

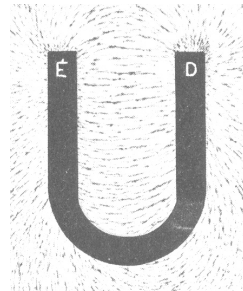
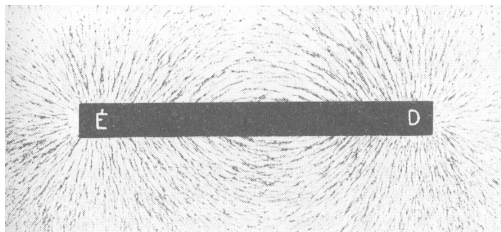
Időben állandó mágneses mező (Vázlat)

1. Mágneses alapjelenségek
2. Mágneses mező vizsgálata
3. Mágneses mező jellemzése
 - Mágneses indukció
 - Mágneses fluxus
4. Mágneses indukcióvonalak
5. Időben állandó mágneses mező tulajdonságai
6. Ampere-féle gerjesztési törvény
7. Speciális mágneses mezők
 - Egyenes vezető mágneses mezeje
 - Tekercs mágneses mezeje
 - Körtekercs mágneses mezeje
 - Körvezető mágneses tere
 - A szuperpozíció elve
8. A mágneses mező hatása mozgó töltésekre
 - Mágneses mező hatása áramvezetőre
 - Párhuzamos áramvezetők kölcsönhatása
 - Lorentz-erő
 - A Föld mágneses mezejének szerepe
 - Mágneses eltérítés alkalmazása különböző technikai eszközökben
 - Részecskegyorsítók
9. Az anyagok mágneses viselkedése
10. Néhány gyakorlati alkalmazás
11. Fizikatörténeti vonatkozások

Mágneses alapjelenségek

Tapasztalatból tudjuk, hogy a mágnesek egymásra, de pl. a vastárgyakra is erőt gyakorolnak.

- A mágnesek azonos pólusai taszítják, ellentétes pólusai vonzzák egymást.
- A Föld olyan, mint egy nagy mágnes. Egyik pólusa az északi, másik a déli sarok közelében található.
- A szabadon mozgó iránytű É-D irányba áll be. Az iránytűnek azt a pólusát, amely egyensúlyi helyzetben észak felé mutat, északi pólusnak nevezzük. Ebből következik, hogy az Északi sarkon a Föld déli mágneses pólusa van.
- Ha a mágneset kettévágjuk, akkor továbbra is két dipólust kapunk. Bármilyen kicsi részre vágjuk a mágneset, monopólus soha nem állítható elő.
- Rúdmágnes esetén a mágneses pólusok nem a rúd végén találhatók, hanem a rúd 1/12 részénél.
- A mágnes a közelébe helyezett vastárgyakra erőt gyakorol.
- Ha mágnes közelében vízszintes műanyag lapra vasreszeléket szórunk, akkor a vasreszelék az erőhatásnak megfelelően rendeződik.



A mágnes és a vasreszelék között a kölcsönhatást az anyag egy sajátos formája, a **mágneses mező** közvetíti.

A XIX. sz. elején a tudósok számára úgy tűnt, hogy a mágnesesség korlátozottabb jelenség, mint az elektromosság. Kísérleteik azt bizonyították, hogy dörzsöléssel minden test elektromos állapotba hozható, de nem minden test mágnesezhető. Pl. a vasat lehet mágnesezni, de a rézet nem. Ezt a téveszmét döntötte meg 1820-ban kísérletével Oersted, dán fizikus, aki felfedezte az áram mágneses hatását.

Iránytűt helyeztél el egy rézdrót alatt. Ha a rézdróton áramot bocsátott keresztül, akkor az iránytű kitért egyensúlyi helyzetéből.

Igaz, itt nem is a réznek van szerepe a mágnesességben, hanem a rézdrótban mozgó töltéseknek. Tehát az áramnak mágneses tere van.

Az olyan mezőt, amelyet mozgó töltés hoz létre, és mozgó töltésre gyakorol hatást mágneses mezőnek nevezzük.

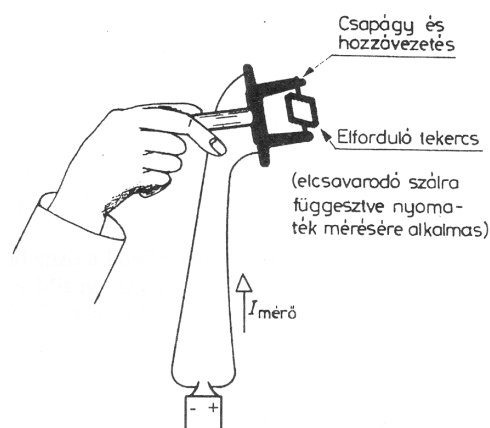
Mágneses mező vizsgálata

Mágneses mező vizsgálatára alkalmas minden olyan eszköz, amely kölcsönhatásba lép a mágneses mezővel. Így például egy kicsiny iránytű is, melynek pólusaira mágneses mezőben erő hat. A különböző pólusra ható erők egyenlő nagyságúak, de ellentétes irányúak. Az így fellépő erőpár hatására az iránytű elfordul.

De fennáll annak a veszélye, ha egy kisméretű iránytűt erősebb külső mágneses térbe teszünk, hogy az iránytű átmágneseződik. Így már nem lesz alkalmas a mező vizsgálatára.

Ezért célszerűbb a mágneses mezőt olyan eszközzel vizsgálni, amely az iránytűhöz hasonlóan kölcsönhatásba lép a mágneses mezővel, de a mező hatására nem változtatja meg az állapotát. Ilyen eszköz a [magnetométer](#).

Magnetométer: N menetű kisméretű lapos tekercs, amelynek párhuzamos száraiban ellentétes irányú az áram. Így a mágneses mezőben a száakra egy erőpár hat, amely elforgatja a magnetométert.



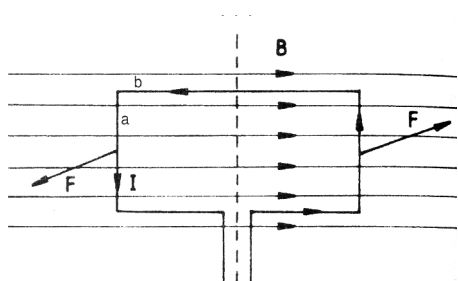
A mágneses mező jellemzése

Mágneses indukció

A mágneses mező jellemzésére használt egyik fizikai mennyiség a **mágneses indukció**.

A mágneses indukciót a mező minden pontjában elhelyezett, kicsiny magnetométer segítségével határozhatjuk meg. Ha a mágneses mezőben úgy helyezzük el a magnetométert, hogy síkja merőleges a mezőre, akkor a magnetométer egyensúlyban lesz.

Minden más esetben a magnetométerre forgatónyomaték hat. Ez akkor lesz a legnagyobb, ha a magnetométer síkja párhuzamos a mágneses térrel.



Megállapodás szerint, a mágneses mezőt a magnetométerre ható maximális forgatónyomaték segítségével jellemezzük.

A mérések azt bizonyítják, hogy a magnetométerre ható maximális forgatónyomaték egyenesen arányos a magnetométerben folyó áramerősség és a

magnetométer összes felületének a szorzatával.

Ezt a szorzatot **mágneses nyomatéknak** nevezzük.

A maximális forgatónyomaték és a mágneses nyomaték hányadosa egy állandót határoz meg, ez a mágneses indukció.

$$B = \frac{M_{\text{MAX}}}{I_{\text{mérő}} \cdot N \cdot A} \qquad [B] = \frac{\text{N}}{\text{Am}} = \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2} = \text{T}$$

A mágneses indukció vektormennyiség.

A mágneses indukció vektor nagyságát a magnetométerre ható maximális forgatónyomaték és a mágneses nyomaték hányadosa adja.

A mágneses indukció vektor irányát jobbkéz-szabály segítségével határozzuk meg: mágneses mezőben, egyensúlyban lévő magnetométert jobb kezünk segítségével úgy fogjuk meg, hogy, ha behajtott 4 ujjunk az áram irányába mutat, akkor a kinyújtott hüvelykujjunk az indukció irányába mutat.

Ha a magnetométer síkja nem párhuzamos a mágneses indukció vektorokkal, akkor a forgatónyomaték számításánál a B vektornak csak a felület irányába eső komponensét kell figyelembe venni.

Mágneses fluxus

A mágneses mező jellemzésére használt másik fizikai mennyiség a mágneses fluxus.

A mágneses fluxus a mágneses indukció és a rá merőleges felület szorzata.

$$\Phi = B \cdot A$$

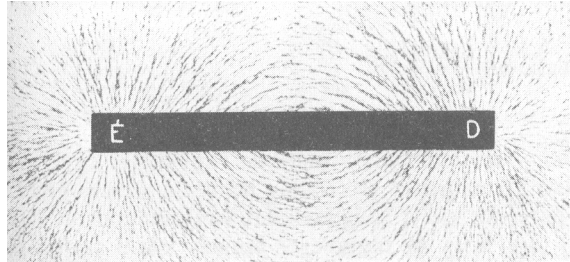
$$[\Phi] = \text{Vs} = \text{Wb (weber)}$$

Wilhelm Eduard Weber (1804-1891) német fizikus, az elektromos mértékegységrendszer kidolgozója.

Mágneses indukcióvonalak

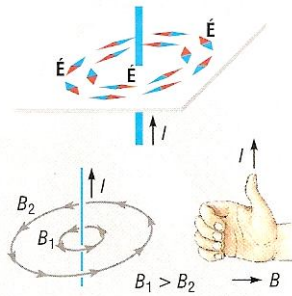
A mágneses mező szemléltetésére szolgálnak a mágneses indukcióvonalak.

Ha a mágneses mezőbe vasreszeléket szórunk, az a mágneses indukcióvonalak mentén rendeződik.



A mágneses indukcióvonalak olyan térbeli és képzeletbeli görbék, amelyek bármely pontjába húzott érintő iránya az adott pontban az indukció irányával egyezik meg, és olyan sűrűn kell rajzolni, hogy 1m^2 felületre merőlegesen annyi haladjon keresztül, amennyi az adott helyen a mágneses indukció nagysága.

Időben állandó mágneses mező tulajdonságai

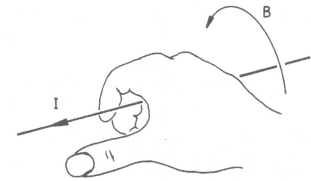


Ha az áramjárta egyenes vezető környezetében kialakuló mágneses mezőt vizsgáljuk, akkor észrevehetjük, hogy a mágneses indukcióvonalak a körvezetőt körkörösén veszik körül.

Az indukcióvonalak irányát jobb kezünk segítségével határozhatjuk meg:

Ha jobb kezünk kinyújtott hüvelykujja az áram irányába mutat, akkor

behajlított négy ujjunk a mágneses indukció irányát jelzi.



Hosszú egyenes áramjárta vezető körül a mágneses indukcióvonalak zárt koncentrikus körök.

Áram által keltett mágneses mező tulajdonságai

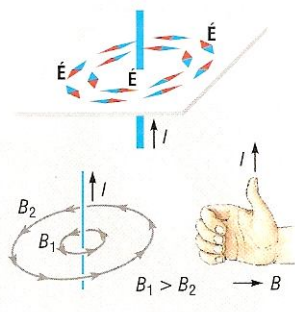
- **Forrásmentes**, mert az indukcióvonalak önmagukba záródnak. A mezőnek nincsenek olya forrásai, mint az elektrosztatikus mezőnek ahonnan kiindulnak és ahol végződnek a térerősségvonalak.
- **Örvényes**, ez látszik az indukcióvonalak elhelyezkedéséből is. Örvényes mezőben a zárt görbe mentén végzett munka összege nem nulla.
- **Nem konzervatív**, mert a mezőben két pont között végzett munka függ a pálya hosszától, nemcsak a két pont helyzetétől.

Mágneses mezőben is igaz a **szuperpozíció elve**.

Eszerint, ha egy mágneses mezőt több mágneses test (vagy áram) hoz létre, akkor a mező bármely pontjában a mágneses indukció megegyezik az egyes testektől származó mágneses indukció vektori eredőjével.

Az Ampere-féle gerjesztési törvény

Áramjárta vezető környezetében mágneses mező alakul ki.



Tehát az áram gerjeszti a mágneses mezőt.

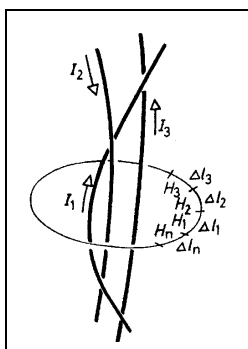
Az áram mágneses mezőt gerjesztő hatásának erősségét **mágneses térerősségnek** nevezzük.

A mágneses térerősség jele: H

A mérések azt bizonyítják, hogy a gerjesztő hatás erőssége függ

- a mágneses mezőt létrehozó áram nagyságától, és az
- áramtól mért távolságtól.

A mágneses térerősség nagyságát az Ampere-féle gerjesztési törvény segítségével határozzuk meg.



Ha több áram hozza létre a mágneses mezőt, akkor az áramokat gondolatban, körbevehetjük egy zárt görbével. Ha képezzük a mágneses térerősség és azon görbeszakasz hosszának a szorzatát, ahol a térerősség állandó, majd ezeket a szorzatokat összegezzük, akkor eredményképpen a görbe által határolt felületen áthaladó áramok algebrai összegét kapjuk.

$$\sum H \cdot \Delta l = N \cdot I$$

A mágneses térerősség vektormennyiség, melynek iránya megegyezik a mágneses indukció irányával.

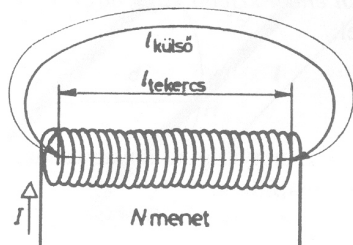
Mértékegysége: $[H] = \frac{A}{m}$.

Vákuumban a mágneses mező bármely pontjában a mágneses indukció egyenesen arányos a mágneses térerősséggel, az arányossági tényező a vákuum permeabilitás $(\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A})$

$$B = \mu_0 \cdot H$$

Speciális mágneses mező

1. Egyenes tekercs (szolenoid) mágneses tere



Áramjárta tekercs mágneses terének jelentős része a tekercs belsejében van, azon kívül elhanyagolható. A tekercsben kialakuló mágneses mező közel homogén.

Alkalmazva az Ampere-féle gerjesztési törvényt:

$$H \cdot l = N \cdot I$$

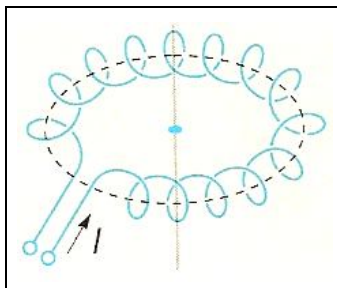
Tehát, egyenes tekercs (szolenoid) mágneses térerőssége egyenesen arányos a tekercs menetszámának és a tekercsben folyó áramerősségnek a szorzatával, és fordítottan arányos a tekercs hosszával.

$$H = \frac{N \cdot I}{l}$$

A tekercs belsejében a mágneses indukció a következő összefüggéssel határozható meg:

$$B = \mu_0 \cdot \frac{N \cdot I}{l}$$

2. „R” sugarú körtekercs (toroid) mágneses tere



Az áramjárta körtekercs által gerjesztett mágneses mező jelentős része a tekercsen belől helyezkedik el. A gerjesztő hatás nagysága (H) a körtekercsben közel állandó.

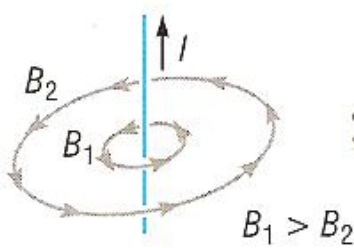
Alkalmazva az Ampere-féle gerjesztési törvényt:

$$H \cdot 2 \cdot R \cdot \pi = N \cdot I$$

$$H = \frac{N \cdot I}{2 \cdot R \cdot \pi}$$

$$B = \mu_0 \cdot \frac{N \cdot I}{2 \cdot R \cdot \pi}$$

3. Hosszú egyenes vezető mágneses tere



Áramjárta, hosszú egyenes vezetőt a mágneses indukcióvonalak körkörösén veszik körül.

Ha gondolatban körbevesszük az áramjárta vezetőt egy R sugarú körrel és képezzük a $H \cdot \Delta s$ szorzatok összegét, akkor a következő összefüggéshez jutunk:

$$H \cdot 2 \cdot R \cdot \pi = I$$

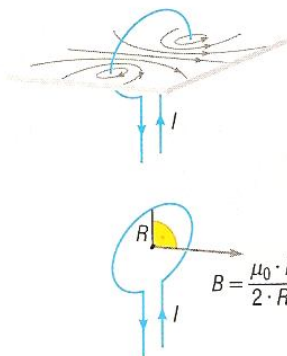
Így:

$$H = \frac{I}{2 \cdot R \cdot \pi}$$

$$B = \mu_0 \cdot \frac{I}{2 \cdot R \cdot \pi}$$

Áramjárta hosszú egyenes vezető körül kialakuló mágneses mezőben a mágneses indukció egyenesen arányos a vezetőben folyó áram erősségével, és fordítottan arányos a vezetőtől mért távolság 2π szeresével.

4. Körvezető mágneses tere



A körvezető egymenetű tekercs, de mágneses terének meghatározására nem alkalmazható a hosszú egyenes tekercsnél megismert összefüggés.

A körvezető középpontjában a mágneses térerősséget jobbkéz-szabály segítségével határozhatjuk meg:

Úgy fogjuk meg a körvezetőt a jobb kezünkkel, hogy behajlított négy ujjunk az áram irányába mutasson. Ilyenkor a kinyújtott hüvelykujjunk mutat az indukció irányába.

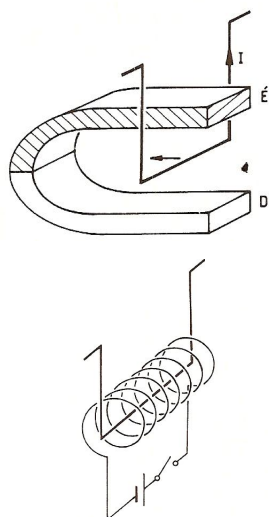
I erősségű árammal átjárt R sugarú körvezető középpontjában a mágneses térerősség és a mágneses indukció nagysága a következő összefüggésekkel határozható meg:

$$H = \frac{I}{2 \cdot R}$$

$$B = \mu_0 \cdot \frac{I}{2 \cdot R}$$

A mágneses mező hatása mozgó töltésekre

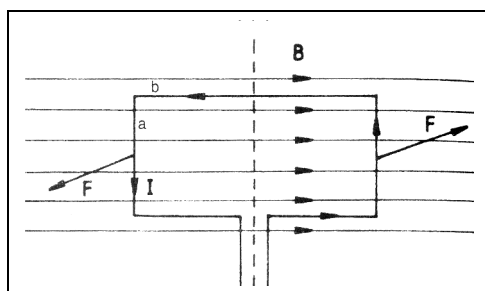
1. Mágneses mező hatása áramvezetőre



Kísérletek igazolják, ha mágneses mezőbe áramjárta vezetőt helyezünk el, akkor arra egy speciális helyzettől eltekintve, mindig erő hat.

- Az erőhatás akkor a legnagyobb, ha a vezető és a mágneses indukció egymásra merőlegesek (1. ábra).
- Nem tapasztalunk erőhatást, ha az áram iránya és a mágneses indukció iránya megegyezik (2. ábra)
- Az erőhatás iránya függ a mágneses indukció és az áram irányától.

Könnyen meghatározhatjuk az erőhatás nagyságát, ha mágneses mezőbe gondolatban egy egymenetes magnetométert helyezünk úgy, hogy síkja párhuzamos legyen a mágneses indukcióval. A szárazra az ellentétes áramirány miatt erőpár hat.



Az erőpár forgatónyomatékát kétféleképpen is leírhatjuk. A kettő egyenlőségéből a mágneses mezőben lévő áramjárta vezetőre ható erő meghatározható.

$$M = F \cdot b$$

$$M = B \cdot I \cdot A = B \cdot I \cdot l \cdot b$$

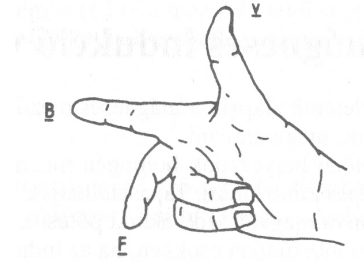
$$F \cdot b = B \cdot I \cdot l \cdot b$$



$$\mathbf{F = B \cdot I \cdot l}$$

Homogén mágneses mezőben az indukcióvonalakra merőlegesen elhelyezkedő áramjárta vezetőre ható erő egyenesen arányos a vezetőben folyó áram erősségének és a vezető hosszának a szorzatával, az arányossági tényező a mágneses indukció.

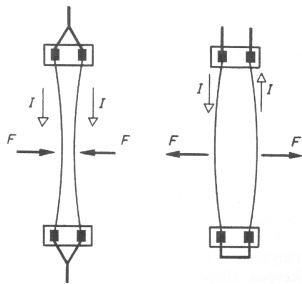
A vezetősálra ható erő irányát **jobbkéz-szabály** segítségével határozhatjuk meg: ha jobb kezünk három ujját merőlegesen kifeszítjük úgy, hogy hüvelykujjunk az áram irányába, mutatóujjunk a mágneses indukció irányába mutat, akkor középső ujjunk jelzi az áramvezetőre ható erő irányát.



Ha az áramvezető és a mágneses mező egymással α szöget zár be, akkor a mágneses indukciónak csak a vezetőre merőleges komponensét kell figyelembe venni. Így a képlet a következőképpen módosul:

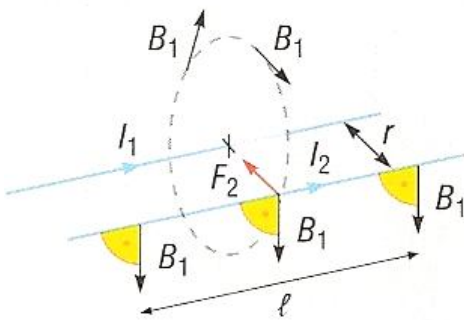
$$F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin\alpha$$

2. Párhuzamos áramvezetők kölcsönhatása



A mágneses mezőnek az áramvezetőre gyakorolt hatásából következik, hogy két párhuzamos áramvezető bármelyikére erőt fejt ki a másik mágneses mezeje.

Az irányszabályból megállapíthatjuk, hogy az egyirányú áramok vonzzák, az ellentétes irányúak taszítják egymást.



Vezessük le a kölcsönhatást feltételezve, hogy az 1. áram által keltett mágneses mezőben helyezkedik el a 2. áram.

Az 1. áramtól r távolságban a mágneses indukció:

$$B = \mu_0 \cdot \frac{I_1}{2 \cdot r \cdot \pi}$$

Ebben a mezőben van az I_2 áram, melyre ható erő:

$$F_2 = B \cdot I_2 \cdot l$$

Így F_2 kifejezhető: $F_2 = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \frac{l}{r}$

Az áramvezetők mágneses kölcsönhatásának törvényét Ampere fedezte fel 1820-ban. E törvény alapján definiálható, hogy mit nevezünk 1 A erősségű áramnak.

1 amper erősségű áram folyik abban az egyenes vezetőkben, amely az ugyanakkora áramerősségű, 1 m távolságú, párhuzamos vezető 1 m hosszú szakaszára vákuumban $\frac{\mu_0}{2\pi}$ newton nagyságú erőt fejt ki.

3. Lorentz-erő

A mágneses mező által mozgó töltésre kifejtett erőt Lorentz-erőnek nevezzük.

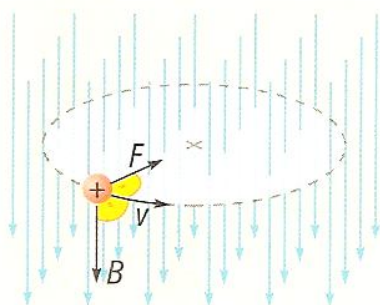
Lorentz (1853-1928) holland fizikus az elektromágnesség kutatója és a relativitáselmélet előkészítője.

A mágneses mezőben lévő áramvezetőre ható erőből a Lorentz-erő könnyen meghatározható, hiszen ott is töltések mozdulnak el mágneses mezőben.

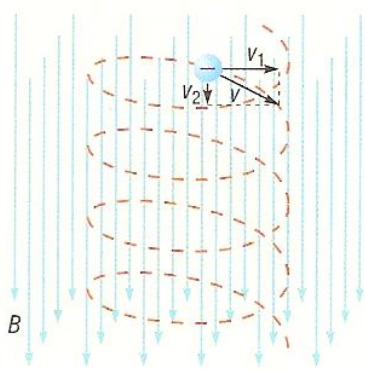
$$F = B \cdot I \cdot l = B \cdot \frac{Q}{t} \cdot l = B \cdot Q \cdot \frac{l}{t} = B \cdot Q \cdot v$$

Homogén mágneses mezőben az indukcióvonalakra merőlegesen mozgó töltésre ható erő egyenesen arányos a töltés nagyságának és sebességének szorzatával, az arányossági tényező a mágneses indukció.

$$F = B \cdot Q \cdot v \cdot \sin \alpha$$



Homogén mágneses mezőben az indukcióvonalakra merőleges sebességű részecske a Lorentz-erő hatására egyenletes körmozgást végez.



Ha a részecske sebessége nem merőleges a homogén mágneses mező indukciójára, akkor a sebesség felbontható:

- a mágneses indukciójára merőleges $v_1 = v \sin \alpha$ komponensre, amelynek hatására egyenletes körmozgást végezne a töltés.
- a mágneses indukciójával párhuzamos $v_2 = v \cos \alpha$ komponensre, amely nem befolyásolja a mágneses mezőben a töltés mozgását. Ha csak ez a komponens hatna, akkor a töltés egyenes vonalú egyenletes mozgást végezne.
- Mindkét komponens egyidejű hatásának köszönhető, hogy a töltés spirálvonal mentén mozog.

4. A Föld mágneses mezejének szerepe

A Naptól és a kozmikus térségből folytonosan nagy sebességű töltött részecskék érik el a földi légkört. A Föld mágneses terével kölcsönhatásba lépnek ezek a töltött részecskék, és spirálvonal mentén eltérülnek a sarkok irányába.

A sarki légkörben a folyamatos ütközések következtében elvesztik energiájukat, miközben a levegő molekuláit gerjesztik. Ez okozza az **északi és a déli sarki fényt**.

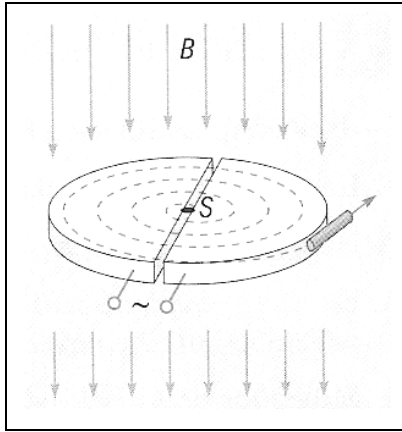
A Föld mágnességének tehát nagy szerepe van a kozmikus sugárzás megfékezésében, és így a földi élet védelmében.

5. Mágneses eltérítés alkalmazása különböző technikai eszközökben

- Katódsugárcsőekben, így a TV képcsővében is mágneses mező segítségével térítik el a gyorsan mozgó elektronokat, és ennek következtében rajzolódik ki a kép.
- Az elektronmikroszkópban mágneses lencsék térítik el a gyorsan mozgó elektronokat. Így jön létre az az interferenciakép, amelyből lehet következtetni a tárgyra.
- Tömegspektroszkópoknál gyakran elterjedt eljárás, hogy mágneses mező segítségével választják külön a különböző tömegű és töltésű részecskéket.

6. Részecskegyorsító

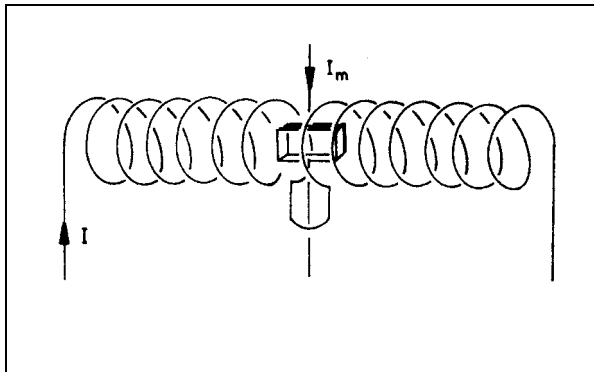
A részecskegyorsítók olyan berendezések, amelyekben töltött részecskéket nagy energiára tudnak felgyorsítani.



- A sugárforrásból kilépő töltött részecskéket erős mágneses mező hatására körpályára kényszerítik.
- A töltött részecskék két félhenger alakú fémrészben keringenek.
- A félhengerekre kapcsolt váltakozó feszültség gyorsítja a töltött részecskéket.
- 2007-re készül el a Genf melletti CERN-ben az LHC, másképpen nagy hadron ütköztető, ahol 7 TeV energiájú protonnyalábokat kívánnak ütköztetni. A cél az, hogy minél több olyan

ütközés legyen, ahol a protont alkotó kvarkok frontálisan ütköznek.

Az anyagok mágneses viselkedése



- Egy N menetű tekercset egyik meneténél széthúzunk úgy, hogy a tekercs belsejében magnetométert tudjunk helyezni.
- Légüres térben megmérjük, hogy mekkora lesz a maximális forgatónyomaték. Ebből kiszámítható, hogy vákuumban

adott gerjesztés mellett mekkora a mágneses indukció.

- Ha nem változtatjuk a gerjesztő hatás erősségét, de a tekercs belsejében különböző minőségű anyagokat helyezünk, akkor a maximális forgatónyomaték megváltozik. Ez abból következhet, hogy megváltozik a mágneses indukció.

Ha a tekercsbe vasat, kobaltot vagy nikkelt teszünk, akkor a mágneses indukció 200-10⁶ szeresére nő. Ezek a ferromágnesek.

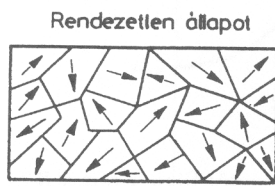
Ha a tekercsbe alumíniumot, vagy mangánt teszünk, akkor a mágneses indukció alig növekszik. Ezek a paramágnesek.

Ha a tekercsbe rezet vagy aranyat teszünk, akkor a mágneses indukció kis mértékben csökken. Ezek a diamágnesek.

Azt az anyagokra jellemző viszonzszámot, amely megmutatja, hogy adott anyag jelenlétében hányszorosára nő a mágneses indukció a vákuumbeli értékhez képest relatív permeabilitásnak nevezzük.

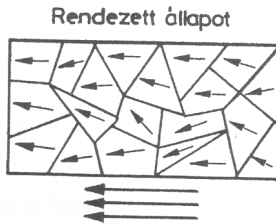
$$\mu_r = \frac{B_{\text{anyag}}}{B_{\text{vákuum}}}$$

Ferromágneses anyagok



A ferromágneses anyagok mágneses mezőbe helyezve felmágneseződnek, majd a mágneses mező megszűnése után is megőrzik mágneses tulajdonságaikat.

Ampere az anyagok mágneses viselkedését azzal magyarázta, hogy az elektronok mozgásából adódóan az anyag belsejében apró köráramok vannak. Ezeknek a köráramoknak van mágneses terük.



A ferromágneses anyagokban vannak olyan tartományok (Weis-féle tartományok), ahol a köráramok rendezetten helyezkednek el.

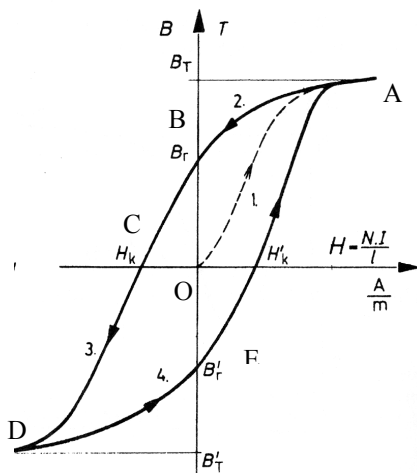
Ha ilyen anyagot helyezünk mágneses mezőbe, akkor ezek a tartományok rendeződnek a tér irányába.

A ferromágneses anyagok mágneses viselkedését meghatározza:

- a korábbi mágnesezés,
- a hőmérséklet, és
- az anyag minősége.

Magasabb hőmérsékleten a ferromágneses anyagok elvesztik mágneses tulajdonságaikat. Ilyenkor a hőmozgás következtében megszűnik a rendezettség, és ez okozza a mágneses tér elvesztését. Az a hőmérsékleti pont, amelyen a ferromágnesek elvesztik mágneses tulajdonságaikat **Curie-féle hőmérsékleti pont**nak nevezzük.

Ferromágneses anyagok mágneses viselkedését **hiszterézis görbe** írja le.



Itt az indukciót a térerősség függvényében ábrázoljuk. Áramerősség változtatásával a térerősséget változtatjuk és mérjük az indukciót.

Az **OA** szakaszon, ha növeljük a gerjesztő hatás erősségét kezdetben a mágneses indukció vele egyenes arányban növekszik. Egy idő után az áramerősséget hiába növeljük a tekercsben az indukció nem változik, ennek az az oka, hogy a Weis-féle tartományok ilyenkor már beálltak a tér irányába. Ha csökkentjük az áramerősséget, akkor csökken a B és csökken a H is. Nulla

térerősség esetén is mérünk mágneses indukciót (remanens mágneses indukció).

Ez még mindig a Weis-féle tartományok rendezettségéből adódik. Ha ellentétes irányba növeljük az áramerősséget, lesz egy olyan érték, amikor a B éppen nulla lesz (C pont). Innen tovább növelve az áramerősséget, az előzőekhez hasonló folyamat játszódik le. **D** pontban ismét változtatjuk az áram irányát, és az előzőhöz hasonló folyamat játszódik le.

Néhány gyakorlati alkalmazás

1. Elektromágneses emelődaru



A lágy vasmagot tartalmazó tekercset elektromágnesnek nevezzük. Ez az eszköz nagy erőhatás kifejtésére szolgál. Nagy előnyt jelent, hogy az áram kikapcsolásával az emelőerő bármikor megszüntethető.

2. Árammérő műszer



Az árammérő műszer működése az áram mágneses hatásán alapszik.

Részei:

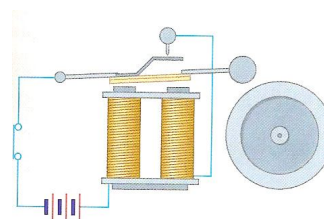
- Állandó mágnes
- Spirál rugóval rögzített tekercs

Mérés elve:

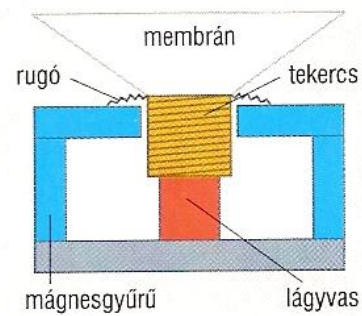
- Az áramot a tekercsbe vezetjük.
- A kialakuló mágneses tér kölcsönhatásba lép az állandó mágnes terével.
- A kölcsönhatás következtében a tekercs elmozdul, és vele együtt a mutató is.

3. Elektromos csengő

Az elektromos csengő lényege egy elektromágneses áramszaggató. Az áramkört záró kis vaslemez az elektromágnes a rugó ellenében magához rántja, illetve elengedi.



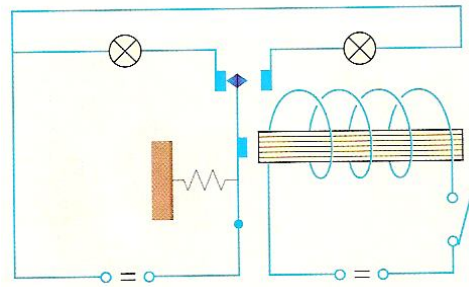
4. Hangszóró



A hangszóró tekercsének vasmagja mágnesezett lágvas. A hang rezgéseit elektromos rezgéssé alakítják. Így a hangáramnak megfelelően változik a tekercsben folyó áramerősség, aminek következtében a tekercs mágneses tere is. A tekercs közelében lévő membrán a mágneses vonzóerő hatására rezgésbe jön. A rezgés frekvenciája pont a hang frekvenciájával egyezik meg.

5. Relé

Az elektromágnes akkor "húz be", és szakítja meg az áramkört, ha az áramerősség túllépi a megengedett értéket.



Témakörrel kapcsolatos fizikusok

André Marie Ampere (1775-1836)



Francia matematikus és fizikus.

Több francia egyetemen is oktatott. Elsősorban fizikát tanított, de matematikát és kémiát is előadott.

A matematika különböző területeiről jelentek meg cikkei, dolgozatai.

1821-ben felállította az áramok kölcsönhatására vonatkozó törvényét.

Hans Christian Oersted (1777-1851)



Dán fizikus.

1820-ban fedezte fel az áram mágneses hatását.

Évtizedeken keresztül a koppenhágai egyetemen tanított fizikát és kémiát.

Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928)



Holland Nobel-díjas fizikus.

Az elektromágnesség kutatója, a relativitáselmélet előkészítője.

Wilhelm Eduard Weber (1804-1891)



Német fizikus, az elektromos mértékegységrendszer kidolgozója.

Nikola Tesla (1856-1943)



Szerb származású fizikus.

Jelentős szerepet játszott a generátorok, motorok, transzformátorok fejlesztésében. Róla nevezték el a mágneses indukció mértékegységét.