



## 13. Übung

1. Ein Massstab der Länge  $l = x_2 - x_1$  ruhe im Inertialsystem  $\Sigma$ . Was ergibt eine Längenmessung im Bezugssystem  $\Sigma'$ , welches sich mit  $\vec{v} = v\vec{e}_x$  relativ zu  $\Sigma$  bewegt? Nun ruhe der Massstab in  $\Sigma'$ , welche Länge beobachtet man in  $\Sigma$ ?

Bem: *Beachten Sie, dass die Messung der Endpunkte im jeweiligen Bezugssystem stets gleichzeitig vorgenommen werden muss.*

2.  $\Sigma$  und  $\Sigma'$  seien zwei Inertialsysteme.  $\Sigma'$  bewege sich relativ zu  $\Sigma$  mit der Geschwindigkeit  $v = 3c/5$  in  $x$ -Richtung. Zur Zeit  $t = t' = 0$  sei  $\Sigma = \Sigma'$ . Ein Ereignis habe in  $\Sigma'$  die Koordinaten:

$$x' = 20 \text{ m}, \quad y' = 15 \text{ m}, \quad z' = 10 \text{ m}, \quad t' = 4 \cdot 10^{-8} \text{ s}.$$

Bestimmen Sie die Koordinaten des Ereignisses in  $\Sigma$ !

3. Zeigen Sie, dass die *relativistische kinetische Energie* auch in der Form

$$E_{kin}^{rel} = \frac{\vec{p}^2}{m + m_o}$$

geschrieben werden kann und dass sie sich für  $v \rightarrow c$  asymptotisch wie  $E_{kin}^{rel} = pc$  verhält.

4. Ein ruhendes  $\pi^+$ -Meson ( $m_{o\pi} = 273 m_{oe}$ ) zerfällt in ein Anti-Muon  $\mu^+$  ( $m_{o\mu} = 207 m_{oe}$ ) und ein Muon-Neutrino  $\nu_\mu$  ( $m_{o\nu} = 0$ ). Bestimmen Sie kinetische Energie, Impuls und Geschwindigkeit der Zerfallsprodukte. (Ruhenergie des Elektrons:  $m_{oe}c^2 = 0.511\text{MeV}$ )

**Hausaufgabe (Abgabe in Vorlesung am 9.7.)**

**(Bitte versehen Sie Ihre Hausaufgabe mit Matrikelnummer & Name!)**

Wie transformieren sich die Komponenten der *Vierergeschwindigkeit*  $u^\mu$  beim Übergang von einem Inertialsystem  $\Sigma$  zu einem anderen Inertialsystem  $\Sigma'$ , das sich gegenüber  $\Sigma$  mit  $\vec{v}_o = v_o\vec{e}_x$  bewegt? Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit dem *Additionstheorem* der Geschwindigkeiten. Was ergibt sich für das Dreiergeschwindigkeitsquadrat in  $\Sigma'$  für ein Teilchen mit  $\vec{v}^2 = c^2$  in  $\Sigma$ . Welche Schlussfolgerung können Sie ziehen?