

Ismerd meg!



Érdekességek a mágnesek világából

Azokat a testeket, amelyek maguk körül mágneses mezőt hoznak létre, mágneseknek nevezzük. Ezeknek a testeknek a mágneses mezőben megnyilvánuló tulajdonságait és viselkedését mágnességnek vagy mágnességnek nevezzük.

A mágnesség tapasztalati ismerete az ókori görögökig és kínaiakig nyúlik vissza. A XI-XII. századra a tengeri tájékozódást elősegítő mágneses iránytű az arab kereskedők és utazók révén eljut Európába, a XIII. századi arab orvosok mágnest használnak gyógyászati célokra.

Már akkor tudták, hogy a mágnesek két vége (pólusa) érdekesen viselkedik: az azonos típusú végek taszítják egymást, a különeműek pedig vonzó hatást fejtenek ki egymásra – mindezt távolról, anélkül, hogy egymáshoz érnének.

A mágnességgel kapcsolatos jelenségek első rendszeres tanulmányozása a XVI. századi Angliában történik. Egy nyugdíjaskorú, öreg tengerész és iránytűkészítő, Robert Norman az, aki elsőnek írja le Európában a mágnest és annak hajózási fontosságát, tőle származik a mágneses lehajlás (deklináció) fogalma is (az a szög, amelyet a földi mágneses tér valós iránya, valamint az adott földrajzi ponton felvett vízszintes sík zár be egymással). Az angol William Gilbert, I. Erzsébet angol királynő udvari orvosa és Galileo Galilei kortársa az, aki megkezdi a mágneses jelenségek rendszerezett tanulmányozását, és leírja azt, hogyan kell a vasat mesterségesen mágnessé tenni, majd kísérletileg bizonyítja, hogy minden mágnesnek vannak pólusai. Ugyancsak ő az, aki arra a következtetésre jutott, hogy a Föld egy nagy mágnes. Azonban a mágnesség tudományos megmagyarázására még sok időre és új ismeretekre volt szükség.

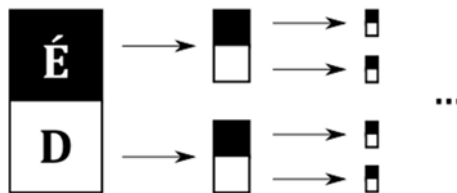
A mágnesek, legyenek azok természetes-, állandó- vagy elektromágnesek, sokoldalú alkalmazásaik révén, mindennapi életünk szerves részét képezik. A továbbiakban, a teljesség és a mélyreható tudományos alaposság igénye nélkül, bemutatunk egy pár – a mágnesekkel kapcsolatos – igen érdekes tényt és tulajdonságot.

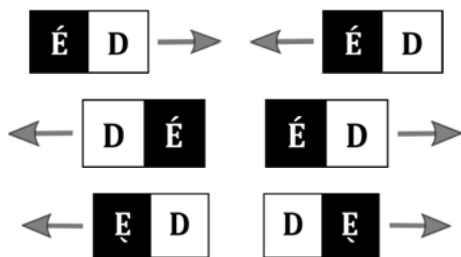
- A legismertebb, klasszikus mágnes a vas alapú, úgynevezett *ferrit* vagy *kerámia mágnes*. Elkészítésükhöz 80% vasoxid (magnetit) és 20% stroncium- vagy báriumkarbonát szükséges. Az alapanyagokat finom porrá őrölik össze, majd kiégetik, és lehűtik. Az eredmény a stroncium- vagy báriumferrit oxidkerámia (innen a kerámiamágnes elnevezés). Ezt a kerámiát újból megőrölik,



és egy már mágneses tulajdonságokkal rendelkező port kapnak, amiből erős külső mágneses térben történő nedves préseléssel kialakítják a kívánt formájú terméket, majd magas hőmérsékleten hőkezeléssel a mágneses szemcséket egymáshoz rögzítik. A matt, fekete színű ferritmágnesek olcsók, erősek, korróziós és oxidációs hatásoknak jól ellenállnak. Belőlük készülnek a hűtő- és táblamágnesek, a fizikaszertár festett patkó- és rúd mágnesei, a mikrofonok és hangszórók mágnesei, a motorok és merevlemezek mágnesei és nem utolsósorban az iránytű mágnesűje is.

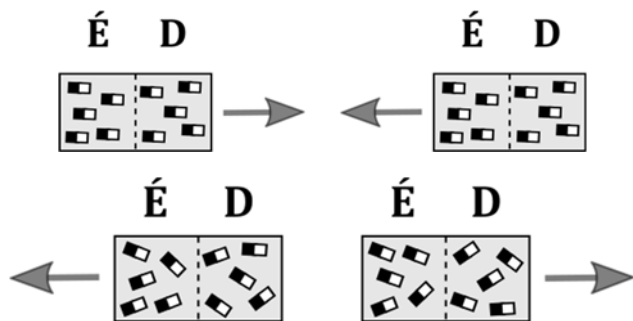
- Öntést követő külső mágneses térben történő hűtési eljárással, ipari felhasználásra készültek a fémes csillogású *alnico* (alumínium-nikkel-kobaltvas ötvözet) *mágnesek*. Erősek, de viszonylag drágák. Az ipari alkalmazások mellett az elektromos gitár hangszedőjénél is jellemzően ilyen típusú mágnessel találkozunk.
- Az állandóan gyarapódó ismeretek és fejlődő technológiák lehetővé tették a ritkaföldfém alapú *szupererős mágnesek* megjelenését. A legismertebb és legerősebb ilyen típusú mágnes a *neodímium* alapú. Ma ezek a legerősebb mágnesek. A neodímiumot vassal és bórral ötvözik, majd speciális eljárással, külső mágneses térben hozzák létre végső alakját. Az így kapott fémötvözet rendkívül erős mágneses teret hoz létre, de nagyon könnyen törik, illetve korrodálódik, ezért szokták általában nikkellel ellátni még a gyártás folyamán (innen a nikkellezett csillogásuk). Viszonylag olcsón szerezhető be, ezért a látványos mágneses kísérleti bemutatók elengedhetetlen kellékei.
- Egy mágnesnek mindig két, egymástól elválaszthatatlan pozitív (északi – jellegzetesen piros színnel jelölik), illetve negatív vagy déli (kékre vagy zöldre színezett) pólusa van. Ezért, ha egy mágneset elvágnánk a két pólust elválasztó vonal mentén, nem kapunk külön-külön egy északi és egy déli pólust, hanem munkánk eredményeként lenne két kisebb mágnesünk. És ezt a folyamatot addig lehetne folytatni, amíg eljutnánk a mágnesség okáig, az atomi méretek szintjére. Elkülöníthető mágneses monopólus nem létezik (de bizonyos elméleti modellezésekben és megközelítő számításokban és analitikai modellként használható a fogalom).
- Természetesen, ahogy azt mindennapi tapasztalatunkból is tudjuk, az északi és a déli pólus vonzzák egymást, illetve az északi az északit, a déli meg a délit taszítja.





A mágnesek vonzerője (vagy taszító erője) mindig a pólusok irányával párhuzamosan hat, ezért van az, hogy a falra rögzített mágnes kisebb erőt bír meg, mint akkor, amikor ugyanaz a mágnes a plafonra van szerelve. És természetesen ezért tapasztaljuk azt, hogy sokkal nehezebb szétv húzni két mágneset, mint eltolni egyiket a másikon. A nagy felületű ($> 30 \text{ cm}^2$) szupermágnesek szétválasztása szinte lehetetlen kézi erővel, ezért kis műanyag vagy fa ékek segítségével szokták elválasztani őket egymástól.

- Két mágnes ellentétes pólusai között fellépő vonzóerő megközelítőleg 5–10%-kal nagyobb, mint az azonos pólusok közötti taszítóerő. Ennek a furcsaságnak a magyarázata a következő: minden mágneses anyag úgy képzelhető el, mint igen parányi elemi mágnesek sokasága, ezek a kis mágnesek a külső mágneses tér hatására (amit például a másik mágnes keltene) elfordulnak, és beállnak párhuzamosan a tér irányába. Vonzáskor a beállítás szinte tökéletesen párhuzamos, taszításkor ellenben a külső teret biztosító mágnes rontja a párhuzamosságot – innen a kisebb nagyságú erő.



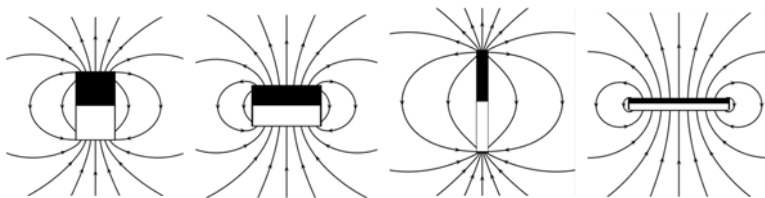
- A mágnesek erőterének jellemzésére, mérés technikai okokból, nem a mágneses térerősséget használják, hanem a mágneses fluxust, pontosabban annak sűrűségét (az egységnyi felületen áthaladó mágneses erővonalak



számával kifejezve). Természetesen a fluxussűrűség (vagy mágneses indukció) nagysága függ a mágnes típusától, anyagától és nem utolsónként geometriai alakjától és méreteitől. A Nemzetközi Mértékegységrendszerben (SI) a mágneses erőter mértékének kifejezésére használt mértékegység a Tesla (T). Emellett elfogadott, és a mindennapokban is igen gyakran használt mértékegység a CGS mértékegységrendszerből származó Gauss (G). Az átalakítási kapcsolat a két mértékegység között: $1 \text{ T} = 10\,000 \text{ G}$, vagy $10 \text{ G} = 1 \text{ mT}$.

Nagyságrendi elképzelés végett néhány jellegzetes indukcióérték:

- az emberi agy által keltett mágneses mező:
 $10^{-9} \text{ G} - 10^{-8} \text{ G}$ ($0,1 \text{ pT} - 1 \text{ pT}$)
- a Föld mágneses mezője Kolozsváron: $\sim 0,75 \text{ G}$ ($75 \mu\text{T}$)
- hűtőmágnes: $\sim 50 \text{ G}$ (5 mT)
- hagyományos (ferrit) mágnes: $\sim 100 \text{ G}$ (10 mT)
- ipari alkalmazású állandó (alnico) mágnes: $\sim 500 \text{ G}$ (50 mT)
- neodímium szupermágnes: $\sim 10^{+3} \text{ G}$ (10^{-1} T)
- MRI berendezés: $\sim 3 \cdot 10^{+4} \text{ G}$ (3 T)
- Régen a mágnesek erejét úgy próbálták megbecsülni, hogy megszámozták hány gombostűt vagy gémkapcsot képesek felemelni. Ma már komplex, nyúlásmérő bélyeg alapú erőmérő eszközök segítségével határozzák meg azt a vonzerőt, amellyel egy mágnes a vasat és annak ötvözetait vonzza, illetve kobaltot és nikkelt tartalmazó tárgyakra hat.
- A mágnesek ereje megfelelő elrendezésekkel megnövelhető, és a létrehozott mágneses erővonalfluxus irányításával jobb vonzási eredményeket lehet elérni. A mágnest körülvevő zárt erővonalgörbék alakfüggőek, de átrendezhetőek és átirányíthatóak, ha a mágnesnél nagyobb vas- vagy acéllapra helyezük az adott mágnest.

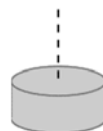
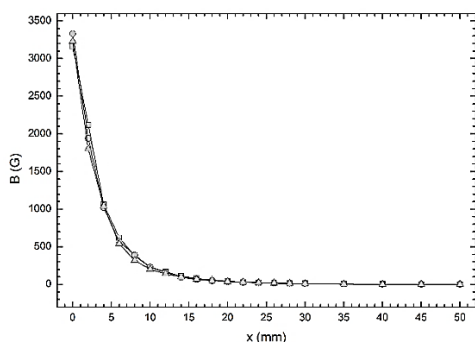


- A mágnesek erőtere soros és párhuzamos csatlakoztatással is befolyásolható. Soros csatlakoztatás azt jelenti, hogy az északi és a déli pólusok egymással érintkeznek. Ebben az esetben az a furcsaság észlelhető, hogy két azonos anyagból készült és azonos erejű mágnes sorba csatolva nem lesz

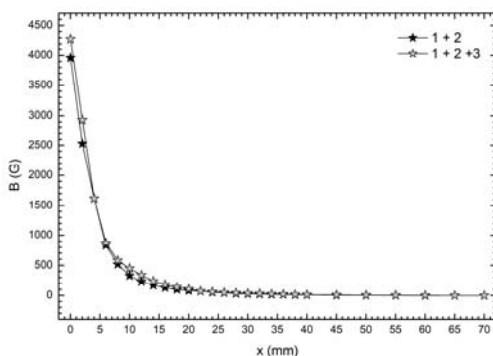


kétszer olyan erős! Ez azért van, mert mind a mágneses indukció, mind a kifejtett mágneses erő mágnesalak függő, viszonylag bonyolult matematikai kifejezésű, és a távolság növekedésével számottevően csökken. A mágnesek párhuzamos csatlakoztatása (az észak észak mellett, a dél dél mellett), a mágnesek száma és a közöttük levő távolság függvényében, bonyolult térkonfigurációkat eredményez. Ezek elméleti számítása igen magas matematikai ismereteket feltételez.

Az alábbiakban bemutatjuk három, nagyjából azonos erejű, henger alakú neodímium mágnes által keltett mágneses tér tengelymenti indukciójának alakulását a távolság függvényében, a mágnesek száma és elrendezése szerint.

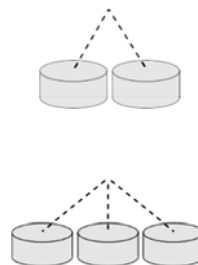
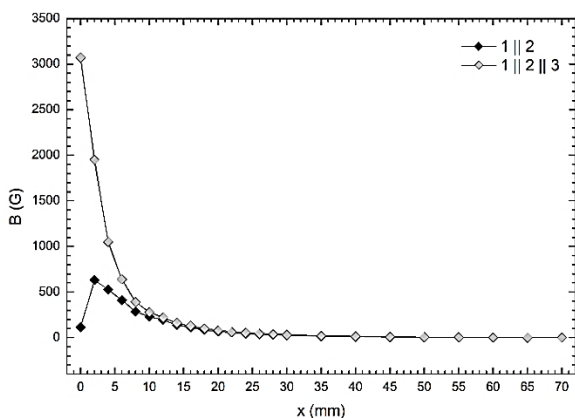


Jól megfigyelhető, hogy az önálló mágnesek esetén nincs tökéletes egyformaság, az indukció nagysága pedig csökken a távolsággal, és megközelítőleg már 5 mm távolságtól kezdődően a mért indukcióból nem biztos, hogy meg tudjuk különböztetni a mágneseket. 50 mm-re a térindukció már a gaussméter mérési határa alatt van!



Két vagy három mágnes soros csatlakoztatása következtében az eredő indukció nem lett kétszer vagy háromszor nagyobb, mint az önálló mágnes esetén, csak 30-40%-os növekedést tapasztalunk. Ez az indukció távolságfüggésének köszönhető (a második vagy harmadik mágnes messzebb van a mérési ponttól, mint az első – tehát a hozzájárulása is kisebb).

Ugyanaz a két, illetve három mágnes, egymástól 1 mm-re párhuzamosan elhelyezve érdekes indukció távolságfüggést eredményezett. Három mágnes esetén az eredő tér gyengébb, mint sorosan elhelyezett mágnesek esetén. Ez azért van, mert a második mágnes tengelye mentén mérünk, és itt az első és a harmadik mágnes által keltett tér indukciója jóval kisebb, mint saját tengelyük mentén.



Még érdekesebbnek látszik a grafikon akkor, amikor csak két párhuzamos mágnesről van szó. Ebben az esetben a mérési pontok az egymástól 1 mm-re elhelyezett mágneseket összekötő képzeletbeli egyenes felezőpontjára merőleges tengely mentén helyezkednek el, az erővonalak és a nem tengelymenti indukció értékének alakulása pedig igen érzékeny a mágnesek közötti távolságra.

És hol érdemes szétnézni vagy vásárolni? Például itt:

<https://www.euromagnet.ro/>

<https://www.euromagnet.hu/>

<https://www.szupermagnes.hu/>

Simon Alpár, Tunyagi Arthúr

Magyar Fizika Intézet, Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár

