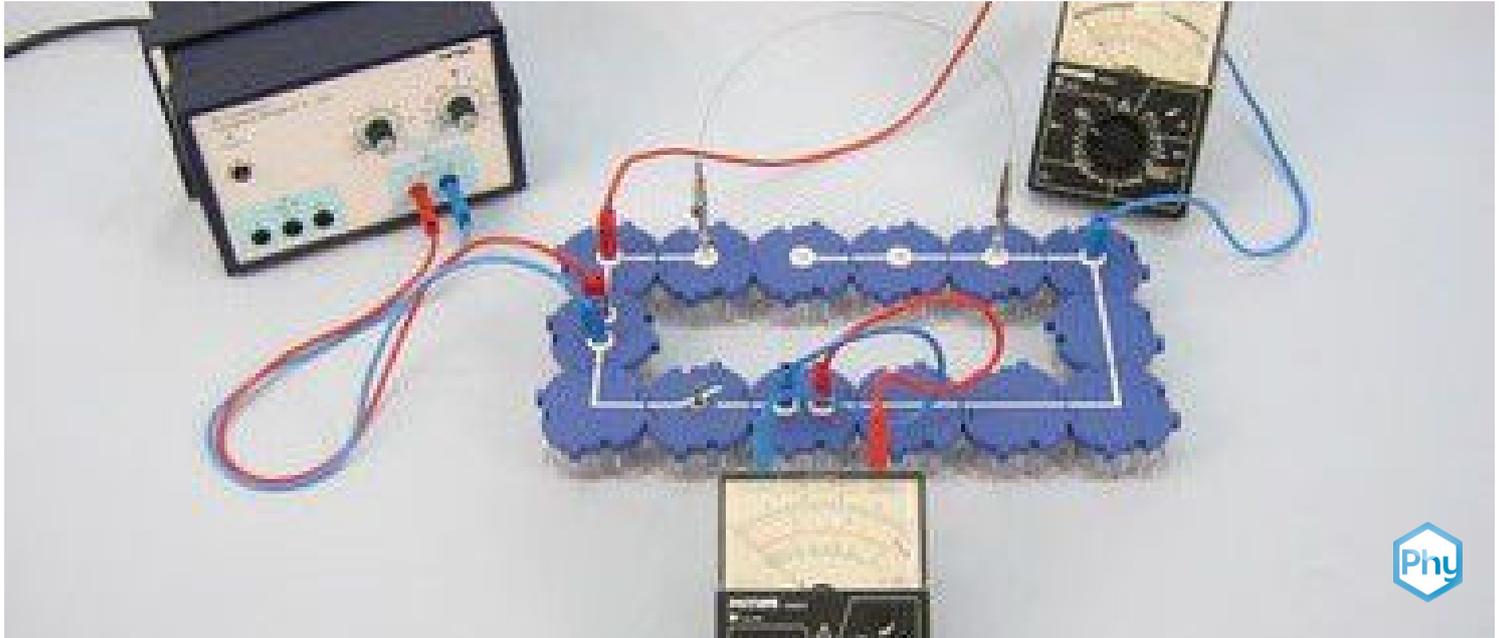


# Der spezifische Widerstand von Drähten



Physik

Elektrizität &amp; Magnetismus

Einfache Stromkreise, Widerstände, Kondensatoren



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5f81ee294b09700003bf5ecf>

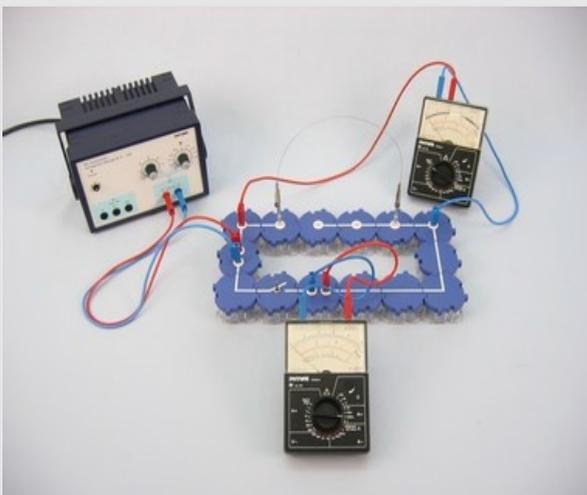
PHYWE



# Lehrerinformationen

## Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

Alle elektrischen Geräte müssen meist mit einem Kabel geladen werden oder sind über ein Kabel an das Stromnetz angeschlossen. Dabei haben sie jedoch unterschiedliche Ansprüche an Strom- und Spannungswerte. Diese werden durch Widerstände, die auch in Kabeln existieren, geregelt, damit die elektrischen Geräte nicht geschädigt werden. Hierbei gilt:

$$R = \rho \cdot (L/A)$$

mit der Länge  $L$ , der Querschnittsfläche  $A$  und dem materialabhängigen spezifischen Widerstand  $\rho$ . Welchen spezifischen Widerstand  $\rho$  einige gängige Materialien haben, wird in diesem Versuch experimentell untersucht.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

PHYWE

### Vorwissen



Die Schüler sollten einen einfachen Stromkreis aufbauen können. Es sollten ihnen das Prinzip der Stromstärke und das der Spannung bekannt sein. Idealerweise sollte das Konzept des spezifischen Widerstands bereits mit Bezug zum Querschnitt und der Länge eines Drahtes theoretisch behandelt worden sein.

### Prinzip



Der elektrische Widerstand eines Materials ist abhängig von dessen Form (Länge und Querschnitt) aber auch von seinem materialspezifischen Widerstand. Letzterer ist bei Metallen sehr viel geringer als für andere Materialien, wobei sich der spezifische Widerstand auch zwischen verschiedenen Metallen deutlich unterscheidet.

## Sonstige Lehrerinformationen (2/3)

PHYWE

### Lernziel



Ausgehend von den experimentell ermittelten Zusammenhängen  $R \propto l$  für konstante  $\rho$  und  $A$  sowie  $R \propto 1/A$  für konstante  $\rho$  und  $l$ , wurde über  $R \propto l/A$  der spezifische Widerstand als Material „Konstante“ eingeführt und die Gleichung  $R = \rho \cdot l/A$  erarbeitet. Mit Hilfe dieser Gleichung sollen die Schüler experimentiell die Größe  $\rho$  für gebräuchliche Leitermaterialien bestimmen.

### Aufgabe



Es soll der spezifische Widerstand von 3 verschiedenen Materialien (Kupfer, Eisen und Konstantan) in Form eines Drahtes gemessen werden. Hierzu werden die Drähte in einen Stromkreis eingefügt und zunächst jeweils die Spannung bei gleichbleibender Stromstärke gemessen. Anschließend wird die Länge der eingespannten Drähte aufgenommen um daraufhin in der Auswertung die verschiedenen spezifischen Widerstände zu berechnen.

## Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

PHYWE

### Anmerkungen

Im Gegensatz zur Bestimmung von  $\rho$  für Konstantan muss bei der Bestimmung von  $\rho$  für Eisen und vor allem für Kupfer besonders sorgfältig gearbeitet werden: Zum Beispiel ist der relative Fehler für die Spannung bei der Untersuchung des Kupferdrahtes groß, und bei der Untersuchung des Eisendrahtes könnten die Kontakte durch Ansatz von Rost nicht optimal sein.

Die Vorgabe der Gleichstromstärke von  $250\text{ mA}$  ist deshalb erforderlich, damit die Drähte nicht zu stark erwärmt werden und die Messbereich für  $U$  und  $I$  nicht gewechselt werden müssen.

## Sicherheitshinweise

PHYWE



Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise für das sichere Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

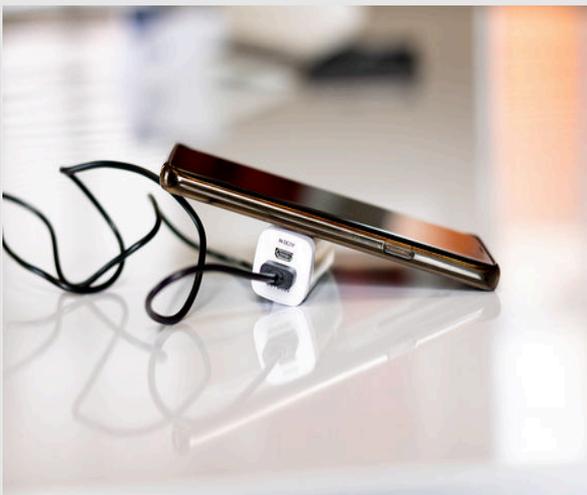
PHYWE



# Schülerinformationen

## Motivation

PHYWE



Smartphone aufladen

Damit man sein Smartphone aufladen kann, wird in der Regel ein leitendes Kabel verwendet, durch das der Strom von der Steckdose in das Smartphone zur Aufladung des Akkus fließen kann. Wie gut der Strom durch diesen Leiter fließt hängt von verschiedenen Parametern ab. Dazu gehört der Widerstand des Kabels. Dieser so genannte spezifische Widerstand ist materialabhängig. Mit der richtigen Materialwahl, kann also der Widerstand im Kabel optimiert werden.

Welchen spezifischen Widerstand einige Materialien haben, lernst du in diesem Versuch.

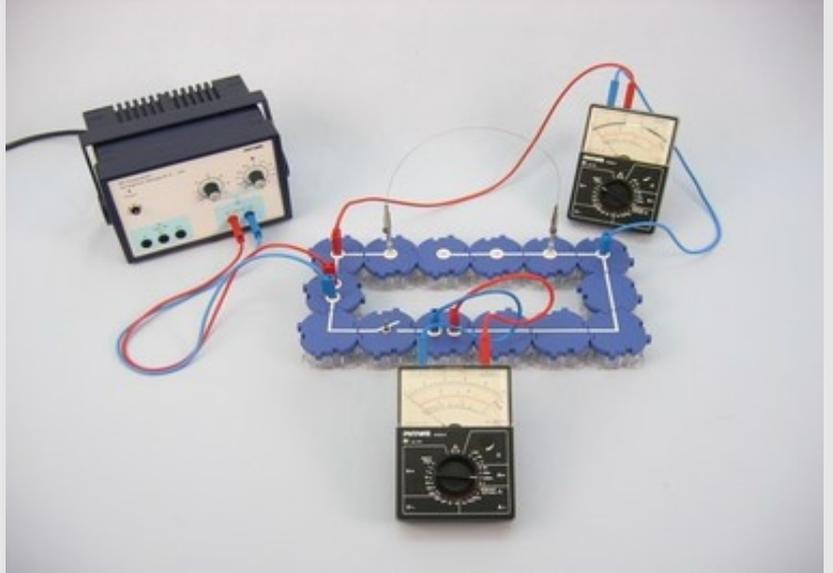
## Aufgaben

PHYWE

Wie groß sind die spezifischen Widerstände einiger Metalle?

Ermittle die spezifischen Widerstände von Drähten aus:

- Kupfer
- Eisen
- Konstantan



## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Leitungs-Baustein, gerade, SB	05601-01	4
2	Leitungs-Baustein, winklig, SB	05601-02	2
3	Leitungs-Baustein, unterbrochen mit Buchsen, SB	05601-04	2
4	Leitungs-Baustein, Anschlussbaustein, SB	05601-10	2
5	Leitungs-Baustein, gerade mit Buchse, SB	05601-11	2
6	Leitungs-Baustein, winklig mit Buchse, SB	05601-12	2
7	Ausschalter, SB	05602-01	1
8	Krokodilklemme, blank, 10 Stück	07274-03	1
9	Verbindungsstecker, 2 Stück	07278-05	1
10	Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-01	1
11	Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-04	1
12	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-01	2
13	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-04	2
14	Kupferdraht, d = 0,2 mm, l = 100 m	06106-00	1
15	Eisendraht, d = 0,2 mm, l = 100 m	06104-00	1
16	Konstantendraht, 15,6 Ohm/m, d = 0,2 mm, l = 100 m	06100-00	1
17	PHYWE Analoges Multimeter, 600V AC/DC, 10A AC/DC, 2M $\Omega$ , mit Überlastschutz	07021-11	2
18	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1

## Material

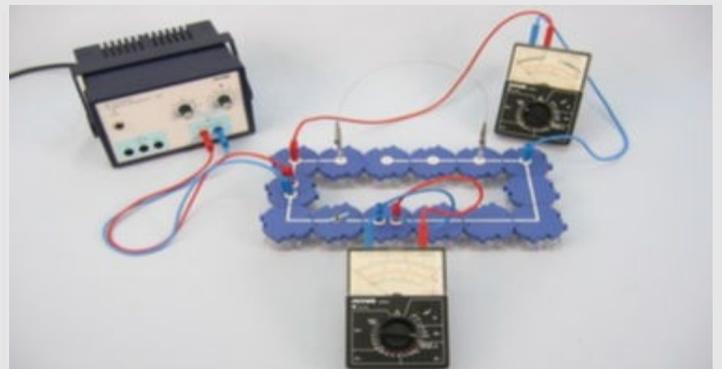
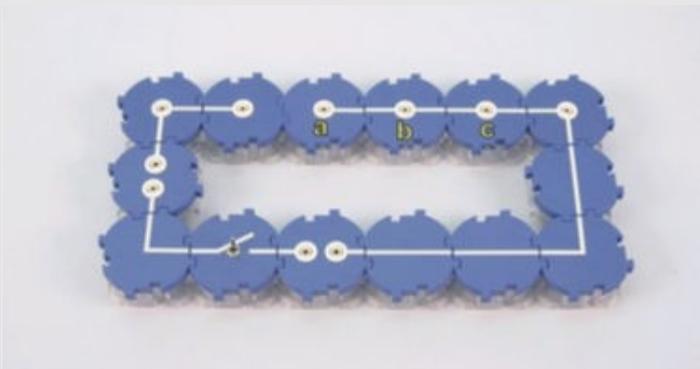
PHYWE

<u>Position</u>	<u>Material</u>	<u>Menge</u>
1	Lineal (ca. 30 cm)	1

## Aufbau

PHYWE

Den Schaltkreis entsprechend der Abbildung links aufbauen. Das Netzgerät (links), ein Voltmeter (oben) und ein Amperemeter (unten) an dem Stromkreis wie in der Abbildung rechts anschließen. Den Kupferdraht mit Hilfe von 2 Krokodilklemmen einspannen, rechte Klemme in Position *c* stecken.



## Durchführung

PHYWE

Stelle das Netzgerät auf  $0\text{ V}$  und schalte es ein. Erhöhe die Spannung am Netzgerät vorsichtig, bis der Strommesser den Wert  $250\text{ mA}$  anzeigt. Lies den Wert der Spannung am Spannungsmesser ab und notiere ihn im Protokoll. Miss dann die Länge  $l$  des eingespannten Kupferdrahtes, wie in der Abbildung gezeigt, und notiere auch diesen Wert.



- Spanne nun nacheinander anstelle des Kupferdrahtes zuerst den Eisendraht und dann den Konstantandraht zwischen den Krokodilklemmen ein und verfähre in gleicher Weise wie zuvor. Notiere sowohl die Spannungswerte, als auch die Längen der eingespannten Drähte im Protokoll.
- Netzgerät auf  $0\text{ V}$  stellen und ausschalten.

PHYWE

## Protokoll



## Aufgabe 1

PHYWE

Notiere Deine Messwerte in der Tabelle. Berechne aus den Wertepaaren für die Spannung  $U$  und die Stromstärke  $I$  die Widerstandswerte der untersuchten Drähte. Für den Widerstand eines Drahtes gilt die Gleichung  $R = \rho \cdot l / A$ . Die Größe  $\rho$  heißt spezifischer Widerstand. Sie ist eine Materialkonstante. Berechne die spezifische Widerstände der Materialien, aus denen die untersuchten Drähte ( $d = 0,2 \text{ mm}$ ) bestehen und trage die Ergebnisse Deiner Berechnungen in die letzte Spalte der Tabelle ein.

Material	$I[A]$	$U[V]$	$l[m]$	$R[\Omega]$	$\rho[\Omega \cdot \text{mm}^2 / m]$
Kupfer					
Eisen					
Konstantan					

## Aufgabe 2

PHYWE

Was wäre eine mögliche Definition des spezifischen Widerstandes? Betrachte hierzu die Einheit des spezifischen Widerstandes in der Bezeichnung der letzten Spalte der Tabelle. Der spezifische Widerstand eines Material gibt an, welchen Widerstand ein Kabel dieses Materials bei ...

... beliebiger Länge und einem Querschnitt von  $1 \text{ mm}^2$  aufweist.

... einer Länge von  $1 \text{ m}$  und einem Querschnitt von  $1 \text{ mm}^2$  aufweist.

... einer Länge von  $1 \text{ m}$  und beliebigem Querschnitt aufweist.

... beliebiger Länge und beliebigem Querschnitt aufweist.

## Aufgabe 3

PHYWE

Obwohl Eisen billiger ist als Kupfer, wird in der Elektrotechnik und in der Elektronik Kupfer als Leitungsmaterial bevorzugt. Warum?

- Kupfer hat einen höheren spezifischen Widerstand.
- Kupfer sieht schöner aus und fühlt sich besser an.
- Um die gleiche Leistung zu erzielen wird weniger Kupfer benötigt, so dass Kupfer insgesamt günstiger in der Anwendung ist.
- Eisen ist korrosionsanfälliger und nimmt damit schneller Schaden.
- Kupfer hat einen geringeren spezifischen Widerstand.

[Überprüfen](#)

## Aufgabe 4

PHYWE

Der spezifische Widerstand ist zusätzlich temperaturabhängig, wird jedoch meist für 20°C angegeben. Die Tabellenwerte für die spezifischen Widerstände der untersuchten Materialien betragen für 20 °C:

$$\rho_{Kupfer} = 0,017 \Omega \cdot mm^2/m$$

$$\rho_{Eisen} = 0,10 \dots 0,13 \Omega \cdot mm^2/m$$

$$\rho_{Konstantan} = 0,50 \Omega \cdot mm^2/m$$

Falls die Ergebnisse deiner Messungen davon relativ stark abweichen sollten: Wie sind die Abweichungen zu erklären?

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 16: Definition spezifischer Widerstand	0/1
Folie 17: Kupfer als Leitungsmaterial	0/3

Gesamtsumme  0/4

 Lösungen

 Wiederholen

 Text exportieren