

**A1** ● Die geladene CD übt Kräfte auf die Ladung der Papierstücke aus. Ist die CD positiv geladen, so wird negative Ladung des Papiers etwas zur CD hin verschoben. Folglich erscheint das Papier aus Richtung der CD wie ein negativ geladenes Papier. Es wird von der CD angezogen, berührt die CD, lädt sich dabei positiv auf und wird anschließend abgestoßen, weil es nun gleichnamige Ladung trägt. Das Papier fällt auf den Tisch, entlädt sich dabei. Der Vorgang wiederholt sich, bis die CD so weit entladen ist, dass die Anziehungskraft nicht mehr ausreicht, die Papierstückchen zu heben.

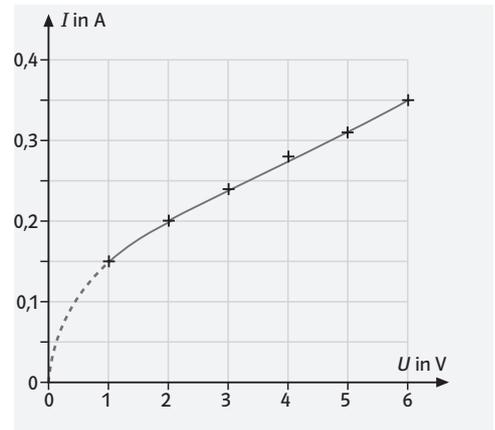
**A2** ● Alle drei Stoffe sind gleich geladen, also negativ.

**A3** ● Elektrische Ladung wird erst durch (einheitliche) Bewegung zum elektrischen Strom. (Analogie Luft – Wind: Was macht der Wind wenn er nicht weht?)

**A4** ● Das Spannungsmessgerät (Voltmeter) muss parallel zu den beiden Messpunkten geschaltet werden.

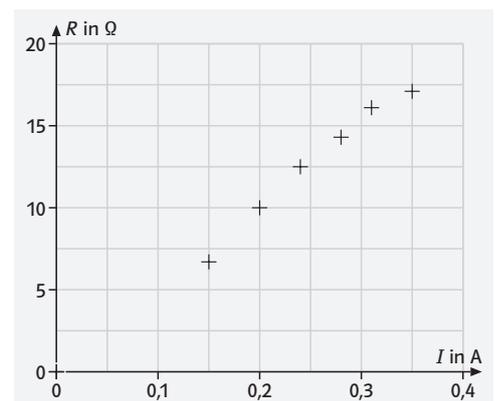
**A5** ○ Der Widerstand des Leiters sagt etwas über den elektrischen Strom aus, der dann besteht, wenn eine bestimmte Spannung anliegt. Entsteht in einem Leiter bei der Spannung  $U$  die Stromstärke  $I$ , dann heißt der Quotient  $U/I$  Widerstand  $R$ .

**A6** ● a) Kennlinie mit abnehmender Steigung, oberhalb 1V fast linear. 0,18 A erreicht man bei etwa 1,6 V.



b) Metalldraht.

c) Zugehörige Widerstandswerte in  $\Omega$ : 6,7; 10,0; 12; 14; 16; 17.  $I$ - $R$ -Diagramm bis 0,25 A fast linear steigend mit ca.  $65 \Omega/A$ , dann deutlich abflachend. Der Widerstand kann bis 0,15 A nicht angegeben werden.



**A7** ● a)  $I = U/R = 230V/3\,000\ \Omega = 0,077A = 77mA$  (trocken: 7,7 mA)

b)  $U = R \cdot I = 3\,000\ \Omega \cdot 0,001A = 3V$

**Hinweis:** In der Praxis gelten Spannungen bis rund 30V als ungefährlich. Erst oberhalb dieses Wertes müssen alle Leitungen berührungssicher sein.

c) Durch Wasser (z. B. bei nassen Händen) oder die hohe Luftfeuchtigkeit nach der Dusche kann es beim Gebrauch elektrischer Geräte (z. B. Föhn) zu Kontakten mit der elektrischen Quelle kommen.

**A8** ● a)  $I_{\text{Lampe}} = \frac{I_{\text{ges}}}{25} = \frac{2,5\text{A}}{25} = 0,1\text{A}$

b)  $I_{\text{Lampe}} = \frac{I_{\text{ges}}}{x} \Leftrightarrow x = \frac{I_{\text{ges}}}{I_{\text{Lampe}}} = 40$ . Es können 15 gleiche Lampen hinzugeschaltet werden.

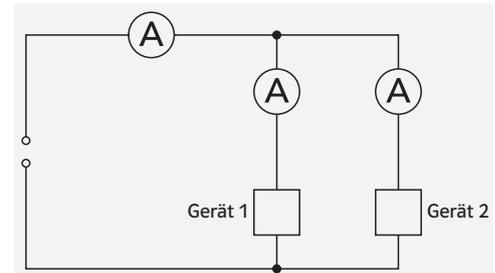
**A9** ○ a)

b) An beiden Bauteilen liegt dieselbe Spannung an, die Stromstärke in dem einen Bauteil ist dreimal so groß wie in dem anderen:

$$I_1 = 3 \cdot I_2$$

Gemäß  $R = U/I$  verhalten sich die Widerstände genau umgekehrt, d.h.,

$$R_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{U}{3 \cdot I_2} = \frac{R_2}{3}$$



**A10** ● Man schließt das Gerät an eine elektrische Quelle mit der Spannung 12V an. Man misst die Stromstärke im Stromkreis mit einem Amperemeter; sie darf bei der Nennspannung 12V maximal 3A betragen.

**A11** ● Glühlampe:  $P = U \cdot I = 230\text{V} \cdot 0,5\text{A} = 125\text{W}$ . Das bedeutet, dass in der Lampe in jeder Sekunde 125J überführt werden.

LED-Lampe:  $P = U \cdot I = 230\text{V} \cdot 0,075\text{A} = 17,5\text{W}$ . Hier sind es in jeder Sekunde 17,5J.

Die Leuchte ist 4 Stunden pro Tag im Jahr eingeschaltet. Ein Jahr hat 365 Tage, eine Stunde hat 60 Minuten, eine Minute hat 60 Sekunden. Die Lampe ist insgesamt  $365 \cdot 4 \cdot 60 \cdot 60\text{s} = 5256000\text{s}$  im Jahr in Betrieb.

In der Glühlampe werden in dieser Zeit  $E = 125 \frac{\text{J}}{\text{s}} \cdot 5256000\text{s} = 657000000\text{J} = 657000\text{kJ} = 657\text{MJ}$  überführt.

In der LED-Lampe sind es  $E = 17,5\text{J/s} \cdot 5256000\text{s} = 91980000\text{J} = 91980\text{kJ} \approx 92\text{MJ}$ .

Die Kostenersparnis beträgt  $6570\text{Cent} - 920\text{Cent} = 5650\text{Cent} = 56,5\text{€}$ .

**A12** ● a) Man benötigt  $4,2\text{kJ} = 4200\text{J}$ , um 1l Wasser um  $1^\circ\text{C}$  zu erwärmen. Der Wasserkocher leistet  $2000\text{W} = 2000\text{J/s}$ , er benötigt

$$\Delta t = \frac{4200\text{J}}{2000 \frac{\text{J}}{\text{s}}} = 2,1\text{s}$$

um 1l Wasser um  $1^\circ\text{C}$  zu erwärmen. Beträgt die Temperaturerhöhung  $80^\circ\text{C}$ , so dauert die Erwärmung 80 mal so lang, also  $2,1 \cdot 80\text{s} = 168\text{s}$ , wenn man Energieübertragungen in die Umgebung vernachlässigen kann.

b) Ein Wasserkocher mit  $1500\text{W}$  benötigt eine geringere Stromstärke, dafür dauert es länger (um den Faktor  $2000/1500 = 4/3$  länger, d.h. die Erwärmung dauert 224s), bis das Wasser kocht. Die übertragene Energie ist aber in beiden Fällen gleich, nämlich  $\Delta E = 4200\text{J} \cdot 80 = 336000\text{J} = 336\text{kJ}$ , und damit erzeugen auch beide Wasserkocher die gleichen Kosten.