

Übungsblatt 4

Relativitätstheorie I

Wintersemester 2022/23
Fakultät für Physik, Universität Stuttgart
Prof. Dr. R. Hilfer

Aufgabe 1)

Zeigen Sie, dass sich jedes Element der eigentlichen, orthochronen Lorentz-Gruppe in ein Produkt aus einer speziellen Lorentz-Transformation und einer Drehung zerlegen lässt.

Aufgabe 2)

Ein Astronaut startet am Neujahrstag des Jahres 2015 von der Erde aus zum Fixstern Alpha Centauri (4 Lichtjahre entfernt) und fliegt mit der Geschwindigkeit $v = 0.8 c$.

Wenn er den Stern erreicht hat, kehrt er sofort um und fliegt mit der gleichen Geschwindigkeit zur Erde zurück. Mit seinem auf der Erde verbliebenen Bruder hat er vor dem Start ausgemacht, dass sie sich gegenseitig über Radartelefon an jedem Neujahrstag Grüße schicken. Wieviele Botschaften schickt jeder dem anderen und wann treffen diese ein?

Zeichnen Sie ein Raum-Zeit-Diagramm mit den Weltlinien der Erde, des Astronauten und der abgeschickten Radarsignale.

Aufgabe 3)

Für eine Lorentz-Transformation zwischen zwei Bezugssystemen mit Relativgeschwindigkeit v ist die Rapidität (Schnelligkeit) θ definiert durch $\tanh \theta := v/c = \beta$. Betrachten Sie drei achsenparallele Bezugssysteme K_1 , K_2 und K_3 , deren Koordinatenursprünge bei $t_1 = t_2 = t_3 = 0$ zusammenfallen. Hier bewege sich K_2 relativ zu K_1 mit v_1 , K_3 relativ zu K_2 mit v_2 und relativ zu K_1 mit v_3 . Die Relativgeschwindigkeiten seien parallel.

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