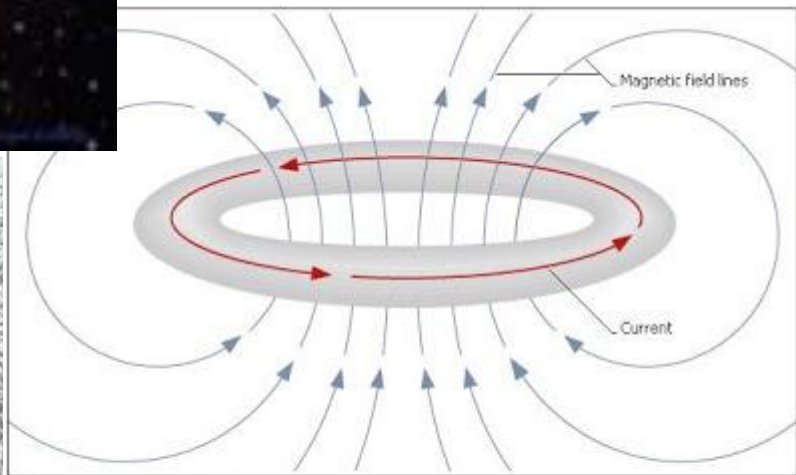
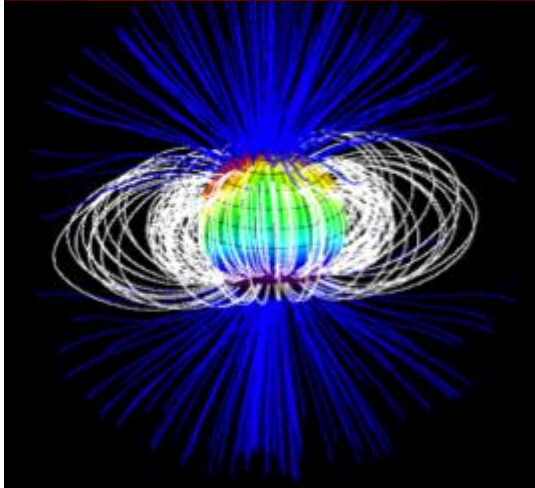


# Mágnesség

Schay G.



## Magnetic Fields and Electricity

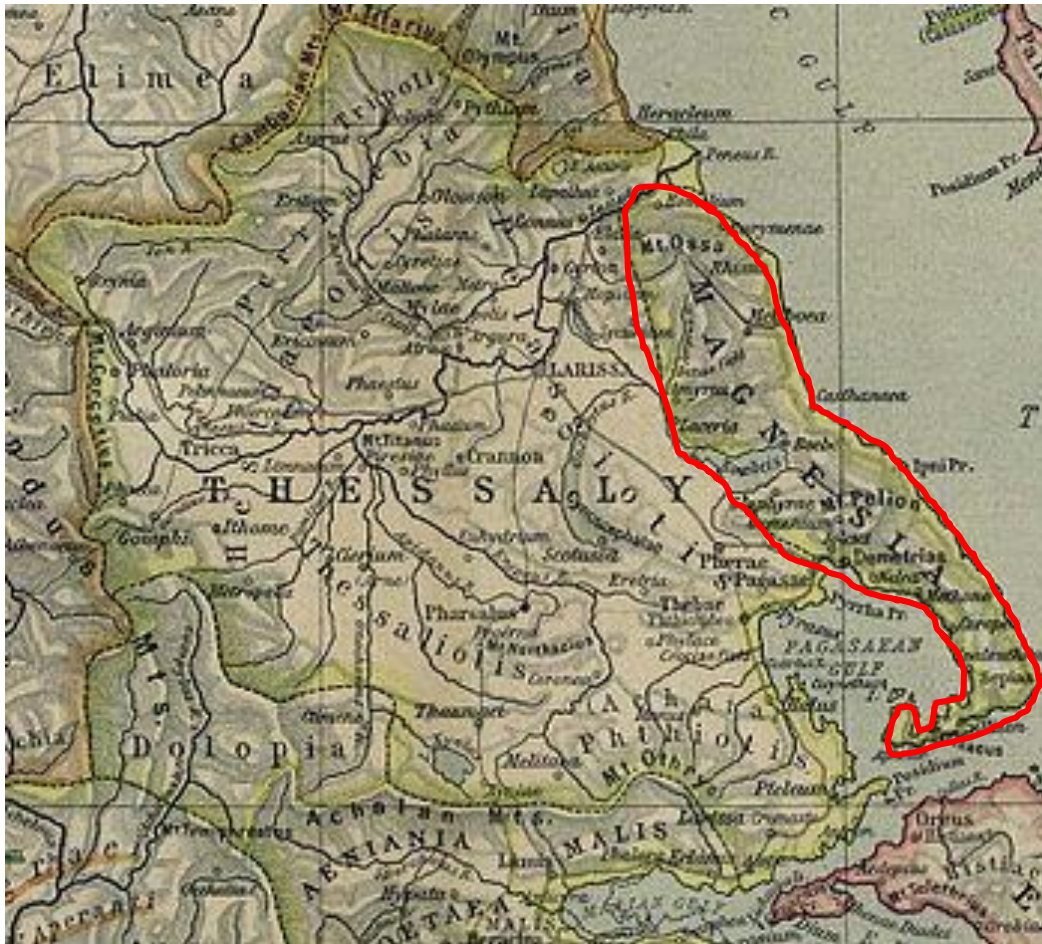
Hans Christian Oersted predicted in 1813 that a connection would be found between electricity and magnetism. In 1819 he placed a compass near a current-carrying wire and observed that the compass needle was deflected. This discovery demonstrated that electric currents produce magnetic fields. As shown here, the magnetic field lines circle around the current-carrying wire.

Magnesia

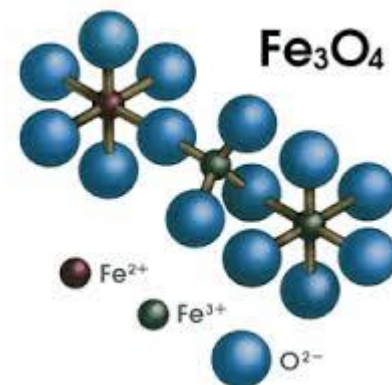
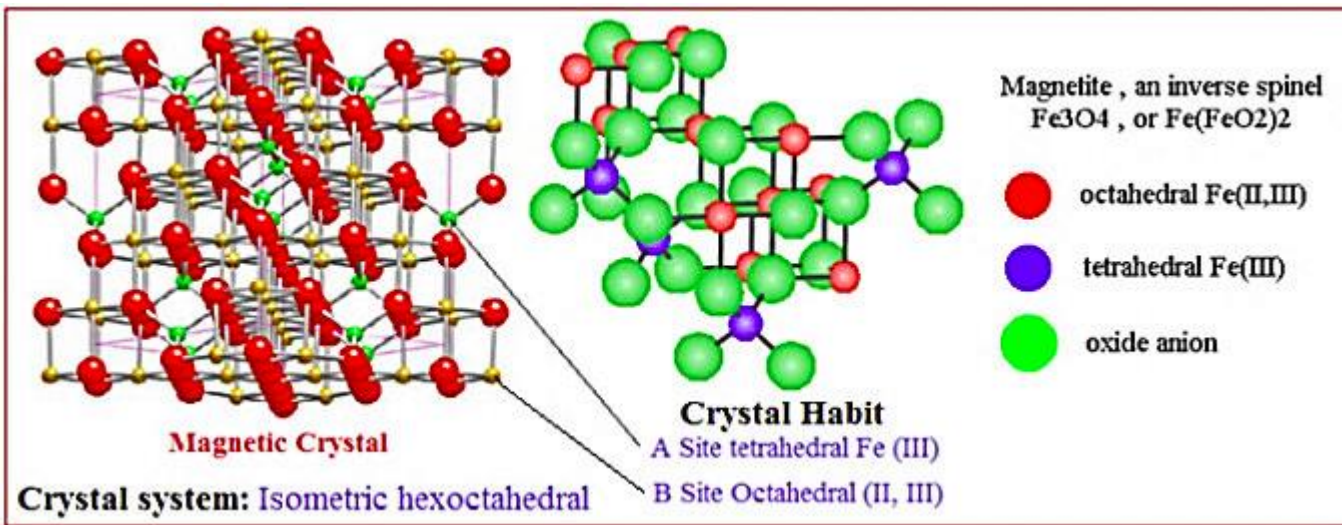
Μαγνησία

Itt találtak már az ókorban mágneses köveket

(valószínű villámok áramának a tere mágnesezi fel őket)





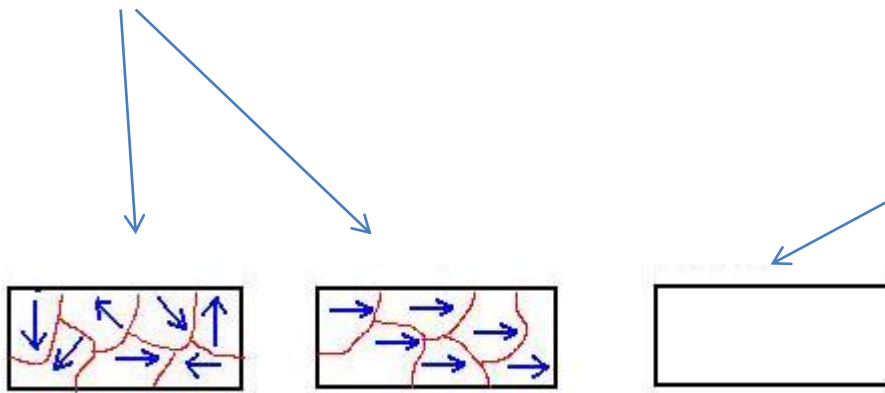


maghemit  
 Köbös  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

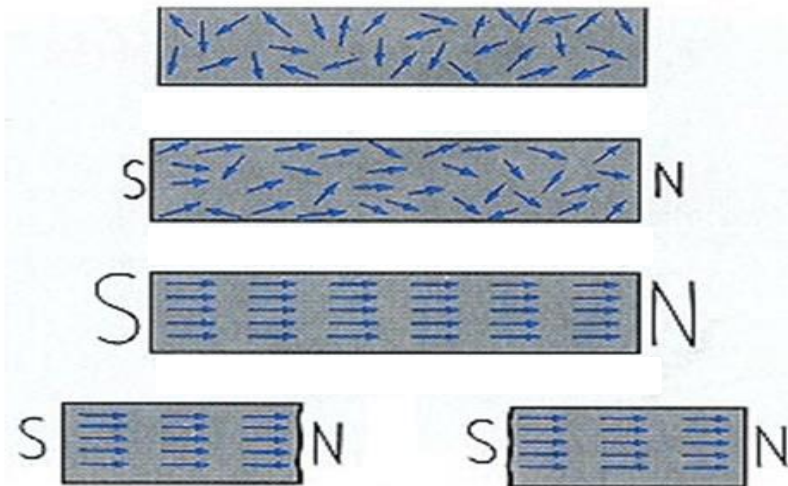
magnetit  
 $\text{Fe}_2+\text{Fe}_3+2\text{O}_4$

mágnésvasérc

Eredetileg nem mágneses vasrúd mágnesezhető



Ez nem mágneses anyag



Különböző anyagok vannak mágnesség szempontjából:

**Diamágneses** (pl nemesgázok, víz, bizmut, stb)

Ezekben külső mágneses tér hatására a mágneseződés ellentétes a keltő térrel, így az anyagban a tér gyengébb mint kívül. (ez kismértékű)

**Paramágneses** (pl Alu, Na, K, egyéb lezáratlan héjú elemek)

Ezekben a külső tér saját magával párhuzamosan be tudja forgatni az elemi mágneseket, így a mágneseződés párhuzamos a térrel, és arányos is vele.

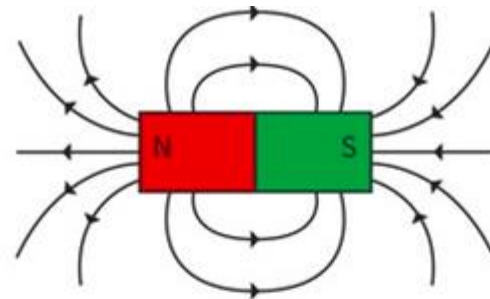
**Ferromágneses** (pl Fe, Co, Ni) ezek megtartják a mágneses tulajdonságukat akkor is ha a külső tér eltűnik, hiszterézis görbájük van.

Az első mágnesezés alkalmával kialakul egy megmaradó mágnesezettség.

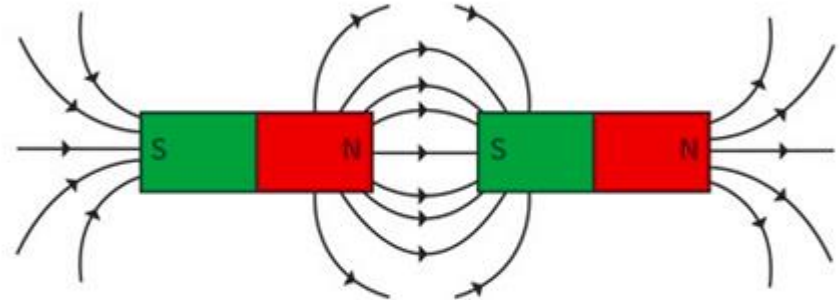
Dia, para : külső tér nélkül nincsen mágnesezettségük.

Minden mágnesnek KÉT pólusa van.

Azaz **mágneses monopólus nincs.**  
(és nincs mágneses töltés-szétválasztás sem)

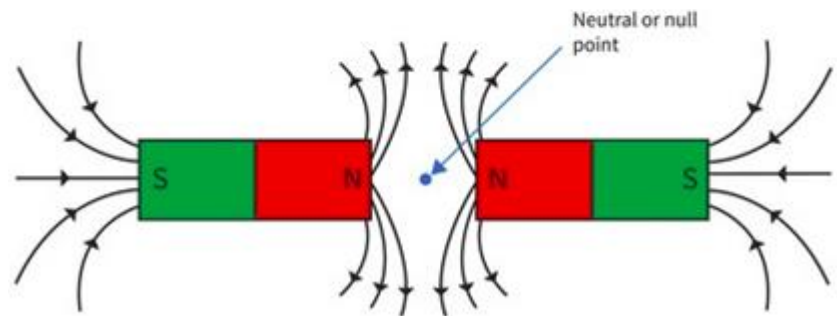


Ellentétes pólusok vonzzák egymást



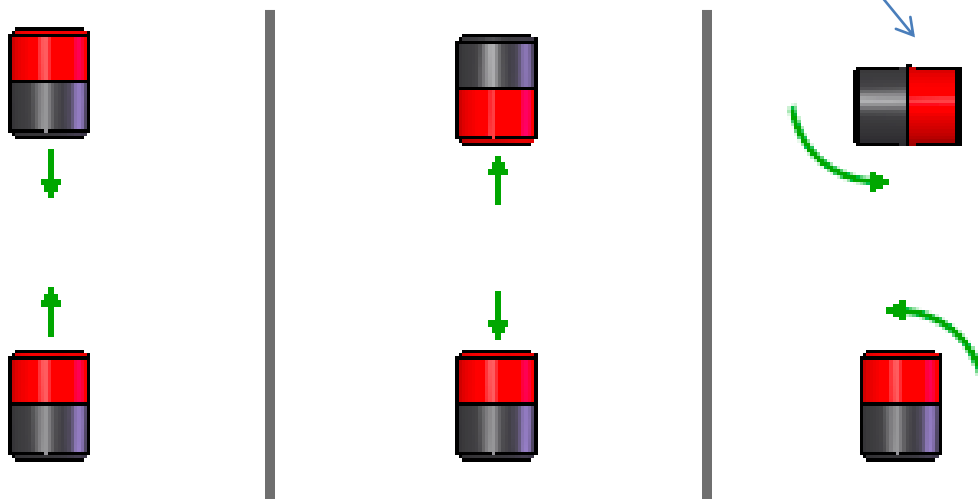
Attraction between opposite poles

Azonosak taszítják



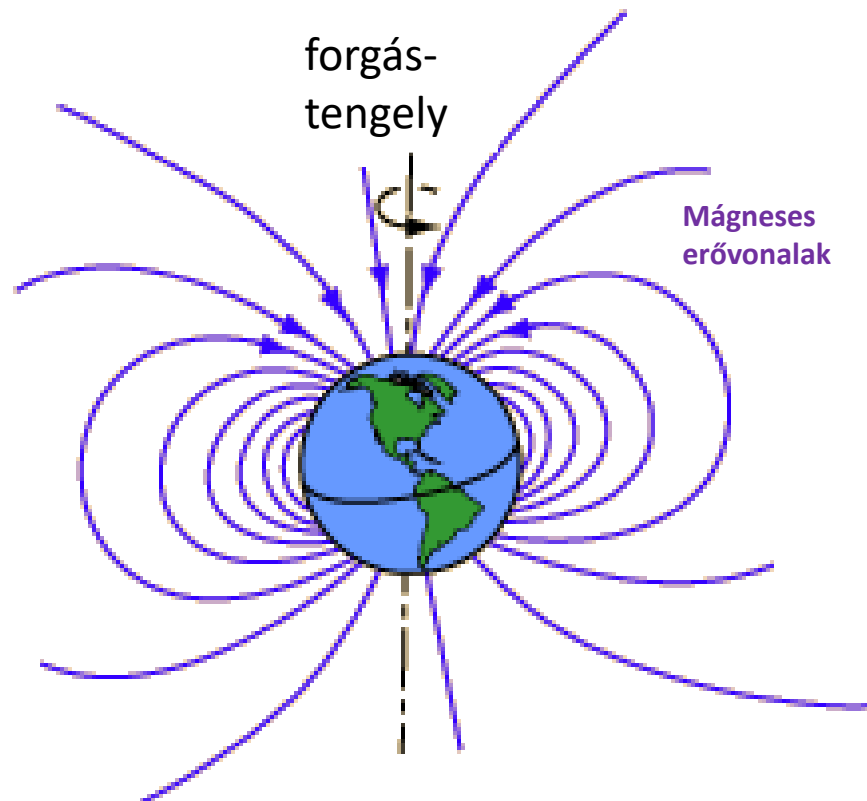
Repulsion between like poles

A mágnesek forgatni is tudják egymást.



Az iránytű a Föld mágneses erővonalait érzékeli...

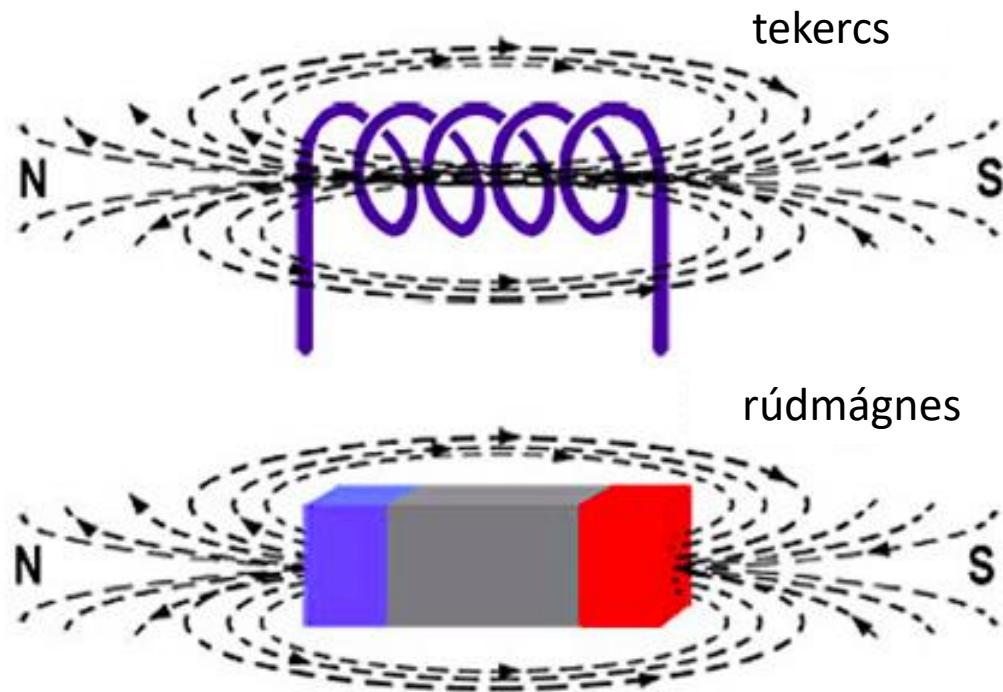
Ez tehát **két mágnes kölcsönhatása**, leginkább a forgatást használjuk ki.

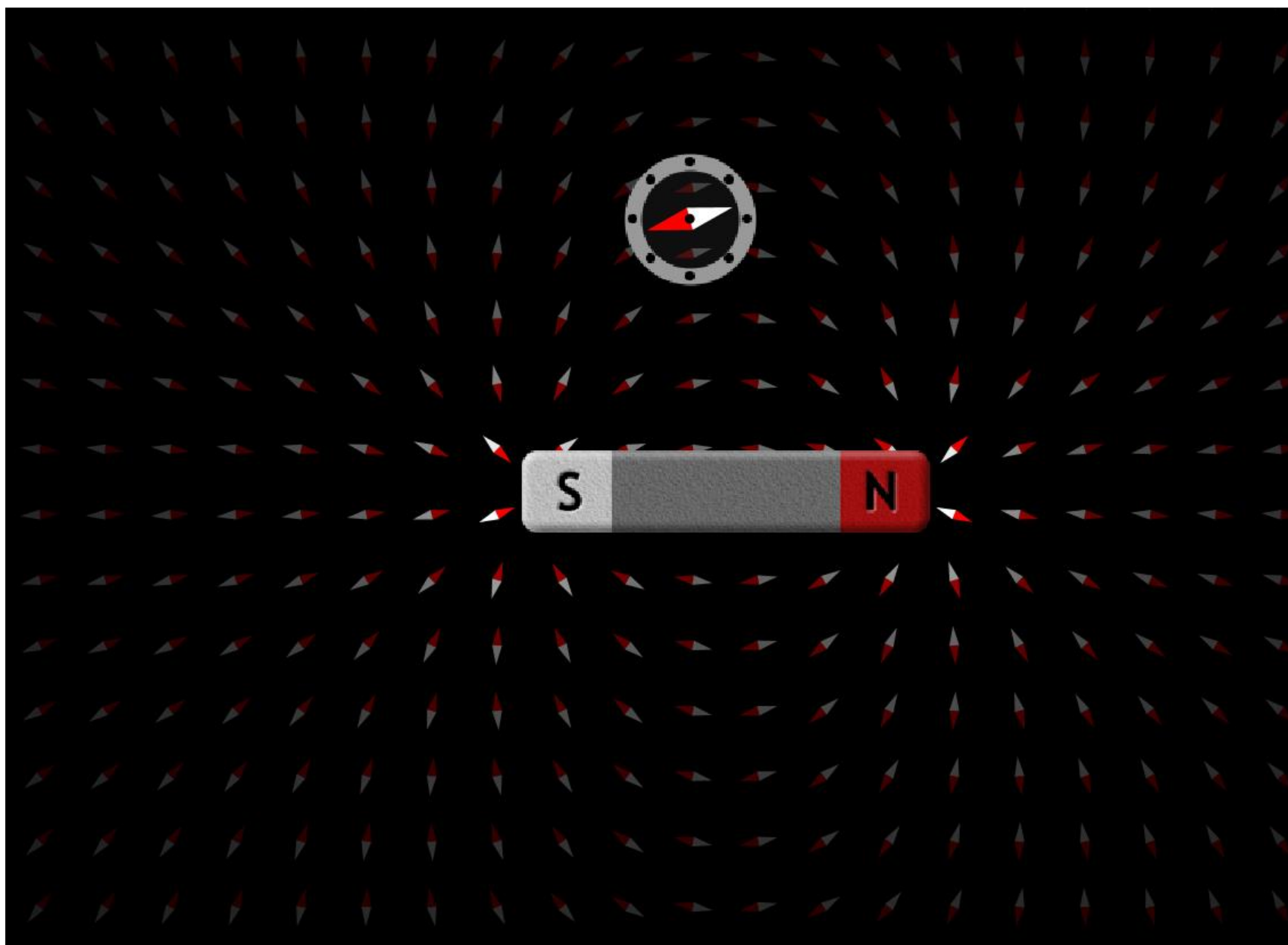


egy mágnesnek az É pólusa az, amelyik a Föld É pólusa felé néz egyensúlyi helyzetben.



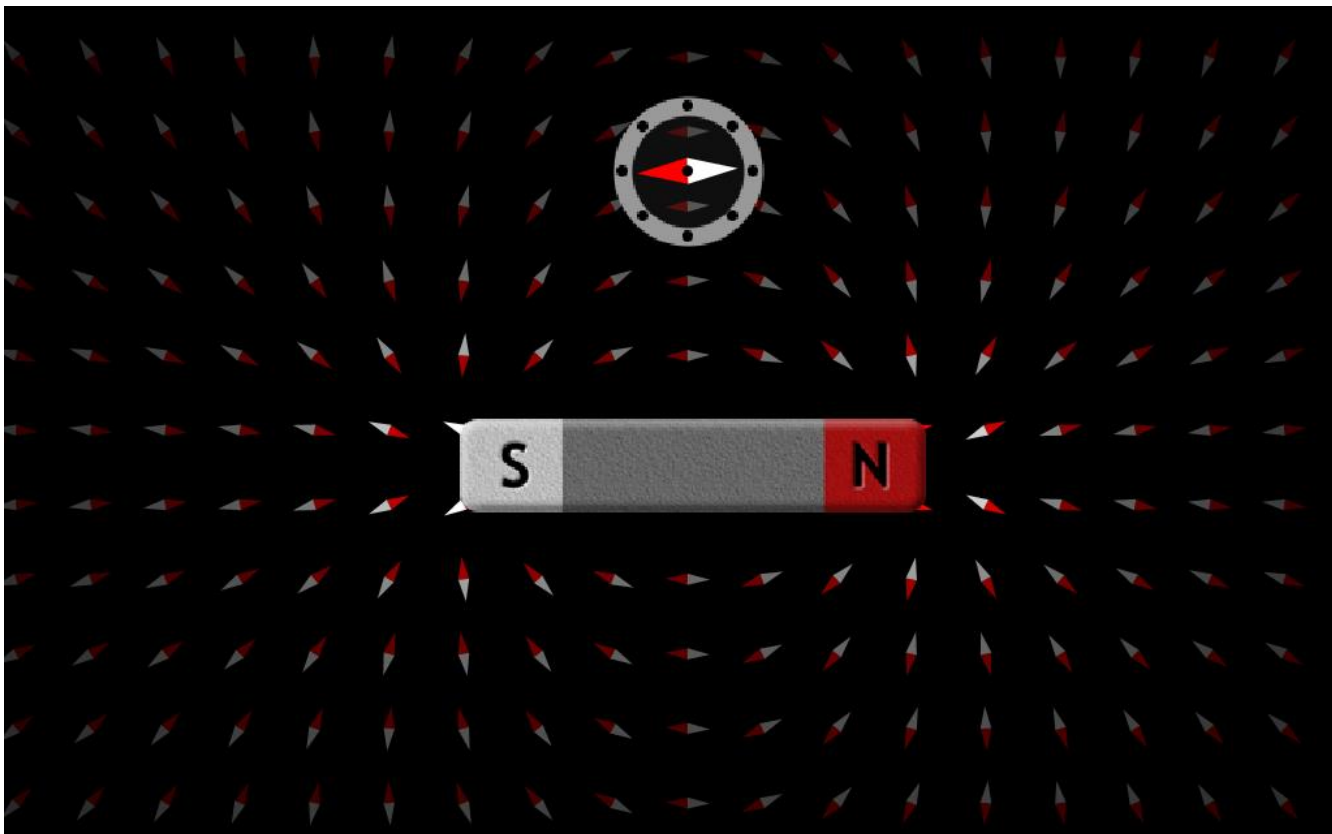
Nem csak állandó mágnesek vannak, az elektromos áramnak is van mágneses hatása.



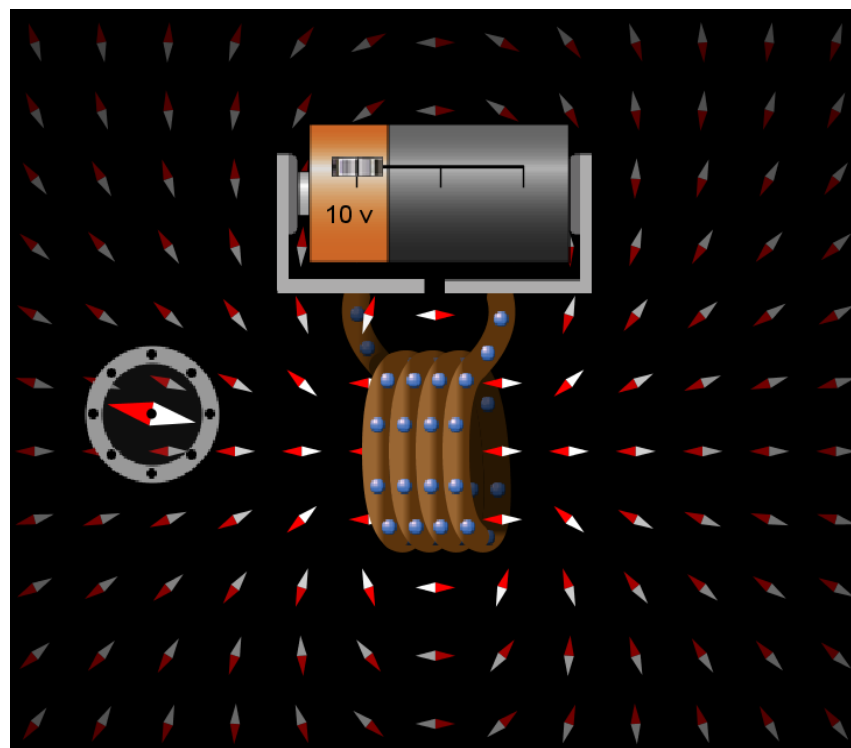
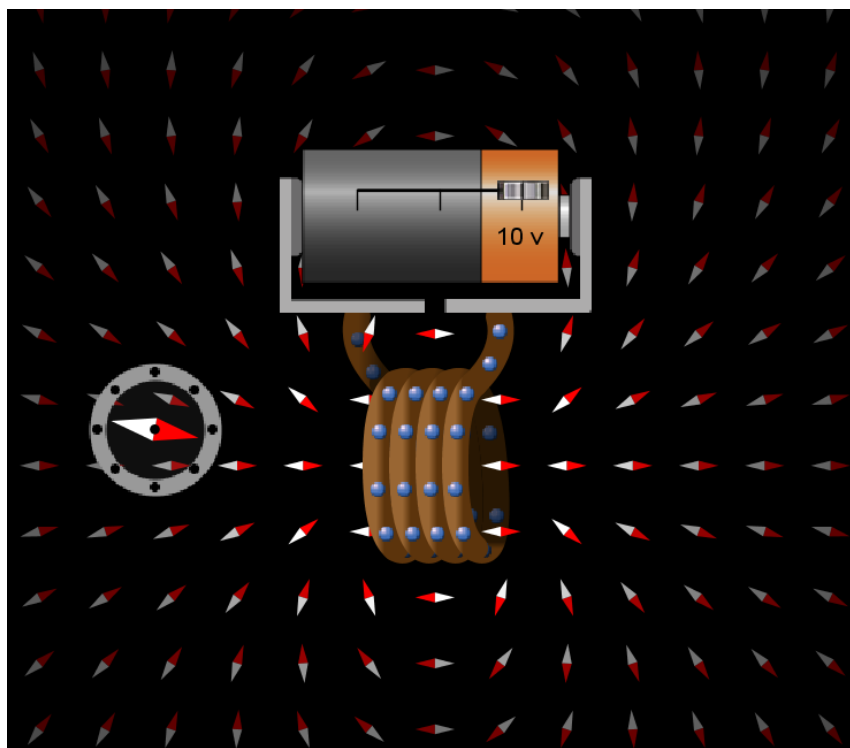


Mivel a mágnesek kölcsönhatnak egymással, így újra hasznosítva az elektrosztatikában tanultakat, bevezetjük a mágneses erőter fogalmát.

A mágneses mező megadja minden pontban hogy egy ott elhelyezett próbatestre mekkora erő hat.



A mágneses tér leírása bonyolultabb mint az elektrosztatikusé, ugyanis **összefügg a mágnesség és a töltések mozgása.**



Két modellt találtak ki:

Poisson-féle modell: minden mágnesben picike kis elemi mágnesek vannak, sőt ilyenek vannak minden anyagban.

**Ez a H-tér, avagy mágneses térerősség.**

mért.egys. A/m

Ezzel vezették be a mágneses dipólusmomentumot is:

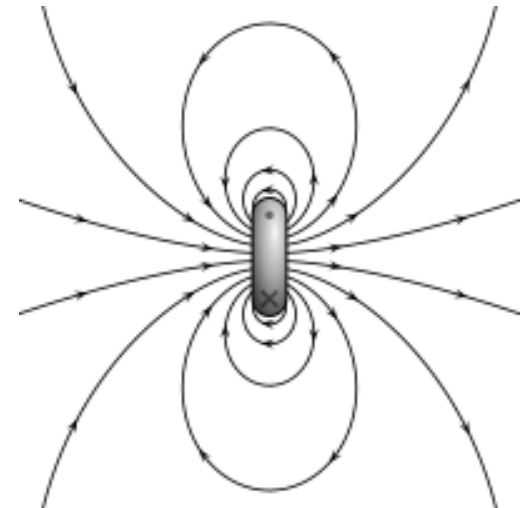
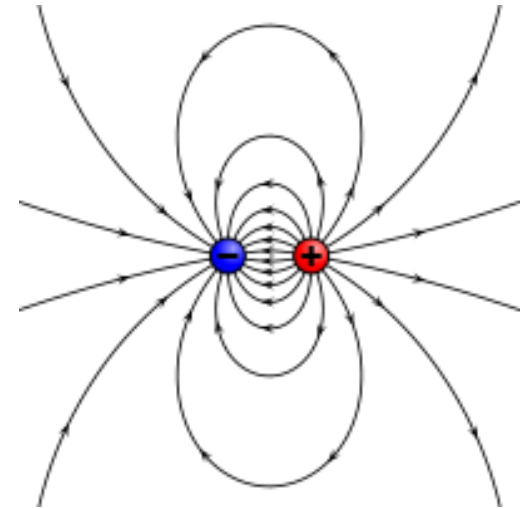
**$\mathbf{m} = \mathbf{p} * \mathbf{l}$**  (p itt a póluserősség, l a hossz)

Ampere-modell: a mágneses teret igazából mozgó töltések hozzák létre, az anyagban is állandóan folyó picike kör-áramok vannak.

**Ez a B-tér, avagy a mágneses indukció (fluxussűrűség)**

mért.egys. N/Am = Tesla (T)

**$\mathbf{m} = \mathbf{I} * \mathbf{A}$**  ahol I az áramerősség, A pedig a hurok területe  
(a Föld tere kb. 20...70  $\mu\text{T}$ , helytől függően)

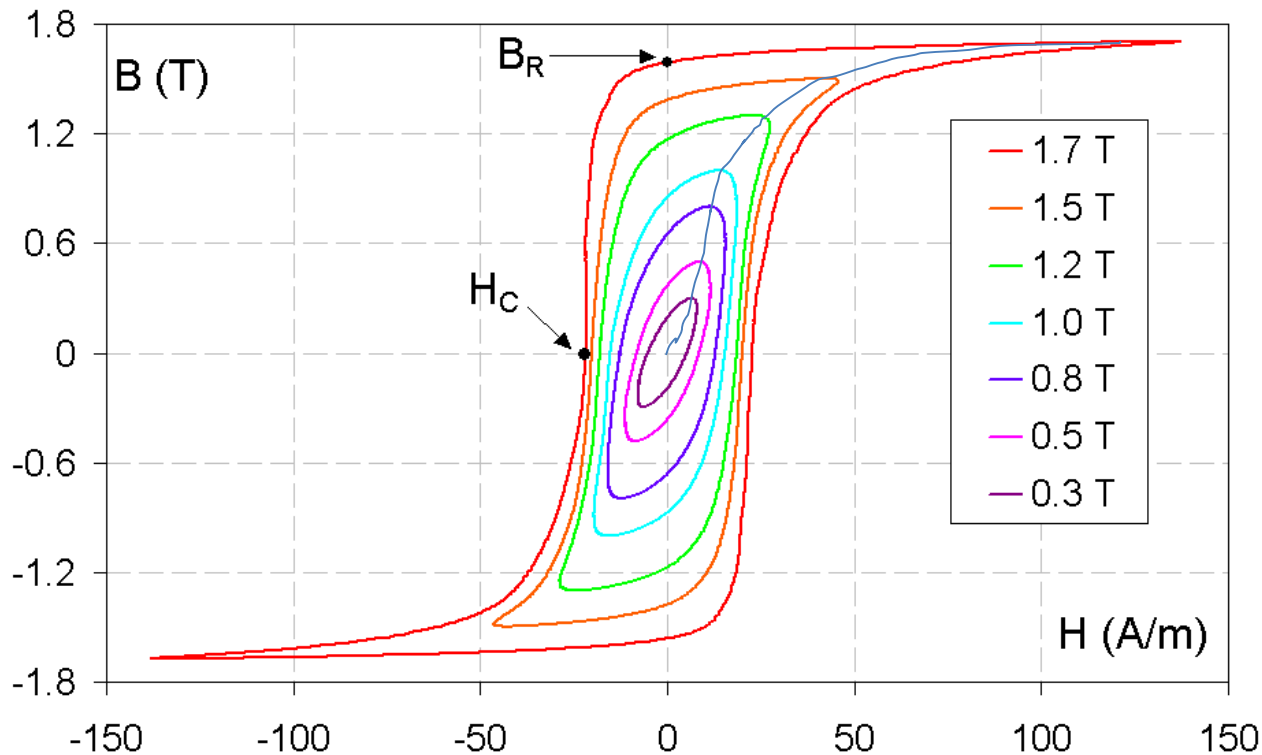


Láthatólag a két modell kívül ugyanazt adja, de az anyagon belül nem.



## Hiszterézis görbék ferromágneses anyagokban

Külső tér hatására a mágnesezettség megnő, de telítődik, viszont van egy visszamaradó rész is.



$B_r$  : remanens mágneseesség

$H_c$ : koercivitás (ellenálló képesség lemágneseződéssel szemben)

n.B.:  $H$  a külső tér, amivel keltjük  $B$ -t az anyagban.

Mai tudásunk: az elektronnak, és a protonnak is van saját mágneses tere, önállóan is (spin), de az elektronok az atomban a pályájuk miatt további mágneses teret is kelthetnek. (a kettő eredménye hogy egy anyag mágneses-e)

H és B között hasonló összefüggés van mint D és E között:

$$\vec{H} = \vec{B} / \mu_0 - \vec{M}$$

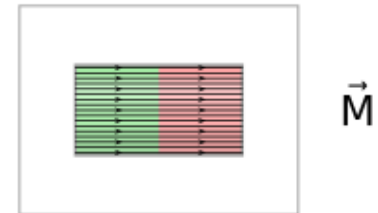
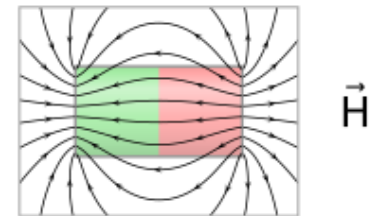
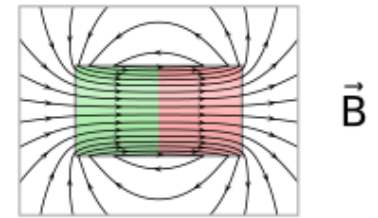
Ahol M az anyagban kialakult mágneses dipólusok tere,

általában  $\vec{M} = \chi \vec{H}$  (de pl ferromágnesekre nem!),

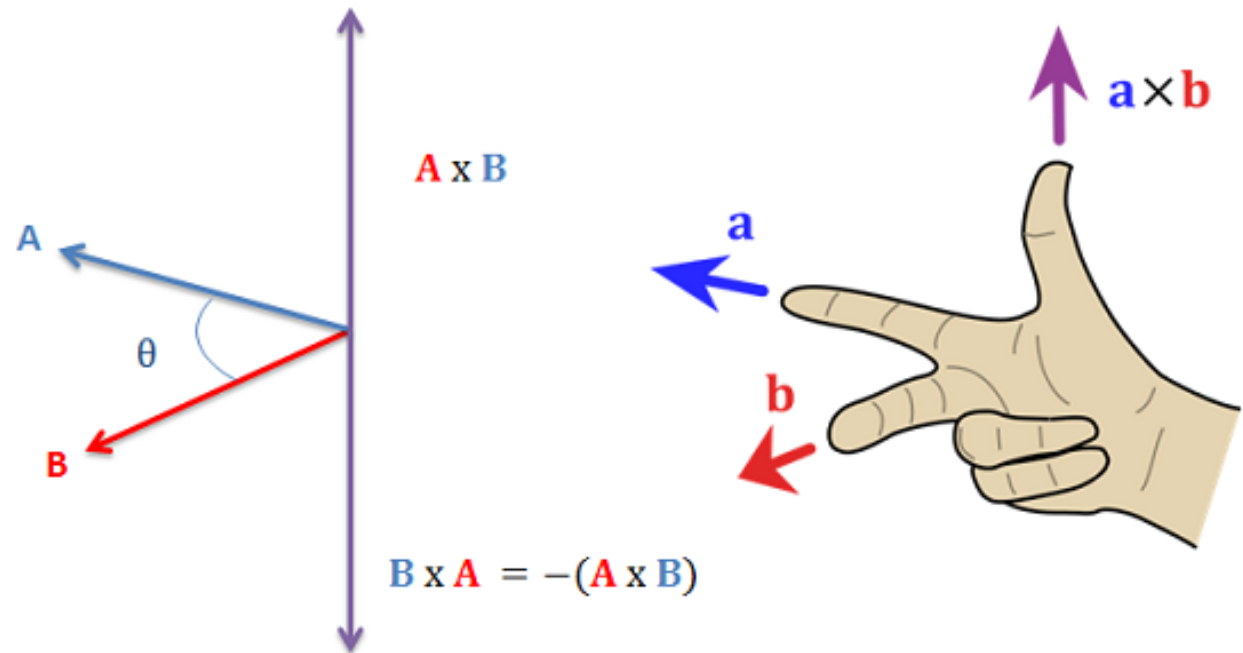
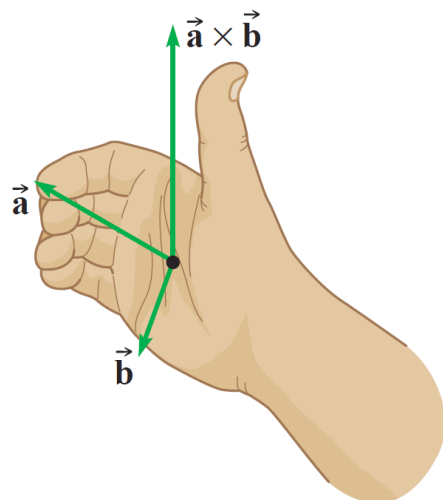
$\chi$  a mágneses szuszceptibilitás,

$\mu_0$  pedig a vákuum mágneses permeabilitása

Vákuumban tehát a két tér csak egy konstansban tér el, éppúgy mint az E és D.



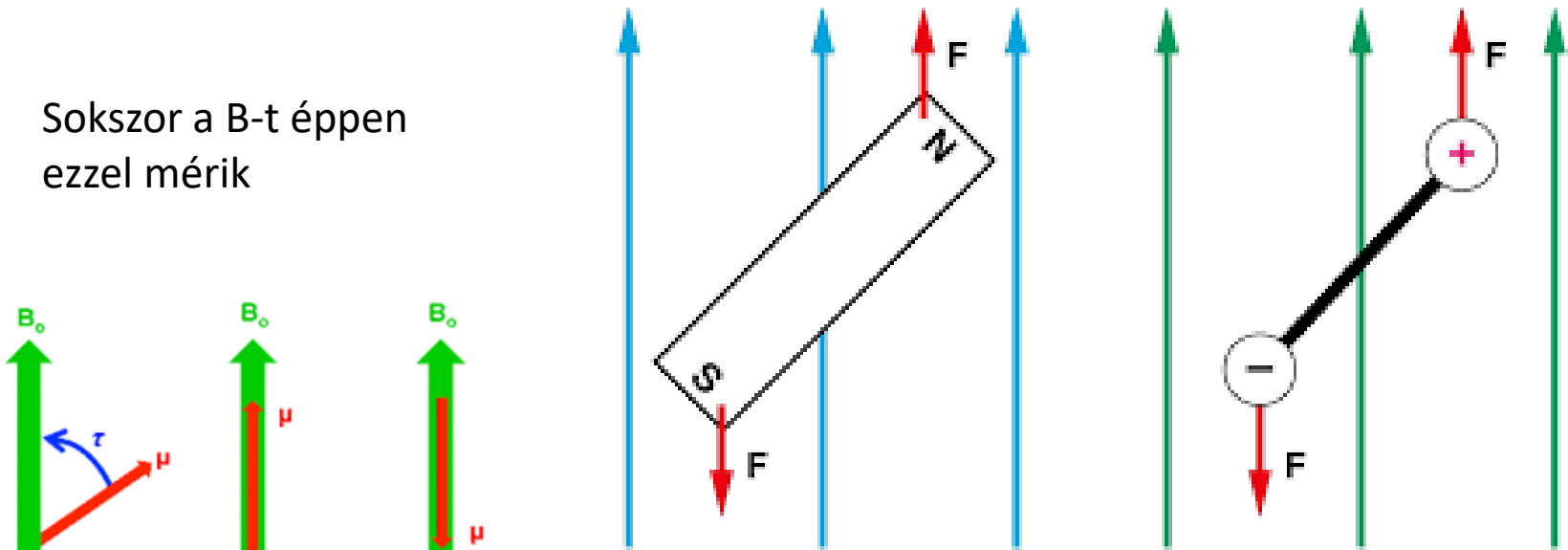
## Vektoriális szorzat



Mágneses térben ( $B$ ) egy mágneses dipólusra ( $m$ ) forgatónyomaték ( $\tau$ ) hat.  
(pont úgy mint elektromos térben egy el.dipólusra)

$$\boldsymbol{\tau} = \mathbf{m} \times \mathbf{B}$$

Sokszor a  $B$ -t éppen  
ezzel mérik



Persze a forgatónyomaték munkát is jelent.

Így a párhuzamos beálláshoz képest az ellentétes állás helyzeti energiája magasabb lesz.

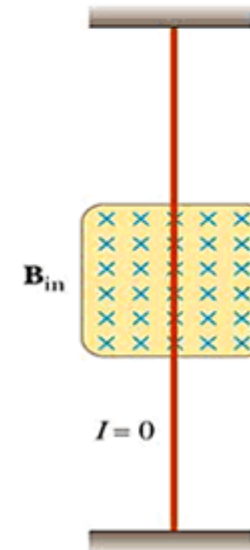
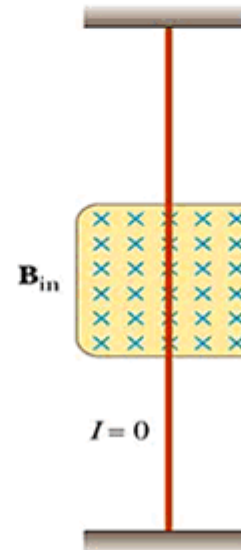
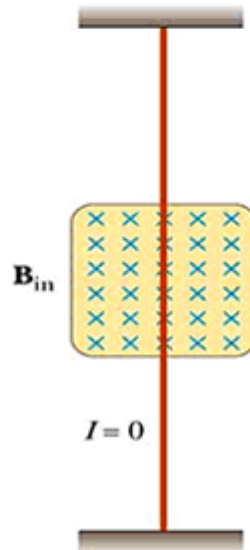
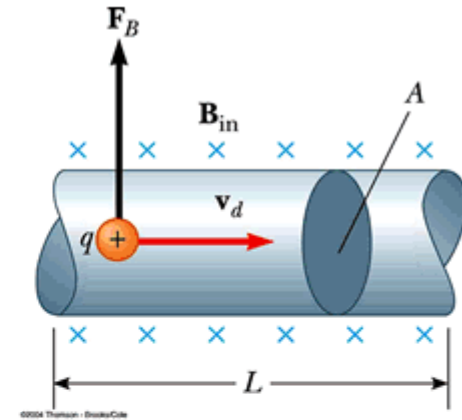
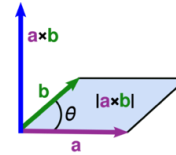
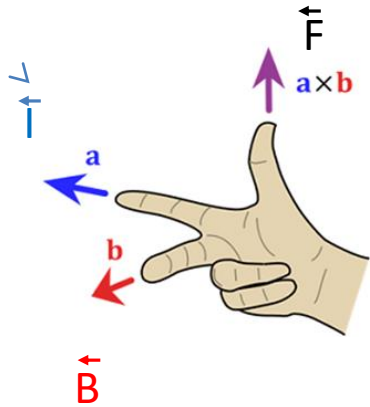
**SPIN: elektronok és protonok saját „beépített” mágneses momentuma. NMR/MRI**

## Az áram – mágnesség kapcsolat persze kétirányú

Áram járta vezetőre mágneses térben erő hat.

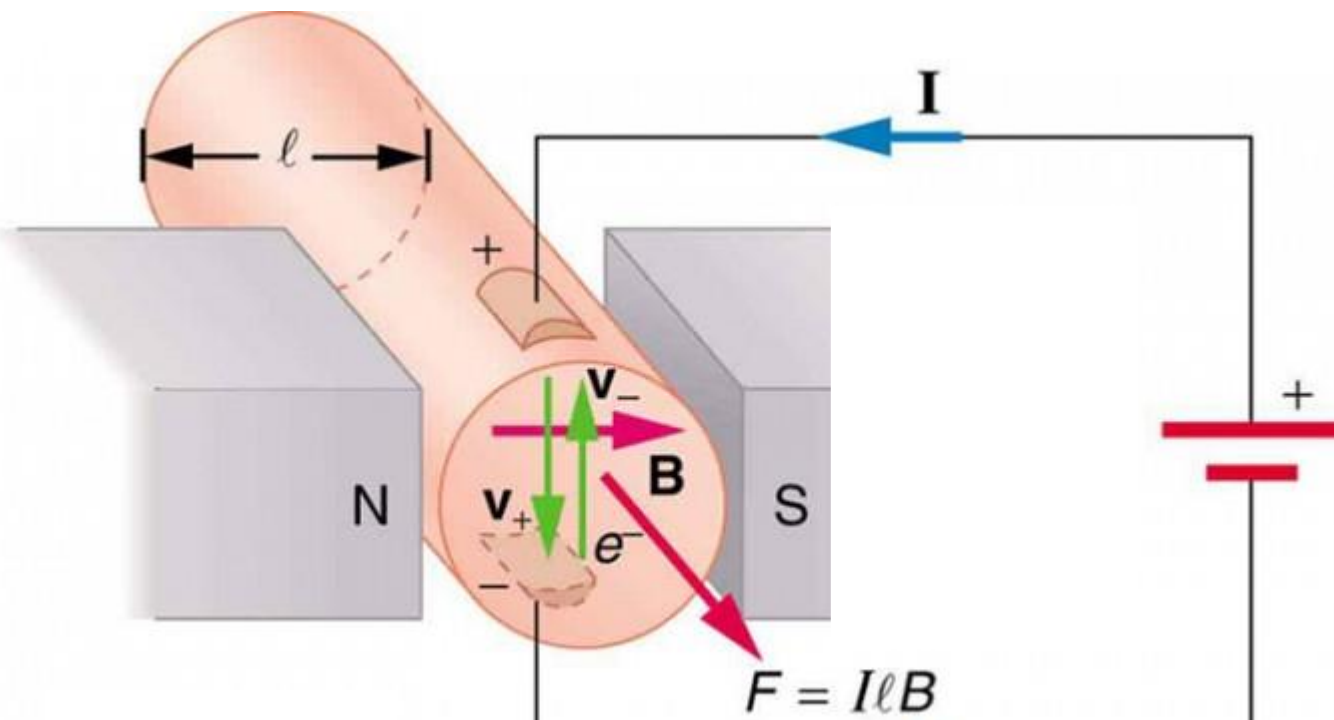
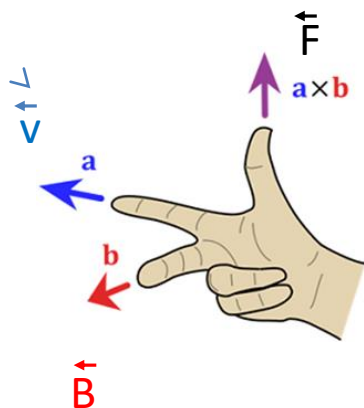
$F = I \cdot B \cdot L$ , az irányokat a jobbkéz-szabály adja meg,

ha  $B$  és  $I$  szöget zár be akkor  $\sin\alpha$ -val kell szorozni (vektoriális szorzat,  $I \times B$ ).





magyarázat:



Mivel a vezetőben elektronok áramlanak, így valójában a mozgó töltésre hat az erő:

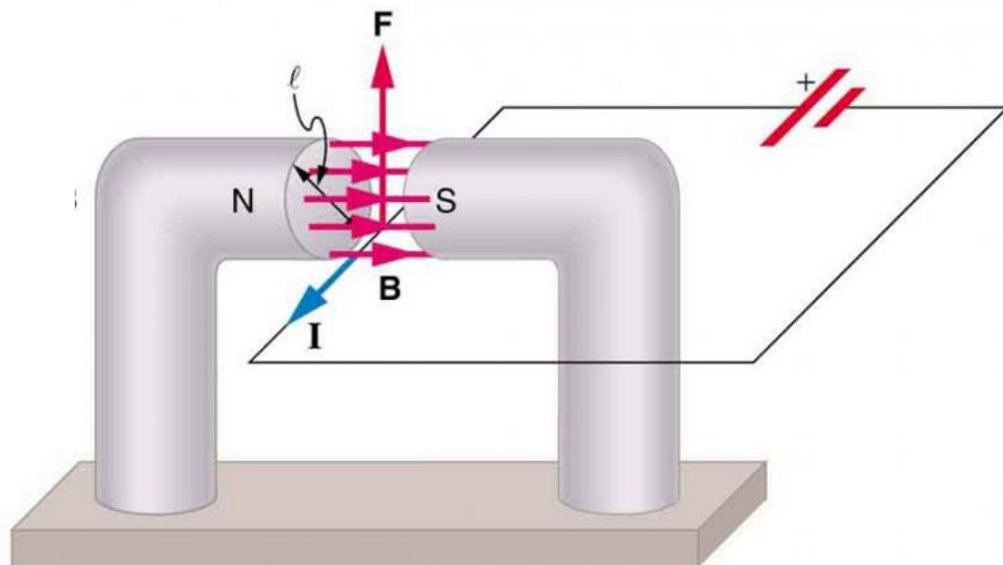
### Lorentz erő

$F = q \cdot v \cdot B$  ha merőlegesség van.

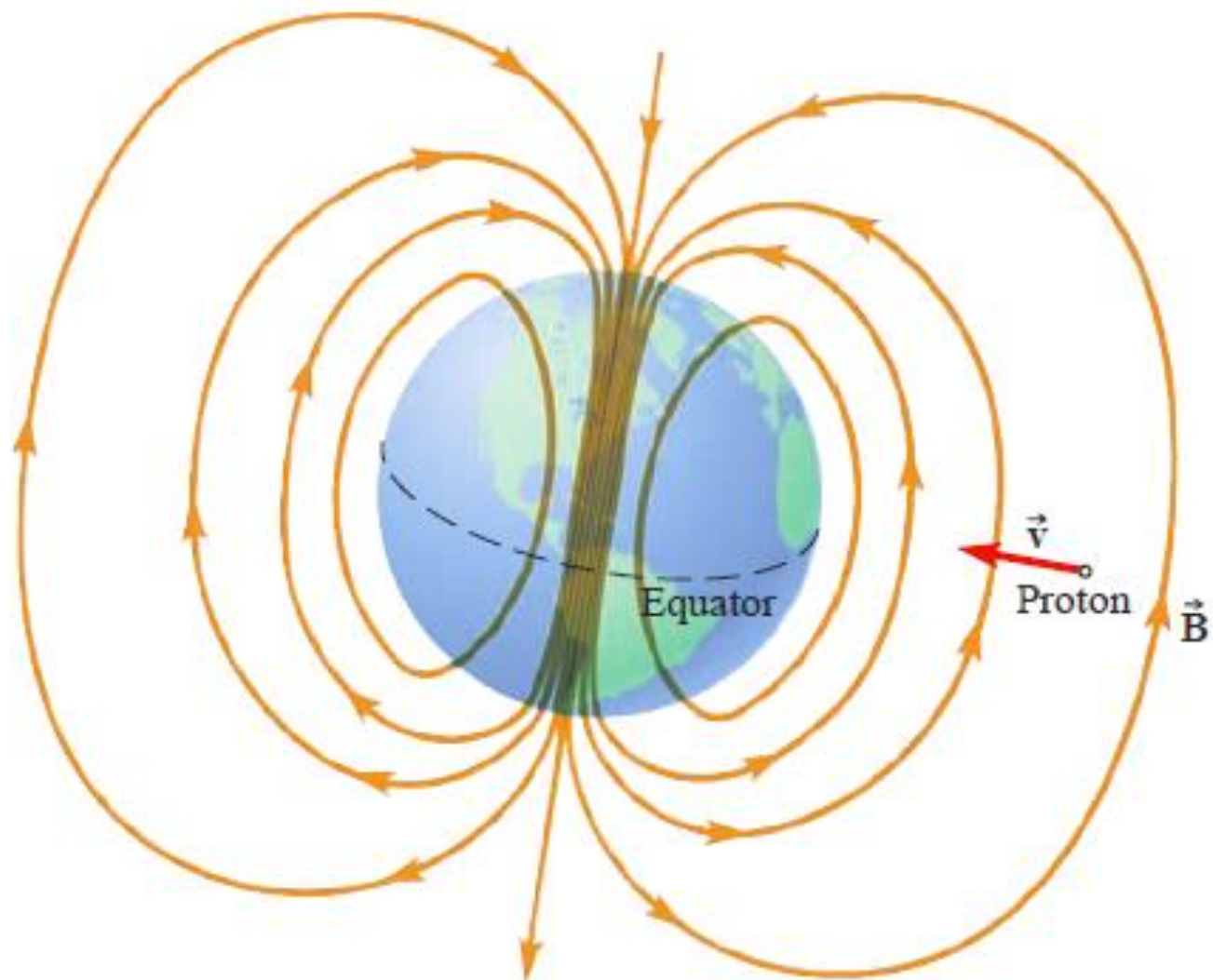
$$(F = q \cdot v \times B)$$

Sőt:

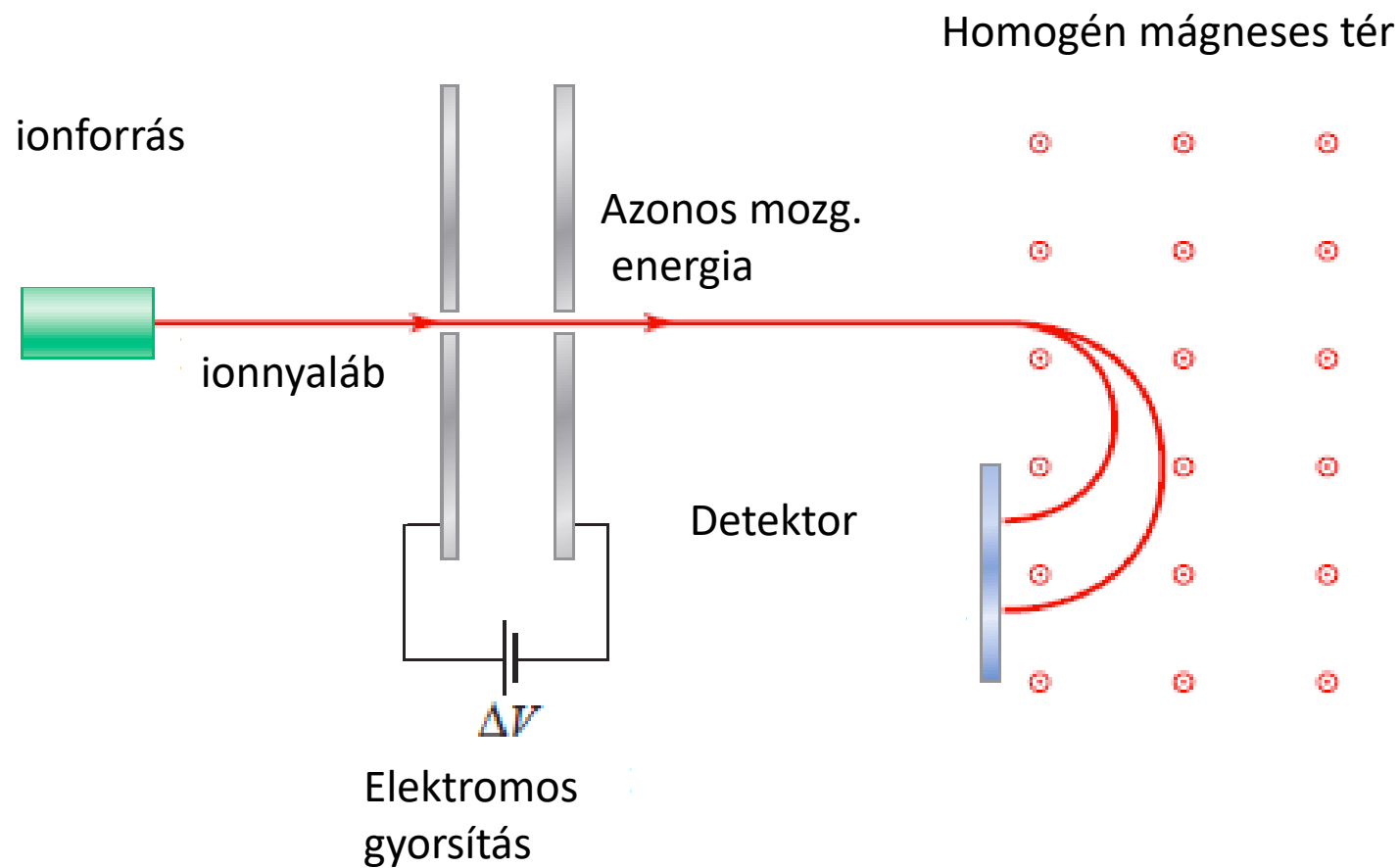
$$F = q \cdot (E + v \times B)$$

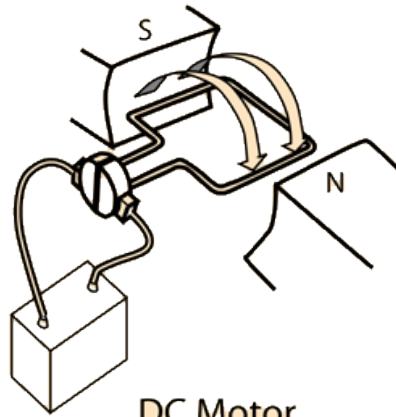


Föld mágneses tere véd a kozmikus eredetű elektromosan töltött részecskéktől

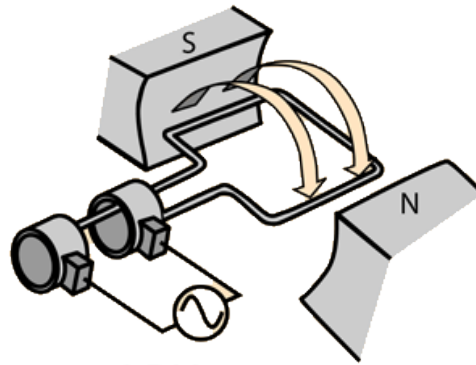


# Tömegspektrométer

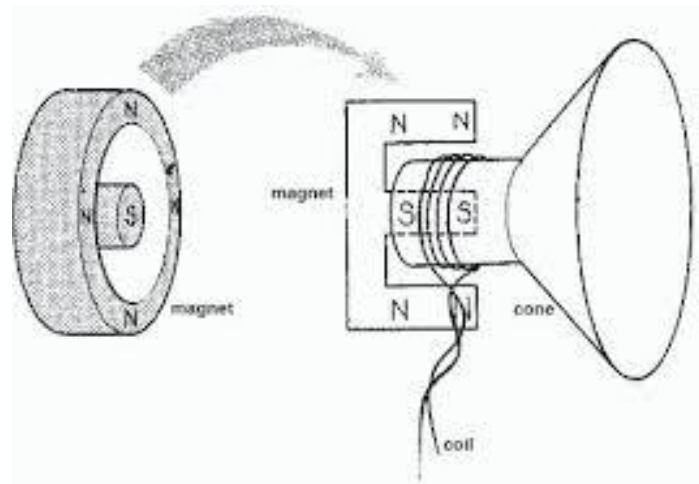
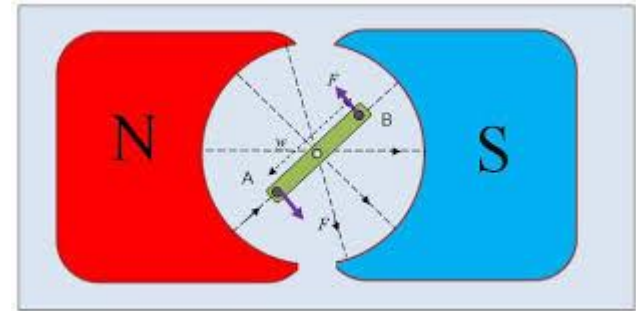




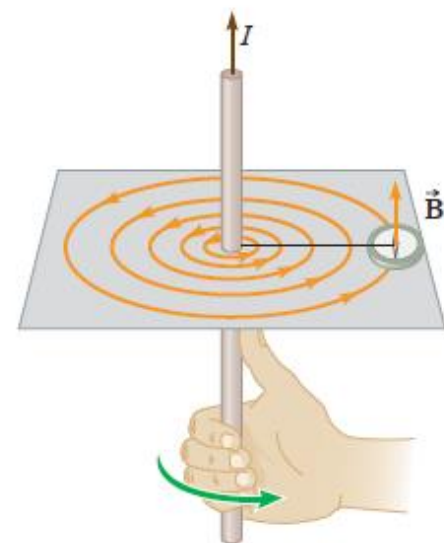
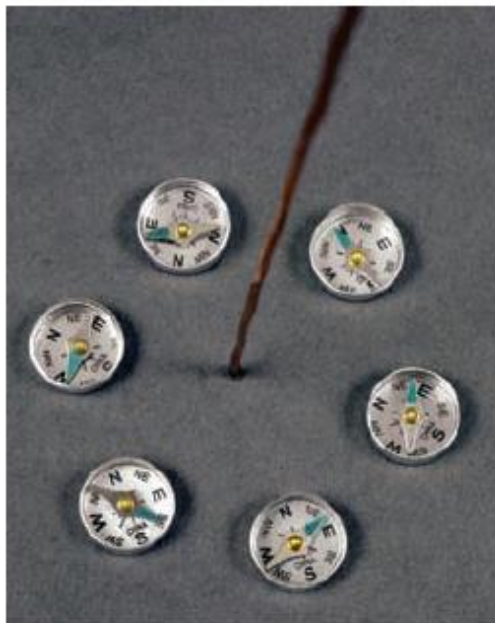
DC Motor



AC Motor



Az elektromos áram mágneses teret kelt.

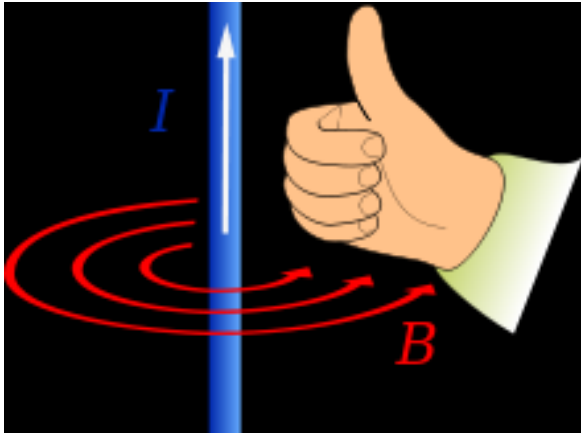


Megint egy jobbkéz-  
szabály...



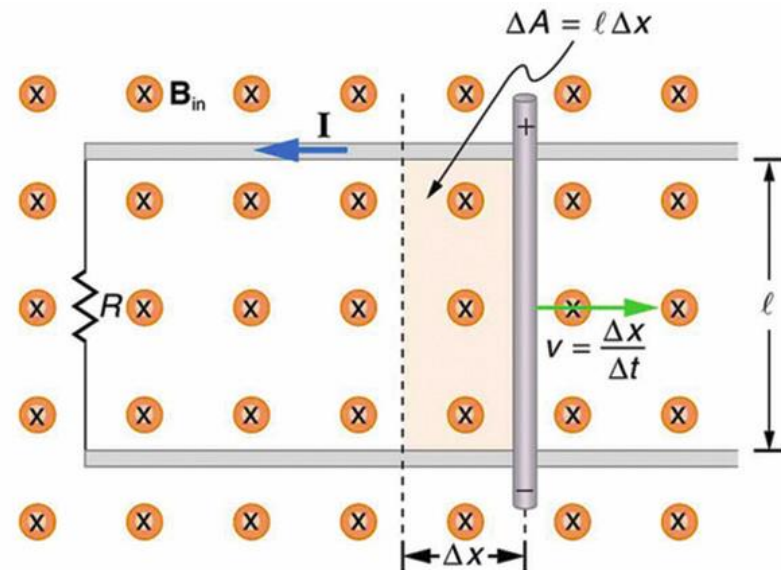
Mágneses térben mozgó töltésekre is hat erő, de közben a mozgó töltések is keltnek mágneses teret.

Ráadásul, a változó mágneses tér elektromos teret is kelt! : INDUKCIÓ

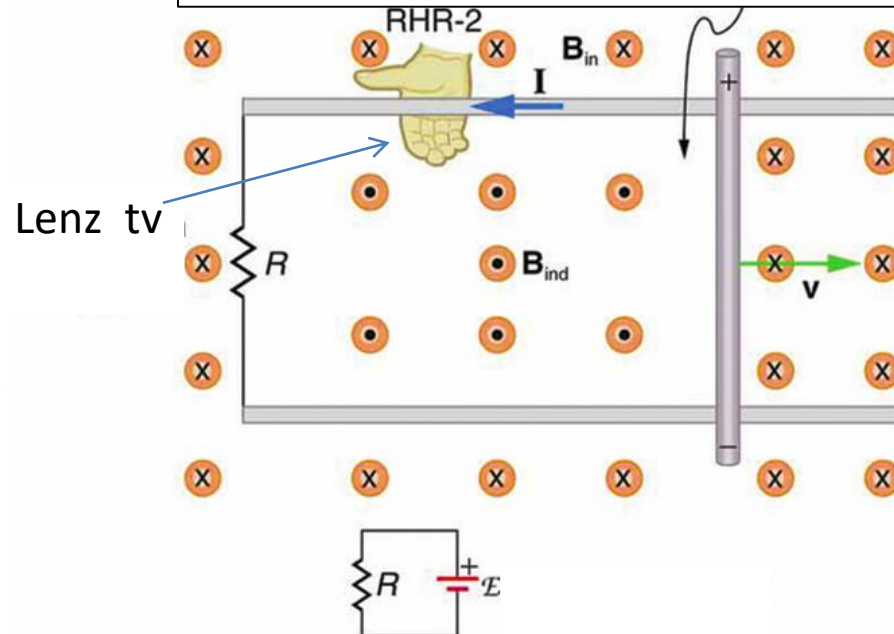


És az elektromos tér miatt mozgó töltések mágneses teret keltnek, de ez pont ellentétes az eredeti térrel.

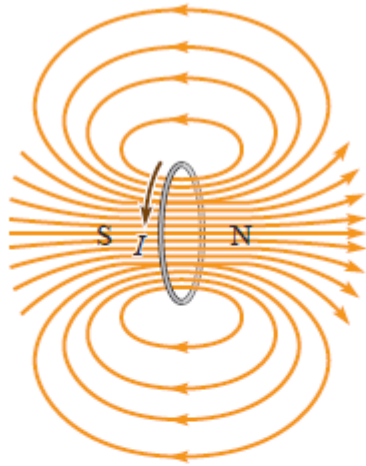
Ez az ellenhatás a Lenz törvény.



A hurokba zárt fluxus (azaz az erővonalak száma) megváltozik, ez pedig elektromos teret kelt, amit a töltésekre ható erőként látunk



## Áramhurok mágneses tere



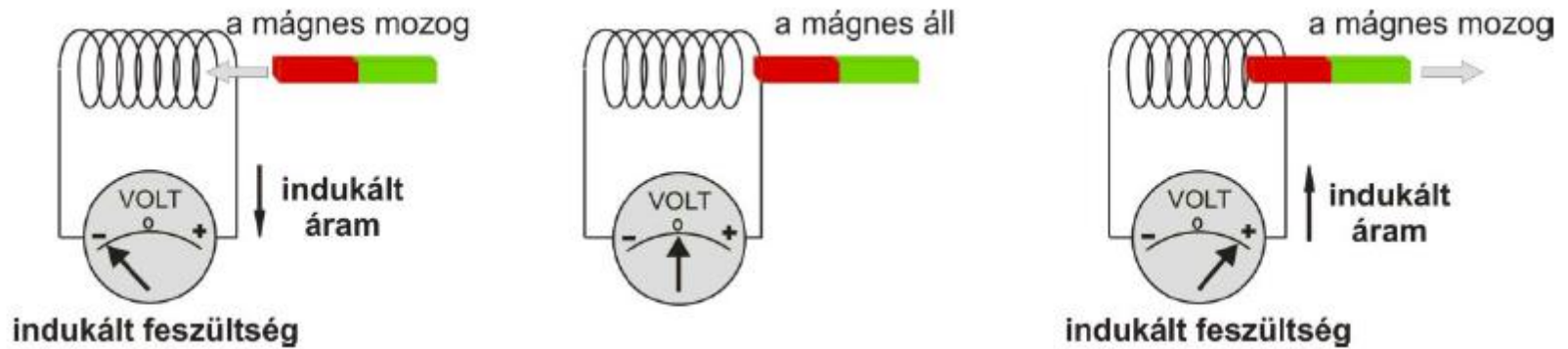
(a)



B iránya a  
hurkon belül

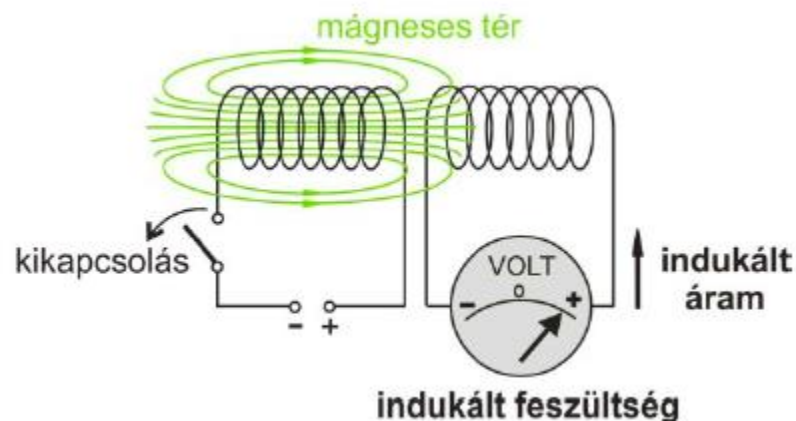
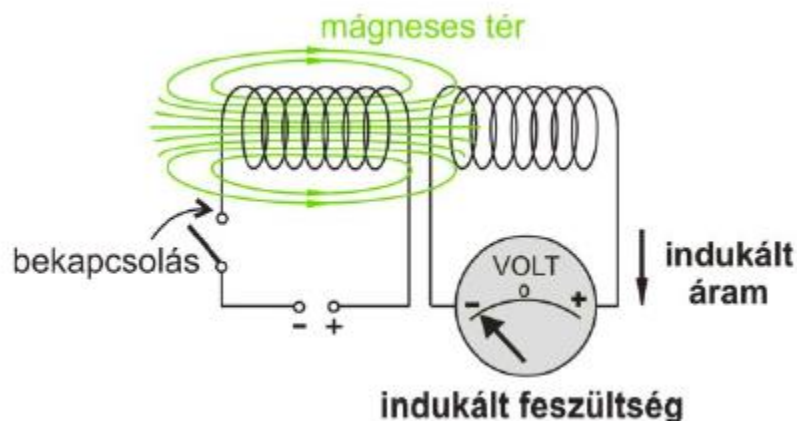


A mágneses tér változást pl egy mágnes mozgásával tudjuk elérni



**Faraday:** A mágneses fluxus változása egy zárt hurokon belül a hurokban elektromos teret kelt.

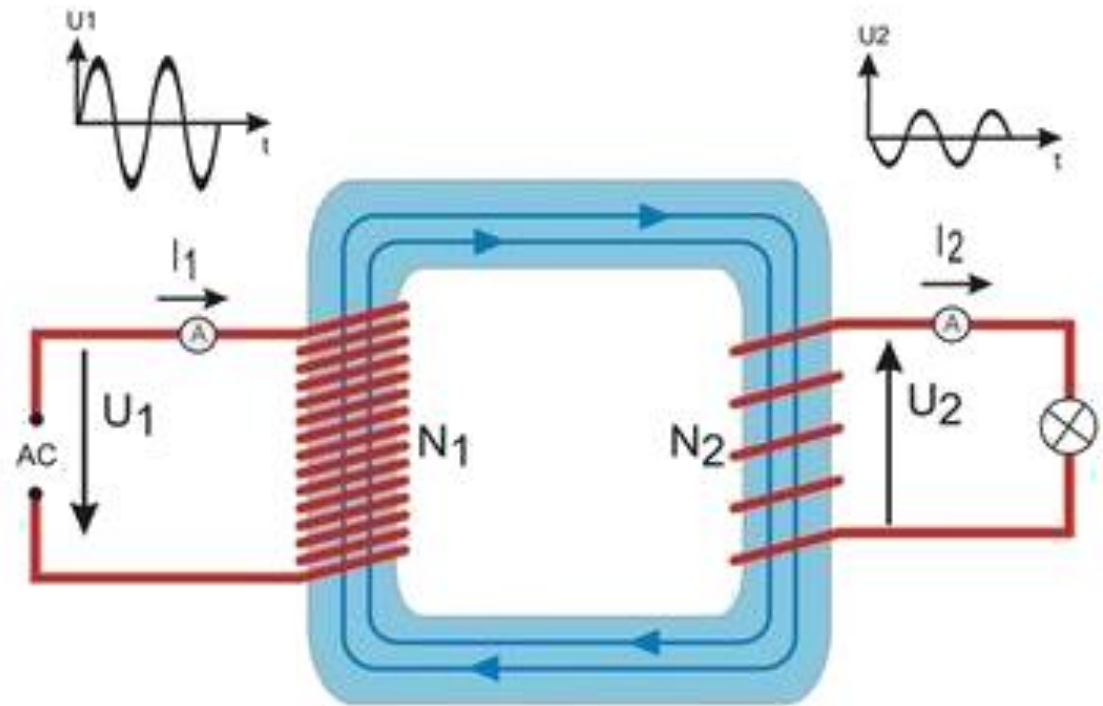
Mivel az áram is kelt mágneses teret, így két tekercs között is lesz kölcsönhatás, kölcsönös indukció.



Sőt, egyetlen tekercsben is van indukció: **önindukció**.  
Ennek mértéke a **induktivitás**, mért.egys a Henry (Vs/A)

Nyugalmi indukció: nem mozgatunk sem mágnesset, sem vezetőt, hanem az áramerősséget változtatjuk.

Két tekercs közötti  
indukcióval  
**transzformátort** lehet  
készíteni



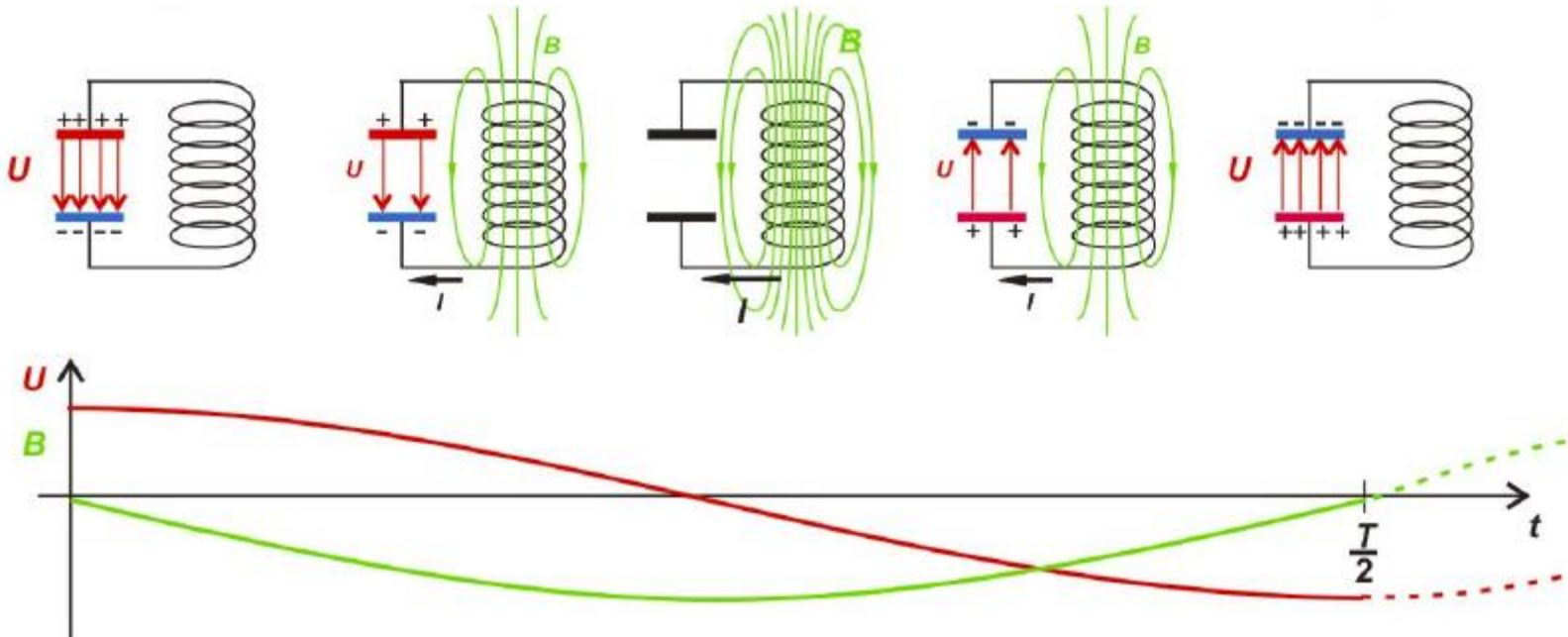
$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$



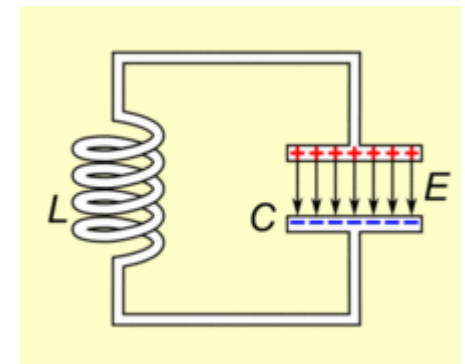
LC rezgőkör.

A kondenzátor tárolja a töltést, míg a tekercs mágneses teret hoz létre.  
Az önindukció (Lenz tv) miatt a folyamat periódikus lesz.



Ehhez tartozik egy saját frekvencia is:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$



Motor vagy generátor

