

## TAREAS

- Medición de la dirección de oscilación en función del tiempo.
- Determinación de la velocidad de giro.
- Determinación de la latitud geográfica.

## OBJETIVO

Comprobación de la rotación de la tierra con un péndulo de Foucault

## RESUMEN

Un péndulo de Foucault es un péndulo simple de hilo largo con una masa pendular grande, por medio del cual se puede demostrar la rotación de la tierra. En el experimento se utiliza un péndulo de 1,2 m de largo, cuya dirección de oscilación se puede determinar con gran exactitud por medio de una proyección de sombra. Para un largo tiempo de observación se puede compensar la amortiguación de la oscilación aplicando de una excitación electromagnética ajustable sin saltos.



## EQUIPO REQUERIDO

Número	Aparato	Artículo N°
1	Péndulo de Foucault (230 V, 50/60 Hz)	1000748 o
	Péndulo de Foucault (115 V, 50/60 Hz)	1000747
1	Cronómetro digital	1002811

2

## FUNDAMENTOS GENERALES

Un péndulo de Foucault es un péndulo simple de hilo largo con una masa pendular grande, por medio del cual se puede demostrar la rotación de la tierra. Se le atribuye a *Jean Foucault*, el cual en el año de 1851 descubrió con un péndulo de 2 m de largo que la dirección de oscilación cambia con el paso del tiempo. Luego se repitió el experimento con hilos más largo y masas más pesadas.

Como la tierra gira alrededor de su propio eje, sobre el eje de coordenadas del péndulo oscilante fijo en el tierra actúa una fuerza de Coriolis

$$(1) \quad F = 2 \cdot m \cdot \Omega_0 \times v$$

$m$ : Masa del cuerpo del péndulo  
 $\Omega_0$ : Vector de la velocidad angular de la tierra  
 $v$ : Vector de velocidad del péndulo oscilante

transversal a la dirección de oscilación. Ésta da por resultado una rotación del plano de oscilación con una frecuencia angular que depende de la latitud geográfica  $\varphi$  del punto de suspensión del péndulo.

Como el péndulo es desviado sólo en un pequeño ángulo  $\alpha$ , el cuerpo del péndulo se mueve solamente en el plano horizontal cubierto por los ejes que muestran hacia el norte N y hacia el oriente E en la Fig. 1. Se observan sólo las desviaciones en la horizontal porque el cuerpo del péndulo cuelga de un hilo. Debido a ello, solamente la componente vertical

$$(2) \quad \Omega(\varphi) = \Omega_0 \cdot \sin\varphi$$

del vector  $\Omega_0$  es relevante. Por lo tanto la ecuación de movimiento del péndulo de Foucault oscilante se puede escribir de la siguiente forma:

$$(3) \quad \frac{d^2\alpha}{dt^2} \cdot e_p + 2 \cdot \Omega_0 \cdot \sin\varphi \cdot \frac{d\alpha}{dt} \cdot e_v + \frac{g}{L} \cdot \alpha \cdot e_p = 0$$

$L$ : Longitud del péndulo,  $g$ : Aceleración de caída libre  
 $e_p$ : Vector unitario horizontal paralelo a la dirección de oscilación actual  
 $e_v$ : Vector unitario horizontal perpendicular a la dirección de oscilación actual

Su solución general se puede separar en una solución parcial para el ángulo de desviación  $\alpha$  y otra parcial para el vector unitario giratorio  $e_p$  paralelo a la dirección de oscilación actual:

$$(4a) \quad \alpha(t) = \cos(\omega \cdot t + \beta) \quad \text{con} \quad \omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

$$(4b) \quad e_p(t) = e_e \cdot \cos(\psi(t)) + e_n \cdot \sin(\psi(t))$$

con  $\psi(t) = \Omega_0 \cdot \sin\varphi \cdot t + \psi_0$ : Dirección de oscilación  
 $e_e$ : Vector unitario horizontal hacia el oriente  
 $e_n$ : Vector unitario horizontal hacia el norte

Es decir que el plano de oscilación gira con el paso del tiempo con la frecuencia indicada en la Ec. (2). En el hemisferio norte la rotación se realiza hacia la derecha, en el hemisferio sur hacia la izquierda, siendo la velocidad de giro máxima en los polos y en el ecuador no se tiene lugar ninguna desviación.

En el experimento se utiliza un péndulo de hilo de 1,2 m de longitud. Para evitar oscilaciones elípticas el hilo del péndulo golpea en cada desviación contra un anillo de Charron. La dirección de la oscilación se lee con gran exactitud por medio de una proyección de sombra sobre una escala angu-

lar. Ya después de algunos minutos se puede observar la rotación del plano de oscilación. Para un tiempo largo de observación la amortiguación se puede compensar por medio de una excitación electromagnética ajustable.

## EVALUACIÓN

El ángulo de dirección  $\psi$  del plano de oscilación depende linealmente del tiempo, véase la Fig. 2. La pendiente de las rectas que pasan por los puntos de medida es el valor buscado  $\Omega(\varphi)$ .

Se calcula la latitud geográfica después de transformar la Ec. (2), de acuerdo con:

$$\varphi = \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \arcsin\left(\frac{86400 \text{ s}}{360 \text{ grd}} \cdot \Omega(\varphi)\right)$$

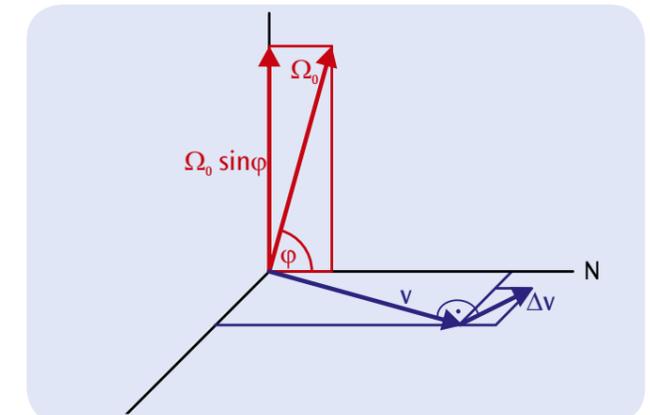


Fig. 1: Representación del péndulo de Foucault en el sistema de coordenadas fijo a la tierra.

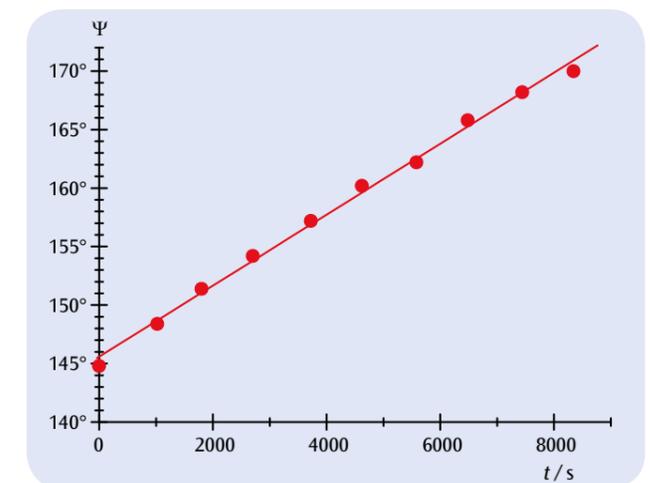


Fig. 2: Curva de medida registrada en la latitud geográfica de  $\varphi = 50^\circ$