

Magnetismus

Magnetostatik

$$\vec{B}(\vec{r}) = \sum_i \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{s}_i \times (\vec{r} - \vec{r}_i)}{|\vec{r} - \vec{r}_i|^3}$$
$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I \quad (4.171)$$

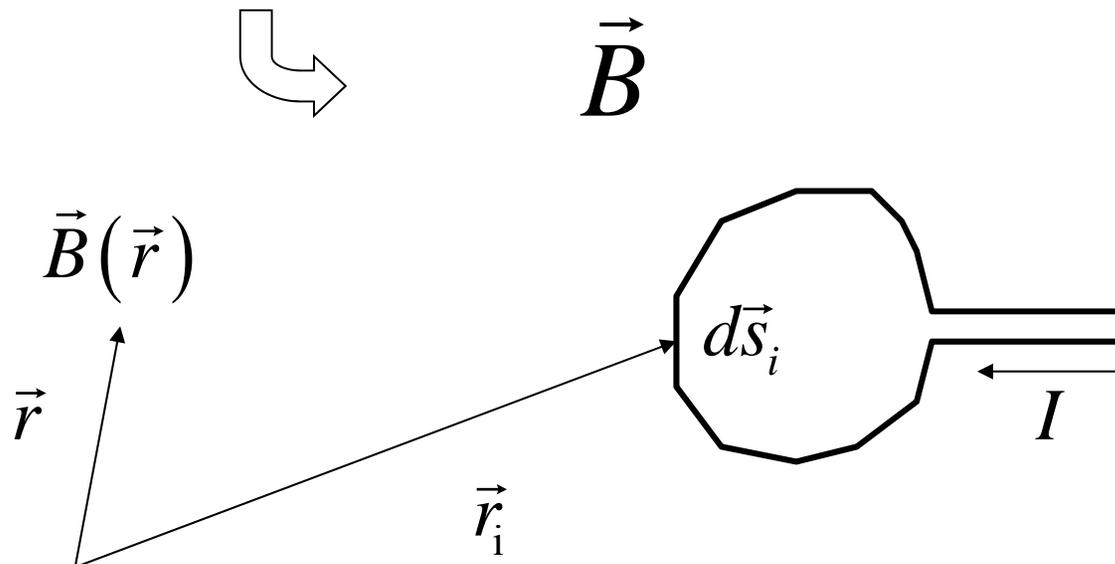
Biot-Savart'sches Gesetz

Ampèresches Gesetz

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}$$

Magnetostatik

$$\vec{B}(\vec{r}) = \sum_i \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{s}_i \times (\vec{r} - \vec{r}_i)}{|\vec{r} - \vec{r}_i|^3}$$



Biot-Savart'sches Gesetz

Das magnetische Feld, welches von einem durch einen Draht fließenden elektrischen Strom I hervorgerufen wird, kann bestimmt werden, indem der Strompfad in kurze Segmente geteilt wird und Beiträge aller Segmente aufsummiert werden. Der Beitrag zum magnetischen Feld an der Position \vec{r} hervorgerufen durch ein kurzes Längensegment $d\vec{s}$ an \vec{r}_{wire} ist:

$$d\vec{B}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{s} \times (\vec{r} - \vec{r}_{wire})}{|\vec{r} - \vec{r}_{wire}|^3} \quad [\text{T}].$$

Dabei zeigt $d\vec{s}$ zeigt in die Richtung des Stromflusses. Die Konstante $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m/A}$ ist die magnetische Feldkonstante.

Die Lage und Form des Drahtes kann mit einer **parametrischen Gleichung** unter Verwendung eines Parameters s , der die Distanz entlang des Drahtes mißt, festgelegt werden. Beispielsweise wird ein gerader Draht von \vec{r}_1 nach \vec{r}_2 beschrieben durch:

$$\vec{r}_{wire} = (r_{1x} + s(r_{2x} - r_{1x}))\hat{x} + (r_{1y} + s(r_{2y} - r_{1y}))\hat{y} + (r_{1z} + s(r_{2z} - r_{1z}))\hat{z} \quad \text{mit } s = [0, 1].$$

Für eine Drahtschleife des Radius R in der x - y Ebene an $z = 0$:

$$\vec{r}_{wire} = R \cos(2\pi s)\hat{x} + R \sin(2\pi s)\hat{y} + 0\hat{z} \quad \text{mit } s = [0, 1].$$

Für eine Drahtwendel mit 10 Windungen

$$\vec{r}_{wire} = R \cos(2\pi s)\hat{x} + R \sin(2\pi s)\hat{y} + \frac{s}{n}\hat{z} \quad \text{mit } s = [0, 10],$$

wobei n die Anzahl der Windungen per Meter auf der Wendel ist. Das folgende Formular kann benutzt werden, um das magnetische Feld an der Position \vec{r} zu berechnen.

Die Position, an der \vec{B} berechnet wird:

$$\vec{r} = 0 \hat{x} + 0 \hat{y} + 0.005 \hat{z} \text{ [m].}$$

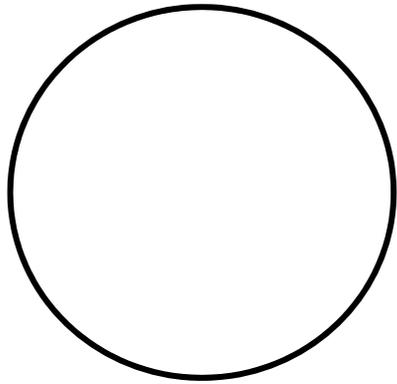
Die parametrischen Gleichungen zur Beschreibung des Drahtes:

$$\vec{r}_{wire} = 0.1 \cos(2\pi s) \hat{x} + 0.1 \sin(2\pi s) \hat{y} + s/1000 \hat{z} \text{ [m].}$$

s ist definiert von $s = 0$ bis $s = 10$ in 3000 Segmenten.

Der Strom: $I = 10$ [A].

Parameterdarstellung



$$\vec{r} = R \cos(2\pi s) \hat{x} + R \sin(2\pi s) \hat{y} + 0 \hat{z}$$

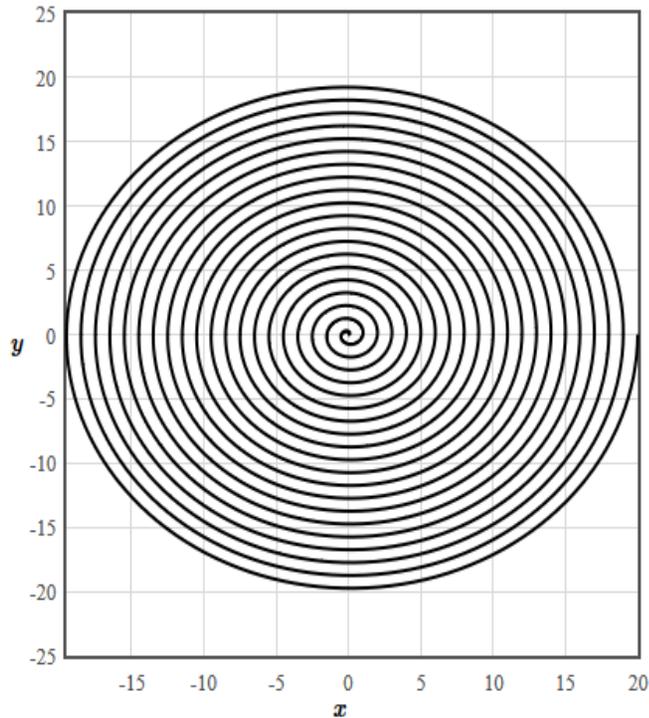
$$s = [0, 1]$$

$$\vec{r} = R \cos(2\pi s) \hat{x} + R \sin(2\pi s) \hat{y} + \frac{s}{n} \hat{z}$$

$$s = [0, 10]$$



Parameterdarstellung

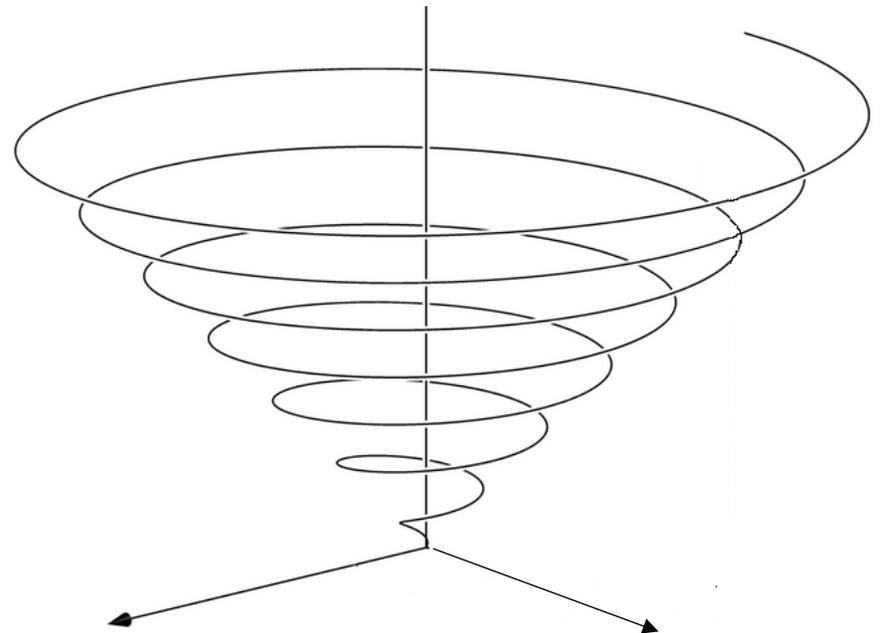


$$\vec{r} = s \cos(2\pi s) \hat{x} + s \sin(2\pi s) \hat{y} + 0 \hat{z}$$

$$s = [0, 20]$$

$$\vec{r} = s \cos(2\pi s) \hat{x} + s \sin(2\pi s) \hat{y} + \frac{s}{n} \hat{z}$$

$$s = [0, 10]$$



Fähigkeiten

Parametrisierung

Sie sollten es beherrschen **Parameterdarstellungen** zu benützen um Kurven darzustellen. Beispielsweise beschreibt $x = \cos(s)$, $y = \sin(s)$, $s = [0, \pi]$ einen halben Kreis und $x = 2 \cos(s)$, $y = 3 \sin(s)$, $s = [0, 2\pi]$ eine Ellipse. s ist in diesem Fall der Parameter.

Apps: **Elektrisches Feld einer gleichmäßig geladenen gekrümmten Linie**, Gesetz von Biot-Savart.

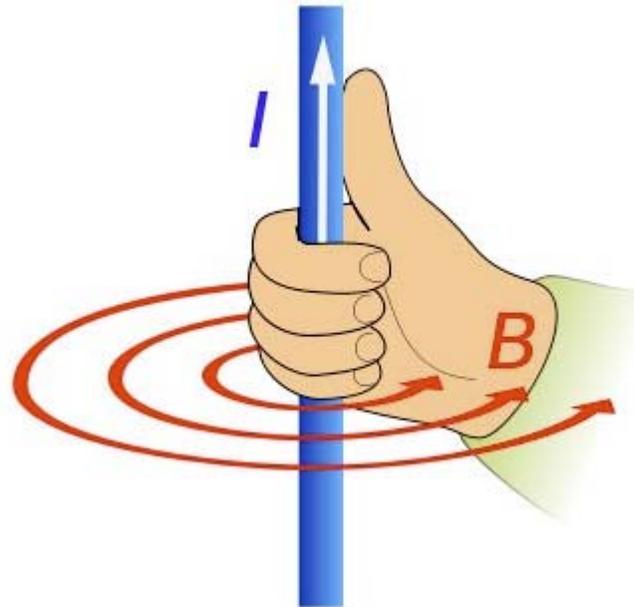
Ampèresches Gesetz

Ampèresches Gesetz $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I$ (4.171)

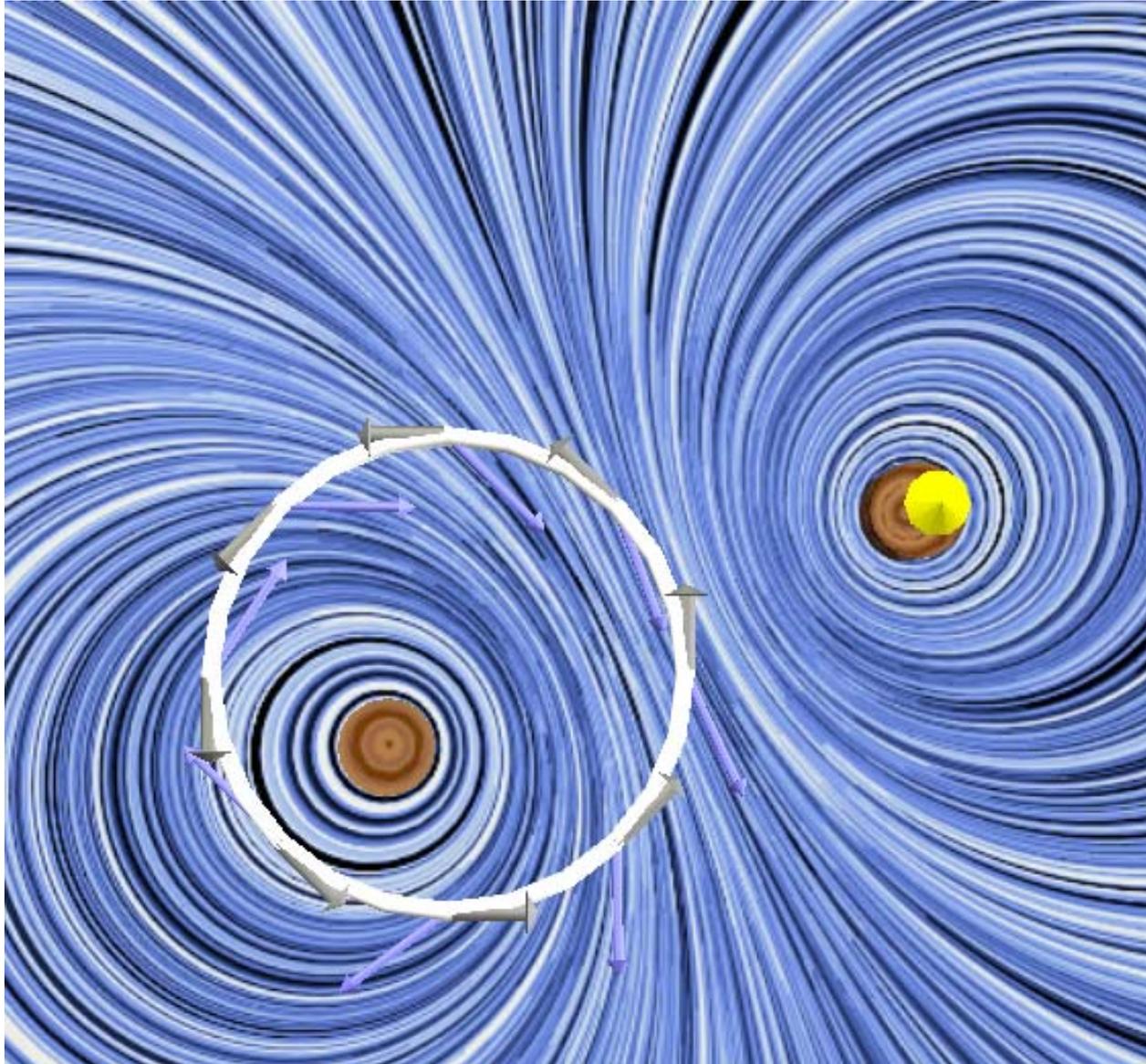
Linienintegral



Rechte-Hand-Regel



Ampèresches Gesetz



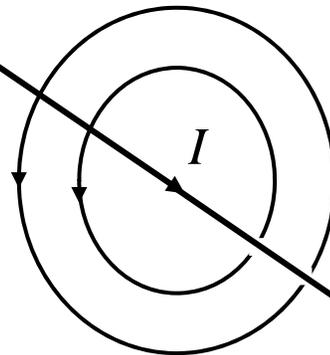
unendlich langen geraden Leiter

Ampèresches Gesetz
(integrale Form)

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I \quad (4.171)$$

$$2\pi R |\vec{B}| = \mu_0 I$$

$$|\vec{B}| = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} \quad (4.173)$$

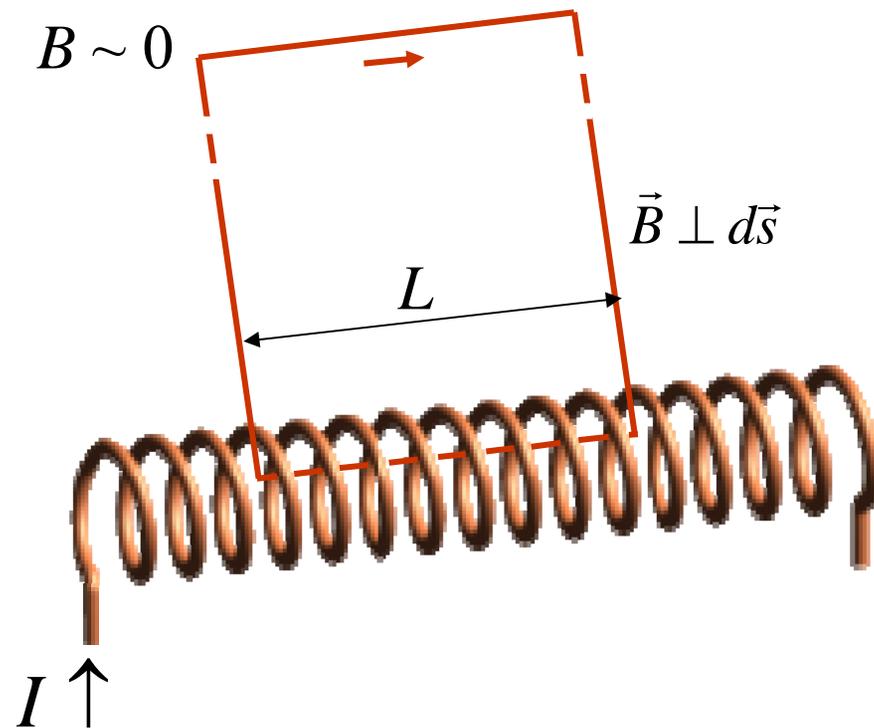


Rechte-Hand-Regel

unendlich langen Zylinderspule

Ampèresches Gesetz
(integrale Form)

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I \quad (4.171)$$



$$L |\vec{B}| = \mu_0 NI$$

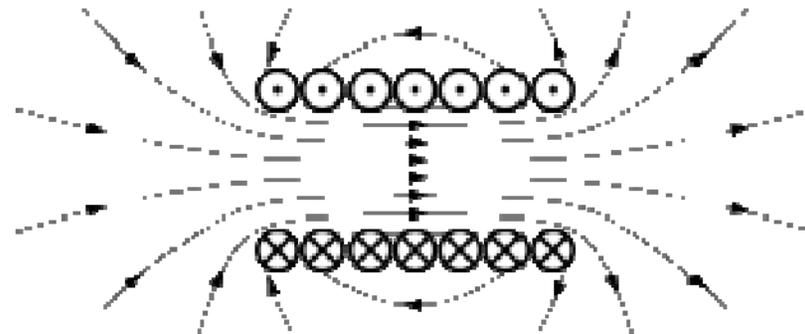
unendlich langen Zylinderspule



$$L|\vec{B}| = \mu_0 NI$$

$$|\vec{B}| = \mu_0 nI \quad (4.174)$$

Windungen/meter



Rechte-Hand-Regel