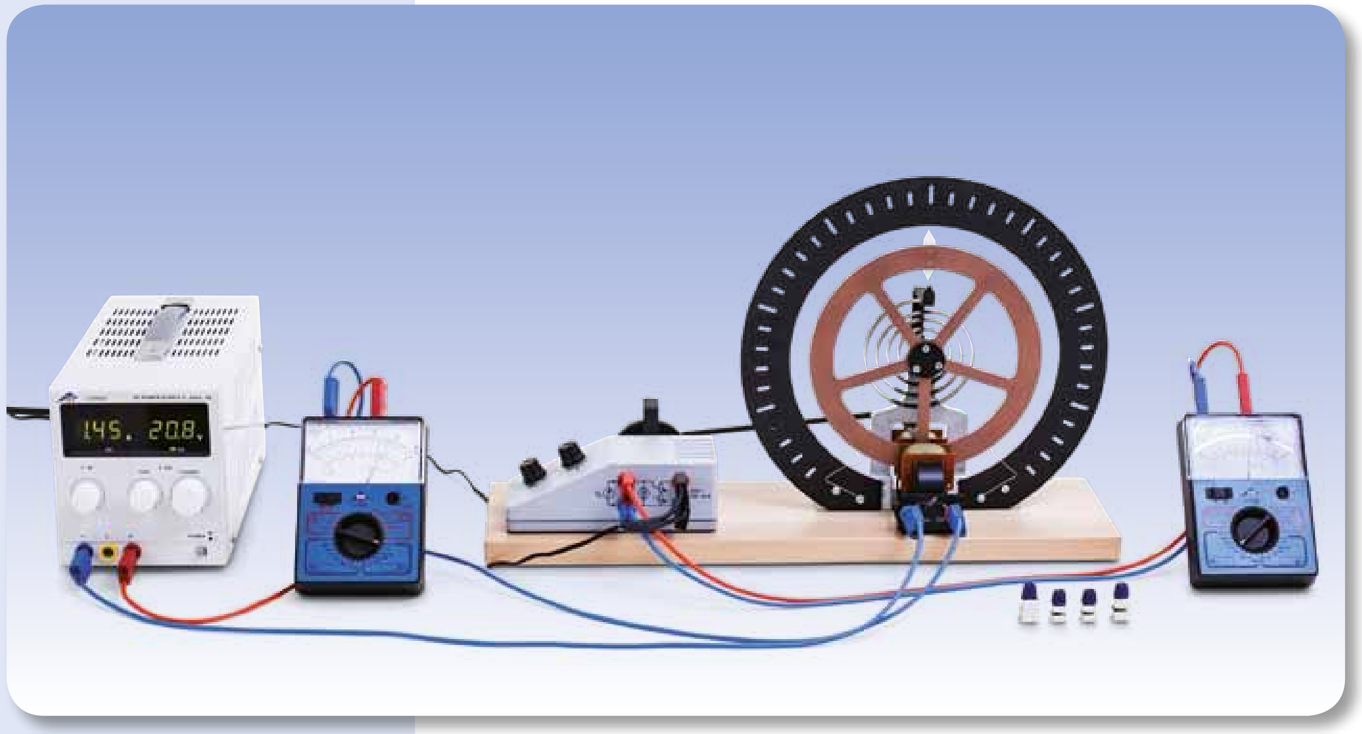
UE1050550

PÊNDULO GIRATÓRIO SEGUNDO POHL



TAREFAS

- Medições da amplitude de oscilações forçadas em dependência da frequência de excitação para diferentes abafamentos.
- Observação do deslocamento de fase entre excitação e oscilação para frequências de excitação muito pequenas e muito grandes.

OBJETIVO

Medição e análise de oscilações forçadas

RESUMO

O pêndulo giratório segundo Pohl também é adequado para a análise de oscilações forçadas. Para isto, o sistema oscilante é conectado a um sistema de alavancas de excitação impulsionado por um motor de corrente contínua com rotação ajustável e que expande e comprime periodicamente a mola helicoidal reajustável. Na experiência, a amplitude é medida em dependência da frequência de excitação para diferentes abafamentos e o deslocamento de fase entre excitação e oscilação é observado.

APARELHOS NECESSÁRIOS

Número	Instrumentos	Artigo N°
1	Pêndulo de torção segundo Pohl	U15040
1	Cronômetro mecânico, 15 min	U40801
1	Fonte de alimentação 24 V, 700 mA (230 V, 50/60 Hz)	U33200-230 ou
	Fonte de alimentação 24 V, 700 mA (115 V, 50/60 Hz)	U33200-115
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
2	Multímetro analógico AM50	U17450
1	Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75 cm	U138021

FUNDAMENTOS GERAIS

O pêndulo giratório segundo Pohl também é adequado para a análise de oscilações forçadas. Para isto, o sistema oscilante é conectado a um sistema de alavancas de excitação impulsionado por um motor de corrente contínua com rotação ajustável e que expande e comprime periodicamente a mola helicoidal reajustável.

A equação do movimento deste sistema é

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

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

J: Momento de inércia
D: Constante da mola
k: Coeficiente de abafamento
M_0: Amplitude do torque externo
ω_E: Frequência circular do torque externo

A solução desta equação de movimento se compõe de uma parte homogênea e uma parte não homogênea. A parte homogênea corresponde à oscilação livre abafada analisada na experiência UE1050500. Ela diminui exponencialmente com o tempo e é desprezível perante a parte não homogênea após o chamado tempo de transição.
Por outro lado, a parte não homogênea é

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

ligada ao torque externo e é conservada exatamente pelo tempo que este age. Sua amplitude

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

é maior quanto mais perto a frequência de excitação ω_E estiver da frequência própria ω_0 do pêndulo giratório. No caso de $\omega_E = \omega_0$, fala-se em ressonância.
O deslocamento de fase

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

indica que os desvios do pêndulo seguem a excitação. Ela é próxima de zero para frequências muito pequenas, cresce com o aumento da frequência e alcança 90° na frequência de ressonância. Com frequências de excitação muito grandes, excitação e oscilação ficam finalmente deslocadas em 180°.

ANÁLISE

As amplitudes medidas das oscilações abafadas são aplicadas contra a frequência de excitação. Resultam diferentes curvas de medição que podem ser descritas pela equação (4), se for selecionado o parâmetro de abafamento δ correto.

Nisto, surgem pequenos desvios dos valores encontrados na experiência UE1050500 para o abafamento. Isto pode ser finalmente derivado do fato que o atrito não é – como presumido – exatamente proporcional à velocidade.

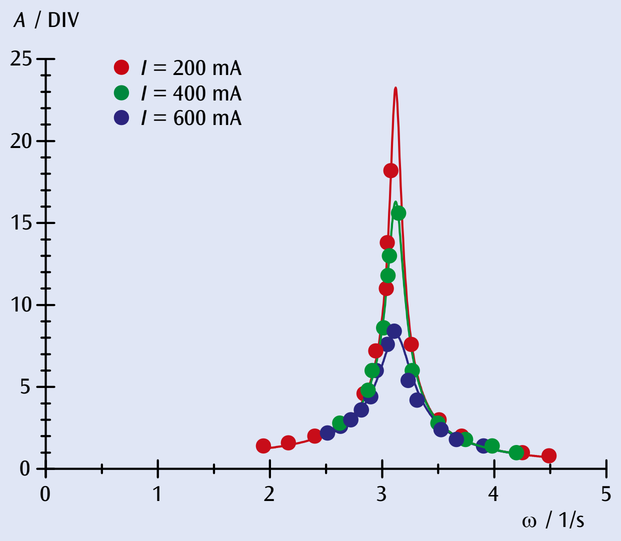


Fig. 1: Curvas de ressonância com diferentes abafamentos