

Övning 4 - Magnetism

Mårten Selin
marten.selin@biox.kth.se

Magnetfält (B)

Magnetfält utövar en kraft på laddningar som rör sig.

Magnetfältets storlek och riktning, **B**, definieras så att:

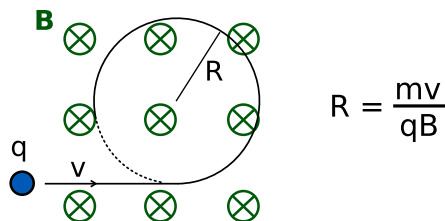
$$\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

q: Laddning
v: Laddningens hastighet
F: Kraft som **B** påverkar laddningen med

Kraften är vinkelrät mot både magnetfältet och laddningens hastighet.

Kom ihåg högerhandsregeln när ni räknar kryssprodukter!

Cirkulär rörelsebana



$$R = \frac{mv}{qB}$$

R: Rörelsebanans krökningsradie
B: (Det homogena) magnetfältet
q: Laddning
m: Laddningens massa
v: Laddningens hastighet

Ström i magnetfält

Då ström är summan av laddningarnas rörelser:

$$\mathbf{I}_{\text{tot}} = \sum_k q_k \mathbf{v}_k$$

...fås den totala kraften som verkar på en ledare av:

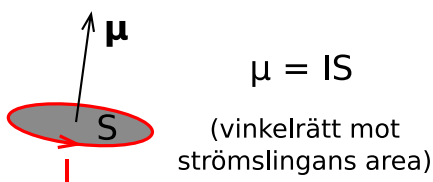
$$\mathbf{F}_{\text{tot}} = \mathbf{I}_{\text{tot}} \times \mathbf{B}$$

(förutsätter ett homogent magnetfält **B** över hela ledaren)

Magnetisk dipol (μ) i magnetfält

All magnetisk kraft är från dipoler (eller: det har åtminstone inte observerats några magnetiska monopoler).

Dipoler kommer från strömslingor:



$$\mu = IS$$

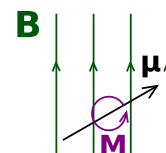
(vinkelrätt mot strömslingans area)

μ : Magnetisk dipol [Am^2]
I: Ström som flyter runt slingan
S: Slingans area

Dipolmoment:

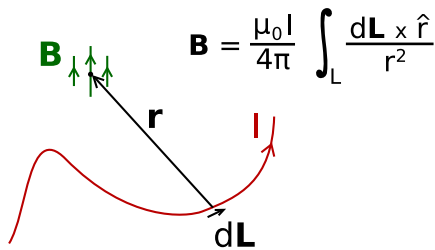
$$\mathbf{M} = \mu \times \mathbf{B}$$

"Verkar så att dipolen vill rikta in sig efter magnetfältet"



Källor till magnetfält

Godtycklig ledare, Biot-Savarts lag



B: Magnetfält [T]

L: Ledare

dL: "infinitesimal" integrationssträcka

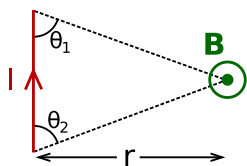
I: Ström genom ledare

r: Sträcka från "observationspunkt" till ledare

r: Enhetsvektor i **r**:s riktning

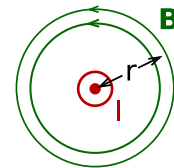
$\hat{\mu}_0$: Permeabilitet i vakuum = $4\pi \cdot 10^{-7}$ N/A²

Kort rak ledare



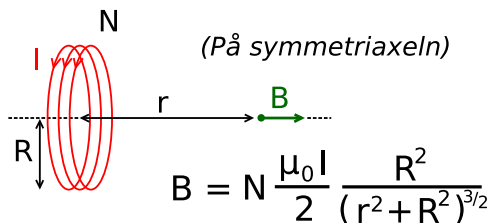
$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r} (\cos(\theta_1) + \cos(\theta_2))$$

Lång rak ledare



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

Kort spole (N=1 för enkel slinga)



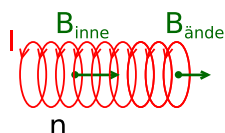
R: Slingans radie

I: Ström genom slingan

N: Antal varv slingan har

r: Avstånd från slingans mittpunkt

Lång spole



$$B_{\text{inne}} = n \mu_0 I,$$

$$B_{\text{ände}} = \frac{1}{2} n \mu_0 I$$

I: Ström genom slingan

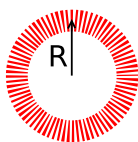
n: Varvtäthet (= N/L) [varv/m]

Toroidspole

"En lång spole utan ändrar"

Dvs: räkna som en lång spole där varvtätheten är:

$$n = N/L = N/2\pi R$$



En toroidspole är (idealt) läckfri. Allt magnetfält innesluts av spolen.

Hemtal

Hemtal: I 02-04-12 - Restaurangkök uppg 3

En gammaldags spisplatta ger upphov till ett ganska kraftigt magnetfält, vilket en del anser vara en arbetsmiljöfara. Uppskatta storleksordningen på detta magnetfält om en platta drar en ström på 5A genom en spiralformad ledare med 100 varv. Det innersta har radien 4cm och den yttersta 30cm.