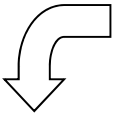
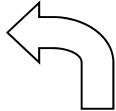
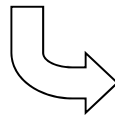
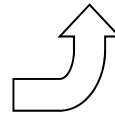
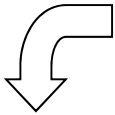
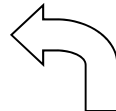
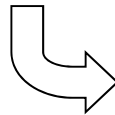
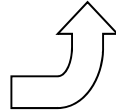


12. Elektrizität / Magnetismus

Elektrostatik

		ρ	
$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\rho(\vec{r}')}{ \vec{r} - \vec{r}' ^3} (\vec{r} - \vec{r}') d^3 r'$			$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$
		\vec{E}	
			
$\varphi = -\int \vec{E} \cdot d\vec{r} + \varphi_0$			$\vec{E} = -\nabla \varphi$
		φ	

Physik M Formel Sammlung

Lehrplan

Bücher

Formel
Sammlung

Fähigkeiten

Apps

Testfragen

Vorlesungen

+

-

Elektrostatik

$$\varphi = - \int \left(\int \frac{\rho}{\epsilon_r \epsilon_0} dx \right) dx = - \int E dx,$$

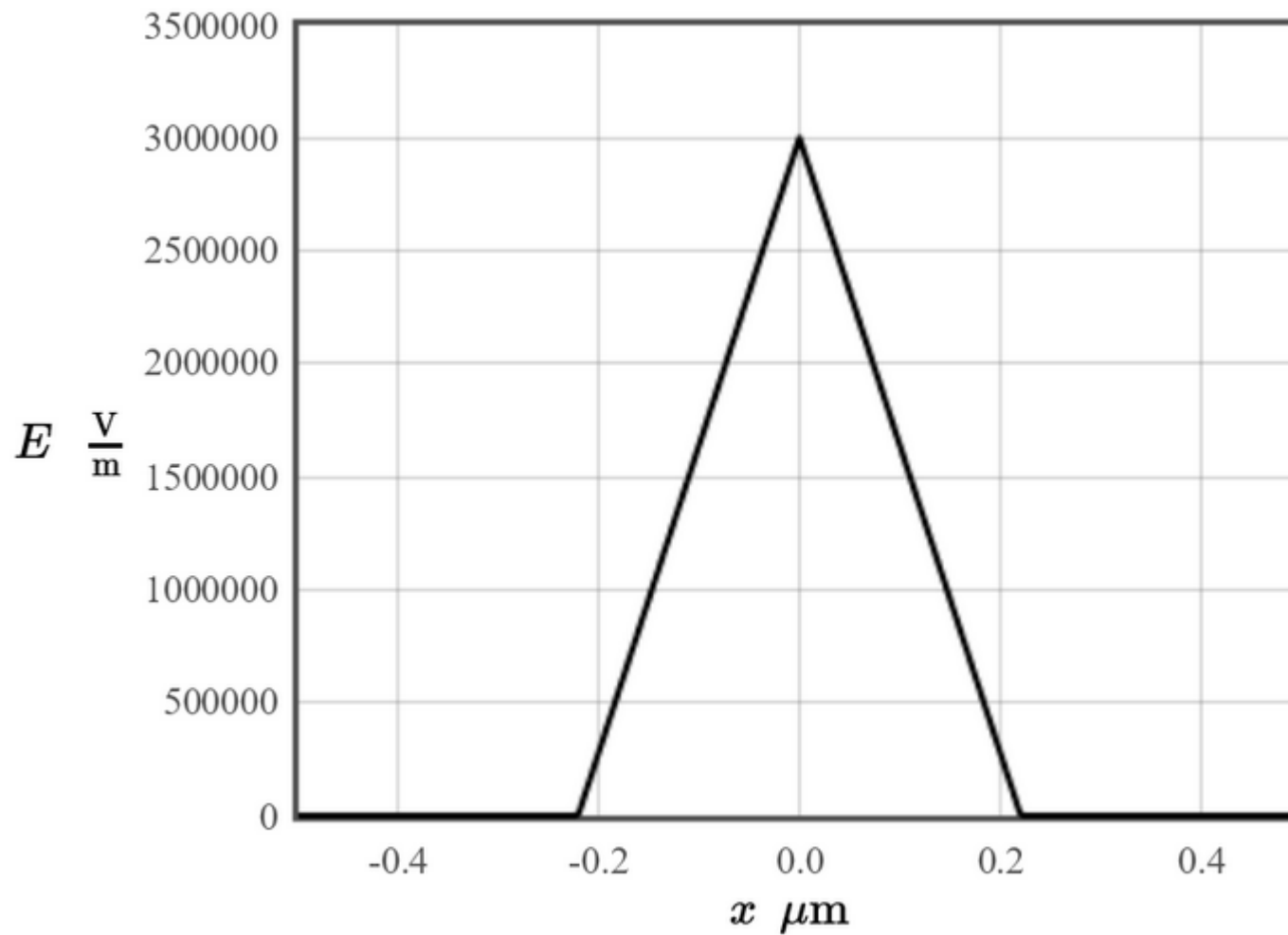
$$E = \int \frac{\rho}{\epsilon_r \epsilon_0} dx = - \frac{d\varphi}{dx},$$

$$\rho = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{dE}{dx} = - \epsilon_r \epsilon_0 \frac{d^2\varphi}{dx^2},$$

$$F = qE = q \int \frac{\rho}{\epsilon_r \epsilon_0} dx = -q \frac{d\varphi}{dx}.$$

Berechnungen von dieser Art können hier mit dem Programm zur [numerischen Integration und Differentiation](#) überprüft werden.

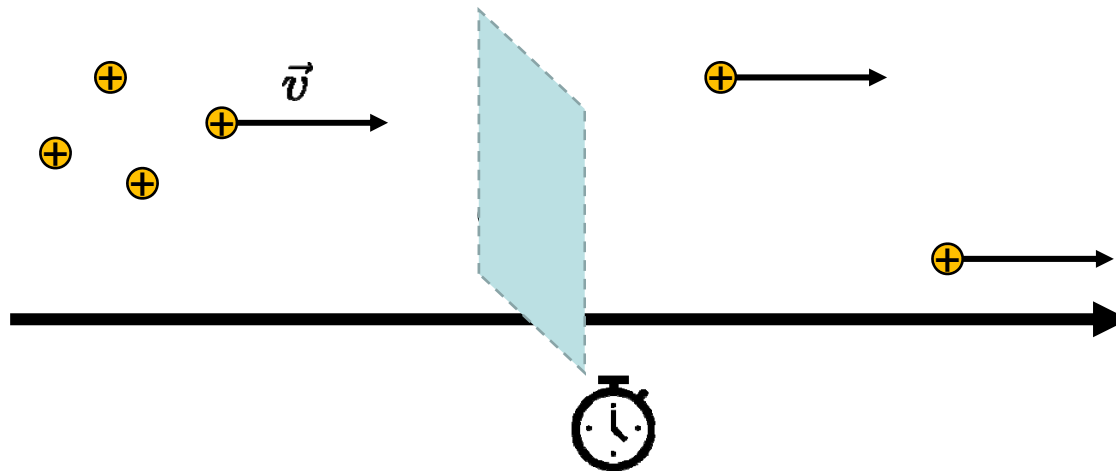
Pruefung 8.02.2017



Elektrischer Strom

Stromstärke

$$I = \frac{dQ}{dt}$$



$$[I] = \mathbf{1\ Ampere} \text{ (SI - Basiseinheit) } = \text{C/s}$$

Ohmsches Gesetz

für Leiter häufig (typischerweise) beobachtet:

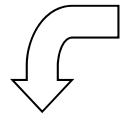
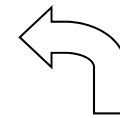
$$V \sim I$$

Ohmscher Leiter: lineare **Strom-Spannungskennlinie**

linearer Zusammenhang zwischen **Spannung**
(= Ursache des Ladungstransports) und
Strom (= Wirkung)

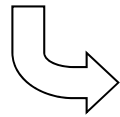
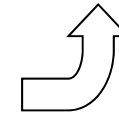
$$V = RI \qquad I = \frac{V}{R}$$

Magnetismus

 I 

Biot-Savart'sches Gesetz

Ampèresches Gesetz

 \vec{B} 

Magnetostatik (kleine Leiterstück)

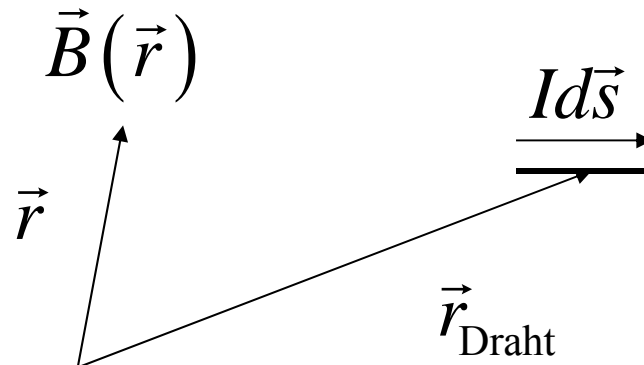
Biot-Savart-Gesetz

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

Permeabilität

$$\vec{B}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{s} \times (\vec{r} - \vec{r}_{\text{Draht}})}{|\vec{r} - \vec{r}_{\text{Draht}}|^3} \quad [\text{T}] \quad (4.176)$$

\vec{B}



$d\vec{s}$ ist in der
Richtung des Stroms



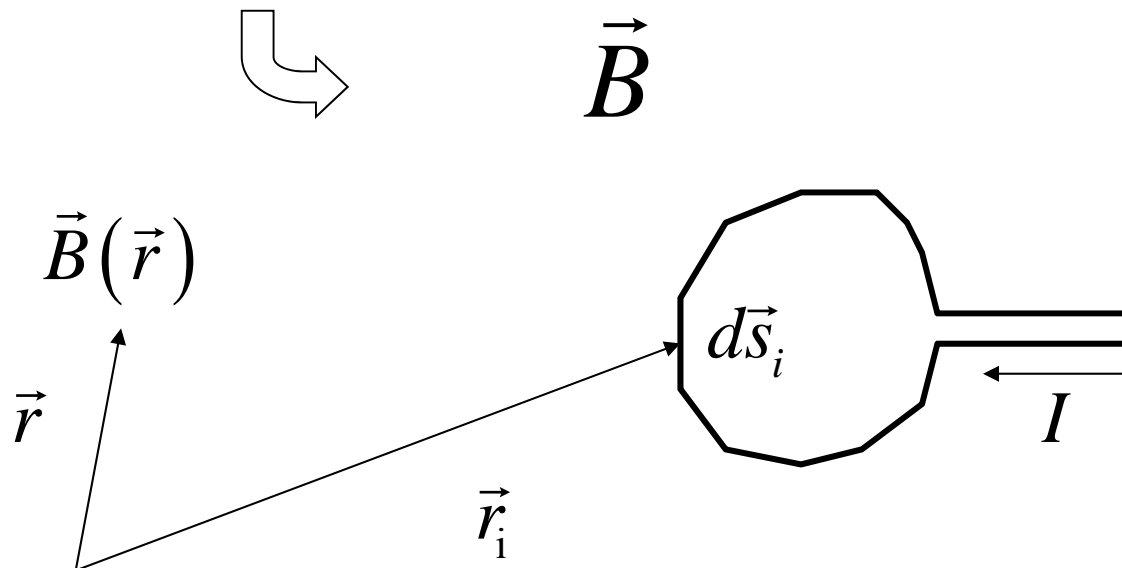
Nikola Tesla

1875 - 1878 Student der TU Graz

$$T = \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{A s}^2}$$

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:

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

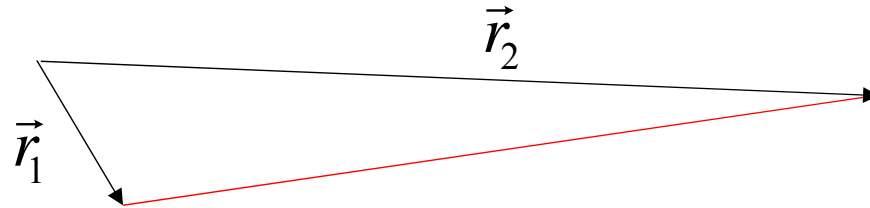
Die parametrischen Gleichungen zur Beschreibung des Drahtes:

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

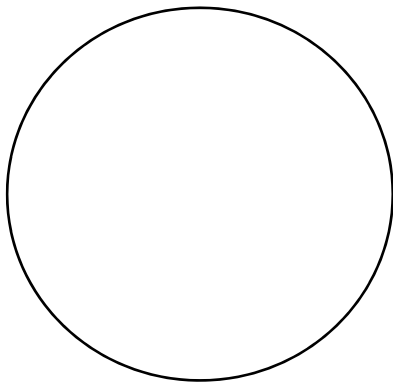
s ist definiert von $s = 0$ bis $s = 10$ in 3000 Segmenten.

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

Parameterdarstellung



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

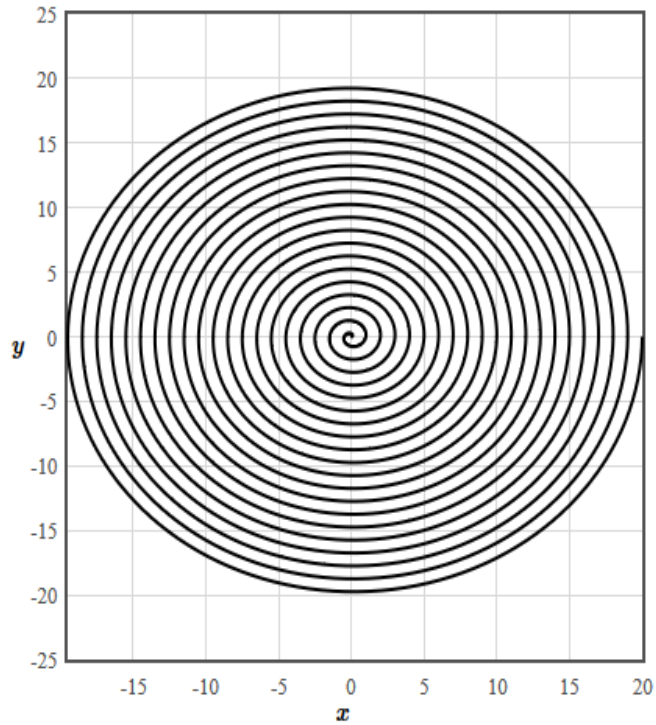


$$\vec{r} = R \cos(2\pi s) \hat{x} + R \sin(2\pi s) \hat{y} + 0 \hat{z} \quad s = [0, 1]$$

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



Parameterdarstellung

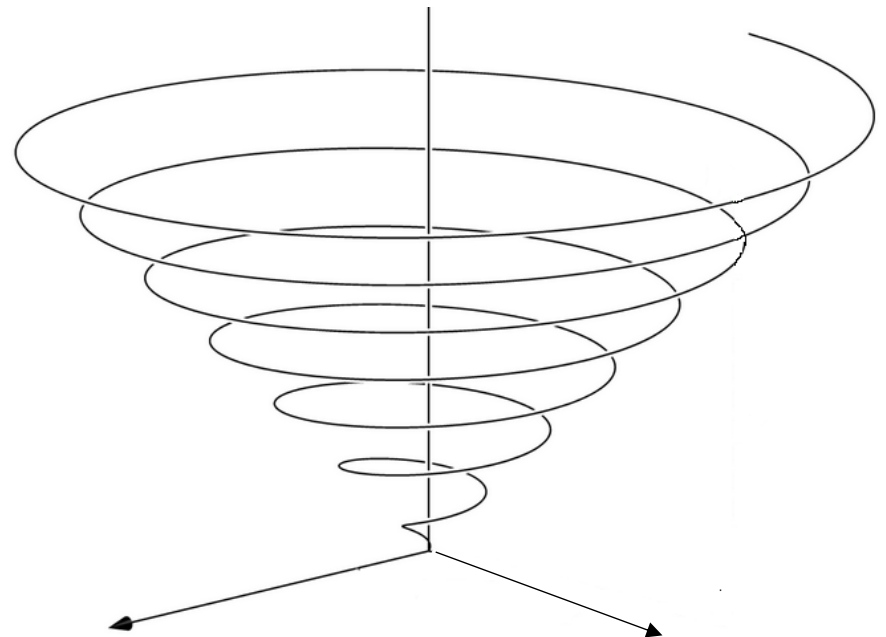


$$\vec{r} = s \cos(2\pi s) \hat{x} + s \sin(2\pi s) \hat{y} + 0 \hat{z}$$

$$s = [0, 20]$$

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

$$s = [0, 10]$$



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.

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

I

\vec{B}

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

Ampèresches Gesetz