

FI1A2 - SISTEMAS NEWTONIANOS

Semestre 2008-1

Profesores: Hugo Arellano, Diego Mardones y Nicolás Mujica

Departamento de Física

Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas

Universidad de Chile

Guia Práctica

Unidad 4D: Rotaciones III - Rodadura sobre plano inclinado.

A. Objetivos

1. Visualizar la rodadura de un cuerpo como composición de rotación y traslación.
2. Reconocer la influencia de los cambios de geometría en la velocidad de traslación y rotación de un cuerpo
3. Verificar las predicciones de la dinámica plana de un cuerpo rígido en rodadura perfecta.

B1. Materiales:

- Tubos de PVC para formar tres anillos de igual diámetro y espesor de paredes.
- Barras de plasticina (diferentes colores) de igual masa
- Plano inclinado

B2. Soporte teórico

Para esta experiencia usted debe leer y entender los conceptos incluidos en el Material Teórico, Rotaciones III. En especial, Ud. debería poder:

- reconocer y caracterizar una rodadura perfecta (sin resbalar)
- plantear las ecuaciones de la dinámica de la rodadura perfecta: torques y movimiento del centro de masas
- plantear ecuaciones de energía de la rodadura perfecta
- reconocer cuando aplicar el Teorema de Steiner en la descripción de rotaciones de sólidos

C1. Preparación de la experiencia

Tome cada uno de los tres anillos de PVC y distribuya la plastilina en su interior en forma simétrica respecto al eje que pasa por el centro del cilindro. Se trata de generar geometrías simples para las cuales sea posible estimar su momento de inercia. En un caso distribuya la plastilina sobre el borde externo del anillo, en otro distribuya la plastilina formando un disco y construya un tercer caso intermedio.



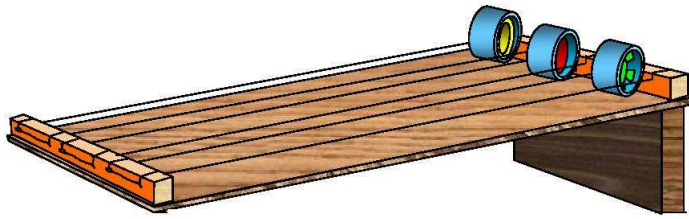
Cuide que la distribución de masa garantice que se cumplan de mejor forma los supuestos de la descripción teórica de una rueda rodando (material teórico). En particular, que el centro de masas coincida con el eje del cilindro. Además, que la distribución de masa sea simétrica con respecto al eje de simetría del cilindro. De no ser así, lo más probable es que el cilindro tienda a desestabilizarse a medida que incrementa su velocidad. De los tres ejemplos ilustrados en la figura de abajo, la configuración de la izquierda es aceptable. La del medio es dudosa y la de la derecha es inaceptable.



Apoye la cámara web en la superficie de la mesa y disponga el plano inclinado frente a la cámara, a unos 0.5-1.0 m de ella. El eje de la cámara debe ser perpendicular con el plano sobre el cual ocurre el movimiento sobre el plano inclinado

Mida la inclinación del plano con respecto a la horizontal. Ello se infiere de su ángulo con la vertical, definida por la dirección de una plomada que Ud. puede construir o implementar. La inclinación ideal del plano debiera estar en el rango 10-15°.

¡Asegúrese de mantener esta configuración (anillos, plano, cámara) inalterada durante toda la experiencia!



C2. Registros

Posando uno de los anillos sobre el plano inclinado, en su extremo superior, comience a grabar una película y suelte el anillo para que ruede cuesta abajo.

Detenga la grabación una vez que el anillo llegue al extremo inferior del plano. Cuide que el anillo baje derecho sobre el plano. Si se desvía, deseche esa película. Repita esta grabación 3-4 veces.

Repita lo anterior para los otros dos anillos (produzca 3-4 películas cada vez).

C3. Análisis

Cargue *ImageJ* e importe cada una de sus películas.

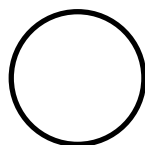
ImageJ tiene una herramienta para medir distancias. La medición está en píxeles, así que establezca la relación entre píxeles y metros midiendo con *ImageJ* la banda negra en el borde del plano inclinado (0.1 m).

Luego mida y tabule en su cuaderno la posición del centro del anillo cada 3 cuadros con respecto a un punto arbitrario pero fijo durante sus mediciones.

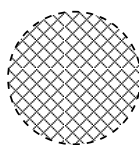
Los cuadros en *ImageJ* están cada 1/30 segundos. Entonces, para cada película Ud. tiene una serie de pares (t, x) donde x es la distancia a lo largo del plano desde el extremo superior. Ingrese esos datos a Matlab y haga un gráfico (t, x) . Verifique que obtiene aproximadamente una parábola y ajuste un polinomio de 2do orden ($\text{polyfit}(x, t, 2)$), tal que $x(t) = b_0 + b_1 t + b_2 t^2$.

Relacione el coeficiente b_2 con la aceleración del anillo (a_x) suponiendo un movimiento uniformemente acelerado. De esta forma, para cada anillo, Ud. obtendrá 3-4 valores experimentales de a_x .

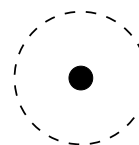
A partir de los valores obtenidos experimentalmente para a_x , infiera el valor experimental de I_o/MR^2 en los tres casos de distribución de masa estudiados. En las situaciones idealizadas ilustradas en la figura los cocientes I_o/MR^2 son 1, 1/2 y 0, respectivamente.



Periferia



Uniforme



Centrada

C4. Verificación

Finalmente, realice una carrera entre sus tres anillos. Suéltelos desde el reposo en la parte superior del plano inclinado y grabe su descenso. En este caso, ponga su cámara más arriba del plano para tener perspectiva de este. Examinando los últimos cuadros de la película determine en que orden llegan los anillos a la base del plano.



Realice la carrera y anote el orden de llegada unas 6 veces. Comente el resultado de las carreras y explíquelos en términos físicos.

Identifique las fuentes de errores que afectan el resultado de la experiencia y comente sobre como minimizarlos.