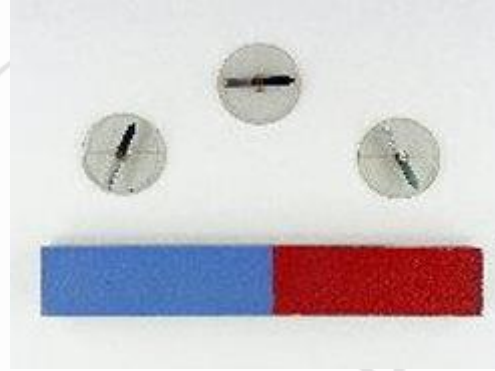
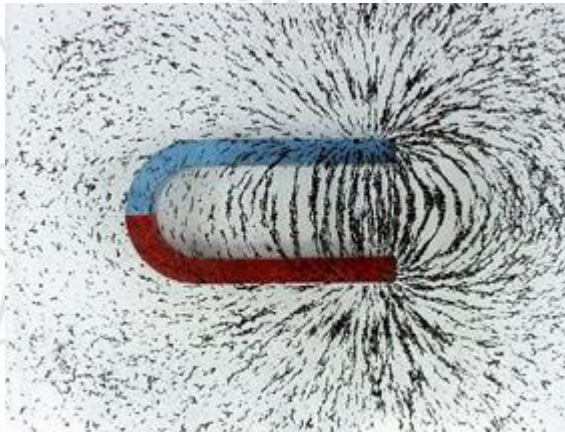




Időben állandó mágneses mező



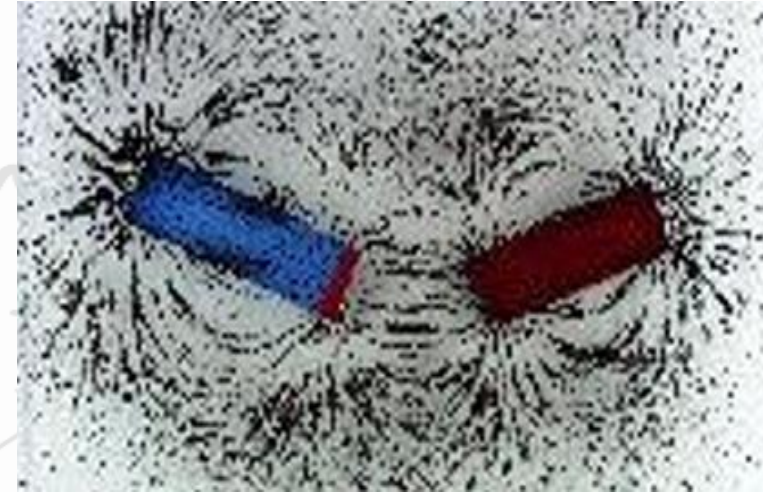
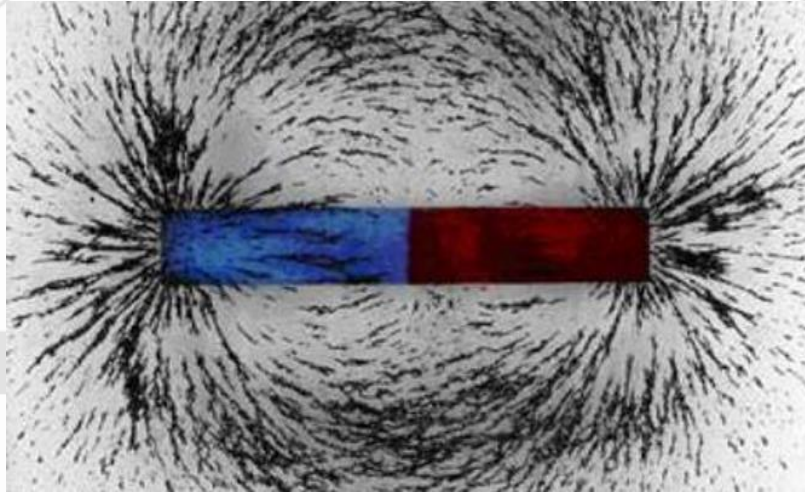
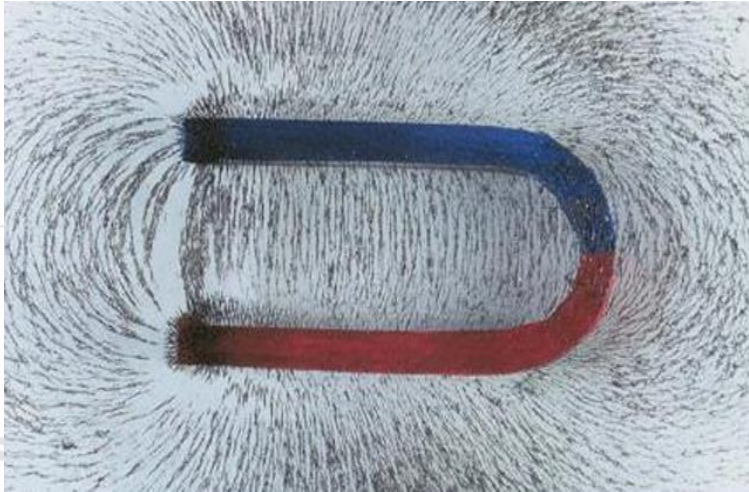
A mágnes felfedezése



„4000 évvel ezelőtt Magnes pásztor a görögországi Magnesia vidékén haladt át. Hirtelen egy furcsa dologra lett figyelmes. A cipője „odaragadt” a kőhöz. Mindent elkövetett, hogy a követ és a cipőt szétválassza. Végül sikerült is neki. A különös kő annyira lenyűgözte, hogy elhatározta, megvizsgálja. Felemelte a lábát, és lassú mozdulatokkal körözött a kő körül. Érezte, hogy a lábát egy furcsa erő vonzotta.”

Tündérmese részlete

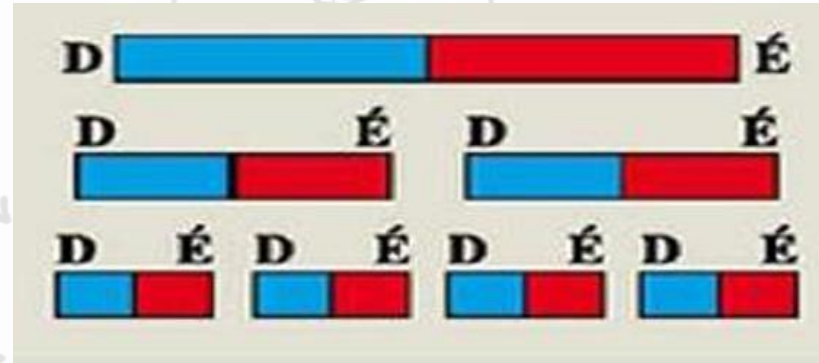
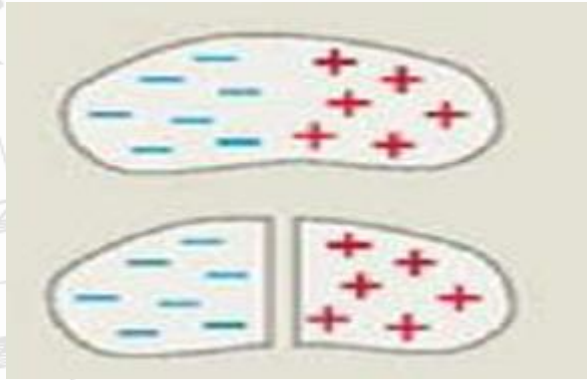
Mágneses mező



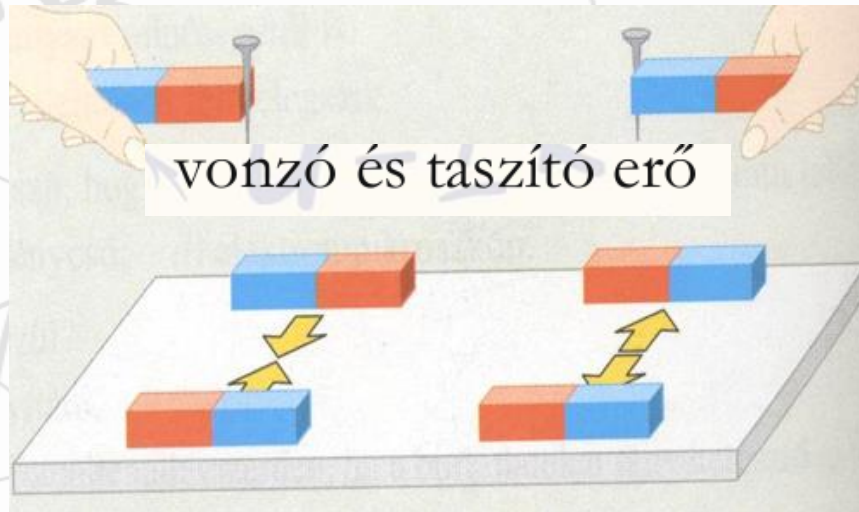
A mágnes környezetében mágneses mező van jelen.

A mágnest kettétörve két darab kétpólusú mágnest kapunk.

Mágneses pólusok – Mágneses kölcsönhatás



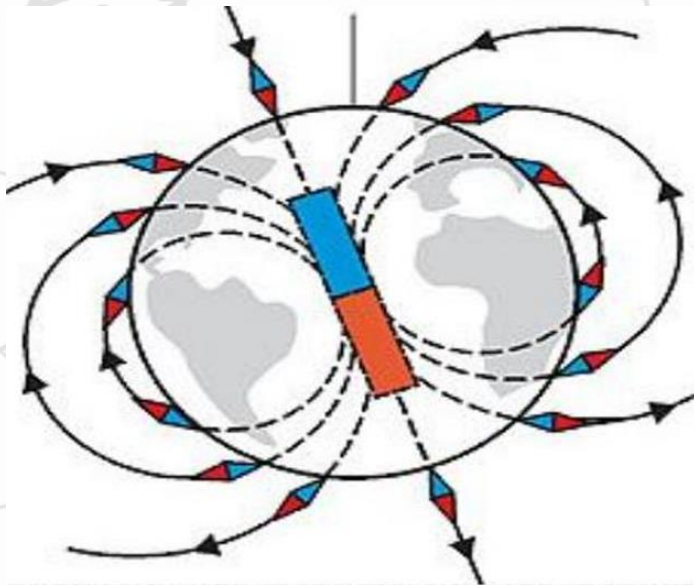
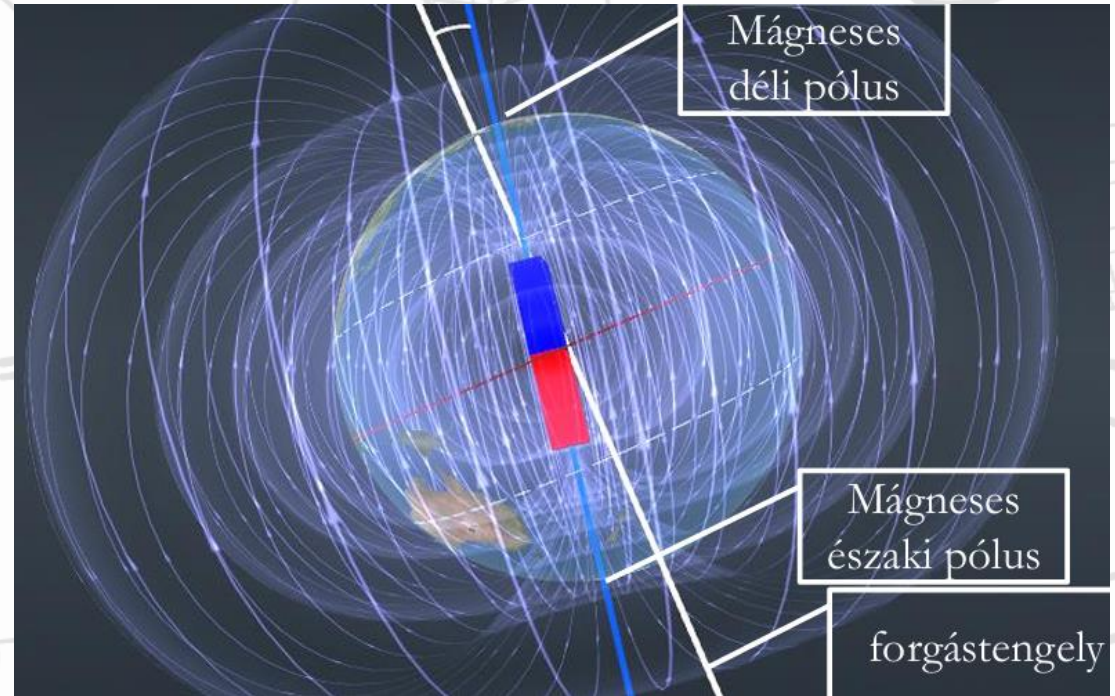
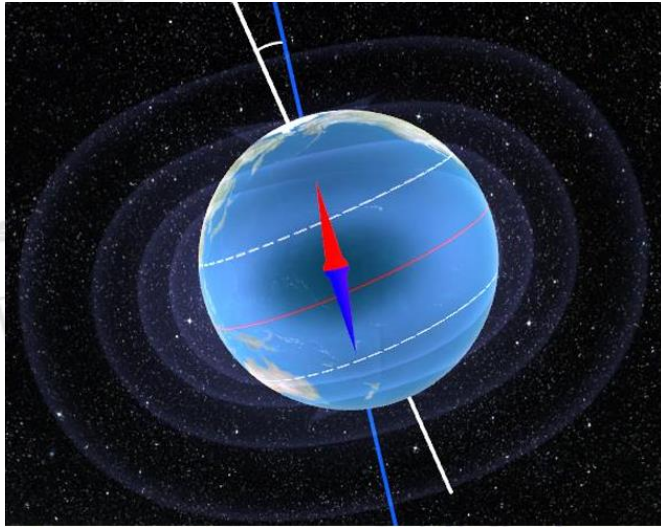
A mágneses pólusok az elektromos „pólusokkal” ellentétben nem választhatók szét! Nincsenek mágneses monopólusok!



mágneses megosztás

A mágneses kölcsönhatást a mágneses mező közvetíti!

A Föld mágneses mezője (tere)

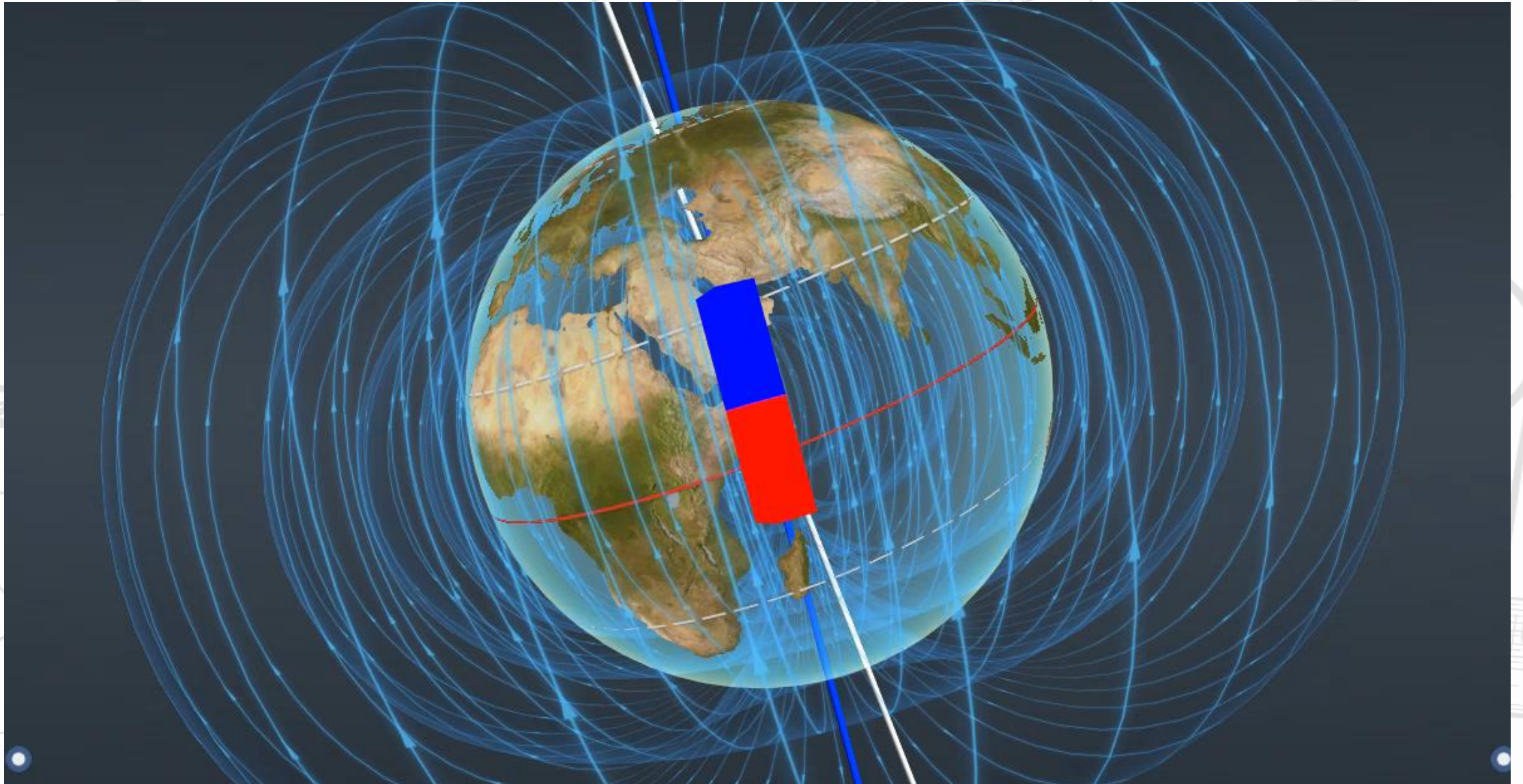


Egy iránytű vagy egy mágnes azon végét nevezzük mágneses északi pólusnak mely a Föld északi pólusa felé fordul

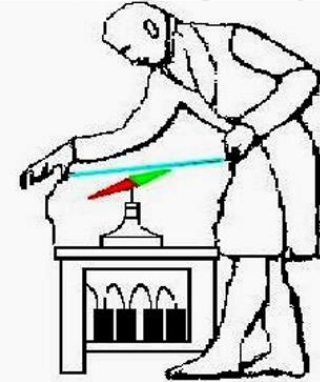
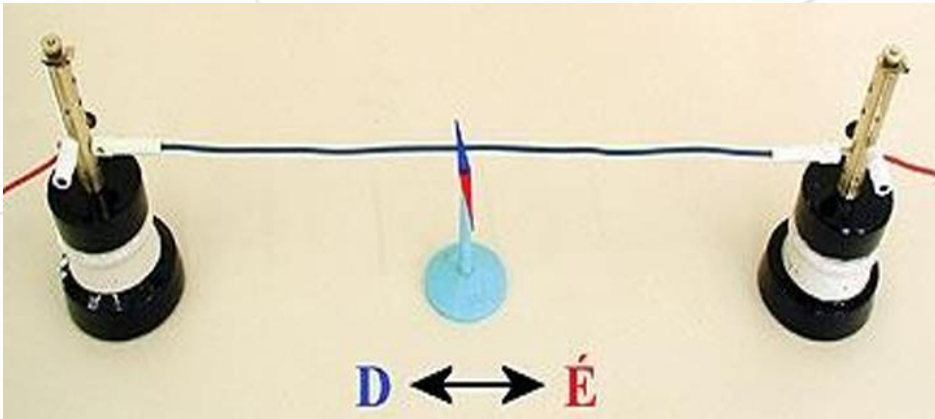
tehát

A Föld északi pólusa egy mágneses déli pólus mert vonzza a mágnesű (mágneses) északi pólusát.

A Föld mágnesessége



Van-e kapcsolat az elektromosság és mágnesesség között? Oersted felfedezése - 1820



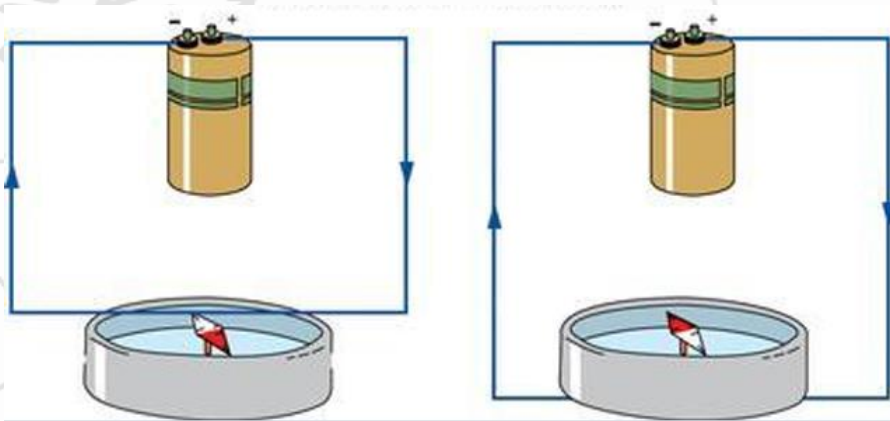
Hans Christian
Oersted

(1777-1851)

dán fizikus, vegyész



Vasreszelék az áramátjárta vezető körül.



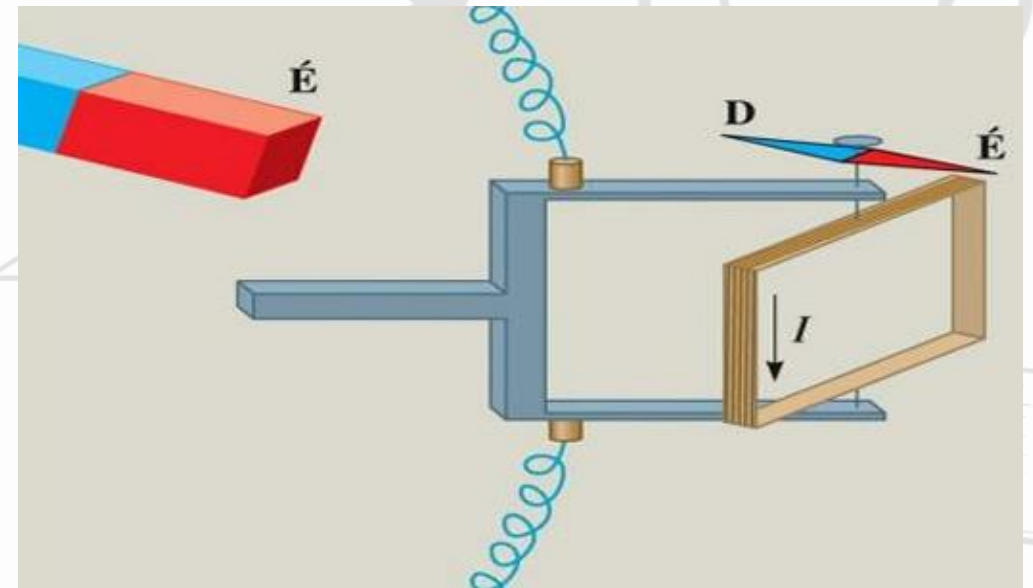
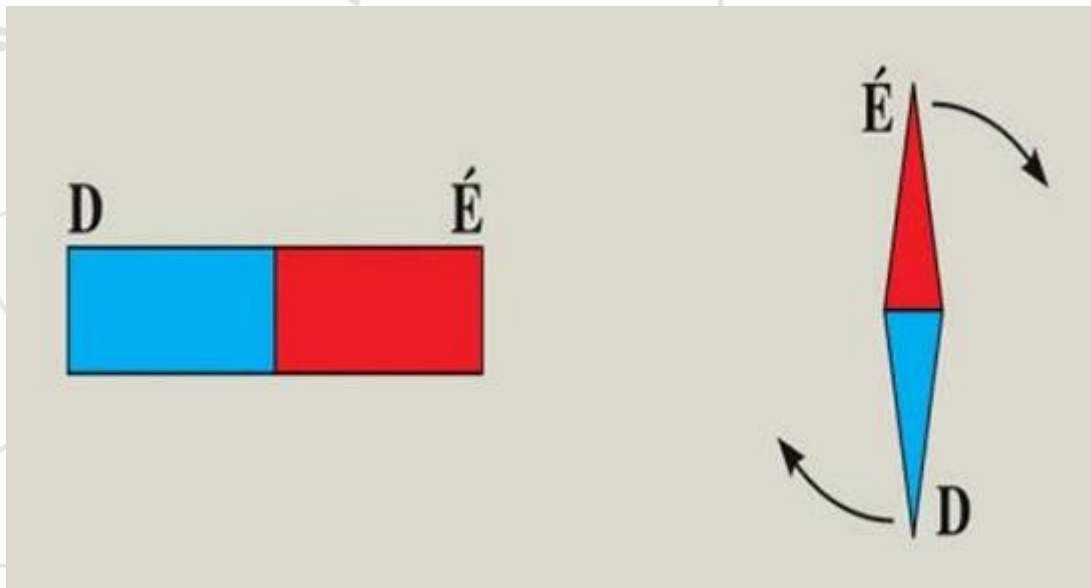
A mágneses teret az elektromos áram, azaz a mozgó elektromos töltés kelti!

A mágneses mező „erőssége” - A mágneses indukció

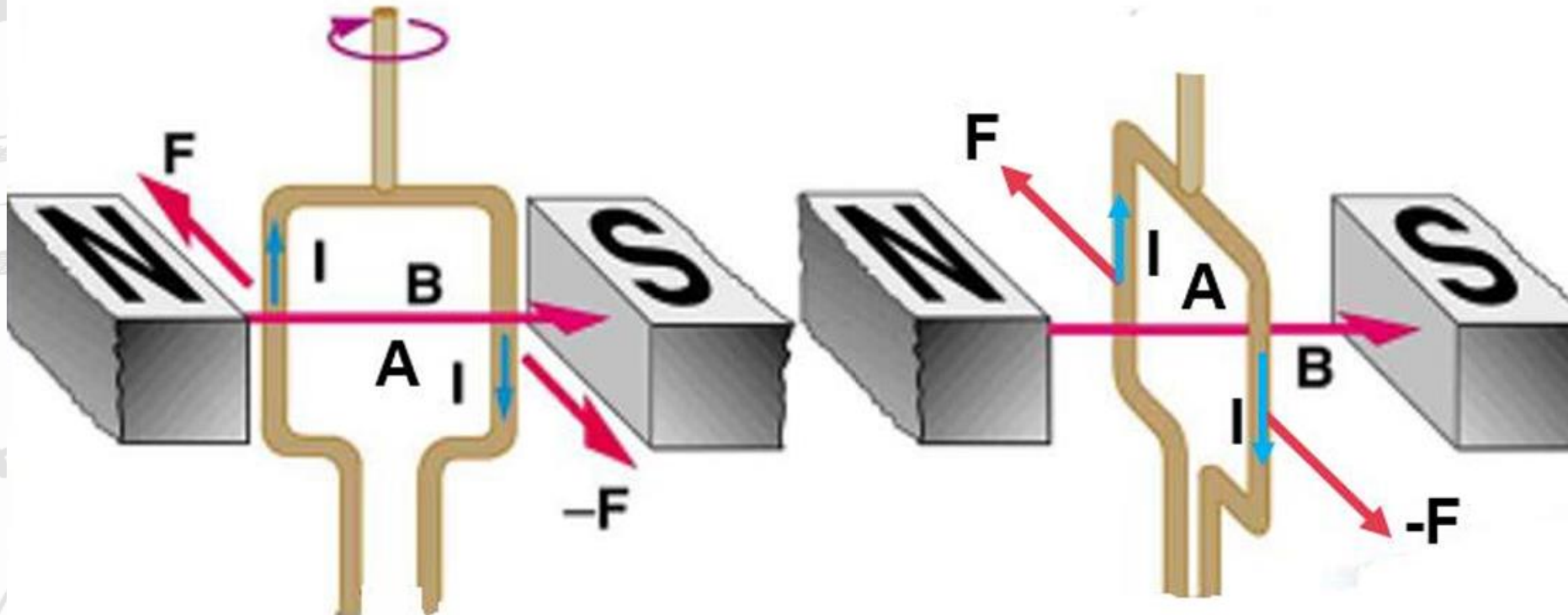
A mágneses mezőt a mozgó elektromos töltés (áram) hozza létre és ugyancsak mozgó töltésre (áramra) van hatással.

(Az elektrosztatikus mezőt nyugvó töltés hozza létre és nyugvó töltésre van hatással.)

A mágneses mező erősségét a mágneses dipólusra (pl. iránytű, vagy magnetométer) kifejtett forgatónyomatékával jellemezhetjük



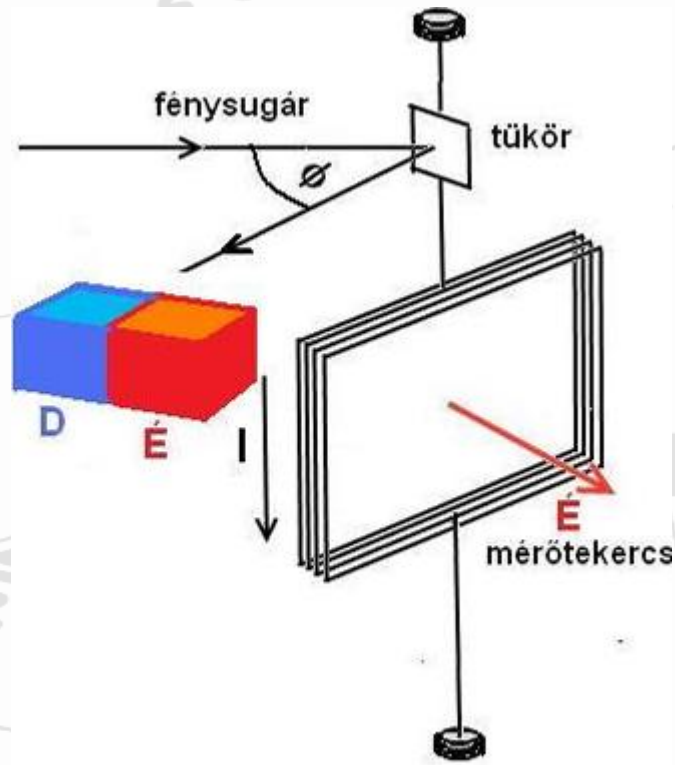
A mágneses tér forgatónyomatéka egy áramjárta keretre.



ha $\vec{B} \parallel \vec{A} \rightarrow M = B \cdot I \cdot A$
= *maximális*

ha $\vec{B} \perp \vec{A} \rightarrow M = 0$
Egyensúlyi helyzet

A mágneses mező „erőssége” - A mágneses indukció



Mágneses indukció mérése magnetométerrel. Az áramjárta mérőkeret belsejében mágneses tér van (irányát a piros nyíl mutatja). A keretre a közelében lévő (piros és kék színű) mágnes tere forgató hatással van. Ezt mérjük.

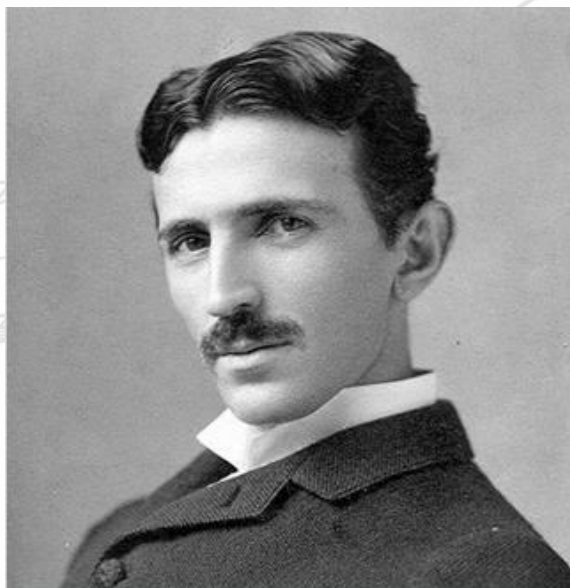
- A $B = \frac{M}{N \cdot I \cdot A}$ hányadost **mágneses indukciónak** nevezzük.

- N: a mérőkeret menetszáma
- I a keretben folyó áram erőssége
- A: a keret keresztmetszete
- M: az áramátjárta keretre a mágneses térben ható forgatónyomaték

- A mágneses indukció mértékegysége *Nikola Tesla* (1856 – 1943) emlékére a Tesla.

$$1T = 1 \frac{N \cdot m}{A \cdot m^2} = 1 \frac{V \cdot s}{m^2}$$

B = 1 Tesla. Sok vagy kevés?



34 éves Nikola Tesla



Tesla emléktáblája New Yorkban

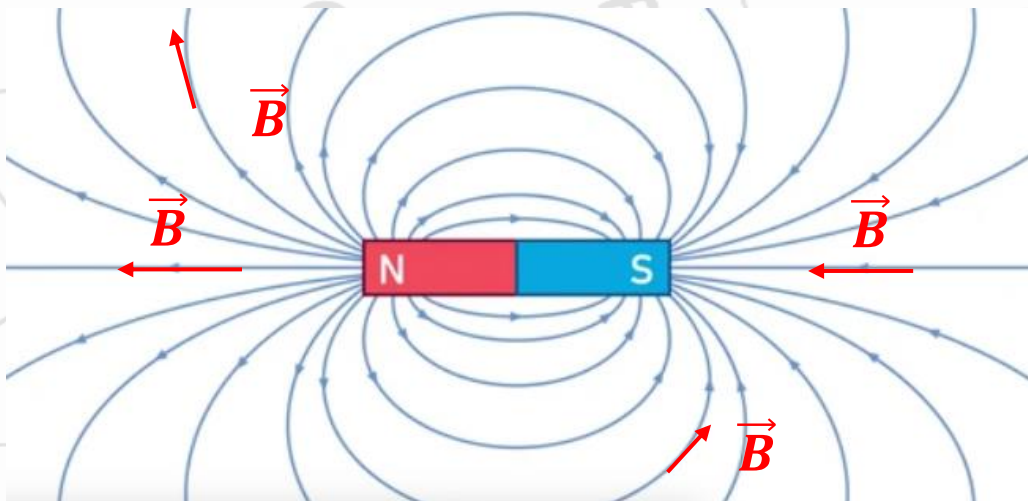
1 Tesla igen erős mágneses mező. Ekkora indukciót létesítenek a Mágneses Rezonanciás (MR) orvosi vizsgálatok végrehajtásához. Egy mágneskártya letörléséhez kb. 0,1 T szükséges. A Föld mágneses mezejének indukciója hazánkban kb. $4 \cdot 10^{-5}$ T.

A mágneses indukcióvektor



A mágneses mezőt szemléletesen jellemző vonalakat mágneses indukcióvonalaknak nevezzük.

A mágneses mező indukcióvonalai mindig zárt görbék tehát a mágneses mező örvényes azaz forrásmentes - nincs egyedi "forráspontja", amelyből a mező kiindul.



Az indukcióvonalak érintőjének iránya megegyezik a mágneses indukcióvektor irányával. Az indukcióvonalakra merőleges egységnyi felületen át annyi indukcióvonalat képzelünk, amennyi a mágneses indukció számértéke.

A mágneses fluxus

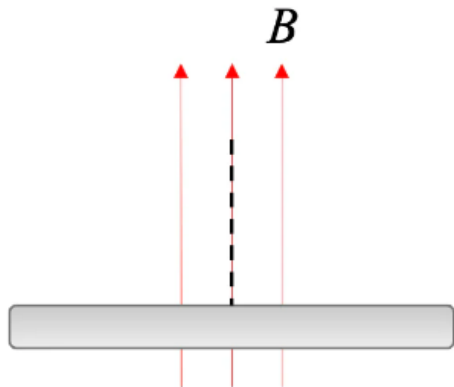
Egy felületen áthaladó összes indukcióvonal száma a felület mágneses fluxusának számértékét adja.

A fluxus mennyisége a mágneses indukcióra merőleges A nagyságú felületen:

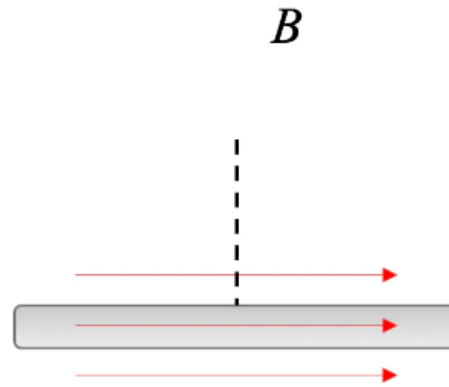
$$\Phi = B \cdot A$$

A mágneses fluxus mértékegysége a weber:

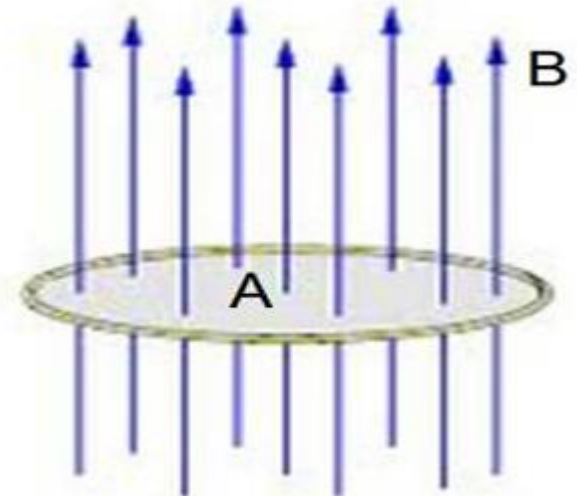
$$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V} \cdot \text{s}$$



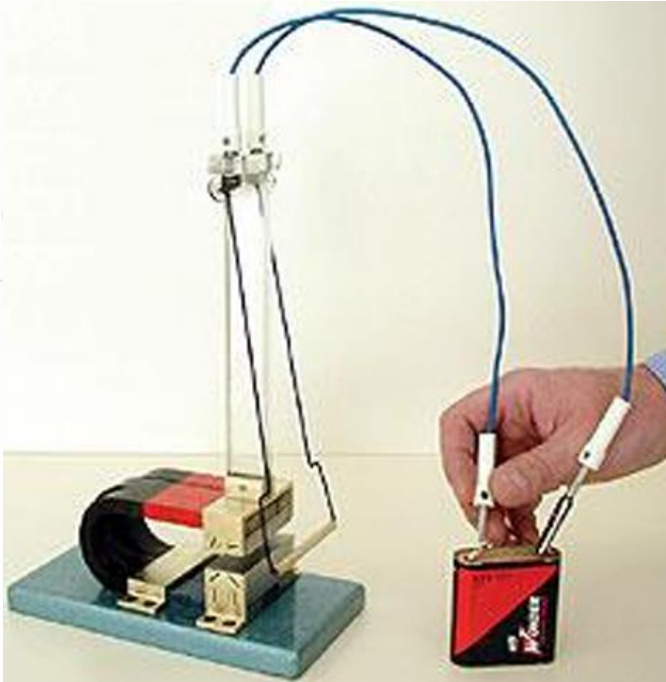
Maximum magnetic flux



Zero magnetic flux



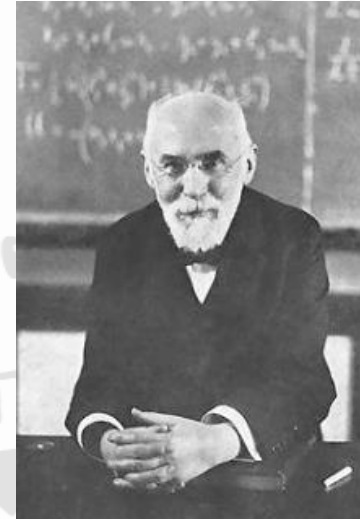
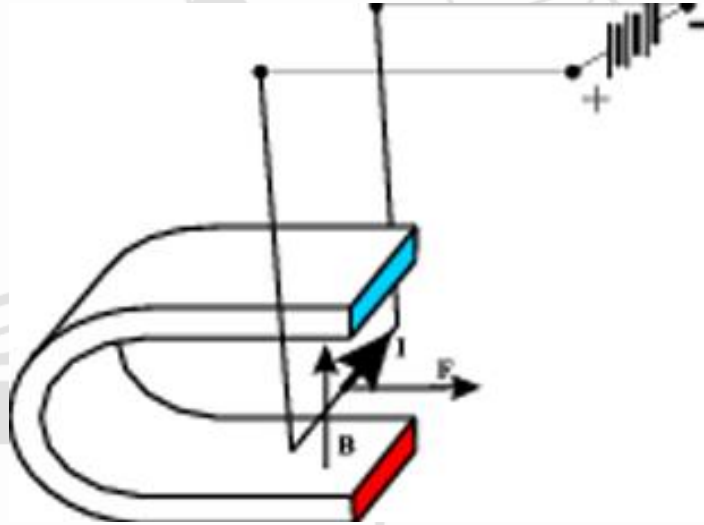
Áramjárta vezetőre ható erő – Lorentz erő.



Ha az ábrákon lévő vezetőkre áramforrást kapcsolunk azok a mágneses tér hatására hintához hasonlóan kilendülnek.

[Animáció a Lorentz erőre. \(Walter Fendt\)](#)

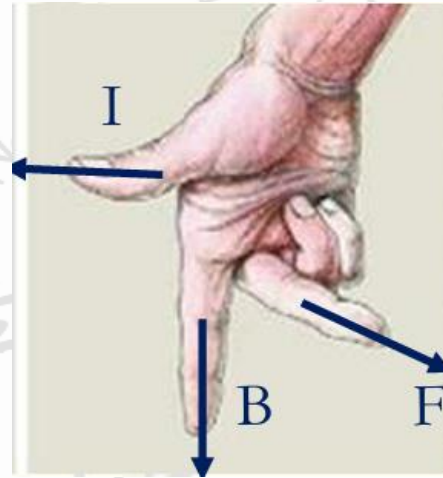
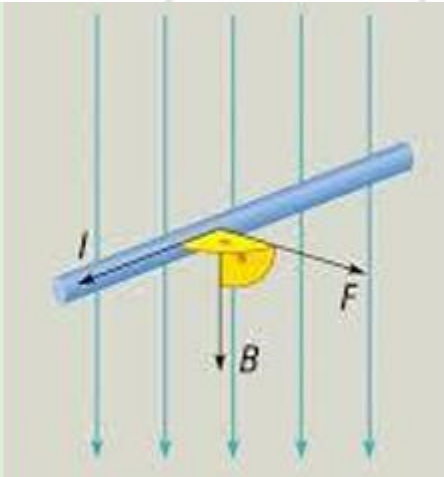
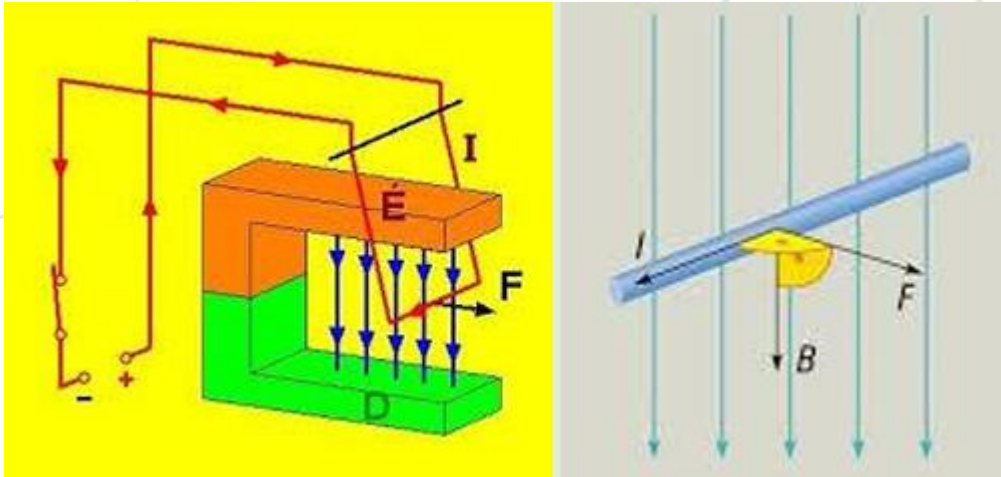
[Animáció Lorentz erőről \(geomatech\)](#)



Hendrik Lorentz
(1853 – 1928)
holland fizikus

[Animáció Lorentz erőről – emelt szint \(geomatech\)](#)

Áramjárta vezetőre ható erő – Lorentz erő.



$$F_{max} = B \cdot I \cdot l$$

Irányszabály:
jobb kéz szabály

I : vezetőben folyó áram
B : mágneses indukció
l: a vezető mágneses térben lévő hossza

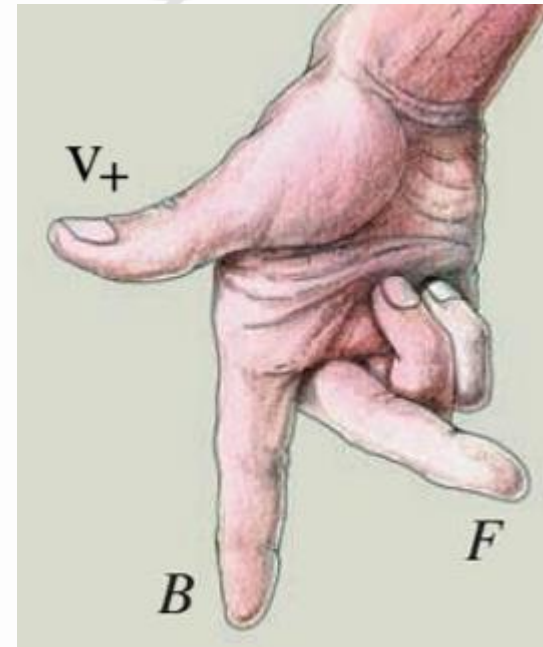
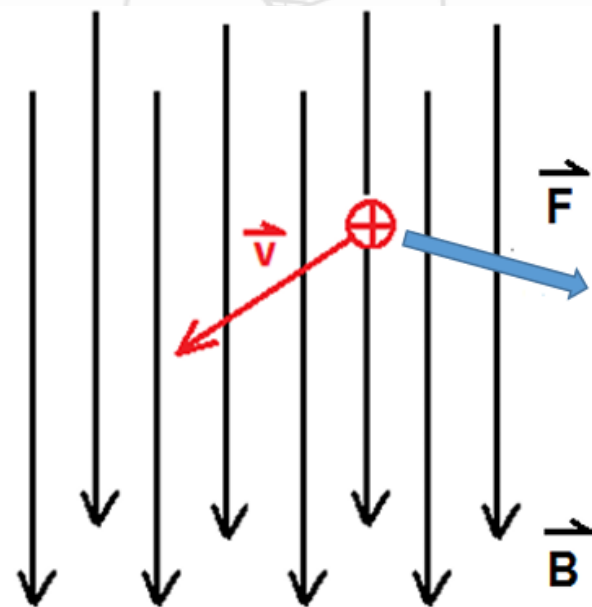
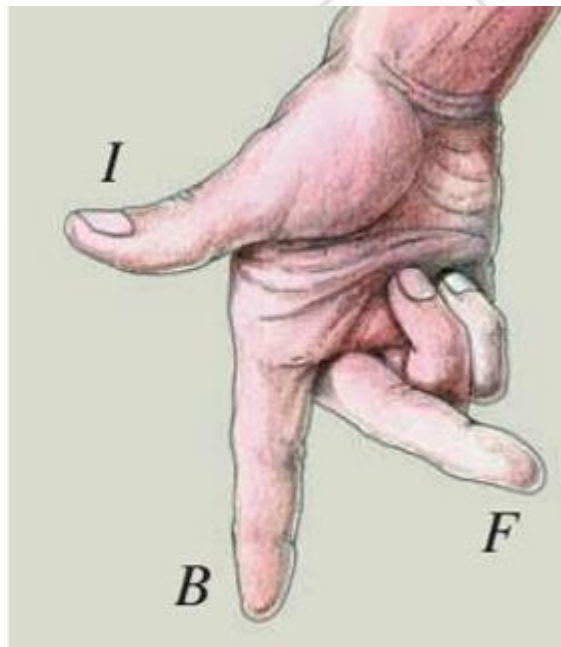
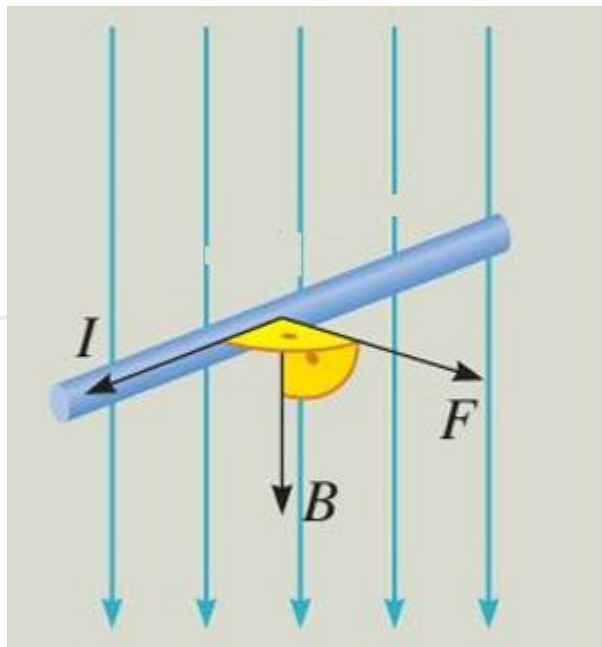
A mágneses térben az áramjárta vezetőre erő hat, amikor a vezető nem párhuzamos helyzetű az indukcióvonalakkal. Az erőhatás nagysága maximális, ha az áram iránya merőleges az indukcióvonalakra.

[Animáció a Lorentz erőre. \(Walter Fendt\)](#)

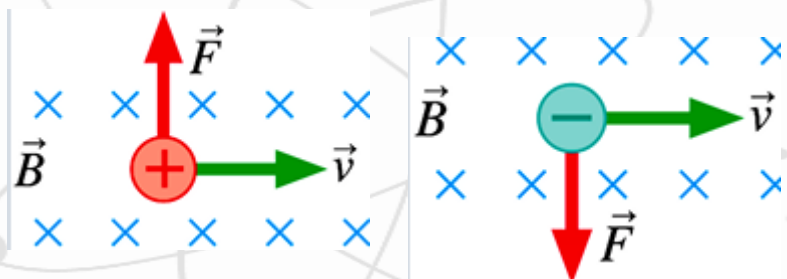
[Animáció Lorentz erőről \(geomatech\)](#)

[Animáció Lorentz erőről – emelt szint \(geomatech\)](#)

Mozgó elektromos töltésre ható Lorentz erő.



Kétdimenziós ábrák:



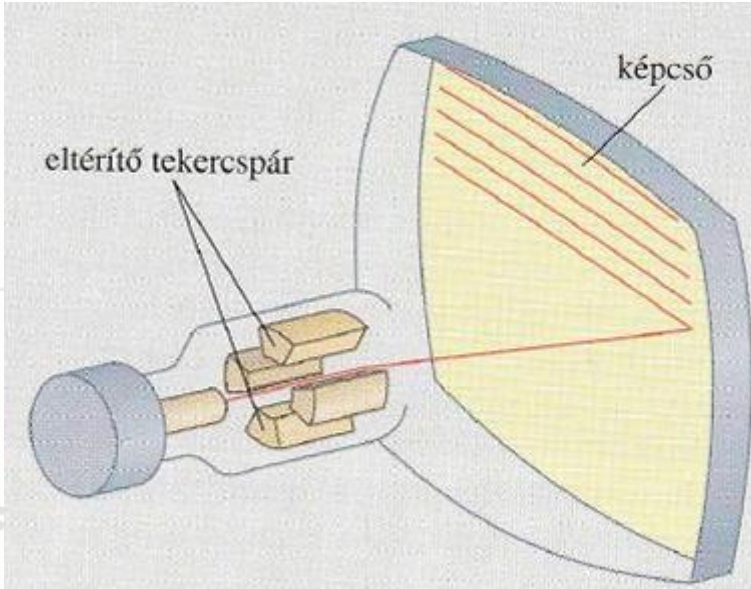
$\times \times \times \times$
 $\times \times \times \times$
 $\otimes$
 Oldal síkjára merőleges
 befelé mutató vektor

$\cdot \cdot \cdot \cdot$
 $\cdot \cdot \cdot \cdot$
 $\odot$
 Oldal síkjára merőleges
 felénk mutató vektor

$$f_L = q \cdot v \cdot B \text{ ha } \vec{B} \perp \vec{v}$$

$$f_L = 0 \text{ ha } \vec{B} \parallel \vec{v}$$

Mozgó töltésre ható Lorentz erő a gyakorlatban

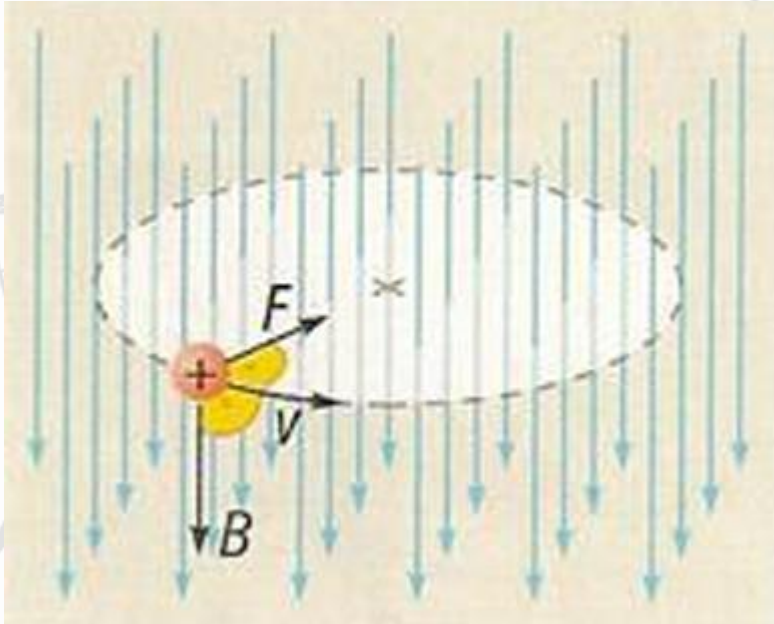


A hagyományos TV képcsővekben tekercspárok eltérítő mágneses tere irányította az elektronsugarakat.

A katódsugárcsőben mozgó elektronok a közeledő mágnes hatására (pólustól függően) eltérülnek eredeti irányuktól.



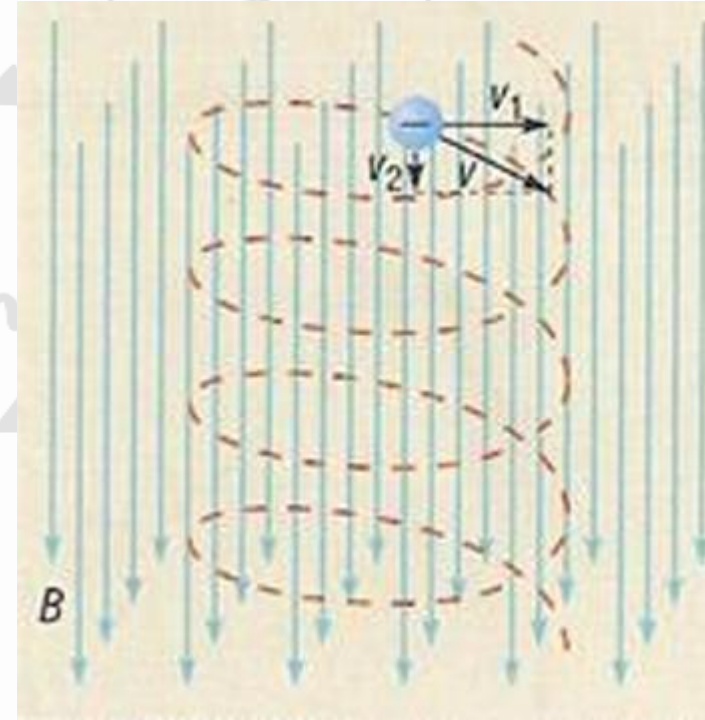
Mágneses térben mozgó töltések



Homogén mágneses mezőben az indukcióvonalakra **merőleges sebességű** részecske **körpályára** kényszerül.

$$F_{cp} = F_L$$

$$r = \frac{m \cdot v}{B \cdot Q}$$



Homogén mágneses mezőbe a töltés általában **nem az indukcióvonalakra merőlegesen** érkezik. A sebességnek lesz az indukcióvonalakra merőleges (v_1) és azokkal párhuzamos (v_2) komponense. Ilyenkor a részecske **spirál pályán mozog**.

Egyenáramok mágneses tere

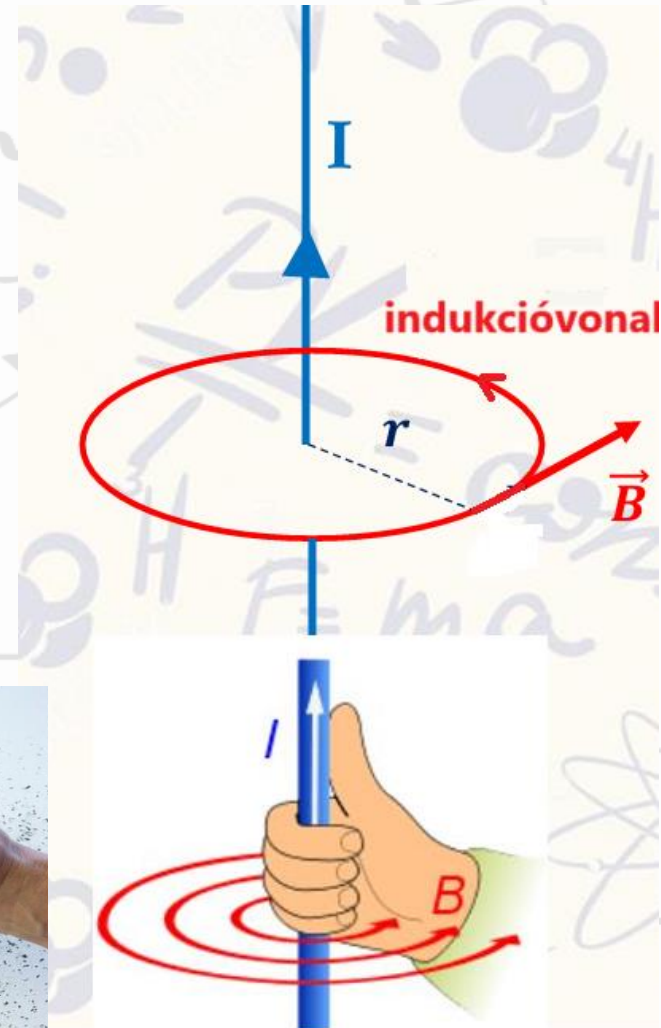
Egyenes vezető mágneses tere



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

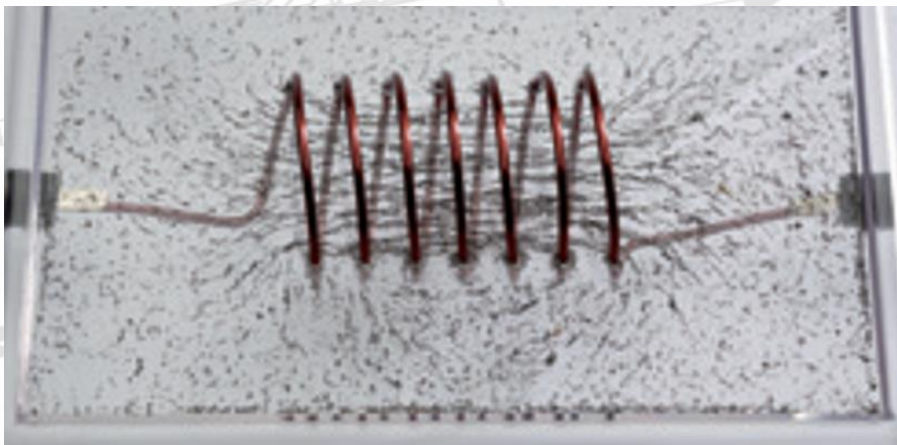
$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$$

A légtüres tér mágneses állandója
(abszolút permeabilitása)
Levegő esetén is lehet ezzel számolni



Egyenáramok mágneses tere

Szolenoid vezető mágneses tere



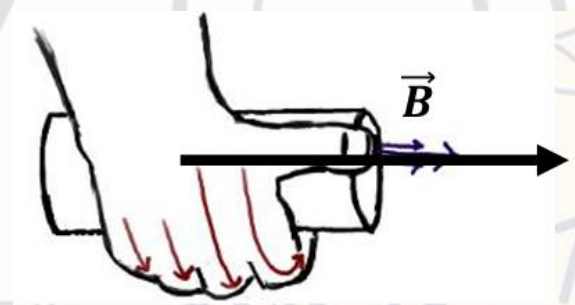
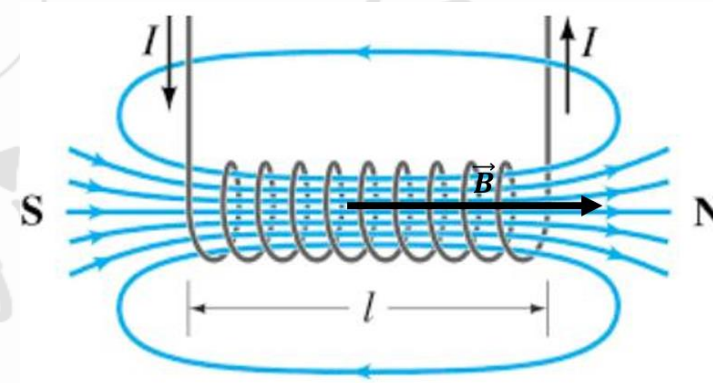
Szolenoid vezető: hosszú, keskeny egy rétegben csévelt egyenes tekercs. A tekercs belsejében a mező homogén.

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

N – menetszám

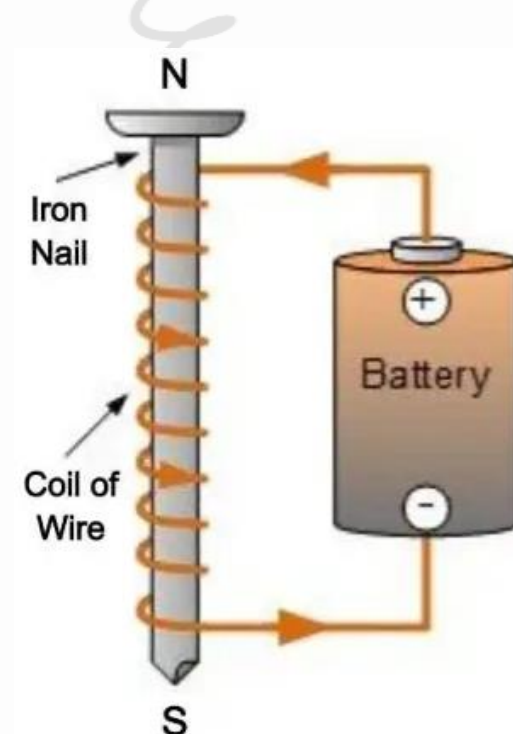
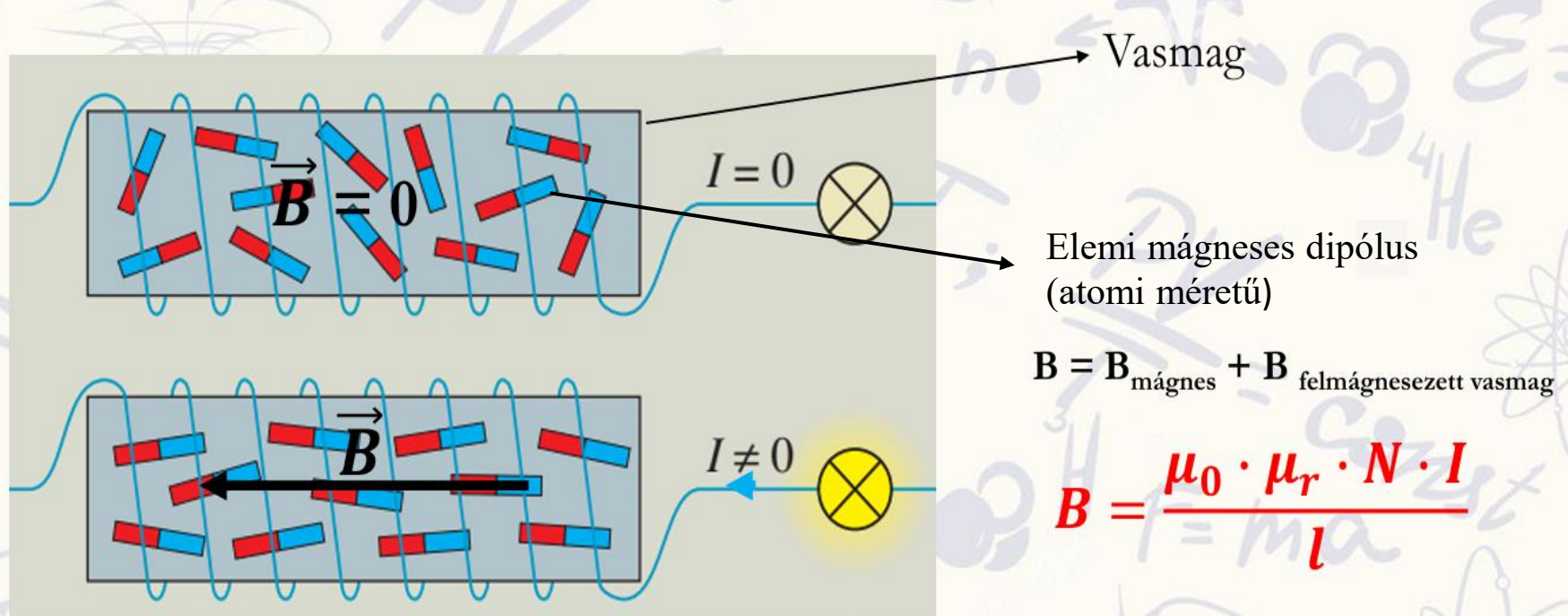
l – a tekercs hossza

I – a tekercsen folyó áram erőssége



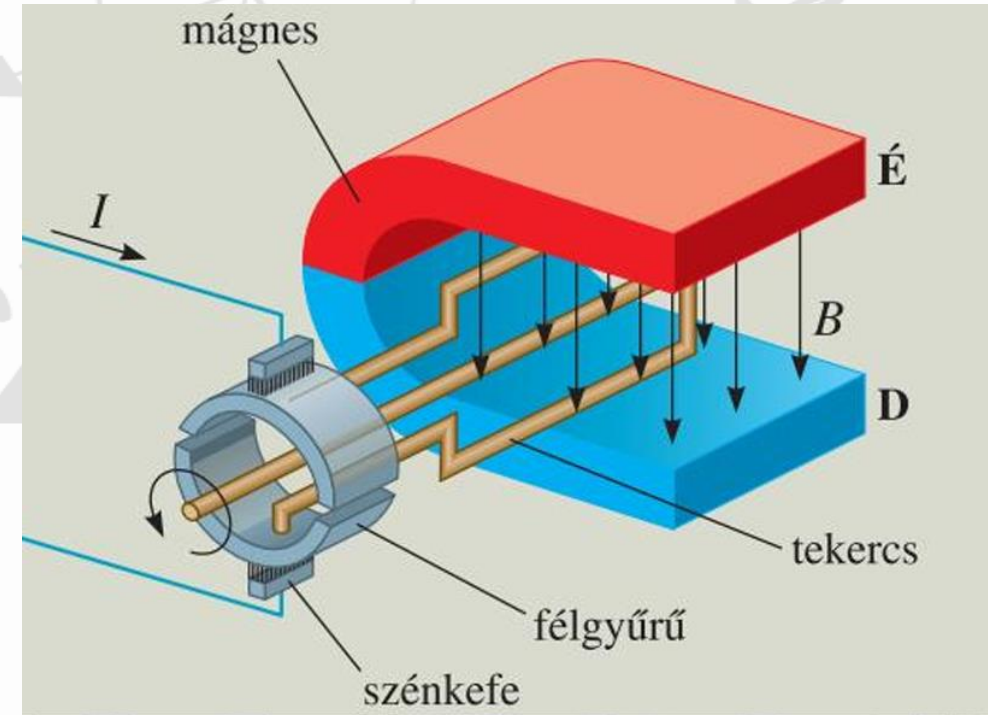
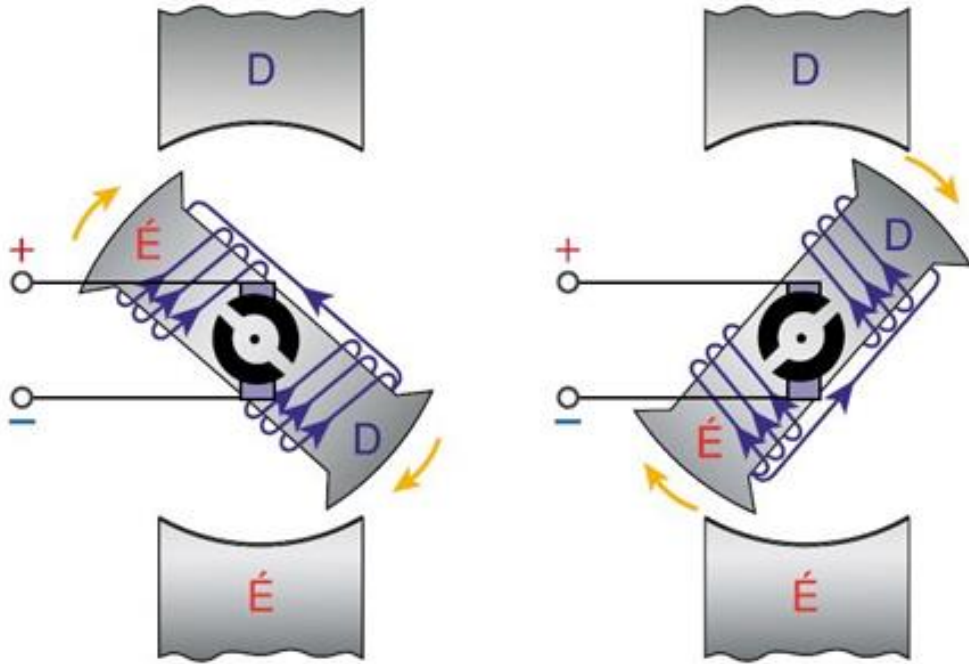
Írány szabály az indukció irányának meghatározására (markolós jobbkez szabály)

Elektromágnes – vasmagos tekercs



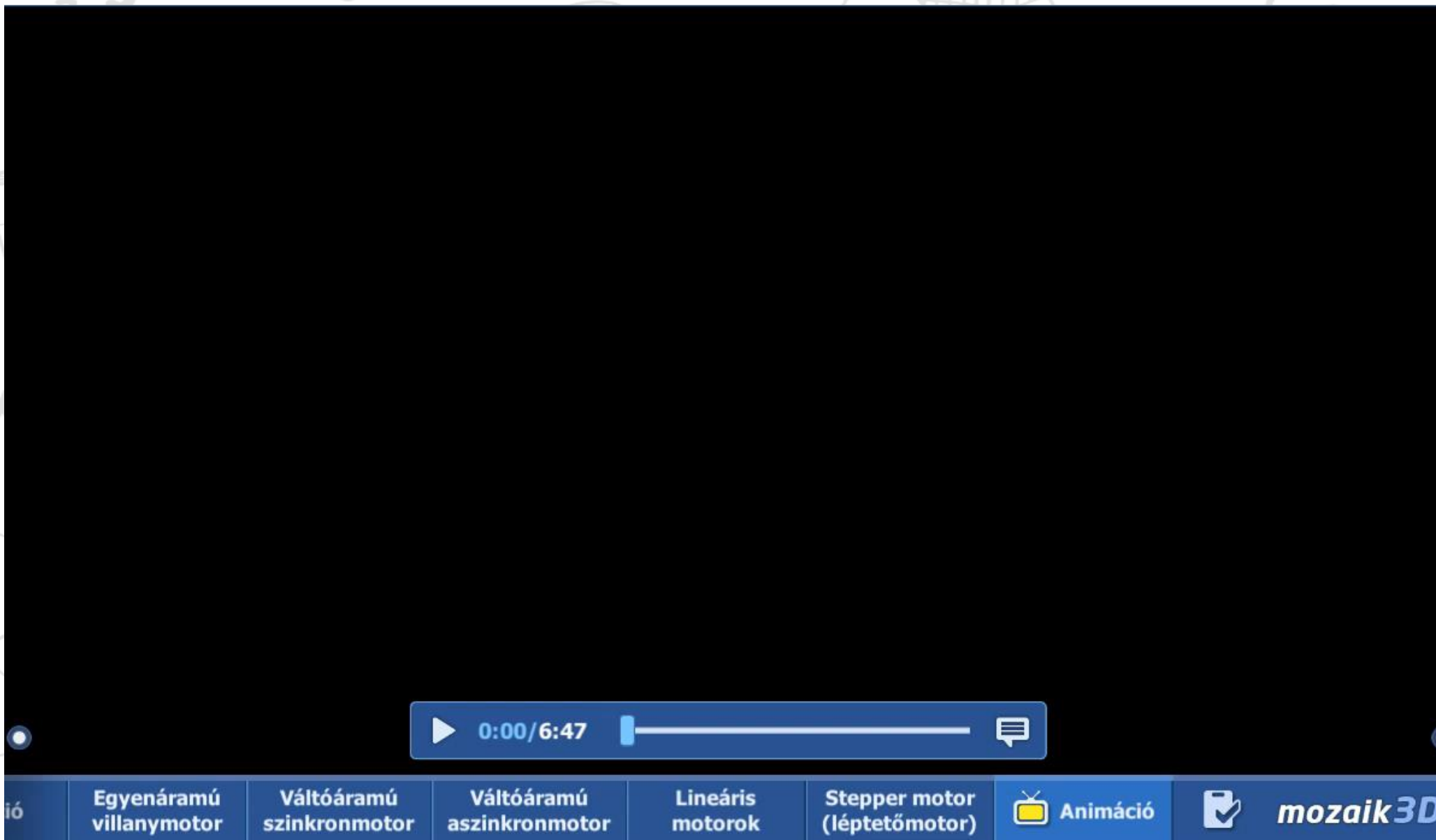
A vasmag elemi dipólusai irányba rendeződnek az áram mágneses hatása alatt. Így a vas felelőrösi az áram mágneses terét. Ezt a képletben a μ_r tényező bevezetésével értelmezzük, melyet a vasmag relatív mágneses permeabilitásának nevezünk. Ez egy számadat mely megmutatja hányszorosára növeli meg a vasmag az áram mágneses mezejét a felmágneseződése által. Ez a szám akár több ezer is lehet.

Az egyenáramú villanymotor



Egyenáramú motor
(Walter Fendt animációja)

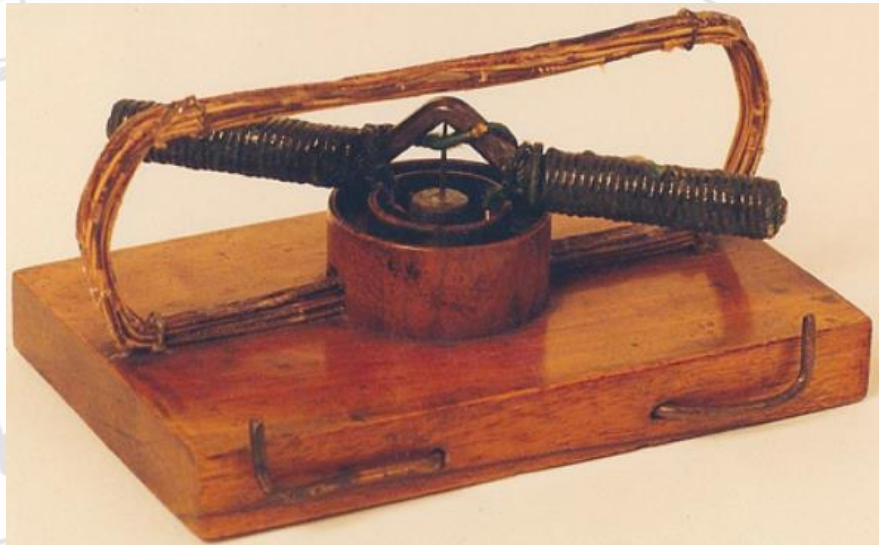
Videó a motorokról (mozaik)



Jedlik Ányos és a villanymotor

Jedlik Ányos (1800–1895) győri bencés matematika és fizika szakos tanár.

1829-ben készítette el a villanymotor őst, a „villanydelejes forgonyát”.



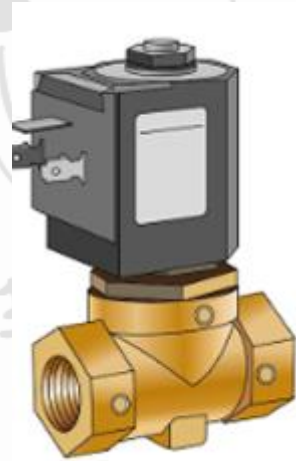
Jedlik Ányos a magyar tudomány kimagasló egyénisége. Nevéhez fűződik, többek között, az első elektromotor megalkotása, az öngerjesztés elve, a dinamóelv első leírása.

Fénytanban és hőtanban is kimagasló eredményeket ért el

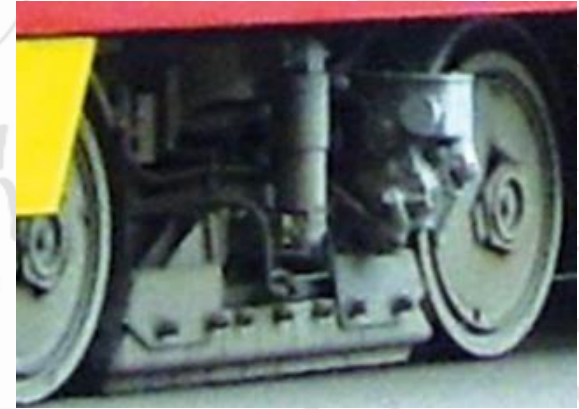
Elektromágnesek a gyakorlatban



teheremelő elektromágnes



mágnesszelep

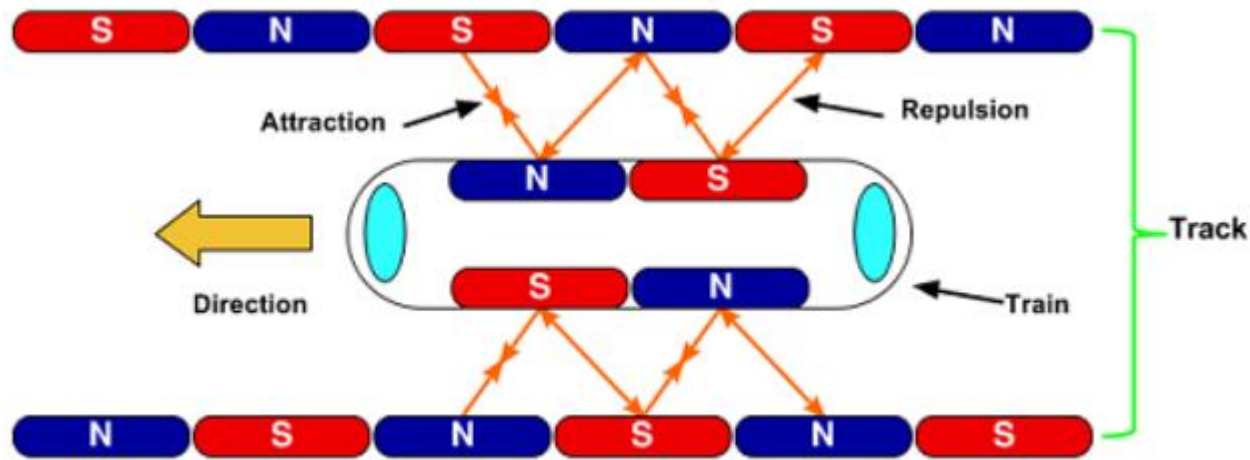


elektromágneses sínfék



A kenyérpirítóban a melegítés alatt egy elektromágnes tart bekapcsolt állapotban egy érintkezőt. A sütési idő leteltével az elektromágnes elengedi az érintkezőt, ami megszakítja a fűtőáramkört.

Elektromágnesek a gyakorlatban

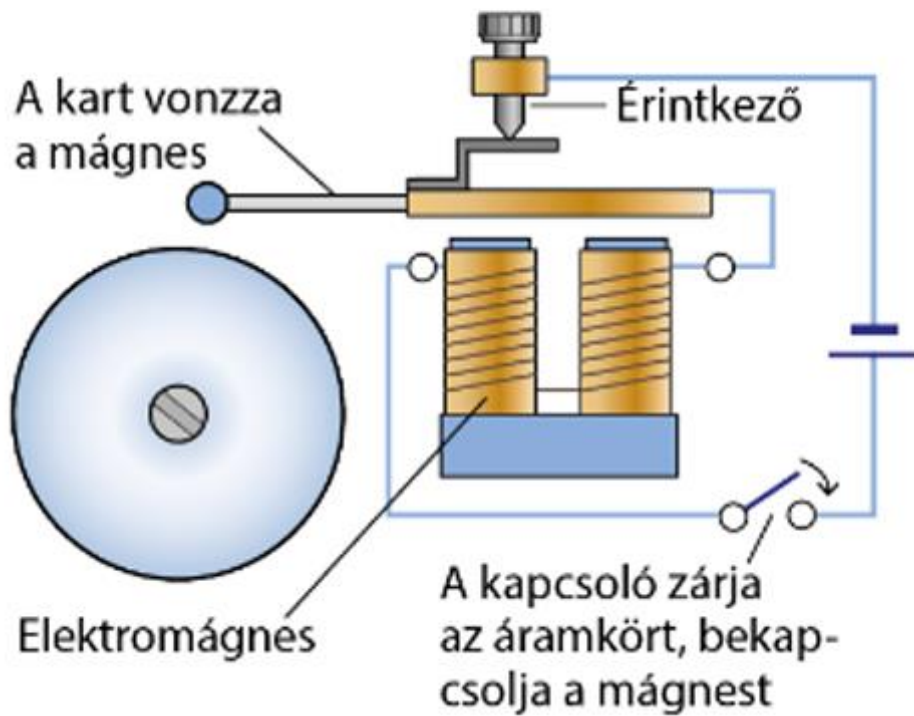


MagLev – japán mágneses vonat
határsebesség 600 km/h

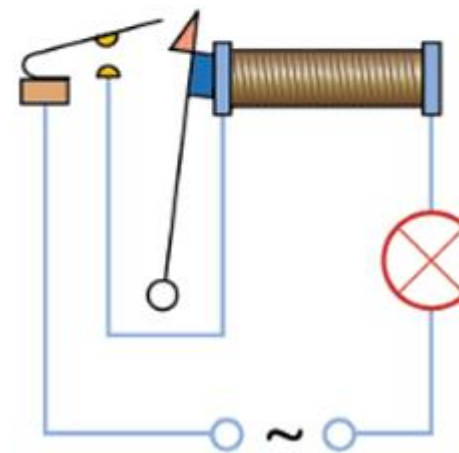
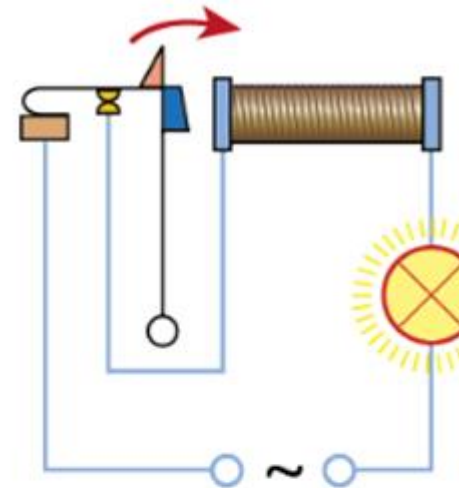
$$F_g = \frac{6 m_1 m_2}{r^2}$$

Elektromágnesek a gyakorlatban

Elektromos csengő

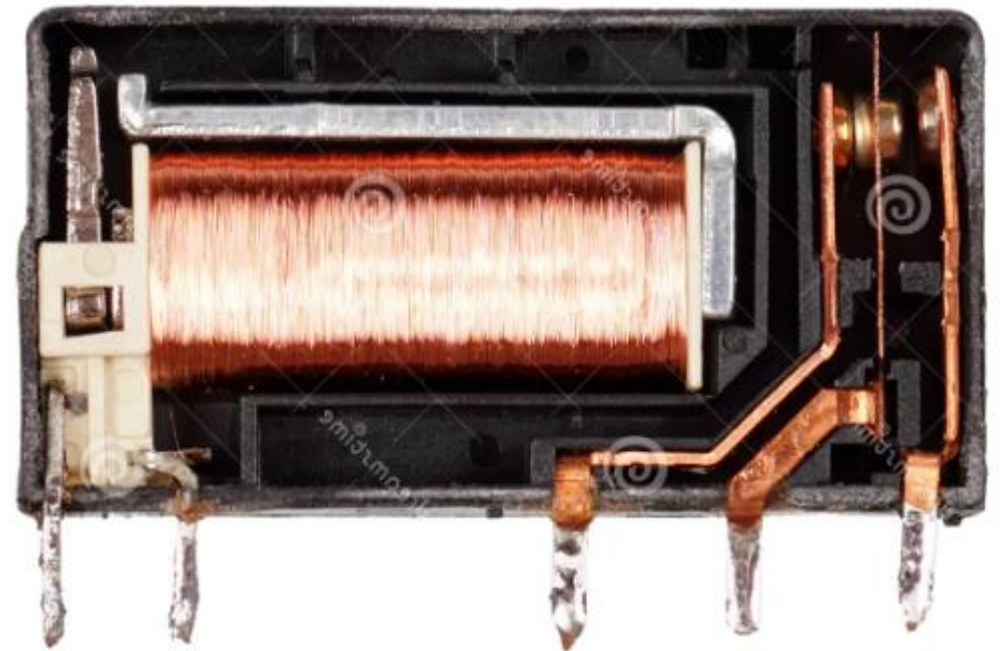
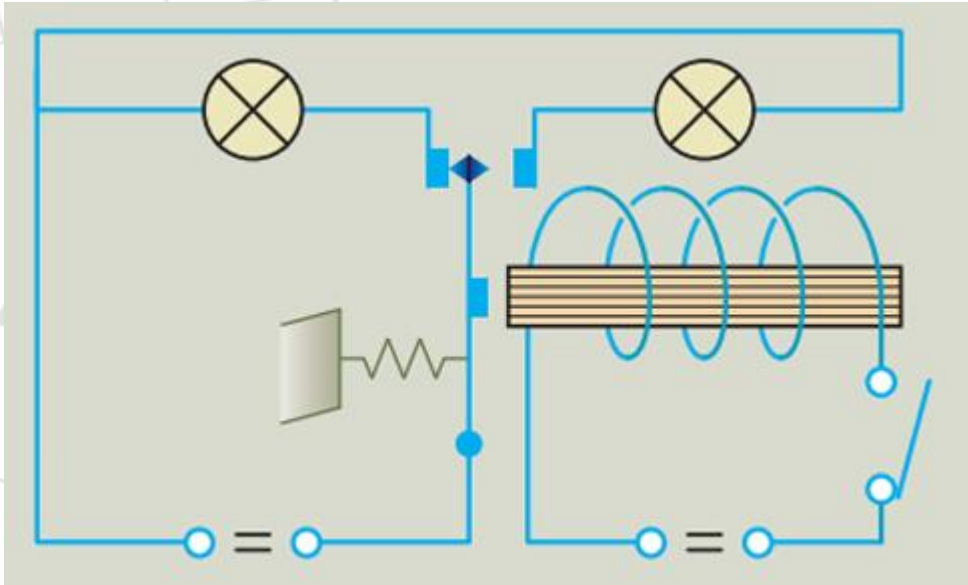


Önkioldó – automata biztosíték



Elektromágnesek a gyakorlatban

Kétállású relé - távkapcsoló



Elektromágnesek a gyakorlatban

Lengőtekerceses hangszóró

