



FÍSICA I

TRABAJO PRÁCTICO n° 6

“CINEMATICA, DINAMICA Y ENERGIA DEL CUERPO RIGIDO”

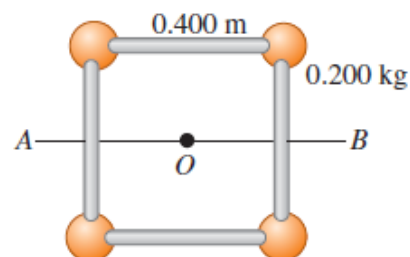
- 1) El ángulo θ que describe una rueda de bicicleta al girar está dado por $\theta(t) = a + bt^2 - ct^3$, donde a , b y c son constantes positivas tales que, si t está en segundos, θ está en radianes.
 - a) Calcule la aceleración angular de la rueda en función del tiempo
 - b) ¿En qué tiempo no está cambiando instantáneamente la velocidad angular de la rueda?
- 2) Una rueda gira en torno a un eje en la dirección z . La velocidad angular $\omega_{z(t=0)} = -6.00 \text{ rad/s}$ en $t=0$, aumenta linealmente con el tiempo y es de $\omega_{z(t=7.00\text{s})} = 8.00 \text{ rad/s}$ en $t=7.00 \text{ s}$. Hemos considerado positiva la rotación antihoraria.
 - a) ¿La aceleración angular durante este intervalo es positiva o es negativa?
 - b) ¿Durante qué intervalo está aumentando la rapidez de la rueda? ¿Y disminuyendo?
 - c) Determine el desplazamiento angular de la rueda en $t = 7.00 \text{ s}$
- 3) Un ventilador eléctrico se apaga, y su velocidad angular disminuye uniformemente de 500 rpm a 200 rpm en 4.00 s .
 - a) Calcule la aceleración angular en rev/s^2 y el número de revoluciones que el motor giró en el intervalo de 4.00 s
 - b) Cuántos segundos más tardará el motor en parar si la aceleración angular se mantiene constante en el valor calculado en (a)
- 4) Un volante tarda 4.00 s en girar 162 rad . Su velocidad angular al final de este lapso es de 108 rad/s .
 - a) Calcule la velocidad angular al principio del intervalo de 4.00 s
 - b) Calcule la aceleración angular constante
- 5) Un volante de 0.300 m de radio parte del reposo y acelera con aceleración angular constante de 0.600 rad/s^2 . Calcule la magnitud de las aceleraciones tangencial y radial y de la aceleración resultante de un punto en su borde
 - a) Al principio
 - b) Después de girar 60.0°
 - c) Después de girar 120.0°
- 6) Los ciclos de centrifugado de una lavadora tienen dos velocidades angulares, 423 rpm y 640 rpm . El diámetro interno del tambor es de 0.470 m
 - a) ¿Qué relación hay entre la fuerza radial máxima sobre la ropa para las dos velocidades angulares?
 - b) ¿Y entre las velocidades tangenciales máximas de la ropa?
 - c) Calcule la rapidez tangencial máxima y la aceleración radial máxima en términos de g



FÍSICA I

- 7) Dos esferas pequeñas están pegadas a los extremos de una barra uniforme de 2.00 m de longitud y masa de 4.00 kg . Las esferas tienen masa de 0.500 kg cada una y se pueden tratar como masas puntuales. Calcule el momento de inercia de esta combinación en torno a cada uno de los siguientes ejes:
- Un eje perpendicular a la barra que pasa por su centro
 - Un eje perpendicular a la barra que pasa por una de las esferas
 - Repita los anteriores si no puede despreciar el radio de cada esfera ($r = 5.00\text{ cm}$)

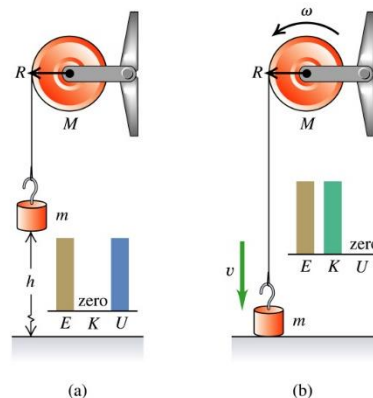
- 8) Cuatro esferas pequeñas, que pueden considerarse como puntos con masa de 0.200 kg cada una, están dispuestas en un cuadrado de 0.400 m de lado, conectadas por varillas muy ligeras (como muestra la figura). Calcule el momento de inercia del sistema alrededor de un eje:



- que pasa por el centro del cuadrado, paralelo al plano formado por las 4 esferas (pasa por la línea AB en la figura);
 - que pasa por los centros de las esferas superior izquierda e inferior derecha y por el punto O ,
 - que pasa por el centro del cuadrado, perpendicular al plano formado por las 4 esferas (que pasa por O en la figura).
- 9) Use la ecuación $I = \int r^2 dm$ para calcular el momento de inercia de una varilla delgada uniforme con masa M y longitud L alrededor de un eje en un extremo, perpendicular a la varilla.

- 10) Se enrolla un cable ligero y flexible en un cilindro sólido de 10.0 kg y 30.0 cm de diámetro. El cilindro gira sin fricción en torno a un eje que pasa por su centro. Atamos al extremo libre del cable un objeto de 12.0 kg y lo liberamos desde el reposo.

- ¿Qué distancia deberá descender el objeto para impartir al cilindro 250 J de energía cinética?
- Cambiamos el cilindro sólido por uno hueco de igual masa y radio. El cilindro se une al eje mediante rayos de masa despreciable. ¿Cambiará la distancia que debe descender la masa para producir el mismo efecto que en el caso anterior?



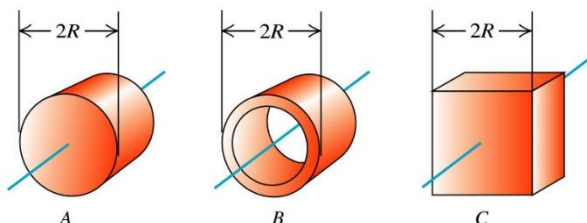
- 11) ¿Alrededor de qué eje, una esfera sólida de madera, tendrá el mismo momento de inercia que tiene una esfera hueca de plomo alrededor de un eje que pasa por un diámetro? Ambas esferas tienen la misma masa y el mismo radio. ¿Cómo interpreta este resultado?



FÍSICA I

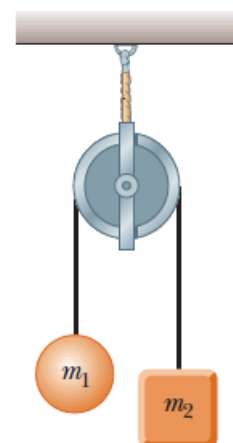
12) Los tres objetos uniformes tienen la misma masa m . A es un cilindro sólido de radio R , B es un cilindro hueco delgado de radio R y C es un cubo sólido de $2R$ de lado. Los objetos tienen ejes de rotación perpendiculares a la página que pasan por el centro de masa.

- ¿Qué objeto tiene MENOR momento de inercia? ¿Por qué?
- ¿Qué objeto tiene MAYOR momento de inercia? ¿Por qué?
- ¿En qué lugar relativo quedaría el momento de inercia de una esfera sólida uniforme de radio R , masa m y con eje de rotación que pasa por su centro? ¿Por qué?



13) Dos cuerpos que tienen masas diferentes m_1 y m_2 están conectados por una cuerda que pasa sobre una polea, como se muestra en la figura. La polea tiene un radio R y momento de inercia I en torno a su eje de rotación. La cuerda no se desliza sobre la polea y el sistema se libera desde el reposo. Este dispositivo se denomina Máquina de Atwood.

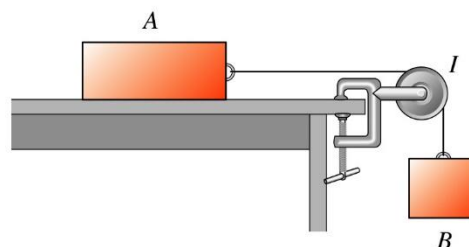
- Encuentre mediante consideraciones energéticas, las magnitudes de velocidad de traslación de los cuerpos después de que el cuerpo 2 desciende una distancia h , y encuentre la rapidez angular de la polea en este momento.



14) Según el dispositivo del ejercicio anterior (máquina de Atwood) mediante consideraciones dinámicas

- Encuentre la aceleración angular de la polea y
- Las tensiones de la cuerda.
- Realice el D.C.L. de cada cuerpo.

15) La polea tiene radio R y momento de inercia I . La cuerda no resbala sobre la polea y ésta gira sobre un eje sin fricción. El coeficiente de fricción cinética entre el bloque A (de masa m_A) y la mesa es μ_k . El sistema se suelta del reposo y el bloque B (de masa m_B) desciende. Use métodos de energía para calcular la rapidez de B en función de la distancia d que ha descendido.



Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Addison-Wesley.

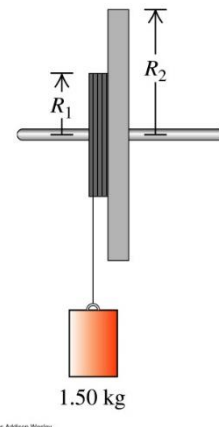


FÍSICA I

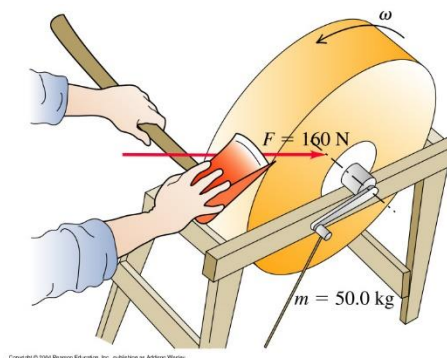
16) Se cuelga un aro delgado de radio R de un clavo. El aro se desplaza lateralmente un ángulo β respecto a su posición de equilibrio y se suelta. ¿Qué rapidez angular tiene al volver a su posición de equilibrio?

17) Dos discos metálicos, con radios $R_1 = 2.50 \text{ cm}$ y $R_2 = 5.00 \text{ cm}$ y masas $M_1 = 0.80 \text{ kg}$ y $M_2 = 1.60 \text{ kg}$, se sueldan juntos y se montan en un eje sin fricción que pasa por su centro común.

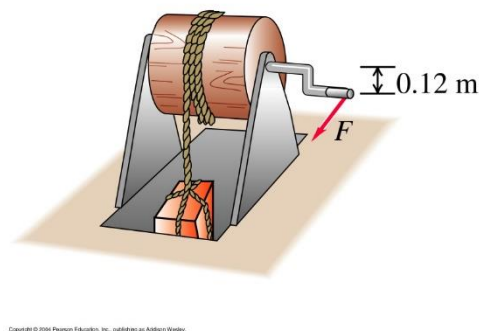
- ¿Qué momento de inercia total tienen los discos?
- Un hilo ligero se enrolla en el disco más chico y se cuelga de él un bloque de 1.50 kg . Si el bloque se suelta del reposo a una altura de 2.00 m sobre el piso, ¿qué rapidez tiene justo antes de tocar el piso?
- Repita la parte (b) pero ahora con el hilo enrollado en el disco grande. ¿En qué caso alcanza mayor rapidez el bloque? Explique su respuesta.



18) Una piedra de afilar en forma de disco sólido de 0.520 m de diámetro y masa de 50.0 kg gira a 850 rpm . Usted presiona un hacha contra el borde de la piedra con una fuerza normal de 160 N y la piedra se detiene en 7.50 s . Calcule el coeficiente de fricción entre el hacha y la piedra. Ignore la fricción de los cojinetes.



19) El mecanismo de la figura sirve para sacar una caja de 50 kg de provisiones de la bodega de un barco. Una cuerda está enrollada en un cilindro de madera que gira sobre un eje metálico. El cilindro tiene un radio de 0.25 m y un momento de inercia $I = 2.9 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ alrededor del eje. La caja cuelga del extremo libre de la cuerda. Un extremo del eje pivotea sobre cojinetes sin fricción y una manivela está unida al otro extremo. Cuando se gira la manivela, el extremo del mango gira alrededor del eje en un círculo vertical de 0.12 m de radio, el cilindro gira y la caja sube. Qué magnitud de la fuerza \vec{F} aplicada tangencialmente a la manivela se necesita para levantar la caja con una aceleración de 0.80 m/s^2 ? (pueden despreciarse los momentos de inercia del eje, de la manivela y la masa de la cuerda)

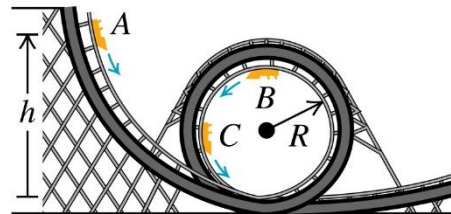




FÍSICA I

20) Una bolita sólida uniforme de radio r parte del reposo con su centro de masa a una altura h sobre el punto más bajo de una pista con un rizo de radio R . La bolita rueda sin resbalar. La fricción de rodamiento y la resistencia del aire son despreciables.

- Qué valor mínimo debe tener h para que la bolita no se salga de la pista en la parte superior del rizo? (" r " NO es despreciable en comparación con R)
- ¿Qué valor debe tener h si la pista está lubricada, haciendo despreciable la fricción?



21) Demuestre que para un casco cilíndrico hueco que rueda sin resbalar por una superficie horizontal, la mitad de la energía cinética total es de traslación y la mitad de rotación. ¿Qué fracción es rotacional para los siguientes objetos en la misma situación?

- Un cilindro sólido uniforme,
- Una esfera uniforme,
- Una esfera hueca

22) Una esfera sólida se suelta del reposo y baja por una ladera que forma un ángulo de 65.0° debajo de la horizontal.

- ¿Qué valor mínimo debe tener el coeficiente de fricción estática entre la ladera y la bola para que no haya deslizamiento?
- ¿El coeficiente calculado bastaría para evitar que una esfera hueca resbale? Justifique
- En la parte (a), ¿por qué utilizamos el coeficiente de fricción estática y no el de fricción cinética?

23) Una bolita uniforme baja rodando por un tazón simétrico, partiendo del reposo en el borde izquierdo. El borde está a una distancia h del fondo del tazón. La mitad izquierda del tazón es lo bastante áspera como para que la bolita ruede sin resbalar, pero la mitad derecha no tiene fricción porque está lubricada con aceite.

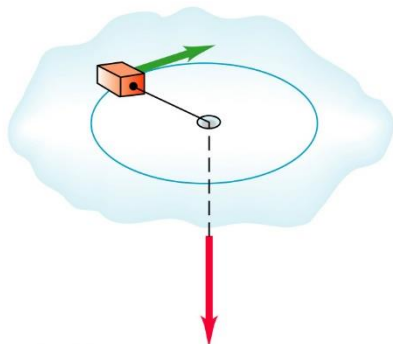
- ¿Qué altura alcanzará en el lado resbaloso, medida verticalmente desde el fondo?
- ¿Qué altura alcanzaría si el lado derecho fuera tan áspero como el izquierdo?
- ¿Cómo explicaría los resultados obtenidos?

24) Calcule el momento de torsión producido por un motor industrial que desarrolla 150 kW a una rapidez angular de 4000 rpm . Un tambor de 0.400 m de diámetro y masa despreciable se conecta al eje del motor para levantar un peso que cuelga de una cuerda enrollada en el tambor, ¿qué peso máximo puede levantar el motor con rapidez constante?, ¿con qué rapidez subirá el peso?



FÍSICA I

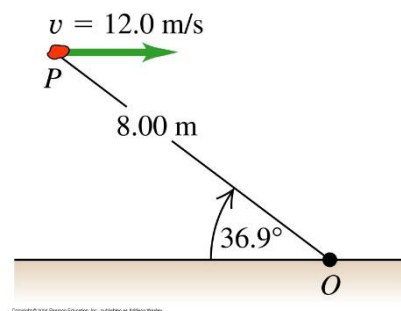
- 25) Un bloque de 0.0250 kg en una superficie horizontal sin fricción está atado a un cordón sin masa que pasa por un agujero en la superficie. El bloque inicialmente está girando a una distancia de 0.300 m del agujero, con rapidez angular de 1.75 rad/s . Ahora se tira del cordón desde abajo, acortando el radio del círculo que describe el bloque a 0.150 m . El bloque puede tratarse como partícula.



- ¿Se conserva la cantidad de movimiento angular? Explique
- ¿Qué valor tiene ahora la rapidez angular?
- Calcule el cambio de energía cinética del bloque
- ¿Cuánto trabajo se efectuó al tirar el cordón?

- 26) Una piedra de 2.00 kg tiene una velocidad horizontal con magnitud de 12.0 m/s cuando está en el punto P .

- ¿Qué cantidad de movimiento angular (magnitud y dirección) tiene respecto a O en ese instante?
- Suponiendo que la única fuerza que actúa sobre la piedra es su peso, calcule la rapidez del cambio (magnitud y dirección) de su cantidad de movimiento angular en ese instante



- 27) Una rueda experimental de bicicleta se coloca en un banco de pruebas de modo que pueda girar libremente sobre su eje. Se ejerce un momento de torsión neto constante de 5.00 Nm a la rueda durante 2.00 s , aumentando la rapidez angular de la rueda de 0 a 100 rpm . Luego se deja de aplicar el momento de torsión externo y la fricción en los cojinetes de la rueda lo para en 125 s . Calcule:

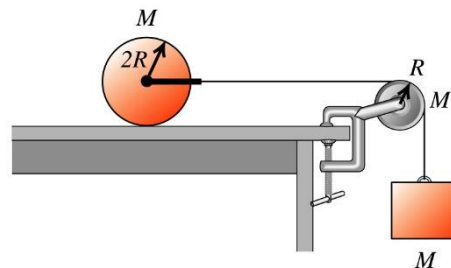
- El momento de inercia de la rueda alrededor del eje de rotación
- El momento de torsión de fricción
- El número de revoluciones que la rueda gira en ese lapso de 125 s .

- 28) Una persona intenta cerrar una pesada puerta que inicialmente está en posición perpendicular a la pared, para lo cual deberá girarla 90° . La puerta tiene 3.00 m de alto, 1.25 m de ancho y pesa 750 N . Puede despreciarse la fricción en las bisagras. Si la persona aplica una fuerza de 220 N al borde de la puerta, perpendicular a ella, ¿cuánto tardará en cerrarla?



FÍSICA I

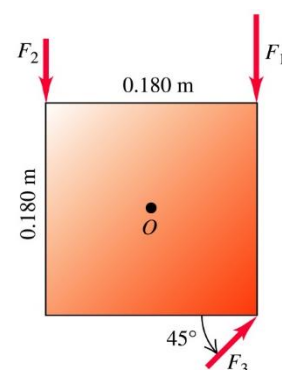
- 29) Un cilindro sólido uniforme de masa M y radio $2R$ descansa en una mesa horizontal. Se ata un hilo mediante un yugo a un eje sin fricción que pasa por el centro del cilindro de modo que este pueda girar sobre el eje. El hilo pasa por una polea con forma de disco de masa M y radio R montada en un eje sin fricción que pasa por su centro. Un bloque de masa M se suspende del extremo libre del hilo. El hilo no resbala en la polea y el cilindro rueda sin resbalar sobre la mesa. El sistema se libera del reposo. ¿Qué aceleración hacia abajo tendrá el bloque?



- 30) Un aro, un cilindro sólido uniforme, un casco esférico y una esfera sólida uniforme se sueltan del reposo en la parte alta de una pendiente. ¿En qué orden llegan a la base de la pendiente? ¿Importa si las masas y radio de los objetos no son iguales? Explique.
- 31) Una esfera de 5.00 kg se deja caer desde una altura de 12.0 m arriba de un extremo de una barra uniforme inicialmente en posición horizontal que está pivoteada en su centro. La masa de la barra es de 8.00 kg y su longitud de 4.00 m . Sobre el otro extremo de la barra descansa otra esfera de 5.00 kg no sujeta a la barra. La esfera que cae se queda pegada a la barra después del choque. ¿Qué altura alcanzará la otra esfera después del choque?
- 32) El trabajo efectuado por una fuerza constante es un producto de fuerza y distancia. El momento de torsión debido a una fuerza es un producto de fuerza y distancia. ¿Implica esto que el momento de torsión y el trabajo son equivalentes? Explique.

- 33) Una placa metálica cuadrada de 0.180 m por lado, pivotea sobre un eje que pasa por el punto O en su centro y es perpendicular a la placa.

- a) Calcule el momento de torsión neto alrededor de este eje debido a las tres fuerzas mostradas en la figura si sus magnitudes son $F_1 = 18.0 \text{ N}$, $F_2 = 26.0 \text{ N}$ y $F_3 = 14.0 \text{ N}$. La placa y todas las fuerzas están en el plano de la página.

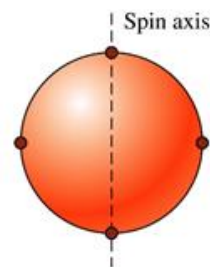


- 34) Una fuerza que actúa sobre una pieza mecánica es $\vec{F} = (-5.00 \text{ N})\hat{i} + (4.00 \text{ N})\hat{j}$. Y el vector del origen al punto de aplicación de fuerza es $\vec{r} = (-0.450 \text{ m})\hat{i} + (0.150 \text{ m})\hat{j}$.
- a) Haga un gráfico que muestre \vec{r} , \vec{F} y el origen.
- b) Use la regla de la mano derecha para determinar la dirección del momento de torsión
- c) Calcule el vector de momento de torsión producido por la fuerza. Verifique que la dirección del momento de torsión sea la misma que obtuvo en (b)



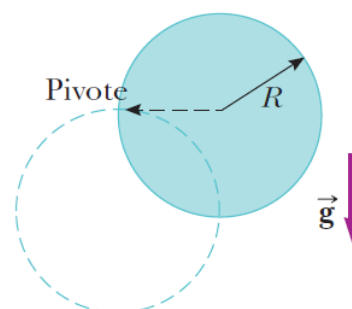
FÍSICA I

- 35) Un caso esférico uniforme de 8.40 kg y 50.0 cm de diámetro tiene cuatro masas pequeñas de 2.00 kg pegadas a su superficie exterior, a distancias equidistantes. Esta combinación gira en torno a un eje que pasa por el centro de la esfera y dos de las masas pequeñas.



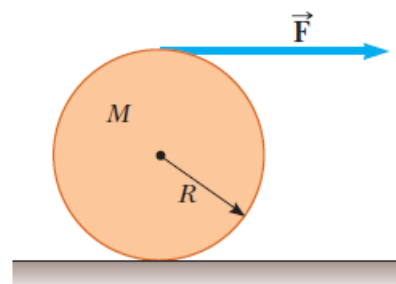
- a) ¿Qué momento de torsión por fricción se requiere para reducir la rapidez angular del sistema, de 75.0 rpm a 50.0 rpm en 30.0 s ?

- 36) Un disco sólido uniforme de radio R y masa M es libre de dar vuelta sobre un pivote sin fricción a través de un punto sobre su borde (como muestra la figura). Si el disco se libera desde el reposo en la posición que se muestra por el círculo gris,



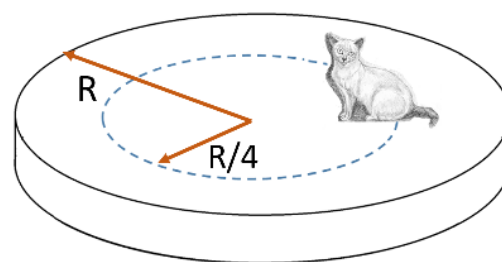
- a) ¿cuál es la rapidez de su centro de masa cuando el disco llega a la posición indicada por el círculo a rayas?
b) ¿Cuál es la rapidez del punto más bajo en el disco en la posición a rayas?
c) ¿Qué pasaría si? Repita el inciso a) con un aro uniforme.

- 37) Un carrito de alambre de masa M y radio R se desenrolla bajo una fuerza constante \vec{F} (como muestra la figura). Si supone que el carrito es un cilindro sólido uniforme que no se desliza, demuestre que:



- a) la aceleración del centro de masa es $4\vec{F}/3M$ y
b) la fuerza de fricción es hacia la *derecha* e igual en magnitud a $\vec{F}/3$.

- 38) Un disco de masa M y radio R gira en un plano horizontal en torno a un eje vertical sin roce. Un gato de masa m comienza desde el borde del disco hacia el centro. Si la rapidez angular del sistema es ω_0 cuando el gato está en el borde del disco, calcular:



- a) La rapidez angular cuando el gato ha llegado a un punto a $R/4$ del centro,
b) La energía rotacional inicial y final del sistema

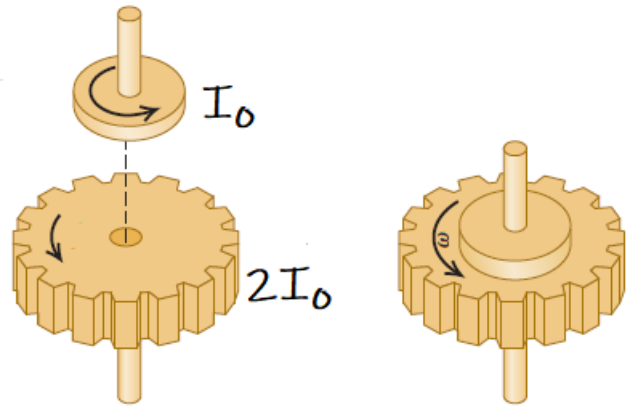


FÍSICA I

REVISIÓN: "CUERPO RIGIDO"

Realice una autoevaluación contestando los siguientes ítems, eligiendo la respuesta correcta y **JUSTIFICANDO** en cada caso su elección:

- 39) Dos discos están montados sobre un eje vertical común, girando en el mismo sentido sin fricción. El disco superior tiene un momento de inercia I_0 y una velocidad angular Ω_0 . El disco inferior tiene un momento de inercia $2I_0$ y una velocidad angular $2\Omega_0$. El disco superior cae gradualmente hasta que los dos discos quedan acoplados y alcanzan una velocidad angular común Ω_F . Podemos afirmar que la velocidad angular común será:



- a) $1.\Omega_0$.
b) $3.\Omega_0$.
c) $(2/3).\Omega_0$.
d) $(3/2).\Omega_0$.
e) $(5/3).\Omega_0$.
- 40) Un objeto redondo desconocido rueda horizontalmente sin deslizamiento con una velocidad V . Luego rueda cuesta arriba por un montículo hasta alcanzar una altura máxima de valor $H = 3 V^2/4.g$ ¿Qué cuerpo puede ser?

- a) Una esfera
b) Un aro
c) Un disco
d) Un cilindro
e) Un disco o un cilindro

