

Erőhatások mágneses mezőben

A tématervezés több óra anyagát öleli fel. Érdekes a laboratórium adta lehetőségeket kihasználva a tananyag-egységet a szokásos ütemezéstől eltérően a kísérletekkel végigvenni. A feldolgozás többi fázisa (gyakorlás, feladatmegoldás, gondolkodtató kérdések, problémák felvetése, számonkérés) már maradhat „otthonra”.

Bevezető:

Az elektromos és mágneses mezővel való ismerkedés során természetes, hogy az elektromos mező hat az elektromos töltésre, mágneses mező hat a mágneses dipólusra. A két mező összefonódása – ahogyan az a felfedezésekor meglepő volt – a gyerekek számára is érdekes.

Jól illik ide a történeti leírás:

„1820 február 15-én (egy adat szerint már 1819 végén) Hans Christian Oersted

<http://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A1jl:%C3%98rsted.jpg> dán fizikus a koppenhágai egyetemen szokásos előadását tartotta, amikor váratlan dolog történt. A professzor a galvánáram különféle hatásait szemléltette kísérletekkel a diákjai előtt. Éppen egy vékony platinahuzalt illesztett egy Volta-oszlop két sarka közé, hogy bemutassa a hőhatást, amikor az asztalon egy közelben álló iránytű megmozdult. Oersted csaknem kővé meredt a csodálkozástól, amikor meglátta a mágnesű kitérését – írta később egyik tanítványa”. (Greguss Ferenc: *Élhetetlen feltalálók, halhatatlan találmányok*)

Az előző órákon megismerkedtünk az időben állandó mágneses mező néhány tulajdonságával, bevezettük a mágneses indukcióvektort.

Most tegyük fel a kérdést: ha az elektromos mező hatással van a mágnesre, vajon a **mágneses mező hat-e az elektromos töltésre?**

Nézzük meg!

- Vizsgáljuk meg először, mi történik, ha „nyugvó” töltés kerül mágneses mezőbe. (Természetesen hőmozgás van, de az csekély, és rendezetlen is.)



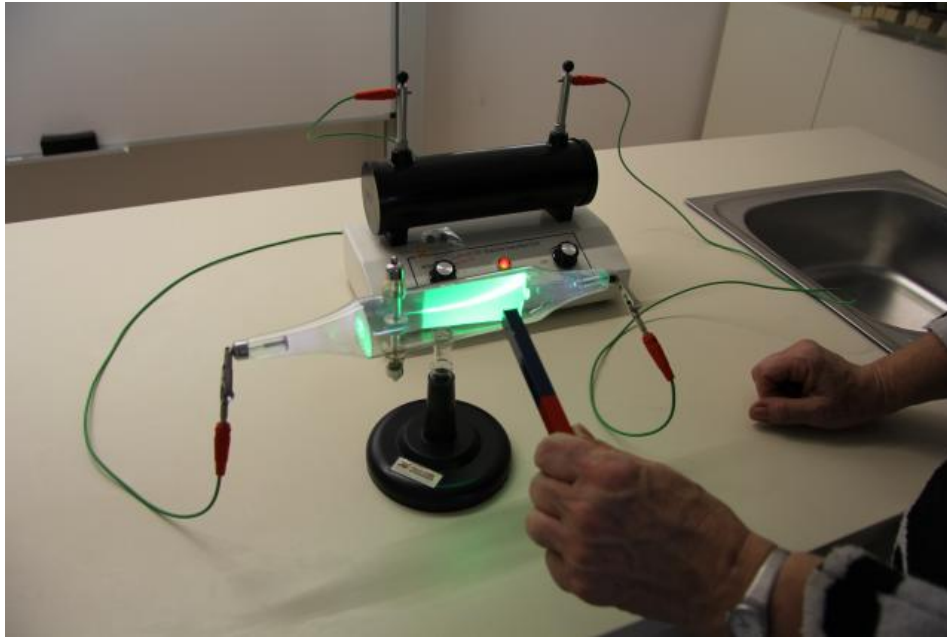
Mágneses mezőbe helyezünk vezetőt - nincs hatás.

- Most vizsgáljuk meg, hat-e a mágneses mező a mozgó töltésre! Mozgó töltéseket katódsugárcsővel tudunk előállítani. Felépítését, működését szimulációval meg tudjuk mutatni:

Katódsugárcső elektronnyalábja:

http://www.colorado.edu/physics/2000/tv/bright_and_dark.html

A Lorentz – erőt kísérlettel mutatjuk be katódsugárcsővel. Erre a **laboratórium eszköze** kiválóan alkalmas:



A kísérletben jól látható, hogy mágneses mezőben mozgó töltésre erő hat, a **Lorentz-erő**.

A Lorentz-erő Hendrik Antoon Lorentz (1853 – 1928) holland fizikus nevét viseli

http://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A1jl:Hendrik_Antoon_Lorentz.jpg

A **Lorentz-erőt** leíró összefüggés: $\vec{F} = Q \cdot \vec{v} \cdot \vec{B} \cdot \sin\alpha$, ahol α a \vec{v} és \vec{B} hajlásszöge.

\vec{F} irányát jobbkézsabály adja meg. (A vektori szorzatot középszintű matematika órán nem tanulják. A szöveggények eddigre már megvannak. Ha nem, érdemes bevezetni itt, röviden).

Megnézhetjük szimulációval is:

Katódsugárcső :

Mágneses eltérítés rúd mágnesekkel:

http://www.colorado.edu/physics/2000/tv/moving_electrons.html

Mágneses eltérítés tekercsekkel:

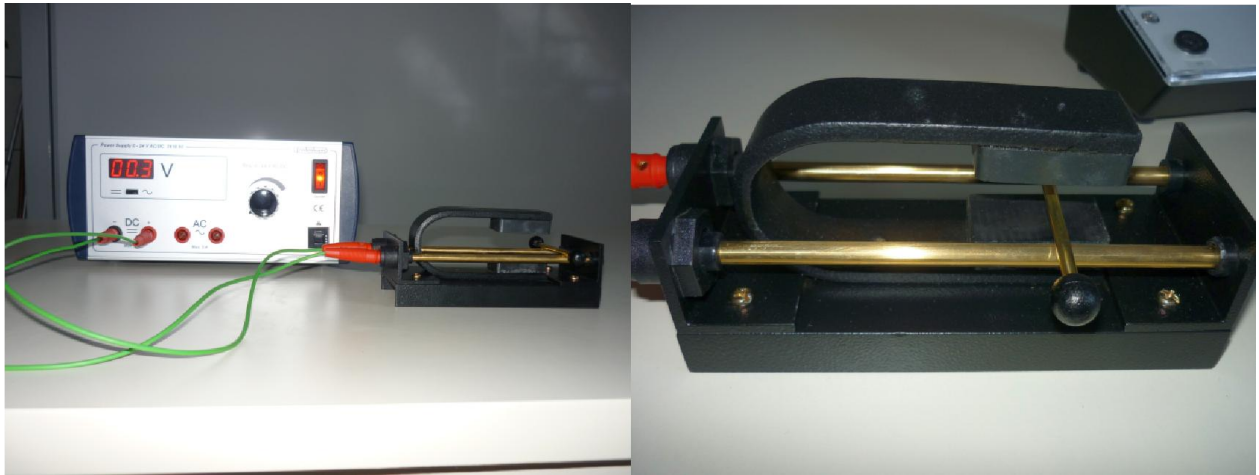
http://www.colorado.edu/physics/2000/tv/moving_electrons2.html

A Lorentz-erő következményei:

I. mágneses mező hatása áramjárta vezetőre:

Ismét a **laboratórium kísérleti eszközt** használjuk, majd elemezzük, hogy tulajdonképpen az előző kísérlettel azonos. A mozgó elektronokra hat a Lorentz-erő. Itt külön rá is csodálkozhatunk, milyen nagy ez az erő, hiszen a rézvezeték anyagát képes megmozdítani. A jelenséget leíró összefüggés az áramerősséggel:

$$F = B \cdot l \cdot v \sin \alpha , \text{ ahol } \alpha \text{ B vektor és l hajlásszöge}$$

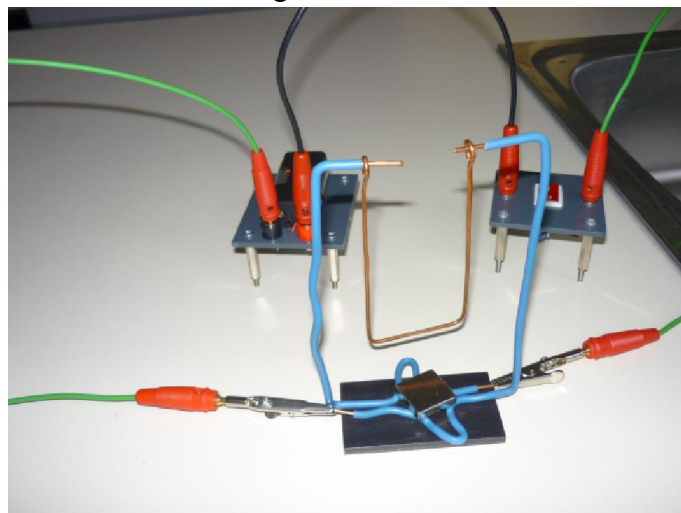


II. Mozgási indukció jelensége:



Az áramkörben nincs feszültségforrás, a töltések mozgását mi magunk végezzük. Tehát ismét mozgó töltés mágneses mezőben. Mivel a Lorentz-erő épp a vezetékkel azonos irányú, elektromos feszültség ill. áram jön létre. A jelenséget mozgási indukciónak nevezzük. (A képletet még nem érdemes szerepeltetni).

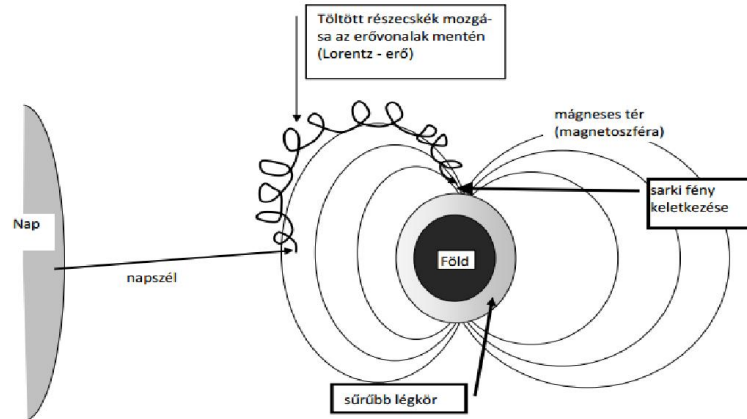
Ugyanez tanuló kísérleti eszközökkel – még intenzívebb is a hatás!



Alkalmazások:

Az alkalmazások, gyakorlati példák sora szinte kimeríthetetlen. Képekkel, szimulációkkal alátámasztva néhány:

- sarki fény keletkezése:



http://www.kalaszestigimi.hu/upload/fizika/fold-magnetoszfera_sarkifeny.pdf

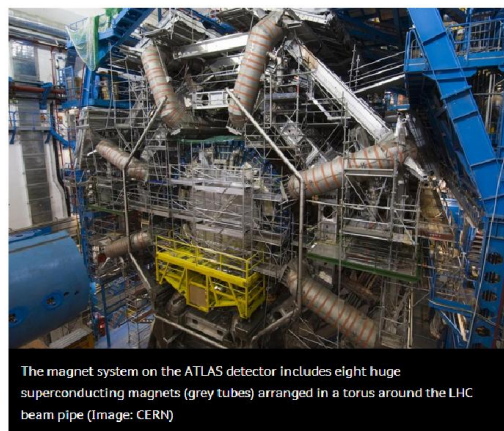
- ciklotron működése animációval: <http://nagysandor.eu/nuklearis/Cyclotron.htm>
A ciklotron történetéről, működéséről: http://www.youtube.com/watch?v=M_jIcDOKTAY
A CERN kör alakú alagútja



és a protonokat körpályára kényszerítő mágnesek:



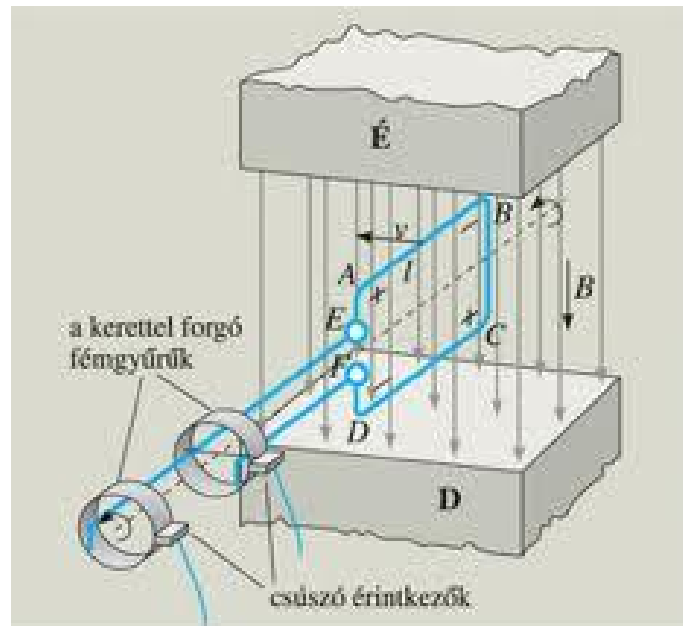
A CMS itt még a felszíni szerelőcsarnokban, a középső henger a hatalmas szolenoid mágnes



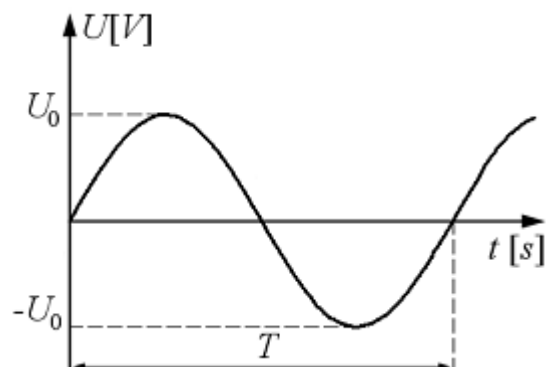
The magnet system on the ATLAS detector includes eight huge superconducting magnets (grey tubes) arranged in a torus around the LHC beam pipe (Image: CERN)

<http://home.web.cern.ch/about/accelerators/large-hadron-collider>

- Nagyon fontos alkalmazás a váltakozó feszültség előállítása, hiszen a használt elektromos feszültséget szinte teljes egészében ezen az elven állítják elő, és távvezetéseken szállítják a felhasználási helyre:



A létrejött feszültség időbeni változása:



A részletes elemzés, irányok, szinuszos függés a tananyagban is jóval később következnek.