

Spezielle Magnetfelder

Die magnetische Kraft zwischen zwei Strömen

Ströme erzeugen Magnetfelder
Magnetfelder üben Kräfte auf Ströme aus

Welche Kräfte üben Ströme aufeinander aus?

Hier siehst du zwei gerade Leiter von vorne. In beiden Leitern fließen die Elektronen von dir weg (ins Blatt hinein).



- Zeichne das Magnetfeld von Strom 1. (Gross genug, so dass eine Feldlinie durch Strom 2 hindurchgeht.)
- Strom 2 erfährt im Magnetfeld von Strom 1 eine Lorentzkraft. Zeichne die Richtung der Lorentzkraft auf Strom 2 ein.
- Zeichne das Magnetfeld von Strom 2 (in einer anderen Farbe). Zeichne die Richtung der Lorentzkraft auf Strom 1 ein.

Hier siehst du zwei gerade Leiter von vorne. Im linken fließen die Elektronen von dir weg (ins Blatt hinein), im rechten auf dich zu (aus dem Blatt heraus).



- Zeichne das Magnetfeld von Strom 1. (Gross genug, so dass eine Feldlinie durch Strom 2 hindurchgeht.)
- Strom 2 erfährt im Magnetfeld von Strom 1 eine Lorentzkraft. Zeichne die Richtung der Lorentzkraft auf Strom 2 ein.
- Zeichne das Magnetfeld von Strom 2 (in einer anderen Farbe). Zeichne die Richtung der Lorentzkraft auf Strom 1 ein.

In welche Richtungen wirken die Kräfte, die Ströme aufeinander ausüben? Fasse das gefundene Resultat zusammen:

Gleichgerichtete Ströme.....

Entgegengesetzt gerichtete Ströme.....

Information: Der **Betrag der Kraft zwischen zwei Strömen** wurde gemessen:

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1 \cdot I_2 \cdot \ell}{r}$$

Skizze (selber):

I_1, I_2 : Stromstärken der Ströme 1 und 2
 r : Abstand zwischen den Strömen
 ℓ : Länge der Ströme

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}}$: Magnetische Feldkonstante

Die magnetische Feldstärke B von Strom und Spule

1. Die magnetische Feldstärke eines geraden Stroms

Die magnetische Feldstärke B in der Umgebung eines geraden, langen Leiters hängt von der Stromstärke I und dem Abstand r vom Mittelpunkt des Leiters ab. Finde die Formel mit Hilfe der folgenden Tipps selbst!

- a) Der Betrag der Kraft, die Strom 1 und Strom 2 aufeinander ausüben, wurde gemessen. Die Formel findest du auf der Vorderseite; schreibe sie auf:

$$F =$$

- b) Strom 2 hat die Stromstärke I_2 und die Länge s . Er befindet sich im Magnetfeld B von Strom 1. Dort erfährt er die Lorentzkraft: $F_L = I_2 \cdot B \cdot \ell$.

Die Kraft F , die zwei Ströme aufeinander ausüben, ist die Lorentzkraft F_L . Das heisst $F = F_L$. Setzen Sie $F = F_L$, verwende a) und b) und löse nach B auf:

$$F =$$

$$= F_L =$$

$\Rightarrow$

$$B =$$

2. Die magnetische Feldstärke im Innern einer Spule

Das Magnetfeld im Innern einer Spule ist praktisch homogen. Wenn man dieses Magnetfeld misst, stellt man folgendes fest:

- Je grösser die Stromstärke, desto stärker das Magnetfeld
- Je dichter die Windungen (d.h. Anzahl Windungen geteilt durch die Länge der Spule), desto stärker das Magnetfeld

Information: Die **magnetische Feldstärke im Innern einer langen Spule** beträgt:

$$B = \mu_0 \cdot \frac{n}{\ell} \cdot I$$

Skizze (selber):

n : Anzahl Windungen

ℓ : Länge der Spule

I : Stromstärke

Wird ein Eisenkern in die Spule eingeführt, erhöht sich die magnetische Feldstärke im Innern. Die Elementarmagnete im Eisen richten sich entlang den Magnetfeldlinien aus. So verstärken sie das Magnetfeld. Als Verstärkungsfaktor führt man die Permeabilitätszahl (auch: *relative Permeabilität*) μ_r ein. Für Vakuum ($\approx$ Luft) beträgt $\mu_r = 1$. Für Eisen reicht μ_r von 600 bis 2000.

Information: Die **magnetische Feldstärke im Innern einer langen Spule mit Eisenkern** beträgt:

$$B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{n}{\ell} \cdot I$$