

TAREAS

- Medición de la amplitud de oscilaciones forzadas en dependencia de la frecuencia de excitación para diferentes amortiguaciones.
- Observación del desplazamiento de fase entre la excitación y la oscilación para frecuencias de excitación muy pequeñas y muy grandes.

OBJETIVO

Medición y análisis de oscilaciones forzadas

RESUMEN

El péndulo de torsión según Pohl es también apropiado para el estudio de oscilaciones forzadas. Para ello, el sistema oscilante está acoplado a una varilla de excitación la cual es movida por un motor de corriente continua de frecuencia variable para elongar y comprimir periódicamente el muelle de restitución helicoidal plano. En el experimento se mide la amplitud para diferentes amortiguaciones en dependencia de la frecuencia de excitación y se observa el desplazamiento de fase entre la excitación y la oscilación.

EQUIPO REQUERIDO

Número	Aparato	Artículo N°
1	Péndulo oscilatorio según Pohl	1002956
1	Cronómetro mecánico, 15 min	1003369
1	Bloque de alimentación enchufable 24 V, 700 mA (230 V, 50/60 Hz)	1000681 o
	Bloque de alimentación enchufable 24 V, 700 mA (115 V, 50/60 Hz)	1000680
1	Fuente de alimentación CC, 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)	1003312 o
	Fuente de alimentación CC, 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)	1003311
2	Multímetro analógico AM50	1003073
1	Juego de 15 cables de experimentación de seguridad, 75 cm	1002843

2

FUNDAMENTOS GENERALES

El péndulo de torsión según Pohl es también apropiado para el estudio de oscilaciones forzadas. Para ello, el sistema oscilante está acoplado a una varilla de excitación la cual es movida por un motor de corriente continua de frecuencia variable para elongar y comprimir periódicamente el muelle de restitución helicoidal plano.

La ecuación de movimiento de este sistema se expresa como:

$$(1) \quad \frac{d^2\varphi}{dt^2} + 2 \cdot \delta \cdot \frac{d\varphi}{dt} + \omega_0^2 \cdot \varphi = A \cdot \cos(\omega_E \cdot t)$$

$$\text{con} \quad \delta = \frac{k}{2J} \quad \omega_0^2 = \frac{D}{J} \quad A = \frac{M_0}{J}$$

J : Momento de inercia

D : Constante del muelle

k : Coeficiente de amortiguación

M_0 : Amplitud del momento angular externo

ω_E : Frecuencia angular del momento angular externo

La solución de esta ecuación de movimiento se compone de una parte homogénea y una parte inhomogénea. La parte homogénea corresponde a la oscilación libre amortiguada que se estudia en el experimento UE1050500. Ésta decrece exponencialmente con el tiempo y tras el tiempo de estabilización o ajuste se hace despreciable con respecto a la parte inhomogénea.

Por el contrario, la parte inhomogénea

$$(2) \quad \varphi(t) = \varphi_E \cdot \cos(\omega_E \cdot t - \psi_E)$$

está ligada al momento angular externo y permanece activa siempre

$$(3) \quad \varphi_E = \frac{A_0}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega_E^2)^2 + 4 \cdot \delta^2 \cdot \omega_E^2}}$$

es mayor mientras la frecuencia de excitación ω_E se hace más cercana a la frecuencia propia ω_0 del péndulo de torsión. Cuando se cumple que $\omega_E = \omega_0$ se habla de resonancia.

El desplazamiento de fase

$$(4) \quad \psi_E = \arctan\left(\frac{2 \cdot \delta \cdot \omega_E}{\omega_0^2 - \omega_E^2}\right)$$

muestra que las desviaciones del péndulo están atrasadas con respecto a la excitación. Este atraso es casi cero para pequeñas frecuencias y aumenta con frecuencias crecientes y llega a 90° con la frecuencia de resonancia. Con frecuencias de excitación muy grandes la oscilación y la excitación tienen al final un desplazamiento de fase de 180° .

EVALUACIÓN

Las amplitudes de las oscilaciones amortiguadas medidas se registran con respecto a la frecuencia de excitación. Se obtienen así varias curvas de medida, las cuales se pueden describir con la ecuación (4), cuando se ha seleccionado el parámetro δ apropiado.

En esto se muestra una ligera desviación con respecto a los valores encontrados en el experimento UE1050500 para la amortiguación. Al final, esto se atribuye a que la fricción no es exactamente proporcional a la velocidad, como se ha asumido.

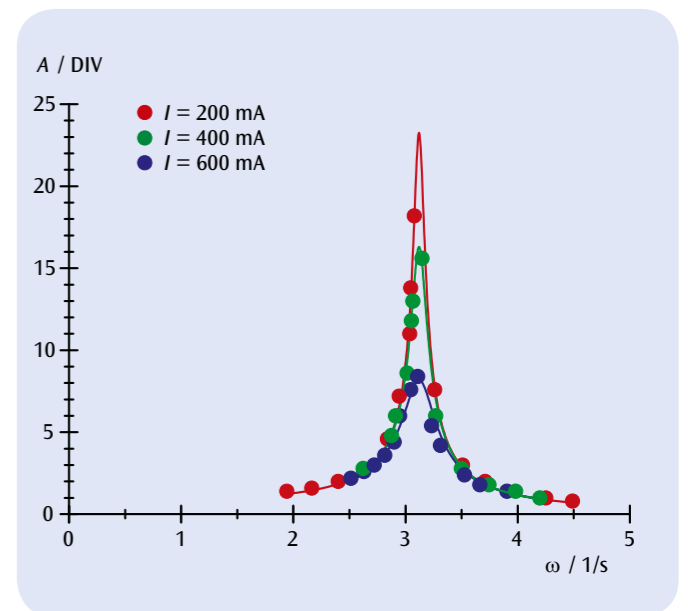


Fig. 1: Curvas de resonancia con diferentes amortiguaciones