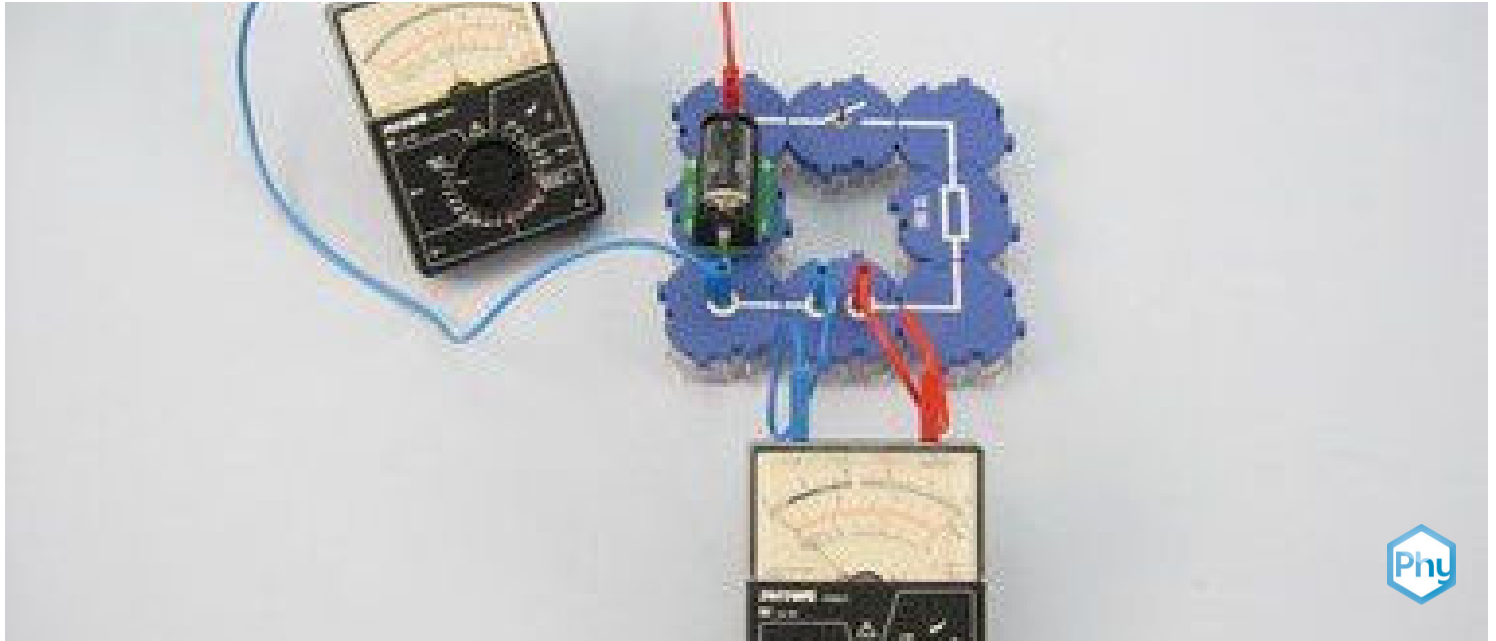


Der Innenwiderstand einer Spannungsquelle



Physik

Elektrizität & 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/5f877712ba76fd00033a2763>

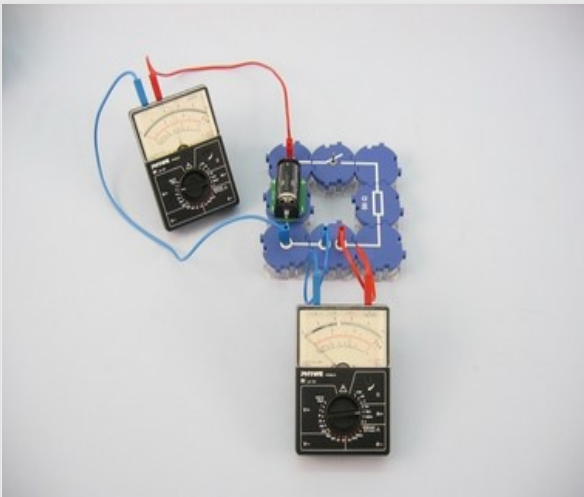
PHYWE

Lehrerinformationen



Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

Jedes elektrische Messgerät und jede Spannungsquelle besitzt einen Innenwiderstand. Aufgrund dieses Innenwiderstands weicht die Klemmenspannung einer belasteten Spannungsquelle von der Urspannung im unbelasteten Fall ab. Damit dies jedoch nicht bei jeder Nutzung bedacht werden muss, sind Netzgeräte spannungsstabilisiert. Handelsübliche Trockenbatterien oder Monozellen hingegen nicht, sodass diese nicht bei auf Spannungsschwankungen empfindlichen Schaltungen eingesetzt werden können.

In diesem Versuch wird anhand einer Trockenbatterie der Innenwiderstand untersucht.

Sonstige Lehrerinformationen (1/4)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten einen einfachen Stromkreis aufbauen können. Zusätzlich sollten sie die Konzepte der Spannung, Stromstärke und des Widerstands verstanden haben.

Prinzip



Eine handelsübliche Trockenbatterie oder Monozelle eignet sich gut für die Untersuchung des Innenwiderstandes von Spannungsquellen. Ihr Innenwiderstand ist groß genug, um gut messbar zu sein, und sie ist leicht ersetzbar, falls sie unachtsam durch längere Überbelastung zerstört wird. Das Netzgerät eignet sich für die Untersuchung des Innenwiderstandes schon deshalb nicht, weil es spannungsstabilisiert ist.

Sonstige Lehrerinformationen (2/4)

PHYWE

Lernziel



Mithilfe dieses Experiments sollen die Schüler erkennen, dass Spannungsquellen einen inneren Widerstand haben.

Aufgaben



Haben Spannungsquellen auch einen Widerstand?

Baue in einen Stromkreis unterschiedlich große Widerstände ein und untersuche durch Messen der Stromstärke I und der Klemmspannung U_C der Spannungsquelle deren Innenwiderstand R_i .

Sonstige Lehrerinformationen (3/4)

PHYWE

Hinweise zum Aufbau und zur Durchführung

Die Messungen während des Kurzschlusses erfordern besondere Aufmerksamkeit, denn bei zu langer Einschaltzeit kann die gemessene Spannung sehr stark absinken und die Batterie unbrauchbar werden. Wenn mindestens zwei Schüler gemeinsam experimentieren, sollten die Messwerte für U_C und I gleichzeitig abgelesen werden, damit die Dauer des Kurzschlusses minimiert wird. Anderfalls sollte der Schüler kurzzeitig den Kurzschluss herstellen und dabei jeweils einen der Werte ablesen.

Sonstige Lehrerinformationen (4/4)

PHYWE

Weitere Anmerkungen

Eine Experimentiergruppe könnte ggf. zusätzlich an einer „verbrauchten“ Batterie untersuchen, wie sich diese im Falle $I = 0$ bzw. bei Kurzschluss oder schon bei geringer Belastung verhält. Die Kurzschlussstromstärke und damit der Innenwiderstand hängt stark vom Ladezustand der Batterie ab. Deshalb werden auch die Messergebnisse der einzelnen Experimentiergruppen unterschiedlich ausfallen. Eine Batterie (Spannungsquelle) hat dann eine hohe Qualität, wenn ihre Kurzschlussstromstärke besonders hoch und damit ihr Innenwiderstand besonders klein ist. Es empfiehlt sich, dass ggf. nur eine Experimentiergruppe den Kurzschlussfall untersucht und ihre Ergebnisse den anderen Gruppen mitteilt. Dadurch kann die Qualitätsminderung der anderen Batterien vermieden werden. Die Umschaltung auf den Messbereich 1 V zur Messung von U_C beim Kurzschluss wurde bewusst nicht nahegelegt, weil dieser Messbereich beim Öffnen des Schalters nicht ausreicht!

Sicherheitshinweise

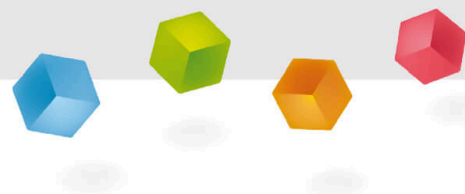
PHYWE



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

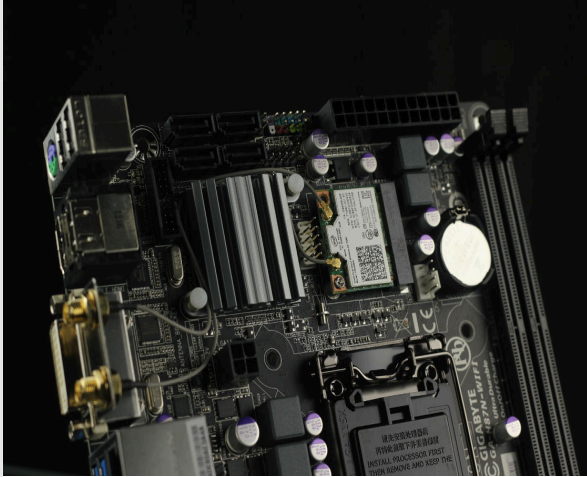
PHYWE

Schülerinformationen



Motivation

PHYWE



Hauptplatine mit Prozessor - Beispiel einer empfindlichen Schaltung

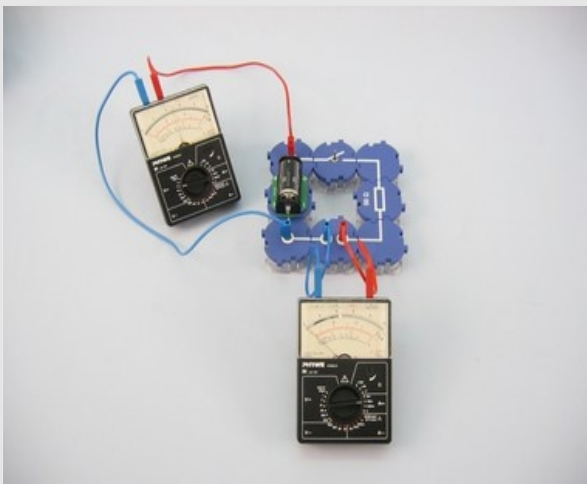
Spannungsquellen und Messgeräte besitzen einen Innenwiderstand, der dafür sorgt, dass die Spannungsquelle beispielsweise bei Anschluss eines Bauteils eine andere Spannung aufweist, als wenn dieses Bauteil nicht angeschlossen ist. Diese Spannungsschwankungen können bei empfindlichen Schaltungen, wie bei Prozessoren, zu Schäden führen.

Daher ist es wichtig diese durch den Innenwiderstand hervorgerufenen Spannungsschwankungen zu kennen um eine geeignete Stabilisierung zu ermöglichen.

In diesem Versuch untersuchst du den Innenwiderstand an einer Trockenbatterie.

Aufgaben

PHYWE



Versuchsaufbau

Haben Spannungsquellen auch einen Widerstand?

Baue in einen Stromkreis unterschiedlich große Widerstände ein und untersuche durch Messen der Stromstärke I und der Klemmspannung U_C der Spannungsquelle deren Innenwiderstand R_i .

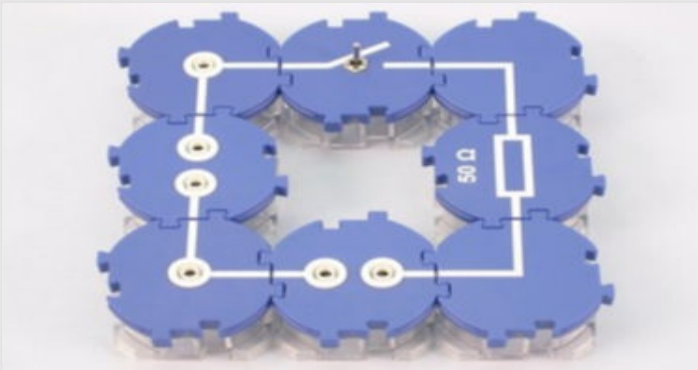
Material

| Position | Material | Art.-Nr. | Menge |
|----------|---|----------|-------|
| 1 | Leitungs-Baustein, winklig, SB | 05601-02 | 2 |
| 2 | Leitungs-Baustein, T-förmig, SB | 05601-03 | 2 |
| 3 | Leitungs-Baustein, unterbrochen mit Buchsen, SB | 05601-04 | 2 |
| 4 | Leitungs-Baustein, winklig mit Buchse, SB | 05601-12 | 2 |
| 5 | Ausschalter, SB | 05602-01 | 1 |
| 6 | Lampenfassung E10, SB | 05604-00 | 2 |
| 7 | Widerstand 50 Ohm, SB | 05612-50 | 1 |
| 8 | Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker | 07360-01 | 1 |
| 9 | Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker | 07360-04 | 1 |
| 10 | Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker | 07361-01 | 1 |
| 11 | Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker | 07361-04 | 1 |
| 12 | Babyzelle 1,5 V, R14/UM-2 DIN 40866, Typ C | 07922-01 | 1 |
| 13 | Glühlampe 6 V/0,5 A, E 10, 10 Stück | 35673-03 | 1 |
| 14 | PHYWE Analoges Multimeter, 600V AC/DC, 10A AC/DC, 2MΩ, mit Überlastschutz | 07021-11 | 2 |
| 15 | Leitungs-Baustein, gerade, SB | 05601-01 | 2 |
| 16 | Batteriehalter (Typ C), SB | 05605-00 | 1 |

Aufbau

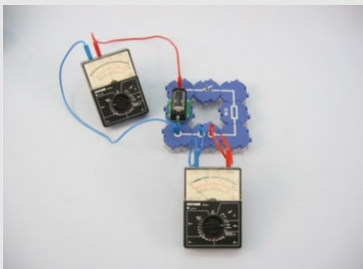
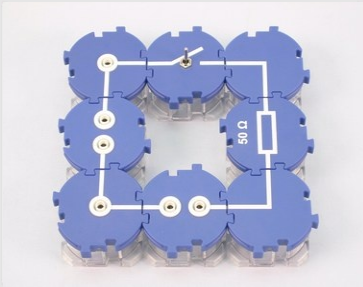
PHYWE

Baue den Stromkreis wie in der Abbildung links und der Abbildung rechts auf. Der Schalter ist zunächst geöffnet. Das untere Messgerät wird als Amperemeter und das linke als Voltmeter geschaltet.



Durchführung (1/2)

PHYWE



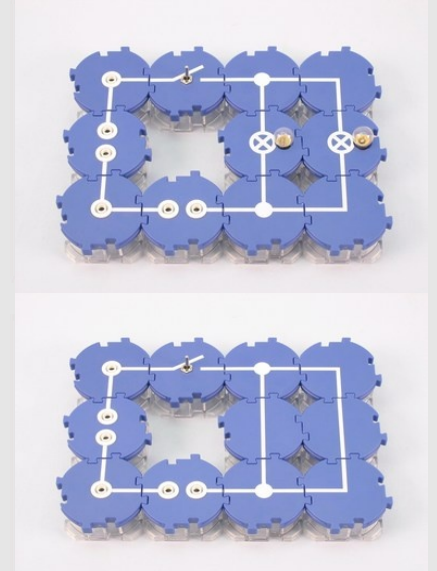
- Wähle die Messbereiche des Strommessers 3 V– und 30 mA–.
- Miss die Klemmspannung U_C für $I = 0$, also ohne Belastung der Spannungsquelle. Notiere deine Messwerte in der Tabelle im Protokoll.
- Schließe den Stromkreis, lies die Klemmspannung U_C und die Stromstärke I (unter Belastung). Notiere Deine Messwerte in der Tabelle.
- Unterbrich den Stromkreis und baue anstelle des Widerstandes die Glühlampe ein.
- Stelle den Messbereich des Strommessers auf 300 mA–.
- Schließe den Stromkreis und lies wieder U_C und I ab und notiere deine Messwerte.

Durchführung (2/2)

PHYWE

- Öffne den Schalter und baue 2 Glühlampen parallel ein (Abb. oben).
- Schließe den Stromkreis und lies wieder U_C und I ab und notiere deine Messwerte.
- Öffne den Schalter und ersetze die Glühlampen durch einen Leitungsbaustein (Abb. unten).
- Wähle den Messbereich des Strommessers 3 A–.
- Schließe den Schalter kurzzeitig (!), miss U_C und I beim Kurzschluss und trage die Werte in die Tabelle im Protokoll ein.

Hinweis: Der Kurzschlussstrom darf nur sehr kurz fließen, damit die Spannungsquelle nicht zerstört wird.



PHYWE

Protokoll

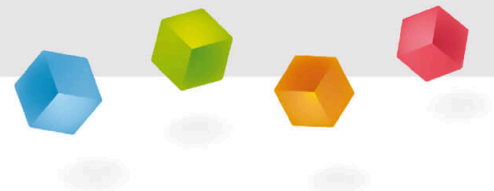


Tabelle 1

PHYWE

Trage deine Messwerte in die Tabelle ein.

| Schaltung | $I [A]$ | $U_C [V]$ |
|------------------------|---------|-----------|
| Schalter geöffnet | | |
| 50 Ω Widerstand | | |
| 1 Glühlampe | | |
| 2 Glühlampen | | |
| Kurzschluss | | |

Aufgabe 1

PHYWE

Wie lässt sich der Zusammenhang zwischen der Belastung I und der Klemmspannung U_C beschreiben?

Die Belastung und die Klemmspannung sind unabhängig voneinander.

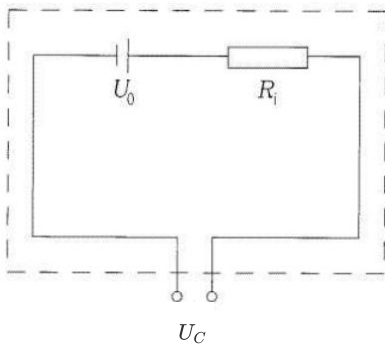
Die Klemmspannung sinkt bei Belastung ab, und zwar umso mehr, je größer die Belastung ist.

Die Klemmspannung steigt bei Belastung an, und zwar umso mehr, je größer die Belastung ist.

Aufgabe 2

PHYWE

Hier siehst du ein Ersatzschaltbild für die Spannungsquelle mit ihrem inneren Widerstand R_i . Über R_i fällt bei Belastung die Spannung $R_i \cdot I$ ab. Mit U_0 bezeichnet man die Spannung, die die unbelastete Spannungsquelle (also bei $I = 0 \text{ A}$) liefert. Formuliere den Zusammenhang zwischen U_0 und U_C in einer Gleichung. (Hinweis: Bedenke das Gesetz der Reihenschaltung $U_{ges} = U_1 + U_2$).



Ziehe die Gleichungen in die richtigen Felder!

Aus der Gleichung folgt mit $U_1 = U_0$ und der Zusammenhang

✓ Überprüfen

Aufgabe 3

PHYWE

Stelle die unter Aufgabe 2 gefundene Gleichung nach R_i um. Welche Gleichung ist korrekt?

☐ $R_i = U_0/I - U_C/I$

☐ $R_i = I/(U_0 - U_C)$

☐ $R_i = I/(U_C - U_0)$

☐ $R_i = (U_C - U_0)/I$

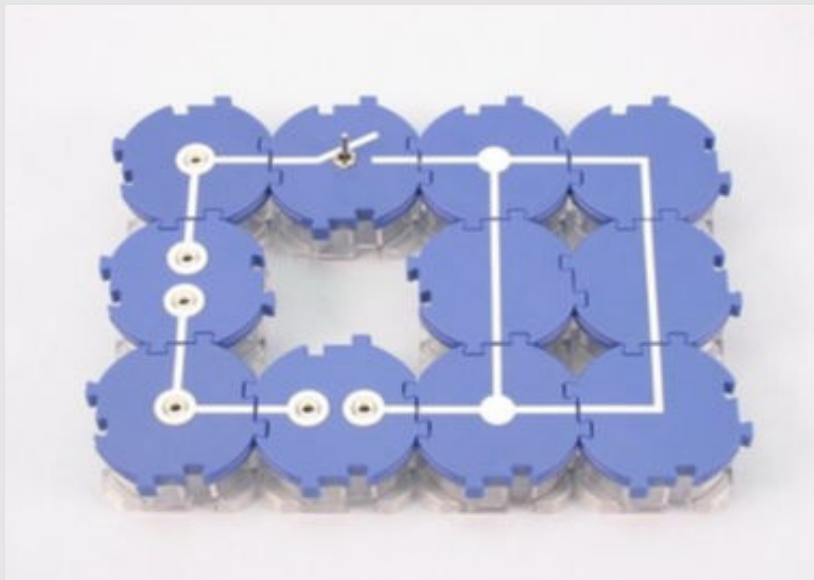
☐ $R_i = (U_0 - U_C)/I$

✓ Überprüfen

Aufgabe 4

PHYWE

Berechne mit den Messwerten in Tabelle 1 für den Fall des Kurzschlusses den inneren Widerstand R_i der untersuchten Spannungsquelle.

 $I [A]$ $U_C [V]$ $U_0 [V] (I = 0)$ $R_i [\Omega]$ 

Folie

Punktzahl/Summe

Folie 17: Zusammenhang U_C und I

0/1

Folie 18: Gleichung Klemmspannung

0/3

Folie 19: Gleichung R_i

0/2

Gesamtsumme

 0/6

Lösungen

Wiederholen

Text exportieren