

## 9 FACTORES QUE AFECTAN AL PERIODO DE UN PÉNDULO

Documento para el alumno

Se trata de construir un péndulo simple (mediante algún objeto esférico y un hilo) y estudiar experimentalmente cómo influye la masa  $m$ , la amplitud inicial  $\theta_0$  de la oscilación y la longitud  $L$  del hilo sobre el periodo  $T$  del péndulo, representado esquemáticamente en la figura 1.

Cuando la masa esférica se separa de su posición de equilibrio oscila con regularidad. Al tiempo invertido en una oscilación completa se le llama *periodo*.



**Figura 1.** Dejaremos el péndulo en libertad y mediremos el tiempo que tarda en realizar un número dado de oscilaciones completas.

Como el tiempo de una oscilación es muy pequeño, se medirá el tiempo correspondiente a un número dado de oscilaciones (por ejemplo, 30). El periodo será el cociente entre dicho tiempo y el número de oscilaciones efectuadas.



**Figura 2.** Materiales necesarios para llevar a cabo esta práctica.

### Objetivos

- Estudiar los factores que afectan al periodo de un péndulo simple.
- Construir un péndulo que bata segundos.

### Material

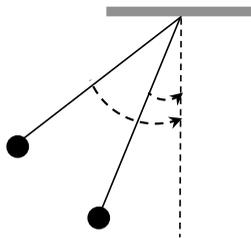
En la figura 2 aparecen los materiales que se usarán en esta actividad práctica.

- Soporte universal con pinza (se puede sustituir por otro tipo de soporte si se lleva a cabo la experiencia en casa).

- Esferas de diferente masa (pelota de golf, de tenis, etc.); conviene que las dimensiones de las esferas sean bastante menores que la longitud del péndulo.
- Hilo.
- Semicírculo graduado.
- Cinta métrica.
- Cronómetro (puede usarse un teléfono móvil).
- Balanza (se usará la del Centro).

### Trabajo experimental a realizar

- Pesa en el laboratorio del Centro las tres esferas que vas a utilizar.
- Construye un péndulo simple de unos 80 cm de longitud y estudia experimentalmente cómo influye la masa en el periodo. Esto es, manteniendo constante la longitud y la amplitud inicial del péndulo, mide el tiempo correspondiente a 30 periodos para cada una de las esferas.
- Para estudiar cómo influye la amplitud del recorrido sobre el periodo del péndulo, llevarás a cabo una segunda experiencia en la que mantendrás constante la masa y la longitud del péndulo, pero variarás la amplitud inicial del péndulo (figura 3). Usa el semicírculo graduado para medir diferentes ángulos de la amplitud inicial, comprendidos entre 0 y 30°, y mide el tiempo correspondiente a 30 periodos.



**Figura 3.** Se medirá el periodo para oscilaciones de diferente amplitud inicial.

- Finalmente, para estudiar la influencia de la longitud sobre el periodo, mantén constante la masa y la amplitud inicial y varía la longitud de la cuerda. Puedes comenzar con una longitud de 0.40 m y aumentarla progresivamente hasta alcanzar un valor de 1.20 m. Ten en cuenta que la longitud se mide desde el punto de suspensión hasta el centro de la esfera y que la amplitud de las oscilaciones debe ser pequeña (aproximadamente 15°).

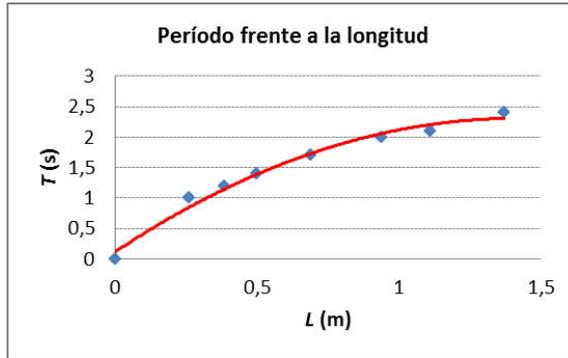
### Análisis de los resultados obtenidos

- Calcula el periodo para cada una de las experiencias anteriores. Como has medido el tiempo de 30 oscilaciones, el periodo  $T$  será:

$$T = \frac{t_{30}}{30}.$$

Aunque el cronómetro permita apreciar centésimas de segundo, los valores del periodo los expresarás con sólo dos cifras significativas, lo que en nuestro caso equivale a usar sólo una cifra decimal.

- De acuerdo con los resultados obtenidos, responde a las siguientes preguntas:
  - ¿Afecta la masa al periodo de un péndulo?
  - ¿Afecta la amplitud?
  - ¿Y la longitud de la cuerda?
- Utiliza una hoja de cálculo para mostrar la variación del periodo con la longitud y dibuja una línea que pase lo más cerca posible de todos los puntos (línea de tendencia, polinomial de grado 2). En la figura 4 se muestran los resultados obtenidos en una experiencia.



**Figura 4.** Gráfica del período frente a la longitud del péndulo. Los puntos representan datos experimentales, mientras que la curva es el ajuste mediante una parábola.

- A partir de la gráfica anterior, determina la longitud que debe tener un péndulo para batir segundos, esto es, para que su período sea de 2 segundos.
- Construye dicho péndulo y mide su período. Comenta los resultados obtenidos.

### Informe

Elabora un informe sobre el trabajo realizado: objetivos, materiales empleados, fundamento, procedimiento seguido, resultados obtenidos, representación gráfica del período frente a la longitud, longitud del péndulo que bate segundos, conclusiones, etc. En dicho informe se incluirán fotografías que muestren el procedimiento experimental seguido.

## 10 DETERMINACIÓN DE LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD MEDIANTE UN PÉNDULO SIMPLE

Documento para el alumno

Con un objeto esférico y un hilo podemos construir fácilmente un péndulo simple, como el representado esquemáticamente en la figura 1.



**Figura 1.** Para construir el péndulo sólo se necesita un hilo y una esfera relativamente pequeña.

Cuando la masa  $m$  se separa de su posición de equilibrio, oscila con regularidad, de tal modo que el tiempo que tarda en efectuar una oscilación completa, esto es, su periodo  $T$ , depende únicamente de la longitud  $L$  del hilo y de la aceleración de la gravedad,  $g$ :

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

Manipulando algebraicamente esta expresión, tal como sigue:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow T^2 = \frac{4 \cdot \pi^2}{g} \cdot L ,$$

podemos hallar un valor aceptable de la aceleración  $g$  de la gravedad. Si representamos gráficamente el cuadrado del periodo  $T^2$  frente a la longitud  $L$ , obtendremos una gráfica que idealmente será una línea recta de pendiente  $4 \cdot \pi^2/g$ .

### Objetivos

- Determinar experimentalmente el valor de la aceleración de la gravedad.

### Material

En la figura 2 se muestran los materiales necesarios para la construcción del péndulo, que son los siguientes.

- Una esfera (se puede sustituir por una pelota de tenis, una pelota de golf, etc.).
- Hilo.
- Cinta métrica.
- Cronómetro (puede usarse un teléfono móvil).

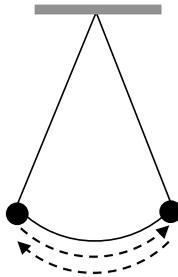
### Trabajo a realizar

- Con un hilo largo (1.5 m) y una esfera se construye un péndulo. Si no se dispone de un soporte convencional de laboratorio, se puede usar cualquier otro punto para sujetar la cuerda (por ejemplo, el techo de la habitación o el marco de una puerta, como se muestra en la parte derecha de la figura 2).



**Figura 2.** (Izq.) Materiales necesarios para llevar a cabo la determinación de la aceleración de la gravedad. (Der.) Forma sencilla de improvisar un péndulo simple.

- Comenzaremos con una longitud  $L$  próxima a los 40 cm, que iremos aumentando en sucesivas medidas. Recuerda que la longitud se mide desde el punto de suspensión hasta el centro de la esfera.
- Se separa el péndulo unos  $10^\circ$  de la posición de equilibrio y se deja que oscile libremente (figura 3). A partir de ese momento medimos el tiempo  $t_{30}$  que invierte en efectuar 30 oscilaciones completas.



**Figura 3.** Mediremos el tiempo que tarda el péndulo en efectuar 30 oscilaciones completas.

- Aumentamos la longitud  $L$  de la cuerda en unos 15 cm, tomamos nota de la nueva longitud y medimos el tiempo  $t_{30}$  que tarda en efectuar nuevamente 30 oscilaciones.
- Continuaremos así hasta tener un mínimo de 8 parejas de valores con las que rellenaremos una tabla similar a la mostrada en la figura 4.

$L$ (m)								
$t_{30}$ (s)								

**Figura 4.** Modelo de tabla para recoger los valores experimentales de la longitud y el tiempo.

### Análisis de los resultados obtenidos

- Calculamos el periodo  $T$  para cada una de las longitudes  $L$ . Como hemos medido el tiempo  $t_{30}$  de 30 oscilaciones, el periodo será

$$T = \frac{t_{30}}{30}.$$

$L$ (m)								
$t_{30}$ (s)								
$T = t_{30}/30$								

**Figura 5.** El periodo se obtiene dividiendo el tiempo invertido en efectuar un número dado de oscilaciones, entre dicho número.

Para obtener el valor de la aceleración  $g$  de la gravedad, tendremos en cuenta que el periodo depende únicamente de la longitud  $L$  del hilo y de la aceleración  $g$  de la gravedad:

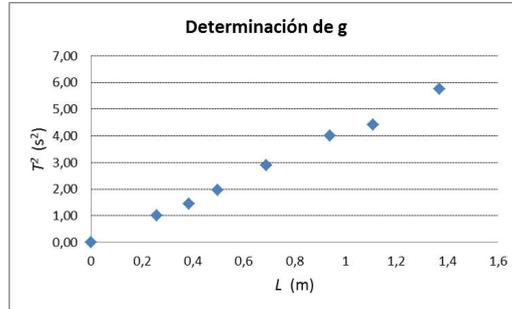
$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow T^2 = \frac{4 \cdot \pi^2}{g} \cdot L.$$

Como  $4 \cdot \pi^2/g$  es constante, la expresión anterior corresponde a la ecuación de una línea recta que pasa por el origen:

$$T^2 = \frac{4 \cdot \pi^2}{g} \cdot L \leftrightarrow y = a \cdot x.$$

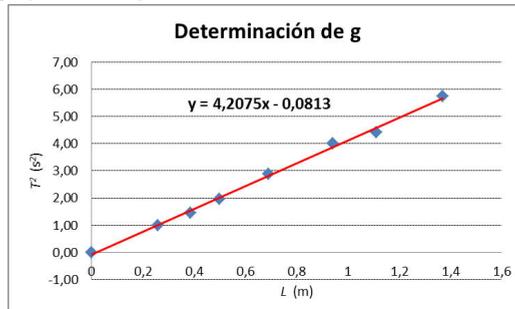
Así pues, si representamos gráficamente el cuadrado del periodo frente a la longitud del hilo, deberemos obtener un conjunto de puntos sensiblemente alineados.

- Utiliza una hoja de cálculo para representar dicha gráfica (gráfica de dispersión,  $x - y$ ), que tendrá un aspecto similar al que se muestra en la figura 6.



**Figura 6.** Gráfica de dispersión del cuadrado del periodo frente a la longitud del péndulo.

- Obtén la recta que pase lo más cerca posible de los puntos anteriores. Para ello realiza en la hoja de cálculo los siguientes pasos: *agregar línea de tendencia > lineal > presentar ecuación en el gráfico*. La figura 7 muestra el resultado obtenido.



**Figura 7.** Gráfica del cuadrado del periodo frente a la longitud del péndulo. Los puntos representan datos experimentales; también se muestra el ajuste mediante una línea recta.

- Compara la pendiente de la línea de tendencia obtenida con su valor teórico, que es  $4 \cdot \pi^2/g$ , y determina el valor de la aceleración  $g$  de la gravedad. A partir del ejemplo que se muestra en la gráfica anterior, obtenemos:

$$4.2 = \frac{4\pi^2}{g} \rightarrow g = 9.4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

- Calcula el error absoluto y el error relativo que has cometido en esta determinación.

### **Informe**

Elabora un informe sobre el trabajo realizado: objetivos, materiales empleados, fundamento, procedimiento seguido, resultados obtenidos, representaciones gráficas, valor obtenido para la aceleración de la gravedad, errores cometidos al aplicar este procedimiento, etc. Incluye alguna fotografía que muestre el procedimiento experimental que se ha empleado.