

Übungen zur Experimentalphysik II — Blatt 8

Aufgabe 1: Driftgeschwindigkeit in Kupfer

5 Punkte (2 + 3)

Gegeben sei ein Kupferdraht mit einem Durchmesser von 1 mm, in dem ein Strom von 500 mA fließt. Kupfer hat etwa ein freies Elektron pro Atom, eine Dichte von $8,92 \text{ g/cm}^3$, ein Molekulargewicht von $63,5 \text{ g/mol}$ und einen spezifischen Widerstand von $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$.

- Bestimmen Sie die Driftgeschwindigkeit der Elektronen.
- Wie groß ist die mittlere Zeit τ_s zwischen zwei Stößen? Welcher mittleren freien Weglänge λ entspricht dies?

Aufgabe 2: Innenwiderstand einer Batterie

7 Punkte (1 + 1 + 2 + 3)

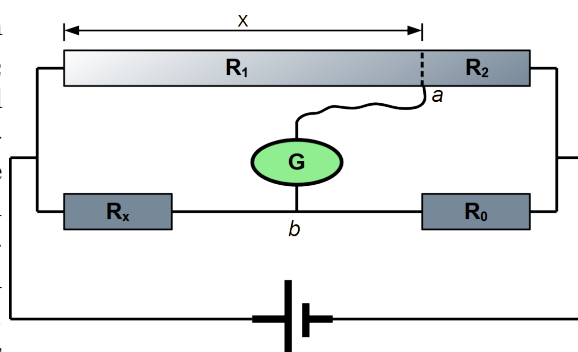
Eine Batterie kann man in guter Näherung durch ein Ersatzschaltbild aus idealer Spannungsquelle der Spannung U_0 und Vorwiderstand R_i darstellen, die in Serie geschaltet sind.

- Skizzieren Sie das Schaltbild.
- Berechnen Sie allgemein Strom I und Spannung U an einem ohmschen Verbraucher mit Widerstand R , welcher an die Batterie angeschlossen ist.
- Man kann offenbar die Batterie nur sinnvoll verwenden, wenn der Strom nicht zu hoch wird, da sonst die Spannung U zu stark abfällt. Wir definieren als untere Grenze $U/U_0 = 85\%$. Bei welcher Leistung am Verbraucher ist dieser Wert erreicht?
- Eine Batterie habe eine unbekannte Leerlaufspannung U_0 . Bei Anschluss eines Widerstandes von R_1 wird ein Strom von $I_1 = (0,315 \pm 0,002) \text{ A}$ und eine Spannung von $U_1 = (3,18 \pm 0,01) \text{ V}$ gemessen (mit idealen Messgeräten). Reduziert man den Widerstand auf einen kleineren Wert R_2 steigt der Strom auf $I_2 = (3,853 \pm 0,002) \text{ A}$ und die Spannung sinkt auf $U_2 = (2,97 \pm 0,01) \text{ V}$. Bestimmen Sie U_0 und R_i . Schätzen Sie für R_i auch die zugehörige Unsicherheit δR_i ab. Nehmen Sie dazu an, dass die angegebenen Messunsicherheiten unkorreliert sind.

Aufgabe 3: Widerstandsmessung mit Wheatstone-Brücke

4 Punkte

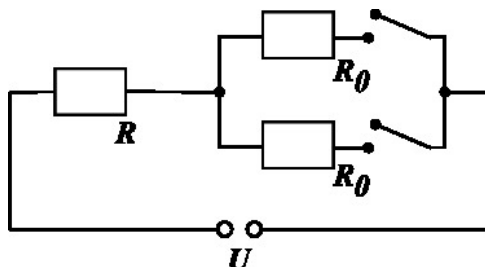
Ein Draht der genauen Länge $L = 1 \text{ m}$ (Querschnitt A , spezifischer Widerstand ρ) wird in Punkt a in zwei variable Widerstände R_1 und R_2 unterteilt. Diese Widerstände sind proportional zum Abstand zwischen dem Punkt a und dem jeweiligen Drahtende. Zeigen Sie explizit mit Hilfe der Kirchhoffschen Gesetze, wie der Widerstand R_x bestimmt werden kann, wenn sich die Punkte a und b auf gleichem Potenzial befinden und kein Strom durch das Galvanometer G fließt. Für $R_0 = 160 \Omega$ bestimmen Sie R_x , wenn das Galvanometer bei 85 cm keinen Strom misst.



Aufgabe 4: Wasserkocher

4 Punkte

Ein elektrischer Wasserkocher sei mit zwei parallel geschalteten Heizwendeln ausgestattet. Jede dieser Heizwendeln hat einen elektrischen Widerstand von $R_0 = 25 \, \Omega$ und kann einzeln zugeschaltet werden. Zusätzlich hat der Kocher einen Vorwiderstand R . Wie groß muss der Vorwiderstand R sein, wenn man mit diesem Kocher experimentell feststellen kann, dass die gleiche Menge Wasser in der gleichen Zeit zum Sieden gebracht werden kann, unabhängig davon, ob nur eine oder beide Heizwendeln eingeschaltet sind?



Aufgabe 5: Energieversorgung durch Solarzellen

5 Punkte (1 + 1 + 3)

Sie möchten Ihren Kleinwagen mit einer mittleren Leistung von 9 kW statt mit teurem Benzin mit Solarzellen auf dem Auto und Batterie betreiben. In Katalogen finden Sie Solarzellen mit einem Wirkungsgrad von etwa 21%. Die auf der Erde eintreffende Sonnenstrahlung, bei senkrechter Einstrahlung, liefert etwa eine Leistung von 1 kW/m^2 .

- Welche Fläche an Solarzellen benötigen Sie, um bei einem Sonnenstand von 45° und wolkenlosem Himmel Ihren Kleinwagen zu betreiben?
- Statt Solarzellen zu verwenden, benutzt Ihr Nachbar die Sonneneinstrahlung, um ein Wasserreservoir auf 90° zu heizen (Wirkungsgrad $\eta_{\text{th}} = 80\%$) und damit eine Carnot-Maschine zu betreiben. Die Umgebungstemperatur sei 20°C . Vergleichen Sie den Wirkungsgrad dieser Maschine mit dem der Solarzellen.
- Auf der Erde wurden 2019 insgesamt etwa $6,2 \cdot 10^{20} \text{ J}$ Energie produziert. Wenn man den Energiebedarf der Erde durch Solarzellen am Äquator decken wollte, welche Fläche bräuchte man dafür? Berücksichtigen Sie dazu den Sonnenstand zu verschiedenen Tageszeiten. Vernachlässigen Sie die Jahreszeiten und nehmen Sie an, dass die Sonne genau über dem Äquator steht.

Allgemeiner Hinweis: Bitte rechnen Sie grundsätzlich so lange wie möglich mit den Variablen, d.h. setzen Sie die gegebenen Zahlenwerte erst ganz am Schluss ein. Fertigen Sie außerdem aussagekräftige Skizzen an wo immer es hilfreich ist.