Gekoppelte Pendel (6) gP

Physik Praktikum

8. Dezember 2002

0 Zusammenfassung

Bei den vier Versuchen geht es darum verschiedene Schwingungen experimetell zu untersuchen.

Im ersten Versuch wird ein physikalisches Pendel gemessen und mit den Werten des mathematischen verglichen.

Gekoppelte Pendel werden in den Veruschen 2, 3 und 4 untersucht. Die Schwingungsdauer der symmetrischen, antisymmetrischen und wandernden Schwingung sowie die Schwebungszeit wird im Versuch 2 für zwei verschiede Kopplungen gemessen. Die letzten beiden Werte werden zudem noch berechnet.

Ebenfalls für zwei verschiedene Kopplungen wird im Versuch 3 der Kopplungsmoment dynamisch und statisch betimmt.

Eine graphischen Darstellung der Schwebung erfolgt im letzten Versuch.

1 Physikalisches Pendel

$$\begin{aligned} l &= \text{Pendellänge (bis Schwerpunkt) } [m] \\ T_0 &= \text{Schwingungsdauer } [s] \\ g &= 9.81\frac{m}{s^2} \text{ Fallbeschleunigung} \end{aligned}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{ml^2}{mgl}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

2 Gekoppelte Schwingung

$$\begin{aligned}
\tau_\omega &= \text{Symmetrische Schwingung (Eigenschwingung) } [s] \\
\tau_\Omega &= \text{Anitisymmetrische Schwingung } [s] \\
\tau &= \text{Wandernde Schwingung } [s] \\
T_S &= \text{Schwebungszeit } [s]
\end{aligned}$$

$$\tau = \frac{4\pi}{\Omega + \omega} \Rightarrow \frac{1}{\tau} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\tau_\omega} + \frac{1}{\tau_\Omega}\right)$$
$$T_S = \frac{2\pi}{\Omega - \omega} \Rightarrow \frac{1}{T_S} = \frac{1}{\tau_\Omega} - \frac{1}{\tau_\omega}$$

3 Kopplung

$$\begin{aligned}
m_P &= \text{Masse Pendel und Regulierschraube } [kg] \\
h_P &= \text{Höhe des Pendels (Zylinderhöhe) } [m] \\
r_P &= \text{Radius des Pendels (Zylinderradius) } [m] \\
d_P &= \text{Abstand Drehachse Schwerpunkt Zylinder } [m] \\
m_S &= \text{Masse des Pendelschaftes } [kg] \\
h_S &= \text{Höhe des Pendelschaftes } [m] \\
r_S &= \text{Radius des Pendelschaftes } [m] \\
d_S &= \text{Abstand Drehachse Schwerpunkt Pendelschaft } [m]
\end{aligned}$$

3.1 Trägheitmoment des Pendels

$$\begin{aligned}
\Theta_S &= \frac{m}{12}\left(3r^2 + h^2\right) \\
\Theta_A &= \Theta_S + d^2 m
\end{aligned}$$

3.2 Kopplungsgrad

$$k = \frac{D_f}{D_g + D_f} \tag{1}$$

3.2.1 Dynamisch

$$D_g = \frac{4\pi^2\Theta}{\tau_\omega^2} \quad (2)$$

$$D_f = \frac{1}{2}\left(\frac{4\pi^2\Theta}{\tau_\Omega^2} - D_g\right) \quad (3)$$

$$\text{Aus (2) und (3)} \;\Rightarrow D_f = 2\pi^2\Theta\left(\frac{1}{\tau_\Omega^2} - \frac{1}{\tau_\omega^2}\right) \;\text{mit (1)}\; \Rightarrow k = \frac{\tau_\omega^2 - \tau_\Omega^2}{\tau_\omega^2 + \tau_\Omega^2}$$

3.2.2 Statisch

$$D_f(\Theta_2 - \Theta_1) = D_g\Theta_1 = gl\left(m_P + \frac{m_S}{2}\right)\Theta_1$$

$$\Rightarrow D_f = gl\left(m_P + \frac{m_S}{2}\right)\frac{\Theta_1}{\Theta_2 - \Theta_1}$$

$$\text{mit (1)} \;\Rightarrow \frac{D_g\left(\frac{\Theta_1}{\Theta_2-\Theta_1}\right)}{D_g\left(1 + \frac{\Theta_1}{\Theta_2-\Theta_1}\right)} = \frac{\Theta_1}{\Theta_2} = k$$

4 Verlauf der Amplituden bei der Schwebung

Graphische Darstellung beider Pendel: $A = f(t)$

© Thomas Kuster
thomas@fam-kuster.ch