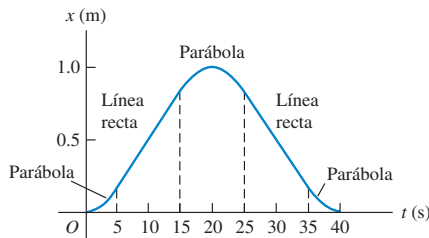


la aceleración media entre $t = 0$ y $t = 5.00$ s. *b*) Calcule la aceleración instantánea en $t = 0$ y en $t = 5.00$ s. *c*) Dibuje las gráficas v_x-t y a_x-t exactas para el movimiento del auto entre $t = 0$ y $t = 5.00$ s.

2.19. La figura 2.35 es una gráfica de la coordenada de una araña que camina sobre el eje x . *a*) Grafique su velocidad y aceleración en función del tiempo. *b*) En un diagrama de movimiento (como el de las figuras 2.13b y 2.14b), muestre la posición, velocidad y aceleración de la araña en los cinco tiempos: $t = 2.5$ s, $t = 10$ s, $t = 20$ s, $t = 30$ s y $t = 37.5$ s.

Figura 2.35 Ejercicio 2.19.



2.20. La posición del frente de un automóvil de pruebas controlado por microprocesador está dada por $x(t) = 2.17 \text{ m} + (4.80 \text{ m/s}^2)t^2 - (0.100 \text{ m/s}^6)t^6$. *a*) Obtenga su posición y aceleración en los instantes en que tiene velocidad cero. *b*) Dibuje las gráficas $x-t$, v_x-t y a_x-t para el movimiento del frente del auto entre $t = 0$ y $t = 2.00$ s.

Sección 2.4 Movimiento con aceleración constante

2.21. Un antílope con aceleración constante cubre la distancia de 70.0 m entre dos puntos en 7.00 s. Su rapidez al pasar por el segundo punto es 15.0 m/s. *a*) ¿Qué rapidez tenía en el primero? *b*) ¿Qué aceleración tiene?

2.22. La catapulta del portaaviones *USS Abraham Lincoln* acelera un jet de combate F/A-18 Hornet, desde el reposo hasta una rapidez de despegue de 173 mi/h en una distancia de 307 ft. Suponga aceleración constante. *a*) Calcule la aceleración del avión en m/s^2 . *b*) Calcule el tiempo necesario para acelerar el avión hasta la rapidez de despegue.

2.23. Un lanzamiento rápido. El lanzamiento más rápido medido de una pelota de béisbol sale de la mano del pitcher a una rapidez de 45.0 m/s. Si el pitcher estuvo en contacto con la pelota una distancia de 1.50 m y produjo aceleración constante, *a*) ¿qué aceleración le dio a la pelota, y *b*) ¿cuánto tiempo le tomó lanzarla?

2.24. Servicio de tenis. En el servicio de tenis más rápido medido, la pelota sale de la raqueta a 73.14 m/s. En el servicio una pelota de tenis normalmente está 30.0 ms en contacto con la raqueta y parte del reposo. Suponga aceleración constante. *a*) ¿Cuál era la aceleración de la pelota durante este servicio? *b*) ¿Qué distancia recorrió la pelota durante el servicio?

2.25. Bolsas de aire del automóvil. El cuerpo humano puede sobrevivir a un incidente de trauma por aceleración negativa (parada repentina), si la magnitud de la aceleración es menor que 250 m/s^2 . Si usted sufre un accidente automovilístico con rapidez inicial de 105 km/h (65 mi/h) y es detenido por una bolsa de aire que se infla desde el tablero, ¿en qué distancia debe ser detenido por la bolsa de aire para sobrevivir al percance?

2.26. Ingreso a la autopista. Un automóvil está parado en una rampa de acceso a una autopista esperando un hueco en el tráfico. El conductor acelera por la rampa con aceleración constante para entrar en la autopista. El auto parte del reposo, se mueve en línea recta y tiene una rapidez de 20 m/s (45 mi/h) al llegar al final de la rampa de 120 m de

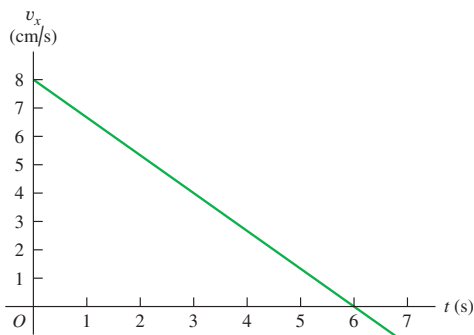
largo. *a*) ¿Qué aceleración tiene el auto? *b*) ¿Cuánto tarda el auto en salir de la rampa? *c*) El tráfico de la autopista se mueve con rapidez constante de 20 m/s. ¿Qué distancia recorre el tráfico mientras el auto se mueve por la rampa?

2.27. Lanzamiento del transbordador espacial. En el lanzamiento el transbordador espacial pesa 4.5 millones de libras. Al lanzarse desde el reposo, tarda 8.00 s en alcanzar los 161 km/h y al final del primer minuto, su rapidez es de 1610 km/h. *a*) ¿Cuál es la aceleración media (en m/s^2) del transbordador i) durante los primeros 8.00 s, y ii) entre 8 s y el final del primer minuto? *b*) Suponiendo que la aceleración es constante durante cada intervalo (aunque no necesariamente la misma en ambos intervalos), ¿qué distancia recorre el transbordador i) durante los primeros 8.00s, y ii) durante el intervalo de 8.00 s a 1.00 min?

2.28. Según datos de pruebas efectuadas recientemente, un automóvil recorre 0.250 millas en 19.9 s, partiendo del reposo. El mismo auto, viajando a 60.0 mph y frenando en pavimento seco, se detiene en 146 ft. Suponga una aceleración constante en cada parte del movimiento, pero no necesariamente la misma aceleración al arrancar que al frenar. *a*) Calcule la aceleración del auto al arrancar y al frenar. *b*) Si su aceleración es constante, ¿con qué rapidez (en mi/h) debería estar viajando el auto después de acelerar durante 0.250 mi? La rapidez real medida es de 70.0 m/h; ¿qué le dice esto acerca del movimiento? *c*) ¿Cuánto tarda este auto en detenerse cuando viaja a 60.0 mi/h?

2.29. Un gato camina en línea recta en lo que llamaremos eje x con la dirección positiva a la derecha. Usted, que es un físico observador, efectúa mediciones del movimiento del gato y elabora una gráfica de la velocidad del felino en función del tiempo (figura 2.36). *a*) Determine la velocidad del gato en $t = 4.0$ s y en $t = 7.0$ s. *b*) ¿Qué aceleración tiene el gato en $t = 3.0$ s? ¿En $t = 6.0$ s? ¿En $t = 7.0$ s? *c*) ¿Qué distancia cubre el gato durante los primeros 4.5 s? ¿Entre $t = 0$ y $t = 7.5$ s? *d*) Dibuje gráficas claras de la aceleración del gato y su posición en función del tiempo, suponiendo que el gato partió del origen.

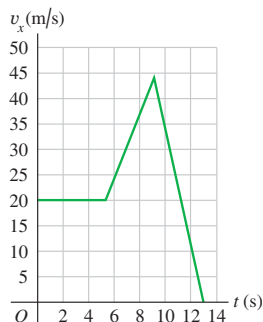
Figura 2.36 Ejercicio 2.29.



2.30. En $t = 0$, un automóvil está detenido ante un semáforo. Al encenderse la luz verde, el auto acelera a razón constante hasta alcanzar una rapidez de 20 m/s 8 s después de arrancar. El auto continúa con rapidez constante durante 60 m. Luego, el conductor ve un semáforo con luz roja en el siguiente cruce y frena a razón constante. El auto se detiene ante el semáforo, a 180 m de donde estaba en $t = 0$. *a*) Dibuje las gráficas $x-t$, v_x-t y a_x-t exactas para el movimiento del auto. *b*) En un diagrama de movimiento (como los de las figuras 2.13b y 2.14b), muestre la posición, velocidad y aceleración del auto 4 s después de que se enciende la luz verde, mientras viaja a rapidez constante y cuando frena.

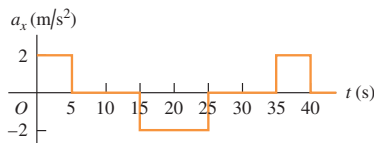
2.31. La gráfica de la figura 2.37 muestra la velocidad de un policía en motocicleta en función del tiempo. a) Calcule la aceleración instantánea en $t = 3$ s, en $t = 7$ s y en $t = 11$ s. b) ¿Qué distancia cubre el policía en los primeros 5 s? ¿En los primeros 9 s? ¿Y en los primeros 13 s?

Figura 2.37 Ejercicio 2.31.



2.32. La figura 2.38 es una gráfica de la aceleración de una locomotora de juguete que se mueve en el eje x . Dibuje las gráficas de su velocidad y coordenada x en función del tiempo, si $x = 0$ y $v_x = 0$ cuando $t = 0$.

Figura 2.38 Ejercicio 2.32.

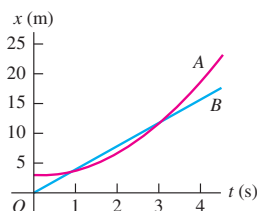


2.33. Una nave espacial que lleva trabajadores a la Base Lunar I viaja en línea recta de la Tierra a la Luna, una distancia de 384,000 km. Suponga que parte del reposo y acelera a 20.0 m/s^2 los primeros 15.0 min, viaja con rapidez constante hasta los últimos 15.0 min, cuando acelera a -20.0 m/s^2 , parando justo al llegar a la Luna. a) ¿Qué rapidez máxima se alcanzó? b) ¿Qué fracción de la distancia total se cubrió con rapidez constante? c) ¿Cuánto tardó el viaje?

2.34. Un tren subterráneo en reposo parte de una estación y acelera a una tasa de 1.60 m/s^2 durante 14.0 s, viaja con rapidez constante 70.0 s y frena a 3.50 m/s^2 hasta parar en la siguiente estación. Calcule la distancia total cubierta.

2.35. Dos automóviles, A y B, se mueven por el eje x . La figura 2.39 grafica las posiciones de A y B contra el tiempo. a) En diagramas de movimiento (como las figuras 2.13b y 2.14b), muestre la posición, velocidad y aceleración de cada auto en $t = 0$, $t = 1$ s y $t = 3$ s. b) ¿En qué instante(s), si acaso, A y B tienen la misma posición? c) Trace una gráfica de velocidad contra tiempo para A y para B. d) ¿En qué instante(s), si acaso, A y B tienen la misma velocidad? e) ¿En qué instante(s), si acaso, el auto A rebasa al auto B? f) ¿En qué instante(s), si acaso, el auto B pasa al A?

Figura 2.39 Ejercicio 2.35.



2.36. En el instante en que un semáforo se pone en luz verde, un automóvil que esperaba en el cruce arranca con aceleración constante de 3.20 m/s^2 . En el mismo instante, un camión que viaja con rapidez constante de 20.0 m/s alcanza y pasa al auto. a) ¿A qué distancia de su punto de partida el auto alcanza al camión? b) ¿Qué rapidez tiene el auto en ese momento? c) Dibuje una gráfica $x-t$ del movimiento de los dos vehículos, tomando $x = 0$ en el cruce. d) Dibuje una gráfica v_x-t del movimiento de los dos vehículos.

2.37. Llegada a Marte. En enero de 2004, la NASA puso un vehículo de exploración en la superficie marciana. Parte del descenso consistió en las siguientes etapas:

Etapas A: la fricción con la atmósfera redujo la rapidez de $19,300 \text{ km/h}$ a 1600 km/h en 4.0 min.

Etapas B: un paracaídas se abrió para frenarlo a 321 km/h en 94 s.

Etapas C: se encienden los retrocohetes para reducir su rapidez a cero en una distancia de 75 m.

Suponga que cada etapa sigue inmediatamente después de la que le precede, y que la aceleración durante cada una era constante. a) Encuentre la aceleración del cohete (en m/s^2) durante cada etapa. b) ¿Qué distancia total (en km) viajó el cohete en las etapas A, B y C?

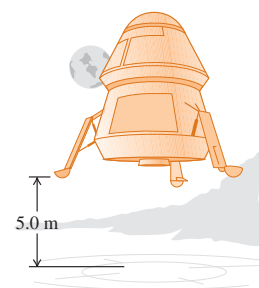
Sección 2.5 Cuerpos en caída libre

2.38. Gotas de lluvia. Si pueden descontarse los efectos del aire sobre las gotas de lluvia, podemos tratarlas como objetos en caída libre. a) Las nubes de lluvia suelen estar a unos cuantos cientos de metros sobre el suelo. Estime la rapidez (en m/s , km/h y mi/h) con que las gotas llegarían el suelo si fueran objetos en caída libre. b) Estime (con base en sus observaciones personales) la velocidad real con que las gotas de lluvia chocan contra el suelo. c) Con base en sus respuestas a los incisos a) y b), ¿es justificable ignorar los efectos del aire sobre las gotas de lluvia? Explique su respuesta.

2.39. a) Si una pulga puede saltar 0.440 m hacia arriba, ¿qué rapidez inicial tiene al separarse del suelo? ¿Cuánto tiempo está en el aire?

2.40. Alunizaje. Un alunizador está descendiendo hacia la Base Lunar I (figura 2.40) frenado lentamente por el retro-empuje del motor de descenso. El motor se apaga cuando el alunizador está a 5.0 m sobre la superficie y tiene una velocidad hacia abajo de 0.8 m/s . Con el motor apagado, el vehículo está en caída libre. ¿Qué rapidez tiene justo antes de tocar la superficie? La aceleración debida a la gravedad lunar es de 1.6 m/s^2 .

Figura 2.40 Ejercicio 2.40.



2.41. Una prueba sencilla de tiempo de reacción. Se sostiene un metro verticalmente, de manera que su extremo inferior esté entre el pulgar y el índice de la mano del sujeto de la prueba. Al ver que sueltan el metro, el sujeto lo detiene juntando esos dos dedos. Se puede calcular el tiempo de reacción con base en la distancia que el metro cayó antes de que se le detuviera, leyendo la escala en el punto donde el sujeto lo tomó. a) Deduzca una relación para el tiempo de reacción en términos de esta distancia d medida. b) Si la distancia medida es 17.6 cm , ¿cuál será el tiempo de reacción?

2.42. Se deja caer un ladrillo (rapidez inicial cero) desde la azotea de un edificio. El tabique choca contra el suelo en 2.50 s . Se puede despreciar la resistencia del aire, así que el ladrillo está en caída libre.

a) ¿Qué altura (en m) tiene el edificio? b) ¿Qué magnitud tiene la velocidad del ladrillo justo antes de llegar al suelo? c) Dibuje las gráficas: a_y-t , v_y-t y $y-t$ para el movimiento del ladrillo.

2.43. Falla en el lanzamiento. Un cohete de 7500 kg despega verticalmente desde la plataforma de lanzamiento con una aceleración constante hacia arriba de 2.25 m/s^2 y no sufre resistencia del aire considerable. Cuando alcanza una altura de 525 m, sus motores fallan repentinamente y ahora la única fuerza que actúa sobre él es la gravedad. a) ¿Cuál es la altura máxima que alcanzará este cohete desde la plataforma de lanzamiento? b) Después de que el motor falla, ¿cuánto tiempo pasará antes de que se estrelle contra la plataforma de lanzamiento, y qué rapidez tendrá justo antes del impacto? c) Dibuje las gráficas a_y-t , v_y-t y $y-t$ del movimiento del cohete desde el instante en que despega hasta el instante justo antes de chocar contra la plataforma de lanzamiento.

2.44. El tripulante de un globo aerostático, que sube verticalmente con velocidad constante de magnitud 5.00 m/s, suelta un saco de arena cuando el globo está a 40.0 m sobre el suelo (figura 2.41). Después de que se suelta, el saco está en caída libre. a) Calcule la posición y velocidad del saco a 0.250 s y 1.00 s después de soltarse. b) ¿Cuántos segundos tardará el saco en chocar con el suelo después de soltarse? c) ¿Con qué rapidez chocará? d) ¿Qué altura máxima alcanza el saco sobre el suelo? e) Dibuje las gráficas a_y-t , v_y-t y $y-t$ para el movimiento.

2.45. Un estudiante lanza un globo lleno con agua, verticalmente hacia abajo desde la azotea de un edificio. El globo sale de su mano con una rapidez de 6.00 m/s. Puede despreciarse la resistencia del aire, así que el globo está en caída libre una vez soltado. a) ¿Qué rapidez tiene después de caer durante 2.00 s? b) ¿Qué distancia cae en este lapso? c) ¿Qué magnitud tiene su velocidad después de caer 10.0 m? d) Dibuje las gráficas: a_y-t , v_y-t y $y-t$ para el movimiento.

2.46. Se lanza un huevo casi verticalmente hacia arriba desde un punto cerca de la cornisa de un edificio alto; al bajar, apenas libra la cornisa y pasa por un punto 50.0 m bajo su punto de partida 5.00 s después de salir de la mano que lo lanzó. Puede despreciarse la resistencia del aire. a) ¿Qué rapidez inicial tiene el huevo? b) ¿Qué altura alcanza sobre el punto de lanzamiento? c) ¿Qué magnitud tiene su velocidad en el punto más alto? d) ¿Qué magnitud y dirección tiene su aceleración en el punto más alto? e) Dibuje las gráficas a_y-t , v_y-t y $y-t$ para el movimiento del huevo.

2.47. El trineo impulsado por cohete *Sonic Wind Núm. 2*, utilizado para investigar los efectos fisiológicos de las altas aceleraciones, corre sobre una vía recta horizontal de 1070 m (3500 ft). Desde el reposo, puede alcanzar una rapidez de 224 m/s (500 mi/h) en 0.900 s. a) Calcule la aceleración en m/s^2 , suponiendo que es constante. b) ¿Cuál es la relación de esta aceleración con la de un cuerpo en caída libre (g)? c) ¿Qué distancia se cubre en 0.900 s? d) En una revista se aseguró que, al final de cierta prueba, la rapidez del trineo descendió de 283 m/s (632 mi/h) a cero en 1.40 s, y que en ese tiempo la magnitud de la aceleración fue mayor que 40g. ¿Son congruentes tales cifras?

2.48. Un peñasco es expulsado verticalmente hacia arriba por un volcán, con una rapidez inicial de 40.0 m/s. Puede despreciarse la resistencia del aire. a) ¿En qué instante después de ser expulsado el peñasco sube a 20.0 m/s? b) ¿En qué instante baja a 20.0 m/s? c) ¿Cuándo es cero el desplazamiento con respecto a su posición ini-

cial? d) ¿Cuándo es cero la velocidad del peñasco? e) ¿Qué magnitud y dirección tiene la aceleración cuando el peñasco está i) subiendo? ii) bajando? iii) en el punto más alto? f) Dibuje las gráficas a_y-t , v_y-t y $y-t$ para el movimiento.

2.49. Una roca de 15 kg se suelta desde el reposo en la Tierra y llega al suelo 1.75 s después. Cuando se suelta desde la misma altura en Encélado, una luna de Saturno, llega al suelo en 18.6. ¿Cuál es la aceleración debida a la gravedad en Encélado?

*Sección 2.6 Velocidad y posición por integración

***2.50.** La aceleración de un autobús está dada por $a_x(t) = \alpha t$, donde $\alpha = 1.2 \text{ m/s}^3$. a) Si la velocidad del autobús en el tiempo $t = 1.0 \text{ s}$ es 5.0 m/s, ¿cuál será en $t = 2.0 \text{ s}$? b) Si la posición del autobús en $t = 1.0 \text{ s}$ es 6.0 m, ¿cuál será en $t = 2.0 \text{ s}$? c) Dibuje las gráficas: a_x-t , v_x-t y $x-t$ para el movimiento.

***2.51.** La aceleración de una motocicleta está dada por $a_x(t) = At - Bt^2$, con $A = 1.50 \text{ m/s}^3$ y $B = 0.120 \text{ m/s}^4$. La motocicleta está en reposo en el origen en $t = 0$. a) Obtenga su posición y velocidad en función de t . b) Calcule la velocidad máxima que alcanza.

***2.52. Salto volador de la pulga.** Una película tomada a alta velocidad (3500 cuadros por segundo) de una pulga saltarina de 210 μg produjo los datos que se usaron para elaborar la gráfica de la figura 2.42. (Véase "The Flying Leap of the Flea", por M. Rothschild, Y. Schlein, K. Parker, C. Neville y S. Sternberg en el *Scientific American* de noviembre de 1973.) La pulga tenía una longitud aproximada de 2 mm y saltó con un ángulo de despegue casi vertical. Use la gráfica para contestar estas preguntas. a) ¿La aceleración de la pulga es cero en algún momento? Si lo es, ¿cuándo? Justifique su respuesta. b) Calcule la altura máxima que la pulga alcanzó en los primeros 2.5 ms. c) Determine la aceleración de la pulga a los 0.5 ms, 1.0 ms y 1.5 ms. d) Calcule la altura de la pulga a los 0.5 ms, 1.0 ms y 1.5 ms.

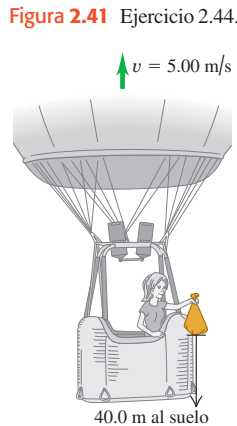
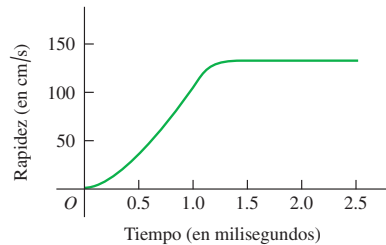


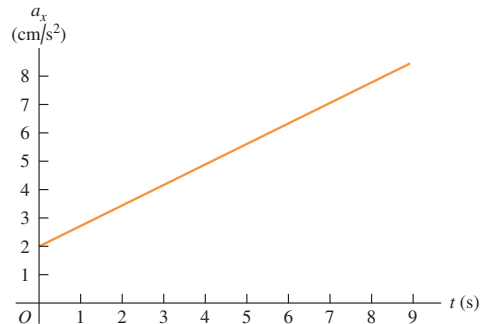
Figura 2.41 Ejercicio 2.44.

Figura 2.42 Ejercicio 2.52.



***2.53.** En la figura 2.43 la gráfica describe la aceleración en función del tiempo para una piedra que rueda hacia abajo partiendo del reposo.

Figura 2.43 Ejercicio 2.53.



a) Calcule el cambio en la velocidad de la piedra entre $t = 2.5$ s y $t = 7.5$ s. b) Elabore una gráfica de la velocidad de la piedra en función del tiempo.

Problemas

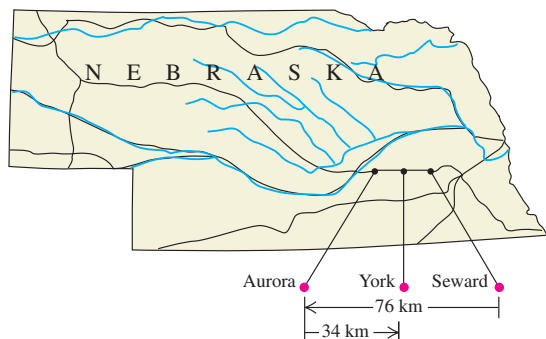
2.54. En un paseo de 20 millas en bicicleta, usted recorre las primeras 10 millas con rapidez media de 8 mi/h. ¿Qué rapidez media en las otras 10 mi requerirá para que la rapidez media total en las 20 millas sea: a) 4 mi/h? b) 12 mi/h? c) Dada la rapidez media indicada para las primeras 10 millas, ¿le sería posible alcanzar una rapidez media de 16 mi/h para todo el paseo de 20 millas? Explique su respuesta.

2.55. La posición de una partícula entre $t = 0$ y $t = 2.00$ s está dada por $x(t) = (3.00 \text{ m/s}^3)t^3 - (10.0 \text{ m/s}^2)t^2 + (9.00 \text{ m/s})t$. a) Dibuje las gráficas $x-t$, v_x-t y a_x-t para la partícula. b) ¿En qué instante(s) entre $t = 0$ y $t = 2.00$ s está instantáneamente en reposo la partícula? ¿Coincide el resultado numérico con la gráfica v_x-t del inciso a)? c) En cada instante calculado en el inciso b), ¿la aceleración de la partícula es positiva o negativa? Demuestre que en cada caso la misma respuesta se deduce de $a_x(t)$ y de la gráfica v_x-t . d) En qué instante(s) entre $t = 0$ y $t = 2.00$ s no está cambiando la velocidad instantánea de la partícula? Ubique este punto en las gráficas v_x-t y a_x-t del inciso a). e) ¿Cuál es la distancia máxima de la partícula con respecto al origen ($x = 0$) entre $t = 0$ y $t = 2.00$ s? f) ¿En qué instante(s) entre $t = 0$ y $t = 2.00$ s la partícula está *aumentando de rapidez* a mayor ritmo? ¿En qué instante(s) entre $t = 0$ y $t = 2.00$ s la partícula se está *frenando* a mayor ritmo? Ubique esos puntos en las gráficas v_x-t y a_x-t del inciso a).

2.56. Carrera de relevos. En una carrera de relevos, cada competidora corre 25.0 m con un huevo sostenido en una cuchara, se da vuelta y regresa al punto de partida. Edith corre los primeros 25.0 m en 20.0 s. Al regresar se siente más confiada y tarda sólo 15.0 s. ¿Qué magnitud tiene su velocidad media en a) los primeros 25.0 m? b) ¿Y en el regreso? c) ¿Cuál es su velocidad media para el viaje redondo? d) ¿Y su rapidez media para el viaje redondo?

2.57. Dan entra en la carretera interestatal I-80 en Seward, Nebraska, y viaja al oeste en línea recta con velocidad media de 88 km/h. Después de 76 km, llega a la salida de Aurora (figura 2.44). Al darse cuenta de que llegó demasiado lejos, se da vuelta, y conduce 34 km al este hasta la salida de York con rapidez media de 72 km/h. Para el viaje total de Seward a la salida de York, determine a) su rapidez media y b) la magnitud de su velocidad media.

Figura 2.44 Problema 2.57.



2.58. Tráfico en la autopista. Según un artículo de *Scientific American* (mayo de 1990), las autopistas actuales pueden controlar cerca de 2400 vehículos por carril por hora en flujo vehicular uniforme a 96 km/h

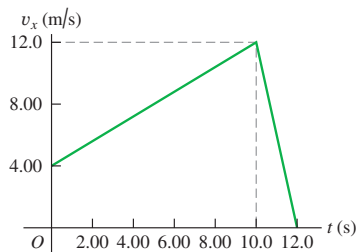
(60 mi/h). Si hay más vehículos, el flujo vehicular se hace "turbulento" (intermitente). a) Si un vehículo tiene longitud media de 4.6 m (15 ft), ¿qué espacio medio hay entre vehículos con la densidad de tráfico mencionada? b) Los sistemas de control automatizados para evitar los choques, que operan rebotando ondas de radar o sonar en los vehículos circundantes, acelerando o frenando el vehículo según sea necesario, podrían reducir mucho el espacio entre vehículos. Si el espacio medio es de 9.2 m (el largo de dos autos), cuántos vehículos por hora podrían circular a 96 km/h en un carril?

2.59. Un velocista de alto rendimiento acelera a su rapidez máxima en 4.0 s y mantiene esa rapidez durante el resto de la carrera de 100 m, llegando a la meta con un tiempo total de 9.1 s. a) ¿Qué aceleración media tiene durante los primeros 4.0 s? b) ¿Qué aceleración media tiene durante los últimos 5.1 s? c) ¿Qué aceleración media tiene durante toda la carrera? d) Explique por qué su respuesta al inciso c) no es el promedio de las respuestas a los incisos a) y b).

2.60. Un trineo parte del reposo en la cima de una colina y baja con aceleración constante. En un instante posterior, el trineo está a 14.4 m de la cima; 2.00 s después está a 25.6 m de la cima, 2.00 s después está a 40.0 m de la cima, y 2.00 s después está a 57.6 m de la cima. a) ¿Qué magnitud tiene la velocidad media del trineo en cada intervalo de 2.00 s después de pasar los 14.4 m? b) ¿Qué aceleración tiene el trineo? c) ¿Qué rapidez tiene el trineo al pasar los 14.4 m? d) ¿Cuánto tiempo tomó al trineo llegar de la cima a los 14.4 m? e) ¿Qué distancia cubrió el trineo durante el primer segundo después de pasar los 14.4 m?

2.61. Una gacela corre en línea recta (el eje x). En la figura 2.45, la gráfica muestra la velocidad de este animal en función del tiempo. Durante los primeros 12.0 s, obtenga a) la distancia total recorrida y b) el desplazamiento de la gacela. c) Dibuje una gráfica a_x-t que muestre la aceleración de esta gacela en función del tiempo durante los primeros 12.0 s.

Figura 2.45 Problema 2.61.

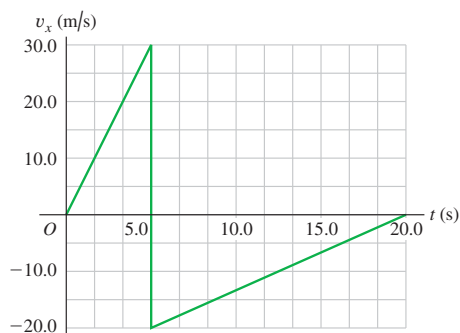


2.62. En el aire o en el vacío, la luz viaja con rapidez constante de 3.0×10^8 m/s. Para contestar algunas de las preguntas podría ser necesario consultar los datos astronómicos del Apéndice F. a) Un año luz se define como la distancia que la luz recorre en 1 año. Utilice esta información para determinar cuántos metros hay en 1 año luz. b) ¿Cuántos metros recorre la luz en un nanosegundo? c) Cuando hay una erupción solar, ¿cuánto tiempo pasa antes de que pueda verse en la Tierra? d) Rebotando rayos láser en un reflector colocado en la Luna por los astronautas del Apolo, los astrónomos pueden efectuar mediciones muy exactas de la distancia Tierra-Luna. ¿Cuánto tiempo después de emitido tarda el rayo láser (que es un haz de luz) en regresar a la Tierra? e) La sonda *Voyager*, que pasó por Neptuno en agosto de 1989, estaba a cerca de 3000 millones de millas de la Tierra en ese momento, y envió a la Tierra fotografías y otra información mediante ondas de radio, que viajan con la rapidez de la luz. ¿Cuánto tardaron esas ondas en llegar del *Voyager* a la Tierra?

2.63. Utilice la información del Apéndice F para contestar estas preguntas. *a)* ¿Qué rapidez tienen las Islas Galápagos, situadas en el ecuador, debido a la rotación de la Tierra sobre su eje? *b)* ¿Qué rapidez tiene la Tierra debido a su traslación en torno al Sol? *c)* Si la luz siguiera la curvatura de la Tierra (lo cual no sucede), ¿cuántas veces daría la vuelta al ecuador un rayo de luz en un segundo?

2.64. Una pelota rígida que viaja en línea recta (el eje x) choca contra una pared sólida y rebota repentinamente durante un breve instante. En la figura 2.46, la gráfica v_x - t muestra la velocidad de esta pelota en función del tiempo. Durante los primeros 2.00 s de su movimiento, obtenga *a)* la distancia total que se mueve la pelota, y *b)* su desplazamiento. *c)* Dibuje una gráfica a_x - t del movimiento de esta pelota. *d)* ¿En los 5.00 s la gráfica que se muestra es realmente vertical? Explique su respuesta.

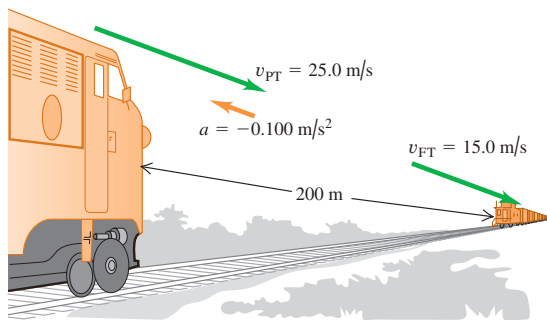
Figura 2.46 Problema 2.64.



2.65. Una pelota parte del reposo y baja rodando una colina con aceleración uniforme, recorriendo 150 m durante los segundos 5.0 s de su movimiento. ¿Qué distancia cubrió durante los primeros 5.0 s?

2.66. Choque. El maquinista de un tren de pasajeros que viaja a 25.0 m/s avista un tren de carga cuyo cabuz está 200 m más adelante en la misma vía (figura 2.47). El tren de carga viaja en la misma dirección a 15.0 m/s. El maquinista del tren de pasajeros aplica de inmediato los frenos, causando una aceleración constante de -0.100 m/s^2 , mientras el tren de carga sigue con rapidez constante. Sea $x = 0$ el punto donde está el frente del tren de pasajeros cuando el maquinista aplica los frenos. *a)* ¿Atestiguarán las vacas una colisión? *b)* Si es así, ¿dónde ocurrirá? *c)* Dibuje en una sola gráfica las posiciones del frente del tren de pasajeros y del cabuz del tren de carga.

Figura 2.47 Problema 2.66.



2.67. Las cucarachas grandes pueden correr a 1.50 m/s en tramos cortos. Suponga que está de paseo, enciende la luz en un hotel y ve una cucaracha alejándose en línea recta a 1.50 m/s. Si inicialmente usted estaba 0.90 m detrás del insecto y se acerca hacia éste con una rapidez inicial de 0.80 m/s, ¿qué aceleración constante mínima necesitará para alcanzarlo cuando éste haya recorrido 1.20 m, justo antes de escapar bajo un mueble?

2.68. Dos automóviles están separados 200 m y avanzan frontalmente uno hacia el otro con una rapidez constante de 10 m/s. En el frente de uno de ellos, un saltamontes lleno de energía salta de atrás hacia delante entre los autos (¡sí que tiene patas fuertes!) con una velocidad horizontal constante de 15 m/s en relación con el suelo. El insecto salta en el instante en que cae, de manera que no pierde tiempo descansando en uno u otro autos. ¿Qué distancia total recorre el saltamontes antes de que los automóviles colisionen?

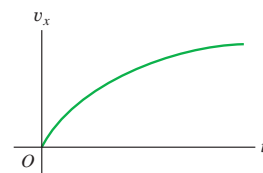
2.69. Un automóvil y un camión parten del reposo en el mismo instante, con el auto cierta distancia detrás del camión. El camión tiene aceleración constante de 2.10 m/s^2 ; y el auto, 3.40 m/s^2 . El auto alcanza al camión cuando éste ha recorrido 40.0 m. *a)* ¿Cuánto tiempo tarda el auto en alcanzar al camión? *b)* ¿Qué tan atrás del camión estaba inicialmente el auto? *c)* ¿Qué rapidez tienen los vehículos cuando avanzan juntos? *d)* Dibuje en una sola gráfica la posición de cada vehículo en función del tiempo. Sea $x = 0$ la posición inicial del camión.

2.70. Dos pilotos de exhibición conducen frontalmente uno hacia el otro. En $t = 0$ la distancia entre los automóviles es D , el auto 1 está parado y el 2 se mueve a la izquierda con rapidez v_0 . El auto 1 comienza a moverse en $t = 0$ con aceleración constante a_x . El auto 2 sigue a velocidad constante. *a)* ¿En qué instante chocarán los autos? *b)* Calcule la rapidez del auto 1 justo antes de chocar contra el auto 2. *c)* Dibuje las gráficas x - t y v_x - t para los 2 autos, y trace las curvas usando los mismos ejes.

2.71. Se suelta una canica desde el borde de un tazón semiesférico cuyo diámetro es de 50.0 cm y rueda de abajo hacia arriba al borde opuesto en 10.0 s. Obtenga *a)* la rapidez media y la velocidad media de la canica.

2.72. Mientras conduce, quizás usted haya notado que la velocidad de su automóvil no continúa incrementándose aun cuando mantenga su pie presionando el pedal del acelerador. Este comportamiento se debe a la resistencia del aire y a la fricción entre las partes móviles del vehículo. La figura 2.48 muestra una gráfica v_x - t cualitativa para un auto ordinario, cuando éste parte del reposo en el origen y viaja en línea recta (el eje x). Dibuje las gráficas a_x - t y x - t cualitativas para este automóvil.

Figura 2.48 Problema 2.72.



2.73. Rebasado. El conductor de un automóvil desea rebasar un camión que viaja a una rapidez constante de 20.0 m/s (aproximadamente 45 mi/h). Inicialmente, el auto también viaja a 20.0 m/s y su parachoques delantero está 24.0 m atrás del parachoques trasero del camión. El auto adquiere una aceleración constante de 0.600 m/s^2 y regresa al carril del camión cuando su parachoques trasero está 26.0 m adelante del frente del camión. El auto tiene una longitud de 4.5 m, y el camión tiene una longitud de 21.0 m. *a)* ¿Cuánto tiempo necesita el auto para rebasar al camión? *b)* ¿Qué distancia recorre el auto en ese tiempo? *c)* ¿Qué rapidez final tiene el auto?

***2.74.** La velocidad medida de un objeto es $v_x(t) = \alpha - \beta t^2$, donde $\alpha = 4.00 \text{ m/s}$ y $\beta = 2.00 \text{ m/s}^3$. En $t = 0$, el objeto está en $x = 0$. *a)* Calcule la posición y aceleración del objeto en función de t .