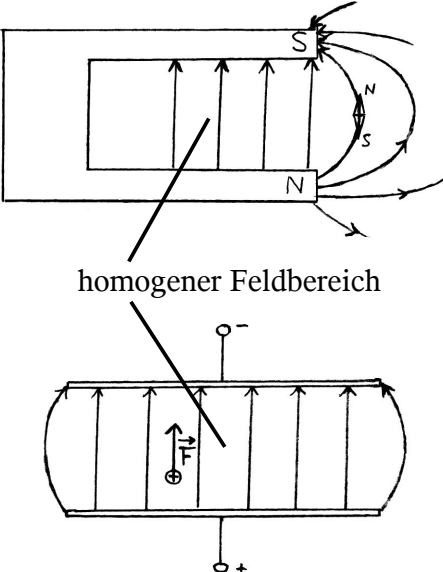
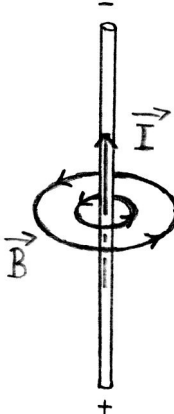


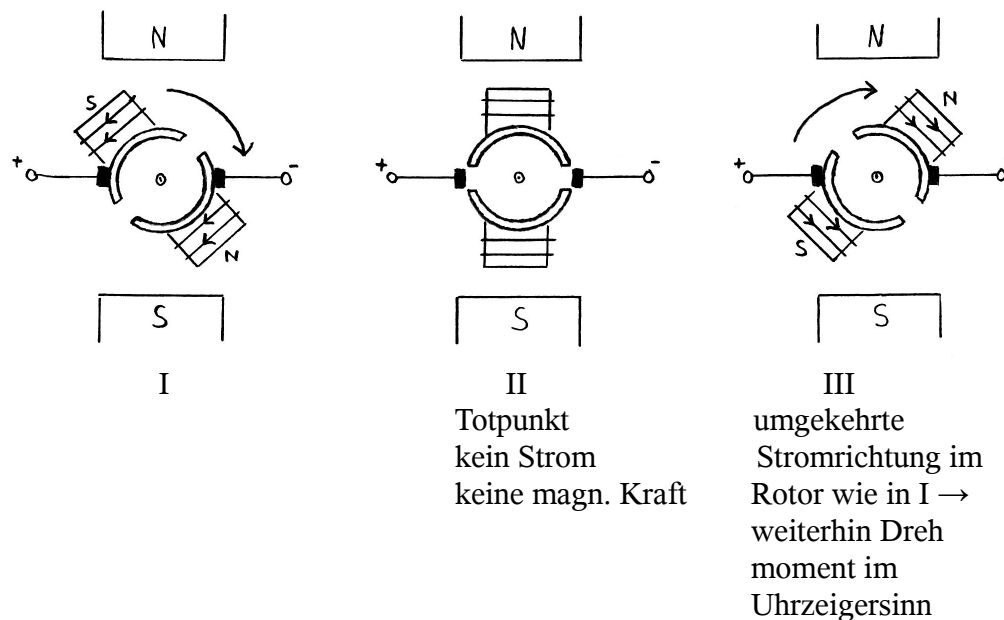
Thema	Inhalt	Beispiele, Bemerkungen
Felder, Feldlinien	<p>Feld: Wirkungsbereich einer Kraft</p> <p>Feldlinien: Darstellung der Krafrichtung (Tangentenrichtung) und Stärke der Kraft (Dichte der Feldlinien)</p> <p>Magnetisches Feld (\vec{B}) : Wirkungsbereich eines Magneten auf Probemagnetnadeln</p> <p>Richtung der Feldlinien: die Krafrichtung auf den Nordpol des Probemagneten</p> <p>Elektrisches Feld (\vec{E}) : Wirkungsbereich einer Ladung auf andere elektrische Ladungen</p> <p>Richtung der Feldlinien: Krafrichtung auf eine positive Probeladung</p>	
Magnetfeld stromdurchflossener Leiter	<p><u>Gerader Leiter:</u> Magnetfeldlinien sind geschlossene konzentrische Kreise um den Leiter im Mittelpunkt</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>Rechte-Hand-Regel: Umfasst man den Leiter mit der rechten Hand so, dass der abgespreizte Daumen in die technische Stromrichtung weist, so weisen die übrigen gekrümmten Finger in die Richtung der Magnetfeldlinien.</p> </div> <p><u>Stromdurchflossene Spule:</u> im Innern homogen, außen wie das Feld eines Stabmagneten</p> <p><u>Elektromagnet:</u> Ein Eisenkern im Innern der Spule wird magnetisiert und verstärkt so das Spulenmagnetfeld.</p>	

Kräfte auf Ströme und Ladungen im Magnetfeld

Fließt ein Strom quer zu den Magnetfeldlinien, so wirkt eine Kraft auf den Leiter senkrecht zum Leiter und senkrecht zum Magnetfeld.

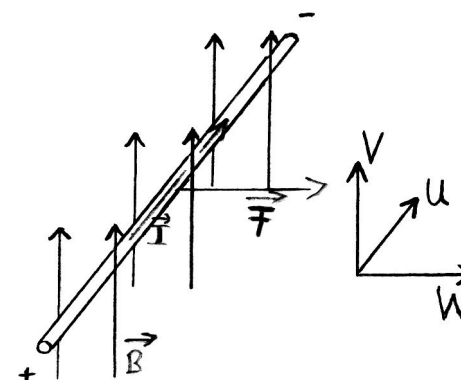
U-V-W-Regel (Drei-Finger-Regel) der rechten Hand: Weist der Daumen in die technische Stromrichtung (Ursache) und der Zeigefinger in die Magnetfeldrichtung (Vermittlung), so zeigt Mittelfinger in Richtung der magnetischen Kraft auf den Leiter (Wirkung).

Elektromotor: Beim E-Motor dreht sich ein Elektromagnet im Feld eines anderen Magneten. Durch einen Kommutator wird der Elektromagnet je nach Drehstellung immer so gepolt, dass das Drehmoment immer in die gleiche Richtung wirkt.



Lorentzkraft: Kraft auf freie Ladungen, die sich quer zu den Feldlinien eines Magnetfelds bewegen.

Richtungsbestimmung mit der U-V-W-Regel. Bei negativen Ladungen ist die technische Stromrichtung entgegengesetzt zur Bewegungsrichtung der Ladungen.



Röhrenfernsehgerät

Induktion

Induktion im bewegten Leiter: Bei Bewegung eines Leiters (U) quer zu den Magnetfeldlinien (V) und zu sich selbst führt die Lorentzkraft zu einer Ladungsverschiebung im Leiter --> Induktionsspannung --> Induktionsstrom (W)

In einer **Spule** sind viele einzelne Leiterschleifen hintereinander geschaltet. Bei einer Drehbewegung in einem Magnetfeld werden ständig Leiterstücke quer zum Feld bewegt, oder, anders ausgedrückt, das Magnetfeld durch die Spule ändert sich. Die dabei auftretenden Induktionsspannungen in den einzelnen Leiterschleifen addieren sich.

Induktion im ruhenden Leiter: Ändert sich das Magnetfeld in einer Spule, so tritt an ihren Enden eine Induktionsspannung auf.

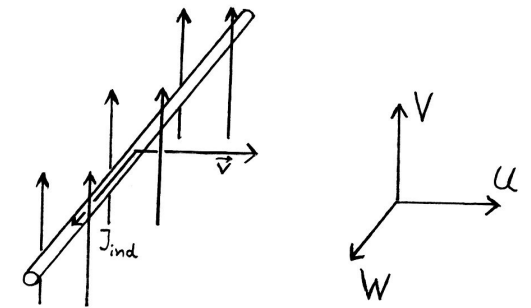
Die Änderung des Magnetfelds in einer Spule kann durch einen Elektromagneten variabler Stärke hervorgerufen werden.

Transformator:

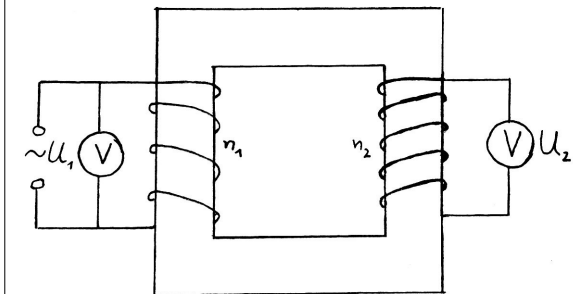
Die Wechselspannung U_1 verursacht durch die Primärspule im Eisenkern eine sich ständig ändernde Magnetisierung und damit ein magnetisches Wechselfeld in der Sekundärspule. Durch Induktion entsteht an den Enden eine Wechselspannung (U_2).

Für den unbelasteten Transformator gilt näherungsweise:
$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

Für den belasteten Transformator gilt näherungsweise:
$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

Generator:

Aufbau wie E-Motor; der Rotor wird von außen gedreht, z.B. durch ein Windrad (Zufuhr mechanischer Energie); der Rotor ist über zwei Schleifringe zur Entnahme des Induktionsstroms angeschlossen; bei gleichförmiger Rotation entsteht eine sinusförmige Wechselspannung



Atome

Ölfleckversuch --> Größenordnung des Atomdurchmessers $d_{Atom} \approx 10^{-10} m$

Rutherford'scher Streuversuch --> Aufbau des Atoms aus dem Kern mit nahezu der gesamten Atommasse und der positiven Ladung $Z \cdot e$ (Z = Ordnungszahl = Protonenzahl) und der Atomhülle aus Z Elektronen.
Größenordnung des Kerndurchmessers $d_{Kern} \approx 10^{-14} m$

Aufbau des Atomkerns aus Protonen und Neutronen, die durch sehr starke, kurzreichweitige Kernkräfte zusammen gehalten werden.

Zerlegt man das Licht leuchtender Gase durch ein Prisma oder ein optisches Gitter in seine Bestandteile, erkennt man im Gegensatz zum Licht einer Glühlampe, die ein kontinuierliches **Spektrum** aufweist, nur einzelne, schmale Linien (diskretes Spektrum).

Nach Einstein besteht Licht aus einem Strom kleiner Energieportionen, den sogenannten **Photonen**. Die Größe dieser Energieportionen drückt sich durch die Farbe aus (rot: etwa $3 \cdot 10^{-19} J$; blau: etwa $5 \cdot 10^{-19} J$)

Passendere Energieeinheit: $1 eV$ (Elektronvolt) $= 1,6022 \cdot 10^{-19} J$

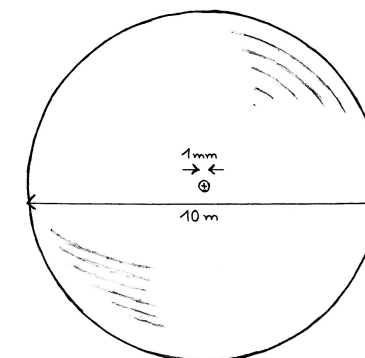
Für unser Auge sichtbarer Bereich: von etwa 1,7eV bis 3,1eV

--> Leuchtende Gase geben nur ganz bestimmte Energieportionen ab.

Durchstrahlt man Gase mit kontinuierlichem Licht und zerlegt das Licht danach spektral, erhält man schwarze Absorptionslinien (Absorptionsspektrum) an den Stellen, bei denen das leuchtende Gas Emissionslinien hat.

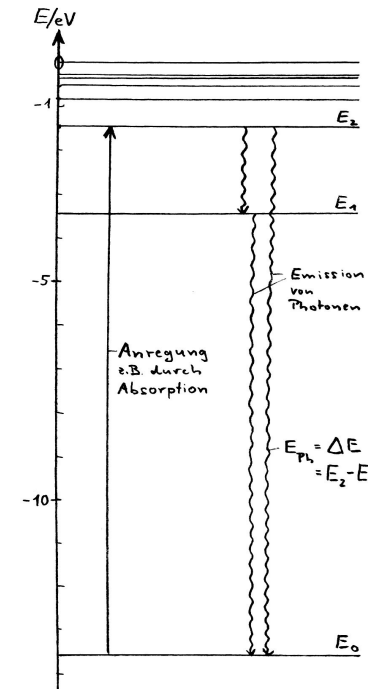
--> Gase absorbieren auch nur ganz bestimmte Energieportionen

--> Modell: Die Elektronen in der Atomhülle können nur einzelne, diskrete Energiezustände annehmen. Durch Energiezufuhr können sie in höhere ("angeregte") Zustände gelangen, aus denen sie (evtl. über Zwischenzustände) wieder in den Grundzustand zurückkehren und dabei die Energie in Form von Photonen ("Lichtquanten") abgeben.



Hätte der Atomkern einen Durchmesser von 1mm, dann würde die Hülle $10^4 \cdot 1mm = 10m$ messen!

Energieniveauschema von Wasserstoff:



Energieaufnahme und
-abgabe von Atomen;
Energieniveaus

Radioaktivität;
Kernumwandlungen

Röntgenstrahlung: Auch die Röntgenstrahlung enthält ein für das Anodenmaterial charakteristisches Linienspektrum. Die Photonenenergien liegen im Bereich von 1keV bis 100keV. Diese Photonen werden frei bei Übergängen zwischen den Energieniveaus der inneren Elektronen der Atomhülle.

Natürliche Radioaktivität:

α -Strahlung: ${}^4_2\text{He}^{++}$; Reichweite in Luft: wenige cm; Abschirmung durch stärkeres Papier

β -Strahlung: sehr schnelle e^- ; Reichweite in Luft: einige m; Abschirmung durch einige mm Aluminium
Entstehung: Umwandlung eines Neutrons im Atomkern in ein Proton und ein Elektron (und ein Antineutrino)

γ -Strahlung: Energiereiche Photonen; Reichweite in Luft: Größenordnung 100m; Abschirmung durch einige cm Blei (Faustregel: 5cm Blei reduzieren γ -Strahlung auf 10%)

Radioaktive Strahlung wirkt ionisierend!

--> Abstand halten

--> Aufnahme in Körper vermeiden

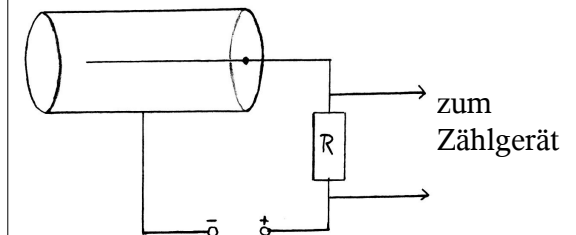
--> Abschirmen

Nachweisgeräte:

Nebelkammer: Die von einem Strahlungsteilchen durch Stöße erzeugte Ionenspur dient als Kondensationskeim für Wasserdampf.

Geiger-Müller-Zählrohr: Die von einem Strahlungsteilchen in einem verdünnten Gas erzeugten Ionen und Elektronen werden in einem elektrischen Feld zwischen einem zentralen Draht und dem Gehäuse beschleunigt und erzeugen durch Stöße Ionen --> Stromstoß --> Spannungsabfall an R --> Entladung erlischt --> Zählrohr bereit für das nächste eintretende Teilchen.

Geiger-Müller-Zählrohr



Messgrößen radioaktiver Strahlung

Biologische Wirkung der Strahlung: Ionisation führt zu Schäden an Molekülen in den Zellen --> somatische Schäden oder genetische Schäden

Messgrößen:

- Energiedosis $D = \frac{\text{absorbierte Energie}}{\text{Masse des bestrahlten Körpergewebes}} = \frac{\Delta E}{m}$

$$[D] = 1 \frac{J}{kg} = 1 Gy \text{ (Gray)}$$

- Äquivalentdosis $D_Q = D \cdot Q$

Qualitätsfaktor Q: $Q_\alpha = 20; Q_\beta = Q_\gamma = 1$

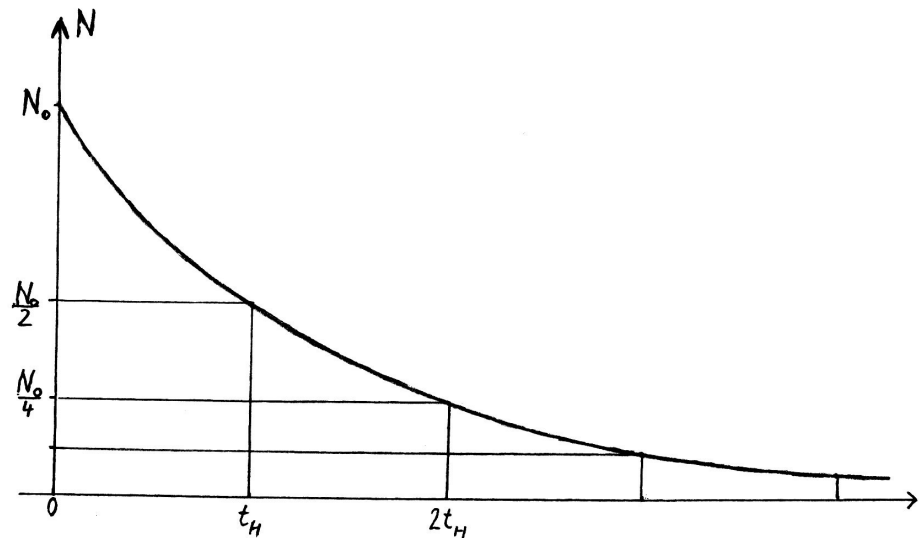
$$[D_Q] = 1 \frac{J}{kg} = 1 Sv \text{ (Sievert)}$$

Natürliche Strahlenbelastung: etwa 2mSv pro Jahr

Zerfallsgesetz

Zerfallsgesetz: Die Anzahl unzerfallener, radioaktiver Atomkerne nimmt durch den radioaktiven Zerfall mit der Zeit ab. Dadurch nimmt auch die Aktivität (Zerfälle pro Sekunde) ab. Dies bewirkt eine Verlangsamung der Abnahme der Anzahl der unzerfallenen Atomkerne.

Charakteristisch für einen radioaktiven Stoff ist seine **Halbwertszeit** (t_h). Dies ist die Zeit, in der die Anzahl vorhandener radioaktiver Atomkerne auf die Hälfte abnimmt.



z.B. C-14-Methode: $t_h = 5640a$

Mit dem Absterben einer Pflanze (Fällen eines Baums) hört die ständige Aufnahme von C-14, die zu einem festen Anteil von C-14 am gesamten Kohlenstoffgehalt der Pflanze führt, auf. Ab jetzt nimmt der C-14-Gehalt nach dem Zerfallsgesetz ab. Stellt man bei einem Holzstück von einer Ausgrabung z.B. nur noch 1/4 des normalen C-14-Gehalts fest, ist der Baum vor $2 \cdot 5640a$ abgestorben.

Bindungsenergie und Massendefekt

Genauere Massenbestimmungen mit Massenspektrographen haben ergeben:

Die Masse eines Atomkerns ist immer kleiner als die Summe der Massen seiner Nukleonen.

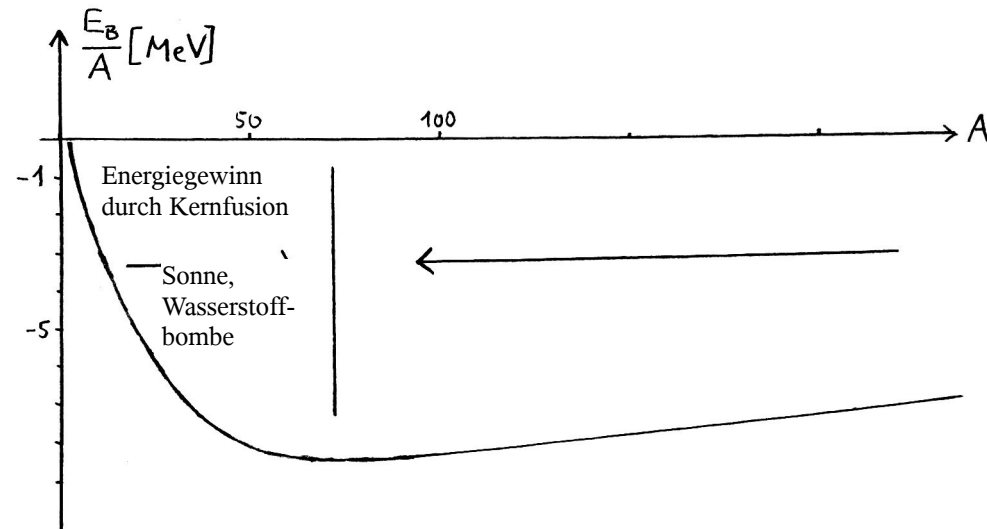
Massendefekt: $\Delta m = m_{\text{Kern}} - (Z \cdot m_p + N \cdot m_n)$

Nach Einstein entspricht diesem Massendefekt die Energie $E_B = \Delta m \cdot c^2$. Sie wird bei der Bildung des Atomkerns aus seinen Nukleonen frei

(Bindungsenergie). Um verschiedenartige Atomkerne vergleichen zu können,

betrachtet man die Bindungsenergie pro Nukleon: $\frac{E_B}{A}$. Diese hat den größten

Betrag bei mittelschweren Kernen (z.B. Fe).

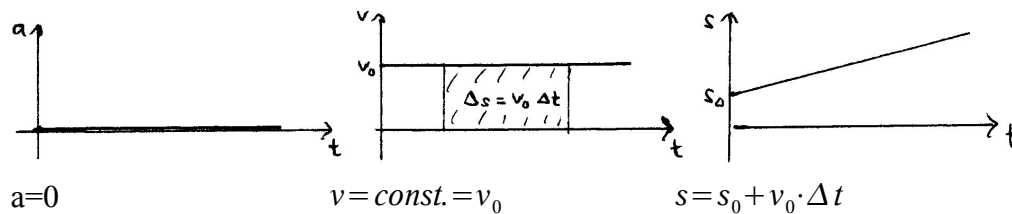


z.B. $U\ 235 \rightarrow Ba\ 145 + Kr\ 90$
 $\Delta E_B = 235 \cdot (-7,6\ MeV)$
 $- (145 \cdot (-8,4\ MeV) + 90 \cdot (-8,7\ MeV))$
 $= 215\ MeV$

Bei der Spaltung eines einzigen Urankerns wird also eine Energie von über 200 MeV frei!

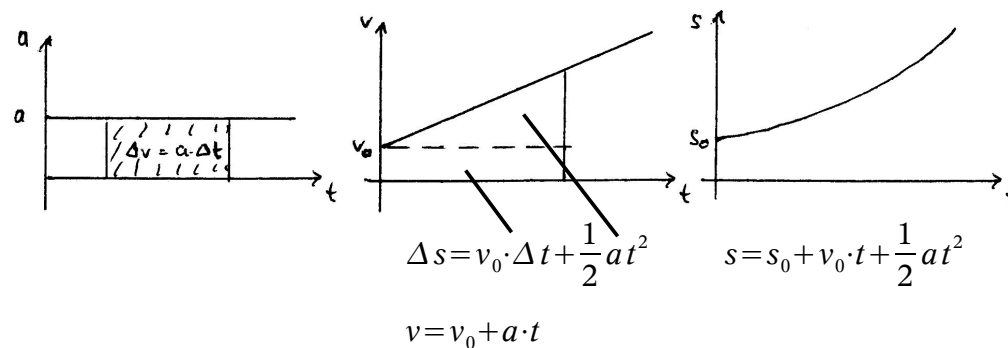
Kinematik und Dynamik

Bewegungen mit **konstanter Geschwindigkeit**: $v_0 = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Leftrightarrow \Delta s = v_0 \cdot \Delta t$



Bewegungen mit **konstanter Beschleunigung** (d.h. konstante beschleunigende

Kraft): $a = \text{const.} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Leftrightarrow \Delta v = a \cdot \Delta t$



Elimination von t liefert:

$$v^2 - v_0^2 = 2 a (s - s_0)$$

Freier Fall auf der Erde: $a = 9,81 \frac{m}{s^2} = g$