Universidad de Sonora
División de Ciencias Exactas y Naturales
Departamento de Física
Laboratorio de Mecánica II
Práctica #2: "Dinámica rotacional: Cálculo del Momento de Inercia"

I. Objetivos.

- Medir el momento de inercia de un disco sólido, mediante las mediciones de aceleración de un sistema que consiste en un disco al que se le enrolla una cuerda del que cuelga un cuerpo de masa conocida.
- Calcular el momento de inercia dado por la definición, para así compararlo con la estimación obtenida anteriormente y corroborar el momento de inercia y si éste es correcto, parecido o no y su error porcentual.

II. Introducción.

Esta es la segunda práctica que se realizará en el laboratorio del curso de Mecánica II. En está ocasión trabajaremos con el momento de inercia, una vez que hemos visto teóricamente cómo se calcula y la definición física y matemática de este importante concepto de la dinámica rotacional.

Ahora, en esta práctica reportamos los resultados obtenidos mediante las mediciones que realizaremos, para ello lo que se hará es medir el desplazamiento angular de una volanta de la que se cuelga una masa conocida, para así calcular la aceleración angular; con estos datos y un diagrama de cuerpo libre calcularemos el momento de inercia de la volanta considerando que es un disco uniforme.

El concepto de momento de inercia, entre otros, se crea a partir de un estado dinámico de un objeto, diferente al reposo, donde a cada instante de tiempo se puede presentar un cambio en la velocidad angular al tiempo que se describe una trayectoria circular por parte de cada uno de las partículas que forman el objeto en cuestión.

Este cambio en la rapidez es originado a partir de fuerzas externas aplicadas al objeto, lo cual nos da como resultado una aceleración del objeto que a su vez manifiesta una inercia o resistencia a dicho cambio.

Durante la práctica se analizaran los datos de la posición angular de un punto del disco que rota con una aceleración angular constante producida por la torca asociada al peso de un objeto de masa m que cuelga de un punto de la periferia del disco mediante una cuerda enrollada en su perímetro.

III. **Marco teórico.**

El momento de inercia o inercia rotacional es una magnitud que da cuenta de cómo es la distribución de masas de un cuerpo o un sistema de partículas alrededor de uno de sus puntos. En el movimiento de rotación, este concepto desempeña un papel análogo al de la masa inercial en el caso del movimiento rectilíneo y uniforme. Representa la resistencia que presenta un cuerpo a cambiar su estado de movimiento rotacional

El momento de inercia (escalar) de una masa puntual rotando alrededor de un eje conocido se define por

$$I \equiv mr^2$$

donde

- *m* es la masa del punto, y
- *r* es la distancia entre la partícula y el eje de rotación (medida perpendicularmente a dicho eje).

Dado un eje arbitrario, para un sistema de partículas se define como la suma de los productos entre las masas de las partículas que componen un sistema, y el cuadrado de la distancia r de cada partícula al eje escogido. Matemáticamente se expresa como:

$$I \equiv \sum_i m_i r_i^2$$

Para un cuerpo de masa continua (Medio continuo) lo anterior se generaliza como:

$$I = \lim_{\Delta m_i \to 0} \sum_i r_i^2 \Delta m_i = \int_V r^2 dm$$

en esta expresión, el subíndice V de la integral indica que hay que integrar sobre todo el volumen del cuerpo, generalmente se reescribe *dm* en términos de la densidad del objeto, es decir

$$I = \int_V \rho r^2 dV$$

Como se mencionó anteriormente, este concepto desempeña en el movimiento de rotación un papel análogo al de masa inercial en el caso del movimiento rectilíneo y uniforme. La masa es la resistencia que presenta un cuerpo a ser acelerado en traslación, mientras que el Momento de Inercia es la resistencia que presenta un cuerpo a ser acelerado en rotación.

Así, por ejemplo, la segunda ley de Newton tiene como equivalente para la rotación:

$$\tau_{Total} = I\alpha$$

donde

- τ_{Total} es el momento de torsión o torca aplicada al cuerpo.
- I es el momento de inercia del cuerpo con respecto al eje de rotación y
- α es la aceleración angular.

La energía cinética de un cuerpo en movimiento con velocidad v es $K = \frac{1}{2}mv^2$, mientras que la energía de cinética de un cuerpo en rotación con velocidad angular ω es

$$K = \frac{1}{2}I\omega^2$$

donde I es el momento de inercia con respecto al eje de rotación.

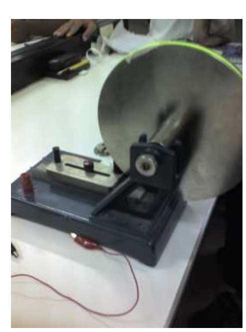
Teorema de Steiner o Teorema de los ejes paralelos

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 gravedad, es igual al momento de inercia con respecto al eje que pasa por el centro de gravedad más el producto de la masa por el cuadrado de la distancia entre los dos ejes:

$$I = I_{CM} + MD^2$$

donde

- *I* es el momento de inercia respecto al eje de rotación (que no pasa por el centro de masa);
- I_{CM} es el momento de inercia para un eje paralelo al anterior y que pasa por el centro de masa;
- M es la masa del objeto que rota; y
- D es la distancia entre los dos ejes paralelos considerados.



IV. **Materiales.**

- Regla
- Transportador

- Aparato para movimiento circular con volante (volanta)
- Balanza
- 4 masas distintas
- Cuerda
- Papel registro
- Cinta adhesiva
- Generador de Chispas y cables para el mismo.

V. **Procedimiento.**

1. Recortar el papel registro en forma circular.
2. Pegar con cinta adhesiva el papel registro en la volanta (**NOTA: Verificar que el generador de chispas se encuentre apagado**).
3. Cortar la cuerda con una longitud que permita enrollarla en el disco de la volanta, tal como se muestra en la fotografía anexa.
4. Pegar con cinta un pedazo de la cuerda en la orilla de la volanta y enrollarla, dejando un pedazo libre con el cual se sujetarán las masas.
5. Colocar una masa en la cuerda cuidando que la volanta se encuentre estática.

6. Calibrar el generador de chispas para que marque una chispa cada (1/60)s y prenderlo.
7. Dejar caer la masa para obtener puntos que registrará el papel registro por las chispas.
8. Cambiar la masa que cuelga de la cuerda.
9. Repetir los pasos 5 a 8 en tres ocasiones para registrar los datos con 4 masas diferentes.
10. Con el transportador medir el ángulo de cada punto registrado para cada masa.
11. Registra tus mediciones en 4 tablas similares a la tabla 1 (Deberás tener una tabla para cada masa empleada, y que deberás etiquetar como tablas 1A, 1B, 1C y 1D, respectivamente).

Medición	t	θ (grados)	θ (rads)
0	0/60		
1	1/60		
2	2/60		
3	3/60		
4	4/60		
5	5/60		
6	6/60		
7	7/60		
8	8/60		
9	9/60		
10	10/60		
11	11/60		
12	12/60		
13	13/60		
14	14/60		
15	15/60		
16	16/60		
17	17/60		
18	18/60		
19	19/60		
20	20/60		

Tabla 1

12. Con el tiempo y los ángulos de las tablas anteriores, calcula la aceleración angular de cada masa.
13. Haz un análisis de torcas para que estés en condiciones de encontrar la expresión del momento de inercia I como función de m y α.
14. Usando la expresión anterior y los valores de masa y aceleración angular calculados en el punto 12, llena la tabla 2.

Medición	m(kg)	α (rad/s^2)	I(kg.m^2)
1			
2			
3			
4			

Tabla 2

15. Graficar α vs m
16. Calcular el valor promedio de I con su error.
17. Estimar el valor de I suponiendo un disco uniforme (para ello mida el radio R y la masa M de la volanta) y compara con el valor obtenido experimentalmente.

VI. Tablas y Resultados.

VII. Preguntas.

a. ¿Cómo son los momentos de inercia en función de m y α?
b. ¿Qué representa la gráfica α vs m?
c. ¿Depende la forma de la gráfica de la forma de la volanta?
d. ¿Qué es lo que contribuye a que haya errores en las mediciones?
e. ¿Cómo se podría mejorar el experimento?

VIII. Conclusiones.

IX. Bibliografía.