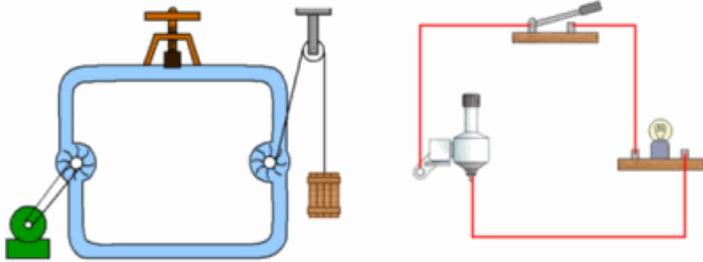


Der Wasserkreislauf (links) ist ein Modell für den elektrischen Stromkreis (rechts).

a) *Vergleiche in einer Tabelle.*

b) *Nenne zwei verschiedene Ströme im elektrischen Stromkreis. c) Erkläre beide Ströme mit dem Modell.*

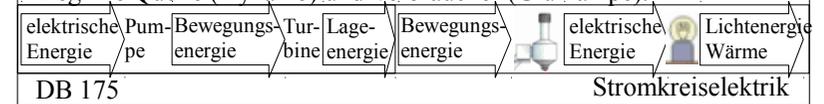


a) <u>Wasserkreislauf</u>	<u>elektrischer Stromkreis</u>
Wasser	Elektronen (oder Ladung oder Elektrizität)
Wasserrohr	Kabel
Pumpe (links)	Dynamo (Generator; elektrische Quelle)
Hahn/Ventil	Schalter
Turbine/Motor (rechts)	Glühlampe

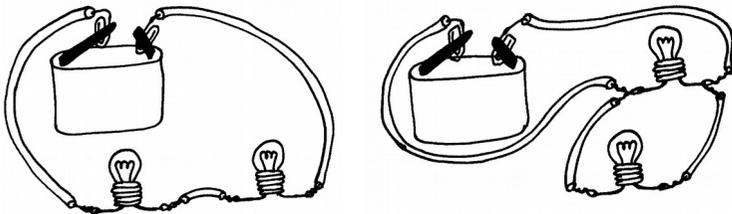
b) 1. Elektronenstrom 2. Energiestrom

c) 1. Elektronenstrom: Im Wassermodell fließt Wasser im Kreis. Im elektrischen Stromkreis fließen Elektronen im Kreis, vom Dynamo zur Glühlampe und wieder zurück. Weder Wasser noch Elektronen gehen verloren.

2. Energiestrom: In beiden Stromkreisen wird eine bestimmte Energieform links erzeugt und rechts verbraucht. Daher stammen die Begriffe Quelle (Dynamo) und Verbraucher (Glühlampe).



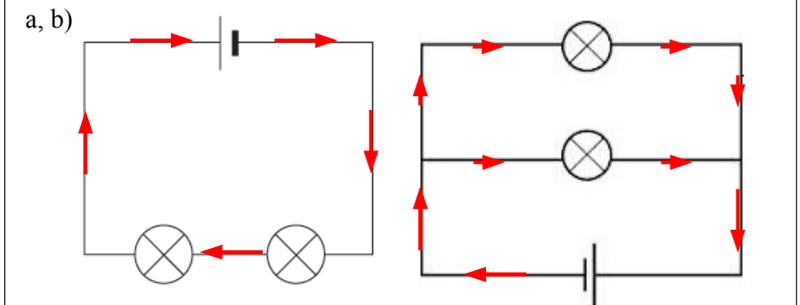
Zur Verfügung stehen 2 Glühlampen, eine Batterie sowie Kabel.



a) *Zeichne Schaltpläne beider Schaltungen.*

b) *Kennzeichne den Elektronenstrom durch Pfeile.*

c) *Gib für jede Schaltung den Namen an.*



c) Reihenschaltung

Parallelschaltung

b) Anmerkung: Elektronen fließen in metallischen Drähten vom Minuspol der Quelle zum Pluspol. In der Parallelschaltung teilen sich die Elektronenströme auf.

DB 172

Stromkreiselektrik

Kern-Hülle-Modell des Atoms

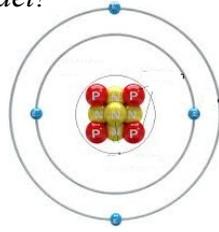
a) *Aus welchen Teilchen besteht ein Atom? Wo befinden sich diese innerhalb des Atoms? Wie sind sie geladen?*

Löse die folgenden Fragen mit Hilfe des Periodensystems:

b) *Aus welchen Teilchen besteht ein ungeladenes Eisen-Atom?* c) *Welches Atom ist rechts abgebildet?*

d) Der Kern eines Atoms besteht aus 79 Protonen und 121 Neutronen. In der Hülle befinden sich 76 Elektronen.

Um welches Atom handelt es sich?



a) Atomkern: Protonen (Ladung: +) und Neutronen (ungeladen)

Hülle: Elektronen (- Ladung)

b) Ordnungszahl 26 = Protonenzahl;

Neutronenzahl = Massenzahl - Protonenzahl = 56 - 26 = 30

Elektronenzahl = Protonenzahl = 26 (im ungeladenen Atom).

c) Ein Beryllium-Atom (4 Protonen im Kern).

d) Das Atom besitzt die Protonenzahl = Ordnungszahl = 79.

Damit ist es ein Gold-Atom (Elementsymbol Au). Da es 79 Protonen aber nur 76 Elektronen besitzt (Elektronenmangel), ist es (dreifach) positiv geladen. Positiv o. negativ geladene Atome nennt man Ionen. In diesem Fall liegt ein Au^{3+} -Ion (sprich: Gold drei plus Ion) vor.

DB 182/1

Elektrostatik

Atomistisches Modell des elektrischen Stroms

Die Kabel in elektrischen Stromkreisen bestehen häufig aus Kupfer. Verwende das Periodensystem.

a) *Aus welchen Teilchen besteht ein ungeladenes Kupfer-Atom?* (PSE)

b) *Fertige eine beschriftete Querschnittsskizze eines Kupferdrahts an, der mit einer Batterie verbunden ist. Kennzeichne bewegliche Teilchen mit Pfeilen. Erkläre die Bedeutung der positiv geladenen Teilchen.*



a) 29 Protonen, $64-29 = 35$ Neutronen, 29 Elektronen.

b) Elektron
Kupfer-Ion (Atomrumpf)

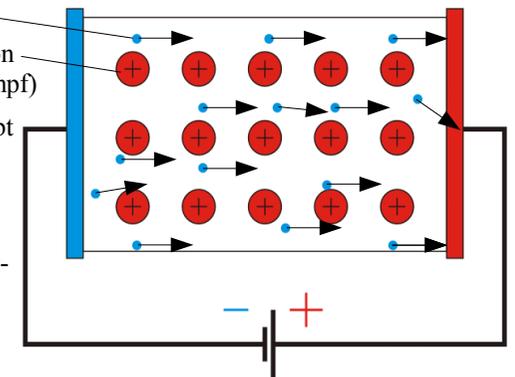
Jedes Kupfer-Atom gibt eines seiner 29 Elektronen ab. Dieses Elektron ist frei beweglich (siehe Pfeile).

Übrig bleiben einfach

positiv geladene Kupfer-Ionen (Cu^+ , Symbol: roter Kreis), die aus 29 Protonen, 35 Neutronen und 28 (!) Elektronen bestehen.

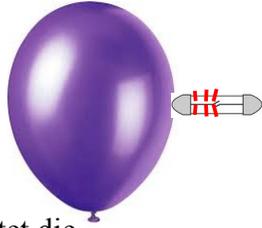
DB 182/1,2

Elektrostatik



Reibungselektrizität

1. Ein Luftballon und ein Wolltuch ziehen sich zunächst nicht an. 2. Reibt man den Ballon mit dem Wolltuch, so ziehen sie sich anschließend an.



3. Berührt man den Ballon (das Wolltuch) mit einer Glimmlampe, so leuchtet die dem Ballon zuwandte Seite (die dem Wolltuch abgewandte Seite).

Erkläre Beobachtung 1-3.

1. Tuch und Ballon ziehen sich nicht an, da sie ungeladen sind.

3. Leuchtet die dem geladenen Körper zugewandte Seite einer Glimmlampe auf, so ist dieser negativ geladen:



Folglich ist der Ballon nach dem Reiben negativ, das Wolltuch positiv geladen.

2. Der ungeladene Ballon besitzt gleich viele Protonen und Elektronen. Gleiches gilt für das ungeladene Tuch. Nach dem Reiben ist der Ballon negativ geladen (Elektronenüberschuss). Folglich müssen während des Reibens Elektronen vom Wolltuch zum Ballon wechseln. Auf dem Wolltuch herrscht anschließend Elektronenmangel.

DB 174/1; 184f/2

Elektrostatik

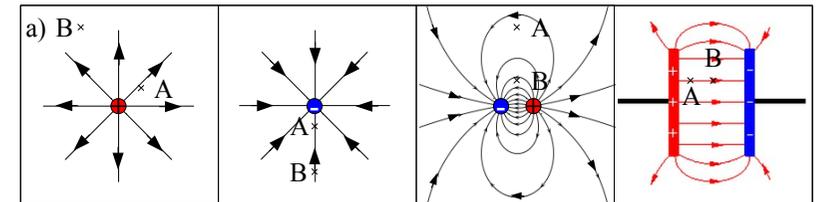
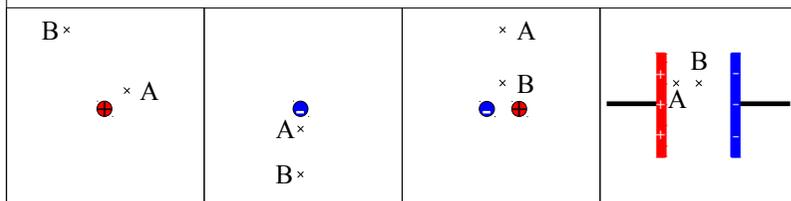
Elektrische Felder

Geladene Körper sind die Ursache für elektrische Felder.

a) Zeichne Feldlinienbilder für die folgenden Anordnungen.

b) Benenne die elektrischen Felder.

c) Vergleiche die Kraft auf ein Elektron in Punkt A und B.



b) radialsymmetrisches Feld

radialsymmetrisches Feld

Dipolfeld

homogenes Feld

c) $F_A > F_B$

$F_A > F_B$

$F_A < F_B$

$F_A = F_B$

Hinweise: Die elektrische Kraft ist dort am größten, wo die Feldlindichte am höchsten ist. Die Pfeile an den Feldlinien geben die Richtung der Kraft auf eine positive Ladung an. Im homogenen Feld sind die Feldlinien parallel. => Kraft überall gleich.

DB

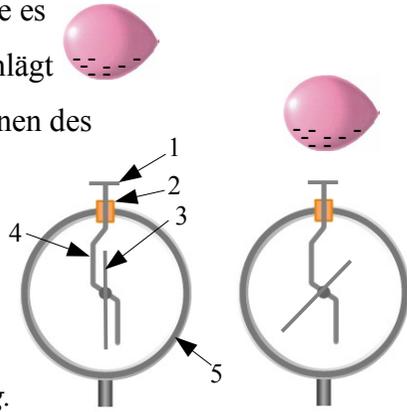
Elektrostatik

Elektroskop, Influenz

Ein negativ geladener Ballon wird in die Nähe eines Elektroskops gebracht, ohne es zu berühren. Der Zeiger schlägt aus, kehrt aber beim Entfernen des Ballons in die Ruhelage zurück.

a) Benenne die Teile 1-5 des Elektroskops.

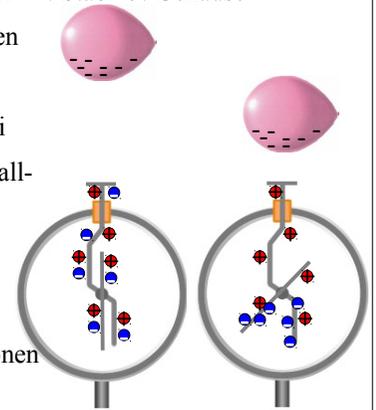
b) Erkläre die Beobachtung.



a) 1. Anschluss 2. Isolator 3. Zeiger 4. Stab 5. Gehäuse

b) Anschluss, Zeiger und Stab bestehen aus leitend miteinander verbundenem Metall. Im Metall sind Elektronen frei beweglich, die positiv geladenen Metallionen (= neutrale Atome ohne ein Elektron) sind unbeweglich. Nähert sich der Ballon dem Anschluss, so werden die negativ geladenen Elektronen nach unten verschoben, so dass sich Zeiger und Stab abstoßen. Entfernt man den Stab, so stellt sich wieder die Ausgangssituation ein.

DB 177/3; 184/1

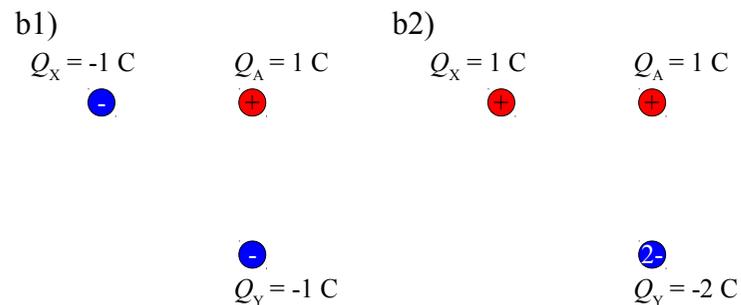


Elektrostatik

a) Gib das Formelzeichen und die Einheit der Ladung an.

b) Betrachte drei geladene Kugeln A, X und Y. X und Y sind auf einer Holzplatte festgeklebt, A ist frei beweglich.

Konstruiere die von X und Y auf A ausgeübte Kraft.

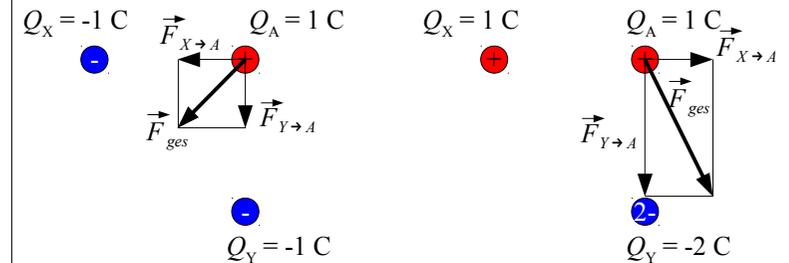


a) Formelzeichen der Ladung Q (von Quantität, Menge)

Einheit: 1 C (Coulomb, sprich: [ku'lom])

b1) X und Y ziehen A mit gleicher Kraft an.

b2) X stößt A ab, Y zieht A mit der doppelten Kraft an.

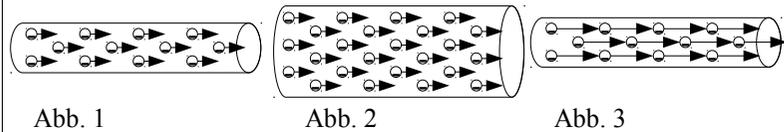


DB

Elektrostatik

In Abbildung 1-3 sind Elektronenströme in Drähten gezeigt.
Die Pfeillänge gibt die Geschwindigkeit der Elektronen an.

a) *Vergleiche die Stromstärken in Abb. 1-3.*



b) *Wie ist die Stromstärke definiert (Gleichung)?*

Welches Formelzeichen und welche Einheit besitzt sie?

c) *Durch einen Draht fließt in einer Minute die Ladung 6 Coulomb. Berechne die Stromstärke.*

d) *Welche Ladung fließt bei einer Stromstärke von 200 mA in 10 Sekunden durch den Drahtquerschnitt?*

a) Die Elektronengeschwindigkeit ist in Abb. 3 doppelt so groß wie in Abb. 1. In einer bestimmten Zeit bewegen sich damit doppelt so viele Elektronen durch den Leitungsquerschnitt der Abb. 3. I_3 ist doppelt so groß wie I_1 ($I_3 = 2 \cdot I_1$). Die Elektronen in Abb. 2 sind genau so schnell wie die Elektronen in Abb. 1. Allerdings ist der Drahtquerschnitt in Abb. 2 doppelt so groß wie in Abb. 1, so dass ebenfalls I_2 doppelt so groß wie I_1 ist ($I_2 = 2 \cdot I_1$). Folglich sind die Stromstärken in Abb. 2 und 3 gleich groß ($I_3 = I_2$).

b) $\text{elektrische Stromstärke} = \frac{\text{bewegte elektrische Ladung}}{\text{Dauer des Transportvorgangs}} \quad I = \frac{Q}{t}$

Formelzeichen: I (von Intensität); Einheit: 1 A (1 Ampere).

$$c) \quad I = \frac{Q}{t} = \frac{6 \text{ C}}{60 \text{ s}} = 0,1 \frac{\text{C}}{\text{s}} = 0,1 \text{ A}$$

$$d) \quad I = \frac{Q}{t} \quad | \cdot t \quad \Leftrightarrow Q = I \cdot t = 0,2 \text{ A} \cdot 10 \text{ s} = 2 \text{ A} \cdot \text{s} = 2 \text{ C}$$

DB 174f, 196f

Elektrische Stromstärke

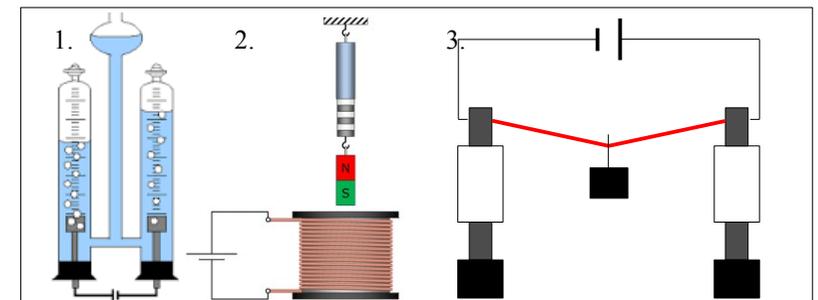
Messung der Stromstärke

Die elektrische Stromstärke I ist definiert als Ladung Q , die in der Zeit t durch einen Leiterquerschnitt fließt.

Leider lassen sich fließende Ladungen nicht direkt messen.

Gib eine Möglichkeit an, wie die Stromstärke in einem elektrischen Stromkreis prinzipiell gemessen werden kann.

Fertige eine Versuchsskizze an.



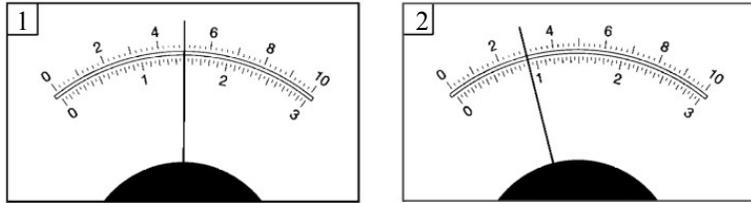
Je größer die Stromstärke I ist, desto...

1. ... größer ist das in der Zeiteinheit entstehende Gasvolumen (chemische Stromwirkung).
2. ... größer ist die Anziehungskraft zwischen Spule und Magnet (magnetische Stromwirkung).
3. ... heißer wird der Draht und desto tiefer hängt das Massenstück in der Mitte (Wärmewirkung des Stroms). **Eine Lösung reicht.**

DB 194, 196

Elektrische Stromstärke

Ablezen eines Amperemeters



Gib für jedes Messgerät an, was das Messgerät anzeigt, wenn der Messbereich bei Vollausschlag den Wert

a) 1 mA b) 300 mA hat.

Gib alle Ströme in mA und A (Ampere) an.

Beim Vollausschlag 1 mA muss die obere Skala, beim Vollausschlag 300 mA muss die untere Skala verwendet werden.

a1) Anzeige 5,0 (oben), Vollausschlag 1 mA (entspricht Anzeige 10),

$$\Rightarrow I = 0,5 \text{ mA} = 0,0005 \text{ A}$$

a2) Anzeige 3,0 (oben), Vollausschlag 1 mA (entspricht Anzeige 10),

$$\Rightarrow I = 0,3 \text{ mA} = 0,0003 \text{ A}$$

b1) Anzeige 1,5 (unten), Vollausschlag 300 mA (entspricht Anzeige 3),

$$\Rightarrow I = 150 \text{ mA} = 0,15 \text{ A}$$

b2) Anzeige 0,9 (unten), Vollausschlag 300 mA (entspricht Anzeige 3),

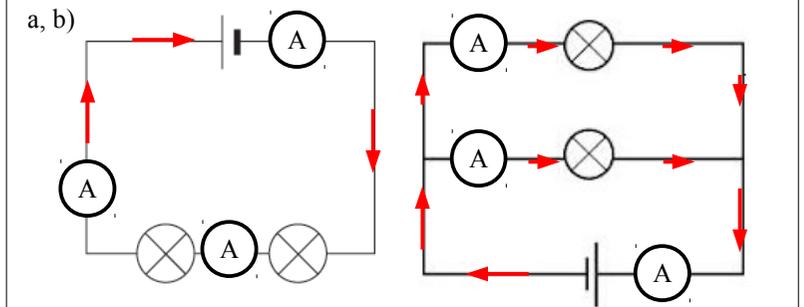
$$\Rightarrow I = 90 \text{ mA} = 0,09 \text{ A}$$

DB

Elektrische Stromstärke

1. Kirchhoffsches Gesetz (Knotenregel)

- Zeichne eine Reihen- und eine Parallelschaltung zweier Glühlampen und einer Batterie.
- Zeichne jeweils drei Amperemeter zur Messung der Stromstärken I_1 und I_2 (bei Lampe 1 und 2) sowie I_{ges} bei der Batterie ein.
- Vergleiche jeweils die drei Stromstärken in einer Schaltung. Erkläre.



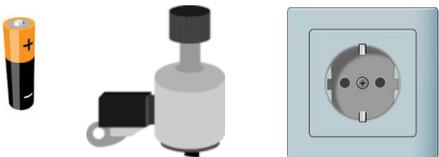
- c) In der Reihenschaltung ist die Stromstärke überall gleich groß, da sich der Elektronenstrom nirgendwo aufteilt, und da keine Elektronen verschwinden können. In der Parallelschaltung teilt sich der durch die Batterie fließende Strom I_{ges} am linken Knoten in I_1 und I_2 auf. $I_{\text{ges}} = I_1 + I_2$ heißt Kirchhoffsche Knotenregel.

DB 198/5

Elektrische Stromstärke

Die elektrische Spannung

- Erkläre, was man unter der Spannung einer Quelle versteht.
- Gib Formelzeichen und Einheit der Spannung an.
- Gib ungefähre Werte für die Spannung einer Batterie, einer Steckdose und eines Dynamos an.



- a) Die Spannung ist ein Maß für die Antriebsstärke einer elektrischen Quelle.

b) Formelzeichen: U (Unterschied), Einheit: Volt (V).

c) Batterie: etwa 1-4 V (je nach Typ);

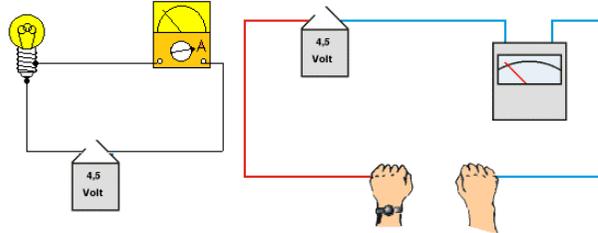
Dynamo: etwa 6 V

Steckdose: 230 V.

DB 202f

Elektrische Spannung

Eine Glühlampe beziehungsweise ein Mensch werden über ein Amperemeter mit einer 4,5 V Batterie verbunden.



In der Lampe misst man eine viel größere Stromstärke.

a) *Vergleiche die Widerstände von Lampe und Mensch.*

b) Die Batterie wird durch ein Netzgerät ersetzt. In Mensch und Lampe soll die Stromstärke 0,1 mA betragen.

Wo benötigt man die größere Spannung?

a) Der Mensch besitzt den größeren Widerstand, da bei einer Spannung (Antriebsstärke) der Quelle von $U = 4,5 \text{ V}$ die Stromstärke im Menschen kleiner ist (stärker begrenzt wird).

b) Man benötigt eine größere Spannung (Antriebsstärke), um im Menschen die Stromstärke 0,1 mA hervor zu rufen. Grund: Der größere Widerstand des Menschen stellt ein größeres Hindernis für den Elektronenstrom dar.

Hinweis: Stromstärken unter 0,3 mA sind harmlos und werden nicht wahrgenommen.

$I = 1 \text{ mA}$ (Schreck)

$I = 10 \text{ mA}$ (Muskelkrampf)

$I = 50 \text{ mA}$ (Herzflimmern, Tod)

DB 206f

Widerstand (Grundlagen)

Elektrischer Widerstand

a) *Ergänze die Tabelle:*

Größe	Formelzeichen	Einheit
-------	---------------	---------

Widerstand

Spannung

Stromstärke

b) Durch einen Fön fließt der Strom 6,5 Ampere, wenn er an eine Steckdose (230 Volt) angeschlossen wird.

Berechne den Widerstand des Föns.

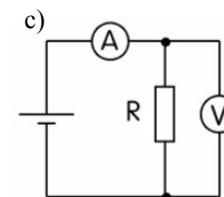
c) *Zeichne eine Schaltung zur Messung des Widerstands.*



a) Größe	Formelzeichen	Einheit
Widerstand	R	Ω (Ohm)
Spannung	U	V (Volt)
Stromstärke	I	A (Ampere)

b) gegeben: $I = 6,5 \text{ A}$; $U = 230 \text{ V}$ gesucht: $R = ?$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{230 \text{ V}}{6,5 \text{ A}} = 35 \Omega$$



Das Amperemeter wird in Reihe zur Quelle und zum Widerstand geschaltet. Durch das Amperemeter fließt daher der gleiche Elektronenstrom, wie durch den Widerstand und die elektrische Quelle.

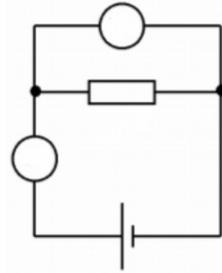
Es kann auch unten eingebaut werden. Das Voltmeter wird parallel zum Widerstand geschaltet.

DB 206f

Ohmsches Gesetz, Widerstand

U-I-Kennlinie

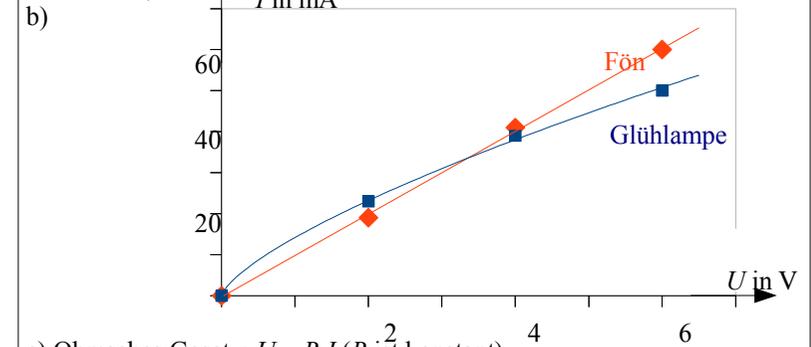
Mit der abgebildeten Schaltung soll die Stromstärke in einer Glühlampe (einem Fön) in Abhängigkeit von der Spannung gemessen werden.



U	in V	0	2	4	6
I_{Lampe}	in mA	0	23	39	50
$I_{\text{Fön}}$	in mA	0	19	41	60

- Wo befindet sich oben rechts das Volt-/Amperemeter?
- Stelle die Messwerte in einem U-I-Diagramm dar.
- Erläutere das Ohmsche Gesetz.

a) Voltmeter: oben (parallel), Amperemeter links (in Reihe zum Widerstand).



c) Ohmsches Gesetz: $U = R \cdot I$ (R ist konstant)
Die Kennlinie des Föns ist eine Ursprungsgerade (entspricht konstantem Widerstand). Die Fönkennlinie erfüllt das Ohmsche Gesetz, die Kennlinie der Glühlampe hingegen nicht (keine Ursprungsgerade).

DB 206f

Ohmsches Gesetz, Widerstand

Widerstand von Drähten (1):

Es soll untersucht werden, wie der Widerstand R eines Drahts von seiner Länge L und seiner Querschnittsfläche A abhängt.

Messung 1: Es wird der Widerstand von Kupferdrähten verschiedener Länge gemessen.

Messung 2: Es wird der Widerstand von Kupferdrähten verschiedener Querschnittsfläche A gemessen.

L in m	R in Ω	A in mm^2	R in Ω
1	1,7	0,01	1,7
2	3,4	0,02	0,85
3	5,1	0,03	0,57

Analysiere beide Messreihen rechnerisch (dritte Spalte).

Messung 1: Je größer die Länge L des Drahts ist, desto größer ist sein Widerstand R . Vermutung: R ist proportional zu L ($R \sim L$).

Zur Überprüfung müssen die Quotienten L in m R in Ω R/L in Ω/m R/L (oder L/R) für jeden Messpunkt (näherungsweise) gleich groß sein (siehe rechts).

Ergebnis: Der Widerstand R eines Drahts ist proportional zu seiner Länge L (bei konstanter Querschnittsfläche A). $R \sim L$.

Messung 2: Je größer der Querschnitt A des Drahts ist, desto kleiner ist sein Widerstand R . Vermutung: R ist antiproportional zu A ($R \sim 1/A$).

Zur Überprüfung müssen die Produkte A in mm^2 R in Ω $R \cdot A$ in $\Omega \cdot \text{mm}^2$ $R \cdot A$ für jeden Messpunkt gleich groß sein.

Ergebnis: Der Widerstand R eines Drahts ist antiproportional zu seinem Querschnitt A (bei konstanter Länge L). $R \sim 1/A$.

[Gesamtergebnis: $R \sim L \cdot 1/A$ oder $R \sim L/A$ oder $R = \rho \cdot L/A$.]

DB 207

Widerstand, Draht

Widerstand von Drähten (2)

In Glühlampen, Fönen oder in Elektroherden befinden sich metallische Drähte, die im Stromkreis als Widerstand R dienen. Sie begrenzen die Stromstärke und setzen elektrische Energie in Licht- und Wärmeenergie um.

a) Gib an, von welchen geometrischen Größen der Widerstand eines Drahts abhängt. 

b) Formuliere geeignete „Je ..., desto ...“-Sätze.

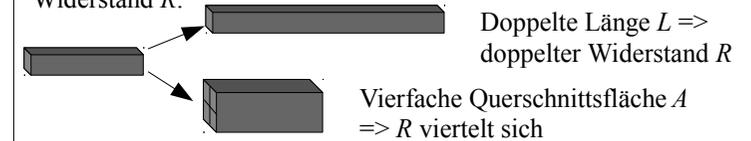
c) Gib eine Formel für den Widerstand eines Drahts an.

Welche Bedeutung besitzt die Proportionalitätskonstante?

a) Der Widerstand R hängt von der Länge L und der Querschnittsfläche A des Drahts ab.

b) Je größer die Länge L des Drahts ist, desto größer ist sein Widerstand R .

Je größer die Querschnittsfläche A des Drahts ist, desto kleiner ist sein Widerstand R .



c) $R = \rho \cdot \frac{L}{A}$. Die Proportionalitätskonstante ρ (sprich: „rho“) beschreibt den Einfluss des Drahtmaterials (Bsp.: Kupfer leitet besser als Eisen. $\rho(\text{Kupfer})$ ist damit kleiner als $\rho(\text{Eisen})$).

DB 207

Widerstand, Draht

Widerstand von Drähten (3)

Betrachte einen 2 Meter langen Eisendraht der Querschnittsfläche $0,05 \text{ mm}^2$. Legt man eine Spannung von 1 Volt an, so beträgt die Stromstärke 250 Milliampere.

a) Berechne den Widerstand des Eisendrahts.

b) Bestimme den Widerstand von Eisendrahten, ...

b1) die 6 Meter lang sind (Querschnittsfläche $0,05 \text{ mm}^2$);

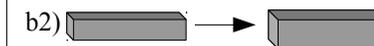
b2) die 2 Meter lang sind (Querschnittsfläche $0,1 \text{ mm}^2$);

b3) die 6 Meter lang sind (Querschnittsfläche $0,1 \text{ mm}^2$)

a) $R = \frac{U}{I} = \frac{1 \text{ V}}{0,25 \text{ A}} = 4 \Omega$



$R = 12 \Omega$. (Dreifache Länge L bedeutet dreifacher Widerstand R .)



$R = 2 \Omega$. (Doppelter Querschnitt A bedeutet halber Widerstand R .)



$R = 6 \Omega$. (Die Verdreifachung der Länge verdreifacht den Widerstand von 4Ω auf 12Ω ; die Verdopplung der Querschnittsfläche A halbiert diesen Widerstand.)

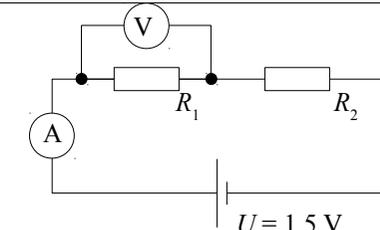
DB 207

Widerstand, Draht

Reihenschaltung von Widerständen

- a) Zeichne eine Schaltung zweier Widerstände, die in Reihe zu einer Batterie der Spannung 1,5 V geschaltet sind.
- b) Welche Größe ist in der Reihenschaltung konstant?
- c) Ergänze in a) ein Volt- und ein Amperemeter zur Messung von Spannung und Strom an einem der Widerstände (R_1).
- d) Es ist $R_1 = 50 \Omega$ und $R_2 = 100 \Omega$.
Berechne den Ersatzwiderstand R_E der Reihenschaltung.
- e) Berechne Spannung U_1 und Stromstärke I_1 , die von den Messgeräten in c) angezeigt werden.

a, c)



b) In der Reihenschaltung ist die Stromstärke überall gleich groß. $I = I_1 = I_2$

d) $R_E = R_1 + R_2 = 50 \Omega + 100 \Omega = 150 \Omega$.

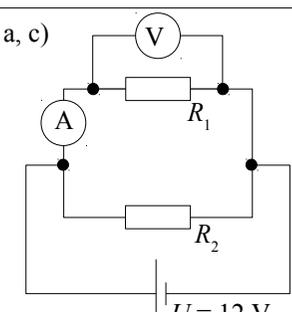
e) Die Stromstärke I erhält man aus der Batteriespannung $U = 1,5 \text{ V}$ und dem Ersatzwiderstand $R_E = 150 \Omega$ der Schaltung:
$$I = \frac{U}{R_E} = \frac{1,5 \text{ V}}{150 \Omega} = 0,01 \text{ A}$$
Dieser Strom fließt durch die Batterie, durch R_1 und durch R_2 (siehe b).
Die Spannung U_1 , die am Widerstand R_1 abfällt ist
 $U_1 = R_1 \cdot I_1 = 50 \Omega \cdot 0,01 \text{ A} = 0,5 \text{ V}$. [Die restlichen $1,5 \text{ V} - 0,5 \text{ V} = 1 \text{ V}$ fallen am doppelt so großen Widerstand R_2 ab.]

DB 214f Reihenschaltung

Parallelschaltung von Widerständen

- a) Zeichne eine Parallelschaltung zweier Widerstände, die parallel zu einer Batterie der Spannung 12 V geschaltet sind. b) Welche Größe ist in der Schaltung konstant?
- c) Ergänze in a) ein Volt- und ein Amperemeter zur Messung von Spannung und Strom an einem der Widerstände (R_1).
- d) Es ist $R_1 = 30 \Omega$ und $R_2 = 60 \Omega$.
Berechne den Ersatzwiderstand R_E der Parallelschaltung.
- e) Berechne Spannung U_1 und Stromstärke I_1 , die von den Messgeräten in c) angezeigt werden.

a, c)



b) In der Parallelschaltung ist die Spannung konstant. $U = U_1 = U_2$

d) $\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{30 \Omega} + \frac{1}{60 \Omega} = \frac{2+1}{60 \Omega}$
 $\frac{1}{R_E} = \frac{3}{60 \Omega} = \frac{1}{20 \Omega} \Rightarrow R_E = 20 \Omega$

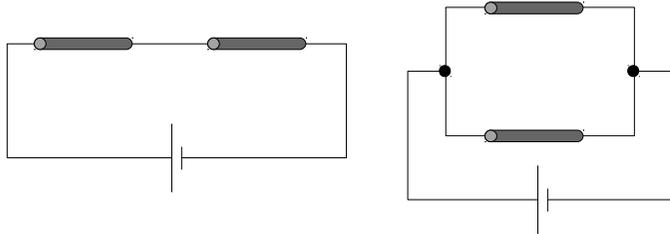
[Hinweis: Der Ersatzwiderstand in der Parallelschaltung ist kleiner als der kleinste Einzelwiderstand.]

Die Spannung U_1 , die am Widerstand R_1 abfällt ist $U_1 = U = 12 \text{ V}$ (siehe b). Mit $R_1 = 30 \Omega$ folgt für die Stromstärke $I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{12 \text{ V}}{30 \Omega} = 0,4 \text{ A}$.
[Im doppelt so großen Widerstand R_2 ist die Stromstärke halb so groß
 $I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{12 \text{ V}}{60 \Omega} = 0,2 \text{ A}$. Vor dem linken Knotenpunkt ist $I = I_1 + I_2 = 0,6 \text{ A}$]

DB 212f Parallelschaltung

Reihen- und Parallelschaltung von Drähten

Zwei identische Drähte besitzen jeweils den Widerstand $10\ \Omega$. Diese Drähte werden 1. in Reihe 2. parallel geschaltet.



a) Begründe (ohne Rechnung) wie groß der Ersatzwiderstand für beide Schaltungen ist.

b) Bestätige durch Rechnung die Ersatzwiderstände aus a).

a) Die Reihenschaltung der Drähte entspricht einem einzigen Draht mit der doppelten Länge L . Daher verdoppelt sich der Widerstand auf $R_E = 20\ \Omega$.

Die Parallelschaltung der Drähte entspricht einem einzigen Draht mit der doppelten Querschnittsfläche A . Daher halbiert sich der Widerstand auf $R_E = 5\ \Omega$.

b) Reihenschaltung: $R_E = R_1 + R_2 = 10\ \Omega + 10\ \Omega = 20\ \Omega$.

Parallelschaltung: $\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{10\ \Omega} + \frac{1}{10\ \Omega} = \frac{2}{10\ \Omega} = \frac{1}{5\ \Omega}$
 $\Rightarrow R_E = 5\ \Omega$

DB 212ff

Reihen- und Parallelschaltung

Elektrische Leistung (1)

Auf einem Fön befindet sich unter anderem die Angabe $1500\ \text{W}$.



a) Erläutere die Bedeutung dieser Angabe. Beschreibe die am Fön ablaufenden Energieumwandlungen.

b) Ein Sportler kann eine Dauerleistung von $150\ \text{W}$ erzeugen.



Wie viele Sportler müssen zum Betrieb des Föns beschäftigt werden?

a) Im Fön wird elektrische Energie in Bewegungsenergie (Wind) und in Wärmeenergie umgewandelt.

Die Angabe $1500\ \text{Watt}$ beschreibt die elektrische Leistung P , die der Fön umsetzt. Da die Leistung P der Quotient aus umgewandelter Energie E und dafür benötigter Zeit t ist ($P = E/t$), ist die Angabe $P = 1500\ \text{W}$ gleichbedeutend mit: „In jeder Sekunde wird die elektrische Energie $1500\ \text{Joule}$ in andere Energieformen (hier: Bewegungs- und Wärmeenergie) umgewandelt“.

b) Es müssen sich 10 Sportler gleichzeitig abstrampeln, um mit dem Dynamo (Generator) des Hometrainers die Leistung des Föns aufzubringen.

[Glücklicherweise erzeugen Kraftwerke elektrische Energie, ohne dass sich Menschen oder Tiere abstrampeln müssen.

Im Schnitt setzt jede Bundesbürgerin permanent die Leistung $800\ \text{W}$ um. Ohne Kraftwerke ein Ding der Unmöglichkeit.]

DB 266

elektrische Leistung

Elektrische Leistung (2)

Die in einem elektrischen Gerät umgesetzte Leistung nennt man elektrische Leistung.



Auf dem Gewinde einer Glühbirne findet man die Aufschrift 230V/100W.

- Erkläre diese Angabe.
- Welche Energieumwandlung findet statt?
- Berechne die Stromstärke im Lämpchendraht.
- Welche elektrische Energie wird in einer Stunde umgesetzt (Angabe in J und in kWh).

- Betreibt man die Lampe mit der Spannung $U = 230 \text{ V}$ (dies ist die Steckdosenspannung), so wird die Leistung $P = 100 \text{ W}$ umgesetzt.
- In der Glühbirne wird elektrische Energie in Licht- und Wärmeenergie umgewandelt. [100 W elektrische Energie werden etwa in 10 W Lichtenergie und 90 W Wärmeenergie umgewandelt.]
- Die elektrische Leistung kann mit der Formel $P = U \cdot I$ berechnet werden.
$$\Rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{100 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 0,435 \text{ A}$$
- gegeben: $P = 100 \text{ W} = 0,1 \text{ kW}$ (Kilowatt); $t = 60 \cdot 60 \text{ s} = 3600 \text{ s} = 1 \text{ h}$.
$$P = \frac{E}{t} \Leftrightarrow E = P \cdot t = 100 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 360000 \text{ J}$$

oder $E = P \cdot t = 0,1 \text{ kW} \cdot 1 \text{ h} = 0,1 \text{ kWh}$.

DB 266f

elektrische Leistung

Magnetfeld von Permanentmagneten

- Jeder Magnet besitzt einen Nord und einen Südpol.

Wie kann man für einen Stabmagneten - ohne Verwendung eines zweiten Magneten - die Polung herausfinden?

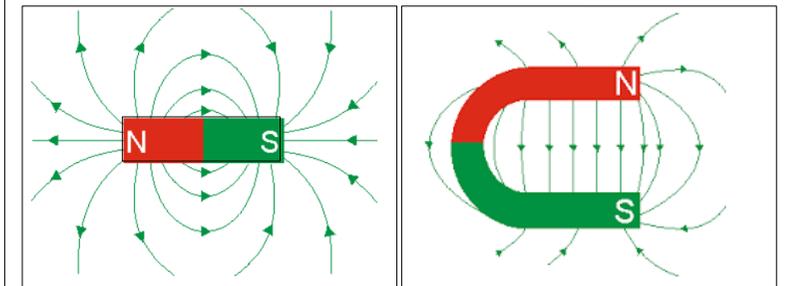
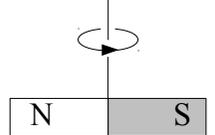


- Zeichne für einen Stab- und einen Hufeisenmagneten die magnetischen Feldlinien ein.



- Gib an, welche Richtung die magnetischen Feldlinien besitzen.

- Man hängt den Magneten frei drehbar auf. Dabei richtet sich der Stab (wie eine Kompassnadel) in Nord-Süd-Richtung aus. Diejenige Seite des Magneten, die nach Norden zeigt, ist der Nordpol.



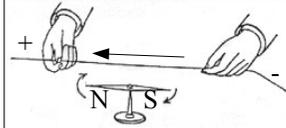
- Magnetische Feldlinien verlaufen in der Umgebung eines Magneten vom Nord- zum Südpol.

DB 166

Magnetismus

Magnetfeld von stromdurchflossenen Leitern

Mit dem Oersted-Versuch lässt sich nachweisen, dass ein gerader, stromdurchflossener Leiter ein Magnetfeld besitzt.

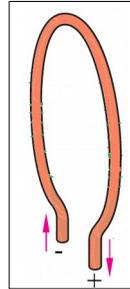


a) Zeichne das Magnetfeld in der Umgebung des Leiters.

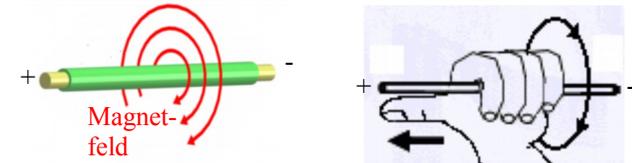
b) Das Bild rechts zeigt eine Leiterschleife.

Die Elektronen bewegen sich im Uhrzeigersinn.

Zeichne an gegenüberliegenden Kanten magnetische Feldlinien. Welche Seite bildet den Nordpol der Leiterschleife?

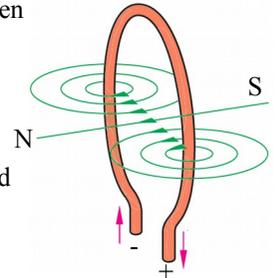


a)



Das Magnetfeld des stromdurchflossenen Leiters kann mit der Schraubenregel der linken Hand bestimmt werden. Zeigt der Daumen in Richtung der Elektronenbewegung, so weisen die Finger in Richtung des Magnetfeldes.

b) Die Magnetfelder, die von jedem Teil der Leiterschleife erzeugt werden verstärken sich im Innern der Leiterschleife. Der Nordpol befindet sich links, da das Magnetfeld außerhalb der Leiterschleife vom Nord- zum Südpol zeigen muss.

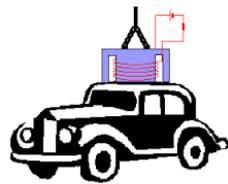


DB 188-190

Magnetische Stromwirkung

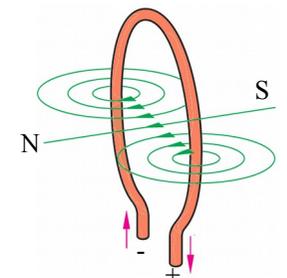
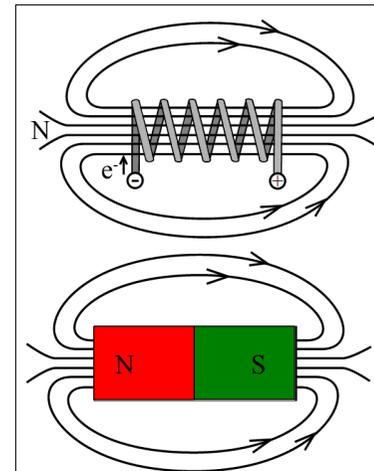
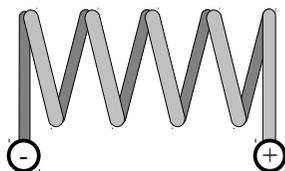
Magnetfeld einer Spule

Elektromagnete bestehen aus Spulen, deren Magnetfeld über den Strom ein- und ausgeschaltet werden kann.



Zeichne das Magnetfeld der unten abgebildeten Spule.

Kennzeichne Nord- und Südpol.



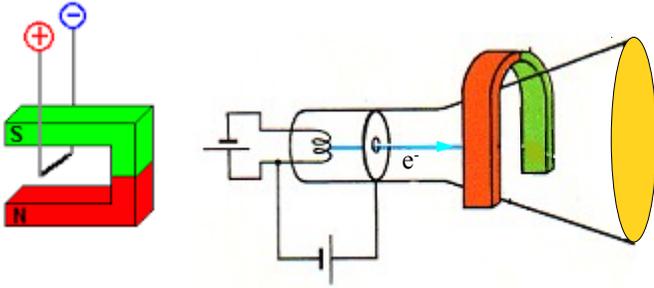
Die Elektronen fließen in der Spule (von links betrachtet) im Uhrzeigersinn. [Zum Vergleich: Magnetfelder eines Stabmagneten und einer Leiterschleife.]

DB 188-190

Magnetfeld von Spulen

Lorentzkraft

In welche Richtung wird a) die Leiterschaukel b) der Elektronenstrahl abgelenkt? Erkläre!



Auf bewegte Ladungsträger wirkt im Magnetfeld eine Kraft. Die Richtung dieser Lorentzkraft kann mit der 3-Finger-Regel bestimmt werden. Da Elektronen negativ geladen sind verwendet man die linke Hand.



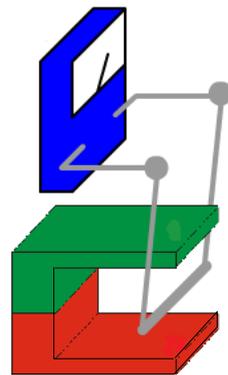
- a) • 3-Finger-Regel • der linken Hand;
• Daumen (Elektronenbewegung): aus der Papierebene heraus;
• Zeigefinger (Magnetfeld, N→S): nach oben;
• Mittelfinger (Lorentzkraft): nach rechts.
- b) • 3-Finger-Regel • der linken Hand;
• Daumen (Elektronenbewegung): nach rechts;
• Zeigefinger (Magnetfeld, N→S): in die Papierebene hinein;
• Mittelfinger (Lorentzkraft): nach unten.

DB 280ff

Die Lorentzkraft

Induktion durch Bewegung

Eine schwingende Leiterschaukel wird mit einem Voltmeter verbunden, welches feststellen kann, in welche Richtung die Elektronen im Magnetfeld gedrückt werden.



- a) Erläutere, in welche Richtung die Elektronen verschoben werden, wenn die Leiterschaukel nach rechts schwingt.
- b) Was beobachtet man während einer Schwingung?

[Hinweis: Das Voltmeter ist keine elektrische Quelle. Es kann die Elektronen nicht verschieben, sondern lediglich anzeigen, auf welcher Seite ein Elektronenüberschuss (-) oder -mangel (+) herrscht.]

- a) Man betrachtet die Unterkante der Leiterschaukel, da sich diese im Magnetfeld befindet. Ein Elektron in der Mitte dieser Kante ruht zunächst. Durch die Schaukelbewegung nach rechts bewegt sich auch dieses Elektron nach rechts.

Auf bewegte Ladungsträger wirkt im Magnetfeld eine Lorentzkraft. Diese kann für Elektronen (negativ geladen) mit Hilfe der 3-Finger-Regel der linken Hand bestimmt werden:

- Daumen (Elektronenbewegung): nach rechts (mit der Schaukel);
Zeigefinger (Magnetfeld (N→S)): nach oben;
Mittelfinger (Lorentzkraft): in die Papierebene hinein.

- b) Man beobachtet eine Wechselspannung, da sich bei einem Wechsel der Bewegungsrichtung auch die Krafrichtung umkehrt.

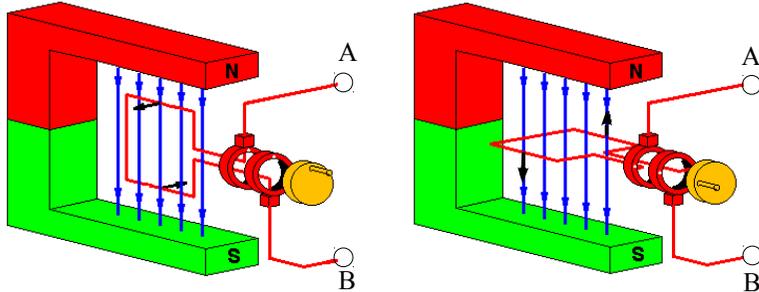
DB 284

Induktion

Wechselspannungsgenerator

Eine Leiterschleife wird (durch Betätigung der gelben Kurbel) gegen den Uhrzeigersinn gedreht.

a) Welche Polung besitzen A, B im linken (rechten) Bild?



b) Wo verwendet man Wechselspannungsgeneratoren?

- a) linkes Bild, untere Leiterkante: Blickt man aus Richtung der orangenen Kurbel zum Magneten, so bewegen sich Elektronen in der unteren Leiterkante gegen den Uhrzeigersinn nach rechts.
- 3-Finger-Regel • der linken Hand;
 - Daumen (Elektronenbewegung): nach rechts;
 - Zeigefinger (Magnetfeld, N→S): nach unten;
 - Mittelfinger (Lorentzkraft): aus der Papierebene heraus.
- B ist Minuspol; folglich ist A Pluspol.

Im rechten Bild bewegen sich die Leiterkanten parallel zum Magnetfeld. Es wirkt keine Lorentzkraft. Die Elektronen werden nicht verschoben. Die Spannung an A und B ist Null.

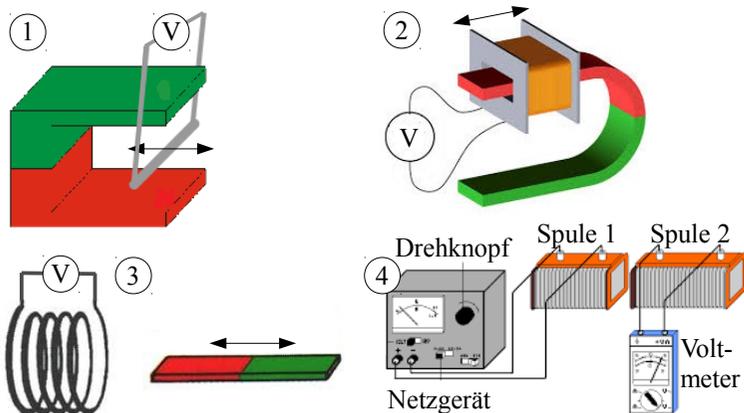
b) Generatoren werden in Windrädern, Kraftwerken und Fahrraddynamos zur Erzeugung von Wechselspannung verwendet. Grundprinzip ist immer die Drehung einer Spule in einem Magnetfeld.

DB 285

Induktion

a) Vergleiche die Induktionsvorgänge 1-4.

b) Vergleiche die Spulen aus 4 mit den Spulen aus 1 bis 3.



- a) 1, 2: Induktion durch Bewegung. (Der Leiter, an dem die Spannung gemessen wird, wird bewegt.)
 3, 4: Induktion durch Magnetfeldänderung. (Der Leiter, an dem die Spannung gemessen wird, bewegt sich nicht. Das Magnetfeld wird mit Hilfe eines Permanentmagneten (3) oder Elektromagneten (4) verändert. Hinweis: Es ist auch möglich, dass beide Formen der Induktion gemeinsam auftreten.)

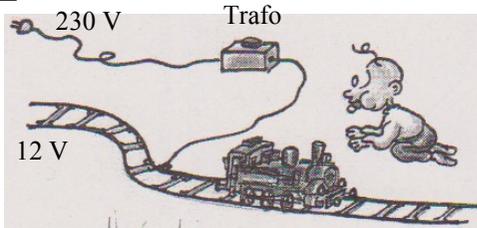
b) In Versuch 4 ist Spule 2 mit dem Voltmeter verbunden. Sie entspricht den Spulen in den ersten drei Versuchen, die ebenfalls mit einem Voltmeter verbunden sind. Man nennt diese Spule Induktionsspule, da in ihr eine Spannung induziert wird. Spule 1 (in Versuch 4) ist mit einem Netzgerät verbunden. Erhöht man mit dem Drehknopf die Spannung, so steigt die Stromstärke in Spule 1. Dadurch wird das von Spule 1 erzeugte Magnetfeld immer größer. Der Effekt entspricht aus Sicht von Spule 2 der Annäherung eines Permanentmagneten (Versuch 3).

DB 288

Induktion

Transformator (Trafo) 1:

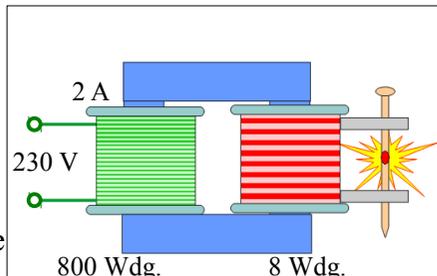
Ein Trafo wandelt eine Eingangsspannung (hier: 230 V) in eine Ausgangsspannung (hier 12 V) um.



- a) Beschreibe, aus welchen Komponenten ein Trafo besteht.
- b) Erläutere die Funktionsweise eines Trafos.
- c) Gib eine Formel zur Berechnung des Spannungsverhältnisses an.

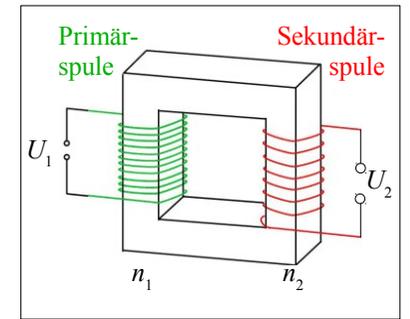
Transformator 2:

Verbindet man den abgebildeten Trafo primärseitig mit einer Steckdose, so erhält man auf der Sekundärseite eine Stromstärke, die so groß ist, dass ein Nagel schmilzt.



Erkläre die Beobachtung durch geeignete Berechnungen.

- a) Ein Trafo besteht aus zwei Spulen, die über einen Eisenkern magnetisch miteinander verbunden sind.
- b) Liegt an der Primärspule eine Wechselspannung an, so wird ein Magnetfeld in Richtung der Spulennachse erzeugt, das mit der Wechselspannung seine Richtung ändert. Dieses sich ändernde Magnetfeld wird durch den Eisenkern in die Sekundärspule übertragen. Dort erzeugt das sich ändernde Magnetfeld eine Induktionsspannung U_2 (Magnetfeldänderung \rightarrow Induktionsspannung).



c)
$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

DB 292f

Transformator

Die Ströme verhalten sich am Trafo umgekehrt zu den Windungszahlen. Wegen $n_1 = 100 \cdot n_2$ folgt damit $I_2 = 100 \cdot I_1 = 200 \text{ A}$.

Begründung:

Für den idealen Trafo (ohne Energieverlust) gilt neben $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ noch $P_1 = P_2$. Die auf der linken Seite von der Steckdose

aufgenommene Leistung wird verlustfrei zur Sekundärseite transportiert. Einsetzen der Formel für die elektrische Leistung

$P = U \cdot I$ führt auf $U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2$. Division durch $(U_2 \cdot I_1)$ liefert $\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$.

Mit der Gleichung oben rechts folgt: $\frac{I_2}{I_1} = \frac{n_1}{n_2}$.

Setzt man $I_1 = 2 \text{ A}$; $n_1 = 800$; $n_2 = 8$ ein, so folgt: $\frac{I_2}{2 \text{ A}} = \frac{800}{8} = 100$ oder

$I_2 = 200 \text{ A}$. Eine sehr große Stromstärke! Der arme Nagel.

DB 292

Transformator