



Lab de péndulo.
DESCRIPCIÓN GENERAL

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/pendulum-lab>

Para iniciar la experiencia separar el péndulo de la posición de equilibrio. Aquí **se puede leer el ángulo inicial**.

Seleccionar valores de longitud y masa.
La longitud se puede comprobar con la regla

Se pueden seleccionar valores de gravedad para diversos planetas y la Luna.
Existe la opción (Planeta X) de determinar la gravedad para un planeta desconocido.
También **se puede introducir la fricción con el aire**.

Regla y cronómetro (visibles tras activar las opciones correspondientes).

Longitud 1 0.70 m

Masa 1 1.00 kg

Gravedad
Ninguna Mucha
Tierra

Fricción
Ninguna Mucha

Regla
 Cronómetro
 Rastro del periodo

Seleccionar para poder ver la regla o el cronómetro.
Lo opción "Rastro del periodo" permite determinar el recorrido correspondiente a una oscilación completa.

Introducción. Opción básica (estudio del periodo).
Energía suministra la gráfica E_{cin}/E_{pot} .
Laboratorio permite visualizar los vectores velocidad y aceleración.



ACTIVIDADES PROPUESTAS

1. **Mostrar en clase el laboratorio** (<https://phet.colorado.edu/es/simulation/pendulum-lab>) **y explicar su funcionamiento básico.** Incidir en la forma correcta de medir el periodo (referencia línea de reposo y determinar correctamente una oscilación completa midiendo, por ejemplo, el tiempo que transcurre cuando la masa pasa por la línea de reposo hacia la derecha y cuando vuelve a pasar, otra vez, hacia la derecha).

Sugerir que para reducir el error se cuenten cinco oscilaciones en lugar de solo una. Tener esto en cuenta a la hora de calcular el periodo (tiempo que tarda en dar una oscilación completa).

2. **Sugerir el trabajo de investigación a realizar: estudiar de qué factores depende el periodo de oscilación de un péndulo simple.**

Incitar a que los propios alumnos e enumeren **posibles factores** que puedan influir en el periodo, discutir las propuestas.

Si despreciamos el rozamiento del aire deberíamos de quedarnos con tres posibles causas:

- **Amplitud de la oscilación.** ¿A mayor amplitud, mayor o menor periodo de oscilación?
- **Masa del péndulo.** ¿A más masa, mayor o menor periodo?
- **Longitud del péndulo** (medida hasta el centro geométrico de la masa, centro de masas). ¿A mayor longitud, mayor o menor periodo de oscilación?

Las respuestas a las preguntas anteriores nos mostrarán que “el sentido común” o las creencias personales no tienen por qué ser válidas en ciencia. Para comprobar sus hipótesis los científicos recurren a **la experimentación** (qué es una forma de interrogar a la naturaleza en “condiciones controladas”), obtienen datos y los analizan **para descubrir regularidades** o (si es posible) una ecuación matemática que describa el fenómeno estudiado. Si se logra estaremos en condiciones de **predecir** qué es lo que sucederá bajo determinadas condiciones.

3. Como las hipótesis de partida sugieren tres variables, **proponemos estudiar cada una por separado manteniendo constantes las otras dos.**
4. **Hacer la indicación de que la amplitud no debe de exceder los 25°.** Para amplitudes más grandes el movimiento el péndulo no es armónico simple y la ecuación para el cálculo del periodo se complica.
5. Para procesar los datos **pueden utilizarse las hojas de cálculo** colgadas en FisQuiWeb: <https://fisquiweb.es/Pendulo/HojaPendulo.xls>
6. Tras cada experiencia **analizar los datos** obtenidos (pestaña resumen de datos en la hoja de cálculo) **y sacar conclusiones.**



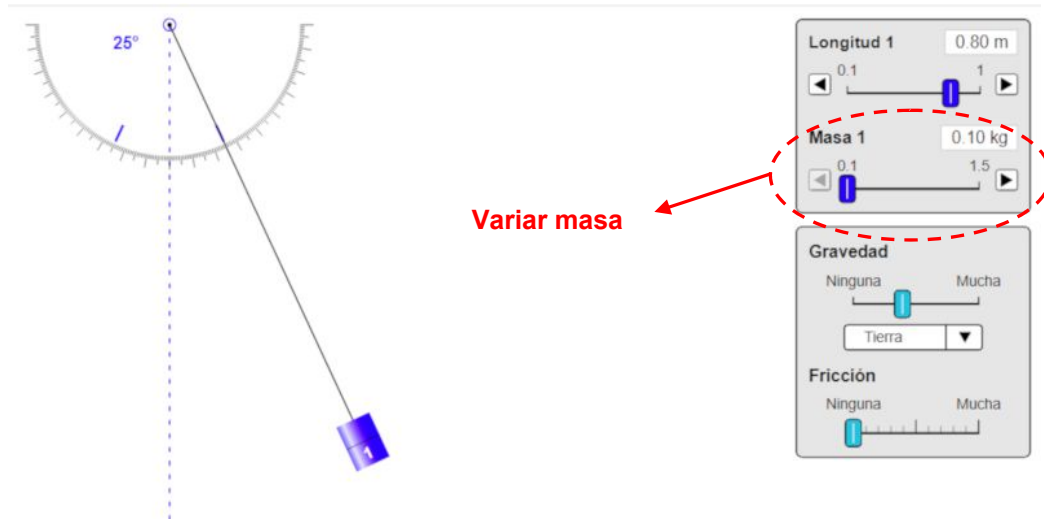
PERIODO Y MASA

Para **estudiar la variación del periodo con la masa del péndulo** vamos a variar la masa manteniendo constante la longitud.

Utiliza amplitudes de oscilación que no sean mayores de 25°.

Para ello:

- **Selecciona un valor de la longitud** (por ejemplo: 0,80 m) y **mantenlo invariable** durante toda la experiencia.
- **Varía la masa** desde 0,10 kg hasta 0,50 kg de 0,10 kg en 0,10 kg.
- **Aparta el péndulo 25° de su posición de equilibrio, como máximo**, y déjalo oscilar.



- Utiliza el cronómetro para medir el tiempo. Con el fin de disminuir el error **cuenta el tiempo que tarda el péndulo en dar 5 oscilaciones.**
- **Para cada valor de la masa realiza la medición cinco veces.** El valor final del periodo se calcula haciendo la media de las cinco observaciones y dividiendo el valor obtenido por 5 para calcular el tiempo que tarda en dar 1 oscilación.
- **Recoge los datos** de forma ordenada en una tabla.

Longitud (m):	Amplitud (grados):	Nº oscilaciones:
---------------	--------------------	------------------

Masa (kg)	t(s)	Masa (kg)	t(s)	Masa (kg)	t(s)	Masa (kg)	t(s)	Masa (kg)	t(s)
Media		Media		Media		Media		Media	
T (s)		T (s)		T (s)		T (s)		T (s)	

Para procesar los datos pueden utilizarse las hojas de cálculo colgadas en FisQuiWeb: <https://fisquiweb.es/Pendolo/HojaPendulo.xls>

- A la vista de los resultados obtenidos **extrae conclusiones.**
- **Prepara un informe** con los datos obtenidos y las conclusiones extraídas.



PERIODO Y LONGITUD

Para **estudiar la variación del periodo con la longitud del péndulo** vamos a variar la longitud manteniendo constante la masa.

Utiliza amplitudes de oscilación que no sean mayores de 25°.

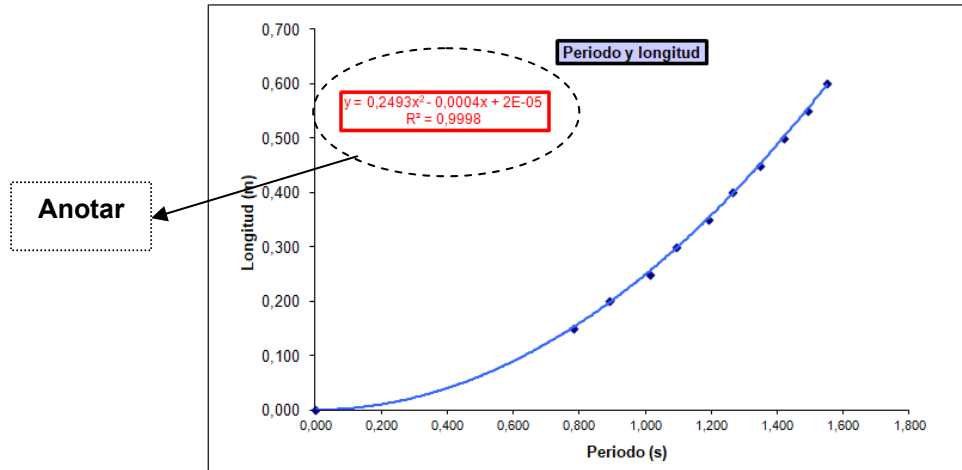
Para ello:

- **Selecciona un valor de la masa** (por ejemplo: 0,10 kg) y **mantenlo invariable** durante toda la experiencia.
- **Varía la longitud** desde 0,15 m hasta 0,30 m de 0,05 m en 0,05 m y, a partir de ahí, hasta 0,90 m, de 0,10 m en 0,10 m (diez medidas en total).
- **Aparta el péndulo 25° de su posición de equilibrio, como máximo**, y déjalo oscilar.
- Utiliza el cronómetro para medir el tiempo. Con el fin de disminuir el error **cuenta el tiempo que tarda el péndulo en dar 5 oscilaciones.**
- **Para cada valor de la longitud realiza la medición cinco veces.** El valor final del periodo se calcula haciendo la media de las cinco observaciones y dividiendo el valor obtenido por 5 para calcular el tiempo que tarda en dar 1 oscilación.
- **Recoge los datos** de forma ordenada en una tabla.

Masa (kg):		Amplitud (grados):		Nº oscilaciones:	
Long. (m)	t(s)	Long. (m)	t(s)	Long. (m)	t(s)
Media		Media		Media	
T (s)		T (s)		T (s)	
Long. (m)	t(s)	Long. (m)	t(s)	Long. (m)	t(s)
Media		Media		Media	
T (s)		T (s)		T (s)	



- Para procesar los datos utiliza la hojas de cálculo colgada en FisQuiWeb:
<https://fisquiweb.es/Pendolo/HojaPendulo.xls>.
- Anota la ecuación que te proporciona la hoja en la pestaña **Graf L-T**:



- A la vista de los resultados obtenidos **extrae conclusiones**.
- **Prepara un informe** con los datos obtenidos y las conclusiones extraídas.

**ACTIVIDAD FINAL** (a realizar por el profesor/a)

A la vista de los resultados obtenidos se realiza **la síntesis de la experiencia**.

- **El periodo de oscilación de un péndulo simple no depende de la amplitud.**

Hay que dejar bien claro que esta afirmación es cierta siempre que utilicemos amplitudes que no sean excesivamente grandes (25° - 30° como máximo). Si se utilizan amplitudes mayores el movimiento del péndulo simple no es armónico simple y depende de la amplitud.

Para más información ver en FisQuiWeb <https://fisquiweb.es/Laboratorio/Pend2Bach/index.htm>

- **El periodo de oscilación de un péndulo simple no depende de la masa.**
- **El periodo de oscilación de un péndulo simple depende de la longitud del mismo.**

La dependencia funcional la obtenemos a partir de la representación gráfica realizada.

La ecuación obtenida es la de una parábola que tiene un término "en x" (recordar $x=T$, $y=l$), muy pequeño comparado con el término "en x^2 ", la presencia de este término seguramente es debida a la naturaleza experimental de los datos. El término "en x", puede desprejiciarse a la hora del análisis posterior:

$$L = 0,249 T^2 - 0,0004 T + 2 \cdot 10^{-5}$$

$$\boxed{L = 0,249 T^2}$$

La ecuación que se encuentra en la bibliografía e Internet para el periodo de un péndulo simple es:

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

¿Cómo relacionar ambas expresiones?

Ambas ecuaciones son la misma, lo que podemos demostrar realizando algunas operaciones matemáticas (ver apuntes "Cómo trabajan los científicos", 4º ESO, en FisQuiWeb <https://fisquiweb.es/Apuntes/apun4.htm>).

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}; T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g}$$

$$4\pi^2 \frac{L}{g} = T^2; L = \left(\frac{g}{4\pi^2}\right) T^2; \boxed{L = 0,248 T^2}$$