

Problemas

13.1 Un pequeño automóvil híbrido de 1 300 kg viaja a 108 km/h. Determine *a*) la energía cinética del vehículo, *b*) la rapidez requerida para que un camión de 9 000 kg tenga la misma energía cinética.

13.2 Un satélite de 870 lb se pone en una órbita circular a 3 973 mi sobre la superficie de la Tierra. A esta altura la aceleración de la gravedad es igual a 8.03 ft/s^2 . Si la rapidez orbital del satélite es de 12 500 mi/h, determine su energía cinética.

13.3 Una piedra de 2 lb se deja caer desde una altura h y golpea el suelo con una velocidad de 50 ft/s. *a*) Encuentre la energía cinética de la piedra cuando golpea el suelo y la altura h desde la cual se dejó caer. *b*) Resuelva el inciso *a*) suponiendo que la misma piedra se deja caer sobre la Luna. (La aceleración de la gravedad sobre la Luna = 5.31 ft/s^2 .)

13.4 Una piedra de 4 kg se deja caer desde una altura h y golpea el suelo con una velocidad de 25 m/s. *a*) Encuentre la energía cinética de la piedra cuando golpea el suelo y la altura h desde la cual se dejó caer. *b*) Resuelva el inciso *a*) suponiendo que la misma piedra se deja caer sobre la Luna. (La aceleración de la gravedad sobre la Luna = 1.62 m/s^2 .)

13.5 Determine la máxima rapidez teórica que puede alcanzar un automóvil, en una distancia de 360 ft, si éste parte desde el reposo y se supone que no sufre deslizamiento. El coeficiente de fricción estática entre las llantas y el pavimento es de 0.75 y 60 por ciento del peso del automóvil está distribuido en las llantas delanteras, mientras que 40 por ciento lo está en los neumáticos traseros. Suponga que el automóvil tiene *a*) tracción delantera, *b*) tracción trasera.

13.6 Las marcas que se dejaron sobre una pista de carreras indican que las ruedas traseras (las de la tracción) de un automóvil patinaron en los primeros 60 ft de la pista de 1 320 ft. *a*) Si se sabe que el coeficiente de fricción cinética es de 0.60, determine la rapidez del automóvil al final de los primeros 60 ft de la pista si éste parte desde el reposo y las llantas delanteras se levantan un poco del suelo. *b*) ¿Cuál es la máxima rapidez teórica del automóvil en la línea de meta si, después de patinar 60 ft, éste no vuelve a patinar en el resto de la pista? Suponga que mientras el automóvil avanza sin patinar, 60 por ciento de su peso está sobre las llantas traseras y que el coeficiente de fricción estática es de 0.85. No tome en cuenta la resistencia del aire y la resistencia al rodamiento.

13.7 En una operación para mezclar minerales, un perol lleno de material está suspendido de una grúa móvil que se traslada a lo largo de un puente estacionario. El perol no debe oscilar horizontalmente más de 4 m cuando la grúa se detiene en forma súbita. Determine la máxima rapidez v permisible para la grúa.

13.8 En una operación para mezclar minerales, un perol lleno de material está suspendido de una grúa móvil que se traslada a lo largo de un puente estacionario. La grúa se mueve a una rapidez de 3 m/s cuando se detiene de súbito. Determine la máxima distancia horizontal a través de la cual oscilará el perol.

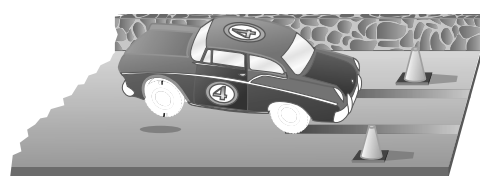


Figura P13.6

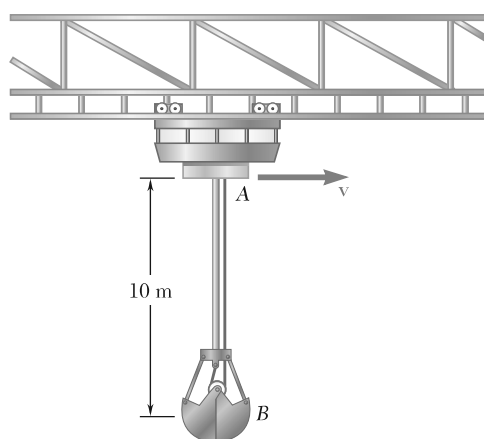


Figura P13.7 y P13.8

13.9 Un paquete se proyecta 10 m hacia arriba sobre un plano inclinado de 15° de modo que alcanza la parte superior del plano con una velocidad cero. Si se sabe que el coeficiente de fricción cinética entre el paquete y el plano inclinado es de 0.12, determine *a*) la velocidad inicial del paquete en A, *b*) la velocidad del paquete cuando éste regrese a su posición original.

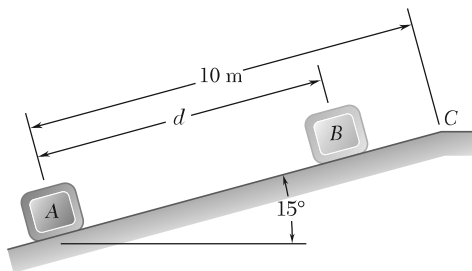


Figura P13.9 y P13.10

13.10 Un paquete se proyecta hacia arriba sobre un plano inclinado de 15° con una velocidad inicial de 8 m/s en A. Si se sabe que el coeficiente de fricción cinética entre el paquete y el plano inclinado es de 0.12, determine *a*) la distancia máxima d que se moverá el paquete sobre el plano inclinado, *b*) la velocidad del paquete cuando éste regrese a su posición original.

13.11 Se transportan cajas sobre una banda transportadora con una velocidad v_0 hasta una pendiente fija en A donde se deslizan y al final caen en B. Si se sabe que $\mu_k = 0.40$, determine la velocidad de la banda transportadora si las cajas dejan la pendiente en B con una velocidad de 8 ft/s.

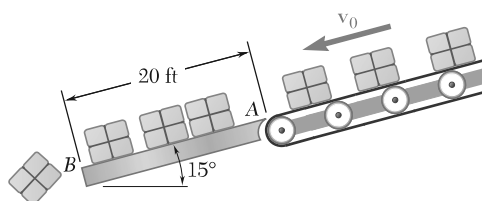


Figura P13.11 y P13.12

13.12 Se transportan cajas sobre una banda transportadora con una velocidad v_0 hasta una pendiente fija en A donde se deslizan y al final caen en B. Si se sabe que $\mu_k = 0.40$, determine la velocidad de la banda transportadora si la velocidad de las cajas en B es igual a cero.

13.13 Los paquetes que se muestran en la figura se lanzan hacia abajo sobre un plano inclinado en A con una velocidad de 1 m/s. Los paquetes se deslizan a lo largo de la superficie ABC hacia una banda transportadora que se mueve con una velocidad de 2 m/s. Si se sabe que $\mu_k = 0.25$ entre los paquetes y la superficie ABC, determine la distancia d si los paquetes deben llegar a C con una velocidad de 2 m/s.

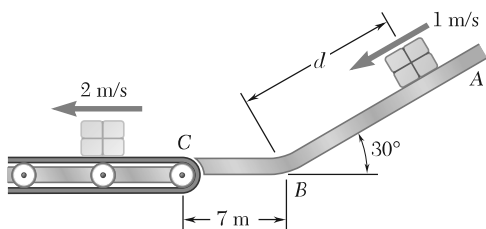


Figura P13.13 y P13.14

13.14 Los paquetes que se muestran en la figura se lanzan hacia abajo sobre un plano inclinado en A con una velocidad de 1 m/s. Los paquetes se deslizan a lo largo de la superficie ABC hacia una banda transportadora que se mueve con una velocidad de 2 m/s. Si se sabe que $d = 7.5$ m y $\mu_k = 0.25$ entre los paquetes y todas las superficies, determine *a*) la rapidez del paquete en C, *b*) la distancia que se deslizará un paquete sobre la banda transportadora antes de llegar al reposo con respecto a la banda.

13.15 El tren subterráneo que se muestra en la figura viaja a una rapidez de 30 mi/h cuando se aplican por completo los frenos en las ruedas de los carros *B* y *C*, lo que causa que éstos se deslicen sobre la vía, pero los frenos no se aplican en las ruedas del carro *A*. Si se sabe que el coeficiente de fricción cinética es de 0.35 entre las ruedas y la vía, determine *a*) la distancia requerida para que el tren se detenga, *b*) la fuerza en cada acoplamiento.

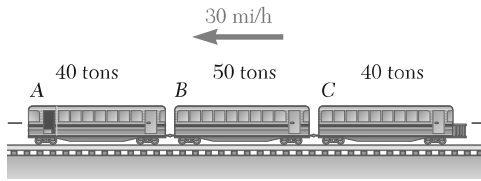


Figura P13.15

13.16 Retome el problema 13.15, y ahora suponga que los frenos se aplican sólo sobre las ruedas del carro *A*.

13.17 Un tractocamión entra a una pendiente descendente de 2 por ciento viajando a 108 km/h y debe bajar su velocidad a 72 km/h en 300 m. La cabina tiene una masa de 1 800 kg y el remolque de 5 400 kg. Determine *a*) la fuerza de frenado promedio que se debe aplicar, *b*) la fuerza promedio ejercida sobre el acoplamiento si 70 por ciento de la fuerza de frenado la proporciona el remolque y 30 por ciento la cabina.

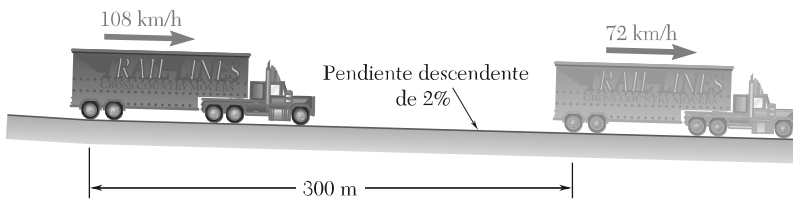


Figura P13.17

13.18 Un tractocamión ingresa a una pendiente ascendente de 2 por ciento mientras viaja a 72 km/h y alcanza una rapidez de 108 km/h en 300 m. La cabina tiene una masa de 1 800 kg y el remolque de 5 400 kg. Determine *a*) la fuerza promedio en las ruedas de la cabina, *b*) la fuerza promedio en el acoplamiento entre la cabina y el remolque.

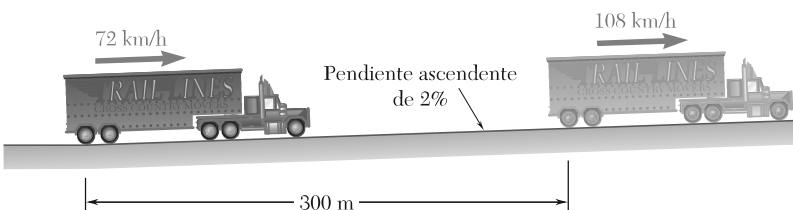


Figura P13.18

13.19 Los dos bloques idénticos que se muestran en la figura se sueltan desde el reposo. Si se ignoran las masas de las poleas y el efecto de la fricción, determine *a*) la velocidad del bloque *B* después de que éste se ha movido 2 m, *b*) la tensión en el cable.

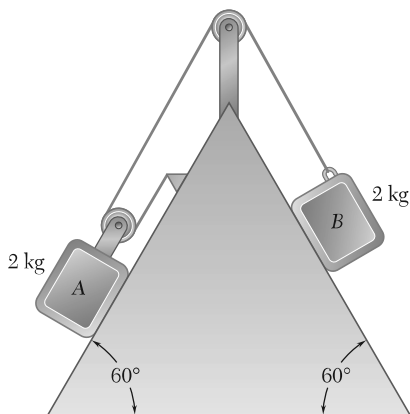


Figura P13.19 y P13.20

13.20 Los dos bloques idénticos que se muestran en la figura se sueltan desde el reposo. Si se ignoran las masas de las poleas y se sabe que los coeficientes de fricción estática y cinética son $\mu_s = 0.30$ y $\mu_k = 0.20$, determine *a*) la velocidad del bloque *B* después de que éste se ha movido 2 m, *b*) la tensión en el cable.

13.21 El sistema que se muestra en la figura está en reposo cuando se aplica una fuerza constante de 150 N al collarín *B*. *a*) Si la fuerza actúa a través de todo el movimiento, determine la rapidez del collarín *B* al golpear al soporte en *C*. *b*) ¿Después de qué distancia *d* debería retirarse la fuerza de 150 N si el collarín debe llegar al soporte *C* con velocidad cero?

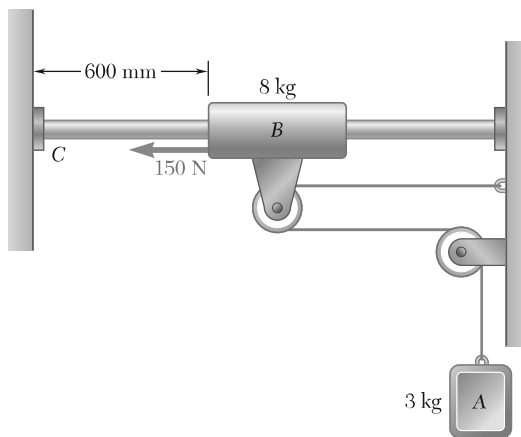


Figura P13.21

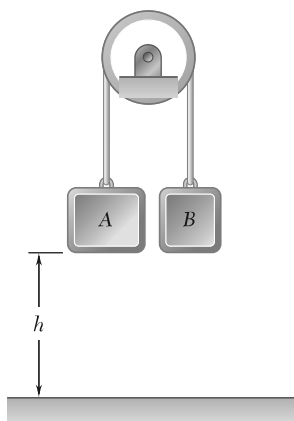


Figura P13.22

13.22 Los bloques *A* y *B* tienen masas de 11 kg y 5 kg, respectivamente, y se encuentran a una altura $h = 2$ m sobre el suelo cuando el sistema se suelta desde el reposo. Justo antes de que *A* golpee el suelo se mueve a una rapidez de 3 m/s. Determine *a*) la cantidad de energía que se disipa por la fricción en la polea, *b*) la tensión en cada porción de la cuerda durante el movimiento.

13.23 El sistema que se muestra, compuesto por un collarín A de 40 lb y un contrapeso B de 20 lb está en reposo cuando se aplica una fuerza constante de 100 lb al collarín A. a) Determine la rapidez de A justo antes de que golpee el soporte en C. b) Resuelva el inciso a) suponiendo que el contrapeso B se sustituye por una fuerza hacia abajo de 20 lb. No tome en cuenta la fricción ni las masas de las poleas.

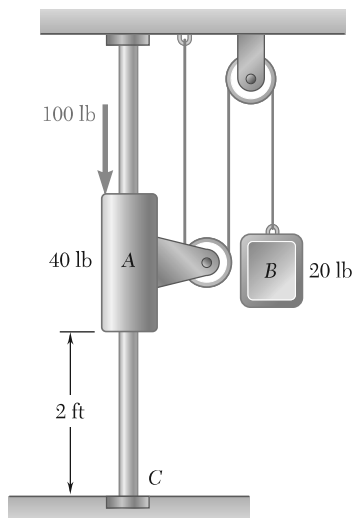


Figura P13.23

13.24 Cuatro paquetes, cada uno con un peso de 6 lb, se mantienen fijos por la fricción sobre una banda transportadora que está desacoplada de su motor. Cuando el sistema se suelta desde el reposo, el paquete 1 deja la banda en A justo cuando el paquete 4 ingresa a la parte inclinada de la banda en B. Determine a) la rapidez del paquete 2 cuando deja la banda en A, b) la rapidez del paquete 3 cuando deja la banda en A. No tome en cuenta las masas de la banda ni los rodillos.

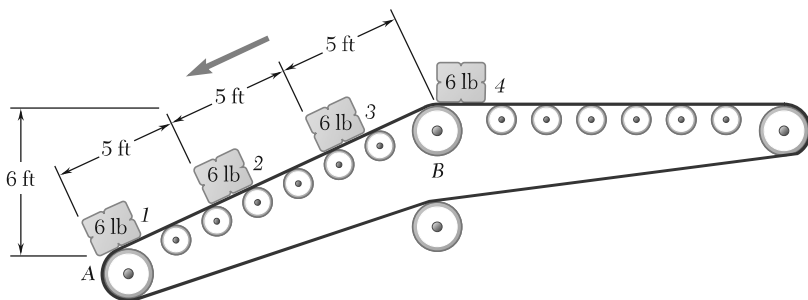


Figura P13.24

13.25 Dos bloques A y B, de 4 y 5 kg de masa, respectivamente, están conectados por una cuerda que pasa sobre las poleas en la forma que se muestra en la figura. Un collarín C de 3 kg se coloca sobre el bloque A y el sistema se suelta desde el reposo. Después de que los bloques se mueven 0.9 m, se retira el collarín C y los bloques A y B continúan moviéndose. Determine la rapidez del bloque A justo antes de que golpee el suelo.

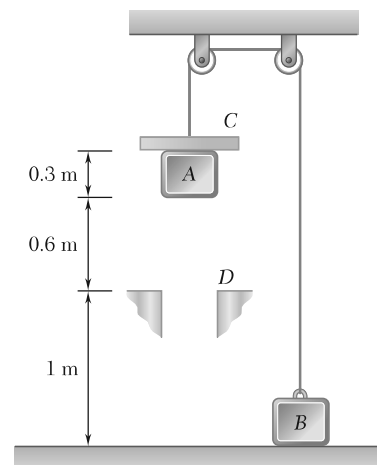


Figura P13.25

13.26 Un bloque de 10 lb está unido a un resorte sin estirar con una constante $k = 12 \text{ lb/in.}$ Los coeficientes de fricción estática y cinética entre el bloque y el plano son 0.60 y 0.40, respectivamente. Si se aplica lentamente una fuerza F al bloque hasta que la tensión en el resorte alcance 20 lb y luego, de manera súbita, se retira la fuerza determine *a*) la rapidez del bloque cuando regresa a su posición inicial, *b*) la rapidez máxima alcanzada por el bloque.

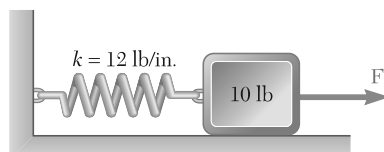


Figura P13.26 y P13.27

13.27 Un bloque de 10 lb está unido a un resorte sin estirar con una constante $k = 12 \text{ lb/in.}$ Los coeficientes de fricción estática y cinética entre el bloque y el plano son 0.60 y 0.40, respectivamente. Si se aplica una fuerza F al bloque hasta que la tensión en el resorte alcance 20 lb y luego, de manera súbita, se retira la fuerza determine *a*) a qué distancia se moverá el bloque hacia la izquierda antes de llegar al reposo y *b*) si el bloque se moverá después de nuevo a la derecha.

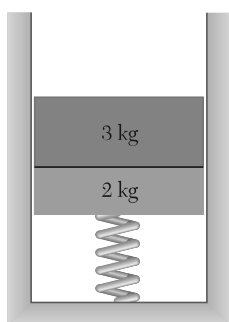


Figura P13.28

13.28 Un bloque de 3 kg descansa sobre la parte superior de un bloque de 2 kg soportado pero no unido a un resorte con una constante de 40 N/m. El bloque superior se retira de manera repentina. Determine *a*) la rapidez máxima alcanzada por el bloque de 2 kg, *b*) la altura máxima alcanzada por el bloque de 2 kg.

13.29 Retome el problema 13.28, y ahora suponga que el bloque de 2 kg está unido al resorte.

13.30 Un collarín C de 8 lb se desliza sobre una varilla horizontal entre los resortes A y B . Si se empuja el collarín hacia la derecha hasta que el resorte B se comprime 2 in. y se suelta, determine la distancia que recorre el collarín, suponiendo *a*) ninguna fricción entre el collarín y la varilla, *b*) un coeficiente de fricción $\mu_k = 0.35$.

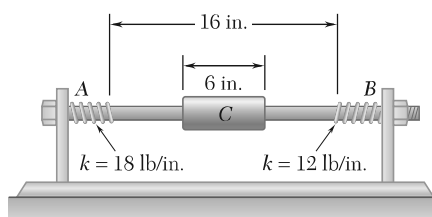


Figura P13.30

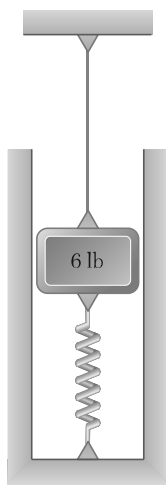


Figura P13.31

13.31 Un bloque de 6 lb está unido a un cable y a un resorte como se muestra en la figura. La constante del resorte es $k = 8 \text{ lb/in.}$ y la tensión en el cable es de 3 lb. Si se corta el cable, determine *a*) el desplazamiento máximo del bloque, *b*) la rapidez máxima del bloque.

13.32 Un automóvil fuera de control que viaja a 65 mi/h golpea en forma perpendicular un amortiguador de impactos de una autopista en el que el automóvil se detiene al aplastar en forma sucesiva a los barriles de acero. La magnitud F que se requiere para aplastar los barriles se muestra como una función de la distancia x que el automóvil se ha desplazado dentro de la zona de amortiguamiento. Si se sabe que el automóvil tiene un peso de 2 250 lb y se desprecia el efecto de la fricción, determine *a*) la distancia que el automóvil se desplazará en el amortiguador antes de detenerse, *b*) la desaceleración máxima del automóvil.

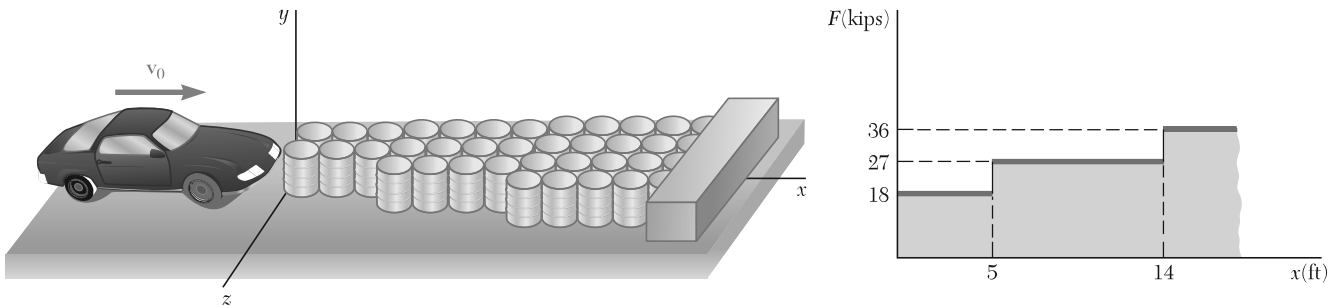


Figura P13.32

13.33 Un pistón de masa m y área de sección transversal A está en equilibrio bajo la presión p en el centro de un cilindro cerrado en ambos extremos. Si se supone que el pistón se mueve hacia la izquierda una distancia $a/2$ y se suelta, y si se sabe que la presión sobre cada lado del pistón varía inversamente con el volumen, determine la velocidad del pistón cuando regresa al centro del cilindro. Desprecie la fricción entre el pistón y el cilindro y exprese su respuesta en términos de m , a , p y A .

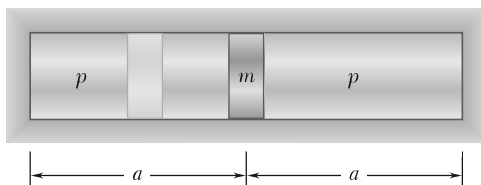


Figura P13.33

13.34 Exprese la aceleración de la gravedad g_h a una altura h sobre la superficie de la Tierra en términos de la aceleración de la gravedad g_0 en la superficie terrestre, la altura h y el radio R de la Tierra. Determine el error porcentual si el peso que un objeto tiene sobre la superficie de la Tierra se usa como su peso a una altura de *a*) 1 km, *b*) 1 000 km.

13.35 Un cohete se dispara verticalmente desde la superficie de la Luna con una rapidez v_0 . Deduzca una fórmula para el cociente h_n/h_u de las alturas alcanzadas con una rapidez v , si se usa la ley de Newton de la gravitación para calcular h_n y se recurre a un campo gravitacional uniforme para calcular h_u . Exprese su respuesta en términos de la aceleración de la gravedad g_m sobre la superficie de la Luna, el radio R_m de la Luna y las velocidades v y v_0 .

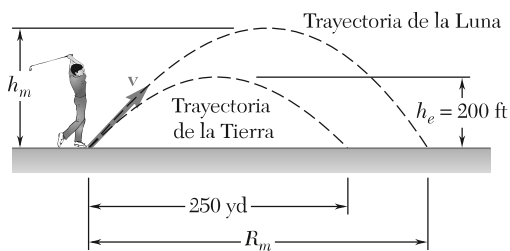


Figura P13.36

13.36 Una pelota de golf golpeada en la Tierra alcanza una altura máxima de 200 pies y choca en el suelo a 250 yardas de distancia. ¿Qué distancia recorrerá la misma pelota en la Luna si la magnitud y dirección de su velocidad son iguales que en la Tierra, inmediatamente después de haber sido golpeada? Suponga que la pelota se golpea y choca con la superficie a la misma altura y que se desprecia el efecto de la atmósfera en la Tierra, de manera que en ambos casos la trayectoria es una parábola. La aceleración de la gravedad en la Luna es 0.165 veces la de la Tierra.

13.37 Un bloque A de latón (no magnético) de 300 g y un imán B de acero de 200 g están en equilibrio en un tubo de latón bajo la acción de la fuerza repelente magnética de otro imán de acero C ubicado a una distancia $x = 4$ mm de B. La fuerza es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre B y C. Si el bloque A se quita repentinamente, determine a) la velocidad máxima de B, b) la aceleración máxima de B. Suponga que la resistencia del aire y la fricción son despreciables.

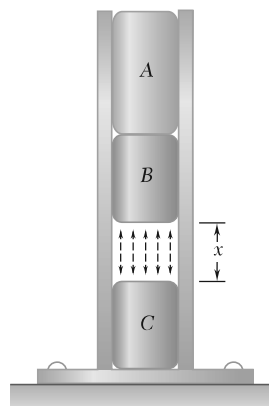


Figura P13.37

13.38 Los resortes no lineales se clasifican como duros o suaves, dependiendo de la curvatura de su función fuerza-deflexión (vea la figura). Si un instrumento delicado que tiene una masa de 5 kg se coloca sobre un resorte de longitud l de manera que su base justo toca el resorte sin deformar y después de manera inadvertida se libera desde esa posición, determine la deflexión máxima x_m del resorte y la fuerza máxima F_m ejercida por el resorte, suponiendo a) un resorte lineal de constante $k = 3$ kN/m, b) un resorte duro, no lineal, para el cual $F = (3 \text{ kN/m})(x + 160x^3)$.

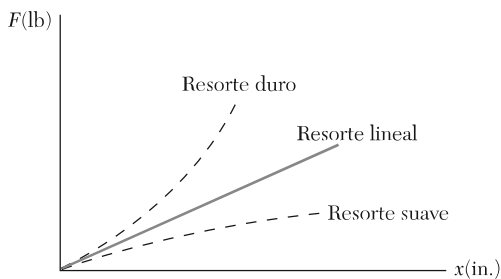
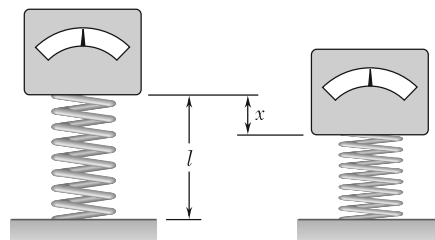


Figura P13.38



13.39 A una esfera en A se le da una velocidad hacia abajo v_0 y oscila en un círculo vertical de radio l y centro O . Determine la velocidad más baja v_0 para la cual la esfera alcanzará el punto B cuando ésta gire en torno al punto O a) si AO es una cuerda, b) si AO es una varilla delgada de masa despreciable.

13.40 A la esfera en A se le da una velocidad hacia abajo v_0 de magnitud igual a 5 m/s y oscila en un plano vertical en el extremo de una cuerda de longitud $l = 2 \text{ m}$ unida a un soporte en O . Determine el ángulo θ al cual se romperá la cuerda, si se sabe que ésta puede resistir una tensión máxima igual al doble del peso de la esfera.

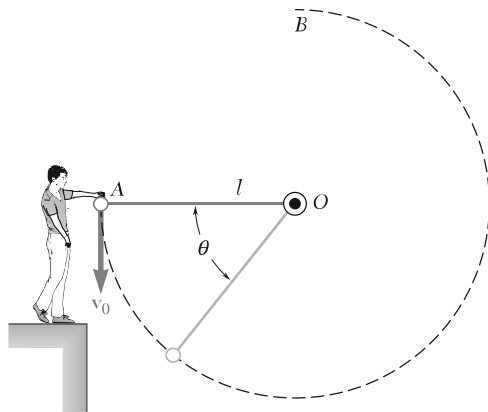


Figura P13.39 y P13.40

13.41 Una sección de la pista de una montaña rusa está compuesta por dos arcos circulares AB y CD unidos por una porción recta BC . El radio de AB es de 90 ft y el radio de CD es de 240 ft . El carro y sus ocupantes, con un peso total de 560 lb , llega al punto A prácticamente sin velocidad y luego cae libremente a lo largo de la pista. Determine la fuerza normal ejercida por la pista sobre el carro cuando éste alcanza el punto B . Desprecie la resistencia del aire y la resistencia al rodamiento.

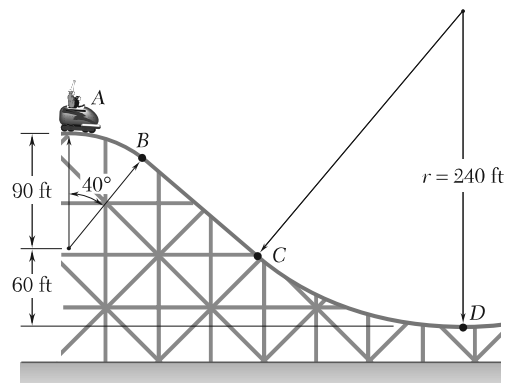


Figura P13.41 y P13.42

13.42 Una sección de la pista de una montaña rusa está compuesta por dos arcos circulares AB y CD unidos por una porción recta BC . El radio de AB es de 90 ft y el radio de CD es de 240 ft . El carro y sus ocupantes, con un peso total de 560 lb , llega al punto A prácticamente sin velocidad y luego cae libremente a lo largo de la pista. Determine los valores máximo y mínimo de la fuerza normal ejercida por la pista sobre el carro mientras éste viaja desde A hasta D . Desprecie la resistencia del aire y la resistencia al rodamiento.

13.43 Una pequeña esfera B de masa m se libera desde el reposo en la posición mostrada y oscila libremente en un plano vertical, primero alrededor de O y luego alrededor de la clavija A después de que la cuerda entra en contacto con la clavija. Determine la tensión en la cuerda a) justo antes de que la cuerda entre en contacto con la clavija, b) justo después de que la cuerda hace contacto con la clavija.

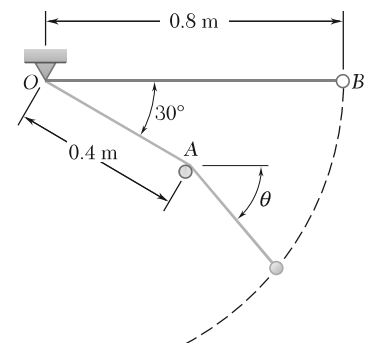


Figura P13.43

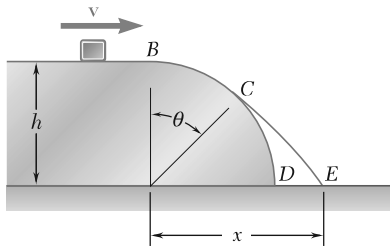


Figura P13.44 y P13.45

13.44 Un pequeño bloque se desliza a una rapidez $v = 8 \text{ ft/s}$ sobre una superficie horizontal a una altura $h = 3 \text{ ft}$ sobre el suelo. Determine *a)* el ángulo θ al cual el bloque abandonará la superficie cilíndrica BCD , *b)* la distancia x a la cual golpeará el suelo. No tome en cuenta la fricción ni la resistencia del aire.

13.45 Un pequeño bloque se desliza a una rapidez v sobre una superficie horizontal. Se sabe que $h = 2.5 \text{ m}$, determine la rapidez requerida del bloque si éste debe dejar la superficie cilíndrica BCD cuando $\theta = 40^\circ$.

13.46 *a)* Una mujer de 120 lb conduce una bicicleta de 15 lb hacia arriba por una pendiente de 3 por ciento a una rapidez constante de 5 ft/s. ¿Cuánta potencia debe generar la mujer? *b)* Un hombre de 180 lb sobre una bicicleta de 18 lb empieza a desplazarse hacia abajo por la misma pendiente y mantiene una rapidez constante de 20 ft/s accionando los frenos. ¿Cuánta potencia disipan los frenos? No tome en cuenta la resistencia del aire ni la resistencia al rodamiento.

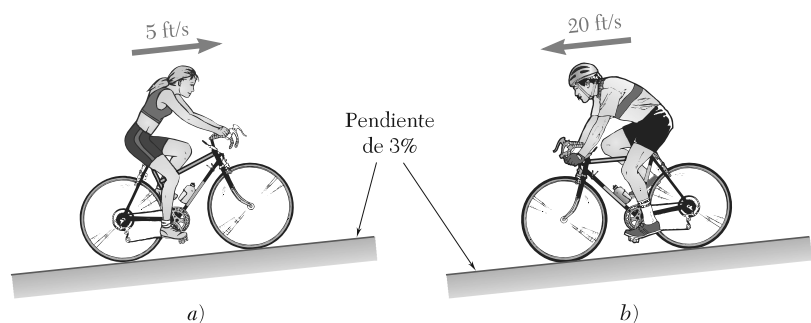


Figura P13.46

13.47 Se va a deducir una fórmula para especificar la potencia de un motor eléctrico que acciona una banda transportadora que mueve material sólido a diferentes velocidades y a distintas alturas y distancias. Si se denota la eficiencia de los motores mediante η y no se toma en cuenta la potencia que se necesita para accionar la propia banda, obtenga una fórmula *a)* en el sistema de unidades del SI, para la potencia P en kW, en términos de la tasa del flujo de masa m en kg/h, la altura b y la distancia horizontal l en metros, y *b)* en unidades de uso común en Estados Unidos, para la potencia en hp, en términos de la razón de flujo de masa w en tons/h y la altura b y la distancia horizontal l en pies.

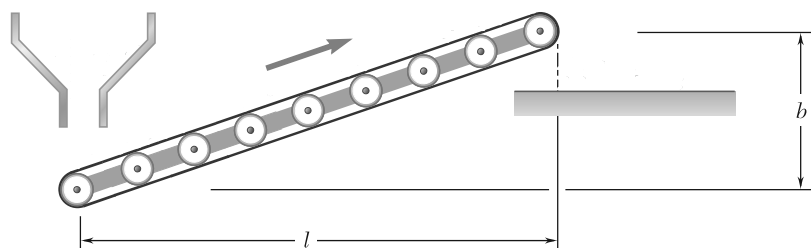


Figura P13.47

13.48 Un transportador de sillas está diseñado para trasladar 900 esquiadores por hora desde la base *A* hasta la cumbre *B*. El peso promedio de un esquiador es de 160 lb y la rapidez promedio del transportador es de 250 ft/min. Determine *a*) la potencia promedio requerida, *b*) la capacidad requerida del motor si la eficiencia mecánica es de 85 por ciento y se permite una sobrecarga de 300 por ciento.

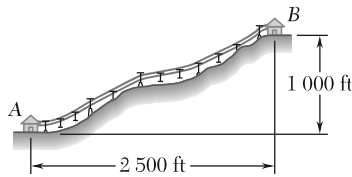


Figura P13.48

13.49 En una carrera de automóviles, las llantas traseras (de tracción) de un automóvil de 1 000 kg patinan los primeros 20 m y ruedan sin patinar los restantes 380 m. Las ruedas delanteras del automóvil se despegan un poco del piso durante los primeros 20 m y para el resto de la carrera 80 por ciento del peso del automóvil está sobre las ruedas traseras. Si se sabe que los coeficientes de fricción son $\mu_s = 0.90$ y $\mu_k = 0.68$, determine la potencia desarrollada por el automóvil en las llantas de tracción *a*) al final de los primeros 20 m de la carrera, *b*) al final de la carrera. Dé su respuesta en kW y en hp. No tome en cuenta el efecto de la resistencia del aire ni la resistencia al rodamiento.

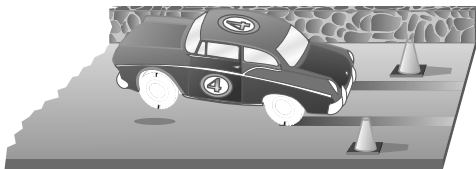


Figura P13.49

13.50 Se requieren 15 s para levantar un automóvil de 1 200 kg y la plataforma de soporte de 300 kg del elevador de automóviles hidráulico hasta una altura de 2.8 m. Si se sabe que la eficiencia de conversión total de potencia eléctrica en mecánica para el sistema es de 82 por ciento, determine *a*) la potencia de salida promedio entregada por la bomba hidráulica para elevar el sistema, *b*) la potencia eléctrica promedio que se requiere.

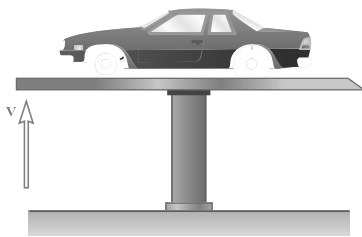


Figura P13.50

13.51 La velocidad del elevador del problema 13.50 aumenta de manera uniforme desde cero hasta su valor máximo en 7.5 s y después disminuye uniformemente hasta cero en 7.5 s. Si se sabe que la salida de potencia máxima de la bomba hidráulica es de 6 kW cuando la velocidad es máxima, determine la fuerza de elevación máxima proporcionada por la bomba.

Problemas

13.55 Una fuerza P se aplica lentamente a una placa que está unida a dos resortes y provoca una deflexión x_0 . En cada uno de los dos casos indicados, obtenga una expresión para la constante k_e , en términos de k_1 y k_2 , del resorte único equivalente al sistema dado, esto es, de un resorte que experimentaría la misma deformación x_0 si se sometiera a la misma fuerza P .

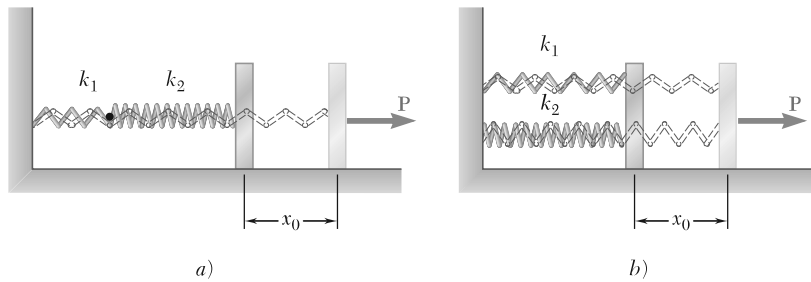


Figura P13.55

13.56 Un bloque de masa m está unido a dos resortes como se muestra en la figura. Si se sabe que en cada caso indicado el bloque se jala a través de una distancia x_0 desde su posición de equilibrio y después se suelta, determine la máxima rapidez del bloque en el movimiento subsecuente.

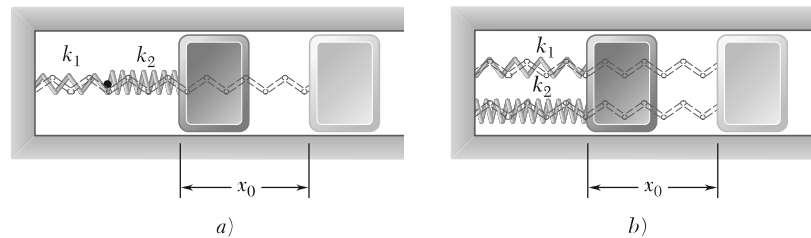


Figura P13.56

13.57 Un collarín C de 1.2 kg puede deslizarse sin fricción a lo largo de una varilla horizontal. Está unido a tres resortes, cada uno de constante $k = 400$ N/m y con una longitud no deformada de 150 mm. Si se sabe que el collarín se suelta desde el reposo en la posición mostrada, determine la rapidez máxima que alcanzará con el movimiento resultante.

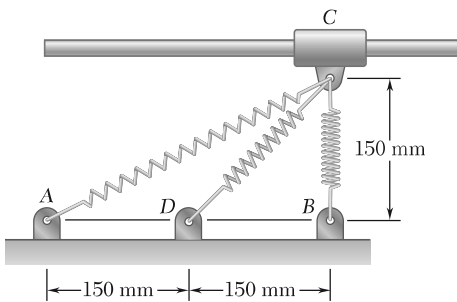


Figura P13.57

13.58 Un collarín B de 10 lb puede deslizarse sin fricción a lo largo de una varilla horizontal y está en equilibrio en A cuando se le empuja 5 in. hacia la derecha y se le suelta desde el reposo. La longitud sin deformar de los resortes es de 12 in. y la constante de cada uno es $k = 1.6$ lb/in. Determine *a*) la rapidez máxima del collarín, *b*) la aceleración máxima del collarín.

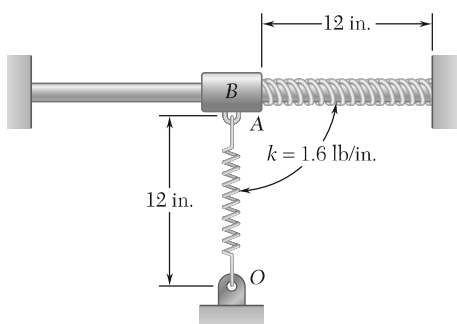


Figura P13.58

13.59 Una cuerda elástica está estirada entre dos puntos A y B , separados por una distancia de 16 in. en el mismo plano horizontal. Cuando se estira directamente entre A y B , la tensión es de 10 lb. Después la cuerda se estira como se muestra en la figura hasta que su punto medio C se ha movido 6 in. hasta C' ; se requiere una fuerza de 60 lb para mantener la cuerda en C' . Si se coloca un perdigón de 0.2 lb en C' y luego se suelta la cuerda, determine la rapidez del perdigón cuando pasa por C .

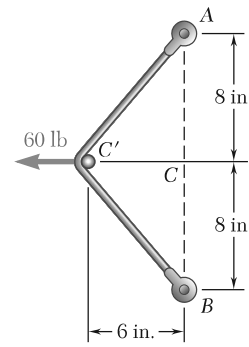


Figura P13.59

13.60 Un collarín de 1.5 kg está unido a un resorte y se desliza sin fricción a lo largo de una varilla circular en un plano horizontal. El resorte tiene una longitud no deformada de 150 mm y una constante $k = 400$ N/m. Si se sabe que el collarín está en equilibrio en A y se le da un ligero impulso para ponerlo en movimiento, determine la velocidad del collarín a) cuando pasa por B , b) cuando pasa por C .

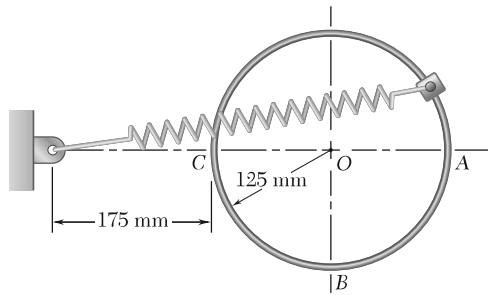


Figura P13.60

13.61 Un collarín de 500 g se puede deslizar sin fricción sobre la varilla curva BC en un plano horizontal. Si la longitud no deformada del resorte es de 80 mm y $k = 400$ kN/m, determine a) la velocidad que se le debe imprimir al collarín en el punto A para llegar a B con velocidad nula, b) la velocidad del collarín cuando llegue al punto C .

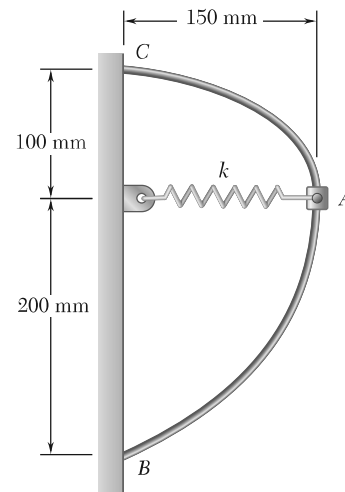


Figura P13.61

13.62 Un collarín de 3 kg puede deslizarse sin fricción sobre una varilla vertical y descansa en equilibrio sobre un resorte. Se empuja hacia abajo, comprimiendo el resorte 150 mm, y se suelta. Si se sabe que la constante del resorte es $k = 2.6$ kN/m, determine a) la altura máxima h que alcanza el collarín sobre su posición de equilibrio, b) la rapidez máxima del collarín.

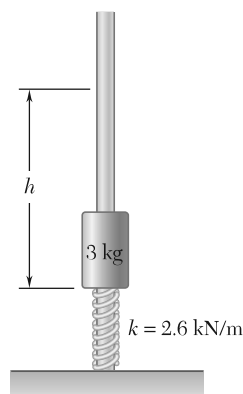


Figura P13.62



Figura P13.63

13.63 En mecánica de materiales se ha demostrado que cuando una viga elástica AB soporta a un bloque de peso W en un punto dado B , la deflexión y_{st} (llamada deflexión estática) es proporcional a W . Demuestre que si el mismo bloque se deja caer desde una altura h sobre el extremo B de una viga en voladizo AB y no rebota, la deflexión máxima y_m en el movimiento resultante puede expresarse como $y_m = y_{st} (1 + \sqrt{1 + 2h/y_{st}})$. Observe que esta fórmula es aproximada, puesto que se basa en el supuesto de que no hay energía disipada en el impacto y en que el peso de la viga es pequeño en comparación con el peso del bloque.

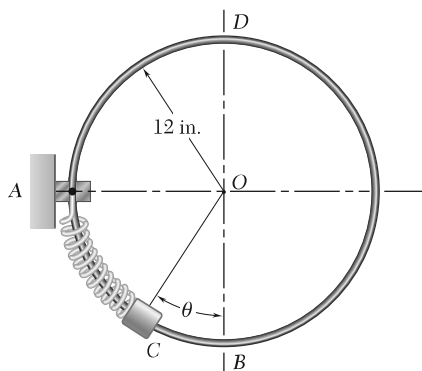


Figura P13.64 y P13.65

13.64 Una varilla circular delgada se mantiene en un *plano vertical* mediante una brida en A . Unido a la brida y enrollado holgadamente alrededor de la varilla está un resorte de constante $k = 3 \text{ lb/ft}$ y longitud no deformada igual al arco de círculo AB . Un collarín C de 8 oz, que no está unido al resorte, puede deslizarse sin fricción a lo largo de la varilla. Si se sabe que el collarín se suelta desde el reposo cuando $\theta = 30^\circ$, determine *a*) la altura máxima sobre el punto B que alcanza el collarín, *b*) la rapidez máxima del collarín.

13.65 Una varilla circular delgada se mantiene en un *plano vertical* por medio de una brida en A . Unido a la brida y enrollado holgadamente alrededor de la varilla está un resorte de constante $k = 3 \text{ lb/ft}$ y longitud no deformada igual al arco de círculo AB . Un collarín C de 8 oz, que no está unido al resorte, puede deslizarse sin fricción a lo largo de la varilla. Si se sabe que el collarín se suelta desde el reposo a un ángulo θ con respecto a la vertical, determine *a*) el valor mínimo de θ para el cual el collarín pasará a través de D y llegará al punto A , *b*) la velocidad del collarín cuando éste llega al punto A .

13.66 Un collarín de 2.7 lb puede deslizarse a lo largo de la varilla que se muestra en la figura. El collarín está unido a una cuerda elástica anclada en F , con una longitud sin deformar de 0.9 ft y una constante de resorte de 5 lb/ft. Si se sabe que el collarín se suelta desde el reposo en A y si no se toma en cuenta la fricción, determine la rapidez del collarín *a*) en B , *b*) en E .

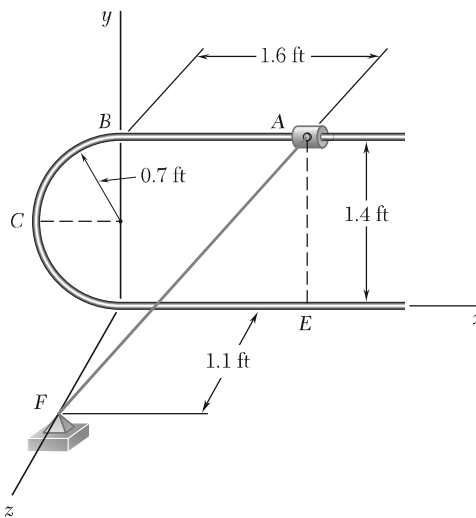


Figura P13.66

13.67 El sistema que se muestra está en equilibrio cuando $\phi = 0$. Si se sabe que inicialmente $\phi = 90^\circ$ y que el bloque C recibe un ligero golpe cuando el sistema está en esa posición, determine la rapidez del bloque cuando pasa por la posición de equilibrio $\phi = 0$. Desprecie la masa de la varilla.

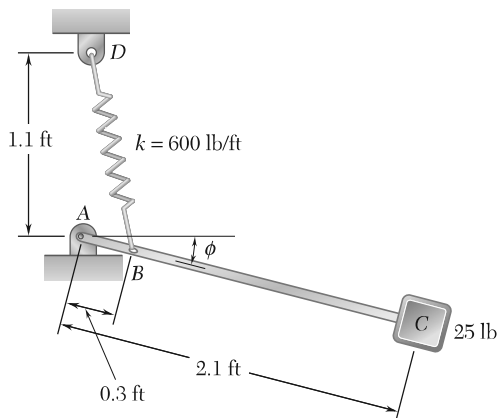


Figura P13.67

13.68 Un resorte se usa para detener un paquete de 50 kg, el cual se mueve hacia abajo sobre una pendiente de 20° . El resorte tiene una constante $k = 30 \text{ kN/m}$ y se sostiene mediante cables, de manera que en un inicio está comprimido 50 mm. Si se sabe que la velocidad del paquete es de 2 m/s cuando se encuentra a 8 m del resorte y si se desprecia la fricción, determine la deformación adicional máxima del resorte para llevar el paquete al reposo.

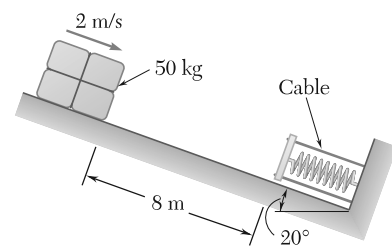


Figura P13.68

13.69 Retome el problema 13.68, y ahora suponga que el coeficiente de fricción cinética entre el paquete y el plano inclinado es de 0.2.

13.70 Un objeto de 300 g se suelta desde el reposo en A y se desliza sin fricción a lo largo de la superficie mostrada. Determine la fuerza que ejerce la superficie sobre el objeto a) justo antes de que llegue a B, b) inmediatamente después de que pasa por B.

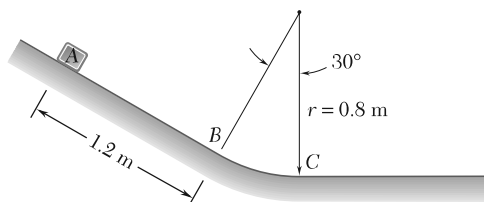


Figura P13.70 y P13.71

13.71 Un objeto de 300 g se suelta desde el reposo en A y se desliza sin fricción a lo largo de la superficie mostrada. Determine la fuerza ejercida sobre el objeto por la superficie a) justo antes de que llegue a C, b) inmediatamente después de que pasa por C.

13.72 Un collarín de 1.2 lb puede deslizarse sin fricción a lo largo de la varilla semicircular BCD. El resorte tiene una constante de 1.8 lb/in. y su longitud sin deformar es de 8 in. Si se sabe que el collarín se suelta desde el reposo en B, determine a) la rapidez del collarín cuando pasa por C, b) la fuerza que ejerce la varilla sobre el collarín en C.

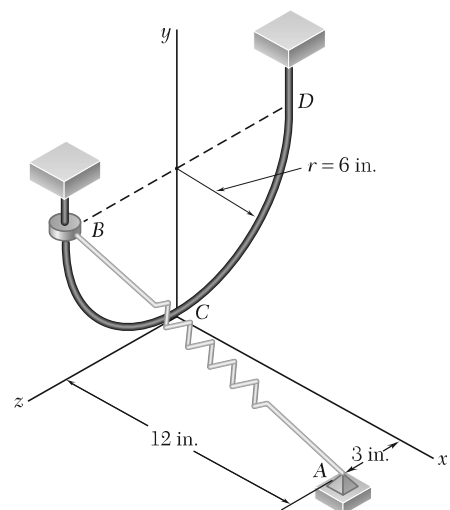


Figura P13.72

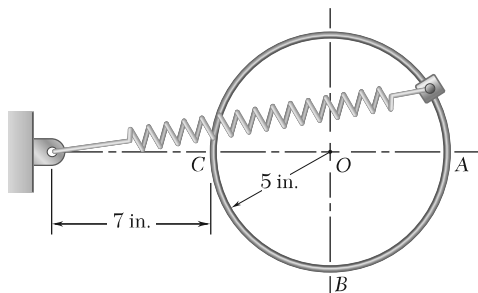


Figura P13.73

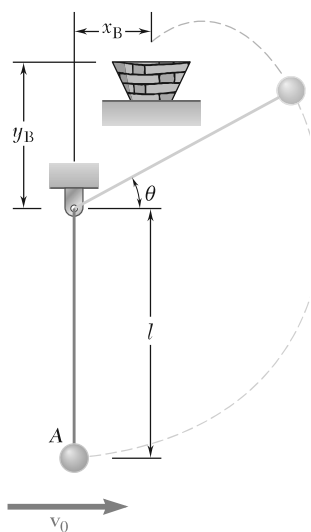


Figura P13.76 y P13.77

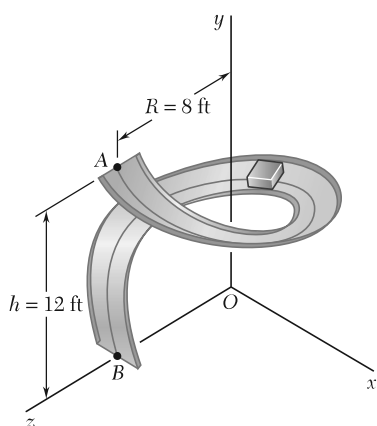


Figura P13.78

13.73 Un collarín de 1 lb está unido a un resorte y se desliza sin fricción a lo largo de una varilla circular en un *plano vertical*. El resorte tiene una longitud no deformada de 5 in. y una constante $k = 10 \text{ lb/ft}$. Si se sabe que el collarín se suelta desde el reposo en A, determine la rapidez del collarín y la fuerza normal entre el collarín y la varilla cuando el collarín pasa por B.

13.74 Un paquete de 200 g se lanza, mediante un resorte en A, hacia arriba con una velocidad v_0 ; el paquete se mueve alrededor de un conducto sin fricción y se deposita en C. Para cada uno de los dos conductos que se muestran, determine *a)* la velocidad mínima v_0 para la cual el paquete llegará a C, *b)* la fuerza correspondiente ejercida por el paquete en el conducto justo antes de abandonar el conducto en C.

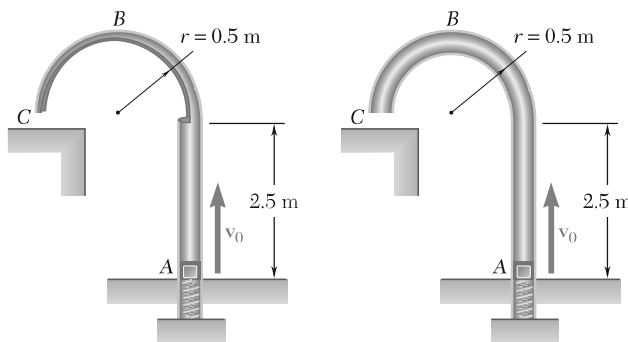


Figura P13.74

13.75 Si el paquete del problema 13.74 no debe golpear la superficie horizontal en C con una rapidez mayor que 3.5 m/s, *a)* demuestre que este requisito sólo puede ser satisfecho por el segundo conducto, *b)* determine la velocidad inicial máxima permisible v_0 cuando se emplea el segundo conducto.

13.76 La pelota de 2 lb en A se encuentra suspendida de una cuerda inextensible y se le da una velocidad horizontal inicial de 16 ft/s. Si $l = 2 \text{ ft}$ y $x_B = 0$, determine y_B de forma que la pelota entre en la canasta.

***13.77** La pelota de 2 lb en A se encuentra suspendida de una cuerda inextensible y se le da una velocidad horizontal inicial de v_0 . Si $l = 2 \text{ ft}$, $x_B = 0.3 \text{ ft}$ y $y_B = 0.4 \text{ ft}$, determine la velocidad inicial v_0 de forma que la pelota entre a la canasta.

***13.78** En un almacén los paquetes se mueven desde el punto A, en el piso superior, hasta el punto B del piso inferior, 12 ft directamente por debajo de A, por medio de un tobogán cuya línea central tiene la forma de una hélice con eje vertical y y radio $R = 8 \text{ ft}$. La sección transversal del tobogán debe inclinarse de modo que cada paquete, después de soltarse en A sin velocidad, se deslice a lo largo de la línea central del tobogán sin tocar los bordes. Si se desprecia la fricción, *a)* exprese el ángulo ϕ formado por la normal a la superficie del tobogán en P y la normal principal de la línea central en ese punto, como una función de la elevación y de un punto dado P de la línea central, *b)* determine la magnitud y la dirección de la fuerza ejercida por el tobogán sobre un paquete de 20 lb cuando éste llega al punto B. *Sugerencia:* La normal principal a la hélice en el punto P es horizontal y está dirigida hacia el eje y , además el radio de curvatura de la hélice es $\rho = R[1 + (h/2\pi R)^2]$.

***13.79** Demuestre que una fuerza $F(x, y, z)$ es conservativa, si y sólo si se satisfacen las siguientes relaciones

$$\frac{\partial F_x}{\partial y} = \frac{\partial F_y}{\partial x} \quad \frac{\partial F_y}{\partial z} = \frac{\partial F_z}{\partial y} \quad \frac{\partial F_z}{\partial x} = \frac{\partial F_x}{\partial z}$$

13.80 La fuerza $\mathbf{F} = (yz\mathbf{i} + zx\mathbf{j} + xy\mathbf{k})/xyz$ actúa sobre la partícula $P(x, y, z)$ que se mueve en el espacio. *a)* Utilizando la relación deducida en el problema 13.79, demuestre que es una fuerza conservativa. *b)* Determine la función potencial asociada con \mathbf{F} .

***13.81** Una fuerza \mathbf{F} actúa sobre una partícula $P(x, y)$ que se mueve en el plano xy . Determine si \mathbf{F} es una fuerza conservativa y calcule el trabajo de \mathbf{F} cuando P describe la trayectoria A, B, C, A en el sentido de las manecillas del reloj, incluyendo el cuarto de círculo $x^2 + y^2 = a^2$, si *a)* $\mathbf{F} = ky\mathbf{i}$, *b)* $\mathbf{F} = k(y\mathbf{i} + x\mathbf{j})$.

***13.82** Se sabe que la función potencial asociada con una fuerza \mathbf{P} en el espacio es $V(x, y, z) = -(x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}$. *a)* Determine las componentes x, y y z de \mathbf{P} . *b)* Calcule el trabajo realizado por \mathbf{P} desde O hasta D , integrando a lo largo de la trayectoria $OABD$ y demuestre que es igual al negativo del cambio en el potencial desde O hasta D .

***13.83** *a)* Calcule el trabajo realizado desde D hasta O por la fuerza \mathbf{P} del problema 13.82 integrando a lo largo de la diagonal del cubo. *b)* Usando el resultado obtenido y la respuesta al inciso *b)* del problema 13.82, verifique que el trabajo realizado por una fuerza conservativa alrededor de la trayectoria cerrada $OABDO$ es cero.

***13.84** La fuerza $\mathbf{F} = (x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k})/(x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}$ actúa sobre la partícula $P(x, y, z)$ que se mueve en el espacio. *a)* Utilizando la relación deducida en el problema 13.79, demuestre que \mathbf{F} es una fuerza conservativa. *b)* Determine la función potencial $V(x, y, z)$ asociada con \mathbf{F} .

13.85 Mientras describe una órbita circular a 300 km sobre la Tierra un vehículo espacial lanza un satélite de comunicaciones de 3 600 kg. Determine *a)* la energía adicional que se requiere para poner el satélite en una órbita geosíncrona a una altura de 35 770 km sobre la superficie terrestre, *b)* la energía requerida para poner el satélite en la misma órbita lanzándolo desde la superficie de la Tierra, sin incluir la energía necesaria para superar la resistencia del aire. (Una *órbita geosíncrona* es una órbita circular en la cual el satélite parece estacionario con respecto al suelo.)

13.86 Un satélite se coloca en una órbita elíptica alrededor de la Tierra. Si se sabe que el cociente v_A/v_P de la velocidad en el apogeo A y la velocidad en el perigeo P es igual al cociente r_P/r_A de la distancia al centro de la Tierra en P a la distancia correspondiente en A , y que la distancia entre A y P es de 80 000 km, determine la energía por unidad de masa que se requiere para poner el satélite en su órbita lanzándolo desde la superficie terrestre. Excluya la energía adicional necesaria para superar el peso del cohete impulsor, la resistencia del aire y las maniobras.

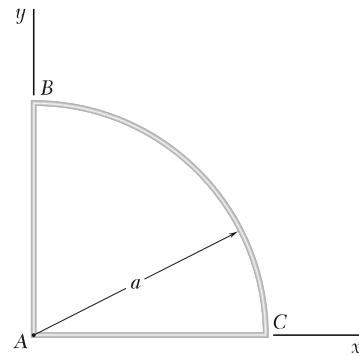


Figura P13.81

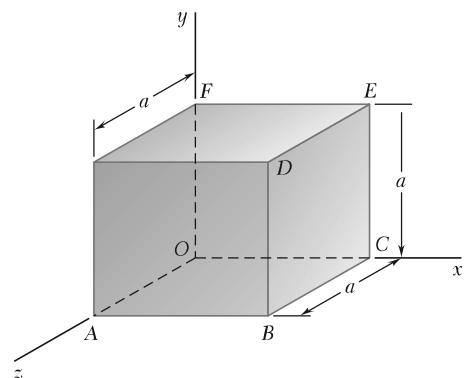


Figura P13.82

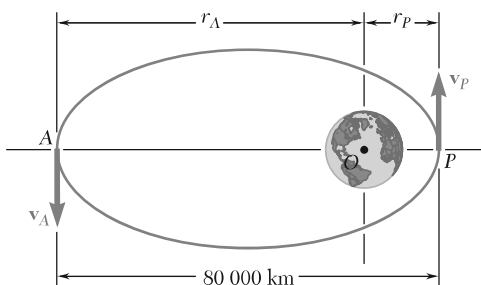


Figura P13.86

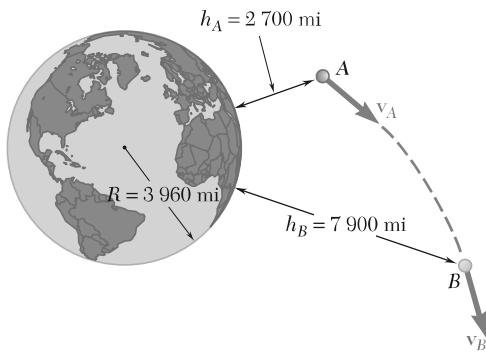


Figura P13.87

13.87 Si se sabe que la velocidad de una sonda espacial experimental lanzada desde la Tierra tiene una magnitud $v_A = 20.2 \times 10^3$ mi/h en el punto A, determine la velocidad de la sonda cuando pase por el punto B.

13.88 Un módulo de excursión lunar (LEM) se utilizó en las misiones de alunizaje Apolo para ahorrar combustible al hacer innecesario el relanzamiento de toda la nave espacial Apolo desde la superficie de la Luna en su viaje de retorno a la Tierra. Verifique la eficacia de este planteamiento calculando la energía por libra que requiere una nave espacial para escapar del campo gravitacional lunar si la nave parte desde *a*) la superficie de la Luna, *b*) una órbita circular a 50 mi sobre la superficie lunar. No tome en cuenta el efecto del campo gravitatorio terrestre. (El radio de la Luna es de 1081 mi y su masa es 0.0123 veces la masa de la Tierra.)

13.89 Un satélite de masa m describe una órbita circular de radio r alrededor de la Tierra. Expresé como una función de r *a*) la energía potencial del satélite, *b*) su energía cinética, *c*) su energía total como función de r . Denote el radio de la Tierra mediante R y la aceleración de la gravedad en la superficie terrestre mediante g , y suponga que la energía potencial del satélite es cero en su plataforma de lanzamiento.

13.90 ¿Cuánta energía por kilogramo debe proporcionarse a un satélite para ponerlo en una órbita circular a una altura de *a*) 600 km, *b*) 6000 km?

13.91 *a*) Demuestre que, si se establece $r = R + y$ en el miembro del lado derecho de la ecuación (13.17') y se desarrolla ese miembro en una serie de potencias en y/R , la expresión en la ecuación (13.16) para la energía potencial V_g debida a la gravedad es una aproximación de primer orden para la expresión dada en la ecuación (13.17'). *b*) Utilizando el mismo desarrollo, deduzca una aproximación de segundo orden para V_g .

13.92 Las observaciones muestran que un cuerpo celeste que viaja a 1.2×10^6 mi/h parece describir un círculo de radio igual a 60 años luz alrededor del punto B. Se sospecha que el punto B es una concentración de masa muy densa conocida como un hoyo negro. Determine el cociente M_B/M_S de la masa en B y la masa del Sol. (La masa del Sol es 330 000 veces la masa de la Tierra y un año luz es la distancia recorrida por la luz en un año a la velocidad de 186 300 mi/s.)

13.93 Una bola de 200 g se puede deslizar sobre una superficie horizontal sin fricción que está unida a un punto fijo O por medio de una cuerda elástica de constante $k = 150$ N/m y longitud no deformada de 600 mm. La bola se coloca en el punto A, a 900 mm de O, y se le da una velocidad inicial v_A perpendicular a OA. Si se sabe que la bola pasa a una distancia $d = 100$ m de O, determine *a*) la rapidez inicial v_A de la bola, *b*) su rapidez v después de que la cuerda se pone flácida.

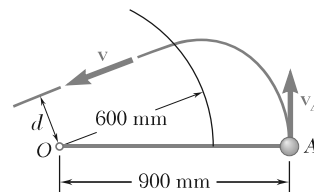


Figura P13.93

13.94 Para la bola del problema 13.93, determine *a*) la magnitud mínima de la velocidad inicial v_A de la bola, para la cual la cuerda elástica permanece tensa en cualquier momento, *b*) la rapidez máxima correspondiente que alcanza la bola.

13.95 El collarín A pesa 10 lb y está unido a un resorte de constante 50 lb/ft y una longitud sin deformar de 18 in. El sistema se pone en movimiento con $r = 12$ in., $v_\theta = 16$ ft/s y $v_r = 0$. Si se desprecia la masa de la varilla y el efecto de la fricción, determine las componentes radial y transversal de la velocidad del collarín cuando $r = 21$ in.

13.96 Para el movimiento descrito en el problema 13.95, determine *a*) la distancia máxima entre el origen y el collarín, *b*) la rapidez correspondiente. (*Sugerencia:* Resuelva por prueba y error la ecuación obtenida para r .)

13.97 Retome el problema 13.8, y ahora suponga que la cuerda elástica se sustituye por una fuerza central \mathbf{F} de magnitud $(80/r^2)$ N dirigida hacia O .

13.98 Un collarín A de 1.8 kg y un collarín B de 0.7 kg pueden deslizarse sin fricción sobre un armazón, compuesto por una varilla horizontal OE y una varilla vertical CD , la cual gira libremente alrededor de CD . Los dos collarines se conectan mediante una cuerda que corre sobre una polea unida al armazón en O . En el instante que se muestra, la velocidad \mathbf{v}_A del collarín A tiene una magnitud de 2.1 m/s y un tope evita el movimiento del collarín B . Si repentinamente se quita el tope, determine *a*) la velocidad del collarín A cuando está a 0.2 m de O , *b*) la velocidad del collarín A cuando el collarín B queda en reposo. (Suponga que el collarín B no golpea a O , que el collarín A no sale de la varilla OE y que la masa del armazón puede ignorarse.)

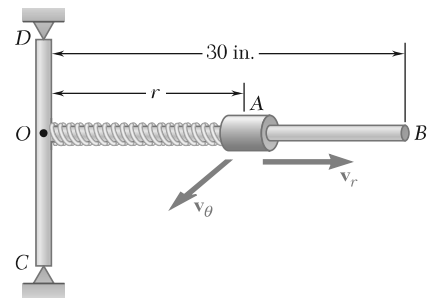


Figura P13.95

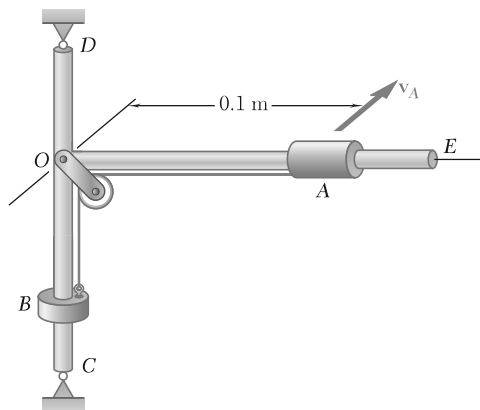


Figura P13.98

13.99 Utilice el principio de la conservación de la energía y de la conservación de la cantidad de movimiento angular, para resolver el inciso *a*) del problema resuelto 12.9.

13.100 Se espera que una nave espacial, que viaja a lo largo de una trayectoria parabólica hacia el planeta Júpiter, alcance el punto A con una velocidad \mathbf{v}_A de 26.9 km/s de magnitud. Sus motores se activarán entonces para frenarla, colocándola en una órbita elíptica que la pondrá a 100×10^3 km de Júpiter. Determine la reducción en la velocidad Δv en el punto A que colocará a la nave espacial en la órbita requerida. La masa de Júpiter es 319 veces la masa de la Tierra.

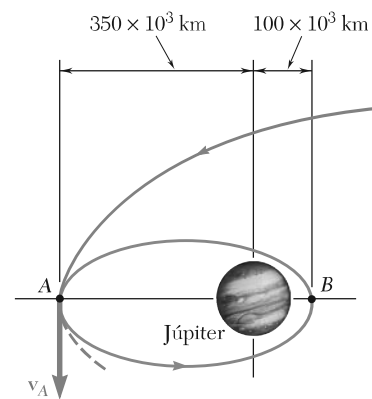


Figura P13.100

Problemas

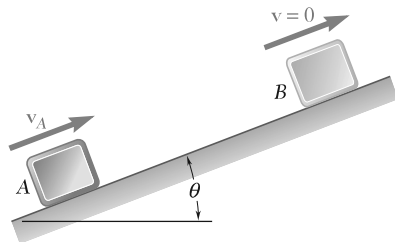


Figura P13.121

13.119 Un automóvil de 1 200 kg se mueve a una rapidez de 90 km/h cuando los frenos se aplican por completo, lo que ocasiona que las cuatro llantas patinen. Determine el tiempo requerido para detener el automóvil *a*) sobre pavimento seco ($\mu_k = 0.75$), *b*) sobre un camino congelado ($\mu_k = 0.10$).

13.120 Un trasatlántico de 40 000 ton tiene una velocidad inicial de 2.5 mi/h. Si se desprecia la resistencia por fricción del agua, determine el tiempo requerido para llevar al trasatlántico al reposo usando un solo remolcador que ejerce una fuerza de 35 kips.

13.121 La velocidad inicial del bloque en la posición A es de 30 ft/s. Si se sabe que el coeficiente de fricción estática entre el bloque y el plano es $\mu_k = 0.30$, determine el tiempo que tarda el bloque en alcanzar B con velocidad cero, si *a*) $\theta = 0$, *b*) $\theta = 20^\circ$.

13.122 Sobre una partícula de 2 kg actúa una fuerza $\mathbf{F} = (8 - 6t)\mathbf{i} + (4 - t^2)\mathbf{j} + (4 + t)\mathbf{k}$, donde \mathbf{F} se expresa en newtons. Si se sabe que la velocidad de la partícula es $\mathbf{v} = (150 \text{ m/s})\mathbf{i} + (100 \text{ m/s})\mathbf{j} - (250 \text{ m/s})\mathbf{k}$ en $t = 0$, determine *a*) el tiempo en el cual la velocidad es paralela al plano *yz*, *b*) la velocidad correspondiente de la partícula.

13.123 Las marcas sobre una pista de carreras indican que las ruedas traseras (las de la tracción) de un automóvil patinaron en los primeros 60 ft de la pista de 1 320 ft. *a*) Si se sabe que el coeficiente de fricción cinética es de 0.60, determine el menor tiempo posible en el que el automóvil puede recorrer los 60 ft iniciales si empieza desde el reposo y las ruedas frontales del automóvil apenas se despegan del suelo. *b*) Determine el tiempo mínimo para que el automóvil corra toda la carrera si, después de patinar durante 60 ft, las ruedas giran sin patinar por el resto de la carrera. Suponga que para la parte de la carrera con rodamiento 60 por ciento del peso del automóvil se apoya sobre las ruedas traseras y que el coeficiente de fricción estática es 0.85. No tome en cuenta la resistencia del aire y la resistencia al rodamiento.

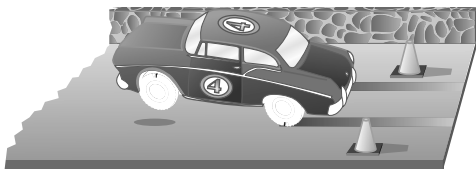


Figura P13.123

13.124 Un camión viaja sobre un camino plano a una rapidez de 90 km/h cuando se aplican los frenos para frenarlo hasta 30 km/h. Un sistema de frenado antiderrapante limita la fuerza de frenado a un valor en el cual los neumáticos del camión están a punto de patinar. Si se sabe que el coeficiente de fricción estática entre el camino y los neumáticos es igual a 0.65, determine el tiempo más corto necesario para que el camión se frene.

13.125 Un camión desciende sobre un camino con un desnivel del 4 por ciento a una rapidez de 60 mi/h cuando se aplican los frenos para frenarlo hasta 20 mi/h. Un sistema de frenado antiderrapante limita la fuerza de frenado a un valor en el cual los neumáticos del camión están a punto de patinar. Si se sabe que el coeficiente de fricción estática entre el camino y los neumáticos es igual a 0.60, determine el tiempo más corto necesario para que el camión se frene.

13.126 El equipaje sobre el piso de un carro maletero de un tren de alta velocidad no cuenta con ningún medio para evitar su movimiento aparte de la fricción. Determine el valor mínimo permisible del coeficiente de fricción estática entre un baúl y el piso del carro si el baúl no debe deslizarse cuando el tren reduzca su velocidad a una razón constante de 200 a 90 km/h en un intervalo de 12 s.

13.127 Retome el problema 13.126, y ahora suponga que el tren está descendiendo por una pendiente del 5 por ciento.

13.128 Un velero y sus ocupantes con un peso de 980 lb navegan a favor del viento a 8 mi/h cuando se levanta otra vela para incrementar su rapidez. Determine la fuerza neta proporcionada por la segunda vela durante el intervalo de 10 s que requiere el velero para alcanzar una rapidez de 12 mi/h.

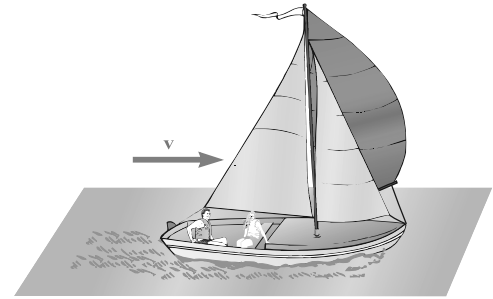


Figura P13.128

13.129 Un tren ligero formado por dos vagones viaja a 45 mi/h. El peso del vagón A es de 18 tons y el del vagón B es de 13 tons. Cuando se aplican repentinamente los frenos, se ejerce una fuerza de frenado constante de 4 300 lb en cada vagón. Determine *a*) el tiempo requerido para que el tren se detenga después de que se aplican los frenos, *b*) la fuerza en el acoplamiento entre los vagones mientras el tren está desacelerando.

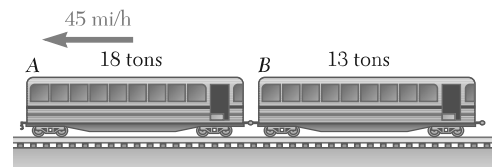


Figura P13.129

13.130 Retome el problema 13.129, y ahora suponga que se aplica una fuerza de frenado constante de 4 300 lb al vagón B, pero que no se aplican los frenos en el vagón A.

13.131 Un tractocamión con una cabina de 2 000 kg y un remolque de 8 000 kg viaja sobre un camino plano a 90 km/h. Los frenos en el remolque fallan y el sistema antiderrapante de la cabina proporciona la mayor fuerza posible que no provocará que patinen los neumáticos. Si se sabe que el coeficiente de fricción estática es de 0.65, determine *a*) el tiempo más corto para que la cabina se detenga, *b*) la fuerza en el acoplamiento durante ese tiempo.

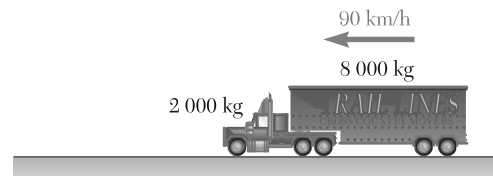


Figura P13.131

13.132 Un cilindro C de 8 kg descansa sobre una plataforma A de 4 kg sostenida por una cuerda que pasa sobre las poleas D y E y está unido a un bloque B de 4 kg. Si el sistema se suelta desde el reposo, determine *a*) la velocidad del bloque B después de 0.8 s, *b*) la fuerza ejercida por el cilindro sobre la plataforma.

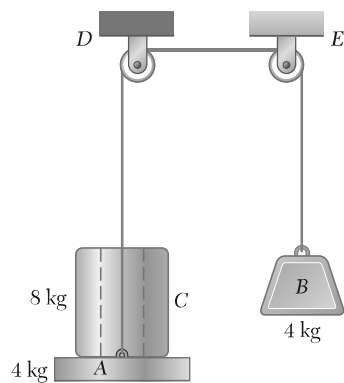


Figura P13.132

13.133 El sistema mostrado en la figura se suelta desde el reposo. Determine el tiempo que se requiere para que la velocidad de A llegue a 1 m/s. No tome en cuenta la fricción ni la masa de las poleas.

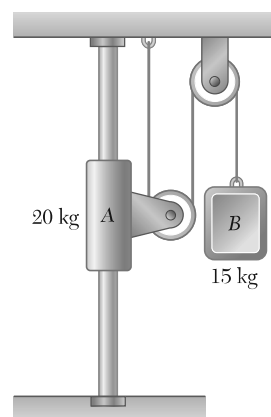


Figura P13.133

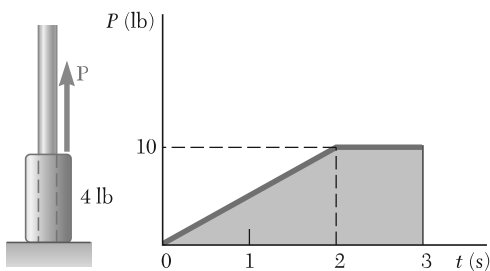


Figura P13.134 y P13.135

13.134 Sobre un collarín de 4 lb que puede deslizarse sobre una varilla vertical sin fricción actúa una fuerza \mathbf{P} que varía en magnitud de la manera que se indica en la figura. Si el collarín está inicialmente en reposo, determine su velocidad en *a*) $t = 2$ s, *b*) $t = 3$ s.

13.135 Sobre un collarín de 4 lb que puede deslizarse sobre una varilla vertical sin fricción actúa una fuerza \mathbf{P} que varía en magnitud de la manera que se indica en la figura. Si al principio el collarín está en reposo, determine *a*) la rapidez máxima del collarín, *b*) el tiempo en el que la velocidad es cero.

13.136 Sobre un bloque de 125 lb que inicialmente está en reposo se aplica una fuerza \mathbf{P} que varía como se muestra en la figura. Si se sabe que los coeficientes de fricción entre el bloque y la superficie horizontal son $\mu_s = 0.50$ y $\mu_k = 0.40$, determine *a*) el tiempo en el que el bloque comenzará a moverse, *b*) la rapidez máxima que alcanza el bloque, *c*) el tiempo en el que el bloque dejará de moverse.

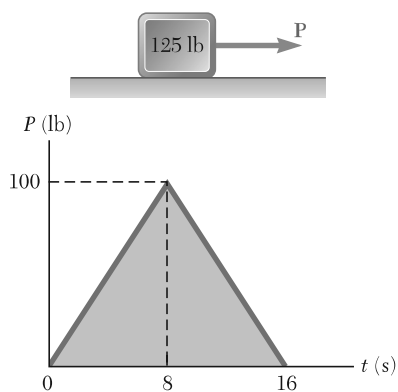


Figura P13.136

13.137 Retome el problema 13.136, y ahora suponga que el peso del bloque es de 175 lb.

13.138 Se va a obtener un modelo simplificado consistente en una línea recta para la variación de la presión dentro del cañón de 10 mm de diámetro de un rifle cuando se lanza una bala de 20 g. Si se sabe que se requiere 1.6 ms para recorrer la longitud del cañón y que la velocidad de la bala al salir es de 700 m/s, determine el valor de p_0 .

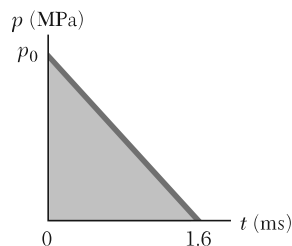


Figura P13.138

13.139 El siguiente modelo matemático se sugirió para la variación en la presión dentro del barril de un rifle con un diámetro de 10 mm, al disparar una bala de 25 g:

$$p(t) = (950 \text{ MPa})e^{-t/(0.16 \text{ ms})}$$

donde t se expresa en ms. Si se sabe que la bala tardó 1.44 ms en recorrer toda la longitud del barril y que la velocidad de la bala después de salir fue medida en 520 m/s, determine el error porcentual introducido si la ecuación anterior se usa para calcular la velocidad en la boca del rifle.

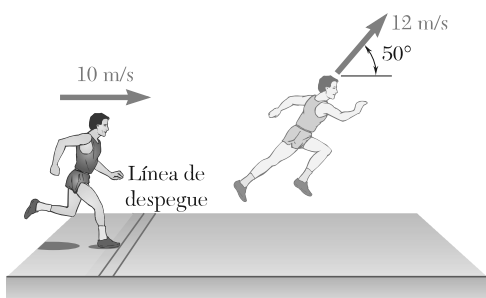


Figura P13.140

13.140 El salto triple es una prueba de pista y campo en la cual un atleta inicia una carrera y trata de llegar lo más lejos posible, con una zancada, un paso y un salto. En la figura se muestra la zancada inicial del atleta. Si se supone que éste se aproxima a la línea de despegue desde la izquierda con una velocidad horizontal de 10 m/s, permanece en contacto con el suelo durante 0.18 s, y despegue a un ángulo de 50° con una velocidad de 12 m/s, determine la componente vertical de la fuerza impulsiva promedio ejercida por el suelo sobre su pie. Dé su respuesta en términos del peso W del atleta.

13.141 La última parte de la competencia atlética de salto triple es el salto, en el cual el atleta realiza el último de sus tres avances, aterrizando en un foso de arena. Si se supone que la velocidad de un atleta de 185 lb justo antes de aterrizar es de 30 ft/s a un ángulo de 35° con la horizontal y que el atleta se detiene por completo 0.22 s después del aterrizaje, determine la componente horizontal de la fuerza impulsiva promedio que se ejerce sobre sus pies durante el aterrizaje.

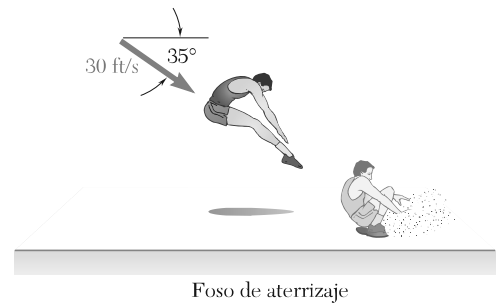


Figura P13.141

13.142 Antes de diseñar un prototipo de cinturón de seguridad que se evaluará en pruebas de choque de automóviles, se realiza una estimación de la carga esperada en el cinturón de seguridad que pasa por el hombro. Si un automóvil que viaja a 45 mi/h se detiene en 110 ms, determine *a*) la fuerza impulsiva promedio ejercida por un hombre de 200 lb sobre el cinturón, *b*) la fuerza máxima F_m que se ejerce sobre el cinturón si el diagrama fuerza-tiempo tiene la forma que se muestra en la figura.

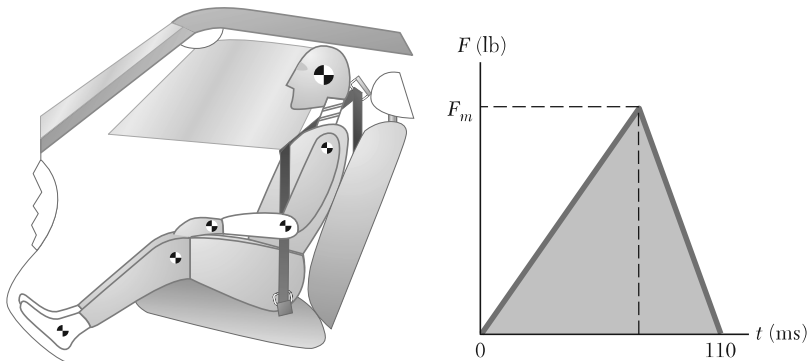
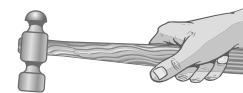


Figura P13.142

13.143 Una pelota de golf de 46 g se golpea con un palo de golf y sale con una velocidad de 50 m/s. Suponga que para $0 \leq t \leq t_0$, donde t_0 es la duración del impacto, la magnitud F de la fuerza ejercida sobre la pelota puede expresarse como $F = F_m \sin(\pi t/t_0)$. Si se sabe que $t_0 = 0.5$ ms, determine el valor máximo F_m , de la fuerza ejercida sobre la pelota.



13.144 El diseño de un nuevo implante de cadera sin cemento, se estudiará utilizando un implante instrumentado y un fémur simulado fijo. Si se supone que el cincel aplica una fuerza promedio de 2 kN por un tiempo de 2 ms sobre el implante de 200 g, determine *a*) la velocidad del implante inmediatamente después del impacto, *b*) la resistencia promedio del implante a la penetración si éste se mueve 1 mm antes de quedar en reposo.

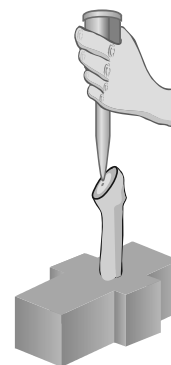


Figura P13.144

13.145 Un carro de ferrocarril de 20 Mg que se mueve a 4 km/h se acoplará con un carro de 40 Mg que se encuentra en reposo con las ruedas aseguradas ($\mu_k = 0.30$). Determine *a*) la velocidad de ambos carros después de completar el acoplamiento, *b*) el tiempo que le toma a ambos carros quedar en reposo.

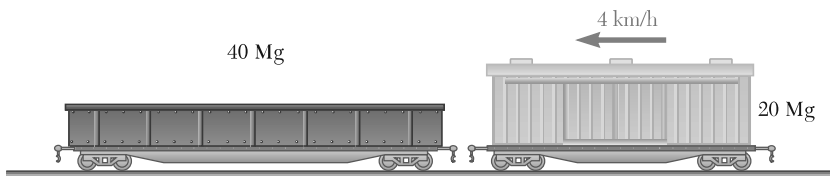


Figura P13.145

13.146 En un cruce el automóvil B viajaba hacia el sur y el automóvil A en dirección 30° al noreste cuando chocaron entre sí. Luego de la investigación se determinó que después del choque los dos automóviles quedaron trabados y patinaron a un ángulo de 10° noreste. Cada conductor afirmó que viajaba al límite de velocidad de 50 km/h y que trató de frenar, pero que no pudo evitar el choque debido a que el otro conductor iba bastante más rápido. Si se sabe que los pesos de los automóviles A y B eran, respectivamente, de $1\,500$ y $1\,200 \text{ kg}$, determine *a*) cuál de los automóviles iba más rápido, *b*) la rapidez del automóvil que iba a mayor velocidad si el vehículo más lento viajaba al límite de velocidad.

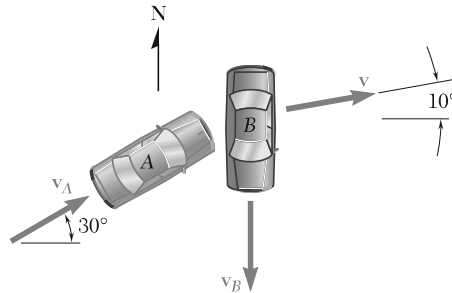


Figura P13.146

13.147 Una madre y su pequeño hijo esquían juntos, mientras la mujer sostiene el extremo de una cuerda atada a la cintura del niño. Se mueven a una rapidez de 7.2 km/h sobre una porción plana de la pista de esquí, cuando la madre observa que se están aproximando a una pendiente descendente. Decide jalar la cuerda para disminuir la velocidad de su hijo. Si se sabe que esta maniobra ocasiona que la rapidez del niño disminuya a la mitad en 3 s y se desprecia la fricción, determine *a*) la rapidez de la madre al final del intervalo de 3 s , *b*) el valor promedio de la tensión en la cuerda durante ese periodo.

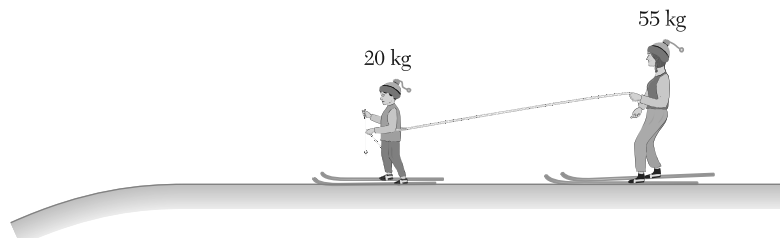


Figura P13.147

13.148 La bala B pesa 0.5 oz y los bloques A y C pesan 3 lb cada uno. El coeficiente de fricción entre los bloques y el plano es $\mu_k = 0.25$. En un inicio, la bala se mueve con una velocidad v_0 y los bloques A y C se encuentran en reposo (figura 1). Después de que la bala pasa a través de A se incrusta en el bloque C y los tres objetos se detienen en las posiciones mostradas (figura 2). Determine la rapidez inicial v_0 de la bala.

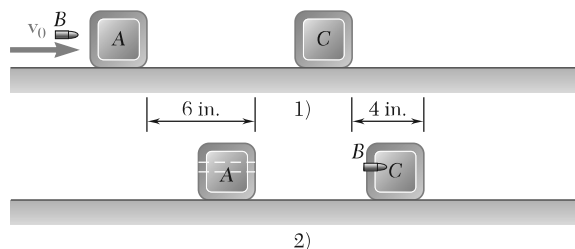


Figura P13.148

13.149 Dos esferas idénticas A y B , cada una con masa m , están unidas a una cuerda inextensible de longitud L , y se encuentran separadas por una distancia a sobre una superficie sin fricción. A la esfera B se le da una velocidad v_0 en una dirección perpendicular a la línea AB y se mueve sin fricción hasta que llega a B' cuando la cuerda se pone tensa. Determine $a)$ la magnitud de la velocidad de cada esfera inmediatamente después de que la cuerda se pone tensa, $b)$ la energía perdida cuando la cuerda se pone tensa.

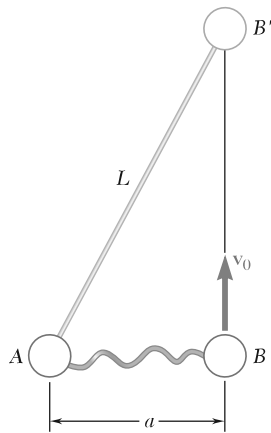


Figura P13.149

13.150 Dos nadadores A y B cuyo peso es, respectivamente, 190 lb y 125 lb, están en las esquinas diagonalmente opuestas de una balsa cuando se dan cuenta de que ésta se ha soltado de su ancla. El nadador A empieza a caminar de inmediato hacia B a una rapidez de 2 ft/s relativa a la balsa. Si se sabe que esta última pesa 300 lb, determine $a)$ la rapidez de la balsa si B no se mueve, $b)$ la rapidez con la cual B debe caminar hacia A para que la balsa no se mueva.

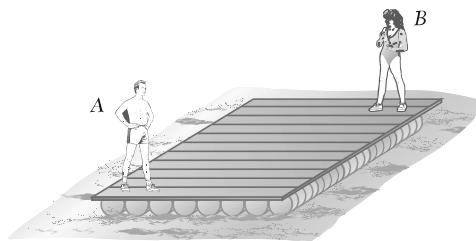


Figura P13.150

13.151 Una bola de 125 g que se mueve a una rapidez de 3 m/s golpea una placa de 250 g sostenida por medio de resortes. Si se supone que no se pierde energía en el impacto, determine $a)$ la velocidad de la bola inmediatamente después del impacto, $b)$ el impulso de la fuerza ejercida por la placa sobre la bola.

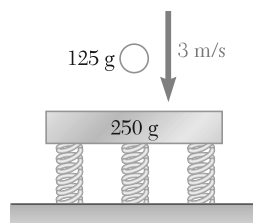


Figura P13.151

13.152 Una bala de masa m se dispara con una velocidad v_0 formando un ángulo θ con la horizontal y se incrusta en un bloque de madera con masa M . El bloque puede rodar sin fricción sobre un piso duro y mediante resortes se evita que golpee la pared. Determine las componentes horizontal y vertical del impulso de la fuerza ejercida por el bloque sobre la bala.

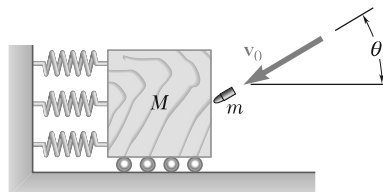


Figura P13.152

13.153 Con el fin de probar la resistencia al impacto de una cadena, ésta se suspende de una viga rígida de 240 lb sostenida mediante dos columnas. Una varilla unida al último eslabón es golpeada con un bloque de 60 lb que se deja caer desde una altura de 5 ft. Determine el impulso inicial ejercido sobre la cadena y la energía que absorbe, suponiendo que el bloque no rebota en la varilla y que las columnas que soportan la viga son *a)* perfectamente rígidas, *b)* equivalentes a dos resortes perfectamente elásticos.

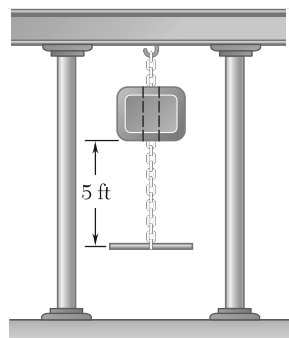


Figura P13.153

13.154 Al capturar una pelota, un jugador de béisbol puede suavizar el impacto jalando su mano hacia atrás. Si se supone que una pelota de 5 oz llega a la manopla a 90 mi/h y que el receptor jala hacia atrás su mano durante el impacto a una rapidez promedio de 30 ft/s sobre una distancia de 6 in., y la bola queda en reposo, determine la fuerza impulsiva promedio ejercida sobre la mano del jugador.

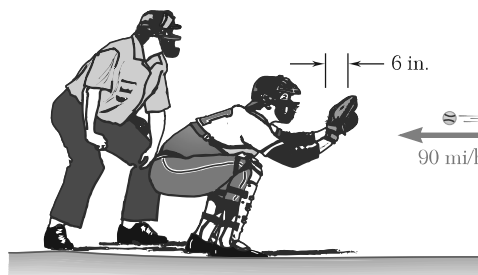


Figura P13.154

Problemas

13.155 Se sabe que el coeficiente de restitución entre dos collarines es de 0.80. Determine *a*) sus velocidades después del impacto, *b*) la energía perdida durante el impacto.

13.156 Los collarines *A* y *B*, de la misma masa *m*, se mueven uno hacia el otro con las velocidades que se indican. Si se sabe que el coeficiente de restitución entre los collarines es 0 (impacto plástico), demuestre que después del impacto *a*) la velocidad común de los collarines es igual a la mitad de la diferencia de sus velocidades antes del impacto, *b*) la pérdida en la energía cinética es $\frac{1}{4}m(v_A + v_B)^2$.

13.157 Dos bloques de acero se deslizan sin fricción sobre una superficie horizontal con las velocidades que se muestran en la figura. Si se observa que después del impacto la velocidad del bloque *B* es de 10.5 ft/s hacia la derecha, determine el coeficiente de restitución entre los dos bloques.

13.158 Dos bloques de acero se deslizan sin fricción sobre una superficie horizontal con las velocidades que se muestran en la figura. Si se sabe que el coeficiente de restitución entre los dos bloques es de 0.75, determine *a*) las velocidades de cada bloque después del impacto, *b*) la pérdida de energía cinética debida el impacto.

13.159 Dos automóviles idénticos *A* y *B* están en reposo sobre un muelle de descarga, sin que actúen los frenos. El automóvil *C*, de estilo un poco diferente pero del mismo peso, ha sido empujado por los trabajadores del muelle y golpea al automóvil *B* con una velocidad de 1.5 m/s. Si se sabe que el coeficiente de restitución es de 0.8 entre *B* y *C* y 0.5 entre *A* y *B*, determine la velocidad de cada automóvil después de que han ocurrido los choques.

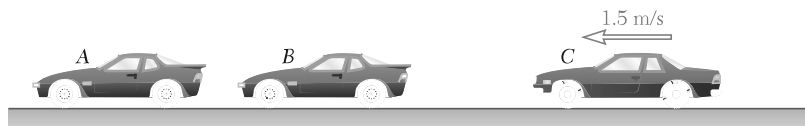


Figura P13.159

13.160 Tres esferas de acero de igual masa se suspenden del techo mediante cuerdas de la misma longitud que están espaciadas a una distancia ligeramente mayor que el diámetro de las esferas. Después de jalarla y soltarla, la esfera *A* golpea a la esfera *B*, la cual luego golpea a la esfera *C*. Si se denota por *e* el coeficiente de restitución entre las esferas y por v_0 la velocidad de *A* justo antes de que golpee a *B*, determine, *a*) las velocidades de *A* y *B* inmediatamente después del primer choque, *b*) las velocidades de *B* y *C* inmediatamente después del segundo choque. *c*) Si ahora se supone que se suspenden *n* esferas del techo y que la primera se jala y suelta como se describió, determine la velocidad de la última esfera después de que recibe el primer golpe. *d*) Utilice el resultado del inciso *c*) para obtener la velocidad de la última esfera cuando $n = 6$ y $e = 0.95$.

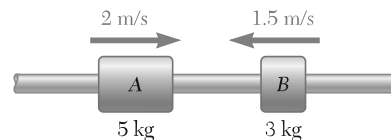


Figura P13.155

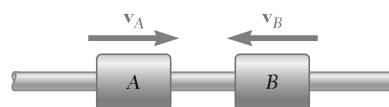


Figura P13.156

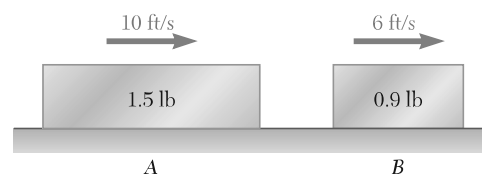


Figura P13.157 y P13.158

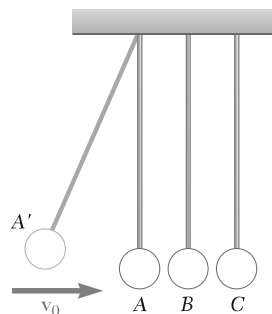


Figura P13.160

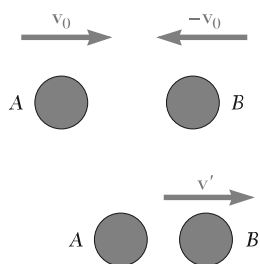


Figura P13.161

13.161 Dos discos que se deslizan sobre un plano horizontal sin fricción con velocidades opuestas de la misma magnitud v_0 chocan entre sí de manera frontal. Se sabe que el disco A tiene una masa de 3 kg y se observa que su velocidad es cero después del impacto. Determine *a)* la masa del disco B si se sabe que el coeficiente de restitución entre los dos discos es de 0.5, *b)* el intervalo de posibles valores de la masa del disco B si se desconoce el coeficiente de restitución entre los dos discos.

13.162 Los paquetes de una fábrica de refacciones para automóviles se transportan hacia el muelle de descarga empujándolos a lo largo de una pista de rodillos con muy poca fricción. En el instante que se indica los paquetes B y C se encuentran en reposo y el paquete A tiene una velocidad de 2 m/s. Si se sabe que el coeficiente de restitución entre los paquetes es de 0.3, determine *a)* la velocidad del paquete C después de que A golpea a B y B golpea a C, *b)* la velocidad de A después de que éste golpea a B por segunda vez.

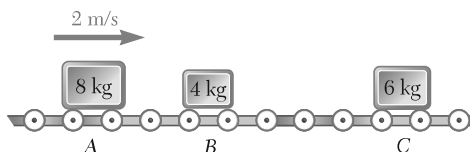


Figura P13.162

13.163 Uno de los requerimientos para que se utilicen pelotas de tenis en una competencia oficial es que, cuando se dejen caer sobre una superficie rígida desde una altura de 100 in., la altura del primer rebote de la pelota debe estar en el intervalo 53 in. $\leq h \leq 58$ in. Determine el intervalo del coeficiente de restitución de las pelotas de tenis que cumpla con este requisito.

13.164 Demuestre que para una pelota que golpea una superficie fija sin fricción, $\alpha > \theta$. También demuestre que el porcentaje perdido en energía cinética debido al impacto es $100(1 - e^2) \cos^2 \theta$.

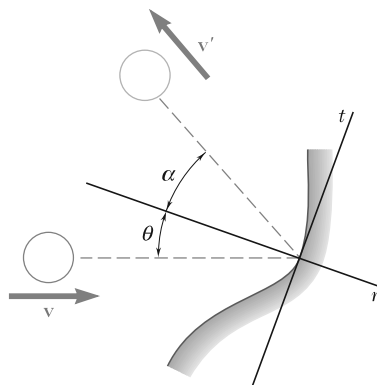


Figura P13.164

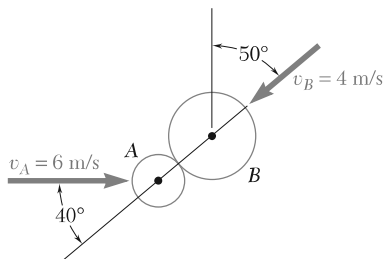


Figura P13.165

13.165 Una pelota A de 600 g que se mueve a una velocidad con magnitud de 6 m/s golpea, como se muestra en la figura, a una pelota B de 1 kg que tiene una velocidad con magnitud de 4 m/s. Si se sabe que el coeficiente de restitución es de 0.8 y se supone que no hay fricción, determine la velocidad de cada pelota después del impacto.

13.166 Dos discos de hockey idénticos se mueven sobre una pista a la misma rapidez de 3 m/s en direcciones paralelas y opuestas cuando chocan entre sí en la forma indicada. Si se supone un coeficiente de restitución $e = 1$, determine la magnitud y dirección de la velocidad de cada disco después del impacto.

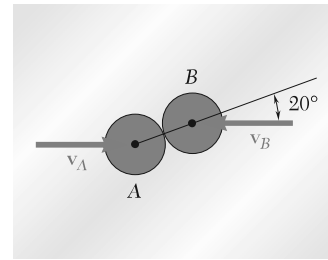


Figura P13.166

13.167 Dos bolas de billar idénticas con un diámetro de 2.37 in., pueden moverse libremente sobre una mesa de billar. La bola B se encuentra en reposo y la bola A tiene una velocidad inicial $\mathbf{v} = v_0 \mathbf{i}$. a) Si se sabe que $b = 2$ in. y $e = 0.7$, determine la velocidad de cada bola después del impacto. b) Demuestre que si $e = 1$, las velocidades finales de las bolas forman un ángulo recto para todos los valores de b .

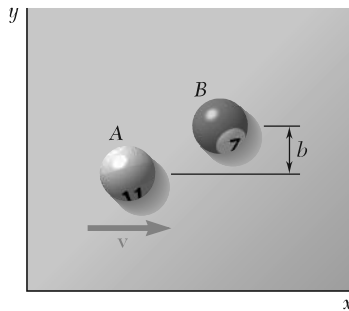


Figura P13.167

13.168 El coeficiente de restitución entre dos bolas de billar A y B de 2.37 in. de diámetro es igual a 0.9. La bola A se mueve en la dirección indicada con una velocidad de 3 ft/s cuando golpea a la bola B, que está en reposo. Si se sabe que después del impacto B se mueve en la dirección x , determine a) el ángulo θ , b) la velocidad de B después del impacto.

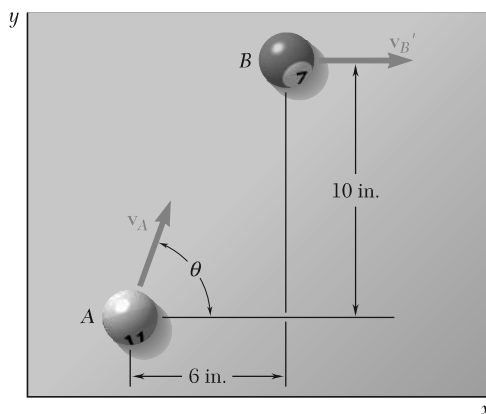


Figura P13.168

13.169 Un muchacho ubicado en A, que es el punto medio entre el centro O de una pared semicircular y la propia pared, lanza una pelota hacia la pared en una dirección que forma un ángulo de 45° con OA. Si se sabe que después de golpear la pared la pelota rebota en una dirección paralela a OA, determine el coeficiente de restitución entre la pelota y la pared.

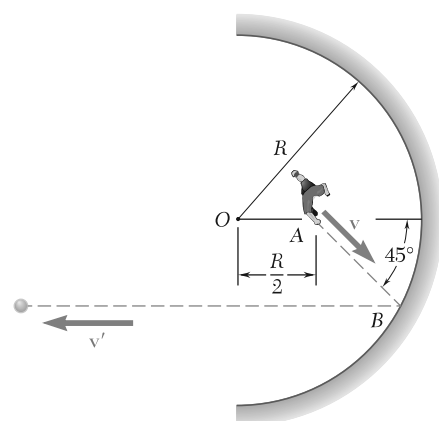


Figura P13.169

13.170 Una niña lanza una pelota en una pared inclinada desde una altura de 1.2 m, golpeando la pared en A con una velocidad horizontal v_0 de 15 m/s de magnitud. Si se sabe que el coeficiente de restitución entre la pelota y la pared es de 0.9 y se ignora la fricción, determine la distancia d desde el pie de la pared hasta el punto B donde la pelota golpea el suelo después de rebotar en la pared.

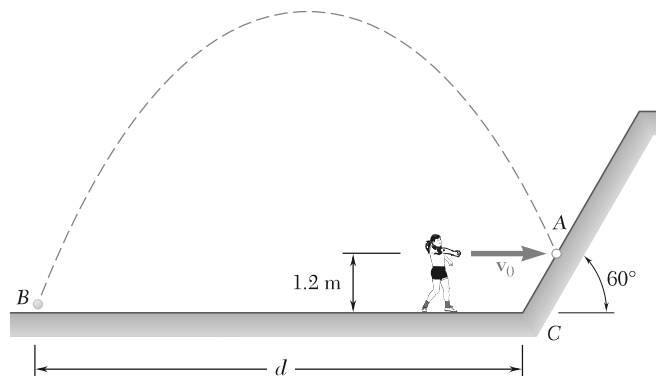


Figura P13.170

13.171 Una pelota golpea el suelo en A con una velocidad v_0 de 16 ft/s a un ángulo de 60° con la horizontal. Si se sabe que $e = 0.6$ entre la pelota y el suelo y que después del rebote la pelota llega al punto B con una velocidad horizontal, determine a) las distancias h y d , b) la velocidad de la pelota cuando llega a B.

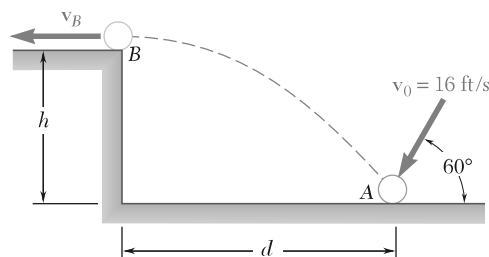


Figura P13.171

13.172 Una esfera rebota como se muestra en la figura, después de golpear un plano inclinado con una velocidad vertical v_0 de magnitud $v_0 = 15$ ft/s. Si se sabe que $\alpha = 30^\circ$ y $e = 0.8$ entre la esfera y el plano, determine la altura h que alcanza la esfera.

13.173 Una esfera rebota como se muestra en la figura, después de golpear un plano inclinado con una velocidad vertical v_0 de magnitud $v_0 = 20$ ft/s. Determine el valor de α que maximizará la distancia horizontal que recorre la pelota antes de alcanzar su máxima altura h suponiendo que el coeficiente de restitución entre la pelota y el suelo es a) $e = 1$, b) $e = 0.8$.

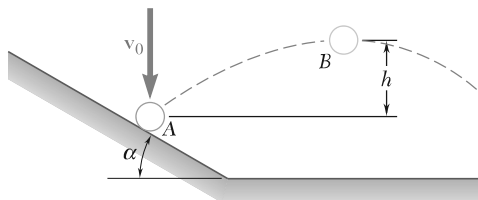


Figura P13.172 y P13.173

13.174 Un bloque B de 1 kg se mueve con una velocidad v_0 de magnitud $v_0 = 2$ m/s cuando golpea una esfera A de 0.5 kg, la cual está en reposo y cuelga de una cuerda amarrada en O . Si se sabe que $\mu_k = 0.6$ entre el bloque y la superficie horizontal y que $e = 0.8$ entre el bloque y la esfera, determine después del impacto, *a*) la altura máxima h alcanzada por la esfera, *b*) la distancia x recorrida por el bloque.

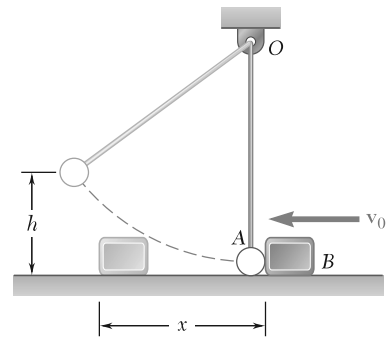


Figura P13.174

13.175 Un bloque B de 1.5 kg está unido a un resorte no deformado de constante $k = 80$ N/m y está en reposo sobre una superficie horizontal sin fricción cuando lo golpea un bloque idéntico A que se mueve a una rapidez de 5 m/s. Considerando de manera sucesiva los casos en los que el coeficiente de restitución entre los dos bloques es 1) $e = 1$, 2) $e = 0$, determine *a*) la deflexión máxima del resorte, *b*) la velocidad final del bloque A .

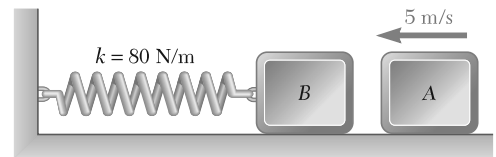


Figura P13.175

13.176 El bloque A se libera desde el reposo y se desliza hacia abajo sobre la superficie sin fricción de B hasta que golpea un tope en el extremo derecho de B . El bloque A tiene una masa de 10 kg y el objeto B tiene una masa de 30 kg, además B puede rodar libremente sobre el suelo. Determine las velocidades de A y B inmediatamente después del impacto cuando *a*) $e = 0$, *b*) $e = 0.7$.

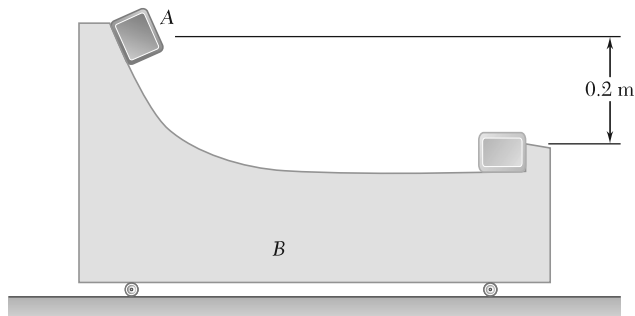


Figura P13.176

13.177 Una pelota de 90 g que se lanza con una velocidad horizontal v_0 golpea una placa de 720 g empotrada en una pared vertical a una altura de 900 mm sobre el suelo. Se observa que, después del rebote, la pelota golpea el suelo a una distancia de 480 mm de la pared cuando la placa está unida rígidamente a la pared (figura 1) y a una distancia de 220 mm cuando entre la placa y la pared se coloca un colchón de caucho (figura 2). Determine *a*) el coeficiente de restitución e entre la pelota y la placa, *b*) la velocidad inicial v_0 , de la pelota.

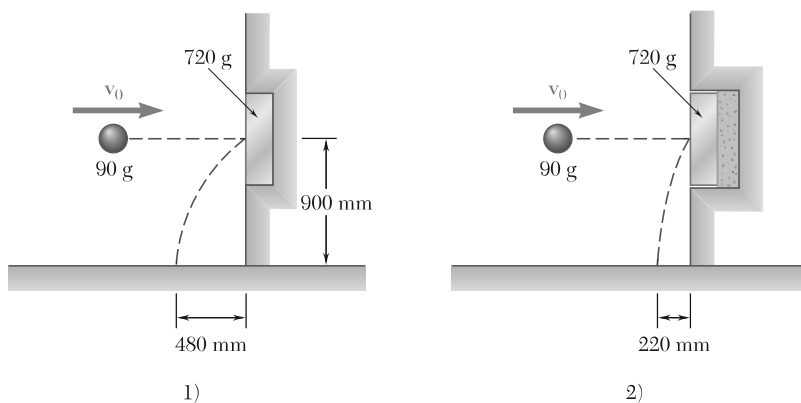


Figura P13.177

13.178 Una esfera A de 1.3 lb se deja caer desde una altura de 1.8 ft sobre una placa B de 2.6 lb, la cual se sostiene mediante un conjunto de resortes entrelazados y está inicialmente en reposo. Si se sabe que el coeficiente de restitución entre la esfera y la placa es $e = 0.8$, determine *a*) la altura h que alcanza la esfera después del rebote, *b*) la constante k de un solo resorte que sea equivalente al conjunto dado si se observó que la máxima deflexión de la placa es igual a $3h$.

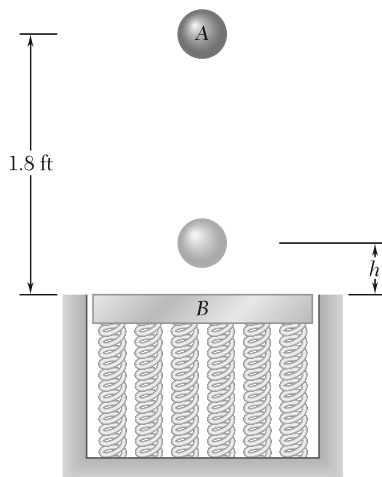


Figura P13.178 y P13.179

13.179 Una esfera A de 1.3 lb se deja caer desde una altura de 1.8 ft sobre una placa B de 2.6 lb, la cual se sostiene mediante un conjunto de resortes entrelazados y está inicialmente en reposo. Si se sabe que el conjunto de resortes es equivalente a un solo resorte de constante $k = 5 \text{ lb/in.}$, determine *a*) el valor del coeficiente de restitución entre la esfera y la placa para el cual la altura h que alcanza la esfera después de rebotar es máxima, *b*) el valor correspondiente de h , *c*) el valor correspondiente de la deflexión máxima de la placa.

13.180 Dos automóviles de la misma masa chocan frontalmente en el punto C . Después del choque, los automóviles patinan con los frenos aplicados y se detienen en la posición que se indica en la parte inferior de la figura. Si se sabe que la rapidez del automóvil A justo antes del impacto era de 5 mi/h y que el coeficiente de fricción cinética entre el pavimento y los neumáticos de ambos automóviles es de 0.30, determine *a*) la rapidez del automóvil B justo antes del impacto, *b*) el coeficiente de restitución efectivo entre los dos automóviles.

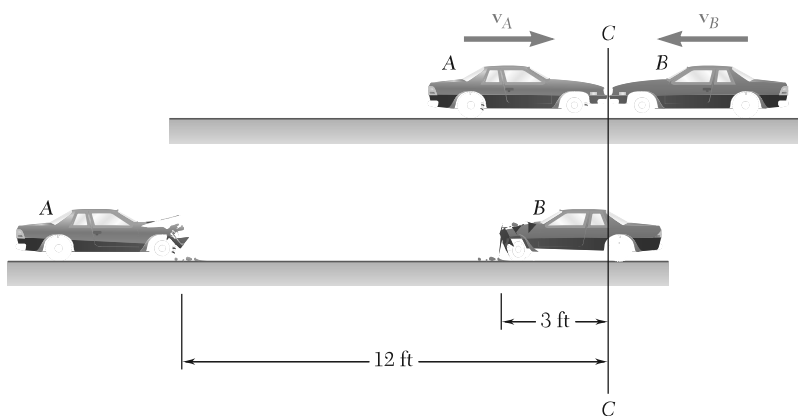


Figura P13.180

13.181 Cada uno de los bloques A y B tiene una masa de 0.8 lb y la masa del bloque C es igual a 2.4 lb. El coeficiente de fricción entre los bloques y el plano es $\mu_k = 0.30$. En un principio el bloque A se mueve a una rapidez $v_0 = 15$ ft/s y el bloque B y el C están en reposo (figura 1). Después de que A choca con B y B choca con C, los tres bloques quedan en reposo en la posición indicada (figura 2). Determine *a*) los coeficientes de restitución entre A y B y entre B y C, *b*) el desplazamiento x del bloque C.

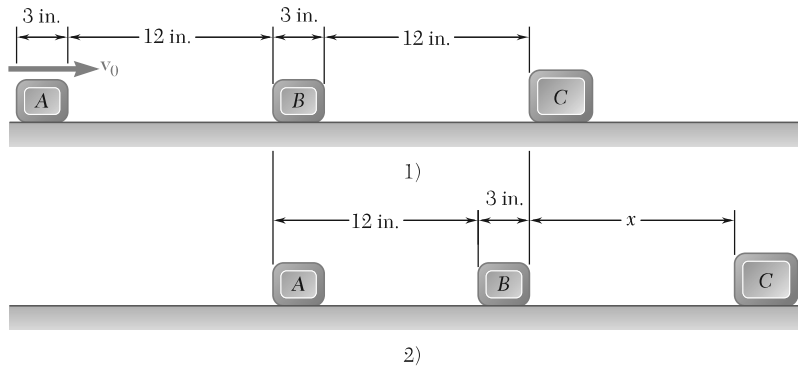


Figura P13.181

13.182 Los tres bloques que se muestran son idénticos. Los bloques B y C están en reposo cuando el bloque B golpea el bloque A, el cual se mueve con una velocidad v_A de 3 ft/s. Luego del impacto, que se supone perfectamente plástico ($e = 0$), la velocidad de los bloques A y B disminuye debido a la fricción, mientras que el bloque C adquiere rapidez, hasta que los tres bloques se mueven con la misma velocidad v . Si se sabe que el coeficiente de fricción cinética entre todas las superficies es $\mu_k = 0.20$, determine *a*) el tiempo requerido para que los tres bloques alcancen la misma velocidad, *b*) la distancia total recorrida por cada bloque durante ese tiempo.

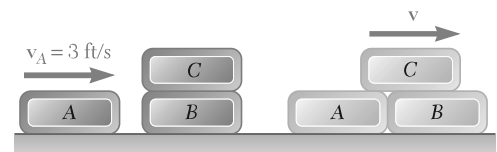


Figura P13.182

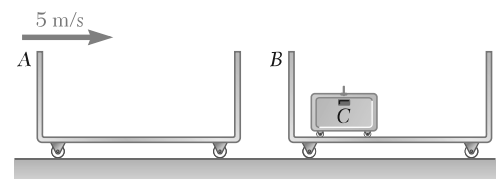


Figura P13.183

13.183 Después de haber sido empujado por el empleado de una aerolínea, un carrito de equipaje A vacío de 40 kg golpea un carrito B idéntico con una velocidad de 5 m/s, el cual contiene una maleta de 15 kg equipada con ruedas. El impacto causa que la maleta ruede hacia la pared izquierda del carrito B. Si se sabe que el coeficiente de restitución entre los dos carritos es de 0.80 y que el coeficiente de restitución entre la maleta y la pared del carrito es de 0.30, determine *a*) la velocidad del carrito B después de que la maleta golpea la pared por primera vez, *b*) la energía total perdida en el impacto.

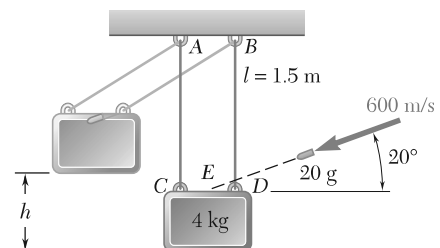


Figura P13.184

13.184 Una bala de 20 g se dispara contra un bloque de madera de 4 kg que está suspendido de las cuerdas AC y BD, penetra el bloque en el punto E, a la mitad entre C y D, sin que golpee a la cuerda BD. Determine *a*) la altura máxima h a la cual el bloque y la bala incrustada oscilarán después del impacto, *b*) el impulso total ejercido sobre el bloque por las dos cuerdas durante el impacto.

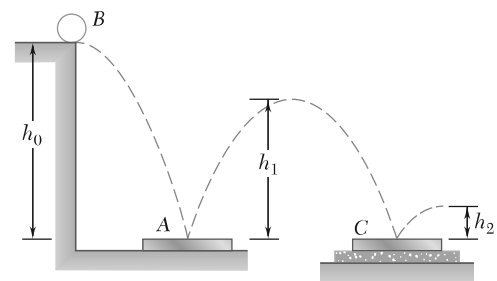


Figura P13.185

13.185 Una pelota B de 70 g que se deja caer desde una altura $h_0 = 1.5$ m alcanza una altura $h_2 = 0.25$ m después de rebotar dos veces en placas idénticas de 210 g. La placa A descansa directamente sobre suelo duro, mientras que la placa C lo hace sobre un colchón de caucho. Determine *a*) el coeficiente de restitución entre la pelota y las placas, *b*) la altura h_1 del primer rebote de la pelota.

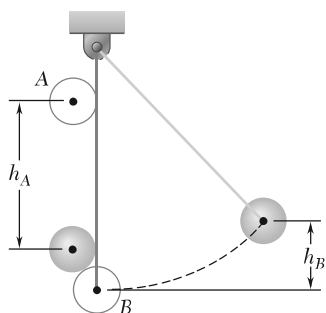


Figura P13.186

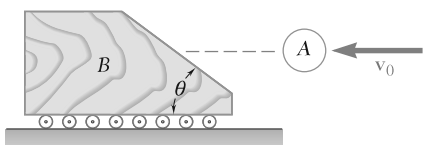


Figura P13.187

13.186 La pelota B cuelga de una cuerda inextensible. Una pelota idéntica A se suelta desde el reposo cuando justo toca la cuerda y cae a través de la distancia vertical $h_A = 8$ in. antes de golpear la pelota B . Si se supone que $e = 0.9$ y se considera que no hay fricción, determine el desplazamiento vertical máximo resultante h_B de la bola B .

13.187 Una esfera A de 700 g que se mueve con una velocidad v_0 paralela al suelo incide sobre la cara inclinada de una cuña B de 2.1 kg, la cual puede rodar libremente sobre el suelo y se encuentra en un principio en reposo. Después del impacto se observa desde el suelo que la esfera se mueve hacia arriba en línea recta. Si se sabe que el coeficiente de restitución entre la esfera y la cuña es $e = 0.6$, determine a) el ángulo θ que la cara inclinada de la cuña forma con la horizontal, b) la energía que se pierde debido al impacto.

13.188 Cuando la cuerda que se muestra en la figura está a un ángulo de $\alpha = 30^\circ$ la esfera A de 2 lb tiene una rapidez $v_0 = 2$ ft/s. El coeficiente de restitución entre A y la cuña B de 4 lb es 0.8 y la longitud de la cuerda $l = 3$ ft. La constante del resorte tiene un valor de 100 lb/ft y $\theta = 20^\circ$. Determine la velocidad de A y B inmediatamente después del impacto.

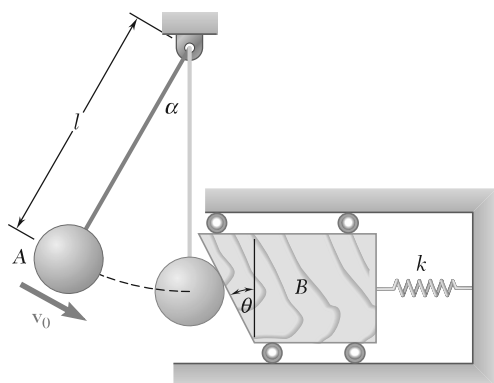


Figura P13.188

13.189 Cuando la cuerda que se muestra en la figura está a un ángulo de $\alpha = 30^\circ$ la esfera A de 0.5 kg tiene una rapidez $v_0 = 1.2$ m/s. El coeficiente de restitución entre A y la cuña B de 0.9 kg es 0.7 y la longitud de la cuerda $l = 0.8$ m. La constante del resorte tiene un valor de 500 N/m y $\theta = 20^\circ$. Determine la velocidad de A y B inmediatamente después del impacto.

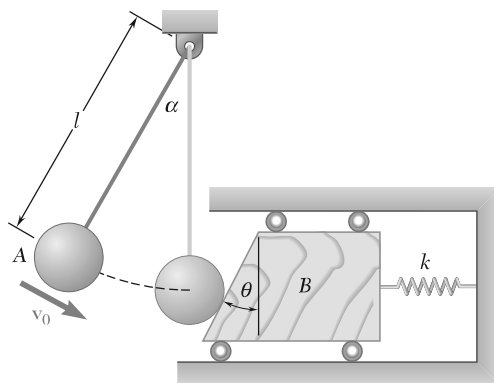


Figura P13.189