

UNIDAD 7

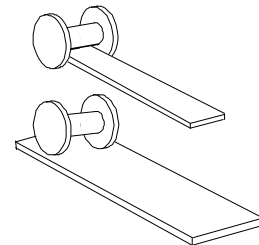
Dinámica del movimiento de rotación

PREGUNTAS PARA EL ANÁLISIS

- 1- ¿Por qué una patinadora disminuye su velocidad angular al extender los brazos?
- 2- El torque y el trabajo son el producto de la distancia por la fuerza ¿En qué son diferentes? ¿Tienen las mismas unidades?
- 3- Es posible calcular el torque que actúa sobre un objeto rígido sin especificar un origen? ¿Es el torque independiente de la ubicación del origen?
- 4- Suponga que solo dos fuerzas externas actúan sobre un cuerpo rígido, y que las dos fuerzas son de igual magnitud pero de direcciones opuestas. ¿Bajo qué condiciones gira el cuerpo?
- 5- Las estrellas se originan de grandes cuerpos de gas que giran lentamente. Debido a la gravedad, estos gases se contraen lentamente ¿Qué sucede con la rapidez angular de una estrella mientras que ésta se contrae? Explique.
- 6- Una esfera, un cilindro y un aro, todos con la misma masa y el mismo radio, se sueltan desde el reposo sobre un plano inclinado desde la misma altura y ruedan sin deslizar. ¿Cuál de ellos llegará en último lugar al suelo? Se desprecia la resistencia a la rodadura.
- 7- Si el radio de la Tierra se redujese a la mitad ¿Cómo cambiaría la duración del día?
- 8- Cuando un gimnasta realiza un salto mortal ¿cómo le conviene colocar los brazos para aumentar la velocidad de giro?
- 9- El "carrete" mostrado en la figura se hace rodar por un plano inclinado, de modo que no haya resbalamiento. En cuál de los dos casos siguientes será mayor la magnitud de la aceleración de su centro de masa:

Caso 1: Si rueda apoyado sobre los discos exteriores.

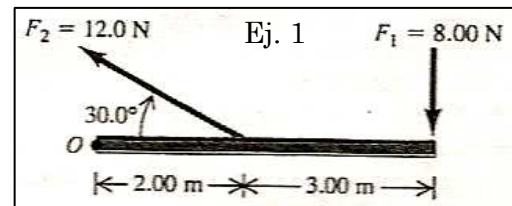
Caso 2: Si rueda apoyado sobre el cilindro interior



- 10- ¿Una partícula debe moverse en una circunferencia para tener momento cinético?

EJERCICIOS

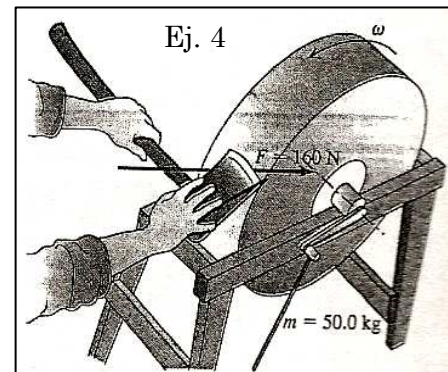
1. Calcule el momento de torsión neto alrededor del punto O para las dos fuerzas aplicadas como en la figura. La varilla y las dos fuerzas están en el plano de la página.



2. Una fuerza que actúa sobre una pieza mecánica es de $\vec{F} = (-5N)\hat{i} + (4N)\hat{j}$. El vector del origen al punto de aplicación de la fuerza es $\vec{r} = (-0.45m)\hat{i} + (0.15m)\hat{j}$. a) Haga un dibujo 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).

3. El volante de un motor tiene momento de inercia de 2.5 kg m^2 alrededor de su eje de rotación. a) ¿Qué momento de torsión constante se requiere para que alcance un rapidez angular de 400 rpm en 8 s , partiendo del reposo? b) ¿Qué energía cinética final tiene?

4. Una piedra de afilar en forma de disco sólido de 0.52 m de diámetro y masa de 50 kg gira a 850 rpm . Usted presiona un hacha contra el borde de la piedra con una fuerza normal de 160 N (ver figura), y la piedra se detiene en 7.5 s . Calcule el coeficiente de fricción entre el hacha y la piedra. Ignore la fricción de los cojinetes.



5. Una piedra cuelga del extremo libre de un cable enrollado en el borde exterior de una polea. La polea es un disco uniforme de 10 kg y 50 cm de radio que gira sobre cojinetes sin fricción. Se determina que la piedra recorre 12.6 m en los primeros 3 s partiendo del reposo. Calcule a) la masa de la piedra; b) la tensión en el cable.

6. Un casco esférico hueco de 2 kg rueda sin resbalar bajando una pendiente de 38° . a) Calcule la aceleración, la fuerza de fricción y el coeficiente de fricción mínimo para que no resbale. b) ¿Cómo cambiarían sus respuestas a la parte (a) si la masa aumentara el doble (4 kg)?

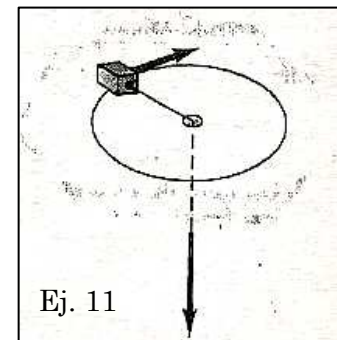
7. Una esfera sólida se suelta del reposo y baja por una ladera que forma un ángulo de 65° debajo de la horizontal. a) ¿Qué valor mínimo debe tener el coeficiente de fricción estática entre la ladera y la bola para que no haya deslizamiento? b) ¿El coeficiente calculado en la parte (a) bastaría para evitar que una esfera hueca (como un balón de fútbol) resbale? Justifique su respuesta. c) En la parte (a), ¿por qué usamos el coeficiente de fricción estática y no el de fricción cinética?

8. Una piedra de afilar de 1.5 kg con forma de cilindro sólido tiene 0.1 m de radio. a) ¿Qué momento de torsión constante la llevará del reposo a una rapidez angular de 1200 rpm en 2.5 s ? b) ¿Qué ángulo habrá girado en ese tiempo? c) Use la ecuación $W = \tau \Delta\theta$ para calcular el trabajo efectuado por el momento de torsión. d) ¿Qué energía cinética tiene la piedra al girar 1200 rpm ? Compare esto con el resultado de la parte (c).

9. La hélice de un avión tiene una longitud de 2.08 m (de punta a punta) y masa de 117 kg . Al arrancarse, el motor del avión aplica un momento de torsión constante de 1950 N m a la hélice, que parte del reposo. a) Calcule la aceleración angular de la hélice, tratándola como varilla delgada. b) Calcule la rapidez angular de la hélice después de 5 rev . c) ¿Cuánto trabajo efectúa el motor durante las primeras 5 rev ? d) ¿Qué potencia media desarrolla el motor durante ese tiempo? e) ¿Qué potencia media instantánea desarrolla el motor en el instante que la hélice ha girado 5 rev ?

10. Una mujer de 50 kg esta parada en el borde de un disco grande de 110 kg con radio de 4 m que gira 0.5 rev/s alrededor de un eje que pasa por su centro. Calcule la magnitud de la cantidad de movimiento angular total del sistema mujer-disco. (Suponga que la mujer puede tratarse como punto).

11. Un bloque de 0.025 kg en una superficie horizontal sin fricción esta atado a un cordón sin masa que pasa por un agujero en la superficie (ver figura). El bloque inicialmente esta girando a una distancia de 0.3 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 0.15 m . El bloque puede tratarse como partícula. a) ¿Se conserva la cantidad de movimiento angular? Explique. b) ¿Qué valor tiene ahora la rapidez angular? c) Calcule el cambio de energía cinética del bloque. d) ¿Cuánto trabajo se efectuó al tirar el cordón?



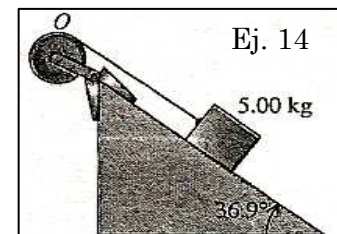
Ej. 11

12. Una tornamesa de madera de 120 kg con forma de disco plano tiene 2 m de radio y gira inicialmente alrededor de un eje vertical que pasa por su centro con rapidez angular de 3 rad/s . De repente, un paracaidista de 70 kg se posa sobre la tornamesa en un punto cerca del borde. a) Calcule la rapidez angular de la tornamesa después que el paracaidista se posa sobre ella (suponga que el paracaidista puede tratarse como una partícula). b) Calcule la energía cinética del sistema antes y después de la llegada del paracaidista. ¿Por qué no son iguales estas energías?

13. Una barra metálica delgada uniforme, de 2 m de longitud y con un peso de 90 N , cuelga verticalmente del techo en un pivote sin fricción colocado en el extremo superior. De repente, una pelota de 3 kg , que viaja inicialmente a 10 m/s en dirección horizontal, golpea a la barra 1.5 m abajo del techo. La pelota rebota en dirección opuesta con rapidez de 6 m/s . a) Calcule la rapidez angular de la barra inmediatamente después del choque. b) Durante el choque, ¿por qué se conserva la cantidad de movimiento angular pero no la lineal?

Problemas

14. Un bloque de masa $m = 5\text{ kg}$ baja deslizándose por una superficie inclinada 36.9° respecto a la horizontal (ver figura). El coeficiente de fricción cinética es 0.25 . Un hilo atado al bloque está enrollado en un volante de 25 kg y con su eje fijo en O y momento de inercia respecto al eje de 0.5 kg m^2 . El hilo tira sin resbalar a una distancia perpendicular de 0.2 m respecto a ese eje. a) ¿Qué aceleración tiene el bloque? b) ¿Qué tensión hay en el hilo?

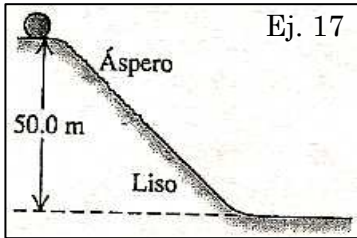
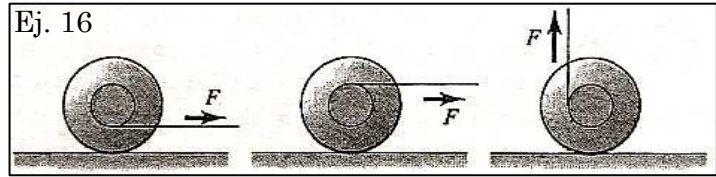


Ej. 14

15. Una canica sólida uniforme de radio r parte del reposo con su centro de masa a una altura h sobre el punto mas bajo de una pista con rizo de radio R . La canica rueda sin resbalar. La fricción de rodamiento y la resistencia del aire son despreciables. a) ¿Qué valor mínimo debe tener h para que la canica no se salga de la pista en la parte superior del rizo? (Nota: r no es

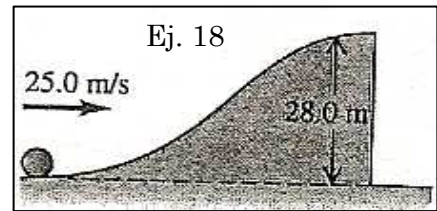
despreciable en comparación con R) b) ¿Qué valor debe tener h si la pista está bien lubricada, haciendo despreciable la fricción?

16. La figura muestra tres yoyos idénticos que inicialmente están en reposo en una superficie horizontal. Se tira del cordel de cada uno en la dirección indicada. Siempre hay suficiente fricción para que yoyo ruede sin resbalar. Dibuje un diagrama de cuerpo libre para cada yoyo. ¿En qué dirección girara cada uno? Explique sus respuestas.



17. Un peñasco esférico, sólido y uniforme, parte del reposo y baja rodando por la ladera de una colina de 50 m de altura (ver figura). La mitad superior de la colina es lo bastante áspera como para que el peñasco ruede sin resbalar, pero la mitad inferior esta cubierta de hielo y no hay fricción. Calcule la rapidez de traslación del peñasco al llegar al pie de la colina.

18. Una esfera sólida uniforme rueda sin resbalar subiendo una colina, como se muestra en la figura. En la cima, se está moviendo horizontalmente y después se cae por un acantilado vertical. a) ¿A qué distancia del pie del acantilado cae la esfera y con qué rapidez se está moviendo justo antes de tocar el suelo? b) Observe que, al tocar tierra la esfera, tiene mayor rapidez trasnacional que cuando estaba en la base de la colina. ¿Implica esto que la esfera obtuvo energía de algún lado? Explique.



19. 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 éste puede 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 (ver figura). El hilo no resbala en la polea, y el cilindro rueda sin resbalar sobre la mesa. Si el sistema se libera del reposo ¿Qué aceleración hacia abajo tendrá el bloque?

