

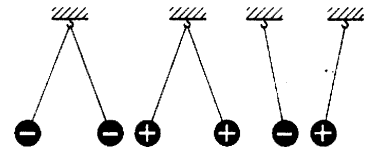
Elektrische Grundgrößen

Elektrische Ladung

Es gibt positive und negative elektrische Ladungen. Atome sind aus negativ geladenen Elektronen und einem positiv geladenen Kern aufgebaut. Jedes Elektron trägt eine negative Elementarladung¹.

Ein Körper ist elektrisch geladen, wenn sich die Anzahl der positiven Ladungen aller Atomkerne von der Anzahl aller Elektronen unterscheidet. Ein negativ geladener Körper hat Elektronenüberschuss, ein elektrisch positiv geladener hat Elektronenmangel.

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



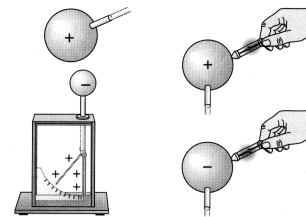
Die **elektrische Ladung** gibt an, wie groß der Elektronenüberschuss bzw. Elektronenmangel eines Körpers ist.

Formelzeichen: Q Einheit: 1C (Coulomb²)

Elektrische Ladungen sind teilbar und übertragbar. Die Trennung der Ladungen eines leitenden Körpers unter dem Einfluss von äußeren Ladungen heißt **Influenz**.

Qualitativer Nachweis elektrischer Ladungen

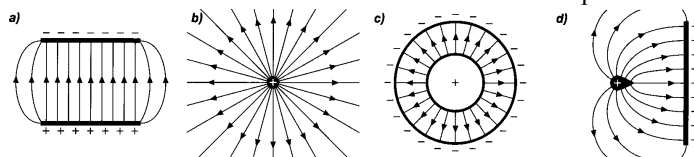
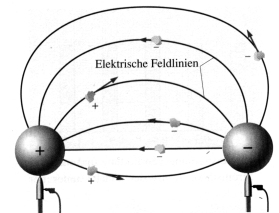
- mit dem Elektroskop durch Influenz und auf Grund der Abstoßung gleichartiger Ladungen
- Nachweis des Vorzeichens der Ladung durch Glimmlampe³



Elektrisches Feld

In der Umgebung elektrischer Ladungen besteht ein **elektrisches Feld**. In ihm erfahren elektrisch geladene Probekörper eine Kraft. Ein elektrisches Feld kann durch Feldlinien veranschaulicht werden.

Elektrische Feldlinien sind gedachte Linien, die für jeden Punkt eines elektrischen Feldes die Richtung der Kraft auf einen positiv geladenen Probekörper angeben. Sie entspringen auf positiven Ladungen und enden auf negativen. Je dichter die Feldlinien gezeichnet sind, desto stärker ist das elektrische Feld und damit die Kraft auf den Probekörper.



a) homogenes Feld⁴ (außer den Randgebieten); b) radialsymmetrisches Feld; c) feldfreier Raum im Innern eines Metallrings; d) inhomogenes Feld

Elektrischer Strom

Elektrischer Strom ist bewegte Ladung.

Der Ladungstransport erfolgt in Metallen durch Leitungselektronen, in Elektrolyten⁵ durch Ionen, in Gasen durch Ionen und Elektronen.

Die **elektrische Stromstärke** ist ein Maß für die in der Zeit t geflossenen Ladung Q: $I = \frac{Q}{t}$

(Bedingung: elektrische Stromstärke in der Zeit t konstant)

Formelzeichen: I Einheit: $1 \frac{C}{s} = 1A$ (Ampere⁶) (1 = 1A \Leftrightarrow in einer Sekunde fließt eine Ladung von 1C)

Die Bewegungsrichtung des elektrischen Stroms ist die Bewegungsrichtung positiver Ladungen. (vom Pluspol zum Minuspol einer Spannungsquelle)

Allgemeines Leitungsmodell eines elektrischen Leitungsvorgangs

- Voraussetzungen: Vorhandensein frei beweglicher Ladungsträger; Existenz eines elektrischen Feldes
 Verlauf: Ladungsträger bewegen sich gerichtet im elektrischen Feld; In Stoffen wird die gerichtete Bewegung durch Wechselwirkungen mit anderen Teilchen im Stoff behindert; Elektrische Energie wird in andere Energieformen umgewandelt.

¹ Die Elementarladung ist die kleinste elektrische Ladungsmenge: $e = 1,6 \cdot 10^{-19}C$. 1909 experimenteller Nachweis durch den amerikanischen Physiker Robert Andrews Milikan (1868-1953)

² nach dem französischen Physiker Charles Auguste De Coulomb (1736-1806)

³ Die Glimmlampe leuchtet bei einem negativ geladenen Körper an der dem Körper zugewandten, bei einem positiv geladenen an der ihm abgewandten Seite auf.

⁴ Kraft in allen Punkten des Feldes konstant; Feldlinien verlaufen parallel

⁵ Stoffe, deren Lösungen bewegliche Ionen enthalten; hauptsächlich Säuren, Basen und Salze

⁶ nach dem französischen Wissenschaftler André Marie Ampère (1775-1836)

Elektrische Spannung

Die elektrische Spannung gibt an, wie stark der Antrieb des elektrischen Stroms ist. In Spannungsquellen werden Ladungen unter Arbeitsaufwand (z.B. durch Reibung oder auf chemische Weise in Akkus und Batterien) getrennt. Die getrennten Ladungen besitzen elektrische Energie und können die Arbeit W verrichten.

Die **elektrische Spannung** ist der Quotient aus der Arbeit W , die zum Transport eines Körpers mit der Ladung Q im elektrischen Feld erforderlich ist, und der Ladung Q : $U = \frac{W}{Q}$

Formelzeichen: U Einheit: $1 \frac{J}{C} = 1V$ (Volt⁷)

Elektrische Arbeit

Bei der elektrischen Arbeit wird elektrische Energie in andere Energieformen umgewandelt (Wärme, mechanische Energie, Licht, ...). Die **elektrische Arbeit** ist das Produkt aus Spannung U , Stromstärke I und Zeit t : $W = U \cdot Q = U \cdot I \cdot t$ Formelzeichen: W Einheit: $1VA = 1J$ (Joule⁸)

Elektrische Leistung

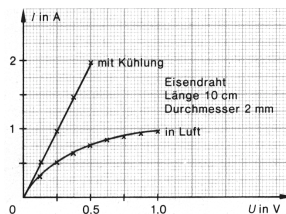
Die **elektrische Leistung** ist der Quotient aus Arbeit W und Zeit t oder auch das Produkt aus Spannung U und Stromstärke I : $P = \frac{W}{t} = \frac{U \cdot I \cdot t}{t} = U \cdot I$. Formelzeichen: P Einheit: $1VA = 1W$ (Watt⁹)

Elektrischer Widerstand

Der elektrische Widerstand kennzeichnet die Eigenschaft eines Bauelements, den elektrischen Strom zu hemmen. Der **elektrische Widerstand** ist der Quotient aus der am Bauelement anliegenden Spannung U und der in ihm herrschenden Stromstärke I : $R = \frac{U}{I}$. Formelzeichen: R Einheit: $1 \frac{V}{A} = 1\Omega$ (Ohm¹⁰)

Für einen elektrischen Leiter der Länge l und dem überall gleichen Querschnitt A gilt: $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$.

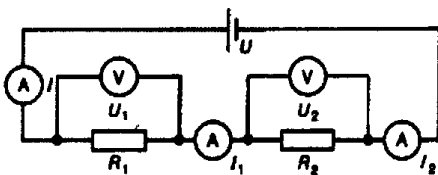
(ρ ...spezifischer Widerstand; Einheit: $1 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$)



Ohmsches Gesetz

Bei konstanter Temperatur gilt: $R = \frac{U}{I} = \text{konstant}$.

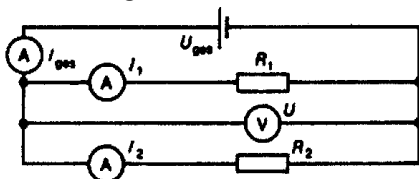
Reihenschaltung



Spannungen: $U = U_1 + U_2$ allg.: $U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$
Ströme: $I = I_1 = I_2$ allg.: $I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$
Widerstände: $R = R_1 + R_2$ allg.: $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$

Der Gesamtwiderstand ist größer als der größte Teilwiderstand.

Parallelschaltung



Spannungen: $U = U_1 = U_2$ allg.: $U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$
Ströme: $I = I_1 + I_2$ allg.: $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$
Widerstände: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ allg.: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$

Der Gesamtwiderstand ist kleiner als der kleinste Teilwiderstand.

⁷ nach dem italienischen Physiker Alessandro Volta (1745-1827)
⁸ nach dem englischen Physiker James Prescott Joule (1818-1889)
⁹ nach dem englischen Ingenieur James Watt (1736-1819)
¹⁰ nach Georg Simon Ohm (1789-1854)