

Grundwissen Physik (9. Klasse)

1 Elektrodynamik

1.1 Grundbegriffe

Elektrische Ladung:

Es gibt zwei Arten elektrischer Ladung, die man als positiv bzw. negativ bezeichnet.

Kräfte zwischen Ladungen:

Gleichnamige Ladungen stoßen sich ab.
Ungleichnamige Ladungen ziehen sich an.

Elektrischer Strom:

Jede Bewegung elektrischer Ladungen nennt man einen elektrischen Strom.

Technische (konventionelle) Stromrichtung:

Die technische (konventionelle) Stromrichtung stimmt bei positiven Ladungen mit der Bewegungsrichtung überein, bei negativen Ladungen ist sie entgegengesetzt.
In einem Gleichstromkreis geht die technische Stromrichtung vom Pluspol zum Minuspol.

1.2 Magnetisches Feld

Magnetisches Feld eines Dauermagneten:

Jeder Dauermagnet verursacht ein magnetisches Feld.

Am Nordpol eines Magneten treten Feldlinien aus, am Südpol treten Feldlinien ein. Innerhalb des Magneten verlaufen die (geschlossenen) Feldlinien vom Südpol zum Nordpol.

Magnetisches Feld eines Stroms:

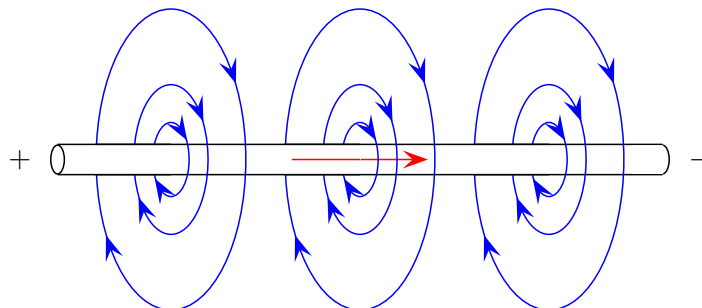
Jeder Strom (also jede Bewegung von Ladungen) verursacht ein magnetisches Feld.

Magnetisches Feld eines geraden stromdurchflossenen Leiters:

Die Feldlinien sind konzentrische Kreise um den Leiter.

Rechte-Hand-Regel: Zeigt der Daumen der rechten Hand in die technische Stromrichtung, so geben die anderen, gekrümmten Finger die Richtung der Feldlinien an.

Variante mit „Elektronen-Hand“ (links) für negative Ladungen bzw. „Protonen-Hand“ (rechts) für positive Ladungen: Zeigt der Daumen in die Bewegungsrichtung der Ladungsträger, so geben die anderen, gekrümmten Finger die Richtung der Feldlinien an.



Magnetfeld eines geraden
stromdurchflossenen Leiters

Magnetisches Feld einer stromdurchflossenen Spule:

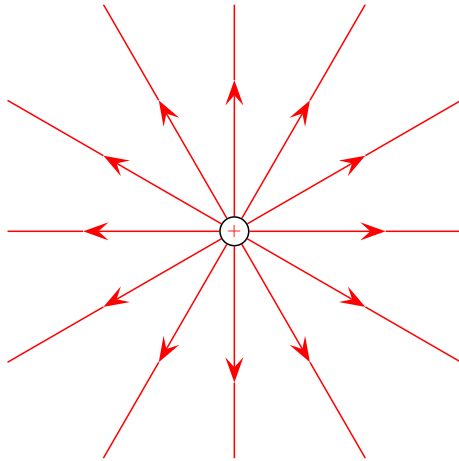
Das Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule entspricht in etwa dem Magnetfeld eines Stabmagneten.

1.3 Elektrisches Feld

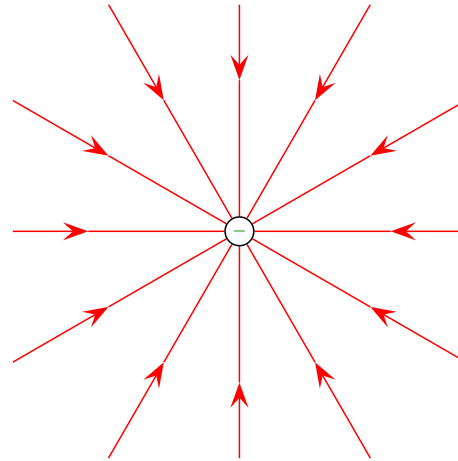
Elektrisches Feld einer Ladung:

Jede Ladung erzeugt ein elektrisches Feld.

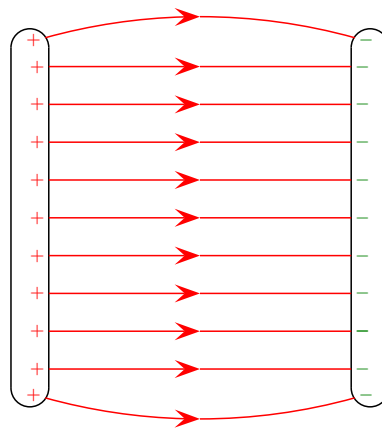
An positiven Ladungen beginnen Feldlinien; an negativen Ladungen enden Feldlinien.



Elektrisches Feld einer positiven Punktladung



Elektrisches Feld einer negativen Punktladung



Elektrisches Feld eines geladenen Plattenkondensators

Wirkung des elektrischen Feldes auf Ladungen:

Ein elektrisches Feld übt auf jede Ladung eine Kraft aus, und zwar bei positiven Ladungen in Feldlinienrichtung, bei negativen Ladungen entgegengesetzt.

1.4 Lorentzkraft

Wirkung des magnetischen Feldes auf Ladungen:

Ein magnetisches Feld übt auf eine bewegte Ladung im Allgemeinen eine Kraft aus, die sogenannte Lorentzkraft.

Der Betrag der Lorentzkraft hängt ab von der Stärke des Magnetfeldes, vom Ladungsbetrag, von der Geschwindigkeit der Ladung sowie vom Winkel zwischen den magnetischen Feldlinien und der Bewegungsrichtung; bei Bewegung in Feldlinienrichtung oder entgegengesetzt dazu gibt es keine Lorentzkraft.

Die Richtung der Lorentzkraft ergibt sich aus der Drei-Finger-Regel (rechte Hand, gespreizte Finger):

Daumen in technischer Stromrichtung

Zeigefinger in Feldlinienrichtung

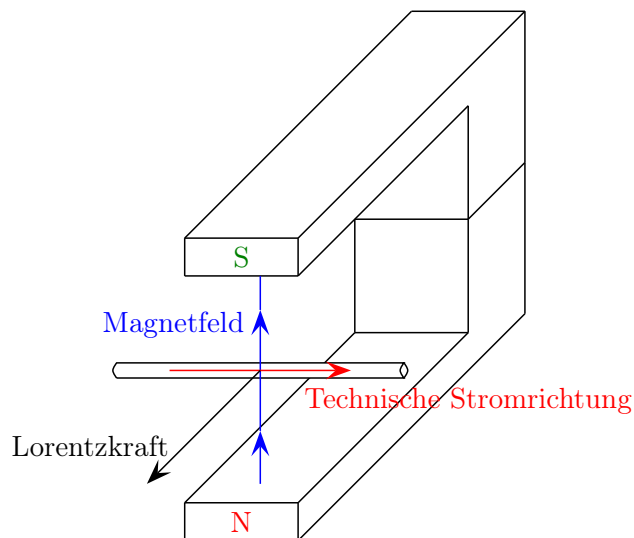
Mittelfinger in Krafrichtung

Variante mit „Elektronen-Hand“ (links) für negative Ladungen bzw. „Protonen-Hand“ (rechts) für positive Ladungen:

Daumen in Bewegungsrichtung der Ladungen

Zeigefinger in Feldlinienrichtung

Mittelfinger in Krafrichtung



1.5 Elektromagnetische Induktion

Induktion in einer Leiterschleife oder Spule

Ändert sich im Inneren einer Leiterschleife oder Spule das magnetische Feld, so wird zwischen den Enden der Leiterschleife oder Spule eine Spannung („Induktionsspannung“) induziert.

Bemerkung: Jede Änderung des magnetischen Feldes verursacht ein elektrisches Feld. Umgekehrt bewirkt jede Änderung des elektrischen Feldes ein magnetisches Feld.

Lenzsche Regel (Richtung des Induktionsstroms):

Der Induktionsstrom ist so gerichtet, dass er seiner Ursache (Bewegung bzw. Magnetfeldänderung) entgegenwirkt.

Generator:

Dreht sich eine Leiterschleife oder Spule gleichmäßig in einem Magnetfeld, so entsteht zwischen den Enden der Leiterschleife oder Spule eine sinusförmige Wechselspannung.

Transformator, Spannungstransformation:

$$U_p : U_s = N_p : N_s$$

U_p	Spannung an der Primärspule; Einheit V
U_s	Spannung an der Sekundärspule; Einheit V
N_p	Windungszahl der Primärspule
N_s	Windungszahl der Sekundärspule

Transformator, Stromstärketransformation:

$$I_p : I_s = N_s : N_p$$

I_p	Stromstärke in der Primärspule; Einheit A
I_s	Stromstärke in der Sekundärspule; Einheit A
N_p	Windungszahl der Primärspule
N_s	Windungszahl der Sekundärspule

2 Mechanik

2.1 Geradlinige Bewegung mit konstanter Beschleunigung

Zurückgelegte Strecke:

$$s = \frac{a}{2} t^2 + v_0 t$$

s	zurückgelegte Strecke; Einheit m
a	Beschleunigung (mit Vorzeichen); Einheit $\frac{m}{s^2}$
t	Zeit; Einheit s
v_0	Anfangsgeschwindigkeit; Einheit $\frac{m}{s}$

Momentane Geschwindigkeit:

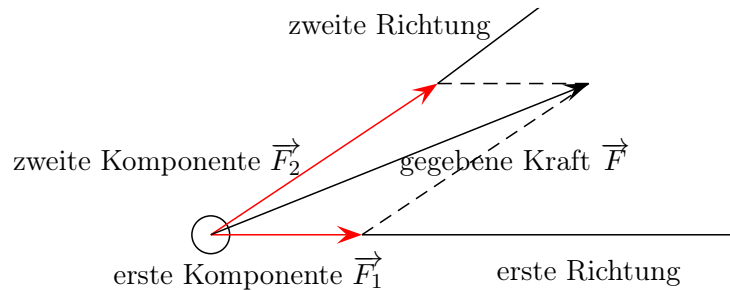
$$v = a t + v_0$$

v	momentane Geschwindigkeit; Einheit $\frac{m}{s}$
a	Beschleunigung (mit Vorzeichen); Einheit $\frac{m}{s^2}$
t	Zeit; Einheit s
v_0	Anfangsgeschwindigkeit; Einheit $\frac{m}{s}$

2.2 Kräfte

Zerlegung einer Kraft in Komponenten:

Eine Kraft kann durch Ergänzung zum Kräfteparallelogramm in zwei Komponenten (Einzelkräfte) mit vorgegebenen Richtungen zerlegt werden.



Kräfte an der schiefen Ebene:

An der schiefen Ebene kann die Gewichtskraft zerlegt werden in die Hangabtriebskraft (parallel zur schiefen Ebene) und die Normalkraft (senkrecht zur schiefen Ebene).

Hangabtriebskraft:

$$F_H = m g \sin \alpha$$

F_H	Hangabtriebskraft (Betrag); Einheit N
m	Masse; Einheit kg
g	Fallbeschleunigung (Ortsfaktor); Einheit $\frac{m}{s^2}$
α	Neigungswinkel; Einheit $^\circ$

Normalkraft:

$$F_N = m g \cos \alpha$$

F_N	Normalkraft (Betrag); Einheit N
m	Masse; Einheit kg
g	Fallbeschleunigung (Ortsfaktor); Einheit $\frac{m}{s^2}$
α	Neigungswinkel; Einheit $^\circ$

3 Atom- und Kernphysik

3.1 Atome und ihre Bestandteile

Größe und Aufbau von Atomen:

Atome haben die Größenordnung 10^{-10} m.

Jedes Atom besteht aus einem winzigen, positiv geladenen Atomkern, der fast die ganze Masse des Atoms enthält, und den negativ geladenen Elektronen der Atomhülle.

Größe und Aufbau von Atomkernen:

Atomkerne haben die Größenordnung 10^{-15} m bis 10^{-14} m.

Atomkerne bestehen fast immer aus Protonen (positiv geladen) und Neutronen (elektrisch neutral). Eine Ausnahme bildet der normale Wasserstoff mit einem Proton als Atomkern.

Teilchenzahlen in Atomen:

Für ein neutrales Atom gibt die Ordnungszahl Z des entsprechenden chemischen Elements sowohl die Zahl der Protonen als auch die Zahl der Elektronen an.

Die Zahl der Neutronen im Atomkern hängt im Allgemeinen vom Isotop ab. Sehr leichte stabile Atomkerne haben ungefähr gleich viele Protonen und Neutronen. Bei schweren Atomkernen ist die Zahl der Neutronen deutlich (bis etwa 50 %) größer als die der Protonen.

Kleinste bekannte Teilchen:

Baryonen wie das Proton und das Neutron bestehen jeweils aus drei Quarks. Das Proton setzt sich aus zwei up-Quarks (Ladung $+\frac{2}{3}e$) und einem down-Quark (Ladung $-\frac{1}{3}e$) zusammen, das Neutron aus einem up-Quark und zwei down-Quarks.

Elektronen bestehen nach heutigem Kenntnisstand nicht aus kleineren Teilchen.

3.2 Aufnahme und Abgabe von Energie durch die Atomhülle

Energieniveaus:

Die Gesamtenergie der Elektronen in der Atomhülle kann nur bestimmte Werte annehmen, die man als Energieniveaus bezeichnet.

Photonenmodell:

Licht besteht aus Teilchen, den sogenannten Photonen. Die Energie eines Photons hängt ab von der Farbe des Lichts.

Spontane Emission von Photonen:

Elektronen eines Atoms können spontan von einem höheren Energieniveau in ein tieferes übergehen. Dabei wird ein Photon emittiert (ausgesandt), dessen Energie genau der Differenz zwischen den beiden Energieniveaus entspricht.

Absorption von Photonen:

Wenn ein Photon auf die Elektronenhülle eines Atoms trifft und genau die Energie hat, die der Differenz zweier Energieniveaus entspricht, dann kann es absorbiert werden. Bei diesem Vorgang geht ein Elektron der Atomhülle vom tieferen der beiden Energieniveaus in das höhere über.

Bemerkung: Dieses Elektron bleibt nur kurze Zeit (Größenordnung 10^{-8} s) im höheren Energieniveau, danach fällt es wieder in das tiefere Niveau zurück, und zwar unter Aussendung eines Photons.

3.3 Röntgenstrahlung

Entstehung von Röntgenstrahlung:

Röntgenstrahlung entsteht beim Aufprall schneller Elektronen auf Materie. Sie besteht aus zwei Komponenten, der Bremsstrahlung und der charakteristischen Strahlung.

Bremsstrahlung:

Die Bremsstrahlung bildet den kontinuierlichen Bestandteil des Röntgenspektrums. Sie entsteht dadurch, dass geladene Teilchen (nämlich Elektronen) stark beschleunigt werden (nämlich bei der abrupten Bremsung).

Es gibt eine bestimmte Grenzwellenlänge, die von der kinetischen Energie des aufprallenden Elektrons abhängt. Die Wellenlänge der erzeugten Röntgenstrahlung kann nicht kleiner als diese Grenzwellenlänge sein.

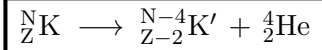
Charakteristische Strahlung:

Die charakteristische Strahlung bildet den diskreten Bestandteil des Röntgenspektrums. Sie besteht aus einzelnen Spektrallinien und entsteht auf folgende Weise:

Beim Aufprall eines schnellen Elektrons auf ein Atom wird aus einer der unteren Schalen (K-Schale, L-Schale usw.) dieses Atoms ein Elektron herausgeschlagen. Nach kurzer Zeit wird das entstandene „Loch“ dadurch wieder aufgefüllt, dass ein Elektron aus einer höheren Schale nachrückt; bei diesem Vorgang wird ein Photon emittiert.

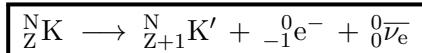
3.4 Radioaktivität

Alphazerfall:



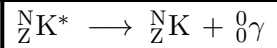
K	chemisches Symbol für Mutterkern
K'	chemisches Symbol für Tochterkern
${}^4_2\text{He}$	Heliumkern
N	Nukleonenzahl des Mutterkerns (Protonen und Neutronen zusammen)
Z	Kernladungszahl (Protonenzahl) des Mutterkerns

Betazerfall (genauer: Beta-Minus-Zerfall):



K	chemisches Symbol für Mutterkern
K'	chemisches Symbol für Tochterkern
${}_{-1}^0\text{e}^-$	Elektron
${}_0^0\bar{\nu}_e$	Antielektronneutrino
N	Nukleonenzahl des Mutterkerns (Protonen und Neutronen zusammen)
Z	Kernladungszahl (Protonenzahl) des Mutterkerns

Gammazerfall:



${}_Z^N\text{K}^*$	angeregter Kern (im höheren Energieniveau)
${}_Z^N\text{K}$	Kern im niedrigeren Energieniveau
${}_0^0\gamma$	Photon (Gammaquant)

Zerfallsgesetz der Radioaktivität:

$$\boxed{N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}}$$

N	Anzahl der zur Zeit t noch nicht zerfallenen Atomkerne
N_0	Anzahl der zu Beginn vorhandenen Atomkerne
T	Halbwertszeit; Einheit s
t	Zeit; Einheit s

3.5 Kernreaktionen

Energiebilanz von Kernreaktionen:

Bei der Fusion (Verschmelzung) leichter Atomkerne wird Energie frei, zu ihrer Fission (Spaltung) muss Energie aufgewendet werden.

Schwere Atomkerne (ab Eisen) verhalten sich umgekehrt.

Zusammenhang zwischen Masse und Energie:

$$E = m c^2$$

E	Energie; Einheit J
m	Masse; Einheit kg
c	Lichtgeschwindigkeit im Vakuum; $c \approx 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Bemerkung: Bei Kernreaktionen kann man mit dieser Formel aus der Massendifferenz Δm (Unterschied zwischen der Gesamtmasse der Teilchen vor und nach der Reaktion) den entsprechenden Energiebetrag ΔE berechnen. Ist die Gesamtmasse vor der Reaktion größer als nachher, so wird dieser Energiebetrag freigesetzt. Im umgekehrten Fall muss dieser Energiebetrag von außen zugeführt werden, um die Kernreaktion einzuleiten.