

Trägheitsmoment

Versuch V101

8. März 2017

1 Zielsetzung

Im dem Versuch sollen Schwingungs- und Schwebungsdauer von gekoppelten Pendeln bei gleichsinniger, gegensinniger und gekoppelter Schwingung bestimmt werden.

2 Theorie

Das an einem Faden (der Länge l) befestigte Massestück m wird ausgelenkt. Dabei wirkt die Gravitation der Bewegung entgegen. Es entsteht eine Schwingung. Als Frequenz für das *einzelne* Pendel ergibt sich

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \quad \left(\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \right).$$

Zusätzlich werden im Versuch *gekoppelte* Schwingungen betrachtet. Eine gekoppelte Schwingung entsteht zum Beispiel dadurch, wenn zwei einzelne Pendel mittels einer Feder verbunden werden. Es ergibt sich dann, ein gekoppeltes Differenzialgleichungssystem, welches durch eine geeignete Transformation in ein Eigenwertproblem umgewandelt werden kann. Durch die Transformation wird das Lösen des Problems möglich.

Werden beide Massen zunächst *entgegengesetzt* ausgelenkt so beobachtet man eine gegen-sinnige Schwingung mit der Frequenz

$$\omega_- = \sqrt{\frac{g + 2k}{l}}.$$

Hierbei sei k die Federkonstante der Kopplungsfeder.

Wird nur *eine* Masse anfänglich ausgelenkt, so wird eine *Schwebung* beobachtet. Bei dieser wird nach und nach die Energie des ausgelenkten Pendels in das ruhende übertragen. Es fängt somit an zu schwingen. Die Schwebungsfrequenz erhält man mittels

$$\omega_{\text{schwebung}} = \omega - \omega_-$$

3 Versuchsaufbau/-durchführung

Für den Versuch werden zwei Federn und eine Feder benötigt. Die Pendel besitzen *höhenverstellbare* Massen. Somit ist eine Variation der Pendellänge möglich. Ein Pendel wird reibungsarm mit einer *Spitzenlagerung* montiert (zwei Nadeln die jeweils in einer Nut sitzen).

3.1 Messung der Frequenz eines einzigen Pendel

Zunächst müssen die Massen beider Pendel auf die selbe Höhe eingestellt werden. Danach wird das Pendel ausgelenkt (wie weit ist egal, da ω davon nicht abhängt) und die Zeit für fünf Schwingungen gemessen. Das ganze erfolgt zehn Mal.

3.2 Messung der Frequenz von gekoppelten Pendeln

Die beiden einzelnen Pendel werden mittels einer Feder verbunden. Nun wird Gleichsinnige-, Gegensinnige- und Schwebungsfrequenz bestimmt, indem die Zeit für fünf Schwingungen gestoppt wird.

Nachdem das Messprogramm für eine Pendellänge beendet ist, werden die Höhen der Masse variiert und alle Frequenzen *nochmal* für die veränderte Länge gemessen.

4 Ergebnis

- Zeitmessung besitzt eine Ungenauigkeit
- das gleichzeitige Loslassen des Pendels (von zwei Personen) ist schwierig zu realisieren und ist somit eine Fehlerquelle
- Bei der Messung der Periodendauer der Schwebung ist der Zeitpunkt des Stillstandes eines Pendels kaum ersichtlich, dadurch grobe Zeitmessung
- Mittlung über 5 Schwingungen mittelt die oben erwähnten Fehler gut weg.
- Die unterschiedlichen Ergebnisse für den Kopplungsgrad, kann durch die unterschiedliche Positionierung der Feder verursacht werden. Hierdurch kann es zu einer Entstehung eines Drehmomentes kommen
- Die experimentellen bestimmten Frequenzen, besitzen eine gute Übereinstimmung mit den theoretisch bestimmten Werten