Elliptische Schwingungen eines Fadenpendels

BESCHREIBUNG DER ELLIPTISCHEN SCHWINGUNGEN EINES FADENPENDELS ALS ÜBERLAGERUNG VON ZWEI ZUEINANDER SENKRECHTEN KOMPONENTEN.

- Aufzeichnung der elliptischen Schwingungen eines Fadenpendels in zwei zueinander senkrechten Komponenten für verschiedene Anfangsbedingungen.
- Unterscheidung der Spezialfälle „Schwingung auf der Winkelhalbierenden“, „Schwingung senkrecht zur Winkelhalbierenden“ und „kreisförmige Schwingung“.

UE1050121

06/15 MEC/UD

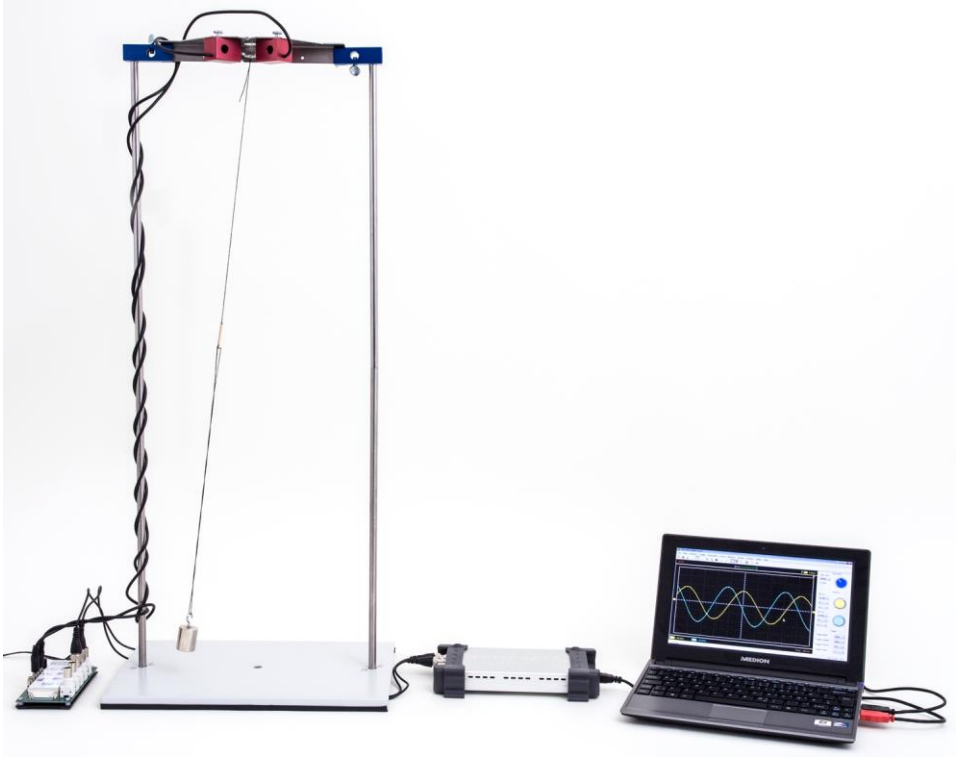

Fig. 1: Messanordnung.

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Je nach Anfangsbedingung schwingt ein geeignet aufgehängtes Fadenpendel bei kleinen Auslenkungen so, dass der Pendelkörper eine Ellipse beschreibt. Wird diese Bewegung in zwei zueinander senkrechte Komponenten zerlegt, so besteht eine Phasendifferenz zwischen den Komponenten.

Im Experiment wird dieser Zusammenhang durch Messung der Schwingungen mit zwei zueinander senkrechten dynamischen Kraftsensoren dargestellt. Die Phasenverschiebung wird bei Darstellung der Schwingungen mit einem Zweikanal-Oszilloskop unmittelbar deutlich.

Drei Spezialfälle sind unmittelbar einleuchtend (Fig. 2):

a) Schwingt das Pendel auf der Winkelhalbierenden zwischen den Kraftsensoren, so ist die Phasenverschiebung φ = 0°.

b) Bei Schwingungen senkrecht zur Winkelhalbierenden ist φ = 180°.

c) Beschreibt der Pendelkörper eine Kreisbahn, so ist φ = 90°.

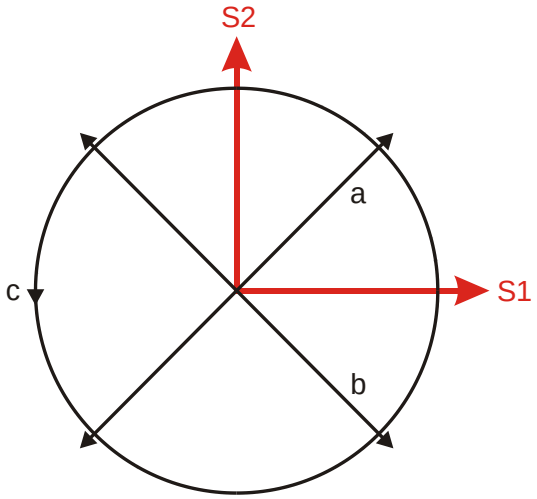

Fig. 2: Ausrichtung der Sensoren S1 und S2 und untersuchte Schwingungsrichtungen des Fadenpendels.

GERÄTELISTE

1	SW-Paket Fadenpendel	1012854 (U61025)
1	SW-Paket Stativmaterial	1012849 (U61022)
1	SW-Paket Sensorik @230 V	1012850 (U61023-230)
oder		
1	SW-Paket Sensorik (@115 V	1012851 (U61023-115)
1	USB Oszilloskop 2x50 MHz	1017264 (U112491)

AUFBAU

- Stativstangen mit Außen- und Innengewinde in die äußeren Gewindebuchsen der Grundplatte schrauben.
- Beide Stativstangen mittels Stativstangen mit Außengewinde verlängern.
- Beidseitig Doppelmuffen am oberen Ende montieren und nach innen ausrichten, so dass die Schlitze senkrecht gegenüber stehen.
- Federn der Federbaugruppe in den Laschen der Traverse (abgewinkelte Seite) einhängen (Fig. 3).
- Große Schlaufe über die Lasche der flachen Seite einhängen.

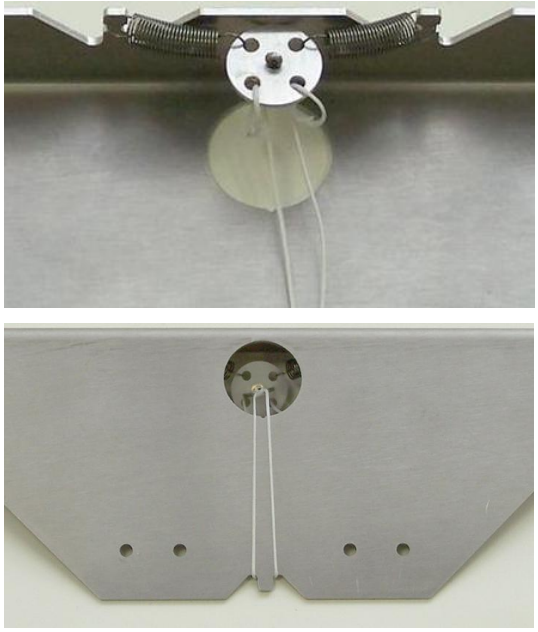

Fig. 3: Montage der Federbaugruppe.

- Feder und Vektorscheibe mit dem Haken des Kraftsensors über kleine Schlaufe vorsichtig straffen (Fig. 4).
- Kraftsensor mittels Handschraube befestigen.
- Zweiten Kraftsensor auf gleiche Weise einhängen und befestigen.

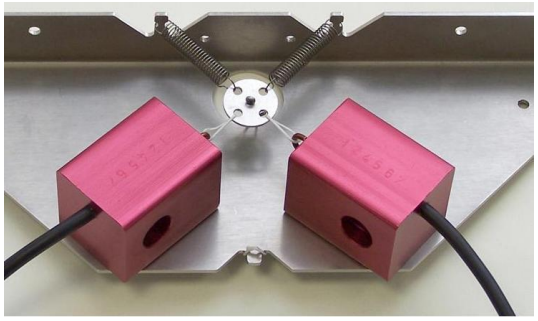

Fig. 4: Befestigung der Kraftsensoren an der Federbaugruppe.

- Faden durch die Öse der Federbaugruppe (in der Mitte der kleinen Metallscheibe) ziehen (Fig. 5).
- Faden durch die beiden Löcher des Längenstellers fädeln.

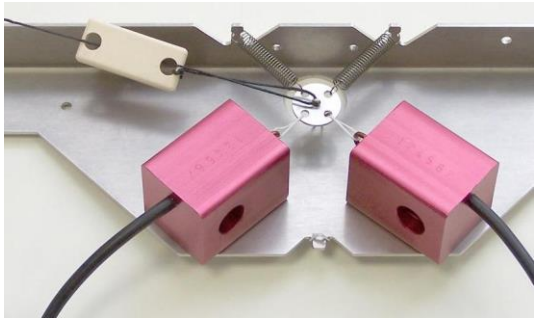

Fig. 5: Montage des Fadens.

- Traverse in den Schlitzen der beiden Doppelmuffen einspannen, Masse am Faden befestigen und am Längensteller Pendelhöhe angleichen (Fig. 6).

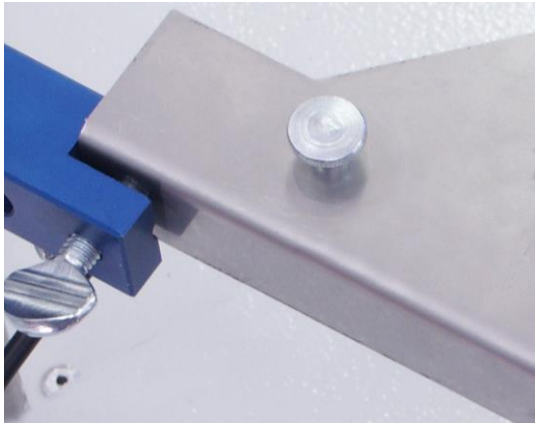

Fig. 6: Befestigung der Traverse in der Doppelmuffe.

- Kraftsensoren an die Eingänge A und B der Betriebselektronik MEC anschließen.
- Ausgänge A und B der Betriebselektronik MEC mit den Eingängen CH1 und CH2 des Oszilloskops verbinden.

DURCHFÜHRUNG

- Am Oszilloskop Zeitbasis Time / DIV auf 1 s, Vertikalablenkung für CH1 und CH2 auf 50 mV DC und Trigger auf „Mode Edge“, „Sweep Normal“, „Source CH1“und „Slope +“ einstellen.
- Fadenpendel leicht auslenken und auf der Winkelhalbierenden zwischen den Kraftsensoren schwingen lassen (Schwingungsrichtung a in Fig. 2). Oszillogramm beobachten und abspeichern.
- Fadenpendel leicht auslenken und senkrecht zur Winkelhalbierenden zwischen den Kraftsensoren schwingen lassen (Schwingungsrichtung b in Fig. 2). Oszillogramm beobachten und abspeichern.
- Fadenpendel leicht auslenken und kreisförmig schwingen lassen (Schwingungsrichtung c in Fig. 2). Oszillogramm beobachten und abspeichern.

MESSBEISPIEL UND AUSWERTUNG

Schwingt das Pendel auf der Winkelhalbierenden zwischen den beiden Kraftsensoren, werden die Kraftsensoren symmetrisch belastet (Schwingungsrichtung a in Fig. 2, Fig. 5). Die Signale beider Kraftsensoren sind in Phase, d.h. die Phasenverschiebung φ = 0° (Fig. 7).

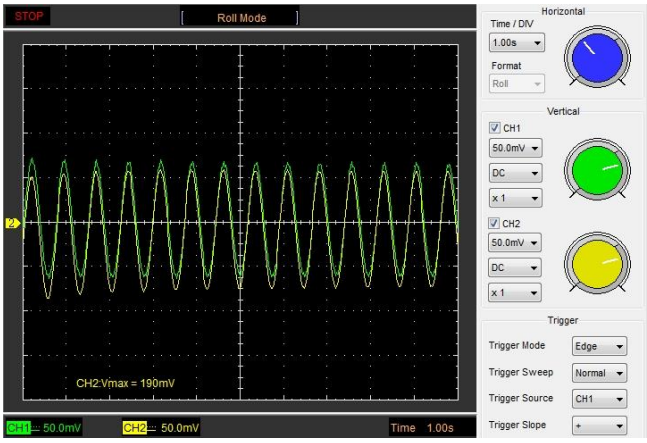

Fig. 7: Schwingungskomponenten des Fadenpendels bei Schwingung „auf der Winkelhalbierenden“.

Schwingt das Pendel senkrecht zur Winkelhalbierenden zwischen den beiden Kraftsensoren, werden die Kraftsensoren asymmetrisch belastet (Schwingungsrichtung b in Fig. 2, Fig. 5). Die Signale beider Kraftsensoren sind gegenphasig, d.h. die Phasenverschiebung φ = 180° (Fig. 8).

Fig. 8: Schwingungskomponenten des Fadenpendels bei Schwingung „senkrecht zur Winkelhalbierenden“.

Die kreisförmige Schwingung des Fadenpendels stellt eine Überlagerung der Schwingung auf der und senkrecht zur Winkelhalbierenden dar mit einer Phasenverschiebung φ = 90° (Fig. 9).

Fig. 9: Schwingungskomponenten des Fadenpendels bei kreisförmigen Schwingungen.

© Copyright 2015 3B Scientific GmbH