Physik · Überblick

Magnetfeld

Alles Wichtige auf zwei Seiten · gA und eA

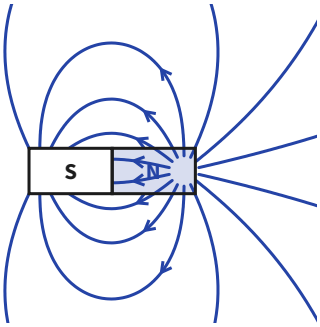
Im Abitur 2027
Niedersachsen: Teil des Kerncurriculums (KC 2022), gA und eA. Fadenstrahlrohr, Wien-Filter und Hall-Effekt sind typische Aufgaben.

MAGNETFELDER entstehen um Dauermagnete und um **bewegte Ladungen**, also um jeden Strom. Umgekehrt wirkt ein Magnetfeld nur auf bewegte Ladungen, mit einer Kraft quer zur Bewegung: der Lorentzkraft.

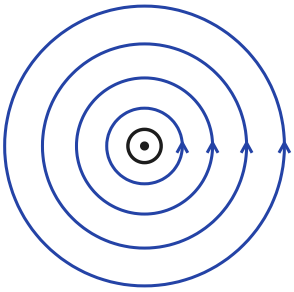
Größenordnungen
Erdmagnetfeld: etwa 50 µT
Hufeisenmagnet: etwa 0,1 T
MRT: 1,5 bis 3 T

Feldlinien

Stabmagnet: von N nach S

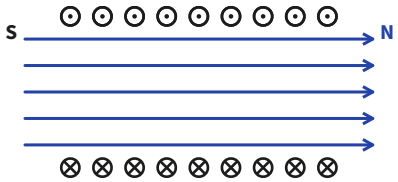


gerader Leiter: Kreise



I aus der Ebene heraus

Spule: innen homogen



oben Strom heraus, unten hinein

- Magnetische Feldlinien sind **immer geschlossen**. Außen laufen sie von N nach S, innen zurück. Einzelne Pole gibt es nicht.
- Um einen geraden Leiter bilden sie Kreise. **Rechte-Hand-Regel:** Daumen in Stromrichtung, die Finger zeigen die Feldrichtung.
- Im Inneren einer langen Spule ist das Feld homogen: $B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot N \cdot I / l$

Punkt und Kreuz
Kreis mit Punkt: aus der Ebene heraus, wie eine Pfeilspitze von vorn. Kreuz (×): in die Ebene hinein, wie die Federn eines Pfeils von hinten.

Kraft auf Leiter und Ladungen

Leiter im Feld

$F = I \cdot l \cdot B$

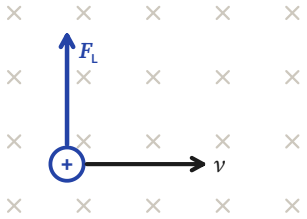
Daraus die Definition der Flussdichte: $B = F / (I \cdot l)$, Einheit Tesla (T).

Lorentzkraft

$F_L = q \cdot v \cdot B$

wenn v senkrecht zu B steht. Parallel zum Feld: keine Kraft.

Drei-Finger-Regel (rechte Hand, positive Ladung): Daumen = Bewegung, Zeigefinger = Feld, Mittelfinger = Kraft. Für Elektronen die linke Hand nehmen.



B in die Ebene hinein

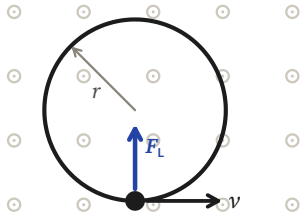
Kreisbahn und Fadenstrahlrohr

Die Lorentzkraft steht immer senkrecht auf v. Sie ändert nur die Richtung, nicht den Betrag. Ein Teilchen senkrecht zum Feld läuft auf einer Kreisbahn. Die Lorentzkraft ist die Zentripetalkraft:

$$q \cdot v \cdot B = m \cdot v^2 / r \quad \text{also} \quad r = m \cdot v / (q \cdot B)$$

Fadenstrahlrohr: Elektronen werden mit U_B beschleunigt und laufen im Feld zweier Helmholtz-Spulen im Kreis. Aus U_B, B und r folgt die **spezifische Ladung**:

$$e / m = 2 \cdot U_B / (B^2 \cdot r^2) \approx 1{,}76 \cdot 10^{11}\ \text{C/kg}$$



Elektron, B aus der Ebene heraus

Keine Arbeit

Weil F immer senkrecht auf v steht, bleibt die Bewegungsenergie gleich.

Elektrische Kraft gegen Lorentzkraft

Wirken ein elektrisches und ein magnetisches Feld gleichzeitig und heben sich die Kräfte auf, gilt $q \cdot E = q \cdot v \cdot B$, also $E = v \cdot B$. Darauf beruhen zwei Klassiker:

Wien-Filter

$v = E / B$

Nur Teilchen mit genau dieser Geschwindigkeit fliegen geradeaus durch, egal welche Masse und Ladung sie haben. Teil jedes Massenspektrometers.

Hall-Effekt

$U_H = v \cdot B \cdot b$

Strom durch ein Plättchen im Feld: Die Ladungsträger werden zur Seite gedrückt, es entsteht die Hallspannung. So misst die Hallsonde B.

Massenspektrometer

Nach dem Wien-Filter laufen Ionen gleicher Geschwindigkeit auf Halbkreisen. Schwere Ionen laufen weiter außen. So trennt man Isotope.

Typische Fehler

- Kraft in Feldrichtung gezeichnet: Sie steht senkrecht auf Feld und Bewegung.
- Für Elektronen die rechte Hand genommen.
- Beim Fadenstrahlrohr den Durchmesser als r eingesetzt.
- „Die Lorentzkraft macht Teilchen schneller“: Sie lenkt nur ab.
- Spulenlänge und Leiterlänge im Feld verwechselt: beide heißen l.

Was dieser Zettel nicht kann

Er zeigt dir, worum es geht. Herleitungen und Rechenwege übst du am besten an echten Abi-Aufgaben.

Weiter lernen

diese Themen gehören dazu

- **Lorentzkraft:** Feldlinien, Kraft auf Leiter, Spule, Richtungsregeln
- **Fadenstrahlrohr:** Kreisbahn, e/m, Zyklotron
- **Hall-Effekt:** Hallsonde, Wien-Filter, Massenspektrometer

Alle Zettel kostenlos:

Link im TikTok-Profil

von randnotiz