

---

# Ferienkurs Experimentalphysik 2

## Übungsblatt 2

Tutoren: Elena KAISER und Matthias GOLIBRZUCH

---

## 2 Elektrischer Strom

### 2.1 Elektrischer Widerstand

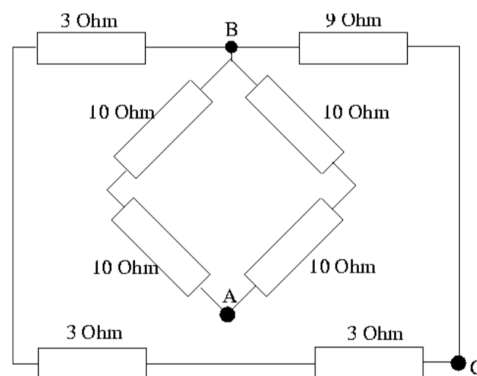
Ein Bügeleisen von 235 V / 300 W hat eine Heizwicklung aus einem Manganinband (spezifischer Widerstand  $\rho = 4 \cdot 10^{-7} \Omega m$ ) von 0,5 mm Breite und 0,05 mm Dicke.

- Wie lang muss das Manganinband sein?
- Wie ändert sich die Leistung des Bügeleisen, wenn man es an 110 V anschließt?
- Wie müsste man die Länge der Wicklung ändern, damit das Bügeleisen bei 100 V die gleiche Leistung hat?

### 2.2 Widerstandsnetzwerk 1

Die Abbildung unten zeigt ein zusammenschaltetes Netzwerk aus verschiedenen Widerständen. Zwischen den Punkten A und C fließt ein Strom von 2 A. Berechnen Sie die Spannung zwischen den Punkten

- A und C
- A und B
- B und C.

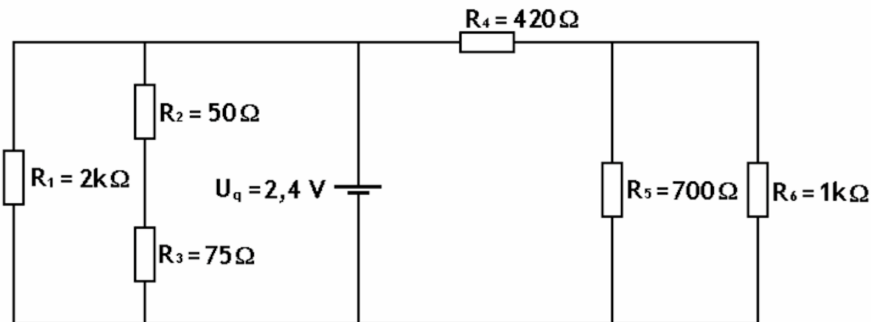


## 2.3 Widerstandsnetzwerk 2

Gegeben sei das folgende Gleichspannungsnetz. Zeichnen sie die Richtungen aller Ströme sowie der Spannungsabfälle ein und berechnen sie diese.

**Hinweis:** Für die berechnungen ist es hilfreich sich zunächst ein Ersatzschaltbild zu zeichnen.

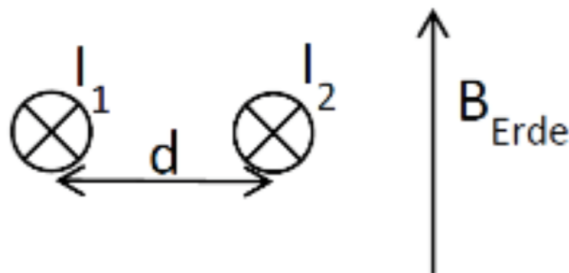
Spannungspeile zeigen immer vom positiveren zum negativeren Potential. Der Strom fließt in Richtung der Spannung (technische Stromrichtung von + nach -).



## 3 Magnetostatik

### 3.1 Stromdurchflossene Drähte im Erdmagnetfeld

Zwei unendlich lange, sich im Vakuum befindende gerade Drähte verlaufen parallel im Abstand  $d$  voneinander. Durch jeden Draht fließt jeweils ein Strom der Stromstärke  $I_1$  und  $I_2$ , wobei die beiden Ströme in die gleiche Richtung orientiert sind. Betrachten sie zunächst nur die durch die Ströme induzierten Felder, d.h.  $B_{Erde}$  wird vernachlässigt.



- Weshalb wirkt eine Kraft auf die beiden Leiter und in welche Richtung zeigt sie? Skizzieren sie die auftretenden Felder und Kräfte.
- Leiten sie einen Ausdruck für die Kraft pro Länge  $\frac{F}{l}$  her, welche auf einen Draht wirkt ( $B_{Erde}$  hier noch vernachlässigt).
- Der zweite Draht wird nun durch einen Elektronenstrahl der Stromstärke  $I_2$  ersetzt. Durch das Erdmagnetfeld kommt es zu einer Ablenkung dieses Strahls. Wie groß muss der Strom  $I_1$  des Drahts im Abstand  $d = 1 \text{ cm}$  gewählt werden, um diesen Effekt zu kompensieren? Nehmen sie dabei an, dass die Ströme bezüglich der Erdoberfläche parallel verlaufen und das Erdmagnetfeld nur eine vertikale Komponente der Stärke  $B_{Erde} = 44 \mu\text{T}$  hat.

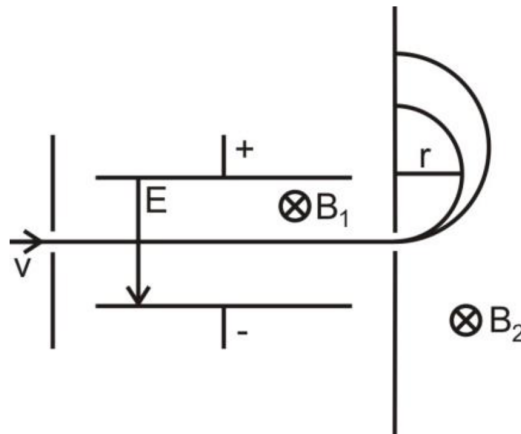
### 3.2 Hall-Sonde

Ein dünner Kupferstab (Dicke  $\Delta x = 0,1 \text{ mm}$  und Breite  $\Delta y = 1 \text{ cm}$ ) wird senkrecht zu einem Magnetfeld  $\vec{B} = (B_x, 0, 0)$  von  $2 \text{ T}$  in  $z$ -Richtung ausgespannt und von einem Strom  $I = 10 \text{ A}$  durchflossen. Berechnen sie unter der Annahme, dass jedes Kupferatom ein freies Leistungselektron liefert ( $n_e = 8 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}$ ),

- die Driftgeschwindigkeit der Elektronen,
- die Hall-Spannung,
- die Kraft pro m des Kupferstabs.

### 3.3 Massenspektrometer

Ein für die physikalische Analytik wichtiges Gerät ist das Massenspektrometer (siehe Abbildung). Der aus der Ionenquelle austretende Ionenstrahl durchläuft zunächst die gekreuzten, sowohl zueinander als auch in Flugrichtung stehenden Felder  $\vec{E}$  und  $\vec{B}_1$  ohne Ablenkung. Im Separationsbereich werden die Ionen dann durch ein zweites Magnetfeld  $\vec{B}_2$  auf eine Kreisbahn gezwungen und treffen -nach ihrer Masse getrennt- auf eine Photoplatte auf.



- Zeigen sie, dass  $\frac{q}{m} = \frac{E}{r \cdot B_1 \cdot B_2}$  gilt.
- Wie groß muss bei einem Feld  $E = 50 \text{ V/cm}$  das Feld  $B_1$  gewählt werden, damit  $^{20}\text{Ne}^+$ -Ionen mit  $v = 5 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  den Filter ohne Ablenkung passieren? Welchen Radius  $r$  beschreiben sie bei  $B_2 = 0,1 \text{ T}$ ? Vergleichen sie mit  $^{21}\text{Ne}^+$ -Ionen.

### 3.4 Magnetisierung

In eine von konstantem Strom durchflossene Zylinderspule wird eine Substanz eingebracht. Im Inneren der Spule sinkt das Magnetfeld nun um  $0,004\%$ . Wie groß ist die magnetische Suszeptibilität der Substanz? Um welche Art von Magnetismus handelt es sich?