

PRACTICA: MOMENTO DE INERCIA

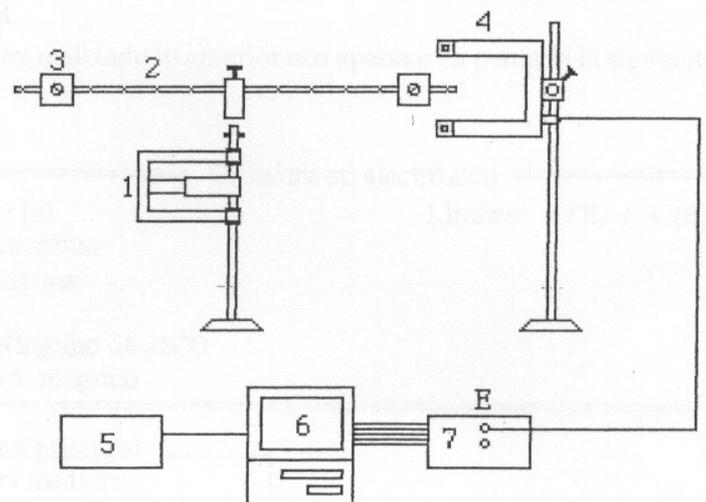
Esta práctica consiste en determinar el momento de inercia de una varilla y el valor de unas masas que se desplazan a lo largo de ella.

Esquema de trabajo

1. Realizar cinco medidas del periodo de oscilación de la varilla sin masas.
2. Calcular el momento de inercia de la varilla con su error.
3. Comparar el valor experimental con el valor teórico.
4. Medir dos veces el periodo de oscilación de la varilla con las masas a 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 y 0.25 m del eje
5. Representar el momento de inercia del conjunto varilla+masas en función de la distancia de las masas al eje
6. Estimar el valor de las masas (con su error) por el método de mínimos cuadrados

Dispositivo experimental

En la figura aparecen los distintos elementos que componen esta práctica. Los cuerpos a estudiar se colocan sobre un eje con rodamiento a bolas sometido a la acción de un resorte espiral de momento director D . El eje de torsión con árbol (1), va acoplado a la horquilla por medio del resorte espiral. La varilla (2) tiene una pieza de acoplamiento para colocarla en el eje de torsión y presenta 11 entalladuras, en las que pueden colocarse las masas (3). Las medidas del tiempo de oscilación se realizan mediante el haz infrarrojo de la horquilla (4), y se controlan desde el ordenador (6) gracias al sistema de adquisición CASSY PACK-E (7).



Datos varilla	longitud	masa	Distancia entre entalladuras
	600 mm	0.13 kg	0.05 m
Datos Resorte	Momento director	Desviación inicial recomendada	
	$D = 0.025 \text{ N m/rad}$	180°	

Fundamento teórico

Cuando se retuerce el hilo de un péndulo de torsión un cierto ángulo ϕ , ejerce un momento o par restaurador que es proporcional a ϕ :

$$\tau = -D\phi$$

La constante D de proporcionalidad se denomina *constante de torsión*. Puede obtenerse si se aplica un momento conocido para retorcer el hilo y luego se mide el desplazamiento angular ϕ . Si se denomina I al momento de inercia del objeto en cuestión respecto a un eje que coincide con el hilo, la segunda ley de Newton para el movimiento de rotación nos dice que:

$$\tau = -D\phi = I \frac{d^2\phi}{dt^2} \Rightarrow \frac{d^2\phi}{dt^2} = -\frac{D}{I}\phi = -\omega^2\phi$$

Esta ecuación corresponde a un movimiento armónico simple con la frecuencia angular y periodo siguientes:

$$\omega = \sqrt{\frac{D}{I}} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{I}{D}}$$

Por tanto, en la práctica, se puede obtener el momento de inercia I de un cuerpo a partir del periodo de oscilación obtenido experimentalmente:

$$I = \frac{1}{4\pi^2} DT^2$$

Nota: no se ha necesitado hacer aproximación para ángulos pequeños. El movimiento de un péndulo de torsión es armónico simple con tal de que no se supere el límite elástico del hilo.

Tabla de momentos de inercia

Cuerpo	Eje	I	Cuerpo	Eje	I
Varilla	Transversal por su centro	$(1/12)ml^2$	Esfera	Un diámetro	$(2/5)mR^2$
Varilla	Transversal por su extremo	$(1/3)ml^2$	Cono	Su altura	$(3/10)mR^2$
Disco	Normal por su centro	$(1/2)mR^2$	Sup.cilíndrica	Su altura	mR^2
Disco	Su diámetro	$(1/4)mR^2$	Cilindro	Su altura	$(1/2)mR^2$
Anillo	Normal por su centro	mR^2	Cilindro	Normal por su centro	$(1/4)m\{R^2+(1/3)h^2\}$
Anillo	Su diámetro	$(1/2)mR^2$	Cubo	pasa por su centro	$(1/6)ml^2$
Rectángulo	Central perpend. a su plano	$1/12)m(a^2 + b^2)$	Elipsoide	Su eje mayor	$(1/5)m(b^2 + c^2)$

Instrucciones para realizar las medidas

- Escribir **lh** para entrar en el programa. Aparecerá un menú en pantalla.
- Seleccionar **Cronómetro** con las teclas del cursor y confirmar con la tecla **ENTER**. Aparece en pantalla:

Cronómetro electrónico	
Medición: dt [s]	Límites: + (E) / + (E)
Parámetro: ninguno	
Fórmula: ninguna	
Val. med.: Ninguno de 2500	
Nom. fichero: ninguno	

Menú principal
Iniciar nueva medición
Seleccionar tiempo/límites
Parámetro/fórmula
Operaciones de disco
Descripción/Comentario
Fin

Seleccionar con teclas de cursor y ← F10-Ayuda

a) Medida del momento de inercia de la varilla sin masas

- Seleccionar **tiempo/límites** Activar **Medir límite de tiempo dt**
Seleccionar **Rango de tiempo límite. Medir tiempo en s.**
Seleccionar **Límites de inicio/parada.**
Límite positivo en E/ Límite positivo en E.
- Seleccionar **Parámetro/fórmula** Activar **Introducir fórmula.** Rellenar los datos
Símbolo físico: I.
Unidad física: kg m².
Num. de lugares decimales: 5.
Fórmula $I(n,dt) = 0.025 * dt * dt / (3.1416 * 3.1416)$
- Seleccionar **Operaciones de disco** **Guardar datos de medición:** escribir un nombre de archivo
- Seleccionar **Iniciar nueva medición**
- Poner la varilla a oscilar y, tras varias oscilaciones, pulsar **F1** para medir

b) Medida del momento de inercia de la varilla con masas

- Seleccionar **Parámetro/fórmula** Activar **Introducir parámetro.** Rellenar los datos
Nombre del parámetro: distancia.
Símbolo físico del parámetro: r.
Unidad física: m.
Num. de cifras decimales: 2.
- Introducir de nuevo la fórmula (se borra al teclear lo anterior) $I(n,dt) = 0.025 * dt * dt / (3.1416 * 3.1416)$
- Colocar las masas simétricamente a distancia r del centro de la varilla (variar r de 0.05 a 0.25 m)
- Poner el conjunto a oscilar y pulsar **F1** para medir el tiempo dt entre dos pasadas sucesivas de la varilla
- Escribir el valor de r cuando lo solicite el ordenador

Nota: la magnitud que se mide es el tiempo entre dos pasadas sucesivas de la varilla frente al haz infrarrojo (dt en la fórmula introducida), es decir, la mitad del periodo.