

Versuch 4: Untersuchungen an einem Fadenpendel

Theoretische Grundlagen:

I. Unter welchen Bedingungen kann ein Fadenpendel als mathematisches Pendel betrachtet werden?

Wovon hängt die Schwingungsdauer T eines mathematischen Pendels ab?

Bedingungen für ein mathematisches Pendel:

1. Masseloser Faden
2. reibungsfrei Schwingung
3. Masse als Punktmasse
4. $\alpha < 10^\circ$
5. keine Reibung an der Aufhängung

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$\Rightarrow T \sim \sqrt{l} \text{ und } T \sim \sqrt{\frac{1}{g}}$$

T ist abhängig von g und l .

II. Wie kann mit einem Fadenpendel die Fallbeschleunigung bestimmt werden?

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

III. Entwickeln einer Gleichung zur Berechnung des relativen Fehlers der Fallbeschleunigung.

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta l}{l} + 2 \cdot \frac{\Delta T}{T}$$

IV. Die Fallbeschleunigung g soll möglichst genau bestimmt werden. Konsequenzen, die sich aus den Fehlerbetrachtungen für die Durchführung der Messung ergeben.

- möglichst genaues messen
- Versuch einer Schwingung, welche möglichst nicht in die Tiefe, sondern nur in Höhe und Breite schwingt
- Versuch der exakten Bestimmung der Länge
- für 10 Schwingungen, danach errechnen von T
- mehrfache Zeitmessung \rightarrow Mittelwertbildung

Aufgaben:

1. Untersuchen des Zusammenhangs zwischen Pendellänge l und Schwingungsdauer T , an einem Fadenpendel.

$$T \sim \sqrt{l}$$

l in cm	T_1 in s	T_2 in s	T_3 in s	T_4 in s	\bar{T} in s	$\frac{\bar{T}}{\sqrt{l}}$ in $\frac{s}{\sqrt{m}}$
70	1,68	1,64	1,66	1,66	1,66	1,98
60	1,50	1,50	1,48	1,48	1,49	1,92
50	1,36	1,40	1,38	1,40	1,385	1,96
40	1,22	1,24	1,22	1,22	1,225	1,94
30	1,02	1,08	1,00	1,10	1,05	1,92

$$m = 50g = \text{konst.}$$

$$\alpha = 20^\circ = \text{konst.}$$

$$\frac{\bar{T}}{\sqrt{l}} = 1,944 \frac{s}{\sqrt{m}} \text{ (Mittelwert)}$$

2. Überprüfen, ob bei einer bestimmten Pendellänge die Schwingungsdauer auch von der Masse und der Amplitude des Pendelkörpers abhängt.

m in g	T_1 in s	T_2 in s	T_3 in s	T_4 in s	\bar{T} in s
25	1,04	1,04	1,06	1,08	1,055
50	1,02	1,04	1,04	1,04	1,035
75	1,00	1,02	1,02	1,02	1,015

$$l = 30\text{cm} = \text{konst.}$$

$$\alpha = 20^\circ = \text{konst.}$$

α in $^\circ$	T_1 in s	T_2 in s	T_3 in s	T_4 in s	\bar{T} in s	y in cm
10	1,20	1,22	1,28	1,28	1,245	4
20	1,22	1,22	1,24	1,22	1,225	8
30	1,24	1,24	1,26	1,24	1,245	12

$$m = 50g = \text{konst.}$$

$$l = 40\text{cm} = \text{konst.}$$

$$y = \alpha \cdot l$$

3. Bestimmung der Schwingungsdauer T durch 12 Messungen.
Berechnen der Fallbeschleunigung g aus den Messwerten für l und T .
Ermittlung des Fehlers von g durch Rechnung.

Messung (n):	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T in s	1,22	1,21	1,22	1,22	1,22	1,22	1,21	1,21	1,22	1,22	1,22	1,22

$$\bar{T} = 1,2175s$$

$$l = 40cm$$

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

$$g = 10,65324 \frac{m}{s^2}$$

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta l}{l} + 2 \cdot \frac{\Delta T}{T}$$

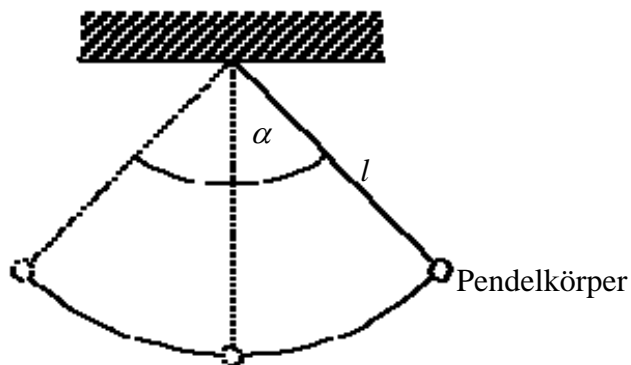
$$\frac{\Delta g}{g} = 0,41193$$

↳ Messfehler 41%.

$$\Delta g = \pm 4,388 \frac{m}{s^2}$$

$$g = (10,65324 \pm 4,388) \frac{m}{s^2}$$

Experimentieranordnung:



Geräte:

Pendelkörper
Lineal
Stoppuhr
Winkelmesser

Deutung:

Bei Versuch 1 kann man feststellen: Je größer das Ergebnis aus der Wurzel der Länge ist, desto größer ist die Periodendauer. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass eine Proportionalität vorliegt ($\bar{T} \sim \sqrt{l}$). Der Proportionalitätsfaktor liegt bei ca. $1,94 \frac{s}{\sqrt{m}}$, d.h. die Länge wirkt sich auf die Periodendauer aus.

Bei Versuch 2 kann man feststellen, dass nur eine sehr geringe Änderung der Periodendauer vorliegt. Deshalb kann man davon ausgehen, dass es sich dabei um geringe Abweichungen beim Feststellen der Messwerte handelt. Somit liegt keine Art der Proportionalität vor, d.h. die Periodendauer ist von der Masse unabhängig.

Bei Versuch 3 kann man feststellen, dass wiederum nur eine sehr geringe Änderung in der Periodendauer vorliegt. Dies lässt auch auf keine Art der Proportionalität schließen. Woraus sich schließlich ableiten lässt, dass keine Abhängigkeit zwischen Winkel und Pendellänge besteht.

Fehlerbetrachtung:

Systematische Fehler:

- Ungenauigkeit der Messmittel (Abweichung je nach Genauigkeitsklasse)
- nicht reibungsfrei aufgehängtes Pendel
- Masse keine Punktmasse
- keine reibungsfreie Schwingung
- Faden nicht masselos

Zufällige Fehler:

- Ungenaueres Ablesen der Messgeräte
- Ungenaueres Bestimmen der Auslenkwinkel
- Reaktionszeit bei der Zeitmessung