



## Objetivos

- ❖ Investigar la inercia rotacional de algunas distribuciones de masas conocidas.
- ❖ Determinar el momento de inercia de un disco y un anillo utilizando el métodos experimental y el método analítico para luego comparar la diferencia entre ellos.

## Esquema del laboratorio y materiales

Equipo requerido	Cantidad	Observaciones
Balanza (SE-8723)	1	
Superpolea	1	
Calibrador (SF-8711)	1	
Disco	1	
Hilo	2 m	
Masas y portapesas (ME-9348)	1	
Sistema Rotacional (CI-6691)	1	
Cuerda (inc. w/ CI-6691)	1 m	
anillo	1	

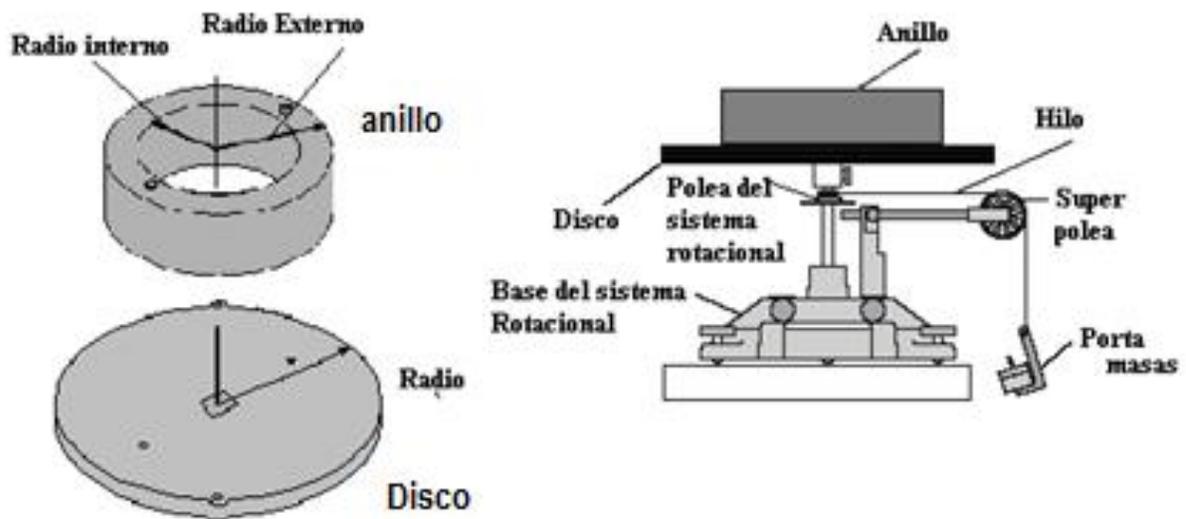


Fig. 1. Montaje del disco y (disco mas anillo) en un plano horizontal.

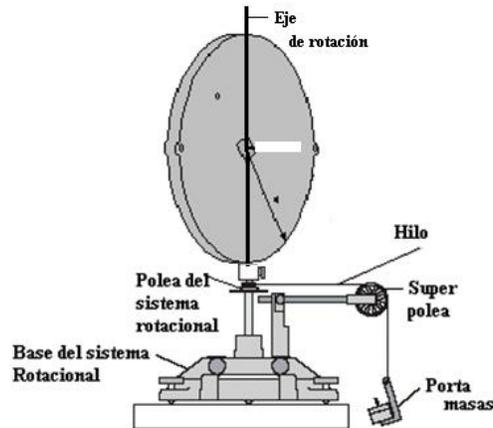


Fig. 2. Montaje del disco en un plano vertical.

## Marco teórico y Cuestionario

La inercia rotacional es una medida de la oposición que ofrece un cuerpo al cambio de su estado de movimiento rotacional, la cantidad física que la caracteriza se le denomina el momento de Inercia de un cuerpo ( $I$ ), y esta depende de la masa del cuerpo, de su geometría y la distribución de las masas del mismo.

Una patinadora artística realiza movimientos de rotación elegantes sobre el hielo e incrementa su velocidad angular de rotación al colocar sus manos mas cerca de su cuerpo. La inercia rotacional juega un papel importante en este fenomeno.

La inercia rotacional de un cuerpo depende de la masa y de la distribución de masas.

Teóricamente,

La inercia rotacional,  $I$ , de un **anillo** esta dada por:

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

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



La inercia rotacional,  $I$ , de un **disco** de densidad uniforme que rota en un plano horizontal y en el cual el eje pasa por su centro geométrico esta dada por:

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

Donde  $M$  es la masa y  $R$  el radio del disco.

Para hallar experimentalmente la inercia rotacional,  $I$ , de un anillo o un disco, aplicamos un torque y medimos la aceleración angular resultante.

Siendo:  $\tau = I\alpha$

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



## LABORATORIO DE MECANICA INERCI A ROTACIONAL

Donde  $\alpha$  es la aceleración angular y  $\tau$  es el torque.

El torque depende de la fuerza aplicada y la distancia desde el punto de rotación del objeto hasta el punto donde se aplica la fuerza, o:

$$\tau = r \times F \quad (4)$$

Donde  $r$  es la distancia desde el centro del disco hasta el punto donde se aplica la fuerza (el 'brazo de la fuerza'), y  $F$  es la fuerza aplicada. El valor de  $r \times F$  es  $r F \sin \beta$  donde,  $\beta$  es el ángulo entre  $r$  y la dirección de  $F$ , la fuerza aplicada. El torque es máximo cuando  $r$  y  $F$  son perpendiculares entre sí.

En este caso, la fuerza aplicada es la tensión ( $T$ ) en una cuerda atada a una parte del sistema rotacional. La gravedad actúa sobre una masa  $m$  atada a la cuerda. El valor de  $r$  es el radio de la polea del aparato. El radio es perpendicular a la fuerza aplicada (Tensión).

Por lo tanto, el torque es:

$$\tau = rT \quad (5)$$

Aplicando la segunda ley de Newton para la masa colgante,  $m$ , obtenemos:

$$\sum F = T - mg = m(-a)$$

La tensión en la cuerda da:

$$T = m(g - a)$$

El torque es:

$$\tau = rT = rm(g - a) \quad (6)$$

La aceleración lineal  $a$  de la masa colgante es la aceleración tangencial,  $a_T$ , del sistema de rotación. La aceleración angular está relacionada con la aceleración tangencial así:

$$\alpha = \frac{a_T}{r} \quad (7)$$

Sustituyendo la Ecuación 6 y la Ecuación 7 en la Ecuación 3 obtenemos:

$$I = \frac{\tau}{\alpha} = rm(g - a) \div \frac{a_T}{r} = rm(g - a) \frac{r}{a_T} = \frac{mgr^2}{a_T} - mr^2$$
$$I = mr^2 \left( \frac{g}{a_T} - 1 \right) \quad (8)$$

La inercia rotacional del sistema,  $I$ , se puede calcular de la aceleración tangencial,  $a_T$ .

### Procedimiento 1

### "disco y anillo"

1. Mida el diámetro de la cavidad escogida de la polea en el sistema Rotacional. Calcule y registre el radio de la polea en la tabla de datos 1.
2. Mida el diámetro interno y externo del anillo. Calcule y registre sus respectivos radios en la tabla de datos 1.
3. Mida y registre el diámetro del disco. Calcule y registre el radio del disco en la tabla de datos 1.



- Mida y registre en la tabla de datos 1, las masas del anillo y del disco.

**Tabla de Datos N° 1: Dimensiones**

Magnitud	Valores
Radio de la Polea ( $r$ ) (cm)	
Anillo, radio interno ( $R_1$ ) (cm)	
Anillo, radio externo ( $R_2$ ) (cm)	
Disco, radio ( $R$ ) (cm)	
Masa del anillo ( $M_a$ ) (g)	
Masa del Disco ( $M$ ) (g)	

- Monte la Super Polea en el sistema rotacional como se muestra en la figura 1.
- Utilice un pedazo de hilo de unos 10 cm menor que la distancia desde la Super Polea al piso.
- Amarre y enrolle un extremo de la cuerda a la cavidad de la polea en el sistema Rotacional y el otro extremo átelo al portapesas. Ajuste el ángulo de la Super Polea de tal forma que el hilo sea tangente a la polea y que este en la mitad de la ranura de la Super Polea. (Observe la figura 1.) Coloque el disco sobre el sistema rotacional.
- Coloque el anillo sobre el disco insertando el anillo dentro de la ranura sobre el disco.
- Añada 60 g al portapesas atado a la cuerda. Rebobine la cuerda alrededor de la cavidad mayor en la polea del sistema Rotacional hasta que el portapesas quede al mismo nivel que la Super polea. Mantenga el disco en su lugar.
- Mida la aceleración tangencial del disco y el anillo juntos (Conjunto) utilizando el smart timer. Comience a tomar los datos de la aceleración tangencial liberando el conjunto. Registre los en la tabla de datos 2.
- Detenga la toma de datos justo antes que el portapesas alcance el suelo.
- Quite el portapesas de la cuerda. Mida la masa total del portapesa y registre el valor en La **Tabla de Datos 2**.
- Repita el procedimiento de los pasos 10, 11 y 12 tres veces con el objeto de encontrar la aceleración tangencial promedio y su respectiva incertidumbre.

**Tabla de Datos N° 2. Datos Aceleracion experimental.**

Descripcion	Masa colgante (g)	$a_{T1}$	$a_{T2}$	$a_{T3}$	$a_{Tprom}$
Anillo + Disco					
Disco solo plano horizontal					
Disco solo plano vertical					

## Procedimiento 2

### “Disco solo en un plano horizontal”

- Quite el anillo.
- Añada 60 g al portapesas atado a la cuerda. Rebobine la cuerda alrededor de la cavidad mayor en la polea del sistema Rotacional hasta que el portapesas quede al mismo nivel que la Super polea. Mantenga el disco en su lugar.



3. Mida la aceleración tangencial del disco utilizando el smart timer. Comience a tomar los datos de la aceleración tangencial liberando el disco. Registrelos en la tabla de datos 2.
4. Detenga la toma de datos justo antes que el portapesas alcance el suelo.
5. Quite el portapesas de la cuerda. Mida la masa total del portapesa y registre el valor en La **Tabla de Datos 2**.
6. Repita el procedimiento de los pasos 2, 3 y 4 tres veces con el objeto de encontrar la aceleración promedio y su respectiva incertidumbre..

### Procedimiento 3

### “Disco en el plano vertical”

1. Coloque el disco verticalmente sobre el sistema rotacional. Como se observa en la Fig 2.
2. Añada 60 g al portapesas atado a la cuerda. Rebobine la cuerda alrededor de la cavidad mayor en la polea del sistema Rotacional hasta que el portapesas quede al mismo nivel que la Super polea. Mantenga el disco en su lugar.
3. Mida la aceleración tangencial del disco utilizando el smart timer. Comience a tomar los datos de la aceleración tangencial liberando el disco. Registrelos en la tabla de datos 2.
4. Detenga la toma de datos justo antes que el portapesas alcance el suelo.
5. Quite el portapesas de la cuerda. Mida la masa total del portapesa y registre el valor en La **Tabla de Datos 2**.
6. Repita el procedimiento de los pasos 2, 3 y 4 tres veces con el objeto de encontrar la aceleración tangencial promedio y su respectiva incertidumbre.

### Análisis de datos

1. Calcule y registre la inercia rotacional experimental del **(anillo + Disco)** utilizando la ecuación (8) donde, “ $a_r$ ”, es la aceleración tangencial medida con el smart timer, “ $r$ ” es el radio de la polea ,  $g$  es la gravedad y “ $m$ ” es la masa colgante que puso al aparato en rotación. Recuerde trabajar en un solo sistema de unidades, ya sea CGS ó MKS.

$$I = mr^2 \left( \frac{g}{a_r} - 1 \right) \quad (8)$$

2. Calcule con la ecuación (8) la inercia rotacional experimental del **(disco solo)**, ) y regístrela en la tabla de datos 2.
3. Reste la inercia rotacional experimental del **(anillo + Disco)** con el **(Disco solo)**, para hallar la inercia rotacional del **(anillo solo)**. Registre el valor experimental para el anillo en la tabla de datos 2.
4. Calcule el valor teórico de la inercia rotacional del anillo utilizando la ecuación (9). donde,  $R_1$  y  $R_2$  son los radios del anillo y  $M_a$  es la masa del anillo y regístrela en la tabla de datos 3.

$$I = \frac{1}{2} M_a (R_1^2 + R_2^2) \quad (9)$$

5. Calcule el valor teórico de la inercia rotacional del disco utilizando la ecuación (10) donde,  $R$  es el radio del disco y  $M$  es la masa del disco y regístrela en la tabla de datos 3.



## LABORATORIO DE MECANICA INERCIAS ROTACIONAL

$$I = \frac{1}{2} MR^2 \quad (10)$$

6. Calcule el valor teórico de la inercia rotacional del (anillo + disco). Este se encuentra sumando el valor obtenido en el numeral 4 mas el obtenido en el numeral 5 y regístrela en la tabla de datos 3.
7. Calcule y registre en la tabla de datos 3. el porcentaje del error relativo entre los valores teóricos y experimentales en cada caso. Recuerde que el error relativo se puede hallar mediante la ecuación

$$E_{rel} = \left| \frac{V_{exp} - V_{teo}}{V_{teo}} \right| \times 100\%$$

En donde  $V_{exp}$  es el valor encontrado experimentalmente y  $V_{teo}$  es el valor teórico.

8. Calcule y registre en la tabla de datos 3 el valor teórico para la inercia rotacional del disco en un plano vertical mediante la Ecuación (11):

$$I = \frac{1}{4} MR^2 \quad (11)$$

**Tabla de Datos Nº 3. Datos de la inercia experimental y teorica.**

Descripcion	$I_{Experimental}$	$I_{Teórico}$	<b>Error Relativo</b>
<b>Anillo + Disco</b>			
<b>Disco solo plano horizontal</b>			
<b>Anillo solo</b>			
<b>Disco solo plano vertical</b>			

### Preguntas de control

1. ¿Qué factores influyen para que haya un margen de error relativo entre los valores teóricos y los valores experimentales?
2. Que diferencia se encuentra entre el valor de la Inercia rotacional del disco colocado en un plano horizontal y el valor de la inercia rotacional del disco colocado en un plano vertical. Explique.
3. Como varía la inercia rotacional con respecto al radio de la polea del sistema rotacional "r".
4. ¿En base al marco teórico de que otra manera se puede encontrar el momento de inercia rotacional para cada uno de los casos (anillo, disco y (anillo + disco))?

### Conclusiones y observaciones

**En este espacio el estudiante debe anotar las conclusiones de lo observado en la práctica, de manera sencilla y coherente.**