

# UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



## MOMENTO DE INERCIA 2 <sup>(10)</sup>

|                                                                                                                                                 |                                                    |                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Guías de Prácticas de Laboratorio</b>                                                                                                        | Identificación: <sup>(1)</sup><br><b>GL-PS-F-1</b> |                                   |
|                                                                                                                                                 | Número de Páginas: <sup>(2)</sup><br>4             | Revisión No.: <sup>(3)</sup><br>1 |
|                                                                                                                                                 | Fecha Emisión: <sup>(4)</sup><br><b>2011/08/31</b> |                                   |
| Laboratorio de: Física Calor y Ondas <sup>(5)</sup>                                                                                             |                                                    |                                   |
| Título de la Práctica de Laboratorio: <sup>(6)</sup><br>MOMENTO DE INERCIA 2 : APLICACIÓN TEOREMA EJES PARALELOS y TEOREMA EJES PERPENDICULARES |                                                    |                                   |

|                                                                |                                                                          |                                                                     |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| <b>Elaborado por:</b> <sup>(7)</sup><br><br>Angel M Chaparro C | <b>Revisado por:</b> <sup>(8)</sup><br><br>Profesores del Dpto de Física | <b>Aprobado por:</b> <sup>(9)</sup><br><br>Comité de Dpto de Física |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|



## Control de Cambios

[illegible]



---

MOMENTO DE INERCIA 2 <sup>(10)</sup>

1. **FACULTAD O UNIDAD ACADÉMICA:** Departamento de Física
2. **PROGRAMA:** Ingeniería: Multimedia, Civil, Mecatrónica, Industrial y Telecomunicaciones.
3. **ASIGNATURA:** laboratorio de Física Calor y Ondas
4. **SEMESTRE:** Tercero
5. **OBJETIVOS:**

**5.1. OBJETIVO GENERAL:**

Medir experimentalmente el momento de inercia de un disco para diferentes ejes de rotación aplicando teorema de ejes paralelos y el teorema de los ejes perpendiculares

**5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Medir experimentalmente el momento de inercia de un disco para diferentes ejes de rotación y comparar con el valor teórico.
- Medir experimentalmente el momento de inercia de un disco regular rotando con respecto a un eje que pasa por el centro de masa perpendicular al plano del disco.
- Medir experimentalmente el momento de inercia de un disco rotando alrededor de un eje paralelo al plano del disco y que pasa por su centro de masa
- Medir experimentalmente el momento de inercia de un disco rotando alrededor de un eje paralelo al eje perpendicular al plano del disco y que pasa por el centro de masa
- Comparar el momento de inercia teórico y experimental y hacer los análisis de error correspondiente.



## 6. COMPETENCIAS A DESARROLLAR:

- Aplicar el conocimiento teórico de la Física en la realización e interpretación de experimentos.
- Construir y desarrollar argumentaciones válidas, identificando hipótesis y conclusiones.
- Demostrar destrezas experimentales y métodos adecuados de trabajo en el laboratorio.
- Demostrar hábitos de trabajo en equipo involucrando el rigor científico, el aprendizaje y disciplina.
- Buscar, interpretar y utilizar literatura científica.
- Comunicar conceptos y resultados científicos en lenguaje oral y escrito

## 7. MARCO TEORICO:

**Conceptos previos.** Momento de inercia. Conocimiento del momento de inercia teórico de un disco con respecto a diferentes ejes de rotación. Uso de los diferentes teoremas que permiten calcular los momentos de inercia de un cuerpo: Teorema de los ejes paralelos y teorema de ejes perpendiculares. Modelamiento experimental para medir el momento de inercia de un disco

### TEORIA

El momento de inercia  $I$  de un cuerpo mide la resistencia que presenta el cuerpo a la rotación con respecto a un eje y depende de la masa del cuerpo y la distribución de esta con respecto al eje de rotación

Teóricamente el momento de inercia se calcula:

a) Partículas puntuales

$$I = \sum m_i r_i^2$$

Donde  $m_i$  es la masa de cada partícula y  $r_i$  la distancia perpendicular desde la masa al eje de rotación de la partícula.

b) Para cuerpos de masa continua o masa extendida (cuerpo rígido)

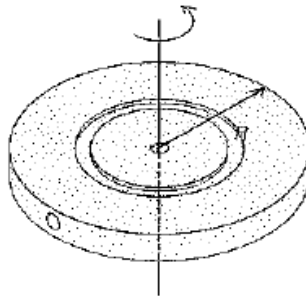


MOMENTO DE INERCIA 2 <sup>(10)</sup>

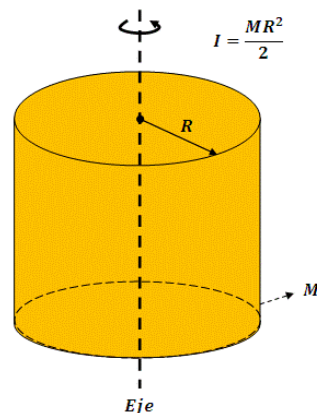
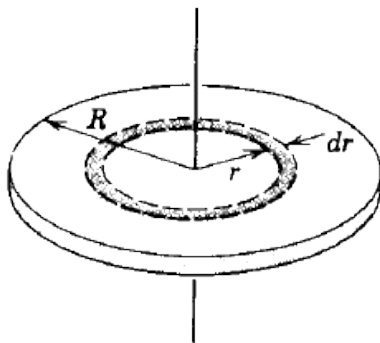
$$I = \int r^2 dm$$

Donde  $dm$  es un elemento diferencial de masa de la distribución y  $r$  es la distancia perpendicular del elemento de masa al eje de rotación

**Ejercicio.** Aplicando la definición de momento de inercia para cuerpos rígidos, mostrar que el momento de inercia de un disco delgado rotando con respecto a un eje que pasa por su centro de masa y perpendicular al plano del disco es  $I = \frac{1}{2} MR^2$



Explicar porque para un disco de masa  $M$  y radio  $R$  y un cilindro de masa  $M$  y radio  $R$ , el momento de inercia con respecto al mismo eje, el cual es perpendicular al plano del disco y que pasa por el centro de simetría tienen la misma expresión:  $I = (1/2) MR^2$



Un cuerpo tiene un número infinito de ejes sobre los cuáles puede girar, e igualmente existen algunos teoremas que permitan calcular en ciertos casos, de una manera práctica el momento de inercia de un cuerpo rotando con respecto a un eje específico,



## MOMENTO DE INERCIA 2 <sup>(10)</sup>

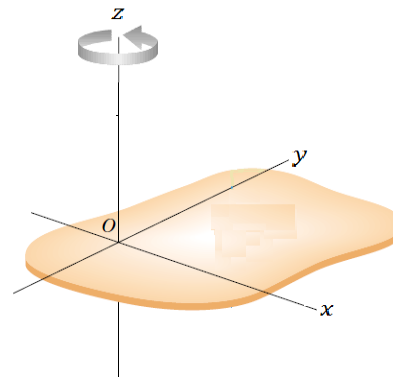
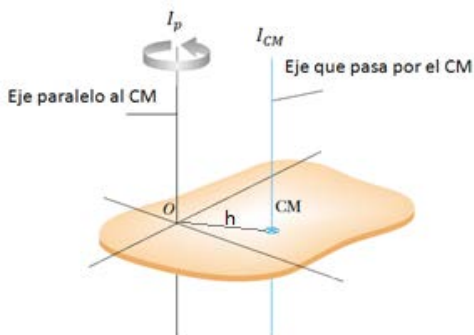
conociendo previamente su momento de inercia con respecto a un eje que pasa por su centro de masa (CM).

### a) Teorema de ejes paralelos (Teorema Steiner) $I_p = I_{CM} + Mh^2$

El teorema de los ejes paralelos o también llamado el teorema de Steiner establece que el momento de inercia con respecto a cualquier eje paralelo a un eje que pasa por el centro de masa, es igual al momento de inercia con respecto al eje que pasa por el centro de masa, más el producto de la masa por el cuadrado de la distancia que hay entre los ejes

### b) Teorema de ejes perpendiculares $I_z = I_x + I_y$

Para un objeto plano, el momento de inercia con respecto a un eje perpendicular al plano ( $I_z$ ) es la suma de los momentos de inercia sobre dos ejes perpendiculares ( $I_x + I_y$ ) que están sobre el plano y cuyos ejes se cortan en el mismo punto sobre el plano





---

Titulo de la Práctica de Laboratorio (10)

**8. MATERIALES, REACTIVOS, INSTRUMENTOS, SOFTWARE, HARDWARE O EQUIPOS:** (18)

- Disco
- Pesas y porta pesas
- Poleas, cuerdas
- Equipo nuevo para medición momento de inercia
- Cronometro, regla

**9. PRECAUCIONES CON LOS MATERIALES, REACTIVOS, INSTRUMENTOS Y EQUIPOS UTILIZAR :** (19)

Elegir una masa control adecuada, que garantice que el movimiento del sistema (cruceta – cuerpo) tenga un movimiento no demasiado acelerado. Garantizar que en todo momento la cuerda que esta alrededor del eje de la cruceta se desenrolle libremente.

**10.CAMPO DE APLICACIÓN:** (20)

El momento de inercia tiene un campo muy amplio de aplicación, como por ejemplo en los sistemas mecánicos rotantes donde se necesita conocer la cantidad de energía cinética o cantidad de momento angular que tiene o que necesita transmitir un sistema. Como también el momento de inercia se relaciona con la tensión y deformación máxima producida por los esfuerzos de flexión en un elemento como una viga, por lo cual este valor determina la resistencia máxima de un elemento estructural bajo flexión con la propiedad de dicho material

**11.PROCEDIMIENTO, METODO O ACTIVIDADES:** (21)



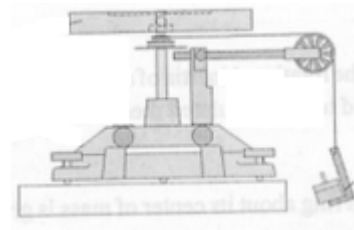
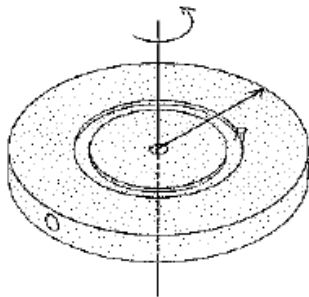
## Titulo de la Práctica de Laboratorio (10)

### Procedimiento.

Para cada una de las configuraciones que se proponen en la práctica, calcular el momento de inercia teórico utilizando los teoremas y definiciones correspondientes.

**Configuración 1.** Disco rotando con respecto a un eje perpendicular al plano del disco y que pasa por su centro de masa. El momento de inercia teórico es:

$$I = \frac{1}{2} MR^2$$

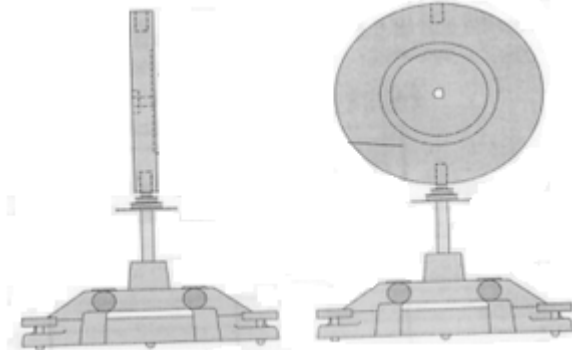
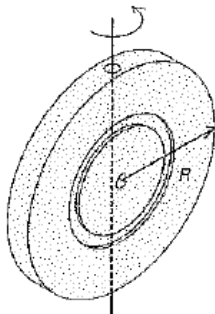


**Configuración 2.** (Teorema ejes perpendiculares). Disco delgado rotando alrededor de un eje paralelo al plano del disco y que pasa por su centro de masa.

El momento de inercia teórico es:  $I = \frac{1}{4} MR^2$

Si el disco tiene un espesor apreciable  $L$  comparado con el radio  $R$  del disco, el momento de inercia es:  $I = \frac{1}{4} MR^2 + \frac{1}{12} ML^2$

Acá tomaremos el modelo de disco delgado

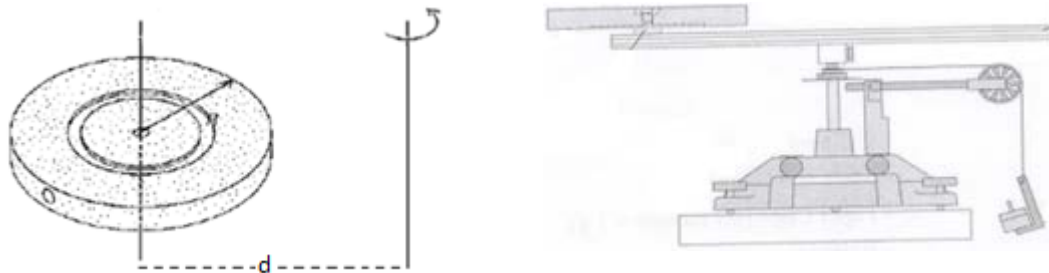






Titulo de la Práctica de Laboratorio (10)

**Configuración 3.** (Teorema ejes paralelos). Disco rotando alrededor de un eje paralelo al eje perpendicular al plano del disco y que pasa por el centro de masa. Por ejemplo: Si  $d = R$ , el momento de inercia teórico es  $I = \frac{3}{2}MR^2$ .



Este disco está montado sobre una lámina plana que está ubicada sobre el soporte del sistema que gira. Previamente, se debe calcular el momento de inercia del sistema sin el disco.

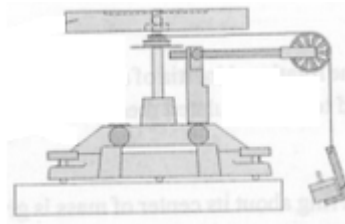


Fig. 1

Para calcular el momento de inercia experimental se hace uso del montaje indicado en la figura 1. La cuerda está enrollada en el cilindro (rotor) giratorio de radio  $r$ , que está integrada a la base de la cruceta y mediante el uso de una polea y una cuerda que está conectada y tensionada por una masa control  $m$  (incluye el porta pesas). La masa  $m$  se encuentra inicialmente en reposo y se deja caer, cuando  $m$  recorra una distancia  $h$ , la energía potencial gravitacional que



## Titulo de la Práctica de Laboratorio <sup>(10)</sup>

pierde, se transforma en energía cinética de rotación del sistema cruceta -disco y en energía cinética de traslación de la masa m.

Con el montaje que se utiliza para la práctica se colocan los diferentes cuerpos a los que se le va a medir los momentos de inercia experimentales.

Mediante análisis de Fuerzas o de conservación de la energía mecánica, mostrar que el momento de inercia experimental del sistema que se monta en la cruceta incluyendo el de la cruceta se puede calcular como:

$$I_{exp} = mr^2 \left( \frac{gt^2}{2h} - 1 \right)$$

Esta expresión permite medir, el momento de inercia experimental del montaje y del cuerpo que se coloque sobre ella (ver figura 1). Donde, m es la masa control, r el radio de el eje cilíndrico, donde está montada la cruceta, h la altura que recorre la masa control, t es el tiempo promedio que gasta m en recorrer la altura h y g es la aceleración de la gravedad

Con el montaje de la práctica halle el momento de inercia experimental para cada una de las configuraciones: 1,2 y 3:

**Nota:** Para poder determinar el momento de inercia del disco en sus diferentes configuraciones, previamente debemos conocer el momento de inercia del montaje donde está colocado el disco.

### Análisis cualitativo

- Realice el montaje indicado en la fig. 1.
- Seleccionar una masa control m adecuada y soltarla desde una altura h. dejar que el sistema de la cruceta se active libremente.
- ¿Qué función cumple la masa control?
- Colocar el disco sobre la cruceta y con la masa control seleccionada dejar que el sistema adquiera movimiento. - Realizar el proceso anterior para las diferentes configuraciones. ¿Cómo es la dinámica rotacional en cada uno de los casos?

### Análisis cuantitativo

El uso no autorizado de su contenido así como reproducción total o parcial por cualquier persona o entidad, estará en contra de los derechos de autor



## Titulo de la Práctica de Laboratorio <sup>(10)</sup>

- Coloque una masa  $m$  desde una altura  $h$  seleccionada. Suelte la masa  $m$  y deje que el rotor adquiera movimiento. Mida tres veces el tiempo que gasta la masa en recorrer la misma distancia  $h$ . Con la medida del radio  $r$  del eje del cilindro donde esta enrollada la cuerda y con el tiempo promedio, calcule el momento de inercia experimental del montaje, utilizando la ecuación (1).
- Coloque el disco sobre la cruceta según **configuración 1** y repita el proceso anterior para calcular el momento de inercia experimental del sistema disco-montaje. A este resultado réstele el momento de inercia experimental del montaje y así poder conocer el momento de inercia del disco.
- Repita lo anterior para el sistema disco montaje en las **configuración 2** y calcule el momento de inercia experimental del disco restándole el experimental del montaje
- Halle nuevamente el momento de inercia experimental para la **configuración 3** y mediante el mismo proceso calcule el momento de inercia del disco.

## 12.RESULTADOS ESPERADOS: <sup>(22)</sup>

- Para cada una de las configuraciones, comparar el momento de inercia experimental con el momento de inercia teórico. Realizar los análisis y calculos de error correspondientes para cada caso
- ¿Los resultados obtenidos son lo esperado? Cuantifique los errores.
- ¿Qué factores afectaron la medición, que no se tuvieron en cuenta en este laboratorio?
- En conclusión ¿De qué depende el momento de inercia de un cuerpo?
- ¿Se cumplieron los objetivos?

## 13.CRITERO DE EVALUACIÓN A LA PRESENTE PRÁCTICA <sup>(23)</sup>

Cada práctica se evaluará de la siguiente forma:



## Titulo de la Práctica de Laboratorio <sup>(10)</sup>

|     |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 20% | Presentación escrita del marco teórico de la práctica a desarrollar que incluye: portada, objetivos, desarrollo del marco teórico, procedimiento, bibliografía y webgrafía; y/o quiz.                                                                   |
| 80% | Presentación escrita del informe de la práctica totalmente desarrollada, con adecuada ortografía y redacción que incluye: toma de datos, representación gráfica de los datos (tablas, graficas), análisis e interpretación de los datos y conclusiones. |

**Nota: Cada práctica se evaluará en la escala de calificación de cero a cinco y la no asistencia del estudiante a la práctica implicará una nota de cero.**

### 14. BIBLIOGRAFIA: <sup>(24)</sup>

- SEARS- ZEMANKY-YOUNG. Física universitaria Vol. 1. México 2004. Undécima edición.
- SERWAY Raymond, Jewett John. Física para ciencias e ingeniería. Volumen 1. Thomson editores, sexta edición. 2005.
- LEA Susan. Física, la naturaleza de las cosas. Volumen 1. Internacional, Thomson editores, 1999.
- LANE Resse Ronald. Física universitaria, Volumen 1. Thomson editores.