

Übungen zu Theoretische Physik 4 (12-PHY-BTP4), SS 16

Serie 2

Abgabe zu Beginn der Vorlesung am 19.4.

Übung 1.

4 P.

Zeigen Sie, dass die Lorentz-Transformationen, d.h. die Menge der Matrizen Λ , die

$$\Lambda^t \eta \Lambda = \eta$$

erfüllen, eine Gruppe bilden.

Übung 2.

4 P.

Zeigen Sie, dass der Boost

$$\Lambda = \begin{pmatrix} \gamma & -\gamma\beta^t \\ -\gamma\beta & \mathbb{1} + \frac{\gamma-1}{\beta^2}\beta\beta^t \end{pmatrix}$$

mit $\beta^2 < 1$, $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$ eine Lorentz-Transformation ist. Zeigen Sie, dass daraus folgt, dass eine allgemeine orthochrone Lorentz-Transformation geschrieben werden kann als

$$\Lambda(\beta, R) = \begin{pmatrix} \gamma & -\gamma\beta^t R \\ -\gamma v & (\mathbb{1} + \frac{\gamma-1}{\beta^2}\beta\beta^t)R \end{pmatrix}$$

mit $R \in O(3)$. Zeigen Sie, dass gilt

$$\Lambda(\beta, R) = \Lambda(\beta, \mathbb{1})\Lambda(0, R) = \Lambda(0, R)\Lambda(R^t\beta, \mathbb{1}).$$

Übung 3.

2 P.

Ein Muon hat eine Lebensdauer $\tau \sim 2.2 \times 10^{-6}$ s. Berechnen Sie die Strecke, die es in dieser Zeit zurücklegen kann, wenn es sich mit $v = 0.1c$ oder $v = 0.99c$ bewegt. Vergleichen Sie mit der naiven Abschätzung $L = \tau v$.

Übung 4.

2 P.

Ein Auto fahre mit relativistischer Geschwindigkeit in eine Garage der Länge L mit Toren an Vorder- und Rückseite. Im ruhenden System gemessen sei die Länge des Autos gerade L . In dem Moment, in dem sich das Auto (aus der Sicht des ruhenden Beobachters) ganz in der Garage befindet, wird das vordere Tor geschlossen und das hintere geöffnet (dies geschehe quasi instantan), so dass das Auto ohne Unfall durch die Garage fahren kann. Erklären Sie das Paradox, dass im mitbewegten System die Länge des Autos γL und die der Garage $\gamma^{-1}L$ ist, so dass aus der Sicht des mitbewegten Beobachters das Auto gar nicht in die Garage passt. Beachten Sie, dass sich die Tore aus der Sicht des bewegten Systems nicht gleichzeitig öffnen bzw. schließen. Bestimmen Sie den zeitlichen Abstand der beiden Ereignisse und zeigen Sie, dass dies mit dem Geschehen, welches im ruhenden System beobachtet wird, konsistent ist.