



1. Übungsblatt

Abgabe: Do, 12.04.2018 bis 09:45 Uhr, Kasten neben A316

Übungsblätter gibt es unter <https://www.tu-bs.de/theophys/edu/sose18/edyn>.

5. Wissensfragen (3 Punkte)

- (a) Was folgt aus Newtons zweitem Gesetz  $\vec{F} = m\vec{a}$  für einen Körper endlicher Masse  $m$  bei konstanter Kraft  $\vec{F}$ ? Widerspricht hier etwas der speziellen Relativitätstheorie?
- (b) Leiten Sie aus der speziellen Lorentz-Transformation die relativistische Addition zweier Geschwindigkeiten  $u$  und  $v$  in  $x$ -Richtung her. Die spezielle Lorentztrafo lautet

$$L^\mu_\nu = \begin{bmatrix} \gamma & 0 & 0 & -\beta\gamma \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -\beta\gamma & 0 & 0 & \gamma \end{bmatrix}. \quad (1)$$

- (c) Wie lautet die Minkowski-Metrik in drei Raumdimensionen?

6. Lorentz-Transformation (6 Punkte)

Zum Zeitpunkt  $t = t' = 0$  haben zwei Inertialsysteme  $\Sigma$  und  $\Sigma'$  den gleichen Ursprung und parallele  $x_3$ -Achsen. Der Winkel zwischen der  $x_1$ - und der  $x'_1$ -Achse beträgt  $\alpha > 0$  bei  $t = t' = 0$ . Geben Sie die Lorentz-Transformation zwischen diesen beiden Inertialsystemen in der Form  $x'_\mu = f(x_1, x_2, x_3, t)$  an, wobei aus der Sicht von  $\Sigma$  die Relativgeschwindigkeit  $\vec{v} = v_0 \vec{e}_1$  ist.

7. Relativistische Lösegeldübergabe (6 Punkte)

Aus der Sicht eines Beobachters im Inertialsystem  $\Sigma$  bewegen sich zwei Raumschiffe auf parallelen Bahnen im Abstand  $d$  mit den Geschwindigkeiten  $\vec{v}_1 = -c/2 \vec{e}_2$  bzw.  $\vec{v}_2 = c/2 \vec{e}_2$ . In dem Zeitpunkt, in dem die Raumschiffe vom System  $\Sigma$  aus gesehen den kürzesten Abstand  $d$  haben, schickt das Schiff 1 ein Paket mit der Geschwindigkeit  $\frac{3c}{4}$  ab (bezogen auf das Inertialsystem  $\Sigma$ ).

- (a) In welchem Winkel muss aus der Sicht eines Beobachters an Bord von Schiff 1 das Paket abgeschickt werden, damit es das zweite Schiff erreichen kann? Nehmen Sie an, dass die Koordinatenachsen des Beobachters auf Schiff 1 parallel zu denen des Systems  $\Sigma$  sind.
- (b) Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich das Paket vom Schiff 1 aus gesehen?

Bitte wenden! →

8. **Zusatzaufgabe: Zentraler Stoß, relativistisch (5 Bonuspunkte)**

Betrachten Sie den zentralen Stoß eines Elektrons der Energie  $E_{\text{vor}}^e$  mit einem Proton.

- (a) Zeigen Sie allgemein, dass unter Ausschluss äußerer Kräfte für den Stoß zweier Punktmassen Energieerhaltung gilt.
- (b) Welche Energie  $E_{\text{vor}}^e$  muss das Elektron vor dem Stoß haben, damit das Proton nach dem Stoß die Energie  $T_{\text{nach}}^p = 0.5 T_{\text{vor}}^e$  hat? Betrachten Sie den Stoß in dem Inertialsystem, in dem das Proton vor dem Stoß ruht.