

Übungen zu Relativitätstheorie I im WS 2015

Aufgabe 11

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

Aufgabe 12

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

Aufgabe 13

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 14

Verwenden Sie die Rotationsfreiheit der Transformation ($\vec{x}' = 0 \Rightarrow \vec{x} = \vec{v}t$) und die Geschwindigkeitsreziprozität, um den Ansatz aus Aufgabe 13 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 15

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 Transformation auf I' von \vec{v} . Resultat: $a(v) = 1/\sqrt{1 - Kv^2}$.

Aufgabe 16

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

Aufgabe 17

Zeigen Sie, dass die relativistische Geschwindigkeitsaddition nicht assoziativ ist.

Aufgabe 18

Wie lautet die relativistische Addition kollinearer Geschwindigkeiten in Termen der Rapidität?