

## TRABAJO PRACTICO N°6

### MECÁNICA DE LAS ROTACIONES.

*"Un científico es un hombre tan endeble y humano como cualquiera; sin embargo, la búsqueda científica puede ennoblecerle, incluso en contra de su voluntad." Isaac Asimov (1920-1992), bioquímico y escritor estadounidense.*

#### Parte A: Movimiento Circular

1- Calcule la velocidad angular y la tangencial de la tierra, sabiendo que da una vuelta completa alrededor del Sol en 365 días y que la distancia media al Sol es de  $150 \cdot 10^6$  km.

**R:  $1,99 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$  ;  $29,9 \text{ km/s}$**

2- La Luna gira alrededor de la Tierra dando una vuelta completa al cabo de 27,3 días. Suponiendo una órbita circular y un radio de 385 000 km. Calcule la velocidad tangencial y la fuerza centrípeta. (masa de la luna =  $7,36 \cdot 10^{22}$  kg)

**R:  $1,03 \text{ km/s}$  ;  $2,01 \cdot 10^{20} \text{ N}$**

3- Una llanta de 30 cm de radio gira a razón de 8 rev/s cuando el automóvil comienza a detenerse uniformemente hasta el reposo en 14 s. Encuentre el número de revoluciones que da la llanta y la distancia recorrida por el automóvil en los 14 s.

**R: 56 rev, 106 m**

4- Un carro que se mueve a 5 m/s trata de dar vuelta en una esquina, describiendo un arco circular de 8 m de radio. El pavimento es plano. ¿Qué tan grande debe ser el coeficiente de fricción entre las llantas y el pavimento para que no derrape?

**R: 0,32**

5- Una caja descansa en un punto que se encuentra a 2,0 m del eje de una plataforma circular en posición horizontal. El coeficiente de fricción estático entre la caja y la plataforma es 0,25. Si la razón de giro de la plataforma se incrementó lentamente desde cero, ¿con qué rapidez angular empezará a resbalar la caja?

**R:  $1,107 \text{ rad/s}$**

6- La Estación Espacial Internacional gira con velocidad angular constante alrededor de la Tierra cada 90 minutos en una órbita a 300km de altura sobre la superficie terrestre (el radio de la Tierra es de 6370 km). a) Calcule la velocidad angular. b) Calcule el módulo de la velocidad tangencial. c) ¿Tiene aceleración? En caso afirmativo, indique sus características y, en caso negativo indique la razón por la cual no existe.

**R:  $1,16 \cdot 10^{-3} \text{ rad/s}$  ;  $7760,9 \text{ m/s}$  ;  $9,03 \text{ m/s}^2$  radial hacia la Tierra**

7- Una rueda de la fortuna de  $R = 14\text{m}$  gira sobre un eje en el centro. La rapidez lineal de un pasajero es de  $7\text{m/s}$  constante. ¿Qué magnitud, dirección y sentido tiene la aceleración del pasajero al pasar: a) por el punto más bajo del mov circular? b) Por el punto más alto del mov circular? c) ¿Cuánto tarda una revolución? d) Considere que la rueda se acaba de poner en movimiento en sentido antihorario. En un instante, un pasajero que está pasando por el punto más bajo del movimiento circular tiene una rapidez de  $3\text{m/s}$ , la cual aumenta a razón de  $0,5\text{m/s}^2$ . Calcule la magnitud, dirección y sentido de la aceleración del pasajero en ese instante. e) Dibuje la rueda y el pasajero mostrando los vectores  $\mathbf{v}$  y  $\mathbf{a}$ .



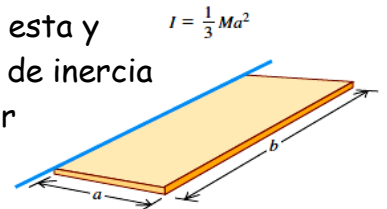
**R:  $3,5 \text{ m/s}^2$  hacia arriba ;  $3,5 \text{ m/s}^2$  hacia abajo ;  $12,57 \text{ s}$  ;  $0,81 \text{ m/s}^2$   $|\theta|=52^\circ$**

## Parte B: Rotaciones

8- Un niño está sentado en una calesita a 2,1m del eje de rotación. En un instante determinado la calesita gira a razón de 0,42 rad/s y esta velocidad disminuye constantemente con  $\alpha = 0,14 \text{ rad/s}^2$ . Determine en la posición del niño y los valores de la velocidad tangencial; aceleración tangencial y aceleración normal

R: 0,882 m/s ; 0,294 m/s<sup>2</sup> ; 0,37 m/s<sup>2</sup>

9- a) Para la placa rectangular delgada que se muestra, calcule el momento de inercia en torno a un eje que está en el plano de la placa, pasa por el centro de esta y es paralelo al eje que se muestra en la figura. b) Calcule el momento de inercia de la placa en torno a un eje que está en el plano de la placa, pasa por el centro de esta y es perpendicular al eje del inciso a).



10- Una rueda en rotación alrededor de un eje fijo posee  $K = 29 \text{ J}$ , cuando  $\omega = 13 \text{ rad/s}$ . ¿Cuál es el momento de inercia de la rueda respecto de dicho eje?

R: 0,34 kg.m<sup>2</sup>

11- En  $t = 0$ , se invierte la corriente de un motor, causando un desplazamiento angular del eje del motor  $\theta(t) = 250 \text{ rad/s} \cdot t - 20 \text{ rad/s}^2 \cdot t^2 - 1,5 \text{ rad/s}^3 \cdot t^3$  a) ¿En qué instante la  $\omega$  del eje del motor es cero? b) Calcule  $\alpha$  en ese instante. c) ¿Cuántas revoluciones gira el eje del motor entre el instante inicial y el instante en que  $\omega = 0$ ? d) ¿Con qué rapidez estaba girando el eje cuando se invirtió la corriente? e) Calcule la  $\omega_{\text{med}}$  para el periodo entre  $t = 0$  y el instante calculado en a).

R: 4,23 s; 78,07 rad.s<sup>-2</sup>; 93,28 rev; 250 s<sup>-1</sup>; 139 s<sup>-1</sup>

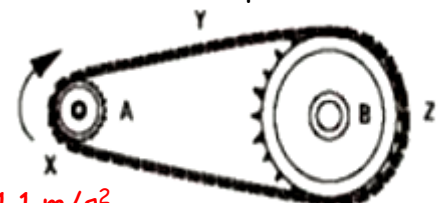
12- Una bola de 1 kgf rueda sobre una superficie horizontal sin deslizarse a 20m/s y llega a un plano inclinado 30°. Calcule: la energía cinética de la bola antes de iniciar la subida; la distancia que recorre sobre el plano, suponiendo que rueda sin deslizarse.

R: 280J; 57,14 m

13- Una barra horizontal gira alrededor de un eje vertical que pasa por su centro. En sus dos extremos están sentados dos niños de 30kg cada uno, considerando ambas masas como puntos materiales. El sistema giratorio tiene una masa despreciable. En el estado inicial el conjunto gira con  $\omega = 1,047 \text{ rad/s}$ , constantemente, siendo la distancia entre los niños al eje  $x = 1,5 \text{ m}$ . En un momento dado los niños avanzan en dirección al eje y de giro, quedando a  $x = 0,5 \text{ m}$ . Determine: la velocidad angular del sistema cuando la distancia de un niño al eje es de 0,5m; el incremento en la energía cinética de cada niño por el trabajo de la fuerza centrípeta sobre cada uno.

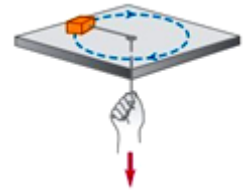
R: 9,42 rad.s<sup>-1</sup> ; 592 J

14- Dos ruedas dentadas, cuyos ejes A y B están a una distancia fija, se vinculan con una cadena formando un mecanismo similar al de la bicicleta. Sus radios son  $r_A = 3 \text{ cm}$ , y  $r_B = 9 \text{ cm}$ . Se hace girar la rueda A con  $\omega$  constante en el sentido indicado a 100 rpm. Considerando el pasaje de un eslabón por los puntos X, Y, Z, determine: a) El módulo de su  $v$  en cada punto. b) La frecuencia con que gira la rueda B. c) La  $a$  del eslabón en cada punto.



R: 31,4 cm/s ; 0,56 s<sup>-1</sup> ;  $a_x = 3,3 \text{ m/s}^2$  ;  $a_y = 0$  ;  $a_z = 1,1 \text{ m/s}^2$

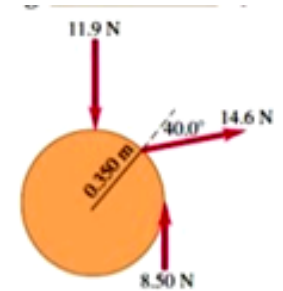
15- Un bloque con  $m = 0,12\text{ kg}$  unido a un cordón que pasa por un agujero en una superficie horizontal sin fricción. El bloque gira a  $0,4\text{ m}$  del agujero con  $v = 0,7\text{ m/s}$ . Luego, se tira del cordón, acortando el radio de la trayectoria a  $0,1\text{ m}$ . Ahora la rapidez del bloque es  $v = 2,8\text{ m/s}$ . a) ¿Qué  $T$  hay en el cordón en la situación original cuando  $v = 0,7\text{ m/s}$ ? b) ¿Qué  $T$  hay en el cordón en la situación final cuando  $v = 2,8\text{ m/s}$ ? c) ¿Cuánto trabajo efectuó la persona que tiró del cordón?



R:  $0,147\text{ N}$  ;  $9,408\text{ N}$  ;  $0,441\text{ J}$

### Parte C: Dinámica de las Rotaciones

16- Se aplican tres fuerzas a una rueda con radio de  $0,35\text{ m}$ . Una fuerza es perpendicular al borde, otra es tangente a éste y la otra forma un ángulo de  $40^\circ$  con el radio. ¿Cuál es el torque neto sobre la rueda debido a estas tres fuerzas para un eje perpendicular a la rueda y que pasa por su centro?

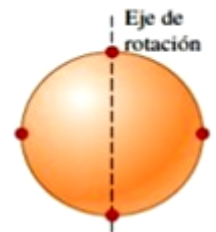


R:  $-0,31\text{ N m}$

17- Un volante adquiere un movimiento de rotación con respecto a un eje horizontal por la acción de un peso de  $8\text{ kgf}$  unido a una cuerda enrollada a su eje de  $10\text{ cm}$  de radio. El peso cae verticalmente recorriendo una distancia de  $2\text{ m}$  en  $6\text{ s}$  partiendo del reposo. Calcule el momento de inercia del volante respecto a su eje.

R:  $7,05\text{ kg}\cdot\text{m}^2$

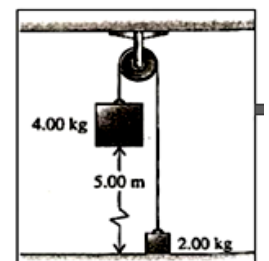
18- Un casco esférico uniforme de  $8,4\text{ kg}$  y  $50\text{ cm}$  de diámetro tiene cuatro masas pequeñas de  $2\text{ kg}$  pegadas a su superficie exterior, a distancias equidistantes. Esta combinación gira en torno a un eje que pasa por el centro de la esfera y dos de las masas pequeñas. ¿Qué torque por fricción se requiere para reducir la rapidez angular del sistema, de  $75\text{ rpm}$  a  $50\text{ rpm}$  en  $30\text{ s}$ ?



R:  $-0,0523\text{ N m}$

19- La polea de la figura tiene  $0,16\text{ m}$  de radio y su momento de inercia es de  $0,48\text{ kg m}^2$ . La cuerda no resbala en la polea. Use métodos de energía para calcular la rapidez del bloque de  $4\text{ kg}$  justo antes de golpear el piso.

R:  $2,81\text{ m/s}$



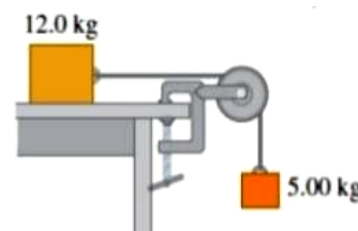
20- Una fuerza tangencial de  $200\text{ N}$  actúa sobre el perímetro de una rueda de  $25\text{ cm}$  de radio. Encuentre (a) la torca. (b) Repita el cálculo si la fuerza forma un ángulo de  $40^\circ$  con respecto a un rayo de rueda.

R:  $50\text{ N m}$  ;  $32\text{ N m}$

21- El volante de una troqueladora tiene un momento de inercia de  $16\text{ kg m}^2$  y gira a  $300\text{ rpm}$ , suministrando la energía necesaria para una operación de troquelado rápido. a) Calcule la rapidez en rpm que tendrá el volante después de una operación que requiere  $400\text{ J}$  de trabajo. b) ¿Qué potencia constante debe alimentarse al volante (en watts) para que recupere su rapidez inicial en  $5\text{ s}$ ?

R:  $9904,69\text{ rpm}$  ;  $80\text{ W}$

22- Una caja de 12 kg, que descansa sobre una superficie horizontal sin fricción, está unida a un peso de 5 kg con un alambre delgado y liviano que pasa por una polea sin fricción. La polea tiene forma de un disco sólido uniforme con masa de 2 kg y diámetro de 0,5m. Después de que el sistema se libera, calcule a) la tensión en el alambre en ambos lados de la polea, b) la aceleración de la caja, y c) las componentes horizontal y vertical de la fuerza que el eje ejerce sobre la polea.



R: 32,67 N; 35,39 N; 2,72 m/s<sup>2</sup>

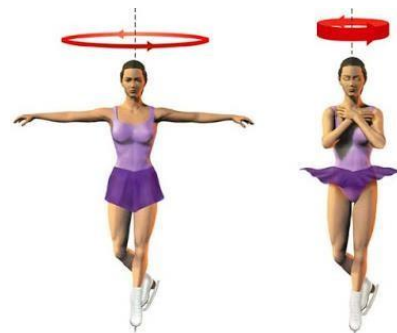
23- Una barra metálica delgada y uniforme, de  $L = 2\text{ m}$  y  $P = 90\text{ N}$ , cuelga verticalmente del techo en un pivote sin fricción colocado en el extremo superior. De repente, una pelota de 3 kg, que viaja inicialmente a 10 m/s en dirección horizontal, golpea la barra 1,5m abajo del techo. 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  $L$  pero no  $p$ ?

R: 5,88 s<sup>-1</sup>

24- Una calesita con  $R = 2,4\text{ m}$  tiene momento de inercia de  $2100\text{ kg m}^2$  alrededor de un eje vertical que pasa por su centro y gira con fricción despreciable. Un niño aplica una fuerza de 18 N durante 15 segundos tangencialmente al borde. Si la calesita estaba inicialmente en reposo, a) ¿qué rapidez angular tiene al final de los 15 s? b) ¿Cuánto trabajo efectuó el niño sobre la calesita? c) ¿Qué potencia media le suministró el niño?

R: 0,31 s<sup>-1</sup>; 100 J; 6,67 W

25- Los brazos estirados de un patinador en un giro pueden modelarse como una varilla delgada que pivotea sobre un eje que pasa por su centro. Cuando los brazos se juntan al cuerpo para ejecutar el giro, se pueden considerar como un cilindro hueco de pared delgada. Los brazos y las manos tienen una  $m = 8\text{ kg}$ ; estirados, abarcan 1,8 m; y encogidos, forman un cilindro con  $R = 25\text{ cm}$ . El momento de inercia del resto del cuerpo alrededor del eje de rotación es constante e igual a  $0,40\text{ kg.m}^2$ . Si la  $\omega$  original del patinador es de 0,4 rev/s, ¿cuál es la rapidez angular final?



R: 1,14 rev/s

26- Una puerta de madera sólida de 1m de ancho y 2m de alto tiene las bisagras en un lado y una masa total de 40 kg. La puerta, que inicialmente está abierta y en reposo, es golpeada en su centro por un puñado de barro pegajoso con masa de 0,5kg, que viaja en dirección perpendicular a la puerta a 12 m/s justo antes del impacto. Calcule la rapidez angular final de la puerta. ¿Es apreciable la aportación del barro al momento de inercia?

R: 0,22 rad/s