Problemas†

11.1 El movimiento de una partícula está definido por la relación $x = 1.5t^4 - 30t^2 + 5t + 10$, donde x y t se expresan en metros y segundos, respectivamente. Determine la posición, la velocidad y la aceleración de la partícula cuando $t = 4$ s.

11.2 El movimiento de una partícula está definido por la relación $x = 12t^3 - 18t^2 + 2t + 5$, donde x y t se expresan en metros y segundos, respectivamente. Determine la posición y la velocidad cuando la aceleración de la partícula es igual a cero.

11.3 El movimiento de una partícula está definido por la relación $x = \frac{5}{3}t^3 - \frac{5}{2}t^2 - 30t + 8x$, donde x y t se expresan en pies y segundos, respectivamente. Determine el tiempo, la posición y la aceleración cuando $v = 0$.

11.4 El movimiento de una partícula está definido por la relación $x = 6t^2 - 8 + 40 \cos \pi t$, donde x y t se expresan en pulgadas y segundos, respectivamente. Determine la posición, la velocidad y la aceleración de la partícula cuando $t = 6$ s.

11.5 El movimiento de una partícula está definido por la relación $x = 6t^4 - 2t^3 - 12t^2 + 3t + 3$, donde x y t se expresan en metros y segundos, respectivamente. Determine el tiempo, la posición y la velocidad cuando $a = 0$.

11.6 El movimiento de una partícula está definido por la relación $x = 2t^3 - 15t^2 + 24t + 4$, donde x se expresa en metros y t en segundos. Determine *a*) cuándo la velocidad es cero, *b*) la posición y la distancia total viajada hasta ese momento cuando la aceleración es cero.

11.7 El movimiento de una partícula está definido por la relación $x = t^3 - 6t^2 - 36t - 40$, donde x y t se expresan en pies y segundos, respectivamente. Determine *a*) cuándo la velocidad es cero, *b*) la velocidad, la aceleración y la distancia total viajada cuando $x = 0$.

11.8 El movimiento de una partícula está definido por la relación $x = t^3 - 9t^2 + 24t - 8$, donde x y t se expresan en pulgadas y segundos, respectivamente. Determine *a*) cuándo la velocidad es cero, *b*) la posición y la distancia total recorrida cuando la aceleración es cero.

11.9 La aceleración de una partícula se define mediante la relación $a = -8$ m/s^2. Si se sabe que $x = 20$ m cuando $t = 4$ s y $x = 4$ m cuando $v = 16$ m/s, determine *a*) el tiempo cuando la velocidad es cero, *b*) la velocidad y la distancia total recorrida cuando $t = 11$ s.

†Las respuestas a todos los problemas cuyo número está en tipo recto (como en **11.1**) se presentan al final del libro. No se dan las respuestas a los problemas con números en itálicas (como en ***11.7***).

11.10 La aceleración de una partícula es directamente proporcional al cuadrado del tiempo t. Cuando $t = 0$, la partícula está en $x = 24$ m. Si se sabe que en $t = 6$ s, $x = 96$ m y $v = 18$ m/s, exprese x y v en términos de t.

11.11 La aceleración de una partícula es directamente proporcional al tiempo t. Cuando $t = 0$, la velocidad de la partícula es $v = 16$ in./s. Si se sabe que $v = 15$ in./s, y que $x = 20$ in. cuando $t = 1$ s, determine la velocidad, la posición y la distancia total recorrida cuando $t = 7$ s.

11.12 La aceleración de una partícula está definida por la relación $a = kt^2$. *a*) Si se sabe que $v = -32$ ft/s cuando $t = 0$ y que $v = +32$ ft/s cuando $t = 4$ s, determine la constante k. *b*) Escriba las ecuaciones de movimiento, sabiendo también que $x = 0$ cuando $t = 4$ s.

11.13 La aceleración de una partícula se define mediante la relación $a = A - 6t^2$, donde A es constante. En $t = 0$, la partícula inicia en $x = 8$ m con $v = 0$. Si se sabe que $t = 1$ s y $v = 30$ m/s, determine *a*) los tiempos en los que la velocidad es cero, *b*) la distancia total recorrida por la partícula cuando $t = 5$ s.

11.14 Se sabe que desde $t = 2$ s hasta $t = 10$ s, la aceleración de una partícula es inversamente proporcional al cubo del tiempo t. Cuando $t = 2$ s, $v = -15$ m/s y cuando $t = 10$ s, $v = 0.36$ m/s. Si se sabe que la partícula está dos veces más lejos del origen cuando $t = 2$ s que cuando $t = 10$ s, determine *a*) la posición de la partícula cuando $t = 2$ s y cuando $t = 10$ s, *b*) la distancia total recorrida por la partícula desde $t = 2$ s hasta $t = 10$ s.

11.15 La aceleración de una partícula está definida por la relación $a = -k/x$. Se ha determinado experimentalmente que $v = 15$ ft/s cuando $x = 0.6$ ft y que $v = 9$ ft/s cuando $x = 1.2$ ft. Determine *a*) la velocidad de la partícula cuando $x = 1.5$ ft, *b*) la posición de la partícula en la que su velocidad es cero.

11.16 Una partícula que inicia desde el reposo en $x = 1$ ft se acelera de forma que la magnitud de su velocidad se duplica entre $x = 2$ ft y $x = 8$ ft. Si se sabe que la aceleración de la partícula está definida por la relación $a = k[x - (A/x)]$, determine los valores de las constantes A y k si la partícula tiene una velocidad de 29 ft/s cuando $x = 16$ ft.

11.17 Una partícula oscila entre los puntos $x = 40$ mm y $x = 160$ mm con una aceleración $a = k(100 - x)$, donde a y x se expresan en mm/s^2 y mm, respectivamente, y k es una constante. La velocidad de la partícula es de 18 mm/s cuando $x = 100$ mm y es cero cuando $x = 40$ mm y cuando $x = 160$ mm. Determine *a*) el valor de k, *b*) la velocidad cuando $x = 120$ mm.

11.18 Una partícula parte desde el reposo en el origen y recibe una aceleración $a = k(x + 4)^2$, donde a y x se expresan en m/s^2 y m, respectivamente, y k es una constante. Si se sabe que la velocidad de la partícula es de 4 m/s cuando $x = 8$ m, determine *a*) el valor de k, *b*) la posición de la partícula cuando $v = 4.5$ m/s, *c*) la velocidad máxima de la partícula.

Figura *P11.19*

11.19 Una pieza de equipo electrónico que está rodeada por material de empaque se deja caer de manera que golpea el suelo con una velocidad de 4 m/s. Después del impacto, el equipo experimenta una aceleración de $a = -kx$, donde k es una constante y x es la compresión del material de empaque. Si dicho material experimenta una compresión máxima de 20 mm, determine la aceleración máxima del equipo.

11.20 Con base en observaciones experimentales, la aceleración de una partícula está definida por la relación $a = -(0.1 + \text{sen } x/b)$, donde a y x se expresan en m/s^2 y metros, respectivamente. Si se sabe que $b = 0.8$ m y que $v = 1$ m/s cuando $x = 0$, determine *a*) la velocidad de la partícula cuando $x = -1$ m, *b*) la posición de la partícula en la que su velocidad es máxima, *c*) la velocidad máxima.

11.21 A partir de $x = 0$, sin velocidad inicial, la aceleración de una partícula está definida por la relación $a = 0.8\sqrt{v^2 + 49}$, donde a y v se expresan en m/s^2 y m/s, respectivamente. Determine *a*) la posición de la partícula cuando $v = 24$ m/s, *b*) la rapidez de la partícula cuando $x = 40$ m.

11.22 La aceleración de una partícula está definida por la relación $a = -k\sqrt{v}$, donde k es una constante. Si se sabe que en $t = 0$, $x = 0$ y $v = 81$ m/s y que $v = 36$ m/s cuando $x = 18$ m, determine *a*) la velocidad de la partícula cuando $x = 20$ m, *b*) el tiempo requerido para que la partícula quede en reposo.

11.23 La aceleración de una partícula se define mediante la relación $a = -0.8v$, donde a se expresa en in./s^2 y v en in./s. Si se sabe que cuando $t = 0$ la velocidad es de 40 in./s, determine *a*) la distancia que recorrerá la partícula antes de quedar en reposo, *b*) el tiempo requerido para que la partícula quede en reposo, *c*) el tiempo requerido para que la velocidad de la partícula se reduzca a 50 por ciento de su valor inicial.

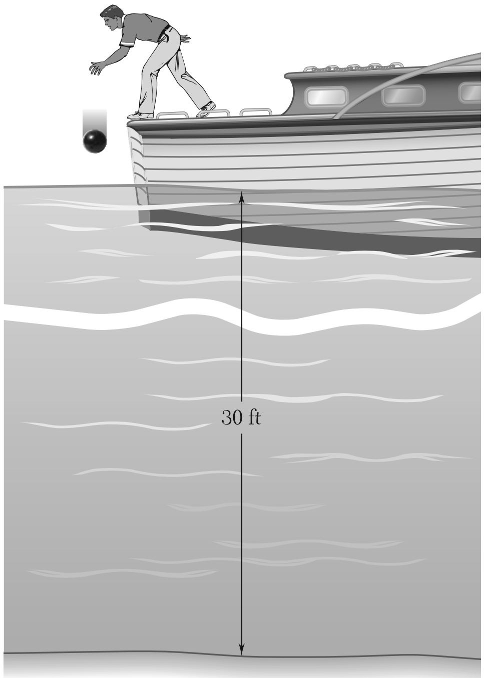


Figura P11.24

11.24 Una bola de boliche se deja caer desde una lancha, de manera que golpea la superficie del lago con una rapidez de 25 ft/s. Si se supone que la bola experimenta una aceleración hacia abajo $a = 10 - 0.9v^2$ cuando está en el agua, determine la velocidad de la bola cuando golpea el fondo del lago.

11.25 La aceleración de una partícula se define mediante la relación $a = 0.4(1 - kv)$, donde k es una constante. Si se sabe que en $t = 0$ la partícula parte desde el reposo con $x = 4$ m, y que cuando $t = 15$ s, $v = 4$ m/s, determine *a*) la constante k, *b*) la posición de la partícula cuando $v = 6$ m/s, *c*) la velocidad máxima de la partícula.

11.26 Una partícula se proyecta hacia la derecha desde la posición $x = 0$ con una velocidad inicial de 9 m/s. Si la aceleración de la partícula se define mediante la relación $a = -0.6v^{3/2}$, donde a y v se expresan en m/s^2 y m/s, respectivamente, determine *a*) la distancia que habrá recorrido la partícula cuando su velocidad sea de 4 m/s, *b*) el tiempo cuando $v = 1$ m/s, *c*) el tiempo requerido para que la partícula recorra 6 m.

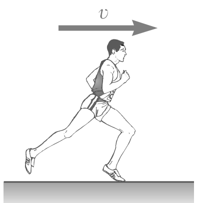


Figura P11.27

11.27 Con base en observaciones, la velocidad de un atleta puede aproximarse por medio de la relación $v = 7.5(1 - 0.04x)^{0.3}$, donde v y x se expresan en mi/h y millas, respectivamente. Si se sabe que $x = 0$ cuando $t = 0$, determine *a*) la distancia que ha recorrido el atleta cuando $t = 1$ h, *b*) la aceleración del atleta en ft/s^2 cuando $t = 0$, *c*) el tiempo requerido para que el atleta recorra 6 mi.

11.28 Datos experimentales indican que en una región de la corriente de aire que sale por una rejilla de ventilación, la velocidad del aire emitido está definido por $v = 0.18v_0/x$, donde v y x se expresan en m/s y metros, respectivamente, y v_0 es la velocidad de descarga inicial del aire. Para $v_0 = 3.6$ m/s, determine *a*) la aceleración del aire cuando $x = 2$ m, *b*) el tiempo requerido para que el aire fluya de $x = 1$ a $x = 3$ m.

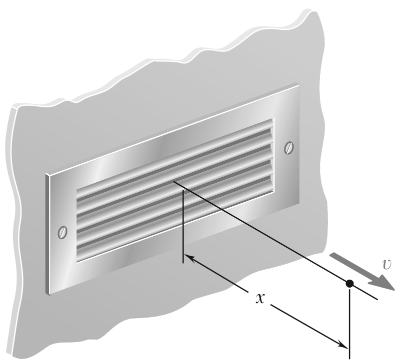


Figura P11.28

Problemas

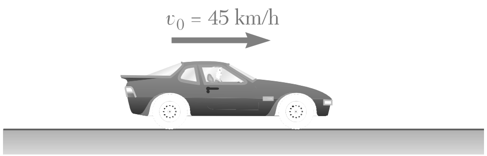


Figura P11.33

11.33 Una automovilista entra a una carretera a 45 km/h y acelera uniformemente hasta 99 km/h. De acuerdo con el odómetro del automóvil, la conductora sabe que recorrió 0.2 km mientras aceleraba. Determine *a*) la aceleración del automóvil, *b*) el tiempo que se requiere para alcanzar 99 km/h.

11.34 Un camión recorre 220 m en 10 s mientras se desacelera a una razón constante de 0.6 m/s^2. Determine *a*) su velocidad inicial, *b*) su velocidad final, *c*) la distancia recorrida durante los primeros 1.5 s.

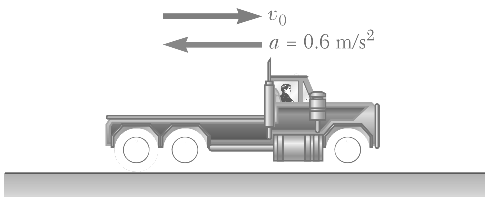


Figura P11.34

11.35 Si se supone una aceleración uniforme de 11 ft/s^2 y se sabe que la rapidez de un automóvil cuando pasa por *A* es de 30 mi/h, determine *a*) el tiempo requerido para que el automóvil llegue a *B*, *b*) la rapidez del automóvil cuando pasa por *B*.

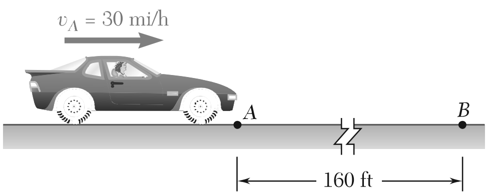


Figura P11.35

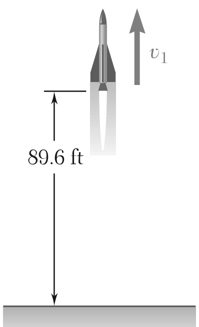


Figura P11.36

11.36 Un grupo de estudiantes lanza un cohete a escala en dirección vertical. Con base en los datos registrados, determinan que la altitud del cohete fue de 89.6 ft en la parte final del vuelo en la que el cohete aún tenía impulso, y que el cohete aterriza 16 s después. Si se sabe que el paracaídas de descenso no pudo abrir y que el cohete descendió en caída libre hasta el suelo después de alcanzar la altura máxima, y suponiendo que g = 32.2 ft/s^2, determine *a*) la rapidez v_1 del cohete al final del vuelo con impulso, *b*) la altura máxima alcanzada por el cohete.

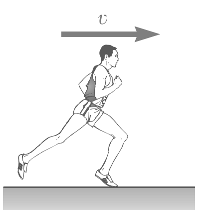


Figura *P11.37*

11.37 Un atleta en una carrera de 100 m acelera de manera uniforme durante los primeros 35 m y luego corre con una velocidad constante. Si el tiempo del atleta para los primeros 35 m es de 5.4 s, determine *a*) su aceleración, *b*) su velocidad final y *c*) el tiempo en que completa la carrera.

11.38 Un paquete pequeño se suelta desde el reposo en A y se mueve a lo largo del transportador $ABCD$ formado por ruedas deslizantes. El paquete tiene una aceleración uniforme de 4.8 m/s^2 mientras desciende sobre las secciones AB y CD, y su velocidad es constante entre B y C. Si la velocidad del paquete en D es de 7.2 m/s, determine *a*) la distancia d entre C y D, *b*) el tiempo requerido para que el paquete llegue a D.

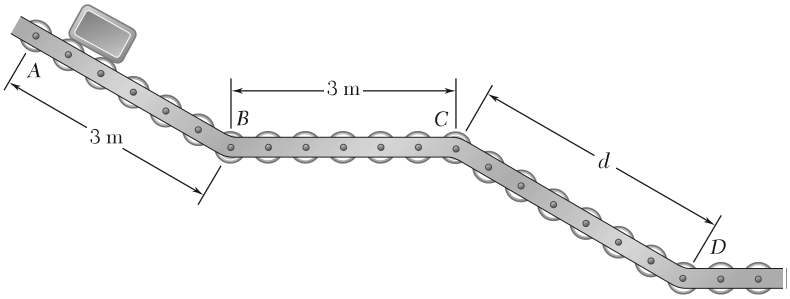


Figura *P11.38*

11.39 Un oficial de policía en una patrulla estacionada en una zona donde la rapidez es de 70 km/h observa el paso de un automóvil que marcha a una rapidez constante. Al oficial le parece que el conductor podría estar intoxicado y arranca la patrulla, acelera uniformemente hasta 90 km/h en 8 s y mantiene una velocidad constante de 90 km/h, alcanza al automovilista 42 s después. Si se sabe que transcurrieron 18 s antes de que el oficial empezara a perseguir al automovilista, determine *a*) la distancia que recorrió el oficial antes de alcanzar al automovilista, *b*) la rapidez del automovilista.

11.40 Cuando un corredor de relevos A ingresa a la zona de intercambio, de 20 m de largo, con una rapidez de 12.9 m/s empieza a desacelerar. Entrega la estafeta al corredor B 1.82 s después, y su compañero deja la zona de intercambio con la misma velocidad. Determine *a*) la aceleración uniforme de cada uno de los corredores, *b*) el momento en el que el corredor B debe empezar a correr.

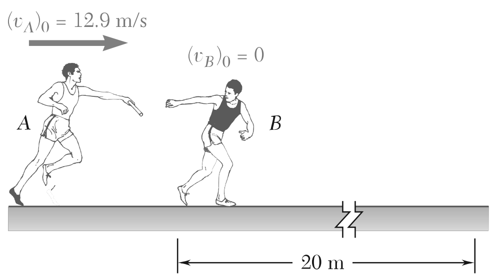


Figura P11.40

11.41 Los automóviles A y B viajan en carriles adyacentes de una carretera y en $t = 0$ tienen las posiciones y velocidades que se muestran en la figura. Si se sabe que el automóvil A tiene una aceleración constante de 1.8 ft/s^2 y que B tiene una desaceleración constante de 1.2 ft/s^2, determine *a*) cuándo y dónde A alcanzará a B, *b*) la rapidez de cada automóvil en ese momento.

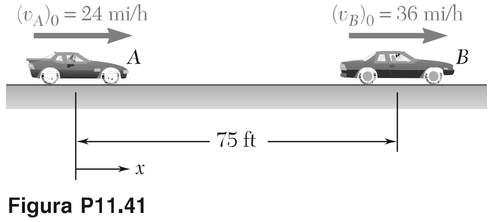


Figura P11.41

11.42 En una carrera de lanchas, la lancha A se adelanta a la lancha B por 120 ft y ambos botes viajan a una rapidez constante de 105 mi/h. En $t = 0$, las lanchas aceleran a tasas constantes. Si se sabe que cuando B rebasa a A, $t = 8$ s y $v_A = 135$ mi/h, determine *a*) la aceleración de A, *b*) la aceleración de B.

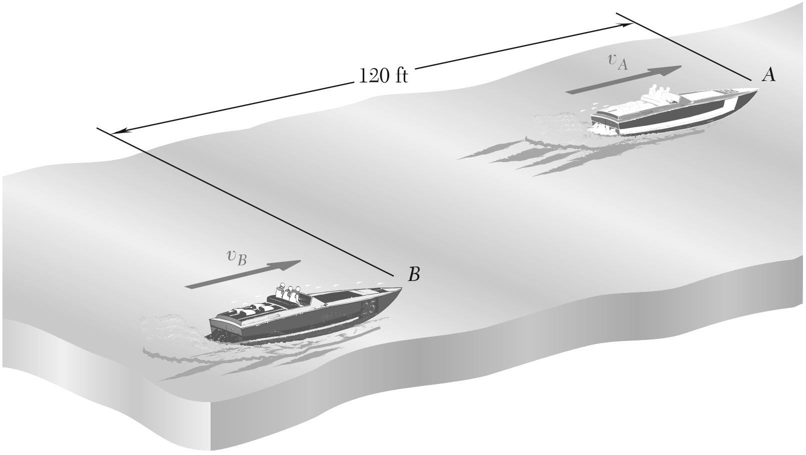


Figura P11.42

11.43 En una rampa se colocan cajas a intervalos uniformes de tiempo t_R y se deslizan hacia abajo de la rampa con aceleración uniforme. Si se sabe que cuando se suelta la caja B, la caja A ya se ha deslizado 6 m y que 1 s después están separadas por una distancia de 10 m, determine *a*) el valor de t_R, *b*) la aceleración de las cajas.

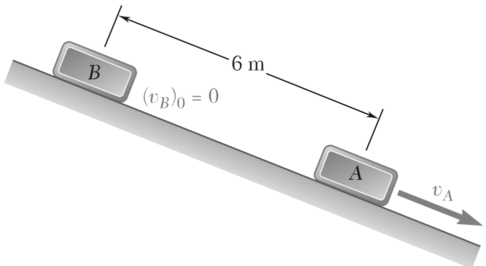


Figura P11.43

11.44 Dos automóviles A y B se aproximan uno al otro en los carriles adyacentes de una autopista. En $t = 0$, A y B están a 1 km de distancia, sus velocidades son $v_A = 108$ km/h y $v_B = 63$ km/h, y se encuentran en los puntos P y Q, respectivamente. Si se sabe que A pasa por el punto Q 40 segundos después que B, y que B pasa por el punto P 42 s después que A, determine *a*) las aceleraciones uniformes de A y B, *b*) cuándo los vehículos pasan uno al lado del otro, *c*) la rapidez de B en ese momento.

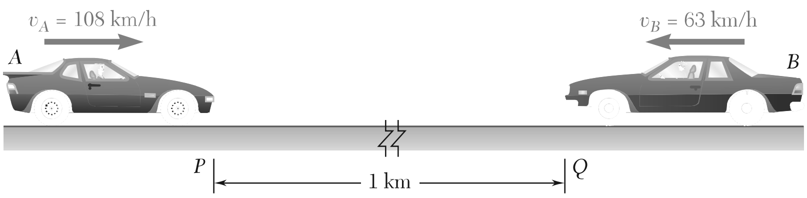


Figura P11.44

11.45 El automóvil A está estacionado en el carril con dirección al norte de una autopista y el automóvil B viaja en el carril con dirección al sur a una rapidez constante de 60 mi/h. En $t = 0$, A empieza a acelerar a una razón constante a_A, mientras que en $t = 5$ s, B empieza a frenar con una desaceleración constante de magnitud $a_A/6$. Si se sabe que cuando los automóviles pasan uno al lado del otro, $x = 294$ ft y $v_A = v_B$, determine *a*) la aceleración a_A, *b*) el momento en que los vehículos pasan uno al lado del otro, *c*) la distancia entre los automóviles en $t = 0$.

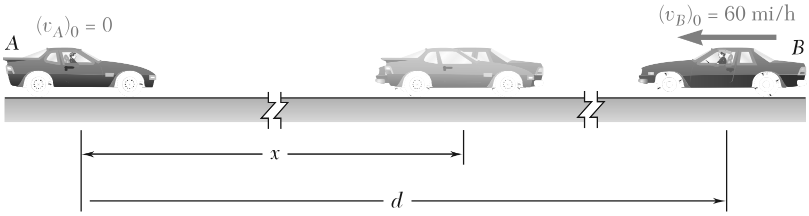


Figura *P11.45*

11.46 Dos bloques A y B se colocan sobre un plano inclinado, como se muestra en la figura. En $t = 0$, A se proyecta hacia arriba sobre el plano con una velocidad inicial de 27 ft/s y B se suelta desde el reposo. Los bloques pasan uno junto al otro 1 s después, y B llega a la parte baja del plano inclinado cuando $t = 3.4$ s. Si se sabe que la máxima distancia que alcanza el bloque A desde la base del plano es de 21 ft y que las aceleraciones de A y B (debidas a la gravedad y la fricción) son constantes y están dirigidas hacia abajo sobre el plano inclinado, determine *a*) las aceleraciones de A y B, *b*) la distancia d, *c*) la rapidez de A cuando los bloques pasan uno junto al otro.

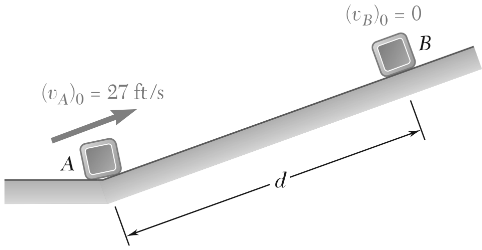


Figura *P11.46*

11.47 El bloque deslizante A se mueve hacia la izquierda con una velocidad constante de 6 m/s. Determine, *a*) la velocidad del bloque B, *b*) la velocidad de la parte D del cable, *c*) la velocidad relativa de la porción C del cable con respecto a la porción D.

11.48 El bloque B inicia su movimiento desde el reposo y desciende con una aceleración constante. Si se sabe que después de que el bloque A se ha movido 400 mm, su velocidad es de 4 m/s, determine *a*) las aceleraciones de A y B, *b*) la velocidad y el cambio en la posición del bloque B después de 2 s.

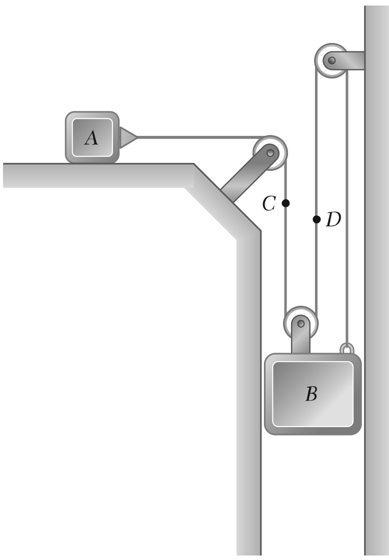


Figura P11.47 y P11.48

Problemas

11.61 Una partícula se mueve en línea recta con la aceleración que se muestra en la figura. Si se sabe que la partícula inicia desde el origen con $v_0 = -18$ ft/s, *a*) construya las curvas *v-t* y *x-t* para $0 < t < 20$ s, *b*) determine la posición y la velocidad de la partícula y la distancia total recorrida cuando $t = 12$ s.

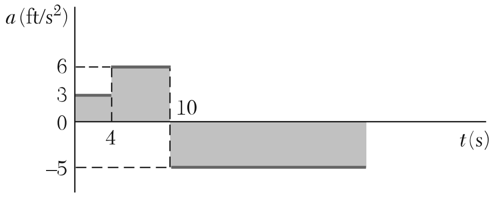


Figura P11.61

11.62 Para la partícula y el movimiento del problema 11.61 construya las curvas *v-t* y *x-t* para $0 < t < 20$ s, y determine *a*) el máximo valor de la velocidad de la partícula, *b*) el valor máximo de la coordenada de posición.

11.63 Una partícula se mueve en línea recta con la velocidad que se muestra en la figura. Si se sabe que $x = -540$ ft en $t = 0$, *a*) construya las curvas *a-t* y *x-t* para $0 < t < 50$ s, y determine *b*) la distancia total recorrida por la partícula cuando $t = 50$ s, *c*) los dos tiempos en los cuales $x = 0$.

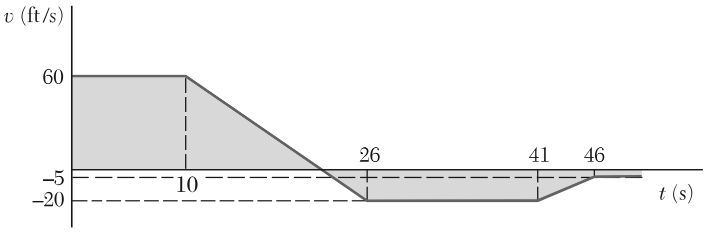


Figura P11.63

11.64 Una partícula se mueve a determinada velocidad en línea recta. Si se sabe que $x = -540$ ft en $t = 0$, *a*) construya las curvas *a-t* y *x-t* para $0 < t < 50$ s y determine *b*) el valor máximo de la coordenada de posición de la partícula, *c*) los valores de *t* para los cuales la partícula se encuentra en $x = 100$ ft.

11.65 Un paracaidista cae libremente a razón de 200 km/h cuando abre su paracaídas a una altura de 600 m. Luego de una rápida y constante desaceleración, desciende a una razón constante de 50 km/h desde 586 m hasta 30 m, donde maniobra el paracaídas en el viento para frenar aún más su descenso. Si se sabe que el paracaidista aterriza con una velocidad descendente despreciable, determine *a*) el tiempo que requiere para aterrizar después de abrir su paracaídas, *b*) la desaceleración inicial.

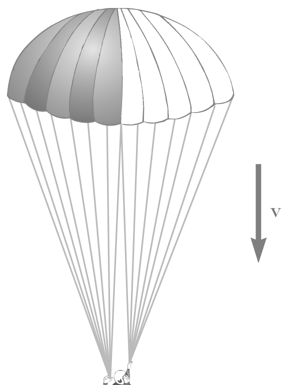


Figura P11.65

11.66 El componente de una máquina se recubre con pintura de spray mientras se monta sobre una tarima que se desplaza a 4 m en 20 s. La tarima tiene una velocidad inicial de 80 mm/s y puede acelerarse a una razón máxima de 60 mm/s^2. Si se sabe que el proceso de pintura requiere 15 s para terminarse y se lleva a cabo mientras la tarima se mueve a una velocidad constante, determine el valor más pequeño posible de la rapidez máxima de la tarima.

11.67 Un sensor de temperatura se conecta al deslizador *AB* que se mueve a lo largo de 60 in. hacia delante y hacia atrás. Las velocidades máximas del deslizador son 12 in./s hacia la derecha y 30 in./s hacia la izquierda. Cuando el deslizador se mueve a la derecha, acelera y desacelera a una razón constante de 6 in./s^2; cuando se desplaza a la izquierda, acelera y desacelera a razón constante de 20 in./s^2. Determine el tiempo que se requiere para que el deslizador realice un ciclo completo, asimismo construya las curvas *v-t* y *x-t* de su movimiento.

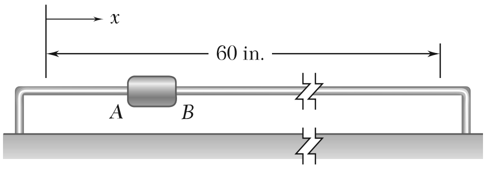


Figura *P11.67*

11.68 Un tren que viaja a 40 mi/h se encuentra a 3 mi de una estación. El tren desacelera de modo que su rapidez es de 20 mi/h cuando se encuentra a 0.5 mi de la estación. Si el tren llega a la estación 7.5 min después de que empieza a desacelerar y suponiendo desaceleraciones constantes, determine *a*) el tiempo que se requiere para que recorra las primeras 2.5 mi, *b*) la velocidad del tren cuando llega a la estación, *c*) la desaceleración constante final del tren.

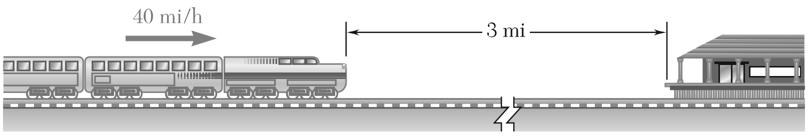


Figura *P11.68*

11.69 Dos puntos de revisión *A* y *B* en una carrera se ubican sobre la misma autopista con una separación de 12 km. Los límites de velocidad de los primeros 8 km y de los últimos 4 km de la sección son, respectivamente, 100 km/h y 70 km/h. Los conductores deben detenerse en cada punto de revisión, y el tiempo especificado entre los puntos *A* y *B* es de 8 min con 20 s. Si se sabe que el conductor acelera y desacelera a la misma tasa constante, determine la magnitud de su aceleración si viaja el mayor tiempo posible en el límite de velocidad.

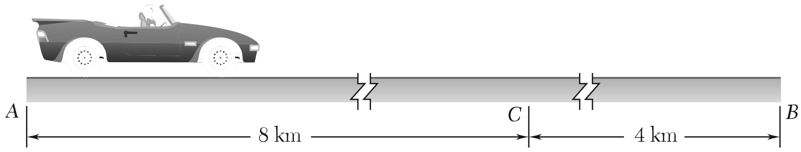


Figura P11.69

11.70 En una prueba realizada en un tanque de agua para la botadura de un pequeño bote a escala, la velocidad horizontal inicial del modelo es de 6 m/s y su aceleración horizontal varía linealmente de -12 m/s^2 en $t = 0$ a -2 m/s^2 en $t = t_1$ y después se mantiene igual a -2 m/s^2 hasta que $t = 1.4$ s. Si se sabe que $v = 1.8$ m/s cuando $t = t_1$, determine *a*) el valor de t_1, *b*) la velocidad y posición del modelo en $t = 1.4$ s.

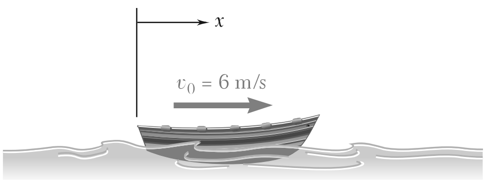


Figura P11.70

11.71 Un automóvil y un camión viajan a una rapidez constante de 35 mi/h; el automóvil está 40 ft detrás del camión. El conductor del auto quiere rebasar al camión, esto es, desea colocar su automóvil en B, 40 ft por delante del camión, y después regresar a la rapidez de 35 mi/h. La aceleración máxima del automóvil es de 5 ft/s^2 y la máxima desaceleración obtenida al aplicar los frenos es de 20 ft/s^2. ¿Cuál es el tiempo más corto en el que el conductor del automóvil puede completar la operación de rebase si en ningún momento sobrepasa la rapidez de 50 mi/h? Dibuje la curva v-t.

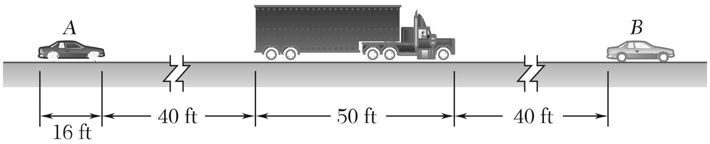


Figura P11.71

11.72 Retome el problema 11.71, y ahora suponga que el conductor del automóvil no presta ninguna atención al límite de rapidez mientras rebasa y se concentra en alcanzar la posición B y volver a tomar la velocidad de 35 mi/h en el menor tiempo posible. ¿Cuál es la máxima rapidez alcanzada? Dibuje la curva v-t.

11.73 Un elevador inicia desde el reposo y se mueve hacia arriba, acelerando a una razón de 1.2 m/s^2, hasta que alcanza una rapidez de 7.8 m/s, la cual mantiene. Dos segundos después de que el elevador empieza a moverse, un hombre que se encuentra a 12 m por encima de la posición inicial del elevador lanza una pelota hacia arriba con una velocidad inicial de 20 m/s. Determine el momento en el que la pelota golpeará al elevador.

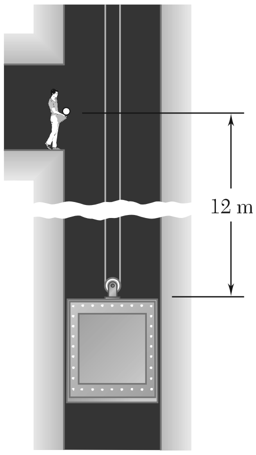


Figura P11.73

11.74 El registro de aceleración que se muestra en la figura se obtuvo de un pequeño avión que viajaba a lo largo de una trayectoria recta. Si se sabe que $x = 0$ y $v = 60$ m/s cuando $t = 0$, determine *a*) la velocidad y la posición del avión cuando $t = 20$ s, *b*) su velocidad promedio durante el intervalo 6 s $< t <$ 14 s.

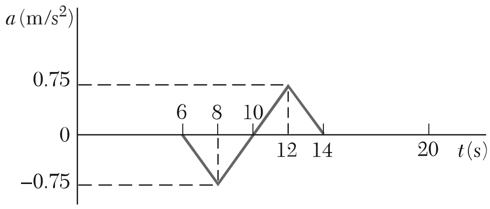


Figura P11.74

11.75 El automóvil A viaja sobre una autopista a una rapidez constante $(v_A)_0 = 60$ mi/h y se encuentra a 380 ft de la entrada de una rampa de acceso, cuando el automóvil B entra al carril de aceleración en ese punto a una rapidez $(v_B)_0 = 15$ mi/h. El automóvil B acelera de manera uniforme y entra al carril de tráfico principal después de recorrer 200 ft en 5 s. Después continúa acelerando a la misma tasa hasta que alcanza una rapidez de 60 mi/h, que mantiene. Determine la distancia final entre los dos automóviles.

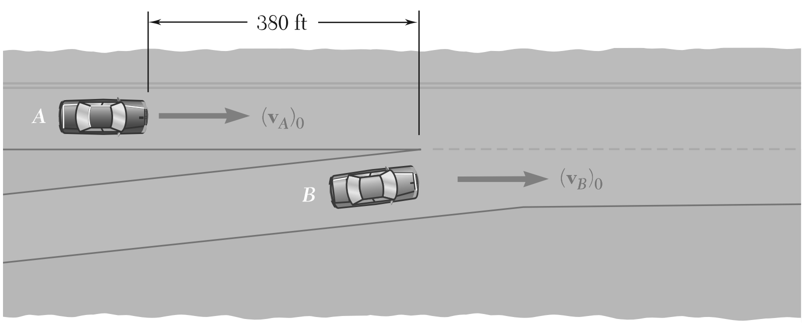


Figura *P11.75*

11.76 El automóvil A viaja a 40 mi/h cuando entra a una zona cuya rapidez máxima es de 30 mi/h. La conductora del automóvil A desacelera a una razón de 16 ft/s^2 hasta que alcanza una rapidez de 30 mi/h, la cual mantiene. Cuando el automóvil B, que se encontraba inicialmente a 60 ft detrás del automóvil A y viajaba a una rapidez constante de 45 mi/h, entra a la zona con el límite de velocidad indicado, su conductor desacelera a razón de 20 ft/s^2, hasta que alcanza una velocidad de 28 mi/h. Si el conductor del automóvil B mantiene una velocidad de 28 mi/h, determine *a*) la distancia mínima a la que el automóvil B se acerca al automóvil A, *b*) el tiempo en el cual el automóvil A se encuentra a 70 ft enfrente del automóvil B.

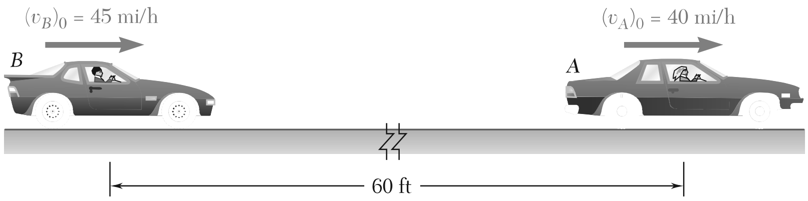


Figura *P11.76*

11.77 Un automóvil viaja a una rapidez constante de 54 km/h cuando su conductora ve a un niño corriendo sobre el camino. La conductora aplica los frenos hasta que el niño regresa a la acera y después acelera para recuperar su rapidez original de 54 km/h; en la figura se muestra el registro de la aceleración del automóvil. Si se supone que $x = 0$ cuando $t = 0$, determine *a*) el tiempo t_1 en el cual la velocidad es de nuevo de 54 km/h, *b*) la posición del automóvil en ese momento, *c*) la velocidad promedio del automóvil durante el intervalo 1 s $\leq t \leq t_1$.

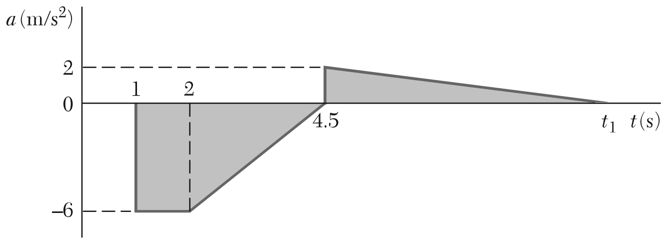


Figura P11.77

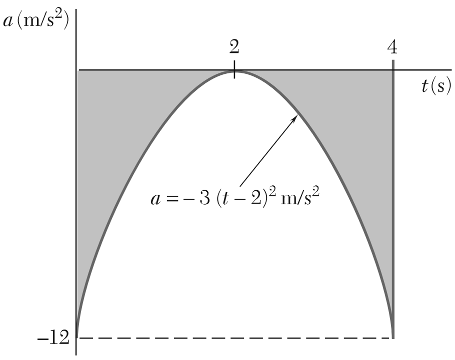


Figura P11.78

11.78 Como se muestra en la figura, desde $t = 0$ hasta $t = 4$ s, la aceleración de una partícula dada puede representarse mediante una parábola. Si se sabe que $x = 0$ y $v = 8$ m/s cuando $t = 0$, *a*) construya las curvas v-t y x-t para $0 < t < 4$ s, *b*) determine la posición de la partícula en $t = 3$ s. (*Sugerencia*: Utilice la tabla que se presenta en las guardas posteriores del libro).

11.79 Durante un proceso de manufactura, una banda transportadora empieza a moverse desde el reposo y recorre un total de 1.2 ft antes de quedar temporalmente en reposo. Si se sabe que el tirón repentino, o tasa de cambio en la aceleración, se limita a ± 4.8 ft/s^2 por segundo, determine *a*) el tiempo más corto que se requiere para que la banda se mueva 1.2 ft, *b*) los valores máximo y el promedio de la velocidad de la banda durante ese tiempo.

11.80 Un tren de enlace en un aeropuerto viaja entre dos terminales que se encuentran a 1.6 mi de distancia. Para mantener el confort de los pasajeros, la aceleración del tren se limita a ±4 ft/s^2, y el tirón repentino, o tasa de cambio en la aceleración, se limita a ±0.8 ft/s^2 por segundo. Si el tren de enlace tiene una rapidez máxima de 20 mi/h, determine *a*) el tiempo más corto para que el tren viaje entre las dos terminales, *b*) su velocidad promedio correspondiente.

11.81 El registro de aceleración que se muestra en la figura se obtuvo durante las pruebas de rapidez de un automóvil deportivo. Si se sabe que el automóvil inicia desde el reposo, determine de manera aproximada *a*) la velocidad del automóvil en $t = 8$ s, *b*) la distancia recorrida por el automóvil en $t = 20$ s.

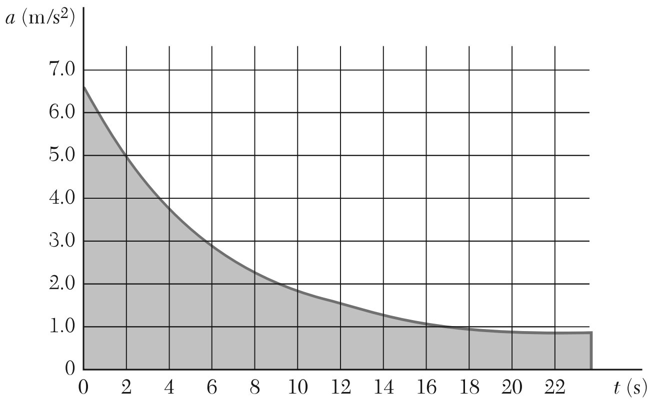


Figura *P11.81*

11.82 Se requieren dos segundos para dejar en reposo la varilla de un pistón neumático; el registro de aceleración de la varilla del pistón durante los 2 s es como se indica en la figura. Determine de manera aproximada *a*) la velocidad inicial de la varilla del pistón, *b*) la distancia recorrida por la varilla del pistón antes de quedar en reposo.

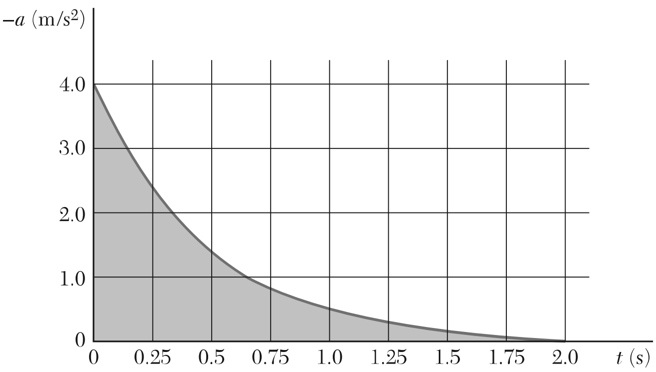


Figura *P11.82*

11.83 Un avión de entrenamiento tiene una velocidad de 126 ft/s cuando aterriza sobre un portaaviones. Conforme el mecanismo de retención del carguero detiene al avión, se registran la velocidad y la aceleración de este último; los resultados se representan en la figura (curva continua). Determine de manera aproximada *a*) el tiempo requerido para que el aeroplano se detenga, *b*) la distancia recorrida en ese tiempo.

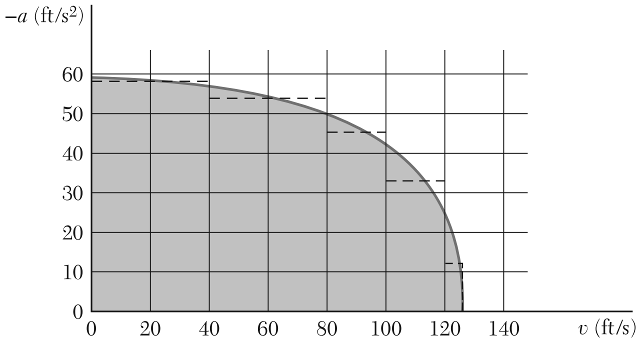


Figura P11.83

11.84 En la figura se muestra una parte de la curva v-x determinada experimentalmente para el carro de un transbordador. Determine de manera aproximada la aceleración del carro *a*) cuando $x = 10$ in., *b*) cuando $v = 80$ in./s.

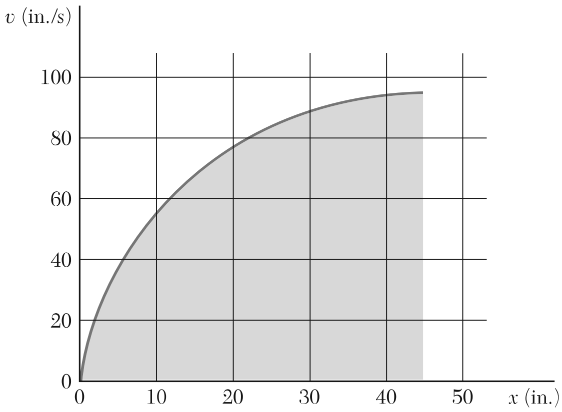


Figura P11.84

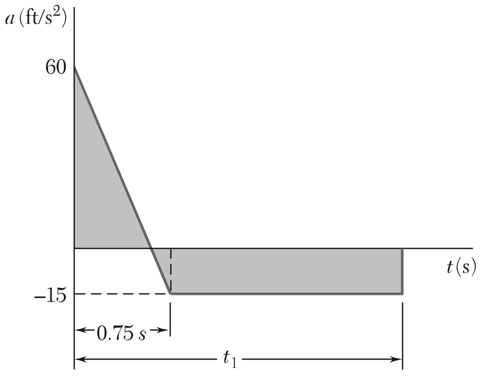


Figura *P11.87*

11.85 Utilice el método de la sección 11.8 a fin de deducir la fórmula $x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$ para la coordenada de posición de una partícula en movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

11.86 Utilice el método de la sección 11.8 para determinar la posición de la partícula del problema 11.61 cuando $t = 14$.

11.87 Durante las pruebas realizadas a una nueva lancha salvavidas, un acelerómetro adherido a la lancha proporciona el registro que se muestra en la figura. Si la lancha tiene una velocidad de 7.5 ft/s en $t = 0$ y llega al reposo en el tiempo t_1, utilice el método de la sección 11.8 para determinar *a*) el tiempo t_1, *b*) la distancia que recorre la lancha antes de quedar en reposo.

11.88 Para la partícula del problema 11.63, dibuje la curva a-t y determine mediante el método de la sección 11.8, *a*) la posición de la partícula cuando $t = 52$ s, *b*) el valor máximo de su coordenada de posición.

Problemas

11.89 El movimiento de una partícula se define mediante las ecuaciones $x = 4t^3 - 5t^2 + 5t$ y $y = 5t^2 - 15t$, donde x y y se expresan en milímetros y t en segundos. Determine la velocidad y la aceleración cuando *a*) $t = 1$ s; *b*) $t = 2$ s.

11.90 El movimiento de una partícula se define mediante las ecuaciones $x = 2 \cos \pi t$ y $y = 1 - 4 \cos 2\pi t$, donde x y y se expresan en metros y t en segundos. Muestre que la trayectoria de la partícula es parte de la parábola que se muestra en la figura y determine la velocidad y la aceleración cuando *a*) $t = 0$, *b*) $t = 1.5$ s.

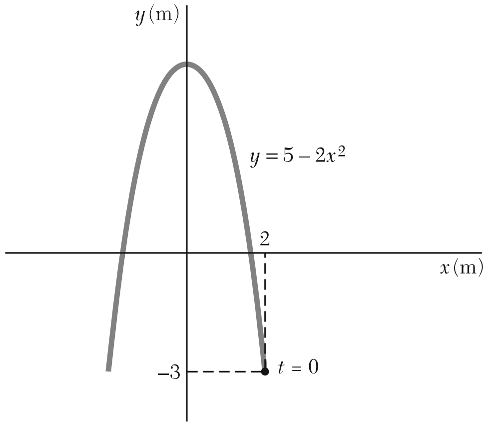


Figura P11.90

11.91 El movimiento de una partícula se define mediante las ecuaciones $x = t^2 - 8t + 7$ y $y = 0.5t^2 + 2t - 4$, donde x y y se expresan en metros y t en segundos. Determine *a*) la magnitud de la velocidad mínima alcanzada por la partícula, *b*) el tiempo, la posición y la dirección correspondientes a dicha velocidad.

11.92 El movimiento de una partícula se define mediante las ecuaciones $x = 4t - 2 \operatorname{sen} t$ y $y = 4 - 2 \cos t$, donde x y y se expresan en pulgadas y t en segundos. Bosqueje la trayectoria de la partícula y determine *a*) las magnitudes de las velocidades máxima y mínima alcanzadas por la partícula, *b*) los tiempos, las posiciones y las direcciones correspondientes a dichas velocidades.

11.93 El movimiento de una partícula se define mediante el vector de posición $\mathbf{r} = A(\cos t + t \operatorname{sen} t)\mathbf{i} + A(\operatorname{sen} t - t \cos t)\mathbf{j}$, donde t se expresa en segundos. Determine los valores de t para los cuales el vector de posición y el vector de aceleración son *a*) perpendiculares, *b*) paralelos.

11.94 El movimiento amortiguado de una partícula que vibra se define mediante el vector de posición $\mathbf{r} = x_1(1 - 1/(t + 1))\mathbf{i} + (y_1 e^{-\pi t/2} \cos 2\pi t)\mathbf{j}$, donde t se expresa en segundos. Para $x_1 = 30$ mm y $y_1 = 20$ mm, determine la posición, la velocidad y la aceleración de la partícula cuando *a*) $t = 0$, *b*) $t = 1.5$ s.

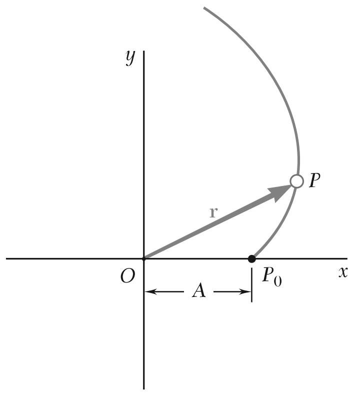


Figura ***P11.93***

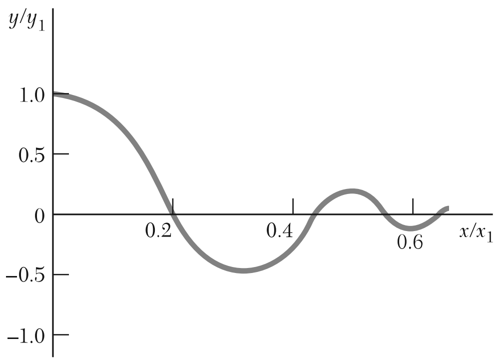


Figura ***P11.94***

11.95 El movimiento tridimensional de una partícula se define mediante el vector de posición $\boldsymbol{r} = (Rt \cos \omega_n t)\mathbf{i} + ct\mathbf{j} + (Rt \operatorname{sen} \omega_n t)\mathbf{k}$. Determine las magnitudes de la velocidad y de la aceleración de la partícula. (La curva espacial que describe la partícula es una hélice cónica.)

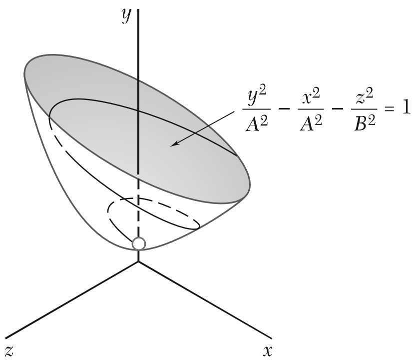


Figura *P11.96*

***11.96** El movimiento tridimensional de una partícula se define mediante el vector de posición $\boldsymbol{r} = (At \cos t)\mathbf{i} + (A\sqrt{t^2+1})\,\mathbf{j} + (Bt \operatorname{sen} t)\mathbf{k}$, donde r y t se expresan en pies y segundos, respectivamente. Demuestre que la curva descrita por la partícula se encuentra sobre el hiperboloide $(y/A)^2 - (x/A)^2 - (z/B)^2 = 1$. Para $A = 3$ y $B = 1$, determine *a*) las magnitudes de la velocidad y de la aceleración cuando $t = 0$, *b*) el valor diferente de cero más pequeño de t para el cual el vector de posición y el vector de velocidad son perpendiculares entre sí.

11.97 Un avión diseñado para dejar caer agua sobre incendios forestales vuela sobre una línea recta horizontal a 315 km/h a una altura de 80 m. Determine la distancia d a la que el piloto debe soltar el agua de manera que caiga sobre el incendio en B.

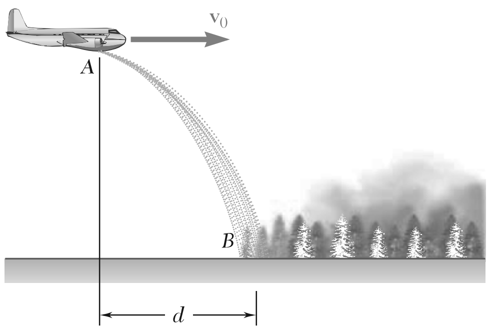


Figura P11.97

11.98 Tres niños se lanzan bolas de nieve entre sí. El niño A lanza una bola de nieve con una velocidad horizontal $\mathbf{v}_0$. Si la bola de nieve pasa justo sobre la cabeza del niño B y golpea al niño C, determine *a*) el valor de v_0, *b*) la distancia d.

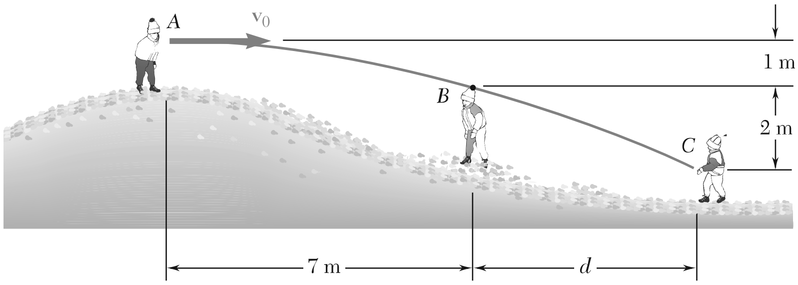


Figura P11.98

11.99 Mientras entrega periódicos, una joven lanza uno de ellos con velocidad horizontal $\mathbf{v}_0$. Determine el intervalo de valores de v_0 si el periódico debe caer entre los puntos B y C.

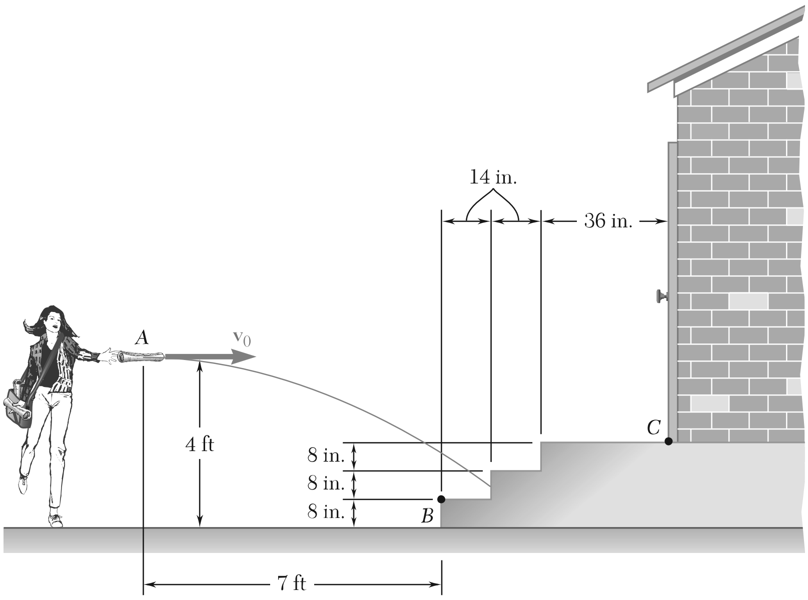


Figura P11.99

11.100 Una máquina lanzadora "dispara" pelotas de béisbol con una velocidad horizontal $\mathbf{v}_0$. Si se sabe que la altura h varía entre 31 in. y 42 in., determine *a*) el rango de valores de v_0, *b*) los valores de α correspondientes a $h = 31$ in. y $h = 42$ in.

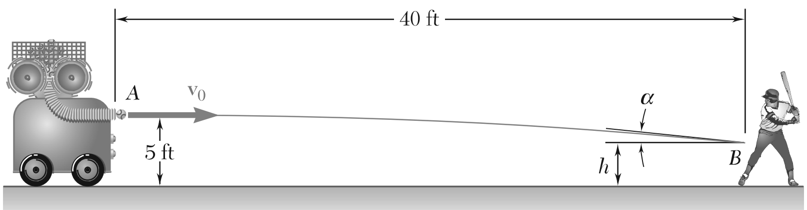


Figura P11.100

11.101 Un jugador de voleibol sirve la pelota con una velocidad inicial $\mathbf{v}_0$ que tiene una magnitud 13.40 m/s y forma un ángulo de 20° con la horizontal. Determine *a*) si la pelota pasará sobre el borde superior de la red, *b*) a qué distancia de la red aterrizará la pelota.

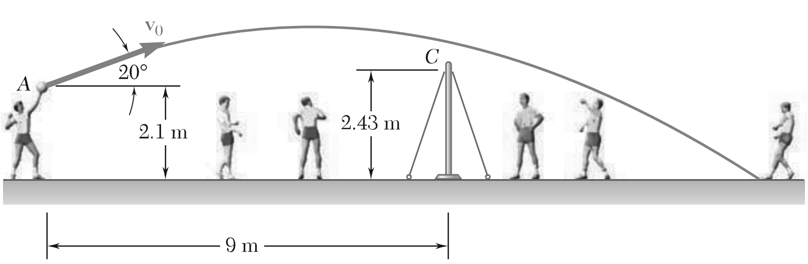


Figura P11.101

11.102 Se vierte leche dentro de un vaso que tiene una altura de 140 mm y un diámetro interior de 66 mm. Si la velocidad inicial de la leche es de 1.2 m/s a un ángulo de 40° con la horizontal, determine el rango de valores de la altura h para los cuales la leche entrará en el vaso.

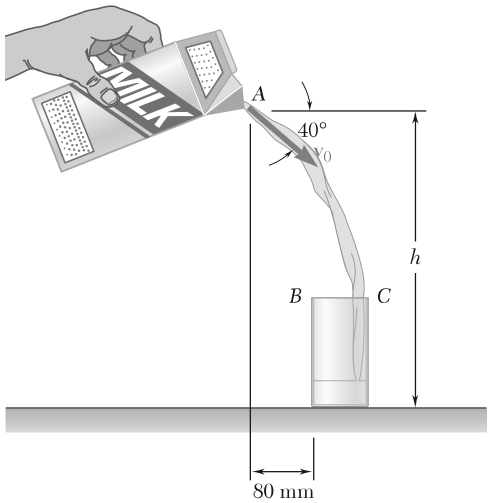


Figura P11.102

11.103 Un golfista golpea la pelota con una velocidad inicial de 160 ft/s, a un ángulo de 25° con la horizontal. Si el terreno de juego desciende con un ángulo promedio de 5°, determine la distancia d entre el golfista y el punto B donde la pelota toca el terreno por primera vez.

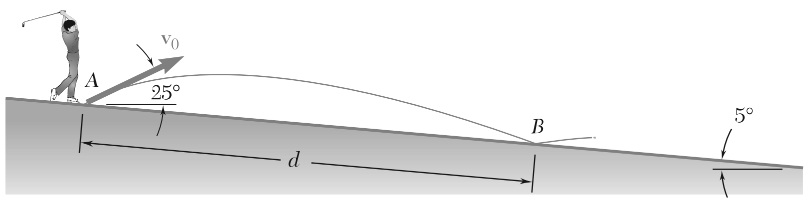


Figura *P11.103*

11.104 Por el cañón de un desagüe fluye agua con una velocidad inicial de 2.5 ft/s a un ángulo de 15° con la horizontal. Determine el rango de valores de la distancia d para los cuales el agua caerá dentro del recipiente BC.

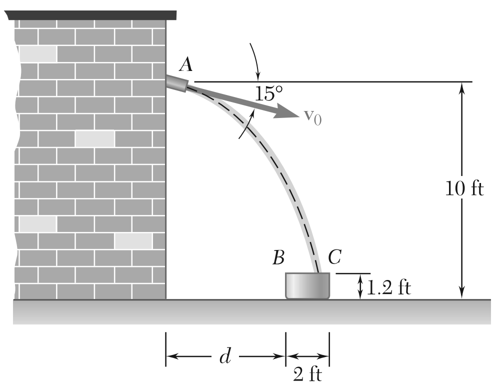


Figura *P11.104*

11.105 Mediante una banda transportadora se descarga arena en A y cae en la parte superior de un montículo en B. Si se sabe que la banda transportadora forma un ángulo $\alpha = 20°$ con la horizontal, determine la velocidad v_0 de la banda.

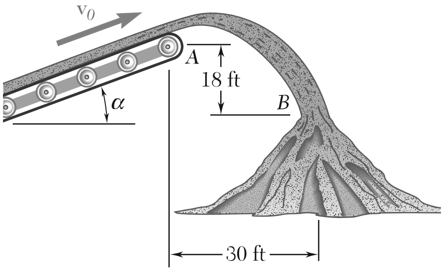


Figura P11.105

11.106 Una jugadora de basquetbol lanza un tiro cuando se encuentra a 16 ft del tablero. Si la pelota tiene una velocidad inicial $\mathbf{v}_0$ a un ángulo de 30° con la horizontal, determine el valor de v_0 cuando d es igual a *a*) 9 in., *b*) 17 in.

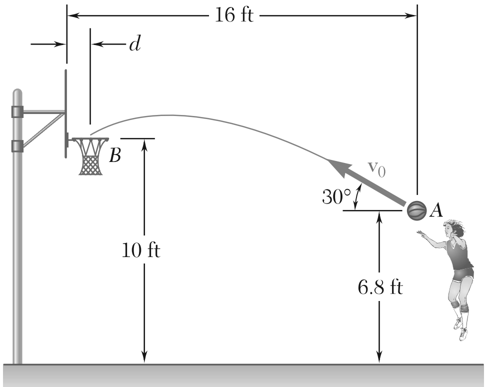


Figura P11.106

11.107 Un grupo de niños está lanzando pelotas a través de una llanta con 0.72 m de diámetro interior, la cual cuelga de un árbol. Un niño lanza una pelota con una velocidad inicial $\mathbf{v}_0$ a un ángulo de 3° con la horizontal. Determine el intervalo de valores de v_0 para los cuales la pelota pasará a través de la llanta.

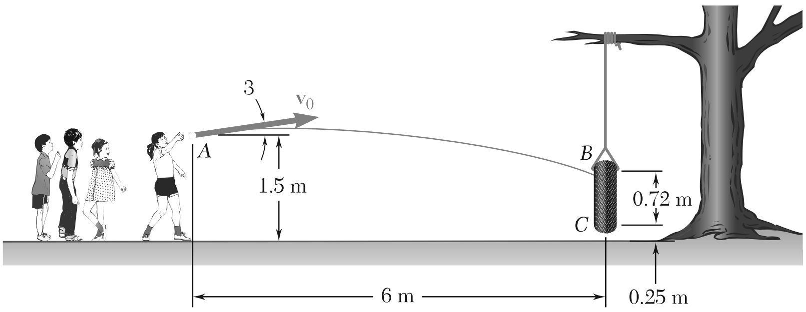


Figura P11.107

11.108 La boquilla en A descarga agua de enfriamiento con una velocidad inicial $\mathbf{v}_0$ a un ángulo de 6° con la horizontal sobre una rueda rectificadora de 350 mm de diámetro. Determine el rango de valores de la velocidad inicial para la cual el agua caerá sobre la rueda entre los puntos B y C.

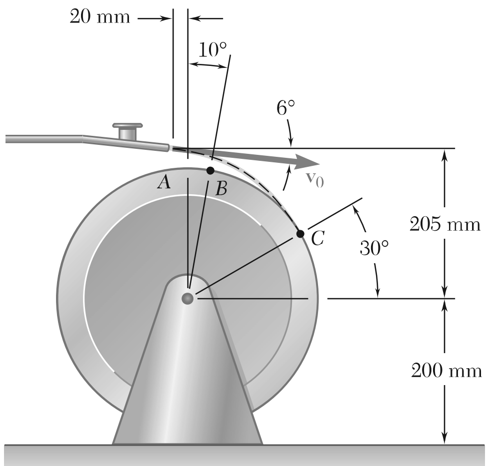


Figura P11.108

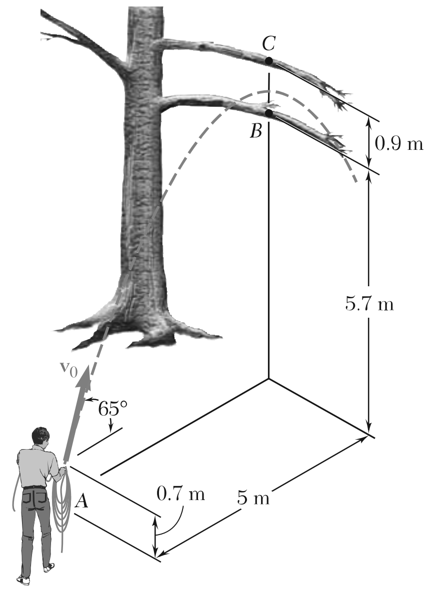


Figura *P11.109*

11.109 Mientras sostiene uno de sus extremos, un trabajador lanza un lazo de cuerda sobre la rama más baja de un árbol. Si lanza la cuerda con una velocidad inicial $\mathbf{v}_0$ a un ángulo de 65° con la horizontal, determine el intervalo de valores de v_0 para los cuales la cuerda sólo sobrepasará a la rama más baja.

11.110 Una pelota se deja caer sobre un escalón en el punto A y rebota con una velocidad $\mathbf{v}_0$ a un ángulo de 15° con la vertical. Determine el valor de v_0 si se sabe que justo antes de que la pelota rebote en el punto B su velocidad v_B forma un ángulo de 12° con la vertical.

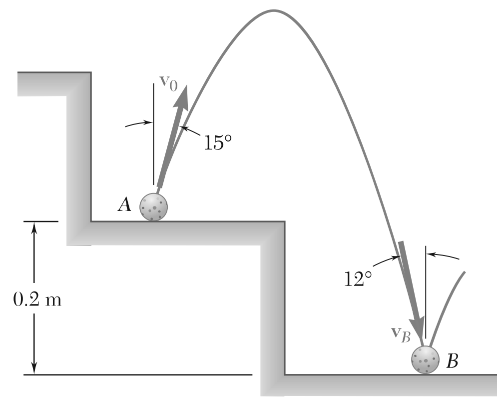


Figura *P11.110*

11.111 Un cohete a escala se lanza desde el punto A con una velocidad inicial $\mathbf{v}_0$ de 250 ft/s. Si el paracaídas de descenso del cohete no se abre y éste aterriza a 400 ft de A, determine *a*) el ángulo α que $\mathbf{v}_0$ forma con la vertical, *b*) la máxima altura h que alcanza el cohete, *c*) la duración del vuelo.

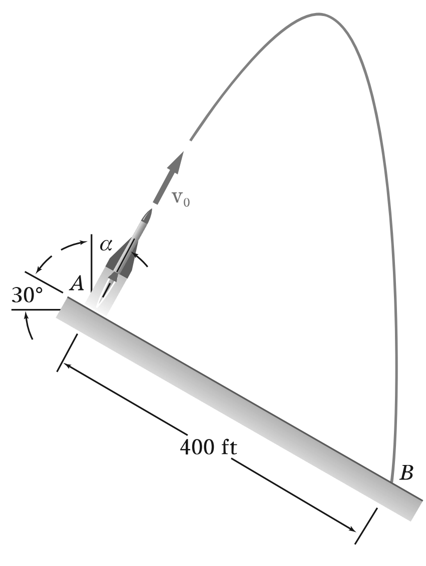


Figura P11.111

11.112 La velocidad inicial $\mathbf{v}_0$ de un disco de hockey es de 105 mi/h. Determine *a*) el valor máximo (menor que 45°) del ángulo α para el cual el disco entra en la portería, *b*) el tiempo correspondiente que se requiere para que el disco llegue a la portería.

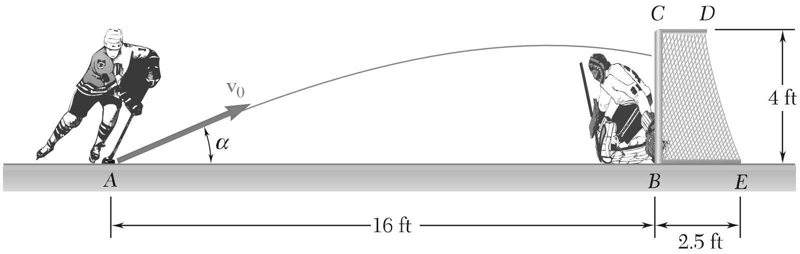


Figura P11.112

11.113 El lanzador en un juego de softbol lanza una pelota con una velocidad $\mathbf{v}_0$ de 72 km/h a un ángulo α con la horizontal. Si la altura de la pelota en el punto *B* es de 0.68 m, determine *a*) el ángulo α, *b*) el ángulo θ que forma la velocidad de la pelota en el punto *B* con la horizontal.

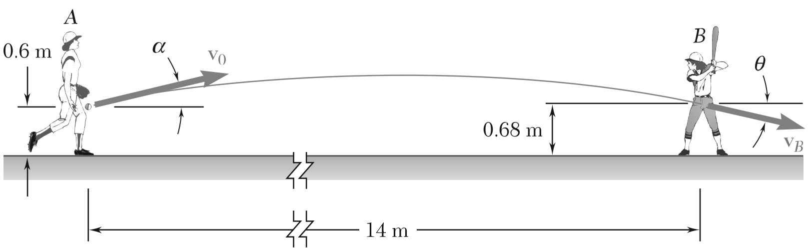


Figura P11.113

***11.114** Un montañista planea saltar desde *A* hasta *B* por encima de un precipicio. Determine el valor mínimo de la velocidad inicial $\mathbf{v}_0$ del montañista y el valor correspondiente del ángulo α para que pueda caer en el punto *B*.

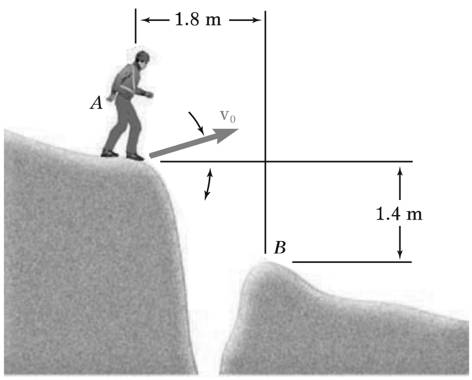


Figura *P11.114*

11.115 Un rociador de jardín que descarga agua con una velocidad ini-cial $\mathbf{v}_0$ de 8 m/s se usa para regar un jardín de vegetales. Determine la distan-cia *d* al punto *B* más lejano que será rociado y el ángulo α correspondiente cuando *a*) los vegetales apenas comienzan a crecer, *b*) la altura *h* de la planta de maíz es de 1.8 m.

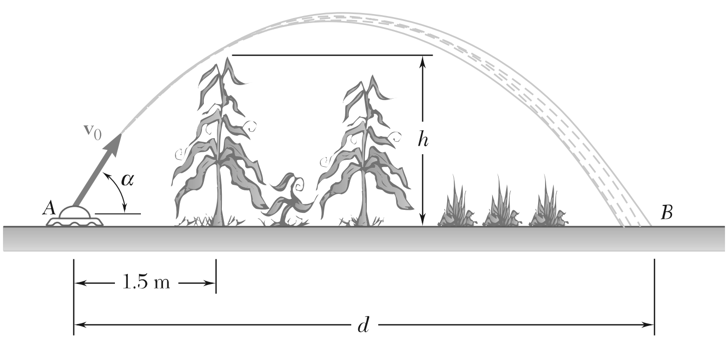


Figura P11.115

11.116 Un trabajador utiliza agua a alta presión para limpiar el interior de un largo tubo de desagüe. Si el agua se descarga con una velocidad inicial $\mathbf{v}_0$ de 11.5 m/s, determine *a*) la distancia *d* hasta el punto *B* más lejano sobre la parte superior de la tubería que el agua puede limpiar desde la posición del trabajador en *A*, *b*) el ángulo α correspondiente.

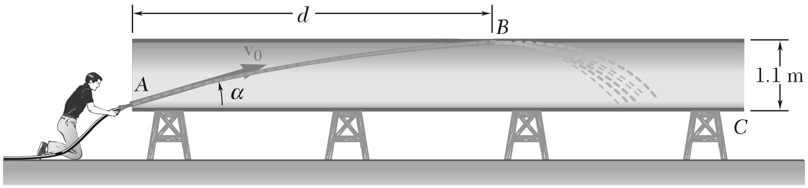


Figura *P11.116*

11.117 Un bloque deslizante *A* se mueve hacia abajo a una rapidez de 0.5 m/s, la velocidad con respecto a *A* de la porción *B* de la banda entre las poleas locas *C* y *D* es $\mathbf{v}_{CD/A} = 2$ m/s $\measuredangle\theta$. Determine la velocidad de la porción *CD* de la banda cuando *a*) $\theta = 45°$, *b*) $\theta = 60°$.

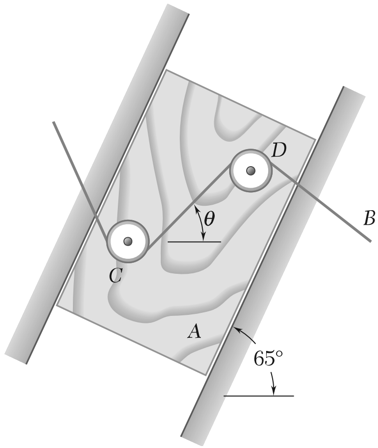


Figura P11.117

11.118 Las velocidades de los esquiadores *A* y *B* son las que se muestran en la figura. Determine la velocidad de *A* con respecto a *B*.

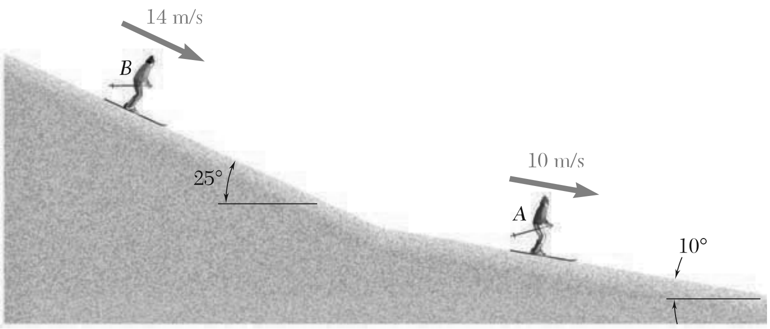


Figura P11.118

11.119 Un radar con base en tierra indica que un transbordador sale de su muelle a una velocidad **v** = 9.8 nudos ⦨70°, en tanto que los instrumentos a bordo del transbordador indican una velocidad de 10 nudos y una dirección de 30° hacia el suroeste con relación al río. Determine la velocidad de este último.

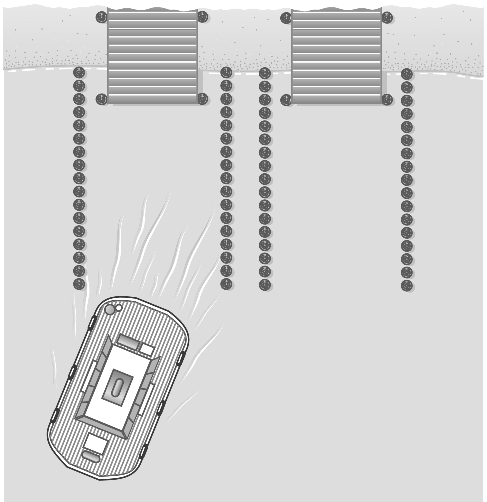


Figura P11.119

11.120 Los aviones A y B vuelan a la misma altura y rastrean el ojo del huracán C. La velocidad relativa de C con respecto a A es $\mathbf{v}_{C/A}$ = 235 mi/h ⦨ 75° y la velocidad relativa de C con respecto a B es $\mathbf{v}_{C/B}$ = 260 mi/h ⦣40°. Determine *a*) la velocidad relativa de B con respecto a A, *b*) la velocidad de A si el radar ubicado en tierra indica que el huracán se mueve con una rapidez de 24 mi/h rumbo al norte, *c*) el cambio en la posición de C con respecto a B durante un intervalo de 15 minutos.

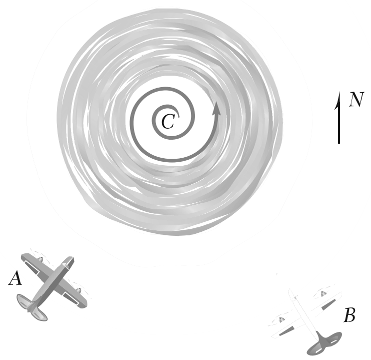


Figura P11.120

11.121 Las velocidades de los trenes A y B son las que se indican en la figura. Si se sabe que la rapidez de cada tren es constante y B alcanza el cruce 10 min después de que A lo hizo, determine *a*) la velocidad relativa de B con respecto a A, *b*) la distancia entre los frentes de las máquinas 3 min después de que A pasó por el crucero.

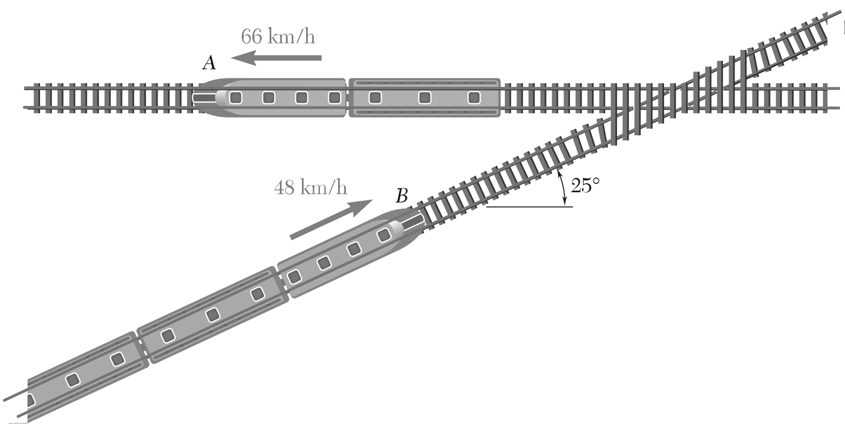


Figura *P11.121*

11.122 Si se sabe que la velocidad del bloque B con respecto al bloque A es $\mathbf{v}_{B/A} = 5.6$ m/s $\measuredangle 70°$, determine las velocidades de A y B.

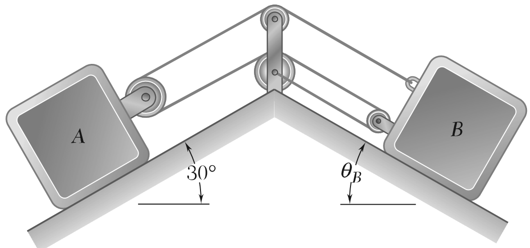


Figura *P11.122*

11.123 Si se sabe que en el instante mostrado el bloque A tiene una velocidad de 8 in./s y una aceleración de 6 in./s^2, ambas dirigidas hacia abajo sobre el plano inclinado, determine *a*) la velocidad del bloque B, *b*) la aceleración del bloque B.

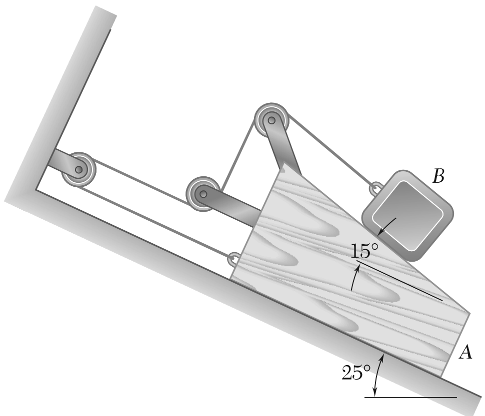


Figura P11.123

11.124 Si se sabe que en el instante mostrado el ensamble A tiene una velocidad de 9 in./s y una aceleración de 15 in./s^2, ambas dirigidas hacia abajo, determine *a*) la velocidad del bloque B, *b*) la aceleración del bloque B.

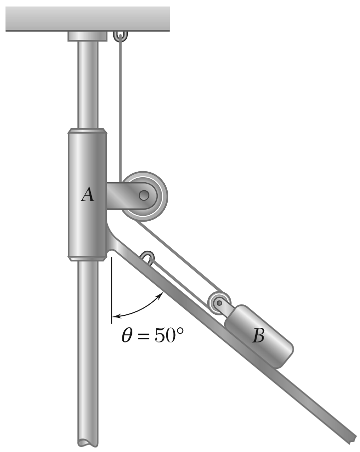


Figura P11.124

11.125 El ensamble de la barra A y la cuña B inicia su movimiento desde el reposo y se mueve hacia la derecha con una aceleración constante de 2 mm/s^2. Determine *a*) la aceleración de la cuña C, *b*) la velocidad de la cuña C cuando $t = 10$ s.

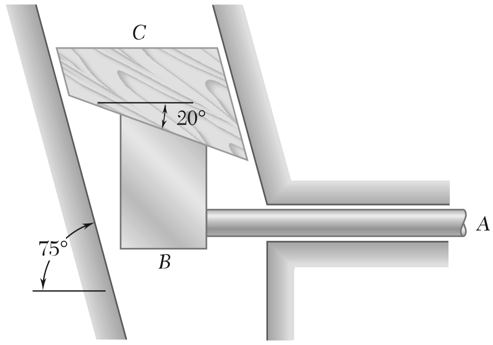


Figura P11.125

11.126 Cuando el camión que se muestra empieza a retroceder con una aceleración constante de 1.2 m/s^2, la sección externa B de su brazo comienza a retraerse con una aceleración constante de 0.5 m/s^2 en relación con el camión. Determine *a*) la aceleración de la sección B, *b*) la velocidad de la sección B cuando $t = 2$ s.

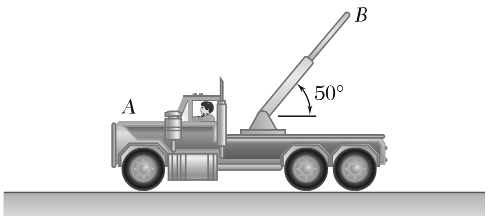


Figura P11.126

11.127 La banda transportadora A, que forma un ángulo de 20° con la horizontal, se mueve a una rapidez constante de 4 ft/s y se usa para cargar un avión. Si el trabajador lanza una bolsa de equipaje B con una velocidad inicial de 2.5 ft/s a un ángulo de 30° con la horizontal, determine la velocidad de la bolsa de equipaje relativa a la banda cuando cae sobre esta última.

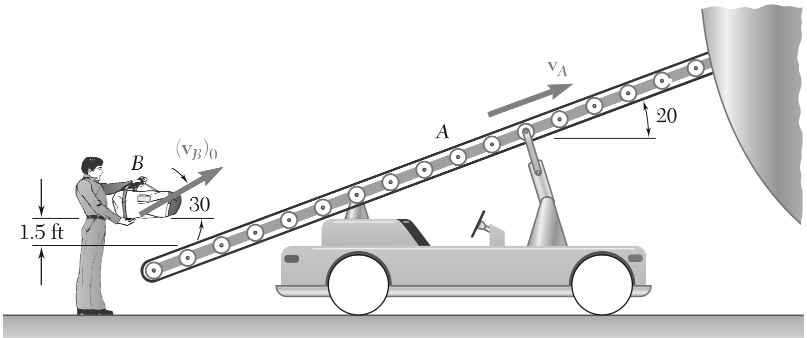


Figura P11.127

11.128 Determine la velocidad requerida de la banda B para que la velocidad relativa con la cual la arena golpea a dicha banda sea *a*) vertical, *b*) lo más pequeña posible.

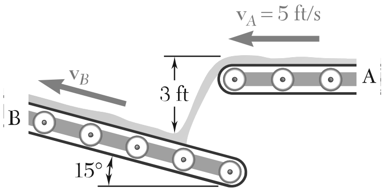


Figura P11.128

11.129 Cuando se observa desde un barco que se mueve hacia el este a 9 km/h, el viento parece soplar desde el sur. Después de que el barco ha cambiado su curso y su rapidez, y se mueve hacia el norte a 6 km/h, el viento parece soplar desde el suroeste. Si se supone que la velocidad del viento es constante durante el periodo de observación, determine la magnitud y la dirección reales del viento.

11.130 Cuando una pequeña lancha viaja hacia el norte a 5 km/h, una bandera montada sobre su popa forma un ángulo $\theta = 50°$ con la línea central de la lancha en la forma que se indica en la figura. Un breve tiempo después, cuando el bote se desplaza hacia el este a 20 km/h, el ángulo θ es otra vez de 50°. Determine la rapidez y la dirección del viento.

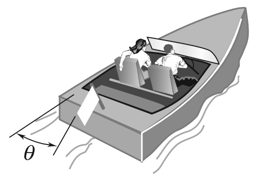


Figura P11.30

11.131 Como parte de una exhibición en una tienda departamental, un modelo de tren D corre sobre una vía ligeramente inclinada entre las escaleras eléctricas que suben y las que bajan. Cuando el tren y los compradores pasan por el punto A, el tren aparenta bajar a un ángulo de 22° con la horizontal desde la perspectiva de un comprador sobre la escalera B que sube, mientras que para un comprador sobre la escalera C que baja, el tren aparenta moverse hacia arriba a un ángulo de 23° con la horizontal y parece trasladarse hacia la izquierda. Si se sabe que la rapidez de las escaleras es de 3 ft/s, determine la rapidez y la dirección del tren.

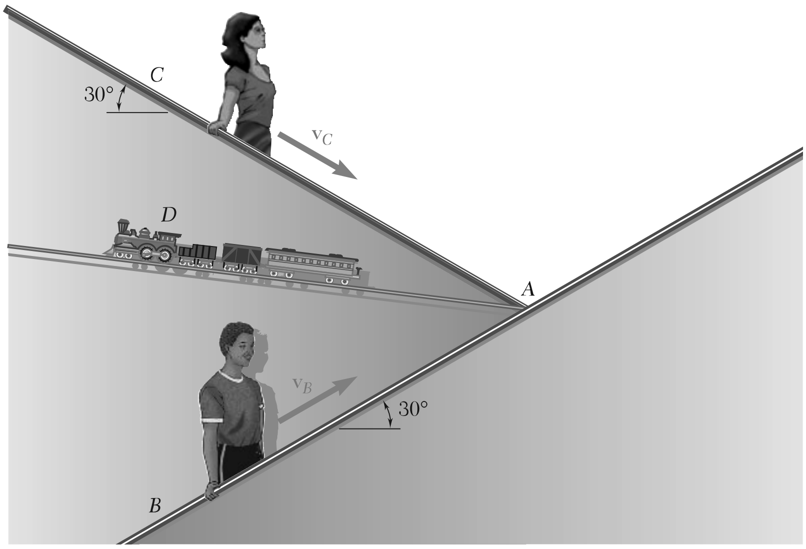


Figura *P11.131*

11.132 Las trayectorias de las gotas de lluvia durante una tormenta parecen formar un ángulo de 75° con la vertical y apuntar hacia la izquierda cuando se observan por la ventana del lado izquierdo de un automóvil que viaja hacia el norte a una rapidez de 40 mi/h. Cuando se observan por la ventana del lado derecho de un automóvil que viaja hacia el sur a una rapidez de 30 mi/h, las gotas de lluvia parecen formar un ángulo de 60° con la vertical. Si el conductor del automóvil que viaja hacia el norte se detuviera, ¿a qué ángulo y con qué rapidez observaría que caen las gotas?

Problemas

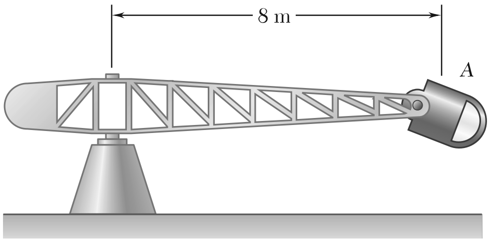


Figura P11.133

11.133 Determine la rapidez periférica de la cabina de pruebas centrífuga A, para la cual la componente normal de la aceleración es de $10g$.

11.134 A fin de probar el desempeño de un automóvil, éste es conducido alrededor de una pista de pruebas circular con diámetro d. Determine *a*) el valor de d si cuando la rapidez del automóvil es de 72 km/h, la componente normal de la aceleración es de 3.2 m/s^2, *b*) la rapidez del automóvil si d = 180 m y se sabe que la componente normal de la aceleración es de $0.6g$.

11.135 Determine el radio mínimo que debe usarse para una carretera si la componente normal de la aceleración de un automóvil que viaja a 45 mi/h no debe ser mayor que 2.4 ft/s^2.

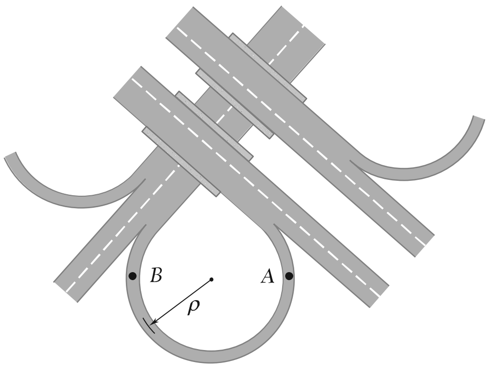


Figura P11.135

11.136 Determine la rapidez máxima que los carros de la montaña rusa pueden alcanzar a lo largo de la porción circular AB de la pista, si la componente normal de su aceleración no puede ser mayor que $3g$.

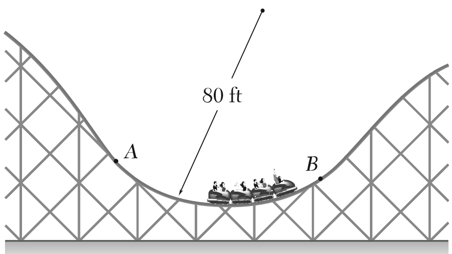


Figura P11.136

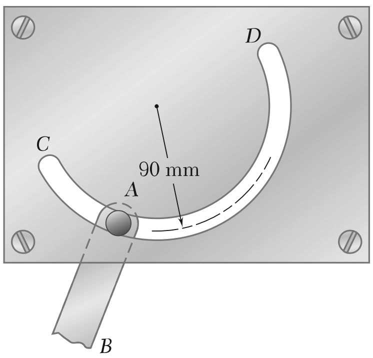


Figura P11.137

11.137 El pasador A, que se encuentra unido al eslabón AB, está restringido a moverse en la ranura circular CD. Si en $t = 0$ el pasador empieza a moverse del reposo de manera que su rapidez aumenta a razón constante de 20 mm/s^2, determine la magnitud de su aceleración total cuando *a*) $t = 0$. *b*) $t = 2$ s.

11.138 Un tren monorriel parte desde el reposo en una curva de 400 m de radio y acelera a una razón constante a_t. Si la aceleración total máxima del tren no debe exceder 1.5 m/s^2, determine *a*) la distancia más corta en la que el tren puede alcanzar una rapidez de 72 km/h, *b*) la razón constante de aceleración a_t correspondiente.

11.139 Una pista al aire libre tiene un diámetro de 420 ft. Una corredora aumenta su rapidez a razón constante desde 14 hasta 24 ft/s en una distancia de 95 ft. Determine la aceleración total de la corredora 2 s después de que empieza a aumentar su rapidez.

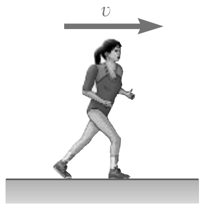


Figura P11.139

11.140 En un instante dado en una carrera de aviones, el avión *A* vuela horizontalmente en línea recta, y su rapidez aumenta a razón de 8 m/s^2. El avión *B* vuela a la misma altura que el avión *A* y, al rodear un pilar, sigue una trayectoria circular de 300 m de radio. Si se sabe que en un instante dado la rapidez de *B* está disminuyendo a razón de 3 m/s^2, determine, para las posiciones mostradas, *a*) la velocidad de *B* relativa a *A*, *b*) la aceleración de *B* en relación con *A*.

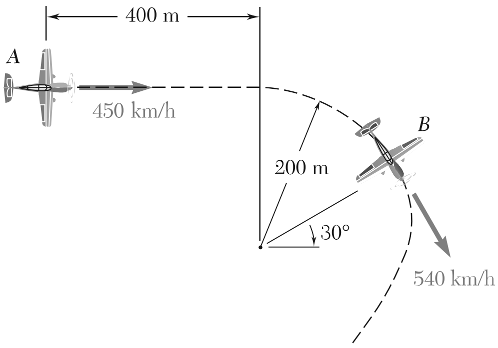


Figura *P11.140*

11.141 Un automovilista que viaja a lo largo de la parte recta de una carretera, está disminuyendo la rapidez de su automóvil a razón constante antes de salir de la carretera por una rampa circular con radio de 560 ft. Continúa desacelerando a la misma tasa constante de manera que 10 s después de entrar a la rampa, su rapidez ha bajado a 20 mi/h, a partir de entonces mantiene dicha rapidez. Si se sabe que a esta rapidez constante la aceleración total del automóvil es igual a un cuarto de su valor antes de entrar a la rampa, determine el valor máximo de la aceleración total del automóvil.

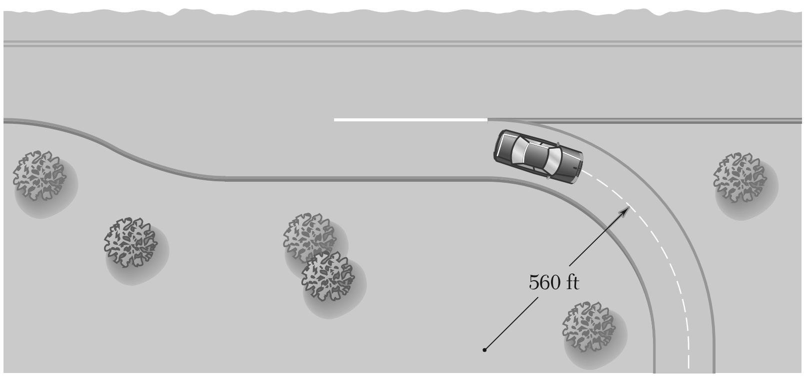


Figura P11.141

11.142 Los automóviles de carreras A y B se desplazan sobre porciones circulares de una pista de carreras. En el instante que se indica, la rapidez de A disminuye a razón de 7 m/s^2 y la rapidez de B se incrementa a una tasa de 2 m/s^2. Para las posiciones mostradas, determine *a*) la velocidad de B relativa a A, *b*) la aceleración de B relativa a A.

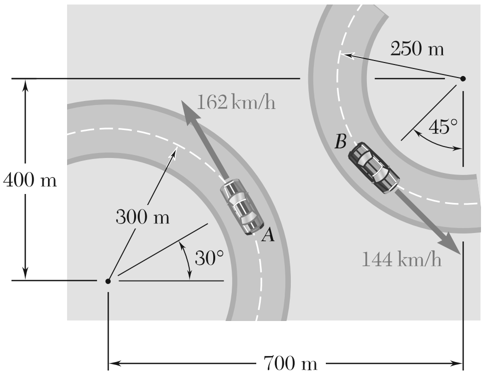


Figura *P11.142*

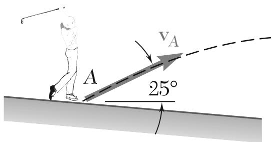


Figura P11.143

11.143 Un golfista golpea una pelota desde el punto A con una velocidad inicial de 50 m/s a un ángulo de 25° con la horizontal. Determine el radio de curvatura de la trayectoria descrita por la pelota *a*) en el punto A, *b*) en el punto más alto de la trayectoria.

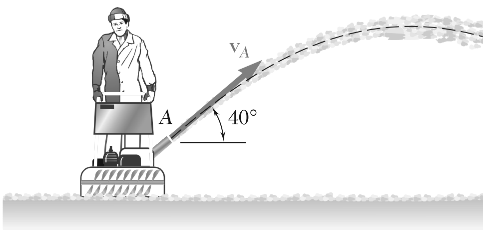


Figura P11.144

11.144 Según la fotografía de un hombre que está utilizando una limpiadora de nieve, se determina que el radio de curvatura de la trayectoria de la nieve era de 8.5 m cuando la nieve salía del tubo de descarga en A. Determine, *a*) la velocidad de descarga $\mathbf{v}_A$ de la nieve, *b*) el radio de curvatura de la trayectoria en su altura máxima.

11.145 Un balón de básquetbol es golpeado contra el suelo en el punto A y rebota con una velocidad $\mathbf{v}_A$ de magnitud 7.5 ft/s, como se muestra en la figura. Determine el radio de curvatura de la trayectoria descrita por el balón *a*) en el punto A, *b*) en el punto más alto de la trayectoria.

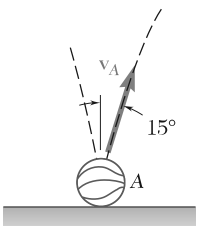


Figura P11.145

11.146 Se descarga carbón desde la puerta trasera de un camión de volteo con una velocidad inicial de $\mathbf{v}_A = 6$ ft/s $\measuredangle$ 50°. Determine el radio de curvatura de la trayectoria descrita por el carbón *a*) en el punto A, *b*) en el punto de la trayectoria 3 ft por debajo del punto A.

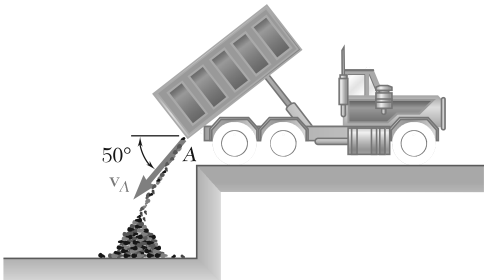


Figura P11.146

11.147 Un tubo horizontal descarga desde el punto A un chorro de agua en un estanque. Exprese el radio de curvatura del chorro en el punto B en términos de las velocidades $\mathbf{v}_A$ y $\mathbf{v}_B$.

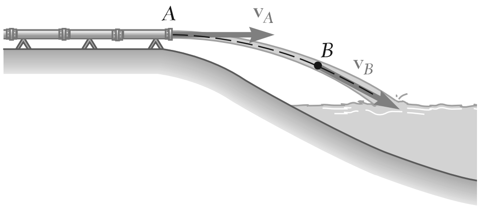


Figura P11.147

11.148 Un niño lanza una pelota desde el punto A con una velocidad inicial $\mathbf{v}_A$ de 20 m/s a un ángulo de 25° con la horizontal. Determine la velocidad de la pelota en los puntos de su trayectoria donde el radio de curvatura es igual a tres cuartos de su valor en A.

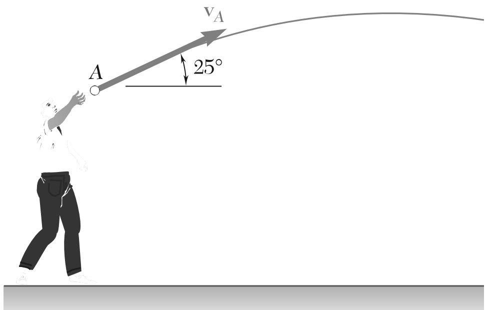


Figura P11.148

11.149 Se dispara un proyectil desde el punto A con una velocidad inicial $\mathbf{v}_0$. *a*) Muestre que el radio de curvatura de la trayectoria del proyectil alcanza su valor mínimo en el punto más alto de la trayectoria, B. *b*) Si se denota mediante θ el ángulo formado por la trayectoria y la horizontal en el punto dado C, muestre que el radio de curvatura de la trayectoria en C es $\rho = \rho_{\text{mín}}/\cos^3\theta$.

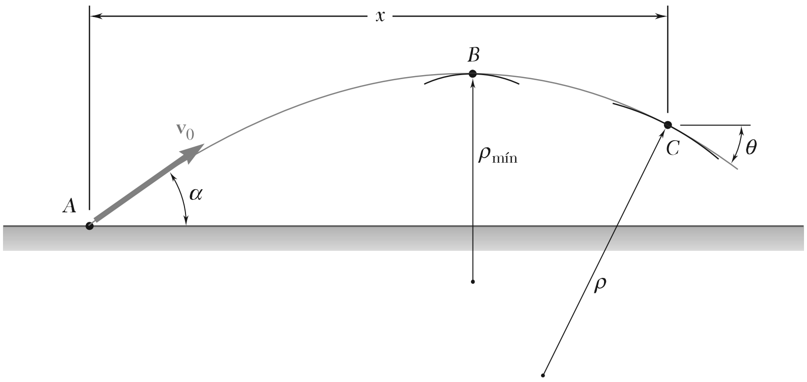


Figura *P11.149* y *P11.150*

11.150 Se dispara un proyectil desde el punto A con una velocidad inicial $\mathbf{v}_0$, la cual forma un ángulo α con la horizontal. Exprese el radio de curvatura de la trayectoria del proyectil en el punto C en términos de x, v_0, α y g.

***11.151** Determine el radio de curvatura de la trayectoria que describe la partícula del problema 11.95 cuando $t = 0$.

***11.152** Determine el radio de curvatura de la trayectoria que describe la partícula del problema 11.96 cuando $t = 0$, $A = 3$ y $B = 1$.

11.153 a 11.155 Un satélite viajará de manera indefinida en una órbita circular alrededor de un planeta si la componente normal de la aceleración del satélite es igual a $g(R/r)^2$, donde g es la aceleración de la gravedad en la superficie del planeta, R es el radio del planeta, y r es la distancia desde el centro del planeta al satélite. Determine la rapidez de un satélite relativa al planeta indicado, si el satélite se desplaza de manera indefinida en una órbita circular a 160 km sobre la superficie del planeta.

11.153 Venus: $g = 8.53$ m/s^2, $R = 6\,161$ km.
11.154 Marte: $g = 3.83$ m/s^2, $R = 3\,332$ km.
11.155 Júpiter: $g = 26.0$ m/s^2, $R = 69\,893$ km.

11.156 y 11.157 Si el diámetro del Sol es de 864 000 mi y la aceleración de la gravedad en su superficie es de 900 ft/s^2, determine el radio de la órbita del planeta indicado alrededor del Sol suponiendo que la órbita es circular. (Vea la información dada en los problemas 11.153 a 11.155.)

11.156 Tierra: $(v_{\text{media}})_{\text{órbita}} = 66\,600$ mi/h

11.157 Saturno: $(v_{\text{media}})_{\text{órbita}} = 21\,580$ mi/h

11.158 Si se sabe que el radio terrestre es de 6 370 km, determine el tiempo en el que el Telescopio Espacial Hubble recorre una órbita si este instrumento viaja en una órbita circular a 590 km sobre la superficie de la Tierra. (Vea la información dada en los problemas 11.153 a 11.155.)

11.159 Un satélite viaja en una órbita circular alrededor de Marte a una altura de 180 mi. Después de que se ajusta la altura del satélite, se descubre que el tiempo de una órbita ha aumentado 10 por ciento. Si se sabe que el radio de Marte es 2 071 mi, determine la nueva altura del satélite. (Vea la información dada en los problemas 11.153 a 11.155.)

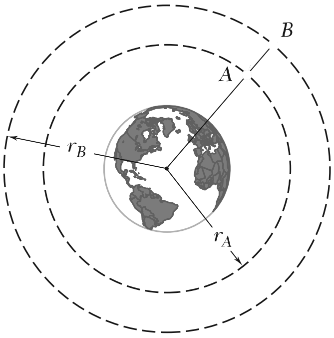
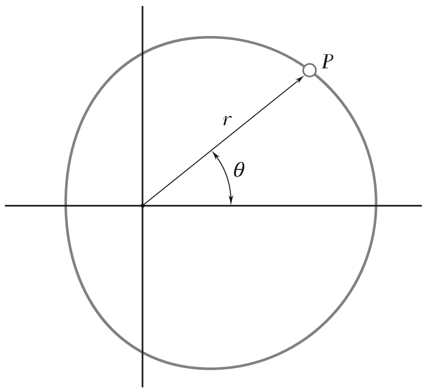


Figura *P11.160*

11.160 Los satélites A y B viajan en el mismo plano en órbitas circulares alrededor de la Tierra en alturas, respectivamente, de 120 y 200 mi. Si en $t = 0$ los satélites están alineados en la forma que se muestra, y se sabe que el radio terrestre es $R = 3\,960$ mi, determine cuándo los satélites volverán a estar alineados radialmente. (Vea la información dada en los problemas 11.53 a 11.55.)



igura P11.161

11.161 La trayectoria de una partícula P es un caracol. El movimiento de la partícula está definido por las relaciones $r = b(2 + \cos \pi t)$ y $\theta = \pi t$, donde t y θ se expresan en segundos y radianes, respectivamente. Determine *a*) la velocidad y la aceleración de la partícula cuando $t = 2$ s, *b*) los valores de θ para los cuales la velocidad es máxima.

11.162 El movimiento en dos dimensiones de una partícula se define por medio de las relaciones $r = 2b \cos \omega t$ y $\theta = \omega t$, donde b y ω son constantes. Determine *a*) la velocidad y la aceleración de la partícula en cualquier instante, *b*) el radio de curvatura de su trayectoria. ¿A qué conclusión puede llegarse respecto a la trayectoria de la partícula?

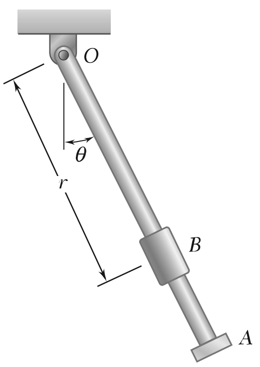


Figura P11.163 y *P11.164*

11.163 La rotación de la varilla OA alrededor de O se define por medio de la relación $\theta = \pi(4t^2 - 8t)$, donde θ y t se expresan en radianes y segundos, respectivamente. El collarín B se desliza a lo largo de la varilla de manera que su distancia desde O es $r = 10 + 6 \text{ sen } \pi t$, donde r y t se expresan en pulgadas y segundos, respectivamente. Cuando $t = 1$ s, determine *a*) la velocidad del collarín, *b*) la aceleración total del collarín, *c*) la aceleración del collarín relativa a la varilla.

11.164 La oscilación de la varilla OA alrededor de O se define por medio de la relación $\theta = (2/\pi)(\text{sen } \pi t)$, donde θ y t se expresan en radianes y segundos, respectivamente. El collarín B se desliza a lo largo de la varilla de manera que su distancia desde O es $r = 25/(t + 4)$, donde r y t se expresan en pulgadas y segundos, respectivamente. Cuando $t = 1$ s, determine *a*) la velocidad del collarín, *b*) la aceleración total del collarín, *c*) la aceleración del collarín relativa a la varilla.

11.165 El movimiento de la partícula P es la elipse definida por las relaciones $r = 2/(2 - \cos \pi t)$ y $\theta = \pi t$, donde r se expresa en metros, θ en radianes y t en segundos. Determine la velocidad y la aceleración de la partícula cuando *a*) $t = 0$, *b*) $t = 0.5$ s.

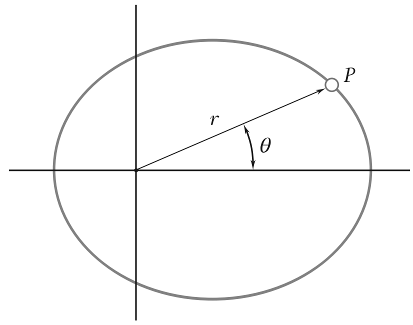


Figura P11.165

11.166 El movimiento bidimensional de una partícula se define por las relaciones $r = 2a \cos \theta$ y $\theta = bt^2/2$, donde a y b son constantes. Determine *a*) las magnitudes de la velocidad y de la aceleración en cualquier instante, *b*) el radio de curvatura de la trayectoria. ¿A qué conclusión puede llegarse en cuanto a la trayectoria de la partícula?

11.167 Para estudiar el desempeño de un automóvil de carreras, una cámara de movimiento a alta velocidad se ubica en el punto A y se monta sobre un mecanismo que permite registrar el movimiento del automóvil cuando éste se desplaza en el tramo recto BC. Determine la rapidez del automóvil en términos de b, θ y $\dot{\theta}$.

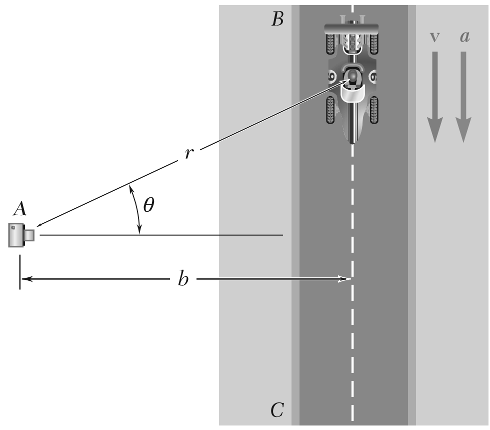


Figura *P11.167*

11.168 Determine la magnitud de la aceleración del automóvil de carreras del problema 11.167 en términos de b, θ, $\dot{\theta}$ y $\ddot{\theta}$.

11.169 Después de despegar, un helicóptero asciende en línea recta en un ángulo constante β. Un radar sigue su vuelo desde el punto A. Determine la rapidez del helicóptero en términos de d, β, θ y $\dot{\theta}$.

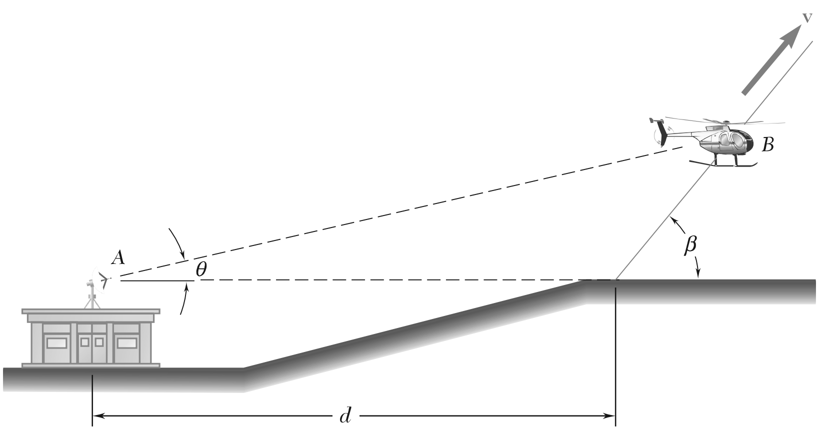


Figura P11.169

***11.170** El pasador P está unido a la varilla BC y se desliza libremente en la ranura de la varilla OA. Determine la razón de cambio $\dot{\theta}$ del ángulo θ, si se sabe que BC se mueve a una rapidez constante v_0. Exprese su respuesta en términos de v_0, h, β y θ.

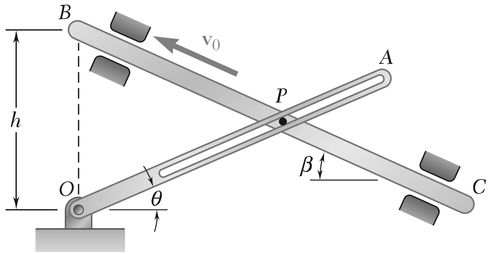


Figura P11.170

11.171 Para el automóvil de carreras del problema 11.167, se encontró que éste tardaba 0.5 s en pasar de la posición $\theta = 60°$ a la posición $\theta = 35°$. Si se sabe que $b = 25$ m, determine la rapidez promedio del carro durante el intervalo de 0.5 s.

11.172 Para el helicóptero del problema 11.169, se encontró que cuando éste se ubicaba en B, su distancia y ángulo de elevación era $r = 3\,000$ ft y $\theta = 20°$, respectivamente. Cuatro segundos después, la estación del radar ubicó al helicóptero en $r = 3\,320$ ft y $\theta = 23.1°$. Determine la rapidez promedio y el ángulo de ascenso β del helicóptero durante el intervalo de 4 s.

11.173* y *11.174 Una partícula se mueve a lo largo de la espiral que se muestra en las figuras; determine la magnitud de la velocidad de la partícula en términos de b, θ y $\dot{\theta}$.

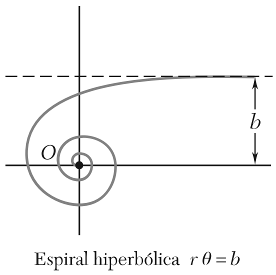


Figura *P11.173* y P11.175

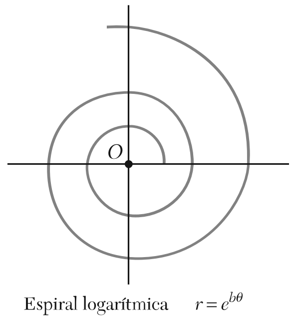


Figura *P11.174* y P11.176

11.175 y 11.176 Una partícula se mueve a lo largo de la espiral que se muestra en la figura. Si se sabe que $\dot{\theta}$ es constante y se denota dicha constante mediante ω, determine la magnitud de la aceleración de la partícula en términos de b, θ y ω.