

IDŐBEN ÁLLANDÓ MÁGNESES MEZŐ

A milétoszi THALÉSZ i.e. 600-ban a kisázsiai MAGNESIA városában, mely a mai Törökország területén található, olyan ércet talált (magnetit nevű vasérc Fe_3O_4 , mely magához vonz apró vasdarabokat és fogva is tarja. Ezeket **természetes állandó mágnes**nek nevezzük.

Vannak olyan anyagok, melyeket mágnes közelébe helyezve, majd a mágnest elvéve, átveszik annak tulajdonságát és hosszú időn át meg is tartják. Ezeket az anyagokat **ferromágneses anyagok**nak, az így előállított mágnest **mesterséges állandó mágnes**nek nevezzük.

Az első mesterséges mágnest Giambattista della PORTA olasz fizikus állította elő. Rájött arra, hogy izzítással a mágnesség megszűnik, de ha az izzó acélrúd észak-dél irányba helyezve hűl ki, akkor mágneses lesz, és ha a mágnest kettétörik, akkor a mágnesből két teljes mágnes keletkezik.

A hajók és a kocsik navigálására is alkalmas mágnestűt Kínában használták először a II. században. Nápolyi hajósok révén a mágnestű a XII. század körül jutott el Európába, és alkalmazták hajókon iránymeghatározásra a XX. század elejéig.

A mágnestű észak-déli irányú beállítását Gilbert 1600-ban a Föld mágneses hatására vezette vissza.

Mágneses tulajdonságot mutat az árammal átjárt vezető is. Ezt Hans Cristian Oersted (1777-1851) dán fizikus mutatta ki 1820-ban. Ezt azzal magyarázta, hogy az elektromos áram mágneses mezőt kelt maga körül. A mágneses és az elektromos jelenségek tehát kapcsolatban vannak egymással.

⇒ Minden mágnesnek két pólusa van, északi és déli, melyek nem választhatók szét egymástól.

Az elektrosztatikában a kétféle elektromos töltés dörzsöléssel szétválasztható. A természetben ugyanannyi pozitív és negatív töltés van, de egy test rendelkezhet negatív vagy pozitív töltéstöbblettel. A mágnes északi és déli pólusának szétválasztása azonban nem lehetséges.

⇒ Az azonos pólusok taszítják, az ellentétes pólusok vonzzák egymást.

⇒ A mágneses testek körül mágneses mező alakul ki. Ez közvetíti a mágneses kölcsönhatást.

⇒ A mágneses mező a pólusoknál a legerősebb, középen nulla. Ennek alapján igen egyszerűen eldönthető két látszólag egyforma vasdarabról, hogy melyik a mágnes. Hiszen ha a mágnes közepéhez érintem a vasdarabot, akkor nem tapasztalok vonzást.

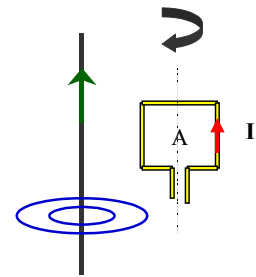
Mágnesrúddal közelítünk egy lágyvasrúd felé, akkor a vasrúd is mágnessé válik: a mágnesrúd és a lágyvasrúd egymáshoz közelebb eső végei ellentétes nemű mágneses pólusok. Ezt a jelenséget **mágneses megosztás**nak nevezzük.

Tapasztalatból tudjuk, hogy: a mágnes közelébe helyezett iránytű elfordul, az ellentétes nemű pólusokkal egymáshoz közelített mágnesek is elfordulnak.

A mágneses mező tehát forgató hatást gyakorol a mágnesre. Ezzel a forgatóhatással jellemezhetnénk a mágneses mezőt.

Ha árammal átjárt hosszú egyenes vezető közelébe árammal átjárt keretet viszünk, akkor az egyenes vezető körül kialakuló mágneses mező a keretet elforgatja, tehát forgatónyomatékot gyakorol rá. Ez a forgatónyomaték arányos a keret keresztmetszetével, a keretben folyó áram erősségével és az egyenes vezető mágneses térének nagyságával.

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



B - a mágneses mező jellemzésére szolgáló fizikai mennyiség, a MÁGNESES INDUKCIÓ.
M.e.: T (tesla)

Az indukció latin szó, jelentése gerjesztés, keltés, létrehozás.

A mágneses indukció vektormennyiség, irányát az odahelyezett iránytű dél-északi iránya adja meg.

Nikola Tesla (1856-1943) Horvátországban született, Budapesten a Ganzban tanult és dolgozott. Feltalálta a többfázisú villamos motort. A Tesla transzformátorral nagyfrekvenciás áramot hozott létre, mely veszélytelen az emberre.

A mágneses indukció kiszámítására vonatkozó képleteket különböző alakú vezetőkre meg tudjuk határozni.

Ha a különféle anyagok viselkedését vizsgáljuk úgy, hogy tekercsbe helyezve őket megváltoztatják-e a mágneses indukciót, akkor ennek alapján az anyagokat három csoportba oszthatjuk.

→ A **ferromágneses** anyagok jelentősen növelik a mágneses indukció erősségét, pl. vas, nikkel. Bizonyos ferromágneses anyagok, mint az acél a mágneses tulajdonságukat megtartják. Ezekből az anyagokat permanens, azaz állandó mágnes készíthető. Az anyagok ferromágnessége a hőmérséklet növelésével csökken, majd az úgynevezett Curie-ponton eltűnik. A vasnál ez 769 °C. Nem deformálja a mágneses mezőt. A ferromágneses anyagokat a mágnes mindkét pólusa jól érzékelhetően vonzza.

→ A **paramágneses** anyagok nagyon kis mértékbe növelik a mágneses indukció erősségét, pl. alumínium, platina. Deformálja a mágneses mezőt, nagyobb lesz az indukcióvonalak sűrűsége, magába szívja az indukcióvonalakat. A paramágneses anyagokat a mágnes mindkét pólusa alig érzékelhetően vonzza.

→ A **diamágneses** anyagok kis mértékben csökkentik a mágneses indukció erősségét, pl. arany, réz. Deformálja a mágneses mezőt, kisebb lesz az indukcióvonalak sűrűsége, kiszorítják magukból az indukcióvonalakat. A diamágneses anyagokat a mágnes mindkét pólusa alig érzékelhetően taszítja.

Ha a mágneses indukció független az időtől akkor **magnetosztatikus mezőről** beszélünk.

A mágneses mező szemléltetésére **indukcióvonalakat** használunk. (Kimutatása vasreszelékkel történik.)

Az indukcióvonalak mindig zárt görbék, melyeknek érintője megadja a mágneses indukció irányát. Az indukcióvonalak iránya a mágneses kívül az északi pólustól a déli pólus felé mutat.

Ha az indukcióvonalak párhuzamosak és egyenletes sűrűségűek akkor **homogén mágneses mezőről** beszélünk. Ilyen mező alakul ki pl. a patkó mágnes két pólusa között.

Tetszőleges felületen áthaladó indukcióvonalak számát a **mágneses fluxus** adja meg.

Jele: Φ

M.e.: Wb (wéber)

$$\Phi = \mathbf{B} \cdot \mathbf{A}$$

A mágneses fluxus skalár mennyiség.

A fluxus latin szó, jelentése áramlás, folyás, keringés.

A fluxus mértékegységét Wilhelm Eduard Weber (1804-1891) német fizikusról nevezték el, aki mérési eljárást dolgozott ki az elektromos és mágneses mennyiségekhez. Ezzel Gaussal közösen 1881-ben megalkottak egy mértékegységrendszert (CGS).

A **Föld mágneses mezőjének** eredete pontosan még ma sem ismert, de minden bizonnyal összefügg a Föld belső szerkezetével. Feltételezések szerint a Föld izzó magjába lévő elektromos áram következménye.

Eötvös Lóránd is végzett kísérleteket a Föld mágneses viselkedésével kapcsolatban.

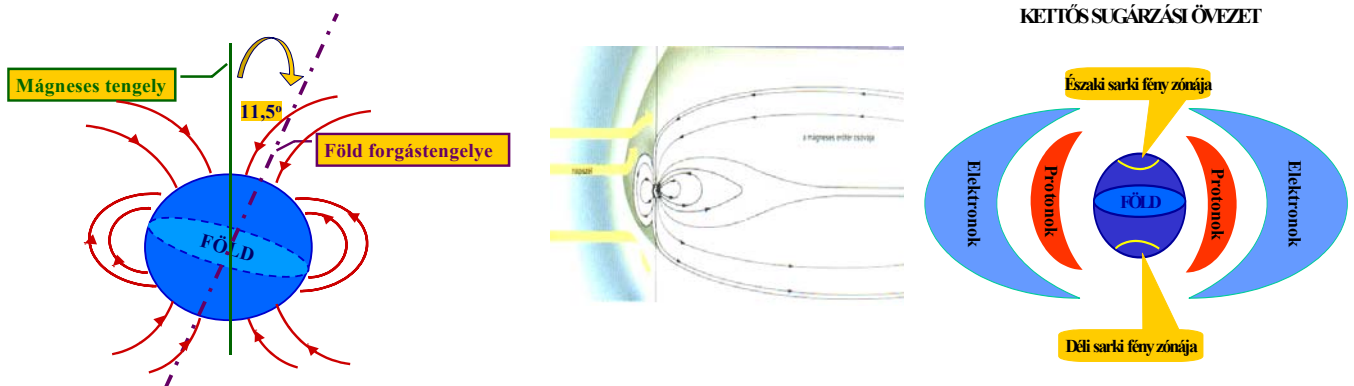
A földi mágneses mező nem stabil, időben változik.

A vulkánikus működés során, a lávafolyam megszilárdulásakor keletkező kőzetek az adott időben és helyen fennálló földmágneses indukció irányával azonosan mágneseződnek fel. Ez a mágneses tulajdonság akár évmilliókon át is fennmarad. Ez a jelenség a paleomágnesség.

A 4,5 milliárd éves Földnek 2,6 milliárd éve van mágneses mezője, de ez a mágneses mező időről-időre elfordul. $B = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ Az indukció az utóbbi évszázadban 5-6%-kal csökkent, ami lehet egy pólusváltási folyamat előjele. Legutóbb 800 000 éve volt pólusváltás.

A mágneses pólusok és a földrajzi sarkok nem esnek egybe. Az északi féltekén déli, a déli féltekén északi mágneses pólus van.

A földmágneses mező eloszlása



A Föld mágneses mezője sok-sok földszagárnyi távolságra terjed ki, de alakját eltorzítja a Nap protonokból és elektronokból álló sugárzása a napszél.

A napszél részecskéi a Föld mágneses mezőjének Nap felőli oldalát, összenyomják, a túlsó oldalát pedig erősen megnyújtják. Az így kialakult csepp alakú torzult mező a **magnetoszféra**,

A magnetoszféra a napszéllel szemben védőpajzsként működik. A földi mágneses mező csavarvonalas pályákon eltéríti ezeket a sugárakat a sarkok felé. Ennek ellenére a napszél különösen nagy energiájú részecskéinek kis hányada behatol a magnetoszférába és **kettős sugárzási övezet**et, hoz létre. Ezeket a sugárzási övezeteket VAN ALLEN fedezte fel 1958-ban. A Föld mágneses mezője a protonokat és az elektronokat körpályára illetve csavarvonalú pályára kényszeríti.

Előfordul, hogy a 60. Szélességi fok feletti vékonyabb földmágneses mező átengedi a napszél egyes részecskéit. Így módon ezek a részecskék a légkörbe jutnak, ütköznek a levegő molekuláival, ill. atomjaival, és lefékeződnek. Bejutott kisebb energiájú elektronok hamar elvesztik energiájukat, míg a nagyobb energiával rendelkező protonok mélyen behatolnak a légkörbe, többnyire 100 km magasságig, ahol ütközéssel gerjesztik és ionizálják a levegő részecskéit, fényt bocsátanak ki. Ez az ún. **Sarki fény**. Színe a nitrogén és az oxigén legnagyobb intenzitású színekpavonálának megfelelően ibolya ill. zöld.

A külső sugárzási öv lényeges szerepet játszik a rádióhullámok vételi viszonyaiban: a gyorsan mozgó elektronok sugározzák ki vagy verik vissza azokat az alacsony rezgésszámú hullámokat, amelyeket a rádió és tv vevőkészülékek zavaró hanggá alakítanak át. Ez a jelenség a **légköri zavar**.

A többi bolygónak is van kisebb-nagyobb mágneses tere, de például a Holdnak nincs. A holdkörzetben viszont megtalálták a régi mágneses mező nyomait.

AMPERE francia fizikus ismerte fel, hogy az áramjárta tekercs hasonló tulajdonságú, mint a rúd-mágnes. Felfedezte, hogy két vezeték között mágneses kölcsönhatás tapasztalható, ha azokon elektromos áram folyik át. Az áramjárta tekercs és az áramjárta vezeték tehát mágneses tulajdonságot mutat, de ez a hatás megszűnik, ha az áramot kikapcsoljuk.

Az áramjárta vezeték mágneses mezejének:

Az áramjárta vezeték tengelyére merőlegesen kartonlapot helyezünk, akkora kartonlapra szórt vasreszelék koncentrikus körökbe rendeződik.

Az áramjárta vezetéknek tehát van mágneses mezeje.

A hosszú egyenes vezető mágneses mezeje a térben hengerszimmetrikus.

Áramjárta tekercs mágneses mezejének jellemzői:

- Ha egy tekercsbe áramot vezetünk, akkor a tekercs pólusait az áram iránya határozza meg.
- Ha az áramjárta tekercs végeihez mágnesrudat közelítünk, akkor ugyanúgy vonzást és taszítást tapasztalunk, mint két rúd-mágnes esetén: az egyenmű pólusok taszítják, a különművek vonzzák egymást.
- Ha az áramjárta tekercs menetei közé vasreszeléket szórunk, akkor ahhoz hasonló rendeződést látunk, mint a rúd-mágnes környezetében.
- Az áramjárta tekercsnek tehát van mágneses mezeje.
- Ha az áramjárta tekercs belsejébe lágyvasból készült vasmagot teszünk, akkor a tekercs erősebb mágneses hatást mutat, mint a vasmag nélküli tekercs.

A vasmaggal ellátott tekercset **elektromágnesnek** nevezzük. Az elektromágnes erőssége függ: a tekercs menetszámától, a tekercsben folyó áram erősségétől

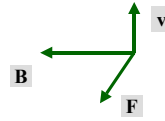
Elektromágnes gyakorlati alkalmazásai:

- A vastömbök, vashulladékok felemelésére, szállítására *teheremelő* elektromágneseket használnak. Az elektromos áram ki- és bekapcsolásával szabályozható, hogy a daru a vastárgyat felemelje vagy elengedje.
- *Relé* segítségével távolról nyithatunk vagy zárhatunk egy áramkört. Ha az elektromágnes áramkörét zárjuk, akkor a relé elektromágnes magához vonzza a másik áramkört záró rugós kapcsolókart vagy éppen, az elektromágnes megszakítja a másik áramkört. Relével működnek az önműködő vasúti váltók, az elektromos csengők.
- A relé módosított továbbfejlesztett változata a *Morse-féle távíró*, mellyel a betűk pontokból és vonalakból álló jeleit lehetett továbbítani.
- A *forgótekercses műszerben* erős állandó mágnes van, melynek pólusai között tengelyre erősített tekercs fordulhat el. A tekercssel együtt fordul a ráerősített mutató is. Ha a tekercsen áram halad át, akkor az állandó és az elektromágnes kölcsönhatása következtében tér ki a mutató.
- A *lágvasas műszer* tekercsén belül két lágyvas található, az egyik rögzített, a másik, amire a mutatót is erősítik, elfordulhat. Ha áram folyik át a tekercsen, akkor a lágyvasak azonos módon mágnesesződnek és taszítják egymást, tehát a mutató kitér.
- Az *automatabiztosítót* a lakás főáramkörébe iktatják. Ha az áramerősség a megengedettnél nagyobb, akkor az elektromágnes a lágyvasat magához vonzza, s ezáltal az áramkör megszakad.
- A *fejhallgatóban*, *hangszórókban*, a *telefonban*, a *magnó felvevőfejében* egy elektromágnes, előtte pedig egy rugalmas fémlemez van. Az elektromágnesen átfolyó áram erőssége a mikrofonba beszélt hang rezgéseinek megfelelően változik, ennek megfelelően vonzza magához az elektromágnes a fémlemezt.
- A számítógépekben is egy elektromágnes segítségével rögzítik és törlik a *mágneslemez* adatait.

Erőhatás mágneses mezőben:

A mágneses mező csak mozgó töltésre képes erőt gyakorolni. Ezt az erőt LORENTZ-erőnek nevezzük. $\mathbf{F} = \mathbf{B} \cdot \mathbf{Q} \cdot \mathbf{v}$

Írányát jobbkéz-szabállyal állapíthatjuk meg.



Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928) holland fizikus, aki a mágnesesség sugárzási jelenségekre gyakorolt hatásának vizsgálatáért 1902-ben Nobel-díjat kapott.

A Lorentz-erő a részecske sebességének nagyságát nem változtatja meg, csak a sebesség irányát.

- Ha a részecske sebessége merőleges az indukcióvektorra, akkor a részecske egyenletes körmozgást fog végezni.
- Ha a részecske sebessége párhuzamos az indukcióvektorra, akkor a részecske mozgását a mágneses mező nem befolyásolja, a részecske egyenes vonalú egyenletes mozgást végez.
- Ha a részecske sebessége szöget zár be az indukcióvektorral, akkor spirálmozgás jön létre, a részecske feltekeredik az indukcióvonalakra.

A TV-készülékben vízszintes és függőleges eltérítő tekercspárok mágneses mezőjével biztosítják, hogy az elektronnyaláb nagy sebességgel soronként balról jobbra és felülről lefelé végigpásztázza a képernyőt. Az elektronsugár áramerősségét a gyorsító elektromos mező befolyásolja.

A tömegspektroszkópban a részecskék tömeg szerinti szétválasztását az ionizált részecskék mágneses mezőkkel történő eltérülésével végzik.

A fúziós energiatermeléshez a nagy sebességű elektromos töltéssel rendelkező részecskék (plazma) számára kiváló tárolóedény a mágneses mező.

A bankkártya egy mágnesezhető bevonatot tartalmaz, amelyen adatokat rögzítenek. A leolvasóban egy apró tekercs előtt halad el a kártya, és az ebben indukált feszültséget érzékeli a leolvasóhoz csatlakozó számítógép.

Mivel az elektromos áram a töltés mozgással kapcsolatos, ezért a mágneses mező erőt gyakorol az árammal átjárt vezetőre is. $\mathbf{F} = \mathbf{B} \cdot \mathbf{I} \cdot \mathbf{l}$

Írányát jobbkéz-szabállyal állapíthatjuk meg.

