6.4. Relativistische Betrachtungen

6.4.1 Relativistische Transformationen

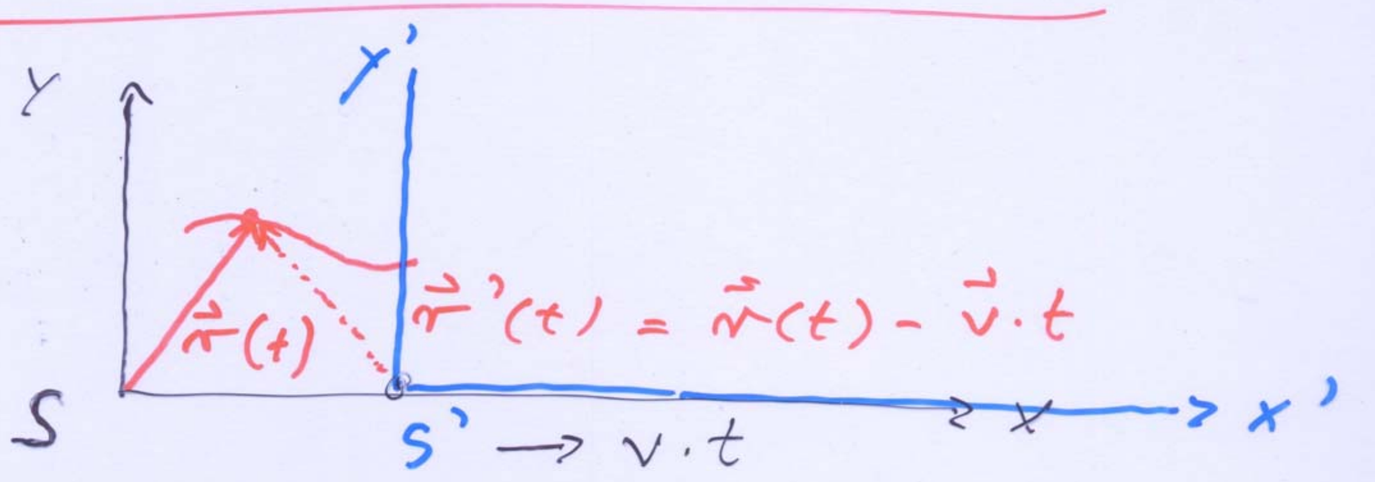
1. Physikalische Gesetze sind in allen Inertialsystemen gleichermaßen gültig

(Spez. Relativitätsprinzip)

2. Lichtgeschwindigkeit ist in allen Bezugssystemen gleich

Erinnerung:

(i) Galileitransformationen in 1d



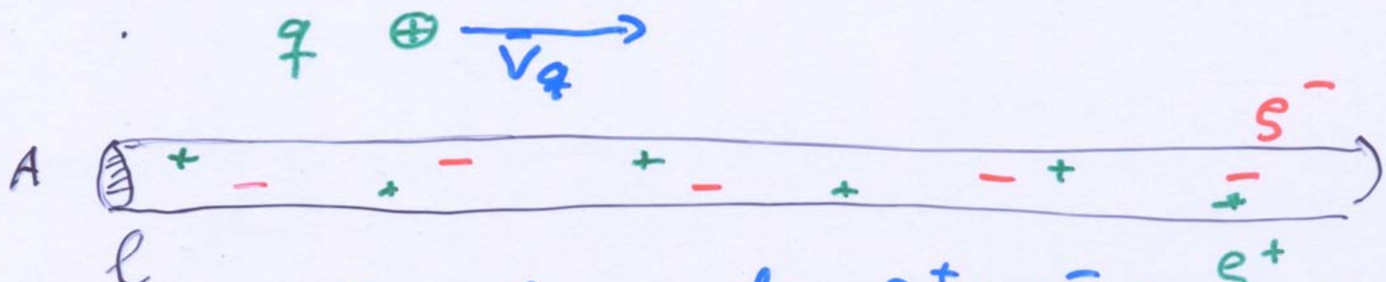
$$x'(t') = x(t) - v \cdot t$$
$$y'(t') = y(t)$$
$$z'(t') = z(t) \qquad t' = t$$

(ii) Lorentztransformation in 1d

$$S \rightarrow S' : \quad x' = \gamma \cdot (x - v \cdot t)$$
$$y' = y$$
$$z' = z$$
$$t' = \gamma \left(t - \frac{\beta x}{c} \right)$$

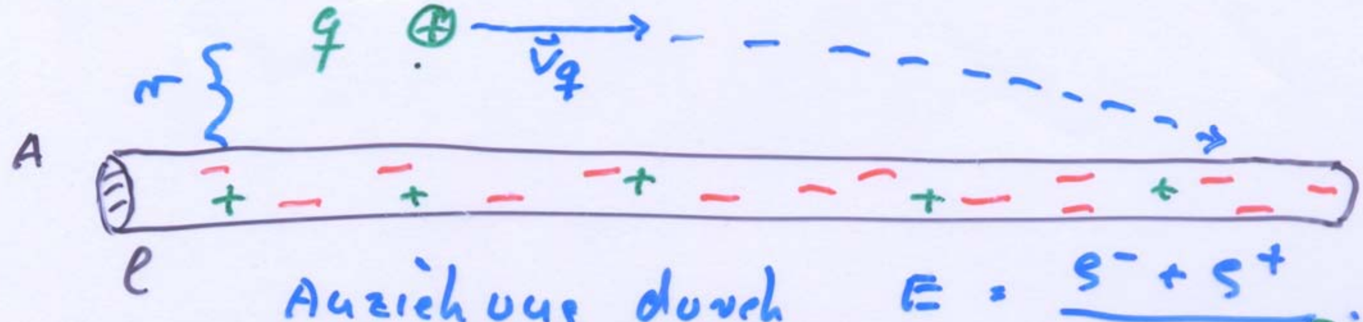
6.4.2 Abhängigkeit von $\vec{E}$, $\vec{B}$ von der Wah
des Bezugssystems

a. Bewegung von q längs einem neutralen
Dra



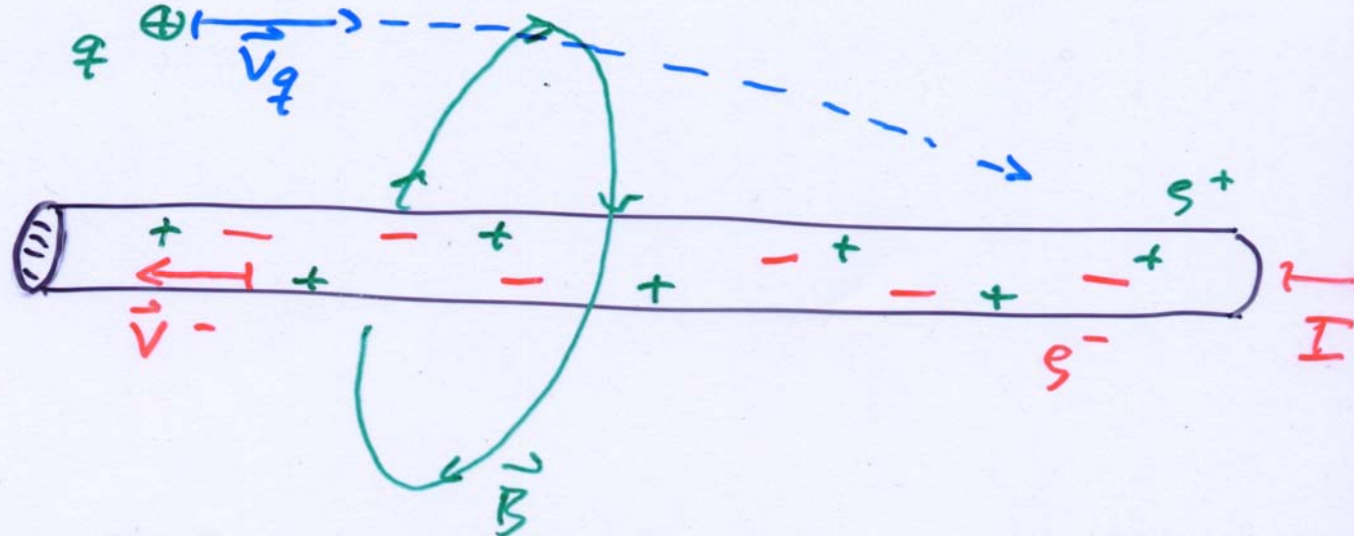
$$\left.\begin{array}{ll} E = 0 \,, & \text{da } \rho^+ + \rho^- = 0 \\ B = 0 \,, & \text{da } I = 0 \end{array}\right\} F =$$

b. Bewegung von q längs einem geladenen



Anziehung durch $E = \dfrac{\rho^- + \rho^+}{2\pi \varepsilon_0 r \cdot \ell} \cdot A \cdot \ell$

c. Draht neutral und stromdurchflossen



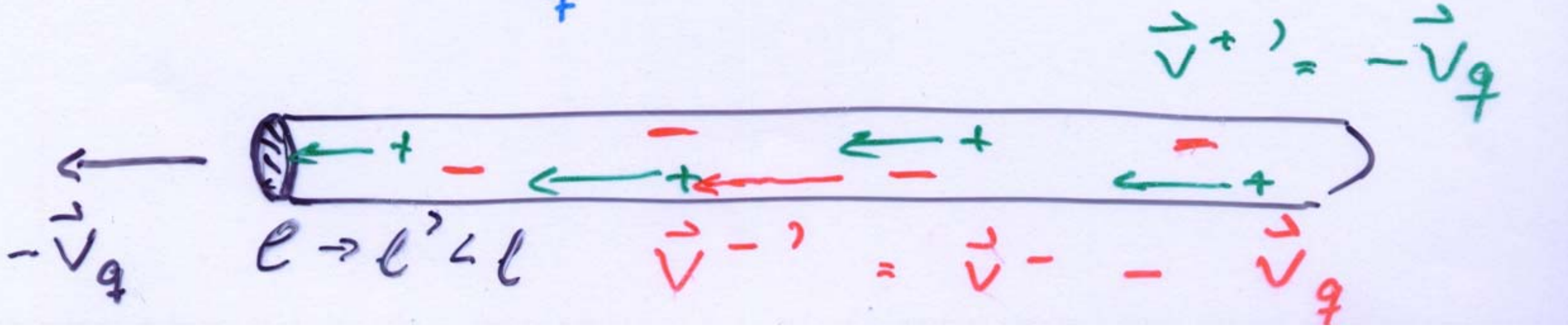
q sieht keine Nettoladung $(\rho^+ + \rho^- = 0)$

$\Rightarrow \quad E = 0$

q sieht Magnetfeld

$$\Rightarrow \quad \vec{F} = q \cdot \vec{v}_q \times \vec{B}$$

d. Draht neutral, stromdurchflossen, gesehen von Ladung q



Von q aus gesehen :

Elektronen im Draht : $v^{-\prime} = -(v_q + v^-)$

Positiven Ladungen : $v^{+\prime} = -v_q$

$\Rightarrow$ Ladungsdichte wird erhöht (Längenkontraktion)

$$\rho^{+\prime} = \frac{\rho^+}{\sqrt{1 - \frac{v_q^2}{c^2}}}$$

$$\rho^{-\prime} = \frac{\rho^-}{\sqrt{1 - \frac{(v_q + v^-)^2}{c^2}}}$$

$$\rho_0' = \frac{\rho^+}{\sqrt{}} + \frac{\rho^-}{\sqrt{}}$$

$$= \frac{\rho^+}{\sqrt{}} - \frac{\rho^+}{\sqrt{}}$$

(weil $\rho^+ = -\rho^-$)

Mit $\frac{1}{\sqrt{1-\varepsilon}} \approx 1 + \frac{\varepsilon}{2}$:

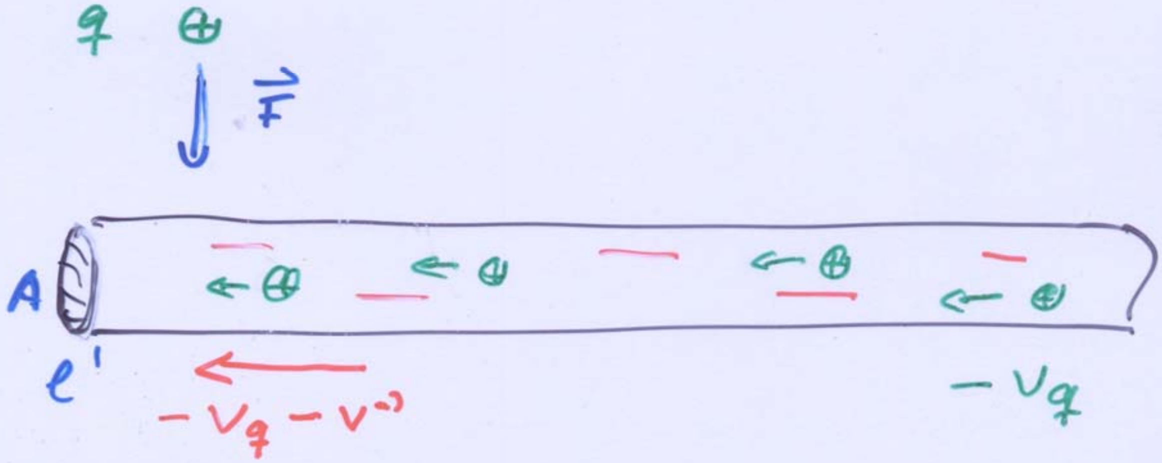
$$\rho_0' \approx \rho^+ \left(\left(1 + \frac{1}{2} \frac{v_q^2}{c^2} \right) - \left(1 + \frac{1}{2} \frac{(v_q + v^-)^2}{c^2} \right) \right)$$

$$\approx -\rho^+ \cdot \frac{v_q \cdot v^-}{c^2} < 0 \quad !$$

Ladung q sieht Nettoladung im Draht $\Rightarrow$

$$\vec{E} = -\frac{\rho^+}{2\pi \varepsilon_0 r \ell'} \cdot \frac{v_q v^-}{c^2} \ell' \cdot A \cdot \vec{e}$$

$$\vec{F} = \vec{E} \cdot q$$



Schlußfolgerung

- Je nach Bezugssystem „sieht" Probeladung q ein elektr. oder magn. Feld, das zur selben Impulsänderung führt.
- Magnetische Lorentzkraft läßt sich aus Coulombkraft und einer Lorentztransformation herleiten.