

Experimental Physik II Kapitel 16

author

email

May 18, 2016

Contents

16 Statische magnetische Felder	2
16.1 Kräfte auf bewegte Ladungen	4
16.1.1 Lorentzkraft \vec{F}_L	4
16.1.2 Bewegungsgleichung:	5

16 Statische magnetische Felder

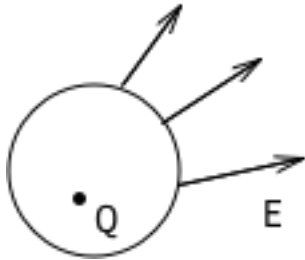
Experimente:

- gleichnamige Pole stoßen sich ab
- ungleichnamige Pole ziehen sich an
- Kraftwirkung $\propto \frac{1}{r^2}$ (1750; Coulomb)
- ähnliche Abstandsabhängigkeit für elektrische und für magnetische Kräfte
- zunächst kein Zusammenhang zwischen beiden Kräften erkennbar
- Experiment: Magnetische Pole treten nur paarweise auf.
(\Rightarrow keine "magnetische Ladung")

Feldlinien sichtbarmachen durch Eisenfeilspitzen:

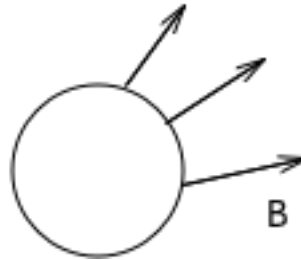
Magnetische Feldlinien sind stets geschlossen; es gibt keine isolierbaren Quellen oder Senken des magnetischen Feldes.

Erinnerung: Satz von Gauß:



\vec{E} : elektrische Feldstärke:

Gesamtfluss: $\phi_{el} = \oint_A \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0}$



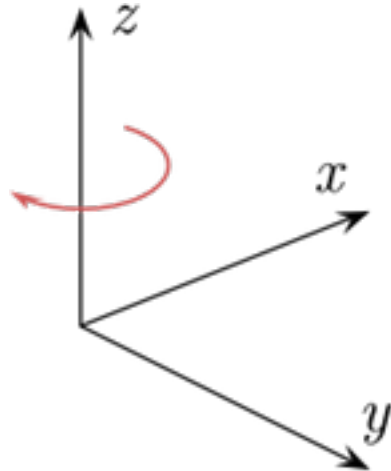
Magnetische Felder:

Gesamtfluss:
$$\phi_{mag} = \oint_A \underbrace{\vec{B} \cdot d\vec{A}}_{\text{magnetischer Fluss}} = 0 : \text{magnetische Flussdichte}$$

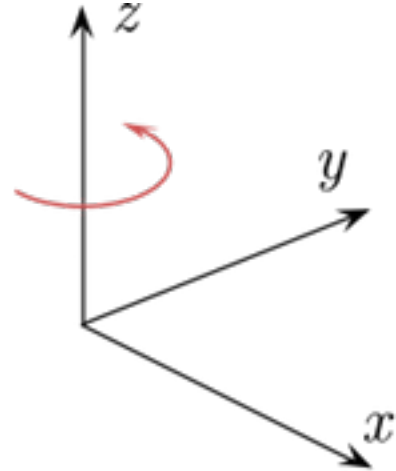
16.1 Kräfte auf bewegte Ladungen

16.1.1 Lorentzkraft \vec{F}_L

$$\vec{F}_L = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$
$$(\vec{F}_L \perp \vec{v}, \vec{F}_L \perp \vec{B})$$



Linkshändiges System



Rechtshändiges System

UVW-Regel: Ursache \rightarrow Vermittler \rightarrow Wirkung

Vorsicht!: Elektrische Ladung ist negativ!

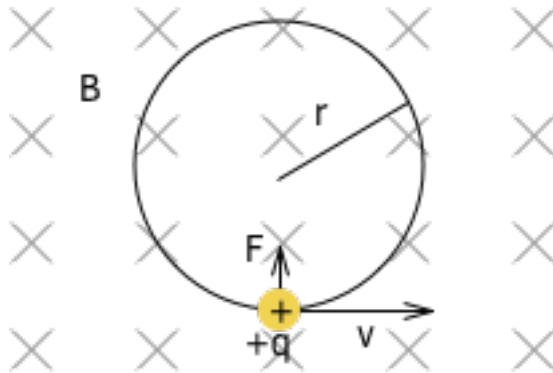
$$[|\vec{B}|] = \frac{N}{As \cdot \frac{m}{s}} = \frac{Vs}{m^2} = 1T(Tesla)$$

Kreisbahn: $\vec{F}_L \perp \vec{v}$

$\Rightarrow \vec{F}_L$ beeinflusst die Richtung von \vec{v} , aber nicht den Betrag!

$\Rightarrow \vec{F}_L$ leistet keine Arbeit

Konventionen:



$\otimes \vec{B}$ zeigt in die Papierebene hinein

$\odot \vec{B}$ zeigt aus der Papierebene heraus

16.1.2 Bewegungsgleichung:

$$m\ddot{\vec{r}} = \dot{\vec{r}} = \vec{F}_L = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = \dot{\vec{v}} = \frac{\vec{p}}{m} = \frac{q}{m} \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

$$d\vec{v} \perp \vec{v}; d\vec{v} \perp \vec{B}$$

\implies Kreisbahn: \vec{F}_L ist Zentripetalkraft

$$\implies q \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{r}; v = \omega \cdot r$$

$$\omega = \frac{q}{m} \cdot B$$

$$v = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{q}{m} \cdot B$$

ω Zyklotronfrequenz (1930, Lawrence)

\implies unabhängig von Impuls und Energie; nur von $\frac{q}{m}$ und \vec{B} bestimmt!

Radius:

$$r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \frac{p}{q \cdot B} = \frac{\sqrt{2mqV}}{q \cdot B}$$

$$E_{kin} = \frac{p^2}{2m} = \frac{1}{2}m \cdot v^2 = q \cdot V$$

Experiment:

$$r_1 : V_1 = 200V \implies 2S\,KT$$

$$r; V_1 = 300V \implies 2,5S\,KT$$

$$\frac{r_1}{r_2} \stackrel{!}{=} \sqrt{\frac{V_1}{V_2}}$$

$$\frac{4}{5} \stackrel{!}{=} \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$\frac{16}{25} \stackrel{!}{=} \frac{2}{3} \quad \checkmark \text{im Rahmen der Messungenauigkeit!}$$