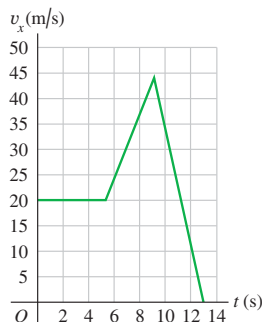


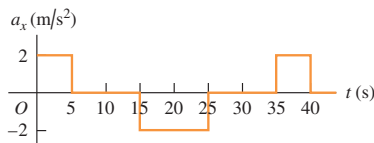
2.31. La gráfica de la figura 2.37 muestra la velocidad de un policía en motocicleta en función del tiempo. a) Calcule la aceleración instantánea en $t = 3$ s, en $t = 7$ s y en $t = 11$ s. b) ¿Qué distancia cubre el policía en los primeros 5 s? ¿En los primeros 9 s? ¿Y en los primeros 13 s?

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.

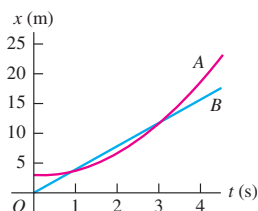


2.33. Una nave espacial que lleva trabajadores a la Base Lunar I viaja en línea recta de la Tierra a la Luna, una distancia de 384,000 km. Suponga que parte del reposo y acelera a 20.0 m/s^2 los primeros 15.0 min, viaja con rapidez constante hasta los últimos 15.0 min, cuando acelera a -20.0 m/s^2 , 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:

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

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

Etapa 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?

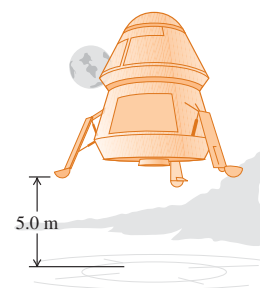
Sección 2.5 Cuerpos en caída libre

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?

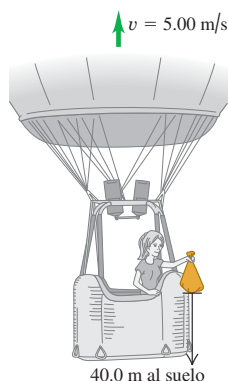
2.42. Se deja caer un ladrillo (rapidez inicial cero) desde la azotea de un edificio. El tabique choca contra el suelo en 2.50 s . Se puede despreciar la resistencia del aire, así que el ladrillo está en caída libre.

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.

Figura 2.41 Ejercicio 2.44.



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?

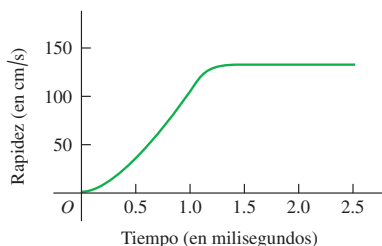
*Sección 2.6 Velocidad y posición por integración

***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 2.42 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.

