

Übungsblatt E-Lehre

Arbeit, Energie, Leistung, Wirkungsgrad

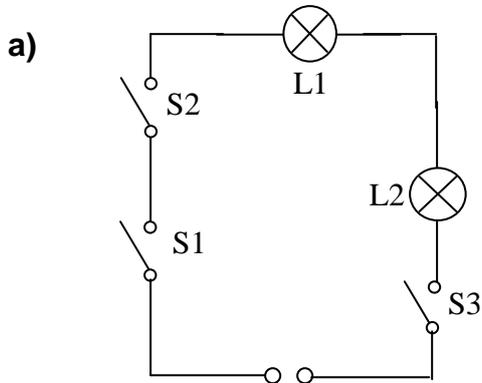
- Ein Wasserkocher trägt die Aufschrift 230 V / 1,2 kW.
 - Welche Stromstärke fließt, wenn der Wasserkocher eingeschaltet ist?
 - Welchen Widerstand (in $k\Omega$) besitzt der Wasserkocher ?
 - Welchen Energie (in J) wird umgewandelt, wenn der Wasserkocher 6 min in Betrieb ist?
 - Welche Kosten entstehen dabei bei einem Preis von 0,14 €/ kWh.
- Ein elektrischer Eierkocher (230 V; 800 W) ist 5,5 min in Betrieb. Wie hoch sind die Kosten hierfür (Strompreis: 14ct / kWh)? Kann gleichzeitig ein elektrischer Heizofen (230 V; 3000 W) eingeschaltet werden, wenn der betreffende Stromkreis mit einer 16-Ampere Sicherung abgesichert ist (*Begründe deine Antwort durch Rechnung*)?
- Darf ein 100-Ohm Widerstand, der für eine Belastbarkeit bis 300 W gebaut ist, an die Netzspannung von 230 V angeschlossen werden (*Begründe deine Antwort durch Rechnung*)?
- Eine elektrische Pumpe für einen Swimmingpool ist täglich von 10:00 Uhr vormittags bis 18:00 Uhr abends eingeschaltet. Ihr Betrieb während der Badesaison (5 Monate zu je 30 Tagen) kostet bei einem Strompreis von 15 ct / kWh 153,5 €. Berechne die Leistung der Pumpe.

Spezifischer Widerstand

- Welchen Widerstand besitzt eine 25 km lange und Leitung mit einem Durchmesser von $d = 8$ mm, wenn die Leitung aus
 - Kupfer ($\rho = 0,017 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$)
 - Aluminium ($\rho = 0,032 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$)
 besteht?
 ($A_{\text{Kreis}} = r^2 \cdot \pi$)
- Ein Eisenkabel ($\rho = 0,10 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$) ist 0,80 km lang und hat einen Widerstand von 5,12 Ω . Berechne die Querschnittsfläche dieses Kabels und gib dessen Durchmesser an.

Parallel- und Reihenschaltung

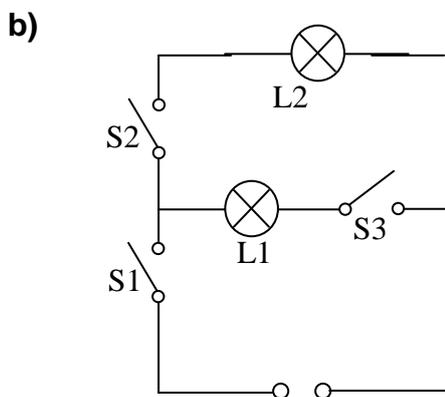
1. Entscheide, ob es sich bei den Schaltungen um eine Parallel- oder Reihenschaltung handelt.
2. Welche Schalter (S1, S2, S3) müssen geschlossen sein, damit jeweils die erste Lampe (L1) bzw. die zweite Lampe (L2) leuchtet.



Es handelt sich um eine

Die Lampe L1 leuchtet, wenn der (die) Schalter geschlossen wird (werden).

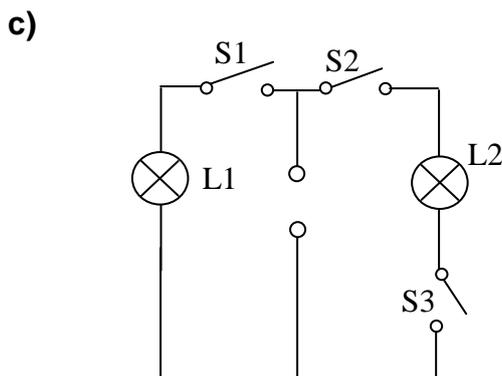
Die Lampe L2 leuchtet, wenn der (die) Schalter geschlossen wird (werden).



Es handelt sich um eine

Die Lampe L1 leuchtet, wenn der (die) Schalter geschlossen wird (werden).

Die Lampe L2 leuchtet, wenn der (die) Schalter geschlossen wird (werden).



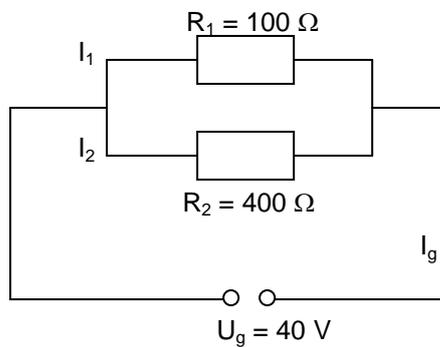
Es handelt sich um eine

Die Lampe L1 leuchtet, wenn der (die) Schalter geschlossen wird (werden).

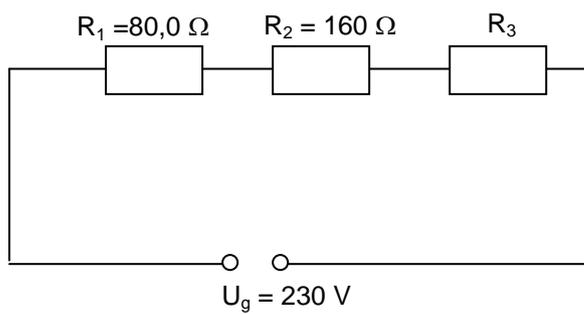
Die Lampe L2 leuchtet, wenn der (die) Schalter geschlossen wird (werden).

Parallel- und Reihenschaltung von Widerständen

- a) Berechne bei folgender Schaltung: R_g , I_1 , I_2 , I_g , und die Leistungen P_1 und P_2 der beiden Widerstände R_1 und R_2



- b) Berechne bei folgender Schaltung die Stromstärke I und den Widerstand R_3 , wenn bei R_3 ein Spannungsabfall von 50 V ist.



Übungsblatt E-Lehre (Lösungen)

Arbeit, Energie, Leistung, Wirkungsgrad

1. Ein Wasserkocher trägt die Aufschrift 230 V / 1,2 kW.

a) Welche Stromstärke fließt, wenn der Wasserkocher eingeschaltet ist?

Lösung:

$$P = U \cdot I; \quad I = \frac{P}{U} = \frac{1200 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \mathbf{5,22 \text{ A}}$$

b) Welchen Widerstand (in kΩ) besitzt der Wasserkocher ?

Lösung:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{230 \text{ V}}{5,22 \text{ A}} = \mathbf{44,1 \Omega = 0,0441 \text{ k}\Omega}$$

c) Welchen Energie (in J) wird umgewandelt, wenn der Wasserkocher 6 min in Betrieb ist?

Lösung:

$$6 \text{ min} = 6 \cdot 60 = 360 \text{ s}$$

$$W_{\text{el}} = P \cdot t; \quad W_{\text{el}} = 1200 \text{ W} \cdot 360 \text{ s} = \mathbf{432000 \text{ J}}$$

d) Welche Kosten entstehen dabei bei einem Preis von 0,14 €/ kWh.

Lösung:

$$432000 \text{ Ws} = 432 \text{ kWs} = \frac{432}{3600} = \mathbf{0,12 \text{ kWh};}$$

$$\text{Kosten: } 0,12 \text{ kWh} \cdot 0,14 \text{ €/kWh} = \mathbf{0,017 \text{ €}}$$

2. Ein elektrischer Eierkocher (230 V; 800 W) ist 5,5 min in Betrieb. Wie hoch sind die Kosten hierfür (Strompreis: 14ct / kWh)? Kann gleichzeitig ein elektrischer Heizofen (230 V; 3000 W) eingeschaltet werden, wenn der betreffende Stromkreis mit einer 16-Ampere Sicherung abgesichert ist (*Begründe deine Antwort durch Rechnung*)?

Lösung:

Geg: $U = 230 \text{ V}$; $P_1 = 800 \text{ W}$; $t = 5,5 \text{ min}$; Strompreis: 14 ct/kWh; $P_2 = 3000 \text{ W}$;

$I_{\text{Sicherung}} = 16 \text{ A}$

Ges: I_{ges} ;

Zeit in Sekunden: $5,5 \text{ min} = 330 \text{ s}$

$$W_{\text{el}} = P \cdot t = 800 \text{ W} \cdot 330 \text{ s} = \mathbf{264000 \text{ Ws (J)}} = 264 \text{ kWs} = \frac{264}{3600} = \mathbf{0,0733 \text{ kWh}}$$

$$0,0733 \text{ kWh} \cdot 14 \text{ ct/kWh} = \mathbf{1,0 \text{ ct}} \quad \mathbf{A: \text{Kosten sind 1,0 ct.}}$$

$$P = U \cdot I; \quad I_1 = \frac{P_1}{U} = \frac{800 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 3,48 \text{ A} \quad I_2 = \frac{P_2}{U} = \frac{3000 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 13,04 \text{ A}$$

$$I_{\text{ges}} = 3,48 \text{ A} + 13,04 \text{ A} = \mathbf{16,52 \text{ A}}$$

A: Nein, der Heizofen kann nicht mehr zusätzlich eingeschaltet werden!

3. Darf ein 100-Ohm Widerstand, der für eine Belastbarkeit bis 300 W gebaut ist, an die Netzspannung von 230 V angeschlossen werden (*Begründe deine Antwort durch Rechnung*)?

Lösung:

Geg: $U = 230 \text{ V}$; $R = 100 \Omega$; $P = 300 \text{ W}$;

Ges: P

$$U = R \cdot I \text{ (Ohmsches Gesetz)}$$

$$P = U \cdot I \text{ (Leistungsformel);}$$

$$\text{Strom im Stromkreis: } I = \frac{U}{R} = \frac{230 \text{ V}}{100 \Omega} = \mathbf{2,3 \text{ A}}$$

Tatsächliche Leistung: $P = 230 \text{ V} \cdot 2,3 \text{ A} = \mathbf{529 \text{ W}}$ **A:** Der Widerstand darf nicht angeschlossen werden.

4. Eine elektrische Pumpe für einen Swimmingpool ist täglich von 10:00 Uhr vormittags bis 18:00 Uhr abends eingeschaltet. Ihr Betrieb während der Badesaison (5 Monate zu je 30 Tagen) kostet bei einem Strompreis von 15 ct / kWh 153,5 €. Berechne die Leistung der Pumpe.

Lösung:

Geg: Zeit = 8 h; 5 Monate zu je 30 Tagen; Strompreis: 15ct /kWh; Kosten: 153,5€

Ges: P ;

Berechnung der el. Arbeit aus dem Gesamtpreis und dem Preis pro kWh:

$$W_{el} = \frac{153,5 \text{ €} \cdot \text{kWh}}{0,15 \text{ €}} = \mathbf{1023,33 \text{ kWh}};$$

Berechnung der Arbeitsstunden:

$$\text{Arbeitszeit: } t = 8 \text{ h/Tag} \cdot 30 \text{ Tage} \cdot 5 = \mathbf{1200 \text{ h}}$$

Berechnung: der Leistung:

$$W_{el} = P \cdot t \quad P = \frac{W_{el}}{t} = \frac{1023,33 \text{ kWh}}{1200 \text{ kWh}} = \mathbf{0,853 \text{ kW}} \quad \text{A: Die Leistung der Pumpe beträgt } \mathbf{853 \text{ W}}.$$

Spezifischer Widerstand

1. Welchen Widerstand besitzt eine 25 km lange und Leitung mit einem Durchmesser von $d = 8 \text{ mm}$, wenn die Leitung aus

a) Kupfer ($\rho = 0,017 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$) b) Aluminium ($\rho = 0,032 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$) besteht?

$$(A_{\text{Kreis}} = r^2 \cdot \pi)$$

$$\text{Lösung: } A = (4\text{mm})^2 \cdot \pi = 50,27 \text{ mm}^2; \quad \mathbf{a) } R = \rho_{\text{Cu}} \cdot \frac{l}{A} = 0,017 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{25000 \text{ m}}{50,27 \text{ mm}^2} = \mathbf{8,45 \Omega}$$

$$\mathbf{b) } R = \rho_{\text{Al}} \cdot \frac{l}{A} = 0,032 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{25000 \text{ m}}{50,27 \text{ mm}^2} = \mathbf{15,91 \Omega}$$

2. Ein Eisenkabel ($\rho = 0,10 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$) ist 0,80 km lang und hat einen Widerstand von

5,12 Ω . Berechne die Querschnittsfläche dieses Kabels und gib dessen Durchmesser an (*Beide Ergebnisse auf 2 Stellen nach dem Komma runden*).

Lösung:

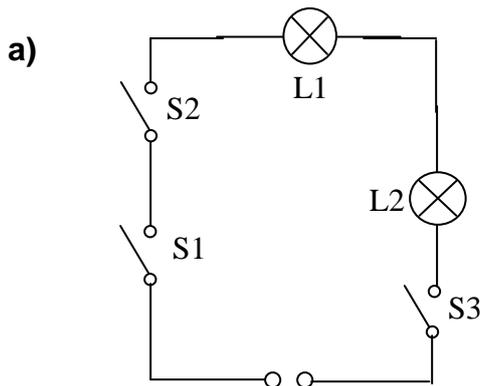
$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} \quad | \cdot A \quad R \cdot A = \rho \cdot l \quad | : R \quad A = \frac{\rho \cdot l}{R} = \frac{0,10 \Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot 800 \text{ m}}{5,12 \Omega \cdot \text{m}} = \mathbf{15,63 \text{ mm}^2}$$

$$A_{\text{Kreis}} = r^2 \cdot \pi; \quad r^2 = \frac{A}{\pi}; \quad r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{15,63 \text{ mm}^2}{\pi}} = 2,23 \text{ mm};$$

A: Der Durchmesser beträgt 4,46 mm.

Parallel- und Reihenschaltung

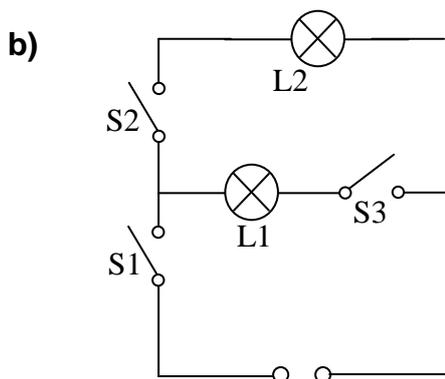
- Entscheide, ob es sich bei den Schaltungen um eine Parallel- oder Reihenschaltung handelt.
- Welche Schalter (S1, S2, S3) müssen geschlossen sein, damit jeweils die erste Lampe (L1) bzw. die zweite Lampe (L2) leuchtet.



Es handelt sich um eine **Reihenschaltung**

Die Lampe L1 leuchtet, wenn der (die) Schalter **S1, S2 und S3** geschlossen wird (werden).

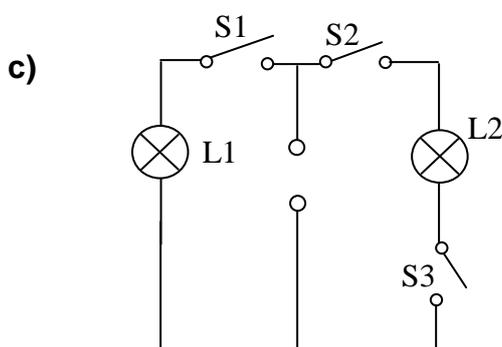
Die Lampe L2 leuchtet, wenn der (die) Schalter **S1, S2 und S3** geschlossen wird (werden).



Es handelt sich um eine **Parallelschaltung**

Die Lampe L1 leuchtet, wenn der (die) Schalter **S1 und S3** geschlossen wird (werden).

Die Lampe L2 leuchtet, wenn der (die) Schalter **S1 und S2** geschlossen wird (werden).



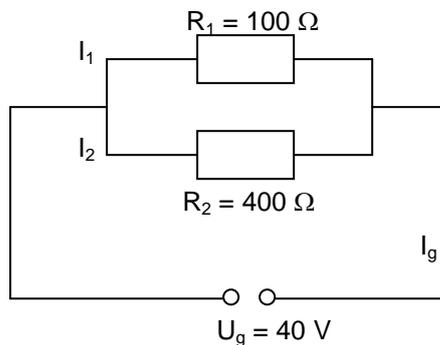
Es handelt sich um eine **Parallelschaltung**

Die Lampe L1 leuchtet, wenn der (die) Schalter **S1** geschlossen wird (werden).

Die Lampe L2 leuchtet, wenn der (die) Schalter **S2 und S3** geschlossen wird (werden).

Parallel- und Reihenschaltung von Widerständen

- a) Berechne bei folgender Schaltung: R_g , I_1 , I_2 , I_g , und die Leistungen P_1 und P_2 der beiden Widerstände R_1 und R_2

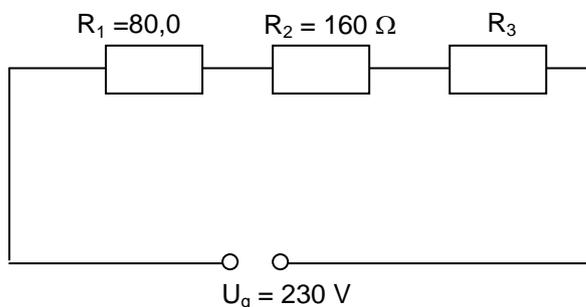


$$\frac{1}{R} = \frac{1}{100 \Omega} + \frac{1}{400 \Omega}; \quad R = \frac{1}{\frac{1}{100 \Omega} + \frac{1}{400 \Omega}} = 80,0 \Omega; \quad I_g = \frac{40V}{80,0 \Omega} = 0,50 A$$

$$I_1 = \frac{40V}{100 \Omega} = 0,40 A \quad I_2 = \frac{40V}{400 \Omega} = 0,10 A \quad (\text{oder: } I_2 = I_g - I_1; \quad I_2 = 0,50 A - 0,40 A = 0,10 A)$$

$$P_1 = 40V \cdot 0,40 A = 16 W \quad P_2 = 40V \cdot 0,10 A = 4 W$$

- b) Berechne bei folgender Schaltung die Stromstärke I und den Widerstand R_3 , wenn bei R_3 ein Spannungsabfall von 50 V ist.



$$R_{12} = 80,0 \Omega + 160 \Omega = 240 \Omega; \quad \text{Spannungsabfall } U_{12} = 230 V - 50 V = 180 V;$$

$$\text{Stromstärke: } I = \frac{180V}{240 \Omega} = 0,750 A \quad \text{Widerstand } R_3: \quad R_3 = \frac{50V}{0,750 A} = 67 \Omega$$

