

Versuch 106

## **Gekoppelte Pendel**

Lukas Nickel

lukas.nickel@tu-dortmund.de

Rohat Kavili

rohat.kavili@tu-dortmund.de

Durchführung: 01.12.2015

Abgabe: 08.01.2015

TU Dortmund – Fakultät Physik

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Theorie</b>	<b>3</b>
1.1	Zielsetzung . . . . .	3
1.2	Theoretische Grundlagen . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Aufbau und Durchführung</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Auswertung</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>4</b>

# 1 Theorie

## 1.1 Zielsetzung

Die Aufgabe des Versuchs besteht darin, die Schwingungsdauern verschiedener Schwingungsarten sowie die Schwebungsdauer von jeweils zwei, identischen, gekoppelten Pendeln zu bestimmen.

## 1.2 Theoretische Grundlagen

Die Bewegungs-/Schwingungsgleichung eines einzelnen Pendels lautet für kleine Winkel- auslenkungen ( $\phi < 5^\circ$ ,  $\sin(\phi) \approx \phi$ ):

$$\ddot{\phi} + \omega^2 \phi = 0 \quad (1)$$

mit  $\omega^2 = \frac{g}{l}$ .

Dabei entspricht  $l$  der Länge des Pendels,  $\omega$  der Schwingungsfrequenz und  $\phi$  dem Auslenkwinkel. Werden mehrere (in diesem Fall zwei) Pendel miteinander gekoppelt, z.B. über eine Feder, können die Schwingungen nicht mehr als voneinander unabhängig betrachtet werden. Stattdessen sind die DGLen gekoppelt, als Bewegungsformen ergeben sich zwei Eigenschwingungen:

1) Die Gleichsinnige Schwingung

...

2) Die Gegensinnige Schwingung

...

Jede andere gekoppelte Schwingung lässt sich als Überlagerung dieser beiden Eigenschwingungen interpretieren. Relevant für den Versuch ist neben den Eigenschwingungen die Schwingung mit den Anfangsbedingungen  $\phi_1 = 0$  und  $\phi_2 \neq 0$ . Dabei lässt sich das Phänomen der Schwebung betrachten: Das zu  $t = 0$  ausgelenkte Pendel überträgt seine Energie und damit die Schwingungsbewegung kontinuierlich und vollständig auf das andere Pendel, bis ersteres stillsteht und letzteres mit der vollen Amplitude schwingt. Dieser Vorgang wiederholt sich periodisch. Die Periodendauer dieses Vorgangs wird als Schwebungsdauer  $T_s$  bezeichnet und ist durch die Schwingungsdauern der gleich- und gegenphasigen Schwingungen gemäß 2 gegeben.

$$T_s = \frac{T_+ \cdot T_-}{T_+ - T_-} \quad (2)$$

## 2 Aufbau und Durchführung

Als Pendel werden zwei identische Stabpendel mit einer Spitzenlagerung verwendet. Die jeweils zwei Spitzen der Pendel hängen in einer keilförmigen Nut um die Reibung zu minimieren. Mit einer Feder werden die Pendel gekoppelt. Die Pendelmassen ( $m = 1 \text{ kg}$ ) sind entlang des Pendels verschiebbar. Auf diese Weise lässt sich die Pendellänge einstellen.

Für die Messungen werden beide Pendel auf dieselbe Länge  $l_1$  eingestellt und zur Kontrolle die Gleichheit der Schwingungsdauern überprüft. Die Pendel sind dabei nicht gekoppelt. Für die Messung von Schwingungsdauern werden fünf Perioden gemessen und der Mittelwert gebildet. Um den Einfluss von Messfehlern zu minimieren, werden alle Messungen außerdem jeweils zehnmal durchgeführt. Daraufhin werden die Pendel gekoppelt und die Schwingungsdauern des Doppelpendels bei gleich- und gegenphasiger Schwingung gemessen. Für die letzte Messreihe wird nur ein Pendel ausgelenkt, während das andere bei  $t = 0$  s in Nulllage hängt. Gemessen werden die Schwingungs- und Schwebungsdauer dieser Schwingungsform. Für die Schwebungsdauer wird nur eine halbe Periode betrachtet. Die gesamte Messreihe wird mit einer weiteren Pendellänge  $l_2$  wiederholt.

### **3 Auswertung**

### **4 Diskussion**