

# Práctica 1

## Péndulo físico

### Objetivos

En esta experiencia se investiga la relación existente entre el periodo de las oscilaciones de un péndulo físico, en forma de varilla delgada, y la distancia del eje de oscilación al centro de gravedad del mismo. A partir de estos datos se calcula el valor de la aceleración de la gravedad,  $g$ .

### Repaso de teoría

- Movimiento armónico simple.
- Momento de inercia.
- Teorema de Steiner.
- Péndulo físico.

### Fundamento teórico

Cuando un cuerpo rígido suspendido por un eje  $O$  a una distancia,  $b$ , de su centro de masas,  $C$ , se separa de su posición de equilibrio (ver Figura 1) y se deja libre, efectúa un movimiento de oscilación alrededor del eje, cuya ecuación de movimiento viene dada por:

$$-Mgb \sin(\theta) = I \frac{d^2\theta}{dt^2} \quad (1.1)$$

donde  $I$  es el momento de inercia del cuerpo respecto al eje  $O$ . Esta expresión, en el caso de pequeñas oscilaciones, toma la forma más sencilla:

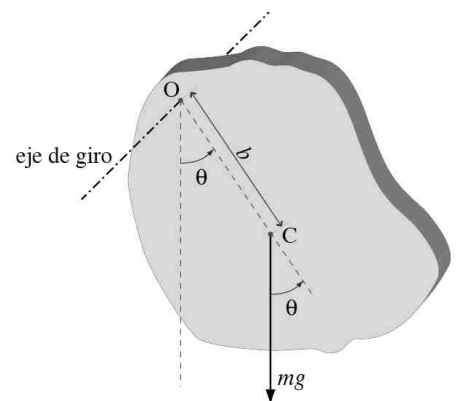
$$-Mgb\theta = I \frac{d^2\theta}{dt^2} \quad (1.2)$$

que se corresponde a un *movimiento armónico simple* de período:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{Mgb}} \quad (1.3)$$

Si llamamos  $I_0$  al momento de inercia del cuerpo por un eje paralelo al eje  $O$  que pasa por  $C$ , la ecuación anterior se expresa:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I + Mb^2}{Mgb}} \quad (1.4)$$



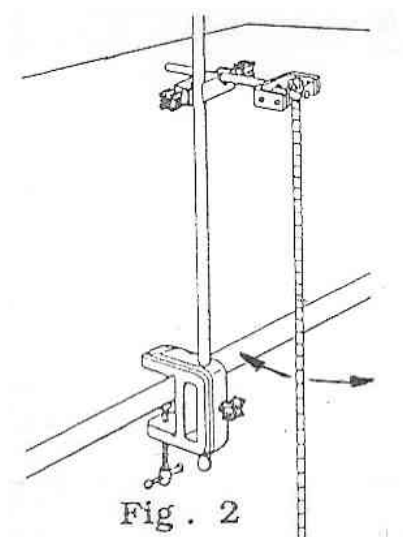
**Fig 1**

o bien,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{Mk^2 + Mb^2}{Mgb}} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{k^2 + b^2}{gb}} \quad (1.5)$$

donde  $k$  es el llamado radio de giro del cuerpo alrededor del eje que pasa por  $C$  y viene dado por:

$$k = \sqrt{\frac{I_0}{M}} \quad (1.6)$$



### Descripción del aparato

Como péndulo se emplea una varilla delgada metálica que tiene practicadas, cada centímetro, una serie de ranuras. La ranura central coincide con el centro de masas de la varilla (ver Figura 2). El péndulo puede hacerse oscilar alrededor de una cuchilla metálica de sección triangular, que puede situarse mediante un tornillo de presión sobre cualquiera de las ranuras a lo largo de la varilla.

### Método operatorio

1. Haced una tabla como la que se indica, del período  $T$  en función de la distancia  $b$  entre el punto de oscilación y el centro de masas (en la misma tabla calculad los valores  $bT^2$  y  $b^2$  que serán necesarios más tarde). Para ello, haced oscilar el péndulo alrededor de distintos ejes y determinad el período de oscilación contando cada vez, al menos, 20 oscilaciones. Si se amortigua antes de los 20 periodos, elegid número máximo de oscilaciones, pero mantenedlo para toda la experiencia.

Notas:

La suposición de oscilaciones pequeñas en las expresiones planteadas arriba implica que en todo momento  $\sin \theta \approx \theta$ . Para ello, basta que el ángulo máximo de la oscilación (la amplitud de oscilación) no sobrepase los  $20^\circ$ .

No tomar datos para  $b < 6$  cm.

2. La teoría predice un mínimo del periodo ( $T$ ) para  $b = k$ , siendo  $k$  el radio de giro. Demostrad que, efectivamente, la función  $T(b)$  (ecuación (5)) tiene un mínimo cuando  $b = k$ .
3. Llevad los puntos  $(b, T)$  de la tabla anterior a una gráfica para determinar, a partir de la misma, el valor de  $b$  para el que  $T$  es mínimo.

Con objeto de estimar adecuadamente el  $b$  correspondiente al  $T$  mínimo es conveniente tener una alta densidad de puntos  $(b, T)$  en los alrededores del mínimo). Este valor de  $b$  es igual, según la teoría, al valor del radio de giro ( $k$ ).

4. Calculad  $k$  de forma teórica (ecuación (6)) y comparad dicho valor con el valor de  $k$  obtenido de forma experimental en el apartado 3).

5. Representad gráficamente  $bT^2$  en función de  $b^2$ . La teoría predice una relación lineal entre ambas magnitudes según la fórmula:

$$bT^2 = 4\pi^2 \frac{k^2}{g} + 4\pi^2 \frac{b^2}{g}$$

- Realizad el correspondiente ajuste por mínimos cuadrados para determinar el radio de giro  $k$  y el valor de  $g$ .
  - Calculad también los errores  $\Delta k$  y  $\Delta g$ .
6. Comparad los diferentes valores de  $k$  obtenidos y comparad el valor de  $g$  que se ha determinado con el que aparece en los libros de Física.

