

Fragen und Aufgaben zum OHM'schen Gesetz und zum elektrischen Widerstand

Nenne das OHM'sche Gesetz in Worten (Klartext).

Gib die Formulierung des OHM'schen Gesetzes als Formel an. (2 Möglichkeiten)

Wie ist der elektrische Widerstand definiert?

Wie ist die Einheit des elektrischen Widerstands festgelegt?

Was versteht man unter dem "spezifischen Widerstand" eines Materials?

Wie lautet die Materialgleichung des el. Widerstands?

Welche nicht-elektrischen Größen beeinflussen den Widerstand eines Drahtes?

Was ist ein OHM'scher Leiter?

Unter welcher Bedingung verhält sich ein normaler Metalldraht als OHM'scher Leiter?

Ein Kohlestab ist unter normalen Bedingungen kein OHM'scher Leiter. Begründe diese Behauptung.

Welche Umgebung um einen Eisendraht muss man schaffen, damit er sich wie ein OHM'scher Leiter verhält?

Unter welchen Umständen ist der Glühfaden aus Wolfram in einer Glühlampe ein OHM'scher Leiter?

Was versteht man unter einem Kaltleiter?

Nenne Beispiele für Heißleiter?

Charakterisiere die Leitereigenschaften eines Kohlefadens.

Edison gilt als der Erfinder der Glühlampe. Welchen Nachteil hatten seine Glühbirnen, die einen verkohlten Bambusfaden enthielten?

Zu welcher Gruppe von elektrischen Leitern gehört Kohle?

Welche Art von Kennlinie liefern Metalldrähte in einem I-U-Diagramm?

Weshalb ist der Betriebswiderstand einer Glühlampe bedeutend höher wie der Widerstand, den man mit einem Ohmmeter feststellen kann?

Leite eine Formel her, welche die elektrische Leistung eines "Verbrauchers" in Abhängigkeit seines elektrischen Widerstands und der Stromstärke wiedergibt.

Die Leistung eines Heizgeräts hängt von dessen Betriebswiderstand und der anliegenden Spannung ab. Gib die zugehörige Größengleichung an.

Weshalb steigt der Widerstand eines Leiters mit seiner Temperatur?

Bewerte die folgenden Aussagen mit wahr (w) oder falsch(f)

Der Widerstand eines metallischen Leiters nimmt mit steigender Temperatur ab.

Der Widerstand von Kupfer hängt nicht von der Temperatur des Drahtes ab, deshalb wird Kupfer gerne als Material in Hausinstallationen genommen.

Kohle ist das einzige Material, das bei höheren Temperaturen besser leitet.

Wenn man die Temperaturzunahme des Glühfadens einer Glühbirne zulässt, dann sinkt bei gleichbleibend hoher Betriebsspannung die Stromstärke.

In welcher Weise hängt die el. Arbeit von Spannung, Stromstärke und Zeit ab?

Was genau sagt der Wert des spezifischen Widerstands eines Materials über dieses aus?

Was kann man aus der Kennlinie in einem R- ϱ -Diagramm eines Drahtes herauslesen?

Wie kann man den Zusammenhang zwischen der Querschnittsfläche und dem Widerstand eines Drahtes rechnerisch überprüfen?

Aufgaben:

0. Drei elektrische Geräte haben folgende Daten:

0.1 Ein Tauchsieder für 240,0 V Betriebsspannung hat eine Heizwendel mit 48,00 Ω Widerstand.

0.2 Durch einen starken Scheinwerfer (Glühlampe) einer Bühne in Amerika für 120,0 V Betriebsspannung fließen 10 ,00 A Strom.

0.3 In einer Viertelstunde wandelt der Warmwasserbereiter 1080 kJ elektrische Energie in innere Energie um.

Was haben diese drei elektrischen Geräte gemeinsam? Zeige die Gemeinsamkeit durch geeignete physikalische Berechnungen auf.

0. Antwort:

Alle Geräte nehmen 1200 W an Leistung auf.

1. Ein Platindraht von 0,050mm Durchmesser soll verwendet werden, um einen Widerstand von 100Ω herzustellen. Wie lang muss der Draht sein? Welche Stromstärke fließt, wenn man den Widerstand an eine Spannung von 5,00V legt?
Welche Leistung muss der Widerstand verkraften? Welche el. Energie setzt der Widerstand an einem Tag in innere Energie um?
Wie hoch ist der Materialwert des Drahts in Euro, wenn 1,00g Platin 45,86 USD kostet und der Dollarkurs bei 1,50 USD/EUR liegt.

1. Antworten (runde auf die korrekte Anzahl gültiger Stellen):

$$l = 1,83178 \text{ m}$$

$$I = 0,05000 \text{ A}$$

$$P = 0,2500 \text{ W}$$

$$W = 21.600,0 \text{ J} = 0,006000 \text{ kWh}$$

$$V = 3,590 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3$$

$$m = 0,07755 \text{ g}$$

$$\text{Preis} = 3,5564 \text{ USD} = 2,3709 \text{ EUR}$$

2. Was haben
ein 2,98 m langer Wolframdraht von 0,020 mm Durchmesser, der an einer Spannung von 230 V liegt,

ein 12,0 V betriebener Modellbaumotor, durch den ein Strom der Stärke 8,33 A fließt

und ein Tauchsieder, der in einer viertel Stunde 90,0 kJ aus dem öffentlichen Versorgungsnetz aufnimmt gemeinsam?

2. Sie setzen alle eine Leistung von 100 W um.

3. Telefonleitungen werden durch Kupferdrähte von 0,18 mm Durchmesser hergestellt. Durch einen Erdbeben wurde das Kabel beschädigt. Zwei Adern wurden so gequetscht, dass ein Kurzschluss entstand. Nachdem man eine Spannung von 3,000 V an die Enden der Adern gelegt hatte, konnte man einen Strom von 19,31 mA messen. Wie weit von der Messstelle entfernt müssen die Arbeiter graben, um auf das verletzte Stelle des Kabels zu stoßen?

3. Antworten:

$$R = 155,4 \Omega$$

$$L = 230 \text{ m} \Rightarrow \text{Entfernung} = 115 \text{ m}$$

4. Gesucht ist der spezifische Widerstand eines Materials, aus dem ein Draht von 0,25 Ohm hergestellt ist. Die Querschnittsfläche ist 2,0 mm², die Länge 17,5 m.

4. Antwort:

$$\rho = 0,0286 \Rightarrow$$

Leitungsaluminium; der Draht hat einen Durchmesser von 1,60 mm

5. Um die Leistung eines Drahtwiderstands zu verbessern, soll die Spule statt aus 9,0 m Draht von 0,800 mm Dicke mit einem Draht von 36,0 m Länge aus dem gleichen Material gewickelt werden. Wie dick muss der neue Draht sein, damit sich der Widerstandswert nicht ändert?

5. Antwort:

Bei gleichem Material ist ρ konstant. Bei 4-facher Länge muss der Querschnitt auch 4-mal so groß werden, wenn der Widerstand sich nicht ändern soll. Das heißt die Dicke muss verdoppelt werden.

6. Welche Länge muss ein 1,000 mm dicker Neusilberdraht ($\rho = 0,25 \frac{\rho \text{ mm}^2}{\text{m}}$) haben, damit bei 9,0V Spannung 1,8 A fließen?

6. Antwort:

$$R = 5,0 \Omega$$

$$d = 1,000 \text{ mm} \Rightarrow A = 0,7854 \text{ mm}^2$$

$$l = 13,09 \text{ m} \approx 13 \text{ m}$$

7. Welchen Querschnitt hat ein 1,52 km langes Kupferkabel, wenn sein Widerstand 5,33 Ω beträgt. Welche Stromstärke fließt, wenn am Kabel 60,0 V an Spannung abfallen. Wie viel elektrische Energie wird pro Tag in innere Energie umgesetzt?

7. Antworten:

$$\rho = 0,0178 \frac{\rho \text{ mm}^2}{\text{m}} \text{ (Leitungskupfer)}$$

$$A = 5,07 \text{ mm}^2$$

$$I = 11,3 \text{ A}$$

$$P = 676 \text{ W}$$

$$W_{\text{el}} = 16,2 \text{ kWh in 24 h}$$

Kosten bei 23 Ect / kWh 3,73 EUR

8. In einer 47,5 km langen Telegrafenteleleitung aus Stahldraht von 4,00 m² Querschnitt sollen 20 mA fließen. Welche Spannung ist nötig?

8. Antwort:

$$\rho = 0,13 \frac{\rho \text{ mm}^2}{\text{m}}; d = 2,26 \text{ mm}; R = 1,54 \text{ k}\Omega; 31 \text{ V (30,88V)}$$

9. Eine an 230 V angeschlossene Glühlampe führt zu einem Strom von 0,174 A in der Leitung. Welchen Widerstand hat der 0,025 mm dicke Wolframdraht des Glühfadens? Welche Leistungsangabe ist auf der Glühlampe aufgedruckt? Wie bekommt man so einen Draht in eine Glühlampe?

9. Antwort:

$$R = 11,78316 \, \Omega \text{ (runde korrekt!)}$$

$$P = 40 \text{ W}$$

Der Draht wird zu einer Wendel aufgewickelt, die wiederum ein zweites Mal zu einer Wendel gewickelt wird (Doppelwendel). Neben der Platzersparnis wird die in der Doppelwendel in innere Energie umgesetzte el. Energie nicht so schnell an die Umgebung abgeführt wodurch die Temperatur des Drahtes und damit die Lichtausbeute erhöht werden.

10. Bei einem Grundpreis von 23 Cent je kWh elektrischer Energie kostet der Betrieb einer Glühlampe während einer Zeit von 4 Tagen und 20 Stunden 2,67 Euro. Welche Stromstärke fließt im Mittel durch die Glühlampe?

10. Antwort:

$$t = 116 \text{ h}$$

$$W = 11,60869 \text{ kWh (runde korrekt!)}$$

$$P = 100 \text{ W}$$

$$I = 0,4348 \text{ A (runde korrekt!)}$$

11. Wie dick ist der 15,00 m lange Wolframdraht der Glühlampe?

11. Antwort::

$$R = 529 \, \Omega$$

$$A = 0,0016 \text{ m}^2$$

$$d = 0,04456 \text{ mm (runde korrekt!)}$$

12. Ein Motor für die Anschlussspannung 400 V bringt eine maximale Leistung von 4,3 kW bei 3000 Umdrehungen pro Minute. Welchen Nennwiderstand hat der Motor bei Vollast? Wie lang kann man den Motor für 10,00 Euro mit Baustrom (0,43 Euro pro kWh) betreiben?

12. Antwort:

$$I = 10,75 \text{ A (runde korrekt!)}$$

$$R = 37,2093 \, \Omega \text{ (runde korrekt!)}$$

$$W = 23,25581 \text{ kWh (runde korrekt!)}$$

$$t = 5,40833 \text{ h (runde korrekt!)}$$

13. Wie hoch kann bei 350 V Anodenspannung die Stromstärke des Anodenstroms in einem Verstärker mit dem Ausgangswiderstand $4,378 \text{ k}\Omega$ höchstens sein? Welche Leistung muss das Netzteil also zur Verfügung stellen?

13. Antworten:

$$I = 0,080 \text{ A}$$

$$P = 28 \text{ W}$$

14. Auf ein Isolierrohr von 2,30 cm Durchmesser sind 280 Windungen von einem 0,60 mm dicken Isabellindraht gewickelt. Draht und Isolierrohr können pro Sekunde 5,34 J an die Umgebung abgeben. Welche Spannung darf maximal am Widerstand anliegen? Wie lang muss das Isolierrohr mindestens sein?

14. Antwort:

$$l = 20,76 \text{ m}$$

$$R = 36,69 \text{ }\Omega \text{ (runde korrekt!)}$$

$$P = 5,3414 \text{ W (runde korrekt!)}$$

$$U = 14 \text{ V}$$

$$I = 0,38 \text{ A}$$

$$l_{\text{Widerstand}} = 168 \text{ mm}$$

15. Mit feuchten Händen beträgt der Widerstand des menschlichen Körpers ca. $1000 \text{ }\Omega$. Ab 50 mA sind elektrische Ströme durch den Körper gefährlich und unter Umständen tödlich. Ab welcher Spannung muss man daher besonders achtsam sein?

15. Antwort:

$$U = 50 \text{ V}$$

16. Bauer Kellermann hat sich von seinem kleinen E-Werk am Bach zum Wohnhaus eine zweiadrig Freiluft- Aluminiumleitung aus 5,0 mm dickem Kabel gelegt. Wenn die Anlage die maximale Leistung von 18,30 kW bringt, stellt er fest, dass die Spannung am Haus statt der 240 V am Generator nur noch 215 V zur Verfügung stehen. Welche Leistung steht am Haus zur Verfügung? Mit welchem Wirkungsgrad arbeitet die Zuleitung zum Haus? Wie weit ist das Haus vom E-Werk am Bach entfernt?

16. Antworten:

$$\text{Spannungsabfall bei Vollast: } U = 25 \text{ V}$$

$$\text{Stromstärke bei } 18,30 \text{ kW: } I = 76,25 \text{ A}$$

$$\text{Verlustleistung an der Leitung: } P = 1,9 \text{ kW}$$

$$\text{Leistung am Haus: } P = 16,4 \text{ kW}$$

$$\text{Wirkungsgrad: } \eta = 90 \%$$

$$\text{Widerstand der Leitung: } 0,3279 \text{ }\Omega \text{ (runde korrekt!)}$$

$$A = 19,6 \text{ mm}^2$$

$$l = 224 \text{ m} \Rightarrow \text{Entfernung Haus - E-Werk} = 112 \text{ m}$$

Spezifischer Widerstand in $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$

Aphabetisch

Aluminium rein	0,027
Leitungsaluminium	0,0287
Wismut	1,17
Blei	0,208
Cadmium	0,076
Chromnickel (80Ni, 20Cr)	1,12
Eisen	0,10
Flußstahl	0,13
Gold	0,022
Goldchrom	0,33
Graphit	8,00
Iridium	0,053
Isabellin	0,50
Kalium	0,072
Kohle, Bürsten-	40
Konstantan	0,50
Kupfer	0,0172
Leitungs-	0,0178
Magnesium	0,044
Manganin	0,43
Molybdän	0,054
Natrium	0,046
Neusilber	0,30
Nickel	0,087
Nickelin	0,43
Novokonstant	0,45
Palladium	0,11
Platin	0,107
Platin-Iridium (20%)	0,32
Platin-Rhodium (10%)	0,20
Quecksilber	0,96
Resistin	0,51
Rotguss	0,127
Silber	0,016
Wolfram	0,055
Zink	0,061
Zinn	0,11

nach Werten

Silber	0,016
Kupfer	0,0172
Leitungskupfer	0,0178
Gold	0,022
Aluminium rein	0,027
Leitungsaluminium	0,0287
Magnesium	0,044
Natrium	0,046
Iridium	0,053
Molybdän	0,054
Wolfram	0,055
Zink	0,061
Kalium	0,072
Cadmium	0,076
Nickel	0,087
Eisen	0,10
Platin	0,107
Palladium	0,11
Zinn	0,11
Rotguss	0,127
Flußstahl	0,13
Platin-Rhodium (10%)	0,20
Blei	0,208
Neusilber	0,30
Platin-Iridium (20%)	0,32
Goldchrom	0,33
Manganin	0,43
Nickelin	0,43
Novokonstant	0,45
Isabellin	0,50
Konstantan	0,50
Resistin	0,51
Quecksilber	0,96
Chromnickel (80Ni, 20Cr)	1,12
Wismut	1,17
Graphit	8,00
Kohle, Bürsten-	40