



Aufgabenstellung

Mit Hilfe eines symmetrischen, inhomogenen Reversionspendels ist die örtliche Fallbeschleunigung g mit möglichst hoher Genauigkeit

1. aus dem Schnittpunkt der Kurven $T_A(x)$ und $T_B(x)$ und
2. nach dem Verfahren für näherungsweise abgeglichene Schwingungsdauern $T_A(x)$ und $T_B(x)$ (auf $\left|\frac{\Delta g}{g}\right| \leq 0,3\%$) zu bestimmen.

Hinweise zur Versuchsdurchführung

1. *Positionierung der Lichtschranke:* Die Position der Lichtschranke kann mit einer Stellschraube variiert werden. Richten Sie sie so aus, dass sie beim Nulldurchgang des Pendels ausgelöst wird. (Warum an dieser Position?) Die richtige Position ist erreicht, wenn bereits bei Amplituden unter 0,2 mm eine Impulsfolge registriert wird. Für die Schwingungsdauermessung beträgt die günstigste Amplitude – bezogen auf das Pendelstabende – etwa 10 mm. (Der Pendelstab hat einen Durchmesser von 12 mm.)
2. *Bedingung für den Abgleich der Schwingungsdauer:* Die geforderte Genauigkeit bedingt einen guten Abgleich der Schwingungsdauern T_A und T_B durch Verschieben der Abgleichkörper. Gleichen Sie zunächst das Pendel so ab, dass die folgende Bedingung erfüllt ist:

$$\left|\frac{b}{T}\right| = \frac{|T_A - T_B|}{T_A + T_B} < 3 \cdot 10^{-4}$$

3. *Ausführung des Abgleichs:* Beide Abgleichkörper sind immer in derselben Entfernung x vom Pendelstabende zu befestigen. (Weshalb?) Messen Sie zunächst die Schwingungsdauern für $x_1 \approx 30$ mm und $x_2 \approx 110$ mm (nutzen Sie das Tiefenmaß des Messschiebers). Die in ein Diagramm einzutragenden Messwerte ergeben einen Schnittpunkt (x_3, T) der durch Geraden angenäherten Kurven $T_{A/B}(x)$. Messen Sie nun auch die Schwingungsdauern $T_A(x_3)$ und $T_B(x_3)$. Falls diese Schwingungsdauern noch nicht die Genauigkeitsforderung erfüllen, erhält man die nächste Position x_4 aus dem Schnittpunkt der Geraden, die durch $T_A(x_3)$ bzw. $T_B(x_3)$ parallel zu den zugehörigen Geraden in dasselbe Diagramm eingezeichnet werden. Diese Einschachtelung erfolgt solange, bis obengenannte Bedingung erfüllt ist. Nutzen Sie jeweils 20 Schwingungen für die Zeitmessungen und wiederholen Sie jede Messung um grobe Fehler auszuschließen.
4. *Genauere Messung:* Bei der Zeitmessung zur genauen Bestimmung der Fallbeschleunigung nutzen sie bitte zwischen 50 und 99 Schwingungen, und wiederholen Sie die Messung zweimal. Die Gangunsicherheit (zufälliger Fehler) der Zeitmeseinrichtung beträgt:

$$\Delta t_{\text{zuf}} = \pm \left[\frac{t_{\text{max}} - t_{\text{min}}}{2} + 1 \text{ Digit} \right] \quad \text{mit} \quad 1 \text{ Digit} = 10^{-3} \text{ s}$$

Achtung: Das Pendel darf nur dann aus der Pendelhalterung entnommen bzw. in diese eingesetzt werden, wenn es mit der Hebevorrichtung (Stellschraube) angehoben worden ist. Das Absenken der gehärteten Schneide (Achse) auf die gehärtete Auflagefläche mit der Stellschraube muss vorsichtig und unter Beobachtung erfolgen.

5. *Bestimmung der Längen L und $s_{A/B}^*$* : Zur Messung des Schneidenabstands nutzen Sie das Kathetometer, wozu das Pendel in die an der Wand befindliche Halterung einzuhängen ist. Zunächst müssen Sie das Kathetometer wie folgt kalibrieren: (siehe Abbildung 1(b))

- Stellen Sie das Fernrohr parallel zu S_1S_2 und damit parallel zur Wand, und gleichen Sie die Libelle mit S_1 und S_2 ab.
- Kontrollieren Sie die Parallelstellung des Fernrohrs: Die Blase der Wasserwaage des Fernrohrs muss innerhalb der beiden großen Teilstriche stehen. Schwenken Sie dazu das Fernrohr mehrmals um 90° bzw. 180° in beide Richtungen, und korrigieren Sie Fehlstellungen mit den Stellschrauben. Dabei sind die Stellschrauben gegenläufig zu bewegen, damit der Fußpunkt \times der Kathetometersäule nicht verändert wird.
- Diese Einstellung muss am oberen Messpunkt kontrolliert werden, da ein Auswandern der Blase um zwei Teilstriche eine Messabweichung von 1 mm zur Folge hat. Der große Messschieber dient zur groben Kontrolle des Messwertes (evtl. peilt man die falsche Schneidenseite an).

Danach ist das Fernrohr horizontal zu stellen (siehe Justieranleitung unten), das Fadenkreuz in eine 45° -Stellung zu bringen und die z -Stellungen des Fernrohrs nach dem Anvisieren der Schneiden zu bestimmen. Der Schneidenabstand ergibt sich wie folgt:

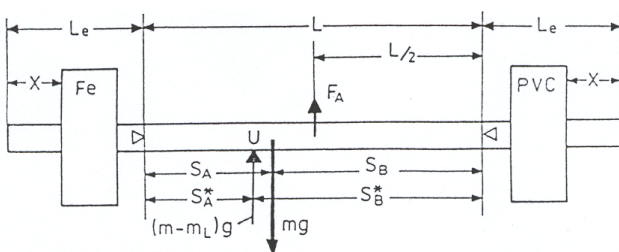
$$L = z_{\text{oben}} - z_{\text{unten}} + L_0 \quad \text{mit} \quad L_0 = 750 \pm 0,01 \text{ mm}$$

Der systematische Fehler der Kathetometerskala entspricht dem eines Messschiebers. Für die Messung der Längen s_A^* und s_B^* genügt ein Bankmaßstab.

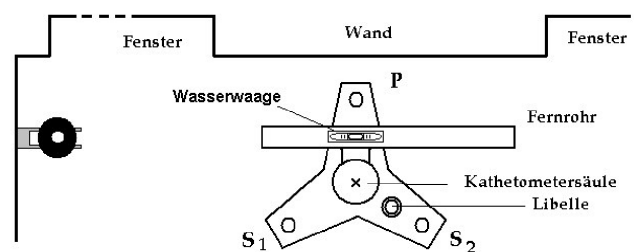
6. *Berechnung von g und Fehlerabschätzung*: (ausführlich siehe Anleitung)

$$g = 4\pi^2 \cdot \frac{s_A^{*2} - s_B^{*2}}{T_A^2 \cdot s_A^* - T_B^2 \cdot s_B^*}$$

Die Fehlerrechnung ist im Anhang (Kapitel 4.1) der Anleitung beschrieben. Schätzen Sie bei der Berechnung insbesondere den möglichen Fehler der gemessenen Schwingungsdauer, der durch Vernachlässigung der Amplitudenabhängigkeit entsteht.



(a) Längenbezeichnungen am Reversionspendel bei horizontaler Aufhängung



(b) Kathetometer; mit Auflagepunkt P , Fußpunkt \times und Stellschrauben S_1 und S_2

Abb. 1: Aufbau der Messapparaturen