

- 1 In einem Inertialsystem bewegen sich zwei Teilchen im rechten Winkel zueinander, und mit gleichen Geschwindigkeiten  $v$ . Wie gross ist die relative Geschwindigkeit?
- 2 Zeige explizit, dass die Bedingung für Lorentztransformationen

$$L^T \eta L = \eta$$

zehn unabhängige Gleichungen darstellt (woraus soll es folgen, dass die Lorentztransformationen eine 6-parametrische Gruppe bilden?).

- 3 Betrachte den Minkowski-Raum mit (pseudo)orthonormaler Basis  $\{e_0, e_1, e_2, e_3\}$ . Betrachte die Vektoren

$$v_0 = \begin{pmatrix} 1 \\ -1/2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad v_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad v_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Welcher dieser Vektoren ist zeit/licht/raumartig? Finde einen vierten Vektor,  $v_3$ , der (pseudo)orthogonal auf diese drei Vektoren steht. Ist  $v_3$  zeit/licht/raumartig?

- 4 A clock  $C$  is at rest at the spatial origin of an inertial frame  $S$ . A second clock  $C'$  is at rest at the spatial origin of an inertial frame  $S'$  moving with constant speed  $v$  relative to  $S$ . The clocks read  $t = t' = 0$  when the two spatial origins coincide. When  $C'$  reads  $t'_2$  it receives a radio signal from  $C$  sent out when  $C$  reads  $t_1$ . Draw a space-time diagram describing this process. Determine the space-time coordinates  $(ct_2, x_2)$  in  $S$  of the point (event) at which  $C'$  receives the radio signal. Hence show that

$$t_1 = t'_2 \sqrt{\frac{1 - v/c}{1 + v/c}}.$$

Is there a relationship with the Doppler effect?

- 5 [For self-study, will not be covered in class.] Seien  $v$  und  $w$  zeitartig und linear unabhängig. Zeige dass die Gerade  $\{v + \lambda w \mid \lambda \in \mathbb{R}\}$  den Lichtkegel in zwei Punkten schneidet.