



## Versuchsanleitung

# Pendel und Rollschwingungen

Nummer: 01  
Kompiliert am: 29. März 2023  
Letzte Änderung: 29.03.2023  
Beschreibung: Bestimmung der lokalen Erdbeschleunigung aus Schwingungsversuchen mit einem Fadenpendel, einem Reversionspendel und mit verschiedenen Rollkörpern.  
Webseite: <https://www.uni-ulm.de/nawi/institut-fuer-quantenoptik/ag-prof-jelezko/lehre/grundpraktikum-physik-physwiphys-la-phys/>

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung</b>	<b>2</b>
<b>2 Stichpunkte zur Versuchsvorbereitung</b>	<b>2</b>
2.1 Theorie . . . . .	2
2.2 Beispiele aus Natur und Alltag . . . . .	2
<b>3 Versuchsdurchführung</b>	<b>2</b>
3.1 Vorbereitende Messungen . . . . .	2
3.2 Messungen mit dem Fadenpendel . . . . .	3
3.3 Messungen mit dem Reversionspendel . . . . .	3
3.4 Rollschwingungen . . . . .	4
3.5 Häufige Fehler . . . . .	4
<b>4 Versuchszubehör</b>	<b>4</b>
<b>5 Hinweise zur Ausarbeitung</b>	<b>5</b>
5.1 Versuchsspezifisch . . . . .	5
5.2 Allgemein . . . . .	5
<b>Literatur</b>	<b>6</b>

# 1 Einführung

In diesem Versuch wird mit verschiedenen Schwingungen im Erdgravitationsfeld versucht, die lokale Erdbeschleunigung möglichst genau zu bestimmen. Sie sollen zudem lernen, die experimentellen Verfahren bezüglich ihrer relativen Fehler zu beurteilen.

## 2 Stichpunkte zur Versuchsvorbereitung

### 2.1 Theorie

- Newton'sche Axiome [Mes06, Nol06]
- Freiheitsgrade der Bewegung [Mes06]
- Zwangsbedingungen [Rei06]
- Berechnung von Trägheitsmomenten [Nol06]: Kugel, Vollzylinder, Hohlzylinder
- Mathematisches Pendel, physikalisches Pendel, reduzierte Pendellänge [Nol06]
- Reversionspendel [IGK92]
- Erdbeschleunigung und ihre Abhängigkeiten [Dem15]
- Aufstellung der Lagrange-Funktion, falls in der theoretischen Mechanik die Lagrange-Funktion behandelt wurde. [Rei06]

### 2.2 Beispiele aus Natur und Alltag

- Unruhen in Uhren, Pendeluhren
- Foucault'sches Pendel
- Abrissbirne

## 3 Versuchsdurchführung

In der Vorbesprechung werden die Schwingungsgleichungen für das mathematische Pendel, das physikalische Pendel, das Reversionspendel und für die Rollschwingungen mit Hilfe des Energiesatzes hergeleitet. Schreiben Sie die Endformeln in Ihr Laborbuch. Der Versuch wird direkt in Ihrem Laborbuch ausgewertet.

### 3.1 Vorbereitende Messungen

1. Wiegen Sie die Massen
  - a) des Pendelkörpers vom Fadenpendel
  - b) der Rollkörper

auf einer Waage mit einer Auflösung von mg.

2. Messen Sie die Abmessungen der
  - a) Kugel des Fadenpendels
  - b) der Rollkörper
 mit der Schiebelehre. Machen Sie mindestens 5 Einzelmessungen.
3. Messen Sie mit einem Lineal die Länge des Fadenpendels.
4. Messen Sie mit einem Lineal und mit der Schiebelehre den Krümmungsradius  $R$  der Kugelschale.
5. Werten Sie die Messungen aus und geben Sie alle Größen mit ihrem jeweiligen Fehler an.

### 3.2 Messungen mit dem Fadenpendel

1. Periodendauer
  - a) Stellen Sie den Winkel der Auslenkung durch den Abstand zwischen Pendelkörper und Anschlag ein. (Der Winkel sollte kleiner als  $5^\circ$  sein).
  - b) Messen Sie mit der Lichtschranke und der elektronischen Stoppuhr 10 mal 50 Schwingungen.
2. Berechnen Sie die Erdbeschleunigung.
3. Berechnen Sie die Korrekturterme:
  - a) Winkelnäherung
 
$$T' = T\left(1 + \frac{1}{16}\varphi_0^2\right), \quad (1)$$
  - b) Näherung mathematisches Pendel - physikalisches Pendel
 
$$l' = l\left(1 + \frac{2}{5}\frac{R^2}{l^2}\right), \quad (2)$$
  - c) Auftriebskorrektur in Luft
 
$$m' = m\left(1 - \frac{\rho_L}{\rho}\right). \quad (3)$$
4. Angabe von Messfehlern:
  - a) Relative Fehler bei der Zeitmessung,
  - b) Relative Fehler bei der Längenmessung.

### 3.3 Messungen mit dem Reversionspendel

1. Der Schneidenabstand des Reversionspendels kann mit Hilfe der Spindel (Steigung 1mm/Umdrehung) verändert werden.
2. Vergrößern Sie mindestens 6 mal den Schneidenabstand um jeweils 5 mm und messen Sie bei jeder Pendellänge die Zeit für 50 Schwingungen.

3. Wechseln Sie die Aufhängung des Pendels und messen Sie erneut bei unterschiedlichen Pendellängen, indem Sie die Schneidenabstände verkürzen.
4. Bestimmen Sie die reduzierte Pendellänge aus einer graphischen Auswertung der Schwingungszeiten gegen die Schneidenabstände für die beiden Pendelaufnahmen.
5. Berechnen Sie die Erdbeschleunigung und geben Sie den relativen Fehler an.

### 3.4 Rollschwingungen

Als Rollkörper verwenden Sie eine Kugel, einen Vollzylinder und einen Hohlzylinder.

1. Berechnen Sie die Trägheitsmomente dieser Körper aus den Messungen in Aufgabe 3.1/1b und Aufgabe 3.1/2b und geben Sie deren Fehler an.
2. Reinigen Sie das Uhrglasschale und die Rollkörper vor den Schwingungsmessungen sorgfältig.
3. Messen Sie die Schwingungsdauern der Kugel in der Uhrglasschale und berechnen Sie damit den Radius der Schale. Vergleichen Sie diese Messung mit dem Ergebnis nach Aufgabe 3.1/4.
4. Messen Sie die Schwingungsdauern der beiden Zylinderkörper in der Uhrglasschale. Berechnen Sie daraus jeweils die Trägheitsmomente der Rollkörper.
5. Vergleichen Sie diese Werte mit den Ergebnissen aus den Berechnungen nach Aufgabe 3.4/1.

### 3.5 Häufige Fehler

## 4 Versuchszubehör

- 1 Fadenpendel
- 1 Reversionspendel
- 1 Lichtschranke mit elektronischer Stoppuhr
- 1 Uhrglas in Halterung (Kugelschale)
- 3 Rollkörper (1 Kugel, 1 Vollzylinder, 1 Hohlzylinder)
- 1 Messband
- 1 Stoppuhr
- 1 Schieblehre

## 5 Hinweise zur Ausarbeitung

### 5.1 Versuchsspezifisch

### 5.2 Allgemein

- Kopie des Laborbuchs anhängen
- Fehlerbalken in den Schaubildern
- Fehler des Mittelwerts richtig berechnen und Ergebnisse richtig runden (siehe Anleitung Limmer und/oder Folien zu unserem Statistik-Workshop)
- Gute Skizzen und Abbildungen verwendet (z.B. deutsche Beschriftung, Skizzen entsprechen den Erläuterungen, ...); Skizzen dürfen gerne selbst angefertigt werden
- Vergleich mit Literaturwerten
- Diskussion und/oder Wertung der Ergebnisse

## Literatur

- [Dem15] DEMTRÖDER, Wolfgang: *Experimentalphysik 1: Mechanik und Wärme*. 7. Auflage. Berlin, Heidelberg : Springer Verlag, 2015
- [IGK92] ILBERG, G. ; GESCHKE, D. ; KRÖTZSCH, M.: *Physikalisches Praktikum für Anfänger*. Teubner, 1992. – ISBN 9783827371577
- [Mes06] MESCHEDE, Dieter: *Gerthsen Physik*. 23. Auflage. Berlin, Heidelberg : Springer Verlag, 2006
- [Nol06] NOLTING, Wolfgang: *Grundkurs Theoretische Physik 1: Klassische Mechanik*. 8. Auflage. Berlin, Heidelberg : Springer Verlag, 2006
- [Rei06] REINEKER, Peter: *Theoretische Physik I: Mechanik*. Weinheim : Wiley-VCH Verlag, 2006