## 12. Mágnességtan, indukció

### 12.1. Magnetosztatika

Az elektromos jelenségek mellett mágneses jelenségek is fellépnek, melyekről már a régi görögök is beszámoltak. Az első írott emlékek a Kis-Ázsiai Magnésia városból származnak (innen a jelenség neve) és különböző „vasdarabok” egymásra gyakorolt vonzó és taszító hatásairól szólnak. Ez volt a magnetosztatika első leírt észleléssorozata.

É



12.1.1. ábra Mágnesrúd és a pólusai

A részletes, mai értelemben véve tudományos, vizsgálatok azt mutatták, hogy a mágneses tulajdonsággal rendelkező testek mágneses pólusokkal írhatók le. A mágneses pólusok elnevezés gyökere az, hogy ha egy a hosszához képest elhanyagolható vastagságú mágnesrudat a közepénél felfüggesztünk, akkor az elfordul. És észak-déli irányba áll be. A rúd észak felé mutató végét északi, a másikat déli pólusnak nevezzük. A mágnes pólusainak (az elektrosztatikából kölcsönzött elnevezés szerint a mágneses ponttöltéseinek) helye a mágnes végétől a hosszának egytizenketted részében van (12.1.1. ábra). A mágneses „töltés” helyett póluserősségről (p) beszélünk, melynek mértékegysége Vs. A villamos térerősségnek megfelelően definiálni lehet a mágneses térerősséget () az alábbi módon:

 . (12.1.1)

Az analógia a villamos töltés és a mágneses póluserősség között azért sem teljes, mert amíg különálló villamos pozitív és negatív töltés bőségesen található, addig különálló mágneses déli, illetve északi pólus, azaz mágneses monopólus nem létezik. Ha egy mágnesrudat elfűrészelünk, akkor nem két különálló mágneses pólust, hanem két, mindkét pólussal rendelkező teljes (bár az eredetinél gyengébb) mágnest kapunk. A darabolást egészen a molekuláris szintig folytathatjuk azonos eredménnyel. A molekuláris áramok „elvágásával” a mágneses jelenség is megszűnik. A mágneses tulajdonságokat molekuláris, és kristályszerkezeti okokra lehet visszavezetni.

Az állandó mágneses anyagok által keltett mágneses mező leírásához a mágneses mezővonalak nyújthatnak segítséget, hasonlóan az elektrosztatika mezővonalaihoz. Ennek alapját az adja, hogy ha egy mágnesrúd fölé elhelyezett papírlapra finom vasport szórunk, akkor annak részecskéi az 12.1.2. ábrán látható vonalaknak megfelelően oszlanak el. Természetesen a papírt kissé megmozgatva a por eloszlása megváltozik, az azonos jellegű vonalak kissé eltolódnak. Ez azt jelenti, hogy a mező, vagy erővonalak mindenütt ott vannak, nemcsak meghatározott helyeken. A mezőt azonban jól tudjuk szemléltetni kevés vonallal is. A szemléltetéshez használt mágneses térerősség vonalak egységnyi felületre merőleges száma a térerősség abszolút értéke a vizsgált felület helyén. A mágneses térerősség mezővonalai az északi póluson erednek és a délin végződnek mind a mágnesen kívül, mind azon belül. Így az állandó mágnesek esetében, azaz a magnetosztatikában, a mágneses mező forrásos és örvénymentes, forrásai az északi és nyelői a déli pólusok (ez szigorúan igaz a mágneseken kívüli térben, a mágnesek belsejében azonban bonyolultabb a kép). Mivel a két pólus mindig azonos nagyságú és mindig együtt lép fel, a mágneses alapkonstrukció a mágneses dipólus.

É

D

12.1.2. ábra Állandó mágnes mezővonalai

A mágneses térerősség () helyett a fizikában inkább a mágneses indukció () használatos (mivel értelmezése a mágnes belsejében egyszerűbb, mint a térerősségé) az alábbi összefüggés szerint:

 , (12.1.2)

ahol

,

és r a mágnest körülvevő közeg ún. relatív permeabilitása, értéke:

.

A 12.1.2. összefüggés jól érvényes nem ferromágneses anyagokra (gázok, a legtöbb folyadék és szilárd anyag), ferromágneses anyagok esetén csak bizonyos térerősség alatt felel meg a valóságnak, többnyire sokkal bonyolultabb a viszony a két mennyiség között.

A mágneses indukció mértékegysége:

.

A mágneses térerőség mérőszáma igen nagy is lehet, az indukció ritkán haladja meg a 3at értéket. Nagy erőfeszítéssel tartósan mintegy 50T-át, impulzus üzemben pedig 150T-át sikerült 2007-ig előállítani erre a célra létrehozott laboratóriumokban.

**A mágneses Coulomb törvény:**

Két mágneses pólus erővel hat egymásra. Az azonos pólusok taszítják, a különbözők vonzzák egymást (12.1.3. ábra) az alábbi egyenletnek megfelelően,

 , (12.1.3)

ahol p1 és p2 a két póluserősség, és r a két pólus távolsága.

F

-F

r

É

É

É

D

 D

D

12.1.3. ábra Mágneses pólusok között ható erők