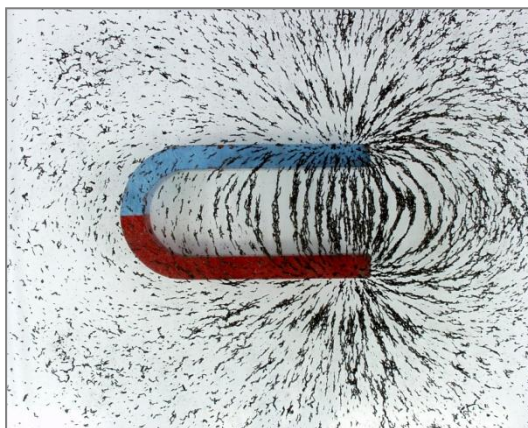


◀	Tartalom	Fogalmak	Törvények	Képletek	Lexikon	▶
---	----------	----------	-----------	----------	---------	---

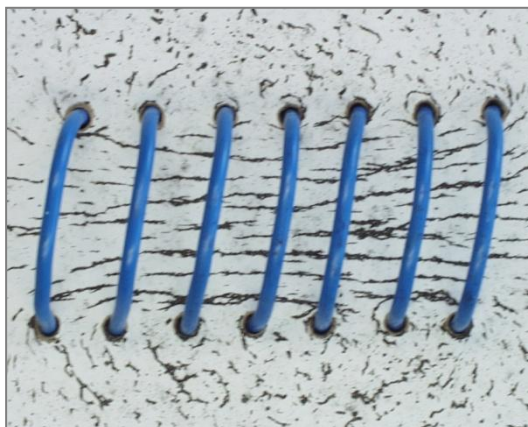
A tekercs, a körvezető és az egyenes vezető mágneses tere

Az olyan mágneses mezőt, amelyben az indukcióvektor mindenütt azonos nagyságú és ugyanolyan irányú, homogén mágneses mezőnek nevezzük. A homogén mezőben az indukcióvonalak egymással párhuzamosak, és mindenütt ugyanolyan sűrűségűek. Ennek megfelelően a homogén mezőben a vasreszelék párhuzamos vonalak mentén helyezkedik el.

Ha egy patkómágnest egy átlátszó lapot helyezünk és a lapra vasreszeléket szórunk, akkor a reszelék a patkó két vége közötti részen párhuzamos vonalak mentén rendeződik. A tapasztalatok szerint *a patkómágnes pólusai között homogén mágneses mező van.* Homogénnek tekinthető a mágneses mező két ellentétes mágneses pólus közötti térrészben is, ha a pólusok elég közel vannak egymáshoz.



A tekercs által létrehozott mágneses mező szintén szemléltethető vasreszeléssel. Ha a sokmenetes, átmérőjéhez képest hosszú tekercsben áram folyik, akkor a vasreszelék a tekercs belsejében egymással párhuzamos és mindenütt azonos sűrűségű vonalak mentén rendeződik. Ezek a vonalak a tekercs hossz tengelyével párhuzamosak. Elméleti úton



is bizonyítható, és próbatekercsrel végzett mérésekkel is igazolható, hogy az elektromos áram hatására *a sokmenetes, átmérőjéhez képest hosszú tekercs belsejében homogén mágneses mező alakul ki.* A mágneses indukcióvektor és az indukcióvonalak a tekercsben párhuzamosak a tekercs hossz tengelyével.

Elméleti úton, illetve mérésekkel is igazolható, hogy ha az átmérőjéhez képest hosszú, N menetszámú, l hosszúságú, vákuumban levő tekercsben I erősségű áram folyik, akkor a tekercs belsejében a mágneses indukció nagysága:

$$B = \mu_0 \cdot \frac{N \cdot I}{l} . \quad (1)$$

A képletben szereplő és a

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

összefüggéssel definiálható arányossági tényezőt a *vákuum permeabilitásának* nevezzük. Értéke elméleti megfontolások alapján

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}} = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2} \approx 1,256 \cdot 10^{-6} \frac{\text{N}}{\text{A}^2} .$$

Ha a tekercs nem vákuumban van, akkor a mágneses indukció nagysága megváltozik. A mérések szerint *az adott anyagban és a vákuumban mért mágneses indukció nagyságának hányadosa az adott anyagra jellemző állandó:*

$$\frac{B_{\text{anyag}}}{B_{\text{vákuum}}} = \text{állandó} .$$

Ezt a hányadost az adott anyag *relatív permeabilitásának* nevezzük. A relatív permeabilitás jele μ_r . Képlettel:

$$\mu_r = \frac{B_{\text{anyag}}}{B_{\text{vákuum}}} . \quad (2)$$

A relatív permeabilitás SI-mértékegysége:

$$[\mu_r] = \frac{[B_{\text{anyag}}]}{[B_{\text{vákuum}}]} = \frac{\text{T}}{\text{T}} = 1 .$$

A különféle anyagok relatív permeabilitásuk alapján három csoportba sorolhatók:

- a) A *ferromágneses anyagok* olyan anyagok, amelyek relatív permeabilitása 1-nél lényegesen nagyobb ($1 \ll \mu_r$).
- b) A *paramágneses anyagok* olyan anyagok, amelyek relatív permeabilitása 1-nél alig nagyobb ($1 < \mu_r < 1,01$).
- c) A *diamágneses anyagok* olyan anyagok, amelyek relatív permeabilitása 1-nél alig kisebb ($0,99 < \mu_r < 1$).

Ferromágneses például a vas, a kobalt és a nikkelt, illetve ezek néhány ötvözetet. Paramágneses például a króm, az alumínium, az oxigén. Diamágneses a réz, a higany, a víz és a nitrogén. A mérések szerint a levegőnél $\mu_r = 1,0000004$, ezért a vákuum és a levegő mágneses viselkedés szempontjából gyakorlatilag egyenértékű.

Az (1) és (2) összefüggéseket felhasználva a mágneses indukció nagysága a tekercs belsejében:

$$B = \mu_r \cdot B = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot \frac{N \cdot I}{l} . \quad (3)$$

Az anyag relatív permeabilitásának és a vákuum permeabilitásának a szorzatát az adott anyag permeabilitásának nevezzük; jele μ . Képlettel:

$$\mu = \mu_r \cdot \mu_0 .$$

A permeabilitás SI-mértékegysége:

$$[\mu] = [\mu_r] \cdot [\mu_0] = 1 \cdot \frac{\text{N}}{\text{A}^2} = \frac{\text{N}}{\text{A}^2} .$$

A permeabilitás fogalmát felhasználva a (3) összefüggés alapján látható, hogy *ha az átmérőjéhez képest hosszú, N menetszámú, l hosszúságú, μ permeabilitású anyagban levő tekercsen át I erősségű áram folyik, akkor a tekercs belsejében a mágneses indukció nagysága:*

$$B = \mu \cdot \frac{N \cdot I}{l} .$$

Egyetlen menetből álló, áramjárta vezetőhurok környezetében szintén mágneses mező jön létre. Mérésekkel igazolható, hogy *ha egy R sugarú, kör alakú vezetőhurokban I erősségű áram folyik, akkor a kör középpontjában a mágneses indukció nagysága:*

$$B = \mu \cdot \frac{I}{2 \cdot r} .$$

Az indukcióvektor ebben a pontban merőleges a körvezető síkjára. Vasreszeléssel kimutatható, hogy a mágneses mező ilyenkor nem homogén. Igazolható, hogy *a körvezető mágneses terében az indukcióvonalak a vezetőket körülfogó, zárt görbék.*



Tudjuk, hogy ha egy egyenes vezetőben áram folyik, akkor a vezetőkörül mágneses mező alakul ki. Mérésekkel igazolható, hogy *ha a nagyon hosszú, egyenes vezetőkben I erősségű áram folyik, akkor a vezetőtől r távolságban a mágneses indukció nagysága:*

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

Láttuk, hogy az áramjárta egyenes vezetőkörül a vasreszelék koncentrikus körök mentén rendeződik. Igazolható, hogy *az egyenes vezetőkörül kialakuló mágneses mező indukcióvonalai a vezetéket körbevevő koncentrikus körök. A mágneses indukcióvektor az egyenes vezetőkörül mágneses mező minden pontjában merőleges a vezetékre.*

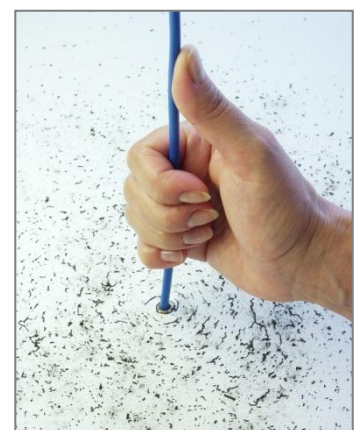


Kiegészítések

1. A megfigyelések szerint a tekercs és a körvezetők belsejében az indukcióvektor irányát az áram irányának ismeretében a következő módon lehet meghatározni: Markoljuk meg (gondolatban) a tekercset illetve a körvezetőköt jobb kezünkkel úgy, hogy ujjaink az áram irányába mutassanak. A kinyújtott hüvelykujjunk ilyenkor az indukcióvektor irányát mutatja. (Az áramütés veszélye miatt *a bekapcsolt tekercset soha ne fogjuk meg!*)



2. Áramjárta egyenes vezetők környezetében az indukcióvonalak iránya az áram iránya alapján a következőképpen állapítható meg: Markoljuk meg (gondolatban) a vezetéket jobb kezünkkel úgy, hogy kinyújtott hüvelykujjunk az áram irányába mutasson. Kezünk begömbített ujjai ilyenkor az indukcióvonalak irányába mutatnak. (Az áramütés veszélye miatt *a bekapcsolt vezetéket soha ne fogjuk meg!*)



3. A tapasztalatok szerint a ferromágneses anyagokat a mágnes mindkét pólusa jól érzékelhetően vonzza. A paramágneses anyagokat szintén vonzza mindkét pólus, a vonzóerő azonban többnyire olyan kicsi, hogy közvetlenül nem érzékelhető. A diamágneses anyagokat a mágnes mindkét pólusa taszítja, de ez a taszítóerő is olyan kicsi, hogy közvetlenül általában nem érzékelhető. Nagyon erős mágnessel azonban a paramágnesesség és a diamágnesesség is szemléltethető. Minderről két videó:

- Diamágnesesség <https://www.youtube.com/watch?v=wuuBGRKuVAQ>
- Dia- és paramágnesesség: <https://www.youtube.com/watch?v=SXjYYzSRxZM>.

4. Ha egy tekercs belsejében ferromágneses anyag van, akkor a tekercsben a mágneses indukció lényegesen nagyobb, mint enélkül. Erős mágneses tér előállításához ezért alkalmaznak vasmagos tekercseket. Egyes ötvözetek relatív permeabilitása akár több tízezer is lehet, ezeket felhasználva rendkívül erős elektromágnesek készíthetők.

Kísérlet

Mágnes segítségével vizsgáljunk meg különféle (magyar és külföldi) pénzerméket! Keressünk olyanokat, amelyek ferromágneses anyagokat tartalmaznak!

Az interneten az adott ország jegybankjának honlapján általában megtalálható a pénzermék leírása. Ellenőrizzük, milyen ferromágneses anyag van a talált érmékben!



Képek jegyzéke

	<p>Homogén mágneses mező szemléltetése vasreszeléssel patkómágnésnél</p> <p>© http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0173.jpg</p>
	<p>Homogén mágneses mező szemléltetése vasreszeléssel a tekercs belsejében</p> <p>© http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0174.jpg</p>
	<p>Mágneses mező szemléltetése vasreszeléssel a körvezető belsejében</p> <p>© http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0166.jpg</p>
	<p>Mágneses mező szemléltetése vasreszeléssel az egyenes vezetőnél</p> <p>© http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0167.jpg</p>
	<p>Az indukció irányának meghatározása tekercsnél (jobbkezes szabály)</p> <p>© http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0175.jpg</p>
	<p>Az indukció irányának meghatározása egyenes vezetőnél (jobbkezes szabály)</p> <p>© http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0176.jpg</p>
	<p>Ferromágneses pénzérmék mágnesen</p> <p>© http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0810.jpg</p>

Jelmagyarázat:

© **Jogvédtett anyag**, felhasználása csak a szerző (és az egyéb jogtulajdonosok) írásos engedélyével.

W A *Wikimedia Commons*-ból származó kép, felhasználása az eredeti kép leírásának megfelelően.