

Elektrische Ladung und elektrischer Strom

Es gibt positive und negative elektrische Ladungen.

Der Aufbau eines Atoms

Alle Körper sind aus Atomen aufgebaut.

Ein Atom besteht aus einem positiv geladenen Atomkern, der von einer negativ geladenen Atomhülle umgeben ist.

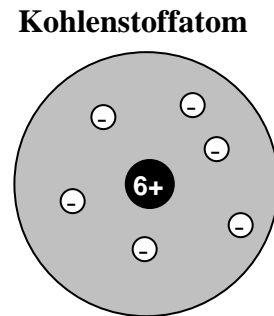
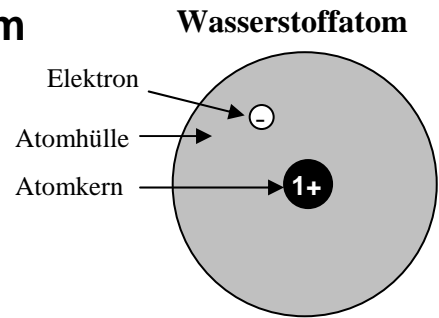
In der **Atomhülle** befinden sich negativ geladene **Elektronen**.

Im **Atomkern** befinden sich positiv geladene **Protonen**.

Ein Elektron besitzt die kleinste negative Ladung: $-1e$ (e...**Elementarladung**).

Ein Proton besitzt die kleinste positive Ladung: $+1e$.

Ein Atom ist nach außen **elektrisch neutral** (elektrisch ungeladen), wenn sich genauso viele Elektronen in der Atomhülle wie Protonen im Kern befinden.



Elektrisch geladene Körper

Ein Körper ist **elektrisch geladen**, wenn sich die Anzahl der positiven Ladungen aller Atomkerne von der Anzahl aller Elektronen unterscheidet.

Ein elektrisch negativ geladener Körper hat **Elektronenüberschuss**, ein elektrisch positiv geladener hat **Elektronenmangel**.

Durch **inniges Berühren bzw. Reiben** zweier Körper können Elektronen von einem Körper auf den anderen übergehen. Beide Körper sind dann nicht mehr elektrisch neutral.

Bezeichnung: **Reibungselektrizität**

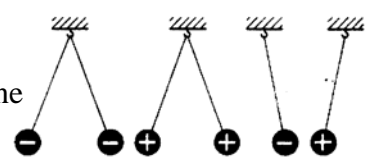
Reiben von Plaststab mit Watte ⇒ Watte gibt an Plaste Elektronen ab
 ⇒ Watte positiv geladen
 ⇒ Plaste negativ geladen

Reiben von Glasstab mit Watte ⇒ Glas gibt an Watte Elektronen ab
 ⇒ Glas positiv geladen
 ⇒ Watte negativ geladen

Verhalten elektrisch geladener Körper

Zwischen elektrisch geladenen Körpern wirken Kräfte.

Gleichnamig geladene Körper stoßen sich ab, ungleichnamig geladene ziehen sich an.



Die elektrische Ladung

Die physikalische Größe elektrische Ladung beschreibt, wie stark ein Körper positiv bzw. negativ geladen ist:

Die *elektrische Ladung* gibt an, wie groß der Elektronenüberschuss bzw. Elektronenmangel eines Körpers ist.

Formelzeichen: Q Einheit: 1C (Coulomb¹)

elektrische Ladung eines Körpers: $Q = ne$

n...Anzahl der überschüssigen bzw. fehlenden Elektronen

e...Elementarladung $e = 1,6 \cdot 10^{-19}C$

Elektrischer Strom in Metallen

Elektrischer Strom ist bewegte Ladung.

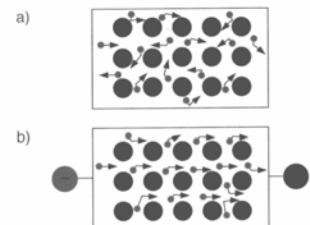
Im Metall können sich einige Elektronen frei bewegen. Ihre Bewegung ist ungerichtet.

Wird ein metallischer Leiter mit einer Spannungsquelle verbunden, so bewegen sich die Elektronen in eine bestimmte Richtung.

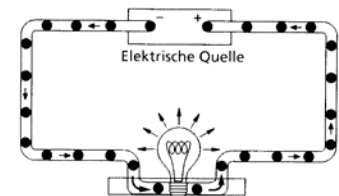
Am Minuspol der Spannungsquelle herrscht Elektronenüberschuss, am Pluspol Elektronenmangel.

Beim geschlossenen Stromkreis bewegen sich die Elektronen vom Minuspol zum Pluspol der Spannungsquelle. Die Spannungsquelle pumpt die Elektronen durch den metallischen Leiter.

Dabei werden im Verbraucher Wirkungen (Licht, Wärme) hervorgerufen.



2 Stromfluß in metallischen Leitern



1 Elektronenbewegung in den elektrischen Leitungen eines Stromkreises



2 Wassermodell für einen einfachen Stromkreis

¹ nach dem französischen Physiker Charles Auguste De Coulomb (1736-1806)

Nachweis elektrischer Ladungen

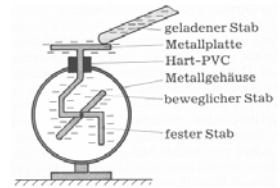
Das Elektroskop

Aufbau:

- Metallstab mit einem leicht drehbar gelagerten Metallzeiger

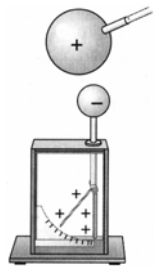
Wirkungsweise:

- Berührung der Spitze des Metallstabes mit negativ geladenem Körper
⇒ Elektronen wandern auf Metallstab und Zeiger
⇒ Abstoßung von Metallstab und Zeiger
(je größer die Ladung, desto größer die Abstoßung, desto größer der Ausschlag)
- Berührung der Spitze des Metallstabes mit positiv geladenem Körper ⇒ ...



Ausschlag beim Elektroskop auch ohne Berührung

- positive Ladung in Nähe der Spitze des Metallstabes des Elektroskops
⇒ Anziehung der Elektronen
⇒ Elektronen bewegen sich nach oben
⇒ im unteren Bereich (Metallstab und Zeiger) herrscht Elektronenmangel
⇒ Abstoßung positiver Ladungen
⇒ Ausschlag
- negative Ladung in Nähe der Spitze des Metallstabes des Elektroskops ⇒ ...

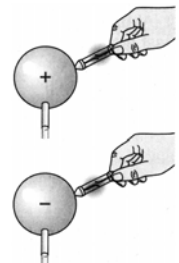


Die Trennung der Ladungen eines leitenden Körpers unter dem Einfluss von äußeren Ladungen heißt **Influenz**.

Das Elektroskop zeigt nicht das Vorzeichen der Ladung an.

Die Glimmlampe

Eine Glimmlampe leuchtet bei einem negativ geladenen Körper an der dem Körper zugewandten Seite, bei einem positiv geladenen an der ihm abgewandten Seite auf.



Die elektrische Stromstärke

Die elektrische Stromstärke gibt die Stärke des Elektronenstroms an:

Die elektrische Stromstärke gibt an, wie viel Elektronen sich in jeder Sekunde durch den Querschnitt eines elektrischen Leiters bewegen.

Formelzeichen: I Einheit: 1A

$$I = 1A \Rightarrow$$

In einer Sekunde bewegen sich $6,2 \cdot 10^{18}$ Elektronen in jeder Sekunde durch den Leiterquerschnitt

weitere **Einheiten:** $1 A = 1000 \text{ mA} = 1000000 \mu\text{A}$ $1 \text{ mA} = 1000 \mu\text{A}$
 $1 \mu\text{A} = 0,001 \text{ mA}$

Unter der Bedingung, dass ein Strom konstanter Stärke fließt, kann die Stromstärke nach

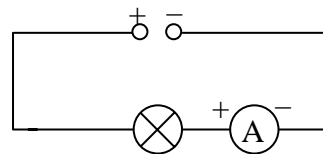
folgender Gleichung berechnet werden: $I = \frac{Q}{t}$

Q...Ladung, die durch eine Querschnittsfläche hindurchtritt

t...Zeit

Messen der elektrischen Stromstärke

- mit Strommessern
- verschiedene Messbereiche (Vielfachmessgerät)
- Zeigerinstrument, digitales Messgerät
- Strommesser werden **in Reihe** mit einem Gerät geschaltet:



Vorgehen beim Messen mit einem Vielfachmessgerät

1. Stromart (Gleich- bzw. Wechselstrom) einstellen
2. größten Messbereich wählen
3. Strommesser in Reihe zum Verbraucher schalten (+ und – beachten)
4. Messbereich so weit runterschalten, dass möglichst im letzten Drittel der Skala abgelesen werden kann
5. Stromstärke ablesen (eingestellter Messbereich gibt den Höchstwert der Skala an)

Messfehler: Messung nur mit bestimmter Genauigkeit möglich
im letzten Drittel der Skala am genauesten

Aufgaben: S. 66/15,16,17 $Q = ne$
S. 71/1,2 Stromkreis
S. 71/3 Einheiten der Stromstärke
S. 71/4,5 $Q = It$
S. 72/6,7,8 Messbereiche (Stromstärken ablesen)
S. 72/9 Warum Strommesser in Reihe?

Die elektrische Spannung

- für Bewegung der Elektronen sind Kräfte verantwortlich
- Kräfte entstehen durch das Anlegen einer elektrischen Spannung
- Stärke des Antriebs der Elektronen: elektrische Spannung

Die elektrische Spannung gibt an, wie stark der Antrieb des elektrischen Stroms ist.

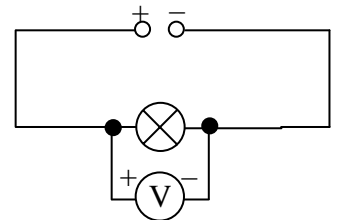
Formelzeichen: U

Einheit: 1 V (1 Volt) (nach Alessandro Volta 1745-1827)

weitere Einheiten: 1 kV = 1000 V
1 mV = 0,001 V

Messen der elektrischen Spannung:

- mit Spannungsmessern
- Spannungsmesser werden **parallel** zum elektrischen Gerät geschaltet:



Vorgehen beim Messen mit einem Vielfachmessgerät

1. Stromart (Gleich- bzw. Wechselstrom) einstellen
2. größten Messbereich wählen
3. Spannungsmesser parallel zum Verbraucher oder zur elektrischen Quelle schalten (+ und – beachten)
4. Messbereich so weit runterschalten, dass möglichst im letzten Drittel der Skala abgelesen werden kann
5. Stromstärke ablesen (eingestellter Messbereich gibt den Höchstwert der Skala an)

Klemmenspannung und Leerlaufspannung

- elektrische Quellen haben eine Spannung unabhängig davon, ob sie in einen Stromkreis integriert sind oder nicht

Die elektrische Spannung einer Quelle bei offenem Stromkreis heißt Leerlaufspannung U_L .

Die elektrische Spannung einer Quelle bei geschlossenem Stromkreis heißt Klemmenspannung U_K oder U .

Die Klemmenspannung einer elektrischen Quelle ist stets kleiner als die Leerlaufspannung: $U_K < U_L$.

Leerlaufspannung U_L	Klemmenspannung U_K
Der Stromkreis ist offen. Das elektrische Gerät arbeitet nicht.	Der Stromkreis ist geschlossen. Das elektrische Gerät arbeitet.

Der elektrische Widerstand

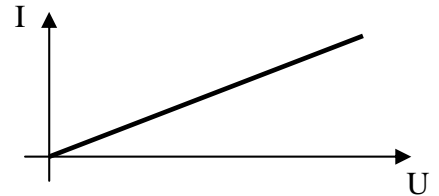
- je größer die Spannung, desto größer ist der Antrieb der Elektronen, desto größer ist die Stromstärke (desto heller leuchtet die Lampe im Stromkreis)

Ohmsches Gesetz:

Für alle metallische Leiter gilt unter der Bedingung, dass die Temperatur konstant ist: $U \sim I$.

- Glühlampe: Temperatur ist nicht konstant!!!

Proportionalitätsfaktor: $\frac{U}{I} = R$



Der elektrische Widerstand eines Bauteils gibt an, welche Spannung für einen elektrischen Strom der Stärke 1 A erforderlich ist.

Formelzeichen: R

Einheit: $1 \Omega = 1 \frac{V}{A}$ (1 Ohm) (nach Georg Simon Ohm 1789-1854)

weitere Einheiten: $1 \text{ k}\Omega = 1000 \Omega$
 $1 \text{ M}\Omega = 1000 \text{ k}\Omega = 1000000 \Omega$

Der elektrische Widerstand eines Bauteils kann mit der Gleichung $R = \frac{U}{I}$ berechnet werden.

(U...Spannung; I...Stromstärke)

Das Widerstandsgesetz:

Der elektrische Widerstand eines Leiters ist abhängig von

- dem Stoff, aus dem der Leiter besteht
- der Länge des Leiters
- der Querschnittsfläche des Leiters

Der elektrische Widerstand eines Leiters kann mit der folgenden Gleichung berechnet werden: $R = \frac{\rho \cdot l}{A}$

(ρ ...spezifischer elektrischer Widerstand; l...Leiterlänge; A...Querschnittsfläche des Leiters)

Der spezifische elektrische Widerstand eines Stoffes gibt an, welchen Widerstand ein Leiter aus diesem Stoff besitzt, der 1 m lang ist und eine Querschnittsfläche von 1 mm^2 besitzt.

Formelzeichen: ρ

Einheit: $1 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ (1 Ohm mal Quadratmillimeter durch Meter)

Elektrische Energie und elektrische Leistung

- Umwandlung von elektrischer Energie in andere Energieformen

Elektrische Energie ist die Fähigkeit des elektrischen Stroms, mechanische Arbeit zu verrichten, Wärme abzugeben oder Licht auszusenden. (siehe Energie S. 34)

Formelzeichen: E_{el}

Einheit: 1 J (1 Joule)

1 Ws (1 Wattsekunde)

Die elektrische Energie ist abhängig von

- der Spannung (dem Antrieb des Stromes)
- der Stromstärke
- der Zeit, in der elektrischer Strom fließt

Unter der Bedingung, dass die Spannung und der Strom sich nicht ändern, kann die elektrische Energie mit folgender Gleichung berechnet werden: $E_{el} = U \cdot I \cdot t$

(U...elektrische Spannung; I...elektrische Stromstärke; t...Zeit)

Die elektrische Leistung gibt an, wie viel elektrische Energie in jeder Sekunde umgewandelt wird.

Formelzeichen: P (siehe Leistung S. 39)

Einheit: 1 W

Die elektrische Leistung kann mit der Gleichung $P = \frac{E_{el}}{t}$ berechnet werden.

(E_{el} ...umgewandelte elektrische Energie; t...Zeit)

$$P = \frac{E_{el}}{t} = \frac{U \cdot I \cdot t}{t} = U \cdot I$$