

Lösungsmuster A-Blatt spezifischer Widerstand

Dabei kann von den relativen Widerstandsänderungen auch auf die Kräfte selbst geschlossen werden.

Zum Gruppenexperiment S. 12 (I), S. 11 (II/III)

V1 a) *Ergebnis:* Widerstand und Länge des Drahts sind direkt proportional zueinander.

b) *Ergebnis:* Widerstand und Querschnittsfläche des Drahts sind indirekt proportional zueinander.

Widerstand – Material und Leiterabmessungen

Zum Gruppenexperiment S. 14 (I), S. 13 (II/III)

V1 Zur Widerstandsmessung kann wieder das Vielfachmessgerät (ohne weitere Spannungsquelle) verwendet werden. Die Schülerinnen und Schüler sollten (vorsichtig) überprüfen, ob sich der Draht bei der Messung tatsächlich nicht erwärmt.

Aufgaben S. 15 (I), S. 14 (II/III)

A1 a) Verdoppelt (verdreifacht) sich die Länge eines Drahts, so verdoppelt (verdreifacht) sich auch sein Widerstand.

b) Verdoppelt (verdreifacht) sich die Querschnittsfläche eines Drahts, so geht sein Widerstand auf die Hälfte (ein Drittel) zurück.

A2 Je größer die Querschnittsfläche eines Leitungsdrahts ist, desto kleiner ist sein elektrischer Widerstand und desto geringer ist seine Erwärmung bei gleicher Stromstärke. Während ein 1,5-mm²-Leiter bei einer Stromstärke von 15 A noch nicht durch die Erwärmung beschädigt wird, würde ein 1-mm²-Leiter durchschmelzen bzw. seine Isolierung zerstört.

A3 *Widerstand:* $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$

Kupfer: $R = 0,017 \Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1} \cdot \frac{300 \text{ m}}{1,5 \text{ mm}^2} = 3,4 \Omega$

Aluminium: $R = 0,027 \Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1} \cdot \frac{300 \text{ m}}{1,5 \text{ mm}^2} = 5,4 \Omega$

A4 $A = \pi r^2$; $A = \pi (0,1 \text{ mm})^2 = 0,03 \text{ mm}^2$

$l = \frac{R \cdot A}{\rho}$; $l = \frac{1 \Omega \cdot 0,03 \text{ mm}^2}{0,50 \Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1}} = 0,06 \text{ m}$

A5 $R = \frac{U}{I}$; $R = \frac{230 \text{ V}}{0,33 \text{ A}} = 0,70 \text{ k}\Omega$

$l = \frac{R \cdot A}{\rho}$; $l = \frac{0,70 \text{ k}\Omega \cdot 0,0010 \text{ mm}^2}{0,78 \Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1}} = 0,90 \text{ m}$

A6 Die Kohleschicht kann unterschiedlich dick aufgetragen und enger oder weiter gewendelt werden.

A7 *Heizstrahler:* $R = 44,7 \Omega$; *Bügeleisen:* $R = 53,0 \Omega$;

Kaffeemühle: $R = 500 \Omega$; *Kochplatte:* $R = 31,7 \Omega$;

Staubsauger: $R = 102 \Omega$.

A8 *Einschaltstrom:* $I = \frac{U}{R}$; $I = \frac{230 \text{ V}}{37 \Omega} = 6,2 \text{ A}$

Betriebsstrom: $I = 0,47 \text{ A}$

A9 *Widerstand:* $R = 330 \Omega \pm 5 \%$

A10 Es kommt zu einem lebensgefährlichen Strom von 230 mA.

A11 Wenn die Glühdrähte aus demselben Material sind, hat das hellere Bremslicht entweder die längere Wendel oder einen Draht mit kleinerem Querschnitt.

A12 a) *Leuchtdiode:* $R = 80 \Omega$; $P = 0,032 \text{ W}$

b) *Fahrradrücklicht:* $R = 60 \Omega$; $P = 0,6 \text{ W}$

A13 (I) *Leitwert des Messingdrahts:* $G = \frac{1}{R}$

$G = \frac{1,0 \text{ A}}{100 \text{ V}} = 0,010 \text{ S}$

Zusammenfassung

Alles klar? S. 17 (I)

1. a) Aus $P = U \cdot I$ und $U = R \cdot I$ folgt: $P = R \cdot I^2$.

b) Die Leistung vervierfacht sich.

2. *Querschnittsfläche:* $A = \rho \cdot \frac{l}{R}$; $A = 17 \text{ mm}^2$

Volumen: $V = A \cdot l$; $V = 17 \cdot 10^4 \text{ cm}^3$

Masse: $m = \rho \cdot V$; $m = 1,5 \text{ t}$

3. *Energie zur Erwärmung des Wassers:*

$W_{\text{th}} = c \cdot m \cdot \Delta v$; $W_{\text{th}} = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \cdot 60 \text{ kg} \cdot 70 \text{ K} = 18 \text{ MJ}$

Energiezufuhr durch den Boiler:

$W_{\text{B}} = \frac{W_{\text{th}}}{\eta}$; $W_{\text{B}} = \frac{18 \text{ MJ}}{0,90} = 20 \text{ MJ}$

Leistung des Boilers: $I = \frac{U}{R}$; $I = \frac{230 \text{ V}}{16 \Omega} = 14 \text{ A}$

$P = U \cdot I$; $P = 230 \text{ V} \cdot 14 \text{ A} = 3,2 \text{ kW}$

Benötigte Zeit:

$t = \frac{W_{\text{B}}}{P}$; $t = \frac{20 \text{ MJ}}{3,2 \text{ kW}} = 6,2 \cdot 10^3 \text{ s} (= 100 \text{ min})$

4. a) Aus $R = \frac{U}{I}$ und $P = U \cdot I$ folgt: $P = \frac{U^2}{R}$; $U^2 = P \cdot R$.

Maximale Spannung: $U^2 = 120 \text{ W} \cdot 8 \Omega$; $U = 31 \text{ V}$

Stromstärke: $I = \frac{P}{U}$; $I = \frac{120 \text{ W}}{31 \text{ V}} = 3,9 \text{ A}$

5. a) *Widerstand der Lampe:* $R = \frac{U}{I}$; $R = \frac{3,0 \text{ V}}{0,2 \text{ A}} = 15 \Omega$

b) *Länge des Drahts:* $l = \frac{R \cdot A}{\rho}$

Querschnittsfläche des Drahts: $A = \pi r^2$

$A = \pi (0,05 \text{ mm})^2 = 0,008 \text{ mm}^2$

Spezifischer Widerstand von Wolfram bei Glüh-temperatur: $\rho = 0,078 \Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1}$

Einsetzen der Werte:

$l = \frac{15 \Omega \cdot 0,008 \text{ mm}^2}{0,078 \Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1}} = 0,15 \text{ m}$

c) *Leistung:* $P = U \cdot I$; $P = 3,0 \text{ V} \cdot 0,2 \text{ A} = 0,6 \text{ W}$

d) *Energie:* $E = P \cdot t$; $E = 0,6 \text{ W} \cdot 5 \text{ h} = 3 \text{ Wh}$

Preis: 1 Wh kostet 0,5 €, 1 kWh kostet 500 €! Aus dem Haushaltsnetz kostet 1 kWh nur 0,2 €!

6. a) Numerische Auswertung s. Tabelle.

l in m	0,30	0,50	0,75	0,90	1,20	1,50
R in Ω	1,2	1,9	2,8	3,5	4,8	5,8
$\frac{R}{l}$ in $\frac{\Omega}{\text{m}}$	4,0	3,8	3,7	3,9	4,0	3,9