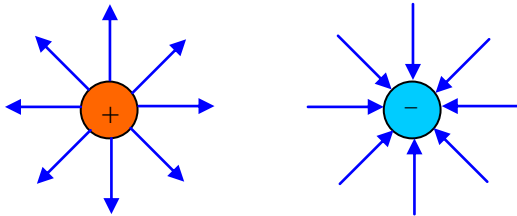


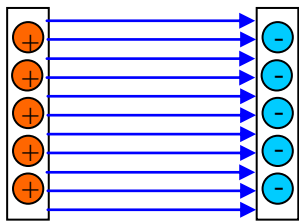
Definition: Elektrisches Feld

Der Raum um eine elektrische Ladung ist von einem **elektrischen Feld** erfüllt. In diesem Feld erfahren andere Ladungen eine Kraftwirkung. Die Form des Feldes wird durch Feldlinien beschrieben, die von der positiven Ladung wegzeigen und zur negativen Ladung hinzeigen.

Bsp.: elektrisches Feld einer Punktladung



Bsp.: homogenes elektr. Feld eines Plattenkondensators

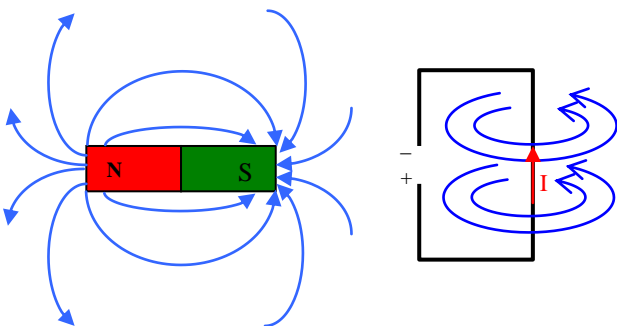


Kraftwirkung auf frei bewegliche Ladungen im E - Feld:
Längsfelder (d.h. die Teilchen bewegen sich parallel zu den Feldlinien) beschleunigen geladene Teilchen, Querfelder (senkrecht zur Bewegungsrichtung) verändern die Bewegungsrichtung der Ladungen.

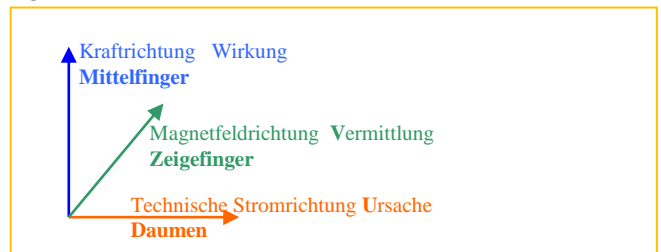
Definition: Magnetisches Feld

Der Raum, in dem magnetische Dipole oder ferromagnetische Stoffe eine Kraftwirkung erfahren, wird als **magnetisches Feld** bezeichnet. Bei magnetischen Dipolen zeigen die **magnetischen Feldlinien** vom Nordpol zum Südpol. Bei stromdurchflossenen Leitern sind die Feldlinien konzentrische Kreise um den Leiter, deren Richtung mit der **Rechte-Hand-Regel** bestimmt wird. Dabei umfasst man den Leiter mit der rechten Hand, so dass der Daumen in technische Stromrichtung zeigt. Jetzt zeigen die Finger die Richtung der magnetischen Feldlinien an.

Bsp.: Stabmagnet stromdurchflossener Leiter



Kraftwirkung auf frei bewegliche Ladungen im Magnetfeld:
Die Kraft auf bewegte Ladungen im Magnetfeld heißt **Lorentzkraft**. Die Kraft ist am größten, wenn sich die Teilchen senkrecht zum Magnetfeld bewegen; sie tritt nicht auf, wenn sich die Teilchen parallel zum Magnetfeld bewegen. Der Betrag der Kraft ist proportional zur Geschwindigkeit der Teilchen und zur Stärke des Magnetfeldes. Man bestimmt die Richtung der **Lorentzkraft** mit der **Drei-Finger-Regel** der rechten Hand (**U-V-W-Regel**).



Kraftwirkung auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld:

Da sich an einem stromdurchflossenen Leiter die Elektronen bewegen, wirkt auf diesen ebenfalls eine Lorentzkraft, die senkrecht zum Magnetfeld und senkrecht zur technischen Stromrichtung steht!

Induktion im bewegten Leiter; Generatorprinzip:

Ändert sich das Magnetfeld in einer Leiterschleife, da diese bewegt wird, dann wird zwischen den Enden der Leiterschleife eine *Induktionsspannung* induziert. Liegt ein geschlossener Stromkreis vor, dann fließt ein *Induktionsstrom*. Die Induktionsspannung ist umso größer je schneller die Bewegung ist, je stärker das Magnetfeld ist und je mehr Windungen die Induktionsschleife hat.

Induktion im ruhenden Leiter, Transformatorprinzip:

Ändert sich das Magnetfeld in einer Leiterschleife, da die Stärke des Magnetfeldes verändert wird, dann wird zwischen den Enden der Leiterschleife eine *Induktionsspannung* induziert. Liegt ein geschlossener Stromkreis vor, dann fließt ein *Induktionsstrom*. Die Induktionsspannung ist umso größer je schneller sich das Magnetfeld verändert und je mehr Windungen die Induktionsschleife hat.

Transformator:

Beim Transformator erzeugt die Wechselspannung an der Primärspule ein sich ständig änderndes Magnetfeld. Durch Induktion wird in der Sekundärspule eine Wechselspannung erzeugt, deren Betrag vom Windungsverhältnis abhängt.

Mit einem Transformator lassen sich deshalb Spannungen verändern.

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{U_s}{U_p} \approx \frac{I_p}{I_s}$$

Regel von Lenz:

Der Induktionsstrom fließt stets so, dass seine magnetische Wirkung der Ursache seiner Entstehung entgegen wirkt.

Atomkern und Atomhülle:

- Atome haben einen Durchmesser von ungefähr 10^{-10} m.
- In der Atomhülle halten sich alle Elektronen (negativ geladen) auf, im Atomkern, dessen Durchmesser in der Größenordnung von 10^{-15} m liegt, befinden sich die Neutronen (ungeladen) und Protonen (positiv geladen).
- Die Protonenzahl legt das chemische Element fest; Atome mit derselben Protonenzahl aber unterschiedlicher Neutronenzahl nennt man Isotope.

Anregung von Atomen:

- Die Elektronenhülle eines Atoms kann nur bestimmte Energieniveaus annehmen.
- Das Atom kann nur in einen Zustand höherer Energie wechseln, wenn es von außen die passende Energieportion aufnimmt. Die Energiezufuhr kann durch Elektronenstöße oder Absorption eines *Photons* → erfolgen.
- Geht das Atom von einem höheren auf einen niedrigeren Energiezustand zurück, wird dabei ein *Photon* → mit entsprechender Energie ausgesendet.

Photonen; Lichtquanten:

Photonen transportieren eine bestimmte Lichtenergie, die wir im sichtbaren Bereich als Farbe wahrnehmen. Photonen bewegen sich mit Lichtgeschwindigkeit und können nur als Ganzes erzeugt oder vernichtet werden.

Spektren:

Kontinuierliches Spektrum eines thermischen Strahlers:



Linienpektrum einer Gasentladung:



Jede Linie enthält nur Photonen einer bestimmten Energie, die beim Übergang von einem höheren auf ein niedrigeres Niveau ausgesendet werden. Die Auswertung der Energiestufen ist typisch für jedes Element und ermöglicht eine Zuordnung zwischen Spektrum und chemischen Element.

Absorptionsspektrum:

Bestrahlt man mit weißem Licht ein Gas, so werden vom Gas nur Photonen passender Energie absorbiert. Die entsprechenden Linien fehlen im beobachteten Spektrum.

Röntgenspektrum

Das Spektrum einer Röntgenröhre besteht aus zwei Teilen, die auf unterschiedliche Weise entstehen:

- Das kontinuierliche Röntgenbremsspektrum entsteht durch das Abbremsen von schnellen Elektronen im Kathodenmaterial.
- Das charakteristische Röntgenspektrum entsteht durch Elektronenübergänge in der Atomhülle des Kathodenmaterials.

Radioaktive Strahlung:

Bei Kernumwandlungen sendet der Atomkern eine für diesen Prozess typische radioaktive Strahlung aus. Es gibt mehrere Arten radioaktiver Strahlung:

- α – Strahlung: Besteht aus zweifach positiv geladenen Heliumkernen ${}^2_4\text{He}$. Sie hat eine geringe Reichweite in Luft (ca. 5cm). Ein Blatt Papier schirmt sie ab. Die biologische Wirksamkeit in organischem Gewebe ist sehr hoch (Bewertungsfaktor $q = 20$)
- β – Strahlung: (eigentlich β^-) besteht aus Elektronen. Diese Strahlung hat eine Reichweite in Luft von einigen Metern. Sie lässt sich mit dünnen Metallfolien abschirmen. Biologische Wirksamkeit geringer als α – Strahlung ($q = 1$).

- γ – Strahlung: Diese Strahlung besteht aus Photonen; d.h. sie ist vergleichbar mit Licht oder Röntgenstrahlung. Sie hat ein sehr hohes Durchdringungsvermögen und kann nur durch dicke Bleiplatten oder Betonwände abgeschirmt werden.
- Neutronenstrahlung: Neutronen mit hoher kinetischer Energie, die ein sehr hohes Durchdringungsvermögen und eine hohe biologische Wirksamkeit ($q = 10$) haben.

Spontaner radioaktiver Zerfall:

Beim spontanen Zerfall sendet ein Atomkern radioaktive Strahlung aus und wandelt sich in einen anderen Kern um. Dieser Zerfall ist ein statistischer Prozess mit einer Halbwertszeit, die angibt, in welcher Zeitspanne sich die Zahl der vorhandenen Kerne halbiert. Je kürzer die Halbwertszeit, desto größer die Aktivität der Substanz:

Definition Aktivität:

Unter der Aktivität $A(t)$ eines radioaktiven Zerfalls versteht man den Quotienten aus der Anzahl der Zerfälle ΔN pro

Messintervall Δt :
$$A(t) = \frac{\Delta N}{\Delta t}$$

Die Einheit der Aktivität ist Becquerel $1\text{Bq} = 1 \frac{\text{Zerfall}}{\text{s}}$

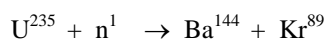
Energiebilanz bei Kernumwandlungen:

Bei allen Kernumwandlungen wird Masse in Energie umgewandelt. Für die frei werdende Energie E gilt die Einsteinsche Masse – Energie – Beziehung:

$$E = \Delta m \cdot c^2$$

Energie = Massendifferenz · Lichtgeschwindigkeit²

Bsp.: Spaltung von Uran durch Neutronenbeschuss



$$\Delta m = m_{\text{nachher}} - m_{\text{vorher}}$$

$$\Delta m = (m_{\text{Ba}} + m_{\text{Kr}}) - (m_{\text{U}} + m_{\text{n}})$$

$$\begin{aligned} \Delta m &= (143,923\text{u} + 88,918\text{u}) - (235,044\text{u} + 1,009\text{u}) \\ &= -0,185 \text{ u} \end{aligned}$$

$$E = -0,185 \text{ u} \cdot c^2 = -0,185 \cdot 932\text{MeV} = -172 \text{ MeV}$$

Da die Massendifferenz negativ ist, ist auch die Energie negativ! Das bedeutet, dass Energie frei wird!

Bem.: Energiebilanz bei Kernumwandlungen

- $E < 0$ Energie wird bei der Kernumwandlung frei
- $E > 0$ Energie muss zugeführt werden, damit die Umwandlung stattfinden kann.

Atomare Masseneinheit: 1u

Die atomare Masseneinheit ist festgelegt durch ein Zwölftel der Masse eines Kohlenstoffatoms C^{12} .

$$1\text{u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Mit der Einsteinschen Masse – Energie – Beziehung gilt:

$$1\text{u} \cdot c^2 = 932 \text{ MeV}$$

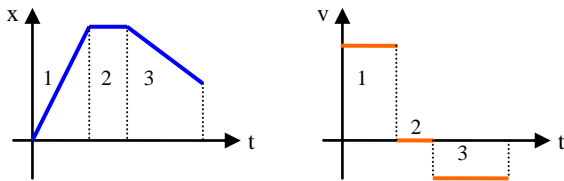
Die Einheit Elektronenvolt eV:

Die Einheit Elektronenvolt hat sich in der Atom- und Kernphysik als sehr praktisch erwiesen:

$$\text{Es gilt: } 1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ AsV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

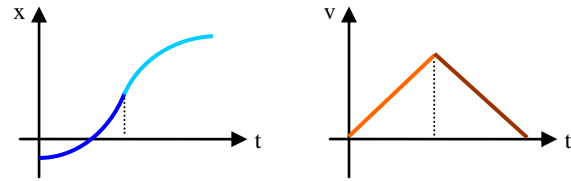
Zeit – Ort – Diagramm $x(t)$ und Zeit – Geschwindigkeit – Diagramm $v(t)$:

Bewegung mit abschnittsweise konstanter Geschwindigkeit:



1. Konstante positive Steigung → positive Geschwindigkeit (Vorwärtsbewegung)
 2. Steigung Null → Geschwindigkeit Null (Stillstand)
 3. Konstante negative Steigung → negative Geschwindigkeit (Rückwärtsbewegung)
- Je steiler der Graph von $x(t)$ ist, desto schneller bewegt sich der Körper!

Beschleunigte Bewegungen:



- **Linksgekrümmter Graph von $x(t)$** → Zunahme der Geschwindigkeit (positive Beschleunigung); **Graph von $v(t)$ steigend.**
- **Rechtsgekrümmter Graph von $x(t)$** → Abnahme der Geschwindigkeit (neg. Beschleunigung; Bremsvorgang); **Graph von $v(t)$ fallend.**

Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit:

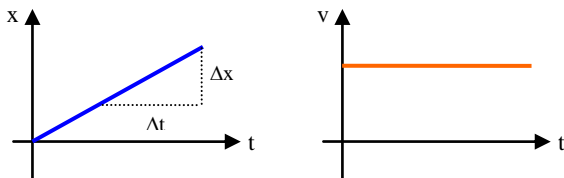
Eine Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit erfolgt ohne resultierende Krafteinwirkung!

Bewegungsgleichungen:

$$x(t) = v_0 \cdot t \quad \text{mit } v_0 = \text{konstante Geschwindigkeit}$$

$$v(t) = v_0$$

$$a(t) = 0$$



Der Graph von $x(t)$ ist eine Gerade; die Geschwindigkeit entspricht der Steigung der Geraden im $t - x -$ Diagramm.

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

Bewegung mit konstanter Beschleunigung:

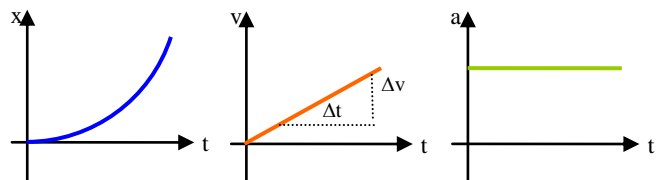
Eine Bewegung mit konstanter Beschleunigung liegt vor, wenn auf den Körper eine konstante Antriebskraft oder Bremskraft wirkt!

Bewegungsgleichungen:

$$x(t) = \frac{1}{2} \cdot a_0 \cdot t^2 \quad \text{mit } a_0 = \text{konstante Beschleunigung}$$

$$v(t) = a_0 \cdot t$$

$$a(t) = a_0$$



Der Graph von $x(t)$ ist eine Parabel.

Der Graph von $v(t)$ ist eine Gerade; die Beschleunigung entspricht der Steigung der Geraden im $t - v -$ Diagramm.

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