



Protokoll zum Versuch

Einführungsversuch

(Versuch 11)

Autor*innen: Annika Künstle,
Finn Zeumer

Versuchsbegleiter: Lewin Dißelmeyer

Datum der Ausführung: 29.08.2025

Abgabedatum: 05.09.2025

Inhaltsverzeichnis

I. Messdaten	3
II. Einleitung	4
2.1. Aufgabe und Motivation	4
2.2. Physikalische Grundlage	4
III. Durchführung	5
3.1. Messverfahren	5
3.1.1. Schwingungsdauer in Abhängigkeit von der Masse	5
3.1.2. Statische Auslenkung in Abhängigkeit von der Masse	5
IV. Auswertung	6
4.1. Aufgabe 1: Fehlerbestimmung zweier Messmethoden	6
4.1.1. Methode 1	6
4.1.2. Methode 2	6
4.2. Aufgabe 2: Messen der Schwingungsdauer als Funktion der Masse	6
4.3. Aufgabe 3: Bestimmung der Auslenkung als Funktion der Masse	6
4.4. Vergleich mit dem Literaturwert	6
V. Diskussion	7
5.1. Zusammenfassung	7
5.2. Diskussion	7
5.3. Kritik	7

I. Messdaten

II. Einleitung

2.1. Aufgabe und Motivation

Ziel dieses Versuches ist die experimentelle Bestimmung der Erdbeschleunigung g mithilfe eines Federpendels. Hierfür wird eine Feder mit bekannter Federkonstanten D durch (unterschiedliche) Massen m belastet. Aus der resultierenden Schwingungsdauer T lassen sich Rückschlüsse auf die Erdbeschleunigung ziehen. Der Versuch erlaubt somit, grundlegende mechanische Zusammenhänge zwischen Masse, Federkraft und Schwingungsdauer zu untersuchen.

2.2. Physikalische Grundlage

Ein Federpendel unterliegt der Hooke'schen Kraft, die proportional zur Auslenkung x ist [Wag25, Dem17]:

$$F = -D x, \quad (1)$$

wobei D die Federkonstante der Feder beschreibt. Die Bewegungsgleichung für das Federpendel lautet demnach:

$$m \ddot{x} + D x = 0. \quad (2)$$

Die Lösung dieser Differentialgleichung für die Anfangsauslenkung x_0 zum Zeitpunkt $t = 0$ ergibt:

$$x(t) = x_0 \cos(\omega t), \quad (3)$$

wobei die Kreisfrequenz ω gegeben ist durch

$$\omega = \sqrt{\frac{D}{m}}. \quad (4)$$

Da die Periodendauer T im Zusammenhang mit der Kreisfrequenz ω steht, lässt sich folgendes berechnen:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}. \quad (5)$$

Für die statische Auslenkung x_{stat} der Feder unter der Gewichtskraft mg gilt:

$$x_{\text{stat}} = \frac{mg}{D}. \quad (6)$$

Durch Messung der Schwingungsdauer T für unterschiedliche Massen m kann zunächst die Federkonstante D überprüft und anschließend die Erdbeschleunigung g bestimmt werden.

III. Durchführung

Für den Versuch wird ein klassisches Federpendel verwendet. Der Versuchsaufbau besteht aus den folgenden Hauptkomponenten:

- **Feder:** Eine Zugfeder mit bekannter Federkonstanten D , an der die Masse aufgehängt wird.
- **Massen:** Eine Auswahl an standardisierten Gewichten, die an die Feder gehängt werden können.
- **Halterung:** Eine stabile Halterung oder Stativ, an dem die Feder senkrecht aufgehängt wird.
- **Messinstrumente:**

Die Feder wird zunächst senkrecht an der Halterung befestigt. Unter das freie Ende der Feder wird die zu untersuchende Masse m gehängt, sodass die Feder unter dem Einfluss der Gewichtskraft mg ausgelenkt wird. Um die Schwingung zu starten, wird das Gewicht leicht aus der Gleichgewichtslage ausgelenkt, ohne dass eine zusätzliche Kraft auf das System wirkt.

Die maximale Auslenkung sollte dabei klein gewählt werden (idealerweise $x_{\max} < 5\%$ der Federlänge), um die Kleinwinkeläherung der harmonischen Schwingung zu gewährleisten.

3.1. Messverfahren

Zu Beginn wurde das Federpendel mit einer Masse von 200 g belastet. Anschließend wurde die Schwingungsdauer des Pendels mit zwei unterschiedlichen Methoden bestimmt.

Für beide Methoden wurden jeweils zehn Messreihen aufgenommen, wobei in jeder Messreihe die Zeit für drei vollständige Schwingungen erfasst wurde.

- **Methode 1:** Die Messung begann und endete jeweils am Punkt des maximalen Ausschlags des Pendels.
- **Methode 2:** Die Messung begann und endete beim Durchgang durch die Ruhelage (Nulldurchgang).

Für beide Methoden wurde aus den Messwerten die mittlere Schwingungsdauer bestimmt. Zusätzlich wurde der mittlere Fehler des Mittelwertes berechnet, um die Genauigkeit der beiden Verfahren zu vergleichen. Die Methode mit der kleineren Unsicherheit wurde anschließend für die weiteren Messungen verwendet.

3.1.1. Schwingungsdauer in Abhängigkeit von der Masse

Im zweiten Teil des Versuchs wurde die Abhängigkeit der Schwingungsdauer T von der angehängten Masse m untersucht. Hierzu wurde das Pendel nacheinander mit Massen von 50 g bis 250 g in Schritten von 50 g belastet.

Für jede Masse wurde die Zeit für drei Schwingungen dreimal gemessen. Aus den Messwerten wurde jeweils die mittlere Periodendauer bestimmt. Diese Messreihe diente im Anschluss zur Bestimmung der Federkonstante D des Pendels.

3.1.2. Statische Auslenkung in Abhängigkeit von der Masse

Im letzten Versuchsteil wurde die statische Auslenkung des Federpendels in Abhängigkeit von der angehängten Masse ermittelt. Hierfür wurden nacheinander die Massen 0 g¹, 50 g, 100 g, 150 g, 200 g und 250 g angebracht und die jeweilige Gleichgewichtsauslenkung x_{stat} abgelesen.

Die Ablesegenauigkeit des verwendeten Messinstruments wurde dokumentiert, um die spätere Fehleranalyse durchführen zu können. Diese Messung ermöglicht in Kombination mit der bekannten Federkonstanten D die Bestimmung der Erdbeschleunigung g .

¹Eine Masse von 0g ergibt keinen Sinn, gemeint ist hier das Auslenken der Feder ohne angehängter Masse.

IV. Auswertung

4.1. Aufgabe 1: Fehlerbestimmung zweier Messmethoden

4.1.1. Methode 1

Messung	$T[s]$	$\bar{T}[s]$	$\Delta T[s]$	$\Delta \bar{T}[s]$
1	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,000			
3	0,000			
4	0,000			
5	0,000			
6	0,000			
7	0,000			
8	0,000			
9	0,000			
10	0,000			

Tabelle IV.1.: Periodendauer berechnet durch die Messung bei Maximalauslenkung des Pendels

4.1.2. Methode 2

Messung	$T[s]$	$\bar{T}[s]$	$\Delta T[s]$	$\Delta \bar{T}[s]$
1	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,000			
3	0,000			
4	0,000			
5	0,000			
6	0,000			
7	0,000			
8	0,000			
9	0,000			
10	0,000			

Tabelle IV.2.: Periodendauer berechnet durch die Messung bei Maximalauslenkung des Pendels

4.2. Aufgabe 2: Messen der Schwingungsdauer als Funktion der Masse

4.3. Aufgabe 3: Bestimmung der Auslenkung als Funktion der Masse

4.4. Vergleich mit dem Literaturwert

V. Diskussion

5.1. Zusammenfassung

5.2. Diskussion

5.3. Kritik

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

IV.1. Periodendauer berechnet durch die Messung bei Maximalauslenkung des Pendels	6
IV.2. Periodendauer berechnet durch die Messung bei Maximalauslenkung des Pendels	6

[Dem17]

Literaturverzeichnis

- [Dem17] Jochen Demtröder. *Experimentalphysik 2: Elektrizität und Optik*. Springer, Berlin, Heidelberg, 7 edition, 2017.
- [Wag25] Dr. J. Wagner. *Physikalisches Praktikum PAP 1 für Studierende der Phys*, chapter 11. Universität Heidelberg, 2025.