

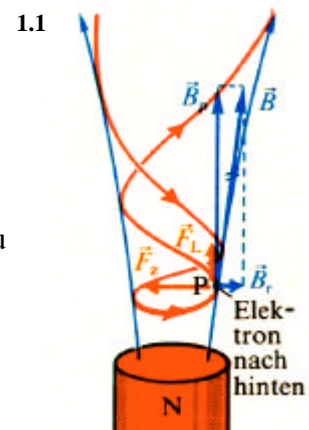
Protokoll der Physikstunde am 29.11.2001

Versuch 1 Umkehr eines Elektronenstrahls

Aufbau/Durchführung: Dem Bildschirm einer braunschen Röhre wird von vorne ein starker Nordpol genähert.

Beobachtung: Am Anfang wird der Elektronenstrahl nur gebogen. Geht man mit dem Magneten näher ran windet er sich und biegt schließlich um. (roter Verlauf in Bild 1.1)

Ergebnis: Sobald der Magnet genähert wird, beeinflusst sein B-Feld den Elektronenstrahl. Je näher er kommt desto größer wird das Feld. Die Richtung der Feldlinien ist immer in das Rohr hinein oder von dem Nordpol weg (wie gewohnt), allerdings nicht ganz parallel zum Rohr oder dem ursprünglichem Verlauf der Elektronen. Also müssen wir die den Vektor in einen horizontalen und vertikalen Teil aufteilen (siehe Bild 1.1). Da die Lorentzkraft immer senkrecht zu dem B-Feld wirkt, werden die Elektronen von der vertikalen Komponente \vec{B}_p seitlich weggestoßen und von der horizontalen Komponente \vec{B}_r zurückgedrückt. Beide Kräfte wirken senkrecht auf den Strahl und haben damit keine Auswirkung auf seine Energie. Sie ändern lediglich seine Richtung.



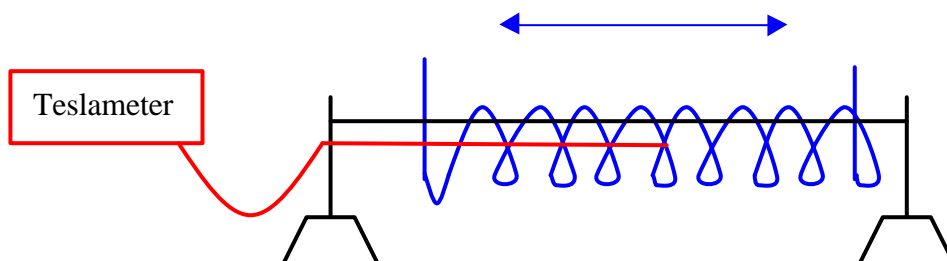
Ähnliches passiert im inhomogenen Magnetfeld der Erde. Es ist radial aufgebaut und schützt die Erde vor dem Sonnenwind. Als Sonnenwind bezeichnet man verschiedene Elementarteilchen wie Protonen oder Elektronen die von der Sonne emissioniert werden und auf die Erde treffen. Sie werden allerdings von dem Magnetfeld eingefangen, winden sich um seine Feldlinien und werden von Pol zu Pol gezogen. Dabei treffen sie auf Luftmoleküle und geben ihre kinetische Energie weiter, die dann von den Molekülen als Licht abgestrahlt wird. Dieser Effekt lässt sich vor allem an dem Nord- und Südpol beobachten und wird Nordlicht genannt. De gleichen Effekt konnte man in der mit Wasserstoff gefüllten Fadenstrahlröhre beobachten, als sie von einem Elektronenstrahl durchquert wurde.

Würde die kosmische Strahlung ungehindert auf die Erde treffen so hätte das katastrophale Folgen, da sie für Lebewesen äußerst schädlich ist.

Versuch 2

Untersuchung der Flussdichte einer Spule in Abhängigkeit von der Windungsdichte

Aufbau:



Durchführung:

Die Spule wird auf die maximale Länge auseinandergezogen und die Flussdichte gemessen, dann wird sie ganz zusammengedrückt und die Messung noch einmal vorgenommen.

Beobachtung:

auseinander	zusammen
2,5 mT	3,56 mT

Ergebnis: Durch das Zusammenschieben der Spule wurde die Konzentration der Windungen pro Längeneinheit erhöht, die Länge aber verkleinert. Die Flussdichte hängt also nicht direkt von der Länge der Spule ab sondern von der Anzahl ihrer Windungen pro Länge.

Wir halten fest: $B = \frac{n}{l}$

Versuch 3

Untersuchung der Flussdichte einer Spule in Abhängigkeit von dem Durchmesser

Aufbau/Durchführung:

Wir nehmen zwei unterschiedliche Spulen:



a)
Windungen : 200
Durchmesser : x

b)
Windungen: 400
Durchmesser: 2*x

Wir nehmen an das auch der Durchmesser (der von der Spule umschlossene Raum) für die Flussdichte keine Rolle spielt sondern nur die Windungsdichte. Dann müsste die Flussdichte bei b) doppelt so hoch sein.

Beobachtung:

Die Flussdichte ist bei b) doppelt so hoch.

Ergebnis:

Die Annahme hat sich bestätigt. Der Durchmesser hat auf die Flussdichte keine Wirkung .

Versuch 4

Aufbau/Durchführung:

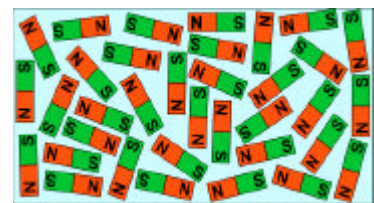
Ein mit Eisenspänen gefülltes Reagenzglas wird nach einander in die Nähe der beiden Seiten einer freibeweglichen Kompassnadel gebracht und wieder weg bewegt. Danach wird es mit dem Nordpol eines hartmagnetischen Stabmagneten in Kontakt gebracht und noch einmal der Kompassnadel genähert.

Beobachtung:

Beim ersten Wegziehen des Reagenzglases werden beide Seiten der Nadel von ihm angezogen und drehen sich mit ihm mit. Nach dem magnetisieren wird die eine Seite angestoßen und die andere angezogen.

Ergebnis:

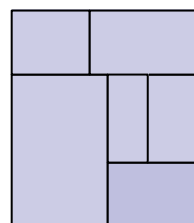
Die Eisenspäne im Reagenzglas verdeutlichen sehr gut das Model der Elementarmagnete. Danach befinden sich in jedem ferromagnetischem Stoff Kleinstmagneten, die jeweils einen Nord- und Südpol haben. Deswegen kann man auch mit einer Teilung eines Magneten die Pole nicht isolieren, da es unvorstellbar viele gibt. In einem nicht-magnetisiertem Stück sind die Elementarmagneten nach Bild 4.1 ungeordnet und heben ihre magnetische Wirkung gegenseitig auf. Ein Solcher Stoff ist nach außen hin unmagnetisch. Wenn er dann z.B. in das B-Feld einer Spule kommt wird die Mehrheit der Elementarmagneten in die gleiche Richtung ausgerichtet und es bildet sich eine auch außen spürbare Magnetisierung. Die Eisenspäne symbolisieren die Elementarmagneten und richten sich ebenfalls unter dem Einfluss der Kompassnadel aus. Die Nord-Seite der Nadel zieht die Süd-Seiten der Elementarmagneten(Eisenspäne) an. Die Nord-Seite wird dabei weggedrückt und zieht wiederum weiter innen liegende Süd-Pole an usw. Größere Bereiche von gleichgerichteten Elementarmagneten innerhalb eines Körpers nennt man weisssche Bezirke. Sie weisen fast die gleichen Merkmale auf, wie die Kleinstmagneten. Auch sie sind normalerweise unterschiedlich ausgerichtet und werden durch andere Felder ausgerichtet wobei sie ihre Wirkung verstärken.



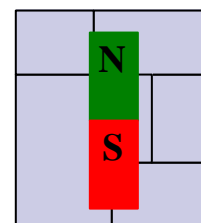
4.1 ungeordnete Elementarmagneten sind nach außen hin magnetisch neutral



4.2 geordnete Elementarmagneten verstärken sich gegenseitig



4.3 unterschiedliche Felder



4.4 durch Magnet ausgerichtete Felder

Durch Wärme, grobe Vibration¹, oder Stöße werden die Atome im Kristallgitter wieder durcheinandergedreht und die Magnetisierung aufgehoben. Deshalb werden auch Hartmagnete bei hohen Temperaturen außer Kraft gesetzt.

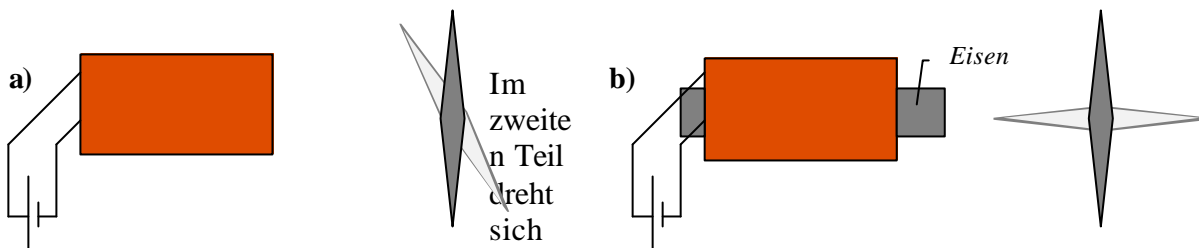
Bei quanten-technischen Versuchen zu Anfang des 20. Jahrhunderts hat man festgestellt, dass das Model der Elementarmagnete nicht mehr ausreicht um bestimmte Vorgänge zu beschreiben. Man fand heraus das die magnetische Wirkung von Metallen auf der Elektronenbewegung beruht. Die Rotation um das Proton ist der Grund dafür, dass ein magnetisierter Körper bestrebt ist aus einem Magnetfeld auszutreten, erst der Spin, also die Rotation der Elektronen um die eigene Achse, ist für die Anziehungs- und Abstoßungskräfte von Magneten verantwortlich. Damit wurde deutlich das der Magnetismus eigentlich ein Unterbereich der Elektrizitätslehre ist, denn sich bewegende Elektronen sind nichts weiter als elektrischer Strom.

Ferromagnetische Elemente sind Eisen, Nickel und Kobalt. Heutzutage werden auch Legierungen hergestellt die keine der Elemente erhalten und trotzdem magnetisch sind. Man hat einfach den nötigen Elektronenaufbau gefunden und baut ihn nach.

Versuch 5 Permeabilitätsfaktor

Aufbau/Durchführung: Neben der seitlichen Öffnung einer Spule wird eine Kompassnadel aufgestellt. Dann wird an sie eine konstante Spannung angelegt und das Verhalten der Nadel beobachtet. Danach wird ein Eisenzylinder in den Innenraum der Spule eingeführt, der Strom eingeschaltet und beobachtet.

Beobachtung (Ansicht von oben):



die Nadel um 90° und mit einer viel schnelleren Geschwindigkeit

Ergebnis: Sobald das B-Feld der Spule im zweiten Teil aktiv wird, wirkt es auf die in letzten Versuch besprochenen Elementarmagneten und richtet sie alle in eine Richtung aus und vereint ihre Kräfte. Dadurch wird das gesamte Feld, welches von der Spule ausgeht viel stärker. Deswegen schlägt auch die Nadel viel schneller aus. Dieser Effekt tritt nur bei ferromagnetischen Stoffen auf. Der Faktor um den das Feld erhöht wird wenn der komplette Innenraum ausgefüllt ist, wird als Permeabilitätszahl μ_r bezeichnet. Man geht dabei vom Vakuum als Basis aus, welches den Wert $\mu_r = 1$ hat. Praktischerweise liegt der Wert für Luft bei $\mu_r = 1,0000004$ und kann deswegen vernachlässigt werden.

¹ Wärme ist ja im Prinzip auch Vibration. Gemeint ist die Vibration im üblichen Sinne.

Hart- und Weichmagneten

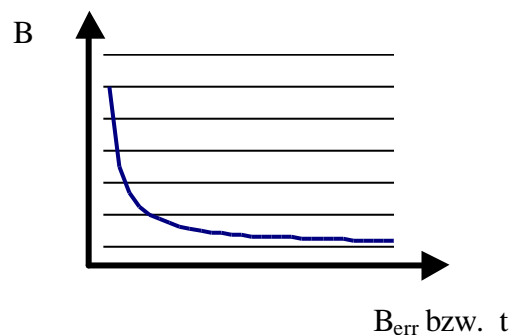
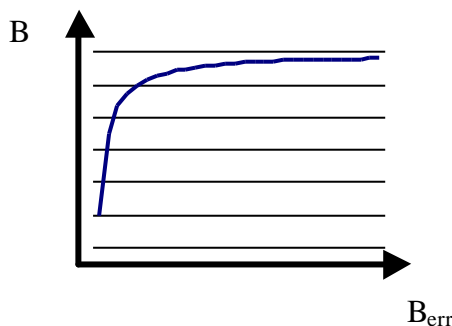
Wenn man die Spule aus dem vorherigem Versuch abschaltet, behält das Eisen einen Teil der Magnetisierung bei, die allerdings mit der Zeit immer kleiner wird. Diese Restmagnetisierung wird als Remanenz bezeichnet. Wie lange sie bestehen bleibt, hängt einerseits davon ab, um was für ein Metall es sich handelt und andererseits wie groß der Kohlenstoffgehalt desselben ist. Der Kohlenstoff dient sozusagen als Bremse oder Dämpfer, der die Moleküle daran hindert sich zu drehen und die Magnetisierung zu zerstören, jedoch ist es in diesen Fällen auch schwerer einen neutralen Körper zu magnetisieren. Diese trägen Magneten werden harte Magneten genannt – die Magneten die ihren Zustand ohne großen Aufwand wechseln heißen weiche Magneten. Erstere werden vor allem als Dauermagneten zu Versuchswecken oder z.B. in Lautsprechern benutzt. Weiche dagegen in Elektromagneten oder Transformatoren, da sie sich dort sehr schnell dem Strom anpassen müssen.

Auf- und Entladung

Beim magnetisieren von Magneten stellt man nach einiger Zeit fest, dass die Flussdichte nicht mehr steigt obwohl das erregende B-Feld der Spule weiterhin aktiv ist –der Magnet ist gesättigt. Der Grund dafür ist, dass beim Aufladen immer ein Paar Moleküle übrig bleiben die immer noch ungeordnet sind. Außerdem werden einmal geordnete Moleküle von der Wärmevibration wieder zerstreut. Also kann man einen Magneten nie vollständig aufladen. Die Magnetisierung strebt immer einem Grenzwert entgegen.

Aufladung:

Entladung:



Ähnlich ist es beim Entladen. Hier wirken dieselben Anziehungskräfte entgegen, die auch die weissen Bezirke bilden. Die Elementarmagneten bilden stabile Bereiche die sich selber durch eigene Anziehungskräfte stabil halten. (Siehe Versuch 4) Nicht zu vergessen auch hier der Kohlenstoff als Dämpfer der Moleküle.