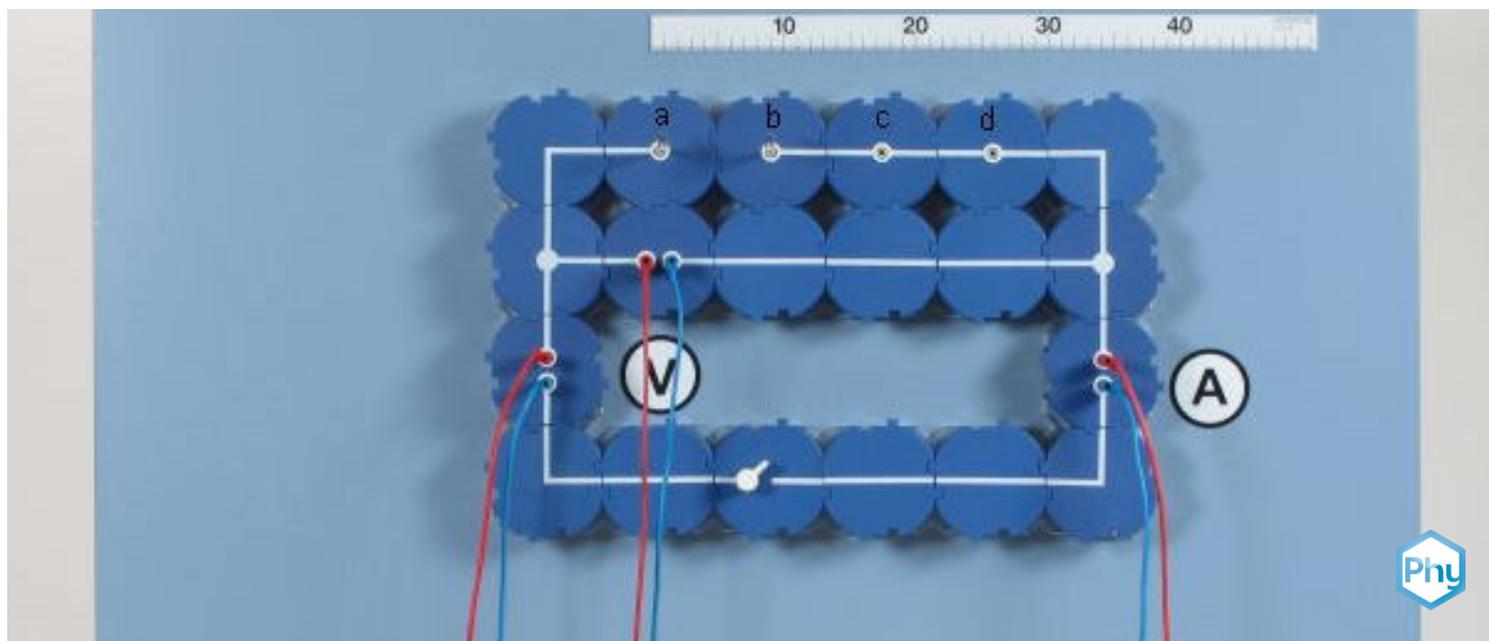


Der Widerstand von Drähten - Abhängigkeit von Länge und Querschnitt



Es soll untersucht werden, wie der Widerstand eines Drahtes von dessen Länge und Querschnittsfläche abhängt.

Physik

Elektrizität & Magnetismus

Einfache Stromkreise, Widerstände, Kondensatoren



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

-



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/63d0b17b5161d70003ca436a>

PHYWE

Allgemeine Informationen



Anwendung

PHYWE



Abbildung verschiedener Kupferdrähte

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 temperaturabhängigen spezifischen Widerstand ρ . Die Schüler fokussieren sich jedoch zunächst auf das Verhältnis

$$R \propto L/A$$

Sonstige Informationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten einen einfachen Stromkreis aufbauen können und ein Verständnis über die Begriffe Stromstärke und Spannung haben. Zusätzlich sollte das Prinzip des Widerstandes verstanden sein und die Formel $R = U/I$ bekannt sein.

Prinzip



Der Widerstand eines Drahtes hängt von dessen Länge und Querschnittsfläche ab.

Sonstige Informationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollen die Zusammenhänge zwischen dem Widerstand eines Drahtes R und dessen Länge L und Querschnitt A erlernen.

$$R \propto L/A$$

Aufgaben



- Mit zwei separaten Versuchsreihen lässt sich der Zusammenhang $R \propto L/A$ erkennen.
- Hierbei wird in der ersten Versuchsreihe der Zusammenhang $R \propto L$ durch Variation der Drahtlänge ermittelt. In einer zweiten Versuchsdurchführung wird durch Variation der Draht-Dicke der Zusammenhang $R \propto 1/A$ festgestellt.

Anmerkung

PHYWE

- Es muss darauf geachtet werden, dass die eingesetzten Drähte nicht durchhängen, aber auch nicht zu straff gespannt werden.
- Der Zusammenhang $R \propto 1/A$ gilt nur für temperaturunabhängige Widerstände. Drähte aus der Legierung Konstantan (DIN-Bezeichnung CuNi) besitzen diese Eigenschaft in relativ weiten Grenzen, und der Name wurde aus der Konstanz ihres Widerstandswertes abgeleitet. Für Konstantan gilt das ohmsche Gesetz. Andere Metalle haben diese Eigenschaft nicht; der Widerstand eines Drahtes aus einem reinen Metall ist somit materialabhängig.

Sicherheitshinweise

PHYWE

Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Achtung: Der Draht kann sehr heiß werden, wenn er von Strömen von mehr als 1 A durchflossen wird! Der Draht darf nicht berührt werden, wenn Strom fließt! Die Stromstärke soll immer auf Null zurück gedreht werden und der Schalter geöffnet sein, wenn nicht gemessen wird!

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Hafttafel mit Gestell, Demo Physik	02150-00	1
2	Leitungs-Baustein, gerade, DB	09401-01	6
3	Leitungs-Baustein, winklig, DB	09401-02	4
4	Leitungs-Baustein, T-förmig, DB	09401-03	2
5	Leitungs-Baustein, unterbrochen, DB	09401-04	3
6	Leitungs-Baustein, Anschlussbaustein, DB	09401-10	2
7	Leitungs-Baustein, gerade mit Buchse, DB	09401-11	2
8	Ausschalter, DB	09402-01	1
9	Maßstab für Demo-Tafel	02153-00	1
10	Elektrische Symbole für Demo-Tafel, 12 Stück	02154-03	1
11	Krokodilklemme, blank, 10 Stück	07274-03	1
12	Verbindungsstecker, 2 Stück	07278-05	1
13	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-01	3
14	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-04	3
15	PHYWE Netzgerät, universal mit Analoganzeige, RiSU 2019 konform, DC: 18 V, 5 A / AC: 15 V, 5 A	13503-93	1
16	PHYWE Demo-Multimeter ADM 3: Strom, Spannung, Widerstand, Temperatur	13840-00	2
17	Konstantdraht, 15,6 Ohm/m, d = 0,2 mm, l = 100 m	06100-00	1
18	Konstantdraht, 6,9 Ohm/m, d = 0,3 mm, l = 100 m	06101-00	1
19	Konstantdraht, 4 Ohm/m, d = 0,4 mm, l = 50 m	06102-00	1
20	Schraubzwinde	02014-00	2

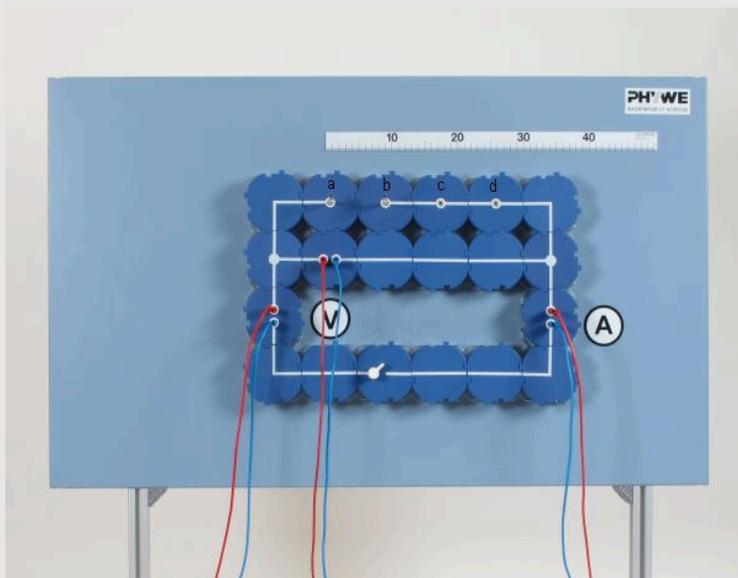
PHYWE

Aufbau und Durchführung



Aufbau

PHYWE



- Baue den Versuch entsprechend der Abbildung links auf.
- Dabei wird ein Teil des Konstantandrahtes mithilfe der beiden Krokodilklemmen auf den Verbindungssteckern zwischen den Buchsen bei a und b eingespannt.
- Wähle die Messbereiche $1V-$ und $300mA-$.

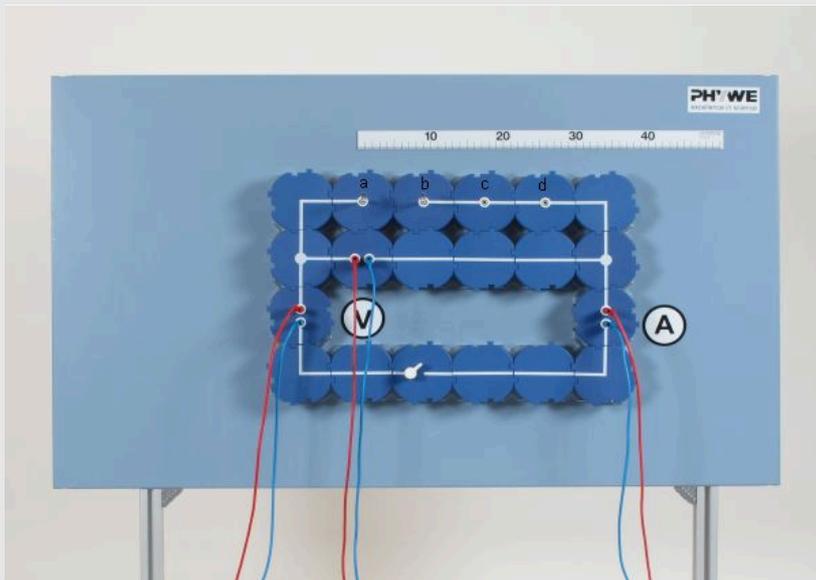
Durchführung (1/2)

PHYWE

- Schalte das Netzgerät ein und stelle die Spannung auf $0V$
- Schließe den Schalter und erhöhe die Spannung bis die Stromstärke einen Wert von $20mA$ erreicht hat.
- Messe die Länge des eingespannten Drahtes und die dazugehörige Spannung. Notiere die Messwerte.
- Öffne den Schalter und spanne ein längeres Drahtstück zwischen den Buchsen bei a und c ein. Entferne den überflüssigen Baustein und verfare wie im ersten Schritt.
- Zuletzt in gleicher Weise wie vorher verfahren, nachdem der Draht zwischen den Buchsen bei a und d eingespannt wurde.

Durchführung (2/2)

PHYWE



- Anstatt des Konstantendrahtes mit $d = 0,2mm$ wird nun der Draht mit $0,3mm$ eingespannt.
- Messe nun die Spannung bei der Stromstärke $0,24A$ und notiere den Messwert.
- Spanne zuletzt den Draht mit $d = 0,4mm$ ein und verfare in gleicher Weise.

PHYWE



Beobachtung und Auswertung

Beobachtung

PHYWE

Anhand der Durchführung ergeben sich die nachfolgenden Werte.

I/A	l/m	U/V	R/Ω	$R \cdot A/\Omega \cdot (mm)^2$
0,24	0,08	0,32	1,33	16,6
0,24	0,16	0,64	2,67	16,6
0,24	0,24	0,95	3,96	16,5

Tabelle 1 ($d = 0,2mm$)

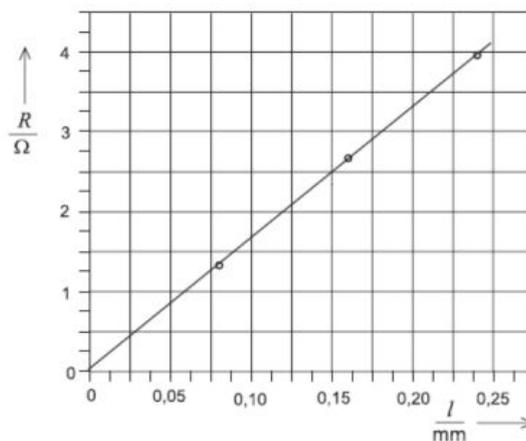
d/mm	U/V	I/A	R/Ω	A/mm^2	$R \cdot A/\Omega \cdot (mm)^2$
0,2	0,95	0,24	3,96	0,031	0,12
0,3	0,42	0,24	1,75	0,071	0,12
0,4	0,24	0,24	1,00	0,126	0,13

Tabelle 2 ($l = 0,24mm$)

Auswertung (1/3)

PHYWE

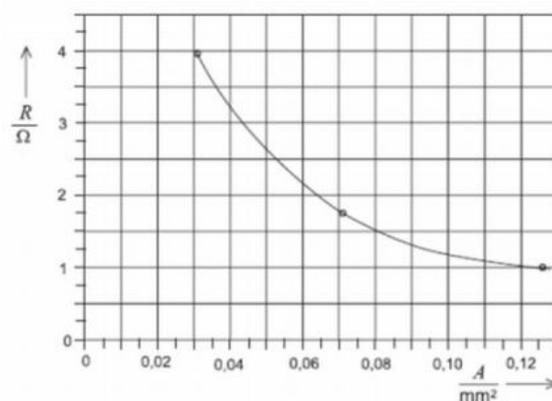
- Nach Berechnung der Widerstandswerte aus den Messwerten von U und I in der Tabelle 1 erfolgt die grafische Darstellung des Widerstands in Abhängigkeit von der Länge des Drahtes.
- Diese lässt einen proportionalen Zusammenhang zwischen R und l vermuten, was durch die Bildung der Quotienten R/l (letzte Spalte der Tabelle 1) erhärtet wird.
- Es gilt also $R \propto L$ oder das Produkt R/A für einen Konstantendraht, dessen Querschnittsfläche bei den Messungen unverändert bleibt.



Auswertung (2/3)

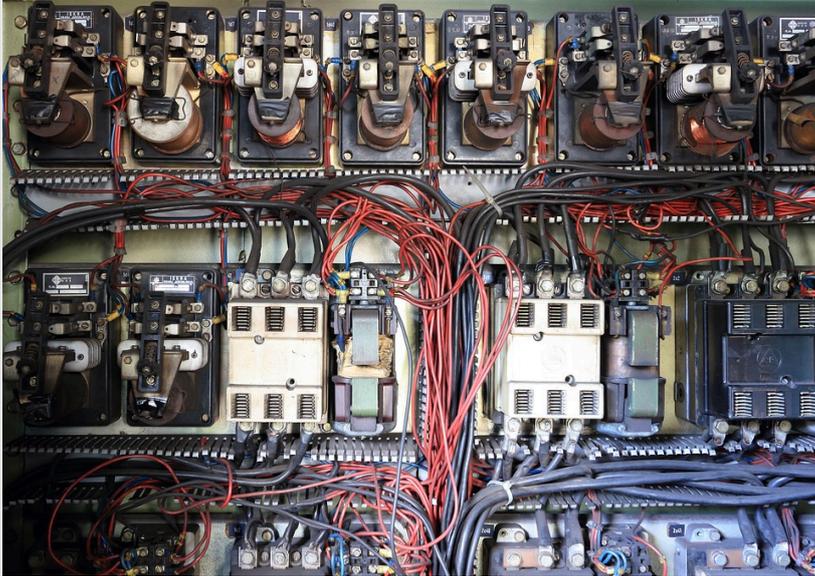
PHYWE

- Nach Berechnung der Widerstandswerte aus den Messwerten von U und I in der Tabelle 2 erfolgt die grafische Darstellung des Widerstands R in Abhängigkeit von der Querschnittsfläche des Drahtes. Dies lässt einen umgekehrt proportionalen Zusammenhang zwischen R und A vermuten, was durch die Bildung der Produkte $R \cdot A$ (letzte Spalte der Tabelle 2) bestätigt wird.
- Es gilt also $R \propto \frac{1}{A}$ oder $R \cdot A$ für einen Konstantendraht, dessen Länge bei den Messungen unverändert bleibt.



Auswertung (3/3)

PHYWE



Insgesamt lautet das Ergebnis aus beiden Versuchen:

- $R \propto L$, für A konstant und $R \propto 1/A$, für l konstant

Zusammengefasst ergibt sich

- $R \propto 1/A$