2.8. Physikalische Effekte

2.8.1. Zeitdilatation

Ruhesystem Σ, betrachte ortsfesten Punkt $x=0$
zu Zeiten t_1 und t_2 mit $\Delta t = t_2 - t_1$

Wechseln zum bewegten Bezugssystem Σ'
Anwenden LT (Kap. 2.5)

$$t'_{1,2} = \gamma\left(t_{1,2} - \frac{v}{c^2}\cdot 0\right)$$

$$\Delta t' = t'_2 - t'_1 = \gamma \Delta t \geq \Delta t$$

d.h. im bewegten Bezugssystem vergeht die Zeit langsamer $\rightarrow$ "Zeitdilatation"

- Zwillingsparadoxon
- Myonenzerfall
  - Kosmische Strahlung erzeugt in Stratosphäre (10-50 km) Myonen
  - Lebensdauer eigentlich $\tau = 2.2 \cdot 10^{-6}$ s
  - reisten sie mit $c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$ kämen sie nur $6.6 \cdot 10^2$ m weit (nie bis zur Erdoberfläche)
  - Tun sie aber, denn Lorentzfaktor ist $\gamma \approx 100$

$\rightarrow$ Damit können sie 66 km > 10..50 km reisen

2.7.2. Längenkontraktion

- im Ruhesystem Σ sei ein Stab der Länge $\ell \parallel$ x-Achse
- bewegt sich Beobachter im System Σ' relativ zum Stab und misst seine Länge indem er gleichzeitig ($t_1' = t_2'$) die Orte x_1' und x_2' der Enden bestimmt, so erhält er $\ell' = \frac{1}{\gamma}\ell$
- Ableitg. $ct_1' = ct_2'$

LT $\quad x_1' = \gamma(x_1 - vt_1) \qquad t_1' = \gamma(t_1 - \frac{v}{c^2}x_1)$

$\quad x_2' = \gamma(x_2 - vt_2) \qquad t_2' = \gamma(t_2 - \frac{v}{c^2}x_2)$

rechts

$$0 = t_1' - t_2' = \gamma\left(t_1 - t_2 - \frac{v}{c^2}(x_1 - x_2)\right)$$

$$\rightarrow t_1 - t_2 = \frac{v}{c^2}(x_1 - x_2) \qquad (*)$$

links

$$x_1' - x_2' = \gamma\left(x_1 - x_2 - v(t_1 - t_2)\right)$$

$$\overset{(*)}{=} \gamma(x_1 - x_2)\left(1 - v^2/c^2\right)$$

$$\ell' = \Delta x' = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}\,\Delta x$$

$\Delta x = \ell$

d.h. Längen erscheinen im bewegten Bezugssystem verkürzt

↓ VL4