

Übung 2

-

Fehlerfortpflanzung

Aktuelle Version: 14. Juli 2022

Hinweise:

- Übungen sind mit Vorteil alleine zu lösen.
- Benutzen Sie die Musterlösungen nur zur Korrektur.
- Die Übungen sind wichtige Vorbereitungen für die Prüfung. Lösen sie die Übungen sorgfältig und stellen Sie die Lösungswege übersichtlich dar.
- (Ergänzte) Vorlesungsunterlagen und Fachbücher helfen beim Lösen von Übungen und bringen gleichzeitig eine erweiterte Ansicht auf die Problemstellung.
- Wenn Sie die Übungen nicht verstehen, fragen Sie!

Übung 1. *Fragen*

1. Was ist der Unterschied zwischen einem zufälligen und einem systematischen Fehler?
2. Wozu wird die Fehlerrechnung benötigt?
3. Wie addieren sich Fehler?
4. Welche Methoden zur Fehlerrechnung kennen Sie?
5. Wie werden bei elektrischen Messgeräten in der Regel die Fehler des Geräts angegeben?
6. Was versteht man unter einer Hypothese?
7. Ist Simulation eine experimentelle oder analytische Methode zum Wissenserwerb?

Übung 2. *Implizite Fehlerannahme*

Gegeben sind die folgenden, gemessenen Werte. Schätzen sie die Fehler nach der impliziten Vorgehensweise ab.

$t = 28.52s$	bedeutet möglicher Fehler	—	bis etwa	—
$t = 28.5s$	bedeutet möglicher Fehler	—	bis etwa	—
$t = 28.520s$	bedeutet möglicher Fehler	—	bis etwa	—

Was bedeutet die Angabe der relevanten Stellen nach dem Komma für sie praktisch?

Übung 3. *Fehlerrechnung*

Ein Fadenpendel mit der Länge $l = 784mm \pm 2mm$ führt 10 Schwingungen in $t = 17.7s \pm 0.1s$ aus. Die Fallbeschleunigung g berechnet sich

$$g = \frac{4\pi^2 l}{t^2}$$

- a) Bestimmen Sie den maximalen relativen Fehler von g .
- b) Berechnen Sie den maximalen absoluten Fehler von g .
- c) Welche Messung müsste man verfeinern, um die Genauigkeit zu verbessern?

Übung 4. *Fehlergrenzen*

Bei einem Messversuch werden folgende Größen gemessen:

$$\begin{aligned} m &= (0.300 \pm 0.002)kg \\ h &= (0.3 \pm 0.002)m \\ D &= (10.0 \pm 0.5)kg/s^2 \\ g &= (9.81 \pm 0.01)m/s^2 \end{aligned}$$

Zur Berechnung der physikalischen Grösse W gilt die Beziehung:

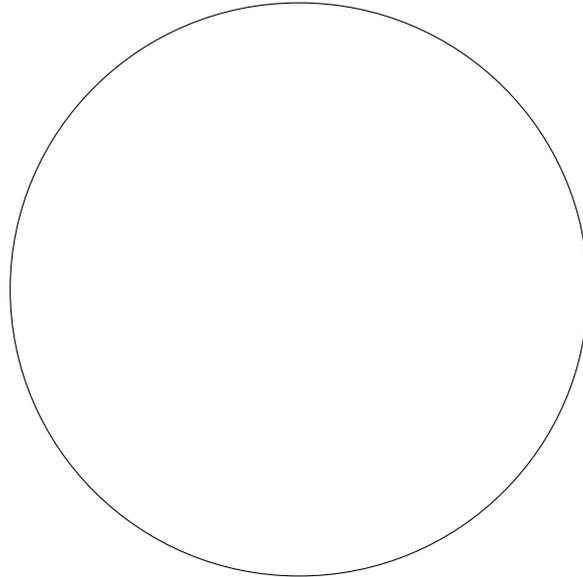
$$W = \frac{m \cdot g \cdot h}{2} + \frac{D \cdot h^2}{8}$$

Berechnen Sie W mit Fehlergrenzen!

Zusatzaufgaben

Übung 5. Fehlerrechnung

Gegeben ist die folgende Grundfläche eines Zylinders. Die Höhe des Zylinders wurde mit $h = 15.35\text{cm}$ gemessen.



- Messen Sie den Durchmesser und schätzen sie den Messfehler ab. Berechnen sie den relativen und absoluten Fehler der Kreisfläche.
- Berechnen sie das Volumen des Zylinders und geben Sie den Bereich an, in dem das tatsächliche Volumen schwanken kann.

Übung 6. Fehlerabschätzung

Gegeben ist der Kreisdurchmesser $d = 1.85\text{cm}$. Wie gross ist der korrekte Kreisumfang? Sie geben also nur die bedeutsamen Ziffern des Resultates an. Begründen Sie das Resultat indem Sie folgende schriftliche Multiplikation durchführen: $U = d\pi = 1.85?? \cdot 3.1416$.

Übung 7. Messgerätefehler

Sie haben ein Programm entwickelt, in dem Sie die Messdaten eines digitalen Voltmeters erfassen und weiterverwenden. Die Angaben des Herstellers des digitalen Voltmeters sind:

Vielfältig einsetzbares Voltmeter-Modul mit $\pm 199.9\text{mV}$ Messbereich und 0,5% Grundgenauigkeit.

Sie messen einmal den Wert 2 mV und einmal dem Wert 180 mV. Ermitteln Sie die Intervalle, in denen der tatsächliche Wert liegen kann. Was schliessen sie daraus?

Übung 8. *Fehlergrenzen*

Sie sollen den Gesamtwiderstand zweier parallel geschalteter Widerstände, R_1 und R_2 bestimmen. Dazu werden die Einzelwiderstände durch Messung wie folgt bestimmt:

$$R_1 = 150\Omega \pm 5\Omega$$

$$R_2 = 20000\Omega \pm 100\Omega$$

Der Gesamtwiderstand berechnet sich zu $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

- a) Bestimmen Sie den Gesamtwiderstand mit der Angabe des absoluten Fehlers.
- b) Sie wollen die mögliche Abweichung des Gesamtwiderstandes verringern und wollen aus Kostengründen nur einen Widerstand durch einen Widerstand höherer Güte ersetzen. Welchen Widerstand werden Sie ersetzen?

Übung 9. *Fehlergrenzen*

Sie wollen die Entropie einer binäre Quelle berechnen und zählen dazu das Auftreten beider Zeichen über einen Zeitraum. Sie schätzen daraus die folgenden Auftretenswahrscheinlichkeiten der Zeichen:

$$p_1 = 0.3 \pm 0.1$$

$$p_2 = 0.7 \pm 0.1$$

Berechnen Sie die Entropie mit Fehlergrenzen!

$$H(x) = - \sum_k^N p(x_k) \cdot \log_2(p(x_k))$$