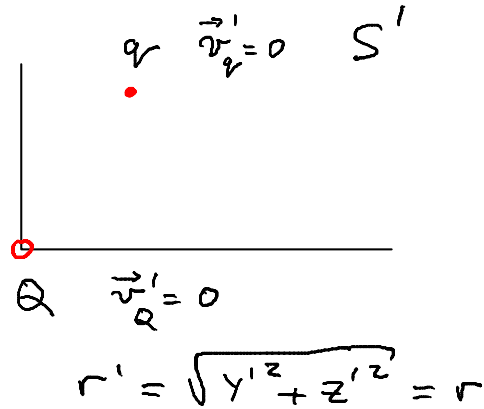
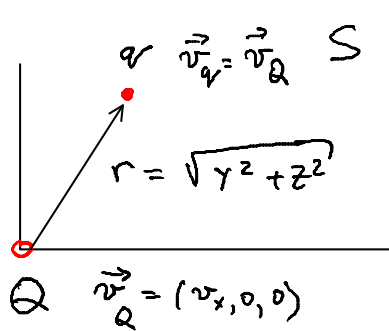


Zusammenhang zwischen elektrischem und magnetischem Feld



Im System S' :

→ transformieren ins S

$$F'_x = 0$$

$$F'_y = \frac{q Q y'}{4\pi \epsilon_0 r'^3}$$

$$F'_z = \frac{q Q z'}{4\pi \epsilon_0 r'^3}$$

$$F_x = F'_x = 0$$

$$F_y = \frac{F'_y}{\gamma} = \frac{q Q y}{4\pi \epsilon_0 \gamma r'^3}$$

$$F_z = \frac{F'_z}{\gamma} = \frac{q Q z}{4\pi \epsilon_0 \gamma r'^3}$$

Wenn q in S' ruhen würde

↑
(1)

$$F_x = 0$$

$$F_y = \frac{\gamma q Q y}{4\pi \epsilon_0 r'^3}$$

$$F_z = \frac{\gamma q Q z}{4\pi \epsilon_0 r'^3}$$

$$\left. \begin{array}{l} F_x = 0 \\ F_y = \frac{\gamma q Q y}{4\pi \epsilon_0 r'^3} \\ F_z = \frac{\gamma q Q z}{4\pi \epsilon_0 r'^3} \end{array} \right\} \rightarrow \vec{F} = \frac{\gamma q Q}{4\pi \epsilon_0 r'^3} \begin{pmatrix} 0 \\ y \\ z \end{pmatrix} \quad (2)$$

Unterschied zwischen (1) und (2)

$$\Delta \vec{F} = \frac{q Q}{4\pi \epsilon_0 r'^3} \left(\frac{1}{\gamma} - \gamma \right) \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ y \\ z \end{pmatrix} = \underline{\underline{\vec{F}_{\text{mag}}}}$$

$$= q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

$$q \cdot (\vec{v} \times \vec{B}) = - \frac{q Q}{4\pi \epsilon_0 r'^3} \cdot \gamma \cdot \frac{v^2}{c^2} \begin{pmatrix} 0 \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

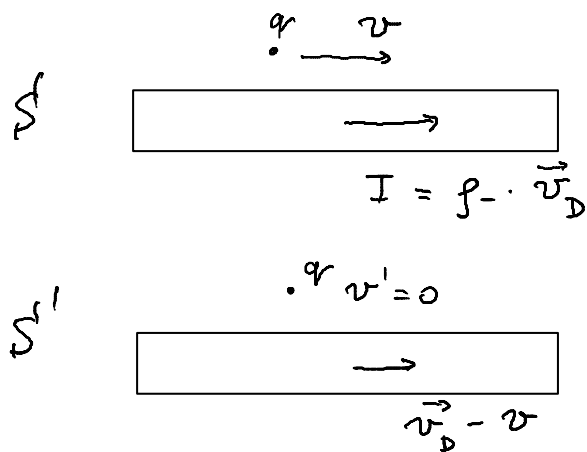
$$\frac{1}{\gamma} - \gamma = \gamma \cdot \frac{1 - \gamma^2}{\gamma^2} = \gamma \left(1 - \frac{v^2}{c^2} - 1 \right) = -\gamma \frac{v}{c^2}$$

$$\vec{F}_{\text{mag}} = -\frac{v^2}{c^2} \vec{F}_{\text{el}}$$

im Laborsystem S'

$$\vec{F} = \vec{F}_{\text{mag}} + \vec{F}_{\text{el}} = q \left[(\vec{v} \times \vec{B}) + \vec{E} \right]$$

Relativistische Transformation von Ladungsdichte und Strom



$\rho_- \rightarrow$ Ladungsdichte für die Elektronen

$\rho_+ \rightarrow$ Ladungsdichte für positiven Ionen

$$\rho_+' = \frac{\rho_+}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = \gamma \rho_+ \quad \text{für Ionen}$$

$$\rho_-' = \frac{\rho_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \quad \text{für Elektronen}$$

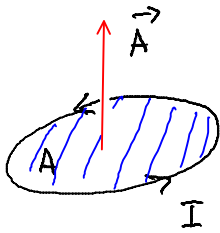
ρ_0 Ladungsdichte für ein Beobachter, der sich mit den Elektronen bewegt

$$\vec{v}' = \frac{\vec{v}_D - \vec{v}}{1 - \vec{v}_D \cdot \vec{v} / c^2}$$

$$(*) \quad \rho' = \rho_+' + \rho_-' = \gamma \frac{v}{c^2} \cdot v_D \rho_+ \quad \left| \begin{array}{l} \neq 0 \\ v \neq 0 \\ v_D \neq 0 \end{array} \right.$$

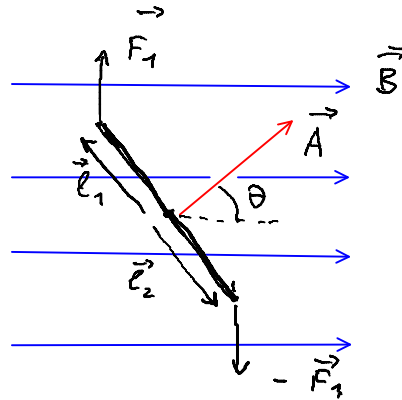
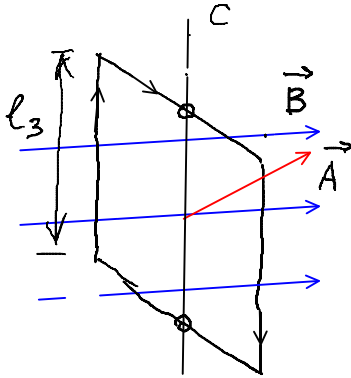
$$(**) \quad I' = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \cdot I = \gamma I$$

magnetisches Dipolmoment



$$\vec{p}_m = I \cdot \vec{A}$$

$\vec{A} \rightarrow$ Flächennormalvektor



Die Kräfte verursachen ein Drehmoment $\vec{D}$

$$\vec{D} = \vec{\ell}_1 \times \vec{F}_1 + \vec{\ell}_2 \times (-\vec{F}_1) \quad ; \quad \vec{\ell}_2 = -\vec{\ell}_1$$

$$\vec{D} = 2 \vec{\ell}_1 \times \vec{F}_1$$

$$|\vec{F}_1| = I \cdot \ell_3 \cdot |\vec{B}|$$

$$|\vec{D}| = I \cdot 2 \ell_1 \cdot \ell_3 \cdot |\vec{B}| \cdot \sin \theta$$

$$\boxed{\vec{D} = I \cdot \vec{A} \times \vec{B}}$$

potentielle Energie

$$W = - \vec{p}_m \cdot \vec{B}$$

$$\boxed{\vec{D} = \vec{p}_m \times \vec{B}}$$

Dipol im inhomogenen Feld

$$\vec{F} = \vec{p}_m \cdot \text{grad } \vec{B}$$

Vektorgradient von $\vec{B}$

im v

Vektorgradient von $\vec{B}$
↓
Tensor

Drehspulmessgeräte