



TP # 6 – Cuerpo Rígido

Objetivos

- Estudiar la dinámica de rotación de un sistema formado por un disco y un anillo, que gira alrededor de un eje fijo.
- Estudiar la dinámica de rotación de un sistema formado por una barra y dos masas.
- Determinación del momento de inercia de objetos dispuestos en situación de rotación o caída a través de una rampa.
- Analizar las gráficas de posición angular y de frecuencia angular en función del tiempo, para distintas experiencias

Introducción

Cuando un cuerpo rígido gira sobre un eje fijo (que por lo general se llama eje z), su Posición esta descrita por una coordenada angular $\theta(t)$. La velocidad angular ω_z es la derivada respecto al tiempo de la coordenada angular $\theta(t)$. La aceleración angular α_z , es la derivada la segunda de la coordenada angular θ .



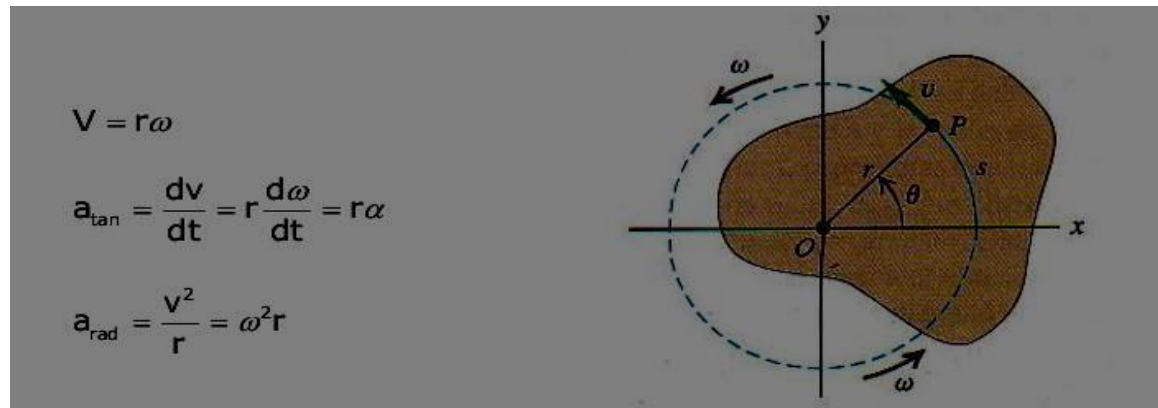
Si un cuerpo rígido gira alrededor de un eje fijo con aceleración angular constante podemos expresar lo siguiente:

$$\theta(t) = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$\omega(t) = \omega_0 + \alpha t$$

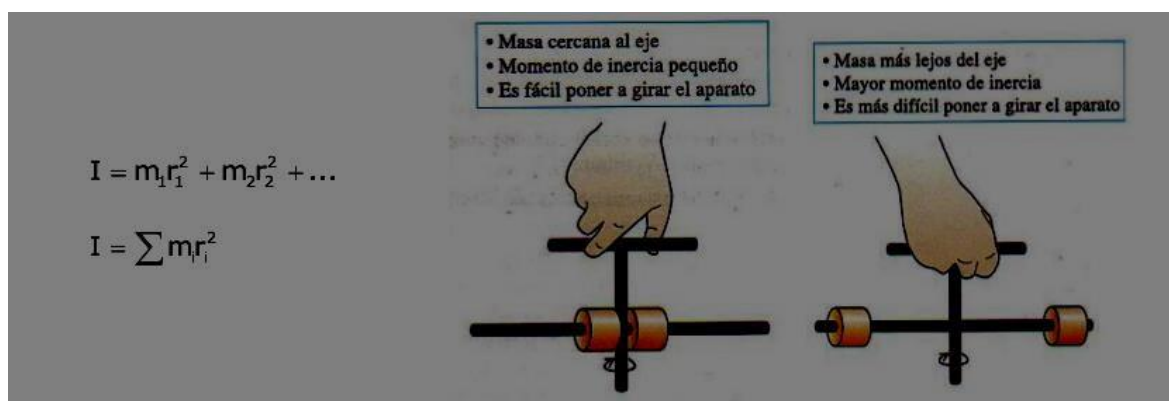


La rapidez angular ω de un cuerpo rígido es la magnitud de su velocidad angular. La razón de cambio de ω es $\alpha = d\omega/dt$. En el caso de una partícula del cuerpo que está a una distancia r del eje de rotación, la rapidez v y las componentes de la aceleración a están relacionadas con ω y α



MOMENTO DE INERCIA

El momento de inercia I de un cuerpo alrededor de un eje dado es una medida de su Inercia rotacional; cuanto mayor es el valor de I , más difícil es cambiar el estado de rotación del cuerpo. El momento de inercia se puede expresar como una sumatoria para las partículas m_i que constituyen el cuerpo, cada una de las cuales está a una distancia perpendicular r_i del eje.





Desarrollo del trabajo práctico:

Experiencia 1

- a) En ambos equipos colocar la misma pesa y hacer girar el rotor enrollando el hilo en las tres canaletas de radios distintos, para cada uno de ellos se registrará una curva $\omega(t)$. Analizar la relación entre la variación del radio y la variación de la posición angular.
- b) Repetir la experiencia cambiando las fuerzas externas y dejando constante alguno de los radios. Registrar nuevamente. Analizar la relación

Experiencia 2 :

Usando el sensor de rotación, y el sistema de medida PASCO, se registrará de forma detallada la dinámica de rotación del sistema formado por la barra y dos masas. Estudiar las gráficas analizando que ocurre cuando se cambia la posición de ambas masas respecto del eje de rotación analizar y calcular el momento de inercia.



El momento de inercia nos da una idea de la inercia rotacional de los cuerpos que giran alrededor de alguno de sus ejes. La práctica de laboratorio de momento de inercia podrá ser realizada a través de varias experiencias (cada grupo tendrá una diferente) utilizando los Dispositivos Rotacionales de Pasco (hay solo dos) en el cual se usará la relación entre torque y aceleración angular, y también a través de la caída por plano inclinado de objetos, utilizando la conservación de la energía mecánica del centro de masa de los objetos (utilizando sensores Pasco e Ingka)



FÍSICA I

Experiencia 3:

El momento de inercia nos da una idea de la inercia rotacional de los cuerpos que giran alrededor de alguno de sus ejes. La práctica de laboratorio de momento de inercia podrá ser realizada a través de varias experiencias (cada grupo tendrá una diferente) utilizando los Dispositivos Rotacionales de Pasco (hay solo dos) en el cual se usará la relación entre torque y aceleración angular, y también a través de la caída por plano inclinado de objetos, utilizando la conservación de la energía mecánica del centro de masa de los objetos (utilizando sensores Pasco e Ingka).

A continuación se detallan las experiencias.



Los dispositivos de rotación de Pasco, conectados a los sensores GLX (ver apuntes de uso) permiten darnos tanto la posición angular, velocidad angular como la aceleración angular del objeto en cuestión. A través de la relación:

$$\sum \vec{\tau} = I \alpha$$

Donde la sumatoria de los torques aplicados al cuerpo es igual al momento de inercia del objeto por su aceleración angular. A su vez, el torque $\tau = F.R$, donde R es el radio de los discos en donde se encuentra enrollado el hilo y F la fuerza ejercida.

La fuerza aplicada “ F ” para generar el torque es generada por unas pesas “ m ” que cuelgan en el extremo del dispositivo. Teniendo, según segunda Ley de Newton, que:

$$m.g - T = m.a \Rightarrow T = m.(g-a)$$

Donde m es la masa que cuelga, T la tensión de la soga y “ a ” la aceleración de la masa. Ya que T es igual a F , podemos obtener lo siguiente:

$$I = R.m.(g-a)/\alpha$$

Ahora bien, sabiendo que la aceleración de la pesa que cae es a su vez la aceleración tangencial del objeto que rota, tenemos que $a = \alpha R$, por lo que tenemos:

$$I = R.m(g - \alpha R)/\alpha$$

Los alumnos podrán obtener los “ α ” a través del GLX y variar tanto el radio como las masas.

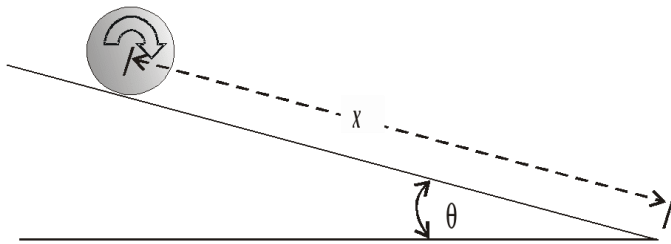


Experiencia 4

Otra experiencia propuesta para calcular el momento de inercia, consta en dejar caer desde cierta altura h a través de un plano inclinado una esfera.

Como $\sum \vec{F}_{neta} = 0$

Por conservación de la energía mecánica del cuerpo al principio y final del recorrido, se obtiene que:



$$K_i + U_i = K_f + U_f$$

$$0 + m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_{cm}^2 + \frac{1}{2} \cdot I \cdot \omega^2$$

Reemplazando $\omega = V_{cm}/R$ y despejando el momento de inercia, se obtiene que:

$$I = R^2 \cdot m \cdot [(2 \cdot g \cdot h / v_{cm}^2) - 1]$$

El punto delicado de la experiencia es el cálculo de la velocidad del centro de masa V_{cm} . Recordar que esta representa la velocidad del centro de masa cuando llega al piso, por lo tanto los alumnos deberán medir con qué velocidad llega. Podrán hacerlo grabando con el Tracker o utilizando el sensor de movimiento de Pasco o los sensores de Movimiento Ingka.



Sensores de Movimiento Pasco.



El sensor de movimiento trabaja a través de ultrasonido al igual que los de Ingka. Se los conecta a una interface que a su vez puede ser conectada por USB a las computadoras. Al conectarlos a la pc el DataBase lo detectara, al igual que los sensores de movimiento circular (leer apuntes de GLX)

Si se coloca este sensor en el final de la rampa, para evitar golpes con los objetos que caen puede colocarse una canasta rejilla que se encuentra en uno de los armarios del labo, donde están los sensores Ingka.

Recomendaciones para la práctica.

Recomendamos utilizar como rampa objetos que eviten hacer demasiado ruido. Si van a tirar esferas de metal, traten de evitar que roce mucho con la guía en donde la van hacer rodar pues el ruido excesivo genera interferencia con el sensor y da respuestas erróneas.

El cálculo de la velocidad final del objeto cuando llega al piso y como encontrarla queda a criterio de cada grupo.