Q1PhG1 2016/17

Was bestimmt die Größe der Kraft?

Stromstärke
Stärke des Magneten

zur Erinnerung: elektrische Feldstärke $E = \frac{F}{q}$

Gravitationsfeldstärke $g = \frac{F}{m}$

$[B] = 1\,T$ (Tesla)
$= 1\,\frac{N}{Am}$

magnetische Feldstärke
(bzw. magn. Flussdichte) $B = \frac{F}{I \cdot l}$

l = Länge des Leiterstückes im Magnetfeld, das von I durchflossen wird

$$\Rightarrow \boxed{F_L = B \cdot I \cdot l}$$

(genauer: $\vec{F} = l \cdot \vec{I} \times \vec{B}$)

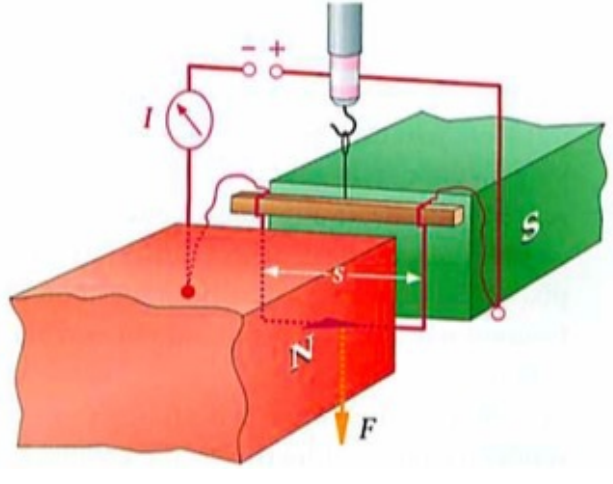
Lorentzkraft

S. 47/A1-3

A1 Ein Leiter von 4 cm Länge führt einen Strom von 10 A. Er erfährt die Kraft 20 cN, wenn er senkrecht zu den Feldlinien eines Magnetfeldes steht. Berechnen Sie die magnetische Flussdichte.

A2 In Brasilien verläuft das Erdmagnetfeld in Süd-Nord-Richtung. Es gilt $B = 14{,}2\ \mu T$. In der Oberleitung einer Bahnstrecke fließen die Elektronen in Ost-West-Richtung. Die Stromstärke beträgt $I = 4400$ A. Berechnen Sie den Betrag der Kraft, die auf die Leitung zwischen zwei Masten im Abstand 65 m wirkt und ermitteln Sie ihre Richtung.

A3 In der Anordnung von → V1 hat das B-Feld die Stärke $B = 0{,}4$ T, die wirksame Leiterlänge ist $s = 5$ cm, die Stromstärke im Rähmchen ist $I = 5$ A. **a)** Berechnen Sie den Betrag der Kraft, mit der das Rähmchen nach unten gezogen wird. **b)** Die Anzeige des Kraftmessers soll konstant bleiben. Bestimmen Sie I bzw. s für den Fall, dass man an das Rähmchen einen Körper mit der Gewichtskraft $G = 1$ cN (5 cN) hängt.

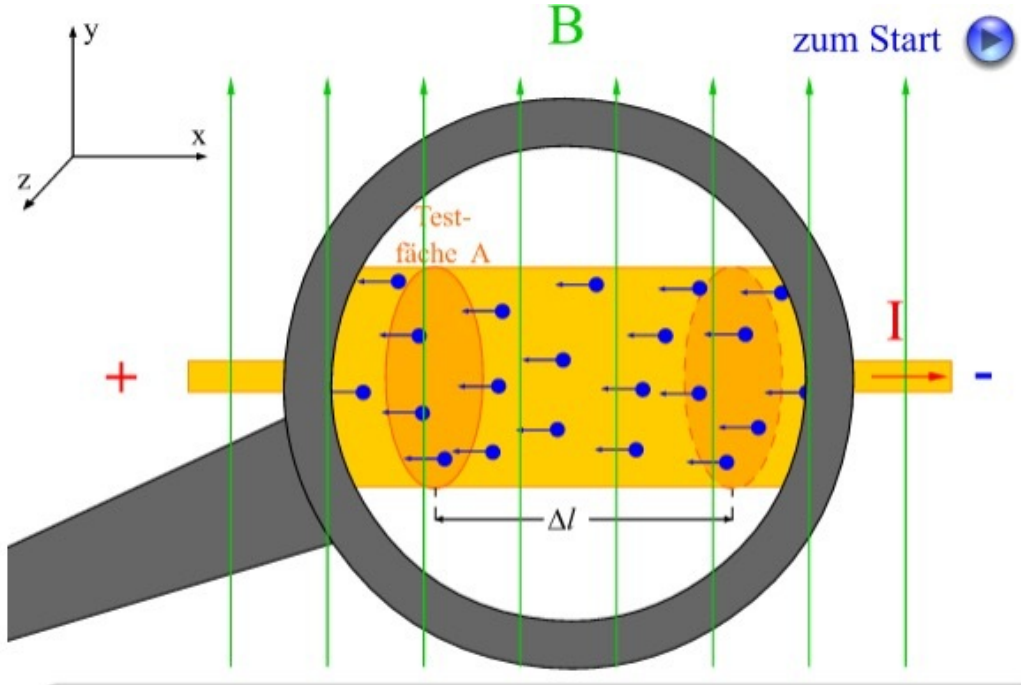


Lorentzkraft auf einzelne Ladungen

siehe
http://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/bewegte-ladungen-feldern/bewegte-ladungen-im-magnetfeld

Die für die freien Elektronen in einem Leiter (Leitungselektronen) hergeleitete Beziehung lässt sich für jede beliebige Ladung der Stärke q, die sich senkrecht zu den Feldlinien eines homogenen Magnetfeldes der Flussdichte B mit der Geschwindigkeit v bewegt, verallgemeinern:

$$F_L = q \cdot B \cdot v \text{ für } \vec{v} \perp \vec{B}$$



Für die Berechnung der Lorentzkraft wird ein Leiterstück der Länge Δl betrachtet. In ihm befinden sich N Elektronen, die sich in der Zeit Δt durch die Testfläche bewegen.

Hallsonde

Das Feld baut sich so in sehr kurzer Zeit auf, bis die nach unten gerichtete elektrische Kraft F_e auf die negativ geladenen Elektronen genauso groß ist wie die Lorentzkraft F_L. Dann besteht Kräftegleichgewicht und es gilt $F_e = F_L$. Die Elektronen durchlaufen nunmehr die Anordnung geradeaus, man kann eine Spannung zwischen zwei gegenüberliegenden Punkten P_1 und P_2 des oberen und unteren Randes des Plättchens messen. Sie heißt **Hallspannung** U_H nach dem amerikanischen Physiker E. HALL (1879). Im so entstandenen homogenen E-Feld gilt $E = U_H/h$ und

$$F_e = eE = eU_H/h$$

und im hier betrachteten homogenen Magnetfeld

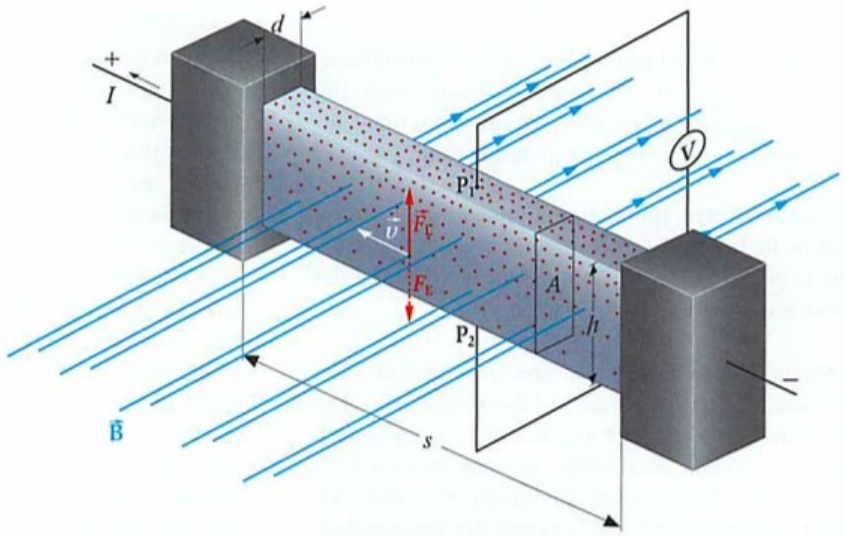
$$F_L = evB.$$

Wegen $F_e = F_L$ erhalten wir $eU_H/h = evB$ und somit

$$U_H = Bvh. \qquad (1)$$

Die Hallspannung U_H ist proportional zur Stromstärke I, zur magnetischen Flussdichte B und zum Kehrwert der Dicke d des Leiters:

$$U_H = R_H \cdot \frac{IB}{d}. \qquad (7)$$



Stoff	R_H in m³/C
Kupfer	$-5{,}3 \cdot 10^{-11}$
Silber	$-8{,}9 \cdot 10^{-11}$
Cadmium	$+5{,}9 \cdot 10^{-11}$
Zink	$+1{,}0 \cdot 10^{-10}$
InAs	$-1{,}0 \cdot 10^{-4}$

T1 Einige Hallkonstanten – InAs ist ein Halbleitermaterial.