



Aufgabenstellung

Bestimmen Sie die Schwingungsdauer eines Fadenpendels T in 10 bis 200 Einzelmessungen, und analysieren Sie die Resultate hinsichtlich des arithmetischen Mittels \bar{T} , der Standardabweichung s_T und der Verteilungsfunktion von T :

1. Für 10 Einzelmessungen sind von Hand \bar{T} und s_T zu berechnen.
2. Nach der Klasseneinteilung werden 200 Messungen durchgeführt und mit dem zur Verfügung stehenden Programm ausgewertet. Dabei werden nach 10, 25, 50, 100 und 200 die Häufigkeiten der Messwerte ermittelt, woran die Entwicklung der Statistik beobachtet werden kann.
3. Aus den gewonnenen Daten ist die Fallbeschleunigung g samt Messunsicherheit zu bestimmen.
4. (*Für Studierende mit Physik im Hauptfach*) Für die einzelnen Messungen ist anhand der Häufigkeitsverteilung und einer Darstellung der Summenkurve auf Wahrscheinlichkeitspapier das Vorliegen einer Gauß-Verteilung zu prüfen.

Hinweise zur Versuchsdurchführung

- Um den subjektiven Einfluss zu erhöhen, stoppen Sie T am Umkehrpunkt des Pendels.
- Die Amplitude der Pendelschwingung sollte 10 cm nicht überschreiten. Die Messreihe im Programmteil „Starten“ kann unterbrochen werden, um das Pendel neu anzuregen, wenn sich durch verschiedene äußere Einflüsse eine elliptische Schwingung einstellen sollte.
- Zur Bestimmung der Pendellänge messen Sie den Abstand Tischfläche - Aufhängepunkt des Pendels mit dem Laserentfernungsmesser GLM 30 (die Handhabung ist selbsterklärend) und den Abstand Tischfläche - Kugelmitte mit dem Stahllineal.
- Die Datenerfassung und -auswertung erfolgt durch ein Excel-Programm FA.exe (*Studierende mit Physik im Nebenfach*) bzw. FA_PHY.exe (*Studierende mit Physik im Hauptfach*). Zahlen sind nach deutschsprachiger Notation mit Komma (nicht mit Punkt!) einzugeben. Die einzelnen Programmschritte (siehe auch Abb. 1) sind nacheinander auszuführen.

Achtung: Geben Sie bei Kontrollabfragen > 4 falsche Ergebnisse ein, wird der Versuch nicht anerkannt.

- Beim Vorversuch müssen Sie alle Einzelmessungen ins Protokoll übernehmen und die statistischen Kenngrößen wie den Mittelwert und die Standardabweichungen der Einzelmessungen und des Mittelwertes berechnen. Ihre Auswertungen werden vom Programm überprüft.
- Für die Festlegung der Intervalleinteilung nutzen Sie die Ergebnisse des Vorversuches. Empfohlen wird eine Intervalleinteilung, bei der 99,9 % der Messwerte innerhalb der Intervalleinteilung liegen (Messintervalle von $T - 3\sigma$ bis $T + 3\sigma$).
- Die Erfassung, Auswertung und Darstellung der Messwerte des Hauptversuches erfolgen durch den Computer. Für Ihr Protokoll stellen Sie aus Tabellen und Diagrammen eine Druckseite zusammen, die wichtige statistische Ergebnisse des Versuches veranschaulicht. Nutzen Sie auch

die Möglichkeit, Variationen in der Anzahl der auszuwertenden Messwerte und der Intervalleinteilung vorzunehmen (Menüpunkt: „Prüfung Normalverteilung“).

- Bevor Sie den Programmpunkt „ g -Ermittlung“ starten, erfassen Sie alle dafür benötigten Größen einschließlich ihrer Messunsicherheiten im Protokoll und berechnen die Fallbeschleunigung g und deren Messunsicherheit Δg . Beim Programmpunkt „ g -Ermittlung“ wird geprüft, ob Sie die korrekten Größen erfasst und die Fallbeschleunigung g einschließlich Messunsicherheit richtig berechnet haben.
- Im Protokoll ist auch das Endergebnis in der Form $g = (\dots \pm \dots \pm \dots) \frac{m}{s^2}$ (*Studierende mit Physik im Hauptfach*) geben systematische und statistische Messunsicherheit getrennt an, also z.B. $g = (9,81 \pm 0,05_{(stat)} \pm 0,04_{(sys)}) \frac{m}{s^2}$ bzw. $g = (\dots \pm \dots) \frac{m}{s^2}$ (*Studierende mit Physik im Nebenfach*) herauszustellen. In der Diskussion sollten Sie auf beide Teile des Versuches (Statistik; g -Ermittlung) kurz eingehen.
- Das ©Gravity Information System der PTB Braunschweig gibt den Wert der Fallbeschleunigung für die Koordinaten des Recknagel-Baus $g = (9,811123 \pm 0,000020) \frac{m}{s^2}$ (Sicherheit 95 %) an.

Versuch FA - PHY

Im Versuch messen Sie die Schwingungsdauer eines mathematischen Pendels mehrfach (200 mal).

Diese Messungen werten Sie statistisch aus.

Aus dem Ergebnis bestimmen Sie die Fallbeschleunigung g und die statistische und systematische Messunsicherheit von g durch die gegebene Versuchsdurchführung.

Initialisierung

Bei Drücken dieser Taste werden alle Messwerte und Auswertungen gelöscht!

Ablauf:

1. Bestimmen Sie in einem Vorversuch mit 10 Messungen den **Mittelwert** der Schwingungsdauer und die **Standardabweichungen** der Einzelmessung und des Mittelwertes.

Die Messwerte und Ihre Auswertung sind zu protokollieren.

Start des Vorversuches

(der Vorversuch kann wiederholt werden!)

2. An Hand Ihrer Ergebnisse des Vorversuches legen Sie eine **geeignete Intervalleinteilung** für die statistische Auswertung Ihrer Hauptmessung fest.

Festzulegen sind die **Anzahl** der Intervalle, der **Anfangswert** des ersten Intervalls und die **Intervallbreite** ΔT

Intervalleinteilung

(mit der Intervalleinteilung werden alle bisherigen Auswertungen zum Hauptversuch gelöscht)

3. Bei der Hauptmessung werden nach 10, 25, 50, 100 und 200 Messungen die **Häufigkeiten** der Messwerte in den einzelnen Intervallen ermittelt.

Hauptversuch

4. Die Gesamtmessreihe mit den 200 Messwerten bzw. deren **Häufigkeitsverteilung** ist auf Vorliegen einer Normalverteilung zu prüfen.

A.) Aus den Parametern Mittelwert und Standardabweichung wird die Normalverteilungskurve berechnet und dargestellt.

Ebenfalls wird der gemessene Polygonzug dargestellt.

(Sie haben auch die Möglichkeit, diese Darstellung für andere Anzahlen von Messwerten zu erstellen. Gegebenenfalls könne Sie die Intervalleinteilung verändern.)

B.) Durch „Linearisierung“ der Normalverteilungsfunktion {Darstellung von $\ln(h)$ über $(T_i - T_{MW})^2$ } müssen die Messpunkte bei Vorliegen einer Normalverteilung auf einer Geraden liegen.

Prüfung Normalverteilung

Varianten A und B können dargestellt werden.
Die Anzahl der zu verwendenden Messwerte und die Bereicheinteilung können variiert werden.

5. Stellen Sie sich eine Seite zum Ausdrucken zusammen!

Wählen Sie sich dazu für Sie wichtige Grafiken und Tabellenbereiche aus und gestalten Sie die Druckseite.

auszudruckende Seite erstellen

6. Ermitteln Sie aus der mittleren **Schwingungsdauer** T_{MW} und der **Länge** des Fadenpendels die **Fallbeschleunigung** g !

Berechnen Sie die systematische und statistische Messunsicherheit von g .

Neben der Messunsicherheit der T_{MW} - Messung ist noch die Messunsicherheit der Pendellänge zu beachten.

Der Hersteller gibt die Genauigkeit des GLM 30 im Messbereich bis 30m mit ± 2 mm und die Ganggenauigkeit der Uhr im Messbereich

g - Ermittlung

(Das von Ihnen berechnete Ergebnis wird kontrolliert)

7. Beenden Sie Ihren Versuch. Ihre Ergebnisse werden unter dem Namen Ihrer Gruppe abgespeichert.

Versuch beenden

(ihre Ergebnisse werden abgespeichert!)

Abb. 1: Übersicht über die Startseite des Computerprogramms mit den einzelnen Programmschritten