



AUFGABEN

- Messung des Spannungsabfalls U in Abhängigkeit vom Abstand d zwischen den Kontaktstellen bei festem Strom I .
- Messung des Spannungsabfalls U in Abhängigkeit vom Strom I bei festem Abstand d zwischen den Kontaktstellen.
- Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeiten von Kupfer und Aluminium und Vergleich mit den Literaturwerten.

ZIEL

Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit von Kupfer und Aluminium.

ZUSAMMENFASSUNG

Die elektrische Leitfähigkeit eines Stoffes ist eine stark materialabhängige Größe. Sie ist definiert als Proportionalitätsfaktor zwischen der Stromdichte und dem elektrischen Feld im untersuchten Stoff. Im Experiment wird sie in einer Vierleitermessung von Strom und Spannung an Metallstäben mit bekanntem Querschnitt und bekannte Länge bestimmt.

BENÖTIGTE GERÄTE

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.
1	Wärmeleitstab Aluminium	1017331
1	Wärmeleitstab Kupfer	1017330
1	DC-Netzgerät 1 – 32 V, 0 – 20 A (115 V, 50/60 Hz)	1012858 oder
	DC-Netzgerät 1 - 32 V, 0 – 20 A (230 V, 50/60 Hz)	1012857
1	Mikrovoltmeter (230 V, 50/60 Hz)	1001016 oder
	Mikrovoltmeter (115 V, 50/60 Hz)	1001015
1	Digital-Multimeter E	1006809
1	Satz 15 Experimentierkabel 2,5 mm ²	1002841

1

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Die elektrische Leitfähigkeit eines Stoffes ist eine stark materialabhängige Größe. Sie ist definiert als Proportionalitätsfaktor zwischen der Stromdichte und dem elektrischen Feld im untersuchten Stoff. In Metallen wird sie durch die Anzahldichte und die Beweglichkeit der Elektronen im Leitungsband bestimmt und hängt von der Temperatur ab.

Aus der Beziehung

$$(1) \quad j = \sigma \cdot E$$

j : Stromdichte, E : elektrisches Feld

folgt für einen langen metallischen Leiter mit dem Querschnitt A und der Länge d eine Beziehung zwischen dem Strom I durch den Leiter und der längs der Strecke d abfallenden Spannung U :

$$(2) \quad I = j \cdot A = A \cdot \sigma \cdot \frac{U}{d}$$

Diese Beziehung wird im Experiment zur Bestimmung der Leitfähigkeit an Metallstäben in Vierleitermessung genutzt. Dazu wird über zwei Zuleitungen ein Strom I aufgeprägt und der resultierende Spannungsabfall U zwischen zwei Kontaktstellen im Abstand d gemessen. Da der Querschnitt A bekannt ist, kann σ berechnet werden.

Im Experiment werden die gleichen Metallstäbe genutzt, an denen in Experiment UE2020100 die Wärmeleitung untersucht wurde. Mit zwei Messspitzen wird der Spannungsabfall zwischen den Messstellen gemessen, die auch zur Temperaturmessung längs der Stäbe genutzt werden können

HINWEIS

Durch Vergleich der Messwerte mit den in Experiment UE2020100 gewonnenen Werten für die Wärmeleitfähigkeit lässt sich das Wiedemann-Franz-Gesetz bestätigen. Es beschreibt die Proportionalität von Wärmeleitfähigkeit und elektrischer Leitfähigkeit von Metallen mit einem universellen temperaturabhängigen Proportionalitätsfaktor.

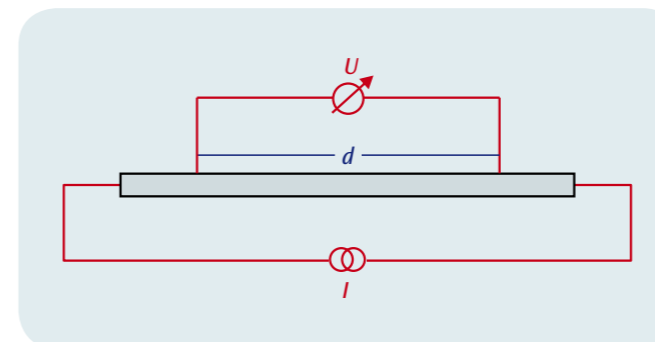


Abb. 3: Schematische Darstellung der Vierleitermessung

AUSWERTUNG

Die bei festem Strom I gemessenen Werte werden in einem U - d -Diagramm dargestellt. Kontaktspannungen zwischen Messspitze und Metallstab machen sich ggf. als Verschiebung der Geraden aus dem Ursprung bemerkbar. Die Steigung der sich ergebenden Geraden ist gemäß (2)

$$\alpha = \frac{I}{A \cdot \sigma}$$

Da I und A bekannt sind, kann die Leitfähigkeit berechnet werden:

$$\sigma = \frac{I}{A \cdot \alpha}$$

In den U - I -Diagrammen ist die Steigung

$$\beta = \frac{d}{A \cdot \sigma}$$

und somit

$$\sigma = \frac{d}{A \cdot \beta}$$

Ein Vergleich der Ergebnisse mit den Literaturwerten für reines Kupfer und Aluminium zeigt, dass die verwendeten Metallstäbe nicht aus reinem Material sondern aus Kupfer- bzw. Aluminium-Legierungen bestehen.

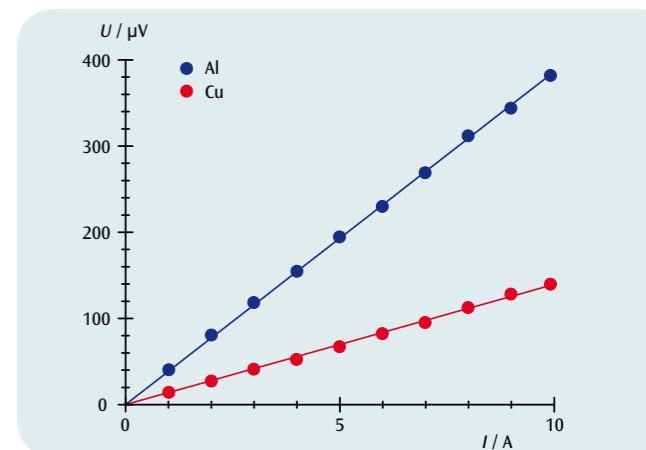


Abb. 1: U - d -Diagramm für Kupfer und Aluminium

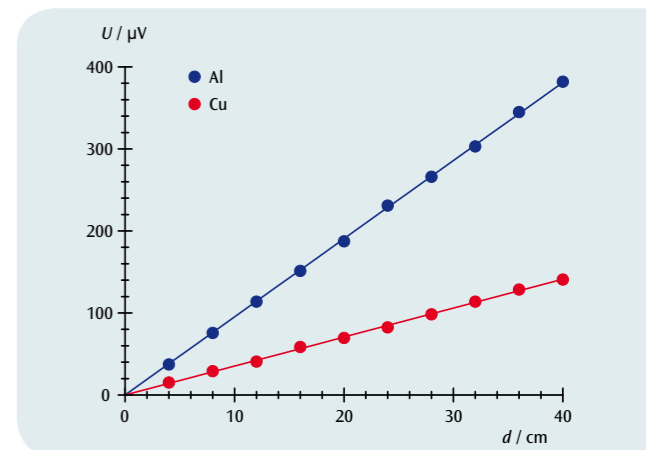


Abb. 2: U - I -Diagramm für Kupfer und Aluminium