

## ESCUCHANDO LA GRAVEDAD: Muelle oscilante

M. J. Santos, J. A. White, A. González y S. Velasco  
– Atrévete con el Universo

### Resumen

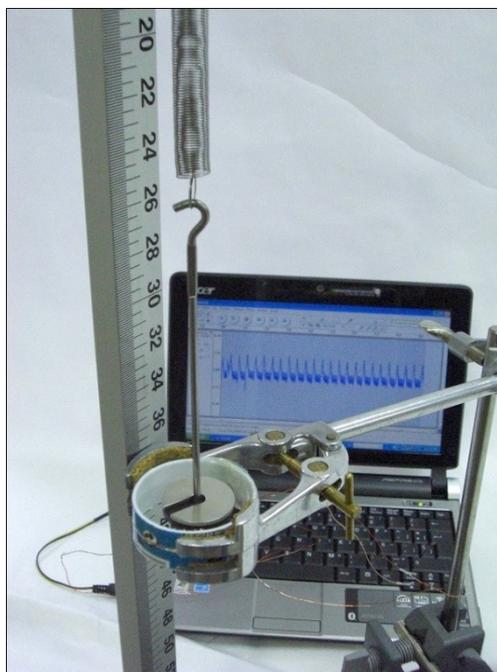
En este trabajo se presenta un experimento para la **medida de la aceleración debida a la gravedad  $g$**  que hace uso de la **tarjeta de sonido de un ordenador** [1]. Un pequeño imán de neodimio, una bobina de cobre y el software (*Audacity* [2] en nuestro caso) de la tarjeta de sonido de un ordenador portátil se utilizan para **determinar el período de oscilación de un sistema masa-muelle** y por tanto de la constante  $k$  del muelle. El conocimiento de  $k$  unido al cálculo previo del cociente  $k/g$  a través de la *Ley de Hooke* [3] permite la determinación de  $g$ .

### Objetivos

- Cálculo de la **constante del muelle**.
- Medida del **período del muelle oscilante**.
- Determinación de la **aceleración de la gravedad  $g$** .

### Material

- Un muelle elástico.
- Soporte con regla graduada.
- Soporte para pesas con imán de neodimio y pesas circulares.
- Aro con una bobina de cobre conectado a la entrada de audio de un ordenador.
- Un ordenador y software de grabación de sonido.



**Figura 1:** Imagen del dispositivo experimental utilizado para determinar el período de oscilación del sistema oscilante masa-muelle. El imán (no visible) está situado debajo del soporte.

### Fundamento teórico

La *Ley de Hooke* permite determinar la relación  $k/g$  midiendo, en el equilibrio, el desplazamiento  $z$  debido a diferentes masas colgadas del muelle [4]:

$$0 = -kz + mg \Rightarrow m = \frac{k}{g}z \quad (1)$$

El período de oscilación del muelle  $T$  viene dado por:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow k = 4\pi^2\frac{m}{T^2} \quad (2)$$

Conocida  $k$  de la expresión (2) y  $k/g$  de la ecuación (1) es sencillo deducir:

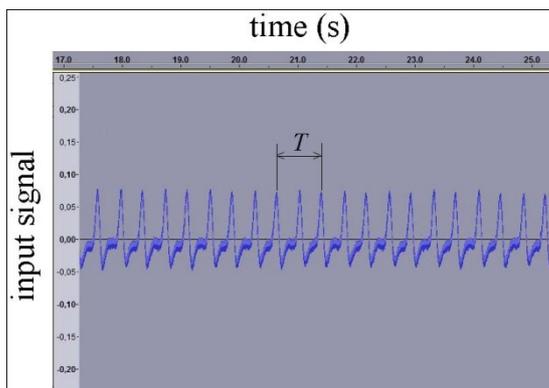
$$g = \frac{k}{k/g} = \frac{4\pi^2 m/T^2}{k/g} \quad (3)$$

## Método experimental

La figura 1 presenta el dispositivo experimental. Se pone a oscilar verticalmente el muelle, sometido a la acción de diferentes masas. Al soporte (no magnético) de las masas se fija un pequeño imán de neodimio. Una bobina de cobre esmaltado se enrolla alrededor de un tubo de plástico. Este se sujeta horizontalmente con una pinza de una aleación de aluminio, y el imán se sitúa en el centro de la bobina. El final de la bobina se conecta a la entrada de audio del ordenador. Se dispone en el ordenador de un programa gratuito para grabar y editar sonido.

Una vez que la masa comienza a oscilar verticalmente, se activa el botón de grabación del software de sonido. Debido al **fenómeno de inducción electromagnética**, según la *Ley de Faraday*, la oscilación del imán a través de la espira genera una **señal eléctrica periódica** que queda registrada en el ordenador.

La figura 2 muestra una grabación típica de la señal. El periodo de oscilación del sistema masa-muelle viene dado por el tiempo entre dos picos alternativos ( $i$  e  $i + 2$ ):  $T = t_{i+2} - t_i$ . Esto es debido a que el imán pasa dos veces a través de la



**Figura 2:** Pantalla de la señal eléctrica generada por el imán al oscilar dentro de una bobina de cobre. El periodo se obtiene seleccionando los tiempos en el centro de los picos señalados.

espira en un ciclo. El tiempo de un pico se mide colocando el cursor en dicho máximo (se puede realizar un zoom horizontal de la señal para determinar dicha localización).

Con objetivo de reducir los errores asociados a la localización de los picos, es recomendable realizar la medida de los tiempos con los picos  $i$  e  $(i+20)$ , por lo tanto  $T = (t_{i+20} - t_i) / 10$ .

La determinación de la constante elástica del muelle  $k$  se realiza mediante una regresión lineal de los cuadrados del periodo obtenida para diferentes masas [4].

## Conclusiones

1. El uso de la **tarjeta de sonido** es una herramienta **útil** y **poderosa** para **medir tiempos** (como se ha sugerido en trabajos recientes [5-6]). Esto permite **medidas de g más precisas** que con otros procedimientos, de una manera sencilla y **económica**.
2. El procedimiento experimental es **sencillo** y **rápido**, y se analizan varios procesos físicos a un nivel muy adecuado para estudiantes de Bachillerato y primer curso de Grado universitario.
3. La experiencia integrada de forma muy interesante la física de **experimentos tradicionales** (movimiento armónico, ley de Hooke, Ley de Faraday...) con **nuevas tecnologías** de adquisición de datos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. J. A. White, M. J. Santos, A. González & S. Velasco, "Timing the oscillations of a mass-spring system," *The Physics Education*, (in press).
2. <http://www.softonic.com/s/audacity-gratis>
3. L. Hmurcik, A. Slacik, H. Miller, and S. Samoncik, "Linear regression analysis in a first physics lab," *Am. J. Phys.* 57(2), 135 (1989)
4. P. Tipler and G. Mosca, "Física para la ciencia y la tecnología," vol. 1. pp. 396–406 (Reverté, Barcelona, 2005)
5. J. A. White, A. Medina, F. L. Román, and S. Velasco, "A measurement of  $g$  listening to falling balls," *The Physics Teacher*, vol. 45, pp. 175–177, (2007)
6. S. Ganci, "Measurement of  $g$  by means of the 'improper' use of sound card software: a multipurpose experiment," *Phys. Educ.* 43(3), 297 (2008)