

**Übungen zur Theoretischen Physik II**  
**Sommersemester 2015** **Blatt 11**

**Aufgabe 29: Lorentz-Transformation (4 Punkte)**

$S$  und  $S'$  seien zwei Inertialsysteme.  $S'$  bewege sich relativ zu  $S$  mit der Geschwindigkeit  $v$  in  $z$ -Richtung. Zur Zeit  $t = t' = 0$  sei  $S = S'$ .

a) Die Geschwindigkeit sei  $v = \frac{4}{5}c$ . Ein Ereignis habe in  $S'$  die Koordinaten

$$x' = 2 \text{ m}, \quad y' = 4 \text{ m}, \quad z' = 6 \text{ m}, \quad t' = 5 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

Bestimmen Sie die Koordinaten des Ereignisses in  $S$ . (2 P.)

b) Zwei Ereignisse finden in  $S$  zu den Zeiten  $t_1 = z_0/c$  und  $t_2 = z_0/(3c)$  an den Orten  $(x_1 = 0, y_1 = 0, z_1 = z_0)$  und  $(x_2 = 0, y_2 = y_0, z_2 = 2z_0)$  statt. Wie groß muss die Relativgeschwindigkeit  $v$  sein, damit diese Ereignisse in  $S'$  gleichzeitig stattfinden? Zu welcher Zeit  $t'$  werden die Ereignisse in  $S'$  beobachtet? (2 P.)

**Aufgabe 30: Lorentzinvarianz der Wellengleichung (4 Punkte)**

Zeigen Sie, dass die Wellengleichung

$$\frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} - \Delta \psi = 0$$

invariant unter Lorentz-Transformationen ist. Nehmen Sie zur Vereinfachung an, dass die Welle nur von der Zeit und derjenigen Raumkomponente abhängt, entlang der sich das zweite Koordinatensystem bewegt, z.B.  $x$ .

**Aufgabe 31: Relativistische Rakete (4 Punkte)**

Eine Rakete der Eigenlänge  $l_0$  fliegt mit konstanter Geschwindigkeit  $v$  relativ zu einem Bezugssystem  $S$  in  $z$ -Richtung. Zur Zeit  $t = t' = 0$  passiert die Spitze der Rakete den Ursprung des Koordinatensystems  $S$ . In diesem Moment wird ein Lichtsignal von der Raketenspitze zum Raketenende gesendet.

a) Nach welcher Zeit erreicht im Ruhesystem der Rakete der Lichtblitz das Ende der Rakete? (1 P.)

b) Zu welchem Zeitpunkt erreicht das Signal das Raketenende im Ruhesystem  $S$  des Beobachters? (1 P.)

c) Wann registriert der Beobachter, dass das Raketenende den Ursprung des Koordinatensystems  $S$  passiert? Wo befindet sich die Raketenspitze zu diesem Zeitpunkt aus Sicht des Beobachters? Wann passiert das Raketenende den Ursprung des Koordinatensystems  $S$  aus Sicht des Ruhesystems der Rakete und wo befindet sich die Raketenspitze zum selben Zeitpunkt? (2 P.)