



VNIVERSIDAD  
B SALAMANCA

# ESCUCHANDO LA GRAVEDAD: Péndulo simple

M.J. Santos, J.A. White, A. González y S. Velasco

Departamento de Física Aplicada,

Facultad de Ciencias. Universidad de Salamanca, España.

smjesus@usal.es, white@usal.es, ags@usal.es y santi@usal.es.



## 1. 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**. Con objetivo de determinar el período de oscilación de un péndulo se utiliza un **optoacoplador** con forma de U y un software de grabación gratuito (*Audacity* [1] en nuestro caso) que permite detectar la **señal eléctrica periódica** generada y **medir tiempos con precisión** mayor que los cronómetros clásicos (del orden de  $10^{-5}$  s).

## 2. Objetivos

- Determinación de la **aceleración de la gravedad  $g$**  mediante la medida del período de un péndulo simple.

## 3. Material

- Trípode con barra soporte, hilo inextensible, regla graduada.
- Esfera metálica de masa conocida.
- Un optoacoplador conectado a la entrada de audio de un ordenador.
- Un ordenador y software de grabación de sonido.



Figure 1: Imagen del dispositivo experimental utilizado para determinar el período de oscilación del péndulo. A la derecha detalle del optoacoplador.

## 4. Método experimental

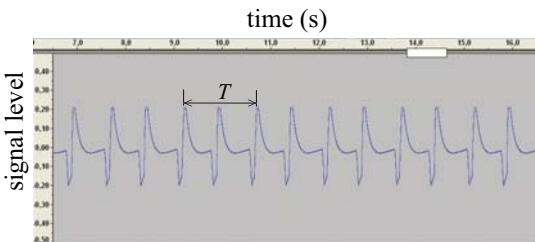


Figure 2: Pantalla de la señal eléctrica generada por la oscilación del péndulo a través de un optoacoplador. El período se obtiene seleccionando los tiempos en el centro de los picos señalados.

La *figura 1* presenta el dispositivo experimental. Se utiliza aquí un **optoacoplador en forma de U**, que es tanto receptor como emisor, **reciclado de un ratón mecánico de un ordenador**.

Se suspende una bola de acero del hilo. Se coloca el optoacoplador 7 u 8 cm por debajo del punto donde se sujeta el hilo, y se fija con una abrazadera. El hilo cruza el centro del optoacoplador, por lo tanto el péndulo oscila perpendicularmente en el centro de la U.

Una vez que la bola comienza a oscilar (se pueden detectar oscilaciones muy pequeñas), se activa el botón de grabación. Como el hilo, al oscilar, corta el rayo del optoacoplador, la señal de salida de este cambia.

Midiendo la longitud del hilo con una regla  $L$  y conociendo el período de oscilación del péndulo, es sencillo determinar  $g$  [2]:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}. \quad (1)$$

## 5. Fundamento teórico

La *figura 2* muestra una señal típica registrada. El período del péndulo 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 hilo pasa dos veces a través del rayo 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:

$$T = \frac{t_{i+20} - t_i}{10}. \quad (2)$$

## 6. Resultados

Valores obtenidos en una experiencia realizada por alumnos de primer curso de Grado en Física:

Magnitud	Valor $\pm$ incertidumbre
Período de oscilación $L = 0.4460$ m	$T = 1.33979 \pm 0.00002$ s
Período de oscilación $L = 0.5385$ m	$T = 1.47215 \pm 0.00002$ s
Período de oscilación $L = 0.6280$ m	$T = 1.59057 \pm 0.00002$ s
Aceleración de la gravedad	$g = 9.78 \pm 0.02$ m/s <sup>2</sup>

Nota: Gravedad en Salamanca:  $g = 9.8004662$  m/s<sup>2</sup> según el Instituto Geográfico Nacional.

## Referencias

1. <http://www.softonic.com/s/audacity-gratis>
2. P. Tipler and G. Mosca, "Física para la ciencia y la tecnología," vol. 1. pp. 396–406 (Reverté, Barcelona, 2005)
3. S. Ganci, "Quantitative measurements of acoustical beats by means of the 'improper' use of sound card software," Eur. J. Phys. 28, L45 (2007)
4. 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)
5. S. Ganci, "Measurement of  $g$  by means of the 'improper' use of sound card software: a multipurpose experiment," Phys. Educ. 43(3), 297 (2008)

## 7. Conclusiones

1. El uso de la **tarjeta de sonido** es una herramienta **útil** y **poderosa** para **medir tiempo** (como se ha sugerido en trabajos recientes [3-5]). Esto da lugar a **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 univer-

sitario.

3. La experiencia integra de forma muy interesante la física de **experimentos tradicionales** (movimiento oscilatorio de tipo armónico simple ...) con **nuevas tecnologías** de adquisición de datos.

Agradecimientos: Trabajo financiado dentro del programa de *Ayudas de la Universidad de Salamanca para la Innovación Docente*, cursos 2008/09 (ID9/183) y 2009/10 (ID10/073).