

## Inercia Rotacional

### Objetivo.

Determinar experimentalmente el momento de inercia de un disco y un anillo, y comparar los resultados obtenidos con los cálculos teóricos.

### Introducción.

La inercia rotacional (o de rotación) de un objeto, es una cantidad escalar que indica que tan difícil es girar un objeto alrededor de un eje de rotación. Por lo que el propósito de este experimento es encontrar la inercia de rotación de un anillo y un disco experimentalmente, y comparar estos valores obtenidos con los valores teóricos calculados.

Para calcular la inercia de rotación experimental, se hace uso de un arreglo experimental que cuenta con un sensor de movimiento rotacional, el cual permite obtener una gráfica de la velocidad angular. Con la gráfica obtenida, se hace un ajuste para encontrar el valor de la pendiente, ya que esta permite conocer el valor de la aceleración angular, y dado que se conoce el valor del par aplicado a la polea giratoria del sensor, se puede calcular el momento de inercia del disco y del anillo.

### Material.

- 1 Soporte universal largo.
- 1 Kit de accesorios del sensor de movimiento rotacional.
- 1 Sensor de movimiento rotacional.
- 1 Conjunto de masas.
- 1 Balanza.
- 1 Vernier.
- 1 Interfaz Universal PASCO 750.

### Teoría.

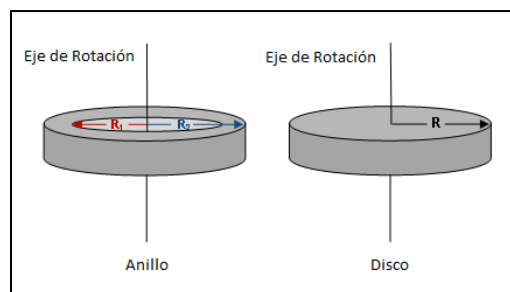


Figura 1. Ejes de Rotación del Anillo y del Disco.

---

Teóricamente la inercia de rotación,  $I$ , de un anillo grueso alrededor de un eje que pasa a través de su centro está dada por:

$$I = \frac{1}{2}M(R_1^2 + R_2^2) \quad (1)$$

donde  $M$  es la masa del anillo,  $R_1$  es el radio interno del anillo y  $R_2$  es el radio externo del mismo.

Por otro lado, la inercia de rotación del **disco** está dada por:

$$I = \frac{1}{2}MR^2 \quad (2)$$

donde  $M$  y  $R$  son la masa y el radio del disco, respectivamente.

Para encontrar la inercia de rotación del anillo y del disco experimentalmente, se le debe aplicar una torca conocida al anillo y al disco para que giren alrededor de su eje de rotación, con ello se puede obtener la aceleración angular del movimiento de cada uno de los objetos.

Partiendo de la ecuación de la torca  $\tau = I\alpha$ , y despejando para el momento de inercia, se obtiene:

$$I = \frac{\tau}{\alpha} \quad (3)$$

Donde  $\tau$  es el torque causado por el peso que cuelga del hilo que se envuelve alrededor de la polea del sensor de rotación, y se expresa como:

$$\tau = rF \quad (4)$$

donde  $r$  es el radio de la polea donde se enrolla el hilo y  $F$  es la tensión de la cuerda cuando el aparato está girando.

Aplicando la segunda Ley de Newton (ver figura 2), en este caso se selecciona la dirección positiva hacia abajo:

$$mg - F = ma \quad (5)$$

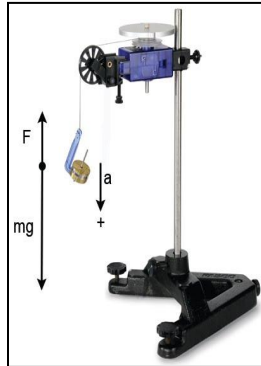


Figura 2. Diagrama de cuerpo libre.

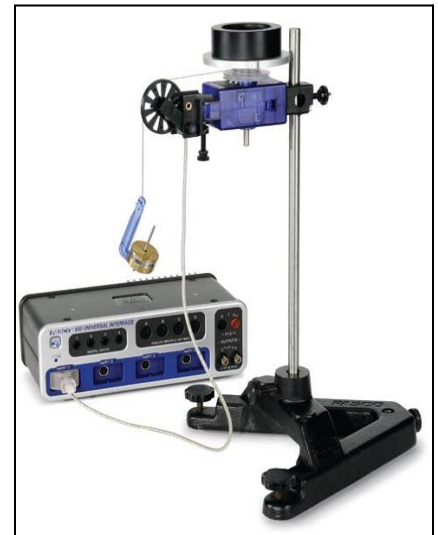
Resolviendo para la tensión en la cuerda, se obtiene:

$$F = m(g - a) \quad (6)$$

Una vez que se obtiene la aceleración angular, la inercia de rotación se puede calcular.

### Configuración del Sistema de Rotación.

1. Configure el Sistema de Rotación, tal y como se muestra en la figura 3. El hilo se debe atar alrededor de la polea más pequeña, después se enrosca en el agujero del borde y se envuelve en la parte central de la polea. Coloque el disco y el anillo utilizando las muescas de guía.
2. Conecte el sensor de movimiento de rotación a la interfaz PASCO 750 y verifique que la interfaz esté correctamente conectada a la computadora y al cable de alimentación.
3. Primero encienda la interfaz y luego la computadora. Abra el software Capstone, y agregue el sensor de movimiento rotacional.
4. Ahora, cree una gráfica de velocidad angular vs tiempo.



### Procedimiento.

#### A. Mediciones para obtener la Inercia Rotacional Teórica.

1. Mida las masas del disco y el anillo utilizando la balanza.
2. Con el vernier, mida los diámetros interno y externo, calcule  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R$ .

## B. Mediciones por el método experimental.

1. Encuentra la aceleración del anillo y el disco:
  - a. Ponga el anillo y disco en el sensor de movimiento de rotación. Para encontrar la aceleración de esta combinación, coloque una masa de 20 g sobre el extremo del hilo previamente enrollado en la polea. Suelte la masa, y de manera simultánea, registre en una gráfica. la velocidad angular en función del tiempo.
  - b. Seleccione los datos en la gráfica cuando la masa estaba cayendo, y de clic en la herramienta de ajuste lineal, para encontrar la recta que mejor se ajuste a dichos datos.
  - c. La pendiente de la línea de mejor ajuste es la aceleración angular del sistema de rotación, anote esta aceleración.
  - d. Retire el anillo y repita este procedimiento sólo con el disco en el sensor de movimiento de rotación.

2. Encuentre la aceleración del Sensor de Movimiento de Rotación.

En el paso 1, el sensor de movimiento de rotación, estuvo girando junto con el disco y el anillo. Es necesario determinar la aceleración, y la inercia solamente del sensor, por lo que esta inercia, se le puede restar del total, y así, tener la inercia de rotación del disco y el anillo. Para ello, retire el anillo y el disco del sistema de rotación, y repita el paso 1 para el sensor solamente. Se recomienda utilizar una masa de 5 g sujeta del hilo.

3. Cálculo de la fricción.

Para el disco con el anillo y para el disco solo, utilizar la masa necesaria en la cuerda sobre la polea, para hacer que vaya a velocidad constante después de darle un pequeño empujón inicial. Esto probablemente sólo sería alrededor de un gramo. Esta es la cantidad de fuerza necesaria para superar la fricción, no acelerar el objeto, y en los cálculos debe restarse de la masa total que cuelga del hilo.

4. Con el vernier mida el diámetro de la polea del sensor de movimiento y registre el radio.

---

## Cálculos

1. Calcule el valor experimental de la inercia de rotación del anillo, disco, y sensor de movimiento de rotación (los tres juntos) usando las ecuaciones (3), (4) y (5). Recuerde que debe restar de la masa requerida para superar la fricción de la masa que cuelga en la cuerda.
2. Calcule el valor experimental de la inercia de rotación del disco, y del sensor de movimiento de rotación (los dos juntos) usando las ecuaciones (3), (4) y (5). Recuerde que debe restar de la masa requerida para superar la fricción de la masa que cuelga en la cuerda.
3. Calcule el valor experimental de la inercia de rotación del sensor de movimiento de rotación (solamente el sensor), usando las ecuaciones (3), (4) y (5).
4. Reste la inercia de rotación del sensor de movimiento de rotación (la que obtuvo en el cálculo 3) de la inercia de rotación de la combinación del disco y el sensor de movimiento de rotación (la que obtuvo en el cálculo 2). El valor que obtenga será la inercia de rotación del disco solo.
5. Reste la inercia de rotación de la combinación del disco y el sensor de movimiento de rotación (la que obtuvo en el cálculo 2) de la inercia de rotación de la combinación del anillo, disco y el sensor de movimiento de rotación (la que obtuvo en el cálculo 1). El valor que obtenga será la inercia de rotación del anillo solo.
6. Calcule los valores teóricos de la inercia de rotación del anillo y del disco, usando las ecuaciones (1), y (2).
7. Calcule las diferencias porcentuales, para comparar los valores experimentales con los valores teóricos.

$$\text{diferencia porcentual}(\%) = \left| \frac{\text{Experimental} - \text{Teórico}}{\text{Teórico}} \right| \times 100$$

## Preguntas

1. ¿Qué objeto tuvo la inercia de rotación mayor?
2. ¿Qué objeto fue más difícil acelerar?
3. ¿Los valores teóricos estuvieron dentro las incertidumbres de los valores medidos?  
¿Sí o no, por qué?