hoyo. Los desplazamientos sucesivos son 4.00 m al norte, 2.00 m al noreste, y 1.00 m a 30.0° al oeste del sur. Si empieza en el mismo punto inicial, un golfista experto podría meter la pelota en el hoyo en qué desplazamiento único?

37. Use el método de componentes para adicionar los vectores **A** y **B** que se muestra en la figura P3.15. Exprese la resultante $\mathbf{A} + \mathbf{B}$ en notación de vectores unitarios.

38. En una operación de ensamble ilustrada en la figura P3.38, un robot mueve un objeto primero en línea recta hacia arriba y luego también al este, alrededor de un arco que forma un cuarto de círculo de radio 4.80 cm que está en un plano vertical este-oeste. El robot entonces mueve el objeto hacia arriba y al norte, un cuarto de círculo de radio 3.70 cm que está en el plano vertical norte-sur. Encuentre (a) la magnitud del desplazamiento total del objeto y (b) el ángulo que el desplazamiento total forma con la vertical.

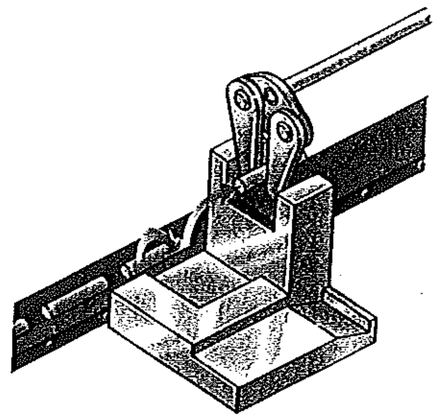


Figura P3.38

17

39. El vector **B** tiene componentes *x*, *y* y *z* de 4.00, 6.00 y 3.00 unidades, respectivamente. Calcule la magnitud de **B** y los ángulos que **B** forma con los ejes de coordenadas.

40. Una persona está de pie en el suelo, en el origen de un sistema de coordenadas. Un avión vuela sobre ella con velocidad constante paralela al eje *x* y a una altitud fija de 7.60×10^3 m. En el tiempo $t = 0$ el avión está directamente sobre la persona, de modo que el vector que va de la persona al avión es $\mathbf{P}_0 = (7.60 \times 10^3 \text{ m})\hat{\mathbf{j}}$. En $t = 30.0$ s el vector de posición que va de la persona al avión es $\mathbf{P}_{30} = (8.04 \times 10^3 \text{ m})\hat{\mathbf{i}} + (7.60 \times 10^3 \text{ m})\hat{\mathbf{j}}$. Determine la magnitud y orientación del vector de posición del avión en $t = 45.0$ s.

41. El vector **A** tiene componentes *x*, *y* y *z* de 8.00, 12.0 y −4.00 unidades, respectivamente. (a) Escriba una expresión vectorial para **A** en notación de vectores unitarios. (b) Obtenga una expresión de vectores unitarios para un vector **B** de un cuarto de la longitud de **A** que apunte en la misma dirección que **A**. (c) Obtenga una expresión de vectores unitarios para un vector **C** tres veces la longitud de **A** que apunte en la dirección opuesta a la dirección de **A**.

18

42. Las instrucciones para hallar un tesoro enterrado incluyen lo siguiente: dar 75 pasos a 240°, girar 135° y caminar 125 pasos, luego dar 100 pasos a 160°. Los ángulos se miden en sentido contrario al giro de las manecillas de un reloj desde un eje que apunta al este, la dirección $+x$. Determine el desplazamiento resultante desde el punto inicial.

43. Dados los vectores de desplazamiento $\mathbf{A} = (3\hat{\mathbf{i}} - 4\hat{\mathbf{j}} + 4\hat{\mathbf{k}})$ m y $\mathbf{B} = (2\hat{\mathbf{i}} + 3\hat{\mathbf{j}} - 7\hat{\mathbf{k}})$ m, encuentre las magnitudes de los vectores (a) $\mathbf{C} = \mathbf{A} + \mathbf{B}$ y (b) $\mathbf{D} = 2\mathbf{A} - \mathbf{B}$, y exprese también cada uno en términos de sus componentes rectangulares.

44. Una estación de radar localiza un barco que se hunde a 17.3 km y rumbo 136° en el sentido de giro de las manecillas de un reloj desde el norte. Desde la misma estación, un avión de rescate está a una distancia horizontal de 19.6 km, 153° en el sentido de giro de las manecillas de un reloj desde el norte, con elevación de 2.20 km. (a) Escriba el vector de posición para el barco con respecto al avión, representando con $\hat{\mathbf{i}}$ el este, $\hat{\mathbf{j}}$ el norte, y $\hat{\mathbf{k}}$ hacia arriba. (b) ¿A qué distancia están el avión y el barco?

resulta en el mismo alcance horizontal si la rapidez inicial es la misma en ambos casos? Desprecie la resistencia del aire.

15. El alcance máximo de un proyectil se presenta cuando es lanzado a un ángulo de 45.0° con la horizontal, si se desprecia la resistencia del aire. Si no se desprecia, ¿será el ángulo óptimo mayor o menor a 45.0°? Explique.

16. Un proyectil es lanzado en la Tierra a una velocidad inicial. Otro proyectil es lanzado en la Luna con la misma velocidad inicial. Si se desprecia la resistencia del aire, ¿cuál proyectil tiene el mayor alcance? ¿Cuál llega a la mayor altitud? (Nótese que la aceleración en caída libre en la Luna es alrededor de 1.6 m/s^2.)

17. Una moneda en una mesa recibe una velocidad horizontal tal que acaba por salir del extremo de la mesa y llegar al suelo. En el instante en que la moneda sale del extremo de la mesa, una pelota se suelta desde la misma altura y cae al piso. Explique por qué los dos objetos llegan simultáneamente al suelo, aun cuando la moneda tiene una velocidad inicial.

18. Explique si las siguientes partículas tienen o no tienen aceleración: (a) una partícula se mueve en línea recta con rapidez constante y (b) una partícula se mueve alrededor de una curva con rapidez constante.

19. Corrija el siguiente enunciado: "El auto de carreras toma la vuelta a una velocidad constante de 90 millas por hora".

20. En el extremo de un arco de péndulo, su velocidad es cero. ¿Su aceleración también es cero en ese punto?

21. Un objeto se mueve en una trayectoria circular con rapidez constante v. (a) ¿Es constante la velocidad del objeto? (b) ¿Es constante su aceleración? Explique.

22. Describa la forma en que un conductor dirige un auto que corre a una rapidez constante para que (a) la aceleración sea cero o (b) la magnitud de la aceleración permanezca constante.

23. Una patinadora está ejecutando una figura de ocho, formada por dos trayectorias circulares tangentes e iguales. En el primer círculo ella aumenta su rapidez uniformemente, y durante el segundo círculo se mueve con una rapidez constante. Trace un diagrama de movimiento que muestre sus vectores de velocidad y aceleración en varios puntos a lo largo de la trayectoria del movimiento.

24. Con base en su observación y experiencia, trace un diagrama de movimiento que muestre los vectores de posición, velocidad y aceleración para un péndulo que oscila en un arco que lo lleva de una posición inicial de 45° a la derecha de la línea central vertical a una posición final 45° a la izquierda de la línea vertical central. El arco es un cuadrante de círculo, y el lector debe usar el centro del círculo como el origen para los vectores de posición.

25. ¿Cuál es la diferencia fundamental entre los vectores unitarios $\hat{\mathbf{r}}$ y $\hat{\boldsymbol{\theta}}$ y los vectores unitarios $\hat{\mathbf{i}}$ y $\hat{\mathbf{j}}$?

26. Un marinero deja caer una llave desde lo alto del mástil de un bote de velas cuando éste se mueve rápida y uniformemente en línea recta. ¿Dónde golpeará la llave en cubierta? (Galileo planteó esta pregunta).

27. Una pelota es lanzada al aire, hacia arriba, por un pasajero que va a bordo de un tren que se mueve a velocidad constante. (a) Describa la trayectoria de la pelota según la vea el pasajero. Describa la trayectoria según la vea un observador de pie junto a las vías fuera del tren. (b) ¿Cómo cambiarían estas observaciones si el tren fuera acelerando a lo largo de la vía?

28. Un pasajero a bordo de un tren que se mueve con velocidad constante deja caer una cuchara. ¿Cuál es la aceleración de la cuchara con respecto a (a) el tren y (b) la Tierra?

PROBLEMAS

1, 2, 3 = sencillo, intermedio, difícil = solución guiada con sugerencias disponibles en http://www.pse6.com

= use computadora para resolver el problema = problemas numéricos y simbólicos por pares

Sección 4.1 Vectores de posición, velocidad y aceleración

1. Un automovilista se dirige al sur a 20.0 m/s durante 3.00 minutos, luego gira al oeste a 25.0 m/s por 2.00 minutos, y finalmente viaja al noroeste a 30.0 m/s durante 1.00 minuto. Para este viaje de 6.00 minutos, encuentre (a) el desplazamiento vectorial total, (b) la rapidez promedio, y (c) la velocidad promedio. El eje positivo de las x apunta al este.

19

2. Una pelota de golf es golpeada en el "tee" en el borde de un acantilado. Sus coordenadas x e y como funciones del tiempo están dadas por las siguientes expresiones:

$$x = (18.0 \text{ m/s})t$$

y $$y = (4.00 \text{ m/s})t - (4.90 \text{ m/s}^2)t^2$$

(a) Escriba una expresión vectorial para hallar la posición de la pelota como función del tiempo, usando los vectores unitarios $\hat{\mathbf{i}}$ y $\hat{\mathbf{j}}$. Con el uso de derivadas, obtenga expresiones para (b) el vector velocidad **v** como función del tiempo y (c) el vector aceleración **a** como función del tiempo. A continuación use notación de vectores unitarios para escribir expresiones para (d) la posición, (e) la velocidad, 7 (f) la aceleración de la pelota de golf, todo en t = 3.00 s.

3. Cuando el Sol está directamente en lo alto, un halcón vuela en picada hacia tierra con una velocidad constante de 5.00 m/s a 60.0°, por debajo de la horizontal. Calcule la rapidez de su sombra al nivel del suelo.

4. Las coordenadas de un objeto que se mueve en el plano xy varían con el tiempo según las ecuaciones $x = -(5.00 \text{ m}) \operatorname{sen}(\omega t)$ y $y = (4.00 \text{ m}) - (5.00 \text{ m}) \cos(\omega t)$, donde ω es una constante y t está en segundos. (a) Determine los componentes de velocidad y componentes de aceleración en $t = 0$. (b) Escriba expresiones para el vector de posición, el vector de velocidad, y el vector de aceleración en cualquier tiempo $t > 0$. (c) Describa la trayectoria del objeto en una gráfica xy.

Sección 4.2 Movimiento bidimensional con aceleración constante

21

5. En $t = 0$, una partícula que se mueve en el plano xy con aceleración constante tiene una velocidad de $\mathbf{v}_i = (3.00\hat{\mathbf{i}} - 2.00\hat{\mathbf{j}})$ m/s y está en el origen. En $t = 3.00$ s, la velocidad de la partícula es $\mathbf{v} = (9.00\hat{\mathbf{i}} + 7.00\hat{\mathbf{j}})$ m/s. Encuentre (a) la aceleración de la partícula y (b) sus coordenadas en cualquier tiempo t.

6. El vector de posición de una partícula varía en el tiempo de acuerdo con la expresión $\mathbf{r} = (3.00\hat{\mathbf{i}} - 6.00t^2\hat{\mathbf{j}})$ m. (a) Encuentre expresiones para la velocidad y aceleración como funciones del tiempo. (b) Determine la posición y velocidad de la partícula en $t = 1.00$ s.

7. Un pez que nada en un plano horizontal tiene velocidad $\mathbf{v}_i = (4.00\hat{\mathbf{i}} + 1.00\hat{\mathbf{j}})$ m/s en un punto en el océano donde la posición relativa a cierta piedra es $\mathbf{r}_i = (10.0\hat{\mathbf{i}} - 4.00\hat{\mathbf{j}})$ m. Después que el pez nada con aceleración constante durante 20.0 s, su velocidad es $\mathbf{v} = (20.0\hat{\mathbf{i}} - 5.00\hat{\mathbf{j}})$ m/s (a) ¿Cuáles son los componentes de la aceleración? (b) ¿Cuál es la dirección de la aceleración con respecto al vector unitario $\hat{\mathbf{i}}$? (c) Si el pez mantiene su aceleración constante, ¿dónde está en $t = 25.0$ s, y en qué dirección se está moviendo?

20

8. Una partícula que está situada inicialmente en el origen, tiene una aceleración de $\mathbf{a} = 3.00\hat{\mathbf{j}}$ m/s^2 y una velocidad inicial de $\mathbf{v}_i = 500\hat{\mathbf{i}}$ m/s. Encuentre (a) el vector de posición y velocidad en cualquier tiempo t y (b) las coordenadas y rapidez de la partícula en $t = 2.00$ s.

9. No es posible ver objetos muy pequeños, por ejemplo vir[illegible] el uso de un microscopio de luz ordinario. Un microscopio electrónico puede ver tales objetos con el uso de un haz electrónico en lugar de un haz luminoso. La microscopia de electrones ha resultado ser de valor incalculable para investigaciones de virus, membranas celulares y estructuras subcelulares, superficies bacteriales, receptores visuales, cloroplastos y las propiedades contráctiles de músculos. Las "lentes" de un microscopio electrónico consisten en campos eléctricos y magnéticos que controlan el haz de electrones. Como ejemplo de la manipulación de un haz de electrones, considere un electrón que se desplaza alejándose del origen a lo largo del eje x en el plano xy con velocidad inicial $\mathbf{v}_i = v_i\hat{\mathbf{i}}$. Cuando pasa por la región $x = 0$ a $x = d$, el electrón experimenta una aceleración $\mathbf{a} = a_x\hat{\mathbf{i}} + a_y\hat{\mathbf{j}}$, donde a_x y a_y son constantes. Para el caso $v_i = 1.80 \times 10^7$ m/s, $a_x = 8.00 \times 10^{14}$ m/s^2 and $a_y = 1.60 \times 10^{15}$ m/s^2, determine en $x = d = 0.0100$ m (a) la posición del electrón, (b) la velocidad del electrón, (c) la rapidez del electrón, y (d) la dirección de desplazamiento del electrón (es decir, el ángulo entre su velocidad y el eje x).

Sección 4.3 Movimiento de proyectiles

> *Nota:* Ignore la resistencia del aire en todos los problemas y tome $g = 9.80$ m/s^2 en la superficie de la Tierra.

10. Para desencadenar una avalancha en las faldas de una montaña, se dispara un obús de artillería con una velocidad inicial de 300 m/s a 55.0° sobre la horizontal. El obús explota en el costado de la montaña 42.0 s después de ser disparado. ¿Cuáles son las coordenadas x e y del obús donde explota, con respecto a su punto de disparo?

11. En un bar local, un cliente desliza un tarro vacío de cerveza por la barra para que se lo vuelvan a llenar. El cantinero está momentáneamente distraído y no ve el tarro, que sale despedido de la barra y cae al suelo a 1.40 m de la base de la barra. Si la altura de ésta es 0.860 m, (a) ¿con qué velocidad salió el tarro de la barra, y (b) ¿cuál era la dirección de la velocidad del tarro justo antes de tocar el piso?

12. En un bar local, un cliente desliza un tarro vacío de cerveza por la barra para que se lo vuelvan a llenar. El cantinero está momentáneamente distraído y no ve el tarro, que sale despedido de la barra y cae al suelo a una distancia d de la base de la barra. La altura de la barra es h. (a) ¿con qué velocidad salió el tarro de la barra, y (b) ¿cuál era la dirección de la velocidad del tarro justo antes de tocar el piso?

13. Una estrategia en una guerra con bolas de nieve es lanzar una bola de nieve a un ángulo alto sobre el nivel del suelo. Mientras un oponente está observando la primera, una segunda bola de nieve es lanzada a un ángulo bajo y sincronizada para llegar antes o al mismo tiempo que la primera. Suponga que ambas bolas de nieve son lanzadas con una rapidez de 25.0 m/s. La primera es lanzada a un ángulo de 70.0° con respecto a la horizontal. (a) ¿A qué ángulo debe ser lanzada la segunda bola de nieve para que llegue al mismo punto que la primera? (b) ¿Cuántos segundos después debe ser lanzada la segunda bola de nieve para que llegue al mismo tiempo que la primera?

22

14. Una astronauta en un extraño planeta encuentra que ella puede saltar una distancia horizontal máxima de 15.0 m si su rapidez inicial es 3.00 m/s. ¿Cuál es la aceleración en caída libre en el planeta?

15. Un proyectil es disparado en forma tal que su alcance horizontal es igual a tres veces su altura máxima. ¿Cuál es el ángulo de proyección?

16. Una piedra es lanzada hacia arriba desde el nivel del suelo en forma tal que la altura máxima de su vuelo es igual a su alcance horizontal d. (a) ¿A qué ángulo θ es lanzada la piedra? (b) ¿Qué **pasaría si?** Su respuesta a la parte (a) ¿sería diferente en un planeta diferente? (c) ¿Cuál es el alcance $d_{máx}$ que la piedra puede alcanzar si es lanzada a la misma rapidez pero a un ángulo óptimo para alcance máximo?

17. Una pelota es lanzada desde la ventana de un piso alto de un edificio. La pelota es lanzada a una velocidad inicial de 8.00 m/s a un ángulo de 20.0° por debajo de la horizontal. Llega al suelo 3.00 s después. (a) ¿A qué distancia horizontal desde la base del edificio está el punto en el que la pelota llega al suelo? (b) Encuentre la altura desde la cual fue lanzada la pelota. (c) ¿Cuánto tiempo tarda la pelota en llegar a un punto a 10.0 m abajo del nivel del lanzamiento?

18. Un pez arquero pequeño (20 a 25 cm de largo) vive en aguas salobres del sudeste de Asia, desde la India hasta las Filipinas. Este pez de nombre tan bien dado captura su presa al lanzar un chorro de gotas de agua a un insecto, ya sea que éste se encuentre en reposo o en pleno vuelo. El insecto cae al agua y el pez se lo traga. El pez arquero tiene alta precisión a distancias de 1.2 a 1.5 m, y a veces da en el blanco a distancias de hasta 3.5 m. Una pequeña hendidura del paladar de su boca, junto con una lengua enrollada, forma un tubo que hace posible que el pez imparta alta velocidad al agua en su boca cuando de pronto cierra sus agallas. Suponga que el pez lanza agua a un blanco situado a 2.00 m de distancia, a un ángulo de 30.0° sobre la horizontal. ¿Con qué ve-

145 11

ración tangencial para estas posiciones. (b) Trace un diagrama vectorial para determinar la dirección de la aceleración total para estas dos posiciones. (c) Calcule la magnitud y dirección de la aceleración total.

23

54. Un jugador de baloncesto que mide 2.00 m de estatura está de pie sobre el piso, a 10.0 m de la canasta, como se ve en la figura P4.54. Si lanza el balón a un ángulo de 40.0° con la horizontal, ¿a qué rapidez inicial debe lanzarlo para que pase por el arillo sin tocar el tablero? La altura de la canasta es 3.05 m.

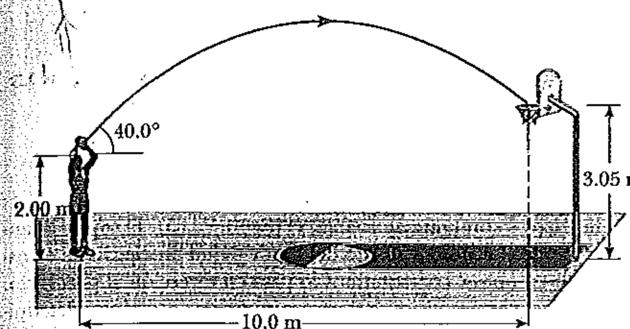


Figura P4.54

55. Cuando los jugadores de béisbol lanzan la pelota desde la parte más lejana al bateador, por lo general la tiran para que bote una vez antes de llegar al diamante, con la idea de que la pelota llega más pronto en esa forma. Suponga que el ángulo al cual una pelota que rebota sale del terreno es el mismo que el ángulo al cual el jardinero la lanzó, como en la figura P4.55, pero que la rapidez de la pelota después del rebote es la mitad de la que era antes del rebote. (a) Si se supone que la pelota siempre es lanzada con la misma rapidez inicial, ¿a qué ángulo θ debe lanzar el jardinero la pelota para que recorra la misma distancia D con un rebote (trayectoria azul) que cuando lanza la pelota hacia arriba a 45.0° sin rebotar (trayectoria verde)? (b) Determina la razón entre los tiempos para los tiros de un rebote y sin rebote.

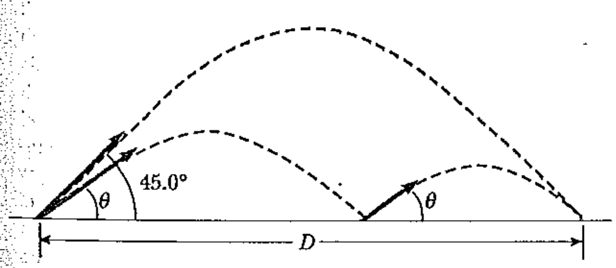


Figura P4.55

56. Un muchacho puede lanzar una pelota a una distancia horizontal máxima R sobre un campo plano. ¿A qué distancia puede lanzar la misma pelota verticalmente hacia arriba? Suponga que sus músculos dan a la pelota la misma rapidez en cada caso.

57. Una piedra sujeta al extremo de una honda se hace girar en un círculo vertical de 1.20 m de radio a una rapidez constante v_0 = 1.50 m/s como en la figura P4.57. El centro de la cuerda está a 1.50 m sobre el suelo. ¿Cuál es el alcance de la piedra si se suelta cuando la cuerda está inclinada a 30.0° con la horizontal (a) en Ⓐ? (b) ¿en Ⓑ? ¿Cuál es la aceleración de la piedra (c) justo antes de ser soltada en Ⓐ? (d) ¿justo después de ser soltada en Ⓐ?

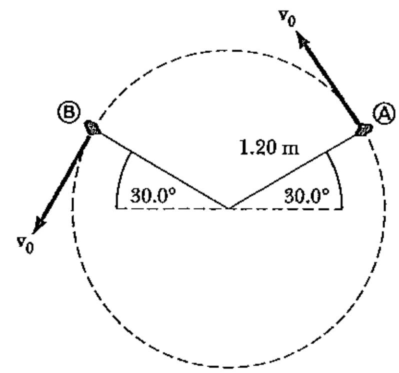


Figura P4.57

58. Un mariscal de campo lanza un balón directamente hacia un receptor con una rapidez inicial de 20.0 m/s, a un ángulo de 30.0° sobre la horizontal. En ese instante, el receptor está a 20.0 m del Mariscal de Campo. ¿En qué dirección y con qué rapidez constante debe correr el receptor para atrapar el balón al nivel al cual fue lanzado?

59. Su padrino es copiloto de un bombardero, que vuela horizontalmente sobre un terreno plano, con una rapidez de 275 m/s con respecto al suelo, a una altitud de 3 000 m. (a) El bombardero (tripulante) suelta una bomba. ¿Qué distancia recorrerá ésta horizontalmente cuando es soltada y su impacto en el suelo? Desprecie los efectos de la resistencia del aire. (b) Disparos de gente en tierra de pronto incapacitan al tripulante bombardero antes que pueda decir "¡suelten bombas!". En consecuencia, el piloto mantiene el rumbo, altitud y rapidez originales del avión en medio de una tormenta de metralla. ¿Dónde estará el avión cuando la bomba llegue al suelo? (c) El avión tiene una mira telescópica de bombas ajustada para que la bomba llegue al blanco vista en la mira en el momento de soltarla. ¿A qué ángulo de la vertical estaba ajustada la mira de la bomba?

60. Un rifle de alto poder dispara una bala con una velocidad en la boca del cañón de 1.00 km/s. El rifle está apuntado horizontalmente a un blanco reglamentario, que es un conjunto de anillos concéntricos, situado a 200 m de distancia. (a) ¿A qué distancia abajo del eje del cañón del rifle da la bala en el blanco? El rifle está equipado con una mira telescópica. Se "apunta" al ajustar el eje del telescopio de modo que apunte precisamente en el lugar donde la bala da en el blanco a 200 m. (b) Encuentre el ángulo entre el eje del telescopio y el eje del cañón del rifle. Cuando dispara a un blanco a una distancia que no sea de 200 m, el tirador usa la mira telescópica, poniendo su retícula en "mira alta" o "mira baja" para compensar el alcance diferente. ¿Debe apuntar alto o bajo, y aproximadamente a qué distancia del blanco reglamentario, cuando el blanco está a una distancia de (c) 50.0 m, (d) 150 m, o (e) 250 m? *Nota:* La trayectoria de la bala es en todas partes casi horizontal que es una buena aproximación para modelar la bala cuando se dispara horizontalmente en cada caso. **¿Qué pasaría si** el blanco está cuesta arriba o cuesta abajo? (f) Suponga que el blanco está a 200 m de distancia, pero la línea de visión al blanco está arriba de la horizontal en 30°. ¿Debe el tirador apuntar alto, bajo o exacto? (g) Suponga que el blanco está cuesta abajo en 30°. ¿Debe el tirador apuntar alto, bajo o exacto? Explique sus respuestas.

15 m