

Aufgabe

Ermittle eine Reihe von Messwertepaaren für die Spannung und die Stromstärke in einem Stromkreis und untersuche damit den Zusammenhang zwischen U und I .

Material

Steckplatte	06033.00	1
Lampenfassung E10	17049.00	1
Glühlampe 12 V/0,1 A, E10, 1 St. aus	07505.03	(1)
Widerstand 47 Ω	39104.62	1
Widerstand 100 Ω	39104.63	1
Leitungsbaustein	39120.00	1
Verbindungsleitung, 25 cm, rot	07313.01	1
Verbindungsleitung, 25 cm, blau	07313.04	1
Verbindungsleitung, 50 cm, rot	07314.01	2
Verbindungsleitung, 50 cm, blau	07314.04	2
Vielfachmessinstrument	07028.01	2
Netzgerät 0...12 V-, 6 V~, 12 V~	13505.93	1

Aufbau und Durchführung

1. Versuch

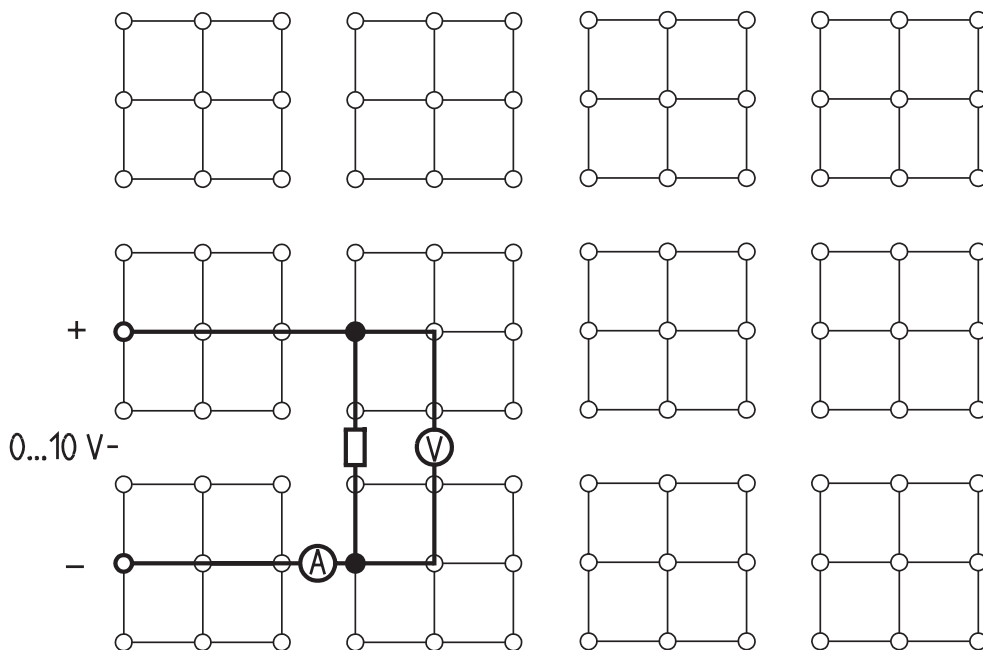
- Versuch entsprechend Abb. 1 aufbauen und dabei zunächst das Bauelement mit 47 Ω (in Tabelle 1 mit W_1 bezeichnet) einsetzen

- Netzgerät einschalten und – von 0 V beginnend – Spannung in Schritten von je 2 V erhöhen; jeweilige Stromstärke messen und Messwerte in Tabelle 1 eintragen
- Spannung auf 0 V zurückstellen und das Bauelement W_1 mit 47 Ω durch das Bauelement W_2 mit 100 Ω ersetzen
- Spannung wiederum in Schritten von 2 V erhöhen, jeweilige Stromstärke messen und in Tabelle 1 eintragen
- Netzgerät ausschalten

2. Versuch

- Versuchsaufbau variieren: anstelle eines technischen Widerstandes die Glühlampe in den Stromkreis einbauen
- Gleichspannung anlegen und wiederum in Schritten von 2 V von 0 V aus erhöhen, jeweilige Stromstärke messen und in Tabelle 2 eintragen
- Während des Versuches Helligkeit der Glühlampe beobachten und Beobachtungen notieren
- Netzgerät ausschalten

Abb. 1



Beobachtungen und Messergebnisse

Tabelle 1

$\frac{U}{V}$	$\frac{I}{A}$		$\frac{U/I}{V/A}$	
	(W ₁)	(W ₂)	(W ₁)	(W ₂)
0	0	0	–	–
2				
4				
6				
8				
10				

Tabelle 2

$\frac{U}{V}$	$\frac{I}{A}$	$\frac{U/I}{V/A}$
0		
2		
4		
6		
8		
10		

Helligkeit der Glühlampe während des Versuches:

.....

.....

.....

Auswertung

- Zeichne in Abb. 2 die Graphen für die Bauelemente W₁ und W₂ ein, die sich aus den Messwerten in Tabelle 1 ergeben.
- Welcher Zusammenhang besteht vermutlich zwischen der Stromstärke I und der Spannung U für jedes der Bauelemente?
Überprüfe Deine Vermutung, indem Du aus den Messwertepaaren die Quotienten U/I bildest und deren Werte in die Spalte 3 der Tabelle 1 einträgst.
Was stellst Du fest?

.....

.....

.....

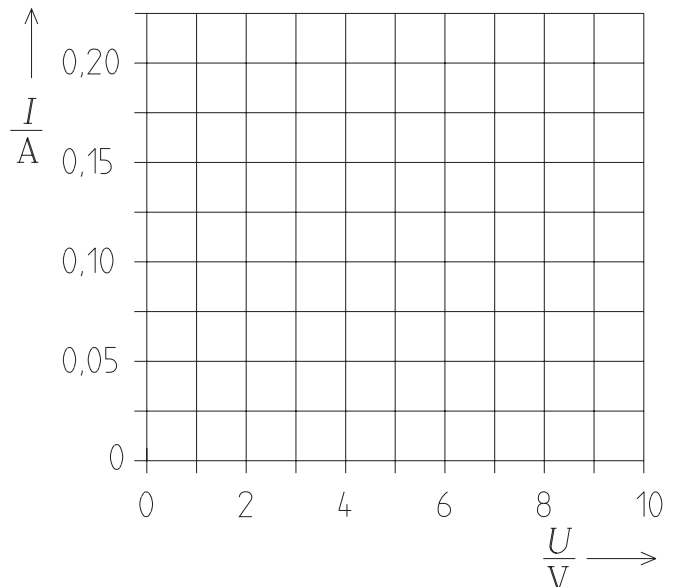
.....

.....

.....

.....

Abb. 2



Diesen Zusammenhang zwischen Stromstärke und Spannung bezeichnet man als ohmsches Gesetz.

3. Bei W_1 ist der Wert für U/I etwa halb so groß wie der bei W_2 . W_1 behindert den elektrischen Strom also etwa halb so stark wie W_2 . Es ist daher nahe liegend, den Quotienten $U/I = \text{konstant}$ als elektrischen Widerstand R (engl.: resistance) zu definieren: $U/I = R$. Die Einheit des Widerstandes ist $1 \text{ V/A} = 1 \Omega$. Berechne die Mittelwerte von U/I für W_1 und W_2 und vergleiche diese mit den Aufdrucken auf den verwendeten Bauelementen. Wie kann man die Abweichungen erklären?

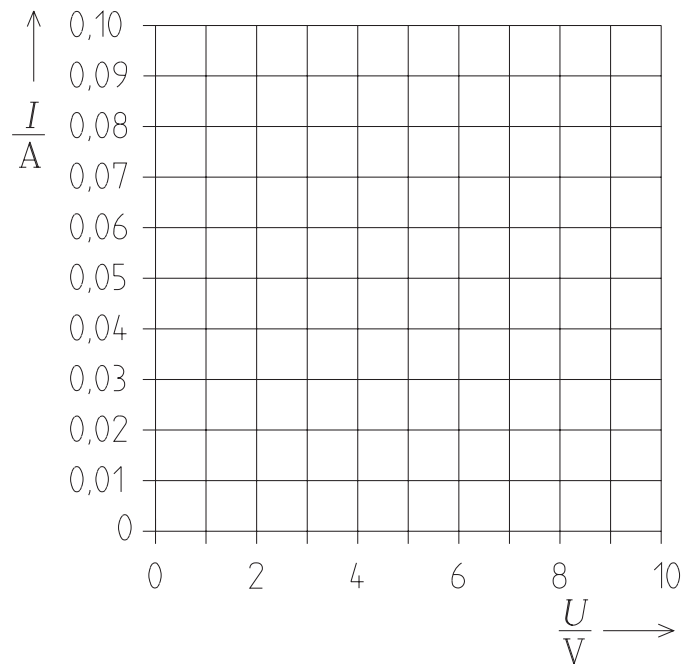


Abb. 3

4. Zeichne in Abb. 3 den Graphen, der sich aus den Messwerten von U und I bei der Glühlampe (Tabelle 2) ergibt.
5. Berechne für die Tabelle 2 die Quotienten U/I und trage diese in die Spalte 3 ein.
6. Beantworte unter Beachtung der Ergebnisse von 4. und 5. die Frage: Gilt das ohmsche Gesetz auch für die Glühlampe? Begründe Deine Antwort.



EEP
2.2

Welcher Zusammenhang besteht zwischen Spannung und Stromstärke?



7. Während die Definitionsgleichung $R = U / I$ stets gilt, falls $I \neq 0$, gilt das ohmsche Gesetz nur unter einer bestimmten Bedingung. Welche ist das?
(Hinweis: Die Helligkeit der Glühlampe ist ein Maß für die Temperatur ihrer metallischen Glühwendel.)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Welcher Zusammenhang besteht zwischen Spannung und Stromstärke?)

Die Schüler sollen zunächst anhand der von ihnen ermittelten Messwerte das ohmsche Gesetz $I \sim U$ erkennen. Anschließend sollen sie auch die Bedingung $R = \text{konstant}$ für die Gültigkeit dieses Gesetzes finden.

Um Irritationen bei der Verwendung des Wortes Widerstand vor der Definition des physikalischen Begriffes Widerstand aus dem Wege zu gehen, wird zunächst von den Bauelementen W_1 und W_2 gesprochen, die mit $47 \, \Omega$ bzw. $100 \, \Omega$ gekennzeichnet sind.

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Die Widerstandswerte sowie die einzustellenden Spannungswerte sind so abgestimmt, dass die Messbereiche 10 V- bzw. 300 mA- während der Messungen beibehalten werden können.

Vor dem Einschalten der Netzgeräte muss auf die richtige Schaltung der Messinstrumente sowie auf die Einstellung der erforderlichen Messbereiche eingegangen werden.

Beobachtungen und Messergebnisse

Tabelle 1

$\frac{U}{V}$	$\frac{I}{A}$		$\frac{U/I}{V/A}$	
	(W_1)	(W_2)	(W_1)	(W_2)
0	0	0	—	—
2	0,042	0,019	48	105
4	0,086	0,039	48	103
6	0,130	0,059	46	102
8	0,173	0,080	46	100
10	0,216	0,100	46	100

Tabelle 2

$\frac{U}{V}$	$\frac{I}{A}$	$\frac{U/I}{V/A}$
0	0	—
2	0,037	54
4	0,053	75
6	0,069	87
8	0,082	98
10	0,093	108

Helligkeit der Glühlampe während des Versuches: Die Helligkeit ist bei 2 V noch sehr gering und wächst mit zunehmender Spannung bzw. Stromstärke.

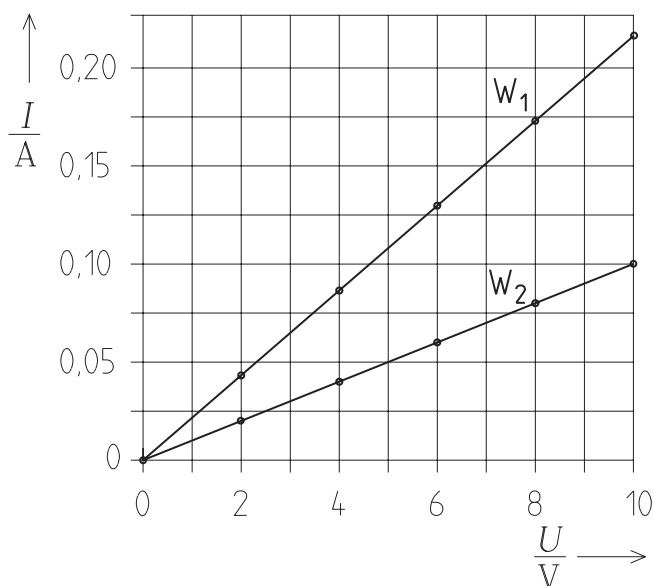
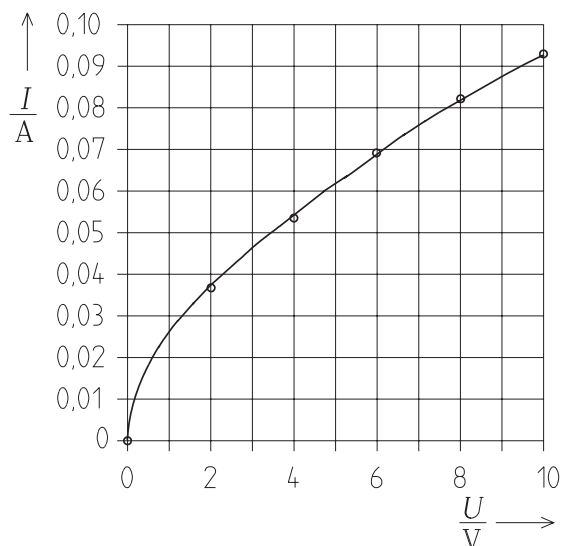


Abb. 2

Auswertung

1. Siehe Abb. 2.
2. Vermutlicher Zusammenhang: Die Stromstärke ändert sich im gleichen Verhältnis wie die Spannung; I und U sind zueinander proportional; $I \sim U$.
Überprüfung: Vgl. Tabelle 1, Spalte 3
Feststellung: Für jedes Bauelement ist $U/I = \text{konstant}$.
3. Mittelwert für W_1 : $U/I = 46,8 \, V/A = 46,8 \, \Omega$
Mittelwert für W_2 : $U/I = 102 \, V/A = 102 \, \Omega$
Das sind etwa die aufgedruckten Werte $47 \, \Omega$ und $100 \, \Omega$. Abweichungen resultieren aus den Messfehlern bei der Messung von Stromstärke und Spannung sowie aus der Toleranz der Widerstandswerte.
4. Siehe Abb. 3.

Abb. 3



(Welcher Zusammenhang besteht zwischen Spannung und Stromstärke?)

5. Siehe Tabelle 2, 3. Spalte.
6. Das ohmsche Gesetz gilt für die Glühlampe nicht.
Begründung: Der Graph in Abb. 3 ist keine Gerade, und der Quotient U/I ist nicht konstant.
7. Die Bedingung für die Gültigkeit des ohmschen Gesetzes ist: $\vartheta = \text{konstant}$.

Anmerkungen

Den Zusammenhang $I \sim 1/R$ für $U = \text{konstant}$ kann man nachweisen, indem man zeilenweise die Werte für I und R in der Tabelle 1 vergleicht.

Aus der Abb. 2 geht auch hervor, dass der Graph umso steiler verläuft, je kleiner der Widerstand ist.

Die Gültigkeitsbedingung für das ohmsche Gesetz, $R = \text{konstant}$, ist für reine Metalle gleichbedeutend mit der Bedingung $\vartheta = \text{konstant}$. Bestimmte Legierungen, z. B. Konstantan, haben innerhalb relativ großer Temperaturbereiche einen konstanten Widerstand.