



## Oscilaciones del péndulo medidas con el sensor de proximidad

En el experimento *Energía potencial y cinética de un péndulo*, aunque no era su finalidad principal, hemos podido calcular el período del péndulo formado por un teléfono que cuelga de dos hilos gracias al acelerómetro.

En este caso se pretende medir al período de un péndulo simple haciendo uso del sensor de proximidad.

### Aplicaciones y material a utilizar

La aplicación **Physics Toolbox Sensor Suite** tiene en el apartado proximidad una función **modo de péndulo** que, como su nombre indica, permite medir el periodo de un péndulo que en sus oscilaciones pase justo por encima del sensor de proximidad del teléfono.

| Physics Toolbox Sensor Suite                                                        |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
| <a href="https://www.vieyrasoftware.net/">https://www.vieyrasoftware.net/</a>       |                                                                                     |

Se necesita un péndulo, por ejemplo una bolita sujeta por un hilo, y un soporte donde colgarlo para que oscile. También se ha de disponer de una regla y una balanza para medir la longitud y la masa del péndulo.

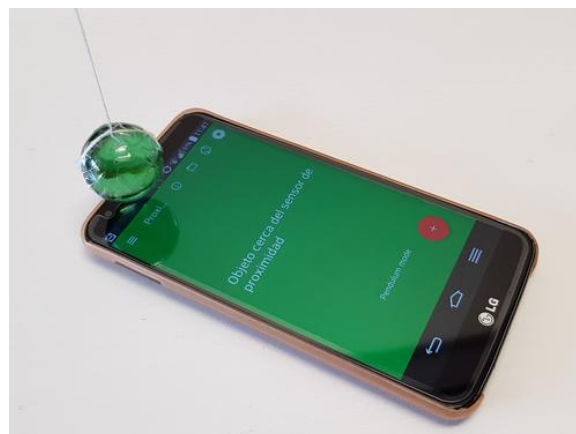
### Realización

Tradicionalmente se ha obtenido el periodo de los péndulos en los laboratorios escolares midiendo el tiempo de una oscilación con un cronómetro. Mejor dicho, midiendo el tiempo de 10 oscilaciones, por ejemplo, y dividiendo por diez para disminuir el error relativo de la medida.

Se podría seguir haciéndolo así y utilizar como cronómetro el teléfono, pero los diseñadores de la empresa Vieyra han aprovechado el sensor de proximidad del que disponen todos los móviles para incluir en su aplicación este experimento.

Para realizar el experimento se construye un péndulo simple enganchando una bolita metálica o de vidrio a un hilo flexible y delgadito de forma que prácticamente toda la masa se concentre en la bola.

Se sujeta el péndulo a un soporte de forma que estando vertical y en reposo se sitúe como a medio centímetro de altura sobre el sensor de proximidad de un teléfono móvil.



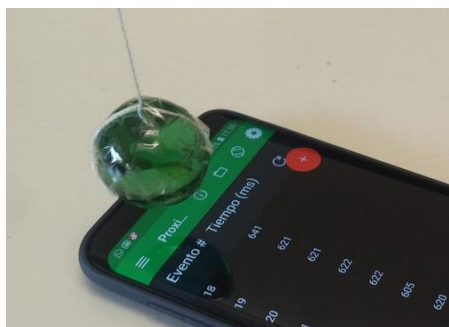
Se pone en marcha el sensor de proximidad en la aplicación Physics Toolbox y se comprueba que hay un objeto (la bolita) cerca del sensor.

Se pone en marcha el modo péndulo y se vuelve a pulsar sobre el botón más para iniciar la grabación de los datos.

Se separa el péndulo un ángulo pequeño de su posición de equilibrio (unos  $10^\circ$ ) y se suelta. Automáticamente el teléfono irá anotando los tiempos entre cada una de las pasadas del péndulo por encima del sensor de proximidad y cuando se considere pertinente se detiene la grabación de valores y se da un nombre al archivo de datos para guardarlo o enviarlo.

Si se han medido pocas oscilaciones quizás sea más cómodo copiar los valores directamente desde la pantalla a una hoja de cálculo o a un papel para hacer a continuación el cálculo del promedio del valor del periodo y del error de la medida. Se ha de tener en cuenta que los tiempos que indica la

aplicación son en milisegundos y solo de la mitad de la oscilación, por lo que hay que multiplicarlos por dos para obtener el valor del periodo.



En un caso concreto, para una longitud del péndulo  $L = 57,3$  cm, he obtenido un valor para el periodo de  $1,54 \pm 0,02$  s.

Si se quiere estudiar la variación del periodo  $T$  con la longitud del péndulo, se ha de repetir el experimento para diferentes longitudes medidas desde el extremo donde está sujeto el péndulo al soporte hasta el centro de la esfera que cuelga. Seis longitudes diferentes pueden ser suficientes.

**Observaciones**

\* Utilizando la fórmula del péndulo simple

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Se puede realizar el cálculo del valor de la aceleración de la gravedad,  $g$ , en el sitio, y compararlo después con el valor supuesto para el lugar en el que se encuentra, que se puede calcular con una aproximación muy buena hasta la tercera cifra decimal con la siguiente ecuación:

$$g = 9.780\ 327 (1 + A \sin^2 L - B \sin^2 2L) - 3.086 \times 10^{-6} H m \cdot s^{-2}$$

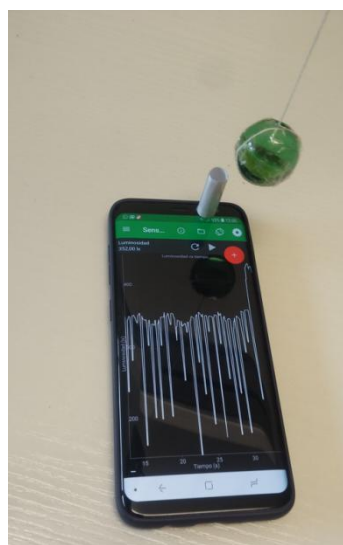
Donde  $A = 0.0053024$ ,  $B = 0.0000058$ ,  $L =$  latitud del lugar y  $H =$  altura en metros sobre el nivel del mar.

Utilizando esta fórmula y los valores de latitud y altura para Lleida se obtiene un valor para la aceleración de la gravedad en la ciudad de  $g = 9,802$  m/s<sup>2</sup>.

En el ejemplo de la medida del periodo que he indicado antes, para un valor del periodo de 1,54 s y

una longitud del péndulo de 57,3 cm, se obtiene un valor par la aceleración de la gravedad de  $g = 9,54$  m/s<sup>2</sup>, es decir un valor inferior en 0,26 m/s<sup>2</sup>, lo que equivale a una imprecisión relativa del 2,7 %.

\* Una alternativa parecida a la que se ha utilizado aquí es la de usar el sensor de luz en lugar del de proximidad pero realizando el experimento de la misma forma. Se ha de tener la precaución de colocar sobre el sensor de luz un tubo hecho por ejemplo con un papel enrollado para que cuando pase el péndulo por encima del tubo prácticamente tape toda la luz al sensor.



\* De la misma forma que para calcular el periodo de un péndulo, los sensores de proximidad o de luz se pueden utilizar para estudiar otros movimientos que se repiten como puede ser el movimiento circular de una rueda o de una polea.

Estos sensores permiten realizar medidas de los tiempos que tardan las ruedas en dar una vuelta y estudiar por ejemplo como gira un disco de vinilo, como se mueve una máquina de Atwood, o como es arrastrado sobre una mesa un taco de madera del que tira un peso a través de una polea.

Para obturar el paso de la luz que llega a los sensores lo que se ha de hacer es pegar una lámina estrecha de cartulina negra en el exterior de la rueda o polea, de forma que al girar pase en cada vuelta por encima del sensor del teléfono. En el caso de ruedas grandes se pueden pegar diferentes cartulinas a intervalos regulares de ángulo.