Expertenaufgaben: Stromkreis, Spannung, Widerstand

Zusatzaufgaben für Schnelle | Physik Gymnasium Klasse 8

⭐ Zusatzaufgaben für Schnelle: Diese Aufgaben sind für dich, wenn du mit dem Arbeitsblatt fertig bist. Sie sind anspruchsvoller und verlangen Transfer, Begründen und Knobeln. Du darfst das Ohmsche Gesetz (U = R · I) und die Regeln für Reihen- und Parallelschaltung nutzen. Schreibe deinen Rechenweg immer auf und gib alle Ergebnisse mit Einheit an. Du musst nicht alle Aufgaben schaffen. Wähle die, die dich reizen.

1 Aufwärmen: Berechne den Gesamtwiderstand der Parallelschaltung.

a) R_1 = 12 Ω parallel zu R_2 = 6 Ω; R_ges = _____

b) Drei Widerstände je 30 Ω parallel; R_ges = _____

c) R_1 = 20 Ω parallel zu R_2 = 30 Ω; R_ges = _____

2 Knobeln: Du hast beliebig viele 100-Ω-Widerstände. Wie viele musst du parallel schalten, um einen Gesamtwiderstand von 20 Ω zu erhalten? Wie viele brauchst du für 25 Ω? Gib eine allgemeine Regel für n gleiche Widerstände R in Parallelschaltung an.

3 Knobelaufgabe: Du hast drei gleiche Widerstände mit je 6 Ω. Du darfst alle drei oder auch nur einen Teil davon verwenden und beliebig in Reihe oder parallel schalten. Welche verschiedenen Gesamtwiderstände kannst du bauen? Finde möglichst viele und gib jeweils die Schaltung an.

4 Spannungsteiler und Messfehler: Zwei Widerstände $R_1 = 100\ \Omega$ und $R_2 = 200\ \Omega$ sind in Reihe an eine Batterie mit 9 V angeschlossen.
a) Berechne die Stromstärke und die Spannung an R_2.
b) Nun wird ein Voltmeter mit dem Innenwiderstand 200 Ω parallel zu R_2 geschaltet. Berechne, welche Spannung das Voltmeter anzeigt.
c) Erkläre, warum das Voltmeter einen falschen Wert anzeigt und wie ein besseres Voltmeter gebaut sein müsste.

5 Der Innenwiderstand des Amperemeters: Ein Verbraucher mit 4 Ω liegt an 10 V. Ein Amperemeter mit dem Innenwiderstand 1 Ω wird in Reihe geschaltet. Berechne die Stromstärke ohne Amperemeter und die Stromstärke, die das Amperemeter anzeigt. Um wie viel Prozent ist der angezeigte Wert zu klein? Wie groß dürfte der Innenwiderstand des Amperemeters höchstens sein, damit der Fehler unter 1 % bleibt?

6 Lampen in Reihe: Eine 60-W-Lampe und eine 100-W-Lampe sind beide für 230 V gebaut. Beide werden in Reihe an 230 V angeschlossen. Mit der Leistung $P = U \cdot I$ und dem Ohmschen Gesetz folgt für den Widerstand einer Lampe bei Nennbetrieb $R = U^2 / P$.

a) Berechne die Widerstände der beiden Lampen (Nennbetrieb).

b) Berechne die Stromstärke in der Reihenschaltung. Berechne die Leistung, die jede Lampe nun hat ($P = I^2 \cdot R$).

c) Welche Lampe leuchtet heller? Überrasche dich selbst: Ist das so, wie du vermutet hast? Nenne außerdem eine Vereinfachung, die wir bei der Rechnung gemacht haben.

7 Forscheraufgabe: Bei einer Glühlampe werden diese Werte gemessen: (2 V | 0,20 A), (4 V | 0,30 A), (6 V | 0,36 A), (8 V | 0,40 A).

a) Berechne den Widerstand für jeden Messwert.

b) Ist die Glühlampe ein ohmscher Widerstand? Begründe mit deinen Ergebnissen und beschreibe, wie die U-I-Kennlinie aussieht.

c) Erkläre die Beobachtung mit einem Teilchenmodell des Metalldrahts.

8 Der Draht-Widerstand: Ein Draht von 1 m Länge hat einen Widerstand von 4 Ω. Der Widerstand eines Drahts aus gleichem Material ist proportional zur Länge und umgekehrt proportional zur Querschnittsfläche.
a) Welchen Widerstand hat ein Draht aus gleichem Material mit 3 m Länge und doppeltem Querschnitt?
b) Welchen Strom würde dieser Draht bei 12 V führen?
c) Erkläre die beiden Abhängigkeiten anschaulich mit dem Elektronenmodell.

9 Anwendung: In einem Flur soll eine Lampe von zwei Stellen aus ein- und ausgeschaltet werden können (am Anfang und am Ende des Flurs). Beschreibe, wie man mit zwei Wechselschaltern eine solche Schaltung baut. Erkläre, warum man mit zwei einfachen Ein-Aus-Schaltern in Reihe oder parallel die Aufgabe nicht lösen kann.

10 Entscheide, ob die Aussagen wahr oder falsch sind. Begründe jede Antwort in einem Satz.

	richtig	falsch
Ein Vogel kann gefahrlos auf einer Hochspannungsleitung sitzen, weil zwischen seinen beiden Füßen fast keine Spannung liegt.	☐	☐
Wenn man zu einem bestehenden Widerstand einen weiteren Widerstand parallel schaltet, steigt der Gesamtwiderstand.	☐	☐
In einer Reihenschaltung zweier verschieden großer Widerstände liegt am größeren Widerstand die größere Spannung.	☐	☐
Ein Bauteil, dessen U-I-Kennlinie eine Gerade ist, die nicht durch den Ursprung verläuft, ist ein ohmscher Widerstand.	☐	☐
Bei einer Parallelschaltung zweier Lampen an einer Batterie liegt an beiden Lampen dieselbe Spannung, und wenn eine Lampe herausgedreht wird, brennt die andere unverändert weiter.	☐	☐

11 Ordne jeder Beobachtung die passende physikalische Erklärung zu:

1. Die Glühlampe brennt meist beim Einschalten durch.	____	A) Der Gesamtwiderstand ist größer, daher ist die Stromstärke kleiner.
2. Ein Voltmeter mit zu kleinem Innenwiderstand verfälscht die Messung.	____	B) Es fließt ein merklicher Teil des Stroms durch das Messgerät und ändert die Spannungsaufteilung.
3. Zwei Lampen in Reihe leuchten dunkler als eine einzelne Lampe.	____	C) Der größere Querschnitt verringert den Widerstand, daher wird weniger Wärme erzeugt.
4. Ein dickes Verlängerungskabel erwärmt sich weniger als ein dünnes.	____	D) Der Glühdraht ist kalt und hat einen kleinen Widerstand, daher fließt kurzzeitig ein sehr großer Strom.

12 In einer Reihenschaltung addieren sich die _____, und die _____ ist an allen Stellen gleich. In einer Parallelschaltung ist die _____ an allen Zweigen gleich, und der Gesamtwiderstand ist _____ als der kleinste Einzelwiderstand. Bei Metallen steigt der Widerstand mit der _____.

Lösungen

Expertenaufgaben: Stromkreis, Spannung, Widerstand · Physik · Klasse 8

Für dich als Lehrkraft: leichtere Fassung in einer Minute

QR scannen oder lehreule.de/anpassen/stromstaerke-spannung-und-widerstand-klasse-8 öffnen: kostenloses Konto, dann schreibt Lehreule die leichtere Fassung mit Hilfen — oder Zusatzaufgaben für Schnelle, eine Word-Datei, einen QR-Code für die Klasse.

Aufgabe 1: a) R_ges = 4 Ω, b) R_ges = 10 Ω, c) R_ges = 12 Ω

Aufgabe 2: Bei n gleichen Widerständen R parallel gilt: 1/R_ges = n · (1/R), also R_ges = R / n.

Für 20 Ω: n = 100 Ω / 20 Ω = 5 Widerstände.
Für 25 Ω: n = 100 Ω / 25 Ω = 4 Widerstände.

Regel: Der Gesamtwiderstand ist der Einzelwiderstand geteilt durch die Anzahl der parallelen Widerstände.

Aufgabe 3: Mit einem Widerstand:
- 6 Ω

Mit zwei Widerständen:
- Reihe: 6 Ω + 6 Ω = 12 Ω
- Parallel: 6 Ω / 2 = 3 Ω

Mit drei Widerständen:
- Alle in Reihe: 18 Ω
- Alle parallel: 6 Ω / 3 = 2 Ω
- Zwei parallel (3 Ω), dazu einer in Reihe: 3 Ω + 6 Ω = 9 Ω
- Zwei in Reihe (12 Ω), dazu einer parallel: (12 Ω · 6 Ω)/(12 Ω + 6 Ω) = 72/18 Ω = 4 Ω

Es sind also 7 verschiedene Werte möglich: 2 Ω, 3 Ω, 4 Ω, 6 Ω, 9 Ω, 12 Ω und 18 Ω.

Aufgabe 4: a) $R_{ges} = 100\ \Omega + 200\ \Omega = 300\ \Omega$
$I = U / R_{ges} = 9\ V / 300\ \Omega = 0{,}03\ A$
$U_2 = R_2 \cdot I = 200\ \Omega \cdot 0{,}03\ A = 6\ V$
(Probe: $U_1 = 100\ \Omega \cdot 0{,}03\ A = 3\ V$, $3\ V + 6\ V = 9\ V$ ✓)

b) Voltmeter (200 Ω) und R_2 (200 Ω) sind parallel: $R_p = (200 \cdot 200)/(200 + 200)\ \Omega = 100\ \Omega$
Neuer Gesamtwiderstand: $R_{ges} = 100\ \Omega + 100\ \Omega = 200\ \Omega$
$I = 9\ V / 200\ \Omega = 0{,}045\ A$
Angezeigte Spannung: $U_2 = 100\ \Omega \cdot 0{,}045\ A = 4{,}5\ V$

c) Das Voltmeter ist parallel zu R_2 geschaltet. Dadurch fließt ein Teil des Stroms durch das Messgerät, und der Widerstand dieses Teils des Stromkreises sinkt von 200 Ω auf 100 Ω. Die Spannung teilt sich nun anders auf: Es liegen nur noch 4,5 V statt 6 V an R_2. Das Messgerät verändert also die Schaltung, die es messen soll.
Ein besseres Voltmeter hat einen viel größeren Innenwiderstand als R_2 (z. B. Millionen Ω). Dann fließt kaum Strom durch das Gerät, der Parallelwiderstand ist fast gleich R_2, und der Messfehler wird sehr klein.

Aufgabe 5: Ohne Amperemeter: $I = 10\ V / 4\ \Omega = 2{,}5\ A$
Mit Amperemeter: $R_{ges} = 4\ \Omega + 1\ \Omega = 5\ \Omega$, $I = 10\ V / 5\ \Omega = 2\ A$

Fehler: $(2{,}5\ A - 2\ A) / 2{,}5\ A = 0{,}2 = 20\ \%$. Das Gerät zeigt 20 % zu wenig an.

Für weniger als 1 % Fehler muss gelten: $I_{gemessen} \geq 0{,}99 \cdot 2{,}5\ A = 2{,}475\ A$.
Dazu darf der Gesamtwiderstand höchstens $10\ V / 2{,}475\ A \approx 4{,}04\ \Omega$ betragen.
Der Innenwiderstand des Amperemeters darf also höchstens etwa 0,04 Ω betragen (genauer: $4\ \Omega \cdot 0{,}01/0{,}99 \approx 0{,}040\ \Omega$).

Fazit: Ein Amperemeter muss einen sehr kleinen Innenwiderstand haben.

Aufgabe 6: a) $R_{60} = (230\ V)^2 / 60\ W = 52\,900\ V^2 / 60\ W \approx 882\ \Omega$
$R_{100} = (230\ V)^2 / 100\ W = 529\ \Omega$

b) $R_{ges} = 882\ \Omega + 529\ \Omega \approx 1411\ \Omega$
$I = 230\ V / 1411\ \Omega \approx 0{,}163\ A$
$P_{60} = I^2 \cdot R_{60} \approx (0{,}163\ A)^2 \cdot 882\ \Omega \approx 23{,}4\ W$
$P_{100} = I^2 \cdot R_{100} \approx (0{,}163\ A)^2 \cdot 529\ \Omega \approx 14{,}1\ W$

c) Die 60-W-Lampe leuchtet heller, obwohl die 100-W-Lampe im Normalbetrieb heller wäre. In der Reihenschaltung ist die Stromstärke bei beiden gleich, und die Leistung wächst mit dem Widerstand ($P = I^2 \cdot R$). Die Lampe mit dem größeren Widerstand setzt also mehr Leistung um. Beide Lampen leuchten deutlich dunkler als im Normalbetrieb, weil sich die 230 V auf beide aufteilen.

Vereinfachung: Wir haben angenommen, dass die Widerstände konstant bleiben. In Wirklichkeit hängt der Widerstand des Glühdrahts stark von der Temperatur ab. Da die Drähte hier kälter sind als im Nennbetrieb, sind ihre Widerstände kleiner, und die tatsächlichen Werte weichen etwas ab.

Aufgabe 7: a) R = U / I
2 V / 0,20 A = 10 Ω
4 V / 0,30 A ≈ 13,3 Ω
6 V / 0,36 A ≈ 16,7 Ω
8 V / 0,40 A = 20 Ω

b) Nein, die Glühlampe ist kein ohmscher Widerstand. Der Quotient U/I ist nicht konstant, sondern wächst mit der Spannung. Stromstärke und Spannung sind daher nicht proportional. Die Kennlinie ist keine Gerade durch den Ursprung, sondern eine Kurve, die mit steigender Spannung flacher wird (die Stromstärke wächst langsamer als die Spannung).

c) Bei höherer Spannung fließt mehr Strom, und der Draht wird heißer. Im heißen Metall schwingen die Atomrümpfe stärker und stoßen häufiger mit den fließenden Elektronen zusammen. Die Elektronen werden dadurch stärker behindert, und der Widerstand steigt. Das Ohmsche Gesetz in der Form R = konstant gilt bei Metallen nur bei konstanter Temperatur.

Aufgabe 8: a) Dreifache Länge → dreifacher Widerstand: 4 Ω · 3 = 12 Ω
Doppelter Querschnitt → halber Widerstand: 12 Ω / 2 = 6 Ω
Der Draht hat 6 Ω.

b) I = U / R = 12 V / 6 Ω = 2 A

c) Ein längerer Draht bedeutet, dass die Elektronen einen längeren Weg zurücklegen und auf diesem Weg mehr Atomrümpfen begegnen. Der Widerstand wächst mit der Länge. Ein dickerer Draht bietet den Elektronen mehr Platz nebeneinander, ähnlich wie eine breitere Straße oder mehrere parallele Wege. Das entspricht einer Parallelschaltung vieler dünner Drähte und verringert den Widerstand.

Aufgabe 9: Ein Wechselschalter hat einen gemeinsamen Anschluss und zwei Ausgänge, zwischen denen er umschaltet. Aufbau: Die Batterie bzw. Spannungsquelle wird mit dem gemeinsamen Anschluss des Schalters 1 verbunden. Die beiden Ausgänge von Schalter 1 werden durch zwei getrennte Leitungen mit den beiden Ausgängen von Schalter 2 verbunden. Der gemeinsame Anschluss von Schalter 2 führt über die Lampe zurück zur Quelle. Der Stromkreis ist geschlossen, wenn beide Schalter über dieselbe der beiden Verbindungsleitungen verbunden sind (beide oben oder beide unten). Jedes Umlegen eines einzelnen Schalters öffnet oder schließt den Stromkreis.

Mit zwei einfachen Ein-Aus-Schaltern geht es nicht: In Reihe leuchtet die Lampe nur, wenn beide geschlossen sind (UND-Verknüpfung). Parallel leuchtet sie, sobald mindestens einer geschlossen ist. Man kann dann aber von einer Stelle aus nicht mehr ausschalten, wenn der andere Schalter geschlossen ist. In beiden Fällen kann ein Schalter allein nicht in jeder Stellung das Licht umschalten.

Aufgabe 10: Ein Vogel kann gefahrlos auf einer Hochspannungsleitung sitzen, weil zwischen seinen beiden Füßen fast keine Spannung liegt. → **richtig**
Wenn man zu einem bestehenden Widerstand einen weiteren Widerstand parallel schaltet, steigt der Gesamtwiderstand. → **falsch**
In einer Reihenschaltung zweier verschieden großer Widerstände liegt am größeren Widerstand die größere Spannung. → **richtig**
Ein Bauteil, dessen U-I-Kennlinie eine Gerade ist, die nicht durch den Ursprung verläuft, ist ein ohmscher Widerstand. → **falsch**
Bei einer Parallelschaltung zweier Lampen an einer Batterie liegt an beiden Lampen dieselbe Spannung, und wenn eine Lampe herausgedreht wird, brennt die andere unverändert weiter. → **richtig**

Aufgabe 11: 1 → D, 2 → B, 3 → A, 4 → C

Aufgabe 12: Widerstände, Stromstärke, Spannung, kleiner, Temperatur