

## ESTUDIO DEL MUELLE ELÁSTICO

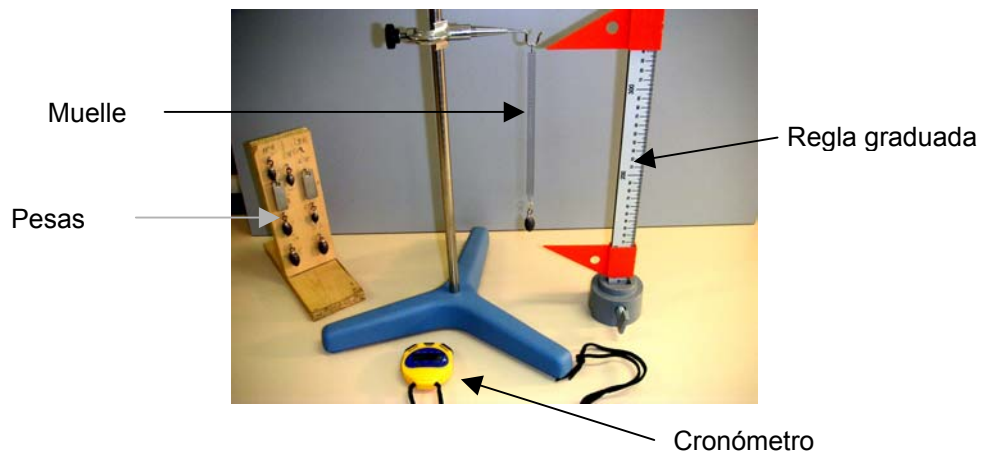
Fecha: 07/02/05

### 1. Objetivo de la práctica

Determinación de la constante elástica de un muelle y su relación con la frecuencia de oscilación.

### 2. Material

- Muelle con soporte
- Regla graduada
- Juego de pesas de 8.0, 12.0, 16.0 y 20.0 gr (precisión:  $\pm 0.1$  gr)
- Cronómetro



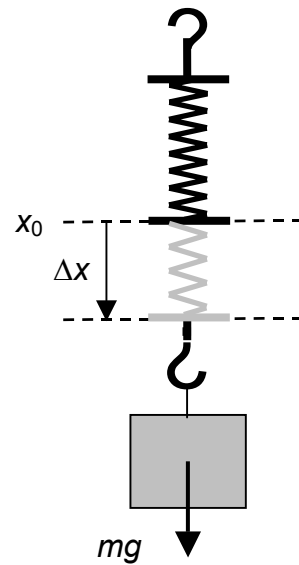
## (A) COMPORTAMIENTO ESTÁTICO

### 3. Teoría (A)

Cuando un muelle se aparta de su posición de equilibrio  $x = x_0$  (Fig. 1), éste tiende a volver a dicha posición inicial debido a la aparición de una fuerza recuperadora  $F$  que es proporcional y de sentido contrario al desplazamiento  $\Delta x$ , es decir:

$$F = -k \Delta x \quad (1)$$

donde  $k$  es una constante característica de cada muelle. En una compresión del muelle  $\Delta x$  va hacia arriba y la fuerza va hacia abajo; en una extensión ocurre al revés. Este comportamiento "elástico" es propio no sólo del muelle, sino de cualquier objeto que se aparte ligeramente de una posición de equilibrio.



**Fig. 1.**  
Alargamiento  $\Delta x$  del muelle debido al peso  $mg$ .

### 4. Experimento y medidas (A)

El muelle que se utiliza en esta práctica es muy sensible y frágil por lo que se debe manejar con delicadeza. En particular, hay que evitar estiramientos muy grandes que producirían una deformación permanente (no se recuperaría hasta la posición inicial) y modificarían el valor de su constante  $k$ . No se debe colgar del mismo una masa superior a los 20 gr máximos indicados más abajo.

1. Para verificar la relación (1) se mide el desplazamiento  $\Delta x$  respecto a la posición de equilibrio  $x_0$  del muelle (*dinamómetro*) para distintas fuerzas. Estas fuerzas serán los pesos ( $F = mg$ , siendo  $g$  la aceleración de la gravedad) de diferentes masas suspendidas del dinamómetro ( $8 \pm 0.1$  gr,  $12 \pm 0.1$  gr,  $16 \pm 0.1$  gr,  $20 \pm 0.1$  gr). Se anotan en la Tabla 1 los valores de  $F$  y de  $\Delta x$  medidos.
2. Se representan los valores de  $F$  en función de los de  $\Delta x$ .
3. Los puntos resultantes se ajustan a una línea recta de acuerdo con la relación (1) y de ella se determinan el valor de la constante del muelle  $k$  y su error  $\Delta k$ . Primero se hace el ajuste (y el cálculo) visual y después por mínimos cuadrados.

## (B) COMPORTAMIENTO DINAMICO

### 5. Teoría (B)

Con el muelle en posición vertical y con una masa  $m$  suspendida, llamemos  $x_m$  la nueva posición de equilibrio. Si se desplaza  $m$  ligeramente según la vertical de la posición  $x_m$  y se deja oscilar, la masa describirá un movimiento armónico simple (MAS) alrededor de  $x_m$ , de elongación (Fig. 2):

$$\Delta x(t) = A \sin(\omega t + \phi) \quad (2)$$

donde  $\omega = 2\pi/T$  es la frecuencia angular, siendo  $T$  el periodo de oscilación. Por otra parte, la frecuencia angular y la constante del muelle están relacionadas por:

$$\omega^2 = k/m \quad (3)$$

### 6. Experimento y medidas (B)

1. Para verificar la relación (3) se determina la frecuencia angular ( $\omega$ ) midiendo el periodo de oscilación ( $T$ ) para la masa  $m = 20.0$  gr, por ejemplo. Para reducir el error de la medida, se mide el tiempo de unas 20 oscilaciones ( $T = \text{tiempo} / 20$ ) y con una amplitud pequeña ( $\sim 1$  cm) para minimizar tanto el rozamiento como la excitación de otros movimientos diferentes. Se anota el resultado en la Tabla 2.
2. Se repite el paso 1 para las restantes masas de 16.0 gr, 12.0 gr, 8.0 gr.
3. Se representan los valores de  $\omega^2$  en función de los valores de  $1/m$ . De acuerdo con (3), los puntos deben ajustarse a una línea recta.
4. De la pendiente de la recta, se determina el valor de  $k$  (constante del muelle) y de su error  $\Delta k$ . Primero se determinan ambos visualmente y después por mínimos cuadrados. Compárese este valor de  $k$  con el resultado del apartado (A).

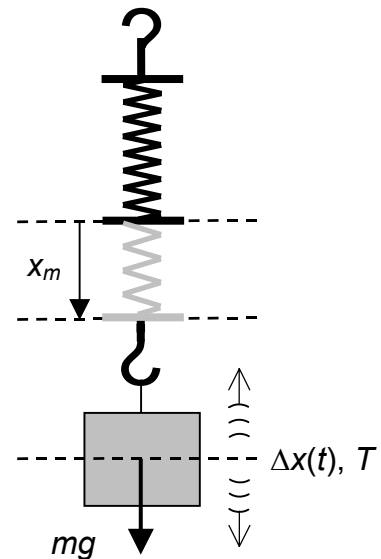


Fig. 2. Oscilaciones armónicas del muelle con la masa  $m$ .

## Bibliografía

- 1 Alonso M. y Finn E. J., "Física" Vol. I, Ed. Addison-Wesley Iberoamericana (1986).
- 2 F. W. Sears, M. W. Zemansky, H. D. Young y R. A. Freedman, "Física Universitaria", Ed. Pearson Educación (1999).

**Tabla 1.** Alargamiento del muelle para la masa  $m$ .  
(Precis. regla:  $\pm$  mm)

$m \pm \Delta m$ , gr	8.0 $\pm$ 0.1	12.0 $\pm$ 0.1	16.0 $\pm$ 0.1	20.0 $\pm$ 0.1
$\Delta x$ , mm				

**Tabla 2.** Datos de las oscilaciones.  
(Precis. cronómetro:  $\pm$  s)

$m \pm \Delta m$ , gr	8.0 $\pm$ 0.1	12.0 $\pm$ 0.1	16.0 $\pm$ 0.1	20.0 $\pm$ 0.1
$t$ , s				
$T \pm \Delta T$ , s				
$\omega \pm \Delta \omega$ , s <sup>-1</sup>				
$\omega^2 \pm \Delta \omega^2$ , s <sup>-2</sup>				
$1/m \pm \Delta(1/m)$ , gr <sup>-1</sup>				