

Musterlösung

Aufgabe	1	2	3a	b	4a	b	c	5a	b	Summe
Punkte	7	7	7	2	3	3	4	5	2	40
erreicht										

1. Eine elektrisch positiv aufgeladene Metallkugel K wird einem ungeladenem Elektroskop genähert.

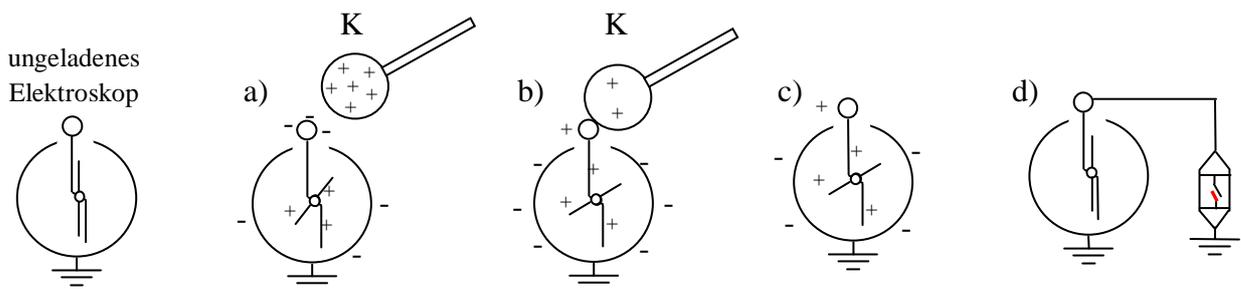
Bei a) berührt die Kugel K das Elektroskop zunächst nicht.

Bei b) wird die Kugel kurz mit dem Elektroskop in Kontakt gebracht und anschließend bei c) wieder entfernt.

Bei d) soll das Elektroskop über eine Glimmlampe entladen werden.

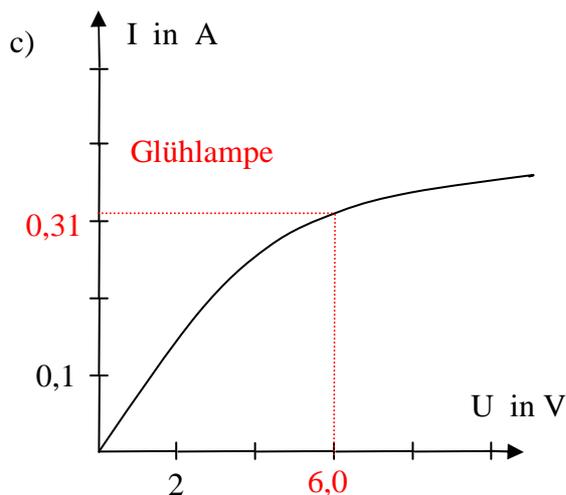
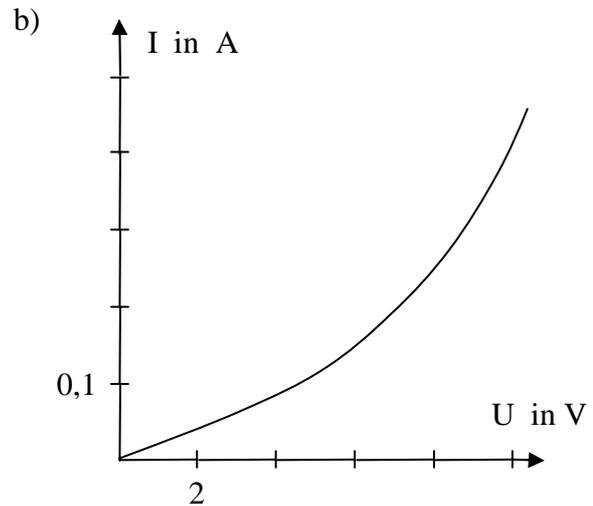
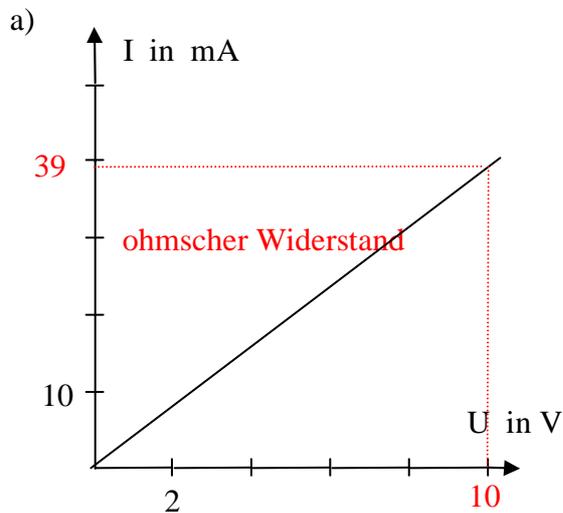
Tragen Sie in die Bilder die jeweilige Zeigerstellung des Elektroskops sowie die Ladungsverteilungen ein. Wie kann man die Beobachtungen physikalisch erklären? Verwenden Sie dabei die passenden physikalischen Fachbegriffe.

Zeichnen Sie bei d) ein, wie man mit der Glimmlampe das Elektroskop entlädt und erläutern Sie, wie man die Polarität der Ladungen auf dem Elektroskop bestimmen kann.



- a) Ladungstrennung am Elektroskop durch Influenz. Frei bewegliche Elektronen werden von der positiv geladenen Kugel K angezogen und wandern im Elektroskop „nach oben“. Elektronenmangel im „unteren Teil“ des Elektroskops führt dort zu positiver Aufladung. Da sich gleichnamige Ladungen abstoßen, kann man einen (kleinen) Zeigerausschlag beobachten. (Am geerdeten Gehäuse des Elektroskops treten ebenfalls induzierte Ladungen auf.)
- b) Nach dem Kontakt von K und Elektroskop verteilen sich die positiven Ladungen gleichmäßig. Wegen des Kraftgesetzes für Ladungen erfolgt ein deutlicher Zeigerausschlag.
- c) Zeigerausschlag bleibt erhalten, weil das Elektroskop weiterhin positiv aufgeladen ist.
- d) Wird das Elektroskop über die Glimmlampe entladen, dann leuchtet kurzfristig das „untere“ Drähtchen der Glimmlampe auf. Von der Erde strömen also negativ geladenen Elektronen auf das Elektroskop und neutralisieren damit die positiven Ladungen. Das Elektroskop war also positiv geladen.

2. Von den abgebildeten drei U-J-Diagrammen gehört eines zu einem ohmschen Widerstand und eines zu einem Glühlämpchen, das bei einer Spannung von 6,0 V betrieben werden soll. Geben Sie an, welches Diagramm zum ohmschen Widerstand und welches zum Glühlämpchen gehört! Begründen Sie jeweils Ihre Antwort! Bestimmen Sie zusätzlich den Wert des elektrischen Widerstands beim ohmschen Widerstand und beim Lämpchen unter Betriebsbedingungen.



a) Für einen ohmschen Widerstand gilt: $R = \frac{U}{J} = \text{konstant}$;

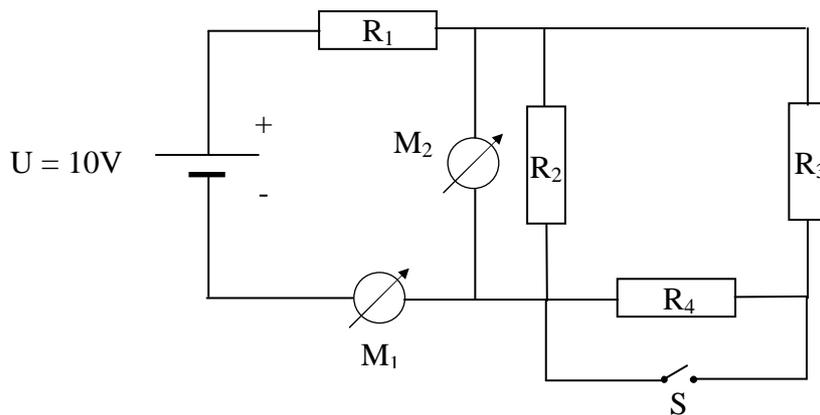
dies entspricht im U-J-Diagramm einer Ursprungsgeraden.

Der Wert des ohmschen Widerstandes beträgt $R = \frac{U}{J} \approx \frac{10V}{39mA} = \frac{10V}{0,039A} = 0,26k\Omega$

c) Bei einer Glühlampe gilt: Mit wachsender Spannung nimmt die Stromstärke aber auch die Temperatur des Glühdrahtes – und damit der elektrische Widerstand – zu. Deshalb nimmt die Stromstärke wie im Diagramm erkennbar nicht linear sondern immer schwächer zu. Bei der Betriebsspannung von 6,0V beträgt der elektrische Widerstand

$$R = \frac{U}{J} \approx \frac{6,0V}{0,31A} = 19\Omega$$

3. Alle vier Widerstände in der abgebildeten Schaltung haben den Wert 30Ω .
Der Schalter S ist zunächst offen. Die Messgeräte M_1 und M_2 sind korrekt als Strom- bzw. Spannungsmessgeräte eingesetzt.



- a) Berechnen Sie den Gesamtwiderstand der Schaltung und die Werte, die von den zwei Messgeräten angezeigt werden.

$$R_{34} = R_3 + R_4 = 30\Omega + 30\Omega = 60\Omega \quad ; \quad \frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{34}} = \frac{1}{30\Omega} + \frac{1}{60\Omega} = \frac{1}{20\Omega}$$

$$\text{also } R_{234} = 20\Omega \quad ; \quad R_{ges} = R_1 + R_{234} = 30\Omega + 20\Omega = 50\Omega$$

M_1 zeigt die Gesamtstromstärke $J_{ges} = J_1$ an.

M_2 zeigt den Spannungsabfall $U_2 = U_{34} = U_{234} = U - U_1$ an.

$$J_{ges} = \frac{U}{R_{ges}} = \frac{10V}{50\Omega} = 0,20A$$

$$U_1 = R_1 \cdot J_1 = R_1 \cdot J_{ges} = 30\Omega \cdot 0,20A = 6,0V$$

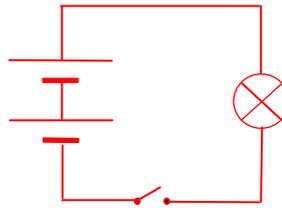
$$U_2 = U - U_1 = 10V - 6,0V = 4,0V$$

- b) Nun wird der Schalter S geschlossen. Begründen Sie (ohne weitere Berechnung!), wie sich der von M_1 angezeigte Wert dabei gegebenenfalls ändert.

Wird R_4 „kurzgeschlossen“, so verringert sich der Widerstand R_{34} und damit auch der Widerstand R_{234} und damit der Gesamtwiderstand. Bei gleicher Spannung $U = 10V$ wird damit die Gesamtstromstärke zunehmen und M_1 zeigt daher einen größeren Wert an.

4. Ein Lämpchen trägt die Aufschrift 3,0V / 1,5W. Dieses Lämpchen soll mit Monozellen (Aufschrift 1,5V, siehe Bild) betrieben werden. Die Elementarladung beträgt $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

- a) Zeichnen Sie hier ein geeignetes Schaltbild mit den bekannten Symbolen für Batterie, Lämpchen und einem Schalter.



Es sind zwei Zellen mit je 1,5 V in Reihe zu schalten!

- b) Bestimmen Sie den elektrischen Widerstand des Lämpchens bei Betriebsbedingungen.

$$P = U \cdot J \Rightarrow J = \frac{P}{U} = \frac{1,5 \text{ W}}{3,0 \text{ V}} = 0,50 \text{ A}$$

$$R = \frac{U}{J} = \frac{3,0 \text{ V}}{0,50 \text{ A}} = 6,0 \Omega$$

- c) Nach 2,4 Stunden „erlischt“ das Lämpchen, da die Batterien „leer“ sind. Wie viele Elektronen waren in einer Batterie zu Beginn „gespeichert“?

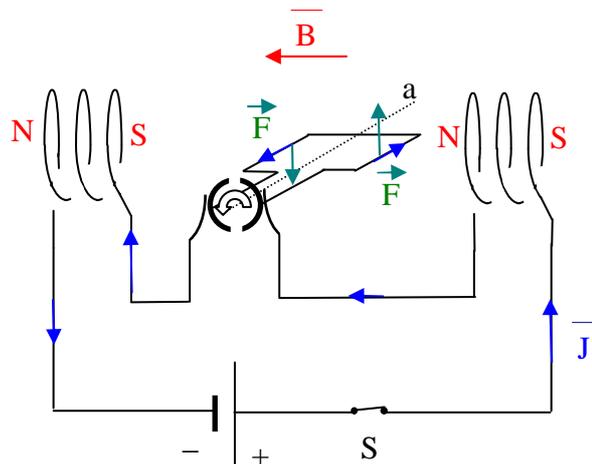
$$J = 0,50 \text{ A} \text{ und } J = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = J \cdot t = 0,50 \text{ A} \cdot 2,4 \cdot 3600 \text{ s} = 4320 \text{ As}$$

$$Q = N \cdot e \Rightarrow N = \frac{Q}{e} = \frac{4320 \text{ As}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As}} = 2,7 \cdot 10^{22}$$

5. Die Leiterschleife kann sich um die Achse a drehen.

Nach dem Schließen des Schalters beginnt die Schleife zu rotieren.

- a) Tragen Sie alle relevanten physikalischen Größen (techn. Stromrichtung, Magnetpole, Magnetfeldrichtung, Kräfte, Rotationsrichtung) beschriftet in die Zeichnung ein.



Die Leiterschleife rotiert gegen den Uhrzeigersinn.

- b) Ändert sich die Rotationsrichtung, wenn man bei der Stromquelle die Polarität verändert? Begründen Sie Ihre Antwort!

Ändert man die Polarität der Stromquelle, dann ändert sich die technische Stromrichtung, damit aber auch die Richtung des Magnetfeldes. Die Kraftrichtung bleibt daher unverändert und die Rotation erfolgt weiterhin gegen den Uhrzeigersinn.