

---

# Übungsblatt 4

## Relativitätstheorie 1

Sommersemester 2009

Fakultät für Physik, Universität Stuttgart

Prof. Dr. R. Hilfer

---

### Aufgabe 1 (Hausaufgabe)

8 Punkte

Eine Stange der Länge  $l$  bewege sich mit großer Geschwindigkeit durch ein Haus derselben Länge  $l$ . Vom Ruhesystem des Hauses aus betrachtet erfährt die Stange eine Längenkontraktion. Wenn das Ende der Stange den Hauseingang passiert, hat ihr Anfang den Hinterausgang noch nicht erreicht. Vom Ruhesystem der Stange aus betrachtet erscheint die Länge des Hauses verkürzt. Die Enden der Stange schauen für eine gewisse Zeit auf beiden Seiten des Hauses heraus. Bezeichnen Sie mit  $K$  das Ruhesystem des Hauses und mit  $K'$  das der Stange. Die Anfangspunkte von Haus und Stange sollen für  $t = t' = 0$  im Ursprung zusammenfallen.

- Berechnen Sie die Koordinaten von Anfangs- und Endpunkt des Hauses sowie der Stange:
  1. vom System des Hauses aus betrachtet (beliebige Zeit  $t$ ),
  2. vom System der Stange aus betrachtet (beliebige Zeit  $t'$ ),
  3. vom System der Stange aus betrachtet zur Zeit  $t = 0$ .
- Zeichnen Sie die Raum-Zeit-Diagramme für die Weltlinien der Anfangs- und Endpunkte von Haus und Stange im System  $K$  und im System  $K'$ .

### Aufgabe 2 (Votieraufgabe)

4 Punkte

Myonen machen einen Großteil der auf die Erdoberfläche treffenden kosmischen Strahlung aus. Sie entstehen in einer Höhe von mehr als 15 km beim Zusammenstoß geladener Teilchen mit Atomen der Atmosphäre. Ihre typische Geschwindigkeit im Ruhesystem der Erde beträgt etwa  $0.995 c$ . Ein ruhendes Myon besitzt eine mittlere Lebensdauer von  $1.5 \times 10^{-6}$  s.

- Zeigen Sie, dass ein in 15 km Höhe erzeugtes Myon trotz der kurzen Lebensdauer die Erdoberfläche erreicht.
- Beschreiben Sie den Vorgang im Ruhesystem der Myonen
- Es soll nun angenommen werden, dass die Myonen nicht alle senkrecht in Richtung Erdoberfläche laufen, sondern mit gleicher Wahrscheinlichkeit in alle Richtungen des der Erde zugewandten Halbraums gestreut werden. Wie hoch ist der Anteil der Myonen, welche die Erde erreichen?

**Bitte wenden !!!**

### Aufgabe 3 (Votieraufgabe)

4 Punkte

Für eine Lorentztransformation zwischen zwei Bezugssystemen mit Relativgeschwindigkeit  $v$  ist der Geschwindigkeitsparameter  $\theta$  definiert durch  $\tanh \theta := v/c = \beta$ . Betrachten sie drei achsenparallele Bezugssysteme  $K_1, K_2, K_3$ , deren Koordinatenursprünge bei  $t_1 = t_2 = t_3 = 0$  zusammenfallen.  $K_2$  bewege sich relativ zu  $K_1$  mit  $v_1$ ,  $K_3$  relativ zu  $K_2$  mit  $v_2$  und relativ zu  $K_1$  mit  $v_3$ .

Zeigen Sie, dass für die Geschwindigkeitsparameter gilt:  $\theta_3 = \theta_1 + \theta_2$ .