Universidad de Sonora
División de Ciencias Exactas y Naturales
Departamento de Física
Laboratorio de Mecánica II
Práctica #3: "Cálculo del momento de inercia de un cuerpo rígido"

I. **Objetivos.**

- Determinar el momento de inercia para un cuerpo rígido (de forma arbitraria).

II. **Introducción.**

El propósito de esta práctica es medir experimentalmente el momento de inercia de algunos objetos. Aquí verificamos la analogía entre la energía cinética asociada con el movimiento lineal $K_T$ y la energía cinética rotacional $K_R$.

El momento de inercia I y la velocidad angular ω en el movimiento rotacional son análogas a m y v en el movimiento lineal: la aceleración lineal es inversamente proporcional a la masa, y la aceleración angular es inversamente proporcional al momento de inercia.

Usamos el dispositivo para medir la velocidad en un punto del objeto que rota, colocando el sensor a una distancia r del pivote. En el primer caso se mide la posición angular del disco (o plataforma giratoria) del dispositivo cuando este es impulsado por una cuerda de la que cuelga una masa conocida; en el segundo se hace la misma medición, sólo que en este caso se coloca el objeto al que se le quiere medir el momento de inercia sobre la plataforma giratoria. En ambos casos, calculando la aceleración angular podemos obtener el momento de inercia, que es el factor de proporcionalidad entre ésta y la fuerza aplicada (torca).

III. **Marco teórico.**

El momento de inercia es una medida de la resistencia de un objeto a los cambios en su movimiento rotacional, al igual como la masa es una medida de la tendencia de un objeto a resistir cambios en su movimiento lineal.

Para definir el momento de inercia, partimos de la definición de energía cinética de un cuerpo que es la suma de las energías cinéticas de todas las partículas que lo componen, por lo tanto, la energía cinética rotacional total del cuerpo está dada por la expresión

$$K_R = \sum_i \frac{1}{2} m_i \left(r_i \omega\right)^2$$

Por la relación entre velocidad lineal y angular. Podemos reagrupar términos de manera que

$$K_R = \sum_i \frac{1}{2} m_i r_i^2 \omega^2$$

o

$$K_R = \frac{1}{2}\left(\sum_i m_i r_i^2\right)\omega^2$$

Llamamos a la cantidad entre paréntesis como momento de inercia I

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

Podemos ver en esta expresión que el momento de inercia tiene dimensiones $ML^2$. Con esta definición, se puede expresar la energía cinética como

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

El análogo rotacional de la fuerza en movimiento lineal es la torca, definida por

$$\tau = rF\mathrm{Sen}\theta$$

Si la fuerza F es tangencial a la trayectoria circular, entonces se puede expresar la torca como el producto

$$\tau = \left[m\left(r\alpha\right)\right]r$$

Lo que permite expresarla en términos del momento de inercia

$$\tau = I\alpha$$

Demostrando con ello el análogo rotacional de la Segunda ley de Newton: “la aceleración angular de un cuerpo rígido que rota sobre un eje fijo es directamente proporcional a la torca neta que actúa sobre ese eje e inversamente proporcional al momento de inercia del cuerpo rígido en cuestión”.

Así pues, vemos otra vez que la torca neta sobre un cuerpo alrededor del eje de rotación es proporcional a la aceleración angular experimentada por el objeto, siendo el momento de inercia I el factor de dicha proporcionalidad, y el cual depende del eje de rotación y del tamaño y forma del objeto.

## IV. **Materiales.**

- Pasco ME-8950A Sistema rotatorio completo
- Accesorio de Inercia Rotacional ME-8953, el cual incluye:
- Disco (PVC, 25.4 cm diámetro, 1500 gr.).
- Sensor de movimiento rotatorio,
- Polea de 10 rayos y barra de soporte.
- Masas de 50, 100 y 200 gr.
- Objeto al que se le medirá su momento de inercia.

V. **Procedimiento.**

1. Montar el sistema rotatorio Pasco ME-8950A con el accesorio de inercia rotacional ME-8953 y el sensor de movimiento rotacional, como se muestra en la figura 1.

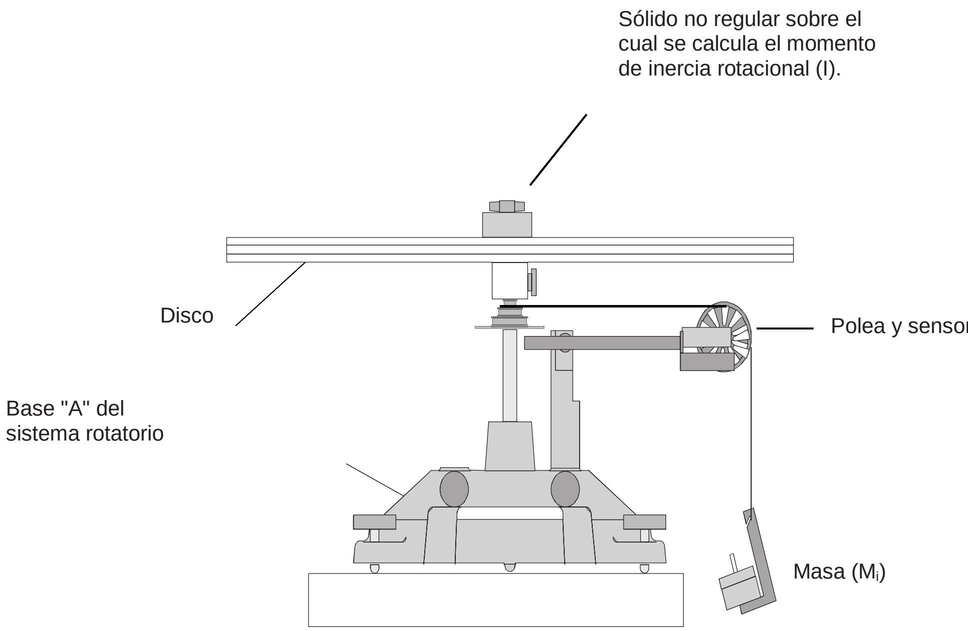


FIG. 1: MONTAJE Y DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE PARA EL SISTEMA ROTATORIO PASCO ME-8950A CON EL ACCESORIO DE INERCIA ROTACIONAL ME-8953

2. Colocar sobre el disco el objeto sobre el cual se desee calcular el momento de inercia I.
3. Colgar sobre el hilo atado al carrete una masa $m_i$.
4. Seleccionar en el software Data Studio, la opción Smart Pulley, luego agregar una gráfica de velocidad angular.
5. Con el sistema listo (Ver figura 1) oprimir el botón “Start” en el software y dejar caer la masa mi (Proteger la masa con una superficie blanda en el final del recorrido).
6. Verificar la gráfica en el software y exportar los datos en modo texto para el análisis.
7. Repetir los pasos 5 y 6 para 5 valores diferentes de las masas $m_i$
8. Registrar las mediciones generadas por el software DataStudio en 5 tablas similares a la Tabla 1 (Deberá tener una tabla por cada masa mi empleada, las cuales deberá etiquetar como Tabla 1A, Tabla 1B, Tabla 1C, Tabla 1D y Tabla 1E).

| Medición | Tiempo | Velocidad (m/s) | Velocidad (rad/s) |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

**Tabla 1**

9. Hacer una gráfica de velocidad angular contra tiempo ($\omega$ vs. t) por cada tabla y etiquetarlas como Gráfica 1A, Gráfica 1B, Gráfica 1C, Gráfica 1D, y Gráfica 1E.
10. Con los tiempos y las velocidades angulares de las tablas anteriores, haciendo uso del método de mínimos cuadrados, calcular la aceleración angular de cada masa.
11. Hacer un análisis del problema para encontrar la expresión del momento de inercia del objeto irregular I como función de los valores de masa y aceleración angular calculados en el punto anterior.
12. Usando la expresión encontrada en el punto 4, llenar la tabla 2.

| Medición | M(kg) | $\alpha$(rad/s$^2$) | I (kg.m$^2$) |
|---|---|---|---|
| Masa 1 | | | |
| Masa 2 | | | |
| Masa 3 | | | |
| Masa 4 | | | |
| Masa 5 | | | |

**Tabla 2**

VI. **Tablas y Resultados.**

VII. **Preguntas.**

VIII. **Conclusiones.**

IX. **Bibliografía.**