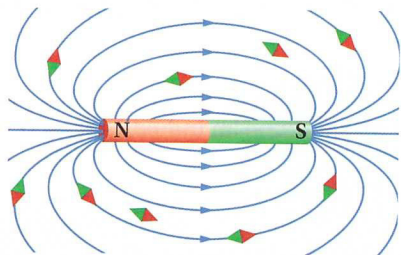


Magnetisches und elektrisches Feld

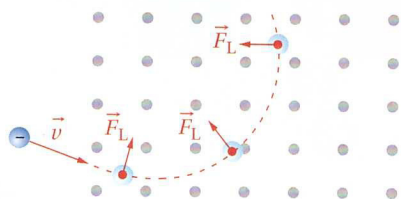
Ein **magnetisches Feld** existiert im Raum um Dauermagnete und stromdurchflossene Leiter.

- Im magnetischen Feld wirken Kräfte auf ferromagnetische Stoffe, andere Magnete sowie auf stromdurchflossene Leiter.
- Magnetfelder lassen sich mit dem Modell Feldlinienbild veranschaulichen.



Die Feldlinien verlaufen von Nord nach Süd. Die Richtung der Feldlinien gibt an, wie sich kleine Magnetnadeln im Feld ausrichten.

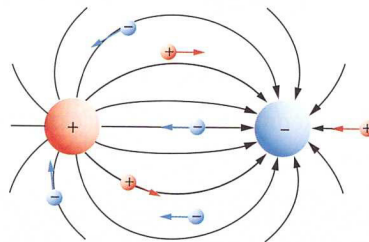
Auf geladene Teilchen bzw. auf stromdurchflossene Leiter wirkt in einem Magnetfeld eine Kraft senkrecht zum Stromfluss und senkrecht zur Richtung des magnetischen Felds (Lorentzkraft F_L , Rechte-Hand-Regel).



Anwendungen:
Elektromotor, Lautsprecher, Fernseh- bildröhre

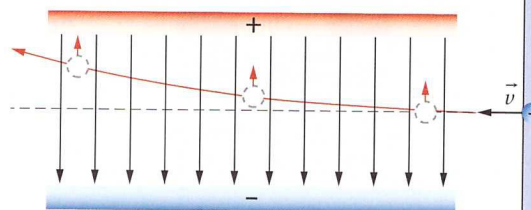
Ein **elektrisches Feld** existiert im Raum um elektrisch geladene Körper.

- Im elektrischen Feld wirken Kräfte auf elektrisch geladene Körper.
- Elektrische Felder lassen sich mit dem Modell Feldlinienbild veranschaulichen.



Die Feldlinien verlaufen von + nach -. Die Richtung der Feldlinien gibt die Richtung der Kraft auf einen positiv geladenen Körper an.

Auf frei bewegliche Ladungsträger wirken in einem elektrischen Feld Kräfte, die eine Beschleunigung bewirken.

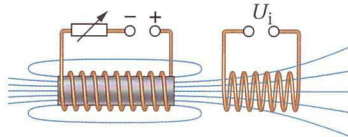


Anwendungen:
Oszillograf, Teilchenbeschleuniger

Elektromagnetische Induktion

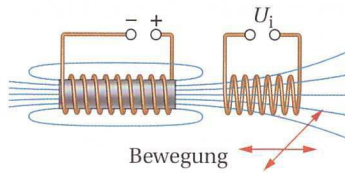
Verändert sich das von einer Spule umfasste Magnetfeld, so wird zwischen den Enden der Spule eine **Spannung induziert**. Bei geschlossenem Stromkreis fließt ein **Induktionsstrom**.

Änderung des umfassten Magnetfelds durch Änderung der Stromstärke



Änderung der Stromstärke

Änderung des umfassten Magnetfelds durch Relativbewegung



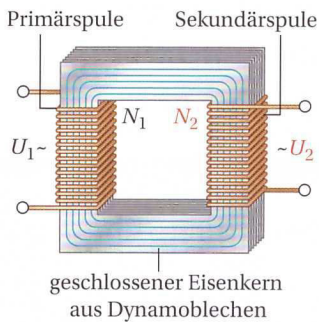
Bewegung

Die Erkenntnisse über die elektromagnetische Induktion sind im **Induktionsgesetz** zusammengefasst.

Zwischen den Enden einer Spule wird eine Spannung induziert, wenn sich das von ihr umfasste Magnetfeld ändert. Die Induktionsspannung hängt von der Schnelligkeit und der Stärke dieser Änderung sowie vom Bau der Spule (Windungszahl, Querschnittsfläche, Eisenkern) ab.

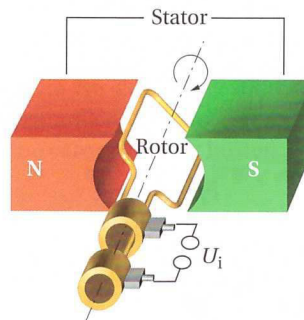
Wichtige Anwendungen der elektromagnetischen Induktion sind der **Transformator** und der **Generator**. Die Skizzen zeigen den prinzipiellen Aufbau.

Transformator



Durch die Änderung des Magnetfelds der Primärspule wird in der Sekundärspule eine Spannung induziert.

Generator



Durch die Drehung einer Leiterschleife (Spule) in einem Magnetfeld wird eine Spannung induziert.

Aufbau der Atome

Atome bestehen aus einer negativ geladenen Atomhülle mit Elektronen sowie einem positiv geladenen Atomkern mit Protonen und Neutronen.

Massenzahl A



Kernladungszahl Z
(Anzahl der Protonen)

$$A = Z + N$$

Neutronenzahl N :
 $N = A - Z$

Struktur und Größenverhältnisse von Atomen hat man durch experimentelle Untersuchungen (z. B. Ölfleckversuch, Streuversuche von RUTHERFORD) festgestellt.

Atom



10^{-10} m

Ein Atom besteht aus dem positiv geladenen Atomkern und der Atomhülle mit negativ geladenen Elektronen.

Atomkern



10^{-14} m

Ein Atomkern besteht aus positiv geladenen Protonen und ungeladenen Neutronen.

Proton



10^{-15} m

Protonen sind Teilchen mit einer inneren Struktur.

Quarks
Elektron



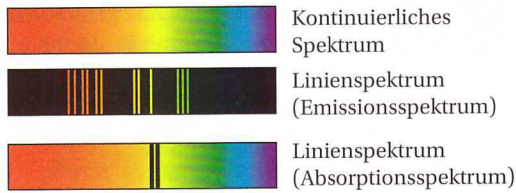
10^{-18} m

Quarks und Elektronen sind elementare Bausteine der Materie.

In **Teilchenbeschleunigern** ^{*} werden Teilchen auf hohe Energien beschleunigt und mit Stoffen oder anderen hochenergetischen Teilchen zur Kollision gebracht, um so die innere Struktur der Teilchen zu erforschen.

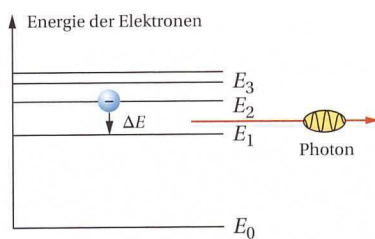
Aufnahme und Abgabe von Energie

Analysiert man Lichtquellen, indem man das von ihnen ausgehende Licht zerlegt, erhält man verschiedene Arten von Spektren.

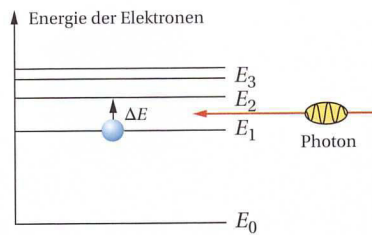


Die Aussendung (Emission) und Aufnahme (Absorption) von Licht hat ihre Ursache in Vorgängen der Atomhülle. Der Wechsel von Elektronen der Atomhülle von einem Energieniveau auf ein anderes ist mit einer Energieänderung verbunden.

Abgabe von Energie (Emission)



Aufnahme von Energie (Absorption)



Die Energie der **Photonen** im sichtbaren Bereich liegt zwischen 1,5 eV und 3,3 eV. Höhere Energien bis in den MeV-Bereich liefern Wechsel von Elektronen zwischen Energieniveaus in Kernnähe. Dabei entsteht **Röntgenstrahlung**.

Eigenschaften von Röntgenstrahlung

Röntgenstrahlung kann aufgrund ihrer Energie Zellen schädigen und Stoffe ionisieren.

Röntgenstrahlung durchdringt viele Stoffe und wird von verschiedenen Stoffen unterschiedlich absorbiert.

Röntgenstrahlung schwärzt Filme.

Achtung!

Beim Umgang mit Röntgenstrahlung sind die Festlegungen des Strahlenschutzes strikt einzuhalten.

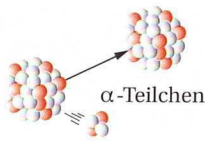


Strahlung radioaktiver Nuklide

Viele Nuklide sind radioaktiv. Sie senden bei Kernumwandlungen **radioaktive Strahlung** aus.

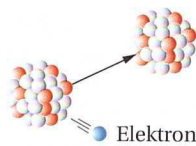
α-Strahlung

besteht aus doppelt positiv geladenen Heliumkernen.



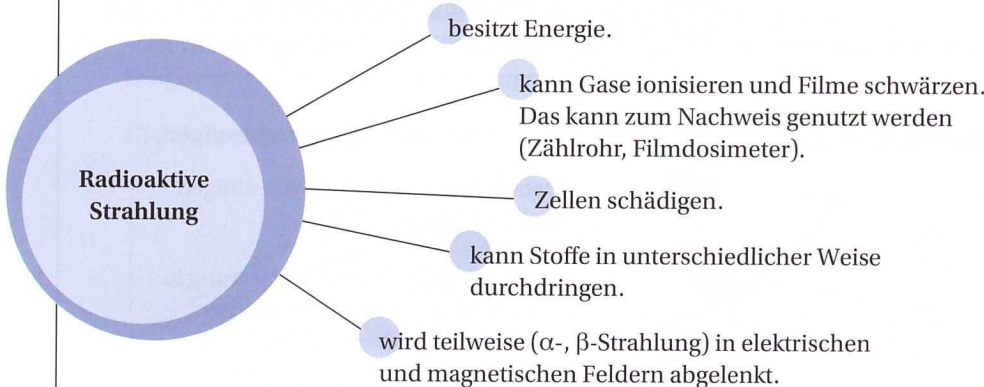
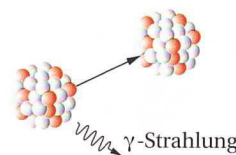
β-Strahlung

besteht aus Elektronen (β⁻) oder Positronen (β⁺).



γ-Strahlung

ist eine energiereiche elektromagnetische Strahlung.



Beim Umgang mit radioaktiven Stoffen bzw. ionisierender Strahlung sind die Festlegungen des Strahlenschutzes strikt einzuhalten. Es gilt:

Die Strahlung, der man sich aussetzt, sollte so gering wie möglich sein.

Ionisierende Strahlung (radioaktive Strahlung, Röntgenstrahlung) kann auf organisches Gewebe einwirken und Veränderungen in Zellen hervorrufen. Das kann bei Lebewesen zu unmittelbaren Schädigungen führen (somatische Schäden) oder sich auf die Nachkommen auswirken (genetische Schäden).

Die Wirkung ionisierender Strahlung auf Lebewesen wird durch die Größe **Äquivalentdosis H** beschrieben. Es gilt:

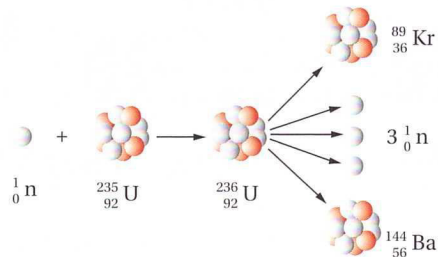
$$H = D \cdot q = \frac{E}{m} \cdot q$$

q ist ein Faktor, der die unterschiedliche Wirkung der einzelnen Strahlungsarten beschreibt. Er beträgt für β-Strahlung, γ-Strahlung und Röntgenstrahlung 1, für schnelle Neutronen 10 und für α-Strahlung 20.

Kernumwandlungen

Kernzerfälle treten bei allen natürlichen und künstlichen **Radionukliden** spontan auf. Dabei entsteht α -Strahlung, β -Strahlung oder γ -Strahlung.

Kernspaltung ist die Aufspaltung eines schweren Atomkerns in zwei mittelschwere.

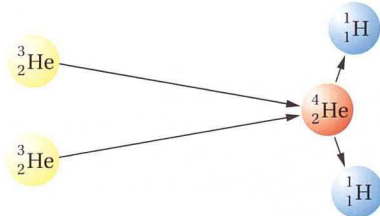


Dabei wird im Durchschnitt eine Energie von etwa 200 MeV freigesetzt.

Außerdem entstehen 2–3 neue Neutronen, die zu einer Fortsetzung der Kernspaltung (Kettenreaktion) führen können.

Anwendungen: Kernkraftwerk, Kernspaltungsbombe (Atombombe)

Kernfusion ist die Verschmelzung von leichten Atomkernen zu einem schwereren.



Dabei wird eine Energie von einigen MeV freigesetzt.

Anwendungen: Energiefreisetzung in der Sonne und in anderen Sternen, Fusionskraftwerk

Sowohl für die **Kernspaltung** als auch für die **Kernfusion** gilt:

- Die Masse der Ausgangskerne und -teilchen ist größer als die Masse der am Ende des Prozesses vorhandenen Kerne und Teilchen.

- Die Differenz zwischen den Massen nennt man **Massendefekt** Δm .

- Dem Massendefekt Δm entspricht eine bestimmte Energie: $E = \Delta m \cdot c^2$

- Die mittlere Bindungsenergie je Nukleon liegt bei den meisten Atomkernen zwischen 7 MeV und 9 MeV. Sie ist bei mittelschweren Kernen maximal.

Im Mittel wird bei der Kernspaltung eine Energie von etwa 1 MeV je Nukleon freigesetzt. Bei der Kernfusion sind es etwa 7 MeV je Nukleon.

Darstellung von Bewegungsabläufen in Diagrammen

Ein Körper befindet sich in Bewegung, wenn er seinen Ort gegenüber einem Bezugskörper bzw. in einem Bezugssystem ändert.

Die Geschwindigkeit

gibt an, wie schnell sich ein Körper bewegt.

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Für $s = 0$ bei $t = 0$ ergibt sich $v = \frac{s}{t}$.

Die Beschleunigung

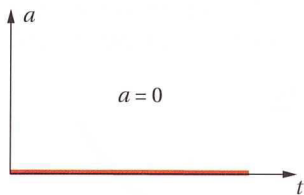
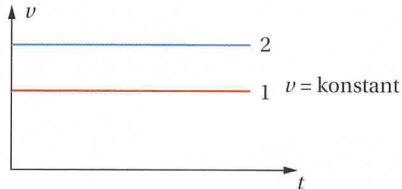
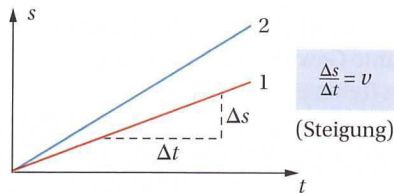
gibt an, wie schnell sich die Geschwindigkeit eines Körpers ändert.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

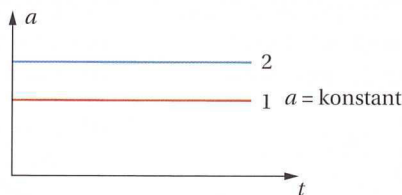
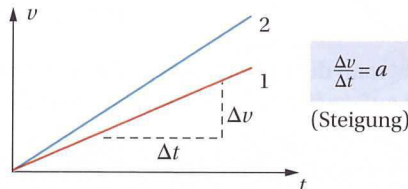
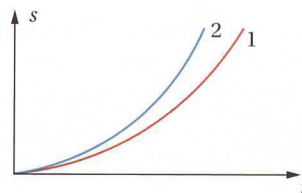
Für $v = 0$ bei $t = 0$ ergibt sich $a = \frac{v}{t}$.

Bewegungsabläufe können in **Zeit-Ort-Diagrammen** (t - s -Diagrammen), **Zeit-Geschwindigkeit-Diagrammen** (t - v -Diagrammen) und **Zeit-Beschleunigung-Diagrammen** (t - a -Diagrammen) dargestellt werden.

Gleichförmige Bewegungen



Gleichmäßig beschleunigte Bewegungen



Beachte: Ort, Geschwindigkeit und Beschleunigung können auch negativ sein.
 (Negative Beschleunigung: verzögerte Bewegung; negative Geschwindigkeit: Bewegung in entgegengesetzter Richtung; negativer Ort: Ort befindet sich vor dem festgelegten Nullpunkt)

Bewegungsfunktionen für Bewegungen bei konstanter Krafteinwirkung

Wirkt auf einen Körper eine konstante beschleunigende Kraft, so führt er eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung aus. Die konstante Beschleunigung des Körpers der Masse m ergibt sich aus dem newtonschen Grundgesetz $F = m \cdot a$ zu:

$$a = \frac{F}{m} = \text{konstant}$$

Gleichmäßig beschleunigte Bewegungen können mit **Bewegungsgesetzen** beschrieben werden. Für Bewegungen aus dem Stillstand gilt:

Zeit-Geschwindigkeit-Gesetz

$$v = a \cdot t$$

Zeit-Ort-Gesetz

$$s = \frac{a}{2} \cdot t^2$$

Geschwindigkeit-Ort-Gesetz

$$s = \frac{v^2}{2a}$$

Beim freien Fall von Körpern (Fallbewegung unter Vernachlässigung des Luftwiderstands) wirkt als beschleunigende Kraft die konstante Gewichtskraft $F_G = m \cdot g$. Mit $a = g$ erhält man als Bewegungsgesetze für den freien Fall:

$$g = \text{konstant}$$

$$v = g \cdot t$$

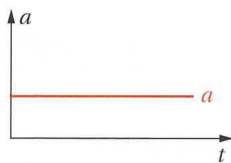
$$s = \frac{g}{2} \cdot t^2$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{ (an der Erdoberfläche)}$$

Fasst man die Bewegungsgesetze als Funktionen einer Größe in Abhängigkeit von der Zeit auf, so führt das zu **Bewegungsfunktionen**.

$$a(t) = a = \text{konstant}$$

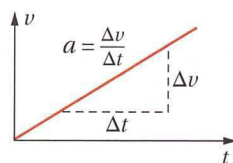
Der Graph dieser Funktion ist eine Gerade parallel zur t -Achse.



t - a -Diagramm

$$v(t) = a \cdot t$$

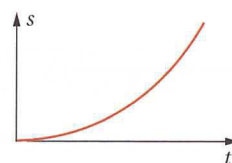
Der Graph dieser Funktion ist eine Gerade mit der Steigung a .



t - v -Diagramm

$$s(t) = \frac{a}{2} \cdot t^2$$

Der Graph dieser Funktion ist Teil einer Parabel.



t - s -Diagramm