



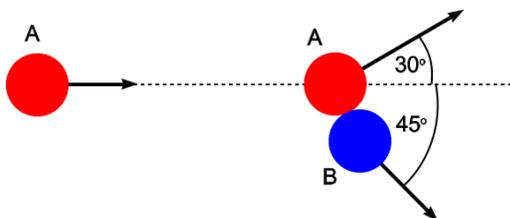
## GUÍA DE PROBLEMAS 15 26 Agosto 2006

### ::: Objetivos :::

- 1:: Conservación de momentum, Choques.
- 2:: Torque y rotaciones.
- 3:: Conservación de energía. Energía cinética rotacional.

1. Un disco B descansa sobre hielo liso y es golpeado por otro disco A que inicialmente viaja a  $40 \text{ m/s}$  y que después del choque se desvía  $30^\circ$  respecto a su dirección original. El disco B adquiere una velocidad a  $45^\circ$  respecto a la velocidad original de A. Si los discos tienen la misma masa:

- i) Calcule la rapidez de ambos discos después del choque.
- ii) ¿Qué fracción de la energía cinética original del disco A se disipa durante el choque?

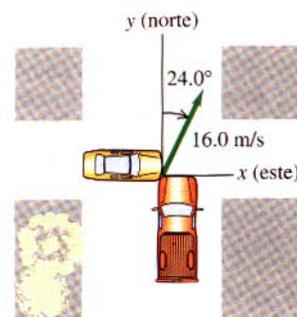


2. Imagine que su auto deportivo de  $1.050 \text{ kg}$ , estacionado en una colina sin el freno de mano aplicado, rueda hasta la base de la colina y se mueve a  $15 \text{ m/s}$  por un camino horizontal. El conductor de un camión de  $6.320 \text{ kg}$ , que viaja en dirección contraria por el mismo camino, ve cómo el auto se aproxima y decide pararlo chocando de frente con él. Los dos vehículos quedan pegados después del choque.

- i) Si el camión se mueve a  $10 \text{ m/s}$  cuando choca con el auto, ¿qué velocidad tendrán los dos vehículos inmediatamente después del choque?
- ii) ¿Qué velocidad debe tener el camión para que ambos vehículos se detengan por el choque?
- iii) Determine el cambio de energía cinética del sistema de los dos vehículos en ambas situaciones. ¿En cuál de ellas tiene mayor magnitud el cambio de energía cinética?

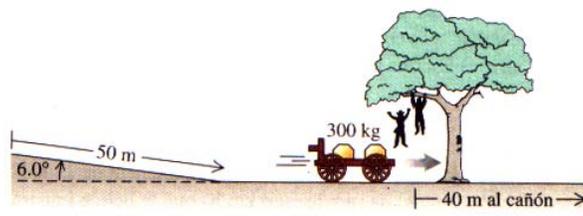
3. En el cruce de la Avenida Blanco Encalada y Beauchef, un auto compacto azul de  $950 \text{ kg}$  que viaja al este por Blanco Encalada choca con una camioneta color marrón de  $1.900 \text{ kg}$  que viaja al norte por Beauchef y que no respetó la luz roja del semáforo. Los dos vehículos quedan pegados después del choque y se deslizan con rapidez  $16$

$\text{m/s}$  formando un ángulo de  $24^\circ$  respecto a la dirección norte. Calcule la rapidez de cada vehículo antes del choque. El choque tiene lugar durante una tormenta, por lo tanto las fuerzas de fricción entre las ruedas y el pavimento húmedo pueden ser despreciadas.

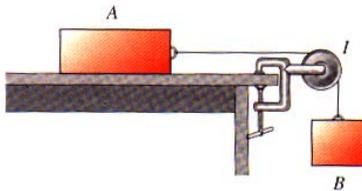


4. Un bandido suelta una carreta con dos cajas de oro (masa total =  $300 \text{ kg}$ ) que estaba en reposo  $50 \text{ m}$  cuesta arriba de una pendiente inclinada  $6^\circ$  respecto a la horizontal. El plan es que la carreta baje la cuesta, ruede por terreno plano y luego caiga por un cañón (precipicio) donde sus cómplices esperan por el botín. Sin embargo, en un árbol a  $40 \text{ m}$  del borde del cañón están el Llanero Solitario (masa  $75 \text{ kg}$ ) y su inseparable amigo Toro (masa  $60 \text{ kg}$ ), quienes se dejan caer verticalmente sobre la carreta.

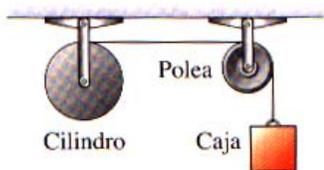
- i) Si nuestros héroes necesitan  $5 \text{ s}$  para tomar el oro y saltar sobre la carreta, ¿lo lograrán antes de que ésta se despeñe? Suponga que la carreta rueda con fricción despreciable.
- ii) Cuando los héroes caen en la carreta, ¿se conserva la energía cinética del sistema de los héroes más la carreta? Si no, ¿aumenta o disminuye? ¿Cuánto?



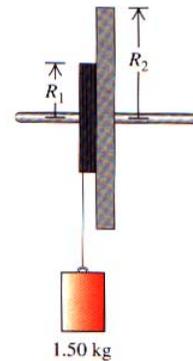
5. Un proyectil de 20 kg se dispara con un ángulo de  $60^\circ$  sobre la horizontal y rapidez de 80 m/s. En el cenit de la trayectoria el proyectil estalla en dos fragmentos de igual masa; uno cae verticalmente con rapidez inicial cero.
- ¿A qué distancia del punto de disparo cae el otro fragmento si el terreno es plano?
  - ¿Cuánta energía se libera en la explosión?
6. Un cohete de fuegos artificiales se dispara verticalmente hacia arriba. En su altura máxima de 80 m, explota y se divide en dos fragmentos, uno con masa de 1,4 kg y otro con masa de 0,28 kg. En la explosión, 860 J de energía química se convierte en energía cinética de los dos fragmentos.
- ¿Qué rapidez tiene cada fragmento inmediatamente después de la explosión?
  - Si los dos fragmentos caen al suelo al mismo tiempo, ¿qué distancia hay entre los puntos en los que caen?
7. Un bloque de masa  $M_A$  descansa sobre una mesa horizontal unido por una cuerda ideal a un bloque de masa  $M_B > M_A$  que cuelga verticalmente. La cuerda desliza, sin resbalar, por una polea de radio  $R$  y momento de inercia  $I$  que gira sobre un eje sin fricción. El coeficiente de fricción cinética entre el bloque A y la mesa es  $\mu$ . Si el sistema se suelta del reposo, calcule la rapidez del bloque B en función de la distancia  $d$  que ha descendido.



8. El cilindro y la polea del sistema mostrado en la figura giran sin fricción en torno a ejes horizontales que pasan por su respectivo centro. Se enrolla una cuerda en el cilindro, la cual pasa por la polea y que tiene una caja de 3 kg suspendida de su extremo libre. No hay deslizamiento entre la cuerda y la superficie de la polea. El cilindro uniforme tiene masa de 5 kg y radio de 40 cm. La polea es un disco uniforme con masa de 2 kg y radio de 20 cm. La caja se suelta desde el reposo y desciende mientras la cuerda se desenrolla del cilindro. Calcule la rapidez que tiene la caja cuando ha caído 1,5 m.



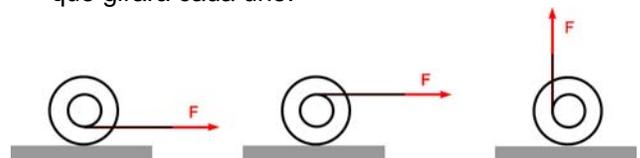
9. Dos discos metálicos, con radios  $R_1 = 2,5$  cm y  $R_2 = 5,0$  cm y masas  $M_1 = 0,8$  kg y  $M_2 = 1,6$  kg, están firmemente unidos entre sí y montados en un eje sin fricción que pasa por su centro común.
- Calcule el momento de inercia total del sistema.
  - Un hilo ligero se enrolla en el disco más chico y se cuelga de él un bloque de 1,5 kg. Si el bloque se suelta del reposo a una altura de 2 m sobre el piso, ¿qué rapidez tiene justo antes del golpear el piso?
  - Repita la parte i) pero ahora con el hilo enrollado en el disco grande. ¿En qué caso alcanza mayor rapidez el bloque?



10. Se enrolla un hilo varias veces en el borde de un aro de 0,08 m de radio y masa de 0,18 kg. Si el extremo libre del hilo se sostiene fijo y el aro se suelta del reposo, calcule:
- La tensión del hilo mientras el aro baja.
  - El tiempo que el aro tarda en bajar 0,75 m
  - La rapidez angular del aro después de bajar 0,75 m.

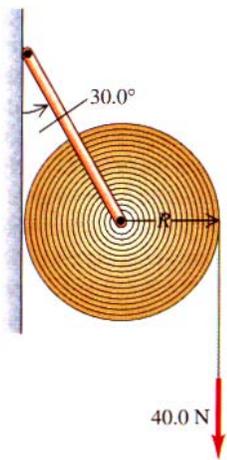


11. Tres yoyos idénticos están inicialmente en reposo sobre una superficie horizontal. Se tira del cordel de cada uno en la dirección indicada. Suponiendo que siempre hay suficiente fricción para que el yoyo ruede sin resbalar, determine la dirección en que girará cada uno.



12. Un rollo de papel de masa  $M = 16 \text{ kg}$  y radio  $R = 18 \text{ cm}$  descansa contra la pared sostenido por un soporte unido a una varilla que pasa por el centro del rollo. La varilla gira sin fricción en el soporte y el momento de inercia del papel y la varilla alrededor del eje es de  $0,260 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ . El otro extremo del soporte está unido mediante una bisagra sin fricción a la pared de modo que el soporte forma un ángulo de  $30^\circ$  con la pared. El peso del soporte es despreciable. El coeficiente de fricción cinética entre el papel y la pared es  $\mu_k = 0,25$ . Se aplica una fuerza vertical constante  $F = 40 \text{ N}$  para desenrollar el papel.

- i) ¿Qué magnitud tiene la fuerza que la varilla ejerce sobre el rollo de papel al desenrollarse éste?
- ii) ¿Qué aceleración angular tiene el rollo?



13. Un hilo está enrollado varias vueltas en el borde de un aro con radio de  $0,08 \text{ m}$  y masa de  $0,18 \text{ kg}$ . Se tira hacia arriba del extremo libre del aro de forma tal que el aro no se mueve verticalmente mientras el hilo se desenrolla.

- i) Calcule la tensión en el hilo mientras éste se desenrolla.
- ii) Determine la aceleración angular del aro durante el desenrollado del hilo.
- iii) Calcule la aceleración hacia arriba de la mano que tira del hilo.
- iv) ¿Cómo cambiarían sus respuestas si el aro se sustituyera por un disco sólido con la misma masa y radio?



14. **Estrellas de neutrones y restos de supernovas (Problema desafío: vale 1 punto adicional para uno de los ejercicios 16, 17 o 18. Fecha entrega: 31 agosto 2006 en clase de cátedra).**

La nebulosa del Cangrejo es una nube de gas brillante de unos 10 años luz de diámetro, a una distancia aproximada de 6.500 años luz de la Tierra. Esta nebulosa es el residuo de una estrella que sufrió una explosión de supernova vista en la Tierra el año 1054. Esta nebulosa libera energía a razón de  $5 \times 10^{31} \text{ W}$ , unas  $10^5$  veces la energía radiada por el Sol. El origen de esta energía es la rotación rápida de una estrella de neutrones en el centro de la nebulosa. Este objeto gira una vez cada  $0,0331 \text{ s}$  y este periodo está aumentando a razón de  $4,22 \times 10^{-13} \text{ s}$  por cada segundo que pasa.

- i) Si la rapidez con que la estrella de neutrones pierde energía es igual a la rapidez con que la nebulosa libera energía, calcule el momento de inercia de la estrella. **Indicación:** Expresé la energía cinética de rotación de un sólido rígido en función de su momento de inercia y periodo de rotación. Luego encuentre una relación entre el cambio de energía cinética y la variación del periodo de rotación.
- ii) Las teorías sobre supernovas predicen que la estrella de neutrones de la Nebulosa del Cangrejo tiene una masa aproximadamente 1,4 veces mayor que la del Sol. Modelando la estrella como una esfera uniforme sólida, calcule su radio en kilómetros.
- iii) ¿Qué rapidez lineal tiene un punto en el ecuador de esa estrella? Compare esto con la rapidez de la luz.
- iv) Supongamos que la estrella de neutrones es uniforme. Calcule su densidad, comparándola con la de una roca ordinaria ( $3.000 \text{ kg/m}^3$ ) y la de un núcleo atómico ( $10^{17} \text{ kg/m}^3$ ). Justifique la afirmación de que una estrella de neutrones es en esencia un núcleo atómico grande.

