

**TE-Aufgabe 16: Kausalität und Gleichzeitigkeit (schriftlich 3 Punkte + mündlich 2 Punkte)**

a) (3 P, schriftlich) Kann es zwischen folgenden Ereignissen

$$\text{i) } x_1 = 1 \text{ m, } y_1 = 2 \text{ m, } z_1 = 3 \text{ m, } t_1 = 3 \cdot 10^{-8} \text{ s,}$$

$$x_2 = 4 \text{ m, } y_2 = 2 \text{ m, } z_2 = 7 \text{ m, } t_2 = 6 \cdot 10^{-8} \text{ s,}$$

$$\text{ii) } x_1 = 7 \text{ m, } y_1 = 0 \text{ m, } z_1 = -2 \text{ m, } t_1 = 1,1 \cdot 10^{-7} \text{ s,}$$

$$x_2 = 4 \text{ m, } y_2 = 5 \text{ m, } z_2 = +3 \text{ m, } t_2 = 0,9 \cdot 10^{-7} \text{ s}$$

einen kausalen Zusammenhang geben?

b) (2 P, mündlich) Ist es möglich, ein Inertialsystem zu finden, in dem diese Ereignisse gleichzeitig erscheinen? Mit welcher Geschwindigkeit und in welcher Richtung würde sich dieses relativ zu dem in Aufgabenteil a) bewegen?

**TE-Aufgabe 17: Bewegung im elektrischen Feld****(mündlich, 10 Punkte)**

Ein geladenes Teilchen (Ladung  $q$ , Ruhemasse  $m$ ) bewege sich in einem homogenen elektrischen Feld  $\vec{E} = (E, 0, 0)$  mit den Anfangsbedingungen

$$\vec{r}(t = 0) = (0, 0, z_0), \quad \vec{v}(t = 0) = (0, v_0, 0).$$

a) Zeigen Sie, dass die Zeitabhängigkeit der relativistischen kinetischen Energie durch

$$T_r(t) = \sqrt{m^2 c^4 + c^2 (q^2 E^2 t^2 + \gamma_0^2 m^2 v_0^2)} \quad \text{mit} \quad \gamma_0 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}}$$

gegeben ist.

b) Bestimmen Sie die Teilchengeschwindigkeit  $\vec{v}(t)$ .

c) Bestimmen und skizzieren Sie die Bahn  $\vec{r}(t)$  des Teilchens.

**TE-Aufgabe 18: Signalübertragung****(schriftlich, 5 Punkte)**

Eine Rakete der Eigenlänge  $L_0$  fliegt mit konstanter Geschwindigkeit  $v$  relativ zu einem Bezugssystem  $\Sigma$  in  $z$ -Richtung. Zur Zeit  $t = t' = 0$  passiert die Spitze der Rakete den Punkt  $P_0$  in  $\Sigma$ . In diesem Moment wird ein Lichtsignal von der Raketenspitze zum Raketende gesendet.

a) Nach welcher Zeit erreicht im Ruhesystem der Rakete der Lichtblitz das Ende der Rakete?

b) Zu welchem Zeitpunkt erreicht das Signal das Raketende im Ruhesystem  $\Sigma$  des Beobachters?

c) Wann registriert der Beobachter, dass das Raketende den Punkt  $P_0$  passiert?

d) Stellen Sie die Ereignisse im Minkowski-Diagramm dar.