

Elektrischer Widerstand eines Drahts

Aufgabennummer: A_050

Technologieeinsatz:

möglich

erforderlich

Der elektrische Widerstand R einer Drahtleitung mit kreisförmigem Querschnitt wird mithilfe folgender Formel beschrieben:

$$R = \varrho \cdot \frac{l}{r^2 \cdot \pi}$$

R ... Widerstand in Ohm (Ω)

l ... Drahtlänge in Metern (m)

r ... Radius des Drahtquerschnitts in Millimetern (mm)

ϱ ... spezifischer Widerstand (Materialkonstante) in Ohm mal Quadratmillimeter durch Meter ($\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$)

- a) – Begründen Sie, welcher der untenstehenden Graphen die Abhängigkeit des Widerstands R von der Drahtlänge l angibt.

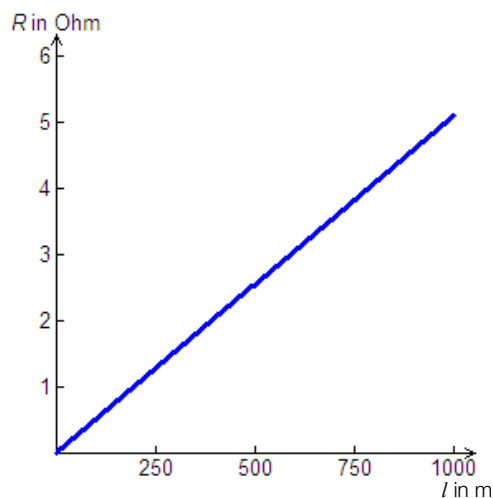


Abbildung 1

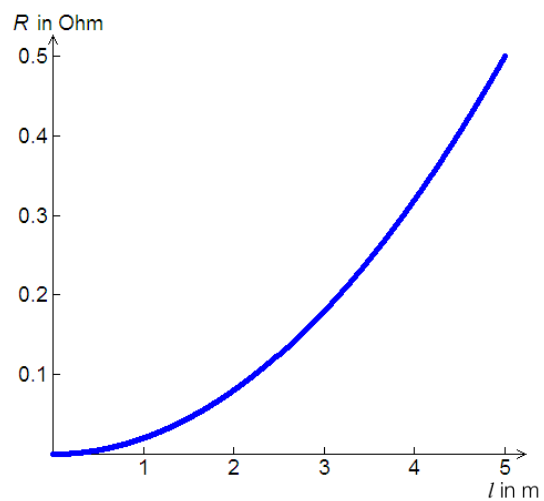


Abbildung 2

- b) – Erklären Sie, wie sich eine Verdoppelung des Radius des Drahtquerschnitts auf den Widerstand R auswirkt.
- c) Da die Hersteller von Drähten normalerweise den Durchmesser d und nicht den Radius r des Drahtes angeben, wurde in der untenstehenden Formel der Radius r durch den Durchmesser d des Drahtquerschnitts ersetzt.

$$R = \varrho \cdot \frac{2 \cdot l}{d^2 \cdot \pi}$$

- Argumentieren Sie, ob die Umformung richtig vorgenommen wurde.
- Stellen Sie die Formel gegebenenfalls richtig.

- d) In einem Labor wurde in einer Versuchsreihe der Widerstand eines 1 Meter langen Kupferdrahts ermittelt.
- Berechnen Sie den Radius des untersuchten Drahts, wenn der spezifische Widerstand ρ von Kupfer $0,016 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ ist und die gemessenen Widerstandswerte im Durchschnitt 20 Milliohm ($\text{m}\Omega$) betragen. Achten Sie dabei auf die Einheiten.

Hinweis zur Aufgabe:

Antworten müssen der Problemstellung entsprechen und klar erkennbar sein. Ergebnisse sind mit passenden Maßeinheiten anzugeben.

Möglicher Lösungsweg

- a) Die richtige Abbildung ist Abbildung 1, da die Drahtlänge und der Widerstand in einem linearen Zusammenhang stehen. Dies lässt sich durch die gegebene Formel zeigen:

$$R = \frac{\rho}{r^2 \cdot \pi} \cdot l$$

wobei $\frac{\rho}{r^2 \cdot \pi}$ eine konstante, reelle Zahl ist

- b) Da der Radius r des Drahts in der Formel im Nenner steht, bedeutet eine Verdoppelung des Radius eine Verkleinerung des Widerstandes. Der Radius wird im Nenner quadriert, wodurch der Widerstand mit dem doppelt so großen Radius ein Viertel des ursprünglichen Widerstands ausmacht.

- c) Die Umformung der Formel ist falsch, da $r = \frac{d}{2}$.

$$r^2 = \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{d^2}{4}$$

Die richtige Formel lautet daher:

$$R = \rho \cdot \frac{4 \cdot l}{d^2 \cdot \pi}$$

- d) $20 \text{ m}\Omega = 0,02 \Omega$

$$0,02 = 0,016 \cdot \frac{1}{r^2 \cdot \pi}$$

$$1,25 = \frac{1}{r^2 \cdot \pi}$$

$$0,8 = r^2 \cdot \pi$$

$$\frac{0,8}{\pi} = r^2$$

$$r \approx 0,5 \text{ mm}$$

Man kann auch die Formel nach r umformen und dann einsetzen.

Klassifikation

Teil A

Teil B

Wesentlicher Bereich der Inhaltsdimension:

- a) 3 Funktionale Zusammenhänge
- b) 2 Algebra und Geometrie
- c) 2 Algebra und Geometrie
- d) 1 Zahlen und Maße

Nebeninhaltsdimension:

- a) —
- b) —
- c) —
- d) 2 Algebra und Geometrie

Wesentlicher Bereich der Handlungsdimension:

- a) D Argumentieren und Kommunizieren
- b) D Argumentieren und Kommunizieren
- c) D Argumentieren und Kommunizieren
- d) B Operieren und Technologieeinsatz

Nebenhandlungsdimension:

- a) —
- b) —
- c) B Operieren und Technologieeinsatz
- d) —

Schwierigkeitsgrad:

- a) leicht
- b) leicht
- c) leicht
- d) leicht

Punkteanzahl:

- a) 2
- b) 2
- c) 2
- d) 1

Thema: Physik

Quellen: —