Übungen zu Relativitätstheorie I im WS 2013

Aufgabe 10

Beschreiben Sie das Michelson-Morley-Experiment und diskutieren Sie sein Ergebnis.

Aufgabe 11

Sei g eine Involution auf $\mathbb{R}^+$, stetig und $g(0) = 0$. Beweisen Sie, dass $g = id$.

Aufgabe 12

Wie lautet der allgemeinste lineare Ansatz für die Koordinatentransformation $t'(t, \vec{x})$, $\vec{x}'(t, \vec{x})$, zwischen zwei Inertialsystemen I, I', wenn nur die Relativgeschwindigkeit $\vec{v}$ von I' bezüglich I und das räumliche Skalarprodukt in I eingehen? Hinweis: Der Ansatz enthält 5 freie skalare Funktionen von $v \equiv |\vec{v}|$.

Aufgabe 13

Verwenden Sie die Rotationsfreiheit der Transformation ($\vec{x}' = 0 \Rightarrow \vec{x} = \vec{v}t$) und die Geschwindigkeitsreziprozität, um den Ansatz aus Aufgabe 12 auf

$$t' = at + \frac{1 - a^2}{av^2} \vec{v} \cdot \vec{x}$$

$$\vec{x}' = \vec{x} + \frac{a - 1}{v^2} \vec{v}(\vec{v} \cdot \vec{x}) - a\vec{v}t$$

mit der unbestimmten Funktion $a(v)$ zu reduzieren.

Aufgabe 14

Um $a(v)$ bis auf eine Konstante K zu bestimmen, verwenden Sie die folgende Gruppeneigenschaft: Ist I'' relativ zu I' mit der Geschwindigkeit $\vec{u} \parallel \vec{v}$ bewegt, dann relativ zu I mit einer gewissen Geschwindigkeit $\vec{w}(\vec{v}, \vec{u}) \parallel \vec{v}$, und die Transformation von I auf I'' hängt von $\vec{w}$ auf die gleiche Weise ab wie die Tranformation auf I' von $\vec{v}$. Resultat: $a(v) = 1/\sqrt{1 - Kv^2}$.

Aufgabe 15

Zeigen Sie die Reziprozität der Zeitdilatation im Rahmen des minimalen Relativitätsprinzips.

Aufgabe 16

Auf welche Raum-Zeit-Geometrie führt die Wahl $K < 0$ ($\alpha = \sqrt{1 + \frac{v^2}{c^2}}$)?