

# Versuchsname

Steven Becker und Stefan Grisad

27. Oktober 2016

WS 2016/2017

## 1 Theorie

## 2 Versuchsdurchführung

## 3 Auswertung

### 3.1 Messung der Schwingungsdauern

Alle Messungen wurden für zwei verschiedene Pendellängen ( $l = (0.70 \pm 0.01)m$  und  $l = (0.60 \pm 0.01)m$ ) durchgeführt, die identische Auswertung soll an dieser Stelle parallel geschehen.

Für die beiden Pendel wurden zunächst die Zeiten  $5 \cdot T_1$  und  $5 \cdot T_2$  für jeweils 5 Schwingungen aufgezeichnet. Die jeweiligen Mittelwerte berechnen sich gemäß:

$$\bar{T}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i \quad (1)$$

Selbiges wurde für die gleichsinnige ( $T_+$ ), gegesinnige ( $T_-$ ) und gekoppelte ( $T_G$ ) Schwingung durchgeführt. Zur direkten Messung der Schwebungszeit  $T_S$  wurde lediglich die Zeit für einen vollen Schwebungsvorgang gemessen. Die Berechnung der Standardabweichung des Mittelwerts erfolgt in allen Fällen nach der Formel:

$$\bar{\sigma}_{\bar{T}_j} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2} \quad (2)$$

Die entsprechenden Ergebnisse sind in Tabelle 1 bzw. 2 aufgetragen.

Nun soll mit den gefundenen Werten der Kopplungsgrad  $K$  berechnet werden:

$$K = \frac{T_+^2 - T_-^2}{T_+^2 + T_-^2} \quad (3)$$

Hiermit ergibt sich für den Mittelwert  $\bar{K}$  als Funktion der einzelnen Mittelwerte:

$$\bar{K}_{0.7} = 0.20 \quad (4)$$

Für die erste Konfiguration ( $l = 0.70m$ ), respektive:

$$\bar{K}_{0.6} = 0.05 \quad (5)$$

Für die zweite Konfiguration ( $l = 0.60m$ ). Um die zugehörigen Fehler anzugeben, muss die Gaußsche-Fehlerfortpflanzung verwendet werden:

$$\dots \quad (6)$$

Hierzu müssen zunächst die partiellen Ableitungen nach  $T_+$  und  $T_-$  bestimmt werden:

$$\frac{\partial K}{\partial T_+} = \frac{4 \cdot T_+ \cdot T_-^2}{(T_+^2 + T_-^2)^2} \quad (7)$$

$$\frac{\partial K}{\partial T_-} = -\frac{4 \cdot T_- \cdot T_+^2}{T_+^2 + T_-^2} \quad (8)$$

| Mittelwert    |                  |
|---------------|------------------|
| $5 \cdot T_1$ | $8,32 \pm 0,02$  |
| $5 \cdot T_2$ | $8,29 \pm 0,02$  |
| $5 \cdot T_+$ | $8,25 \pm 0,05$  |
| $5 \cdot T_-$ | $6,72 \pm 0,03$  |
| $5 \cdot T_K$ | $46,23 \pm 1,24$ |
| $T_S$         | $7,95 \pm 0,15$  |

**Tabelle 1:** Gemittelte Werte für  $l = 0.7m$

| Mittelwert    |                   |
|---------------|-------------------|
| $5 \cdot T_1$ | $7,79 \pm 0,05$   |
| $5 \cdot T_2$ | $7,76 \pm 0,04$   |
| $5 \cdot T_+$ | $7,63 \pm 0,05$   |
| $5 \cdot T_-$ | $7,25 \pm 0,05$   |
| $5 \cdot T_K$ | $133,94 \pm 1,97$ |
| $T_S$         | $25,48 \pm 0,52$  |

**Tabelle 2:** Gemittelte Werte für  $l = 0.6m$

### 3.2 Messungen

| $5 \cdot T_1/s$ |      |
|-----------------|------|
| 8,50            | 8,29 |
| 8,35            | 8,29 |
| 8,32            | 8,30 |
| 8,26            | 8,23 |
| 8,26            | 8,38 |

**Tabelle 3:** linkes Pendel

| $5 \cdot T_2/s$ |      |
|-----------------|------|
| 8,13            | 8,26 |
| 8,30            | 8,44 |
| 8,36            | 8,27 |
| 8,29            | 8,26 |
| 8,30            | 8,33 |

**Tabelle 4:** Schwingungsdauer rechtes Pendel

| $5 \cdot T_+/\text{s}$ |      |
|------------------------|------|
| 8,12                   | 8,33 |
| 8,18                   | 8,16 |
| 8,23                   | 8,18 |
| 8,55                   | 8,10 |
| 8,18                   | 8,50 |

**Tabelle 5:** Schwingungsdauer gleichsinnig

| $5 \cdot T_-/\text{s}$ |      |
|------------------------|------|
| 6,89                   | 6,76 |
| 6,66                   | 6,73 |
| 6,80                   | 6,69 |
| 6,55                   | 6,84 |
| 6,61                   | 6,64 |

**Tabelle 6:** Schwingungsdauer gegensinnig

| $5 \cdot T_K/\text{s}$ |       |
|------------------------|-------|
| 48,30                  | 41,93 |
| 49,47                  | 40,01 |
| 44,23                  | 53,81 |
| 48,23                  | 44,67 |
| 48,42                  | 43,23 |

**Tabelle 7:** Schwingungsdauer gekoppelt

| $T_S/\text{s}$ |      |
|----------------|------|
| 7,18           | 8,59 |
| 7,10           | 8,23 |
| 7,86           | 8,36 |
| 7,80           | 8,04 |
| 8,11           | 8,21 |

**Tabelle 8:** Schwebungsdauer

### 3.3 Pendellänge $l = 0,6\text{m}$

| $5 \cdot T_1/\text{s}$ |
|------------------------|
| 7,86                   |
| 7,61                   |
| 7,76                   |
| 7,78                   |
| 7,92                   |

**Tabelle 9:** linkes Pendel

| $5 \cdot T_2$ |
|---------------|
| 7,86          |
| 7,83          |
| 7,64          |
| 7,80          |
| 7,67          |

**Tabelle 10:** Schwingungsdauer rechtes Pendel

| $5 \cdot T_+$ |
|---------------|
| 7,47          |
| 7,55          |
| 7,64          |
| 7,75          |
| 7,73          |

**Tabelle 11:** Schwingungsdauer gleichsinnig

| $5 \cdot T_-/\text{s}$ |
|------------------------|
| 7,15                   |
| 7,21                   |
| 7,38                   |
| 7,13                   |
| 7,36                   |

**Tabelle 12:** Schwingungsdauer gegensinnig

| $5 \cdot T_K/\text{s}$ |
|------------------------|
| 129,61                 |
| 137,27                 |
| 129,47                 |
| 140,67                 |
| 132,66                 |

**Tabelle 13:** Schwingungsdauer gekoppelt

| $T_S/\text{s}$ |
|----------------|
| 26,34          |
| 24,62          |
| 26,21          |
| 23,64          |
| 26,60          |

**Tabelle 14:** Schwebungsdauer

## 4 Diskussion