

Aufgabe 8 : Geschwindigkeitsparameter

Für eine Lorentztransformation zwischen zwei Bezugssystemen mit Relativgeschwindigkeit v ist der Geschwindigkeitsparameter θ definiert durch

$$\tanh \theta := \frac{v}{c} = \beta.$$

Betrachten sie drei achsenparallele Bezugssysteme K_1, K_2, K_3 , deren Koordinatensprünge bei $t_1 = t_2 = t_3 = 0$ sich überdecken. 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: (1 Punkt)

$$\theta_3 = \theta_1 + \theta_2.$$

Aufgabe 9 : Stange-Haus Experiment

(schriftlich)

Eine Stange der Länge ℓ bewege sich mit großer Geschwindigkeit durch ein Haus derselben Länge ℓ . Zu klären ist die folgende Paradoxie:

Vom Ruhssystem des Hauses aus betrachtet erfährt die Stange eine Längenkontraktion. Wenn das Ende der Stange den Hauseingang passiert, hat ihr Ende den Hinterausgang noch nicht erreicht. Vom Ruhssystem 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 Ruhssystem 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

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

Lösen Sie damit die Paradoxie auf.

Aufgabe 10 : Vierergeschwindigkeit

- a) Definieren Sie $u^\mu = dx^\mu/d\tau$ mit der Eigenzeit τ und beweisen Sie, dass u^μ ein Vierervektor (Vierergeschwindigkeit) ist. (1 Punkt)
- b) Berechnen Sie für die Vierergeschwindigkeit u^μ das Skalarprodukt mit sich selbst. Welches Vorzeichen hat $u_\mu u^\mu$? (1 Punkt)

Aufgabe 11 : Viererbeschleunigung

- a) Definieren Sie $b^\mu = du^\mu/d\tau$ und beweisen Sie, dass b^μ ein Vierervektor (Viererbeschleunigung) ist. (1 Punkt)
- b) Berechnen Sie für die Viererbeschleunigung b^μ das Skalarprodukt mit sich selbst. Welches Vorzeichen hat $b_\mu b^\mu$? (1 Punkt)

Aufgabe 12 : Vierertensor

Beweisen Sie: Ist $\Gamma_{\mu\nu} a^\mu a^\nu$ für beliebige Vierervektoren a^ν ein Skalar, dann ist $\Gamma_{\mu\nu}$ ein Vierertensor. (2 Punkte)

Abgabe der schriftlichen Aufgabe am 20.11.2018 in der Vorlesung.