



Variables-g-Pendel

MESSUNG DER SCHWINGUNGSDAUER EINES PENDELS IN ABHÄNGIGKEIT VON DER WIRKSAMEN KOMPONENTE DER FALLBESCHLEUNIGUNG

- Messung der Schwingungsdauer T in Abhängigkeit von der wirksamen Komponente gef der Fallbeschleunigung.
- Messung der Schwingungsdauer T für verschiedene Pendellängen L

UE1050201

03/16 JS

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Die Schwingungsdauer eines mathematischen Pendels ist bestimmt durch die Pendellänge L und die Fallbeschleunigung g. Der Einfluss der Fallbeschleunigung kann demonstriert werden, wenn die Drehachse, um die das Pendel schwingt, aus der Waagerechten geneigt ist.

Bei geneigter Drehachse wird die parallel zur Drehachse verlaufende Komponente g_{par} der Fallbeschleunigung g durch die Halterung der Drehachse kompensiert (siehe Fig. 1). Die verbleibende wirksame Komponente g_{eff} hat den Betrag:

$$g_{\mathsf{eff}} = g \cdot \mathsf{cos}\alpha$$

α: Neigungswinkel der Drehachse gegen die Horizontale

Nach Auslenkung des Pendels um einen Winkel ϕ aus der Ruhelage wirkt auf die angehängte Masse m eine rücktreibende Kraft mit dem Betrag

$$F = -m \cdot g_{\text{eff}} \cdot \sin \varphi \tag{2}$$

Für kleine Auslenkungen lautet daher die Bewegungsgleichung des Pendels:

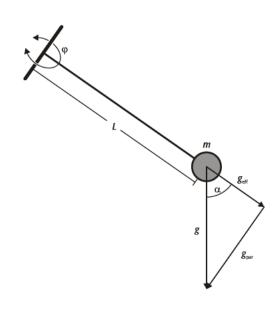
$$m \cdot L \cdot \ddot{\varphi} + m \cdot g_{\text{eff}} \cdot \sin \varphi = 0$$
 (3)

(1) Das Pendel schwingt somit mit der Kreisfrequenz:

$$\omega = \sqrt{\frac{g_{\text{eff}}}{I}} \tag{4}$$







GERÄTELISTE

1 Stativstange, 470 mm

 1 Variables-g-Pendel
 1000755 (U8403950)

 1 Halter für Lichtschranke
 1000756 (U8403955)

 1 Lichtschranke
 1000563 (U11365)

 1 Digitalzähler @ 230 V oder
 1001033 (U8533341-230)

 1 Digitalzähler @ 115 V
 1001032 (U8533341-115)

 1 Stativfuß, 3-Bein, 150 mm
 1002835 (U13270)

1002934 (U15002)

AUFBAU

- Variables-g-Pendel in Stativ montieren.
- Halter für Lichtschranke am Zeiger des Pendels anbringen.
- Lichtschranke montieren (siehe Fig. 1) und START-Eingang des Digitalzählers anschließen.
- Masse am unteren Ende der Pendelstange festklemmen.
- Wahlschalter des Digitalzählers auf T_A / \(\square \) stellen.

DURCHFÜHRUNG

- Neigungswinkel α = 0° einstellen
- Schwingung anstoßen und Taste START drücken.
- Mehrere Werte für die Schwingungsdauer ablesen und deren Mittelwert T in Tab. 1 eintragen.
- Messung auch für die Neigungswinkel α = 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70° und 80° durchführen.
- Bei α = 0° durch Verschieben der Masse verschiedene Pendellängen einstellen und jeweils die Schwingungsdauer messen.

MESSBEISPIEL

a) Variation des Neigungswinkels:

Tab. 1: Schwingungsdauer in Abhängigkeit von der gemäß (1) berechneten wirksamen Komponente der Fallbeschleunigung (L = 34,5 cm)

α	$g\coslpha$ (m s ⁻²)	T (ms)
0°	9,81	1171
10°	9,66	1183
20°	9,22	1218
30°	8,50	1270
40°	7,51	1361
50°	6,31	1507
60°	4,91	1730
70°	3,36	2074
80°	1,70	3021

b) Variation der Pendellänge:

Tab. 2: Schwingungsdauer in Abhängigkeit von der Pendellänge

L (cm)	T (ms)
34,5	1171
29,5	1090
24,5	1000
19,5	918

AUSWERTUNG

Aus (4) folgt für die Schwingungsdauer des Pendels

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g_{\text{eff}}}}$$

Für den Wert L=34,5 cm ergibt sich die durchgezogene Kurve der Fig. 2. Die in Fig. 2 ebenfalls eingezeichneten Messpunkte sind Tab. 1 entnommen und stimmen im Rahmen der Messgenauigkeit mit der Kurve überein.

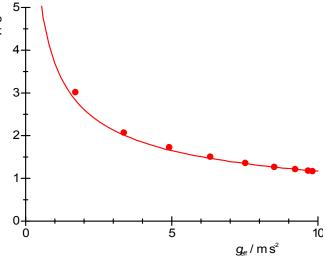


Fig. 2: Schwingungsdauer des Pendels in Abhängigkeit von der effektiven Komponente der Fallbeschleunigung

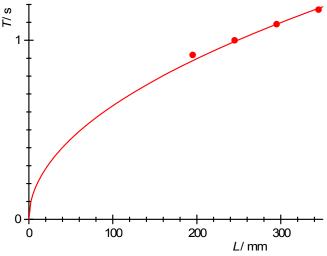


Fig. 3: Schwingungsdauer des Pendels in Abhängigkeit von der Pendellänge L

Die durchgezogene Kurve der Fig. 3 wurde mit dem Wert $g_{\rm eff}$ = 9,81 m s⁻² berechnet. Die Messpunkte sind der Tab. 3 entnommen. Sie weichen von der eingezeichneten Kurve ab, da das Pendel für kleine Längen L deutlich von einem mathematischen Pendel abweicht.

ERGEBNIS

Die Schwingungsdauer des Pendels wird bei Verkürzung des Pendels kleiner und bei Verkleinerung der wirksamen Komponente der Fallbeschleunigung größer.