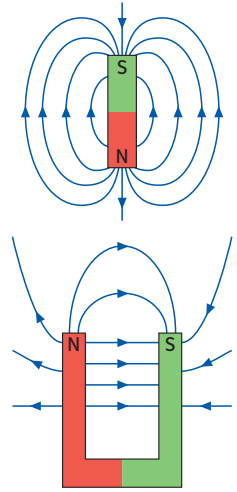


Jeder magnetische Körper ist von einem **magnetischen Feld** umgeben. In ihm erfahren magnetische Körper und Körper, die Eisen, Nickel oder Kobalt enthalten, Kräfte.

Jeder magnetische Körper besitzt zwei Pole, **Nord-** und **Südpol**, dort sind die magnetischen Kräfte am stärksten. Bricht man einen Magneten durch, so entstehen zwei Magnete mit jeweils einem Nord- und einem Südpol.

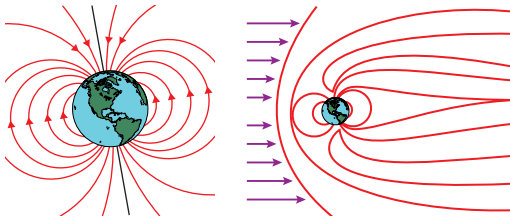
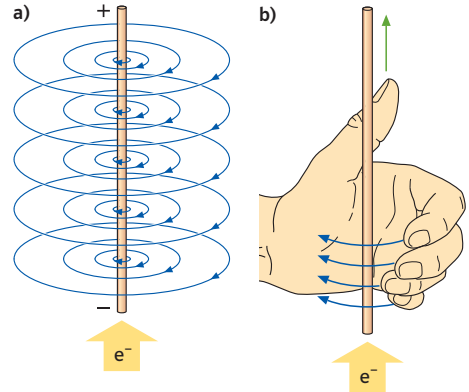
Magnetische Felder kann man nicht sehen, man kann nur ihre **Wirkungen** erkennen. Diese Wirkungen kann man durch Probemagnete nachweisen. Magnetische Felder werden wie elektrische Felder durch **Feldlinien** beschrieben. Man kann sie mithilfe von Eisenfeilspänen sichtbar machen. Eine Feldlinie ist eine Linie, deren Richtung in jedem Punkt des Feldes mit der Richtung der Kraft übereinstimmt, die der Nordpol eines Probemagneten im magnetischen Feld erfährt. D.h. eine Feldlinie geht vom Nordpol aus und endet am Südpol. Eine Feldlinie beginnt nicht oder endet nicht mitten im Raum. Magnetische Feldlinien sind stets geschlossen, sie überkreuzen und verzweigen sich nicht.

Ein Magnetfeld ist **homogen**, wenn die Kraft in jedem Punkt des Feldes in Betrag und Richtung gleich ist. Dann verlaufen die Feldlinien parallel zueinander und überall gleich dicht.



Auch **elektrischer Strom** erzeugt magnetische Felder. Die Feldlinien verlaufen kreisförmig um den stromdurchflossenen Leiter. Kehrt man die Richtung des Stromes im Leiter um, so ändern die Feldlinien ihre Richtung. Die Richtung der Feldlinien wird mit der **Linken-Hand-Regel** bestimmt.

Dazu umfasst man mit der linken Hand den Leiter, wobei der Daumen in Richtung des Elektronenflusses zeigt. Die gekrümmten Finger geben dann die Feldlinienrichtung an.



Unsere Erde ist von einem Magnetfeld umgeben. Dieses Magnetfeld ähnelt in Erdnähe dem eines Stabmagneten. Die magnetischen Feldlinien treten auf der Südhalbkugel aus der Erde aus und durch die Nordhalbkugel wieder in die Erde ein. Oberhalb der Erdatmosphäre wird das Magnetfeld durch den Sonnenwind verformt.



Bei einem Fadenpendel bewegt sich ein an einem Faden hängender Pendelkörper der Masse m auf einer Kreisbahn um seine Ruhelage. Dabei dient der Winkel φ als Maß für die Auslenkung s .

Wird φ im Bogenmaß gemessen, so gilt: $\varphi = \frac{s}{l}$.

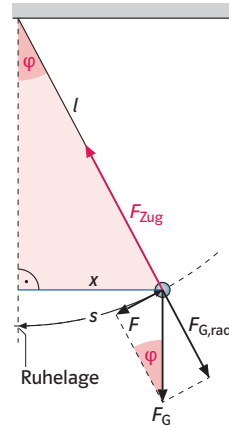
Die Rückstellkraft F wirkt tangential zur Pendelbahn. Sie ist die Gesamtkraft aus der Gewichtskraft F_G und der Zentripetalkraft F_Z .

$$F = F_G \cdot \sin \varphi = m \cdot g \cdot \sin \left(\frac{s}{l} \right)$$

Da die Kraft F nicht proportional zur Auslenkung s ist, schwingt das Fadenpendel **nicht harmonisch**.

Bei kleinen Winkeln kann jedoch mit hinreichender Genauigkeit gesagt werden, dass $s \approx x$ gilt.

Mit $\sin \varphi = \frac{x}{l} \approx \frac{s}{l}$ folgt $F = \frac{m \cdot g \cdot s}{l}$ und folgt $F \sim s$.



Also gilt für kleine Winkel bzw. kleine Auslenkungen das lineare Kraftgesetz und das Pendel schwingt harmonisch.

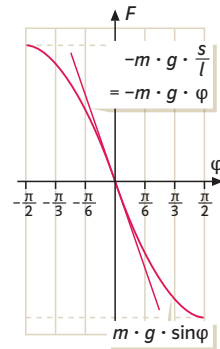
Aus dem linearen Kraftgesetz $F = -D \cdot s$ und $F = -\frac{m \cdot g}{l} \cdot s$ folgt:

$$D = \frac{m \cdot g}{l}.$$

Mit $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}$ bei **kleinen Auslenkungen** berechnet sich die **Periodendauer T** durch:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}.$$

An der Formel erkennt man, dass im Gegensatz zum Federpendel beim Fadenpendel die Masse für die Schwingungsdauer T keine Rolle spielt. Sie hängt vielmehr von der Fadenlänge und der Fallbeschleunigung g am Ort des Versuchs ab.



Auf diese Weise hat Wilhelm Bessel 1826 die Abhängigkeit der Fallbeschleunigung von der geographischen Breite untersucht. Sie nimmt an der Erdoberfläche vom Äquator zu den Polen kontinuierlich zu.



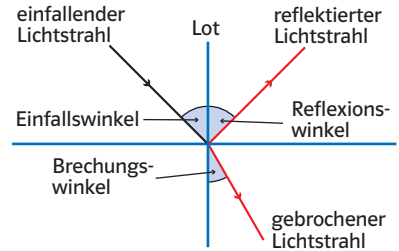
Die Reflexion von Licht kann man sowohl mit der geometrischen Optik als auch mit der Wellenoptik konstruieren. Ist das Hindernis groß gegenüber der Wellenlänge des Lichtes, so kann man die geometrische Optik oder die Wellenoptik verwenden. Ist das Hindernis hingegen in der Größenordnung der Wellenlänge des Lichtes, so muss man die Wellenoptik verwenden.

Reflexion (geometrische Optik)

Trifft das Licht auf eine lichtdurchlässige Grenzfläche, so wird ein Teil **reflektiert** und ein anderer Teil wird an ihr gebrochen.

Reflexionsgesetz

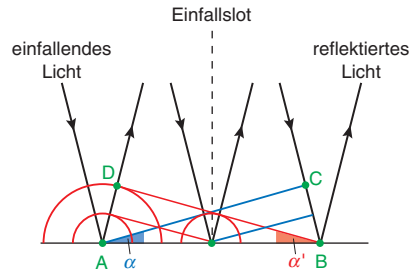
Der Einfallswinkel α und der Reflexionswinkel α' sind gleich groß. Einfallender, reflektierter Lichtstrahl und das Lot liegen in einer Ebene. Der Lichtweg ist umkehrbar.



Reflexion (Wellenmodell)

Die Reflexion von Licht an einer Grenzfläche verhält sich analog zur Reflexion von Wellen. Es gilt das Huygens'sche Prinzip. Im Gegensatz zur geometrischen Optik lässt sich mit dem Wellenmodell das Reflexionsgesetz mathematisch beweisen.

Die Wellenfront trifft auf die Grenzfläche und von dort breitet sich eine Elementarwelle aus. Da sich bei der Reflexion die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle nicht ändert, sind die Dreiecke ABD und ABC kongruent. Daraus folgt, dass der Einfallswinkel genauso groß ist wie der Reflexionswinkel.



Streuung

Trifft Licht auf einen Körper, so wird ein Teil an seiner Oberfläche reflektiert, während ein anderer Teil in den Körper eindringt und gebrochen wird. Zusätzlich tritt das Licht beim Durchlaufen des Körpers auf kleine Teilchen, die das Licht aus seiner geradlinigen Bahn ablenken. Das Licht wird **gestreut**.

Die Streuung ist dafür verantwortlich, dass wir den Himmel blau sehen. Das Licht wird bei seinem Durchgang durch die Atmosphäre an den verschiedenen Materieteilchen gestreut. Die Stärke der Streuung hängt von der Wellenlänge des Lichtes ab. Kurzwelliges Licht wird stärker gestreut als langwelliges Licht.



1671 untersuchte Newton die Zerlegung des weißen Lichtes in seine Spektralfarben. Dazu machte er vier Versuche:

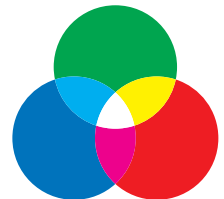
1. Versuch: Trifft weißes Licht auf ein Prisma, so wird es in seine Spektralfarben aufgefächert. Dabei handelt es sich um ein kontinuierliches Spektrum mit folgenden Spektralfarben: Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau und Violett.
Der blaue Anteil des Lichtes wird am stärksten, der rote Anteil am schwächsten gebrochen, da jede Farbe ihre eigene Wellenlänge besitzt.
2. Versuch: Blendet man hinter dem Prisma eine Spektralfarbe aus und lässt diese auf ein zweites Prisma treffen, wird diese Farbe nicht weiter zerlegt, sondern nur gebrochen.
3. Versuch: Lässt man die Spektralfarben aus Versuch 1 auf eine Sammellinse treffen, so vereinigen sie sich wieder zu weißem Licht.
4. Versuch: Blendet man aus dem Spektrum eine Farbe aus und vereinigt die anderen, so erhält man eine Mischfarbe. Man nennt das Paar aus ausgeblendeter Farbe und Mischfarbe **Komplementärfarben**.

Farbe	Komplementärfarbe
Rot	Cyan
Gelb	Blau
Grün	Magenta
Cyan	Rot
Blau	Gelb

Hinweis: Bei Blau, Rot, Gelb und Cyan kann es sich um eine reine Spektralfarbe oder um eine Mischfarbe handeln.

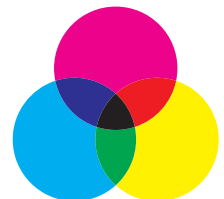
Additive Farbmischung

Beleuchtet man eine weiße Leinwand mit verschiedenfarbigem Licht, so entstehen Mischfarben. Addiert man Rot und Grün, so entsteht Gelb. Addiert man Blau und Rot, so entsteht Magenta. Addiert man Blau und Grün, so entsteht Cyan. Man kann aus der Addition von Blau, Grün und Rot alle Farben mischen. Deshalb bezeichnet man diese drei Farben als die **Grundfarben der additiven Farbmischung**. Addiert man alle drei Grundfarben miteinander, so entsteht weiß.



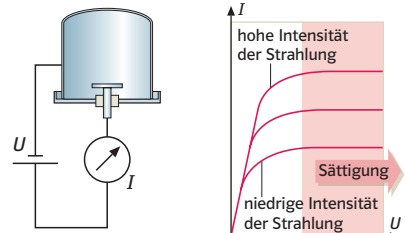
Subtraktive Farbmischung

Lässt man weißes Licht durch einen Filter auf eine Leinwand fallen, so erscheint dort nur die Farbe, die vom Filter durchgelassen wird. Die Farbe entsteht somit durch Subtraktion (Wegnahme) der anderen Farben aus dem Spektrum. Die **Grundfarben der subtraktiven Farbmischung** sind Gelb, Magenta und Cyan. Mischt man diese drei Grundfarben zusammen, so entsteht schwarz.



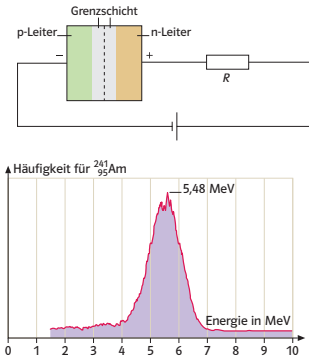
Die **Ionisationskammer** ist eine Metallkammer. Zwischen Gehäuse und Präparat besteht ein elektrisches Feld. Bei hinreichend großer Feldstärke tragen alle erzeugten Ionen zum Strom bei. Die Stromstärke bleibt dann konstant.

Die Sättigungsstromstärke ist ein Maß für die Intensität der Strahlung.



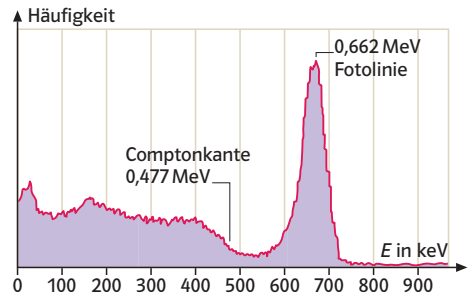
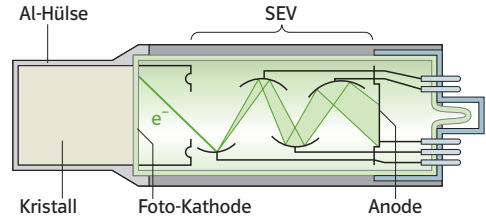
Beim **Halbleiterdetektor** ist die p-n-Schicht breit. Die Betriebsspannung ist so gepolt, dass die Diode sperrt. Ionisieren die Strahlung kann in der Grenzschicht Elektronen-Loch-Paare erzeugen. Es kommt zum Stromstoß und damit am Widerstand zum Spannungsimpuls. Wird in der Grenzschicht die Strahlung absorbiert, dann ist die Höhe des Spannungsimpulses ein Maß für die Energie der Strahlung.

Der Halbleiterdetektor eignet sich zur Messung der Energie der Strahlung.



Im **Scintillationszähler** erzeugt radioaktive Strahlung durch Anregung der Moleküle Lichtblitze. Diese treffen auf eine Fotokathode. Dort lösen sie eine zur Anzahl der Lichtblitze proportionale Zahl von Elektronen aus (Fotoeffekt). Diese werden beschleunigt, treffen auf Dynoden (Sekundärelektronenvervielfacher, SEV), aus denen sie weitere Elektronen herauslösen. Auf diese Weise wird der Elektronenstrom um einen Faktor von etwa 10^8 verstärkt. Der Strom führt zu einem Spannungsimpuls an einem Widerstand. Die Höhe des Impulses ist proportional zur Energie der ionisierenden Strahlung.

Der Scintillationszähler eignet sich zur Messung der Energie der Strahlung.



Die Abbildung zeigt das **Energiespektrum einer γ -Strahlung**. Beim Fotoeffekt überträgt ein Photon der γ -Strahlung seine gesamte Energie $h \cdot f$ auf ein Elektron. Das Maximum bei 0,662 MeV gehört zu diesem Vorgang. Beim Comptoneffekt ist die übertragene Energie stets kleiner als $h \cdot f$, sie ist vom Streuwinkel abhängig. Bei einer Rückwärtsstreuung ist die Energieübertragung maximal, diese Energie nennt man **Comptonkante**. Ist der Streuwinkel kleiner als 180° , dann ist die Energieübertragung geringer. Im Energiespektrum ist dies das **Comptonkontinuum**.

