

TAREFAS

- Medição da duração da oscilação T para diferentes desvios iniciais e velocidades iniciais.
- Determinação da constante de abafamento δ do pêndulo giratório abafado.

OBJETIVO

Medição e análise de oscilações giratórias harmônicas livres

RESUMO

Com o pêndulo giratório segundo Pohl, podem ser analisadas oscilações giratórias harmônicas livres. Nisto, agem sobre o pêndulo giratório apenas o torque regressivo de uma mola helicoidal e o torque de abafamento de um freio a corrente de Foucault com corrente ajustável. Na experiência, a independência da duração da oscilação do desvio inicial e da velocidade inicial é comprovada e o abafamento das amplitudes de oscilação é analisado.

APARELHOS NECESSÁRIOS

Número	Instrumentos	Artigo N°
1	Pêndulo de torção segundo Pohl	U15040
1	Cronômetro mecânico, 15 min	U40801
1	Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)	U33020-230 ou
	Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)	U33020-115
1	Multímetro analógico AM50	U17450
1	Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75 cm	U138021

1

FUNDAMENTOS GERAIS

Com o pêndulo giratório segundo Pohl, podem ser analisadas oscilações giratórias harmônicas livres. Nisto, agem sobre o pêndulo giratório apenas o torque regressivo de uma mola helicoidal e o torque de abafamento de um freio a corrente de Foucault com corrente ajustável.

A equação de movimento para o ângulo de deslocamento φ de uma oscilação abafada livre do pêndulo giratório é:

$$(1) \quad \frac{d^2\varphi}{dt^2} + 2 \cdot \delta \cdot \frac{d\varphi}{dt} + \omega_0^2 \cdot \varphi = 0$$

$$\text{com } \delta = \frac{k}{2J}, \quad \omega_0^2 = \frac{D}{J}$$

J : Momento de inércia
 D : Constante da mola
 k : Coeficiente de abafamento

Enquanto o abafamento não for grande demais e a condição $\delta < \omega_0$ for satisfeita, a solução da equação de movimento é

$$(2) \quad \varphi(t) = \varphi_0 \cdot e^{-\delta t} \cdot \cos(\omega \cdot t + \psi)$$

$$\text{com } \omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}.$$

A amplitude inicial φ_0 e o ângulo da fase ψ são, aqui, parâmetros à escolha que dependem do deslocamento e da velocidade do pêndulo giratório no tempo $t = 0$. O pêndulo, portanto, oscila com a duração de oscilação

$$(3) \quad T = \frac{2\pi}{\omega}$$

para lá e para cá. Nisto, a amplitude da oscilação diminui com o decorrer do tempo conforme

$$(4) \quad \hat{\varphi}(t) = \varphi_0 \cdot e^{-\delta t}.$$

Na experiência, são analisadas oscilações com diferentes abafamentos que são determinados pela força ajustável da corrente do freio a corrente de Foucault. A duração da oscilação é medida com auxílio de um cronômetro. Nisto se mostra que a duração da oscilação com abafamento dado não depende do desvio inicial nem da velocidade inicial.

Para a determinação do abafamento, os desvios minguantes do pêndulo para a direita e para a esquerda são registrados, sendo o pêndulo iniciado, para simplificar, sem velocidade inicial.

ANÁLISE

Na equação (4), a amplitude da oscilação é definida como grandeza positiva. É considerado o valor dos desvios para a direita e para a esquerda. Aplicando-se o logaritmo natural destes desvios contra o tempo, obtém-se uma reta com inclinação $-\delta$. De fato, são observados desvios do comportamento linear, pois o atrito não é – como presumido – exatamente proporcional à velocidade.

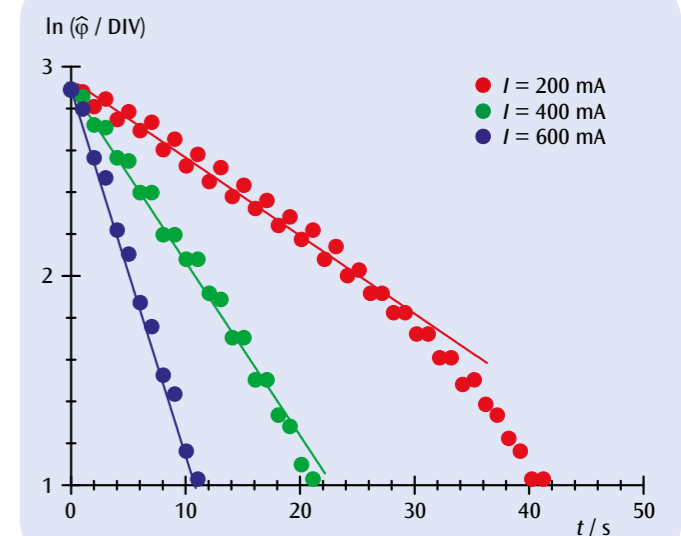


Fig. 1: $\ln(\hat{\varphi})$ como função do tempo com diferentes abafamentos