

Problemas

12.1 El valor de g en cualquier latitud ϕ puede obtenerse mediante la fórmula

$$g = 32.09 (1 + 0.0053 \sin^2 \phi) \text{ ft/s}^2$$

la cual toma en cuenta el efecto de la rotación de la Tierra junto con el hecho de que ésta no es realmente esférica. Determine con una exactitud de cuatro cifras significativas *a*) el peso en libras, *b*) la masa en libras, *c*) la masa en $\text{lb} \cdot \text{s}^2/\text{ft}$, en las latitudes de 0° , 45° , 60° , de una barra de plata, cuya masa se ha designado oficialmente igual a 5 lb.

12.2 La aceleración debida a la gravedad en la Luna es de 1.62 m/s^2 . Determine *a*) el peso en newtons y *b*) la masa en kilogramos en la Luna, para una barra de oro, cuya masa se ha designado de manera oficial igual a 2 kg.

12.3 Un satélite de 200 kg está en una órbita circular a 1 500 km por encima de la superficie de Venus. La aceleración debida a la atracción gravitacional de Venus a esta altura es de 5.52 m/s^2 . Determine la magnitud de la cantidad de movimiento lineal del satélite, si se sabe que su rapidez orbital es de $23.4 \times 10^3 \text{ km/h}$.

12.4 Una báscula de resorte *A* y una báscula de brazo *B* que tienen brazos de palanca iguales se fijan al techo de un elevador, y se les cuelgan paquetes idénticos en la forma mostrada. Si se sabe que cuando el elevador se mueve hacia abajo con una aceleración de 4 ft/s^2 la báscula de resorte indica una carga de 14.1 lb, determine *a*) el peso de los paquetes, *b*) la carga indicada por la báscula de resorte y la masa necesaria para equilibrar la báscula de brazo cuando el elevador asciende con una aceleración de 4 ft/s^2 .

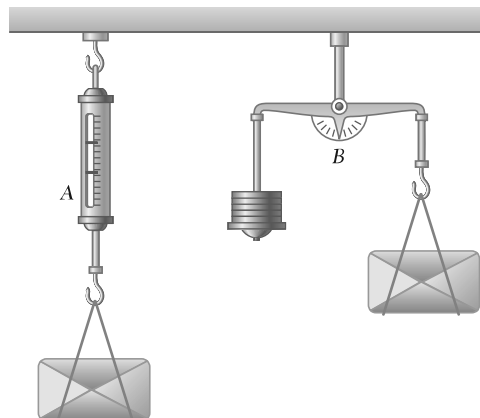


Figura P12.4

12.5 Un jugador de hockey golpea un disco de manera que éste vuelve al reposo en 9 s, después de deslizarse durante 30 m sobre el hielo. Determine *a*) la velocidad inicial del disco, *b*) el coeficiente de fricción entre el disco y el hielo.

12.6 Determine la máxima rapidez teórica que puede alcanzar un automóvil, que parte desde el reposo, después de recorrer 400 m. Suponga que existe un coeficiente de fricción estática de 0.80 entre las llantas y el pavimento y que *a*) el automóvil tiene tracción en las ruedas delanteras, las cuales soportan 62 por ciento del peso del automóvil, *b*) el automóvil tiene tracción en las ruedas traseras, las cuales soportan 43 por ciento del peso del automóvil.

12.7 En previsión de una larga pendiente ascendente de 7° , un conductor de autobús acelera a una razón constante de 3 ft/s^2 cuando todavía está en una sección plana de la carretera. Si se sabe que la rapidez del autobús es de 60 mi/h cuando comienza a subir la pendiente y el conductor no cambia la posición de su acelerador ni cambia de velocidad, determine la distancia recorrida por el autobús sobre la pendiente cuando su rapidez ha disminuido a 50 mi/h .

12.8 Si la distancia de frenado de un automóvil desde 60 mph es de 150 ft sobre un pavimento plano, determine la distancia de frenado del automóvil desde 60 mph cuando está *a*) subiendo una pendiente de 5° , *b*) bajando por un plano inclinado a 3 por ciento. Suponga que la fuerza de frenado es independiente del grado de inclinación.

12.9 Un paquete de 20 kg se encuentra en reposo sobre un plano inclinado cuando se le aplica una fuerza \mathbf{P} . Determine la magnitud de \mathbf{P} si se requieren 10 s para que el paquete recorra 5 m hacia arriba por el plano inclinado. Los coeficientes de fricción estática y cinética entre el paquete y el plano inclinado son iguales a 0.3 .

12.10 La aceleración de un paquete que se desliza en el punto A es de 3 m/s^2 . Si se supone que el coeficiente de fricción cinética es el mismo para cada sección, determine la aceleración del paquete en el punto B .

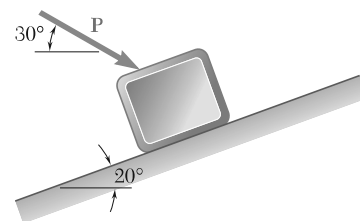


Figura P12.9

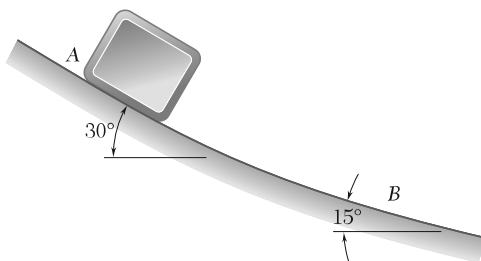


Figura P12.10

12.11 Los dos bloques que se muestran en la figura se encuentran originalmente en reposo. Si se desprecian las masas de las poleas y el efecto de fricción en éstas y entre el bloque A y la superficie horizontal, determine *a*) la aceleración de cada bloque, *b*) la tensión en el cable.

12.12 Los dos bloques que se muestran en la figura se encuentran originalmente en reposo. Si se desprecian las masas de las poleas y el efecto de fricción en éstas y se supone que los componentes de fricción entre el bloque A y la superficie horizontal son $\mu_s = 0.25$ y $\mu_k = 0.20$, determine *a*) la aceleración de cada bloque, *b*) la tensión en el cable.

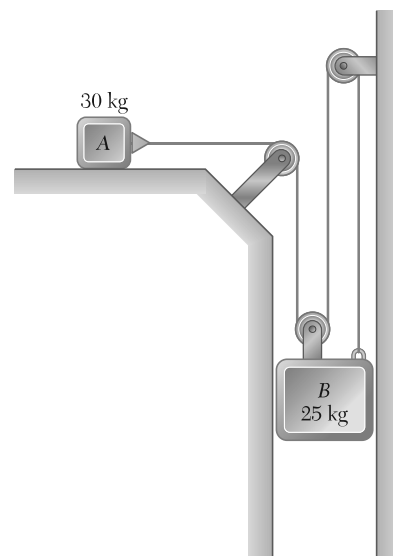


Figura P12.11 y P12.12

12.13 Los coeficientes de fricción entre la carga y la plataforma plana del camión que se muestra en la figura son $\mu_s = 0.40$ y $\mu_k = 0.30$. Si se sabe que la rapidez del vehículo es de 45 mi/h, determine la distancia más corta en la que el camión puede detenerse por completo sin que la carga se mueva.

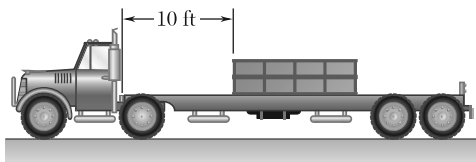


Figura P12.13

12.14 Un tractocamión viaja a 60 mi/h cuando el conductor aplica los frenos. Si se sabe que las fuerzas de frenado del tractor y el remolque son, respectivamente, 3 600 lb y 13 700 lb, determine *a*) la distancia recorrida por el tractocamión antes de detenerse, *b*) la componente horizontal de la fuerza en el enganche entre el tractor y el remolque mientras éstos van frenando.



Figura P12.14

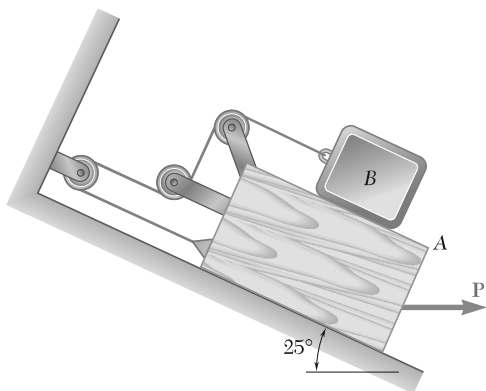


Figura P12.15 y P12.16

12.15 El bloque A tiene una masa de 40 kg y el bloque B de 8 kg. Los coeficientes de fricción entre todas las superficies de contacto son $\mu_s = 0.20$ y $\mu_k = 0.15$. Si $P = 0$, determine *a*) la aceleración del bloque B, *b*) la tensión en la cuerda.

12.16 El bloque A tiene una masa de 40 kg y el bloque B de 8 kg. Los coeficientes de fricción entre todas las superficies de contacto son $\mu_s = 0.20$ y $\mu_k = 0.15$. Si se sabe que $P = 40 \text{ N} \rightarrow$, determine *a*) la aceleración del bloque B, *b*) la tensión en la cuerda.

12.17 Las cajas A y B están en reposo sobre una banda transportadora que se encuentra inicialmente en reposo. La banda se empieza a mover de manera repentina en la dirección ascendente de manera que ocurre deslizamiento entre la banda y las cajas. Si los coeficientes de fricción cinética entre la banda y las cajas son $(\mu_k)_A = 0.30$ y $(\mu_k)_B = 0.32$, determine la aceleración inicial de cada caja.

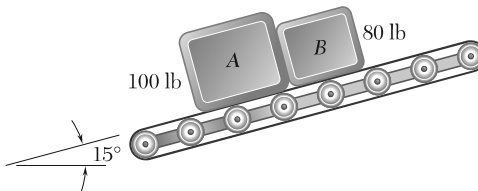


Figura P12.17

12.18 Si el sistema mostrado inicia desde el reposo, encuentre la velocidad en $t = 1.2 \text{ s}$ a) del collarín A , b) del collarín B . No tome en cuenta las masas de las poleas y el efecto de la fricción.

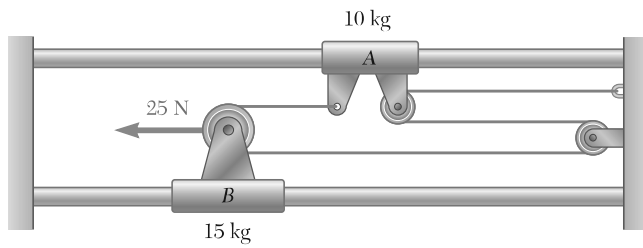


Figura P12.18

12.19 Cada uno de los sistemas que se muestran en la figura está al principio en reposo. Si se ignora la fricción del eje y las masas de las poleas, determine para cada sistema a) la aceleración del bloque A , b) la velocidad del bloque A después de que éste se ha movido 10 ft, c) el tiempo que se requiere para que el bloque A alcance una velocidad de 20 ft/s.

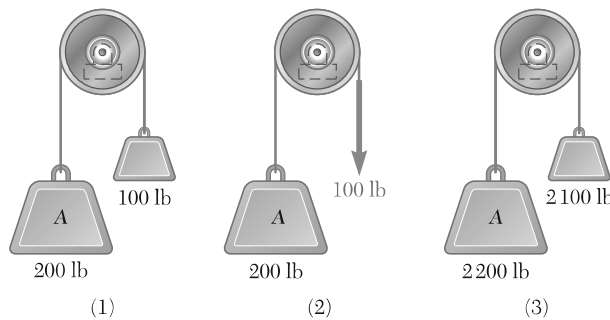


Figura P12.19

12.20 Un hombre que está parado dentro de un elevador, el cual se mueve con una aceleración constante, sostiene un bloque B de 3 kg entre otros dos bloques de tal forma que el movimiento de B en relación con A y C es inminente. Si se sabe que los coeficientes de fricción entre todas las superficies son $\mu_s = 0.30$ y $\mu_k = 0.25$, determine a) la aceleración del elevador si se está moviendo hacia arriba y cada una de las fuerzas ejercidas por el hombre sobre los bloques A y C tiene una componente horizontal igual al doble del peso de B , b) las componentes horizontales de las fuerzas ejercidas por el hombre sobre los bloques A y C si la aceleración del elevador es de 2.0 m/s^2 hacia abajo.

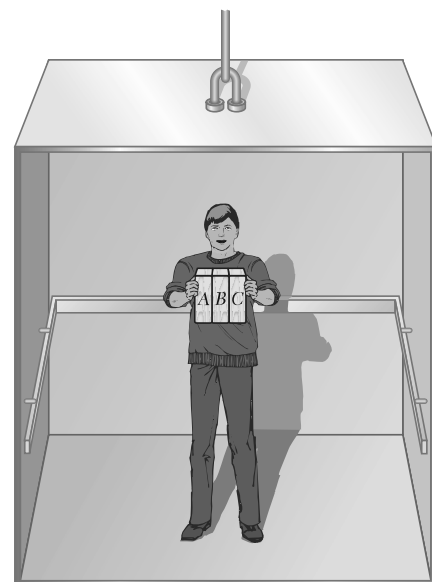


Figura P12.20

12.21 Un paquete está en reposo sobre una banda transportadora que en un principio se encuentra en reposo. La banda empieza a moverse hacia la derecha durante 1.3 s con una aceleración constante de 2 m/s^2 . Después la banda se mueve con una desaceleración constante a_2 y se detiene después de un desplazamiento total de 2.2 m. Si los coeficientes de fricción entre el paquete y la banda son $\mu_s = 0.35$ y $\mu_k = 0.25$, determine a) la desaceleración a_2 de la banda, b) el desplazamiento del paquete relativo a la banda cuando ésta se detiene.

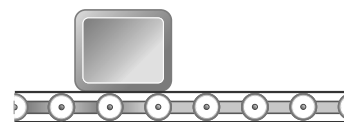


Figura P12.21

12.22 Para transportar una serie de bultos de tejas *A* hasta el techo, un contratista utiliza un montacargas motorizado compuesto por una plataforma horizontal *BC* que se monta sobre los rieles unidos a los lados de una escalera. El montacargas empieza su movimiento desde el reposo, al principio se mueve con una aceleración constante a_1 como se muestra en la figura. Después se desacelera a una tasa constante a_2 y se detiene en *D*, cerca de la parte superior de la escalera. Si se sabe que el coeficiente de fricción estática entre el bulto de tejas y la plataforma horizontal es de 0.30, determine la aceleración máxima permisible a_1 , y la desaceleración máxima permisible a_2 si el bulto no debe resbalarse sobre la plataforma.

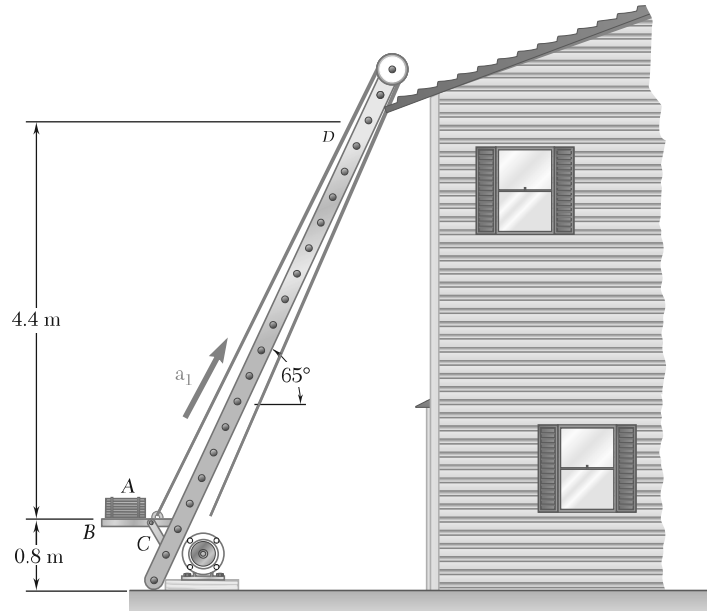


Figura P12.22

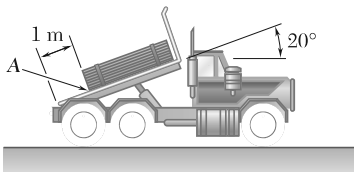


Figura P12.23

12.23 Para bajar de un camión una pila de madera comprimida, el conductor primero inclina la cama del vehículo y después acelera desde el reposo. Si se sabe que los coeficientes de fricción entre la lámina debajo de la madera comprimida y la cama son $\mu_s = 0.40$ y $\mu_k = 0.30$, determine *a)* la aceleración mínima del camión que provocará el deslizamiento de la pila de madera comprimida, *b)* la aceleración del camión que ocasionará que la esquina *A* de la pila de madera llegue al extremo de la cama en 0.9 s.

12.24 Los propulsores de un barco de peso W pueden producir una fuerza impulsora F_0 ; producen una fuerza de la misma magnitud pero dirección opuesta cuando los motores se invierten. Si se sabe que el barco se desplaza hacia delante a su rapidez máxima v_0 cuando los motores se pusieron en reversa, determine la distancia que recorre el barco antes de detenerse. Suponga que la resistencia a la fricción del agua varía directamente con el cuadrado de la velocidad.

12.25 Se aplica una fuerza constante P al pistón y a la varilla de masa total m para que se muevan en un cilindro lleno de aceite. Conforme se mueve el pistón, se obliga a que el aceite atraviese los orificios en el pistón y ejerza sobre este mismo una fuerza de magnitud kv en la dirección opuesta al movimiento del pistón. Si el pistón parte de reposo en $t = 0$ y $x = 0$, muestre que la ecuación que relaciona a x , v y t es lineal en cada una de las variables donde x es la distancia recorrida por el pistón y v es la rapidez del mismo.

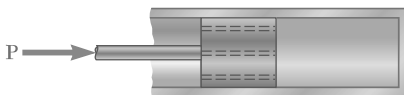


Figura P12.25

12.26 Un resorte AB de constante k se une a un soporte A y a un collarín de masa m . La longitud no alargada del resorte es l . Si se suelta el collarín desde el reposo en $x = x_0$ y se desprecia la fricción entre el collarín y la varilla horizontal, determine la magnitud de la velocidad del collarín cuando pasa por el punto C .

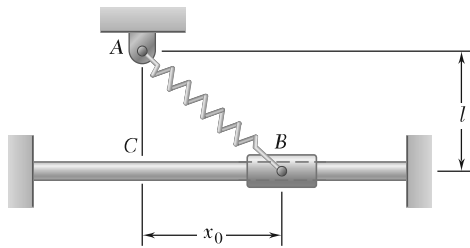


Figura P12.26

12.27 Determine la rapidez teórica máxima que puede alcanzar un automóvil de 2 700 lb, que parte desde el reposo, después de recorrer un cuarto de milla y tomando en cuenta la resistencia del aire. Suponga que el coeficiente de fricción estática es de 0.70 entre las llantas y el pavimento, que el automóvil tiene tracción delantera, que las ruedas delanteras soportan 62 por ciento del peso del automóvil, y que el arrastre aerodinámico D tiene una magnitud $D = 0.012v^2$, donde D y v se expresan en libras y ft/s, respectivamente.

12.28 Los coeficientes de fricción entre los bloques A y C y las superficies horizontales son $\mu_s = 0.24$ y $\mu_k = 0.20$. Si se sabe que $m_A = 5$ kg, $m_B = 10$ kg y $m_C = 10$ kg, determine *a*) la tensión en la cuerda, *b*) la aceleración de cada bloque.

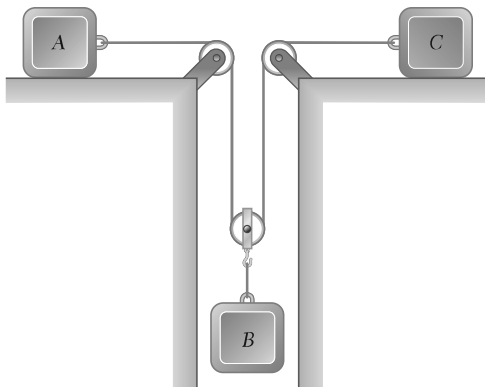


Figura P12.28

12.29 Retome el problema 12.28, y ahora suponga que $m_A = 5$ kg, $m_B = 10$ kg y $m_C = 20$ kg.

12.30 Los bloques A y B pesan 20 lb cada uno, el bloque C pesa 14 lb y el bloque D 16 lb. Si se aplica una fuerza hacia abajo con una magnitud de 24 lb sobre el bloque D , determine *a*) la aceleración de cada bloque, *b*) la tensión en la cuerda ABC . No tome en cuenta los pesos de las poleas ni el efecto de la fricción.

12.31 Los bloques A y B pesan 20 lb cada uno, el bloque C pesa 14 lb y el bloque D 16 lb. Si se aplica una fuerza hacia abajo con una magnitud de 10 lb sobre el bloque B y el sistema inicia su movimiento desde el reposo, determine en $t = 3$ s la velocidad *a*) de D en relación con A , *b*) de C en relación con D . No tome en cuenta los pesos de las poleas ni el efecto de la fricción.

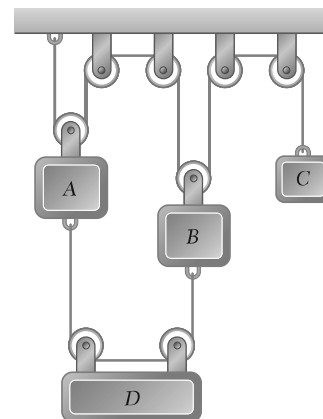


Figura P12.30 y P12.31

12.32 El bloque B de 15 kg está apoyado en el bloque A de 25 kg y unido a una cuerda a la cual se aplica una fuerza horizontal de 225 N, como se muestra en la figura. Sin tomar en cuenta la fricción, determine *a*) la aceleración del bloque A y *b*) la aceleración del bloque B relativa a A .

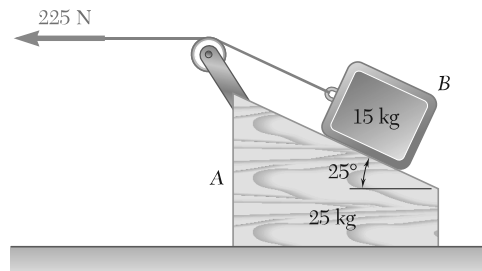


Figura P12.32

12.33 El bloque B con 10 kg de masa descansa sobre la superficie superior de una cuña A de 22 kg. Si se sabe que el sistema se libera desde el reposo y se desprecia la fricción, determine *a*) la aceleración de B y *b*) la velocidad de B en relación con A en $t = 0.5$ s.

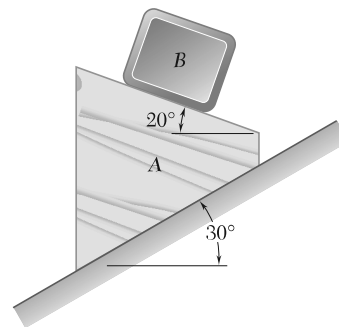


Figura P12.33

12.34 Un panel deslizable de 40 lb se sostiene mediante rodillos en B y C . Un contrapeso A de 25 lb se une a un cable como se muestra en la figura y, en los casos *a* y *c*, está inicialmente en contacto con un borde vertical del panel. Sin tomar en cuenta la fricción, determine en cada caso mostrado la aceleración del panel y la tensión en la cuerda inmediatamente después de que el sistema se libera desde el reposo.

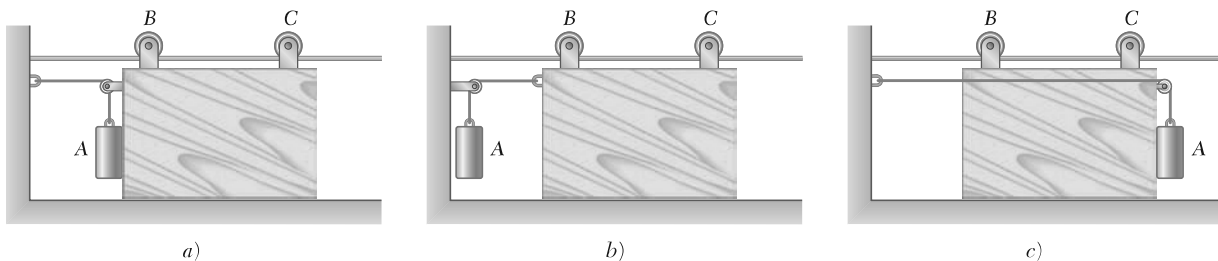


Figura P12.34

12.35 Una caja B de 500 lb está suspendida de un cable unido a una carretilla A de 40 lb que va montada sobre una viga I inclinada en la forma que se muestra. Si en el instante indicado la carretilla tiene una aceleración de 1.2 ft/s^2 hacia arriba y a la derecha, determine $a)$ la aceleración de B en relación con A y $b)$ la tensión en el cable CD .

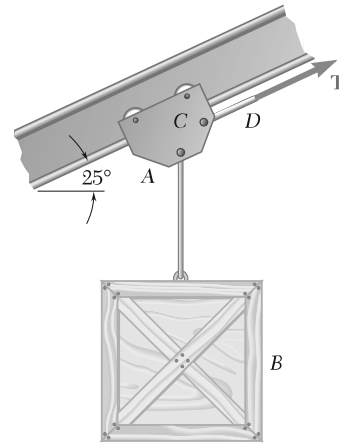


Figura P12.35

12.36 Durante la práctica de un lanzador de martillo, la cabeza A del martillo de 7.1 kg gira a una velocidad constante v en un círculo horizontal como se muestra en la figura. Si $\rho = 0.93 \text{ m}$ y $\theta = 60^\circ$, determine $a)$ la tensión en el alambre BC , $b)$ la rapidez de la cabeza del martillo.

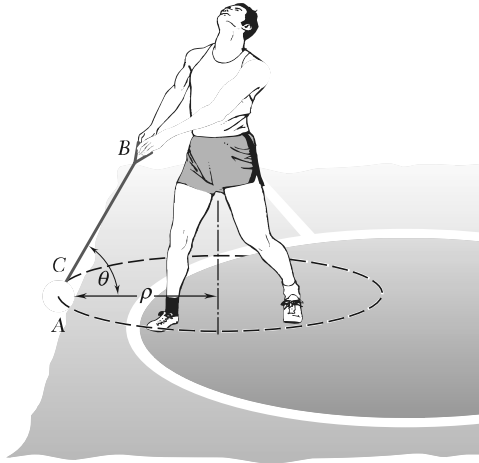


Figura P12.36

12.37 Una pelota atada A de 450 g se mueve a lo largo de una trayectoria circular a una rapidez constante de 4 m/s. Determine $a)$ el ángulo θ que forma la cuerda con el poste BC , $b)$ la tensión en la cuerda.

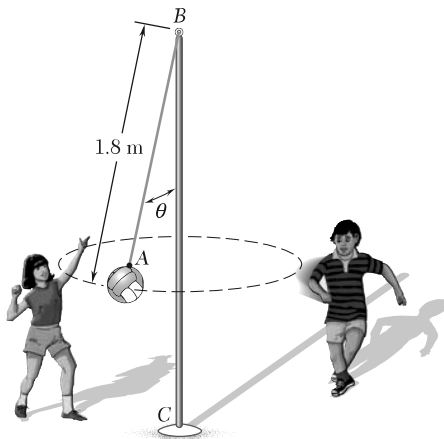


Figura P12.37

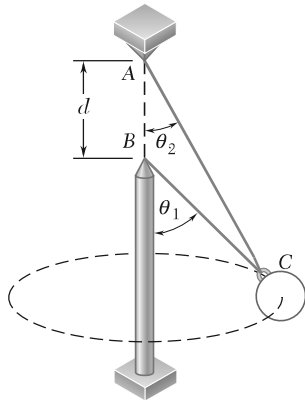


Figura P12.38, P12.39 y P12.40

12.38 Un alambre ACB de 80 in. de longitud pasa por un anillo en C , el cual está unido a una esfera que gira a una rapidez constante v en el círculo horizontal que se muestra en la figura. Si $\theta_1 = 60^\circ$ y $\theta_2 = 30^\circ$ y la tensión es la misma en ambas porciones del alambre, determine la rapidez v .

12.39 Un alambre ACB pasa por un anillo en C , el cual está unido a una esfera de 12 lb que gira a una rapidez constante v en el círculo horizontal que se muestra en la figura. Si $\theta_1 = 50^\circ$ y $d = 30$ in. y la tensión en ambas porciones del alambre es de 7.6 lb, determine *a*) el ángulo θ_2 y *b*) la rapidez v .

12.40 Dos alambres AC y BC están unidos a una esfera de 7 kg que gira a rapidez constante v en el círculo horizontal que se muestra en la figura. Si $\theta_1 = 55^\circ$ y $\theta_2 = 30^\circ$ y $d = 1.4$ m, determine el intervalo de valores de v para los cuales ambos alambres se mantienen tensos.

12.41 Una esfera D de 100 g se encuentra en reposo respecto al tambor ABC que gira a una razón constante. Sin tomar en cuenta la fricción, determine el intervalo de los valores permisibles de la velocidad v de la esfera, si ninguna de las fuerzas normales ejercidas por la esfera sobre las superficies inclinadas del tambor debe exceder 1.1 N.

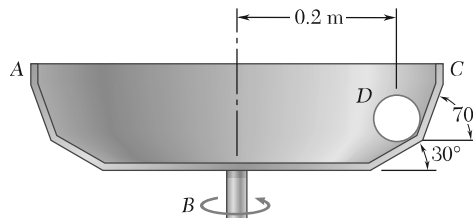


Figura P12.41

***12.42** Como parte de una exposición al aire libre, un modelo de la Tierra C de 12 lb se une a los alambres AC y BC y gira a rapidez constante v en el círculo horizontal que se muestra en la figura. Determine el intervalo de valores permisibles de v si ambos alambres permanecerán tensos y la tensión en cualquiera de ellos no será mayor que 26 lb.

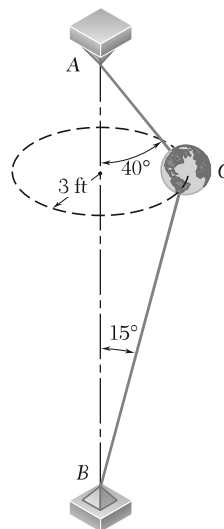


Figura P12.42

***12.43** Las esferas volantes de 1.2 lb del regulador centrífugo giran con rapidez constante v en el círculo horizontal de 6 in. de radio que se muestra en la figura. Sin tomar en cuenta los pesos de los eslabones AB , BC , AD y DE y con la restricción de que los eslabones sólo soportan fuerzas de tensión, determine el intervalo de valores permisibles de v de modo que las magnitudes de las fuerzas de los eslabones no excedan 17 lb.

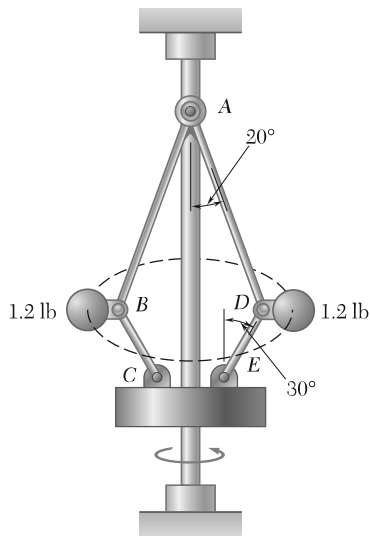


Figura P12.43

12.44 Un niño que tiene una masa de 22 kg se sienta sobre un columpio y un segundo niño lo mantiene en la posición mostrada. Si se desprecia la masa del columpio, determine la tensión en la cuerda AB a) mientras el segundo niño sostiene el columpio con sus brazos extendidos de manera horizontal, b) inmediatamente después de soltar el columpio.

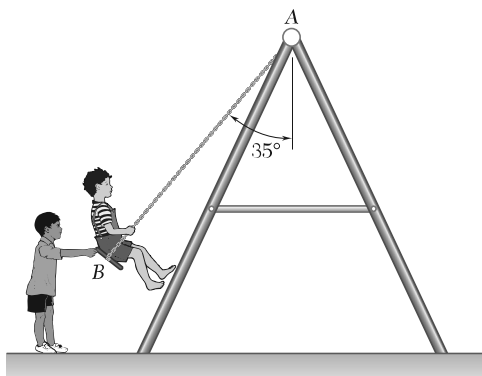


Figura P12.44

12.45 Una bola para demolición B de 60 kg está unida a un cable de acero AB de 15 m de largo y oscila en el arco vertical que se indica en la figura. Determine la tensión en el cable a) en la parte superior C de la oscilación y b) en la parte inferior D de la oscilación, donde la rapidez de B es igual a 4.2 m/s.

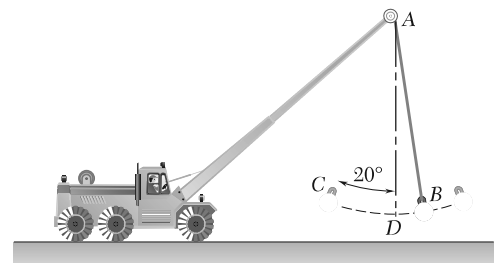


Figura P12.45

12.46 En el transcurso de una persecución a alta velocidad, un automóvil deportivo de 2 400 lb que viaja a una rapidez de 100 mi/h apenas pierde contacto con el camino cuando alcanza la cresta A de una colina. *a)* Determine el radio de curvatura ρ del perfil vertical del camino en A. *b)* Utilizando el valor de ρ que se encontró en el inciso *a)*, determine la fuerza que ejerce el asiento de un conductor de 160 lb que conduce un automóvil de 3 100 lb, cuando este último, viajando a rapidez constante de 50 mi/h, pasa por A.

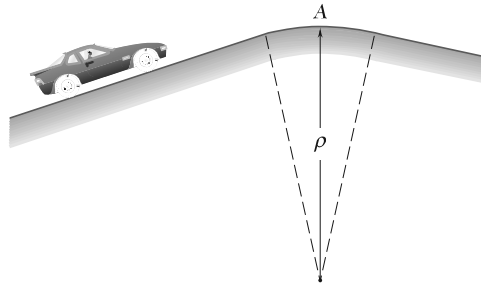


Figura P12.46

12.47 La porción mostrada de una pendiente para tobogán está contenida en un plano vertical. Las secciones AB y CD tienen los radios de curvatura que se indican en la figura, mientras que la sección BC es recta y forma un ángulo de 20° con la horizontal. Si el coeficiente de fricción cinética entre el trineo y la pendiente es de 0.10 y la rapidez del trineo es de 25 ft/s en B, determine la componente tangencial de la aceleración del trineo *a)* justo antes de llegar a B, *b)* justo después de pasar C.

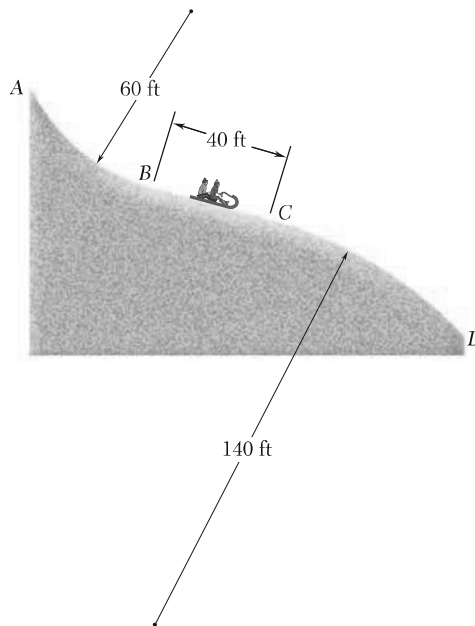


Figura P12.47

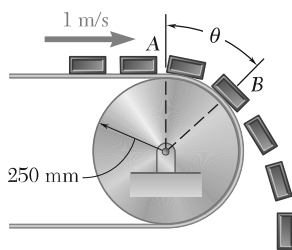


Figura P12.48

12.48 Una serie de pequeños paquetes, cada uno con una masa de 0.5 kg, se descarga desde una banda transportadora como se muestra en la figura. Si el coeficiente de fricción estática entre cada paquete y la banda transportadora es de 0.4, determine *a)* la fuerza ejercida por la banda sobre el paquete justo después de haber pasado el punto A, *b)* el ángulo θ que define al punto B donde los paquetes se *deslizan* por primera vez con respecto a la banda.

12.49 Una piloto de 54 kg vuela un jet de entrenamiento en una media vuelta vertical de 1 200 m de radio de manera que la velocidad del jet disminuye a razón constante. Si se sabe que los pesos aparentes de la piloto en los puntos A y C son respectivamente de 1 680 N y 350 N, determine la fuerza que ejerce sobre ella el asiento del jet cuando éste se encuentra en el punto B.

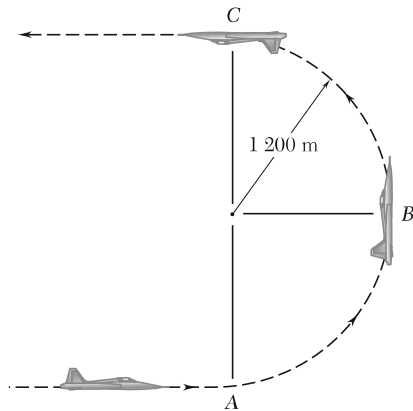


Figura P12.49

12.50 Un bloque B de 250 g se encuentra dentro de una pequeña cavidad cortada en el brazo OA, que gira en el plano vertical a razón constante de tal modo que $v = 3$ m/s. Si se sabe que el resorte ejerce una fuerza de magnitud $P = 1.5$ N sobre el bloque B, y sin tomar en cuenta la fuerza de fricción, determine el intervalo de valores de θ para los cuales el bloque B está en contacto con la cara de la cavidad más cercana al eje de rotación O.

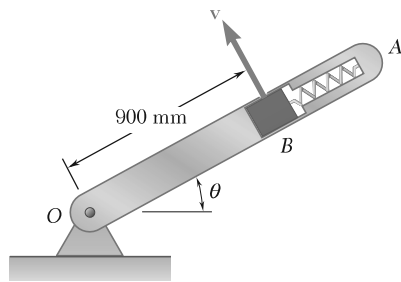


Figura P12.50

12.51 Una curva en una pista de carreras tiene un radio de 1000 ft y una rapidez máxima de 120 mi/h. (Vea en el problema resuelto 12.6 la definición de velocidad máxima.) Si se sabe que un automóvil de carreras comienza a derrapar sobre la curva cuando viaja a una rapidez de 180 mi/h, determine *a*) el ángulo θ del peralte, *b*) el coeficiente de fricción estática entre las llantas y la pista bajo las condiciones prevaletientes, *c*) la rapidez mínima a la cual el mismo automóvil podría pasar la curva sin dificultades.

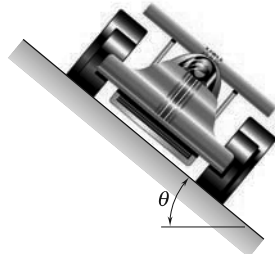


Figura P12.51

12.52 Un automóvil viaja sobre un camino peraltado a una rapidez constante v . Determine el intervalo de valores de v para los cuales el automóvil no patina. Expresar su respuesta en términos del radio r de la curva, el ángulo θ de peralte y el ángulo de fricción estática ϕ_s entre las llantas y el pavimento.

12.53 Los trenes de inclinación como el *American Flyer*, que viaja de Washington a Nueva York y Boston, están diseñados para desplazarse con seguridad a altas velocidades sobre secciones curvas de las vías que fueron diseñadas para trenes convencionales más lentos. Al entrar a una curva, cada vagón se inclina por medio de actuadores hidráulicos montados sobre sus plataformas. La característica de inclinación de los vagones incrementa también el confort de los pasajeros al eliminar o reducir de manera considerable la fuerza lateral \mathbf{F}_s (paralela al piso del vagón) a la cual los pasajeros se sienten sujetos. Para un tren que viaja a 100 mi/h sobre una sección curva de la vía con un ángulo de peralte $\theta = 6^\circ$ y con una rapidez máxima permitida de 60 mi/h, determine *a*) la magnitud de la fuerza lateral que siente un pasajero de peso W en un vagón estándar sin ninguna inclinación ($\phi = 0$), *b*) el ángulo de inclinación ϕ que se requiere si el pasajero no debe sentir ninguna fuerza lateral. (Vea en el problema resuelto 12.6 la definición de rapidez máxima.)

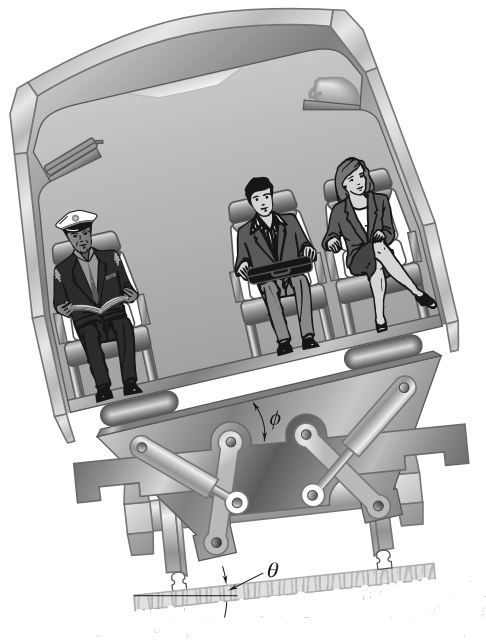


Figura P12.53 y P12.54

12.54 Las pruebas que se llevan a cabo con los trenes de inclinación descritos en el problema 12.53 revelan que los pasajeros se marean cuando miran a través de la ventana del vagón si el tren recorre una curva a alta velocidad, incluso sin sentir una fuerza lateral. En consecuencia, los diseñadores prefieren reducir, pero no eliminar esa fuerza. Para el caso del tren del problema 12.53, determine el ángulo de inclinación ϕ que se requiere si los pasajeros sintieran fuerzas laterales iguales a 10% de sus pesos.

12.55 Un pequeño collarín D de 300 g puede deslizarse sobre la porción AB de la barra que está doblada en la forma que se indica en la figura. Si se sabe que $\alpha = 40^\circ$ y que la barra gira alrededor del eje vertical AC a una razón constante de 5 rad/s, determine el valor de r para el cual el collarín no se deslizará sobre la barra, si se desprecia el efecto de la fricción entre la barra y el collarín.

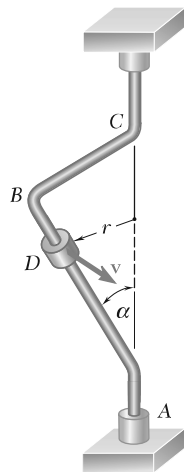


Figura P12.55, P12.56 y P12.57

12.56 Un pequeño collarín D de 200 g puede deslizarse sobre la porción AB de la barra que está doblada en la forma que se indica en la figura. Si se sabe que la barra gira alrededor del eje vertical AC a una razón constante y que $\alpha = 30^\circ$ y $r = 600$ mm, determine el intervalo de valores de la rapidez v para el cual el collarín no se deslizará sobre la barra, si el coeficiente de fricción estática entre la barra y el collarín es 0.30.

12.57 Un pequeño collarín D de 0.6 lb puede deslizarse sobre la porción AB de la barra que está doblada en la forma que se indica en la figura. Si se sabe que $r = 8$ in. y que la barra gira alrededor del eje vertical AC a una razón constante de 10 rad/s, determine el valor mínimo permisible del coeficiente de fricción estática entre el collarín y la barra si el collarín no debe deslizarse cuando a) $\alpha = 15^\circ$, b) $\alpha = 45^\circ$. Para cada caso indique la dirección del movimiento inminente.

12.58 Una ranura semicircular con 10 in. de radio se corta en una placa plana que gira alrededor de la vertical AD a una razón constante de 14 rad/s. Un bloque pequeño E de 8 lb está diseñado para deslizarse en la ranura mientras la placa gira. Si los coeficientes de fricción son $\mu_s = 0.35$ y $\mu_k = 0.25$, determine si el bloque se deslizará en la ranura cuando éste se libera en la posición correspondiente a a) $\theta = 80^\circ$, b) $\theta = 40^\circ$. También determine la magnitud y la dirección de la fuerza de fricción ejercida sobre el bloque inmediatamente después de ser liberado.

12.59 Tres segundos después de que una pulidora empezó a moverse a partir del reposo, se observa el vuelo de pequeñas borlas de lana que salen de la circunferencia de 225 mm de diámetro de la almohadilla de pulido. Si la pulidora se enciende de tal manera que la lana de la circunferencia se somete a una aceleración constante tangencial de 4 m/s^2 , determine a) la rapidez v de la borla cuando ésta se desprende de la almohadilla y b) la magnitud de la fuerza que se requiere para liberar la borla si la masa promedio de ésta es de 1.6 mg.

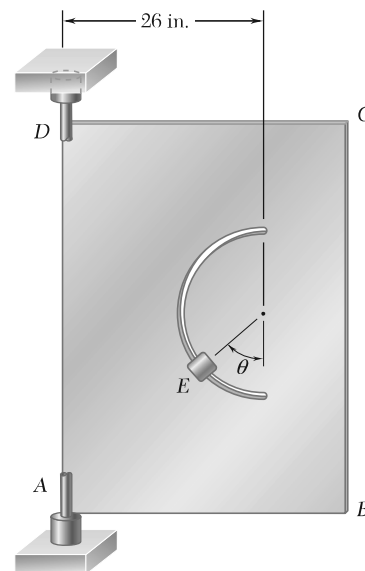


Figura P12.58

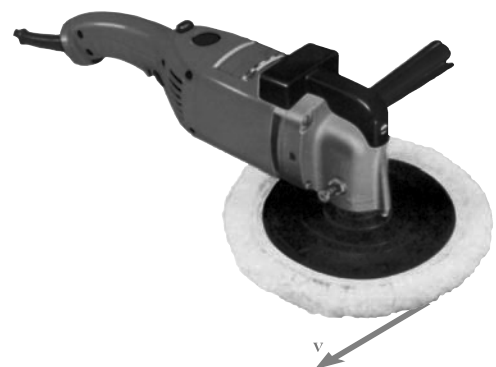


Figura P12.59

12.60 Sobre un escenario se construye una plataforma giratoria A que se utilizará en una producción teatral. En un ensayo se observa que el baúl B empieza a deslizarse sobre la plataforma giratoria 10 s después de que ésta empezó a girar. Si el baúl se somete a una aceleración constante de 0.24 m/s^2 , determine el coeficiente de fricción estática entre el baúl y la plataforma giratoria.

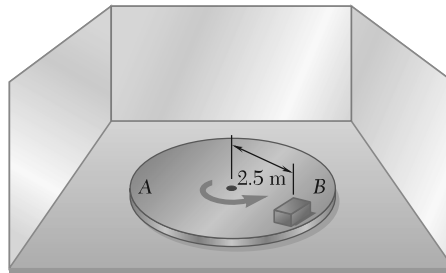


Figura P12.60

12.61 El mecanismo de eslabones paralelos $ABCD$ se utiliza para transportar un componente I entre los procesos de manufactura de las estaciones E , F y G al recolectarlo con una estación cuando $\theta = 0$ y depositarlo en la estación siguiente cuando $\theta = 180^\circ$. Si se sabe que el elemento BC permanecerá horizontal a lo largo de su movimiento y que los enlaces AB y CD giran a una razón constante en un plano vertical, de manera tal que $v_B = 2.2 \text{ ft/s}$, determine *a*) el valor mínimo del coeficiente de fricción estática entre el componente y BC mientras se está transfiriendo y *b*) los valores de θ para los cuales el deslizamiento es inminente.

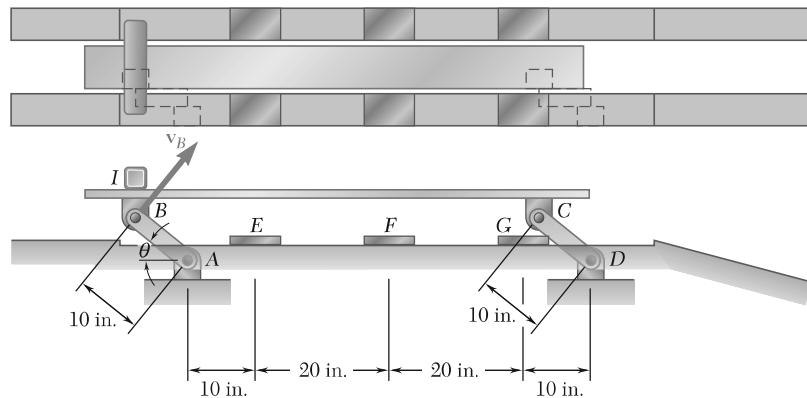


Figura P12.61

12.62 Si los coeficientes de fricción entre el componente I y el elemento BC del mecanismo del problema 12.61 son $\mu_s = 0.35$ y $\mu_k = 0.25$, determine *a*) la rapidez máxima permitida v_B si el componente no debe deslizarse sobre BC mientras es transferido y *b*) el valor de θ para el cual el deslizamiento es inminente.

Problemas

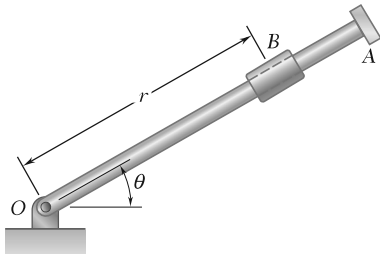


Figura P12.66 y P12.68

12.66 La varilla OA gira alrededor de O en un plano horizontal. El movimiento del collarín B de 300 g se define mediante las relaciones $r = 300 + 100 \cos(0.5 \pi t)$ y $\theta = \pi(t^2 - 3t)$, donde r se expresa en milímetros, t en segundos y θ en radianes. Determine las componentes radial y transversal de la fuerza ejercida sobre el collarín cuando *a*) $t = 0$ y *b*) $t = 0.5$ s.

12.67 Para el movimiento definido en el problema 12.66, determine las componentes radial y transversal de la fuerza ejercida sobre el collarín cuando $t = 1.5$ s.

12.68 La varilla OA gira alrededor de O en un plano horizontal. El movimiento del collarín B de 5 lb se define mediante las relaciones $r = 10/(t + 4)$ y $\theta = (2/\pi) \sin \pi t$, donde r se expresa en pies, t en segundos y θ en radianes. Determine las componentes radial y transversal de la fuerza ejercida sobre el collarín cuando *a*) $t = 1$ s y *b*) $t = 6$ s.

12.69 Un collarín B de masa m se desliza sobre un brazo AA' sin fricción. El brazo está unido a un tambor D y gira alrededor de O en un plano horizontal a una razón $\dot{\theta} = ct$, donde c es una constante. Cuando el arreglo brazo-tambor gira, un mecanismo dentro del tambor libera una cuerda de manera que el collarín se mueve hacia afuera a partir de O con una rapidez constante k . Si se sabe que en $t = 0$, $r = r_0$, exprese como una función de m , c , k , r_0 y t , *a*) la tensión T en la cuerda, *b*) la magnitud de la fuerza horizontal Q ejercida por el brazo AA' sobre B .

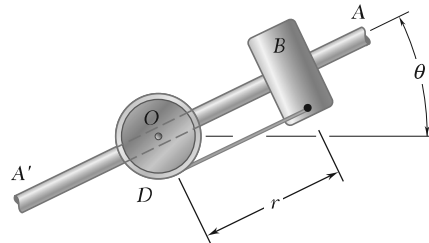


Figura P12.69 y P12.70

12.70 El collarín B de 3 kg se desliza sobre un brazo AA' sin fricción. El brazo está unido a un tambor D y gira alrededor de O en un plano horizontal a una razón $\dot{\theta} = 0.75t$, donde θ y t se expresan en rad/s y segundos, respectivamente. Cuando el arreglo brazo-tambor gira, un mecanismo dentro del tambor libera una cuerda de manera que el collarín se mueve hacia afuera a partir de O con una rapidez constante de 0.5 m/s. Si se sabe que en $t = 0$, $r = 0$, determine el tiempo al cual la tensión en la cuerda es igual a la magnitud de la fuerza horizontal que ejerce el brazo AA' sobre B .

12.71 El pasador B de 100 g se desliza a lo largo de la ranura en el brazo rotatorio OC y a lo largo de la ranura DE , la cual se cortó en una placa horizontal fija. Si se ignora la fricción y se sabe que el brazo OC gira a una razón constante $\dot{\theta}_0 = 12 \text{ rad/s}$, determine para cualquier valor dado de θ *a*) las componentes radial y transversal de la fuerza resultante \mathbf{F} que se ejerce sobre el pasador B , *b*) las fuerzas \mathbf{P} y \mathbf{Q} ejercidas sobre el pasador B por el brazo OC y la pared de la ranura DE , respectivamente.

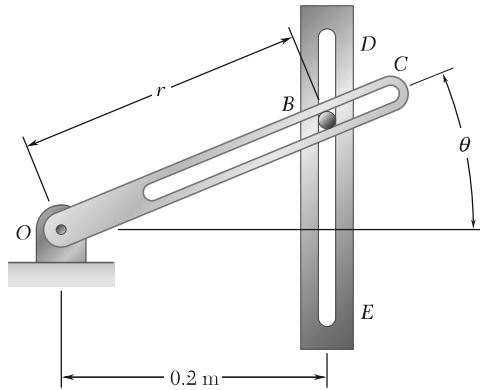


Figura P12.71

***12.72** El deslizador C tiene un peso de 0.5 lb y puede moverse por una ranura cortada en un brazo AB , el cual gira a razón constante $\dot{\theta}_0 = 10 \text{ rad/s}$ en un plano horizontal. El deslizador se encuentra unido a un resorte con razón constante $k = 2.5 \text{ lb/ft}$ que se encuentra sin estirar cuando $r = 0$. Si el deslizador se suelta desde el reposo sin velocidad radial en la posición $r = 18 \text{ in.}$ y no se toma en cuenta la fricción, determine para la posición $r = 12 \text{ in.}$ *a*) las componentes radial y transversal de la velocidad del deslizador, *b*) las componentes radial y transversal de su aceleración, *c*) la fuerza horizontal ejercida sobre el deslizador por el brazo AB .

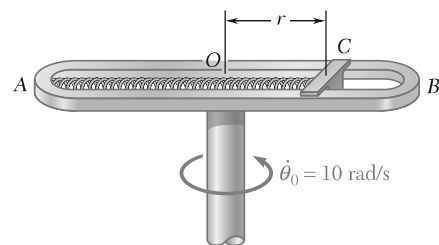


Figura P12.72

***12.73** Retome el problema 12.72, y ahora suponga que el resorte está sin estirar cuando el deslizador C se encuentra a 2 in. a la izquierda del punto medio O del brazo AB ($r = -2 \text{ in.}$).

12.74 Una partícula de masa m se lanza desde el punto A con una velocidad inicial \mathbf{v}_0 perpendicular a la línea OA y se mueve bajo una fuerza central \mathbf{F} a lo largo de una trayectoria semicircular de diámetro OA . Si se observa que $r = r_0 \cos \theta$ y se usa la ecuación (12.27), demuestre que la rapidez de la partícula es $v = v_0/\cos^2 \theta$.

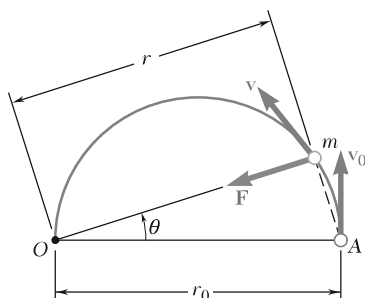


Figura P12.74

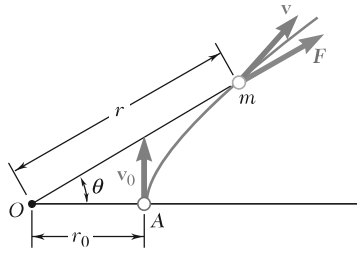


Figura P12.76

12.75 Para la partícula del problema 12.74, determine la componente tangencial F_t de la fuerza central \mathbf{F} a lo largo de la tangente a la trayectoria de la partícula para *a)* $\theta = 0$ y *b)* $\theta = 45^\circ$.

12.76 Una partícula de masa m se lanza desde el punto A con una velocidad inicial \mathbf{v}_0 perpendicular a la línea OA y se mueve bajo la acción de una fuerza central \mathbf{F} que se aleja del centro de fuerza O . Si la partícula sigue una trayectoria definida por la ecuación $r = r_0/\sqrt{\cos 2\theta}$ y se usa la ecuación (12.27), exprese las componentes radial y transversal de la velocidad \mathbf{v} de la partícula como funciones de θ .

12.77 Para la partícula del problema 12.76, demuestre *a)* que la velocidad de la partícula y la fuerza central \mathbf{F} son proporcionales a la distancia r de la partícula al centro de fuerza O y *b)* que el radio de curvatura de la trayectoria es proporcional a r^3 .

12.78 El radio de la órbita de una luna de determinado planeta es igual al doble del radio de dicho planeta. Si se denota mediante ρ la densidad media del planeta, demuestre que el tiempo que requiere la luna para completar una revolución alrededor del planeta es $(24\pi/G\rho)^{1/2}$, donde G es la constante de gravitación.

12.79 Demuestre que el radio r de la órbita de una luna de un planeta dado puede determinarse a partir del radio R del planeta, la aceleración de la gravedad en la superficie del planeta y el tiempo τ requerido por la luna para dar una revolución completa alrededor del planeta. Determine la aceleración de la gravedad en la superficie del planeta Júpiter si se sabe que $R = 71\,492$ km, $\tau = 3.551$ días y $r = 670.9 \times 10^3$ km en el caso de su luna Europa.

12.80 Los satélites de comunicaciones se ubican en una órbita geosíncrona, es decir, en una órbita circular tal que terminan una revolución completa alrededor de la Tierra en un día sideral (23.934 h), y de esa manera parecen estacionarios con respecto a la superficie terrestre. Determine *a)* la altura de estos satélites sobre la superficie de la Tierra y *b)* la velocidad con la cual describen su órbita. Dé su respuesta en unidades tanto del SI como de uso común en Estados Unidos.

12.81 Determine la masa de la Tierra si se sabe que el radio medio de la órbita de la Luna alrededor de nuestro planeta es de 238 910 mi y que la Luna requiere 27.32 días para completar una vuelta completa alrededor de la Tierra.

12.82 Una nave espacial se coloca en una órbita polar alrededor del planeta Marte a una altura de 380 km. Si se sabe que la densidad media de Marte es de 3.94 Mg/m^3 y que el radio de Marte es de 3 397 km, determine *a)* el tiempo τ que se requiere para que la nave espacial complete una revolución alrededor de Marte, *b)* la velocidad con la que la nave espacial describe su órbita.

12.83 Un satélite se coloca en una órbita circular alrededor del planeta Saturno a una altura de 2 100 mi. El satélite describe su órbita con una velocidad de 54.7×10^3 mi/h. Si el radio de la órbita alrededor de Saturno y el periodo orbital de Atlas, una de las lunas de Saturno, son 85.54×10^3 mi y 0.6017 días, respectivamente, determine *a)* el radio de Saturno y *b)* la masa de Saturno. (El *periodo orbital* de un satélite es el tiempo que requiere para dar una revolución completa alrededor de un planeta.)

12.84 Se ha observado que los periodos orbitales (vea el problema 12.83) de las lunas Julieta y Titania de Urano son 0.4931 días y 8.706 días, respectivamente. Si se sabe que el radio de la órbita de Julieta es de 64 360 km, determine *a)* la masa de Urano y *b)* el radio de la órbita de Titania.

12.85 Una nave espacial de 1 200 lb se ubica primero en una órbita circular alrededor de la Tierra a una altura de 2 800 mi y después se transfiere a una órbita circular alrededor de la Luna. Si se sabe que la masa de la Luna es 0.01230 veces la masa de la Tierra y el radio de la Luna corresponde a 1 080 mi, determine *a*) la fuerza gravitacional que se ejerció sobre la nave espacial cuando orbitaba la Tierra, *b*) el radio requerido de la órbita de la nave espacial alrededor de la Luna si los periodos orbitales (vea el problema 12.83) de las dos órbitas deben ser iguales y *c*) la aceleración de la gravedad en la superficie lunar.

12.86 Para colocar un satélite de comunicaciones en una órbita geosincrónica (vea el problema 12.80) a una altura de 22 240 mi sobre la superficie terrestre, el satélite se libera primero de un transbordador espacial, el cual está en una órbita circular a una altura de 185 mi, y después es lanzado por un impulsador de plataforma superior hasta su altura final. Cuando el satélite pasa por *A*, el motor del impulsor se enciende para incorporar al satélite en la órbita de transferencia elíptica. El impulsor se enciende de nuevo en *B* para incorporar al satélite en la órbita geosincrónica. Si se sabe que el segundo encendido aumenta la velocidad del satélite en 4 810 ft/s, determine *a*) la rapidez del satélite cuando se acerca a *B* sobre la órbita de transferencia elíptica, *b*) el aumento en la rapidez que resulta del primer encendido en *A*.

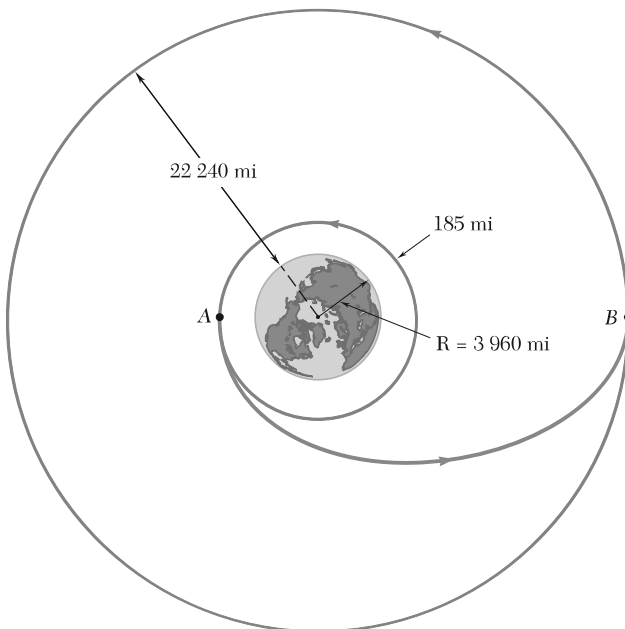


Figura P12.86

12.87 Un vehículo espacial está en una órbita circular de 2 200 km de radio alrededor de la Luna. Para pasar a una órbita más pequeña de 2 080 km de radio, el vehículo se ubica primero en una trayectoria elíptica *AB* reduciendo su rapidez en 26.3 m/s cuando pasa por *A*. Si se sabe que la masa de la Luna es de $73.49 \times 10^{21}\text{ kg}$, determine *a*) la rapidez del vehículo cuando se aproxima a *B* sobre la trayectoria elíptica, *b*) la cantidad que su rapidez debe reducirse cuando se aproxima a *B* para incorporarse a la órbita circular más pequeña.

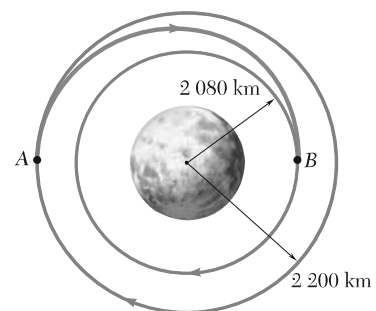


Figura P12.87

12.88 Los planes para una misión no tripulada al planeta Marte requieren que el vehículo de regreso a la Tierra primero describa una órbita circular a una altura $d_A = 2\,200$ km sobre la superficie del planeta con una velocidad de $2\,771$ m/s. Al pasar por el punto A, el vehículo se incorporará a una órbita elíptica de transferencia encendiendo su motor y aumentando su velocidad en $\Delta v_A = 1\,046$ m/s. Cuando pase por el punto B, a una altura $d_B = 100\,000$ km, el vehículo debe incorporarse a una segunda órbita de transferencia localizada en un plano ligeramente diferente, cambiando la dirección de su velocidad y reduciendo su rapidez en $\Delta v_B = -22.0$ m/s. Por último, cuando el vehículo pase por el punto C, a una altura $d_C = 1\,000$ km, su rapidez debe aumentar en $\Delta v_C = 660$ m/s para ingresar a su trayectoria de regreso. Si se sabe que el radio del planeta Marte es $R = 3\,400$ km, determine la velocidad del vehículo después de completar la última maniobra.

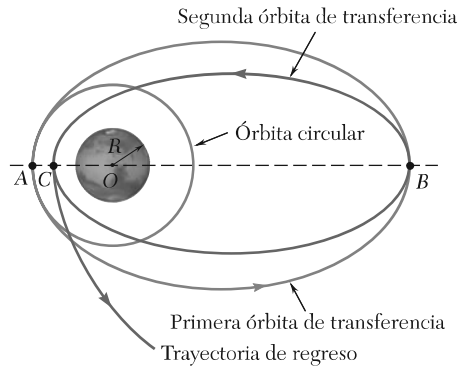


Figura P12.88

12.89 Un transbordador espacial S y un satélite A se encuentran en las órbitas circulares que se muestran en la figura. Para recuperar el satélite, el transbordador se ubica primero en una trayectoria elíptica BC incrementando su rapidez en $\Delta v_B = 280$ ft/s cuando pasa a través de B. Cuando el transbordador se aproxima a C, su rapidez se incrementa en $\Delta v_C = 260$ ft/s para incorporarlo en la segunda órbita de transferencia elíptica CD. Si se sabe que la distancia de O a C es de $4\,289$ mi, determine la cantidad en la cual la rapidez del transbordador debe incrementarse cuando se aproxima a D para insertarlo en la órbita circular del satélite.

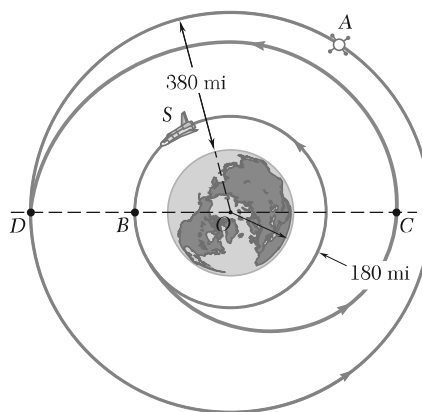


Figura P12.89

12.90 Un collarín de 3 lb puede deslizarse sobre una varilla horizontal la cual gira libremente alrededor de un eje vertical. El collarín se sostiene inicialmente en A mediante una cuerda unida al eje y comprime un resorte con una constante de 2 lb/ft, el cual está sin deformar cuando el collarín se localiza en A . Cuando el eje gira a la tasa $\dot{\theta} = 16$ rad/s, la cuerda se corta y el collarín se mueve hacia fuera a lo largo de la varilla. Si se desprecia la fricción y la masa de la varilla, determine *a*) las componentes radial y transversal de la aceleración del collarín en A , *b*) la aceleración del collarín relativa a la varilla en A , *c*) la componente transversal de la velocidad del collarín en B .

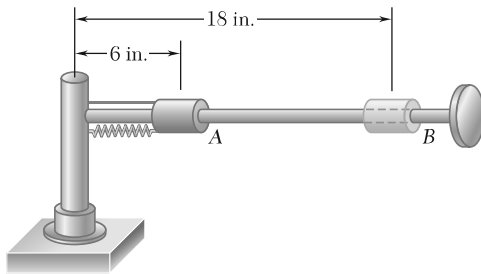


Figura P12.90

12.91 Para el collarín del problema 12.90, suponga que la varilla gira inicialmente a una razón $\dot{\theta} = 12$ rad/s, determine para la posición B del collarín, *a*) la componente transversal de la velocidad del collarín, *b*) las componentes radial y transversal de su aceleración, *c*) la aceleración del collarín respecto a la varilla.

12.92 Una bola A de 200 g y una bola B de 400 g se montan sobre una varilla horizontal que gira libremente alrededor de un eje vertical. Las bolas se mantienen en las posiciones indicadas mediante pasadores. El pasador que sostiene a B se quita repentinamente y la bola se mueve a la posición C cuando gira la varilla. Si se desprecia la fricción y la masa de la varilla, y se sabe que la rapidez inicial de A es $v_A = 2.5$ m/s, determine *a*) las componentes radial y transversal de la aceleración de la bola B inmediatamente después de que se quita el pasador, *b*) la aceleración de la bola B relativa a la varilla en ese instante y *c*) la rapidez de la bola A después de que la bola B ha alcanzado el reposo en C .

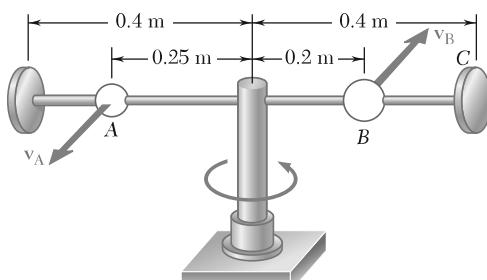


Figura P12.92

12.93 Una pequeña bola gira en un círculo horizontal en los extremos de una cuerda de longitud l_1 , la cual forma un ángulo θ_1 con la vertical. Después se jala el cordón lentamente a través del soporte en O hasta que la longitud del extremo libre es igual a l_2 . *a*) Obtenga una relación entre l_1 , l_2 , θ_1 y θ_2 . *b*) Si la bola se pone en movimiento de manera que al principio $l_1 = 0.8$ m y $\theta_1 = 35^\circ$, determine el ángulo θ_2 cuando $l_2 = 0.6$ m.

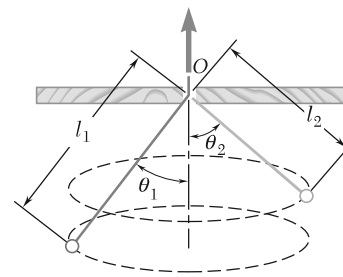


Figura P12.93

Problemas de repaso

12.122 Un automóvil de 3 000 lb es conducido hacia abajo sobre un plano inclinado de 5° a una rapidez de 50 mi/h cuando se aplican los frenos, lo que ocasiona la aplicación de una fuerza de frenado total de 1 200 lb sobre el automóvil. Determine la distancia recorrida por el automóvil antes de detenerse.

12.123 Un bloque B de 6 kg descansa, como se muestra en la figura, sobre una ménsula A de 10 kg. Los coeficientes de fricción son $\mu_s = 0.30$ y $\mu_k = 0.25$ entre el bloque B y la ménsula A , y no existe fricción en la polea o entre la ménsula y la superficie horizontal. *a)* Determine la masa máxima del bloque C si el bloque B no debe deslizarse sobre la ménsula A . *b)* Si la masa del bloque C es 10% más grande que la respuesta obtenida en *a*, determine las aceleraciones de A , B y C .

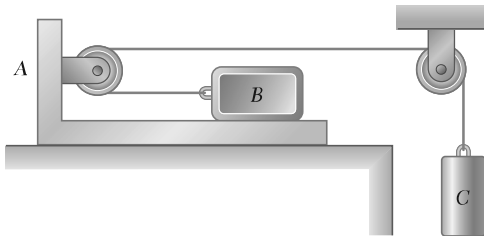


Figura P12.123

12.124 El bloque A pesa 20 lb y los bloques B y C pesan 10 lb cada uno. Si se sabe que los bloques se encuentran inicialmente en reposo y que B recorre 8 ft en 2 s, determine *a)* la magnitud de la fuerza \mathbf{P} , *b)* la tensión en la cuerda AD . Desprecie las masas de las poleas y el efecto de la fricción.

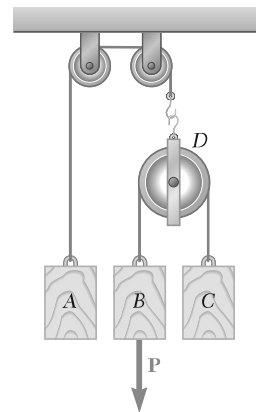


Figura P12.124

12.125 Un bloque B de 12 lb descansa sobre la superficie superior de una cuña A de 30 lb, como se muestra en la figura. No tome en cuenta la fricción y determine, inmediatamente después de que el sistema se libera desde el reposo, *a)* la aceleración de A , *b)* la aceleración de B en relación con A .

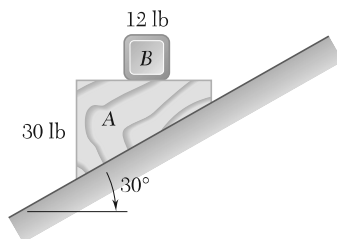


Figura P12.125

12.126 La pista de la montaña rusa que se muestra está contenida en un plano vertical. La parte de la vía entre A y B es recta y horizontal, en tanto que las porciones a la izquierda de A y a la derecha de B tienen los radios de curvatura que se indican. Un carro viaja a la rapidez de 72 km/h cuando se aplican repentinamente los frenos, lo que provoca que las ruedas del carro se deslicen sobre la vía ($\mu_k = 0.25$). Determine la desaceleración inicial del carro si los frenos se aplican cuando este último *a*) casi ha llegado a A , *b*) está viajando entre A y B , *c*) acaba de pasar por B .

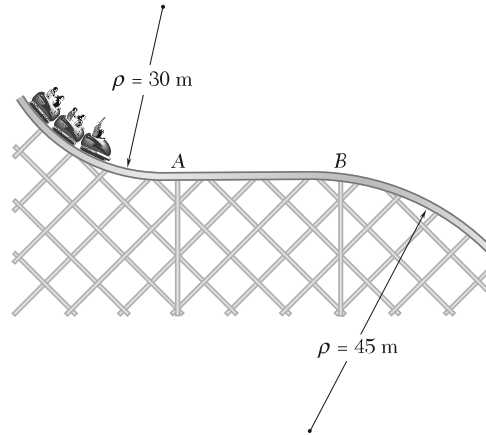


Figura P12.126

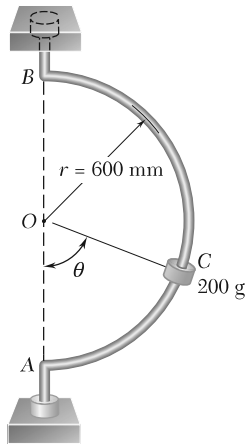


Figura P12.127

12.127 Un pequeño collarín C de 200 g se puede deslizar sobre una varilla semicircular que está diseñada para girar alrededor de la vertical AB a una razón constante de 6 rad/s . Determine el valor mínimo requerido del coeficiente de fricción estática entre el collarín y la varilla si el collarín no debe deslizarse cuando *a*) $\theta = 90^\circ$, *b*) $\theta = 75^\circ$, *c*) $\theta = 45^\circ$. Indique en cada caso la dirección del movimiento inminente.

12.128 El pasador B que pesa 4 oz se desliza libremente en un plano horizontal a lo largo de la ranura en el brazo rotatorio OC y a lo largo de la ranura DE con radio $b = 20 \text{ in}$. Si se desprecia la fricción y se sabe que $\dot{\theta} = 15 \text{ rad/s}$ y $\ddot{\theta} = 250 \text{ rad/s}^2$ para la posición $\theta = 20^\circ$, determine para esa posición *a*) las componentes radial y transversal de la fuerza resultante que se ejerce sobre el pasador B , *b*) las fuerzas \mathbf{P} y \mathbf{Q} ejercidas sobre el pasador B por el brazo OC y la pared de la ranura DE , respectivamente.

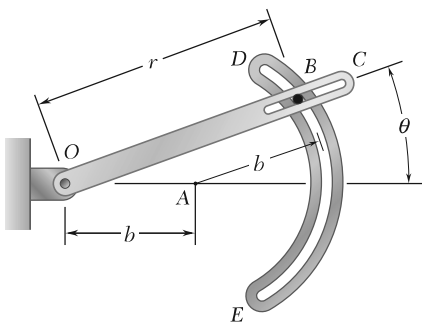


Figura P12.128

12.129 Una partícula de masa m se proyecta desde el punto A con una velocidad inicial \mathbf{v}_0 perpendicular a la línea OA y se mueve bajo la acción de una fuerza central \mathbf{F} que se aleja del centro de fuerza O . Si la partícula sigue una trayectoria definida por la ecuación $r = r_0/\cos 2\theta$ y usa la ecuación (12.27), exprese las componentes radial y transversal de la velocidad \mathbf{v} de la partícula como funciones del ángulo θ .

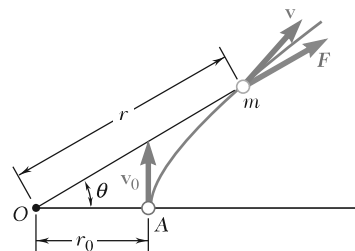


Figura P12.129

12.130 Demuestre que el radio r de la órbita de la Luna puede determinarse a partir del radio R de la Tierra, la aceleración de la gravedad g en la superficie de la Tierra y el tiempo τ requerido por la Luna para completar una revolución alrededor del planeta. Calcule r si se sabe que $\tau = 27.3$ días, dé la respuesta en unidades del SI y de uso común de Estados Unidos.

***12.131** El disco A gira en un plano horizontal alrededor de un eje vertical a razón constante de $\dot{\theta}_0 = 12$ rad/s. La corredera B pesa 8.05 oz y se mueve en una ranura sin fricción del disco. La corredera se une a un resorte de constante k , el cual se mantiene sin deformar cuando $r = 0$. Si la corredera se libera sin velocidad radial en la posición $r = 15$ in., determine la posición de la corredera y la fuerza horizontal ejercida sobre ésta por el disco cuando $t = 0.1$ s para $a) k = 2.25$ lb/ft, $b) k = 3.25$ lb/ft.

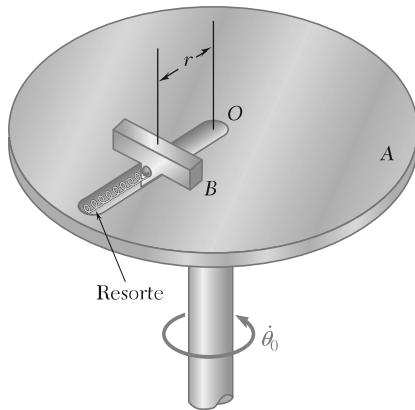


Figura P12.131

12.132 Se observó que cuando la nave espacial *Voyager I* alcanzó el punto de su trayectoria más próximo a Saturno, se ubicaba a una distancia de 185×10^3 km desde el centro del planeta y tenía una velocidad de 21.0 km/s. Si se sabe que Tethys, una de las lunas de Saturno, describe una órbita circular con radio de 295×10^3 km a una rapidez de 11.35 km/s, determine la excentricidad de la trayectoria del *Voyager I* cuando se aproximaba a Saturno.

12.133 Mediante la ignición de su motor, un transbordador alcanzó el punto A a una altitud de 40 mi sobre la superficie de la Tierra y tenía una velocidad horizontal v_0 . Si su primera órbita era elíptica y el transbordador se transfirió a una órbita circular cuando pasó por el punto B a una altura de 170 mi, determine $a)$ el tiempo necesario para que el transbordador viaje desde A hasta B sobre su órbita elíptica original, $b)$ el periodo orbital del transbordador en su órbita circular final.

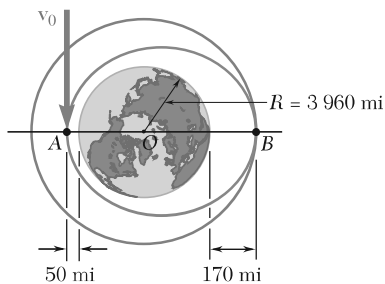


Figura P12.133