1.2.6 Kinematik

Transformation der Geschwindigkeit unter speziellen Lorentz-Transformationen

$$u = \frac{dx}{dt} \qquad u' = \frac{dx'}{dt'}$$

mit

folgt

u ist weder ein Viererskalar noch ein Vierervektor (bzw. eine Komponente eines Vierervektors)

<u>besser:</u> (einfacheres Transformationsverhalten)

Vierergeschwindigkeit

$d\tau$: Differenzial der Eigenzeit

$d\tau$: die von einer mitbewegten Uhr gemessene (infinitesimale) Zeit

es ist:

$d\tau$

beachte: $\gamma = \gamma(u)$, u: Teilchengeschwindigkeit

($\gamma = \gamma(v)$ in L.T., v: Relativgeschwindigkeit)

physikalische Bedeutung der Vierergeschwindigkeit:

$u^\mu = (u^0, \vec{u})$

$U \circ U$ ist ein Viererskalar

Viererbeschleunigung

$$b^\mu := \frac{dU^\mu}{d\tau} \qquad \text{(Vierervektor)}$$

es gilt:

1.2.7 Dynamik

N II $\quad \vec{F} = m\ddot{\vec{r}}$

m: Viererskalar; Ruhemasse

$\ddot{\vec{r}}$: nicht als räumliche Komponenten eines Vierervektors interpretierbar

es gilt:

K^{μ}

mit der Definition

zeitliche Komponente:

$$p^0 = m\gamma c = \frac{E}{c}$$

mit der Definition

relativistische Energie

für $v=0$ ist $\gamma = 1$ und

Ruheenergie

damit ~~ist~~ die kinetische Energie

räumliche Komponenten:

mit diesen Definitionen folgt

$$E_{ges} = const \,, \quad \vec{p}_{ges} = const \qquad \text{bzw.} \quad \boxed{p^{\mu}_{Ges} = const}$$

für ein isoliertes N-Teilchen-System

Relativistische Energie und relativistischer Impuls sind erhalten aber nicht invariant!

Invariante, Vierskalare:

$p \circ p$

$\Rightarrow$

relativistische Energie-Impuls-Relation

räumliche Komponenten des Kraftgesetzes

definiere

<u>Bsp:</u> Bewegung in konstantem Kraftfeld

$$F = \text{const} = \frac{d}{dt}(m\gamma u) \quad , \quad RB: \; u(0) = 0$$

---

es gilt:

$$\boxed{\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{u} \times \vec{B})}$$

$$\vec{K} \neq q(\vec{E} + \vec{u} \times \vec{B})$$

$\gamma \vec{F}$ und $\gamma q(\vec{E} + \vec{u} \times \vec{B})$ transformieren sich wie die Raumkomponenten eines Vierervektors! (s.u.)