

FUNZIONI

- Misurazione del periodo di oscillazione T per diverse deviazioni e velocità iniziali.
- Determinazione della costante di smorzamento δ del pendolo di torsione smorzato.

SCOPO

Misurazione e analisi di oscillazioni armoniche di torsione libere

RIASSUNTO

Con il pendolo di torsione del Prof. Pohl è possibile studiare le oscillazioni armoniche di torsione libere. Il sistema è realizzato in modo che sul pendolo agiscano soltanto il momento torcente di richiamo di una molla a spirale e il momento torcente di smorzamento di un freno a corrente di Foucault con corrente regolabile. Durante l'esperimento viene dimostrata l'indipendenza del periodo di oscillazione dalla deviazione e dalla velocità iniziali, ed analizzato lo smorzamento dell'ampiezza delle oscillazioni.

APPARECCHI NECESSARI

Numero	Apparecchio	Cat. n°
1	Pendolo di torsione di Pohl	1002956
1	Cronometro meccanico, 15 min	1003369
1	Alimentatore CC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)	1003312 o
1	Alimentatore CC 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)	1003311
1	Multimetro analogico AM50	1003073
1	Set di 15 cavi di sicurezza per esperimenti, 75 cm	1002843

1

BASI GENERALI

Con il pendolo di torsione del Prof. Pohl è possibile studiare le oscillazioni armoniche di torsione libere. Il sistema prevede che sul pendolo agiscano soltanto il momento torcente di richiamo di una molla a spirale e il momento torcente di smorzamento di un freno a corrente di Foucault con corrente regolabile.

L'equazione del moto per l'angolo di deviazione φ di un'oscillazione smorzata libera del pendolo di torsione è la seguente:

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

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

J : Momento d'inerzia

D : Indice di rigidezza

k : Coefficiente di smorzamento

Fintanto che lo smorzamento non è eccessivo e la condizione $\delta < \omega_0$ è soddisfatta, il risultato dell'equazione del moto è il seguente:

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

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

A questo proposito, l'ampiezza iniziale φ_0 e l'angolo di sfasamento ψ sono parametri liberi, che dipendono dalla deviazione e della velocità del pendolo di torsione al momento $t = 0$. Il pendolo oscilla quindi con periodo

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

Con il tempo, l'ampiezza di oscillazione diminuisce secondo la seguente equazione

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

Nell'esperimento vengono analizzate le oscillazioni per diversi fattori di smorzamento, ottenuti impostando il freno a corrente di Foucault su diverse intensità di corrente. Il periodo di oscillazione viene misurato utilizzando un cronometro. Si osserva quindi che, per un dato valore di smorzamento, il periodo di oscillazione non dipende dalla deviazione e dalla velocità iniziali.

Per determinare lo smorzamento vengono annotate le deviazioni in diminuzione del pendolo verso destra e verso sinistra; per praticità, la velocità iniziale del pendolo è assunta nulla.

ANALISI

Nell'equazione (4) l'ampiezza di oscillazione è definita come grandezza positiva, intendendo quindi il valore delle deviazioni a destra e sinistra. Se si traccia il logaritmo naturale di queste deviazioni rispetto al tempo, si ottiene una retta con pendenza $-\delta$. In pratica vengono riscontrati scostamenti rispetto al comportamento lineare, in quanto la forza di attrito non è, come presupposto, esattamente proporzionale alla velocità.

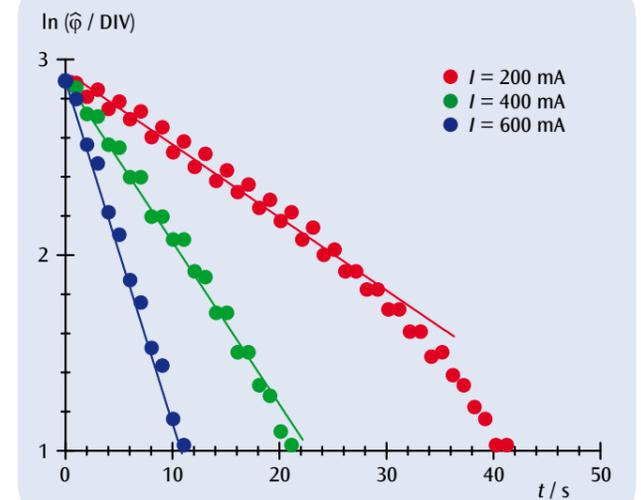


Fig. 1: $\ln(\hat{\varphi})$ come funzione del tempo con valori di smorzamento differenti