
Theoretische Physik I

11. Übung

Wintersemester 18/19

Abgabe der Aufgabe 34 bis Mittwoch, den 09.01.2019, 11:00 Uhr in den entsprechenden Briefkästen vorm Eingang des Instituts für Theoretische Physik.

Zur Diskussion

- Wie ist das Pseudo-Skalarprodukt (u, v) zweier Vierer-Vektoren u und v definiert?
- Wie transformiert sich das Längenquadrat $u^2 = (u, u)$ eines Vierer-Vektors unter Lorentztransformation?
- Was versteht man unter *licht-, zeit- und raumartigen* Vierer-Vektoren?
- Welche physikalische Bedeutung hat die "Länge" einer Weltlinie, gemessen in der Norm des Pseudo-Skalarprodukts? Wie lang ist in diesem Sinne ein Lichtstrahl?
- Was versteht man unter *Eigenzeit*?
- Was ist die Vierer-Geschwindigkeit u eines Teilchens? Wie lauten u_0 und u^2 ?
- Zwischen Weihnachten 2018 und Neujahr 2028 planen Sie eine ausgedehnte interstellare Reise nach Alpha-Centauri (in ca. 4,3 Lichtjahren Entfernung) und wieder zurück. Wieviel Semester verpassen Sie während der Reise und um wieviel Jahre sind Sie dabei gealtert?

34 Addition von Geschwindigkeiten

6+4

Ein Massenpunkt bewege sich mit konstanter Geschwindigkeit \vec{u} bzgl. eines Inertialsystems K . Ein weiteres Inertialsystem K' bewege sich mit Geschwindigkeit $-\vec{v}$ relativ zu K . Mit welcher Geschwindigkeit \vec{u}' bewegt sich nun der Massenpunkt bzgl. K' ?

- Zeigen Sie, dass im Falle *paralleler* Geschwindigkeiten $\vec{u} = u\vec{e}_1$ und $\vec{v} = v\vec{e}_1$

$$u' = \frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}} \quad (\vec{u}' = u'\vec{e}_1).$$

Was erhalten Sie speziell für $u = v = \frac{1}{2}c$ und $u = c, v = \frac{1}{2}c$?

[Hinweis: betrachten Sie zB. die Weltlinie des Teilchens einmal aus K und einmal aus K' ...]

b) Zeigen Sie, dass im Falle *orthogonaler* Geschwindigkeiten $\vec{u} = u\vec{e}_2$ und $\vec{v} = v\vec{e}_1$

$$\vec{u}' = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \vec{u} + \vec{v}.$$

Was erhalten Sie speziell bei $\vec{u} = c\vec{e}_2$ für \vec{u}' und $|\vec{u}'|$?