

## 6 Elektrizität

### Größen und Einheiten Elektrizität

Formelzeichen	Größe	Einheit	Beziehung zu den Basiseinheiten
$B$	magnetische Flussdichte	T	$1 \text{ T} = 1 \text{ V} \cdot \text{s}/\text{m}^2 = 1 \text{ kg}/(\text{A} \cdot \text{s}^2)$
$B$	Bandbreite	Hz	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$
$C$	elektrische Kapazität	F	$1 \text{ F} = 1 \text{ C}/\text{V} = 1 \text{ A}^2 \cdot \text{s}^4/(\text{m}^2 \cdot \text{kg})$
$d$	Verlustfaktor	1	
$d_m$	Piezomodul	V/m	$1 \text{ V}/\text{m} = 1 \text{ m} \cdot \text{kg}/(\text{A} \cdot \text{s}^3)$
$D$	elektrische Flussdichte	C/m <sup>2</sup>	$1 \text{ C}/\text{m}^2 = 1 \text{ A} \cdot \text{s}/\text{m}^2$
$E$	elektrische Feldstärke	V/m	$1 \text{ V}/\text{m} = 1 \text{ N}/\text{C}$ $= 1 \text{ m} \cdot \text{kg}/(\text{A} \cdot \text{s}^3)$
$E_p$	potentielle Energie	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}/\text{s}^2$
$E_k$	kinetische Energie	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}/\text{s}^2$
$f$	Frequenz	Hz	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$
$G$	elektrischer Leitwert	S	$1 \text{ S} = 1 \Omega^{-1}$ $= 1 \text{ A}/\text{V} = 1 \text{ A}^2 \cdot \text{s}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{kg})$
$H$	magnetische Feldstärke	A/m	
$I$	elektrische Stromstärke	A	
$J$	elektrische Stromdichte	A/m <sup>2</sup>	
$k$	Koppelfaktor	1	
$L$	Induktivität	H	$1 \text{ H} = 1 \text{ Wb}/\text{A}$ $= 1 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}/(\text{A}^2 \cdot \text{s}^2)$
$m$	elektromagnetisches Moment	A · m <sup>2</sup>	
$n$	Elektronendichte	m <sup>-3</sup>	

Formelzeichen	Größe	Einheit	Beziehung zu den Basiseinheiten
$p$	elektrisches Dipolmoment	$C \cdot m$	$1 C \cdot m = 1 A \cdot s \cdot m$
$P$	Wirkleistung	W	$1 W = 1 m^2 \cdot kg/s^3$
$Q$	elektrische Ladung	C	$1 C = 1 A \cdot s$
$Q$	Blindleistung	var	$1 var = 1 W = 1 m^2 \cdot kg/s^3$
$Q$	Gütefaktor	1	
$R$	Wirkwiderstand	$\Omega$	$1 \Omega = 1 V/A = 1 m^2 \cdot kg/(A^2 \cdot s^3)$
$S$	elektrische Scheinleistung	VA	$1 VA = 1 V \cdot A = 1 W = 1 m^2 \cdot kg/s^3$
$S$	Energiestromdichte	$W/m^2$	$1 W/m^2 = 1 kg/s^3$
$T$	Periodendauer	s	
$u$	Ionenbeweglichkeit	$m^2/(V \cdot s)$	$1 m^2/(V \cdot s) = A \cdot s^2/kg$
$U$	elektrische Spannung	V	$1 V = 1 m^2 \cdot kg/(A \cdot s^3)$
$V$	magnetische Spannung	A	
$W$	Arbeit, Energie	J	$1 J = 1 m^2 \cdot kg/s^2$
$X$	Blindwiderstand	$\Omega$	$1 \Omega = 1 m^2 \cdot kg/(A^2 \cdot s^3)$
$Y$	Scheinleitwert	S	$1 S = 1 A^2 \cdot s^3/(m^2 \cdot kg)$
$Z$	Scheinwiderstand	$\Omega$	$1 \Omega = 1 m^2 \cdot kg/(A^2 \cdot s^3)$
$\alpha$	Dämpfung	$m^{-1}$	
$\epsilon_0$	elektrische Feldkonstante	F/m	$1 F/m = 1 A \cdot s/(V \cdot m) = 1 A^2 \cdot s^4/(m^3 \cdot kg)$
$\epsilon_r$	Permittivitätszahl	1	
$\eta$	Raumladungsdichte	$C/m^3$	$1 C/m^3 = 1 A \cdot s/m^3$
$\Theta$	elektrische Durchflutung	A	
$\varkappa$	elektrische Leitfähigkeit	S/m	$1 S/m = 1 A^2 \cdot s^3/(m^3 \cdot kg)$
$\lambda$	Leistungsfaktor	1	
$A$	logarithmisches Dekrement	1	

Formelzeichen	Größe	Einheit	Beziehung zu den Basiseinheiten
$\mu_0$	magnetische Feldkonstante	H/m	$1 \text{ H/m} = 1 \text{ V} \cdot \text{s}/(\text{A} \cdot \text{m})$ $= 1 \text{ m} \cdot \text{kg}/(\text{A}^2 \cdot \text{s}^2)$
$\mu_r$	Permeabilitätszahl	1	
$\varrho$	spezifischer elektrischer Widerstand	$\Omega \cdot \text{m}$ $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	$1 \Omega \cdot \text{m} = 1 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}/(\text{A}^2 \cdot \text{s}^3)$ $1 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} = 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$
$\sigma$	Flächenladungsdichte	$\text{C}/\text{m}^2$	$1 \text{ C}/\text{m}^2 = 1 \text{ A} \cdot \text{s}/\text{m}^2$
$\tau$	Zeitkonstante	s	
$\varphi$	Phasenwinkel	rad	
$\Phi$	magnetischer Fluss	Wb	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V} \cdot \text{s} = 1 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}/(\text{A} \cdot \text{s}^2)$
$\Psi$	elektrischer Fluss	C	$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot \text{s}$
$\omega$	Kreisfrequenz	Hz	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$
$\varepsilon_{r \text{ Luft}}$	Permittivitätszahl für Luft bei 0 °C und 101,3 kPa: 1,000 58		

## 6.1 Gleichstrom

### 6.1.1 Einfacher Stromkreis

1. Welche Spannung besteht zwischen zwei um 0,5 m voneinander entfernten Punkten eines 1 mm dicken Kupferdrahtes ( $\rho = 0,0178 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ), durch den ein Strom von 6 A fließt?
2. Zwischen zwei um 6 m voneinander entfernten Punkten einer Starkstromleitung (Kupfer,  $\rho = 0,0178 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ) von  $70 \text{ mm}^2$  Querschnitt wird die Spannung 0,23 V gemessen. Welcher Strom fließt durch die Leitung?
3. Welcher Strom fließt bei vollständigem Kurzschluss durch einen Akkumulator von 2 V und  $0,05 \Omega$  Innenwiderstand?
4. Welcher Strom fließt je Volt Spannung durch einen Spannungsmesser, dessen Innenwiderstand  $30 \text{ k}\Omega$  beträgt?
5. Durch einen unbelasteten Spannungsteiler von 80 mm Länge und  $3 \text{ k}\Omega$  Gesamtwiderstand fließt ein Querstrom von 0,45 mA. Welche Spannung wird an zwei um 50 mm entfernten Punkten abgegriffen?
6. Ein Relais trägt 40 000 Wicklungen von je 82 mm mittlerer Länge aus 0,5 mm dickem Kupferdraht und liegt an einer Spannung von 60 V. Welcher Strom fließt?
7. Wickelt man von einer Spule 10 m Draht ab, so erhöht sich bei unveränderter Spannung der Strom von 1,52 A auf 1,54 A. Wie viel Meter Draht enthält die volle Spule?
8. Auf das Wievielfache nimmt der Widerstand eines Drahtes zu, wenn dieser bei unveränderter Masse auf die 10fache Länge gestreckt wird?
9. Ein  $l = 32 \text{ cm}$  langer, lückenlos bewickelter Schiebewiderstand hat den Höchstwert  $400 \Omega$ . Wie viel Windungen trägt der  $d_1 = 4 \text{ cm}$  dicke Wickelkörper und welche Dicke  $d_2$  hat der Draht? (Konstantan,  $\rho = 0,5 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )
10. Welchen Spannungsverlust verursacht die aus 5 mm dickem Kupferdraht ( $\rho = 0,0175 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ) bestehende Zuleitung zu dem 650 m vom Speisepunkt entfernten Verbraucher bei einer Belastung mit a) 25 A und b) 60 A?
11. Ein Verbraucher ist über eine 500 m vom Speisepunkt entfernte, 3 mm dicke Aluminiumleitung ( $\rho = 0,0286 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ) mit der Spannungsquelle verbunden. Bei Belastung mit  $I_1 = 5 \text{ A}$  beträgt die Klemmenspannung 189,8 V. Wie groß ist die Klemmenspannung bei Belastung mit  $I_2 = 10 \text{ A}$ ?
12. Ein Relais hat den Widerstand  $1961 \Omega$ . Die Wicklung hat den Querschnitt  $60,4 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$ , den Kupferfüllfaktor 0,65 und den Innendurchmesser 10 mm. Wie viel Windungen enthält die Spule und welchen Nettodurchmesser hat der Draht?

13. (Bild 6.1.1) Auf einen  $d_1 = 20$  mm dicken Kern soll aus  $d_2 = 0,2$  mm dickem Kupferdraht ( $\rho = 0,0175 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ) eine aus 15 000 Windungen bestehende Spule gewickelt werden, deren Widerstand  $1000 \Omega$  beträgt. Welche Wickelbreite  $b$  und Wickelhöhe  $h$  erhält die Spule bei einem Kupferfüllfaktor von 0,6?

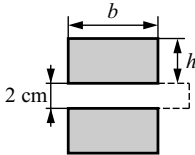


Bild 6.1.1

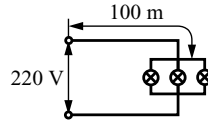


Bild 6.1.2

14. (Bild 6.1.2) Drei Lampen (je  $240 \Omega$  Widerstand) sind über eine 100 m lange (Einfachlänge), 1,5 mm dicke Aluminiumleitung mit  $\rho = 0,0286 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  an eine Spannung von 230 V angeschlossen. Wie groß ist die Brennspannung der Lampen und um wie viel erhöht sie sich, wenn eine bzw. zwei Lampen abgeschaltet werden?

15. An einem Akkumulator, dessen Quellenspannung 6,2 V beträgt, wird bei Entnahme eines Stromes von  $I_1 = 5$  A die Klemmenspannung  $U_K = 6,1$  V gemessen. Wie groß sind Klemmenspannung und innerer Widerstand bei Entnahme von  $I_2 = 20$  A?

16. Wie groß sind der innere Widerstand und die Quellenspannung einer Spannungsquelle, wenn die Klemmenspannung bei Entnahme von  $I_1 = 12$  A bzw.  $I_2 = 25$  A die Werte  $U_{K1} = 24,6$  V bzw.  $U_{K2} = 24,3$  V annimmt?

17. Von einer Steckdose, an der  $U = 224$  V gemessen werden, führt eine  $l = 26$  m lange (Einfachlänge), 2 mm dicke Aluminiumleitung mit  $\rho = 0,0286 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  zu einem Küchenherd, der den Strom  $I = 12$  A aufnimmt. Welche Spannung liegt am Küchenherd?

18. Eine Autobatterie, deren Quellenspannung 12 V und innerer Widerstand  $0,01 \Omega$  beträgt, wird bei Nachtfahrt mit a) 15 A und b) bei zusätzlicher Betätigung des Anlassers mit 130 A belastet. Wie groß sind die Klemmenspannungen?

19. Die Klemmenspannung einer Batterie hat bei einem äußeren Widerstand  $R_{a1} = 17 \Omega$  den Betrag 4,4 V und bei  $R_{a2} = 9 \Omega$  den Betrag 4,3 V. Wie groß sind Quellenspannung und innerer Widerstand?

20. Ein Gleichstromgenerator mit der Quellenspannung 120 V und dem Innenwiderstand  $0,04 \Omega$  ist über eine 80 m lange (Einfachlänge) und 1 mm dicke Kupferleitung mit zwei parallel geschalteten Verbrauchern von  $20 \Omega$  bzw.  $28 \Omega$  verbunden. Von welchem Strom werden diese durchflossen und

wie groß ist die Klemmenspannung am Generator sowie an den Verbrauchern?

**21.** (Bild 6.1.3) Jedes der angegebenen Schaltelemente hat die Quellenspannung  $U_Q$ , von den Widerständen haben drei den Wert  $R$ , einer den Wert  $2R$ . Wie groß ist die Spannung zwischen den Punkten  $A$  und  $B$ ?

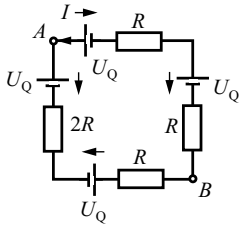


Bild 6.1.3

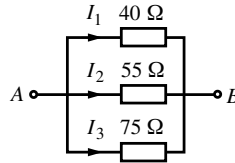


Bild 6.1.4

**22.** (Bild 6.1.4) Wie groß sind die Ströme  $I_1 \dots I_3$ , wenn an den Klemmen  $A$  und  $B$  die Spannung  $65 \text{ V}$  liegt?

**23.** (Bild 6.1.5) Jeder der angegebenen Widerstände beträgt  $50 \Omega$ . Von welchen Strömen werden sie durchflossen, wenn die Spannung zwischen  $A$  und  $B$   $125 \text{ V}$  beträgt?

**24.** (Bild 6.1.6) Vier Lämpchen zu je  $R = 36 \Omega$  sind über einen Vorschaltwiderstand von  $R_v = 9 \Omega$  an eine  $12\text{-V}$ -Batterie angeschlossen. Auf welchen Wert ist der Widerstand einzuregeln, wenn bei Ausfall eines Lämpchens die Stromstärke der übrigen so groß wie vorher bleiben soll?

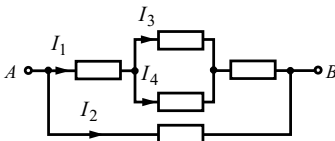


Bild 6.1.5

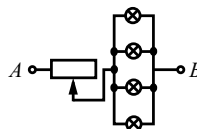


Bild 6.1.6

**25.** Ein Drehspulinstrument mit dem Innenwiderstand  $R_i = 3 \Omega$ , das bei  $30 \text{ mA}$  voll ausschlägt, soll als Spannungsmesser für einen Messbereich von a)  $3 \text{ V}$ , b)  $10 \text{ V}$  und c)  $100 \text{ V}$  dienen. Welchen Wert muss der erforderliche Vorschaltwiderstand jeweils haben?

**26.** Schaltet man ein Drehspulinstrument in Reihe mit einem Widerstand von  $50 \Omega$  bzw.  $60 \Omega$ , so zeigt es einen Strom von  $85,7 \text{ mA}$  bzw.  $72,0 \text{ mA}$  an. Wie groß sind der Widerstand des Instrumentes und die angelegte Spannung?

### 6.1.2 Widerstandsnetzwerke

27. (Bild 6.1.7) Wie groß muss  $R_2$  gewählt werden, wenn  $R_1 = 750 \Omega$  ist und der Gesamtwiderstand  $R_g = 350 \Omega$  betragen soll?

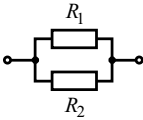


Bild 6.1.7

28. (Bild 6.1.8) Berechnen Sie den Gesamtwiderstand zwischen den Punkten  $A$  und  $B$ , wenn jeder Einzelwiderstand  $3 \Omega$  beträgt.

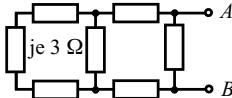


Bild 6.1.8

29. (Bild 6.1.9) Berechnen Sie den Gesamtwiderstand zwischen den Punkten  $A$  and  $B$ .

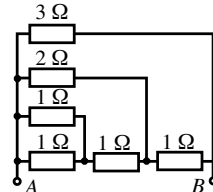


Bild 6.1.9

30. (Bild 6.1.10) Wie groß muss der Widerstand  $R_x$  gewählt werden, damit der Gesamtwiderstand zwischen den Klemmen  $A$  und  $B$  den Betrag  $R_{AB} = 7 \Omega$  hat?

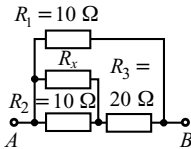


Bild 6.1.10

31. Innerhalb welcher Grenzen lässt sich der Gesamtwiderstand von Aufgabe 30 bei beliebiger Wahl von  $R_x$  ändern?

32. Schaltet man zu einem Widerstand  $R_1$  einen zweiten  $R_2$  parallel, so beträgt der Gesamtwiderstand nur noch  $R_1/5$ . Wie groß ist das Verhältnis  $R_1/R_2$ ?

33. Zwei Widerstände ergeben in Reihenschaltung den 6fachen Wert wie in Parallelschaltung. In welchem Verhältnis  $R_1/R_2 = x$  stehen sie zueinander?

34. (Bild 6.1.11) Von einem geraden Stück Draht der Länge  $l$  wird ein Stück  $x$  abgeschnitten und der Länge nach mit dem Rest verlötet. Wie lang muss das Stück  $x$  sein, wenn der Widerstand nunmehr den halben Wert haben soll?

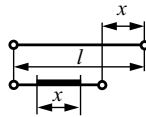


Bild 6.1.11

35. Ein gerades Stück Draht vom Widerstand  $R$  wird zu einem quadratischen Rahmen zusammengelötet. Den wievielten Teil von  $R$  beträgt der Widerstand zwischen den Endpunkten einer Quadratseite?

36. Ein gerades Stück Draht vom Widerstand  $R$  wird zu einem Rechteck gebogen und zusammengelötet. In welchem Verhältnis stehen die Rechteckseiten zueinander, wenn der Widerstand zwischen den Endpunkten einer Rechteckseite  $R/8$  beträgt?

37. Zwei Widerstände von  $200\ \Omega \cdot (1 \pm 10\ \%)$  bzw.  $500\ \Omega \cdot (1 \pm 10\ \%)$  sind parallel geschaltet. Wie groß sind der Gesamtwiderstand und die dazugehörige Toleranz?

38. (Bild 6.1.12) Zwei gleichmäßig bewickelte Schiebewiderstände von je  $0,2\ \text{m}$  Länge und  $R_1 = 200\ \Omega$  bzw.  $R_2 = 500\ \Omega$  sind je zur Hälfte eingeschaltet und liegen parallel. Um wie viel ist der Abgriff des unteren Widerstandes zu verschieben, wenn der obere um  $40\ \text{mm}$  nach rechts verschoben wird und der Gesamtstrom sich dabei nicht ändern soll?

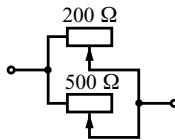


Bild 6.1.12

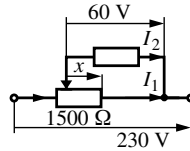


Bild 6.1.13

39. (Bild 6.1.13) An einem Spannungsteiler von  $R = 1,5\ \text{k}\Omega$  Gesamtwiderstand wird die Spannung  $U_1 = 60\ \text{V}$  abgegriffen, wobei der vom Verbraucher entnommene Strom  $I_2 = 0,15\ \text{A}$  beträgt. Welcher Bruchteil  $x$  der Länge des Spannungsteilers liegt dem Verbraucher parallel und mit welchen Strömen  $I$  und  $I_1$  werden die beiden Teilabschnitte belastet, wenn die Gesamtspannung  $U = 230\ \text{V}$  beträgt?

40. Der Messbereich  $I_1 = 20\ \text{mA}$  eines Strommessers soll durch Parallelschalten eines Widerstandes (Shunt) auf a)  $I = 200\ \text{mA}$ , b)  $I = 1\ \text{A}$  und c)  $I = 10\ \text{A}$  erweitert werden. Welche Widerstandswerte müssen die Shunts aufweisen, wenn der Widerstand des Instrumentes einschl. der Anschlusskabel  $R_i = 3\ \Omega$  beträgt?

41. Zu einem Strommesser, dessen Innenwiderstand  $R_i = 1\ \Omega$  beträgt, werden nacheinander Widerstände (Shunts) von a)  $0,2\ \Omega$ , b)  $0,012\ 66\ \Omega$  und c)  $0,004\ 02\ \Omega$  parallel geschaltet. Auf den wievielfachen Wert erhöht sich dadurch der Messbereich?

42. Der Zeiger eines Strommessers, dessen Innenwiderstand  $24\ \Omega$  beträgt, schlägt bei  $84\ \text{mA}$  voll aus. Welchen Wert muss ein Nebenwiderstand haben, wenn dem Vollausschlag  $100\ \text{mA}$  entsprechen sollen?

43. Durch Parallelschalten eines Widerstandes von  $28\ \Omega$  wird der Messbereich eines Strommessers von  $5,6\ \text{A}$  auf  $6\ \text{A}$  korrigiert. Wie groß ist sein Innenwiderstand?



### 6.1.3 Arbeit und Leistung des elektrischen Stromes

44. Wie viel Lampen von je 40 W dürfen bei 125 V Spannung höchstens gleichzeitig brennen, wenn die Leitung mit 6 A abgesichert ist?
45. Wie viel Watt verbraucht eine Lampe (100 W/230 V), wenn die Netzspannung nur 190 V beträgt und ihr Widerstand als konstant angenommen wird?
46. Welche elektrische Wirkleistung wird vergeudet, wenn man ein für  $U_1 = 125$  V bestimmtes Gerät mit dem Verbrauch 850 W über einen passenden Vorschaltwiderstand an das 230-Volt-Netz anschließt?
47. Ein Zähler macht je kWh 1 800 Umdrehungen. Welche Wirkleistung verbrauchen die angeschlossenen Geräte, wenn er in einer Minute 117 Umdrehungen ausführt?
48. Zwei in einer Raumheizung eingebaute Heizkörper geben in Reihe 1 kW und parallel geschaltet 5 kW ab. Welche Leistungen werden abgegeben, wenn jeder Heizkörper einzeln eingeschaltet wird?
49. In welchem Verhältnis stehen zwei Widerstände zueinander, die bei gleicher Spannung in Parallelschaltung die 6fache Wirkleistung wie in Reihenschaltung verbrauchen?
50. Die Beträge zweier Widerstände verhalten sich wie  $R_1 : R_2 = 1 : 5,83$ . In welchem Verhältnis stehen die Wirkleistungen zueinander, wenn die Widerstände parallel zueinander geschaltet werden?
51. Zwei für  $U_1 = 125$  V bestimmte Lampen von  $P_1 = 40$  W bzw.  $P_2 = 100$  W werden in Reihe an  $U_2 = 230$  V angeschlossen. Welche Wirkleistungen nehmen sie bei unverändert angenommenem Widerstand auf?
52. Eine Lampe für  $U_1 = 4$  V und  $P_1 = 6$  W soll in Reihe mit einem elektrischen Heizkörper an das 230-V-Netz angeschlossen werden, wobei sie normal brennen soll. Welche Wirkleistung muss der Heizkörper bei voller Spannung von 230 V bzw. bei vorgeschalteter Lampe aufnehmen?
53. Ein frisch geladener Akkumulator der Kapazität 75 Ah speist bei einer Klemmenspannung von 6,3 V 2,5 Stunden lang zwei Lampen zu je 32 W und 3 Stunden lang 6 Lampen zu je 6,5 W. Welche elektrische Ladung verbleibt, wenn die Spannung als konstant angenommen wird?
54. Ein Motor von 25 kW Wirkleistung und der Klemmenspannung 450 V wird über eine 250 m lange (einfache Länge) Kupferleitung von 4 mm Durchmesser gespeist. Wie viel Prozent der abgegebenen Wirkleistung gehen in der Leitung verloren? ( $\rho = 0,0178 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )
55. Wie dick muss der Leitungsdraht mindestens sein, wenn der Übertragungsverlust in Aufgabe 54 5 % nicht überschreiten soll?

- 56.** Die Wirkleistung eines elektrischen Gerätes sinkt infolge Unterspannung im Netz um 18 %. Um wie viel Prozent liegen Spannung und Strom unter ihrem Sollwert?
- 57.** Beim Anschluss eines elektrischen Heizkörpers an das 230-V-Netz über eine Kupferleitung ( $\varrho = 0,0178 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ) von 10 m Einfachlänge und  $1,5 \text{ mm}^2$  Querschnitt sinkt die Spannung um  $\Delta U = 2,5 \text{ V}$ . Welche Leistung verbraucht der Heizkörper?
- 58.** Erhöht sich die an einem Heizgerät vom Widerstand  $15 \Omega$  liegende Spannung um 3 V, so nimmt die Wirkleistung um 92,6 W zu. Wie groß sind ursprüngliche Spannung und Wirkleistung?
- 59.** Der Heizdraht eines Warmwasserspenders für 230 V/2,2 kW wird bei einer Reparatur um 1/10 seiner Länge verkürzt. Wie ändern sich Leistung und Stromstärke?
- 60.** In einem Wohnhaus werden täglich 5 Stunden lang 80 m Kupferleitungsdraht ( $\varrho = 0,0178 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ) vom Strom 4,5 A durchflossen. Wie viel Kilowattstunden werden jährlich eingespart, wenn Draht von  $1,5 \text{ mm}^2$  Querschnitt anstelle eines Querschnittes von  $0,75 \text{ mm}^2$  verlegt wird?
- 61.** Aus einem Schacht sind stündlich  $3,2 \text{ m}^3$  Wasser aus 600 m Tiefe zu fördern. Wie viel Kilowatt nimmt der Antriebsmotor auf, wenn der Wirkungsgrad des Motors 0,95 und der der Pumpe 0,75 beträgt?
- 62.** Für eine Projektionslampe von  $P_1 = 150 \text{ W}$  und  $U_1 = 60 \text{ V}$  soll zum Anschluss an 125 V ein Vorschaltwiderstand aus 0,4 mm dickem Konstantandraht ( $\varrho = 0,5 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ) gewickelt werden. Wie viel Meter Draht sind erforderlich und welche Wirkleistung  $P_2$  verbraucht der Widerstand?
- 63.** Welche Temperaturänderung erfährt eine 100 m lange und 1,2 mm dicke Kupferleitung, die eine Stunde lang von 6 A durchflossen wird, wenn keine Wärme nach außen abgegeben wird?  
[Spezifischer Widerstand  $0,02 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ , Dichte  $8,93 \cdot 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$ , spezifische Wärmekapazität  $0,39 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ]
- 64.** Durch eine 1 mm dicke Kupferleitung mit eingeschalteter Schmelzsicherung (0,2 mm dicker Silberdraht) fließt ein Kurzschlussstrom von 25 A.  
a) Wie lange dauert es, bis die Sicherung zu schmelzen beginnt, und  
b) welche Temperatur hat die Leitung bis dahin angenommen?  
Silber:  $c_1 = 0,23 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ,  $\varrho_1 = 0,016 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ,  
Dichte  $\varrho'_1 = 10,5 \cdot 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$ , Schmelzpunkt  $961 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  
Kupfer:  $c_2 = 0,39 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ,  $\varrho_2 = 0,0178 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ,  
Dichte  $\varrho'_2 = 8,93 \cdot 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$ , Anfangstemperatur  $20 \text{ }^\circ\text{C}$
- 65.** Am Eingang einer  $l = 200 \text{ m}$  langen Doppelleitung (Kupferdraht 1 mm) liegt eine Spannung von  $U = 230 \text{ V}$ , am Ende sind drei Lampen von je

$P_1 = 100 \text{ W}$  angeschlossen. Wie groß ist die Brennspannung der Lampen und um wie viel sinkt diese Verbraucherspannung, wenn außerdem noch ein Heizgerät der Wirkleistung  $P_2 = 800 \text{ W}$  angeschlossen wird?

66. (Bild 6.1.14) Die Lampen  $L_1$  (je  $P_1 = 40 \text{ W}$ ) und  $L_2$  (je  $P_2 = 60 \text{ W}$ ) leuchten bei  $U_1 = 110 \text{ V}$  normal. Wie viel Watt nehmen sie bei  $U_2 = 230 \text{ V}$  auf und welche Spannung besteht zwischen den Punkten 1 und 2 bei konstantem Lampenwiderstand?

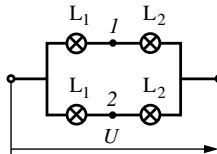


Bild 6.1.14

67. Welche Wirkleistung nehmen die in Aufgabe 66 dargestellten Lampen auf, wenn die Punkte 1 und 2 kurzgeschlossen werden?

## 6.2 Elektrisches Feld

1. Welcher Strom fließt aus einem Elektrometer mit der Kapazität  $25 \text{ pF}$  ab, wenn es anfänglich eine Spannung von  $60 \text{ V}$  anzeigt, die innerhalb von  $24 \text{ s}$  auf  $42 \text{ V}$  abfällt?

2., 3., 4. Es ist die Gesamtkapazität der auf den Bildern 6.2.1 bis 6.2.3 angegebenen Schaltungen zu berechnen.

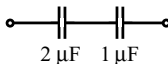


Bild 6.2.1

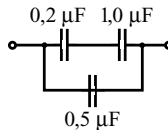


Bild 6.2.2

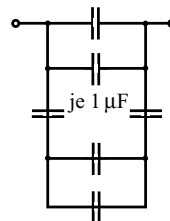


Bild 6.2.3

5. Die Gesamtkapazität  $C$  der auf Bild 6.2.4 angegebenen Schaltung beträgt  $5,2 \mu\text{F}$ . Wird  $C_2$  infolge Durchschlages kurzgeschlossen, so ist die Gesamtkapazität  $C' = 6 \mu\text{F}$ . Wird dagegen  $C_1$  kurzgeschlossen, so ist die Gesamtkapazität  $C'' = 7 \mu\text{F}$ . Welche Werte haben  $C_1$ ,  $C_2$  und  $C_3$ ?

6. Welche Ladung enthält ein auf  $230 \text{ V}$  geladener Kondensator von  $1,5 \mu\text{F}$ ?